ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ

(ਗਿਆਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ)

ਭਾਗ – II

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ

ਪੰਜਾਬ ਸਰਕਾਰ

ਪਹਿਲਾ ਐਡੀਸ਼ਨ 2017

[This book has been adopted with the kind permission of the National Council of Education Research and Training, New Delhi]

Punjab Government

ਸੰਯੋਜਕ : ਉਪਨੀਤ ਕੌਰ ਗਰੇਵਾਲ, (ਵਿਸ਼ਾ ਮਾਹਿਰ)

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

ਚਿੱਤਰਕਾਰ : ਮਨਜੀਤ ਸਿੰਘ ਢਿੱਲੋਂ, ਪ.ਸ.ਸ.ਬ

ਚੇਤਾਵਨੀ

1. ਕੋਈ ਵੀ ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰ ਵਾਧੂ ਪੈਸੇ ਵਸੂਲਣ ਦੇ ਮੰਤਵ ਨਾਲ ਪਾਠ – ਪੁਸਤਕਾਂ ਤੇ ਜਿਲਟ-ਸਾਜ਼ੀ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। (ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰਾਂ ਨਾਲ ਹੋਏ ਸਮਝੌਤੇ ਦੀ ਧਾਰਾ ਨੰ. 7 ਅਨੁਸਾਰ)

2. ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੁਆਰਾ ਛਪਾਈਆਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੇ ਜਾਲ੍ਹੀ ਨਕਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨਾਂ (ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ) ਦੀ ਛਪਾਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ, ਸਟਾਰ ਕਰਨਾ, ਜਮ੍ਹਾਂਖੋਰੀ ਜਾਂ ਵਿਕਰੀ ਆਦਿ ਕਰਨਾ ਭਾਰਤੀ ਦੰਡ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਫੌਜਦਾਰੀ ਜੁਰਮ ਹੈ।

(ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਬੋਰਡ ਦੇ ਵਾਟਰ ਮਾਰਕ ਵਾਲੇ ਕਾਗਜ਼ ਉੱਪਰ ਹੀ ਛਪਾਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।)

ਮੁੱਲ : ₹

ਸਕੱਤਰ, ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ, ਵਿੱਦਿਆ ਭਵਨ, ਫੇਜ਼-8, ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ- 160062 ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਮੈਸ. ਨੋਵਾ ਪਬਲੀਕੇਸ਼ਨਜ਼, ਸੀ-51, ਫੋਕਲ ਪੁਆਇੰਟ ਐਕਸਟੈਨਸ਼ਨ, ਜਲੰਧਰ ਦੁਆਰਾ ਛਾਪੀ ਗਈ।

ਦੋ ਸ਼ਬਦ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮਾਂ ਨੂੰ ਸੋਧਣ ਅਤੇ ਤਿਆਰ ਕਰਨ ਦੇ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਜੁੱਟਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਅੱਜ ਜਿਸ ਦੌਰ ਵਿੱਚੋਂ ਅਸੀਂ ਲੰਘ ਰਹੇ ਹਾਂ, ਉਸ ਵਿੱਚ ਬੱਚਿਆ ਨੂੰ ਸਹੀ ਵਿੱਦਿਆ ਦੇਣਾ ਮਾਪਿਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੀ ਸਾਂਝੀ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਅਤੇ ਵਿੱਦਿਅਕ ਜ਼ਰੂਰਤਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਦਿਆਂ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਨੈਸ਼ਨਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਫਰੇਮਵਰਕ-2005 ਅਨੁਸਾਰ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਸਕੂਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਵਿੱਚ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਲੋੜੀਂਦੇ ਨਤੀਜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਚੰਗੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਹੋਣਾ ਪਹਿਲੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿਚ ਵਿਸ਼ਾ ਸਮੱਗਰੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੀ ਤਰਕ ਸ਼ਕਤੀ ਤਾਂ ਪ੍ਰਫੁਲਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ਹੀ ਸਗੋਂ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੇ ਮਾਨਸਿਕ ਪੱਧਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਪੁਸਤਕ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਵਿੱਦਿਆ ਖੋਜ ਅਤੇ ਸਿਖਲਾਈ ਸੰਸਥਾ (ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ.) ਵੱਲੋਂ ਗਿਆਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤੀ ਗਈ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਅਨੁਸਾਰਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਦਮ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇਕਸਾਰਤਾ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਚੁੱਕਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਨੂੰ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪੱਧਰ ਦੇ ਇਮਤਿਹਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਔਕੜ ਨਾ ਆਵੇ।

ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਭਰਪੂਰ ਯਤਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਹੋਰ ਚੰਗੇਰਾ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਆਏ ਸੁਝਾਵਾਂ ਦਾ ਸਤਿਕਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

ਚੇਅਰਮੈਨ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿਕਾਸ ਸੰਮਤੀ / ਕਮੇਟੀ

ਪ੍ਰਧਾਨ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਗਣਿਤ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੀ ਸਲਾਹਕਾਰ ਕਮੇਟੀ।

ਜੇ.ਟੀ ਕਾਰਲੀਕਰ, ਐਮੀਰਾਈਟਸ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਅੰਤਰ-ਵਿਸ਼ਵ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੇਂਦਰ :- ਖਗੋਲ-ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਖਗੋਲ ਭੌਤੀਕ (ਆਈ.ਯੂ.ਸੀ.ਏ.ਏ) ਗਣੇਸ਼ ਖਿੰਡ ਪੂਨਾ ਵਿਦਿਆਲਿਆ

ਮੁੱਖ ਸਲਾਹਕਾਰ

- ਏ ਡਬਲਿਊ ਜੋਸ਼ੀ, ਔਨਰੇਰੀ ਵਿਜਿਟਿਗ ਸਾਇੰਟਿਸਟ ਐਨ.ਸੀ.ਆਰ.ਏ ਪੂਨਾ ਵਿਦਿਆਲਿਆ

ਮੈਂਬਰ / ਸੱਦਸ :

- ਅੰਜਲੀ ਕਸ਼ੀਰਸਾਗਰ ਰੀਡਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ ਪੂਨਾ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਪੂਨਾ।
- ਅਤੁਲ ਮੋਦੀ, ਲੈਕਚਰਰ (ਐਸ.ਜੀ) ਵੀ ਦੀ ਐਸੀ ਕਲਾ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਕਾਮਰਸ ਮਹਾਵਿਦਿਆਲਿਆ ਮੁੰਬਈ
- ਅਨੁਰਾਧਾ ਮਾਥੁਰ ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ ਮਾਡਰਨ ਸਕੂਲ ਬਸੰਤ ਵਿਹਾਰ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਅਲਕਾਖਰੇ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗੀ ਸੰਸਥਾਨ ਗੁਵਾਹਾਟੀ।
- ਆਰ.ਜੋਸੀ, ਲੈਕਚਰਰ (ਐਸ.ਜੀ) ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ. ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ. , ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਏ.ਕੇ.ਘਟਕ ਐਸੀਰੇਟਸ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗਕੀ ਸੰਸਥਾਨ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਚ. ਸੀ ਪ੍ਰਧਾਨ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਹੋਮੀ ਭਾਵਾ ਵਿਗਿਆਨ ਸਿਖਿਆ ਕੇਂਦਰ (ਟੀ. ਆਈ. ਐਫ. ਆਰ. ਮੁੰਬਈ)।
- ਐਨ ਪੰਚਪਕੇਸਨ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ (ਸੇਵਾ-ਮੁਕਤ) ਭੌਤਿਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ-ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ-ਐਨ ਪ੍ਰਭਾਕਰ, ਪੀ ਜੀ ਟੀ ਡੀ ਐਮ ਸਕੂਲ, ਖੇਤਰੀ ਸਿਖਿਆ ਸੰਸਥਾਨ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ ਮੈਸੂਰ।
- ਐਸ.ਕੇ. ਉਪਾਧਿਆਇ.ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ. ਜਵਾਹਰ ਨਵੋਦਿਆ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਮੁਜਫ਼ਰਨਗਰ
- ਐਸ.ਕੇ.ਦਾਸ.ਰੀਡਰ, ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ ਰਾਇ ਚੌਧਰੀ, ਪ੍ਰੋਫ਼ੈਸਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਦਿੱਲੀ।
- ਚਿੱਤਰਾਂ ਗੋਇਲ ਪੀ-. ਜੀ. ਟੀ ਰਾਜਕੀ ਪ੍ਰਤਿਭਾ ਵਿਕਾਸ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਤਿਆਗਰਾਜ ਨਗਰ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਬੀ. ਕੇ. ਸ਼ਰਮਾਂ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ, ਐਨ.ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਵਿਸ਼ਵਜੀਤ ਕੁਲਕਰਨੀ ਟੀਚਰ (ਗ੍ਰੇਡ-1) ਹਾਇਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿਭਾਗ, ਸ੍ਰੀਮਤੀ ਪਾਰਵਤੀਬਾਈ ਚੌਗੁਲੇ

ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ ਮਾਰਗੋ ਗੋਵਾ

- ਵੀ. ਐਚ, ਰਾਇਬਾਗਕਰ, ਰੀਡਰ ਨੌਵਰੋਸਜੀ ਵਾਡੀਆ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ ਪੁਣੇ।

ਮੈਂਬਰ ਸੰਯੋਜਕ (ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ੀ ਸੰਸਕਰਣ)

- ਵੀ. ਪੀ ਸ੍ਰੀਵਾਸਤਵ, ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਹਿੰਦੀ ਅਨੁਵਾਦਕ

- ਆਰ. ਐਸ, ਦਾਸ (ਰਿਟਾਇਰਡ) ਉੱਪ ਪ੍ਰਧਾਨਾਚਾਰਿਯ (Vice Priencipal) ਬਲਵੰਤ ਰਾਇ ਮਹਿਤਾ ਵਿਦਿਆਭਵਨ ਸੀਨੀਅਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਕੂਲ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਕਨਹੀਆ ਲਾਲ (ਰਿਟਾਇਰਡ) ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਸਿਖਿਆ, ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਜੇ. ਪੀ. ਅਗਰਵਾਲ ਰਿਟਾਇਰਡ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਸਿਖਿਆ ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ ਦਿੱਲੀ।
- ਸ਼ਸ਼ੀ ਪ੍ਰਭਾ ਲੈਕਚਰਰ ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਸ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਮੈਂਬਰ ਸੰਯੋਜਕ :

- ਗਗਨ ਗੁਪਤਾ ਰੀਡਰ. ਡੀ.ਈ. ਐਸ.ਐਮ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ. ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਵੀ. ਪੀ. ਸ੍ਰੀ ਵਾਸਤਵਾ ਰੀਡਰ ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ. ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ. ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

10+1 ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ (ਫਿਜ਼ਿਕਸ) ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੀ PSEB ਦੀ ਸੋਧ ਕਮੇਟੀ

1. ਸ੍ਰੀ ਸੰਜੀਵਨ ਸਿੰਘ ਡਢਵਾਲ, ਮੁੱਖ ਅਧਿਆਪਕ, ਸ. ਹ. ਸ. ਪਤਾਰਾ, ਜਲੰਧਰ।
2. ਸ੍ਰੀਮਤੀ ਜਸਵਿੰਦਰ ਕੌਰ, ਲੈਕਚਰਾਰ, ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸ. ਕੁਰਾਲੀ, ਐਸ.ਏ.ਐਸ. ਨਗਰ।
3. ਸ੍ਰੀ ਯੋਗੇਸ਼ ਕੁਮਾਰ, ਲੈਕਚਰਾਰ, ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸ. ਅਲਾਵਲਪੁਰ, ਜਲੰਧਰ।
4. ਸ੍ਰੀ ਸੰਤੋਖ ਸਿੰਘ, ਲੈਕਚਰਾਰ, ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸ. ਰਾਹੋਂ, ਸ਼ਹੀਦ ਭਗਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ।
5. ਸ੍ਰੀ ਉਦੇਸ਼ ਠਾਕੁਰ, 509, ਤਾਰਾ ਸਿੰਘ ਐਵੀਨਿਊ, ਗਲੀ ਨੰ. 7, ਬਸਤੀ ਬਾਵਾ ਖੇਲ, ਜਲੰਧਰ।
6. ਸ੍ਰੀ ਸੰਦੀਪ ਸਾਗਰ, ਸ. ਸ. ਸ. ਸ. ਕਾਦੀਆਂਵਾਲੀ, ਜਲੰਧਰ।
7. ਸ੍ਰੀ ਸੁਮੀਤ ਗੁਪਤਾ, ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸ. ਆਦਰਸ਼ ਨਗਰ, ਜਲੰਧਰ।
8. ਸ੍ਰੀ ਪਰਮਜੀਤ ਸਿੰਘ, ਸ. ਸ. ਸ. ਸ. ਗੁਮਟਾਲਾ, ਜਲੰਧਰ।
9. ਸ੍ਰੀ ਮਨਦੀਪ ਸਿੰਘ ਕਾਹਲੋਂ, ਸ. ਹ. ਸ. ਜਲਭੈ, ਜਲੰਧਰ।
10. ਸ੍ਰੀ ਦਿਨੇਸ਼ ਕੁਮਾਰ, ਸ. ਮ. ਸ. ਮੁਹੱਲਾ ਪੁਰੀਆਂ, ਜਲੰਧਰ।
11. ਮਿਸ ਨੀਰੂ ਹਾਂਡਾ, ਸ. ਹ. ਸ. ਕਾਲਾ ਬਾਹੀਆਂ ਜਲੰਧਰ।

ਵਿਸ਼ਾ ਸੂਚੀ

11.3 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ

11.4 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗੀ ਅਧਿਐਨ

11.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ

11.6 ਆਈਨਸਟੀਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਊਰਜਾ ਕੁਆਂਟਮ

11.7 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕਣ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ : ਫੋਟੌਨ

11.8 ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ

11.9 ਡੇਵੀਸਨ ਅਤੇ ਜਰਮਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ

ਅਧਿਆਇ – 12

ਪ੍ਰਮਾਣੂ

12.1 ਭੂਮਿਕਾ

12.2 ਅਲਫਾਂ ਕਣਾਂ ਦਾ ਵਿਖਰਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਰਦਰਫੋਰਡ ਨਾਭਕੀ ਮਾਡਲ

12.3 ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਵਰਣ ਵੇਖੇਪਨ / ਸਪੈਕਟਮ

12.4 ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਬੋਹਰ ਦਾ ਮਾਡਲ

12.5 ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਰੇਖਾ ਵਿਖੇਪਨ/ਲਾਈਨ ਸਪੈਟਰਮ

12.6 ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਆਂਟੀਕਰਣ ਦੇ ਦੂਜੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਡੀ ਬਰੌਗਲੀ ਦੁਆਰਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ

ਅਧਿਆਇ – 13

ਨਾਭਕ

13.1 ਭੂਮਿਕਾ

13.2 ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਨਾਭਕ ਦੀ ਰਚਨਾ

13.3 ਨਾਭਕ ਦਾ ਆਕਾਰ

13.4 ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਨਾਭਕੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ

13.5 ਨਾਭਕੀ ਬਲ

13.6 ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵਤਾ

13.7 ਨਾਭਕੀ ਊਰਜਾ

ਅਧਿਆਇ – 14

ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੌਨਕੀ :- ਪਦਾਰਥ, ਢੰਗ ਅਤੇ ਸਰਲ ਪਰਿਪੇਥ

ਅਧਿਆਇ – 15

ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀ

1. ਸ਼੍ਰੀ ਯੋਗੇਸ਼ ਕੁਮਾਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੇ. ਸ. ਸੈ. ਸ, ਅਲਾਵਲਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)

2. ਸ਼੍ਰੀ ਪਰਮਜੀਤ ਸਿੰਘ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੇ. ਸ. ਸੈ. ਸ , ਫਿਲੌਰ (ਜਲੰਧਰ)

3. ਸ਼੍ਰੀ ਮਨਦੀਪ ਸਿੰਘ ਕਾਹਲੋਂ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੇ. ਸ. ਸੈ. ਸ , ਨਕੋਦਰ (ਜਲੰਧਰ)

4. ਸ਼੍ਰੀ ਉਦਯ ਠਾਕੁਰ

5. ਸ਼੍ਰੀ ਸੰਦੀਪ ਸਾਗਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੇ. ਸ. ਸੈ. ਸ , ਆਕਮਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)

ਅਧਿਆਇ 9
ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰ (Ray Optics and Optical Instruments)

9.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਕੁਦਰਤ ਨੇ ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ (ਦਰਿਸ਼ਟੀ ਪਟਲ ਜਾਂ ਰੇਟਿਨਾ) ਨੂੰ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਭਾਗ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਹੀ ਵੇਖਣ ਦੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਇਸ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਵਿਕਿਰਣਾਂ (ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲੱਗਪਗ 400 nm ਤੋਂ 750 nm) ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੀ ਸੰਵੇਦਨਾ ਸਦਕਾ ਹੀ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਦੇ ਸੰਸਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਦੇ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਆਪਣੇ ਆਮ ਤਜਰਬੇ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਆਪਣੇ ਸਹਿਜ ਗਿਆਨ ਸਦਕਾ ਦੋ ਗੱਲਾਂ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਹਿਲਾ ਕਿ ਇਹ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜਾ, ਇਹ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਲੋਕਾਂ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਸਮਾਂ ਲੱਗਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ (c) ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਵਰਤਮਾਨ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦਾ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਸਵੀਕਾਰਿਤ ਮਾਨ $c=2.99792458\text{x}10^8 \text{ ms}^{-1}$ ਹੈ। ਕਈ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ $3\text{x}10^8 \text{ ms}^{-1}$ ਹੀ ਕਾਫੀ ਹੈ। ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਉੱਚਤਮ ਚਾਲ ਹੈ।

ਸਾਡਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਨੁਭਵ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ (ਜੋ ਕੁੱਝ ਅਸੀਂ ਅਧਿਆਇ-8 ਵਿੱਚ ਸਿੱਖਿਆ ਸੀ) ਦਾ ਖੰਡਨ ਕਰਦਾ ਹੋਈਆ ਜਾਪਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਉੱਥੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਮੰਨਿਆ ਸੀ ਜਿਸ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਦਿਸਣਯੋਗ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਤੱਥਾਂ ਦਾ ਮਿਲਾਣ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ? ਇਸ ਦਾ ਉੱਤਰ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਦੀਆਂ ਆਮ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਆਕਾਰ (ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕੁੱਝ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ ਕੋਟੀ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 10 ਵਿੱਚ ਸਿੱਖੋਗੇ ਕਿ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਦੇ ਨਾਲ-2 ਚਲਦਾ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੱਥ ਨੂੰ *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ* (ray of light) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਸਮੂਹਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ (beam of light) ਬਣਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਰਨ ਰੂਪ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ, ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਵਿਖੇਪਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਬਾਰੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਮੂਲ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਅਸੀਂ ਸਮਤਲ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪਰਾਵਰਤੀ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਉਪਰੰਤ ਅਸੀਂ ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ ਸਹਿਤ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਯੰਤਰਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕਿਣਕਾ ਮਾਡਲ (PARTICLE Model of Light)

ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਗਹਿਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਕਾਰਜ ਅਤੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਅਧਿਐਨ ਅਕਸਰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਗਣਿਤ, ਯਾਂਤਰਕਿ ਅਤੇ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਮੌਲਿਕ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਨੂੰ ਧੁੰਦਲਾ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਮਾਰਗ ਦਰਸ਼ਕ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੱਤਾ। ਦਕਾਰਤੇ (Descartes) ਦੁਆਰਾ ਪੇਸ਼ ਕਿਣਕਾ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਹੋਰ ਵਿਕਸਤ ਕੀਤਾ। ਇੱਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਕਣਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਗਠਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ *ਕਣਿਕਾਵਾਂ* (corpuscle) ਕਿਹਾ। ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਕਲਪਨਾ ਕੀਤੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਪੁੰਜ ਰਹਿਤ ਕਣ ਹਨ। ਆਪਣੇ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੇ ਗਿਆਨ ਅਨੁਸਾਰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦਾ ਸਰਲ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਇਹ ਇੱਕ ਆਮ ਪ੍ਰੇਖਣ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਗੇਂਦ ਕਿਸੇ ਚੀਕਣੇ ਸਮਤਲ ਤਲ /ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਟਕਰਾ ਕੇ ਵਾਪਿਸ ਪਰਤਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ

ਇਹ ਟੱਕਰ ਇਲਾਸਟਿਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਤ੍ਹਾ ਚਿੱਕਣੀ ਹੈ, ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕੋਈ ਬਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, ਸਿੱਟੇ ਵਜੋਂ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਵੀ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬਾਤਕਮ ਘਟਕ, ਭਾਵ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਲੰਬਾਤਮਕ ਘਟਕ ਹੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਤਰਕ ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਦਰਪਣਾਂ ਜਿਹੀਆਂ ਚਿੱਕਣੀਆਂ ਸਤਾਵਾਂ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਨੂੰ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਲਈ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਸਵੈਸਿੱਧ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕਿ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਪਾਣੀ ਜਾਂ ਕੱਚ ਵਿੱਚ, ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪਤਾ ਚੱਲਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਪਾਣੀ ਜਾਂ ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਤਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ, ਸਿਧਾਂਤਵਾਦੀ ਨਿਊਟਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਜਿਆਦਾ ਨਿਪੁੰਨ ਸੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਕਈ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰ ਸਕਣਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤਹ ਤੇ ਤੇਲ ਦੀ ਪਤਲੀ ਫਿਲਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਭਿੰਨ ਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਗੁਣ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਵੀ ਕੋਈ ਸਵੀਮਿੰਗ ਪੂਲ ਦੇ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਦੇਖਦਾ ਹੈ, ਤਦ ਉਹ ਆਪਣੇ ਚਿਹਰੇ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਤਾਂ ਦੇਖਦਾ ਹੀ ਹੈ , ਪਰੰਤੂ ਨਾਲ ਹੀ ਪੂਲ ਦਾ ਤਲ ਵੀ ਵੇਖਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਤਰਕ ਦਿੱਤਾ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਾਤੀ-ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੁੱਝ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਭੇਦ ਕਿਸ ਗੁਣ ਧਰਮ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਨਿਊਟਨ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਗੈਰ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਨਿਤ, ਸੰਯੋਗਿਕ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਕਰਨੀ ਪਈ ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਸੀ ਕਿ ਕੋਈ ਕਣਿਕਾ ਪਰਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ਜਾਂ ਨਹੀਂ । ਹਾਲਾਂਕਿ ਹੋਰ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹ ਮੰਨਣਾ ਪਿਆ ਕਿ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਹ ਸਮਦਰੂਪ ਹੋਣ। ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਦੁਵਿਧਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ । ਕੋਈ ਵੀ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਤਰੰਗ ਹਵਾ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਦੋ ਕਮਜ਼ੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

9.2 ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ (Reflection of Light by Spherical Mirrors)

ਅਸੀਂ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹਾਂ । ਪਰਾਵਰਤਨ ਕੋਣ (ਅਰਥਾਤ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਜਾਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਾ ਕੋਣ) , ਆਪਤਨ ਕੋਣ (ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਣ) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂਂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇੱਕੋ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 9.1। ਇਹ ਨਿਯਮ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ , ਚਾਹੇ ਉਹ ਸਮਤਲ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਵਕ੍ਰੀ ਹੋਵੇ , ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਲਈ ਪੁਸ਼ਟ ਹੈ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਵਕ੍ਰੀ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਥਿਤੀ, ਅਰਥਾਤ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰੱਖਾਂਗੇ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਭਿਲੰਬ ਖਿੱਚਣ ਤੋਂ ਭਾਵ , ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿੱਚੇ ਗਏ ਸਪਰਸ਼ੀ ਤੇ ਲੰਬ ਖਿੱਚਣਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਇਹ ਹੋਇਆ ਕਿ ਅਭਿਲੰਬ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਅਰਥਾਤ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਨਾਲ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਤੇ ਹੈ।

ਅਭਿਲੰਬ

ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ

ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ

ਦਰਪਣ

ਚਿੱਤਰ -9.1 ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇੱਕ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ।

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦਾ ਜਿਆਮਿਤੀ ਕੇਂਦਰ ਇਸ ਦਾ ਧਰੁਵ (pole) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਂਨਜ਼ ਦੇ ਜਿਆਮਿਤੀ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕੇਂਦਰ* (optical centre) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਮੁੱਖ ਅਕਸ (Principal Axis) ਜਾਂ ਧੁਰਾ ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ । ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵੇਖੋਗੇ , ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਨਾਲ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ *ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਜਾਂ ਧੁਰਾ* (principal axis) ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ।

9.2.1 ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾ (Sign Conventions)

ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪਰਵਰਤਨ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਸੰਗਿਕ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ , ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸਾਨੂੰ ਦੂਰੀਆਂ ਮਾਪਣ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾ ਅਪਣਾਉਣੀ ਪਵੇਗੀ। ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ *ਕਾਰਟੀਜੀਅਨ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾ* (Cartesian sign conventions) ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਪਰੰਪਰਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦਰਪਣ/ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਸਾਰੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਜਾਂ ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਮਾਪੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ । ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਜੋ ਦੂਰੀਆਂ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ , ਉਹ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 9.2)। x-ਧੂਰੇ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਤੇ ਦਰਪਣ/ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ (x-ਧੁਰਾ) ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ, ਉੱਪਰ ਵਾਲੇ ਪਾਸੇ ਮਾਪੀਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 9.2)। ਥੱਲੇ ਵੱਲ ਮਾਪੀਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਨੂੰ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਆਮ ਮੰਨਣਯੋਗ ਦਸਤੂਰ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਏਕਲ ਫਾਰਮੂਲਾ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੇ ਲਈ ਏਕਲ ਫਾਰਮੂਲੇ ਮਿਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਫਾਰਮੂਲਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਵੱਖ-2 ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਨਿਪਟਾਰਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਵਸਤੂ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ

ਦਰਪਣ

ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

ਉਚਾਈਆਂ ਉੱਪਰ
ਵੱਲ ਧਨਾਤਮਕ

ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ
ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲੱਟ ਦੂਰੀਆਂ
ਰਿਣਾਤਮਕ

x-ਧੁਰਾ

ਉਚਾਈਆਂ
ਥੱਲੇ ਵੱਲ
ਧਨਾਤਮਕ

ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ
ਦੂਰੀਆਂ ਧਨਾਤਮਕ

ਚਿੱਤਰ 9.2 ਕਾਰਟੀਜੀਅਨ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ

9.2.2 ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ (Focal Length of Spherical Mirrors)

ਚਿੱਤਰ 9.3 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ (a) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ, ਉੱਪਰ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਰਨਾਂ *ਉਪਧਰੁਈ (Paraxial)* ਹਨ, ਭਾਵ ਉਹ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ P ਦੇ ਨਿਕਟ/ਨੇੜੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਤੇ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਉੱਤੇ ਬਿੰਦੂ F ਤੇ ਅਭਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 9.3 (a))। ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਇਸ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਉੱਤੇ ਬਿੰਦੂ F ਤੋਂ ਅਪਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 9.3 (b))। ਬਿੰਦੂ F ਦਰਪਣ ਦਾ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਸਮਾਂਤਰ ਉਪਧਰੁਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਪੁੰਜ ਧੁਰੇ ਨਾਲ ਕੋਈ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਿਆ ਹੋਇਆਂ ਦਰਪਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ F ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਅਤੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਤਲ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਸਰਿਤ (ਜਾਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਪਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ) ਹੋਣਗੀਆਂ। ਇਸ ਤਲ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਦਾ ਫੋਕਸ ਤਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 9.3 (c)] ।

ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ F ਅਤੇ ਧਰੁਵ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਦੂਰੀ *ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ* ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ f ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $f=R/2$ ਇੱਥੇ R ਦਰਪਣ ਦਾ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਚਿੱਤਰ 9.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।

ਫੋਕਸ ਤਲ

ਚਿੱਤਰ 9.3 ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ

ਮੰਨ ਲਓ C ਦਰਪਣ ਦਾ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਹੈ। ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜੋ ਦਰਪਣ ਨੂੰ M ਤੇ ਟਕਰਾਉਂਦੀ ਹੈ। CM ਬਿੰਦੂ M ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਹੋਵੇਗਾ। ਮੰਨ ਲਓ θ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਹੈ ਅਤੇ MD ਬਿੰਦੂ M ਤੋਂ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਉੱਤੇ ਲੰਬ ਹੈ ਤਾਂ ,

$\angle MCP = \theta$ ਅਤੇ $\angle MFP = 2\theta$

ਹੁਣ $\tan\theta = \frac{MD}{CD}$ ਅਤੇ

$\tan 2\theta = \frac{MD}{FD}$ [9.1]

ਹੁਣ θ, ਦੇ ਛੋਟੇ ਮੁੱਲਾਂ ਲਈ ਜੋ ਉਪਧੁਰੱਈ ਕਿਰਨਾਂ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ , $\frac{MD}{CD}$ 2

$\tan\theta \approx \theta, \tan 2\theta \approx 2\theta.$

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (9.1) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$\frac{MD}{FD} = 2$

ਜਾਂ FD = [9.2]

ਜਾਂ θ, ਦੇ ਛੋਟੇ ਮੁੱਲ ਦੀ ਲਈ , ਬਿੰਦੂ D ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ FD= f ਅਤੇ CD = R. । ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ [9.2] ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$f = R/2$ [9.3]

ਚਿੱਤਰ 9.4 (a) ਅਵਤਲ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਪਰਾਵਰਨ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ

9.2.3 ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ (The Mirror Equation)

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਪਰਾਵਰਤਨ/ਅਤੇ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹ ਬਿੰਦੂ ਪਹਿਲੇ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਕਿਰਨਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਸਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਜੇ ਕਿਰਨਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਮਿਲਦੀਆਂ, ਪਰੰਤੂ ਪਿੱਛੇ ਵੱਲ ਨੂੰ ਵਧਾਏ ਜਾਣ ਤੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਕਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ/ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉਸ ਵਸਤੂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ-ਦਰ-ਬਿੰਦੂ ਅਨੁਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪਥ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਛੇਦਨ ਬਿੰਦੂ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਣਿਆ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਵਿਵਹਾਰਕ ਤੌਰ ਤੇ

ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈਣਾ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

i) ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ ਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ।

ii) ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਵਿਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਜਾਂਦੀ ਹੋਈ ਜਾਪਦੀ ਹੈ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਕੇਵਲ ਆਪਣਾ ਰਸਤਾ ਦੁਬਾਰਾ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

iii) ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ (ਦੇ ਵੱਲ) ਜਾਪਦੀ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 9.5- ਕਿਸੀ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰਚਨਾ ਦਾ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ।

iv) ਕੋਈ ਕਿਰਨ ਜੋ ਧਰੁਵ ਤੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 9.5 ਵਸਤੂ ਦੇ ਬਿੰਦੂ A ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਿੰਨ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਕਿਰਨ-ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਵਸਤੂ AB ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ A′B′ (ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਸਤਵਿਕ) ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਨਹੀਂ ਕਿ ਬਿੰਦੂ A ਵਿੱਚੋਂ ਸਿਰਫ ਤਿੰਨ ਕਿਰਨਾਂ ਹੀ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅਨੰਤ ਕਿਰਨਾਂ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਬਿੰਦੂ A ਚੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਹਰੇਕ ਕਿਰਨ, ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਬਿੰਦੂ A′ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿੰਦੂ A′ ਬਿੰਦੂ A ਦਾ ਅਸਲ਼ੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ ਜਾਂ ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ *(u)* ,ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਰੀ *(v)* ਅਤੇ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ *(f)* ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸੰਬੰਧ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਾਂਗੇ।

ਚਿੱਤਰ 9.5 ਤੋਂ ਦੋਨੋਂ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ A′B′F ਅਤੇ MPF ਸ਼ਮਰੂਪ ਹਨ। ਉਪਧੱਰੁਈ ਕਿਰਨਾਂ ਲਈ MP ਨੂੰ ਸਰਲ ਰੇਖਾ CP ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\frac{B'A'}{PM} = \frac{B'F}{PF}$$

ਜਾਂ $$\frac{B'A'}{PM} = \frac{B'F}{PF} \quad (PM = BA) \tag{9.4}$$

ਕਿਉਂਕਿ $\angle APB = \angle A'PB'$ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ A′B′P ਅਤੇ ABP ਵੀ ਸਮਰੂਪ ਹਨ।

ਇਸ ਲਈ $$\frac{B'A'}{BA} = \frac{P\overline{B}}{P\overline{B}} \tag{9.5}$$

ਸਮੀਕਰਨ (9.4) ਅਤੇ (9.5) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$\frac{B'F - FD}{FD} = \frac{B'P}{BP} \tag{9.6}$$

ਸਮੀਕਰਨ (9.6) ਵਿੱਚ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਨੋਟ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦਰਪਣ MPN ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਚਲਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਧਰੁਵ P ਤੋਂ ਬਿੰਬ AB , ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ A′B′ ਅਤੇ ਫੋਕਸ F ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਚੱਲਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਤਿੰਨਾਂ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋਣਗੇ।

ਇਸ ਲਈ $PB' = -v,\ PF = -f,\ PB = -u$

ਸਮੀਕਰਨ (9.6) ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $\frac{-v \quad f}{-f} \quad \frac{-v}{-u}$

$$\frac{v-f}{f} \quad \frac{v}{u} \text{ ਜਾਂ } \frac{1}{v} \quad \frac{1}{u} \quad \frac{1}{f} \tag{9.7}$$

ਇਹ ਸੰਬੰਧ *ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ* ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਵਸਤੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਆਕਾਰ ਵੀ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਰੇਖੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (Linear Magnification) m ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ (h′) ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ (h) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ

$$m=\frac{h}{h} \qquad (9.8)$$

h′ਅਤੇ h ਨੂੰ ਮੰਨਣਯੋਗ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਿਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਤ੍ਰਿਭੁਜਾਂ A′B′P ਅਤੇ ABP ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ,

$$\frac{B'A'}{BA} - \frac{PB'}{PB}$$

ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਲਗਾਉਣ ਉਪਰੰਤ , ਇਹ ਬਣ ਜਾਵੇਗਾ

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $m = \frac{h}{h} \quad - \frac{v}{u}$ (9.9)

ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ [ਸਮੀਕਰਣ (9.7)] ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਫਾਰਮੂਲਾ (ਸਮੀਕਰਣ (9.9)) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਉਲੱਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਲਈ ਪਤਾ ਕੀਤੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਸਚਾਈ ਵਿੱਚ ਉਚਿਤ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਉਪਰੰਤ, ਇਹ ਸੰਬੰਧ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾ (ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ) ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ (ਚਾਹੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਬਣੇ ਜਾਂ ਆਭਾਸੀ) ਲਈ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 9.6 ਵਿੱਚ ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦੇ ਕਿਰਨ-ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਆਪ ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਅਤੇ (9.9) ਇਹਨਾਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹਨ।

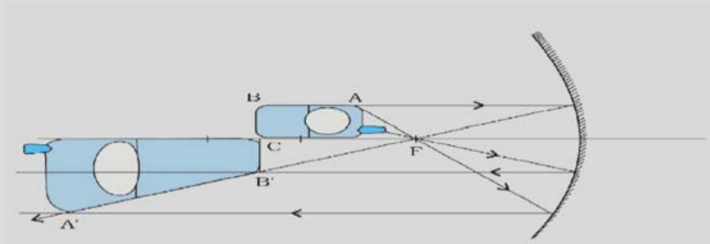
$$\frac{-h}{h} \qquad \frac{-v}{-u}$$

ਚਿੱਤਰ 9.6 (c) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਜਦੋਂਕਿ ਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ P ਅਤੇ F ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ।

ਉਦਾਹਰਨ -9.1 ਮੰਨ ਲਓ ਚਿੱਤਰ 9.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੀ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਹੇਠਲਾ ਅੱਧਾ ਭਾਗ ਕਿਸੇ ਅਪਾਰਦਰਸ਼ੀ (ਅਪਰਾਵਰਤੀ) ਪਦਾਰਥ ਨਾਲ ਢੱਕ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਮੌਜੂਦ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉੱਤੇ ਇਸ ਦਾ ਕੀ ਅਸਰ ਪਵੇਗਾ।

ਹੱਲ : ਤੁਸੀਂ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਬਿੰਬ ਦਾ ਅੱਧਾ ਹਿੱਸਾ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਰਪਣ ਦੇ ਬਾਕੀ ਬਚੇ ਹਿੱਸੇ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਿੰਬ ਦਾ ਪੂਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣੇਗਾ। ਫਿਰ ਵੀ , ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਾਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਘੱਟ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ ।(ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਅੱਧੀ)

ਉਦਾਹਰਨ 9.2 - ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਤੇ ਇੱਕ ਮੋਬਾਇਲ ਫੋਨ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਉਚਿਤ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦਰਸਾਓ। ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ ਕਿ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਵਿਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਫੋਨ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 9.7

ਹੱਲ- ਚਿੱਤਰ 9.7 ਵਿੱਚ ਫੋਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹਿੱਸੇ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉਸੇ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਉਸੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਭਾਵ BC=BC । ਤੁਸੀਂ ਆਪ ਹੀ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਵਿਕਾਰ ਕਿਉਂ ਹੈ ?

ਉਦਾਹਰਨ 9.3 - ਕੋਈ ਵਸਤੂ 15 ਸੈਮੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 1) 10 ਸੈਮੀ ਅਤੇ 2) 5 ਸੈਮੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੋਈ ਹੈ । ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ - ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f=-15/2 cm =-7.5 cm

1) ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ $u = -10$ cm ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$\frac{1}{v} \quad \frac{1}{-10} \quad \frac{1}{-7.5}$$

ਜਾਂ $$v = \frac{10 \quad 7.5}{2.5} = -30 \text{ cm}$$

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 30 ਸੈਮੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣੇਗਾ।

ਵਡਦਰਸ਼ਨ m= $-\frac{v}{u} \quad -\frac{(\ 30)}{(\ 10)} \quad -3$

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੱਡਾ, ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਉਲਟਾ ਹੈ।

2) ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ $u = -5$ cm ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਤੋਂ

$$\frac{1}{v} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{7.5}$$

ਜਾਂ $$v = \frac{5 \quad 7.5}{7.5 - 5} \quad 15 \text{ cm}$$

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ 15ਸੈਮੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਹੈ।

ਵਡਦਰਸ਼ਨ m= $-\frac{v}{u} \quad -\frac{15}{(\ 5)} \quad 3$

ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੱਡਾ, ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਸਿੱਧਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.4 – ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਕੋਈ ਸਥਿਰ ਕਾਰ ਵਿੱਚ ਬੈਠੇ ਹੋ । ਤੁਸੀਂ 2m ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਸਾਈਡ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਦਰਪਣ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਧਾਵਕ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਆਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਵੇਖਦੇ ਹੋ । ਜੇ ਧਾਵਕ 5ms −1 ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਦੌੜ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿੰਨੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਦੌੜਦਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪੇਗਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਾਵਕ a) 39 m b) 29m c) 19m ਅਤੇ d) 9m ਦੂਰ ਹੈ।

ਹੱਲ - ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$v \quad \frac{fu}{u \quad f}$$

ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ , ਕਿਉਂਕਿ R=2m , f=1m ਤਾਂ

$$u = -3\ \text{Pm} \qquad v \quad \frac{(\ 39)\quad 1}{39 \quad 1} \quad \frac{39}{40}\text{m}$$

ਕਿਉਂਕਿ ਧਾਵਕ 5ms-1 ਦੀ ਅਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚੱਲਦਾ ਹੈ, 1s ਤੋਂ ਬਾਅਦ ($u = -39 + 5 = -34$m) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ v ਹੋਵੇਗੀ (34/35)m

ਇਸ ਲਈ 1s ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{39}{40} \quad \frac{34}{35} \quad \frac{1365 \quad 1360}{1400} \quad \frac{5}{1400} \quad \frac{1}{280}\text{m}$$

ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਧਾਵਕ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 39m ਅਤੇ 34m ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਔਸਤ ਚਾਲ ਹੈ ((1/280) m s^{1})

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ $u = -29$ m, -19 m ਅਤੇ −9m ਹੈ ਤਾਂ ਜਿਸ ਚਾਲ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪੇਗਾ ਉਹ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਵੇ :

$$\frac{1}{150}\text{ms}^{-1}, \frac{1}{60}\text{ms}^{-1} \text{ and } \frac{1}{10}\text{ms}^{-1},$$

ਹਾਲਾਂਕਿ ਧਾਵਕ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਗਤੀ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਧਾਵਕ ਦਰਪਣ ਦੇ ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਨੇੜੇ ਆਵੇਗਾ, ਉਸਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਚਾਲ ਵਿੱਚ ਮੂਲਤ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪੇਗਾ। ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਕੋਈ ਸਥਿਰ ਕਾਰ ਜਾਂ ਸਥਿਰ ਬਸ ਵਿੱਚ ਬੈਠਾ ਹੋਇਆ ਵਿਅਕਤੀ ਵੇਖ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪਿੱਛੇ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਵਾਹਨ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਗਤੀ ਨਾਲ ਲਗਾਤਾਰ ਨਜ਼ਦੀਕ ਆ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ , ਚੱਲਦੇ ਹੋਏ ਵਾਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਪ੍ਰਾਕਾਰ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

9.3 ਅਪਵਰਤਨ (Refraction)

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੋਇਆ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ ਦੂਸਰੇ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇੱਕ ਹਿੱਸਾ ਪਹਿਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਵਾਪਿਸ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਾਕੀ ਹਿੱਸਾ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਆਮ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਇੱਕ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਤਿਰਛੀ ਆਪਤਿਤ ਹੋ ਕੇ ਚੱਲਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੋਨੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਇਸ ਦੇ ਸੰਚਾਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਅਪਵਰਨ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਸਨੇਲ (Snell) ਨੇ ਪ੍ਰੋਯਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਆਪਵਰਤਨ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਨਿਯਮ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੇ ਹਨ ।

i)ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ , ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇੱਕ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ii) ਕੋਈ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਧੁਗਲ ਲਈ , ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਦੀ ਜੀਵਿਆ (sine) ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦੀ ਜੀਵਿਆ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਇੱਕ ਸਿਥਰਾਂਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਯਾਦ ਰੱਖੋ, ਆਪਤਨ ਕੌਣ (i) ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ (r) ਉਹ ਕੋਣ ਹਨ ਜੋ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਨਾਲ ਬਣਾਉਦੀਆਂ ਹਨ।

ਇਸ ਲਈ $$\frac{\sin i}{\sin r} \quad n_{21} \qquad (9.10)$$

ਇੱਥੇ n_{21} ਇੱਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਹਿਲੇ ਮਾਧਿਆਮ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ-ਅੰਕ (Refractive Index) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਣ (9.10) ਅਪਵਰਨ ਦੇ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ n_{21} ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ (ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

ਸਮੀਕਰਣ (9.10) ਤੋਂ ਜੇਕਰ $n_{21} > 1$, $r < i$ ਭਾਵ ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵੱਲ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਮਾਧਿਆਮ 2 ਨੂੰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੌਰ ਤੇ ਸੰਘਣਾ ਮਾਧਿਅਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਉੱਲਟ ਜੇ $n_{21} < 1$, $r > i$, ਤਾਂ ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਪਰੇ ਮੁੜਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਹ ਸਥਿਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤੀ ਕਿਰਨ ਕਿਸੇ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਚੱਲਦੀ ਹੋਈ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਅਭਿਲੰਬ

ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ

ਅਪਾਤੀ ਕਿਰਨ

ਪਰਾਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾਂ

ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ

ਚਿੱਤਰ 9.8 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ

ਨੋਟ : ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿਚਕਾਰ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਭਵ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਵੇ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ) ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਤਾਰਪੀਨ ਦਾ ਤੇਲ ਅਤੇ ਪਾਣੀ। ਤਾਰਪੀਨ ਦੇ ਤੇਲ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਪਾਣੀ ਦੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਇਸ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜੇ n_{21} ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ ਅਤੇ n_{12} ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ

$$n_{12} \quad \frac{1}{n_{21}} \qquad (9.11)$$

ਜੇਕਰ n_{32} ਮਾਧਿਅਮ 3 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਵੀ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ $n_{32} = n_{31} \times n_{12}$ ਇੱਥੇ n_{31} ਮਾਧਿਅਮ 3 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ।

ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਕੁੱਝ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪਰਿਣਾਮ ਤੁਰੰਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਲੈਬ ਵਿੱਚ, ਅਪਵਰਤਨ ਦੋ -ਪਰਿਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਹਵਾ-ਕੱਚ ਅਤੇ ਕੱਚ-ਹਵਾ)

ਮਾਧਿਅਮ (ਕੱਚ)

ਪਾਸਵਾ ਵਿਸਥਾਪਨ

ਮਾਧਿਅਮ (ਹਵਾ)

ਮਾਧਿਅਮ (ਹਵਾ)

ਚਿੱਤਰ 9.9 ਸਮਾਂਤਰ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਸਲੈਬ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦਾ ਪਾਸਵਾ ਵਿਸਥਾਪਨ।

ਚਿੱਤਰ 9.9 ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ $r_2 = i_1$, ਭਾਵ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਅਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ- ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਿਚਲਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਬਲਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਆਪਸੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਦੂਸਰਾ ਆਮ ਪ੍ਰੇਖਣ ਇਹ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੇ ਕਿਸੇ ਤਲਾਬ ਦਾ ਤਲ ਉੱਪਰ ਉੱਠਿਆ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 9.10) ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਨੇੜੇ ਤੋਂ ਦੇਖਣ ਤੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਭਾਸੀ ਗਹਿਰਾਈ (n_1) ਵਾਸਤਵਿਕ ਗਹਿਰਾਈ (n_2) ਨੂੰ ਮਾਧਿਅਮ (ਪਾਣੀ) ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਨਾਲ ਭਾਗ/ਵੰਡਣ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਅਪਵਰਤਨ ਅਨੇਕਾਂ ਰੋਚਕ ਵਰਤਾਰੇ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਸੂਰਜ ਅਸਲ ਚੜਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਨਜ਼ਰ ਆਉਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵੀ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (9.11) ਅਸਲ ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਨ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਖਤਿਜ ਤੋਂ ਸੂਰਜ ਦਾ ਉੱਪਰ ਉੱਠਣਾ।

ਚਿੱਤਰ 9.11 ਵਿੱਚ ਖਤਿਜ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਸੂਰਜ ਦੀ ਅਸਲ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।
ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਇਰਾਦੇ ਨਾਲ ਅਤੀਰੰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਨਿਰਵਾਤ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਹਵਾ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.00029 ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੂਰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਅੱਧੇ ਡਿਗਰੀ ($1/2^0$) ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅਸਲ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਅੰਤਰ 2 ਮਿੰਟ ਹੈ। ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਰਜ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਚਪਟਾਪਨ ਵੀ ਇਸੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰੇਖਕ

ਪ੍ਰੇਖਕ

ਆਭਾਸੀ ਡੂੰਘਾਈ

ਵਾਸਤਵਿਕ ਡੂੰਘਾਈ

ਚਿੱਤਰ 9.10 ਆਭਾਸੀ ਡੂੰਘਾਈ (a)ਅਭਿਲੰਬਤ ਅਤੇ (b) ਟੇਢੀ ਦੇਖਾਈ ਲਈ

ਸੂਰਜ ਦੀ ਆਭਾਸੀ ਲੰਬਾਈ
ਸੂਰਜ ਦੀ ਆਭਾਸੀ ਲੰਬਾਈ

ਪ੍ਰੇਖਕ

ਖਤਿਜੀ

ਪ੍ਰੇਖਕ

ਧਰਤੀ

ਵਾਯੂਮੰਡਲ

ਚਿੱਤਰ 9.11 ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਨ ਅਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣਾ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.5 - ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਆਪਣੇ ਅਕਸ ਦੁਆਲੇ ਇਕ ਚੱਕਰ ਕਰਨ ਲਈ 24 ਘੰਟੇ ਲੈਂਦੀ ਹੈ। ਸੂਰਜ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਦੇਖੇ ਜਾਣ ਤੇ 1^0 ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ।

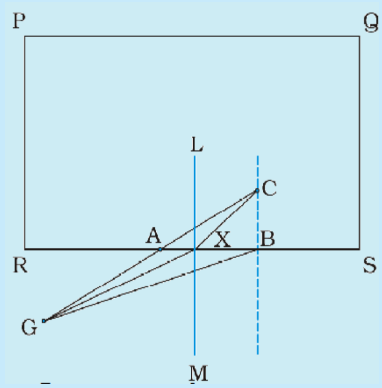
ਹੱਲ- 360^0 ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ =24h

1^0 ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ =(24/360)h

=4min

ਡੁੱਬਦਾ ਹੋਇਆ ਬੱਚਾ , ਜੀਵਨ ਰੱਖਿਅਕ ਅਤੇ ਸਨੇਲ ਦਾ ਨਿਯਮ

ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਵੀਮਿੰਗ ਪੂਲ PQRS ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਪੂਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਬਿੰਦੂ G ਤੇ ਬੈਠਿਆਂ ਇੱਕ ਜੀਵਨ ਰੱਖਿਅਕ ਇੱਕ ਬੱਚੇ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਡੁੱਬਦਾ ਹੋਇਆ ਵੇਖਦਾ ਹੈ। ਰਖਿਅਕ , ਬੱਚੇ ਤੱਕ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਪਹੁੰਚਣਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ G ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੂਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ SR ਹੈ। ਕੀ ਉਸ ਨੂੰ G ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਰਸਤਾ GAC ਨੂੰ ਅਪਣਾਉਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਾਂ GBC ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਵਿਚਲਾ ਸਤਾ BC ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਾਂ ਕੋਈ ਹੋਰ ਰਸਤਾ GxC ? ਉਹ ਜਾਣਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਸਦੀ ਜਮੀਨ ਤੇ ਦੌੜਨ ਦੀ ਚਾਲ v_1 , ਉਸਦੇ ਤੈਰਨ ਦੀ ਚਾਲ v_2 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।



ਮੰਨ ਲਓ ਜੀਵਨ ਰੱਖਿਅਕ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ x ਤੋਂ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ GX $=l_1$ ਅਤੇ XC $=l_2$ ਤਦ G ਤੋਂ C ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ

$$t \quad \frac{l_1}{v_1} \quad \frac{l_2}{v_2}$$

ਇਸ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਨਿਊਨਤਮ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਇਸ ਦਾ (X ਦੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ਾਕ ਦੇ ਸਾਪੇਖ) ਅਵਕਲਨ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਬਿੰਦੂ X ਦੀ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਲੱਭਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਕਿ t ਦਾ ਮੁੱਲ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਸਭ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਹੀ ਛੱਡ ਰਹੇ ਹਾਂ) ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰੱਖਿਅਕ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਸਨੇਲ ਦਾ ਨਿਯਮ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ SR ਦੇ ਬਿੰਦੂ X ਤੇ ਇੱਕ ਲੰਬ LM ਖਿੱਚੋ। ਮੰਨ ਲਓ $\angle GXM = i$ ਅਤੇ $\angle CXL = r$. ਤਦ ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ t ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ

$$\frac{\sin i}{\sin r} \quad \frac{v_1}{v_2}$$

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ $\frac{v_1}{v_2}$, ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵੇਗ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ, ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n ਹੈ।

ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ, ਚਾਹੇ ਤਰੰਗ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਕਣ ਜਾਂ ਕੋਈ ਮਨੁੱਖ ਜਦੋਂ ਵੀ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮ ਅਤੇ ਦੋ ਵੇਗ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਨਿਊਨਤਮ ਸਮੇਂ ਦੇ ਲਈ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਅਪਣਾਉਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ।

9.4 ਪੂਰਣ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ (Total Internal Reflection)

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਉਹ ਅੰਸ਼ਕ ਵਾਪਿਸ ਉਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਕ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਰਾਵਰਤਨ ਨੂੰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਵਜੋਂ ਚਿੱਤਰ 9.12 ਵਿੱਚ ਕਿਰਨ AO_1B ਆਪਸੀ ਕਿਰਨ AO_1 ਅੰਸ਼ਕ ਪਰਾਵਰਤਿਤ (O_1C) ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਕ ਪਾਰਗਮਿਤ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਿਤ (O_1 B) ਹੁੰਦੀ ਹੈ , ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ (r) ਆਪਤਨ ਕੌਣ (i) ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ - ਜਿਵੇਂ ਆਪਤਨ ਕੌਣ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ , ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ , ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਕਿਰਨ AO_3 ਦੇ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ ਦਾ ਮਾਨ (90^0) ਹੋ ਜਾਵੇ । ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਇੰਨੀ ਜਿਆਦਾ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਦੋਨਾਂ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਨੂੰ ਛੂਹਣ ਲੱਗਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 9.12 ਵਿੱਚ ਕਿਰਨ AO_3D ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਆਪਤਨ ਕੌਣ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵ੍ਰਿਧੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਰਨ AO_4) ਤਾਂ ਅਪਵਰਤਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਪੂਰੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਆਮ ਤੌਰ

ਤੇ ਇਸਦਾ ਕੁੱਝ ਹਿੱਸਾ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਾਵਰਤਨ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਹੇ ਜਿਨ੍ਹੀ ਵੀ ਚਿਕਨੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕੋਈ ਪਰਾਗਮਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਉਹ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਜਿਸ ਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ 90_0 ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ $\angle AO_3N$, ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ (Critical Angle) (i_c) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ (ਸਮੀਕਰਣ (9.10)) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੇ ਸਾਪੇਖਕੀ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਇੱਕ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿਉਂਕਿ $\sin_r$ ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਇੱਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ sin i ਦੇ ਮਾਨ ਦੀ ਕੋਈ ਉੱਪਰੀ ਸੀਮਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤੱਕ ਇਹ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹੈ $i = i_C$ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\sin i_C = n_{21} \qquad (9.12)$$

i ਦੇ i_C, ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਨੇਲ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ, ਭਾਵ ਕੋਈ ਅਪਵਰਤਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ।

ਵਿਰਲਾ ਮਾਧਿਅਮ (ਹਵਾ)

(ਪਾਣੀ ਹਵਾ ਪਰਿਸੀਮਾ)

(ਪੂਰਨ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ)

(ਸੰਘਣਾ ਮਾਧਿਅਮ ਪਾਣੀ)

(ਅੰਸ਼ਕ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ)

ਚਿੱਤਰ 9.12 ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਪਾਣੀ) ਅਤੇ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਹਵਾ) ਦੇ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਬਿੰਦੂ A (ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ) ਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪੂਰਨ ਆਂਤਰਿਕ ਪਰਵਤਨ।

ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦਾ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੋਏਗਾ $n_{12} = 1/\sin_{i_c}$ 1 ਸਾਰਣੀ 9.1 ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਖਾਸ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣਾਂ ਨੂੰ ਸੂਚੀਬਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ

ਸਾਰਣੀ 9.1 ਕੁਝ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦਾ ਹਵਾ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ

ਪਦਾਰਥ ਮਾਧਿਅਮ	ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ	ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ
ਪਾਣੀ	1.33	48.75^0
ਕਰਾਉਨ ਗਲਾਸ	1.52	41.14^0
ਸੰਘਨ ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ	1.62	37.31^0
ਹੀਰਾ	2.42	24.41^0

ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਨੂੰ ਅੱਜ ਕੱਲ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਉਪਲੱਬਧ ਲੇਜ਼ਰ ਟਾਰਚ ਜਾਂ ਸੰਕੇਤਕ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਬਹੁਤ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇੱਕ ਕੱਚ ਦਾ ਬੀਕਰ ਲਓ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਫ ਪਾਣੀ ਭਰਿਆ ਹੋਵੇ। ਸਾਬੁਨ ਦੇ ਇੱਕ ਟੁੱਕੜੇ ਨਾਲ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਕਈ ਵਾਰ ਹਿਲਾਓ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਹ ਥੋੜਾ ਅਸ਼ਾਂਤ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇੱਕ ਲੇਜ਼ਰ ਸੰਕੇਤਕ ਲੈ ਕੇ ਇਸ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਅਸ਼ਾਂਤ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਗੁਜਾਰੋ (ਲੰਘਾਓ)। ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਰਸਤਾ ਚਮਕੀਲਾ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬੀਕਰ ਦੇ ਥੱਲਿਓ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੰਘਾਓ ਕਿ ਇਹ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਤਲ/ਸਤ੍ਹਾ ਨਾਲ ਟਕਰਾਵੇ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਅੰਸ਼ਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ (ਜੋ ਮੇਜ ਦੇ ਥੱਲੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ) ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਅਪਵਰਤਨ (ਜੋ ਹਵਾ ਚੋਂ ਨਿਕਲ ਕੇ ਛੱਤ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.130 ਹੁਣ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬੀਕਰ ਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁੱਟੋ ਕਿ ਇਹ ਪਾਣੀ ਦੀ ਉੱਪਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਟੇਢੀ/ਤਿਰਛੀ ਟਕਰਾਵੇ। ਚਿੱਤਰ 9.13 (b) । ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕਰੋ ਕਿ ਤੁਹਾਨੂੰ ਅਜਿਹਾ ਕੋਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਵੇ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਉੱਪਰ ਅਪਵਰਤਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖਤਮ ਹੋ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਸਰਲਤਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੈ।

ਇਸ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਪਰਖਨਲੀ ਵਿੱਚ ਉਲਟੋ ਅਤੇ ਲੇਜ਼ਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਉੱਪਰ ਪਾਓ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 9.13(c) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਲੇਜਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰੋ ਕਿ ਹਰੇਕ ਵਾਰ ਜਦੋਂ ਉਹ ਪਰਖਨਲੀ ਦੀਆਂ ਦੀਵਾਰਾਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਵੀ ਸਿੱਧਾ ਨਾ ਵੇਖੋ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਇਸਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦੇ ਚਿਹਰੇ ਤੇ ਸੁੱਟੋ।

9.4.1 ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਤਕਨੀਕੀ ਉਪਯੋਗ (Total internal Reflection in nature and its technological applications)

(i) ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ (Mirage) : ਗਰਮੀਆਂ ਦੇ ਗਰਮ ਦਿਨਾਂ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੀ ਹਵਾ ਆਪਣੇ ਤੋਂ ਉੱਪਰ ਦੀ ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾ ਗਰਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹਵਾ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ, ਘਣਤਾ ਨਾਲ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਗਰਮ ਹਵਾ ਘੱਟ ਸੰਘਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ, ਠੰਡੀ ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਹਵਾ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਧੀਮਾ ਹੈ, ਭਾਵ ਹਵਾ ਸ਼ਾਂਤ ਹੈ ਤਾਂ ਹਵਾ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਹਿਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਘਣਤਾ ਉਚਾਈ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਫਲਸਰੂਪ ਕਿਸੇ ਉੱਚੀ ਵਸਤੂ ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ ਰੁੱਖ ਤੋਂ ਆਾਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਭੂਮੀ ਸਤਹ ਵੱਲ ਘੱਟਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਵਾਰੀ-ਵਾਰੀ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੁੜਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ ਭੂਮੀ ਸਤ੍ਹਹ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੀ ਹਵਾ ਦੇ ਲਈ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 9.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਦੂਰ ਖੜੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਭੂਮੀ ਸਤਹ ਦੇ ਕਿਤੇ ਥੱਲੇ ਤੋਂ ਆਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਖਕ ਕੁਦਰਤੀ ਇਹ ਮੰਨ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਭੂਮੀ ਸਤਹ ਤੋਂ ਹੀ ਜਿਵੇਂ ਉੱਚੀ ਵਸਤੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੇ ਕਿਸੇ ਤਾਲਾਬ ਜਾਂ ਪੋਖਰ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਕੇ ਉਸ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਿਆ ਉਲਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ ਗਰਮ ਮਾਰੂਥਲਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਆਮ ਹੈ। ਗਰਮੀਆਂ ਦੇ ਦਿਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬੱਸ ਜਾ ਕਾਰ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦੇ ਸਮੇਂ ਸੜਕ ਉੱਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਹਾਮਾਰਗਾਂ ਤੇ ਸੜਕ ਦਾ ਦੂਰ ਦਾ ਕੋਈ ਹਿੱਸਾ ਗਿੱਲਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਉਸ ਥਾਂ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਗਿੱਲੇਪਣ ਦਾ ਕੋਈ ਸਬੂਤ ਨਹੀਂ ਮਿਲਦਾ। ਇਹ ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 9.13 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲੇਜਰ ਪੁੰਜ ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇਖਣਾ (ਕੱਚ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ਹੋਣ ਕਰਕੇ ਨਾ ਗਿਣਨਾ

(ਪ੍ਰਕਾਸ਼)

ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਘਟਦਾ ਹੋਇਆ

ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਸਥਿਰ

ਹਵਾ ਦਾ ਭੂਮੀ ਤਲ ਦੇ ਨੇੜੇ ਗਰਮ ਹੋਣਾ

ਹਵਾ ਇੱਕਸਾਰ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ

ਚਿੱਤਰ 9.14 (a) ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਰੁੱਖ ਦਾ ਉਹਨਾਂ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹ ਦੇ ਉਪਰ ਦੀ ਹਵਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਹੈ। (b) ਜਦੋਂ ਧਰਤੀ ਹਵਾ ਦੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਬਦਲਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਗਰਮ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਰੁੱਖ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪੂਰਣ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ii) ਹੀਰਾ : ਹੀਰਾ ਆਪਣੀ ਸ਼ਾਨਦਾਰ ਚਮਕ ਲਈ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਚਮਕ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ। ਹੀਰਾ ਹਵਾ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ (24.4^0) ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਹੀਰੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾਖਲ ਕਰ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਣ ਦੀਆਂ ਬੇਸ਼ੁਮਾਰ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕੁੱਝ ਹੀਰੇ ਹੀ ਆਪਣੀ ਅਤਿਅੰਤ ਚਮਕ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਹੀਰੇ ਦੀ ਚਮਕ-ਦਮਕ ਹੀਰੇ ਤਰਾਸ਼ਣ ਵਾਲੇ ਕਾਰੀਗਰਾਂ ਦੀ ਤਕਨੀਕੀ ਨਿਪੁੰਨਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਹੀਰੇ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਕੱਟ ਕੇ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਬਹੁਤ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਕਰਵਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 9.15 ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ 90^0 ਅਤੇ 180^0 ਤੇ ਜੋੜਨ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤਾ ਪ੍ਰਿਜਮ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਬਿੰਨਾਂ ਕਿਸੇ ਬਦਲਾਅ ਤੋਂ ਉੱਲਟਾ ਕਰਨਾ

iii) ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ : ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ 90^0 ਜਾਂ 180^0 ਤੇ ਮੋੜਨ ਦੇ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.15 (a) ਅਤੇ (b)। ਅਜਿਹੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਬਿੰਨਾ ਕੋਈ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤੇ ਬਗੈਰ ਉਲਟਾਉਣ ਲਈ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.15 (c)। ਪਹਿਲੀਆਂ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ i_C ਨੂੰ 45^0 ਤੁੋਂ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਸਾਰਣੀ 9.1 ਦੇਖਣ ਤੇ ਅਸੀ ਇਹ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੱਚ ਕਰਾਉਨ ਅਤੇ ਫਲਿੰਟ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸੱਚ ਹੈ।

iv) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ : ਅੱਜ ਕੱਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਨੂੰ ਧੁਨੀ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦਾ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਸੰਚਾਰ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ ਉੱਚ ਗੁਣਾ ਵਾਲੇ ਸੰਯੁਕਤ ਕੱਚ/ਕਵਾਰਟਜ਼ ਤੰਤੂਆਂ ਤੋਂ ਬਣਾਏ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਤੰਤੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕ੍ਰੋਡ (core) ਅਤੇ ਕਲੈਡਿੰਗ (cladding) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕ੍ਰੋਡ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕਲੋਡਿੰਗ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸੰਕੇਤ ਉਚਿਤ ਕੋਣ ਤੇ ਤੰਤੂ ਦੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੇ ਦਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਉਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਨਾਲ-2 ਵਾਰ-ਵਾਰ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ।(ਚਿੱਤਰ 9.16) । ਕਿਉਂਕਿ ਹਰੇਕ ਪੜਾਅ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਕੇਤ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਕ ਪਾਸੇ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਦੂਸਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਤੰਤੂ ਵਿੱਚ ਮੁੜਾਵ ਹੋਣ ਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਵੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੰਤੂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਉਸਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਨਾਲ -ਨਾਲ ਸੋਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਚੱਲ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੰਤੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਪਾਈਪ (ਲਾਈਟ ਪਾਈਪ) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਗੁੱਛੇ ਦਾ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦਾ ਵੱਡੇ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਸੰਕੇਤਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਟ੍ਰਾਂਸਡਯੂਰੋਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਗ੍ਰਾਹੀ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਸੰਕੇਤ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅੰਗਾਂ ਜਿਵੇਂ ਭੋਜਨ ਨਲਿਕਾ, ਪੇਟ ਅਤੇ ਆਧਰਾਂ ਦੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਅਵਲੋਕਨ ਦੇ ਲਈ ਲਾਈਟ ਪਾਈਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਲੱਬਧ ਮਹੀਨ ਪਲਸਾਟਿਕ ਤੰਤੂਆਂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਸਜਾਵਟੀ ਲੈਂਪ ਦੇਖੇ ਹੋਣਗੇ। ਇਹਨਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੇ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਸਿਰੇ ਇੱਕ ਫੁਹਾਰੇ ਵਰਗੀ ਸਰੰਚਨਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਤੰਤੂਆਂ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਸਿਰਾ ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਲੈਂਪ ਦੇ ਉੱਪਰ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਲੈਂਪ ਦੇ ਸਵਿੱਚ ਨੂੰ ਚਾਲੂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹਰੇਕ ਤੰਤੂ ਦੇ ਥੱਲੇ ਦੀ ਚੱਲਦਾ ਹੋਇਆ ਇਸ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਸਿਰੇ ਦੀ ਨੋਕ

ਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਜਾਵਟੀ ਲੈਂਪਾਂ ਦੇ ਤੰਤੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ ਹਨ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਲਈ ਮੁੱਖ ਜਰੂਰਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀਆਂ ਤੈਅ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੋਖਣ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਕੁਆਰਟਜ਼ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਸ਼ੁਧੀਕਰਨ ਅਤੇ ਖਾਸ ਤਿਆਰੀ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਿਲੀਕਾ ਕੱਚ ਤੰਤੂਆਂ ਵਿੱਚ 1km ਲੰਬੇ ਤੰਤੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ 95% ਤੋਂ ਵੀ ਅਧਿਕ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸੰਚਾਰਿਤ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। (ਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ 1km ਮੋਟਾਈ ਦੇ ਖਿੜਕੀ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਬਲਾਕ ਵਿੱਚ ਜਿੰਨੇ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਤੁਸੀਂ ਉਮੀਦ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤੋਂ ਕਰੋ)।

ਚਿੱਤਰ 9.16 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਅੱਗੇ ਵੱਧਦੇ ਹੋਇਆ ਵਾਰ ਵਾਰ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਣਾ

9.5 ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਅਤੇ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction At Spherical Surfaces and by Lenses)

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਸਮਤਲ ਪਰਿਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੋ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸਮਤਲ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾ ਦਾ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਪਰਸ਼ੀ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਇਸੇ ਲਈ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ।ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਕੋਈ ਪਤਲਾ ਲੈਨਜ ਦੋ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤਾਵਾਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।ਜਿਸਦੀ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਇੱਕ ਸਤ੍ਹਾਂ ਜਰੂਰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਦਾ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ਼ ਦੀਆ ਦੋ ਸਤਾਵਾਂ ਤੇ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੇ ਲਈ ਲੈਨਜ਼ ਮੇਕਰ ਸੂਤਰ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਬਾਅਦ ਲੈਨਜ਼ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ।

9.5.1 ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction At Spherical Surface)

ਚਿੱਤਰ 9.17 ਵਿੱਚ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਅਤੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ C ਦੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਬਿੰਦੂ 0 ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I ਦੀ ਰਚਨਾ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ n_1 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਆਪਤਿਤ ਹੋ ਕੇ n_2 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਅਸੀਂ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਦੁਆਰਕ ਹੋਰ ਸੰਬੰਧਤ ਦੂਰੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਛੋਟਾ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਕਿ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਲਘੂ ਕੋਣ ਦਾ ਨਿਕਨੀਕਰਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ NM ਨੂੰ N ਤੋਂ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਲੰਬ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਲਵਾਂਗੇ।

ਇੱਥੇ $\tan \angle NOM = \dfrac{MN}{OM}$

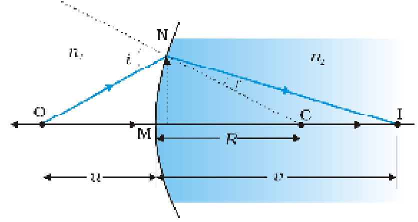
$$\tan \angle NCM = \frac{MN}{MC}$$

ਹੁਣ $\tan \angle NCM = \frac{MN}{MC}$ ਦੇ ਲਈ ,

i ਬਾਹਰੀ ਕੋਣ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$i = \angle NOM = \angle NCM$$

$$\tan \angle NIM = \frac{MN}{MI}$$



ਚਿੱਤਰ 9.17 ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ (Light Source and Photometry)

ਇਹ ਗਿਆਤ ਹੈ ਕਿ ਪਰਮ ਜੀਰੋ/ਪਰਮ ਸਿਫਰ ਤਾਪ ਤੋਂ ਉੱਤੇ ਰੱਖੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਬਿਜਲੀ-ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂਆਂ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨਗੀਆਂ ਉਹ ਇਸ ਦੇ ਪਰਮ ਤਾਪ ਉੱਪਰ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਗਰਮ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣਾਂ, ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਟੰਗਸਟਨ ਫਿਲਾਮੈਟ ਲੈਂਪ ਜਿਸਦਾ ਤਾਪ 2850K ਹੈ ਆਂਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਅਦਿੱਖ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਇਨਫਰਾਰੈੱਡ (ਜਾਂ ਤਾਪ) ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਪਿੰਡ ਦਾ ਤਾਪ ਵੱਧਦਾ ਹੈ , ਇਸਦੇ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸੂਰਜ ਜਿਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਲਗਭਗ 5500K ਹੈ , ਵਿਕਿਰਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਿੱਚਿਆ ਗਿਆ ਗਰਾਫ 550 nm ਤੇ ਇੱਕ ਸ਼ਿਖਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਹਰੇ ਵਰਨ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਅਤੇ ਲਗਭਗ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪਿੰਡ ਦਾ ਊਰਜਾ-ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਿਤਰਨ ਗ੍ਰਾਫ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਲਬਾਈ ਤੇ ਸਿਖਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਉਸ ਪਿੰਡ ਦੇ ਪਰਮ ਤਾਪ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ ਦੁਆਰਾ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਮਾਪ *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ* ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ ਸਰੀਰ ਵਿਗਿਆਨ ਸੰਬੰਧੀ ਇੱਕ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ ਜੋ ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਉਤੇਜਨ ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਆਪਟਿਕ ਤੰਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਦਿਮਾਗ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ ਦੀਆਂ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀਆਂ - (i) ਸਰੋਤ ਦੀ ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ (ii) ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾਂ *ਜੋਤੀ ਫਲਕਸ* ਅਤੇ (iii) ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ *ਦੀਪਤ ਘਣਤਾ* ਹੈ। ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ (I) ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਕੈਂਡੇਲਾ (stecd) ਹੈ। ਕੈਂਡੇਲਾ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਜੋਤੀ ਦੀ ਉਹ ਤੀਬਰਤਾ ਹੈ ਜੋ 540×10^{12} Hz ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਦੀ ਵਿਕਿਰਣ ਤੀਬਰਤਾ (1/683) ਵਾਟ ਪ੍ਰਤੀ ਸਟੇਰੇਡੀਅਨ ਹੋਵੇ। ਜੇਕਰ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਇੱਕ ਸਟੇਰੇਡੀਅਨ ਦੇ ਘਣ ਕੌਣ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੈਂਡੇਲਾ ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਘਣ ਕੌਣ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕੁੱਲ ਜੋਤੀ ਫਲਸਕ ਇੱਕ *ਲਯੂਮੇਨ (lm)* ਹੁੰਦਾ ਹੈ। 100 ਵਾਟ ਦਾ ਮਾਨਕ ਤਾਪ ਦੀਪਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਲਬ ਲਗਭਗ 1700 ਲਯੂਮੇਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ ਵਿੱਚ *ਦੀਪਤ ਘਣਤਾ* ਹੀ ਇੱਕ ਮਾਤਰ ਅਜਿਹਾ ਮਾਪਦੰਡ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਿੱਧਾ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਜੋਤੀ ਫਲਕਸ (lm/m^2 ਜਾਂ ਲਕਸ) ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਧਿਕਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਾਪੀ ਇਸ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਮਾਪਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ I ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਦੀਪਤ ਘਣਤਾ ਦਾ $E = I/r^2$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ r ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਸਰੋਤ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਲੰਬਵਤ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਉਤਸਰਜੀ ਜਾਂ ਪਰਾਵਰਤੀ ਚਪਟੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੀ ਚਮਕ (Brightness) ਦੇ ਲਛਣਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਨੂੰ ਇੱਕ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਜਿਸ ਨੂੰ *ਲੂਮੀਨੈਂਸ* (L) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਾਤਰਕ cd/m^2 ਹੈ। (ਜਿਸਨੂੰ ਉਦਯੋਗ ਵਿੱਚ nit ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।) ਕਿਸੇ ਚੰਗੇ LCD ਕੰਪਿਊਟਰ ਮੋਨੀਟਰ ਦੀ ਚਮਕ ਲਗਭਗ 250 nits ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$i = MN/MO + MN/MC \qquad (9.13)$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ $r = \angle NCM - \angle NIM$

ਭਾਵ $r = MN/MC - MN/MI \qquad (9.14)$

ਹੁਣ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

$$n_1 \text{Sin } i = n_2 \text{Sin } r$$

ਜਾਂ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਛੋਟੇ ਮੁੱਲਾਂ ਲਈ

$$n_1 i = n_2 r$$

ਸਮੀਕਰਣਾਂ (9.13) ਅਤੇ (9.14) ਤੋਂ i ਅਤੇ r ਦੇ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\frac{n_1}{OM} \quad \frac{n_2}{MI} \quad \frac{n_2 \quad n_1}{MC} \qquad (9.15)$$

ਇਥੇ OM,MI ਅਤੇ MC ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਾਰਟੀਸਨ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ
ON =-u, MI = +v = MC = +R
ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਸਮੀਕਰਨ (9.15) ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\frac{n_2}{v} \quad \frac{n_1}{u} \quad \frac{n_2 \quad n_1}{R} \qquad (9.16)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.16) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਬਿੰਬ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਵਕ੍ਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਪਦਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਸਮੀਕਰਣ (9.16) ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਕ੍ਰੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਲਾਗੂ ਹੈ ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.6 :- ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੱਚ ਦੀ ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ।(n=1.5 ਅਤੇ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ =20cm) ।ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਦੀ ਕੱਚ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਦੂਰੀ 100cm ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿੱਥੇ ਬਣੇਗਾ ।

ਹਲ:- ਇਥੇ ਸਮੀਕਰਣ (9.16) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਸੂਤਰ ਵਿੱਚ
u = -100cm, v = ?, R = +20cm n_1 = 1 ਅਤੇ n_2 = 1.5 ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ 1.5/v + 1/100 = 0.5/20 ਜਾਂ v = +100cm
ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕੱਚ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ 100cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣੇਗਾ

9.5.2 ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction by A Lens)

ਚਿੱਤਰ 9.18 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਦੋਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰਚਨਾ ਦੀ ਜਿਆਗਿਤੀ ਦੁਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਨੂੰ ਦੋ ਪਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ । (i) ਪਹਿਲੀ ਅਪਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ ਬਿੰਬ o ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I_1 ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.18 (b)] । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I_1, ਦੂਜੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I ਬਣਨ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.18 (c)] ਸਮੀਕਰਣ (9.15) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪਹਿਲੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ABC ਤੇ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_2}{BI_1} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1} \qquad (9.17)$$

ਦੂਜੀ ਪਰੀਸੀਮਾ ADC ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$-\frac{n_2}{DI_1} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_2 - n_1}{DC_2} \qquad (9.18)$$

ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕਿਸੇ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਲਈ $BI_1 = DI_1$ । ਸਮੀਕਰਣਾਂ (9.17) ਅਤੇ (9.18) ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$\frac{n_1}{OB} \quad \frac{n_1}{DI} \quad (n_2 \quad n_1) \quad \frac{1}{BC_1} \quad \frac{1}{DC_2} \qquad (9.19)$$

ਮੰਨ ਲਓ ਵਸਤੂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਹੈ ਮਤਲਬ OB→ ਅਤੇ DI = f ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ 9.19 ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{n_1}{f} = (n_2 - n_1)\left(\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{DC_2}\right) \qquad (9.20)$$

ਉਹ ਬਿੰਦੂ ਜਿੱਥੇ ਅਨੰਤ ਤੇ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ ਲੈਨਜ਼ ਦਾ ਫੋਕਸ F ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਰੀ f ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਇਸਦੇ ਦੋਨੋਂ ਸਾਈਡ ਦੋ ਫੋਕਸ ਹੁੰਦੇ ਹਨ F ਅਤੇ F′ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ

$BC_1 = +R_1$

$DC_2 = -R_2$

✫ ਨੋਟ ਕਰੋ ਹੁਣ ADC ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_1 ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਸਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਇਹ n_2 ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ DI_1 ਰਿਣ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਦੂਰੀ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀ ਗਈ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (9.20) ਨੂੰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ:

$$\frac{1}{f} = (n_{21} - 1) \quad \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \qquad [n_{21} = n_2/n_1] \qquad (9.21)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.21) ਨੂੰ ਲੈਨਜ ਮੇਕਰ ਫਾਰਮੂਲਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਤੋਂ ਇਹ ਫਾਰਮੂਲਾ ਉਚਿਤ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਚਾਹੀਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਨਜਾ ਨੂੰ ਡਿਜਾਇਨ ਕਰਨ ਲਈ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ । ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹੀ ਫਾਰਮੂਲਾ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਤੇ ਵੀ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ R_1 ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਤੇ R_2 ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ f ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਸਮੀਕਰਣ (9.19) ਅਤੇ (9.20) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_1}{f} \qquad (9.22)$$

ਫਿਰ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ ਨਿਕਟੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ B ਅਤੁ D ਦੋਨੋ ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਨ ਕੇਂਦਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਮੰਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ $BO = -u$, $DI = +v$ ਇੰਨਾਂ ਮੁੱਲਾਂ ਨੂੰ (9.22) ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (9.23)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.23) ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਚਿਤ (ਜਾਣੂ) *ਪਤਲਾ ਲੈਨਜ ਫਾਰਮੂਲਾ ਹੈ*। ਹਾਲਾਕਿ ਇੱਥੇ ਅਸੀ ਇਸਨੂੰ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਹਲ ਕੀਤਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਸੂਤਰ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਲੈਨਜਾਂ ਭਾਵ ਉੱਤਲ ਅਤੇ ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਦੋਨੋ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ, ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਦੇ ਲਈ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹੈ। ਇਹ ਦੱਸਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਦੋ ਉੱਤਲ ਜਾਂ ਦੋ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਦੋ ਫੋਕਸ F ਅਤੇ F′ ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਨ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਰੋਤ ਦੀ ਸਾਈਡ ਮੌਜੂਦ ਫੋਕਸ ਨੂੰ *ਪਹਿਲਾ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੂਸਰਾ *ਦੂਜਾ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ* । ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਿਧਾਂਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਬਿੰਬ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕੋਈ ਵੀ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈ ਕੇ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪੱਥ ਉਲੀਕ ਕੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਜਿੱਥੇ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਜਾਂ ਮਿਲਦੀਆ ਹੋਈਆ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਹਾਲਾਂਕਿ ਅਸਲ ਵਿਚ ਹੇਠਾ ਲਿਖੇ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਚੁਣਨਾ ਕੰਮ ਨੂੰ ਸੋਖਾ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ।

(i) ਬਿੰਬ ਵਿੱਚੋ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਲੈਨਜ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ F′ ਚੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੈ, ਜਾਂ (ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਲੈਨਜ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ F ਤੋਂ ਅਪਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਜਾਪਦੀ ਹੈ ।

(ii) ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਬਿਨਾ ਕਿਸੇ ਵਿਚਲਨ ਦੇ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ।

(iii) ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਜਾਂ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਆ ਕੇ ਮਿਲਦੀ ਹੋਈ ਜਾਪਦੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ (ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ।

ਚਿੱਤਰ 9.18 (a) ਦੋਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਵਸਤੂ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ
(b) ਪਹਿਲੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ
(c) ਦੂਜੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ

ਚਿੱਤਰ 9.19 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉੱਤਲ ਅਤੇ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਤੁਹਾਨੂੰ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਰੱਖ ਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਖਿੱਚਣ ਦਾ ਅਭਿਆਸ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰਮਾਨਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਲੈਨਜ ਸੂਤਰ ਸਮੀਕਰਣ (9.23) ਸਾਰੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਇੱਥੇ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਬ ਚੋਂ ਅਨੰਤ ਕਿਰਨਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਇਹ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਹੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਵਸਤੂ

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ

ਵਸਤੂ

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ

ਚਿੱਤਰ 9.19 (a) ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ (b) ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਦਾ ਉਲੀਕਣ

ਦਰਪਣ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ, ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (m) ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ (h) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ । ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਥੇ ਵੀ ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸਫਲਤਾ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ

$$m = h/h = v/u$$

ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀ ਇਹ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਉੱਤਲ ਜਾਂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਸਿੱਧੇ (ਅਤੇ ਅਭਾਸੀ) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ 'm' ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਕਿ ਕਿਸੇ ਉਲਟੇ (ਅਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ m ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਉਦਾਹਰਨ:-9.7: ਕੋਈ ਜਾਦੂਗਰ ਖੇਲ ਦਿਖਾਉਂਦੇ ਹੋਏ n = 1.47 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਤਰਲ ਨਾਲ ਭਰੀ ਖੁਰਲੀ ਵਿੱਚ ਪਾ ਕੇ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਕਰ ਦੇਂਦਾ ਹੈ । ਤਰਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ? ਕੀ ਇਹ ਤਰਲ ਪਾਣੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

ਹੱਲ: ਤਰਲ ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਦੇ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਤਰਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ, ਲੈਨਜ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । $n_1 = n_2$ 1 ਭਾਵ ਤਰਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.47 ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ $1/f = 0$ ਜਾਂ $f = \infty$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ । ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਅੰਦਰ ਲੈਨਜ ਕੱਚ ਦੀ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਸ਼ੀਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰੇਗਾ । ਖੁਰਲੀ ਵਿੱਚ ਭਰਿਆ ਪਾਣੀ (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ = 1.33) ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ । ਇਹ ਤਰਲ ਗਲੀਸਰੀਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

9.5.3 ਲੈਨਜ ਸਮਰਥਾ (Power of a Lens)

ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਉੱਸ ਉੱਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅਪਸਰਿਤ ਜਾਂ ਅਭਸਰਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਮਾਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਤੋਰ ਤੇ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਕੋਈ ਲੈਨਜ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਵੱਧ ਮੋੜਦਾ ਹੈ, ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਭਿਸਰਤਿ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਪਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ P ਨੂੰ ਉਸ ਕੋਣ ਦੀ ਟੇਨਜੈਂਟ ਨਾਲ ਪਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਤੋਂ ਇਹ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਇਕਾਈ ਦੂਰੀ ਤੇ ਆ ਕੇ ਡਿਗਦਾ ਹੈ, ਅਭਿਸਰਿਤ ਜਾਂ ਅਪਸਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.20)।

ਚਿੱਤਰ 9.20 ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ

$$\tan\delta = \frac{h}{f};\ \text{if}\ h = 1 \quad \tan\delta = \frac{1}{f}$$

ਜਾਂ $\delta = \frac{1}{f}$ (δ ਦੇ ਲਘੂ ਮੁੱਲ ਦੇ ਲਈ)

ਇਸ ਲਈ $P = 1/f$

ਲੈਨਜ ਸਮਰੱਥਾ ਦੀ SI ਇਕਾਈ ਡਾਈਆਪਟਰ (D): $1D = 1\ m^{-1}$ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ 1m ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਇੱਕ ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੈ । ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਅਪਸਾਰੀ ਲੈਨਜਾਂ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਅੱਖਾਂ ਦਾ ਡਾਕਟਰ +2.5D ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਨਜ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ +40cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ -4.0cm ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਭਾਵ -25cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਉਦਾਹਰਨ-9.8 (i) ਜੇ f = +0.5m ਹੈ ਤਾਂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੈ ? (ii) ਕਿਸੇ ਦੋਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੋ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ 10cm ਅਤੇ 15cm ਹੈ । ਉਸਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 12cm ਹੈ । ਲੈਨਜ ਦੇ ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਪਤਾ ਕਰੋ । (iii) ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 20cm ਹੈ । ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ? (ਹਵਾ-ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33 ਅਤੇ ਹਵਾ-ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.5 ਹੈ ।)

ਹੱਲ: (i) ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ = +2D

(ii) ਇਥੇ f = +12cm, R_1 = +10cm, R_2 = -15cm ਹਵਾ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ = 1 ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਸਮੀਕਰਣ (9.22) ਦੇ ਲੈਨਜ ਸੂਤਰ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ f, R_1 ਅਤੇ R_2 ਦੇ ਲਈ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ

$$\frac{1}{12} \quad (n \quad 1) \quad \frac{1}{10} \quad \frac{1}{15}$$, n = 1.5 ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

(iii) ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਕੱਚ ਦੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ n_2 = 1.5, n_1 = 1, f = +20cm ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੈਨਜ ਫਾਰਮੂਲੇ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ । $\frac{1}{20} \quad 0.5 \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2}$

ਉਸੇ ਕੱਚ ਦੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ n_2 = 1.5, n_1 = 1.33 ਇਸ ਲਈ

$\frac{1.33}{f} \quad (1.5 \quad 1.33) \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2}$ ਦੋਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲੇਗਾ f = +78.2cm

9.5.4 ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ (Combination of thin Lens in Contact)

ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ f_1 ਅਤੇ f_2 ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਦੋ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ A ਅਤੇ B ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ । ਮੰਨ ਲਓ ਕੋਈ ਬਿੰਬ ਪਹਿਲਾ ਲੈਨਜ A ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੋਂ ਦੂਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ 0 ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ ।(ਚਿੱਤਰ 9.21) । ਪਹਿਲਾ ਲੈਨਜ ਬਿੰਦੂ I_1 ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I_1 ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਦੂਸਰੇ ਲੈਨਜ B ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਸਾਨੂੰ ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਸਮਝ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਬਣਨਾ ਕੇਵਲ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲੇ ਕੋਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਲੈਨਜ ਪਤਲੇ ਹਨ, ਅਸੀਂ ਦੋਨਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰਾਂ ਨੂੰ ਸੰਪਾਤੀ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ । ਮੰਨ ਲਓ ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਬਿੰਦੂ P ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਹੈ ।

ਚਿੱਤਰ 9.21 ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਦੋ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੁਅਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਬਣਨਾ।

ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ A ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ

$$\frac{1}{v_1} \quad \frac{1}{u} \quad \frac{1}{f_1} \qquad (9.27)$$

ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ B ਦੁਆਰਾ ਬਚੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ । (a)

$$\frac{1}{v} \quad \frac{1}{v_1} \quad \frac{1}{f_2} \qquad (9.28)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.27) ਅਤੇ (9.28) ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਤੇ

$$\frac{1}{v} \quad \frac{1}{u} \quad \frac{1}{f_1} \quad \frac{1}{f_2} \qquad (9.29)$$

ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸਮੂਹ ਨੂੰ f ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਲੈਨਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਮੰਨਣ ਤੇ,

$$\frac{1}{v} \quad \frac{1}{u} \quad \frac{1}{f}$$

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\frac{1}{f} \quad \frac{1}{f_1} \quad \frac{1}{f_2} \qquad (9.30)$$

ਇਹ ਵਿਉਤਪਤੀ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਗਏ ਕਈ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਜੇ f_1, f_2, f_3 ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆ ਦੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਲੈਨਜ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੋਵੇਗੀ:

$$\frac{1}{f} \quad \frac{1}{f_1} \quad \frac{1}{f_2} \quad \frac{1}{f_3} \quad ----- \qquad (9.31)$$

ਲੈਨਜ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਣ (9.31) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

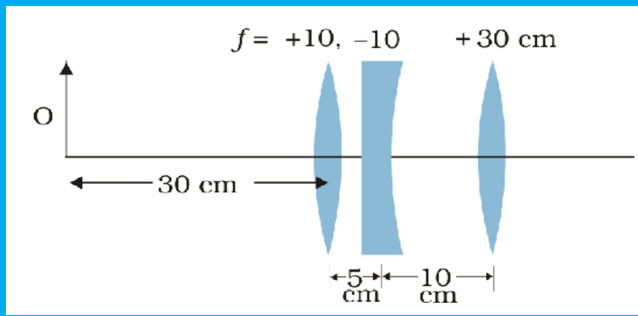
$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots \qquad (9.32)$$

ਇਥੇ P ਇਸ ਲੈਨਜ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸਮਰਥਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਸਮੀਕਰਣ (9.32) ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮਰਥਾਵਾਂ ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਭਾਵ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਕੁੱਝ ਪਦ ਧਨਾਤਮਕ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ) ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਪਦ ਰਿਣਾਤਮਕ (ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ) ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਸਾਨੂੰ ਮਰਜ਼ੀ ਦੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਅਪਸਾਰਿਤ ਜਾਂ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਲੈਨਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਲਈ ਬਿੰਬ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (9.25) ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਕੁੱਲ ਵਡਦਰਸ਼ਨ m, ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਡਦਰਸ਼ਨਾਂ (m_1, m_2, m_3.......) ਦੇ ਗੁਣਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$m = m_1 \times m_2 \times m_3 \ ------ \qquad (9.33)$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੁੱਝ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕੈਮਰਿਆ, ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ, ਦੂਰਬੀਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ ਦੇ ਲੈਨਜਾਂ ਡਿਜਾਇਨ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.9 ਚਿੱਤਰ 9.22 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ।



ਚਿੱਤਰ 9.22

ਹੱਲ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ

$$\frac{1}{v_1} \quad \frac{1}{u_1} \quad \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{v_1} \quad \frac{1}{30} \quad \frac{1}{10}$$

ਜਾਂ $v_1 = 15\text{cm}$

ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਅਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਸਰੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ (15−5)cm = 10cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ । ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਦੂਸਰੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਅਰਥਾਤ ਇਸ ਨਾਲ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਕਿਰਨਾਂ ਆਉਂਦੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ ।

$$\frac{1}{v_3} \quad \frac{1}{u_3}\ 10 \quad \frac{1}{f_3}\ 10$$

ਜਾਂ $v_2 = \infty$

ਇਹ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬੰਨਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਤੀਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

ਜਾਂ $\quad \frac{1}{v_3} \quad \frac{1}{} \quad \frac{1}{30}$

ਜਾਂ $\quad v_3 = 30\text{cm}$

ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਤੀਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ 30cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

9.6 ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction Through A Prism)

ਚਿੱਤਰ 9.23 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ABC ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਲੰਘਦੇ ਹੋਏ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪਹਿਲੇ ਫਲਕ AB ਤੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਮਵਾਰ i_1 ਅਤੇ r_1 ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੂਜੇ ਫਲਕ (ਕੱਚ ਤੋਂ ਹਵਾ ਵਿੱਚ) AC ਤੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣ r_2 ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਜਾਂ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕੋਣ e ਹੈ । ਨਿਰਗਾਮੀ ਕੋਣ RS ਅਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ PQ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਕੋਣ ਨੂੰ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ δ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਚਤਰਭੁਜ AQNR ਵਿੱਚ ਦੋ ਕੋਣ (Q ਅਤੇ R ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ) ਸਮਕੋਣ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਭੁਜਾ ਦੇ ਦੂਜੇ ਦੋ ਕੋਣਾਂ ਦਾ ਜੋੜ 180^0 ਹੈ ।

$$\angle A + \angle QNR = 180^0$$

ਤ੍ਰਿਭੁਜ QNR ਤੋਂ

$$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180^0$$

ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

$$r_1 + r_2 = \angle A \qquad (9.34)$$

ਕੁੱਲ ਵਿਚਲਨ δ ਦੋਨਾਂ ਫਲਕਾਂ ਤੇ ਵਿਚਲਨਾਂ ਦਾ ਯੋਗ (ਜੋੜ) ਹੈ :

$$\delta = (i - r_1) + (e - r_2)$$

ਭਾਵ $\qquad \delta = i + e - A \qquad (9.35)$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ, ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (9.24) ਵਿੱਚ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਅਤੇ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਤੋਂ, ਕੇਵਲ i = e ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਹਰੇਕ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ δ ਦੇ ਲਈ i ਦੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ e ਦੇ ਦੋ ਮੁੱਲ ਹਨ । ਇਹ ਤਥ ਸਮੀਕਰਣ (9.35) ਵਿੱਚ i ਅਤੇ e ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ ਤੋਂ ਉਮੀਦ ਰੱਖਦਾ ਹੈ ।

ਭਾਵ ਜੇ i ਅਤੇ e ਨੂੰ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ δ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ । ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇਸ ਤਥ ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਤ ਹੈ ਕਿ ਚਿੱਤਰ (9.23) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦੇ ਪਥ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਆਰੇਖਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਉਹੀ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ D_m ਤੇ, ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਇਸ ਦੇ ਆਧਾਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $\qquad$ S= D_m, i = e ਜਿਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ $r_1 = r_2$

ਚਿੱਤਰ 9.23 ਕੱਚ ਦੇ ਤ੍ਰਿਭਜਾਕਾਰ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦਾ ਲੰਘਣਾ।

ਸਮੀਕਰਣ (9.34) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$2r = A \text{ ਜਾਂ } r = A/2 \qquad (9.36)$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.35) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$D_m = 2i - A \text{ ਜਾਂ } i = (A + D_m)/2 \qquad (9.37)$$

ਜੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_{21} ਹੈ ਤਾਂ

$$n_{21} \quad \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{\sin[(A \quad D_m)/2]}{\sin[A/2]} \qquad (9.38)$$

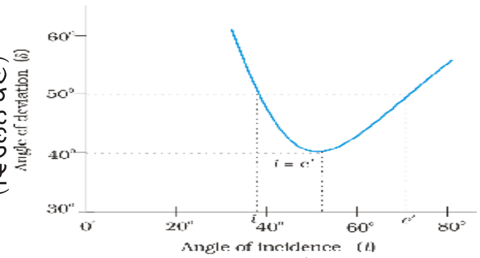
ਕੋਣ A ਅਤੇ D_m ਦਾ ਮਾਪ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.38) ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਮਾਪਨ ਦੀ ਵਿਧੀ ਹੈ ।

ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਭਾਵ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਲਈ D_m ਵੀ ਕਾਫੀ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

$$n_{21} = \frac{\sin[(A+D_m)/2]}{\sin[A/2]} \simeq \frac{(A+D_m)/2}{A/2}$$

$D_m = (n_{21} - 1) A$

ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਚਲਨ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 9.24 ਕਿਸੇ ਤ੍ਰਿਭੁਜੀ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਲਈ ਆਪਤਨ ਕੋਣ (i) ਅਤੇ ਵਿਚਲਨ (d) ਕੋਣ ਦੇ ਵਿਚ ਗ੍ਰਾਫ

9.7 ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੁਆਰਾ ਵਰਣ ਵਿਖੇਪਣ (Dispersion By A Prism)

ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਬਹੁਤ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕੋਈ ਸੰਕੀਰਣ ਪੁੰਜ ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਸੇ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਨਿਰਗਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਕਈ ਰੰਗ ਦੇਖੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ।ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗਾਤਾਰ ਬਦਲਾਅ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਪਰੰਤੂ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਟੁੱਟੇ ਹੋਏ ਰੰਗ ਇਸ ਕ੍ਰਮ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ: ਬੈਗਨੀ, ਜਾਮੁਨ, ਨੀਲਾ, ਹਰਾ, ਪੀਲਾ, ਨਾਰੰਗੀ ਅਤੇ ਲਾਲ (ਇਹ ਆਦਿਵਰਵਿਲ ਸ਼ਬਦ VIBGYOR ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਲਾਲ ਰੰਗ ਵਿੱਚ ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਅਤੇ ਬੈਂਗਨੀ ਰੰਗ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਝੁਕਾਓ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।(ਚਿੱਤਰ 9.25)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਆਪਣੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਣ ਦੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਨੂੰ ਵਿਖੇਪਨ ਆਖਦੇ ਹਨ ।ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਨੂੰ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਆਖਦੇ ਹਨ ।ਅੱਜਕਲ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਸ਼ਬਦ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਧਿਕ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪਿਆ ਹੈ ।ਅਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 8 ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵੱਡੇ ਪਰਿਸਰ/ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਸੀ ।ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ r-ਕਿਰਨਾਂ ਤੋਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਤੱਕ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਜਿਹਾ ਹਿੱਸਾ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦਾ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਹੁਣ ਇੱਕ ਆਮ ਗਿਆਨ ਦੀ ਗੱਲ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਭੋਤਿਕੀ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇੱਕ ਵਾਦ-ਵਿਵਾਦ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਸੀ। ਕੀ ਪ੍ਰਿਜਮ ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਣੇ ਆਪ ਰੰਗ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਇਹ ਕੇਵਲ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਮੌਜੂਦ ਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

(ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ)

(ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ)

(ਕੱਚ ਦਾ ਪ੍ਰਿਜਮ)

ਚਿੱਤਰ 9.25: ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਤੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਰਣਵਿਖੇਪਣ । ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਵਿਚਲਨ ਨੂੰ ਵਧਾਅ ਚੜਾਅ ਕੇ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।

ਇਕ ਸਰਲ ਅਤੇ ਅਤਿਅੰਤ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਆਈਜਨ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਇਸ ਵਾਦ-ਵਿਵਾਨ ਨੂੰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਦੇ ਲਈ ਹੱਲ ਕੀਤਾ ।

ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਉਸ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਵਰਗਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਿਜਮ ਲਿਆ ਅਤੇ ਉਸਨੂੰ ਉੱਲਟਾ ਕਰਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੂਜੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਵੇ (ਚਿੱਤਰ 9.26) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮੀ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ । ਇਸ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਸਪੱਸ਼ਟ ਸੀ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਤੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਉੱਲਟੇ ਰੱਖੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕਠਾ ਕਰਕੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਪ ਹੀ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੁਆਰਾ ਤੋੜ ਦਿੱਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।

ਇਥੇ ਇਹ ਸਮਝਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਹਿਸਾਬ/ਗਣਿਤ ਦੀ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਦਾ ਕੋਈ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਵਾਸਤਵਿਕ ਕਿਰਨ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਅਨੇਕਾਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ । ਕੱਚ ਦੀ ਸਲੈਬ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਕਰਨ ਤੇ ਹਰੇਕ ਕਿਰਨ ਇਸ ਦੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਫੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਦੀਆਂ ਇਹ ਕਿਰਨਾਂ ਜਦੋ ਦੂਸਰੇ ਫਲਨ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹ ਫਿਰ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਰਘ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿਰੇ (4750nm) ਤੇ ਜਦੋਂ ਕਿ ਵੈਂਗਨੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿਰੇ (4400nm) ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਵਿਖੇਪਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ (ਰੰਗਾਂ) ਤੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਲਾਲ ਘਟਕ ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਮੁੜਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਬੈਂਗਣੀ ਘਟਕ ਵੱਧ ਮੁੜਦਾ ਹੈ । ਸਮਤਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਆਦਾ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ।

ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ

ਪਰਦਾ

ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ

ਚਿੱਤਰ 9.26 ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਵਰਣ ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਆਰੇਖ

ਸਾਰਣੀ 9.2 ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਕਰਾਉਣ ਗਲਾਸ ਅਤੇ ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ ।

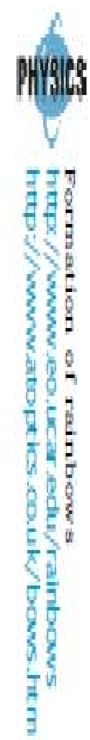
ਮੋਟੇ ਲੈਨਜਾਂ ਨੂੰ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਿਆ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਮੋਟੇ ਲੈਨਜ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੇ ਵਰਣ ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਰਣ ਵਿਖਪਣ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ।

ਸਾਰਣੀ 9.2 ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ

ਰੰਗ	ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (nm)	ਕਰਾਉਣ ਗਲਾਸ	ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ
ਬੈਂਗਣੀ	396.9	1.533	1.663
ਨੀਲਾ	486.1	1.523	1.639
ਪੀਲਾ	589.3	1.517	1.627
ਲਾਲ	656.3	1.515	1.622

ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਨਾਲ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੁੱਝ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕ ਸੁਸਪਸ਼ਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ । ਇਸ ਲਈ ਨਿਰਵਾਤ (ਜਾਂ ਨੇੜੇ ਤੇ ਹਵਾ) ਅਵਰਣਵਿਖੇਪੀ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਰੰਗ ਸਮਾਨ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਤਥ ਤੋਂ ਵੀ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਾਕਸ਼ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਇੱਕ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਸੰਘਟਕਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਕੱਚ ਇੱਕ ਵਰਣਵਿਖੇਪੀ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ।

9.8 ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਵਰਤਾਰੇ (Some Natural Phanomenon Due to Sunlight)



ਸਾਡੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ (ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ) ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਖੇਡਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਯਾਦ ਰੱਖਣ ਵਾਲੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦਿੰਦੇ ਹਨ । ਸਾਡੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਹਰ ਵਕਤ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣ ਵਾਲੇ ਨਜ਼ਾਰੇ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹਨ । ਆਕਾਸ਼ ਦਾ ਨੀਲਾ ਰੰਗ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣਾ, ਚਿੱਟੇ ਬੱਦਲ, ਸੂਰਜ ਚੜਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਆਕਾਸ਼ ਦੀ ਲਾਲਗੀ, ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ, ਕੁੱਝ ਪੰਛੀਆ ਦੇ ਖੰਭਾਂ, ਸੀਪੀਆਂ ਸ਼ੰਖ ਅਤੇ ਮੋਤੀਆਂ ਦੀ ਰੰਗ ਬਰੰਗੀ ਚਮਕ ਕੁੱਝ ਅਜਿਹੇ ਅਦਭੁਤ ਅਤੇ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਕੁਦਰਤੀ ਚਮਤਕਾਰ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਭਲੀ ਭਾਂਤ ਜਾਣੂ ਹਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਆਦੀ ਹੋ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ । ਇਥੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੁੱਝ ਦਾ ਅਸੀਂ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਪੱਖ ਤੋਂ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ ।

9.8.1 ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ (The Rainbow) :-

ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਖੇਪਣ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ । ਇਹ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸੂਖਮ ਬੂੰਦਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੇਪਣ, ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਸੰਯੁਕਤ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ/ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ । ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸ਼ਰਤਾਂ ਇਹ ਹਨ ਕਿ ਸੂਰਜ ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਹਿੱਸੇ (ਮੰਨ ਲਓ ਪੱਛਮੀ ਖਤਿਜ) ਵਿੱਚ ਚਮਕ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਜਦੋਂ ਕਿ ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਉਲਟ ਭਾਗ (ਮੰਨ ਲਓ ਪੂਰਬੀ ਖਤਿਜ) ਵਿੱਚ ਵਰਖਾ ਹੋਈ ਹੋਵੇ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਕ ਸੰਤਰੰਗੀ ਪੀਘ ਤੱਦ ਹੀ ਵੇਖ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਸਦੀ ਪਿੱਠ ਸੂਰਜ ਵੱਲ ਹੋਵੇ ।

ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਘ ਦਾ ਬੰਣਨਾ ਸਮਝਣ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 9.27(a) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੱਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਵਰਖਾ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਵਿਭਿੰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ (ਰੰਗ) ਟੁੱਟ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਉੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (ਲਾਲ) ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਨਿਮਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (ਬੈਂਗਣੀ) ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮੁੜਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹ ਸੰਘਟਕ ਕਿਰਨਾਂ ਬੂੰਦ ਦੀ

ਅੰਦਰਲਾ ਸਤ੍ਹਾ ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਜੇ ਬੂੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ (ਇਥੇ 48^0) ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਹੈ ਤਾਂ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।

ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

ਵਰਖਾ ਦੀ ਬੂੰਦ

ਵਰਖਾ ਦੀ ਬੂੰਦ

ਪ੍ਰੇਖਕ

ਵਰਖਾ ਦੀ ਬੂੰਦ

ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

ਪ੍ਰੇਖਕ

ਚਿੱਤਰ 9.27 ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ (ੳ) ਵਰਖਾ ਦੀ ਬੂੰਦ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਸੂਰਜ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾ ਦਾ ਬੂੰਦ ਦੁਆਰਾ ਦੋ ਵਾਰ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਬ) ਬੂੰਦ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਦਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦਾ ਵਿਸਥਾਰਿਤ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਬਣਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬੂੰਦ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਰਨਾ ਦੇ ਦੋ ਵਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੂਜੇ ਦਰਜੇ ਦੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਬਣਦੀ ਹੈ ।

ਇਹ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਬੂੰਦ ਵਿੱਚੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਸਮੇਂ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦੁਬਾਰਾ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 40^0 ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਅਤੇ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 42^0 ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਬਾਕੀ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੋਣਾਂ ਦਾ ਮਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਚਿੱਤਰ 9.27 (b) ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦਾ ਬਣਨਾ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੂੰਦ 1 ਤੋਂ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਬੂੰਦ 2 ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਤੋਂ ਉੱਪਰ ਜਾਂ ਥੱਲੇ ਦੇ ਪਾਸੇ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪ੍ਰੇਖਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੇ ਉੱਚ ਤੇ ਲਾਲ ਰੰਗ ਅਤੇ ਪੈਰ ਤੇ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ ਵੇਖਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪ੍ਰਾਰੰਤਿਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਤਿੰਨ ਅਵਸਥਾ ਭਾਵ ਅਪਵਰਤਨ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਪਵਰਤਨ ਦਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ।

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਕਿਸੇ ਵਰਖਾ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਕ ਵਾਰ ਦੀ ਬਜਾਏ ਦੋ ਵਾਰ ਅੰਦਰੁਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਦਰਜੇ ਦੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਬਣਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.27 (c)) ਇਹ ਚਾਰ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੈ ਦੋਹਰੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਦੂਜੇ ਦਰਜੇ ਦੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਧੁੰਧਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਚਿੱਤਰ 9.26 (c) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਰੰਗਾਂ ਦਾ ਕ੍ਰਮ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਉੱਲਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

9.8.2 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਖਿਲਰਾਵ (Scattering of Light)

ਜਦੋਂ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਪਰਿਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਕਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ ।ਛੋਟੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵੱਡੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਅਧਿਕ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ। (ਖਿਲਰਾਵ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਚੋਥੀ ਘਾਤ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਰੈਲੇ ਖਿਲਰਾਵ (Rayleigh Scattering) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਸਾਫ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਨੀਲਾ ਰੰਗ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵਧ ਪ੍ਰਮੁੱਖਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਖਿਲਰਾਵ ਅਧਿਕ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੋਰ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਹ ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਤੋਂ ਵੱਧ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ ਦੀ ਬਜਾਏ ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਅਧਿਕ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਆਕਾਸ਼ ਨੀਲਾ ਵਿਖਾਈ ਦੇਂਦਾ ਹੈ ।

ਸੂਰਜ ਲਗਭਗ ਸਿਰ ਤੇ

ਸੂਰਜ ਖਤਿਜੀ ਦੇ ਨੇੜੇ

ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਤੈਅ ਕੀਤੀ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦੂਰੀ

ਪ੍ਰੇਖਕ

ਚਿੱਤਰ 9.28 ਸੂਰਜ ਚੜਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿੱਪਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਰਜ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀ ਤੈਅ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ।

ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਵੱਡੇ ਕਣ ਜਿਵੇਂ ਮਿੱਟੀ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਬੂੰਦਾਂ ਅਲੱਗ ਵਿਵਹਾਰ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਥੇ ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਪਰਸੰਗਕ ਰਾਸ਼ੀ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 'λ' ਅਤੇ ਸਕੈਟਰਰ (ਮੰਨ ਲਓ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਪਾਰੂਪੀ ਆਕਾਰ a ਹੈ) ਸਾਪੇਖਿਕ ਆਕਾਰ ਹੈ। $a << \lambda$ ਦੇ ਲਈ, ਰੈਲੇ ਖਿਲਰਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ $(1/\lambda^4)$ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $a << \lambda$ ਦੇ ਲਈ ਅਰਥਾਤ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦੀ ਪ੍ਰਕੀਰਣਕ ਵਸਤੂ ਦੇ ਲਈ (ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਖਾ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ, ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਧੂਲ/ਮਿੱਟੀ ਦੇ ਕਣ ਜਾਂ ਹਿਮ ਕਣ) ਅਜਿਹਾ ਖਿਲਰਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ।ਸਾਰੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਖਿਲਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਬੱਦਲ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ $a >> \lambda$ ਆਕਾਰ ਦੀਆਂ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਬੂੰਦਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਚਿੱਟੇ ਜਾਪਦੇ ਹਨ ।

ਸੂਰਜ ਚੜਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿੱਪਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਰਜ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀਆਂ ਤੈਅ ਕਰਨੀਆਂ ਪੈਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 9.28) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਨੀਲਾ ਅਤੇ ਛੋਟੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦਾ ਅਧਿਕਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਖਿਲਰਾਵ ਦੁਆਰਾ ਪਰਥਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਖਿਲਰਿਆ ਹਿੱਸਾ ਜੋ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦਾ ਹੈ, ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਖਿਤਿਜ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੋਣ ਤੇ ਸੂਰਜ ਅਤੇ ਪੂਰਾ ਚੰਦਰਮਾ ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ।

9.9 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰ (Optical Instruments)

ਦਰਪਣਾ, ਲੈਨਜਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤੀ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤੀਆਂ ਅਤੇ ਯੰਤਰ ਡਿਜਾਇਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ । ਪੈਰੀਸਕੋਪ, ਕਲਾਈਡੋਸਕੋਪ, ਦੂਰਬੀਨ, ਟੈਲੀਸਕੋਪ, ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਕੁੱਝ ਅਜਿਹੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤੀਆਂ ਅਤੇ ਯੰਤਰਾਂ ਦੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਾਂ ।ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਕੁਦਰਤ ਨੇ ਸਾਨੂੰ ਸੰਪਨ ਕੀਤਾ ਹੈ ।ਅੱਖਾਂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ ।

9.9.1 ਅੱਖ (The Eye)

ਚਿੱਤਰ 9.29 (a) ਵਿੱਚ ਅੱਖ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅੱਖ ਵਿੱਚ ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਵਕਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਜਿਸਨੂੰ ਕਾਰਨੀਆਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਉਪਰੰਤ ਇਹ ਪੁਤਲੀ ਤੋਂ ਜੋ ਕਿ ਆਇਰਸ (Iris) ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਛਿਦ੍ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ । ਪੁਤਲੀ ਦੇ ਆਕਾਰ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ੀਆ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ । ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਹੋਰ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਕੇ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ । ਰੈਟੀਨਾ, ਤੰਤਰਿਕਾ ਅਤੇ ਤੰਤੂਆ ਦੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਝਿੱਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਅੱਖ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਦੀ ਵਕਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਢੱਕੀ ਰੱਖਦੀ ਹੈ । ਰੈਟੀਨਾ ਵਿੱਚ ਰਾਡ ਅਤੇ ਕੌਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਅਤੇ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਨਾੜੀਆਂ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਬਿਜਲੀ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਦਿਮਾਗ ਤੱਕ ਸੰਚਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਇਸ ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਆਖਿਰ ਵਿੱਚ ਸੰਸਾਧਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਸਿਲੀਅਰੀ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ (ਵਕਰਤਾ) ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੁੱਝ-ਕੁੱਝ ਬਦਲੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਦੋਂ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਢਿੱਲੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਦੀ ਦੂਰੀ ਲਗਭਗ 2.5cm ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਦੇ ਪਿੰਡ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਸਪੱਸ਼ਟ ਫੋਕਸ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਜਦੋਂ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਤੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ (≅2.5cm) ਉਹੀ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਦੇ ਲਈ ਸਿਲੀਅਰੀ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਕਿਰਿਆ (ਸੁੰਗੜਨ) ਦੁਆਰਾ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਨੇਤਰ ਦੇ ਇਸ ਗੁਣ ਨੂੰ ਅੱਖ ਦੀ ਅਨੁਕੂਲਨ-ਸਮਰਥਾ (Accommodation) ਆਖਦੇ ਹਨ । ਜੇਕਰ ਵਸਤੂ ਨੇਤਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੈ ਤਾਂ ਲੈਨਜ ਇੰਨਾਂ ਵਕ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਕਿ ਉਹੁ ਵਸਤੂ ਦਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣਾ ਸਕੇ। ਜਿਸਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਵਸਤੂ ਦਾ ਧੁੰਧਲਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਉਹ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਜਿਸ ਤੇ ਰੱਖੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਆਮ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਸਪੱਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ, ਉਸਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ ਜਾਂ ਆਮ ਨੇਤਰ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਆਮ ਵਿਅਕਤੀ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨਕ ਮਾਨ 25cm ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । (ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕ D ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਇਹ ਦੂਰੀ ਉਮਰ ਦੇ ਵੱਧਣ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਉਮਰ ਦੀ ਵ੍ਰਿਧੀ ਦੇ ਨਾਲ ਸਿਲੀਅਰੀ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਇੰਨੀਆਂ ਪ੍ਰਭਾਵਕਾਰੀ ਨਹੀਂ ਰਹਿ ਪਾਉਂਦੀਆ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਲੈਨਜ ਦਾ ਲਚੀਲਾਪਨ ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । 10 ਸਾਲ ਦੇ ਬਾਲਕ ਦੇ ਨੇਤਰ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਲਗਭਗ 7 ਤੋਂ 8cm ਤੱਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ 60 ਸਾਲ ਦੀ ਉਮਰ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਤੇ ਇਹ ਲੱਗਭਗ 200cm ਤੱਕ ਪੁੱਜ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਕੋਈ ਵੱਧ ਉਮਰ ਦਾ ਵਿਅਕਤੀ ਕਿਤਾਬ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਤੋਂ 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖ ਕੇ ਪੜ੍ਹਨਾ ਚਾਹੇ ਤਾਂ ਉਸਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਧੁੰਧਲਾ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ । ਇਹ ਅਵਸਥਾ ਨੇਤਰ ਦਾ ਦੋਸ਼ ਜਾ ਦੂਰ ਦਰਸ਼ਤਾ ਹੈ। ਪੜ੍ਹਨ ਦੇ ਲਈ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਇਸ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨੇਤਰ ਸਾਡੇ ਸਰੀਰ ਦੇ ਅਦਭੁਤ ਅੰਗ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਣ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਡੀ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਡੀ ਸੰਪੰਤੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰੱਖਣ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਉਚਿਤ ਸੰਭਾਲ ਕਰਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਜਰਾ ਇਸ ਸੰਸਾਰ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਬਿੰਨਾਂ ਕ੍ਰਿਆਤਮਕ ਨੇਤਰਾਂ ਦੇ ਜੋੜੇ ਨਾਲ ਕਰੋ। ਫਿਰ ਵੀ ਸਾਡੇ ਵਿਚੋਂ ਅਨੇਕਾਂ ਅਜਿਹੇ ਹਨ ਜੋ ਬਹਾਦੁਰੀ ਨਾਲ ਚੁਣੌਤੀ ਦਾ ਸਾਹਮਣਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਆਪਣੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਕੇ ਆਮ ਜੀਵਨ ਬਿਤਾ ਰਹੇ ਹਨ। ਉਹ ਆਪਣੇ ਹੌਂਸਲੇ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿੜ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਦੇ ਲਈ ਸਾਡੀ ਪ੍ਰਸ਼ੰਸਾ ਦੇ ਪਾਤਰ ਹਨ।

ਸਾਰੀਆਂ ਸਾਵਧਾਨੀਆਂ ਅਤੇ ਰਖਿਆਤਮਕ ਕਾਰਵਾਈਆਂ ਹੋਣ ਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਅਨੇਕਾਂ ਕਾਰਨਾਂ ਕਰਕੇ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋਸ਼ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਅੱਖਾਂ ਦੇ ਕੁੱਝ ਆਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਦੋਸ਼ਾਂ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰੱਖਾਂਗੇ ।ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਪਈ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅੱਖ ਲੈਨਜ ਰੈਟਿਨਾ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਸਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਮਾਯੋਪਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਨੇਤਰ ਆਪਤਿਤ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਅਭਸਰਿਤ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ।ਇਸ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਨੇਤਰ ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਈ ਅਜਿਹਾ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਿਸ ਦੇ ਅਪਸਾਰੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟਿਨਾ ਤੇ ਸਹੀ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ । ਚਿੱਤਰ 9.29(b)

(ਸਿਲੀਅਰ ਪੇਸ਼ੀਆਂ)

(ਰੇਟੀਨਾ)

(ਪੁਪਿਲ ਆਇਰਸ)

(ਆਪਟਿਕ ਨਾੜ)

(ਕਾਰਲੀਆਂ)

(ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਜਿਵੇਂ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣਦਾ)

(ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਜਿਵੇਂ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣਤਾ ਹੈ।)

ਚਿੱਤਰ 9.29 (a) ਨੇਤਰ ਦੀ ਸਰੰਚਨਾ (b) ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੀ ਅੱਖ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ (c) ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੀ ਅੱਖ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ ਅਤੇ (d) ਅਬਿੰਦੂਕ ਨੇਤਰ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਰੈਟੀਨਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਹਾਈਪਰਮੇਟ੍ਰੋਪਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਚਿੱਤਰ 9.29(c)] ਇੱਕ ਹੋਰ ਆਮ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਦੋਸ਼ ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੋਸ਼ ਉਦੋ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਾਰਨੀਆਂ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ।

ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਾਰਨੀਆਂ ਦੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਖਤਿਜੀ ਤਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਲੇਟਵੇਂ ਤਲ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨਾਲ ਪੀੜ੍ਹਤ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦੀ ਜਾਲੀ ਜਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਜਾਲੀ ਨੂੰ ਵੇਖੇਗਾ ਤਾਂ ਜਾਂ ਤਾਂ ਲੇਟਵੇ ਜਾਂ ਖਤਿਜੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸਨ ਦੂਸਰੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਤਾਂ ਭਲੀ ਭਾਂਤ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਭਲੀ-ਭਾਂਤ ਫੋਕਸਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦੀਆਂ (ਚਿੱਤਰ 9.29 (d)] ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਲਿੰਡਰੀ ਜਾਂ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਲੈਂਨਜ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲੈਨਜ ਦੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਅਤੇ ਅਕਸ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਉਚਿੱਤ ਚੋਣ ਕਰਕੇ ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੋਸ਼ ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.10 ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਜਿਸਦੇ ਲਈ D ਦਾ ਮਾਨ 50cm ਹੈ, ਦੇ ਪੜ੍ਹਨ ਦੇ ਲਈ ਚਸ਼ਮੇ ਦੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

ਹੱਲ:-ਆਮ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੀ ਦੂਰੀ 25cm ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਨੇਤਰ ਤੋਂ ਦੂਰੀ u = -25cm ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ v = -50cm ਦੂਰ ਬਣਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚਾਹੀਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ ।

$$\frac{1}{f} \quad \frac{1}{v} \quad \frac{1}{u}$$

ਜਾਂ

$$\frac{1}{f} \quad \frac{1}{-50} \quad \frac{1}{-25} \quad \frac{1}{50}$$

$f = +50cm$ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ)

ਉਦਾਹਰਨ 9.11

ਉਦਾਹਰਨ 9.11 (a) ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ, ਨੇਤਰ ਸਾਹਮਣੇ 80cm ਦੂਰ ਹੈ । ਉਸ ਲੈਨਜ ਦੀ ਆਪੇਕਸ਼ਿਤ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਉਸ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖਣ ਦੇ ਯੋਗ ਬਣਾ ਦੇਵੇਗਾ ?

(b) ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਨਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਲੈਨਜ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਸਾਵਧਾਨੀਪੂਰਕ ਉੱਤਰ ਦਿਓ ।

(c)ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਪੜ੍ਹਦੇ ਸਮੇਂ ਆਪਣਾ ਚਸ਼ਮਾ ਉਤਾਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ਅਜਿਹਾ ਕਿਓ ਹੈ ?

ਹੱਲ :- (a) ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ = -80cm, ਸਮਰਥਾ = -1.25 ਡਾਈਆਪਟਰ

(b) ਨਹੀਂ । ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਨੂੰ ਘਟਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੌਣ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ (ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ) ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੌਣ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਨੇਤਰ ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਦੇਖਣ ਦੇ ਯੋਗ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਕਿ ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਨਜ ਨੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਸ ਲਈ ਦੇਖਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਵਸਤੂ (ਅਰਥਾਤ ਵਸਤੂ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾ ਕੇ) ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲੈ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ।

(c) ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਲੱਗਭਗ 25cm ਦੂਰ (ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਘੱਟ) ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਆਪਣੇ ਚਸ਼ਮੇ (ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ) ਦੇ ਨਾਲ ਪੁਸਤਕ ਪੜਣ ਦੇ ਲਈ ਉਸਨੂੰ ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ 25cm ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 25cm ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਾ ਬਣੇ । ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਕੋਈ ਸਾਇਜ (ਜਾਂ ਇਸ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ) ਜਦੋਂ ਉਹ 25cm ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਤੇ ਉਸ ਸਾਈਜ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਸਨੂੰ ਬਿੰਨਾ ਚਸ਼ਮਾ ਲਗਾਏ 25cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ । ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਵਿਅਕਤੀ ਚਸ਼ਮਾਂ ਉਤਾਰ ਕੇ ਹੀ ਪੜਨਾ ਪਸੰਦ ਕਰੇਗਾ ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.12

ਉਦਾਹਰਨ 9.12 (a) ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਨੇਤਰ ਤੋਂ 75cm ਦੂਰ ਹੈ । ਉਸ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਇਸ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਤੋਂ 25cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਪੜ੍ਹਨ ਯੋਗ ਬਣਾ ਦੇਵੇਗਾ ।

(b) ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਨਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਲੈਨਜ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

(c) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਆਕਾਸ਼ ਦੇਖਣ ਸਮੇਂ ਆਪਣਾ ਚਸ਼ਮਾ ਉਤਾਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ ?

ਹੱਲ: (a) u = -25 cm, v = -75cm   1/5 = 1/25 – 1/75 ਭਾਵ f = 37.5cm

ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਨਜ ਦੀ ਅਭਿਸਾਰੀ ਸਮਰਥਾ +2.67 ਡਾਇਆਪਟਰ ਹੈ ।

(b) ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਨਜ 25cm ਦੂਰ ਪਏ ਬਿੰਬ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ (75cm) ਤੇ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਕੋਈ ਆਕਾਰ ਬਿੰਬ (ਵਸਤੂ) ਦੇ ਕੋਈ ਆਕਾਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਲੈਨਜ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਕੇਵਲ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨੇੜੇ ਲਿਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਹਾਲਕਿ ਇਹ ਕੋਈ ਆਕਾਰ ਉਸ ਆਕਾਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਬਿੰਨਾਂ ਚਸ਼ਮੇ ਦੇ ਉਸੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (75cm) ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

(c) ਕਿਸੇ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੇ ਨੇਤਰ ਦਾ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਸਾਧਾਰਨ ਹੈ, ਭਾਵ ਇਸ ਦੀ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰ ਸਕਨ ਦੀ ਅਭਿਸਰਨ ਸਮਰਥਾ ਇੰਨੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਲਘੁਕ੍ਰਿਤ ਨੇਤਰ ਗੋਲੇ ਦੇ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਇਸ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ । ਅਪਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਚਸ਼ਮਾ ਪਾਉਣ ਤੇ (ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਲਈ) ਉਸਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਿੰਨੀ ਅਭਿਸਰਨ ਸਮਰਥਾ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਉਸ ਨਾਲੋ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ । ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਵਿਅਕਤੀ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਚਸ਼ਮਾ ਲਗਾਉਣਾ ਪਸੰਦ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ।

9.9.2 ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (The Microscope):-

ਸਰਲ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਜਾਂ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਇੱਕ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.30) । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਬਿੰਬ ਦੇ ਨੇੜੇ ਉਸ ਤੋਂ ਇਕ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਜਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਦੂਜੀ ਸਾਈਡ ਅੱਖ ਨੂੰ ਲੈਨਜ ਦੇ ਨਾਲ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਨ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਹੈ ਕਿ ਬਿੰਬ ਦਾ ਸਿੱਧਾ, ਵੱਡਾ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣੇ ਕਿ ਨੇਤਰ ਉਸਨੂੰ ਸਫਲਤਾਪੂਰਵਕ ਦੇਖ ਸਕੇ, ਭਾਵ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 25cm ਜਾਂ ਕੁੱਝ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਨਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਬਿੰਬ f ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਜੇਕਰ ਬਿੰਬ f ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਅਨੰਤ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਨਿਕਟਤਮ ਅਰਾਮਦੇਹ ਦੂਰੀ, ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (ਦੂਰੀ D = 25cm) ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਨਾਲ ਅੱਖਾ ਤੇ ਕੁੱਝ ਤਨਾਅ ਪੈਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਥਿਲ ਅੱਖਾਂ ਦੁਆਰਾ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਉਚਿਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਥੇ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ । ਪਹਿਲੀ ਚਿੱਤਰ 9.30 (a) ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਦੂਜੀ ਚਿੱਤਰ 9.30 (b) ਅਤੇ (c) ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 9.30 ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (a) ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ (b) ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ, ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ ਕੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ (c) ਬਿੰਬ ਲੈਨਜ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਤੇ ਪਰੰਤੂ ਅਨੰਤ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ ।

ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ D ਤੇ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਰੇਖੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ m ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਹੇਠਲੇ ਸੰਬੰਧ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$m \quad \frac{v}{u} \quad v\ \frac{1}{v}-\frac{1}{f} \qquad 1-\frac{v}{f}$$

(ਅੱਖ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸ)

(ਅੱਖ ਦਾ ਅਨੰਤ ਤੇ ਫੋਕਸ)

ਚਿੱਤਰ 9.30 ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (a) ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ (b) ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ, ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ ਤੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ (c) ਬਿੰਬ ਲੈਨਜ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਤੇ ਪਰੰਤੂ ਅਨੰਤ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ।

ਹੁਣ ਸਾਰੀਆਂ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ v ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਅਤੇ ਮੁੱਲ ਵਿੱਚ D ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ

$$m \quad 1 \quad \frac{D}{f} \qquad (9.39)$$

ਕਿਉਂਕਿ D ਲਗਭਗ 25cm ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ 6 ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f = 5cm ਦੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ । ਧਿਆਨ ਦਿਓ, m = h'/h ਇੱਥੇ h ਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਇਜ ਅਤੇ h' ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ ਹੈ । ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਰਾਮ ਨਾਲ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ D ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । (ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਇਹ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ h/u ਦੁਆਰਾ ਲਿਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ) ਇੱਕ ਲੈਨਜ ਸਰਲ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਉਪਲਬੱਧੀ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਨੂੰ D ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਨੇੜੇ ਰੱਖਕੇ ਦੇਖਣਾ ਸੰਭਵ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਹੁਣ ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪਤਾ ਕਰਾਂਗੇ । ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ । ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਬ ਦੀ ਉਚਾਈ h ਹੈ । ਇਸ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਧਿਕਤਮ ਕੌਣ ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਿੰਬ ਸਪਸ਼ਟ ਵੀ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੋਵੇ (ਬਿੰਨਾ ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੇ), ਤਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਅਰਥਾਤ ਦੂਰੀ D ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\tan {}_{o} \quad \frac{h}{D} \simeq \theta_0 \qquad (9.40)$$

ਹੁਣ ਅਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੱਖ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ, ਜਦੋ ਕਿ ਬਿੰਬ u ਤੇ ਰੱਖਿਆਂ ਹੈ, ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ।
ਸੰਬੰਧ $\frac{h}{h} \quad m \quad \frac{v}{u}$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ ।
$\tan {}_{i} \quad \frac{h}{v} \quad \frac{h}{v}\frac{v}{u} \quad \frac{h}{u} = \theta$; ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ,

ਜਦੋ ਕਿ ਬਿੰਬ ਹੁਣ u = -f ਤੇ ਹੈ

$${}_{i} \quad \frac{h}{f} \qquad (9.41)$$

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 9.29 (c) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ) ਹੈ

$$m \quad \frac{{}_{i}}{{}_{o}} \quad \frac{D}{f} \qquad (9.42)$$

ਇਹ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਵਡਦਰਸਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਘੱਟ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ (9.39), ਪਰੰਤੂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੇਖਣਾ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਵਧੇਰੇ ਅਰਾਮਦਾਇਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਵੀ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਘੱਟ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ (ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਦੂਰਬੀਨ) ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਅਗਲੀ ਚਰਚਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਾਂਗੇ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣੇ ਹਨ ।

ਵਾਸਤਵਿਕ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ($\leq$ 9) ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਵੱਧ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਦੋ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੈਨਜ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ (ਵਧਾਉਂਦਾ) ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਨੂੰ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (Compound Microscope) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਚਿੱਤਰ 9.31 ਵਿੱਚ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ । ਬਿੰਬ ਦੇ ਸਭ ਤੋਂ ਨੇੜੇ ਦੇ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁਖ ਲੈਨਜ (Objective Lens) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਬਿੰਬ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ, ਉਲਟਾ ਤੇ ਵੱਡਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦੂਸਰੇ ਲੈਨਜ ਨੂੰ

ਨੇਤਰਿਕ (eye-piece) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਵਾਸਤਵਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਜਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਕੇ ਆਖਰੀ ਵੱਡੀ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਹਿਲਾ ਉਲਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੇਤਿਰਕਾ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ (ਫੋਕਸ ਤੇ ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਨੇਤਰਿਕਾ ਤੋਂ ਇੰਨੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਵਾਜਿਬ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਵੀ ਕਾਫੀ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅੰਤਿਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣੇ ।

ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਮੂਲ ਬਿੰਬ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਉਲਟਾ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ ਚਿੱਤਰ 9.31 ਦਾ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਰੇਖਿਕ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਅਰਥਾਤ h'/h ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ

$$m_O \quad \frac{h}{h} \quad \frac{L}{f_o} \qquad (9.43)$$

ਇਥੇ ਅਸੀ ਇਸ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ

$$\tan \quad \frac{h}{f_o} \quad \frac{h}{L}$$

ਇਥੇ h' ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਇਜ h ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੌਕਸ ਦੂਰੀ f_0 ਹੈ । ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਦੂਰੀ L ਭਾਵ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੂਜੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ (ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f_e) ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਟਿਊਬ ਲੰਬਾਈ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਕਿਉਂਕਿ ਪਹਿਲਾ ਉਲਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਉਪਰੋਕਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਅਸੀਂ ਸਰਲ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਲਈ ਕਰਕੇ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ (ਕੋਈ) ਵਡਦਰਸ਼ਨ m_e ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ (ਸਮੀਕਰਣ 9.39) ਜਦੋ ਕਿ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿਸੇ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਹੈ

$$m_e = (1 + D/f_e) \qquad [9.44(a)]$$

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਨੇਤਿਰਕਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਸਮੀਕਰਣ (9.42)) ਹੈ

$m_e = (D/f_e)$

ਇਸ ਲਈ ਕੁੱਲ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ (ਸਮੀਕਰਣ 9.33 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ), ਜਦਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ

$$m = m_o m_e = \frac{L}{f_o} \quad \frac{D}{f_e} \qquad (9.45)$$

ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਛੋਟੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ (ਇਸ ਲਈ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨਾਂ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ) ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤਿਰਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ । ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ 1cm ਤੋਂ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਲੈਨਜ ਬਣਾਉਣਾ ਅਤਿਅੰਤ ਕਠਿਨ ਕਾਰਜ ਹੈ । ਇਸੇ ਦੇ ਨਾਲ L ਨੂੰ ਵੱਡਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵੱਡੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(ਨੇਤਰਿਕਾ ਲੈਨਜ)

(ਅਭਿਮੁੱਖ ਲੈਨਜ)

ਚਿੱਤਰ 9.31 ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ

ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ $f_0 = 1$cm ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ $f_e = 2.0$cm ਦੀ ਨੇਤਿਰਕਾ ਅਤੇ ਟਿਊਬ ਲੰਬਾਈ (L) = 20cm ਦੇ ਲਈ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ

$$m = m_o m_e = \frac{L}{f_o} \quad \frac{D}{f_e}$$

$$= \frac{20}{1} \times \frac{25}{2} = 250$$

ਹੋਰ ਵਿਭਿੰਨ ਕਾਰਨ ਜਿਵੇਂ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪ੍ਰਦੀਪਨ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਦਿੱਖ ਅਤੇ ਗੁਣਵਤਾ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਦੇਂਦੇ ਹਨ । ਆਧੁਨਿਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ ਵਿੱਚ, ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਬਹੁਘਟਕ ਲੈਨਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੀ ਗੁਣਵਤਾ ਵਿੱਚ ਸੁਧਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

9.9.3 ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ (Telescope):-

ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਜਾਂ ਦੂਰਬੀਨ (ਚਿੱਤਰ 9.32) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਕੌਣੀ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਇਕ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਥੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਵੱਧ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਦੁਆਰਕ ਵੀ ਕਾਫੀ ਅਧਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੇ ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਚੱਲ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ਼ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟਿਊਬ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਸਦੇ ਦੂਜੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਵੱਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਕੇ ਆਖਰੀ ਉਲਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ । ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ m, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ β ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਜਾਂ ਲੈਨਜ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੌਣ α ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ

$$m \approx \frac{h}{f_e} \cdot \frac{f_0}{h} = \frac{f_0}{f_e} \qquad (9.46)$$

ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸੀ ਦੀ ਟਿਊਬ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ $f_0 + f_e$

ਭੂਮੀ ਦੂਰਬੀਨ ਵਿੱਚ, ਇਹਨਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਇਲਾਵਾ, ਉਲੱਟੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਜੋੜਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਸਿੱਧਾ ਬਣਾ ਦੇਂਦਾ ਹੈ । ਅਪਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਭੂਮੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲੀ ਦੋਨਾਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 100cm ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 1cm ਹੈ । ਇਸ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ m = 100/1 = 100

ਹੁਣ ਕਿਸੇ ਦੋ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਯੁਗਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ ਵਿਖਰੇਵਾ 1(1 ਮਿੰਟ ਦੀ ਚਾਪ) ਹੈ । ਇਹ ਤਾਰੇ ਉਪਰੋਕਤ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਦੇਖਣ ਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਾ ਵਿਖਰੇਵਾ ਕੌਣ $100 \times 1^1 = 100^1 = 1.67^0$ ਹੈ ।

PHYSICS
The world's largest optical telescopes
http://astro.nineplanets.org/bigeyes.html

ਕਿਸੇ ਖਗੋਲੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀਆਂ ਮੁੱਖ ਗੱਲਾਂ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਜਾਂ ਵਿਭੇਦਨ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਗਰਹਣ ਸਮਰਥਾ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਜੇ ਲੈਨਜ ਦਾ ਵਿਆਸ ਵੱਡਾ ਹੈ ਤਾਂ ਧੁੰਧਲੇ ਪਿੰਡਾਂ ਦਾ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਜਾਂ ਇਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਦੋ ਅਤਿਅੰਤ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ ਭਿੰਨ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵੀ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਆਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ ਲੋੜੀਂਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਇਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦਾ ਵਿਆਸ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇ । ਅੱਜ ਕੱਲ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਵਿਆਸ 40(Inch) ਇੰਚ (1.02m) ਹੈ । ਇਹ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਯਕ੍ਰੇਜ ਪ੍ਰੇਖਣਸ਼ਾਲਾ, ਵਿਸਕਾਨਸਿਨ, ਸੰਯੁਕਤ ਰਾਜ ਅਮਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ।

ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ

ਨੇਤਿਰਕਾ ਲੈਨਜ

ਚਿੱਤਰ 9.32 ਅਪਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ

ਵਸਤੂ ਦਰਪਣ

ਦੂਜੇ ਦਰਜੇ ਦਾ ਦਰਪਣ

ਨੇਤਿਰਕਾ

ਚਿੱਤਰ 9.33 ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ (ਕੈਸੇਗ੍ਰੇਨ) ਦਾ ਵਿਵਸਥਾ ਆਰੇਖ ।

ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਲੈਨਜ ਅਤਿ ਭਾਰੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਉਣਾ ਅਤੇ ਕਿਨਾਰਿਆ ਦੇ ਸਹਾਰੇ ਟਿਕਾਕੇ ਰੱਖਣਾ ਮੁਸ਼ਕਲ ਕਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਸਾਈਜ ਦੇ ਲੈਨਜਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਾਉਣਾ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਵਿਚ ਵਰਣ ਵਿਖਪਣ ਅਤੇ ਹੋਰ ਦੋਸ਼ ਨਾ ਆਉਣ ਬਹੁਤ ਕਠਿਨ ਅਤੇ ਮਹਿੰਗਾ ਕਾਰਜ ਹੈ । ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਆਧੁਨਿਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਅਜਿਹੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਦਰਪਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ (ਦੂਰਬੀਨ) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਅਨੇਕਾਂ ਲਾਭ ਹਨ । ਪਹਿਲਾ ਦਰਪਣ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਰਣ ਵਿਥਪਣ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ । ਦੂਜਾ ਜੇ ਕਿਸੇ ਪੈਰਾਬੋਲੀ ਪਰਾਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਵਿਥਪਣ ਦਾ ਦੋਸ਼ ਵੀ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਹਾਰਾ ਦੇਣ ਦੀ ਸਮਸਿਆ ਵੀ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਲੈਨਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਗੁਣਵਤਾ ਦਾ ਦਰਪਣ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਘੱਟ ਭਾਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦਰਪਣ ਨੂੰ ਕੇਵਲ ਰਿਮ ਤੇ ਹੀ ਸਹਾਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਦੀ ਬਜਾਏ ਉਸਦੇ ਪੂਰੇ ਪਿੱਛਲੇ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸਹਾਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਇੱਕ ਸਪਸ਼ਟ ਸਮਸਿਆ ਇਹ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਦਰਪਣ ਦੂਰਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਨਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਉਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । (ਇਹ ਰੁਕਾਵਟ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਬੈਠਨ ਦੇ ਲਈ ਬਣਾਏ ਗਏ ਪਿੰਜਰੇਨੁਮਾ ਕਮਰੇ ਦੇ ਆਕਾਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਤਿ ਵਿਸ਼ਾਲ 200 ਇੰਚ (45.08m) ਵਿਆਸ ਦੇ ਮਾਉਂਟ ਪੇਲੋਮਰ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਕੈਲੀਫੋਰਨੀਆ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ । ਪ੍ਰੇਖਕ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਪਿੰਜਰੇ ਵਿੱਚ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬੈਠਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਸਮਸਿਆ ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਹਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੇਪਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ।

ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਇੱਕ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ (9.33) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਕੈਡੰਰੀ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਹੁਣ ਪਹਿਲੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਛਿਦ ਵਿਚੋ ਗੁਜਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰਕ ਦੇ ਨਾਂ ਤੇ ਕੈਸੇਗ੍ਰੇਨ ਦੂਰਦਸ਼ਕ (Cassegrain Telescope) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਇਸ ਦਾ ਇੱਕ ਲਾਭ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਛੋਟੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਵਿੱਚ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਕਵਲੂਰ, ਤਾਮਿਲਨਾਡੂ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਹ 2.34m ਵਿਆਸ ਦੀ ਕੈਸਗ੍ਰੇਨ ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਘਸਾਇਆ ਗਿਆ, ਫਿਰ ਪਾਲਿਸ਼ ਕੀਤੀ ਗਈ ਅਤੇ ਸੈਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਤੇ ਹੁਣ ਇਸਨੂੰ ਭਾਰਤੀ ਖਗੋਲ ਭੌਤਿਕੀ ਸੰਸਥਾਨ, ਬੰਗਲੋਰੂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਸੰਸਾਰ ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਹਵਾਈ ਸੰਯੁਕਤ ਰਾਜ ਅਮਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਕੈਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕਾਂ ਦਾ ਜੋੜਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਵਿਆਸ 10 ਮੀਟਰ ਹੈ।

ਸਾਰ (Summary)/ਸੰਖੇਪ

1. ਪਰਾਵਰਤਨ ਸਮੀਕਰਣ $\angle \mathbf{i} = \angle \mathbf{r}'$ ਦੁਆਰਾ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ Sini/Sinr = n ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤੀ ਕਿਰਨ, ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇਕ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਥੇ i,r ਅਤੇ r ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਪਤਨ ਕੌਣ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਕੌਣ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ ਹਨ।

2. ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੌਣ i_c ਉਹ ਕੌਣ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ 90^0 ਹੈ। $i>i_c$ ਹੋਣ ਤੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੀਰੇ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗੁਣਿਤ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ($i_e \cong 24.4^0$) ਪੂਰਨ ਪਰਾਵਰਤਨ ਪ੍ਰਿਜਮ ਅਤੇ ਮ੍ਰਿਗ ਤ੍ਰਿਸ਼ਣਾ, ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕੁੱਝ ਉਦਾਹਰਨ ਹਨ। ਆਪਟੀਕਲ ਫਾਈਬਰ, ਕੱਚ ਦੇ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਘੱਟ ਅਪਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪਤਲੀ ਪਰਤ ਦਾ ਲੇਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਪਟੀਕਲ ਫਾਈਬਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਬਹੁਗੁਣਿਤ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਆਪਟੀਕਲ ਫਾਈਬਰ ਦੇ ਮੁੜੇ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

3. ਕਾਰਟੀਸੀਅਨ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ–ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਉੱਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਾਰੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ/ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਮਾਪੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। x –ਅਕਸ (ਧੁਰਾ) ਉਪੱਰ ਵਲ ਅਤੇ ਦਰਪਣ/ਲੈਨਜ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਲਈਆ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਥੱਲੇ ਵੱਲ ਨੂੰ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।

4.ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ

$$\frac{1}{v} \quad \frac{1}{u} \quad \frac{1}{f}$$

ਇਥੇ u ਅਤੇ v ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਰੀ ਹਨ ਅਤੇ f ਦਰਪਣ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੈ। '*f* ' (ਨਿਕਟਤਮ) ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਦੀ ਅੱਧੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ '*f* ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ *f ਧਨਾਤਮਕ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

5.ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਕੌਣ A ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_2 ਦੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਲਈ ਜੋ n_1 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ।

$$n_{21} \quad \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{\sin \quad A \quad D_m \quad /2}{\sin \ A/2}$$

ਇਥੇ D_m ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਹੈ ।

6.ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ (ਮਾਧਿਅਮ 1 (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_1) ਤੋਂ ਮਾਧਿਅਮ 2 (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_2) ਦੇ ਵੱਲ)

$$\frac{n_2}{v} \quad \frac{n_1}{u} \quad \frac{n_2 \quad n_1}{R}$$

ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ $\frac{1}{v} \quad \frac{1}{u} \quad \frac{1}{f}$

ਲੈਨਜ ਮੇਕਰ ਸੂਤਰ

$$\frac{1}{f} \quad \frac{n_2 \quad n_1}{n_1} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2}$$

R_1 ਅਤੇ R_2 ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹਨ ।ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ f ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ; ਅਪਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ f ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ।ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ $P = 1/f$ 1 ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਦਾ SI ਮਾਤ੍ਰਕ ਡਾਈਆਪਟਰ (D) ਹੈ; $1D = 1m^{-1}$1 ਜੇ f_1, f_2, f_3 ------- ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਕਈ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੋਵੇਗੀ $1/f = 1/f_1 + 1/f_2 + 1/f_3 +$ --------ਅਨੇਕ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸਮਰਥਾ $P = P_1 + P_2 + P_3 +$ -----------

7.ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਆਪਣੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

8.ਨੇਤਰ: ਨੇਤਰ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 2.5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਇਸ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਹਮੇਸ਼ਾ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ।ਨੇਤਰ ਦੀ ਇਸ ਸਮਰਥਾ ਨੂੰ ਅਣੁਕੂਲਣ ਸਮਰਥਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਸਦੋਸ਼ ਨੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟੀਨਾ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਫੋਕਸਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਦੋਸ਼) ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਅਭਸਾਰੀ ਸੋਧਿਤ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੇਟੀਨਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਬਣਦਾ ਹੈ (ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼) ਤਾਂ ਅਭਸਾਰੀ ਸੋਧਿਤ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਅਬਿੰਦੁਕਤਾ ਦਾ ਸੋਧਣ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

9.ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ m ਨੂੰ $m = 1+(D/f)$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ D – 25cm ਸਪਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਣ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ ਹੈ ਅਤੇ f ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੈ ।ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣੇ ਤਾਂ $m = D/f$ ਹੋਵੇਗਾ ।ਕਿਸੇ ਸੰਯੁਕਤ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਲਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ m ਨੂੰ $m_e \times m_o$ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।ਇਥੇ $m_e = 1 + (D/f_e)$ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਣ ਅਤੇ m_o ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਹੈ ।

ਨਿਕਟਤਮ

$$m \quad \frac{L}{f_o} \quad \frac{D}{f_e}$$

ਇਥੇ f_o ਅਤੇ f_e ਕ੍ਰਮਵਾਰ: ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ L ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ ।

10.ਕਿਸੇ ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੌਣ β ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੌਣ α ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

$$m \quad - \quad \frac{f_o}{f_e}$$

ਇਥੇ f_o ਅਤੇ f_e ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਦੀਆਂ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਹਨ ।

ਵਿਚਾਰਣ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ (POINTS TO POINTS)

1.ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਸਾਰੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲਾਂ ਲਈ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹਨ ।

2.ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਤੋਂ f ਅਤੇ 2f ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਜੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਹਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਫਿਰ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉੱਥੇ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ? ਇਹ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਬਹੁਤਿਆਂ ਨੂੰ ਦੁਵਿਧਾ ਵਿੱਚ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਨੂੰ ਆਪਨੂੰ ਵੀ ਇਹ ਸਮਝਣਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਪਰਦੇ ਦੇ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਨਿਲੰਬਿਤ ਲਟਕਿਆ ਰਹਿ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਤਾਂ ਉੱਥੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੀ ਹੈ ।ਬਿੰਬ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਰਗਾਮੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਅਪਸਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ।ਪਰਦਾ ਕੇਵਲ ਇਹਨਾਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਕੁੱਝ ਕਿਰਨਾਂ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੇਖ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ।ਕਿਸੇ ਲੇਜਰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

3.ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਨ ਦੇ ਲਈ ਨਿਯਮਤ ਪਰਾਵਰਤਨ/ਅਪਵਰਤਨ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਰਗਮਤ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਇਕ ਹੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਹੁੰਚਣੀਆ ਚਾਹੀਦੀਆ ਹਨ । ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਅਨਿਯਮਿਤ ਪਰਾਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ, ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ ਕਿਤਾਬ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਵਿੱਚ ਆਪਣਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ।

4.ਮੋਟੇ ਲੈਨਜ ਵਰਣ-ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਰੰਗੀਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਸਾਡੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਵਧਤਾ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਦੇਖਣ ਤੇ ਅਤੇ **ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਦੇਖਨ ਤੇ ਉਸ ਵਸਤੂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ** ਬਿਲਕੁੱਲ ਹੀ ਵੱਖਰਾ ਬੋਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

5.ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕੋਈ ਸਾਈਜ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਸਾਈਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਅਸੀਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਕਿਸੇ ਛੋਟੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ (25cm ਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ) ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਸਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਉਹ ਨੇਤਰ ਤੇ ਵੱਡਾ ਕੋਣ ਅੰਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ । ਬਿੰਨਾ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਛੋਟੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖ ਪਾਉਣ ਦੇ ਲਈ 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਉਦੋਂ ਉਹ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਕੋਣ ਅੰਤਰਿਤ ਕਰੇਗਾ ।

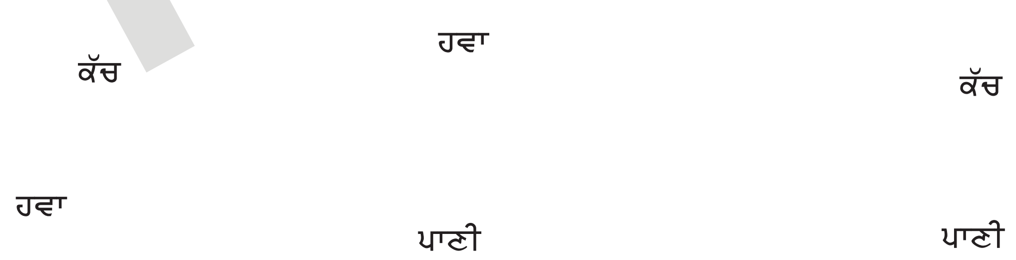
ਅਭਿਆਸ (Exercise)

9.1 2.5cm ਸਾਈਜ ਦੀ ਕੋਈ ਛੋਟੀ ਮੋਮਬਤੀ 36cm ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 27cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੈ । ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਉਸਦਾ ਸਪਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣੇ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਸਾਈਜ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ । ਜੇ ਮੋਮਬਤੀ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵੱਲ ਲਿਜਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਕਿਸ ਪਾਸੇ ਹਟਾਉਣਾ ਪਵੇਗਾ ?

9.2 4.5cm ਸਾਈਜ ਦੀ ਕੋਈ ਸੂਈ 15cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 12cm ਦੂਰ ਰੱਖੀ ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਲਿਖੋ । ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਸੂਈ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਦੂਰ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ ? ਵਰਣਨ ਕਰੋ ।

9.3 ਕੋਈ ਟੈਂਕ 12.5cm ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰਿਆ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਬੀਕਰ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਪਈ ਕਿਸੇ ਸੂਈ ਦੀ ਆਭਾਸੀ ਗਹਿਰਾਈ 9.4cm ਮਾਪੀ ਗਈ ਹੈ । ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ? ਬੀਕਰ ਵਿੱਚ ਉਸੇ ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਪਾਣੀ ਦੀ ਥਾਂ ਕਿਸੇ 1.63 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਹੋਰ ਦ੍ਰਵ ਨਾਲ ਬਦਲਾਵ ਕਰਨ ਤੇ ਸੂਈ ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨੂੰ ਕਿੰਨਾਂ ਉੱਪਰ ਥੱਲੇ ਲੈ ਜਾਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ?

9.4 ਚਿੱਤਰ 9.34 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਕੱਚ-ਹਵਾ ਅਤੇ ਪਾਣੀ-ਹਵਾ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਤੇ 60^0 ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ । ਚਿੱਤਰ 9.34 ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੋ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ-ਕੱਚ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ 45^0 ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ । (ਚਿੱਤਰ 9.34 (c))



ਚਿੱਤਰ 9.34

9.5 ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੇ 80cm ਗਹਿਰਾਈ ਦੇ ਕਿਸੇ ਟੈਂਕ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਕੋਈ ਛੋਟਾ ਬਲਬ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਉਹ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਤੋਂ ਬਲਬ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਿਰਗਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33 ਹੈ । (ਬਲਬ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਮੰਨੋ)

9.6 ਕੋਈ ਪ੍ਰਿਜਮ ਅਗਿਆਤ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕੱਚ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ । ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਇਸ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਕਿਸੇ ਫਲਨ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਿਜਮ ਦਾ ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ ਕੌਣ 40^0 ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ । ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ? ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ 60^0 ਹੈ । ਜਦੋ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੂੰ ਪਾਣੀ (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33) ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪੁੰਜ ਦੇ ਲਈ ਨਵੇਂ ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ ਕੌਣ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ ।

9.7 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.55 ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਫਲਕਾਂ ਦੀ ਬਰਾਬਰ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਦੂਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਬਣਾਉਦੇ ਹਨ। ਜੇ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਜ ਬਣਾਉਣੇ ਹਨ ਤਾਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ?

9.8 ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਕੋਈ ਲੈਂਜ ਇਸ ਅਭਿਸਾਰੀ ਪੁੰਜ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ P ਤੋਂ 12cm ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਇਹ (a) 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਹੈ (b) 16cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਹੈ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ?

9.9 3.0cm ਉੱਚੀ ਕੋਈ ਬਿੰਬ 21cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਦੇ ਸਾਮਣੇ 14cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੈ । ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ । ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਬਿੰਬ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹਟਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।

9.10 ਕਿਸੇ 30cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਦੇ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਤੋਂ ਬਣੇ ਸੰਯੁਕਤ ਲੈਂਜ (ਨਿਕਾਅ) ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ? ਇਹ ਤੰਤਰ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਜ ਹੈ ਜਾਂ ਅਪਸਾਰੀ ? ਲੈਂਜਾਂ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਨਹੀ ਦੇਣਾ ।

9.11 ਕਿਸੇ ਸੰਯੁਕਤ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ 6.25cm ਫੋਕਸਦੂਰੀ ਦਾ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲੈਂਜ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 15cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਲੱਗੇ ਹਨ । ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ (a) ਸਪਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ 25cm ਅਤੇ (b) ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣੇ ? ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ।

9.12 25cm ਦੇ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਅਜਿਹੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਜਿਸਦਾ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ 8.0mm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ 2.5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੀ ਹੈ, ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਵਸਤੂ ਤੋਂ 9.0mm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਸਾਫ ਫੋਕਸ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ । ਦੋਨਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ? ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੈ ?

9.13 ਕਿਸੇ ਛੋਟੀ ਦੂਰਬੀਨ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 144cm ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 6.0cm ਹੈ। ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲੈਂਜ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ?

9.14 **(a)** ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਖਣਸ਼ਾਲਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 15cm ਹੈ । ਜੇ 1.0cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੀ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲਈ ਗਈ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਰਬੀਨ ਦਾ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਕੀ ਹੈ ?

(b) ਜੇ ਇਸ ਦੂਰਬੀਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਚੰਦਰਮਾ ਦਾ ਅਵਲੋਕਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਚੰਦਰਮਾ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਵਿਆਸ ਕੀ ਹੈ ? ਚੰਦਰਮਾ ਦਾ ਵਿਆਸ 3.48×10^6m ਅਤੇ ਚੰਦਰਮਾ ਦੀ ਅਕਸ਼ ਦੀ ਅਰਧਵਿਆਸ 3.8×10^8m ਹੈ ।

9.15 ਦਰਪਣ ਸੂਤਰ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਹ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰੋ ਕਿ

(a) ਕਿਸੇ ਅਵਲਤ ਦਰਪਣ ਦੇ f ਅਤੇ 2f ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 2f ਤੋਂ ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

(b) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜੋ ਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ।

(c) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਛੋਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ, ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਫੋਕਸ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

(d) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਫੋਕਸ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਵੱਡਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

ਨੋਟ: ਇਹ ਅਭਿਆਸ ਤੁਹਾਡੀ ਬੀਜ ਗਣਿਤਿਕ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰੇਗਾ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਕਿਰਨਾਂ ਆਰੇਖ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ।

9.16 ਕਿਸੇ ਮੇਜ ਦੀ ਉਪੱਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਜੁੜੀ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਪਿੰਨ ਨੂੰ 50cm ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । 15cm ਮੋਟੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਕੱਚ ਦੇ ਗੁੱਟਕੇ ਨੂੰ ਮੇਜ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਿੰਨ ਉੱਤੇ ਨੇਤਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਉਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੇਖਣ ਤੇ ਪਿੰਨ ਨੇਤਰ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ ? (ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.5) ਕੀ ਉੱਤਰ ਗੁੱਟਕੇ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

9.17 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਲਿਖੋ

(a) ਚਿੱਤਰ 9.35 ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.68 ਦੇ ਤੰਤੂ ਕੱਚ ਤੋਂ ਬਣੀ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਲਿਕਾ (ਲਾਈਟ ਪਾਈਪ) ਦਾ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਨਲਿਕਾ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ 1.44 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਬਣੀ ਹੈ। ਨਲਿਕਾ ਦੇ ਅਕਸ ਤੋਂ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਕੋਣਾਂ ਦਾ ਪਰਿਸਰ, ਜਿਸ ਲਈ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਨਲਿਕਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪੂਰਨ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਪਤਾ ਕਰੋ ।

(b) ਜੇ ਪਾਇਪ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉੱਤਰ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਚਿੱਤਰ 9.35

9.18 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਲਿਖੋ ?

(a) ਤੁਸੀਂ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸਮਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ? ਕੀ ਇਹ ਦਰਪਣ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਪ੍ਰਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ? ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ।

(b) ਅਸੀਂ ਹਮੇਸ਼ਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਪਰਦੇ ਤੇ ਕੇਂਦਰਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ । ਜਦੋਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਕੀ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਅੰਤਰ ਵਿਰੋਧ ਹੈ ?

(c) ਕਿਸੇ ਝੀਲ ਦੇ ਤਟ ਤੇ ਖੜ੍ਹਾ ਮੱਛੀ ਪਕੜਨ ਵਾਲਾ ਝੀਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਸੇ ਗੋਤਾਖੋਰ ਦੁਆਰਾ ਤਿਰਛਾ ਦੇਖਣ ਤੇ ਆਪਣੀ ਵਾਸਤਵਕ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਹੋ ਜਿਹਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇਗਾ - ਛੋਟਾ ਜਾਂ ਲੰਬਾ ?

(d) ਕੀ ਤਿਰਛਾ ਦੇਖਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਟੈਂਕ ਦੀ ਅਭਾਸੀ ਡੂੰਘਾਈ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ? ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਆਭਾਸੀ ਡੂੰਘਾਈ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ?

(e) ਆਮ ਕੱਚ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੀਰੇ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕਾਫੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਹੀਰੇ ਨੂੰ ਤਰਾਸ਼ਣ ਵਾਲਿਆਂ ਲਈ ਇਸ ਤਥ ਦਾ ਕੋਈ ਉਪਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ?

9.19 ਕਿਸੇ ਕਮਰੇ ਦੀ ਇੱਕ ਦੀਵਾਰ ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਿਜਲੀ ਬਲਬ ਦਾ ਕਿਸੇ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ 3m ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਦੀਵਾਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਹੈ । ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ?

9.20 ਕਿਸੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਬਿੰਬ ਤੋਂ 90cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪਰਦੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਉਸਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 20cm ਦੂਰ ਸਥਿਤੀਆ ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ।

9.21 (a) ਪ੍ਰਸ਼ਨ 9.10 ਦੇ ਦੋ ਲੈਂਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਸੰਪਾਤੀ ਹਨ, ਅਤੇ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 8cm ਦੂਰੀ ਰੱਖੇ ਹਨ । ਕੀ ਉੱਤਰ ਆਪਤਿਤ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰੇਗਾ ? ਕੀ ਇਸ ਤੰਤਰ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ ?

(b) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਸਥਾ (a) ਵਿੱਚ 1.5cm ਉੱਚਾ ਕੋਈ ਬਿੰਬ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਦੀ ਵੱਲ ਰੱਖਿਆ ਹੈ । ਬਿੰਬ ਦੀ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਦੂਰੀ 40cm ਹੈ । ਦੋ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਤੰਤਰ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਆਕਾਰ ਪਤਾ ਕਰੋ ।

9.22 60^0 ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਫਲਕ ਤੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਕਿਸ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਇਸ ਦਾ ਦੂਜੇ ਫਲਕ ਤੋਂ ਕੇਵਲ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੀ ਹੋਵੇ ? ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.524 ਹੈ ।

9.23 ਤੁਹਾਨੂੰ ਵਿਵਿਧ ਕੋਣਾ ਦੇ ਕਰਾਉਨ ਅਤੇ ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ । ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਅਜਿਹਾ ਸੰਯੋਜਨ ਸੁਝਾਓ ਜੋ -

(a) ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੋੜੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬਿੰਨਾਂ ਜਿਆਦਾ ਫੈਲਾਅ ਕੀਤੇ ਵਿਚਲਿਤ ਕਰ ਦੇਵੇ ।

(b) ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੋੜੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਅਧਿਕ ਵਿਚਲਿਤ ਕੀਤੇ ਬਿੰਨਾਂ ਫੈਲਾਅ (ਜਾਂ ਵਿਸਥਾਪਿਤ) ਕਰ ਦੇਵੇ ।

9.24 ਆਮ ਅੱਖ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਅਤੇ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ, ਨੇਤਰ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਲਗਭਗ 25cm ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਨੇਤਰ ਦਾ ਕਾਰਨੀਆਂ ਲਗਭਗ 40 ਡਾਈਆਪਟਰ ਦੀ ਅਭਿਸਾਰਨ ਸਮਰਥਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾਰਨੀਆਂ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਜ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਅਭਿਸਾਰਨ ਸਮਰਥਾ ਲੱਗਭਗ 20 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਸਥੂਲ ਅੰਕੜੇ ਤੋਂ ਆਮ ਅੱਖ ਅਨੁਕੂਲਣ-ਸਮਰਥਾ (ਭਾਵ ਨੇਤਰ ਲੈਂਜ ਦੀ ਅਭਿਸਾਰੀ ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਪਰਿਸਰ (ਰੇਂਜ)) ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਓ ।

9.25 ਕੀ ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਰੂਪ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨੇਤਰ ਨੇ ਆਪਣੀ ਅਨੁਕੂਲਣ ਸਮਰਥਾ ਆਸ਼ਿੰਕ ਰੂਪ ਚ ਗੁਵਾ ਲਈ ਹੈ ? ਜੇ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ਾਂ ਦਾ ਕੀ ਕਾਰਣ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

9.26 ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਦੂਰ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੇ ਲਈ -1.0 D ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਚਸ਼ਮਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ । ਜ਼ਿਆਦਾ ਉਮਰ ਹੋਣ ਤੇ ਉਸਨੂੰ ਕਿਤਾਬ ਪੜਣ ਦੇ ਲਈ ਅਲੱਗ ਤੋਂ +2.0 D ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਚਸ਼ਮੇ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੋਇਆ ?

9.27 ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਖੜ੍ਹੇ ਦਾਅ ਅਤੇ ਲੰਬੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਦੀ ਕਮੀਜ਼ ਖਾ ਕੇ ਦੂਸਰੇ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਦੇਖਦਾ ਹੈ । ਉਹ ਲੰਬੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਖੜੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਜਿਹਾ ਕਿਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਂਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਦੋਸ਼ ਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ ਕੀਵੇਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

9.28 ਕੋਈ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (25cm) ਦਾ ਵਿਅਕਤੀ ਛੋਟੇ ਅੱਖਰਾਂ ਵਿੱਚ ਛਪੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ 5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਪਤਲੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਪੜ੍ਹਦਾ ਹੈ ।

(a) ਉਹ ਨਿਕਰਤਮ ਅਤੇ ਅਧਿਕਤਮ ਦੂਰੀਆ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਉਹ ਉਸ ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਪੜ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

(b) ਉਪਰੋਕਤ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਅਧਿਕਤਮ ਅਤੇ ਨਿਊਨਤਮ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੈ ?

9.29 ਕੋਈ ਕਾਰਡ ਸ਼ੀਟ ਜਿਸਨੂੰ 1 mm^2 ਸਾਈਜ ਦੇ ਵਰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਨੂੰ 9cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਕਿਸੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ (9cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਜ) ਦੁਆਰਾ ਉਸਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖ ਕੇ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

(a) ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ/ਵਸਤੂ ਸਾਈਜ਼) ਕੀ ਹੈ ? ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਵਰਗ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਕੀ ਹੈ ?

(b) ਲੈਂਜ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ) ਕੀ ਹੈ ?

(c) ਕੀ (a) ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (b) ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ।

9.30 (a) ਅਭਿਆਸ 9.29 ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿ ਵਰਗਾਂ ਨੂੰ ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਵ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਫ ਤੇ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕੇ ?

(b) ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਾਈਜ/ਵਸਤੂ ਸਾਈਜ) ਕੀ ਹੈ ?

(c) ਕੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਰਮ ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ, ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ?

9.31 ਅਭਿਆਸ9.30 ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਅਤੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਵਰਗ ਵਿਚ 6.25 mm^2 ਖੇਤਰਫਲ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇ ? ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਰੱਖਕੇ ਇਹਨਾਂ ਵਰਗਾਂ ਨੂੰ ਸਾਫ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਦੇਖ ਸਕੋਗੇ ?

[ਨੋਟ– ਅਭਿਆਸ 9.29 ਅਤੇ 9.31 ਤੁਹਾਨੂੰ ਨਿਰਪੇਖ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਯੰਤਰ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਾਂਗੇ ।]

9.32 ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ -

(a) ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਅੱਖ ਤੇ ਕੌਣ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੱਖ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਫਿਰ ਕਿਹੜੇ ਅਰਥਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਆਵਰਧਕ ਲੈਂਜ ਕੋਈ ਆਵਰਧਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

(b) ਕਿਸੇ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਨੂੰ ਦੇਖਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰੇਖਕ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਲੈਂਜ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਕਰਕੇ ਰੱਖਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਪਿੱਛੇ ਲੈ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਬਦਲ ਜਾਵੇਗਾ ?

(c) ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਉਸ ਕੋਣ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉੱਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਦ ਸਾਨੂੰ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਈ ਸਮਰਥਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੋਂ ਕੋਣ ਰੋਕਦਾ ਹੈ ?

9.33 1.25cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ 5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲੈਂਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਚਾਹੀਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ) 30x ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਤੁਸੀਂ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਬਣਤਰ ਕਿਵੇਂ ਕਰੋਗੇ ?

9.34 ਕਿਸੇ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 140cm ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 5.0cm ਹੈ । ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜਦੋਂ -

(a) ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਬਣਤਰ ਆਮ ਹੈ (ਭਾਵ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ) ।

(b) ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ (25cm) ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

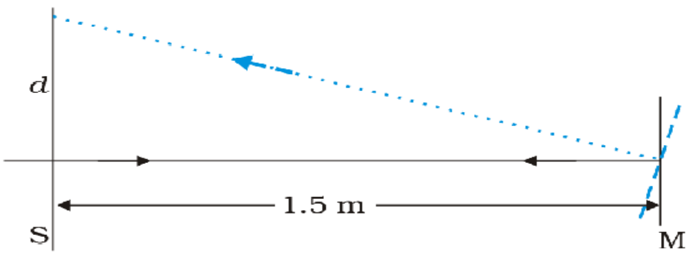
9.35 (a) ਅਭਿਆਸ 9.34(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਲਈ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ?

(b) ਜੇ ਇਸ ਦੂਰਬੀਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ 3km ਦੂਰ ਸਥਿਤ 100m ਉੱਚੇ ਮੀਨਾਰ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਮੀਨਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਉਚਾਈ ਕੀ ਹੈ ?

(c) ਜੇ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 25cm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਮੀਨਾਰ ਦੀ ਉਚਾਈ ਕੀ ਹੈ ?

9.36 ਕਿਸੇ ਕੈਸੇਗ੍ਰੇਨ ਦੂਰਬੀਨ ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 9.33 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦੋ ਦਰਪਣਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਦੂਰਬੀਨ ਵਿੱਚ ਦੋਨੋਂ ਦਰਪਣ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 20mm ਦੂਰ ਰੱਖੇ ਗਏ ਹਨ । ਜੇ ਵੱਡੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ 220mm ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ 140mm ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਰੱਖੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿੱਥੇ ਬਣੇਗਾ ?

9.37 ਕਿਸੇ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਤੇ ਲੰਬਵਤ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਚਿੱਤਰ 9.36) ਦਰਪਣ ਨਾਲ ਟਕਰਾਕੇ ਆਪਣਾ ਰਸਤਾ ਦੁਬਾਰਾ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੋਈ ਧਾਰਾ ਦਰਪਣ ਵਿੱਚ 3.5^0 ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ 1.5m ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤੀ ਚਿੰਨ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ ?



ਚਿੱਤਰ 9.36

9.38 ਚਿੱਤਰ 9.37 ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਮ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.50) ਕਿਸੇ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫਲਕ ਤੇ ਕਿਸੇ ਦ੍ਰਵ ਦੀ ਪਰਤ ਦੇ ਸਪਰੰਕ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਕੋਈ ਛੋਟੀ ਸੂਈ ਜਿਸਦੀ ਨੋਕ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਹੈ, ਅਕਸ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ ਉੱਪਰ-ਥੱਲੇ ਗਤੀ ਕਰਵਾਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸੂਈ ਦੀ ਨੋਕ ਦਾ ਉਲੱਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸੂਈ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਹੀ ਬਣੇ । ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸੂਈ ਦੀ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਦੂਰੀ 45.0cm ਹੈ। ਦ੍ਰਵ ਨੂੰ ਹਟਾਕੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਨਵੀਂ ਦੂਰੀ 30.0cm ਮਾਪੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਦ੍ਰਵ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ?

ਚਿੱਤਰ 9.37

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

9.1 V = -54 cm। ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ, ਉਲਟਾ ਅਤੇ ਵੱਡਾ। ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ 5.0cm ਹੈ। ਜਦੋਂ $u \rightarrow f$, $v \rightarrow \infty$, $u < f$ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਬਣੇਗਾ।

9.2 v = 6.7 cm। ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 5/9, ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ 2.5cm ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ $u \rightarrow \infty$; $v \rightarrow f$ (ਪਰ ਫੋਕਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਨਹੀਂ ਵਧਦਾ) ਜਦੋਂ ਕਿ $m \rightarrow 0$

9.3 1.33 ; 1.7cm

9.4 $n_{ga} = 1.51$; $n_{wa} = 1.32$ $n_{gw} = 1.144$; ਜਿਸ ਨਾਲ sin r = 0.6181 ਜਾਂ $r \cong 38^0$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

9.5 $r = 0.8 \times \tan i_c$ ਅਤੇ $\sin i_c = 1/1.33 \cong 0.75$, ਜਿਥੇ r ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਡੇ ਚੱਕਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਮੀਟਰ ਵਿਚ ਹੋ ਅਤੇ i_c ਪਾਣੀ-ਹਵਾ ਦੀ ਸਾਂਝੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਹੈ । ਖੇਤਰਫਲ = 2.6 m^2

9.6 $n \cong 1.53$ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਲਈ $D_m \cong 10^0$

9.7 R = 22cm

9.8 ਜਿਥੇ ਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ। u = +12cm (ਬਿੰਬ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਹੈ; ਆਭਾਸੀ)
(a) f = +20cm। ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ ਅਤੇ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 7.5cm ਦੂਰ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਹੈ।
(b) f = -16cm। ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ ਅਤੇ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 48cm ਦੂਰ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਹੈ।

9.9 v = 8.4cm। ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਸਿੱਧਾ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਈਜ਼ ਵਿਚ ਛੋਟਾ ਹੈ, ਸਾਈਜ਼ = 1.8cm। ਜਿਵੇਂ $u \rightarrow \infty$, $v \rightarrow f$ (ਪਰ f ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਨਹੀਂ ਜਾਂਦਾ ਜਦੋਂ ਕਿ $m \rightarrow 0$) । ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਜਦੋਂ ਵਸਤੂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਸ (f = 21cm) ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਦ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 10.5cm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ (ਅਨੰਤ ਤੇ ਨਹੀਂ ਬਣਦਾ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਗਲਤੀ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸੋਚ ਸਕਦਾ ਹੈ)

9.10 60cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਪਸਾਰੀ ਲੈਂਸ

9.11 **(a)** $v_e = -25$cm ਅਤੇ $f_e = 6.25$cm ਤੋਂ $u_e = -5$cm; $v_o = (15-5)$cm = 10cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $f_o = u_o = -2.5$cm; ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 20

(b) $u_o = -2.59$cm; ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 13.5

9.12 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਬਣਨ ਦੇ ਲਈ ਅੱਖ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ $= \frac{25}{2.5} + 1 = 11$; $|u_e| = \frac{25}{11}$ cm; v_o = 7.2cm ਵਖਰੇਵਾਂ = 9.47cm, ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 88

9.13 24; 150cm

9.14 **(a)** ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਣ = 1500

(b) ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਵਿਆਸ = 13.7cm

9.15 ਇੱਛਤ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ ਅਤੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਸੀਮਾ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੋ ।

(a) $f < 0$ (ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ; $u < 0$ ਬਿੰਬ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ)
(b) $f < 0$ ਦੇ ਲਈ; $u < 0$
(c) $f < 0$ (ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ) ਅਤੇ $u < 0$
(d) $f < 0$ (ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ); $f < u < 0$

9.16 ਪਿੰਨ 5.0cm ਉਪਰ ਉੱਠੀ ਹੋਈ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਣ ਆਰੇਖ ਦੁਆਰਾ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉੱਤਰ ਕੱਚ ਦੇ ਗੁਟਕੇ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ (ਛੋਟੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਲਈ)

9.17 **(a)** $\sin i_e = \frac{1.44}{1.68}$ ਜਿਸ ਤੋਂ $i_c = 59^0$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਪੂਰਣ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ $i > 59^0$ ਜਾਂ $r < r_{max} = 31^0$ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਹੁਣ, $(\sin i_{max}/\sin r_{max}) = 1.68$, ਜਿਸ ਤੋਂ i_{max} 60^0 ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਣ ਦੀ ਰੇਂਜ $0 < i < 60^0$ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਣਾਂ ਦਾ ਪਾਈਪ ਵਿਚ ਪੂਰਣ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਵੇਗਾ (ਜੇ ਪਾਈਪ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ i ਤੇ ਨਿਮਨ ਸੀਮਾ ਪਾਈਪ ਦੇ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੋਵੇਗੀ)।

(b) ਜੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਆਵਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਜੋਂ $i_c = \sin^{-1}(1/1.68) = 36.5^0$ ।ਹੁਣ, $i = 90^0$ ਦੇ ਲਈ $r = 36.5^0$ ਅਤੇ $i^1 = 53.5^0$ ਹੋਣਗੇ, ਜੋ i_c ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ ।ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ (ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਸਾਰੀਆਂ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨਾਂ) $(53.5^0 < i < 90^0)$ ਪੂਰਵ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ।

9.18 **(a)** ਕਿਸੇ ਸਮਤਲ ਜਾਂ ਉਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ 'ਪਿਛੇ' ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਕਿਰਣਾਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿਚ ਕੋਈ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਜਾਂ ਉਤੱਲ ਦਰਪਣ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਉਚਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਣ ਆਰੇਖ ਖਿਚ ਕੇ ਖ਼ੁੱਦ ਨੂੰ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰੋ।
(b) ਜਦੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਣਾ ਅਪਸਾਰੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਪਸਾਰੀ ਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਸ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਪਰਦੇ ਤੇ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨੇਤਰ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਲੈਂਸ ਠੀਕ ਇਹੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਲੈਂਸ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਥੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਸਥਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਕੋਈ ਅਪਵਾਦ ਨਹੀਂ ਹੈ।
(c) ਬਹੁਤ ਲੰਬਾ
(d) ਲਗਭਗ ਲੰਬ ਰੂਪ ਵਿਚ ਦੇਖਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਤਿਰਛੇ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਗਹਿਰਾਈ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਣ ਆਰੇਖ ਖਿਚ ਕੇ ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਖ਼ੁੱਦ ਸਵਿਕਾਰ ਕਰੋ।
(e) ਹੀਰੇ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਲਗਭਗ 2.42 ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਧਾਰਨ ਕੱਚ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ (ਲਗਭਗ 1.5) ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੀਰੇ ਦਾ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਲਗਭਗ 24^0 ਹੈ ਜੋ ਕੱਚ ਦੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਕੋਈ ਹੀਰੇ ਨੂੰ ਤਰਾਸ਼ਣ ਵਾਲਾ ਸਮਰਥ ਵਿਅਕਤੀ ਆਪਤਣ ਕੋਣ (ਹੀਰੇ ਦੇ ਅੰਦਰ) ਦੀ ਵੱਡੀ ਰੇਂਜ 24^0 ਤੋਂ 90^0 ਦਾ ਲਾਭ ਇਹ ਯਕੀਨੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਢੁੱਕਵਾਂ ਹੈ ਕਿ ਹੀਰੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਈ ਫਲਕਾਂ ਤੋਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀਰੇ ਦਾ ਚਮਕਦਾਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

9.19 ਪਰਦੇ ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਵਿਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਦੂਰੀ s ਦੇ ਲਈ, ਲੈਂਸ ਸਮੀਕਰਨ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ u ਅਤੇ v ਦੇ ਲਈ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹਲ ਪ੍ਰਦਾਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ, ਜਦੋਂ f ਦਾ ਮਾਨ s/4 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $f_{max} = 0.75m$

9.20 21.4cm

9.21 (a) (i) ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਉਤਲ ਲੈਂਸ ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਦ $f_1 = 30cm$, $u_1 = -\infty$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $v_1 = +30cm$ । ਇਹ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੂਸਰੇ ਲੈਂਸ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। $f_2 = -20cm$, $u_2 = +(30-8)cm = +22cm$, ਜਿਸ ਤੋਂ $v_2 = -220cm$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਾਂਤਰ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਦੋ ਲੈਂਸਾ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 216cm ਦੂਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਪਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਸ ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਂ $f_1 = -20cm$, $u_1 = -\infty$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $v_1 = -20cm$ । ਇਹ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੂਸਰੇ ਲੈਂਸ ਦੇ ਲਈ ਵਾਸਤਵਿਕ ਬਿੰਬ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । $f_2 = +30cm$, $u_2 = -(20+8)cm = -28cm$ ਤੋਂ $v_2 = -420cm$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਦੋ ਲੈਂਸਾ ਦੇ ਤੰਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ 416cm ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਪਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਉੱਤਰ ਇਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਲੈਂਸ ਤੰਤਰ ਦੇ ਕਿਸ ਪਾਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। *ਨਾਲ ਹੀ, ਸਾਡੇ ਨੇੜੇ ਕੋਈ ਅਜਿਹੀ ਸਰਲ ਲੈਂਸ ਸਮੀਕਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਸਾਰੇ u (ਅਤੇ v) ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ, ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਸੱਚ ਹੋਵੇ। (ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕ f_1 ਅਤੇ f_2 ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਲੈਂਸਾ ਦੇ ਵਿਚ ਵਖਰੇਵਾਂ ਦੂਰੀ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।)* ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੀ ਧਾਰਨਾ, ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤੰਤਰ ਦੇ ਲਈ ਅਰਥਪੂਰਣ ਪ੍ਰਤੀਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

(b) $u_1 = -40cm$, $f_1 = 30cm$ ਤੋਂ $v_1 = 120cm$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਹਿਲੇ (ਉਤਲ) ਲੈਂਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ = 120/40 = 3u_2 = + (120-8)cm = +112cm (ਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ) $f_2 = -20cm$ ਤੋਂ $v_2 = -112 \times 20/92$ cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
ਅਰਥਾਤ ਦੂਸਰੇ (ਅਵਤਲ) ਲੈਂਸ ਦੇ ਕਾਰਨ
ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ = 20/92 ਵਡਦਰਸ਼ਣ ਦਾ ਨੇਟ ਪਰਿਮਾਣ =3 × (20/92) = 0.652 ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ = 0.652 × 1.5cm = 0.98cm

9.22 ਜੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਵਿਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਣ ਦੂਸਰੇ ਫਲਕ ਤੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ i_c ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ, ਪਹਿਲੇ ਫਲਕ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ r ਦਾ ਮਾਨ $(60^0 - i_c)$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
ਹੁਣ $i_c = \sin^{-1}(1/1.524) \cong 41^0$
ਇਸ ਲਈ $r = 19^0$ ਅਤੇ $\sin i = 0.4965$ ਅਤੇ $i = \sin^{-1} 0.4965 \cong 30^0$

9.23 ਸਮਾਨ ਕੱਚ ਦੇ ਬਣੇ ਦੋ ਸਰਬਸਮ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਜੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਹ ਕੱਚ ਦੀ ਸਲੈਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਣਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨਾ ਤਾਂ ਵਿਚਲਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ; ਪਰੰਤੂ ਪੁੰਜ ਦਾ ਸਿਰਫ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(a) ਬਿਨਾਂ ਵਿਖੇਪਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਵਿਚਲਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ ਕ੍ਰਾਉਨ ਕੱਚ ਦਾ ਇਕ ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਲਓ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਢੁਕਵੇਂ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦਾ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਚੁਣੋ [ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ (ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ) ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਾਉਣ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਲਓ ਕਿਉਂਕਿ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਧ ਵਿਖੇਪਣ ਕਰਦਾ ਹੈ] । ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਉਲਟਾ ਰੱਖਣ ਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਵਿਖੇਪਣ ਨੂੰ ਕੈਂਸਲ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ।

(b) ਬਿਨਾਂ ਵਿਚਲਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਲਈ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕਰੋ (ਵੱਧ ਅਤੇ ਵੱਧ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦੇ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਲੈ ਕੇ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੋ) ਤਾਂਕਿ ਦੋਨਾਂ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਚਲਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹੋਣ। (ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕ੍ਰਾਉਨ ਕੱਚ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਜੇ ਵੀ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਾਉਣ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਵਰਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਯੋਜਨ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਇਛਤ ਉਦੇਸ਼ ਲਈ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਵਿਵਸਥਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ।

9.24 ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਅੱਖ ਆਪਣੀ ਨਿਊਨਤਮ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਸਮਰਥਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਮਰਥਾ (40+20) ਡਾਈਆਪਟਰ = 60 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਰੈਟੀਨਾ ਅਤੇ ਕਾਰਨੀਆਂ ਅੱਖ ਲੈਂਸ ਦੇ ਵਿਚ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਦੀ ਸਥੂਲ ਧਾਰਨਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ : (5/3)cm । ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨੇੜੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ($u = -25$cm) ਤੇ ਫੋਕਸ ਕਰਕੇ ਰੈਟੀਨਾ ($v = 5/3$cm) ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ $[1/25 + 3/5]^{-1} = 25/16$cm ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਹ 64 ਡਾਇਆਪਟਰ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਤਦ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ (64–20) ਡਾਈਆਪਟਰ =24 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੈ। ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਦੀ ਰੇਂਜ ਲਗਭਗ 20 ਤੋਂ 24 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

9.25 ਨਹੀਂ। ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ (ਸ਼ਕਤੀ) ਨਾਰਮਲ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਉਸ ਵਿਚ *ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਜਾਂ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ* ਦੋਸ਼ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਅੱਖ ਦੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਅਤੇ ਪਿੱਛੇ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੋਣ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਵੀ ਆਪਣੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਨੇਤਰ ਗੋਲਕ ਦੀ ਆਪਣੀ ਲੰਬਾਈ ਨਾਰਮਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਆਪਣੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਗੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ (ਜਿਵੇਂ ਉਮਰ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਨਾਰਮਲ ਨੇਤਰ ਵਿਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੋ) ਤਦਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ 'ਦੋਸ਼' ਨੂੰ ਪਰੈਸਬਾਇਓਪੀਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਨਿਦਾਨ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

9.26 ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ 100cm ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਉਸਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਆਮ ਕਰਕੇ (ਲਗਭਗ 25cm) ਹੋ ਸਕਦਾ ਸੀ । ਚਸ਼ਮਾ ਲਗਾਉਣ ਤੇ ਅਨੰਤ ਤੇ ਰਖੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ 100cm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਅਰਥਾਤ ਜੋ ਕਿ (ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਚਸ਼ਮੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ) 100cm ਅਤੇ 25cm ਦੇ ਵਿਚ ਹਨ, ਤਾਂ ਵਿਅਕਤੀ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਕਸਰ ਇਸ ਯੋਗਤਾ ਵਿਚ ਵੱਧ ਉਮਰ ਹੋਣ ਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਹਾਨੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਪਰੈਸਬਾਈਓਪੀਆ)। ਅਜਿਹੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ 50cm ਦੂਰ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਦੇਖਣ ਲਈ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ +2 ਡਾਈਆਪਟਰ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਚਸ਼ਮੇ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ।

9.27 ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ (Astigmatism) ਨਾਮਦਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਅਪਵਰਤੀ ਤੰਤਰ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਵਿਚ ਦੋਸ਼ (ਕਾਰਨੀਆਂ + ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ) ਹੋਣ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। [ਅੱਖ ਆਮ ਕਰਕੇ ਗੋਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਇਸਦੀ ਵੱਖਰੇ ਤਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵਕ੍ਰਤਾ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਕਾਰਨੀਆ ਗੋਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ]। ਵਰਤਮਾਨ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ, ਖੜੇਦਾਅ ਤਲ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਕਾਫੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਖੜੇਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਰੇਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿਚ ਵਕ੍ਰਤਾ ਕਾਫੀ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਖਿਤਿਜ ਧਾਰੀਆਂ ਧੁੰਧਲੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਲਈ ਖੜੇਦਾਅ ਧੁਰੇ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਵਲ ਦੇ ਸਿਲੰਡਰੀ ਲੈਂਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਖੜੇਦਾਅ ਤਲ ਦੀਆਂ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨਾਂ ਵਿਚ ਕੋਈ ਫਾਲਤੂ ਅਪਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ, ਪਰ ਜੋ ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿਚ ਹੈ, ਜੇ ਸਿਲੰਡਰੀ ਸਤਹਿ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਦੀ ਚੋਣ ਉਚਿਤ ਢੰਗ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਿਲੰਡਰੀ ਲੈਂਸ ਦੀ

ਵਕ੍ਰੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਉਹ ਇੱਛਤ ਢੰਗ ਨਾਲ ਫਾਲਤੂ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ।

9.28 (a) ਨਿਕਟਤਮ ਦੂਰੀ = $4\frac{1}{6}$cm ≈ 4.2cm ਅਤੇ ਦੂਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਦੀ ਦੂਰੀ = 5cm

(b) ਅਧਿਕਤਮ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = [25/(25/6)] = 6; ਨਿਊਨਤਮ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = [25/5] = 5

9.29 (a) $\frac{1}{v}+\frac{1}{9}=\frac{1}{10}$, ਅਰਥਾਤ v = -90cm ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ = 90/9 = 10

ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਵਰਗ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ = $10 \times 10 \times 1\ mm^2 = 100mm^2 = 1cm^2$

(b) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 25/9 = 2.8

(c) ਨਹੀਂ, ਕਿਸੇ ਲੈਂਸ ਦੁਆਰਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰ ਦਾ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਜਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ) ਦੋ ਵੱਖ–ਵੱਖ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਹਨ। ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ (ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੇ ਵੱਡਾ ਹੋਣ ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)। ਅਤੇ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ (ਜਦੋਂ ਕਿ ਉਸ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ 25cm ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ), ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ |v/u| ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (25/|u|) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਿਰਫ ਉਦੋਂ ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ |v| = 25cm ਤੇ ਹੈ ਤਾਂ ਸਿਰਫ ਤਾਂ ਹੀ ਦੋਨੋਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

9.30 (a) ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੇ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (25cm) ਤੇ ਬਣਨ ਤੇ ਅਧਿਕਤਮ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ u = -7.14cm

(b) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ =(25/|u|) = 3.5

(c) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ = 3.5 ਹਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ 25cm ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

9.31 ਵਡਦਰਸ਼ਨ $\sqrt{(6.2511)} = 2.5$

v = + 2.5 u; ਇਸ ਲਈ $+\frac{1}{2.5u}-\frac{1}{u}=\frac{1}{10}$

ਜਾਂ u = -6cm |v| = 15cm

ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (25cm) ਤੋਂ ਵੀ ਨੇੜੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੇਤਰ ਤੋਂ ਸਾਫ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ।

9.32 (a) ਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਨਿਰਪੇਖ ਸਾਈਜ਼ ਵਸਤੂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਵੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਵੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਮੈਗਨੀਫਾਈਂਗ ਲੈਂਸ ਸਾਡੀ ਇਸ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ : ਜੇ ਮੈਗਨੀਫਾਈਂਗ ਲੈਂਸ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਵਸਤੂ 25cm ਤੋਂ ਘਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਹੀਂ ਰੱਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ; ਮੈਗਨੀਫਾਈਂਗ ਲੈਂਸ ਹੋਣ ਤੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਈਜ਼ 25cm ਦੂਰ ਰੱਖਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਿਤੇ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੇ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਜਾਂ ਉਪਲਬਧ ਕਰਨ ਦਾ ਇਹੀ ਅਰਥ ਹੈ।

(b) ਹਾਂ, ਇਹ ਥੋੜਾ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਨੇਤਰ ਤੇ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਲੈਂਸ ਤੇ ਬਣੇ ਕੋਣ ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਿਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। [ਨੋਟ: ਜਦੋਂ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਲੈਂਸ ਨਾਲੋਂ ਵਖਰਾ ਰਖਦੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਪਹਿਲੀ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਇਸਦੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਬਣੇ ਕੋਣ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ।]

(c) ਪਹਿਲੀ ਗਲ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਸਾਂ ਦੀ ਘਿਸਾਈ ਸੋਖੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸ ਨਾਲੋਂ ਬਹੁਤ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਘਟ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਇਸ ਨਾਲ ਪੱਥ ਭ੍ਰਿਸਟਤਾ (aberrations) (ਗੋਲਾਈ ਜਾਂ ਵਰਣ) ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਇਸ ਲਈ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਉੱਤਲ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 3 ਜਾਂ ਵੱਧ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਨਹੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਐਪਰ, ਕਿਸੇ ਪੱਥ ਭ੍ਰਿਸਟਤਾ ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਲੈਂਸ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਇਸ ਸੀਮਾ ਨੂੰ 10 ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਨੇੜਲੇ ਕਾਰਕ ਨਾਲ ਵਧ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ।

(d) ਕਿਸੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ $[(25/fe) + 1]$ (fe cm ਵਿਚ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਮਾਨ ਵਿਚ f_e ਦੇ ਘਟਨ ਤੇ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਫਿਰ ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ $\frac{v_o}{|u_o|} = \frac{1}{(|u_o|/f_o) - 1}$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ $|u_0|$, f_o ਤੋਂ ਕੁਝ ਵੱਧ ਹੋਵੇ । ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ $|u_0|$, ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ f_o ਵੀ ।

(e) ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਨੂੰ 'ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ' ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੀਆਂ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਵਿਚੋਂ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਇਕ ਆਦਰਸ਼ ਸਥਿਤੀ ਹੈ । ਜੇ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਰਖੀਏ ਤਾਂ ਨੇਤਰਿਕਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰ ਸਕੇਗੀ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗਾ ਜੇ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਤੇ ਰਖੀਏ ਅਤੇ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਦੀ ਪੁਤਲੀ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਜਾਂ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰ ਲਵੇਗਾ । ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਦਾ ਬਿਲਕੁਲ ਠੀਕ ਸਥਾਨ ਆਮ ਕਰਕੇ ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਅਤੇ ਨੇਤਰੀਕਾ ਦੇ ਅੰਤਰਾਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਤੋਂ, ਇਸਦੇ ਇਸ ਸਿਰੇ ਤੇ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਲਗਾ ਕੇ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਨੇਤਰ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਮੱਧ ਆਦਰਸ਼ ਦੂਰੀ ਯੰਤਰ ਦੇ ਡਿਜਾਇਨ ਵਿਚ ਲੁਕੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

9.33 ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਸਾਧਾਰਨ ਵਰਤੋਂ ਵਿਚ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ 25cm ਤੇ ਹੈ ।
ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 25/5 + 1 = 6 ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 30/6 = 5, ਇਸ ਲਈ $1/5u_0 - 1/u_0 = 1/1.25$ ਜਿਸ ਤੋਂ $u_o = -1.5$cm; $v_o = 7.5$cm; $|u_e| = (25/6)$cm = 4.17cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਵਿਚ ਦੂਰੀ (7.5 + 4.17)cm = 11.67cm ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਛੱਤ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਤੋਂ 1.5m ਦੂਰ ਰਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

9.34 (a) $m = (f_o/f_e) = 28$

(b) $m = f_o/f_e[1 + f_o/25] = 33.6$

9.35 (a) $f_o + f_e = 145$cm

(b) ਮਿਨਾਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਕੋਣ = (100/3000) = (1/30)rad; ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਨਾਲ ਬਣਿਆ ਕੋਣ = h/f_o = 140cm । ਦੋਨਾਂ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾਂ ਕਰਨ ਤੇ h = 4.7cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

(c) ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 6 ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੀ ਉਚਾਈ = 28cm

9.36 ਵੱਡੇ ਦਰਪਣ (ਅਵਤਲ) ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ (ਉਤਲ) ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਅਨੰਤ ਤੇ ਰਖੇ ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨਾਂ, ਵੱਡੇ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 110mm ਦੂਰ ਫੋਕਸ ਕੀਤੀਆਂ ਹੋਣਗੀਆਂ । ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੀ ਦੂਰੀ = (110-20) = 90mm ਹੋਵੇਗੀ । ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 70mm ਹੈ । ਦਰਪਣ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 415mm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

9.37 ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਕੋਣ ਤੋਂ ਦੁਗਣੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ $d/1.5 = \tan 7^0$; d = 18.4cm

9.38 n = 1.33

ਅਧਿਆਇ 10

ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ (Wave optics)

10.1 ਭੂਮਿਕਾ (Introduction)

ਸੰਨ 1637 ਵਿੱਚ ਦਕਾਰਤੇ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣੀ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਸਨੇਲ (Snell) ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪਤ ਕੀਤਾ।ਇਸ ਮਾਡਲ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਅੰਤਰਗਪ੍ਰਸ਼ਠ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪਰਵਾਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ।ਕਣੀ ਮਾਡਲ ਨੇ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਕੀ ਜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ (ਅਪਵਰਤਨ ਸਮੇਂ) ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ ।ਆਈਜਕ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਕਿਤਾਬ ਆਪਟਿਕਸ (opticks) ਵਿਚ ਹੋਰ ਜਿਆਦਾ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਬਹੁਤ ਲੋਕਪ੍ਰਿਯਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਣਿਕਾ ਮਾਡਲ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਅਕਸਰ ਨਿਊਟਨ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਸੰਨ 1678ਵਿੱਚ ਡੱਚ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਕ੍ਰਿਸਟਾੱਨ ਹਾਈਗੇਨਸ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ -ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ।ਅਸੀ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ; ਜਦਕਿ ਇਸਨੇ ਭਵਿਖਬਾਣੀ ਕੀਤੀ ਕਿ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਕਤ ਜੇ ਤਰੰਗ ਅਭਿਲੰਬ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ ।ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਨਿਕਾ ਮਾਡਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਵਕਤ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਸੰਨ 1850 ਵਿੱਚ ਫੁਕੋ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਜਲ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਦੀ ਭਵਿੱਖਵਾਨੀ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕੀਤੀ ਗਈ।

ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸਹਿਜੇ ਹੀ ਸਵੀਕਾਰ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਕਾਰਨ ਇਹ ਵੀ ਸੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਗਮਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਮਹਿਸੂਸ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋ ਦੂਜੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਜਾਣ ਲਈ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਹਾਲਾਕਿ ਜਦੋਂ ਟਾਮਸ ਯੰਗ ਨੇ ਸੰਨ 1801 ਵਿਚ ਆਪਣਾ ਵਿਅਤੀਕਰਣ ਸੰਬੰਧੀ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਤਦ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਹੋ ਗਿਆ ਕਿ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੁਭਾਅ ਤਰੰਗ ਰੂਪੀ ਹੈ। ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਇਹ ਅਤਿਅੰਤ ਛੋਟੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 0.54m ਹੈ। ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਛੋਟੀ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ (ਆਮ ਦਰਪਣਾਂ ਅਤੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿਚ ਚੱਲਦਾ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਜਿਆਮਿਤਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਖੇਤਰ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਸੀ ਅਧਿਆਇ-9 ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੀ ਉਹ ਸ਼ਾਖਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਪਰਿਮਿਤਾ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਜਿਆਮਿਤਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਉਰਜਾ ਪ੍ਰਸਾਰ ਦੇ ਉਸ ਰਸਤੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਮਾਨ ਜੀਰੋ ਦੇ ਵੱਲ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ।

ਸੰਨ 1801 ਵਿੱਚ ਟਾਮਸ ਯੰਗ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਅਗਲੇ ਲਗਭਗ 40 ਸਾਲਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਤਰਨ ਸੰਬੰਧੀ ਅਨੇਕਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦਾ ਸ਼ਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉੱਨੀਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਲਗਭਗ ਅੱਧ ਤੱਕ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਭਲੀ -ਭਾਂਤ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਗਿਆ ਜਾਪਦਾ ਸੀ। ਸਭ ਤੋ ਵੱਡੀ ਔਖ ਉਸ ਮਨੌਤ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੀ ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਹ ਸਮਝਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ ਕਿ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਫਿਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਕਿਵੇਂ ਚੱਲ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ? ਇਸਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਮੈਕਸਵੈਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਬੰਧੀ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਪੇਸ਼ ਕਰਨ ਨਾਲ ਹੋ ਸਕੀ ।

ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁਬੰਕਤਾ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਸੈੱਟ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਹੋਂਦ ਦੀ ਭੱਵਿਖਵਾਣੀ ਕੀਤੀ । ਮੈਕਸਵੈਲ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ, ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰ ਸਕੇ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪਾਇਆ ਕਿ ਤਰੰਗ ਵੇਗ ਦਾ ਇਹ ਸਧਾਂਤਕ ਮਾਨ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੇ ਮਾਪੇ ਗਏ ਮਾਨ ਦੇ ਅਤਿ ਨਿਕਟ/ਨੇੜੇ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਰੂਰ ਹੀ ਬਿਜਲ ਚੁਬੰਕੀ ਤਰੰਗ ਹੈ, ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੈਕਸਵੈਲ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁਬੰਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਹਨ। ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਸਮਾਂ ਅਤੇ ਅਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਵੀ ਬਿਜਲ ਚੁਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ (ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ) ਦਾ ਸੰਚਰਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਮੂਲ ਸੂਤਰੀਕਰਣ ਤੇ ਵਿਚਾਰ-ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕਰਾਂਗੇ ।ਅਨੁਛੇਦ 10.4 ਅਤੇ 10.5 ਅਸੀ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਹਾਈਗੇਨਜ਼-ਫਰੇਨੇਲ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਅੰਤ ਵਿਚ ਅਨੁਛੇਦ 10.7 ਵਿਚ ਅਸੀ ਧਰੁਵਣ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿਚ ਵਿਚਾਰ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਹਨ।

* ਲਗਭਗ ਸੰਨ 1864 ਵਿਚ ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਬਿਜਲ ਚੁਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਕੀਤੀ ; ਇਸਦੇ ਕਾਫੀ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ (ਲਗਭਗ 1890 ਵਿੱਚ) ਹੈਨਰੀ ਹਰਟਜ ਨੇ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿਚ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕੀਤੀਆਂ ਜਗਦੀਸ਼ ਚੰਦਰ ਬੋਸ ਅਤੇ ਮਾਰਕੋਨੀ ਨੇ ਹਰਟਜ਼ ਦੀਆ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ।

ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ?

ਕਲਾਸ ਛੇਵੀਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ; ਕਲਾਸ 12 ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਕੀ ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ?

ਸਕੂਲ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇੱਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਬਰੀਕ ਛੇਦ ਹੋਏ ਤਿੰਨ ਗੱਤੇ ਲੈਂਦੇ ਹੋ , ਇਕ ਪਾਸੇ ਮੋਮਬੱਤੀ ਰੱਖਕੇ ਦੂਜੀ ਪਾਸੇ ਤੋ ਦੇਖਦੇ ਹੋ । ਜੇ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਅਤੇ ਤਿੰਨੋ ਛੇਕ ਇਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਹਨ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਨੂੰ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਜੇ ਕਿਸੇ ਇਕ ਨੂੰ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਵੀ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਆਪ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਪਾਉਂਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਤੁਹਾਡੇ ਅਧਿਆਪਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਇਕ ਇਹ ਸਿੱਧ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਚਲਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਕਿਤਾਬ ਵਿੱਚ ਲਗਾਤਾਰ ਦੋ ਆਧਿਆਇ (9 ਅਤੇ 10) ਹਨ, ਇਕ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਤੇ ਦੂਜਾ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਤੇ। ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਸੰਚਾਰਣ ਤੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਦਰਪਣਾਂ, ਲੈਨਜਾਂ, ਪਰਾਵਰਤਨ, ਅਪਵਰਤਨ ਆਦਿ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਤੁਸੀਂ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਅਧਿਆਇ ਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹੋ ਜਿਥੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੱਸਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੋ ਮੁੜ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਵਿੱਚ ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਵਿਘਨ ਵਰਗੀਆਂ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ ਅੱਧਾ ਮਾਇਕਰੋ-ਮੀਟਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਦੇ ਰਾਸਤੇ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਇਸੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਰੁਕਾਵਟ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਉੱਪਰ ਮੁੜ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਦਿਖਾਈ ਦੇ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ ਮਾਈਕਰੋਮੀਟਰ ਆਕਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਰੁਕਾਵਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਰੋਕ ਨਹੀ ਸਕੇਗੀ । ਜੇ ਰੁਕਾਵਟ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਹੈ ਤਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਧਰ ਉਧਰ ਮੁੜ ਨਹੀਂ ਸਕੇਗਾ ਅਤੇ ਦੂਜੀ ਪਾਸੇ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦੇਵੇਗੀ। ਇਹ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਆਮ ਗੁਣ ਹੈ ਅਤੇ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੀ ਅਵਾਜ਼ ਦੀ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 50ਸੈ.ਮੀ ਤੋ 1 ਮੀ ਤੱਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਜੇ ਇਸਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਮੀਟਰ ਆਕਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਰੁਕਾਵਟ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਇਸਦੇ ਇੱਧਰ- ਉੱਧਰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਪਹੁੰਚ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਜੇ ਇਸਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੱਡੀ ਰੁਕਾਵਟ (ਲਗਭਗ 100 ਮੀ ਤੋਂ ਵੱਧ) ਜਿਵੇਂ ਕੋਈ ਪਹਾੜੀ ਆਦਿ

ਆਉਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦਾ ਵੱਡਾ ਹਿੱਸਾ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਗੂੰਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੁਣਦਾ ਹੈ।

ਤਦ ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸਕੂਲ ਵਿਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਕੀ ਹੋਇਆ? ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਉੱਥੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗਤੇਂ ਨੂੰ ਖਿਸਕਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਸਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕੁੱਝ ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ.ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋ ਬਹੁੱਤ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਕੋਈ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀ ਦੇਂਦੀ । ਜੇ ਅਸੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗੱਤੇ ਨੂੰ ਇੱਕ ਮਾਇਕਰੋਮੀਟਰ ਜਾਂ ਇਸਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਸਕੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ ।

ਇਸ ਬਕਸੇ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵਾਕ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਜੋੜ ਸਕਦੇ ਹੋ, ਵੱਡੇ ਹੋਣ ਤੇ ਇਹ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਮੁੜਿਆ ਕਿਵੇਂ ਜਾਵੇ।

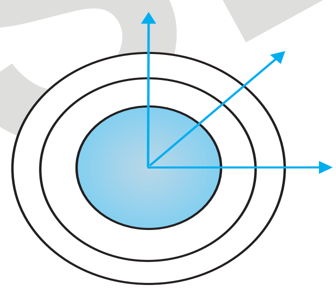
10.2 ਹਾਈਗਨਸ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ (HUYGENS PRINCIPLE)

ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ (wave front) ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਤ ਕਰਾਂਗੇ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸ਼ਾਂਤ ਪਾਣੀ ਦੇ ਤਲਾਬ ਵਿੱਚ ਇਕ ਛੋਟਾ ਪੱਥਰ ਸੁੱਟਦੇ ਹਾਂ ਤਦ ਪ੍ਰਭਾਵ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਤਰੰਗਾ ਫੈਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਪਲ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਉਹਨਾਂ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਛੱਲਿਆਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਵੇਗਾ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਉਪਰ ਬੇਚੈਨੀ ਵੱਧ ਤੋ ਵੱਧ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂ ਸਮਾਨ / ਇੱਕਸਾਰ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਉਹ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਇਕ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹਨ। ਇਕ

ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਅਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਗਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਨੂੰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਤਰੰਗ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਚਲਦੀ ਹੈ।

ਜੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਹਰੇਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ , ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਆਯਾਮ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ ਜੋ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਕੰਪਨ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 10.1(a) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਦੂਰੀ ਤੇ, ਗੋਲੇ ਦਾ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਭਾਗ ਸਮਤਲ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 10. 1 (b)।

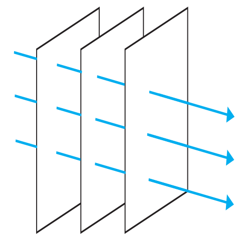
ਹੁਣ ਜੇ ਸਾਨੂੰ $t=0$ ਤੇ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ $t=c$ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਗਨਜ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਕ ਜਿਆਮਿਤੀ ਰਚਨਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਜੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਦਿੱਤੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ, ਤੇ ਅਸੀਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਆਉ ਇੱਕ ਅਪਸਰਿਤ ਤਰੰਗ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਅਤੇ ਮੰਨ ਲਓ ਇੱਕ F_1, F_2, $t = 0$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦੇ ਇਕ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.2)। ਹੁਣ ਹਾਈਗਨਜ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡਰੀ ਉਤੇਜਨਾ ਦਾ ਸਰੋਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆ ਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਉਰਸਿਕਾਵਾਂ ਤਰੰਗ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹਰੇਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਫੈਲਦੀਆ ਹਨ। ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਇਹਨਾਂ ਉਰਸਿਕਾਵਾਂ (ਲਹਿਰਾਂ) ਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਲਹਿਰਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਪਰਸ਼ ਸਤ੍ਹਾ ਖਿੱਚੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਨਵੀ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 10.1(a) ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋ ਨਿਕਲਦੀ ਹੋਈ ਇਕ ਅਪਸਰਿਤ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਅਸੀ $t = \tau$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ τ ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਗੋਲੇ ਖਿਚਾਂਗੇ, ਜਿਥੇ υ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰਿਆਂ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸ਼ਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ ਖਿਚੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ $t = \tau$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਨਵੀਂ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਚਿੱਤਰ 10.2 ਵਿੱਚ G_1G_2 ਦੁਆਰਾ ਵਿਖਾਇਆ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਫਿਰ ਤੋਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ 0ਹੈ। ਉਪਰੋਕਤ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੋਸ਼ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਪਿੱਛਲੇ ਤਰੰਗ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 10.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਹਾਈਗਨਜ਼ ਨੇ ਇੱਕ ਤਰਕ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕੀ ਅੱਗੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੈਕੰਡਰੀ ਤਰੰਗਕਾਵਾਂ ਦਾ ਆਯਾਮ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਿੱਛੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 10.1(b) ਸਰੋਤ ਤੋ ਬਹੁੱਤ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀ ਤੇ ,ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦਾ ਛੋਟਾ ਹਿੱਸਾ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਮੰਨਿਆ ਜਾਦਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਐਡਹਾਕ ਕਲਪਨਾ ਨਾਲ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ ਪਿੱਛੇ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਗੈਰ ਮੋਜੂਦਗੀ ਨੂੰ ਸਮਝਾ ਸਕੇ । ਹਾਲਕਿ ਇਹ ਐਡਹਾਕ ਕਲਪਨਾ ਸੰਤੋਸ਼ਜ਼ਨਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਪਿੱਛੇ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਗੈਰ ਮੋਜੂਦਗੀ ਦਾ ਅਸਲ ਸੱਚ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਕ ਹੋਰ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਹਾਇਗੇਨਜ਼ ਦੇ ਸ਼ਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 10.3)।

ਚਿੱਤਰ 10.2—F_1F_2 ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ $t = 0$ ਸਮੇਂ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ F_1F_2 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆ ਸੈਕੰਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂਕਾਵਾਂ ਦਾ ਗਿਲਾਫ ਅੱਗੇ ਵੱਧਦੇ ਹੋਏ ਅਗ੍ਰਭਾਗ F_1F_2 ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਿੱਛਲੀ ਤਰੰਗ D_1D_2 ਮੋਜੂਦ ਨਹੀ ਹੁੰਦੀ ।

ਚਿੱਤਰ 10.3 ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਹਾਇਗਨਜ਼ ਦਾ ਜਿਆਮਿਤੀ ਨਿਰਮਾਣ . F_1 F_2 $t = 0$ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਹੈ ਅਤੇ $G_1G_2\tau$. ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਦਾ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਹੈ । ਰੇਖਾਵਾਂ A_1A_2, B_1B_2 ਆਦਿ F_1F_2 ਅਤੇ G_1G_2 ਕੋਨਾਂ ਦੇ ਲੰਬਤਵ ਹਨ ਅਤੇ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

10.3 ਹਾਇਗਨਜ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ (REFRACTION AND REFLECTION OF PLANE WAVES USING HUYGENS PRINCIPLE)

10.3.1 ਸਮਤਲ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction of plane waves)

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਹਾਇਗਨਜ਼ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰਾਂਗੇ। ਮੰਨ ਲਓ PP′ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 10.4) ਮੰਨ ਲਓ v_1 ਅਤੇ v_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ 2 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ

ਕਿ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ AB, A′A ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ $\angle i$ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ BC ਦੂਰੀ ਚੱਲਣ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ c ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ $BC = \quad v_1\tau$

(ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ)

(ਮਾਧਿਅਮ 1)

(ਮਾਧਿਅਮ 2)

(ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ)

ਚਿੱਤਰ 10.4 ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗਅਗ੍ਰਭਾਗ AB ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ PP′ ਤੇ ਕੋਣ i ਬਣਾਉਦੇ ਹੋਏ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ CE ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਚਿੱਤਰ $v_2 < v_1$ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗਾਂ ਅਭਿਲੰਬ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀਆਂ ਹਨ।

ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀ ਬਿੰਦੂ A ਤੋਂ $v_2\tau$ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਇੱਕ ਗੋਲਾ ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ (ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ v_2 ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ CE ਬਿੰਦੂ C ਤੋਂ ਗੋਲੇ ਤੇ ਖਿੱਚੇ ਗਏ ਸਪੱਰਸ਼ੀ ਤਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਤਦ , $AE = v_2\,\tau$ ਅਤੇ CE ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਦਰਸਾਵੇਗੀ। ਹੁਣ ਜੇ ਅਸੀ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ABC ਅਤੇ AEC ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

$$\sin i = \frac{BC}{AC} \quad \frac{v_1}{AC} \tag{10.1}$$

ਅਤੇ $$\sin r = \frac{AE}{AC} \quad \frac{v_2}{AC} \tag{10.2}$$

ਇਥੇ i ਅਤੇ r ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{\sin i}{\sin r} \quad \frac{v_1}{v_2} \tag{10.3}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਨਤੀਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ $r<i$ (ਭਾਵ ਜੇ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀ ਹੈ), ਤਾਂ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ (v_2) ਪਹਿਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ (v_1) ਤੋ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ । ਇਹ ਮੰਨਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਨਿਕਾ ਮਾਡਲ ਦੀ ਮੰਨਤ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ, ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਮੰਨਤ ਸਹੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇ (c) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ

(10.4)

ਅਤੇ

ਕ੍ਰਿਸਟਿਆਨ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ (1629 - 1695) ਡੱਚ ਭੌਤਿਕਵਿਦ ਖਗੋਲ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰੀ, ਗਣਿਤਕਾਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ ਤੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਪ੍ਰਨੇਤਾ। ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕਿਤਾਬ ਟ੍ਰੀਟ੍ਰੀਜ ਆਨ ਲਾਈਟ (Treatise on light) ਅੱਜ ਵੀ ਪੜਨ ਵਿੱਚ ਚੰਗੀ ਲੱਗਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਤਾਬ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਇਲਾਵਾ, ਖਨਿਜ ਕੈਲਸਾਈਟ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦ੍ਰਸ਼ਿਤ ਦੋਹਰੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸੁਚੱਜੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਉਹੀ ਪਹਿਲੇ ਵਿਅਕਤੀ ਸੀ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਗਤੀ ਅਤੇ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਸੁਧਰੀ ਹੋਈਆਂ ਘੜੀਆਂ ਅਤੇ ਟੈਲੀਸਕੋਪ ਬਣਾਏ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸ਼ਨੀ ਰਿੰਗਾਂ ਦੀ ਸਹੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ।

ਕ੍ਰਿਸਟਿਆਨ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ (1629 - 1695)

ਉਲਟ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ, ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਮੰਨਤ ਸਹੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇ (c) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ

ਅਤੇ $$n_1 = \frac{c}{v_1} \qquad (10.4)$$

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \qquad (10.5)$$

n_1 & n_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹਨ। ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਣ (10.3) ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \qquad (10.6)$$

ਇਹ ਸਨੈਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਸਬੰਧੀ ਨਿਯਮ ਹੈ। ਜੇ λ_1 ਅਤੇ λ_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜੇ ਦੂਰੀ BC, λ_1 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਤਦ AE, λ_2 ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ (ਕਿਉਂਕਿ ਜੇ ਕੋਈ ਸਿਖਰ B ਤੋਂ C ਤੱਕ ਸਮੇਂ τ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਸਿਖਰ A ਤੋਂ E ਤੱਕ ਵੀ τ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਹੀ ਪੁੱਜੇਗਾ) ਇਸ ਲਈ

$$\frac{1}{2} \quad \frac{BC}{AE} \quad \frac{v_1}{v_2}$$

ਜਾਂ $$\frac{v_1}{1} \quad \frac{v_2}{2}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋ ਤਰੰਗ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਅਪਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ($v_2 > v_1$) ਤਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਸੰਚਰਨ ਦੀ ਚਾਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਆਵਰਤੀ v (= v/λ) ਉਨੀ ਹੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

10.3.2 ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction at a rarer medium)

ਆਓ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦੇ ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਅਪਵਰਤਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ, ਅਰਥਾਤ ($v_2 > v_1$) ।ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਕਾਰਵਾਈ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 10.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਅਪਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ।ਹੁਣ ਅਪਵਰਤੀ ਕੋਣ ,ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਹੋਵੇਗਾ ; ਫਿਰ ਵੀ ਇਸ ਵਾਰ ਵੀ $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ ।ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਕੋਣ i_c ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ।

$$\sin i_c \quad \frac{n_2}{n_1} \qquad (10.8)$$

ਇਸ ਲਈ ਜੇ $i = i_c$ ਤਦ $\sin r = 1$ ਅਤੇ $r = 90°$। ਸ਼ਪਸ਼ਟ ਰੁਪ ਵਿੱਚ $i > i_c$, ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਵੀ ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ।ਕੋਣ i_c ਨੂੰ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਾਰੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵੀ ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਾਰੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵੀ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ । ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਪਰਿਚਰਚਾ ਅਨੁਛੇਦ 9.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸੀ ।

Demonstration of interference, diffraction, refraction, resonance and Doppler effect
http://www.falstad.com/ripple/

PHYSICS

(ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

(ਮਾਧਿਅਮ 1)

(ਮਾਧਿਅਮ 2)

(ਆਪਾਤੀ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

(ਚਿੱਤਰ 10.5 ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਜਿਸਦੇ ਲਈ $v_2 > v_1$. ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ 1 ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

10.3.3 ਸਮਤਲ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋ ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ (Reflection of a plane wave by a plane surface)

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਕ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ MN ਤੇ ਕਿਸੇ ਕੋਣ i ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ AB ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਜੇ v ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ τ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਬਿੰਦੂ B ਤੋ C ਤੱਕ ਅੱਗੇ ਵੱਧਣ ਦੇ ਲਈ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਤਦ ਦੂਰੀ BC = $v\tau$ ਪਰਾਵਰਤਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂ A ਤੋ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $v\tau$ ਦਾ ਗੋਲਾ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ (ਚਿਤਰ 10.6) । ਮੰਨ ਲਓ CE ਇਸ ਗੋਲੇ ਤੇ ਬਿੰਦੂ C ਤੋਂ ਖਿਚੀ ਗਈ ਸਪਰਸੀ ਸਮਤਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ।

ਸਪਸਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ $AE = BC = v\tau$

(ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

(ਪਰਾਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

ਚਿੱਤਰ 10.6 ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾਂ MN ਦੁਆਰਾ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ AB ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ। AB ਅਤੇ CE ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਪਤਿਤ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਹੁਣ ਜੇ ਅਸੀਂ ਤ੍ਰਿਭੁਜਾਂ EAC ਅਤੇ BAC ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਪਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਇਹ ਸਰਬੰਗਸਮ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕੋਣ i ਅਤੇ r ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਗੇ (ਚਿੱਤਰ 10.6) ਇਹ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ।

ਇੱਕ ਵਾਰ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਜਾਣ ਲੈਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ, ਲੈਨਜਾਂ ਅਤੇ ਦਰਪਣਾਂ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਿਆਂ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਪੱਥ ਤੇ ਗਮਨ ਕਰਨ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਧਿਆਇ 9 ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਕੇਵਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਚਿੱਤਰ 10.7 (a) ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਚੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂਕਿ ਕੱਚ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਘੱਟ ਹੈ, ਅੰਦਰ ਆਉਂਦੇ ਹੋਏ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿੱਚਲਾ ਭਾਗ (ਜੋ ਕੱਚ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਮੋਟਾਈ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਲਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਦੇ ਸਿੱਟੇ ਵਜੋਂ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਝੁੱਕ ਜਾਵੇਗਾ। ਚਿੱਤਰ 10.7 (b) ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਪਤਲੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕੋਣ ਵਾਲੀ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਆਪਤਿਤ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦਾ ਮੱਧ ਭਾਗ ਲੈਨਜ ਦੇ ਸੱਭ ਤੋਂ ਮੋਟੇ ਭਾਗ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਲਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਲੈਨਜ ਦੇ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਅਵਨਮਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ F ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 10.7(c) ਵਿੱਚ ਇਕ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਤਲ

ਤਰੰਗ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ F ਤੇ ਅਭਿਸਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਨੂੰ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

(R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ
ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ)

(ਆਪਾਤੀ
ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ
ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

(ਆਪਾਤੀ ਸਮਤਲ
ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

(ਆਪਾਤੀ ਸਮਤਲ
ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

(F ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ
ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

(R ਅਰਧ ਵਿਆਸ R/2 ਦਾ
ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਅ੍ਰਗਭਾਗ)

ਚਿੱਤਰ 10.7 ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ (a) ਵਿਚ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੁਆਰਾ (b) ਇੱਕ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ (c) ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ।

ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵੇਚਨ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਸੰਗਤ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲੱਗਿਆ ਕੁੱਲ ਸਮਾਂ ਇੱਕ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਚਾਹੇ ਜਿਸ ਵੀ ਕਿਰਨ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਮਾਪਿਆ ਜਾਵੇ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਫੋਕਸ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਾਲਾਂਕਿ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਜਾਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਛੋਟਾ ਰਸਤਾ ਤੈਅ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਕੱਚ ਵਿਚ ਹੋਲੀ ਚਾਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਸਮਾਂ ਉਨਾਂ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿੰਨਾਂ ਕਿ ਲੈਨਜ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਚੱਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

10.3.4 ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ (Doppler effect)

ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਕਹਿਣਾ ਚਾਹਾਂਗੇ ਕਿ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਜੇ ਸਰੋਤ (ਜਾਂ ਪ੍ਰੇਖਕ) ਗਤੀਮਾਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਸਾਵਧਾਨੀ ਵਰਤਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਜੇ ਕੋਈ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹੋਵੇ, ਤਦ ਬਾਅਦ ਦੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਖਣ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਲਈ ਜਿਆਦਾ ਦੂਰ ਚੱਲਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਵੱਧ ਸਮਾਂ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋ ਲਗਾਤਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਣ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਸਮਾਂ ਸਰੋਤ ਤੱਕ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪਹੁੰਚਣ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਸਮੇਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਜਿਆਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੁਆਰਾ ਮਾਪੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਆਵਰਤੀ ਵਿਚ ਕਮੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਖਗੋਲ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਲਾਲ ਵਿਸਥਾਪਨ (Red Shift) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਉਕਿ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਦਿੱਖ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੱਧਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਾਲ ਸਿਰੇ ਦੇ ਵੱਲ ਖਿਸਕ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਵੱਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਆਭਾਸੀ ਕਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਇਸ ਕਮੀ ਨੂੰ ਨੀਲਾ ਵਿਸਥਾਪਨ (blue shift) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਤੁਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿੱਚ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਵੇਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਹਨਾਂ ਸੂਤਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਵਰਤੀ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਬਦਲਾਅ ਅਰਧ ਵਿਆਸ /c ਨੂੰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ v ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਸਰੋਤ ਵੇਗ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, v ਅਰਧਵਿਆਸ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਪਲਰ ਵਿਸਥਾਪਨ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = -\frac{v_r}{c} \text{ ਅਰਧ ਵਿਆਸ} \qquad (10.9)$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸੂਤਰ ਉਦੋਂ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹੈ ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਦਾ ਵੇਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਵੱਧ ਸ਼ੁੱਧ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਜੋ ਓਹਨਾਂ ਚਾਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖਤਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਖਗੋਲ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਇਹ ਦੂਰੇਡੀਆਂ ਗਲੈਕਸੀਆਂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸੀ ਵੇਗਾ ਦੇ ਮਾਪਨ ਦਾ ਆਧਾਰ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.1 ਸਾਡੇ ਸਾਪੇਖ ਕਿਸੇ ਗਲੈਕਸੀ ਨੂੰ ਕਿਹੜੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚੱਲਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੀ 589.0 nm ਦੀ ਸੋਡੀਅਮ ਲਾਈਨ 589.6 nm ਵੱਲ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਹੋਵੇ।

ਹੱਲ:- ਕਿਉਂਕਿ $\nu\lambda = c$, — –— (ν ਅਤੇ λ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਬਦਲਾਅ ਲਈ)

$\Delta\lambda = 589.6 - 589.0 = +\,0.6$ nm

ਸਮੀਕਰਣ (10.9) ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = -\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -\frac{v_r}{c} \text{ ਅਰਧ ਵਿਆਸ}$$

ਜਾਂ v ਅਰਧਵਿਆਸ $\quad c \; \frac{0.6}{589.0} \quad 3.06 \quad 10^5 \text{ m s}^{-1}$

$= 306$ km/s

ਭਾਵ ਗਲੈਕਸੀ ਇਸ ਗਤੀ ਨਾਲ ਸਾਡੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾ ਰਹੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.2 (a) ਜਦੋ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਦ ਪਰਾਵਰਤੀ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਦੋਨੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਆਵਰਤੀਆਂ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰ ਦਿਓ ?

(b) ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਰਲ ਤੋਂ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਚਾਲ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਆਉਂਦੀ ਹੈ। ਕੀ ਚਾਲ ਵਿਚ ਹੋਈ ਕਮੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰਿਤ ਉਰਜਾ ਦੀ ਕਮੀ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ?

(c) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਆਕਲਨ ਤਰੰਗ ਦੇ ਆਯਾਮ ਦੇ ਵਰਗ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਕੀ ਹੈ ਜ਼ੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਫੋਟਾਨ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

ਹੱਲ :- (a) ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ, ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਆਪਸ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਡੋਲਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਬਾਹਰੀ ਸਾਧਨ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼) ਦੀ ਨੂੰ ਲੈਕੇ ਬਲਕ੍ਰਿਤ ਡੋਲਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਡੋਲਨ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਉਸਦੇ ਡੋਲਨ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਵਿਕਰਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(b) ਨਹੀਂ। ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਲਈ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਉਰਜਾ ਤਰੰਗ ਦੇ ਆਯਾਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰਣ ਦੀ ਚਾਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ।

(c) ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਗਮਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

10.4 ਤਰੰਗ ਦਾ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਕਲਾ ਅਸੰਬੰਧ ਯੋਗ (COHERENT AND INCOHERENT ADDITION OF WAVES)

ਇਸ ਅਨੁਛੇਦ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੋ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਮਿਲਾਪ/ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਘਨ ਦੀ ਵੰਨਗੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਯਾਦ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਸੀਂ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿਚ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਵਿਵੇਚਨ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਵਿਘਨ ਦਾ ਪੂਰਾ ਖੇਤਰ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖਾਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਨੇਕਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਵਿਸਥਾਪਨਾਂ ਦਾ ਸਦਿਸ਼ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਦੋ ਸੁਈਆਂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜੋ ਪਾਣੀ ਦੀ ਇੱਕ ਨਾਂਦ ਦੇ ਉਪਰ ਅਤੇ ਹੇਠਾਂ ਸਮਾਨ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ ਕਰ ਰਹੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ [(10.8 (a)] ਇਹ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਦੋ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਖਾਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨਾ ਦੇ ਵਿਚ ਕਲਾਂਤਰ, ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ। ਜਦੋਂ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਸਰੋਤਾਂ ਨੂੰ ਕਲਾ – ਸੰਬੰਧ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 10.8 (b) ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ ਤੇ ਸਿਖਰ (ਗੂੜੇ ਚੱਕਰ) ਅਤੇ ਉਤਾਰ (ਬਿੰਦੂਕ੍ਰਤ ਚੱਕਰ) ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸਦੇ ਲਈ

$$S_1 P = S_2 P$$

ਕਿਉਂਕਿ ਦੂਰੀਆਂ $S_1 P$ ਤੇ $S_2 P$ ਬਰਾਬਰ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ $S_1 P$ ਤੇ $S_2 P$ ਤੋਂ ਤਰੰਗਾਂ P ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਚੱਲਣ ਲਈ ਸਮਾਨ ਸਮਾਂ ਲੈਣਗੀਆ ਅਤੇ ਜੋਂ ਤਰੰਗਾਂ S_1 ਤੇ S_2 ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਕਲਾ ਵਿਚ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ, ਉਹ P ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਵੀ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਪਹੁੰਚਣਗੀਆਂ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਸਰੋਤ S_1 ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ $y_1 = a \cos wt$ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ (ਬਿੰਦੂ P ਤੇ) ਵੀ $y_2 = a \cos wt$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ $y = y_1 + y_2 = 2 a \cos wt$ ਕਿਉਂਕਿ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ $I = 4I_0$

ਜਿਥੇ I_0 ਹਰੇਕ ਸਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਥਕ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਰਹੇ ਹਾਂ ਕਿ I_0, a^2 ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿਚ $S_1 S_2$ ਦੇ ਲੰਬਾਂਤਕ ਦੁਭਾਜਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ $4 I_0$ ਹੋਵੇਗੀ। ਦੋਨਾਂ ਸਰੋਤਾਂ ਨੂੰ ਰਚਨਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਿਘਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। [ਚਿੱਤਰ 10.9 (a)], ਜਿਸਦੇ ਲਈ

$$S_2 Q - S_1 Q = 2\lambda$$

S_1 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ S_2 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਠੀਕ ਦੋ ਚੱਕਰ ਪਹਿਲਾਂ ਪਹੁੰਚਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਫਿਰ ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਕਲਾ ਵਿਚ ਹੋਣਗੀਆਂ [ਚਿੱਤਰ 10.9 (a)] ਜੇ S1 ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_1 = a \cos wt \quad \text{ਹੋਵੇ ਤਾਂ}$$

S_2 ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_2 = a \cos (wt - 4\pi) = a \cos wt \quad \text{ਹੋਵੇਗਾ}$$

(a)

(b)

ਚਿੱਤਰ 10.8 (a) ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਕੰਪਨ ਕਰਦੀਆਂ ਦੋ ਸੂਈਆਂ ਦੋ ਸੰਬੰਧ ਸਰੋਤਾਂ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। (b) ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਪੈਟਰਨ ਜਿਸ ਵਿਚ ਨੋਡਲ N (ਜੀਰੋ ਵਿਸਥਾਪਨ) ਅਤੇ ਐਂਟੀਨੋਡਲ A (ਅਧਿਕਰਤਮ ਵਿਸਥਾਪਨ) ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ 2λ ਦਾ ਪੱਥ ਅੰਤਰ 4δ ਦੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਫਿਰ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਹਨ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਫਿਰ $4I_0$ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਹੈ ਕਿ ਦੂਰੀਆਂ S_1Q ਅਤੇ S_2Q, (ਜੋ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ, ਹਾਲਾਂਕਿ S_1Q ਅਤੇ S_2Q ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹਨ, ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਆਯਾਮ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ R ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ [ਚਿੱਤਰ 10.9 (b)] ਜਿਸਦੇ ਲਈ $S_2R - S_1R = -2.5\lambda$ S_1 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ 2.5 ਚੱਕਰ ਬਾਅਦ ਪਹੁੰਚਦੀਆਂ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 10.10 (b)]। ਇਸਲਈ ਜੇ ਸਰੋਤ S_1 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

$$y_1 = a\cos\omega t$$

ਤੱਦ ਸਰੋਤ S_2 ਦਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_2 = a\cos(\omega t + 5\pi) = -a\cos\omega t$$ ਹੋਵੇਗਾ।

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ 2.5λ ਦਾ ਪਥ ਅੰਤਰ 5δ ਦੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੁਣ ਉਲਟ ਕਲਾਵਾਂ ਵਿਚ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਨੋ ਵਿਸਥਾਪਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ (Destructive Interference) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਜੇ ਦੋ ਸੰਬੰਧ ਸਰੋਤ S_1 ਅਤੇ S_2 ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਕੰਪਨ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ

ਤਦ ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਲਈ ਪਥ ਅੰਤਰ

$$S_1P \sim S_2P = n\lambda \quad (n = 0, 1, 2, 3,...) \qquad (10.10)$$

ਸਾਨੂੰ ਪੋਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ $4I_0$ ਹੋਵੇਗੀ। S_1P ਅਤੇ S_2P ਦੇ ਵਿਚ ਚਿੰਨ (~)S_1P ਅਤੇ S_2P ਦੇ ਵਿਚ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਜੇ ਬਿੰਦੂ P ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ ਪਥ ਅੰਤਰ

$$S_1P \sim S_2P = (n+\tfrac{1}{2})\lambda \quad (n = 0, 1, 2, 3, ...) \qquad (10.11)$$

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੂਜੇ ਬਿੰਦੂ G (ਚਿੱਤਰ 10.10) ਦੇ ਲਈ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਦੋ ਵਿਸਥਾਪਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ϕ ਹੈ, ਤਦ ਜੇ ਸਰੋਤ S_1 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_1 = a\cos\omega t$$

ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

$y_2 = a\cos(\omega t + \phi)$ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$y = y_1 + y_2$$
$$= a[\cos\omega t + \cos(\omega t + \phi)]$$
$$= 2a\cos(\phi/2)\cos(\omega t + \phi/2)$$

ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਆਯਾਮ $2a\cos(\phi/2)$ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$I = 4I_0\cos^2(\phi/2) \qquad (10.12)$$

ਜੇ $\phi = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi,...$ ਜੋ ਸਮੀਕਰਨ (10.10) ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਸਾਨੂੰ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇਗੀ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਜੇ $\phi = \pm\pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi ...$ [ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (10.11) ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ] ਸਾਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ।

ਹੁਣ ਜੇ ਦੋ ਸਰੋਤ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਹਨ (ਭਾਵ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਜੇ ਦੋਨੋਂ ਸੁਈਆਂ ਨਿਯਮਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਉੱਪਰ ਥੱਲੇ ਆ ਜਾ ਰਹੀਆਂ ਹਨ) ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ϕ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲੇਗਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਸਥਿਰ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ, ਭਾਵ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਉਚੱਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦੀਆਂ। ਜੇਕਰ ਦੋਨੋਂ ਸੁਈਆਂ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਰੱਖ ਪਾਉਂਦੀਆਂ ਤਾਂ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਵੀ ਬਦਲੇਗਾ ਅਤੇ ਜੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਚੱਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵੀ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਬਦਲਣਗੀਆਂ ਅਤੇ ਅਸੀਂ 'ਕਾਲ ਔਸਤ' ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਤਰਨ ਦੇਖਾਂਗੇ। ਜਦੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਔਸਤ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$I \quad 4I_0 \quad \cos^2 \quad /2 \qquad (10.13)$$

ਜਿਥੇ ਕੌਣੀ ਬਰੈਕਟ ਔਸਤ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਅਨੁਛੇਦ 7.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜੇ $\phi(t)$ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਵਿਵਸਥਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਾਲ ਔਸਤ ਰਾਸ਼ੀ $< \cos^2 (\phi/2) >$ ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਵੀ ਸਹਿਜ ਗਿਆਨ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਫਲਨ $\cos^2 (\phi/2)$ ਰੈਂਡਮਲੀ ਰੂਪ ਨਾਲ 0 ਤੋਂ 1 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਦਲੇਗਾ ਅਤੇ ਔਸਤ ਮਾਨ $\frac{1}{2}$ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨਿਮਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ

$$I = 2 I_0 \qquad (10.14)$$

ਚਿੱਤਰ 10.9 (a) ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਪੋਸਕ ਵਿਘਨ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਪਥ ਅੰਤਰ 2λ ਹੈ (b) ਬਿੰਦੂ R ਤੇ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਪਥ ਅੰਤਰ 2.5λ ਹੈ।

ਜਦੋ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਦੋ ਕੰਪਿਤ ਸਰੋਤਾਂ ਦਾ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹ ਸਰੋਤ ਕਲਾ ਅਸੰਬੰਧ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਕੇਵਲ ਜੁੜ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹਾ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਦੋ ਅਲਗ ਅਲਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਕਿਸੇ ਦੀਵਾਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 10.10 ਉਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਜਿਨਾਂ ਦੇ ਲਈ S1 P – S2 P , ਜੀਰੋਂ, +Iλ , +I 2λ , +I 3λ ਹੈ।

10.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਯੰਗ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ (Interference of Light Waves And Young's Experiment)

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਵਿਘਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਦੋ ਪਤਲੇ ਛੇਕਾਂ ਨੂੰ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਦੋ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰੀਏ (ਚਿੱਤਰ 10.11), ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦੇਵੇਗੀ। ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਤਥ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਆਮ ਸਰੋਤ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ) ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਚ 10^{-10} ਦਾ ਕੋਟਿ ਦੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲਾਂ ਤੇ ਅਚਾਨਕ ਕਲਾ –ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਦੋ ਸੁਤੰਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਤੋ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਚ ਕੋਈ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਹ ਕਲਾ–ਅਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਛੇਦ ਵਿਚ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁੱਕੀ ਹੈ, ਅਜਿਹਾ

ਹੋਣ ਤੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਜੁੜ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੰਗਲੈਂਡ ਦੇ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰੀ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਨੇ ਸਰੋਤਾਂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀਆਂ ਕਲਾਵਾਂ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਉੱਤਮ ਤਕਨੀਕ ਦੀ ਵਰਤੋ ਕੀਤੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇੱਕ ਅਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਪਰਦੇ ਤੇ ਦੋ ਪਤਲੇ ਛੇਕਾਂ S_1 ਅਤੇ S_2 (ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ) ਬਣਾਏ [ਚਿੱਤਰ 10.12 (a)] ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪਤਲੇ ਛੇਕ ਨਾਲ ਪਰਦੀਪਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਜਿਸਨੂੰ ਇੱਕ ਦੀਪਤ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਪਰਦੂਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ S ਤੋਂ ਨਿਕਲਕੇ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੇ ਡਿਗਦੀਆਂ ਹਨ। S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੋ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ(ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ) ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਇੱਕ ਹੀ ਮੂਲ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਅਤੇ ਸਰੋਤ S ਵਿਚ ਅਚਾਨਕ ਕੋਈ ਵੀ ਕਲਾ ਪਰਿਵਰਤਨ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਕਲਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋਨੋਂ ਸਰੋਤ S_1 ਅਤੇ S_2 ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਬੰਨੇ ਜਾਣਗੇ ਭਾਵ ਉਹ ਸਾਡੇ ਜਲ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿਚ [ਚਿੱਤਰ 10.8 (a)] ਦੋ ਕੰਪਿਤ ਸਈਆਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਹੋਣਗੇ।

(ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ)

(ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ)

(ਪਰਦਾ)

ਚਿੱਤਰ 10.11 ਜੇ ਦੋ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ ਦੋ ਪਤਲੇ ਛੇਕਾਂ ਨੂੰ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਜੁੜ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀਆਂ

ਚਿੱਤਰ 10.12 ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਉਤਪੰਨ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗਾਂ ਚਿੱਤਰ 10.12 (b) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਦੇ GG′ ਤੇ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਣਗੀਆਂ। ਅਧਿਕਤਮ ਅਤੇ ਨਿਊਨਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਅਨੁਛੇਦ 10.4 ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਥੇ ਅਸੀਂ ਰੇਖਾ GG′ [ਚਿੱਤਰ 10.12 (b)] ਤੇ ਇੱਕ ਕੋਈ ਵੀ ਬਿੰਦੂ P ਲਿਆ ਜੋ ਅਧਿਕਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ

$$S_2P - S_1P = n\lambda; \quad n = 0, 1, 2 \ldots \qquad (10.15)$$

ਹੁਣ $(S_2P)^2 - (S_1P)^2 = D^2 \quad x \quad \frac{d}{2}^{2} - D^2 \quad x - \frac{d}{2}^{2} = 2x\,d$

ਜਿਥੇ $S_1S_2 = d$ ਅਤੇ $OP = x$ ਇਸ ਲਈ

$$S_2P - S_1P = \frac{2\,x\,d}{S_2P + S_1P} \qquad (10.16)$$

ਜੇ $x, d << D$ ਤਾਂ ਜੇ $S_2P + S_1P$ (ਜੋ ਹਰ ਵਿਚ ਹਨ) ਨੂੰ 2D ਨਾਲ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੇਵਲ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸਹੀ ਨਤੀਜੇ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਪੇਸ਼ ਹੋਵੇਗੀ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ $d = 0.1$ cm, $D = 100$ cm, OP = 1 cm ਦੇ ਲਈ (ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸ਼ਸ਼ਟ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ) ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$S_2P + S_1P = [(100)^2 + (1.05)^2]^{½} + [(100)^2 + (0.95)^2]^{½} \approx 200.01 \text{ cm}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਅਸੀਂ $S_2P + S_1P$ ਨੂੰ 2D ਨਾਲ ਬਦਲੀ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਲਗਭਗ 0.005 % ਦੀ ਤਰੁੱਟੀ ਪੇਸ਼

ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਨੇੜਤਾ ਨਾਲ ਸਮੀਕਰਨ (10.16) ਹੋਵੇਗੀ $S_2P - S_1P \approx$ (10.17)

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਣ 10.10 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਾਨੂੰ ਪੋਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਦੁਆਰਾ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਗੇ ਜਦੋਂ

$$x = x_n = \quad ; \tag{10.18}$$

ਹੋਵੇਗਾ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਾਨੂੰ $x = x_n = (n + \frac{1}{2}) \frac{D}{d}; \quad n \quad 0, \; 1, \; 2$ (10.19)

ਦੇ ਨੇੜੇ ਅਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਗੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਿੱਤਰ 10.13 ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਦੇ ਤੇ ਅਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਬੈਂਡ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਗੇ ਅਜਿਹੇ ਬੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਫ੍ਰਿੰਜ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਣ 10.18 ਅਤੇ 10.19 ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕਾਲੇ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਫ੍ਰਿੰਜ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋ ਕ੍ਰਮਾਂਗਤ ਅਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੋਵੇਗੀ।

$$\beta = x_{n+1} - x_n$$

ਜਾਂ

$$\beta = \frac{D}{d} \tag{10.20}$$

ਇਹ ਫ੍ਰਿੰਜ ਚੋੜਾਈ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ O (ਚਿੱਤਰ 10.12) ਦੀਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿਉਂਕਿ $S_1O = S_2O$ ਅਤੇ ਇਹ n = 0 ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਤੇ o ਤੋਂ ਗੁਜਰਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ (ਭਾਵ, y – ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼) ਤਾਂ ਇਸ ਰੇਖਾ ਤੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਦੀਪਤ ਮੱਧ ਫ੍ਰਿੰਜ ਮਿਲੇਗਾ, ਜੋ ਚਿੱਤਰ 10.13 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਹੈ। ਪਰਦੇ ਤੇ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਫ੍ਰਿੰਜ $S_2P - S_1P$ ਦੇ ਨਿਯਤ ਮਾਨ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਵੀ ਇਹ ਨਿਯਤ ਅੰਕ ਦਾ ਪੂਰਨ ਗੁਣਕ ਹੈ, ਫ੍ਰਿੰਜ ਦੀਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਇਹ $\lambda/2$ ਦਾ ਵਿਸ਼ਮ ਪੂਰਨ ਗੁਣਕ ਹੈ, ਫ੍ਰਿੰਜ ਅਦੀਪਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਹੁਣ x – y ਤਲ ਵਿਚ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ P ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪੱਥ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ $S_2P - S_1P$ $(= \Delta)$ ਇੱਕ ਨਿਯਤ ਅੰਕ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇੱਕ ਹਾਇਪਰਬੋਲਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹਾਈਪਰਬੋਲਾ ਹੈ ਹਾਲਾਂਕਿ ਜੇ ਦੂਰੀ D ਫ੍ਰਿੰਜ ਚੋੜਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਕਾਫੀ ਹਦ ਤੱਕ ਸਿੱਧੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੋਣਗੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 10.13 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 10.12 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਦੋਹਰੇ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਰੋਤ ਛਿਦ S ਨੂੰ ਦੋਨਾਂ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ So ਰੇਖਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦ੍ਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਸਰੋਤ S ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਦੂਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਥਾਮਸ ਯੰਗ (1773 - 1829)

ਥਾਮਸ ਯੰਗ (1773 - 1829) ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ ਭੋਤਿਕਵਿਗਿਆਨ,ਕਾਇਆ ਚਿਕਤਸਕ ਅਤੇ ਮਿਸਰ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ੀ। ਯੰਗ ਨੇ ਬਹੁਤ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਸਮਸਿਆਵਾਂ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕੀਤਾ, ਜਿੰਨਾਂ ਵਿਚ ਇੱਕ ਤਰਫ ਅੱਖ ਦੀ ਸਰੰਚਨਾ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਤਾਂ ਦੂਜੀ ਤਰਫ ਰੋਸੇਟਾ ਮਨੀ ਦਾ ਰਹੱਸ ਭੇਦਕ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪੁਨਰ ਜੀਵਿਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਸਮਝਾਇਆ ਕਿ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਗੁਣ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਓ ਸਰੋਤ S ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਨਵੀਂ ਸਥਿਤੀ S ′ ਤੱਕ ਖਿਸਕਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ Q, S_1 ਅਤੇ S_2 ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਹੈ। ਜੇ ਕੌਣ S′QS ਦਾ ਮਾਨ ϕ ਹੈ ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦੂਜੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ - ϕ ਕੌਣ ਤੇ ਮਿਲੇਗੀ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਜੇ ਸਰੋਤ S ਲੰਬ ਅਰਧਕ ਤੇ ਹੈ, ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਕਿ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ।
ਜੇ ਸਰੋਤ S ਕਿਸੇ ਨਵੇਂ ਬਿੰਦੂ S′ ਤੇ ਕੌਣ ϕ ਨਾਲ ਖਿਸਕਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਕੌਣ – ϕ ਤੇ ਸਥਿਤ 0′ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ ਜਿਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਇੰਨੇ ਹੀ ਕੌਣ ਤੇ ਖਿਸਕ ਜਾਵੇਗੀ।
ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਸਰੋਤ S′ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ϕ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦਾ ਬਿੰਦੂ 0′ ਇਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਹਨ। ਇਸ ਅਨੁਛੇਦ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਡੇਨਿਸ ਗੇਬਰ ਦੇ ਨੋਬਲ ਭਾਸ਼ਣ ਦੇ ਹਵਾਲੇ ਨਾਲ ਖਤਮ ਕਰਾਂਗੇ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਵ ਨੂੰ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਨੇ ਸੰਨ 1801 ਵਿਚ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਅਤੇ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸ਼ਵਾਸ਼ੋਤਪਾਦਕ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਇੱਕ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਹਨੇਰੇ ਕਮਰੇ ਵਿਚ ਆਉਣ ਦਿੱਤਾ, ਉਸਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਦੋ ਬਾਰੀਕ ਪਤਲੇ ਛੇਕ ਬਣਾਕੇ ਇੱਕ ਕਾਲਾ ਪਰਦਾ ਰੱਖਿਆ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਅੱਗੇ ਕੁੱਝ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਫੇਦ ਪਰਦਾ ਰੱਖਿਆ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇੱਕ ਦੀਪਤ ਰੇਖਾ ਦੇ ਦੋਨੋ ਸਾਈਡ ਦੋ ਕਾਲੀਆਂ ਜਿਹੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇਖੀਆਂ ਜਿਸ ਨੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੌਂਸਲਾ ਦਿੱਤਾ।
ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਵਾਰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਦੀਪਤ ਪੀਲਾ ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਸਪਰਿਟ ਲੈਂਪ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ,ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਨਮਕ ਪਾ ਰੱਖਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਵਾਰ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਅਨੇਕਾਂ ਕਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਿਖਾਈ ਦਿਤੀਆਂ। ਇਹ ਪਹਿਲਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਪ੍ਰਮਾਣ ਸੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਮਿਲਾਉਣ ਤੇ ਹਨੇਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਵਿਘਨ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੀ ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਉਮੀਦ ਸੀ ਕਿਉਂਕਿ ਉਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਵਿਚ ਵਿਸ਼ਵਾਸ਼ ਕਰਦੇ ਸੀ।
ਇਥੇ ਇਹ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਜਦਕਿ S_1 ਅਤੇ S_2 ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਹਨ ਫਿਰ ਵੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਸਿੱਧੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 10.13 ਦੋ ਸਰੋਤਾਂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੁਆਰਾ GG′ ਪਰਦੇ ਤੇ (ਦੇਖੋ ਚਿੱਤਰ 10.12) ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਕੰਪਿਊਟਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ; (a) ਅਤੇ (b) ਸੰਗਤ ਹਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ; d = 0.005mm ਅਤੇ 0.025mm ਦੇ ਲਈ (ਦੋਨਾਂ,ਚਿੱਤਰਾਂ ਵਿਚ D = 5cm ਅਤੇ $\lambda = 5 \times 10^{-5}$ cm.) (ਆਪਟਿਕਸ ਦੁਆਰਾ A. Ghatak, Tata McGraw Hile Publishing Co. Ltd, New Delhi 2000 ਤੋਂ ਲਿਆ ਗਿਆ)

ਜੇਕਰ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਝਿਰੀਆਂ ਹੋਣਗੀਆਂ (ਚਿੱਤਰ 10.14) ਤਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਹਰੇਕ ਯੁਗਮ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਫ੍ਰਿੰਜ ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗਾ, ਜਿਸਦੇ ਸਿੱਟੇ ਵਜੋਂ ਵਧੀ ਹੋਈ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਗੇ।

☆ ਡੇਨਿਸ ਗੇਬਰ ਨੇ ਸੰਨ 1971 ਵਿੱਚ ਹੋਲੋਗ੍ਰਾਫੀ ਦੇ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰ ਦੇ ਲਈ ਭੌਤਿਕੀ ਦਾ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ।

(ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ)
(ਸਰੋਤ)
(ਪਰਦੇ ਤੇ ਫਰਿੰਜ)
(ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ)

(I ਉੱਚ)

(ਪੱਥਫਰਕ)

Interactive animation of Young's experiment
http://vsg.quasihome.com/interfer.html

PHYSICS

ਚਿੱਤਰ 10.14 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਤਰਣ ਦਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਅਤੇ ਗ੍ਰਾਫ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.3 ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ 1 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੂਰ ਬਣਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਇੱਕ ਮੀਟਰ ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਫ੍ਰਿੰਜ ਅੰਤਰਾਲ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ 500nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਨੀਲਾ ਹਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ?

ਹੱਲ ਫ੍ਰਿੰਜ ਅੰਤਰਾਲ $\dfrac{D}{d} \quad \dfrac{1 \quad 5 \quad 10^{-7}}{1 \quad 10^{-3}}\ \text{m}$

$= 5 \times 10^{-4}\ \text{m} = 0.5\ \text{mm}$

ਉਦਾਹਰਣ 10.4 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਚਲਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦੇ ਕਾਰਣ ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਵਿਘਨ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਵੇਗਾ।

(a) ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਸਮਤਲ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰ ਦੇਣ ਤੇ।

(b) (ਇੱਕ ਵਰਣੀ) ਸਰੋਤ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੇ (ਇੱਕ ਵਰਣੀ) ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਤੇ।

(c) ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ ਵਿਚ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਵਧਾਉਣ ਤੇ।

(d) ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਵਧਾਉਣ ਤੇ।

(e) ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਤੇ,(ਹਰੇਕ ਪਰਿਚਾਲਨ ਵਿੱਚ ਉਲੇਖ ਕੀਤੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਸਾਰੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਨਾ ਬਦਲਣ ਯੋਗ ਹਨ।)

ਹੱਲ :- (a) ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਕੌਣੀ ਦੂਰੀ ਅਚਲ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ (= λ/d) । ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਵਾਸਤਵਿਕ ਦੂਰੀ ਦੋਨਾਂ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਸਮਤਲ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿਚ ਵੱਧਦੀ ਹੈ।

(b) ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ (ਅਤੇ ਕੌਣੀ ਦੂਰੀ ਵੀ) ਘੱਟਦੀ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਨਿਮਨ ਖੰਡ (d) ਵਿਚ ਉਲੇਖ ਕੀਤੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇਖੋ।

(c) ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ (ਅਤੇ ਕੌਣੀ ਦੂਰੀ ਵੀ) ਘੱਟਦੀ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਨਿਮਨ ਖੰਡ (d) ਵਿਚ ਉਲੇਖ ਕੀਤੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇਖੋ।

(d) ਮੰਨ ਲਓ s ਸਰੋਤ ਦਾ ਸਾਈਜ ਹੈ ਅਤੇ S ਦੋਨਾਂ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਸਮਤਲ ਤੋਂ ਇਸਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਵਿਘਨ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ, ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੀਆਂ ਸ਼ਰਤਾਂ ਪੂਰੀ ਹੋਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ, $s/S < \lambda/d$ ਨਹੀਂ ਤਾਂ, ਸਰੋਤ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਢਕਣਗੇ ਅਤੇ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦੇਣਗੀਆਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ S ਘੱਟਦਾ ਹੈ (ਭਾਵ ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਨੇੜੇ ਲਿਆਉਂਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ) ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਘੱਟ ਅਤੇ ਘੱਟ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਅਤਿਅੰਤ ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਸ਼ਰਤ ਨੂੰ ਪੂਰਾ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਫਰਿੰਜਾਂ ਗਾਇਬ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਫਰਿੰਜ ਅੰਤਰਾਲ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(e) (d) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੌੜਾਈ ਵੱਧਦੀ ਹੈ, ਫਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ ਘੱਟ ਅਤੇ ਘੱਟ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਇੰਨੀ ਚੌੜੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸ਼ਰਤ $s/S \leq \lambda/d$ ਪੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਗਾਇਬ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(f) ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਅਤਿਵਿਆਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਕਲਾ ਅਸੰਬੰਧ ਰੂਪ ਨਾਲ)। ਵਿਭਿੰਨ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜਾਂ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਕੇਂਦਰੀ ਫਰਿੰਜ ਸਫੇਦ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਲਈ $S_2P - S_1P = \lambda_b/2$,[ਜਿਥੇ λ_b (≈ 4000 Å) ਨੀਲੇ ਵਰਗ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ, ਨੀਲਾ ਰੰਗ ਗੈਰ ਹਾਜਰ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦਾ ਰੰਗ ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਤੋਂ ਥੋੜਾ ਦੂਰ $S_2Q - S_1Q = \lambda_b = \lambda_r/2$ ਜਿਥੇ(λ_r (≈ 8000 Å)] ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ। ਫ੍ਰਿੰਜ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿਚ ਨੀਲੀ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਕੇਂਦਰੀ ਸਫੈਦ ਫਰਿੰਜ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰਫ (ਸਾਈਡ) ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਨੇੜੇ ਦੀ ਫਰਿੰਜਾਂ ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਸੱਭ ਤੋਂ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਫਰਿੰਜਾਂ ਨੀਲੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁੱਝ ਫਰਿੰਜਾਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਫਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦਾ।

10.6 ਵਿਵਰਤਨ (Diffraction)

ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਅਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਬਣਨ ਵਾਲੀ ਛਾਇਆ ਨੂੰ ਧਿਆਨਪੂਰਵਕ ਦੇਖੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਪਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਜਿਆਮਿਤੀ ਛਾਇਆ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਵਿਘਨ ਦੇ ਸਮਾਨ ਵਾਰੀ ਨਾਲ ਅਣਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਵਰਤਨ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਇੱਕ ਆਮ ਲੱਛਣ ਹੈ ਜੋ ਸਾਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਚਾਹੇ ਇਹ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ, ਜਲ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ ਜਾਂ ਦ੍ਰਵ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ। ਕਿਉਂਕਿ ਜਿਆਦਾਤਰ ਅਵਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤਿਅੰਤ ਛੋਟੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਦੈਨਿਕ ਜੀਵਨ ਦੇ ਪ੍ਰਖਣਾਂ ਵਿਚ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦਾ ਸਾਮਣਾ ਨਹੀਂ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ। ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ ਜਿਵੇਂ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕਾਂ ਜਾਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਵਿਯੋਜਨ ਵਿਵਰਤਨ ਪਰਿਘਟਨਾ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਵਾਸਤਵ ਵਿਚ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ CD ਨੂੰ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਸ ਵਿਚ ਰੰਗ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

10.6.1 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ (The Single Slit) :-

ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਵਿਵੇਚਨ ਵਿਚ, ਅਸੀਂ ਕਿਹਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਤੰਗ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਨਵੇਂ ਸਰੋਤ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜਿੱਥੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ। ਯੰਗ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਵੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਵਾਲਿਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਨਿਊਟਨ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸੀ ਦੇ ਧਿਆਨ ਵਿਚ ਇਹ ਆ ਚੁੱਕਿਆ ਸੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੰਗ ਛਿਦਰਾਂ ਅਤੇ ਝਿਰੀਆਂ ਤੋਂ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕੋਨੇ ਤੋਂ ਮੁੜ ਕੇ ਉਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੋਇਆ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਅਸੀਂ ਛਾਇਆ ਦੀ ਆਸ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਜਿਸਨੂੰ ਵਿਵਰਤਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕੇਵਲ ਤਰੰਗ ਧਾਰਨਾ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਹੀ ਉਚਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਆਖਿਰ ਤੁਹਾਨੂੰ ਕੋਨੇ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਨੂੰ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਉਸਦੀ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਸੁਣ ਕੇ ਸ਼ਾਇਦ ਹੀ ਹੈਰਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੋਵੇ।

ਜਦੋ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੀ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੰਗ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੁਆਰਾ ਬਦਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਚੋੜਾ ਪੈਟਰਨ ਵਿਖਾਈ ਦੇਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿਚ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਸਾਈਡ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਦੀਪਤ ਅਤੇ ਅਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹੋਣ ਤੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.16)। ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 10.15 ਦੇਖੋ, ਜਿਸ ਵਿਚ a ਚੌੜਾਈ ਦੀ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ LN ਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਵਿਵਤਰਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅੱਗੇ ਪਏ ਇੱਕ ਪਰਦੇ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ M ਹੈ।

ਬਿੰਦੂ M ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਅਤੇ ਝਿਰੀ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਤ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਪਰਦੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਪਰਦੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਪਤਾ ਕਰਨੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਚਰਚਾ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ, P ਨੂੰ ਵਿਭਿੰਨ ਬਿੰਦੂਆਂ L,M,N ਆਦਿ ਨਾਲ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀਆਂ ਵਿਭਿੰਨ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਸਪਰ ਸਮਾਂਤਰ ਅਤੇ ਅਭਿਲੰਬ MC ਨਾਲ ਕੋਣθ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹੋਈ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 10.15]

ਮੂਲ ਧਾਰਨਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੇ ਹਿੱਸਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਕਲਾ-ਅੰਤਰ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇ। ਅਸੀਂ ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਕਿਉਂਕਿ ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਝਿਰੀ ਦੇ ਤਲ ਵਿਚ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਰੋਤ ਇਕ ਹੀ ਕਲਾ ਵਿਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਝਿਰੀ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਪਥ ਅੰਤਰ (NP - LP) ਦੀ ਗਣਨਾ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਸੀ। ਚਿੱਤਰ 10.15 ਵਿੱਚ

$$\begin{aligned} NP - LP &= NQ \\ &= a \sin\theta \\ &\approx a\theta \qquad (10.21) \end{aligned}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਝਿਰੀ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ y ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪੱਥ ਅੰਤਰ $M_2P - M_1P \approx y\theta$ ।ਹੁਣ ਸਾਨੂੰ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧਾਂ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਣਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਹਰੇਕ ਭਿੰਨ ਕਲਾ ਸੰਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗਣਨਾ ਫ੍ਰੇਨੇਲ ਦੁਆਰਾ ਸਮਾਕਲਨ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਇਸ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਨਹੀਂ ਕਰਾਂਗੇ। ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਭਿਲਕਸ਼ਨ ਸਾਧਾਰਨ ਤਰਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸਮਝੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਪਰਦੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰੀ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ, ਕੋਣ-θ ਜੀਰੋ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਪਥ ਅੰਤਰ ਜੀਰੋ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਝਿਰੀ ਦੇ ਸਾਰੇ ਭਾਗਾਂ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਇਕ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਉਚੱਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 10.15 ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚੱਤਮ $\theta = 0$ ਤੇ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਸਕੈਡੰਰੀ ਉਚੱਤਮ $\theta \approx (n+1/2)\lambda/a$, ਤੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ (ਜੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ) $\theta \approx n\lambda/a$, $n = \pm1, \pm2, \pm3, ...$ ਤੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਸੋਖਾ ਹੈ ਕਿ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਇਹਨਾਂ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਨਿਮਨਤਮ ਕਿਉਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲਾ ਕੋਣ θ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਪੱਥ ਅੰਤਰ $a\theta$, λ ਹੈ ਤਦ $/ a$ (10.22)

ਹੁਣ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਭਾਗਾਂ LM ਅਤੇ MN ਵਿੱਚ ਵੰਡੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦਾ ਆਕਾਰ a/2 ਹੈ। ਭਾਗ LM ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ M, ਦੇ ਲਈ ਭਾਗ MN ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ M_2 ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ $M_1M_2 = a/2$ ।ਬਿੰਦੂ P ਤੇ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਚੁਣੇ ਹੋਏ ਕੋਣ θ ਦੇ ਲਈ $M_2P - M_1P = \theta a/2 = \lambda/2$ ।ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ 180^0 ਨਾਲ ਉਲੱਟ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹਨ ਅਤੇ $\theta = \lambda/a$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਦ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਝਿਰੀ ਦੇ ਦੋ ਅਰਧ ਭਾਗਾਂ LM ਅਤੇ MN ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਣ (10.22) ਉਹ ਕੋਣ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ $\theta = n\lambda/a$, ਦੇ ਲਈ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ, ਜਿੱਥੇ n ਇੱਕ ਪੂਰਨ ਅੰਕ ਹੈ (ਜੀਰੋ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ)। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਝਿਰੀ ਦਾ ਆਕਾਰ a ਘੱਟਣ ਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚੱਤਮ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ ਵੱਧਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਵੀ ਸੌਖਾ ਹੈ ਕਿ $\theta = (n + 1/2)\lambda/a$ ਤੇ ਉਚੱਤਮ ਕਿਉ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ n ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਣ ਤੇ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਲਗਾਤਾਰ ਕਿਉਂ ਘੱਟਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਇੱਕ ਕੋਣ $\theta = 3\lambda/2a$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜੋ ਦੋ

ਅਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਤਿੰਨ ਬਰਾਬਰ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡੋ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੀ ਦੋ ਤਿਆਰੀ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਲਈਏ ਤਾਂ ਦੋ ਸਿਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਹੋਵੇਗਾ $\frac{2}{3}a \qquad \frac{2a}{3} \quad \frac{3}{2a}$ (10.23)

ਇਸ ਲਈ ਪਹਿਲੇ ਦੋ ਤਿਆਹੀ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਦੋ ਅਰਧ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਪੱਥ ਅੰਤਰ $\lambda/2$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਅਰਧ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਦ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਬਾਕੀ ਇੱਕ ਤਿਆਹੀ ਭਾਗ ਹੀ ਦੋ ਨਿਮਨਤਮ ਦੇ ਮੱਧ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਾਫੀ ਮੱਧਮ ਹੋਵੇਗਾ (ਜਿਥੇ ਪੂਰੀ ਝਿਰੀ ਸਮਕਲਾ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ)। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ $(n + 1/2)\,\lambda/a$ ਜਿਥੇ $n = 2,3$ ਆਦਿ ਤੇ ਉਚੱਤਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ n ਦੇ ਵੱਧਣ ਦੇ ਨਾਲ ਮੱਧਮ ਹੁੰਦੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਝਿਰੀ ਦਾ ਕੇਵਲ ਪੰਜਵਾਂ, ਸੱਤਵਾਂ ਆਦਿ ਭਾਗ ਹੀ ਇਹਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸੰਗਤ ਤੀਬਰਤਾ ਪੈਟਰਨ ਚਿੱਤਰ 10.16 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।

(ਬਿੰਦੂ P ਨੂੰ)

(ਸਰੋਤ S ਤੋਂ)

(ਬਿੰਦੂ C ਨੂੰ)

ਚਿੱਤਰ 10.15 ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਦੁਆਰਾ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ।

ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਕੀ ਅੰਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਵਰਤਾਰਿਆ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਹੀ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਵਿੱਚ ਲੰਬੀ ਚਰਚਾ ਵਿਮਰਸ਼ ਹੁੰਦੀ ਰਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਰਿਚਰਡ ਫਾਈਨਮੈਨ ਨੇ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਫਾਈਨਮੈਨ ਲੈਕਚਰਸ ਆਨ ਫਿਜੀਕਸ ਵਿੱਚ ਕੀ ਕਿਹਾ ਹੈ, ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਦਿਲਚਪਸ ਰਹੇਗਾ।

(ਝਿਰੀ)

(ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ) (ਦਰਸ਼ਣ ਪਰਦਾ)

ਚਿੱਤਰ 10.16 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਦੁਆਰਾ ਵਿਵਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਫਿਰੰਜਾਂ ਦਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਤਰਣ।

ਹਾਲੇ ਤੱਕ ਕੋਈ ਵੀ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸੰਤੋਸਜਨਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਇਆ ਹੈ। ਇਹ ਕੇਵਲ ਉਪਯੋਗ ਦਾ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹੈ, ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਈ ਸਪੱਸ਼ਟ ਤੇ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਭੌਤਿਕ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੇਵਲ ਕੁਝ ਸਰੋਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਮੰਨ ਲਓ ਦੋ ਵਿਘਨਕਾਰੀ ਸਰੋਤ, ਤਦ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਮਿਲਣ ਵਾਲੇ ਨਤੀਜੇ ਨੂੰ ਵਿਘਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਜੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੋਵੇ ਅਜਿਹਾ ਜਾਪਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਸ਼ਬਦ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣਨ ਵਾਲਾ ਪੈਟਰਨ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਜਾਂ ਛਿਦਰ ਦੁਆਰਾ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣਨ ਵਾਲਾ ਇਕੱਲਾ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਹੈ, ਅਤੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 10.17 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਚੋੜਾ ਵਿਵਰਤਨ ਸਿਖਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਨੇਕਾਂ ਘੱਟ ਚੋੜਾਈ ਦੇ ਫਿਰੰਜ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਚੋੜੇ ਵਿਵਰਤਨ ਸਿਖਰ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਨੁਪਾਤ d/a ਅਰਥਾਤ ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। a ਦੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਬਣਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਵਿੱਚ, ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਬਹੁਤ ਸਮਤਲ ਬਣੇਗਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ (ਚਿੱਤਰ 10.13(b))

ਚਿੱਤਰ 10.17 ਵਾਸਤਵਿਕ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਆਵਰਣ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.5 ਉਦਾਹਰਨ 10.3 ਵਿੱਚ, ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੌੜਾਈ ਕਿੰਨੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪੈਟਰਨ ਦੇ 10 ਉਚੱਤਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਸਕਣ।

ਹੱਲ :- ਅਸੀਂ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ

$$a \qquad , \qquad \overline{a}$$

$$10\frac{\quad}{d} \qquad 2\frac{\quad}{a} \qquad a \qquad \frac{d}{5} \quad 0.2 \text{ mm}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਦੀ ਦੂਰੀ, ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ a ਦੇ ਪਰਿਕਲਨ, ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

ਚਿੱਤਰ 10.12 ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਜੇ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕਰ ਦਈਏ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ? ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਹੁਣ ਇਹ ਇਕ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਕੁੱਝ ਖਿਸਕਣ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਹੁਣ ਸਾਡੇ ਕੋਲ S ਤੇ ਇੱਕ ਸਰੋਤ ਹੈ ਅਤੇ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਛਿਦਰ (ਜਾਂ ਝਿਰੀ) S_1 ਜਾਂ S_2 । ਇਹ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗੀ। ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ ਜੋ ਵਸਤੂ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਲ ਰੇਖਾ SS_1 ਅਤੇ SS_2 ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇਗਾ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਅਤੇ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਰਦੀਪਤ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੇ ਪੈਟਰਨ (ਜਿਸਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨਤਾ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ।

(i) ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਅੰਤਰਾਲ ਤੇ ਦੀਪਤ ਅਤੇ ਅਦੀਪਤ ਬੈਂਡ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਉਚੱਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਦੂਜੇ ਉਚੱਤਮਾਂ ਤੋਂ ਦੋ ਗੁਣਾ ਚੋੜਾ ਹੈ। ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਦੋਨੋਂ ਸਾਈਡ ਦੂਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉਚੱਤਮਾਂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

(ii) ਅਸੀਂ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਦੋ ਸੋੜੀਆਂ ਝਿਰੀਆਂ ਤੋਂ ਉਜਾਗਰ ਦੋ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਉਜਾਗਰ ਲਗਾਤਾਰ ਤਰੰਗ ਪਰਿਵਾਰ ਦੇ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਚੋੜਾਈ a ਦੀ ਕਿਸੇ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੇ ਲਈ,ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਜੀਰੋ ਕੋਣ λ/a ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਕੋਣ λ/a ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਚੋੜੀਆਂ ਝਿਰੀਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ a ਹੈ ਦੇ ਲਈ ਉਚੱਤਮ (ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ) ਮਿਲਦਾ ਹੈ।

ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਸਮਝ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚੰਗਾ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇਖ ਸਕਣ ਦੇ ਲਈ d ਅਤੇ a ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਕਾਫੀ ਛੋਟੇ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵਿੱਥ ਲਗਭਗ 1 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ। ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ a ਹੋਰ ਵੀ ਛੋਟੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ, ਲਗਭਗ 0.1 ਜਾਂ 0.2 mm ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੇ ਬਰਾਬਰ।

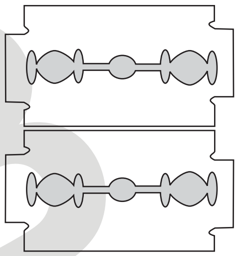
ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਤੇ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਸਾਡੇ ਵਿਵੇਚਨ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪਰਦਾ ਜਿਸਤੇ ਫਰਿੰਜਾਂ ਬਣਦੀਆਂ ਹਨ, ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਤੱਕ ਦੇ ਦੋ ਜਾਂ ਅਧਿਕ ਰਸਤਿਆਂ ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਹੀ ਸਥਿਤੀ ਤਦ ਵੀ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਲੈਨਜ ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ। ਝਿਰੀ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪੱਥ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਮਿਲਦੇ ਹਨ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਕੋਈ ਵਾਧੂ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਵਸਥਾ ਆਮ ਹੀ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਨਾਲ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਰੱਖਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕ ਤੀਬਰਤਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਉਚੱਤਮ ਦਾ ਸਾਈਜ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਜ਼ੀਰੋ ਤੋਂ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚੱਤਮ ਦਾ ਅੰਤਰਾਲ λ/a ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇਸਦਾ ਸਾਈਜ $f\,\lambda/a$ ਹੋਵੇਗਾ।

10.6.2 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਅਵਲੋਕਨ (Seeing the single slit diffraction pattern)

ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਆਪ ਹੀ ਦੇਖਣਾ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੌਖਾ ਹੈ। ਚਾਹੀਦਾ ਉਪਕਰਣ ਆਮ ਘਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਦੋ ਰੇਜਰ ਬਲੇਡ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪਾਰਦਰਸ਼ਕ ਕੱਚ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਬਲਬ (ਕਿਸੇ ਸਿੱਧੇ ਤੰਤੂ ਵਾਲੇ ਬਲਬ ਨੂੰ ਪਹਿਲ ਦਿਓ)। ਦੋਨਾਂ ਬਲੇਡਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਕੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਰ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਕ ਪਤਲੀ ਝਿਰੀ ਬਣੇ। ਇਹ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਅੰਗੂਠੇ ਅਤੇ ਉਂਗਲੀਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.18)।



ਚਿੱਤਰ 10.18 ਇੱਕ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਦੋ ਬਲੇਡਾਂ ਨੂੰ ਪਕੜਨਾ। ਇੱਕ ਬਲਬ ਤੰਤੂ ਜਿਸਨੂੰ ਝਿਰੀ ਵਿੱਚੋ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਸਪੱਸ਼ਟ ਵਿਵਰਤਨ ਬੈਂਡ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਫਿਲਾਮੈਂਟ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਰੱਖੋ, ਠੀਕ ਅੱਖ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਐਨਕ ਪਾਉਂਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ। ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਅਤੇ ਕਿਨਾਰਿਆਂ ਦੀ ਸਮਾਂਤਰਵਾਦ ਦੇ ਕੁਝ ਮਿਲਾਪ ਨਾਲ ਦੀਪਤ ਅਤੇ ਅਦੀਪਤ ਬੈਂਡਾ ਦੇ ਨਾਲ ਪੈਟਰਨ ਵਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਰੇ ਬੈਂਡਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ (ਕੇਂਦਰੀ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ,ਉਹ ਕੁੱਝ ਰੰਗ ਦਰਸਾਉਂਣਗੀਆਂ। ਲਾਲ ਅਤੇ ਨੀਲੇ ਦੇ ਲਈ ਫਿਲਟਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵੱਧ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਣਗੀਆਂ। ਜੇ ਦੋਨੋਂ ਫਿਲਟਰ ਉਪਲੱਬਧ ਹੋਣ ਤਾਂ ਨੀਲੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀਆ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵੱਧ ਚੋੜੀਆਂ ਵੇਖੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ, ਤੰਤੂ ਪਹਿਲੇ ਸਰੋਤ S ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾ ਰਿਹਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.15)। ਅੱਖ ਦਾ ਲੈਨਜ ਪਰਦੇ (ਅੱਖ ਦੇ ਰੇਟਿਨਾ) ਤੇ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਥੋੜੇ ਯਤਨ ਨਾਲ, ਇੱਕ ਬਲੇਡ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ ਦੀ ਪੰਨੀ ਵਿੱਚ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਕੱਟੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਬਲਬ ਤੰਤੂ ਨੂੰ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦਿਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ, ਅੱਖ ਤੇ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਣ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਦੂਸਰਾ ਉਪਯੁਕਤ ਦੀਪਤ ਸਰੋਤ ਹੈ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਚਮਕੀਲੀ ਉੱਤਲ ਸਤ੍ਹਾ (ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਸਾਇਕਲ ਦੀ ਘੰਟੀ) ਵਿੱਚ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੈ।

ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾ ਕਰੋ ਇਹ ਅੱਖ ਨੂੰ ਨੁਕਸਾਨ ਪਹੁੰਚਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵੀ ਨਹੀਂ ਮਿਲਣਗੀਆ ਕਿਉਂਕਿ ਸੂਰਜ $(1/2)^{o}$ ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਰਜਾ ਦਾ ਪੁਨਰਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਅਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਇੱਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਦੂਜੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਲਾਭ ਜਾਂ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਓਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਕੂਲ ਹੈ।

10.6.3 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ (Resolving Power of optical Instruments)

ਅਧਿਆਇ 9 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਟੈਲੀਸਕੋਪ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਟੈਲੀਸਕੋਪ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਿਭੇਦਨ ਇਸਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁਖ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਭਿਮੁਖ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਗਏ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਜੋ ਤਾਰੇ ਵਿਭੇਦਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦੇ ਉਹ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਵਿਭੇਦਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੇ। ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦਾ ਸ਼ੁਰੁਆਤੀ ਉਦੇਸ਼,ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਹੋਰ ਅਧਿਕ ਵੱਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ।

ਇੱਕ ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੇ ਡਿੱਗਣ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਜੇਕਰ ਲੈਨਜ ਵਿਪਥਨ ਦੇ ਲਈ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਹੈ ਤਦ ਜਿਆਮਿਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਹਾਲਾਂਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਣ ਦੀ ਬਜਾਏ ਇੱਕ ਪਰਿਮਿਤ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਦਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਿਵਤਰਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਰੱਖੇ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਦੁਆਰਕ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਰਵਾਕੇ (ਚਿੱਤਰ 10.19 ਦੇਖੋ) ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸੰਗਤ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਅਤਿਅੰਤ ਪੇਚੀਦਾ ਹੈ, ਹਾਲਾਕਿ ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਫੋਕਸ ਸਮਤਲ ਤੇ ਬਣਨ ਵਾਲੇ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਚਾਰੋ ਪਾਸਿਆਂ ਤੋਂ ਅਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਚੱਕਰਾਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੋਵੇਗਾ (ਚਿੱਤਰ 10.19)। ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ $r_0 \quad \frac{1.22 \quad f}{2a} \quad \frac{0.61 \quad f}{a}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (10.24)

ਚਿੱਤਰ 10.19 ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਲਗਭਗ ≈ 0.61 $\lambda f/a$ ਦੇ ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਧੱਬੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਇਥੇ f ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਅਤੇ 2a ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਵਿਆਸ ਜਾਂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਆਸ ਵਿੱਚ ਜੋ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇ ਉਹੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਜੇ

$$\lambda \approx 0.5\ \mu m, \quad f \approx 20\ cm \ \text{and} \ a \approx 5\ cm$$

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$r_0 \approx 1.2\ \mu m$$

ਹਾਲਾਂਕਿ ਧੱਬੇ ਦਾ ਸਾਈਜ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਯੰਤਰਾਂ ਜਿਵੇਂ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਜਾਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸੀਮਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਮਾਤਰ ਵਿਭੇਦਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ

$$f \qquad r_0 \quad \frac{0.61 \quad f}{a}$$

ਇਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚੱਲਦਾ ਹੈ

$$\frac{0.61}{a} \qquad (10.25)$$

ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦਾ ਵਿਆਸ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ $\Delta\theta$ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਤੋਂ ਪਤਾ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ a ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਰ ਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਚੰਗੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦਾ ਵਿਆਸ ਵੱਧ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.6 :- ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਤਾਰੇ ਤੋਂ 6000 A^0 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੇ ਉਸਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦਾ ਵਿਆਸ 100 ਇੰਚ ਹੈ।

ਹੱਲ:- ਇੱਕ 100 ਇੰਚ ਦੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ 2a = 100 ਇੰਚ =254 ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ

ਇਸ ਲਈ ਜੇ $\lambda \approx 6000Å = 6\times10^{-5}$ cm

ਤੱਦ $\frac{0.61 \quad 6 \quad 10^{-5}}{127} \quad 2.9 \quad 10^{-7}$ ਰੇਡੀਅਨ

ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਨ ਤਰਕ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬਿੰਬ ਨੂੰ f ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਵੱਧ ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਦੂਰੀ v ਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.20)। ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਕਾਰ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਆਕਾਰ ਦੀ ਅਨੁਪਾਤ $m \approx \theta/f$ ਨਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 10.20 ਤੋਂ

$$D/f \approx 2 \tan \beta \qquad (10.26)$$

ਜਿਥੇ 2β ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਆਸ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਕੋਣ ਹੈ।

(ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ)

(ਬਿੰਬ)

(ਬਿੰਬ ਤਲ)

(ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਤਲ)

(ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ਼)

ਚਿੱਤਰ 10 .20 ਇਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ।

ਜਦ ਕਿਸੇ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਬਿੰਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਇੱਕ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਹੋਵੇਗਾ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਸਮਤਲ ਵਿੱਚ ਇਸਦਾ ਆਕਾਰ ਹੋਵੇਗਾ।

$$\upsilon \qquad \upsilon \frac{1.22}{D} \qquad (10.27)$$

ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਪਤਾ ਕਰੋ(DETERMINE THE RESOLVING POWER OF YOUR EYE)

ਤੁਸੀਂ ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਆਕਲਨ ਇੱਕ ਸਰਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਸਮਾਨ ਚੋੜਾਈ ਦੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਬਣਾਓ ਜੋ ਸਫੈਦ ਪੱਟੀਆਂ ਤੋਂ ਅਲੱਗ ਹੋ ਗਈਆਂ ਹੋਣ,ਚਿੱਤਰ ਦੇਖੋ। ਸਾਰੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਸਮਾਨ ਚੋੜਾਈ ਦੀਆਂ ਹੋਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਫੈਦ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਖੱਬੇ ਤੋਂ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹੋਏ ਵੱਧਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਾਰੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਚੋੜਾਈ 0.5mm ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਪਹਿਲੀ ਦੋ ਸਫੈਦ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਚੋੜਾਈ 0.5mm ਹੈ,ਅਗਲੀ ਦੋ ਸਫੈਦ ਪੱਟੀਆਂ ਹਰੇਕ 1mm ਚੋੜੀ ਹੈ ਇਸ ਤੋਂ ਅਗਲੀਆਂ ਦੋ ਪੱਟੀਆਂ 1.5mm ਚੋੜੀਆਂ ਹਨ ਆਦਿ। ਇਸ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਕਮਰੇ ਜਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਦੀ ਦੀਵਾਰ ਤੇ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੇ ਲਗਾ ਦਿਓ।

ਹੁਣ ਇਸ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਦੇਖੋ, ਚੰਗਾ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਇੱਕ ਅੱਖ ਨਾਲ ਦੇਖੀਏ। ਦੀਵਾਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂ ਨੇੜੇ ਜਾ ਕੇ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਤੁਸੀਂ ਦੋ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਨੂੰ ਮਾਤਰ ਅਲਗ ਅਲਗ ਪੱਟੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੇਖ ਸਕੋ। ਇਸ ਪੱਟੀ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਗੁੰਮ ਹੋ ਜਾਣਗੀਆਂ ਅਤੇ ਵਿਭੇਦ ਨਹੀਂ ਹੋਣਗੀਆਂ। ਦੂਜੀ ਸਾਈਡ ਇਸਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਹੋਰ ਅਧਿਕ ਸਾਫ ਸਾਫ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਗੀਆਂ। ਸਫੈਦ ਪੱਟੀ ਜੋ ਦੋ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਅਲਗ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਦੀ ਚੋੜਾਈ d ਨੋਟ ਕਰੋ ਅਤੇ ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਨਾਲ ਦੀਵਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ D ਮਾਪੋ। ਤੱਦ d/D ਤੁਹਾਡੀ ਅੱਖ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਹੋਵੇਗੀ।

ਤੁਸੀਂ ਆਪਣੀ ਖਿੜਕੀ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਮਿੱਟੀ ਦੇ ਕਣ ਤੈਰਦੇ ਦੇਖੇ ਹੋਣਗੇ। ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੇ ਕਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਸਾਫ ਸਾਫ ਵੇਖ ਸਕੋ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਕਣ ਨਾਲੋਂ ਇਸਦਾ ਭੇਦ ਕਰ ਪਾਓ। ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦਾ ਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਕਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰਕੇ ਮਿੱਟੀ ਤੇ ਕਣ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ।

ਦੋ ਬਿੰਬ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਇਸ ਦੂਰੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੇ ਹੋਣਗੇ, ਵਿਭੇਦਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਣਗੇ ਉਹ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਗੇ। $\frac{1.22}{2\sin}$ ਬਿੰਬ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸੰਗਤ ਨਿਊਨਤਮ ਦੂਰੀ d ਨਿਊਨ ਹੋਵੇਗੀ

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = v\,\frac{1\ 22}{D}\Big/ m$$

$$= \frac{1\ 22}{D}\cdot\frac{v}{m}$$

$$= \frac{1\ 22\ f}{D} \qquad (10.28)$$

ਹੁਣ ਸਮੀਕਰਣਾਂ (10.26) ਅਤੇ (10.28) ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = \frac{1.22\,\lambda}{2\tan\beta} \qquad (10.29)$$

ਜੇ ਬਿੰਬ ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹਵਾ ਨਾ ਹੋ ਕੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n ਦਾ ਇੱਕ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (10.29) ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = \frac{1.22\,\lambda}{2\,n\sin\beta} \qquad (10.30)$$

ਗੁਣਨਫਲ n sinβ ਨੂੰ *ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਦੁਆਰਕ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਕਦੀ - ਕਦੀ ਵਸਤੂ ਲੈਂਨਜ ਤੇ ਅੰਕਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ, ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਿਖਣ ਵਾਲੇ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਨਿਮਨਤਮ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉਲਟਕ੍ਰਮ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (10.30) ਨਾਲ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਉਪਯੁਕਤ ਉੱਚ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਵਾਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਨੂੰ ਵਧਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਤੋਰ ਤੇ ਇੱਕ ਤੇਲ ਜਿਸਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਇੱਕ *ਤੇਲ ਨਿਮੱਜਨ ਅਭਿਦਰਸ਼ਯਕ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ sinβ ਦੇ ਮਾਨ ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇੱਕ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਮੂਲਤ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਏ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਭੁਲੇਖਾ ਹੋਣ ਦੀ ਕਾਫੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹਨਾਂ ਮਾਪਦੰਡਾਂ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਭੁਲੇਖੇ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ। ਇਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੂਰ ਦੇ ਬਿੰਬਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜਿਨਾਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬਾਂ ਦਾ ਵਿਭੇਦਨ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਦੇਖ ਕੇ ਵਿਭੇਦਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਇਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਬਿੰਬਾਂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਤ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਜੋ ਸਾਡੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਵੱਡਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕੋਈ ਦੋ ਤਾਰਿਆਂ ਜਾਂ ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਦੋ ਉਪਗ੍ਰਹਿਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਜਾਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਜੀਵਿਤ ਕੋਸ਼ਿਕਾ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਵਿਭੇਦਕ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇੱਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

10.6.4 ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੀ ਵੈਧਤਾ (The Validity of ray optics)

ਸਾਈਜ a ਦਾ ਦੁਆਰਕ (ਭਾਵ ਝਿਰੀ ਜਾਂ ਛਿਦਰ) ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਹੋਣ ਤੇ ਲਗਭਗ ≈ λ/a ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦੀਪਤ z_F ਝਿਰੀ $a^2/$ ਉੱਤਮ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਦੂਰੀ z, ਚੱਲਣ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਵਿਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਚੋੜਾਈ zλ/a ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲਵੇਗਾ। ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਰੋਚਕ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ z ਦੇ ਕਿਸ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਵਿਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਫੈਲਾਅ, ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਸਾਈਜ a ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਨਾਲ ਉਹ ਦੂਰੀ z ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਅੱਗੇ a ਚੋੜਾਈ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅਪਸਰਨ ਸਾਰਥਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$z \approx \frac{a^2}{} \qquad (10.31)$$

ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਰਾਸ਼ੀ z_F ਜਿਸੇ *ਫਰਨੈਲ ਦੂਰੀ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\approx a^2 /$$

ਸਮੀਕਰਣ (10.31) ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ z_F ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਿਸਤਾਰ, ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਸਾਈਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਛੋਟਾ ਹੈ। ਜਦ ਦੂਰੀ ਲਗਭਗ z_F ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤੱਦ ਇਹ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। z_F ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫੈਲਾਅ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫੈਲਾਅ ਦੀ ਤੁਲਨਾ (ਅਰਥਾਤ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਆਕਾਰ a ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ) ਅਧਿਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਸਮੀਕਰਨ (10. 31) ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਜੀਰੋ ਸੀਮਾ ਦੇ ਵੱਲ ਵਧਣ ਤੇ ਵੈਧ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 10.7 ਕਿਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਇੱਕ ਚੰਗੀ ਨੇੜਤਾ ਹੈ ਜਦ ਦੁਆਰਕ 3mm ਚੋੜਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 500nm ਹੈ ?

ਹੱਲ :- $z_F \quad \frac{a^2}{\ } \quad \frac{3 \quad 10^{-3}\ ^2}{5 \quad 10^{-7}} \quad 18\ \text{m}$

ਇਹ ਉਦਾਹਰਨ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਲਘੂ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਲਈ ਵੀ, ਵਿਵਰਤਨ ਫੈਲਾਅ ਕਈ ਮੀਟਰ ਲੰਬੀ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਉਪੇਕਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕਈ ਆਮ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਵੈਧ ਹੈ।

10.7 ਧਰੁਵਣ (Polarisation)

ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਡੋਰੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸਨੂੰ ਖਤਿਜੀ ਰੱਖਕੇ ਪਕੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਦੂਜਾ ਸਿਰਾ ਸਥਿਰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਡੋਰੀ ਦੇ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਉਪੱਰ ਥੱਲੇ ਆਵਰਤੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਵਾਈਏ ਤਾਂ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਉਤਪੰਨ ਕਰ ਪਾਵਾਂਗੇ ਜੋ + x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੋਵੇਗੀ (ਚਿੱਤਰ 10.21) ਅਜਿਹੀ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (10.32) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ/ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$y(x,t) = a \sin(kx - \omega t) \qquad (10.32)$$

ਜਿਥੇ a ਅਤੇ ω (= 2πν) ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਤਰੰਗ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਆਵਰਤੀ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ

$$\frac{2}{k} \qquad (10.33)$$

ਤਰੰਗ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਚਰਚਾ ਅਸੀਂ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿੱਚ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ। ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ (ਜੋ y ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਹੈ) ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ, ਸਾਨੂੰ ਟਰਾਂਸਵਰਸ (ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ) ਤਰੰਗਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਨਾਲ ਹੀ ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ Y ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਸਨੂੰ ਆਮ ਤੋਰ ਤੇ y ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਡੋਰੀ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਣ ਤਰੰਗ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਡੋਰੀ ਹਮੇਸ਼ਾ X-Y ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਤਲ ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਅਸੀਂ X-Z ਤਲ ਵਿੱਚ Z ਧਰੁਵਿਤ ਤਰੰਗ ਉਤਪੰਨ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਡੋਰੀ ਦੇ ਕੰਪਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$z(x,t) = a \sin(kx - \omega t) \qquad (10.34)$$

ਇਹ ਦੱਸਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ (ਸਮੀਕਰਣਾਂ (10.33) ਅਤੇ (10.34) ਤੋਂ ਵਰਣਿਤ) ਸਾਰੀਆਂ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਂਸਵਰਸ ਤਰੰਗਾਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ, ਅਰਥਾਤ ਡੋਰੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹਮੇਸ਼ਾ ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਡੋਰੀ ਦੇ ਕੰਪਨ ਦੇ ਤਲ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਅਵਿਵਸਥਤਿਤ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਬਦਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਅਧੁਰਵੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਅਧੁਰਵੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਥਾਪਨ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਵਿਵਸਥਤਿਤ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਇਹ ਹਮੇਸ਼ਾ ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 10.21 (a) ਵਕਰ ਕਿਸੇ ਡੋਰੀ ਦਾ ਕ੍ਰਮਵਾਰ, $t = 0$ ਅਤੇ $t = \Delta t$ ਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਨਿਰਪੂਤ ਕਰਦੇ ਹਨ,ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਸਾਈਨ ਵਕਰੀ ਤਰੰਗ $+ x$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (b) ਵਕਰ ਵਿਸਥਾਪਨ $x = 0$ ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿਚਰਣ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਇੱਕ ਸਾਈਨ ਵਕਰੀ ਤਰੰਗ $+x$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਰਿਤ ਹੋ ਰਹੀ ਹੈ। $x = \Delta x$, ਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਸਮਾਂ ਵਿਚਰਣ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੁਭਾਅ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ (ਟਰਾਂਸਵਰਸ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਸੰਚਰਿਤ ਹੋ ਰਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਇਹ ਸਰਲ ਪੋਲਰਾਇਡ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਦੇ ਦੋਲਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

10.22(a) ਦੋ ਪੋਲਰਾਇਡ P_2 ਅਤੇ P_1 ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪਾਰਗਮਨ ਪਾਰਗਮਿਤ ਅੰਸ਼ 1 ਤੋਂ 0 ਤੱਕ ਡਿੱਗਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ 0^0 ਤੱਕ 90^0 ਤੱਕ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਹੀ ਪੋਲਰਾਇਡ P_1 ਤੋਂ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਦ ਉਹ ਕੋਣ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ (b) ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੋ ਪੋਲਰਾਇਡਾਂ ਚੋਂ ਪਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਪਾਰਗਸਿਤ ਧਰੁਵਣ ਪੋਲਰਾਇਡ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਤਰ ਘਟਕ ਹੈ।ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਦੇ ਦੋਲਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਉਪਰੋਕਤ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਇਹ ਮੰਨਕੇ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_2 ਤੋਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ P_2 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ (Pass Axis) ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਧਰੁਵਣ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ P_2 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ P_1 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ ਨਾਲ 'θ' ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_1 ਤੋਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ P_1 ਤੋਂ ਘਟਕ $E\cos\theta$ ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਪਾਰਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_1 (ਜਾਂ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_2) ਨੂੰ ਘੁੰਮਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਹੇਠਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਬਦਲੇਗੀ

$$I = I_0 \cos^2\theta \qquad (10.35)$$

ਇਥੇ I_0, P_1, ਚੋਂ ਗੁਜਰਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੈ ਇਸਨੂੰ ਮੇਲਸ ਦਾ ਨਿਯਮ (Malus Law) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵੇਚਨ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ, ਆਪਤਿਤ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਅੱਧੀ ਹੈ। ਦੂਸਰਾ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਰੱਖ ਕੇ ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਕੋਣ ਨੂੰ ਇੱਕਠਾ ਕਰਕੇ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ 50 % ਤੋਂ ਜ਼ੀਰੋ ਤੱਕ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਨੂੰ ਧੁੱਪ ਦੀਆਂ ਐਨਕਾਂ, ਖਿੜਕੀਆਂ ਦੇ ਸ਼ੀਸ਼ੇ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਨਿਯੰਤ੍ਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫੀ ਕੈਮਰੇ ਅਤੇ 3D ਸਿਨੇਮਾ ਕੈਮਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.8 ਜਦੋਂ ਦੋ ਕਰਾਸਡ ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਦੀ ਇੱਕ ਤੀਸਰੀ ਸ਼ੀਟ ਨੂੰ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ:- ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P1 ਤੋਂ ਗੁੱਜਰਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ I_0 ਹੈ। ਤਦ ਦੂਸਰੇ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P2 ਤੋਂ ਗੁਜਰਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$I \quad I_0\cos^2$$

ਜਿਥੇ ਕੋਣ θ, P1 ਅਤੇ P2 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ P1 ਅਤੇ P2 ਕਰਾਸਡ ਹਨ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪਾਰਿਤ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ ($\pi/2-\theta$) ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ P3 ਤੋਂ ਨਿਰਗਮਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$I \quad I_0\cos^2 \quad \cos^2 \quad \frac{}{2} -$$

$$= I_0 \cos^2\theta \; \sin^2\theta$$

$$= (I_0/4)\sin^2 2\theta$$

ਇਸ ਲਈ ਕੋਣ $\theta = \pi/4$ ਦੇ ਲਈ ਪਾਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇਗੀ।

10.7.1 ਖਿੰਡਾਓ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਧਰੁਵਣ (Polarisation By Scattering)

ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਸਾਫ ਨੀਲੇ ਹਿੱਸੇ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਘੁੰਮਦੇ ਹੋਏ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਵੱਧਦੀ ਅਤੇ ਘੱਟਦੀ ਹੋਈ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਹੋਰ ਕੁੱਝ ਨਹੀਂ ਬਲਕਿ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਉਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹੈ ਜਿਸਨੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾਕੇ (ਖਿੰਡਾਓ ਦੇ ਕਾਰਣ) ਆਪਣੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਆਪਾਤੀ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਧੁਰਵਿਤ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.23 (a))। ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਧਰੁਵਣ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਧਰੁਵਣ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ (ਅਧੁਰਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਅਣੂੰਆਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ।

ਅਸੀਂ ਸੂਰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ 90^0 ਤੇ ਦੇਖਦੇ ਹੋਏ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਵੇਸ਼ ਜੋ ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੈ, ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਵਿਕ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਕਿਉਂਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗ ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦਾ ਕੋਈ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਘਟਕ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਣੂ ਦੁਆਰਾ ਖਿੰਡੀਆਂ ਵਿਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਧਰੁਵਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਆਕਾਸ਼ ਤੋਂ ਖਿੰਡੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਧਰੁਵਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(ਆਪਾਤੀ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਅਧੁਰਵਤ))

(ਆਪਾਤੀ) (ਪਰਵਰਤਿਤ)

(ਅਪਵਰਤੀ)

(ਖਿੰਡਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਧਰੁਵਤ))

(ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਵੱਲ)

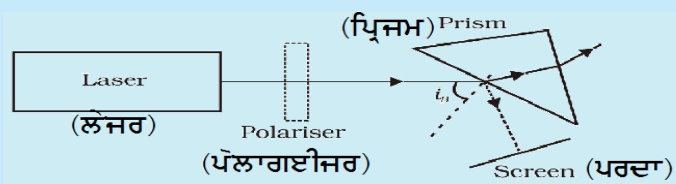
(ਮਾਧਿਅਮ)

ਚਿੱਤਰ 10.23 (a) ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਨੀਲੇ ਖਿੰਡੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਧਰੁਵਣ । ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਧੁਰਵਿਤ ਹੈ (ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਤੀਰ)। ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਅਣੂ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ 90^0 ਨਾਲ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਕੇਵਲ ਬਿੰਦੂਆਂ) ਨੂੰ ਖਿਡਾਉਂਦਾ ਹੈ। (b) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਧਰੁਵਣ ਜੋ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾਲ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੈ (ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਲੰਬਵਤ)

ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਖਿਡਾਓ ਦਾ ਗੂੜਾ ਅਧਿਐਨ ਸੀ. ਵੀ ਰਮਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸਹਿਯੋਗੀਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਕਲਕੱਤਾ ਵਿੱਚ 1920 ਦੇ ਦਸ਼ਕ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ। ਰਮਨ ਨੂੰ ਸੰਨ 1930 ਵਿੱਚ ਇਸ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ।

ਪੂਰਨ ਪਾਰਗਮਨ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਦਸ਼ਾ(A SPECIAL CASE OF TOTAL TRANSMISSION)

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਦਾ ਕੁੱਝ ਭਾਗ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਭਾਗ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਇੱਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ, ਕੀ ਇਹ ਸੰਭਵ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇੱਕ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ (ਸਤ੍ਹਾ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤੀ ਹੈ) ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਾਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਕੋਈ ਪਰਾਵਰਤਨ ਨਾ ਹੋਵੇ? ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ਕਿ ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦਾ ਉੱਤਰ ਹਾਂ ਹੈ।



ਆਓ ਇੱਕ ਸਾਧਾਰਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੀਏ ਅਤੇ ਜਾਂਚ ਕਰੀਏ ਕਿ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਇੱਕ ਲੇਜਰ, ਇੱਕ ਚੰਗਾ ਧਰੁਵਕ, ਇੱਕ ਪ੍ਰਿਜਮ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪਰਦਾ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਚਿੱਤਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖੋ।

ਲੇਜਰ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਧਰੁਵਕ ਚੋਂ ਪਾਰਿਤ ਹੋਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ i_B ਨਾਲ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਦਿਓ। ਹੁਣ ਧਰੁਵਕ ਨੂੰ ਸਾਵਧਾਨੀ ਪੂਰਵਕ ਘੁਮਾਓ। ਤੁਸੀ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਧਰੁਵਕ ਦੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼

ਪੁਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਧੱਬਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

10.7.2 ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਧਰੁਵਣ (Polarisation by reflection)

ਚਿੱਤਰ 10.23 (b) ਇੱਕ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਜਿਵੇਂ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲਾ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਤੀਰ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਆਪਤਿਤ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗਾਂ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਧਰੁਵਣ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਮਕੋਣ ਤੇ ਚੱਲਦੀ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨਕਾਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਮਾਧਿਅਮ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵਿਕਿਰਣ, ਅਰਥਾਤ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਦੋ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦੇ ਹਨ। ਤੀਰ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਕੋਈ ਯੋਗਦਾਨ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀ। ਇਸਲਈ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਚਿੱਤਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਚਿੱਤਰ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਤ ਹੈ (ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿਖਾਏ ਗਏ)। ਇਸਦੀ ਜਾਂਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਕ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਦੇਖ ਕੇ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਕ ਦਾ ਅਕਸ਼, ਚਿੱਤਰ ਤਲ ਵਿੱਚ (ਅਰਥਾਤ ਆਪਤਨ ਤਲ ਵਿੱਚ) ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਤੀਬਰਤਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ।

ਦੋ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਸੀਮਾਂ ਤੇ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਅਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਦ ਜੇ ਅਪਵਰਤਿਤ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਧਰੁਵਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਸਾਦਿਸ਼ ਆਪਤਨ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਜਦੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਵਤ ਹਨ ਤਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਇੱਕ ਪੂਰਨ ਧਰੁਵਿਤ ਤਰੰਗ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ C_B ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ C_B ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $i_B+r = \pi/2$, ਹੈ ਸਾਨੂੰ ਸਨੈਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{\sin i_B}{\sin r} \quad \frac{\sin i_B}{\sin \quad /2 - i_B}$$

$$\frac{\sin i_B}{\cos i_B} \quad \tan i_B \qquad (10.36)$$

ਇਸਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.9 ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਕੱਚ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ ਅਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਕਿੰਨਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨੇਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਣ।

ਹੱਲ :- $i + r$, $\pi/2$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ $\tan i_B = \mu = 1.5$ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਇਸ ਨਾਲ $i_B = 57°$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਹਵਾ ਤੋਂ ਕੱਚ ਦੇ ਅੰਤਰ ਸਤਹ ਤੇ ਬ੍ਰਸਟਰ ਕੋਣ ਹੈ।

ਸਰਲਤਾ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ 90^0 ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਅਤੇ ਬ੍ਰਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਵਿਵੇਚਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਸ ਖਾਸ ਪਰਿਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਦੋ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਜੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਹੋਰ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਦੋਨੋ ਹੀ ਘਟਕ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਕ ਘਟਕ ਦੂਜੇ ਘਟਕ ਤੋਂ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੋਨੋ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਥਿਰ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਅਧਰੁਵਿਤ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਦੋ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਅਜਿਹੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਕ ਵਿੱਚੋਂ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਉੱਚਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਦਿਖਾਈ ਦੇਂਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਪੂਰਨ ਅਦੀਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅੰਸ਼ਿਕ ਧਰੁਵਿਤ

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਆਓ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ। ਜਦੋਂ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਅਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਬ੍ਰਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕੇਵਲ ਇਕ ਭਾਗ, ਜਿਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਦਿਸ਼ ਆਪਤਨ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਹੁਣ ਜੇ ਇੱਕ ਚੰਗੇ ਧਰੁਵਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਆਪਤਨ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਤਮ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਰਵਾਈਏ ਤਾਂ ਆਪਤਨ ਪਰਾਵਰਤਨ ਬਿਲਕੁਲ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਸਕੋਗੇ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪੂਰਨ ਪਰਾਗਮਨ ਹੋਵੇਗਾ।

ਇਸ ਅਧਿਆਈ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਸ਼ੁਰੂ ਕੀਤਾ ਕਿ ਕੁੱਝ ਵਰਤਾਰੇ ਅਜਿਹੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੇਵਲ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਵਰਗੀਆਂ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦਾ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਅਸੀਂ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਧਿਆਇ 9 ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਸੀ, ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਵੀ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦਾ ਇੱਕ ਮੋੜ ਸੀ। ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕੁੱਝ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵਿਸ਼ਿਆਂ ਜਿਵੇਂ ਵਿਵਰਤਨ, ਵਿਭੇਦਨ, ਧਰੁਵਣ ਅਤੇ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੀ ਵੈਧਤਾ/ਮਾਨਤਾ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ। ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੇ ਖਤਮ ਹੁੰਦੇ-ਹੁੰਦੇ ਲਗਭਗ 1900 ਈ.ਵਿੱਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਵੇਂ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਨਵੇਂ ਸਿਧਾਤਾਂ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦਿੱਤਾ।

ਸਾਰਾਂਸ਼ / ਸੰਖੇਪ

1. ਹਾਈਗਨਜ਼ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਰੋਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਜੁੜ ਕੇ ਕੁੱਝ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ।

2. ਹਾਇਗਨਜ ਦੀ ਰਚਨਾ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ n ਵਾਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਗ੍ਰ ਆਵਰਨ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਕਿਰਨਾਂ ਉਦੋਂ ਦੋਨਾਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗਾਂ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਯਾਤਰਾ ਕਾਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਿਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਨਿਯਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

3. ਜਦੋਂ ਦੋ ਜਾਂ ਦੋ ਤੋ ਅਧਿਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਇੱਕ ਹੀ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਉਪਰਸਥਾਪਕ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਸਰੋਤਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਵਿਸ਼ਸ਼ਿਟ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇੱਕ ਵਿਘਨ ਪਦ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਪਦ ਉਦੋਂ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸਦਾ ਔਸਤ ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਕੇਵਲ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵਰਤੀਆ ਸਮਾਨ ਹੋਣ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਹੋਵੇ।

4. ਪ੍ਰਥਕਤਾ d ਵਾਲੀ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੀ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਅੰਤਰਾਲ ਦੀਆਂ ਫਰਿੰਜਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਕੋਣੀ ਪ੍ਰਥਕਤਾ λ/d ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਰੋਤ ਝਿਰੀਆਂ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਇੱਕ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਸਰੋਤ ਜੋ ਝਿਰੀਆਂ ਤੇ λ/d ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਫਰਿੰਜਾ ਨੂੰ ਅਲੋਪ ਲੁਪਤ ਕਰ ਦੇਵੇਗਾ।

5. ਚੋੜਾਈ a ਦੀ ਇੱਕ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੀਬਰਤਾ $\frac{}{a}$, $\frac{2}{a}$, ਆਦਿ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਜੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਾਤਾਰ ਮੱਧਮ ਹੁੰਦੇ ਸਕੈਂਡੰਰੀ ਉਚੱਤਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਵਰਤਨ ਕਿਸੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਕੋਣੀ ਵਿਭੇਦਨ ਨੂੰ λ/d ਤੱਕ ਪਰਿਸੀਮਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ D ਦੁਆਰਕ ਦਾ ਵਿਆਸ ਹੈ। ਦੋ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਇਸਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ ਪ੍ਰਬਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤਿਵਿਆਪੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣਗੇ। ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਇੱਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁਖ ਜੋ 'n' ਅਪਵਰਤਕ ਅੰਕ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਣ 2β ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਦੋ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ $\lambda/(2n \sin \beta)$, ਹੈ ਨੂੰ ਠੀਕ- ਠੀਕ ਵੱਖ

ਕਰੇਗਾ ਜੋ ਕਿ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸੀਮਾ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸੀਮਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਸਰਿਤ ਹੋਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰੇ ਚੋੜਾਈ a ਦਾ ਇੱਕ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਦੂਰੀ a^2/λ, ਚਲਦਾ ਹੈ ਜੋ ਫਰੇਨੇਲ ਦੂਰੀ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

6 ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਵੇਂ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਧਰੁਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਤਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਮਾਪਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸਾਰੀਆ ਸੰਭਵ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਘਟਕ (ਇੱਕ ਖਾਸ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ) ਨੂੰ ਪਾਰਗਮਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਿਤ ਜਾ ਸਮਤਲ ਧਰੁਵਿਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਦੂਜੇ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਵਿੱਚੋਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦਾ ਅਕਸ਼ 2π, ਨਾਲ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਦੋ ਉੱਚਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਕੋਣ (ਜਿਸਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ $\pi/2$ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ

1. ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਤਰੰਗਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਖਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੋੜੀ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦੇ ਹੋਏ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪੱਖਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਹਾਈਗਨਜ, ਯੰਗ ਅਤੇ ਫਰੇਨਲ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਤੇ ਅੰਤਰ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਈ।
2. ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਅਤੇ ਨਵਾਂ ਸਵਰੂਪ ਭਿੰਨ ਸਰੋਤਾਂ ਦੇ ਆਯਾਮਾਂ ਦਾ ਵਿਘਨ ਹੈ ਜੋਂ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਪੋਸ਼ਕ ਅਤੇ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਦੋਨੋ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।
3. ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੀ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਸਰੋਤਾਂ ਤੋਂ ਬਣੀ ਹੋਈ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਜੋ ਅਗ੍ਰ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ($\theta = 0$), ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਦਿਖਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੀ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ।
4. ਵਿਵਰਤਨ ਵਰਤਾਰੇ ਨਾਲ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੋ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਲਈ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ ਅਤੇ ਦੂਰ ਦਰਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਵੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
5. ਅਧਿਕਤਮ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਲੌਂਗੀਚਿਉਡਨਲ ਤਰੰਗਾਂ ਜਿਵੇਂ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਧੁਨੀ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਧਰੁਵਨ ਵਰਤਾਗ ਕੇਵਲ ਅਨੁਪ੍ਰਸ਼ਥ ਤਰੰਗਾਂ ਜਿਵੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟਤਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

10.1 589nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹਵਾ ਤੋਂ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤਹ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (a) ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਅਤੇ (b) ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਚਾਲ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33 ਹੈ।

10.2 ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਕੀ ਹੈ ?

(a) ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਖਿਲਰਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

(b) ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਨਿਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਜਿਸਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਰੱਖਿਆ ਹੈ।

(c) ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੇ ਤਾਰੇ ਤੋ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੁਆਰਾ ਰੋਕਿਆ ਭਾਗ

10.3 (a) ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.5 ਹੈ। ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। (ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ 3.0×10^8 m s^{-1}) ਹੈ।

(b) ਕੀ ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੰਗ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰੇਗੀ। ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਲਾਲ ਅਤੇ ਬੈਗਣੀ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਰੰਗ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚ ਹੋਲੀ ਚਲਦਾ ਹੈ।

10.4 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ 0.28mm ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਦਾ 1.4m ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਅਤੇ ਚੋਥੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ 1.2cm ਮਾਪੀ ਗਈ ਹੈ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਗਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

10.5 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਪਰਦੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜਿਥੇ ਪਥ ਅੰਤਰ λ ਹੈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ k ਇਕਾਈ ਹੈ। ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕੀ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਥੇ ਪਥ ਅੰਤਰ $\lambda/3$ ਹੈ।

10.6 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ 650nm ਅਤੇ 520 nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) 650nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਪਰਦੇ ਤੇ ਤੀਜੇ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਦੀ ਕੇਦਰੀ ਉਚੱਤਮ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਕੇਦਰੀ ਉਚੱਤਮ ਤੋਂ ਉਸ ਨਿਊਨਤਮ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਦੋਨਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਸੰਪਾਤੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

10.7 ਇੱਕ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮੀਟਰ ਦੂਰ ਰੱਖੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇੱਕ ਫਰਿੰਜ ਦੀ ਕੋਣੀ ਚੋੜਾਈ $0.2°$ ਪਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 600nm ਹੈ। ਜੇ ਪੂਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਉਪਕਰਨ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਡੁਬੋ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਕੋਣੀ ਚੋੜਾਈ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 4/3 ਲਓ।

10.8 ਹਵਾ ਤੋਂ ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਸੰਕ੍ਰਮਨ (Transmission) ਦੇ ਲਈ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਕੀ ਹੈ। ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ = 1.5

10.9 5000 A^0 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਸਤਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਆਵਰਤੀ ਦੀ ਹੈ। ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਦੇ ਕਿਸ ਮਾਨ ਲਈ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਵੇਗੀ।

10.10 ਉਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ 4mm ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਦੁਆਰਕ ਅਤੇ 400nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਨਿਕਣਤਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਵਾਧੂ ਅਭਿਆਸ

10.11 ਇੱਕ ਤਾਰੇ ਵਿੱਚੋਂ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ 6563 Å ਦੀ H_α line ਵਿੱਚ 15 Å ਦਾ ਲਾਲ ਸਿਫਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾ ਰਹੇ ਤਾਰੇ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ।

10.12 ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਜਿਵੇਂ ਪਾਣੀ) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਕਨਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਕਿਵੇਂ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਕੀ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਗਿਆਤ ਕਰਕੇ ਇਸ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਹੋਈ। ਜੇ ਨਹੀ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਦਾ ਕਿਹੜਾ ਵਿਕਲਪ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਅਨੁਕੂਲ ਹੈ।

10.13 ਤੁਸੀਂ ਮੂਲ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਜਾਣ ਚੁੱਕੇ ਹੋ ਕਿ ਹਾਈਗਨਜ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਮਾਰਗ ਦਰਸ਼ਕ ਹੈ। ਇਸੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸਿੱਧੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਗਮਨ ਕਰੋ ਕਿ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਰੱਖੀ ਗਈ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਦੂਰੀ, ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਦਰਪਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

10.14 ਤਰੰਗ ਸੰਰਚਨਾ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰ ਸਕਣ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਸੰਭਾਵਿਤ ਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੂਚੀ ਹੈ।

i) ਸਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕਿਤੀ

ii) ਸੰਚਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ

iii) ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਜਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦੀ ਗਤੀ

iv) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ

v) ਤਰੰਗ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ

ਦੱਸੋ ਕਿ

(a)ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ

(b)ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਮੰਨਿਆ ਕੱਚ ਜਾਂ ਪਾਣੀ) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਕਿਹਨਾਂ ਕਾਰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

10.15 ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦਾ ਸੂਤਰ ਨਿਮਨ ਲਿਖਤ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਭਿੰਨ ਹੈ, (i) ਸਰੋਤ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਅਤੇ (ii) ਸਰੋਤ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਣ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ। ਜਦਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ, ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਸਮਝਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਸੂਤਰ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਗਮਨ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੋਣਗੇ।

10.16 ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ 600nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਰਨ ਤੇ ਇੱਕ ਦੂਰੀ ਤੇ ਪਏ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣੇ ਫਰਿੰਜ ਦੀ ਕੋਣੀ ਚੋੜਾਈ 0.1^0 ਹੈ। ਦੋਹਾਂ ਝਿਰੀਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਹੈ ?

ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ।

10.17 (a) ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਮੂਲ ਚੋੜਾਈ ਤੋਂ ਦੁਗੱਣੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ ਕੇਦਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਸਾਈਜ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰੇਗਾ।

(b) ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਦਾ ਵਿਵਰਤਨ, ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਨਾਲ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ।

(c) ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਮਾਰਗ ਵਿਚ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਲਘੂ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਵਸਤੂ ਦੀ ਛਾਇਆ ਦੇ ਮੱਧ ਇੱਕ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਬਿੰਦੂ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਓ।

(d) ਦੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਇੱਕ 10m ਉੱਚੀ ਕਕਸ਼ ਵਿਭਾਜਿਤ ਦੀਵਾਰ ਦੁਆਰਾ 7m ਦੇ ਅੰਤਰ ਤੇ ਹੈ। ਜੇ ਧੁਨੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕਿਨਾਰਿਆ ਤੇ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਫਿਰ ਵੀ ਉਹ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਦੇਖ ਨਹੀਂ ਸਕਦੇ ਹਾਲਾਕਿ ਉਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਗੱਲਬਾਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ।

(e) ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੰਚਰਨ ਇੱਕ ਦੁਆਰਕ ਝਿਰੀ ਜਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਜੀਰੋ ਪਾਸੇ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ) ਇਸ ਸੰਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਨਕਾਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਅਨੇਕਾਂ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ।

10.18 ਦੋ ਪਹਾੜੀਆਂ ਦੀ ਚੋਟੀਆਂ ਤੇ ਦੋ ਮੀਨਾਰਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 40 km ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਪਹਾੜੀ ਦੇ 50m ਉੱਪਰ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੋ ਮੀਨਾਰਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਨਾਂ ਉਕਿਤ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਭੇਜੀ ਜਾ ਸਕੇ।

10.19 500nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਝਿਰੀ ਤੇ ਡਿੱਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 1m ਦੂਰ ਪਰਦੇ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਨਿਮਨਤਮ ਪਰਦੇ ਦੇ ਕੇਦਰ ਤੋਂ 2.5nm ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

10.20 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ;

(a) ਜਦੋਂ ਘੱਟ ਉਚਾਈ ਤੇ ਉਡਣ ਵਾਲਾ ਵਾਯੂਯਾਨ ਉਪੱਰ ਤੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਟੈਲੀਵਿਜਨ ਦੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਚਿੱਤਰ ਨੂੰ ਹਿਲਦੇ ਹੋਏ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਇੱਕ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸੱਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਸੁਝਾਓ।

(b) ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਮੂਲ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਜਾਣ ਚੁੱਕੇ ਹੋ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਵਿਤਰਣ ਸਮਝਣੇ ਦਾ ਆਧਾਰ ਭੂਤ ਸਿਧਾਂਤ ਤਰੰਗ ਦਾ ਰੇਖੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਕੀ ਹੈ।

10.21 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੀ ਵਿਉਤਪਤੀ ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $n\lambda/a$ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਰਸਨ ਨੂੰ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਉਪਯੁੱਕਤ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਕੇ ਤਸਦੀਕ ਕਰੋ।

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

10.1 (a) ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ : (ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਚਾਲ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ)

ë = 589nm, $v = 5.09 \times 10^{14}$ Hz. $C = 3.00 \times 10^{8}$ m s^{-1}

(b) ਅਪਵਰਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ : (ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਆਪਾਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ)

$v = 5.09 \times 10^{14}$Hz

$u = (c/n) = 2.26 \times 10^{8}$ m s^{-1}, ë = (u/v) = 444nm

10.2 (a) ਗੋਲ

(b) ਸਮਤਲ

(c) ਸਮਤਲ (ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦਾ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਸਮਤਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)

10.3 (a) 2.0×10^{8}m s^{-1}

(b) ਹਾਂ, ਕਿਉਂਕਿ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ [ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਰੰਗ ਨਾ ਦਿੱਤਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲਈ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ] । ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦਾ ਵਿਚਲਨ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਵਿਚ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲੋ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਅਰਥਾਤ $n_V > n_r$ ਇਸ ਲਈ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਬੈਂਗਣੀ ਘਟਕ, ਲਾਲ ਘਟਕ ਨਾਲੋਂ ਹੌਲੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ।

10.4 ë = $1.2\times10^{-2}\times0.28\times10^{-3}/4\times1.4$ m = 600nm

10.5 K/4

10.6 (a) 1.17mm (b) 1.56mm

10.7 0.15^{0}

10.8 $\tan^{-1}(1.5) \cong 56.3^{0}$

10.9 5000 Å, 6×10^{14}Hz; 45^{0}

10.10 40 m

10.11 ਸੂਤਰ ë' – ë = v/cl ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਜਾਂ v = c/*l* (ë' - ë)

10.12 ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਕਿਣਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਅਨੁਸਾਰ ਅਪਵਰਤਨ ਵਿਚ ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਆਪਾਤੀ ਕਣ ਸਤਹਿ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਵੇਗ ਦੇ ਲੰਬ ਘਟਕ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰ ਸਤਹਿ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਘਟਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ । ਇਸਦਾ ਭਾਵ $c \sin i = v \sin r$ ਜਾਂ $v/c = \sin i/\sin r = n$; ਕਿਉਂਕਿ $n > 1$, $u > c$ ਹੈ । ਇਹ ਧਾਰਨਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ($v < c$) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਪ੍ਰਯੋਗ ਸੰਗਤ ਹੈ ।

10.13 ਬਿੰਦੂ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਲੈ ਕੇ ਦਰਪਣ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਇਕ ਚੱਕਰ ਖਿਚੋ । ਇਹ ਗੋਲ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦਾ ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਦਰਪਣ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਵਾਲਾ ਸਮਤਲੀ ਭਾਗ ਹੈ । ਹੁਣ ਦਰਪਣ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਅਤੇ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿਚ t ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਸੇ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦੀਆਂ ਇਹਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਆਰੇਖਿਤ ਕਰੋ ਤੁਸੀਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸੇ ਮੌਜੂਦ ਦੋ ਇਕੋ ਜਿਹੇ ਚਾਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋਗੇ । ਸਰਲ ਜਿਆਮਤੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦਾ ਕੇਂਦਰ (ਬਿੰਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ) ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਬਿੰਬ ਦੀ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ ।

10.14 (a) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਇੱਕ ਸਰਬ ਵਿਆਪਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਅੰਕ ਹੈ ਜੋ ਸੂਚੀ ਵਿੱਚ ਦਰਜ ਕਾਰਕਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਇਹ ਇੱਕ ਹੈਰਾਨੀ ਜਨਕ ਤੱਥ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਤੱਥ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੀ ਸਾਪੇਖਕਤਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਮੂਲ ਐਕਸੀਅਮ ਹੈ ।

(b) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੀ ਮਾਧਿਅਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ

(i) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਗੁਣਾਂ ਤੋਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।) ਇਹ ਤੱਥ ਹੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਸਚ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਅਤੇ ਜਲ-ਤਰੰਗਾਂ ਆਦਿ ਲਈ ਵੀ ।

(ii) ਸਮ ਦਿਸ਼ਾਵੀ (isotropic) ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਲਈ ਸੰਚਾਰ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(iii) ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਪਰ ਪ੍ਰੇਖਕ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(iv) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(v) ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ (ਜਦੋਂ ਕਿ ਵੱਧ ਤੀਬਰ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਵਧੇਰੇ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਥੇ ਸਾਡੇ ਲਈ ਮਹਤਵਪੂਰਣ ਨਹੀਂ ਹੈ)

10.15 ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਲਈ ਮਾਧਿਅਮ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਕਿ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਸੰਗਤ ਸਮਾਨ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ (ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ) ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਾਪੇਖ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਗਤੀ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚ ਵੱਖ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਧੁਨੀ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰਾਂ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਦੀ ਉਮੀਦ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਦੇ । ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਵਿਚ ਕੋਈ ਭੇਦ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਇਥੇ ਮਾਤਰ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀਆਂ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀਆਂ ਹੀ ਅਰਥ ਰਖਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਡਾਪਲਰ ਦਾ ਸੂਤਰ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਬਰਾਬਰ ਹੈ । ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਮੁੜ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ, ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹਨ ਅਤੇ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀਆਂ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰ ਦੇ ਵੱਖ ਹੋਣ ਦੀ ਉਮੀਦ ਰਖਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ।

10.16 3.4×10^{-4} m

10.17 (a) ਆਕਾਰ ≈ ë/d ਸੂਤਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਆਕਾਰ ਅੱਧਾ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਤੀਬਰਤਾ ਚਾਰ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।

(b) ਦੋ ਸਲਿਟਾਂ ਸਮਾਯੋਜਨ ਵਿਚ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹਰੇਕ ਸਲਿਟ ਦੇ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੁਆਰਾ ਮਾਡੂਲਿਤ (Modulated) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(c) ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੀ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਕਿਨਾਰਿਆਂ ਤੋਂ ਵਿਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗਾਂ ਛਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਪੋਸ਼ੀ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਰੋਸ਼ਨ ਬਿੰਦੂ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ।

(d) ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਜਾਂ ਮੁੜਨ ਦੇ ਲਈ ਰੁਕਾਵਟਾਂ/ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ, ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਰੁਕਾਵਟਾਂ/ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਿਵਰਤਨ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ । ਇਥੇ ਆਕਾਰ ਕੁਝ ਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 5×10^{-7}m ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ, ਜਿਵੇਂ 1kHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲੀ ਧੁਨੀ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 0.3 m ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਭਾਜਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਨਹੀਂ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ।

(e) ਨਿਆਸੰਗਤਤਾ ਦਾ ਆਧਾਰ (d) ਵਿਚ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਸਾਧਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ ਵਿਚ ਵਰਤੇ ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ

ਆਕਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ ।

10.18 12.5cm

10.19 0.2 nm

10.20 (a) ਐਂਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿੱਧੇ ਸੰਕੇਤ ਅਤੇ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਜ਼ਹਾਜ਼ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦਾ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ।

(b) ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਤਰੰਗ ਗਤੀ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਅਵਕਲ (Diffesential) ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਰੇਖੀ ਚਰਿਤਰ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ। ਜੇ y^1 ਅਤੇ y^2 ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਹਲ ਹਨ, ਤਾਂ y^1 ਅਤੇ y^2 ਦਾ ਰੇਖੀ ਜੋੜ ਵੀ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਹਲ ਹੋਵੇਗਾ । ਜਦੋਂ ਆਯਾਮ ਵੱਡੇ ਹੋਣ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਉੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਣ-ਪੁੰਜ) ਅਤੇ ਅਰੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਹੋਰ ਵੀ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਇਥੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ।

10.21 ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਲਿਟ ਨੂੰ n ਛੋਟੀਆਂ ਸਲਿਟਾਂ ਵਿਚ ਵੰਡੋ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਚੋੜਾਈ $a^| = a/n$ ਹੈ । ਕੋਣ $\theta = n\ddot{e}/a = \ddot{e}/a^|$ । ਹਰੇਕ ਛੋਟੀ ਸਲਿਟ ਤੋਂ ਕੋਣ θ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਤੀਬਰਤਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਵੀ ਜ਼ੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

ਅਧਿਆਇ 11

ਵਿਕਿਰਣ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਦੋਹਰਾ ਸੁਭਾਅ (Dual Nature of Radiation And Matter)

11.1 ਭੂਮਿਕਾ(Introduction)

ਸੰਨ 1887 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ- ਚੁੰਬਕੀ ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਅਤੇ ਖੋਜ ਤੇ ਚੁੰਬਕਤਵ ਦੇ ਮੈਕਸਵੈਲ ਸਮੀਕਰਨ ਅਤੇ ਹਰਟਜ ਦੇ ਪ੍ਰੋਯਗਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੰਰਗ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਨੂੰ ਅਭੂਤਪੂਰਵ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ। ਉਨ੍ਹੀਵੀ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੇ ਆਖਰੀ ਪੜਾਅ ਵਿਚ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਵਿਚ ਗੈਸਾਂ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਦਬਾਅ ਤੇ ਬਿਜਲੀ - ਚਾਲਨ (ਬਿਜਲਈ ਵਿਸਰਜਨ) ਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਜਾਂਚ ਪੜਤਾਲ ਨਾਲ ਕਈ ਇਤਿਹਾਸਿਕ ਖੋਜਾਂ ਹੋਈਆਂ। ਰੋਇੰਟਜ਼ਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1895 ਵਿੱਚ X-ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਅਤੇ ਜੇ . ਜੇ ਥਾਮਸਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1897 ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਪਰਮਾਣੂ ਸਰੰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਵਿਚ ਮੀਲ ਦਾ ਪੱਥਰ ਸੀ। ਲਗਭਗ 0.001 mm ਪਾਰੇ ਦੇ ਸਤੰਬ ਦੇ ਅਤਿਅੰਤ ਘੱਟ ਦਬਾਅ ਤੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਅਜਿਹੇ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਵਿਚ, ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਵਿਚ ਗੈਸ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇੱਕ ਵਿਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੈਥੋਡ ਦੇ ਸਨਮੁੱਖ ਕੱਚ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਦੀਪਤ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੀਪਤ ਦਾ ਰੰਗ ਕੱਚ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ/ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਸੋਡਾ ਕੱਚ ਦੇ ਲਈ ਪੀਲਾ-ਹਰਾ ਰੰਗ ਦਾ । ਇਸ ਪ੍ਰਤਦੀਪਤ ਦਾ ਕਾਰਨ ਉਸ ਵਿਕਿਰਣ ਨੂੰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਜੋ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਆ ਰਿਹਾ ਸੀ । ਇਹ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨਾਂ 1870 ਵਿੱਚ ਵਿਲੀਅਮ ਕੁਰਕਸ ਦੁਆਰਾ ਖੋਜੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸੀ ਜਿਸਨੇ ਬਾਅਦ ਵਿਚ 1879 ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੁਝਾਇਆ ਕਿ ਇਹ ਕਿਰਨਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਚੱਲਣ ਵਾਲੀ ਰਿੱਦ ਆਵੇਸ਼ੀ ਕਣਾਂ ਦੀ ਧਾਰਾ ਤੋਂ ਬਣੀਆਂ ਹਨ। ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਭੌਤਿਕ ਸ਼ਾਸਤਰੀ ਜੇ. ਜੇ. ਥਾਮਸਨ (1856-1940) ਨੇ ਇਸ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕੀਤੀ । ਜੇ.ਜੇ.ਥਾਮਸਨ ਨੇ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰੀ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪਰਸਪਰ ਲੰਬਵਤ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਕੈਥੋਡ -ਕਿਰਨ ਕਣਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਆਵੇਸ਼ (ਭਾਵ ਆਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ (e/m))ਪਤਾ ਕੀਤਾ।

ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਇਹ ਕਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ($3X10^8$ m/s) ਦੇ ਲਗਭਗ 0.1 ਤੋਂ ਲੈ ਕੇ 0.2 ਗੁਣੇ ਵੇਗ ਨਾਲ ਚੱਲਦੇ ਹਨ। ਵਰਤਮਾਨ ਵਿੱਚ e/m ਦਾ ਮੰਨਣਯੋਗ ਮਾਨ $1.76X10^{11}$ C/Kg ਹੈ । ਇਹ ਵੀ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ e/m ਦਾ ਮਾਨ ਕੈਥੋਡ (ਉਤਸਰਜਕ) ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਜਾਂ ਧਾਤੂ ਜਾਂ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਵਿਚ ਭਰੀ ਗੈਸ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ । ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਣ ਨੇ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨ ਕਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਪਕਤਾ ਨੂੰ ਸੁਝਾਇਆ। ਲਗਭਗ ਉਸੇ ਸਮੇਂ 1887 ਵਿਚ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੁੱਝ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਧਾਤੂਆਂ ਨੂੰ ਪਾਰ-ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਉਜੱਵਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਘੱਟ ਵੇਗ ਵਾਲੇ ਰਿਦ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਕੁਝ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਧਾਤੂਆਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਤਾਪ ਤੱਕ ਗਰਮ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਰਿਦ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਕਣਾਂ ਦੇ ਲਈ e/m ਦਾ ਮਾਨ ਉੱਨਾਂ ਹੀ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਜਿੰਨਾਂ ਕੀ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨ ਕਣਾਂ ਦਾ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਨੇ ਇਹ ਸਥਾਪਿਤ ਕਿੱਤਾ ਕੀ ਇਹ ਸਾਰੇ ਕਣ ,ਹਾਂਲਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਉਤੰਪਨ ਹੋਏ ਸੀ, ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਸੀ। ਜੇ.ਜੇ ਥਾਮਸਨ ਨੇ 1897 ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ ਅਤੇ ਸੁਝਾਇਆ ਕਿ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਮੌਲਿਕ ਸਰਵਵਿਆਪੀ ਸੰਘਟਕ ਹਨ। ਗੈਸਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਸੰਵਹਿਣ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸਧਾਂਤਿਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਇਸ ਯੁਗਾਂਤਕਾਰੀ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ 1906 ਵਿਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ । 1913 ਵਿਚ ਅਮਰੀਕੀ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਆਰ. ਏ. ਮਿਲੀਕਨ (1868-1953) ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਮਾਪਣ ਦੇ ਲਈ ਤੇਲ-ਬੂੰਦ ਦਾ ਪੱਥ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਕਿ ਤੇਲ-ਬਿਦੂੰਕ ਤੇ ਆਵੇਸ਼ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇਕ ਮੂਲ ਆਵੇਸ਼ $1.62X10^{-19}$C ਦਾ ਪੂਰਨ ਗੁਣਾਂਕ ਹੈ । ਮਿਲੀਕਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਬਿਜਲ ਆਵੇਸ਼ ਕਵਾਂਟੀਕ੍ਰਤ ਹੈ। ਆਵੇਸ਼ (e) ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਆਵੇਸ਼ (e/m) ਦੇ ਮਾਨ ਤੋਂ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ (m) ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਿਆ।

11.2ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ (Electron Emission)

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਧਾਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਰਿਣ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਲਈ ਜਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹਾਂਲਾਕਿ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਹੀਂ ਨਿਕਲ ਸਕਦੇ। ਜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸਤਹ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੀ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਾਤੂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਰੋਕ ਕੇ ਰੱਖੇ ਗਏ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰਿਮਾਣ ਸਵਰੂਪ ਸਿਰਫ ਉਹੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਇਸ ਆਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਅਭਿਭੂਤ/ਫਤਿਹ ਕਰ ਸਕੇ, ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਦਾ ਕਰਜ ਫਲਨ (Work function) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ (ϕ_0) ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ eV(ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ) ਵਿਚ ਮਾਪਦੇ ਹਨ। ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ 1ਵੋਲਟ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਾਉਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ। ਭਾਵ $1eV=1.602X10^{-19}$ J ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਇਸ ਇਕਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਪਰਮਾਣੂ ਅਤੇ ਨਾਭਕੀ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0)ਧਾਤੂ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਸਤਹ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦੇ ਮਾਨ ਸਾਰਣੀ 11.1 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਮਾਨ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਮਾਨ ਸਤਹ ਸ਼ੁੱਧਤਾ ਤੇ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਾਰਣੀ 11.1ਤੋਂ ਇਹ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪਲੇਟੀਨਮ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ((ϕ_0)=5.65eV) ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸੀਜੀਅਮ ਦਾ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ((ϕ_0)=2.14eV)ਹੈ। ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤਹ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ ਲਈ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਨਿਮਨ ਕਿਸੇ ਵੀ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

i) ਤਾਪ ਆਇਨੀ ਉਤਸਰਜਨ : ਉਚਿਤ ਤਾਪਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਚਾਹੀਦੀ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਉਹ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਸਕਣ ।

ii) ਖੇਤਰ ਉਤਸਰਜਨ : ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਇਕ ਪ੍ਰਬਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (10^8 Vm^{-1}ਦੇ ਲਗਭਗ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਦੇ ਬਾਹਰ ਲਿਆ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਪਾਰਕ ਪਲੱਗ ਵਿੱਚ ।

(iii) ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ :-ਉਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੇ ਸੁੱਟਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (Photo electron Effect) ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਸਾਰਣੀ11.1ਕੁੱਝ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ

ਧਾਤੂ	ਕਾਰਜ ਫਲਨ eV (ϕ_0)	ਧਾਤੂ	ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) (eV)
cs	2.14	Al	4.28
K	2.30	Hg	4.49
Na	2.75	Cu	4.65
Ca	3.20	Ag	4.70
Mo	4.17	Ni	5.15
Pb	4.25	Pt	5.65

11.3 ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲਈ ਪ੍ਰਭਾਵ (Photo electric effect)

11.3.1 ਹਰਟਜ਼ ਦੇ ਪ੍ਰੀਖਣ

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਖੋਜ ਹੇਨਰਿਚ ਹਰਟਜ਼(1857–1894) ਦੁਆਰਾ 1887 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ–ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ। ਚਿਣਗ–ਵਿਸਰਜਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲਈ– ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਉਤਪੱਤੀ ਦੇ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅਨਵੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਹਰਟਜ਼ ਨੇ ਇਹ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਕੈਥੋਡ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਆਕਰ ਲੈਂਪ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਧਾਤੂ–ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਪਾਰ ਉੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਚਿਣਗ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੇ ਚਮਕਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਮੁਕਤ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਤਹ ਦੇ ਨੇੜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਤੋਂ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਸਤਹ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਊਰਜਾ ਸੋਖਦੇ ਹਨ। ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਾਤੂ ਸਹਤ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਪਰਿਵੇਸ਼ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਦੇ ਹਨ।

11.3.2 ਹਾਲਵਾਸਕ ਅਤੇ ਲੀਨਾਰਡ ਦੇ ਪ੍ਰੀਖਣ (Hallwach's and lenavd's observation)

ਵਿਲਹੇਲਮ ਹਾਲਵਾਕਸ ਅਤੇ ਫਿਲਿਪ ਲੀਨਾਰਡ ਨੇ 1886–1902 ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਦਾ ਅਨਵੇਸ਼ਨ ਕੀਤਾ । ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਤੇ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਲੀਨਾਰਡ (1862–1947) ਨੇ ਪਾਇਆ ਕਿ ਪਰੀਪਥ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.1)। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਰੋਕਿਆ ਗਿਆ, ਉਦੋਂ ਹੀ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਵੀ ਰੁੱਕ ਗਿਆ । ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੀਖਣਾਂ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਵਿਕਰਣ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਟੀ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ–ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਧਨਾਤਮਕ ਪੱਟੀ A ਦੇ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਕਾਰਣ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਸਤਹ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਾਹਰੀ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਲਵਾਕਸ ਅਤੇ ਲੀਨਾਰਡ ਨੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿ ਪੱਟੀ ਦੇ ਵਿਭਵ, ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ। ਹਾਲਵਾਕਸ ਨੇ 1888 ਵਿੱਚ ਇਸ ਅਧਿਐਨ ਨੂੰ ਅੱਗੇ ਵਧਾਇਆ ਅਤੇ ਇੱਕ ਰਿਣ–ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਜਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਇਕ ਬਿਜਲ ਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ । ਉਸਨੇ ਪ੍ਰੀਖਣ ਕੀਤਾ ਕਿ ਜਦ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਕਿਰਦਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਤਾਂ ਇਸਨੇ ਆਪਣਾ ਆਵੇਸ਼ ਗੁਆ ਲਿਆ । ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਜਦੋਂ ਇਕ ਅਨਾਵੇਸ਼ਿਤ ਜਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਕਿਰਣਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਤਾਂ ਉਹ ਧਨਾਵੇਸ਼ਿਤ ਹੋ ਗਈ । ਜ਼ਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਫਿਰ ਤੋਂ ਕਿਰਣਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਇਸ ਪੱਟੀ ਤੇ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ ਹੋਰ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋ ਗਿਆ । ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੀਖਣਾਂ ਤੋ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਕਿ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾਲ ਜ਼ਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨਾਲ ਰਿਦ–ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

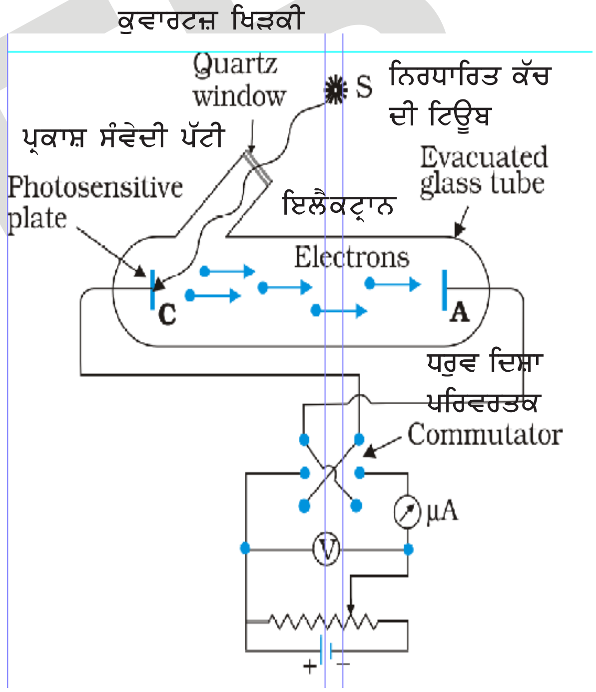
1897 ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋ ਗਿਆ ਕਿ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦਾ ਕਾਰਕ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹੈ। ਰਿਦ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਸੰਗਰਾਹਕ ਪੱਟੀ ਵੱਲ ਧਕੇਲੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਹਾਲਵਾਕਸ ਅਤੇ ਲੀਨਾਰਡ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰੀਖਣ ਕੀਤਾ ਕਿ ਜਦੋਂ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਤੇ ਇਕ ਨੀਅਤ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਮਾਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੋਈ ਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਨਿਯਤ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ਿੰਕ, ਕੈਡਮੀਅਮ, ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ, ਵਰਗੀਆਂ ਕੁੱਝ ਧਾਤੂਆਂ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕੇਵਲ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਪਰਾਬੈਗਣੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕਿ ਲੀਥੀਅਮ, ਸੋਡੀਅਮ, ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ, ਸੀਜੀਅਮ ਅਤੇ ਰੂਬੀਡੀਅਮ

ਵਰਗੀਆਂ ਖਾਰੀ ਧਾਤਾਂ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪਰਦੀਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ । ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ।

11.4 ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅਧਿਐਨ (Experimental study of Photoelectric Effect)

ਚਿੱਤਰ 11.1 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ/ਕੁਵਾਰਟਜ ਦੀ ਨਲੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪੱਟੀ C ਅਤੇ ਦੂਜੀ ਧਾਤੂ ਪੱਟੀ Á ਹੈ। ਸਰੋਤ S ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਝਰੋਖਾ (Window)W ਤੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪੱਟੀ (ਉਤਸਰਜਕ) C ਤੇ ਡਿੱਗਦਾ ਹੈ । ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਕੁਆਰਟਜ਼ ਝਰੋਖਾ (ਕੱਚ ਨਲੀ ਤੇ ਬਣੀ)ਤੋਂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਵਿਕਿਰਣ ਪਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਪੱਟੀ A(ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ)ਤੇ ਬੈਟਰੀ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲ-ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਇੱਕਠੇ ਕਰ ਲਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। C ਅਤੇ A ਪੱਟੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਬੈਟਰੀ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਲੇਟ C ਅਤੇ A ਦੀ ਧਰੁਵੀਇਤਾ, ਦਿਕਪਰਿਵਰਤਨ (Commutator) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਬਦਲੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪੱਟੀ A ਨੂੰ ਮਨਮਰਜੀ ਅਨੁਸਾਰ ਧਨ ਜਾਂ ਰਿਣ ਵਿਭਵ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੱਟੀ A ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇਗੀ ਤਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸਦੇ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋਣਗੇ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲ ਪਰਿਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪਰਿਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

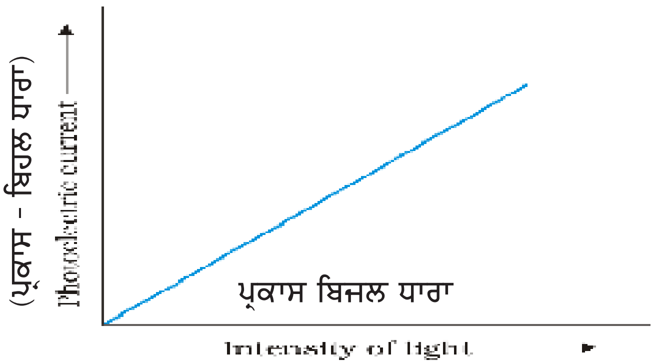
ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਵਿਭਾਂਤਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਦੁਆਰਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮ ਸਵਰੂਪ ਪਰਿਪੱਥ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਦਾਸ਼ੀਕ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਮਾਈਕਰੋ ਐਮਮੀਟਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਮਾਪਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਦਾਸ਼ੀਕ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੱਟੀ A ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਵਧਾਇਆ ਜਾ ਘਟਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਅਤੇ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਵੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਉਤਸਰਜਕ C ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ A ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵਿਭਾਂਤਰ V ਨੂੰ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਅਸੀ ਚਿੱਤਰ 11.1 ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪ੍ਰਕਾਸੀਕ ਧਾਰਾ ਦੇ (a) ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ, (b) ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਰਿਨ ਦੀ ਆਵਰਤੀ (c) ਪੱਟੀਆਂ A ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਵਿਭਾਂਤਰ, ਅਤੇ (d) ਪੱਟੀ C ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਾਅ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਉਤਸਰਜਕ C ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਫਿਲਟਰ ਜਾਂ ਰੰਗੀਨ ਕੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਭਿੰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਦੀ ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਬਦਲਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 11.1 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

11.4.1 ਪ੍ਰਕਾਸ - ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ (Effect of Intensity of light on photo current)

ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ A ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਕ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਧਨ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ C ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ A ਦੇ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ, ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਪਰਿਤਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਿਦਾਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਹਰੇਕ ਵਾਰ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਕ ਧਾਰਾ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਤਮਕ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ 11.2 ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸੀਕ ਧਾਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਦ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮ - ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ਭਾਵ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਪ੍ਰਨਾਸੀਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ।



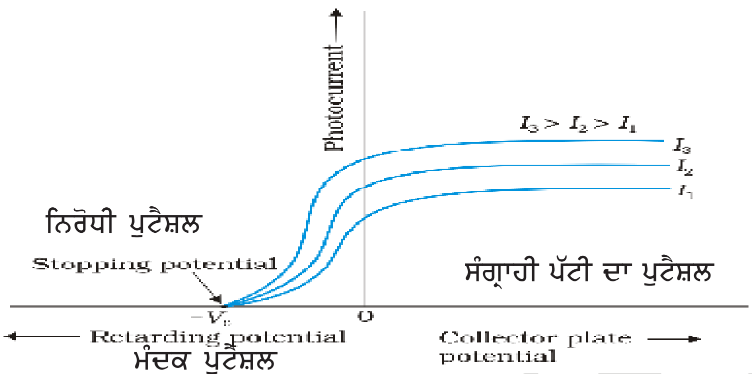
ਚਿੱਤਰ 11.2 ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

11.4.2 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ - ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੇ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ (Effect of Potential on Photo electric current)

ਅਸੀ ਪਹਿਲਾ ਪੱਟੀ A ਨੂੰ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਧਨ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਪੱਟੀ C ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਨਿਸਚਿਤ ਤੀਬਰਤਾ I ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਫਿਰ ਅਸੀ ਪੱਟੀ A ਦੇ ਧਨ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਨੂੰ ਹੋਲੀ-ਹੋਲੀ ਬਦਲਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਵਾਰ ਪਰਿਦਾਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਮਾਪਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵੇਸਕ ਪੁਟੈਸਲ (ਧਨ) ਦੇ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਪੱਟੀ A ਦੇ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਧਨ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਸਾਰੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਉਚੱਤਮ ਹੋ ਜਾਦੀ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀ ਬਿਜਲੀ ਪੱਟੀ A ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਨੂੰ ਹੋਰ ਵਧਾਉਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਹੋਰ ਨਹੀ ਵੱਧਦੀ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਇਸ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਨੂੰ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਕਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਪਹੁੰਚ ਜਾਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਰਿਣ (ਗੰਦਕ) ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਹੋਲੀ-ਹੋਲੀ ਵੱਧ ਰਿਣਾਤਮਕ ਕਰੀ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ। ਜਦੋਂ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਬਦਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕੇਵਲ ਕੁੱਝ ਵੱਧ ਉਰਜਾ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੀ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ A ਤੱਕ ਪਹੁੰਚ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਦ ਤੱਕ ਕਿ ਇਹ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਰਿਣ ਪੁਟੈਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਤੀਖਣ ਅਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਮਾਨ ਤੇ ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ।

ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਰਿਦ (ਗੰਦਕ) ਪੁਟੈਸ਼ਲ V_0 ਜਿਸ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ-ਧਾਰਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅੰਤਿਮ (cut-off) ਜਾਂ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਸ਼ੰਲ (stopping Potential) ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਸਿੱਧੀ ਹੈ। ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੱਦ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸਲ ਅਧਿਕਤਮ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਉਚੱਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (Kਉੱਚ) ਹੈ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਭਾਵ

$$K_{\text{ਉੱਚ}} = eV_0 \qquad (11.1)$$



ਚਿੱਤਰ 11.3 ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ -ਧਾਰਾ ਅਤੇ ਪੱਟੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ

ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਆਵਰਤੀ ਪਰੰਤੂ ਉੱਚ ਤੀਬਰਤਾ I_2 ਅਤੇ I_3 $(I_3>I_2>I_1)$ ਦੇ ਲਈ ਦੁਹਰਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀ ਇਹ ਨੋਟ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਹੁਣ ਸੰਤਰਪਤ ਧਰਾਵਾਂ ਦੇ ਮਾਨ ਵੱਧ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਵੱਧ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਉੱਨਾਂ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਨਾਂ ਕਿ I_1, ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 11.3 ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਉਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ, ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਹੈ।

11.4.3 ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ (Effect of frequency of incident rodiation on stopping Potential)

ਹੁਣ ਅਸੀ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਅਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਵਰਤੀਆਂ ਤੇ ਉਪਯੁੱਕਤ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਇੱਕ ਹੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਵਿਵਸਥਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਾਹੀ ਪੱਟੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਬਦਲਾਅ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਬਦਲਾਅ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 11.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।ਸਾਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਣ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਨ ਪਰੰਤੂ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਦਾ ਇਕ ਹੀ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ

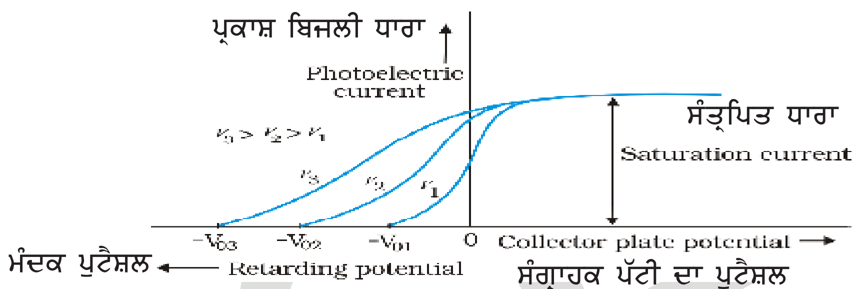
ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਉਚੱਤਮ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 11.4 ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਆਵਰਤੀਆਂ $V_3 > V_2 > V_1$ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਤਾਂ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲਾਂ ਦਾ ਕ੍ਰਮ $V_{03} > V_{02} > V_{01}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ ਕਿ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਜਿੰਨੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ ਉਨੀ ਹੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ । ਫਲਸਰੂਪ ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਰੋਕਣ ਦੇ ਲਈ ਵੱਧ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਜੇ ਅਸੀ ਭਿੰਨ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਸੰਬੰਧਿਤ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 11.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

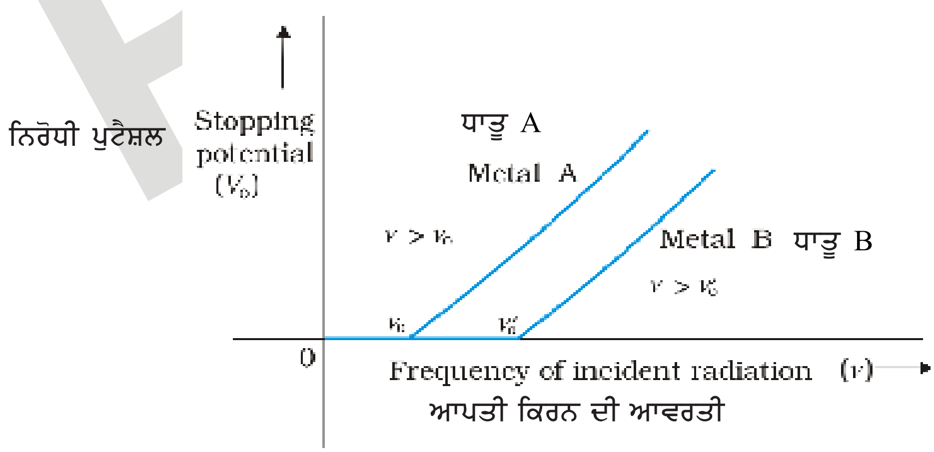
ਗ੍ਰਾਫ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ

1)ਮੰਦਕ ਜਾਂ ਰੋਕਾਕਾਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਇੱਕ ਦਿੱਤੀ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਪਰਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2)ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਨਿਊਨਤਮ ਅੰਤਕ ਆਵਰਤੀ V_0 ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਰੋਕਾਕਾਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਜੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ11.4 ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪੱਟੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ ਪੁਟੈਸ਼ਲ



ਚਿੱਤਰ11.5 ਇੱਕ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸ਼ੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ V ਦੇ ਨਾਲ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ।

ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਤੋਂ ਦੋ ਤੱਥ ਸਾਫ ਹਨ:
1)ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਕ ਊਰਜਾ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਬਦਲਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਇਹ ਇਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ।
2)ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ V ਦੇ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਅੰਤਕ ਆਪਾਤੀ V_0 ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ , ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ(ਤੀਬਰਤਾ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵੀ)
ਇਸ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਅੰਤਕ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵ੍ਰਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਧਾਤੂਆਂ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਅਨੁਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਰਸਾਉਦੇਂ ਹਨ। ਸੇਲੀਨੀਅਮ,ਜ਼ਿੰਕ ਜਾਂ ਕਾਪਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਸੰਵੇਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਾਪਰ ਵਿੱਚ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਹਰੇ ਜਾਂ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।
ਧਿਆਨ ਦੇਵੋ ਕਿ ਉੱਪਰ ਦਿੱਤੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰੋਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਕਿਸੀ ਦੇਰੀ ਦੇ ਤਤਕਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਉਦੋਂ ਵੀ ਜਦੋਂ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਬਹੁਤ ਮੰਦ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ 10^{-9}sec ਕੋਟਿ ਦੇ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਨ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।
ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਸ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰੋਯੋਗਿਕ ਲੱਛਣਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦਾ ਇੱਥੇ ਸਾਰਾਂਸ਼ ਦੇਵਾਂਗੇ:
1) ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ,ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.2)
2 ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ (ਚਿੱਤਰ11.3)
3) ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਅੰਤਕ ਆਵਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸਦੇ ਥੱਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਚਾਹੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿੰਨਾ ਵੀ ਤੀਬਰ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ। ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਉੱਪਰ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਜਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.5)
4) ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਬਿੰਨਾਂ ਕਿਸੀ ਦੇਰੀ ਦੇ (10^{-9}Sਜਾਂ ਘੱਟ) ਇੱਕ ਤਤਕਾਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੈ, ਤਦ ਵੀ ਜਦੋਂ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਮੰਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

11.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ (Photoelectric Effect And Wave Theory Of Light)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਉਨਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਅੰਤ ਤਕ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਗਈ ਸੀ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵਿਘਨ, ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਧ੍ਰਵਣ ਦੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਸੁਭਾਵਕ ਅਤੇ ਸ਼ੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁੱਕੀ ਸੀ। ਇਸ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਬਿਜਲ -ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਹੈ ਜੋ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਮਿਲ ਕੇ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਆਕਾਸ਼ੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਫੈਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉੱਥੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੰਤਤ ਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਹ ਵੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇਹ ਤਰੰਗ ਚਿਤਰਣ ਪਿੱਛਲੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸੰਬੰਧੀ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ।
ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਤਰੰਗ-ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ (ਜਿੱਥੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਪੈਂਦੀ ਹੈ) ਤੇ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਕਿਰਣੀ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਜਿੰਨੀ ਜਿਆਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ ਉੰਨੇ ਹੀ ਅਧਿਕ ਬਿਜਲ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਆਯਾਮ ਹੋਣਗੇ। ਪਰਿਣਾਮ ਸਵਰੂਪ

ਤੀਬਰਤਾ ਜਿੰਨੀ ਜਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗੀ ਉੰਨਾਂ ਹੀ ਜਿਆਦਾ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ-ਸੋਖਣ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਚਿਤਰਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਵੱਧਣ ਨਾਲ ਵੱਧ ਜਾਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਕੁੱਝ ਵੀ ਹੋਵੇ ਇੱਕ ਉੱਪਯੁਕਤ ਤੀਬਰ ਵਿਕਿਰਣ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ (ਉਪਯੁੱਕਤ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਇੰਨੀ ਕਾਫੀ ਊਰਜਾ ਦੇਣ ਵਿੱਚ ਸਮਰਥ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਆਸਤਿਤਵ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀਆ ਇੰਨਾਂ ਆਧਾਂ ਨਾਲ ਅਨੁਭਾਗ 11.4.3 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ (i),(ii)) ਅਤੇ (iii) ਦਾ ਸਿੱਧੇ ਵਿਰੋਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅੱਗੇ ਸਾਨੂੰ ਧਿਆਨ ਰੱਖਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਸੋਖਣ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਪੂਰੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਤ ਊਰਜਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਗਣਨਾਵਾਂ ਤੋਂ ਇਹ ਆਕਲਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਇੱਕਠੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕਈ ਘੰਟੇ ਜਾਂ ਹੋਰ ਵੀ ਜਿਆਦਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਣ (iv) ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ (ਲਗਭਗ) ਤਤਕਾਲਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਦੇ ਬਿਲਕੁੱਲ ਉਲਟ ਹੈ। ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼- ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਅਤਿ ਜਰੂਰੀ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ।

11.6 ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ :ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਊਰਜਾ ਕੁਆਂਟਮ (Einstein's Photoelectric Equation : Energy Quantum of Rediation)

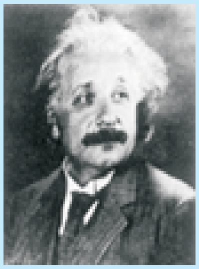
ਸੰਨ 1905 ਵਿੱਚ ਅਲਬਰਟ-ਆਈਨਸਟਾਈਨ (1879-1955)ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਇੱਕ ਮੌਲਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਨਵਾਂ ਚਿੱਤਰਣ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ । ਇਸ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਵਿਕਿਰਣ ਤੋਂ ਲਗਾਤਾਰ ਊਰਜਾ ਸੋਖਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਵਿਕਿਰਣ ਊਰਜਾ ਖੰਡਿਤ ਇਕਾਈਆਂ ਤੋਂ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਵਾਂਟਾ (Quanta)ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਵਿਕਿਰਣ ਊਰਜਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਕੁਆਂਟਮ ਦੀ ਊਰਜਾ $h\nu$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿੱਥੇ h ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਹੈ ਅਤੇ ν ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਇਕ ਕਵਾਂਟਮ $h\nu$ ਸੋਖਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਹ ਸੋਖਣ ਕਵਾਂਟਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਹੈ (ਕਾਰਜ ਫਲਨ) ਤੱਦ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੋਵੇਗੀ:

$$K_{\text{ਉੱਚਤਮ}} = h\nu - (\phi_0) \qquad --11.2$$

ਅਧਿਕ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਬਣੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਆਪਣੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਿਸੇ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ,ਪ੍ਰਤੀਸੈਕਿੰਡ ਆਪਤਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਾਉਣ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਹਲਾਂਕਿ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ 11.2 ਨੂੰ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਹ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਅਨੁਭਾਗ 11.4.3 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਅਤੇ ਸਹਿਜ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (11.2) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ, $K_{\text{ਉੱਚ}}$ ਆਵਰਤੀ ν ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਅਲਬਰਟ ਆਈਨਸਟਾਈਨ (1879-1955)



ਅਲਬਰਟ ਆਈਨਸਟਾਈਨ (1879-1955) ਸੰਨ 1879 ਵਿੱਚ ਜਰਮਨੀ ਵਿੱਚ ਉੱਲਮ ਨਾਮਕ ਥਾਂ ਤੇ ਜੰਮੇ ਅਲਬਰਟ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਅੱਜ ਤੱਕ ਦੇ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਸਭ ਤੋਂ ਮਹਾਨ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੰਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਜੀਵਨ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸੰਨ 1905 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਤਿੰਨ ਕ੍ਰਾਂਤੀਕਾਰੀ ਸ਼ੋਧ ਪੱਤਰਾਂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਇਆ ।ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਆਪਣੇ ਪਹਿਲ ਸ਼ੋਧ ਪੱਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਵਾਂਟਾ (ਹੁਣ ਫੋਟਾਨ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਉਸ ਲੱਛਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਿਸਨੂੰ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨਹੀਂ ਸਮਝਾ ਸਕਿਆ। ਆਪਣੇ ਦੂਜੇ ਸ਼ੋਧ ਪੱਤਰ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਬਰਾਉਨੀ ਗਤੀ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ ਜਿਸਦੀ ਕੁੱਝ ਸਾਲਾਂ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪੁਸ਼ਟੀ ਹੋਈ ਅਤੇ ਜਿਸਨੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਚਿੱਤਰਣ ਦਾ ਯਕੀਨੀ ਸਬੂਤ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾਇਆ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਤੀਜੇ ਸ਼ੋਧ ਪੱਤਰ ਨੇ ਸਾਪੇਖਪਤਾ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦਿੱਤਾ । ਸੰਨ 1916 ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸਾਪੇਖਤਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ। ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਹਨ: ਉਤੇਜਿਤ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਜੋ ਪਲਾਂਕ ਬਲੈਕ ਬਾਡੀ ਵਿਕਿਰਣ ਨਿਯਮ ਦੇ ਇੱਕ ਵੈਕਲਪਿਕ (ਬਦਲ)ਵਿਉਤਪਤੀ ਵਿੱਚ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ,ਵਿਸ਼ਵ ਦਾ ਸਥੈਤਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਜਿਸਨੇ ਆਧੁਨਿਕ ਬ੍ਰਾਹਮੰਡ ਵਿਗਿਆਨ ਦਾ ਅਰੰਭ ਕੀਤਾ,ਕਿਸੇ ਗੈਸ ਦੇ ਸਥੂਲ ਬੋਸਾਨ ਦੀ ਕੁਵਾਂਟਮ ਸੰਖਿਕੀ ਅਤੇ ਕੁਵਾਂਟਮ ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੀ ਸਥਾਪਨਾ ਦਾ ਅਲੋਚਨਾਤਮਕ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ। ਸਿਧਾਂਤਕ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਲਈ 1921ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਇੱਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਇੱਕਲੇ ਕੁਵਾਂਟਮ ਦੇ ਸੋਖਣ ਨਾਲ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (ਜੋ ਊਰਜਾ ਕੁਵਾਂਟਮ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ) ਇਸ ਮੂਲ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਲਈ ਅਸੰਗਤ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $K_{ਉੱਚ}$ ਰਿਣ ਰਾਸ਼ੀ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ।

ਸਮੀਕਰਣ (11.2) ਵਿੱਚ ਇਹ ਅੰਤਰਨਿਹੀਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਤਦ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋਂ

$$h\nu > (\phi_0)$$

ਜਾਂ $\nu > \nu_0$ ਜਿੱਥੇ $\nu_0 = \frac{0}{h}$

ਸਮੀਕਰਣ (11.3) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਾਰਜ ਫਲਨ %ਦੇ ਅਧਿਕ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਨਿਊਕਤਮ ਜਾਂ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ν_0 ਦਾ ਮਾਨ ਅਧਿਕ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਇੱਕ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ $\nu_0 (= (\phi_0)/h)$ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀ ਤੇ $(\phi_0$ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ ਚਾਹੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕੁੱਝ ਵੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ ਭਾਵ ਉਹ ਸਤਹ ਤੇ ਕਿੰਨੀ ਦੇਰ ਹੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਪਵੇ। ਇਸ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ,ਜਿਵੇਂ ਉੱਪਰ ਦਰਸਾਈ ਹੈ,ਊਰਜਾ ਕਵਾਂਟਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜਿੰਨੀ ਅਧਿਕ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਕਵਾਂਟਾ ਉਪਲਬਧ ਹੋਣਗੇ,ਉੰਨੀ ਹੀ ਅਧਿਕ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਕਵਾਂਟਾ ਦਾ ਸੋਖਣ ਕਰਨਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ($\nu > \nu_0$ ਦੇ ਲਈ) ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਉੰਨੀ ਹੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗੀ । ਇਥੋਂ ਇਹ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਉਂ $\nu > \nu_0$ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਇੱਕ ਕਵਾਂਟਮ ਦਾ ਸੋਖਣ ਮੂਲ ਮੁੱਢਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਤਤਕਾਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਅਰਥਾਤ ਵਿਕਿਰਣ ਕਵਾਂਟਾ ਦੀ

ਗਿਣਤੀ ਚਾਹੇ ਜਿੰਨੀ ਵੀ ਹੋਵੇ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਤਤਕਾਲੀ ਹੀ ਹੋਵੇਗਾ। ਘੱਟ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਉਤਸਰਜਨ ਵਿੱਚ ਦੇਰੀ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਕਿਉਂਕਿ ਮੂਲ ਮੁਢਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਉਹੀ ਰਹੇਗੀ। ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਕੇਵਲ ਇਹ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿੰਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਸ ਮੁੱਢਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ (ਇਕ ਇੱਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ ਕਵਾਂਟਮ ਦਾ ਸੋਖਣ) ਵਿੱਚ ਹਿੱਸਾ ਲੈ ਸਕਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨਾਲ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (11.1)ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ (11.2) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$eV_0 = h\nu \; (\phi_0)$; ਦੇ ਲਈ $\nu \quad \nu_0$

ਜਾਂ

$$v_0 = \; - \; v - \frac{\phi_0}{e} \qquad (11.4)$$

ਇਹ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਤ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ν_0 ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ v ਦਾ ਵਕਰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਹੈ। ਜਿਸਦਾ ਢਲਾਣ =(h/e) ਜੋ ਕਿ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। 1906-16 ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ,ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਝੁਠਲਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਲੜੀ ਕੀਤੀ। ਚਿੱਤਰ 11.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ,ਉਸਨੇ ਸੋਡੀਅਮ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਦਾ ਢਲਾਣ ਮਾਪਿਆ ਦੇ ਜਾਣੂ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਉਸਨੇ ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ h ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਹ ਮਾਨ ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਦੇ ਉਸ ਮਾਨ =($6.626\text{X}10^{-34}$Js)ਦੇ ਨੇੜੇ ਸੀ ਜਿਸਨੂੰ ਬਿਲਕੁੱਲ ਹੀ ਅਲੱਗ ਸੰਦਰਭ/ ਪ੍ਰਸੰਗ ਵਿੱਚ ਲੱਭਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ 1916ਵਿੱਚ ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਝੁਠਲਾਉਣ ਦੀ ਥਾਂ ਉਸਦੀ ਸਚਾਈ ਨੂੰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਵਾਂਟਾ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਅਤੇ h ਅਤੇ (ϕ_0) ਦੇ ਮਾਨ (ਜੋ ਹੋਰ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ ਨਾਲ ਮੇਲ ਰੱਖਦੇ ਹਨ)ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਨੂੰ ਸਵੀਕਾਰ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ $\geq \left(\frac{h}{e}\right)$ ਬਹੁਤ ਸਪੱਸ਼ਟਤਾ ਨਾਲ ਕਈ ਖਾਰੀ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਿਕਿਰਣ-ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਪਰਾਸ ਦੇ ਲਈ ਤਸਦੀਕ ਕੀਤਾ।

11.7 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕਣੀਯ ਸੁਭਾਅ :- ਫੋਟਾਨ (Particle Nature of light:-the Photon)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੇ ਇਸ ਵਿਲੱਖਣ ਤੱਥ ਨੂੰ ਪਰਮਾਣਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਆਪਸੀ ਕ੍ਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਕਵਾਂਟਾ ਅਰਥਾਤ ਊਰਜਾ ਦੇ ਪੈਕੇਟ(ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਊਰਜਾ $h\nu$ ਹੈ) ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੋਵੇ । ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਵਾਂਟਮ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਕਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ? ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਣਾਮ ਤੇ ਪਹੁੰਚੇ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਵਾਂਟਮ ਨੂੰ ਸੰਵੇਗ $(\frac{h\nu}{c})$ਨਾਲ ਸਬੰਧੰਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।ਊਰਜਾ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਬਲ ਸੂਚਕ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕ੍ਵਾਂਟਮ ਨੂੰ ਕਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਣ ਨੂੰ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨ ਦਾ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣ ਜਿਹੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਏ.ਐਚ.ਕਾਂਪਟਨ (1892-1962) ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ X-ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਖਿੰਡਾਓ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਸੰਨ 1924 ਵਿੱਚ ਦੁਬਾਰਾ ਪੁਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਸਿਧਾਂਤਕ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਆਪਣੇ ਕੰਮ ਦੇ ਲਈ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੂੰ 1921 ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਦਾ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਮੂਲ ਚਾਰਜ/ਆਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਸੰਨ 1923 ਵਿੱਚ ਮਿਲੀਕਨ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕੀ ਦਾ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਅਸੀ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਦਾ ਸਾਰਾਂਸ਼ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ:-

I.ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ, ਵਿਕਿਰਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਮੰਨੋ ਇਹ ਅਜਿਹੇ ਕਣਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੋਵੇ ਜਿੰਨਾਂ ਨੂੰ ਫੋਟਾਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

II.ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ $E=(h\,\nu)$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ $P=(\frac{h\nu}{c})$ ਅਤੇ ਚਾਲ c ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ c ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ) ।

III.ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ν ਜਾਂ ਤਰੰਗ A ,ਦੇ ਸਾਰੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ $E=h\nu=(\frac{hc}{\lambda})$ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ $P=(\frac{h\nu}{c})$

$=h/\lambda$ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਚਾਹੇ ਜੋ ਵੀ ਹੋਵੇ)। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਕੇਵਲ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਖੇਤਰ ਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੀ ਵੱਧਦੀ ਹੈ (ਸਾਰੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ)। ਇਸ ਲਈ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ।

IV. ਫੋਟਾਨ ਬਿਜਲ ਉਦਾਸੀਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਵਿਖੇਪਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

V. ਫੋਟਾਨ-ਕਣ ਟੱਕਰ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਫੋਟਾਨ-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟੱਕਰ) ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਾਂਲਾਕਿ ਕਿਸ ਟੱਕਰ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵੀ ਸੁਰਖਿਅਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਫੋਟਾਨ ਦਾ ਸੋਖਣ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਇਕ ਨਵਾਂ ਫੋਟਾਨ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਹਾਰਨ 11.1 $6.0X\,10^{-3}$ Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਰੰਗੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਲੇਜ਼ਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਨ ਸਮਰਥਾ $2.0X10^{14}$ W ਹੈ। (a) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? (b)ਸਰੋਤ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਔਸਤ ਤੋਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਕਿੰਨੇ ਫੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ?

ਹੱਲ (a) ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$E=h\nu=(6.63X10^{-34}Js)(6.0X10^{14}Hz)$$
$$=3.98X10^{-19}J$$

(b) ਜੇ ਸਰੋਤ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N ਹੈ ਤਾਂ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਸੰਚ੍ਰਰਿਤ ਸਮਰਥਾ P ਪ੍ਰਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ E ਦੇ N ਗੁਣਾ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ P=NE। ਤਦ

$$N=\frac{P}{E}\quad\frac{2.0\quad 10^{3}\,W}{3.98\quad 10^{19}\,J}\quad=5.0X10^{15}$$ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ

ਉਦਾਹਰਨ 11.2 ਜੇ ਸੀਜਿਅਮ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ 2.14e (ϕ_0) ਤਾਂ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ (a) ਸੀਜੀਅਮ ਦੀ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ (b)ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, ਜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਨੂੰ 0.60 v ਦੇ ਇੱਕ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਲਗਾਕੇ ਜੀਰੋ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ।

ਹੱਲ (a) ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ,ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਊਰਜਾ $h\nu_0$ ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ :

$$\nu_0=\frac{{}_0}{h}\quad\frac{2.14\,eV}{6.63\quad 10^{34}\,J\,s}$$

$$\frac{2.14\quad 1.6\quad 10^{19}\,J}{6.63\quad 10^{34}\,J\,s}\quad 5.16\quad 10^{14}\ Hz$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $V_0=5.16X10^{14}Hz$ ਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਮੁਕਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(b)ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ eV_0 ਸਥਿਤਜ ਊਰਜਾ (ਰੋਕੂ-ਪੁਟੈਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਦੁਆਰਾ) ਸਮਾਨ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਜੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਹੇਠਾ ਹੈ :

$$eV_0 = h\nu - (\phi_0) = \frac{hc}{\ } -$$

ਜਾਂ $$\lambda = hc/(eV_0 + \phi_0)$$

$$\frac{(6.63\quad 10^{34}\,J\,s)\quad(3\quad 10^{8}\,m/s)}{(0.60\,eV\quad 2.14\,eV)}$$

$$\frac{19.89 \quad 10^{26} \text{ J m}}{(2.74 \text{ eV})}$$

$$\frac{19.89 \quad 10^{26} \text{ J m}}{2.74 \quad 1.6 \quad 10^{19} \text{ J}} \quad 454 \text{ nm}$$

ਉਦਾਹਰਨ 11.3 ਦ੍ਰਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ, ਪੀਲੇ ਹਰੇ ਰੰਗ ਅਤੇ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : ਲਗਭਗ 390nm ,ਲਗਭਗ550 nm(ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ) ਅਤੇ ਲਗਭਗ 760 nm ਹੈ। (a) ਦ੍ਰਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਿਮਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ (eV) ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ :i) ਬੈਂਗਣੀ ਸਿਰਾ ii) ਪੀਲੇ -ਹਰੇ ਰੰਗ ਦੀ ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ (iii) ਲਾਲ ਸਿਰਾ ($h=6.63X10^{-34}$Js) ਅਤੇ l$eV=1.6X10^{-19}$J) b) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਰਣੀ 11.1 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਫਲਨਾਂ ਦਾ ਮਾਨ ਅਤੇ (a) ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦੇ (i) (ii) ਅਤੇ (iii) ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹੋਏ ਕੀ ਤੁਸੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਯੁੱਕਤੀ ਦੀ ਸਿਰਜਣਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ?

ਹੱਲ (a) ਆਪਤਿਤ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ , $E = h\nu = hc/\lambda$

$$E=(6.63X10^{-34}JS)(3X10^{8}m/s) / \lambda$$

(i) ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ λ_1=390nm(ਹੇਠਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਿਰਾ)

ਆਪਾਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ, $E_1 = \frac{1.989 \quad 10^{-25} \text{ Jm}}{390\times10^{-9} \text{ m}}$ $\frac{1.989 \quad 10^{-25} \text{ Jm}}{}$

$$=5.10X10^{-19}J$$

$$\frac{5.10 \quad 10^{-19} \text{ J}}{1.6\times10^{-19} \text{ J/eV}} \quad =3.19ev$$

(ii) ਪੀਲੇ–ਹਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ λ_2=550nm (ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ)

ਆਪਾਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ $E_2 = \frac{1.989 \quad 10^{-25} \text{ Jm}}{550\times10^{-9} \text{ m}}$

$$=3.62X10^{-9}J$$

$$=2.26 \text{ ev}$$

(iii) ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ λ_3=760nm (ਉੱਚ ਤਰੰਗ ਸਿਰਾ)

ਆਪਾਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ $E_3 = \frac{1.989 \quad 10^{-25} \text{ Jm}}{760\times10^{-9} \text{ m}}$

$$=2.62X10^{-19}J \quad =1.64ev$$

(b) ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ-ਬਿਜਲ ਯੁੱਕਤੀ ਦੇ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਰਜਾ E ਦਾ ਮਾਨ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਜਾਂ ਵੱਧ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ [E=3.19 eV] ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ, Na[ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0)=2.75eV], K(ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) = 2.30 eV)ਅਤੇ Cs (ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0)=2.14eV) ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਯੁੱਕਤੀ ਪੀਲੇ ਹਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (E=2.26 eV) ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ cs(ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0)=2.14eV) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਹੀ ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਹਾਂਲਕਿ ਇਹ ਯੁਕਤੀ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (E=1.64eV) ਦੇ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਤਿੰਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕੇਗੀ।

11.8 ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ (Wave nature of matter)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਵਿਅਪਕ ਤੌਰ ਤੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ)ਦੀ ਦੋਹਰੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ (ਤਰੰਗ-ਕਣ)ਵਰਤਮਾਨ ਅਤੇ ਪੂਰਵ ਅਖਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਅਧਿਐਨ ਦੁਆਰਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਵਿਘਨ, ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਧ੍ਰਵਣ ਦੀਆਂ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਤੋਂ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਗੋਚਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੂਜੀ ਤਰਫ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਤੇ ਕਾਂਪਟਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਸਥਾਣਅੰਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਵਿਕਿਰਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਮੰਨਿਆ ਇਹ ਕਣਾਂ ਦੇ ਗੁੱਛ ਭਾਵ ਫੋਟਾਨਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੋਵੇ। ਕਣ ਜਾਂ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚੋਂ ਕੌਣ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਉਪਯੁੱਕਤ ਹੈ, ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਦਹਾਰਨ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੀ ਆਮ ਘਟਨਾ ਵਿੱਚ ਦੋਨਾਂ ਦਾ ਹੀ ਵਰਣਨ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਅੱਖ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਇੱਕਠਾ ਕਰਕੇ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਨੂੰ ਤਰੰਗ-ਚਿੱਤਰਣ ਨਾਲ ਭਲੀ ਭਾਂਤੀ ਵਿਵੇਚਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਸਦਾ ਰਾਡ ਅਤੇ ਕਾਨ (ਰੇਟਿਨਾ ਦੇ)ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਣ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਕ ਸੁਭਾਵਿਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਇਹ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਦੋਹਰੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ (ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਕਣ) ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਕਣ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ,ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਆਦਿ) ਦੀ ਤਰੰਗ ਵਰਗਾ ਲੱਛਣ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ? ਸੰਨ 1924 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਫ੍ਰਾਂਸੀਸੀ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਲੁਇਸ ਵਿਕਟਰ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ (ਫ੍ਰੈਂਚ ਉਚਾਰਨ ਵਿੱਚ ਇਸਨੂੰ ਲਈ ਵਿਕਟਰ ਦੇ ਬ੍ਰਾਏ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) (1892-1987) ਨੇ ਇਕ ਨਿਰਭੀਕ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਗਤੀਮਾਨ ਕਣ ਉਪਯੁੱਕਤ (ਅਨੁਕੂਲ) ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਜਾਹਰ ਗੁਣ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਉਸਨੇ ਇਹ ਦਲੀਲ ਦਿੱਤੀ ਕੀ ਕੁਦਰਤ ਸਮਪ੍ਰਮਾਣ ਹੈ ਅਤੇ ਦੋ ਮੂਲ ਭੌਤਿਕੀ ਅਸਤੀਤਵ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਉਰਜਾ ਦਾ ਵੀ ਸਮਪ੍ਰਮਾਣ ਲੱਛਣ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਦੋਹਰਾ ਲੱਛਣ ਹੈ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਵੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਸੰਵੇਗ P ਦੇ ਕਣ ਦੇ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ A ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਦਰਸਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \frac{h}{mv} \qquad (11.5)$$

ਇਥੇ M ਕਣ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਅਤੇ v ਇਸ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਨੂੰ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਨੂੰ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਦੋਹਰਾ ਸਰੂਪ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ λ ਤਰੰਗ ਦਾ ਲੱਛਣ ਹੈ ਜਦਕਿ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਸੰਵੇਗ p ਕਣ ਦਾ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਲੱਛਣ ਹੈ। ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ h ਦੋਨਾਂ ਲੱਛਣਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਇਕ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਦੇ ਲਈ ਸਹਿਜੇ ਹੀ ਇੱਕ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਵੈਧਤਾ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਸਿੱਧ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਹਾਂਲਕਿ ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਰੋਚਕ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ ਦੇ ਲਈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੈ,

$$p = h\nu / c \qquad (11.6)$$

ਇਸ ਲਈ $\frac{h}{p}$ $\frac{c}{}$ (11.7)

ਅਰਥਾਤ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ ਉਸ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਫੋਟਾਨ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਇਕ ਕੁਵਾਂਟਮ ਹੈ। ਨਿਸੰਦੇਹ ਸਮੀਕਰਣ(11.5) ਦੇ ਦੁਆਰਾ λ ਇਕ ਜਿਆਦਾ ਭਾਰੀ ਕਣ (ਵੱਡਾ m) ਜਾਂ ਅਧਿਕ ਓਜਸਵੀ ਕਣ (ਵੱਡੇv) ਦੇ ਲਈ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਦਹਾਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਕ 0.12 kg ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੀ ਗੇਂਦ ਜੋ 20 ms^{-1} ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚੱਲ ਰਹੀ ਹੈ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਪਰਿਕਲਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੈੱਲ (ਫੋਟੋ ਸੈਲ) (Photo cell)

ਫੋਟੋ ਸੈੱਲ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਇਕ ਤਕਨੀਕੀ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਕਦੀ ਕਦੀ ਬਿਜਲੀ ਅੱਖ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਕ ਫੋਟੋ ਸੈਲ ਵਿਚ ਇਕ ਅਰਧ-ਵੇਲਨਾਕਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਧਾਤੂ ਪੱਟੀ C (ਉਤਸਰਜਕ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਕ ਤਾਰ ਦਾ ਲੂਪ A (ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ) ਇਕ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ ਜਾਂ ਕੁਵਾਰਟਜ ਬਲਬ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਉੱਚ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਟਰੀ B ਅਤੇ ਮਾਈਕਰੋ ਐਮਮੀਟਰ (mA)ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬਲਬ ਦੇ ਇਕ ਭਾਗ/ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸਾਫ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਸ ਵਿਚ ਦਾਖਲ ਹੋ ਸਕੇ।

ਜਦੋਂ ਉਚਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ Cਤੇ ਪੈਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਵਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਕੁੱਝ ਮਾਈਕਰੋ ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਧਾਰਾ ਨਿਯੰਤਰਨ ਤੰਤਰ ਦੇ ਚਾਲਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਮਾਪਕ ਯੁੱਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸੰਵੇਦੀ ਲੈਡ ਸਲਫਾਈਡ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਪ੍ਰਜਵਲਨ ਪਰਿਪੱਥਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਕਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਮਾਪਣਦੇ ਸਾਰੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

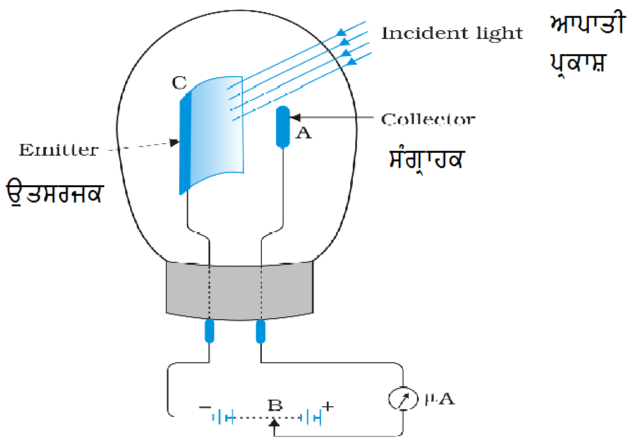
ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫੀ ਕੈਮਰੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਮਾਪਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਮਾਪਣ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਸਵੈਚਲਿਤ ਦਰਵਾਜਾ ਖੁਲੱਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਰਵਾਜਾ-ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦਰਵਾਜੇ ਦੇ ਵੱਲ ਵੱਧਦੇ ਹੋਏ ਵਿਅਕਤੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਰੁੱਕ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਅਚਾਨਕ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਦਲਾਅ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦਰਵਾਜਾ ਖੋਲਣ ਦੇ ਲਈ ਮੋਟਰ ਨੂੰ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਅਲਾਰਮ ਵਜਾਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਉਸ ਗਣਨਾ ਯੁੱਕਤੀ ਦੇ ਨਿਯੰਤਰਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਪਾਰ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਜਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਜਾਣ ਕਰਕੇ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਨੂੰ ਅੰਕਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਕਿਸੇ ਰੰਗ ਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ,ਜੇਕਰ ਉਹ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਹਾਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਹੋਣ। ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਆਵਾਜਾਈ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਤੋੜਣ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀਆਂ ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਵੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਇਕ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਰੋਕਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਅਲਾਰਮ ਵਜਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਚੋਰ ਅਲਾਰਮ ਵਿੱਚ,ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਅਦ੍ਰਿਸ਼)ਨੂੰ ਲਗਾਤਾਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਦਰਵਾਜੇ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਤੇ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਜੋ ਦਰਵਾਜੇ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ

ਨੂੰ ਰੋਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਅਚਾਨਕ ਬਦਲਾਅ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇੱਕ ਬਿਜਲ ਘੰਟੀ ਦੇ ਵੱਜਣ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅੱਗ ਅਲਾਰਮ ਵਿੱਚ,ਭਵਨ ਵਿੱਚ ਖਾਸ ਥਾਵਾਂ ਤੇ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਅੱਗ ਲੱਗਣ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਕਿਰਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਤੇ ਪੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨਾਲ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਘੰਟੀ ਜਾਂ ਇਕ ਹਾਰਨ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਪਰਿਪੱਥ ਪੂਰਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇਕ ਚੇਤਾਵਨੀ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਚਲ ਚਿਤੱਰਣ ਵਿੱਚ ਧੁਨੀ ਦੇ ਪੁਨਰਤਪੱਤੀ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਕੈਮਰੇ ਦੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਦੀ ਸਕੈਨਿੰਗ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਉਦਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤੂ ਦੀਆਂ ਚਾਦਰਾਂ ਵਿੱਚ ਛੋਟੀਆਂ ਕਮੀਆਂ ਅਤੇ ਛੇਕਾਂ ਨੂੰ ਲੱਭਣ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੈੱਲ (ਫੋਟੋ ਸੈਲ)

$$p = m\,v = 0.12\ kg \times 20\ m\ s^{-1} = 2.40\ kg\ m\ s^{-1}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63\quad 10^{34}\ J\ s}{2.40\ kg\ m\ s^{1}} = 2.76 \times 10^{-34}\ m$$

ਇਹ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਇੰਨੀ ਛੋਟੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਕਿਸੇ ਮਾਪਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਸਥੂਲ ਵਸਤੂਆਂ ਸਾਡੇ ਦੈਨਿਕ/ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਜਿਹਾ ਗੁਣ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਵ-ਪਰਿਮਾਣਾਵਿਕ ਡੋਮੇਨ (Sub-atomic domain) ਵਿੱਚ ਕਣਾਂ ਦਾ ਤਰੰਗ ਲੱਛਣ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਮਾਪਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੈ। ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਦ੍ਰਵ ਮਾਨ m ਆਵੇਸ਼ e) ਜਿਸਨੂੰ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਇਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ V ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ K ਇਸ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ (eV)ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ।

$$K = e\,V \qquad (11.8)$$

ਇਥੇ $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$ ਜਿਸ ਨਾਲ

$$P = \sqrt{2\,m\,K} \quad \sqrt{2\,m\,eV} \qquad (11.9)$$

ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਹੋਵੇਗੀ

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \frac{h}{\sqrt{2\,mK}} \quad \frac{h}{\sqrt{2\,meV}} \qquad (11.10)$$

h , m ਅਤੇ e ਦੇ ਸੰਖਿਅਕ ਮਾਨ ਨੂੰ ਰੱਖਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਨਿਮਨ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{1.227}{\sqrt{V}} \text{ nm} \qquad (11.11)$$

ਇਥੇ V ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਵੋਲਟ ਵਿੱਚ ਮਾਨ ਹੈ। ਇਕ 120 V ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਂਸਲ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (11.11)ਤੋਂ λ=0.112nm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਉਸ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਤਲਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਥੋਂ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਨੂੰ X-ਕਿਰਣ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨਾਲ ਪਰਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀ ਅਗਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿੱਚ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੀਖਣ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗੀ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੂੰ 1929 ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਨੇ ਹਾਈਜਨਬਰਗ ਦੇ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸੁਰੁਚਿਪੂਰਣ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਕ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਜਾਂ ਕੋਈ ਹੋਰ ਕਣ) ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕਦਮ ਠੀਕ ਮਾਪਣਾ ਅਸੰਭਵ ਹੈ। ਹਮੇਸ਼ਾ ਹੀ ਕੁੱਝ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δx) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਕੁਝ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δp) ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। Δx ਅਤੇ Δp ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੀ ਇਕ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਸੀਮਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ λ (ਜਿਥੇ $\lambda = h/2\pi$) ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਰਥਾਤ

ਲੁਈਸ ਵਿਕਟਰ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ (1892–1987)

ਲੁਈਸ ਵਿਕਟਰ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ (1892-1987) ਫ੍ਰਾਂਸੀਸੀ ਭੋਤਿਕ ਵਿਧ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਇਰਵਨ ਸ਼ਰੋਡਿੰਜਰ ਦੁਆਰਾ ਕਵਾਂਟਮ-ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਜਿਸਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਤਰੰਗ ਯਤ੍ਰਿੰਕੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸੰਨ 1929 ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਨਵਾਜਿਆ ਗਿਆ।

$$\Delta x\, \Delta p \approx \lambda \qquad (11.12)$$

ਸਮੀਕਰਣ (11.12) ਇਸ ਸੰਭਾਵਨਾ ਦੀ ਆਗਿਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ Δx ਜੀਰੋ ਹੋਵੇ ਪਰੰਤੂ ਤਦ Δp ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਗੁਣਨਫਲ ਜੀਰੋ ਨਾ ਹੋਵੇ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ Δp ਜੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਦ Δx ਅਨੰਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਦੋਨੋਂ Δx ਅਤੇ Δp ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੀ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ O ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੋਵੇ।

ਹੁਣ ਜੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਿਸਚਿਤ ਸੰਵੇਗ p (ਅਰਥਾਤ Δp=0) ਹੋਵੇ ਤਦ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਸਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (λ) ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਕ ਨਿਸਚਿਤ (ਇਕੱਲੀ) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤਰੰਗ ਦਾ ਵਿਸਤਾਰ ਸੰਪੂਰਨ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਾਰਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਵਿਆਖਿਆ ਤੋਂ ਇਸਦਾ ਅਰਥ, ਇਹ ਹੋਇਆ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਥਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸੀਮਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਭਾਵ ਇਸਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਅਨੰਤ ਹੋਵੇਗੀ $(\Delta x \to \infty)$ ਜੋ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਗਤ ਹੈ।

ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਪਦਾਰਥ-ਤਰੰਗ ਸੰਪੂਰਨ ਅਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਹ ਇਕ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ Δx ਅਨੰਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਬਲਕਿ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਇਸਦਾ ਕੋਈ ਸੀਮਿਤ ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਵੀ ਜਾਣਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੀਮਿਤ ਵਿਸਤਾਰ ਦੀ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਇੱਕਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਕੇਂਦਰੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਆਸ ਪਾਸ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਤਦ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਵੀ ਵਿਸਤਾਰ ਹੋਵੇਗਾ- Δp ਦੀ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ। ਇਹ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਤੋਂ ਉਮੀਦ ਰੱਖਣ ਵਾਲਾ ਹੈ। ਗਣਿਤੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਵਿਵਰਣ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਬਾਰਨ ਸੰਭਵਿਕਤਾ ਵਿਆਖਿਆ ਦੇ ਨਾਲ ਹਾਈਜਨ ਬਰਗ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ-ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਸ਼ੁੱਧ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੁਨਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਅਧਿਆਇ 12 ਵਿੱਚ ਦੇ ਬਾਗ੍ਰਲੀ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਈ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਣ ਤੇ ਬੋਹਰ (Bohr) ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸਹਿਮਤੀ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਪਾਵੋਂਗੇ।

ਚਿੱਤਰ 11.6 (a)ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਵਿਵਰਣ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਆਯਾਮ ਦੇ ਵਰਗ ਨੂੰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਪ੍ਰਾਇਕਤਾ ਘਣਤਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਕਿਸੇ ਕੇਂਦਰੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਆਸ ਪਾਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ (ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਦੁਆਰਾ, ਸੰਵੰਗ ਦੇ ਵਿਸਥਾਰ)ਦੇ ਨਾਲ ਮੇਲ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਨਾਮ ਸਵਰੂਪ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δx) ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਵਿੱਚ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δp) ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। (b)ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਵੇਗ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦੀ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਸੰਪੂਰਨ ਅਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ $\Delta p=0$ਅਤੇ

($\Delta x \rightarrow \infty$)

ਚਿੱਤਰ 11.6 (a) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਥਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 11.6(b) ਵਿੱਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਤਰੰਗ ਦਾ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ-11.4 (a) ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜੋ $5.4X10^6$m/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ (b)150g ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੀ ਇੱਕ ਗੇਂਦ ਜੋ 30.0m/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਹੀ ਹੈ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ।

ਹਲ (a) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ

ਦ੍ਰਵਮਾਨ (m)=$9.11X10^{-31}$kg ਵੇਗ V=$5.4X10^6$m/s

ਤਦ ਸੰਵੇਗ P=mv=$9.11X10^{-31}$kgX$5.4X16^6$m/s

P=$4.92X10^{-24}$kg m/s

ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ =h/p

$$\frac{6.63 \quad 10^{-34}\,\mathrm{J\,s}}{4.92 \quad 10^{-24}\,\mathrm{kg\ m/s}}$$

$$\lambda = 0.135\mathrm{nm}$$

ਤਦ ਸੰਵੇਗ p =m v =0.150kg X30.0m/s

p =4.50kg m/s

ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\lambda' = h/p'$ $\dfrac{6.63 \quad 10^{\pm 34}\,\mathrm{J\,s}}{4.50 \quad \mathrm{kg\,m/s}}$

(b)ਗੇਂਦ ਦੇ ਲਈ

ਦ੍ਰਵਮਾਨ (m)= 0.150kg ,ਵੇਗ V=30.0m/s

$\lambda = 1.47X10^{-34}m$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ X-ਕਿਰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਗੇਂਦ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਲਗਭਗ 10-19 ਗੁਣਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਪਣ ਦੀ ਸੀਮਾ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਬਾਹਰ ਹੈ।

ਉਦਹਾਰਨ11.5 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕ X-ਕਣ ਅਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸ ਕਣ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇਗੀ ?

ਹਲ ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੇ ਲਈ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ A=h/p ਹੈ

ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ $K=P^2/2m$

ਇਸ ਲਈ $h/\sqrt{2mK}$

ਬਰਾਬਰ ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ K ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਉਸਦੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੇ ਵਰਗਮੂਲ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨ ^1_1H , ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲੋਂ 1836 ਗੁਣਾ ਭਾਰੀ ਹੈ ਅਤੇ α- ਕਣ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਨਾਲੋਂ ਚਾਰ ਗੁਣਾ ਭਾਰੀ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ α-ਕਣ ਦੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇਗੀ।

ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੰਭਾਵਿਕ ਅਰਥ (Probability Interpretation of matter waves)

ਇੱਥੇ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨਾ ਉਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕਣ(ਜਿਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ ? ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਹਾਲੇ ਤੱਕ ਇਕ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਦੋਹਰੇ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਇਕ ਸੱਚੀ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਭੌਤਿਕ ਸਮਝ ਵਿਕਸਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕੀ ਹੈ। ਕਵਾਂਟਮ ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੇ ਮਹਾਨ ਸੰਸਥਾਪਕਾਂ (ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ, ਅਲਬਰਟ ਆਈਸਟਾਈਨ ਅਤੇ ਕਈ ਹੋਰ) ਨੇ ਇਸ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਅਵਧਾਰਣਾਵਾਂ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਸੰਘਰਸ਼ ਕੀਤਾ। ਹੁਣ ਵੀ ਕੁਆਂਟਮ ਯਾਤ੍ਰਿੰਕੀ ਦੀ ਗੂੜ ਭੌਤਿਕ ਵਿਆਖਿਆ ਸਰਗਰਮ ਸ਼ੋਧ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਬਣੀ ਹੋਈ ਹੈ ਇਸਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਵੱਡੀ ਸਫਲਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਆਧੁਨਿਕ ਕੁਆਂਟਮ ਯਾਤ੍ਰਿੰਕੀ ਵਿੱਚ ਗਣਿਤੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪਰਵਿਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਇਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਉੱਪਲਬਧੀ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਮੈਕਸ ਬਾਰਨ(1882-1970) ਨੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੇ ਆਯਾਮ ਦੀ ਇਕ ਸੰਭਾਵਿਤ-ਵਿਆਖਿਆ ਸੁਝਾਈ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (ਆਯਾਮ ਦਾ ਵਰਗ) ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਿਤ ਘਣਤਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸੰਭਾਵਿਤ ਘਣਤਾ ਦਾ ਅਰਥ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ Aਤਰੰਗ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ ਤਾਂ $|A|^2 \Delta V$ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ΔV ਲਘੂ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਉਸ ਕਣ ਦੇ ਪਾਏ ਜਾਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਜੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵੱਧ ਹੈ ਤਦ ਉਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿੱਥੇ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੈ ਕਣ ਦੇ ਪਾਏ ਜਾਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਅਧਿਕ ਹੋਵੇਗੀ।

ਉਦਹਾਰਨ11.6 ਇਕ ਕਣ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਤਿੰਨ ਗੁਣਾ ਅਧਿਕ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਸ ਕਣ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਅਨੁਪਾਤ $1.813X10^{-4}$ ਹੈ। ਕਣ ਦੇ ਕ੍ਰਵਮਾਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਕਣ ਨੂੰ ਪਹਿਚਾਣੋ।

ਹਲ -ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਕਣ (ਦ੍ਰਵਮਾਨ m ਅਤੇ ਵੇਗv) ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ

ਦ੍ਰਵਮਾਨ $m=h/\lambda v$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ $m_e = h/\lambda_e v_e$

ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ $v/v_e=3$ ਅਤੇ

$\lambda/\lambda_e = 1.813\times10^{-4}$

ਤਾਂ ਕਣ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ $= m = m_e \frac{\lambda_e}{\lambda} \frac{v_e}{v}$

$m = 9.11\times10^{-31} kg \times 1/3 \times 1/1.813\times10^{-4}$

$m = 1.675\times10^{-27} kg$

ਇਸ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦਾ ਕਣ ਪ੍ਰਟਾਨ ਜਾਂ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 11.7 100V ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਦੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

ਹਲ– ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਪੁਟੇਸ਼ੈਲ V=100v

ਦੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਹੋਵੇਗੀ

$$\lambda = h/p = \frac{1.227}{\sqrt{V}} \text{ nm}$$

$$\lambda = \frac{1.227}{\sqrt{100}} \text{ nm} = 0.123 \text{nm}$$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਦੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ X-ਕਿਰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੈ।

11.9 ਡੇਵੀਸਨ ਅਤੇ ਜਰਮਰ ਪ੍ਰਯੋਗ (DAVISSON AND GERMER EXPERIMENT)

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੀ.ਜੇ ਡੇਵੀਸਨ ਅਤੇ ਐਲ.ਐਚ ਜਰਮਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1927 ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜੀ.ਪੀ.ਟਾਮਸਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1928 ਵਿੱਚ ਤਸਦੀਕ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਨੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਤੋਂ ਖਿੰਡਾਅ ਦੁਆਰਾ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਸੀ.ਜੇ ਡੇਵੀਸਨ (1881–1958) ਅਤੇ ਜੀ.ਪੀ ਟਾਮਸਨ (1892–1975) ਨੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਵਰਤਨ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ 1937 ਵਿੱਚ ਸੰਯੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ।

(ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ)

(ਨਿਕੱਲ ਲਕਸ਼)

(ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਨ)

(ਵਿਵਤਰਤਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ)

(ਚੱਲਣ ਵਾਲਾ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ)

ਨਿਵਰਤਨ ਕਕਸ਼

ਚਿੱਤਰ 11.7 ਡੇਵੀਸਨ-ਜਰਮਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿਵਸਥਾ

ਡੇਵੀਸਨ ਅਤੇ ਜਰਮਨ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ 11.7 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਇਕ ਟੰਗਸਟਨ ਤੰਤੂ F ਦੀ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਬੇਰੀਅਮ ਆਕਸਾਈਡ ਦਾ ਲੇਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਘੱਟ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (L.T ਬੈਟਰੀ) ਨਾਲ ਗਰਮ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਉੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸਰੋਤ (HT ਬੈਟਰੀ) ਦੁਆਰਾ ਉਪਯੁੱਕਤ ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਤੰਤੂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਛਾ ਅਨੁਸਾਰ ਵੇਗ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਵੇਲਣ ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਤੱਰ ਪਤਲੇ ਛੇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਚੋਂ ਲੰਘਾ ਕੇ ਇਕ ਪਤਲੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂਤਰਕਾਰੀ ਕਰ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਇਕ ਨਿੱਕਲ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਸੁਟਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਾਰੀਆ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਖਿੰਡਦੇ ਹਨ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਸੂਚਕ (ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਸੂਚਕ ਨੂੰ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਮਾਪਣੀ ਤੇ ਘੁੰਮਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਕ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਗਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਅੰਕਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਗਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਝੁਕਾਅ/ ਵਿਖੇਪਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼/ਦਾਖਿਲ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਉਪਕਰਨ ਨੂੰ ਇਕ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਖੋਲ ਵਿੱਚ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਸੂਚਕ ਨੂੰ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਮਾਪਣੀ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੇ ਘੁਮਾਕੇ,ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਅਕਸ਼ਾਂਸ਼ ਕੌਣ ਦੇ ਮਾਨ ਲਈ (ਜਾਂ ਖਿੰਡਾਂਵ ਦੇ ਕੌਣ) ϕ ਨੂੰ ਮਾਪਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਕਿ ਆਪਤਿਤ ਅਤੇ ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਾ ਕੌਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (I)ਵਿੱਚ ਖਿੰਡਾਵ ਦਾ ਕੌਣ ϕ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਾਅ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ 44 V ਤੋਂ 68 Vਬਦਲਾਅ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਡੇਵਿਸ਼ਨ-ਜਰਮਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਤੀਖਣ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਸੰਗਤ ਇਕ ਪ੍ਰਬਲ ਸ਼ਿਖਰ, ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ 54 V ਅਤੇ ਖਿਡਾਂਵ ਕੋਣ $\phi = 50^0$ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਕ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸਿਖਰ ਦਾ ਇਹ ਦਿਖਾਵ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅੰਤਰਾਲ ਦੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪੋਸਕ ਵਿਘਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਤਨ ਮਾਪਣ ਤੋਂ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 0.165 nm ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ A(ਸਮੀਕਰਣ (11.11) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਤੋਂ)

V=54V ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਮਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$\lambda = h/p = \frac{1.227}{\sqrt{V}} \text{ nm}$$

$$\lambda = \frac{1.227}{\sqrt{54}} \text{ nm} \qquad = 0.167\text{nm}$$

ਇਸ ਲਈ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤਿ ਸਹਿਮਤੀ ਹੈ। ਡੇਵਿਸਨ-ਜਰਮਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਅਤੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤੇ ਗਏ ਦੋਹਰੀ-ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਨੂੰ ਸੰਨ 1989 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਸੰਨ 1994 ਵਿੱਚ ਵੀ ਆਓਡੀਨ ਅਨੂਆਂ (ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਦੱਸ ਲੱਖ ਗੁਣਾ ਭਾਰੀ ਹੈ) ਦੇ ਨਾਲ ਵਿਘਨ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾ ਚੁੱਕੀਆਂ ਹਨ। ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਆਧੁਨਿਕ ਕਵਾਂਟਮ ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਰਹੀ ਹੈ। ਇਸਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਵੀ ਵਿਕਸਤ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਤਰੰਗੀ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਵਿਭੇਕਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਸੁਧਾਰ ਹੈ।

ਸਾਰੰਸ਼/ਸੰਖੇਪ

1.ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਾਲਣ/ਕੱਢਣ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਹ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ (ਕਾਰਜ-ਫਲਨ (ϕ_0) ਤੋਂ ਵੱਧ) ਨੂੰ ਉਪਯੁੱਕਤ ਤਾਪਨ ਜਾਂ ਪ੍ਰਬਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਜਾਂ ਉਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਵਿਕਰਿਕ ਕਰਨ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

2.ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਧਾਤੂਆਂ ਤੋਂ ਉਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਧਾਤੂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੂਜੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਤਤਕਾਲੀਨ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਕੁਝ ਖਾਸ ਲੱਛਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

3.ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ (i) ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (ii) ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਪੁਟੈਸ਼ੰਲ ਅਤੇ (iii) ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

4.ਰੋਧਕ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ [V0](i) ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ (ii) ਉਤਸਰਜਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਸੇ ਕਿੱਤੀ ਗਈ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ, ਇਹ ਇਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਰੋਧਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਉਤਸਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉਚੱਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ :

$$ev_0 = \frac{1}{2}mv^2mr = K_{\text{ਉੱਚ}}$$

5.ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ (ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ) V_0 ਦੇ ਥੱਲੇ ਜੋ ਧਾਤੂ ਦਾ ਗੁਣ ਹੈ,ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀ ਹੁੰਦਾ ਚਾਹੇ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕਿੰਨੀ ਵੱਧ ਹੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ।

6.ਕਲਾਸਿਕੀ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਮੁਖ-ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਿਆ। ਇਸਦਾ ਵਿਕਿਰਣ ਤੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਸੋਖਣ ਦਾ ਚਿੱਤਰਣ $K_{\text{ਉੱਚ}}$ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰਤਾ, V_0 ਦੀ ਹੋਂਦ ਅਤੇ ਇਸ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਦੀ ਤਤਕਾਲੀਨ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਿਆ। ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਫੁਟਾਨ-ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕੀਤੀ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਖੰਡਿਤ ਪੈਕਟਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਵਾਂਟਾ ਜਾਂ ਫੋਟਾਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ $E=h_0$ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ $P=(h/J)$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ (V) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ। ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਫੋਟਾਨ ਦੇ ਸੋਖਣ ਤੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

7.ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਫੋਟਾਨ ਸੋਖਣ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ($\frac{1}{2}mv^2_{max}$) ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ (hv) ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0)=(hv_0) ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। $\frac{1}{2}m\,v^2_{max} = V_o\,e = hv - \phi_o = h\,(v - v_o)$ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਸਾਰੇ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮਿਲੀਕਣਾਂ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਦੁਰਸਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਮਾਪਾਂ ਨੇ ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਸਤੁੰਸਟ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਪਲਾਂਕ ਸਿਥਰਾਂਨ (h) ਦੇ ਪਦਾਰਥ/ਅਸਲ ਮਾਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਨਾਲ ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਕਣ ਜਾਂ ਫੁਟਾਨ ਵਰਣਨ ਸਵੀਕਾਰ ਹੋਈਆ।

8.ਵਿਕਰਣ ਦੀ ਦੁਹਰੀ ਪ੍ਰਾਵਿਤੀ/ਸੁਭਾਅ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਕਣ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਸਵਰੂਪ ਤੇ ਇਹ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤਰੰਗ ਜਾਂ ਕਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਸੱਭ ਤੋਂ ਸਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਕਿ ਵਿਕਿਰਣ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਸਮਨਿਤ ਹੈ, ਲੁਇਸ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਤਰੰਗ ਜਿਹਾ ਲੱਛਣ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ। ਗਤੀਮਾਨ ਪਦਾਰਥ-ਕਣਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਜਾਂ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

9.ਗਤੀ ਮਾਨ ਕਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ **ਡੀ** ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (λ) ਇਸਦੇ ਸੰਵੇਗ P ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ: λ=h/p। ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਦੁਹਰਾ **ਡੀ** ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਸਕੰਲਪ (λ) ਅਤੇ ਕਣ ਸਕੰਲਪ (p) ਸਮਲਿਤ ਹਨ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰਨਿਸ਼ਠ ਹਨ। **ਡੀ** ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਦੇ ਆਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਰਥਕਤਾ ਕੇਵਲ ਉਪ ਪਰਮਾਣਵੀ ਕਣਾਂ ਜਿਵੇਂ-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ,ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਆਦਿ (ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਭਾਵ ਸੰਵੇਗ ਦੀ ਲਘੂਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ) ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਪਰਿਮੇਯ (ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਮਤਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ)ਹੈ। ਹਾਂਲਕਿ ਇਹ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਸਥੂਲ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਜੋ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਵਿਨ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਮਾਪਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਬਾਹਰ ਹਨ,ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ।

10.ਡੇਵਿਸਨ ਜਰਮਰ ਦੇ ਅਤੇ ਜੀ. ਪੀ. ਟਾਮਸਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਣ ਪ੍ਰੋਯੋਗਾਂ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਕਈ ਪ੍ਰੋਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਤਸਦੀਕ ਅਤੇ ਪੁਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ **ਡੀ** ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ,ਬੋਹਰ ਦੀ ਸਥਾਈ ਕਕਸ਼ਾ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਦਾ ਸਮਰਥਨ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਵਿਮਾਂਵਾਂ	ਮਾਤ੍ਰਕ	ਟਿੱਪਣੀ
ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ	h	[ML2+ -1]	Js	E=hv
ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ	V0	[ML2+-3A-1]	V	Ev0=kmax
ਕਾਰਜ ਫਲਨ	(ϕ_0)	[ML2+-2]	J:ev	Kਉੱਚ =E- (ϕ_0)
ਥ ਰੈ ਸ਼ ਹੋ ਲ ਡ ਆਵਰਤੀ	v_0	[T-1]	H2	$V_0=(\phi_0)/h$
ਦੇ - ਬ੍ਰਾ ਗ ਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ	λ	[L]	m	

ਵਿਚਾਰਨ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ

(Points To Ponder)

1 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਅਰਥ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਧਾਤੂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਕ ਸਥਿਰ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਗਤੀਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਇਹ ਕੇਵਲ ਇਕ ਅੰਦਾਜਾ ਹੈ) ਉਹ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਲਈ ਮੁਕਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਜਾਣ ਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

2. ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿਚ ਸਾਰੇ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਕਿਸੇ ਗੈਸ ਜਾਰ ਵਿੱਚ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਜਿਵੇਂ,ਇਕ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤਾਪ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਊਰਜਾ ਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਤਰਣ ਉਸ ਆਮ ਮੈਕਸਵੈਲ ਵਿਤਰਣ ਤੋਂ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਆਪ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਗਤਿਜ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿੱਚ ਪੜ ਚੁੱਕੇ ਹੋ। ਇਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪਾਠਕ੍ਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਝੋਗੇ,ਪਰੰਤੂ ਭਿੰਨਤਾ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਇਸ ਤੱਥ ਨਾਲ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਾਲੀ ਦੇ ਆਪਵਰਜਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।

3. ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਊਰਜਾ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ,ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਭਿੰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੋਰ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਜਰੂਰੀ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਹੈ।

4. ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਇਹੀ ਸਮਝਿਆ ਜਾਣਾ ਹੈ ਕਿ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਖਣ $h\nu$ ਦੀ ਵਿਵਿਕਤ ਇਕਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬਿਲਕੁੱਲ ਵੀ ਅਜਿਹਾ ਕਹਿਣ ਦੇ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ ਅਜਿਹੇ ਕਣਾਂ ਨਾਲ ਬਣਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਊਰਜਾ $h\nu$ ਹੈ।

5. ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਪ੍ਰੇਖਣ (ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਅਨਿਰਭਰਤਾ ਅਤੇ ਆਵਾਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਅਤੇ ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਵਿੱਚ ਨਿਰਣਾਇਕ ਪੱਖਪਤੀ ਹੈ।

6. ਸੂਤਰ $\lambda=h/p$ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਪਦਾਰਥ-ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਭੌਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਹੈ ਇਸ ਦੇ ਫੇਜ਼ ਵੇਗ V_p ਦਾ ਕੋਈ ਭੌਤਿਕੀ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਂਲਾਕਿ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦਾ ਸਮੂਹ-ਵੇਗ ਸੁਭਾਅ ਪੱਖੋਂ ਅਰਥਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਕਣ ਦੇ ਵੇਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ(Exercises)

11.1 30 kV ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ X-ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ (a) ਉਚਤਮ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ (b)ਨਿਮਨਤਮ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।

11.2 ਸੀਜੀਅਮ ਧਾਤੂ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ 2.14 eV ਹੈ । ਜਦੋਂ $6X10^{14}$ Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(a) ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ

(b) ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

(c)ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਚਾਲ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ?

11.3 ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਕੱਟ ਆਫ (ਅੰਤਮ ਸੀਮਾ) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ 1.5 V ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ?

11.4-632.8 nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਹੀਲੀਅਮ ਨਿਆਨ ਲੇਜ਼ਰ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਸ਼ਕਤੀ9.42 mW ਹੈ ।

(a) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਇਸ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵਿਕ੍ਰਿਤ ਕਿਸੇ ਲਕਸ਼ ਤੇ ਔਸਤਨ ਕਿੰਨੇ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਪਹੁੰਚਣਗੇ ? (ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਤਰੰਗ ਪੁੰਜ ਦੀ ਚੋੜੇ ਦਾਅ ਕਾਟ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜੋ ਲਕਸ਼ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ) ਅਤੇ

(c) ਇਕ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨੂੰ ਫੋਟਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਸੰਵੇਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿੰਨੀ ਤੇਜ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ?

11.5-ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪਹੁੰਚਣ ਵਾਲਾ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਊਰਜਾ ਫਲਕਸ $1.388 x 10^{3}$ W/m^2 ਹੈ। ਲਗਭਗ ਕਿੰਨੇ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਵਰਗਮੀਟਰ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ? ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 550nm ਹੈ।

11.6-ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਇਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ-ਅੰਤਕ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਢਲਾਨ $4.12 x 10^{-5}$Vs ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.7-ਇਕ 100W ਸੋਡੀਅਮ ਬਲਬ (ਲੈਂਪ) ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਖੰਡੇਰਦਾ ਹੈ। ਲੈਂਪ ਨੂੰ ਇਕ ਅਜਿਹੇ ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਸੋਡੀਅਮ ਦੇ ਸਪੂੰਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੋਖਦਾ ਹੈ। ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 589nm ਹੈ। (a)ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਪ੍ਰਤੀ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? (b) ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਕਿਸ ਦਰ ਨਾਲ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੇ ਜਾ ਰਹੇ ਹਨ ?

11.8 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਦੀ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ $3.3 x 10^{14}$Hz ਹੈ। ਜੇ $8.2 x 10^{14}$Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਧਾਤੂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਅੰਤਕ ਵੋਲਟਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.9 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਫਲਨ 4.2eV ਹੈ। ਕੀ ਇਹ ਧਾਤੂ 330nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇਵੇਗਾ।

11.10 $7.21 x 10^{14}$Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ $6.0 x 10^{5}$m/s ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤੀ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋ ਰਹੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਕੀ ਹੈ ?

11.11 488nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਆਰਗਨ ਲੇਜ਼ਰ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿਚ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਸ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ-ਰੇਖਾ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਕ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ 0.38V ਹੈ। ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.12- 56 V ਵਿਤਾਂਤਕ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਤਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ

a) ਸੰਵੇਗ ਅਤੇ

(b) ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.13 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਸਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ 120 eV ਹੈ। ਉਸਦਾ (a) ਸੰਵੇਗ (b) ਚਾਲ ਅਤੇ (c) ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕੀ ਹੈ ?

11.14 ਸੋਡੀਅਮ ਦੇ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਉਤਸਰਜਨ ਰੇਖਾ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 589nm ਹੈ। ਉਹ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਤੇ

a) ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ (b)ਇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ।

11.15 a) ਇਕ 0.040 kg ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦਾ ਬੁਲੇਟ ਜੋ 1.0 km/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲ ਰਿਹਾ ਹੈ (b)ਇਕ 0.060 kg ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੀ ਗੇਂਦ ਜੋ 1.0 km/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲ ਰਹੀ ਹੈ ਅਤੇ (c) ਇਕ ਸੂਲ ਕਣ ਜਿਸਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ 1.0x10–9 kg ਅਤੇ ਜੋ 2.2 m/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਅਨੁਰਾਮਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ?

11.16 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਹਰੇਕ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 1.00 nm ਹੈ

(a) ਇਸਦਾ ਸੰਵੇਗ,

(b) ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ

(c)ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.17 (a) ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕਿਸ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $1.40 x 10^{-10}$ m ਹੋਵੇਗੀ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b)ਇਕ ਨਿਉਟ੍ਰਾਨ ਜੋ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਤਾਪ-ਸੰਤੁਲਨ ਨਾਲ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸਦੀ 300 K ਤੇ ਔਸਤ ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ 3/2 KT ਹੈ ਦਾ ਵੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.18 ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਇਸਦੇ ਕਵਾਂਟਮ (ਫੋਟਾਨ) ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

11.19 ਹਵਾ ਵਿਚ 300 K ਤਾਪ ਤੇ ਇਕ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਅਨੁ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ? ਇਹ ਮੰਨੋ ਕਿ ਅਣੂ ਇਸ ਤਾਪ ਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਚਾਲ ਵਰਗ ਮੱਧ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਹੈ (ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ=14.00764

ਵਾਧੂ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONL EXERCISE)

11.20 (a)ਇਕ ਨਿਰਵਾਤ ਨਲੀ ਦੇ ਗਰਮ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉਸ ਚਾਲ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਹ ਉਤਸਰਜਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ 500 V ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਰੱਖੇ ਗਏ ਅਨੋਡ ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਲਘੂ ਸ਼ੁਰੂ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵਿਸ਼ਸ਼ਿਟ ਚਾਰਜ ਅਰਥਾਤ e/m=1.76×10^{11}CKg^{-1} ਹੈ।

(b)ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ 10 MV ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਉਹੀ ਸੂਤਰ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੋ ਜੋ (a)ਵਿੱਚ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਲਿਆਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀ ਇਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ ਗਲਤ ਸਮਝਦੇ ਹੋ ? ਇਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁਧਾਰਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

11.21 (a) ਇਕ ਸਮਊਰਜੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ 5.20×10^{6} m/s ਹੈ ਤੇ ਇਕ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰ 1.30×10^{-4} T ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਚਾਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੁਆਰਾ ਆਰੇਖਿਤ ਚੱਕਰ ਦੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ e/m ਦਾ ਮਾਨ 1.76×10^{11} C kg^{-1} ਹੈ।

(b) ਕੀ ਜਿਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ (a) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦਾ ਗਿਆ ਹੈ ਉਹ ਇਥੇ ਵੀ ਇਕ 20 MeV ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ ? ਜੇ ਨਹੀ ਤਾਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ? ਨੋਟ:- ਅਭਿਆਸ 11.20 (b) ਅਤੇ 11.21 (b) ਤੁਹਾਨੂੰ ਸਾਪੇਖਕੀ ਯੰਤਰ ਵਿਗਿਆਨ ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜੋ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜ਼ੋਰ ਦੇਣ ਲਈ ਸਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜਿਹਨਾਂ ਸੂਤਰਾਂ ਨੂੰ ਤੁਸੀ (a) ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹੋ ਉਹ ਉੱਚ ਚਾਲਾਂ ਜਾਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਨਹੀ ਹੁੰਦੇ । ਇਹ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਚਾਲ ਜਾਂ ਉਰਜਾ ਦਾ ਅਰਥ ਕੀ ਅਰਥ ਹੈ ?ਆਖਿਰ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਉਤਰਾਂ ਨੂੰ ਵੇਖੋ।

11.22 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬੰਦੂਕ ਜਿਸਦਾ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ 100V ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਹੈ ਇਕ ਘੱਟ ਦਬਾਅ (4×10^{-2} mmHg)ਤੇ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਨਾਲ ਭਰੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਬਲਬ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਛੱਡਦੀ ਹੈ। ਇਕ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰ ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ 2.83×10^{-4} T ਹੈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਰਸਤੇ ਨੂੰ 12.0 cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਚਕਰਾਕਾਰ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਮੋੜਦਾ ਹੈ। (ਇਸ ਰਸਤੇ ਨੂੰ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਗੈਸ ਆਇਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਕੇ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਗ੍ਰਹਿਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਕਰਕੇ ਫੋਕਸ ਕਰਦੇ ਹਨ; ਇਸ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਸੂਖਮ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨਲੀ ਵਿਧੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਕੜਿਆਂ ਤੋਂ e/m ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰੋ।

11.23 (a) ਇਕ X-ਕਿਰਨ ਲਈ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਇਕ ਨਿਰੰਤਰ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਜਿਸਦਾ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਿਰਾ 0.45 A° ਤੇ ਹੈ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਵਿਕਿਰਣ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਉਚਤਮ ਉਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ?

(b)ਆਪਣੇ(a) ਦੇ ਉੱਤਰ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਓ ਕਿ ਕਿਸ ਕੋਟਿ ਦੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਵੋਲਟਤਾ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ) ਦੀ ਇਸ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਜਰੂਰਤ ਹੈ।

11.24 ਇਕ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪਾਜੀਟ੍ਰੋਨਾਂ(e^{+})ਦੇ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉੱਚ ਉਰਜਾ ਟੱਕਰ ਤੇ ਇਕ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਘਟਨਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੁੱਲਉਰਜਾ 10.2 BeV ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ-ਪਾਜੀਟ੍ਰਾਨ ਯੁਗਮ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਉਰਜਾ ਦੀ ਦੋ V

ਕਿਰਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਲੋਪਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹਰੇਕ V -ਕਿਰਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਣਗੇ (1BeV=10^9eV)

11.25 ਅੱਗੇ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆ ਦੋ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦਾ ਆਕਲਨ ਰੋਚਕ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੀ ਸੰਖਿਆ ਇਹ ਦੱਸੇਗੀ ਕਿ ਰੇਡੀਓ ਇੰਜੀਨੀਅਰ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕ ਚਿੰਤਾ ਕਿਓ ਨਹੀ ਕਰਦੇ। ਦੂਜੀ ਸੰਖਿਆ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਦੱਸੇਗੀ ਕਿ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਕਿਓ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਭਾਵੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਸਾਫ-ਸਾਫ ਸੰਸੂਚਕ ਯੋਗ ਹੋਵੇ।

(a)ਇਕ ਮੱਧ ਤਰੰਗ 10 KW ਸੰਚਾਰ ਯੰਤਰ ਜੋ 500 m ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ।

(b)ਨਿਮਨ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ($4 10^{-10}$Wm^{-2}) ਦੇ ਸੰਗਤ ਫੁਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਜੋ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਦੀ ਪੁਤਲੀ ਵਿੱਚ ਦਾਖਿਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੁਰਤੀ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਲਗਭਗ 0.4 cm ਅਤੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਔਸਤ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਲਗਭਗ 6x10^{14} Hz ਮੰਨੋ।

11.26 ਇਕ 100 W ਮਰਕਰੀ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ 2271 A^0 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਮਾਲੀਬਡੇਨਮ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸ਼ੈਲ ਨੂੰ ਕਿਰਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ –1.3 V ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਧਾਤੂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ।ਇਕ He- Ne ਲੇਜਰ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ 6328 A^0 ਦੇ ਉੱਚ ਤੀਬਰਤਾ (~10^5 W m^{-2}) ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਕਰੇਗਾ ?

11.27 ਇਕ ਨਿਆਨ ਲੈਂਪ ਤੋ ਪੈਦਾ 640.2 nm(1 nm=10^{-9}m)ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇਕ ਰੰਗੀ ਵਿਕਿਰਣ ਟਰੀਸਟਨ ਤੇ ਸੀਜੀਅਮ ਨਾਲ ਨਿਰਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਕਿਰਣਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਿਰੋਧੀ ਵੋਲਟਤਾ 0.54 V ਮਾਪੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।ਸਰੋਤ ਨੂੰ ਇਕ ਲੋਹ ਸਰੋਤ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।ਇਸਦੀ 427.2 nm ਵਰਣ ਰੇਖਾ ਉਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਨੂੰ ਕਿਰਣਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਨਵੀ ਨਿਰੋਧੀ ਵੋਲਟਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.28 ਇਕ ਮਰਕਰੀ ਲੈਂਪ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਇਕ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਸਰੋਤ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਇਹ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਪਰਾਵੈਂਗਣੀ (UV) ਦੇ ਲਾਲ ਸਿਰੇ ਤਕ ਕਈ ਵਰਣ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰੁਬੀਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦੇ ਸਾਡੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ, ਮਰਕਰੀ ਸਰੋਤ ਦੀ ਨਿਮਨ ਵਰਣ-ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ:

λ_1=3650A^0, λ_2=4047A^0, λ_3=4358A^0, λ_4=5461A^0

λ_5=6907A^0

ਨਿਰੋਧੀ ਵੋਲਟਤਾਵਾਂ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਹੇਠਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ :

V_{01}=1.28 V, V_{02}=0.95 V, V_{03}=0.74 V, V_{04}=0.16 V,

V_{05}=0 V

(a)ਪਲਾਂਕ ਸਿਧਰਾਂਕ h ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b)ਧਾਤੂ ਦੇ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਨੋਟ:- ਉਪਰੋਕਤ ਆਕੜਿਆਂ ਤੋਂ h ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਤੁਹਾਨੂੰ e=1.6x10^{-19}C ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ Na, Li, K ਆਦਿ ਦੇ ਲਈ ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਕੀਤੇ ਸੀ । ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਆਪਣੇ ਤੇਲ-ਬੂੰਦ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ e ਦੇ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਤਸਦੀਕ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਤੋਂ h ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਥਕ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਇਆ।

11.29 ਨਿਮਨ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ:

Na:2.75eV; K:230eV; Mo:4.17eV; Ni:5.15eV।

ਇਹਨਾਂ ਧਾਤੂਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਤੋਂ 1 m ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਗਏ He-Cd ਲੇਜਰ ਤੋ ਪੈਦਾ 3300 A^0 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਦੇਵੇਗਾ ? ਲ਼ੇਜਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦੇ ਨੇੜੇ 50 Cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਣ ਤੇ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

11.30 10^{-5} WM^{-2} ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦੇ 2 em^2 ਖੇਤਰਫਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਉੱਪਰ ਦੀਆਂ ਸੋਡੀਅਮ ਦੀਆਂ ਪੰਜ ਪਰਤਾਂ ਆਪਤਿਤ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ,ਤਾਂ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਸਮੇਂ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ। ਧਾਤੂ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ-ਫਲਨ ਲਗਭਗ 2 eV ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਤੁਹਾਡੇ ਉੱਤਰ ਦਾ ਕੀ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ?

11.31 X-ਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਜਾਂ ਉਚਿਤ ਵੋਲਟਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਕ੍ਰਿਸਟਲ-ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਹੜੀ ਜਾਂਚ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ ? (ਪਰਿਮਾਣਿਕ ਤੁਲਨਾ ਦੇ ਲਈ ਜਾਂਚ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ 1 A^0 ਲਵੋ ਜੋ ਕਿ ਲੇਟਿਸ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰੂਨੀ-ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਤਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੈ)($me=9.11x10^{-31}kg$)

11.32 (a)ਇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਜਿਸਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ 150 eV ਹੈ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀ ਅਭਿਆਸ 11.31 ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਹੈ, ਇੰਨੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿਵਰਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਉਚਿਤ ਹੈ। ਕੀ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ($m_n=1.675x10^{-27}kg$)

(b) ਕਮਰੇ ਦੇ ਆਮ ਤਾਪ (27^0 c)ਤੇ ਉਸ਼ਮੀ/ਤਾਪੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਉ ਇਕ ਤੀਬਰ ਗਾਮੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵਾਤਾਵਰਨ ਦੇ ਨਾਲ ਤਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

11.33 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ 50 kV ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਜੇ ਹੋਰ ਗੱਲਾਂ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਦੁਆਰਕ)ਨੂੰ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਲਿਆ ਜਾਵੇ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?

11.34 ਕਿਸੇ ਜਾਂਚ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਉਸਦੇ ਦੁਆਰਾ ਕੁੱਝ ਵਿਸਤਾਰ ਇੱਕ ਜਾਂਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਸਰੰਚਨਾ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਲਗਭਗ ਆਮਾਪ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕੁਆਰਕ (9400 K) ਸਰੰਚਨਾ 10^{-15} m ਜਾਂ ਇਸਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਘੂ ਪੈਮਾਨੇ ਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਰੰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ 1970 ਦਸ਼ਕ ਦੇ ਸੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਰੇਖੀ ਪ੍ਰਵੇਗਕ(Linear Accelerotor) ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜਾਂ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਸਟੈਨਫੋਰਡ, ਸਯੁੰਕਤ ਰਾਜ ਅਮੇਰਿਕਾ ਵਿੱਚ ਜਾਂਚਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਓ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਵਿਰਾਮ ਊਰਜਾ 0.511 MeV ਹੈ)

11.35 ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ (27^0 C)ਅਤੇ 1 atm ਦਾਬ ਤੇ He ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਹਨਾ ਪਰਿਸਥਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਦੋ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਦੂਰੀ ਨਾਲ ਕਰੋ।

11.36 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ27^0 C ਤੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪਾਰੂਪੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਔਸਤ ਦੂਰੀ ਨਾਲ ਕਰੋ ਜੋ ਲਗਭਗ $2x10^{-10}$ m ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਨੋਟ: ਅਭਿਆਸ 11.35 ਅਤੇ 11.36 ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਜਿਥੇ ਆਮ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਗੈਸੀ ਅਨੂਆਂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪੈਕੇਟ ਅ- ਅਹਿਵਿਆਪੀ ਹਨ ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਪ੍ਰਬਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕ ਦੂਜੇ ਤੋ ਅਹਿਵਿਆਪੀ ਹਨ। ਇਹ ਸੁਝਾਉਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਕਿਸੇ ਆਮ ਗੈਸ ਦੇ ਅਨੂਆਂ ਦੀ ਅਲੱਗ ਪਹਿਚਾਣ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ,ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਇਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਅਲੱਗ ਪਹਿਚਾਣ ਨਹੀ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਇਸ ਅਵਿਭੇਦਿਆ ਦੇ ਕਈ ਮੂਲ ਉਲਝਾਵ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਤੁਸੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਹੋਰ ਉੱਚ ਪਾਠਕ੍ਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਜਾਣੋਗੇ।

11.37 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ:

(a)ਅਜਿਹਾ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਆਰਕ ਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਆਵੇਸ ਹੁੰਦੇ ਹਨ((+2/3) e;(-1/3)e)। ਇਹ ਸਿਲੀਕਨ ਤੇਲ ਬੂੰਦ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂ ਨਹੀ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ?

(b) e/m ਸੰਜੋਗ ਦੀ ਕੀ ਵਿਸ਼ਸ਼ਿਟਤਾ ਹੈ ? ਅਸੀ e ਅਤੇ m ਦੇ ਵਿਸੇ ਵਿੱਚ ਅਲੱਗ ਅਲੱਗ ਵਿਚਾਰ ਕਿਉਂ ਨਹੀ ਕਰਦੇ ?

(c) ਗੈਸਾਂ ਆਮ ਦਬਾਅ ਤੇ ਕੁਚਾਲਕ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਦਾਬ ਤੇ ਚਾਲਨ ਸੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ ਕਿਓ ?

(d)ਹਰੇਕ ਧਾਤੂ ਦਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਇਕ ਵਰਣੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕ ਹੀ ਉਰਜਾ ਨਾਲ ਬਾਹਰ ਕਿਉਂ ਨਹੀ ਆਉਂਦੇ ?

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਉਰਜਾ ਵੰਡ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?

(e) ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਉਰਜਾ ਅਤੇ ਉਸਦਾ ਸੰਵੇਗ ਇਸ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਨਿਮਨ ਪ੍ਰਕਾਰ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ;

$$E = h\,v, p = \frac{h}{}$$

ਪਰੰਤੂ λ ਦਾ ਮਾਨ ਜਿਥੇ ਭੌਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਦਾ ਹੈ, v ਦੇ ਮਾਨ (ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕਲਾ ਚਾਲ $v\,\lambda$ ਦਾ ਮਾਨ) ਦਾ ਕੋਈ ਭੌਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਿਉਂ ?

ਅੰਤਿਕਾ

11.1 ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਕਣ ਦੇ ਉਲਟ ਪਲਟ ਦਾ ਇਤਿਹਾਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੀ ਹੈ ?-------

ਇਹ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਮਾਨਵ ਜਾਤੀ ਨੂੰ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਪਰੇਸ਼ਾਨ ਕਰਦਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਲਗਭਗ ਚਾਰ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਪਹਿਲਾ, ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਅਤੇ ਉਦਯੋਗਿਕ ਯੁੱਗ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਹੀ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕ੍ਰਮਬੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਲਗਭਗ ਉਸੇ ਸਮੇਂ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੀ ਹੈ, ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਸਿਧਾਂਤਕ ਮਾਡਲ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸ਼ਾਖਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮਾਡਲ ਵਿਕਸਿਤ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਉਸ ਸਮੇਂ ਮੌਜੂਦ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕੇ। ਇਸ ਲਈ ਸੱਤਰਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਜਾਣੂ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦਾ ਸਾਰ ਉਚਿਤ ਰਹੇਗਾ। ਉਸ ਸਮੇਂ ਜਾਣੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸੀ (a) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਰਸਤੇ ਤੇ ਗਮਨ (b) ਸਮਤਲ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤਾਵਾਂ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਨ (c) ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਅੰਤਰਾ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ (d) ਵਿਭਿੰਨ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ (e) ਉੱਚ ਚਾਲ। ਪਹਿਲੇ ਚਾਰ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਲਈ ਉਚਿਤ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸਨੇਲ ਨੇ ਸੰਨ 1621 ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਸੂਤਰ ਬੱਧ ਕੀਤਾ। ਗਲੈਲਿਓ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਹੀ ਅਨੇਕ ਵਿਗਿਆਨਿਕਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕੀਤਾ। ਪਰੰਤੂ ਉਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਅਸਮਰਥ ਰਹੇ। ਉਹ ਕੇਵਲ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਨਿਕਾਲ ਪਾਏ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਮਾਪ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਹੈ।

ਸੱਤਰਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੋ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਸੱਤਰਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਦੇ ਦਸ਼ਕਾਂ ਵਿੱਚ ਦਕਾਰਦੇ ਨੇ ਉਲੇਖ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਣਾਂ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਸੰਨ 1650-60 ਦੇ ਆਸ ਪਾਸ ਹਾਈਗਨਸ ਨੇ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਦਕਾਰਦੇ ਦਾ ਪ੍ਰਸਤਾਵ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਦਾਰਸ਼ਨਿਕ ਮਾਡਲ ਸੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਜਾਂ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਤਰਕਾਂ ਦੀ ਥੁੜ ਸੀ। ਜਲਦੀ ਹੀ ਲਗਭਗ 1660- 70 ਦੇ ਨੇੜੇ ਤੇੜੇ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਦਕਾਰਤੇ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨਕ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਅਨੇਕਾਂ ਗੁਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਣਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਹ ਮਾਡਲ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਉਲਟ ਹਨ। ਲੇਕਿਨ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਮਾਡਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਾਰੇ ਜਾਣੂ ਗੁਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਮਰਥ ਸਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਨੂੰ ਵੀ ਛੱਡਣਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਸੀ।

ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕੁਝ ਸ਼ਤਾਬਦੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਮਾਡਲਾਂ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਦਾ ਇਤਿਹਾਸ ਮੰਨੋਰੰਜਕ ਹੈ। ਸੰਨ 1669 ਵਿੱਚ ਬਾਰਥੋਲਿਨਸ ਨੇ ਕੁੱਝ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੋਹਰੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਜਲਦੀ ਹੀ ਸੰਨ 1678 ਵਿੱਚ ਹਾਇਗਨਜ ਨੇ ਆਪਣੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਸਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ। ਇਸਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਇੱਕ ਸੋ ਸਾਲਾਂ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਨਿਉਟਨ ਦਾ ਕਣਿਕਾ ਮਾਡਲ ਵੱਧ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਰਿਹਾ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵੱਧ ਪਸੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਰਿਹਾ।

ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਕੁਝ ਹਦ ਤਕ ਕਾਰਨ ਤਾਂ ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੀ ਸਰਲਤਾ ਸੀ ਅਤੇ ਕੁਝ ਹੱਦ ਤਕ ਉਸ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਮਕਾਲੀ ਭੌਤਿਕ ਸ਼ਾਸਤਰੀਆਂ ਤੇ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਸੀ।
ਸੰਨ 1801 ਵਿੱਚ ਯੰਗ ਨੇ ਆਪਣੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਵਿਘਨ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੇਵਲ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਹਾਇਗਨਜ ਦੀ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਵਾਭਾਵਿਕ ਨਿਸ਼ਕਰਸ਼ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ। ਲਗਭਗ ਸੰਨ 1810 ਵਿੱਚ ਧਰੁਵਣ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਹੋਈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਵੀ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਸੁਭਾਵਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ ਹਾਇਗਨਜ ਦਾ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਗਰ ਸਥਾਨ ਤੇ ਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਭੂਮੀ ਤੇ ਚਲਾ ਗਿਆ। ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਦੁਬਾਰਾ ਲਗਭਗ ਇੱਕ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਤੱਕ ਚੱਲਦੀ ਰਹੀ।
ਉੱਨੀਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕੁਝ ਚੰਗੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਵੱਧ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਮਾਨ 3×10^8 m/s ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਲਗਭਗ ਸੰਨ 1860 ਵਿੱਚ ਮੈਕਸਵੇਲ ਨੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੀਆਂ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀਆਂ। ਅਤੇ ਇਹ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਉਸ ਸਮੇਂ ਜਾਣੂ ਸਾਰੀਆਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਮੈਕਸਵੈਲ ਦੀਆਂ ਚਾਰ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਲਦੀ ਹੀ ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰ, ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਆਕਾਸ਼ (ਨਿਰਵਾਤ) ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਉਸਦੇ ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਮਾਨ 2.998×10^8 m/s ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ। ਇਸ ਮਾਨ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਨ ਨਾਲ ਨਿਟਕਤਾ। ਨੇੜਤਾ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਸੰਨ 1887 ਵਿੱਚ ਹਰਟਜ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਅਤੇ ਖੋਜ਼ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ। ਇਸਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਇਕ ਦ੍ਰਿੜ ਆਧਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਅਠਾਹਰਵੀ ਸ਼ਤਾਵਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਕਣੀਯ ਮਾਡਲ ਦੀ ਅਤੇ ਉੱਨੀਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਸੀ। ਸੰਨ 1850 – 1900 ਦੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਇੱਕ ਬਿਲਕੁੱਲ ਅਲੱਗ ਖੇਤਰ, ਤਾਪ ਅਤੇ ਉਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵਰਤਾਰਿਆ ਤੇ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਅਣੂ ਗਤਿ ਸਿਧਾਂਤ ਅਤੇ ਤਾਪ ਗਤਿਕੀ ਵਰਗੇ ਸਿਧਾਂਤ ਅਤੇ ਮਾਡਲ ਕੀਤੇ ਗਏ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਸਫਲਤਾ ਪੂਰਵਕ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਅਨੇਕਾਂ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ।

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

11.1 (a) 7.24×10^{18} Hz (b) 0.04nm

11.2 **(a)** $0.34\text{eV} = 0.54 \times 10^{-19}$ J **(b)** 0.34 V **(c)** 344km/s

11.3 $1.5\text{eV} = 2.4 \times 10^{-19}$ J

11.4 **(a)** 3.14×10^{-19} J, 1.05×10^{-27} kg m/s **(b)** 3×10^{16} ਫੋਟਾਨ/s **(c)** 0.63 m/s

11.5 4×10^{21} ਫੋਟਾਨ/m^2s

11.6 6.59×10^{-34} J s

11.7 **(a)** 3.38×10^{-19} J = 2.11 eV **(b)** 3.0×10^{20} ਫੋਟਾਨ/s

11.8 2.0 V

11.9 ਨਹੀਂ, ਕਿਉਂਕਿ $v < v_0$

11.10 4.73×10^{14} Hz

11.11 2.16 eV = 3.46×10^{-19} J

11.12 **(a)** 4.04×10^{-24} kg m s^{-1} **(b)** 0.164nm

11.13 **(a)** 5.92×10^{-24} kg m s^{-1} **(b)** 6.50×10^{6} m s^{-1} **(c)** 0.112 nm

11.14 **(a)** 6.95×10^{-25} J = 4.34 ìeV **(b)** 3.78×10^{-28} J = 0.236 neV

11.15 **(a)** 1.7×10^{-35}m **(b)** 1.1×10^{-32} m **(c)** 3.0×10^{-23} m

11.16 **(a)** 6.63×10^{-25} kg m/s (ਦੋਨਾਂ ਲਈ) **(b)** 1.24 keV **(c)** 1.51 eV

11.17 **(a)** 6.686×10^{-21} J = 4.174×10^{-2} eV **(b)** 0.145 nm

11.18 **ë** = h/p = h/(hv/c) = c/v

11.19 0.028 nm

11.20 **(a)** $eV = mv^2/2$ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ, ਅਰਥਾਤ v l/c = $[(2eV/m)]^{1/2}$; v = 1.33×10^{7} ms^{-1}

(b) ਜੇ ਅਸੀਂ V = 10^7V ਦੇ ਲਈ ਉਸੇ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੀਏ ਤਾਂ v l/c = 1.88×10^{9} m s^{-1} ਆਉਦਾ ਹੈ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿਚ ਗਲਤ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਕੋਈ ਵੀ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ (c l/c = 3×10^{8} ms^{-1}) ਤੋਂ ਵੱਧ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਚਲ ਸਕਦਾ । ਇਸ ਲਈ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਸੂਤਰ ($mv^2/2$) ਸਿਰਫ $(v/c) << 1$ ਲਈ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹੈ । ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਚਾਲ ਤੇ, ਜਦੋਂ (l/C) ਦੇ ਲਗਭਗ ਤੁੱਲ (ਜਦੋਂ ਕਿ ਹਮੇਸ਼ਾ 1 ਤੋਂ ਘੱਟ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਸੂਤਰ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ:

ਸਾਪੇਖੀ ਸੰਵੇਗ p = mV

ਕੁਲ ਊਰਜਾ $E = mc^2$ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ $K = mc^2 - m_0c^2$

ਜਿਥੇ ਸਾਪੇਖੀ ਪੁੰਜ m ਨਿਮਨ ਅਨੁਸਾਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$m = m_0 (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$

m_0 ਕਣ ਦਾ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਸੰਬੰਧਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $E = (p^2 c^2 + m_0^2 c^4)^{1/2}$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ-ਖੇਤਰ ਵਿਚ, ਜਦੋਂ v/c ਲਗਭਗ 1 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਕੁਲ ਊਰਜਾ $E \geq m_0c^2$ (ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ) । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਲਗਭਗ 0.51 MeV ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ 10MeV ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ, ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੈ, ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ–

ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ v (10 MeV ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ) = 0.999C

11.21 **(a)** 22.7 cm

(b) ਨਹੀਂ । ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਪਰ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, 20MeV ਦਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਾਪੇਖੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲੇਗਾ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਅਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ $R = (m_0v/eB)$ ਮਨਜੂਰ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ ਹੈ ।

$R = p/eB = mv/eB$ ਜਾਂ $R = m_0v/ \ rB\sqrt{1 - v2/c2}$

11.22 $eV = (m\,v^2/2)$ ਅਤੇ $R = (m\,v/e\,B)$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ $(e/m) = (2V/R^2\,B^2)$; ਅਤੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜਿਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ: $(e/m) = 1.73 \times 10^{11}$ C kg^{-1}

11.23 **(a)** 27.6 keV **(b)** 30 kV ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ

11.24 ë = (hc/E) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਇੱਥੇ, i.e.Q_o $E = 5.1 \times 1.602 \times 10^{-10}$ J ë $= 2.43 \times 10^{-16}$ m

11.25 **(a)** ë = 500m ਦੇ ਲਈ E = (h c/ë) $= 3.98 \times 10^{-28}$ J ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ $= 10^4$ J s^{-1} /3.98 $\times 10^{-28}$J ? $\cong 3 \times 10^{31}$ s^{-1}

ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਰੇਡਿਓਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਰੇਡੀਓਪੁੰਜ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਥੇ ਊਰਜਾ ਦੇ ਨਿਊਨਤਮ ਕਵਾਂਟਮ (ਫੋਟਾਨ) ਦੀ ਹੋਂਦ ਨੂੰ ਉਪੇਖਿਅਤ ਕਰਨ ਅਤੇ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਮੰਨਣ ਨਾਲ ਨਿਗੁਣੀ ਤਰੁੱਟੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(b) $v = 6 \times 10^{14}$ Hz ਦੇ ਲਈ $E \cong 4 \times 10^{-19}$J ਨਿਊਨਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਫਲੱਕਸ $= 10^{-10}$ W m^{-2}/4 $\times 10^{-19}$J $= 2.5 \times 10^8$ m^{-2} s^{-1} ਅੱਖ ਦੀ ਪੁਤਲੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ $= 2.5 \times 10^8 \times 0.4 \times 10^{-4}$ s^{-1} $= 10^4$ s^{-1} । ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਹ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ (a) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਸਾਡੇ ਲਈ ਇਹ ਕਾਫੀ ਵੱਧ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਅਸੀਂ ਕਦੇ ਵੀ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਨਾਲ ਫੋਟਾਨਾਂ ਨੂੰ ਨਾ ਤਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਨਾ ਹੀ ਗਿਣ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ।

11.26 $\phi_0 = h\,v\text{-}e\,v_0 = 6.7 \times 10^{-19}$ J = 4.2 eV; $v_0 = f_0/h = 1.0 \times 10^{15}$ Hz; $v = 4.7 \times 10^{14}$ Hz $< v_0$ ਦੇ ਸੰਗਤ ë = 6328Å ਹੈ । ਬੇਸ਼ਕ ਲੇਸਰ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕਿੰਨੀ ਵੀ ਵਧ ਕਿਉ ਨਾ ਹੋਵੇ, ਫੋਟੋਸੇਲ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਅਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਹੀ ਰਹੇਗਾ ।

11.27 ਦੋਨਾਂ ਸਰੋਤਾਂ ਲਈ $eV_0 = hv - \phi_0$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ । ਪ੍ਰਥਮ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਲਈ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜਿਆਂ ਤੋਂ $\phi_0 = 1.40$ eV । ਇਸ ਲਈ ਦੂਸਰੇ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਲਈ $V_0 = 1.50$V

11.28 V_0 ਅਤੇ v ਵਿਚ ਗ੍ਰਾਫ ਬਣਾਓ । ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਢਾਲ h/e ਅਤੇ v- ਧੁਰੇ ਤੇ ਇਸਦੀ ਅੰਤਰਿਕ ਕਾਟ v_0 ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਪਹਿਲੇ ਚਾਰ ਬਿੰਦੂ ਲਗਭਗ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਤੇ ਆਉਂਦੇ ਹਨ, ਜੋ V ਧੁਰੇ ਨੂੰ $v_0 = 5.0 \times 10^{14}$ Hz (ਦੇਹਲੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ) ਤੇ ਕਟਦੀ ਹੈ । ਪੰਜਵਾਂ ਬਿੰਦੂ $v < v_0$ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਲਈ ਨਿਰੋਧੀ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ । ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਢਾਲ 4.15×10^{-15} Vs ਹੈ । $e = 1.6 \times 10^{-19}$C ਅਤੇ $h = 6.64 \times 10^{-34}$ Js (h ਦਾ ਮਿਆਰੀ ਮਾਨ $= 6.626 \times 10^{-34}$ Js) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ $\phi = hv_0 = 2.11$ V

11.29 ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਆਪਾਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ v, v_0 (Na) ਅਤੇ v_0 (K) ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ, ਪਰ v_0

(Mo) ਅਤੇ v_0 (Ni) ਤੋਂ ਘਟ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ Mo ਅਤੇ Ni ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਕਰਣਗੇ । ਜੇ ਲੇਸਰ ਨੇੜੇ ਲਿਆਂਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਵਿਕਿਰਨ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਇਸ ਤੋਂ Mo ਅਤੇ Ni ਸੰਬੰਧੀ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਤੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ । ਫਿਰ ਵੀ Na ਅਤੇ K ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ, ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਣ ਨਾਲ ਵਧੇਗਾ ।

11.30 ਪ੍ਰਤਿ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪਰਮਾਣਵਿਕ ਖੇਤਰਫਲ $\sim 10^{-20}$ m^2 ਮੰਨਨ ਤੇ, 5 ਸਤਹਿਆਂ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸੰਖਿਆ

$$= 5\times2\times10^{-4}\ m^2/10^{-20}\ m^2 = 10^{17}$$

ਆਪਾਤੀ ਸ਼ਕਤੀ

$$= 10^{-5}\ W\ m^{-2} \times 2 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$= 2\times10^{-9}\ W$$

ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ (ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ), ਵਿਚ, ਆਪਾਤੀ ਸ਼ਕਤੀ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਤਾਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਕਸਮਾਨ ਸੋਖਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ , ਪ੍ਰਤਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ ਸੋਖਿਤ ਊਰਜਾ

$$= 2\times10^{-9}/10^{17} = 2\times10^{-26}\ W$$

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਮਾਂ

$$= 2\times1.6\times10^{-19} J/2\times10^{-26}\ W = 1.6\times10^{7} s$$

ਜੋ ਲਗਭਗ ਅੱਧਾ (0.5) ਸਾਲ ਹੈ ।

ਮਹੱਤਵ: ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਲਗਭਗ ਤਤਕਾਲਿਕ ($\sim10^{-9}$s) ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਤਰੰਗ– ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਪੂਰੀ ਅਸਹਿਮਤੀ ਵਿਚ ਹੈ । ਫੋਟਾਨ–ਚਿਤਰਣ ਵਿਚ, ਉਪਰੀ ਸਤਹਿ ਵਿਚ ਵਿਕਿਰਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬਰਾਬਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਾਂਝੀ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ । ਬਲਕਿ, ਊਰਜਾ ਟੁਟਵੇਂ 'ਕਵਾਂਟਾ' ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਖਣ ਹੌਲੀ ਹੌਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ । ਫੋਟਾਨ ਜਾਂ ਤਾਂ ਸੋਖਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਜਾਂ ਲਗਭਗ ਤਤਕਾਲੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

11.31 λ = 1Å ਦੇ ਲਈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ = 150eV; ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ = 12.4 keV ਇਸ ਲਈ ਬਰਾਬਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

11.32 **(a)** ë = h/p = h/ $\sqrt{2m\ K}$

ਇਸ ਲਈ ਸਮਾਨ K ਦੇ ਲਈ, ë, ਪੁੰਜ m ਦੇ ਨਾਲ (1/ $\sqrt{m}$) ਅਨੁਸਾਰ ਘਟਦੀ ਹੈ । ਹੁਣ (m_n/m_e) = 1836.6; ਇਸ ਲਈ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ 150eV ਦੇ ਲਈ ਅਭਿਆਸ 11.31 ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ = $\left(\frac{1}{\sqrt{18386}}\right)$ $\times 10^{-10}$ m = 2.33×10^{-12} m । ਅੰਤਰ ਪਰਮਾਣਵੀ ਦੂਰੀਆਂ ਇਸ ਤੋਂ ਸੌ ਗੁਣਾਂ ਵਡੀਆਂ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ 150eV ਊਰਜਾ ਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਢੁਕਵਾਂ ਨਹੀਂ ਹੈ ।

(b) ë = (h/ $\sqrt{3\,m\,kt}$) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ë = 1.45×10^{-10}m, jo ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿਚ ਅੰਤਰਪਰਮਾਣਵੀ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੈ। ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਉਪਰ (a) ਅਤੇ (b) ਤੋਂ, ਤਾਪੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਢੁਕਵਾਂ ਕਣ ਹੈ । ਇਸ

ਲਈ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਦੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪੂੰਜ ਨੂੰ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਗਰਮ ਕਰ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ।

11.33 ë = 5.5 × 10^{-12} m ë (ਪੀਲਾ ਰੰਗ) = 5.9 x 10^{-7} m

ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ, ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 10^5 ਗੁਣਾ ਹੈ। ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਦੂਸਰੇ (ਜੁਮੈਟਰੀ) ਕਾਰਕਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਇਸ ਤੁਲਨਾ ਨੂੰ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

11.34 ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਲਈ

$$p = h/ë = 6.63\times10^{-34}\ \text{Js}/10^{-15}\text{m}$$

$$= 6.63\times10^{-19}\ \text{kg m s}^{-1}$$

ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ

$$E^2 = c^2p^2 + m_o^2\,c^4 = 9 \times (6.63)^2 \times 10^{-22} + (0.511\times1.6)^2 \times 10^{-26} \cong 9 \times (6.63)^2 \times 10^{-22}\ J^2$$

ਦੂਸਰਾ ਪਦ (ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ) ਨਿਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਇਸ ਲਈ E = 1.989 × 10^{-10} J = 1.24 BeV

ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕੁਝ BeV ਦੇ ਆਰਡਰ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ।

11.35 ë = h/ $\sqrt{3m\,kt}$: m_{He} = $4\times10^{-3}/6\times10^{23}$ kg ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ë = 0.73×10^{-10} m ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ

r = $(V/N)^{1/3}$ = $(kT/p)^{1/3}$

T = 300 K, p = 1.01×10^5 Pa ਦੇ ਲਈ r = 3.4×10^{-9} m ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ r >> ë

11.36 ਅਭਿਆਸ 11.35 ਵਾਲਾ ਬਰਾਬਰ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ë = 6.2×10^{-9} m ਜੋ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਅੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਦੂਰੀ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ ।

11.37 **(a)** ਕਵਾਰਕ, ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਅਜਿਹੇ ਬਲਾਂ ਨਾਲ ਬੰਨ੍ਹੇ ਮੰਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ, ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਦੂਰ ਖਿਚਣ ਤੇ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ।ਇਸ ਲਈ ਅਜਿਹਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਵਿਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਬੇਸ਼ਕ ਪ੍ਰੇਖਣੀ ਚਾਰਜ e ਦੇ ਪੂਰਣ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ।

(b) ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਦੋਨੋਂ ਮੂਲ ਸੰਬੰਧ ev = (1/2) m v^2 ਜਾਂ eE = m a ਅਤੇ eBv = mv^2/r, ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਕੀ e ਅਤੇ m ਦੋਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵੱਖ ਵੱਖ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਬਲਕਿ e/m ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(c) ਨਿਮਨ ਦਬਾਓ ਤੇ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਤੇ ਪੁਜਣ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਮ ਦਬਾਓ ਤੇ, ਗੈਸ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਅਤੇ ਪੁਨਰ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਅਜਿਹੀ ਕੋਈ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ।

(d) ਕਾਰਜ-ਫਲਨ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਉਪਰੀ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਧਾਤ ਵਿਚੋਂ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ ਮਾਤਰ ਹੈ। ਧਾਤ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਪੱਧਰ (ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ) ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ।ਉਹ ਪੱਧਰਾਂ ਦੇ ਲਗਾਤਾਰ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਇੱਕ ਹੀ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ, ਵੱਖ ਵੱਖ ਪੱਧਰਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਵੱਖ ਵੱਖ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ ।

(e) ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੀ ਊਰਜਾ E (ਨਾ ਕਿ ਸੰਵੇਗ p) ਦਾ ਪਰਮਾਨ ਇੱਕ ਜੋੜਾਤਮਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਤਹਿਤ ਮੁਕਤ ਹੈ ।ਇਸ ਲਈ ਜਿਥੇ ë ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਉਥੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਪਦਾਰਥਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ v ਦੇ ਪਰਮ ਮਾਨ ਦਾ ਕੋਈ ਸਿੱਧਾ ਭੌਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਲਾ ਚਾਲ (phase speed) vë ਵੀ ਭੌਤਿਕ ਕਣ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ।ਸਮੂਹ ਚਾਲ (group speed)

$$dv/d(1/ë) = dE/dp = d/dp\,(p^2/2m) = p/m$$

ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਅਰਥ ਪੂਰਨ ਹੈ ।

ਅਧਿਆਇ 12

ਪਰਮਾਣੂ (Atom)

ਉਨੱਵੀ ਸਦੀ ਤੱਕ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪਰਮਾਣੂ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੇ ਸਮਰਥਨ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਸਬੂਤ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਗਏ ਸੀ 1897 ਵਿੱਚ ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਜੋਸਫ ਜੇ. ਟਾਮਸਨ ਨੇ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਡਿਸਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਲੱਭਿਆ ਕਿ ਵੱਖ ਵੱਖ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਰਿਣਾਤਮਕ ਆਵੇਸਿਤ ਹਿੱਸੇ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ, ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਉੱਤੇ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੀ ਚਾਰਜ ਨਹੀN ਹੁੰਦਾ। ਉਹ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਬਰਾਬਰ ਕਰਨ ਲਈ ਉਸਦੇ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਵੀ ਜਰੂਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਪਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਕੀ ਹੈ? ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਰੰਚਨਾ ਕੀ ਹੈ।

ਸੰਨ 1898 ਵਿੱਚ ਜੇ .ਜੇ ਟੋਮਸਨ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ (Electron)ਇਹਦੇ ਵਿੱਚ ਠੀਕ ਉਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤ ਹਨ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਹਦਵਾਨੇ ਵਿੱਚ ਬੀਜ। ਇਸ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਤਸਵੀਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪਲੰਮ ਪੁਡਿੰਗ (Plum Pudding) ਮਾਡਲ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ, ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਬਾਅਦ ਦੀਆਂ ਖੋਜਾਂ ਨੇ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿ ਇਸ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਦੱਸਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦਾ ਫੈਲਾਅ ਇਸ ਮਾਡਲ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਖਰਾ ਹੈ ।

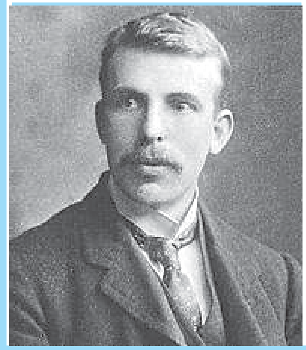
ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ, ਸੰਘਣਾ (condense) ਪਦਾਰਥ (ਠੋਸ ਤੇ ਦ੍ਰਵ) ਅਤੇ ਸੰਘਣੀਆਂ ਗੈਸਾਂ ਸਾਰੇ ਹੀ ਤਾਪਮਾਨਾਂ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋ ਮੈਗਨੈਟਿਕ (Electromagnetic) ਵਿਕਰਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ । ਜਿਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਵੱਖਰੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ (Intensities) ਅਲੱਗ-ਅਲੱਗ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ । ਇਹ ਸਮਝਿਆਂ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਵਿਕਰਣ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਡੋਲਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਤੇ ਅਣੂ ਦਾ ਆਪਣੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਤੇ ਅਣੂ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਟਕਰਾਅ ਦੇ ਨਾਲ ਕੰਟਰੋਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਅੱਗ ਵਿੱਚ ਗਰਮ ਕੀਤੀ ਗਈ ਵਿਰਲ (Rare) ਗੈਸ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਗਰਮ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਨਾਲ ਉਤੇਜਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਗੈਸ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿ ਨਿਊਨ ਸਾਇਨ (Neon Sign) ਮਰਕਰੀ (mercury) ਵਾਸ਼ਪ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ (discrete) ਤਰੰਗਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਇਨਾਂ ਦੇ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਚਮਕਦਾਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਇਕ ਲੜੀ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਖਾਲੀ ਜਗਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਵਿਕਰਣ ਇਕ ਹੀ ਅਣੂ ਵਿਚੋ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਨਾ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਆਪਸੀ ਟਕਰਾਅ ਕਾਰਨ। 19ਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਿੱਧ ਹੋ ਗਿਆ ਸੀ ਕਿ ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਵਿੱਚੋ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਵਿਕਰਣ ਇਕ ਵੱਖਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਿਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਹਮੇਸ਼ਾ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਇਕ ਸਮੂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਕਿ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਤ ਦੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਤੋ ਇਹ ਸੁਝਾਅ ਮਿਲਿਆ ਕਿ ਅਣੂ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸਰੰਚਨਾ ਤੇ ਉਸ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਵਿਕਰਣ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜੇ .ਜੇ ਟਾਮਸਨ ਦਾ ਇੱਕ ਪੁਰਾਣਾ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਅਰਨਸਟ ਰਦਰਫਰੋਡ(Ernest Rutherford) ਕੁਝ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਤੱਤਾਂ ਤੋ ਉਤਪੰਨ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਅਲਫਾਂ ਕਿਰਨਾਂ ਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਵਿਚ ਮਗਨ ਸੀ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਰੰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ 1906 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਇਕ ਕਲਾਸਕੀ (Classical) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੱਸਿਆ।

ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਸੰਨ 1911 ਵਿੱਚ ਹੈਂਸ ਰਾਇਗਰ(Hans Geigar) (1882-1945) ਅਤੇ ਅਰਨਸਟ ਮਾਰਸਡੇਨ (Ernest Marsden) (1889–1970) ਜੋ ਕਿ 20 ਸਾਲ ਦੇ ਸਨ ਅਤੇ ਉਹ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਸੀ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਹਾਲੇ ਤੱਕ ਸਨਾਤਕ ਦੀ ਡਿਗਰੀ ਵੀ ਨਹੀਂ ਸੀ ਲਈ ਨੇ ਕੀਤਾ ਸੈਕਸ਼ਨ 12.2 ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੀ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਹਦੇ ਨਤੀਜਿਆਂ ਨੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਗ੍ਰਹਿ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦਿੱਤਾ। (ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਇਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਾਰਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਬਹੁਤਾ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚੱਕਰ ਲਗਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉNਦੇ ਹਨ।

ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਜਿਸ ਵਰਤਮਾਨ ਰੂਪ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਕਦਮ ਸੀ। ਪਰੰਤੂ, ਇਸ ਤੇ ਇਹ ਚਰਚਾ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਕੇਵਲ ਖੰਡਿਤ (Discrete) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (Wave length) ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਈਡਰੋਜਨ (Hydrogen) ਵਰਗਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (Electron) ਅਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟ੍ਰਾਨ (Proton) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇਕ ਜਟਿਲ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ (Spectrum) ਕਿਵੇਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (electron) ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਠੀਕ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਘੁਮਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ, ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਸਵੀਕਾਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੁਛ ਗੰਭੀਰ ਪਰੇਸ਼ਾਨੀਆਂ ਹਨ।



ਅਰਨਟਸ ਰਦਰਫੋਰਡ (Erinest Rutherford) (1871-1937) ਅੰਗਰੇਜ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਜਿਸਨੇ ਰੇਡਿਓ ਵਿਕਿਰਣਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵਧੀਆ ਕੰਮ ਕੀਤਾ। (Federick Soddy) ਦੇ ਨਾਲ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਥੋਰਿਆਮ (Thorium) ਚੋ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੇ ਵਿਕਿਰਣਾ ਦਾ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇੱਕ ਨਵੀਂ ਗੈਸ ਥੋਰੋਣ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਜੋ ਰੇਡਾਨ ਦਾ ਆਈਸੋਟੋਪ (Isotope) ਹੈ। ਪਤਲੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਵਰਕ ਉਤੇ ਅਲਫਾ ਕਿਰਣਾਂ ਦੀ ਸਕੇਟਰਿੰਗ (Scartering) ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਗ੍ਰਹਿ ਮਾਡਲ ਪ੍ਰਸਾਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ। ਉਸਨੇ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਦੇ ਅਕਾਰ ਦਾ ਵੀ ਅੰਦਾਜਾ ਲਾ ਲਿਆ।

ਅਰਨਟਸ ਰਦਰਫੋਰਡ (Ernest rutherford) (1871-1937)

12.2 ਅਲਫ਼ਾ ਕਣਾ ਦਾ ਖੰਡਾਓ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ (Alpha Particle Scattering And Ruther Ford Nuclear Model of Atom)

ਸੰਨ 1911 ਵਿੱਚ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਸੁਝਾਵ ਤੇ ਐਚ.ਗਇਗਰ (H.Geiger) ਅਤੇ ਇ.ਮਾਰਸੇਡਨ (E.Marsden) ਨੇ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਲੋ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚੋ ਇੱਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਸੋਮਾ (source) $^{214}_{83}Bi$ ਤੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ 5.5Mev. ਉਰਜਾ ਵਾਲੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਇਕ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਸੋਨੇ ਦੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ (ਪਰਤ) (Sheet) ਤੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ।

ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਿੱਤਰ 12.1 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ । ਚਿੱਤਰ 12.2 ਵਿੱਚ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਇਕ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਢੰਗ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵ ਸੋਮੇ $^{214}_{83}\mathrm{Bi}$ ਤੋ ਪੈਦਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਪਤਲੇ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਲੇਡ (lead) ਦੀਆਂ ਇੱਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚੋ ਗੁਜਾਰ ਕੇ ਇਕੋ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ (collimate) ਕੀਤਾ ਗਿਆ । ਇਸ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਨੂੰ 2.1×10^{-7} m ਮੋਟੀ ਇੱਕ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਉਤੇ ਸੁੱਟਿਆ ਗਿਆ । ਖੰਡਿਤ ਹੋਏ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਘੁੱਮਣ ਵਾਲੇ ਡਿਟੇਕਟਰ (Detector) ਨਾਲ ਮਾਪੀਆ ਗਿਆ। ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਜਿੰਕ ਸਲਫਾਇਡ (ZnS) ਦਾ ਪਰਦਾ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸੁਖੈਦਰਸ਼ੀ (microscope) ਸੀ। ਖੰਡਿਤ ਕਣ ZnS ਦੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਟਕਰਾ ਕੇ ਇੱਕ ਚਮਕੀਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਦੇਖਿਆਂ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਕਣਾਂ ਦੇ ਵਿਤਰਰਣ ਦਾ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਕੋਣ ਦੇ ਫਲਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ

(ਮਕਰੀਨ)

(ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦਾ ਸੋਮਾ)

ਚਿੱਤਰ 12.1:- ਗਇਗਰ ਮਾਰਸੇਡਨ ਖੰਡਾਓ ਪ੍ਰਯੋਗ ਸਾਰਾ ਉਪਕਰਣ ਇੱਕ ਵੈਕੁਅਮ(vaccum) ਕਮਰੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆਂ ਹੈ।

(ਪਤਲੀ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ)

(ਲੇਡ ਦੀਆਂ ਇੱਟਾਂ)

ਜਿਆਦਾਤਰ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਲਈ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਓ

ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ (ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਵਿਚ ਖੰਡਾਓ

ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦਾ ਸੋਮਾ

ZnS ਪਰਦਾ

(ਕੁਝ ਦੇ ਲਈ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਓ)

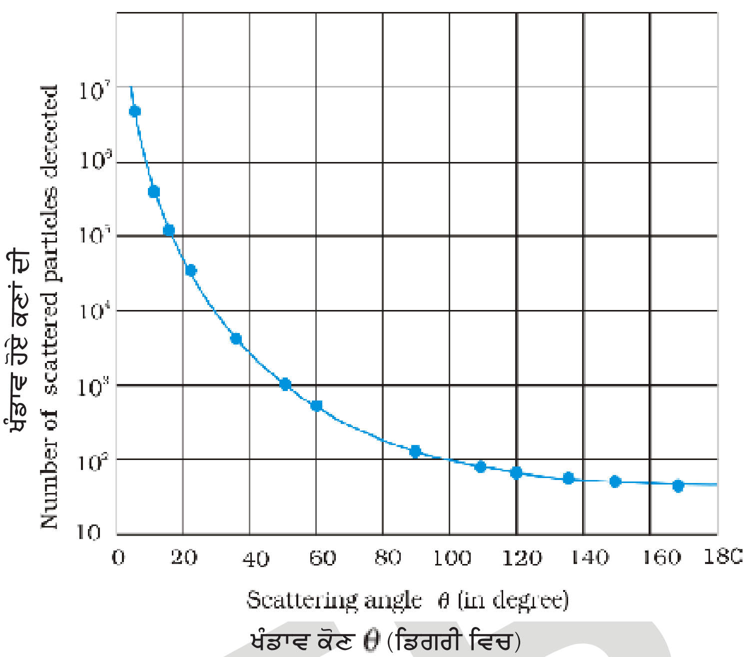
(ਭਹੁਤ ਛੋਟੇ ਭਾਗ ਲਗਭਗ 8000 ਵਿੱਚੋ 1 ਦੇ ਲਈ)

(ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ)

ਚਿੱਤਰ 12.2:- ਗਇਗਰ ਮਾਰਸੇਡਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਯੋਜਨਾਬੰਧ ਪ੍ਰਬੰਧ

ਚਿੱਤਰ 12.3:- ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਖੰਡਾਉ (Scatter) ਹੋਏ ਕੁਲ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦਾ ਇਕ ਆਮ ਆਲੇਖ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ, ਗਏ ਬਿੰਦੂ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅੰਕੜਿਆ ਨੂੰ ਆਲੇਖਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਅਤੇ ਠੋਸ ਵਕਰ (Solid Cureve) ਇੱਕ ਸਿਧਾਂਤਕ ਪੂਰਵਾਅਭਾਸ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਕਲਪਨਾ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਸੰਘਣਾ ਅਤੇ ਧਨਅਵੇਸਿਤ ਨਾਭਿਕ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਅਲਫਾ ਕਣ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਕੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਸਿਰਫ 0.14% ਅਲਫਾ-ਕਣ 1^{0} ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਵ (Scatter) ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ 8000 ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਇੱਕ 90^{0} ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਉ (Scatter) ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰਦਰਫੋਰਡ (Rutherford) ਨੇ ਇਹ ਸੁਝਾਅ ਦਿੱਤਾ। ਕੀ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਨੂੰ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਖੰਡਾਉ (Scatter) ਕਰਣ ਲਈ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ (Repulsive) ਬੱਲ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

ਇਨਾ ਜਿਆਦਾ ਬਲ ਤਾਂ ਹੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੇਕਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਬਹੁਤਾ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਇਸ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਅੰਦਰ ਹੋਇਆ ਅਲਫਾ ਕਣ ਧਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਵਿੰਨ੍ਹਨ (Penetrate) ਦੀ ਥਾਂ ਇਸ ਦੇ ਬਹੁਤ ਲਾਗੇ ਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਸ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਉ (Scatter) ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਪਰਮਾਣੁ ਦੇ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਜਿਸ ਲਈ ਰਦਰਫੋਰਡ (Rutherford) ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਦਾ ਖੋਜਕਰਤਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 12.3 : ਚਿੱਤਰ 12.1 ਅਤੇ 12.2 ਵਿਚ ਗਾਇਨਰ ਅਤੇ ਮਾਰਸੇਡਨ ਵਲੋਂ ਕੀਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪਤਲੀ ਪਰਤ ਉਤੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਸੁਟਣ ਤੇ ਅਲਗ – ਅਲਗ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਖੰਡਾਵ ਅੰਕਾੜੇ (ਬਿੰਦੂਆ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ) ਰਦਰਫੋਰਡ (rutherford)

ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪਰਮਾਣੁ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ (Nuclear model) ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੁ ਦੇ ਕੁੱਲ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਪੁੰਜ ਪਰਮਾਣੁ ਦੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ (Nuclear) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (Electron) ਇਸ ਤੋ ਕੁਝ ਦੂਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਆਪਣੇ - ਆਪਣੇ ਪੱਥ ਤੇ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਦੇ ਹਨ, ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਗ੍ਰਹਿ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਦੇ ਹਨ। ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਨੇ ਦਸਿਆ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਕਾਰ ਲਗਭਗ 10^{-15} m ਤੋਂ 10^{-14}m ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਗਤਿਕ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਅਕਾਰ 10^{-10}m ਮੰਨਿਆ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਜੋ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਕਾਰ ਤੋਂ 10,000 ਤੋ 100,000 ਗੁਣਾਂ ਵੱਡਾ ਹੈ। (ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੇ 11ਵੇ ਅਧਿਆਈ ਦਾ ਸੇਕਸ਼ਨ 11--6 ਦੇਖੋ) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਭਿਕ ਤੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਕਾਰ ਤੋ ਲਗਭਗ 10,000 ਤੋਂ 100,000 ਗੁਣਾਂ ਦੂਰ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਭਾਗ ਖਾਲੀ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਭਾਗ ਖਾਲੀ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਹ ਸਮਝਣਾ ਅਸਾਨ ਹੈ ਜਿਆਦਾਤਰ ਅਲਫਾ ਕਣ ਪਤਲੀ ਧਾਤ ਦੀ ਪਰਤ ਵਿਚੋਂ ਬਿਨਾਂ ਖੰਡਾਓ (Scatter) ਹੋਏ ਬਾਹਰ ਕਿਉਂ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੋਲ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਦੇ ਲਾਗੇ ਜਿਹੜਾ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਓ (Scatter) ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਤ ਹਲਕੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਤੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਪਾ ਸਕਦੇ। ਚਿੱਤਰ 12.3 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਅੰਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਰਦਰਫੋਰਡ (Rutherford) ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਤੋਂ ਸਮਝਿਆਂ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਬਹੁਤ ਪਤਲੀ ਹੋਣ ਕਾਰਣ ਇਹ ਸੋਚਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਕਿ ਇਸ ਪਰਤ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇ ਅਲਫਾ ਕਣ ਇਕ ਤੋਂ ਜਿਆਦਾ ਵਾਰ ਖੰਡਾਓ(Scatter) ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਇਕ ਨਾਭਿਕ ਤੋ ਖਿੰਡੇ (Scatter) ਹੋਏ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਪਥ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਕਾਫੀ ਹੈ। ਅਲਫਾ ਕਣ ਹਿਲੀਅਮ (Helium) ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਹਨ।

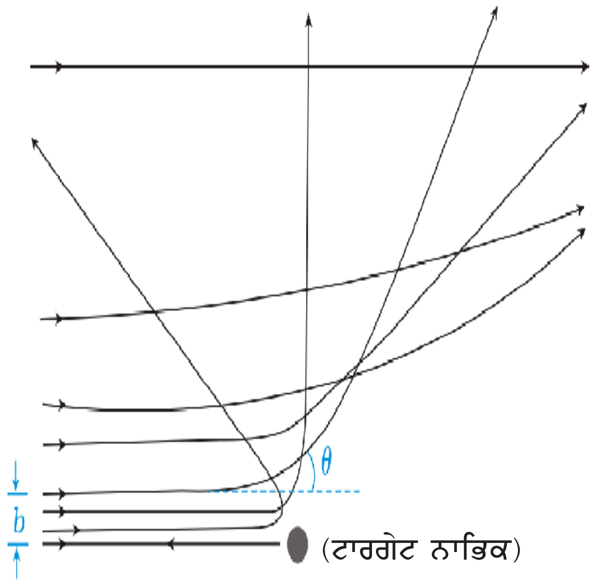
ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਤੇ ਦੋ ਇਕਾਈ 2e ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਪੁੰਜ(Mass) ਹੀਲਿਅਮ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਚਾਰਜ Ze ਹੈ,ਜਿਥੇ Z ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ ਹੈ ਜੋ ਸੋਨੇ ਦੇ ਲਈ 79 ਹੈ। ਕਿਉਕਿ ਸੋਨੇ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ 50 ਗੁਣਾ ਵੱਡਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਹ ਸੋਚਨਾ ਹੈ ਕੀ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੋਨੇ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਇਹਨਾਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਅਤੇ ਨਿਉਟਨ (Newton) ਦੇ ਦੂਜੇ ਨਿਯਮ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਕੂਲਮ (Coulomb) ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ਣ ਬੱਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ, ਖਿੰਡੇ (Scatter) ਹੋਏ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਪੱਥ ਦਾ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$F \quad \frac{1}{4 \quad {}_0} \frac{(2e)(Ze)}{r^2}$$

ਜਿੱਥੇ r ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੀ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਇਹ ਬਲ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਮਿਲਾਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ -ਜਿਵੇਂ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਉਸ ਦੇ ਹਿਸਾਬ ਨਾਲ ਲਗਾਤਾਰ ਬਦਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

12.2.1 ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪੱਥ (Alpha Particle Trajectory)



ਚਿੱਤਰ 12.4 ਟਾਰਗੇਟ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੂਲਮ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪਰਿਪੇਖ ਪੱਧ ਇਸਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ (b) ਅਤੇ ਖੰਡਾਓ ਕੋਣ ਵੀ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਅਲਫਾ ਕਣ ਵਲੋ ਪਰਖੇਪਿਤ (trace) ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਪੱਥ ਟੱਕਰ ਦੇ ਇੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ(Impact Parameter) b ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ(Impact Parameter) ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਵੇਗ ਸਦਿਸ਼ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿਚਲੀ ਲੰਬ ਦੂਰੀ ਹੈ। (ਚਿਤੱਰ 12.4)

ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਇਸੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ(Impact Parameter) b ਦਾ ਵਿਤਰਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਲਗ -ਅਲਗ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਅਲਗ -ਅਲਗ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਖਿੰਡ ਦੇ (Scatter) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਸੁੱਟੇ ਸਾਰੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕੀ ਜਿਹੜੇ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਾਗੇ ਹਨ (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਇਸੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ) (Impact Parameter) b ਘੱਟ ਹੈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਹੜਾ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਸਿੱਧਾ ਉਤੇ ਟੱਕਰ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ ਉਸ ਦਾ b ਸੱਭ ਤੋ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਅਲਫਾ ਕਣ ਠੀਕ ਅਪਣੇ ਪੱਥ ਤੇ ਵਾਪਸ ਪਲਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ($\theta \cong$ Z)

ਜਿਸ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ b ਜਿਆਦਾ ਹੈ ਉਹ ਆਪਣੇ ਪੱਥ ਤੋ ਮੁੜੇ ਬਿਨਾ ਸਿੱਧਾ ਨਿਕਲ ਜਾਦਾਂ ਹੈ ($\theta \cong \pi$) ਇਹ ਤੱਥ ਕੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਜੋ ਕੀ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਤੇ ਸੁਟੇ ਗਏ ਹਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਇਕ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸੰਖਿਆ (fraction) 180^0 ਤੇ ਵਾਪਸ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਇਹ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਸਿੱਧਾ ਟਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਆਇਤਨ ਤੇ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਖੰਡਾਵ(Nuclear Scattering) ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਉਚਤਮ ਸੀਮਾ ਜਾਨਣ ਦਾ ਇਕ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.1 ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਚ ਨਾਭਿਕ (ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ $\approx 10^{-15}$ m) ਸੂਰਜ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਪਣੇ ਔਰਬਿਟ (orbit) (ਅਰਧ ਵਿਆਸ $\approx 10^{-10}$ m) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਰਤੀ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸੌਰ ਪਰਿਵਾਰ ਦੀਆਂ ਵਿਸਾਂ ਉਸੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜੋ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਹਨ, ਤੇ ਕੀ ਧਰਤੀ ਅਪਣੀ ਹੁਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਅਪੇਖਿਆ ਸੂਰਜ ਦੇ ਲਾਗੇ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂ ਦੂਰ ?

ਧਰਤੀ ਦੇ ਆਰਬਿਟ (orbit) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ $1.5x10^{11}$m ਹੈ। ਸੂਰਜ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $7x10^{8}$m ਮੰਨਿਆ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

ਹੱਲ:- ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਆਰਬਿਟ(Orbit) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ $(10^{-10}m)/(10^{-15}m)$ ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਆਰਬਿਟ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋ 10^{5} ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਪੱਥ ( ) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਸੂਰਜ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ 10^{5} ਗੁਣਾਂ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ $10^{5}x7x10^{8}=7x10^{13}$m ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਧਰਤੀ ਦੇ ਅਸਲੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ 100 ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਸਾਡੇ ਸੂਰਜੀ ਪਰਿਵਾਰ ਦੇ ਬਦਲੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਭਾਗ ਖਾਲੀ ਪਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.2:- ਗਾਇਗਰ - ਸਾਰਸੇਡਨ(Geiger-Marseden) ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ 7.7Mev ਦੇ ਕਿਸੇ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੀ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਨਾਲ ਛਿਣ ਭਰ ਲਈ ਅਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਤੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਨਜਦੀਕੀ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ?

ਹੱਲ:- ਇੱਥੇ ਮੁੱਖ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਖੰਡਾਓ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਸਮੇਂ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਾਲੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁਲ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਸੁਰੰਖਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸ਼ੁਰੁਆਤੀ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ E_i, ਛਿਣਕ ਰੁਪ ਵਿੱਚ ਆਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ E_f ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ E_i ਆਗਾਮੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੀ ਗਤਿਕ ਊਰਜਾ K ਦੇ ਠੀਕ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਅੰਤਲੀ ਊਰਜਾ E_f ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U ਹੀ ਹੈ। ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U ਸਮੀਕਰਨ 12.1 ਤੋਂ ਮਾਪੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਓ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ d ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਪਨੇ ਵਿਰਾਮ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਤਦ ਊਰਜਾ ਸੰਰਖਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ $E_i=E_f$ ਨੂੰ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$K \quad \frac{1}{4 \quad _0} \frac{(2e)(Ze)}{d} \quad \frac{2Ze^2}{4 \quad _0 d}$$

ਅਤੇ ਨਜਦੀਕੀ ਦੂਰੀ d ਹੋਵੇਗੀ $d \quad \frac{2Ze^2}{4 \quad _0 K}$

ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤਿਕ ਸੋਮੇਆਂ ਤੋ ਪੈਦਾ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਈ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਜਿਆਦਾ ਤੋ ਜਿਆਦਾ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ 7.7 Mev ਜਾਂ $1.2x10^{-12}$ J ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $1/4\pi\varepsilon_0 = 9 \times 10^9$ N m^2/C^2 ਇਸ ਲਈ

$e=1.6x10^{-19}c$ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$d \quad \frac{(2)(9.0 \quad 10^9 Nm^2/C^2)(1.6 \quad 10^{-19}C)^2 Z}{1.2 \quad 10^{12} J}$$

$=3.84x10^{-16}Zm$

ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਨੰਬਰ=79, $\therefore$ d(Au)=$3x10^{-14}$m=30fm(1fm(ਫਰਮੀ)=10^{-15}m) ਇਸ ਲਈ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $3x10^{-14}$m ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਹ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਸਲ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਮਾਨ ਨਾਲ ਬਿਲਕੁਲ ਮੇਲ ਨਹੀ ਖਾਉਂਦਾ। ਇਸ ਉਲਟ ਨਤੀਜੇ ਦਾ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਨਜਦੀਕ ਪਹੁੰਚਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸਾ ਦੇ ਜੋੜ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਅਲਫਾ ਕਣ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਸਪਰਸ਼ ਕੀਤੇ ਅਪਣੀ ਗਤੀ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਕਰ ਲੇਂਦਾ ਹੈ।

12.2.2 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ (Electron orbits) ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਲਾਸਿਕੀ ਦੀਆਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨੂੰ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ,ਭਾਰੀ ਅਤੇ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਨਾਭਿਕ ਹੈ, ਜੋ ਆਪਣੇ - ਆਪਣੇ ਗਤਿਮਾਣ ਸਥਿਤ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦੇ ਹੋਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੈ। ਘੁਮਦੇ ਹੋਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ F_e ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਅਪਣੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਬਲ(Centripetal force) ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਗਤਿਮਾਣ ਸਥਿਰ ਪੱਧ ਦੇ ਲਈ।

$$F_e=F_c$$

$$\frac{mv^2}{r} \quad \frac{1}{4 \quad _0} \frac{e^2}{r^2} \qquad (12.2)$$

ਇਸ ਲਈ ਪੱਥ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਹੋਵੇਗਾ।

$$r \quad \frac{e^2}{4 \quad _0 m v^2} \qquad (12.3)$$

ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (K) ਅਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸਲ ਊਰਜਾ U ਹੋਵੇਗੀ।

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r} \quad \text{ਅਤੇ} \quad U = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

(U ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ ਇਹ ਦਰਸਾਉਦਾ ਹੈ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ –r ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ) ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ E,

$$E \quad K \quad U \quad \frac{e^2}{8 \quad _0 r} \quad \frac{e^2}{4 \quad _0 r}$$

$$\frac{e^2}{8 \quad _0 r} \qquad (12.4)$$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਹ ਗੱਲ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ (Bound) ਹੈ। ਜੇਕਰ E ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਬੰਦ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਘੁੰਮਦਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.3 ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋ ਇਹ ਪੱਤਾ ਲਗਿਆ ਹੈ ਕੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਨੂੰ ਇਕ ਪਰਉਟੋਨ(protron) ਅਤੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਅਲਗ ਕਰਨ ਲਈ 13.6eV ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਵੇਗ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ:- ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ -13.6ev = -13.6 x 1.6 x 10^{-19} , J = -2.2 x 10^{-18}J

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ 12.4 ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$\frac{e^2}{8 \quad _0 r} \quad 2.2 \quad 10^{18} \text{ J}$$

ਇਸ ਤੋਂ ਪੱਥ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ

$$r \quad \frac{e^2}{8 \quad _0 E} \quad \frac{(9 \quad 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2)(1.6 \quad 10^{19}\text{C})^2}{(2)(-2.2 \quad 10^{18} \text{ J})}$$

$=5.3 \times 10^{-11}$

ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵੇਗ,ਸਮੀਕਰਣ (12.3) ਤੋ $m=9.1 \times 10^{-31}$kg ਲੇ ਕੇ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0 mr}} = 2.2 \times 10^6 \text{ m/s.}$$

12.3 ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ(Atomic Spectrum) ਸੈਕਸ਼ਨ 12.1ਅਨੁਸਾਰ,ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਆਪਣਾ ਵਿਸ਼ੇਸ (Characteristic) ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋ ਕੋਈ ਪਰਮਾਣਵੀ ਗੈਸ ਜਾਂ ਵਾਸ਼ਪ ਘੱਟ ਦਬਾਅ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਕੇ ਉਤੇਜਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਵਿਕਿਰਣ ਤੋਂ ਜੋ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਉਸ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਿਤ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ (Emission line Spectrum) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਾਲੀ ਪਿਠੱਭੂਮੀ ਤੇ ਚਮਕਦਾਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 12.5 ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਲੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਦਿਖਾਈਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ, ਗੈਸ ਦੀ ਪਹਿਚਾਨ ਕਰਨ ਲਈ ਫਿਗਰਪ੍ਰਿੰਟਰ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਚਿੱਟਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਗੈਸ ਚੋ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਸਪੈਕਟ੍ਰੋਮਿਟਰ ਰਾਹੀਂ ਉਸ ਪਾਰ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਜਾਂਚ ਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਕਾਲੀਆਂ (dark) ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਕਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਿਸ਼ੁਧ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਨ੍ਹਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਉਸ ਗੈਸ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਪਾਈਆਂ ਜਾਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਉਸ ਗੈਸ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਬਸੋਰਪਸ਼ਨ ਸਪੇਕਟਰਮ (Absorption Spectrum) ਕਿਹਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

(ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ)

(ਲਾਈਮਨ ਸ਼੍ਰੇਣੀ) (ਬਾਲਮਰ ਸ਼੍ਰੇਣੀ) (ਪਾਸ਼ਣ ਸ਼੍ਰੇਣੀ)

ਚਿੱਤਰ 12.5 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਰੇਖਾਵਾਂ

12.3.1 ਸਪੇਕਟਰਮ ਲੜੀ (Spectrum Series) ਅਸੀਂ ਇਹ ਆਸ਼ਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਵਿੱਚੋਂ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਕੁੱਝ ਪੱਕਾ (Regular) ਪੈਟਰਨ (Pattern) ਦਰਸਾਉਦੀਆਂ ਹਨ। ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਇੱਕ ਸਰਲ ਪਰਮਾਣੂ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵੀ ਸਰਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਸਰਸਰੀ ਤੌਰ ਤੇ ਦੇਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਸਪੇਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕ੍ਰਮ ਜਾਂ ਸਮਾਨਤਾ ਨਜਰ ਨਹੀਂ ਆਉਂਦੀ, ਪਰ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਹਿਸਿਆਂ (Set) ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਨਿਯਮਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਘਟਦੀ ਜਾਂਦੀ (ਚਿੱਤਰ 12.5)। ਇਸਦੇ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਹਰ ਸਮੂਹ ਨੂੰ ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਲੜੀ (Spectrum Series) ਕਿਹਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਸੰਨ 1885 ਵਿੱਚ ਸਵੀਡਨ ਦੇ ਇੱਕ ਸਕੂਲ ਅਧਿਆਪਕ ਜਾਨ ਜੈਕਬ ਬਾਲਮਰ (Johann Jocob Balmer) (1825-1898) ਨੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਦਿੱਖ ਖੇਤਰ (Visible Region) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਲੜੀ ਦੇਖੀ। ਇਸ ਲੜੀ ਨੂੰ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 12.6) ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀ ਸਭ ਤੋ ਵੱਧ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 656.3nm ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਨੂੰ H_α ; 486.1nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੀ ਹਰੀ,

ਚਿੱਤਰ 12.6 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੀ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ

ਨੀਲੀ ਅਗਲੀ ਰੇਖਾ ਨੂੰ H_β : 434.1nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ , ਬੈਂਗਨੀ ਰੰਗ ਦੀ ਰੇਖਾ ਨੂੰ H_γ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ - ਜਿਵੇਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਘਟਦੀ ਜਾਦੀਂ ਹੈ। ਰੇਖਾਵਾਂ ਲਾਗੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਾਲਮਰ ਨੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਪਤਾ ਕਰਨ
ਲਈ ਇੱਕ ਸੌਖਾ ਸੂਤਰ ਦਿੱਤਾ।

$$\frac{1}{\ } \quad R \quad \frac{1}{2^2} \quad \frac{1}{n^2} \quad \text{- - - - - - - - - (12.5)}$$

ਜਿੱਥੇ (λ) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ R ਇੱਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਰਿਡਬਰਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਥੇ n ਦੇ ਮੁਲ 3,4,5——— ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। R ਦਾ ਮੁਲ ($1.097 \times 10^7\ m^{-1}$) ਹੈ। ਇਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ ਬਾਲਮਰ ਦਾ ਸੂਤਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (12.5) ਵਿੱਚ n=3 ਮਨ ਕੇ (H_α) ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{1}{\ } \quad 1.097 \quad 10^7 \quad \frac{1}{2^2} \quad \frac{1}{3^2} \quad m^{-1}$$

$$= 1.522 \times 10^6\ m^{-1}$$

ਅਤੇ $\quad , \lambda = 656.3\ nm$

n = 4 ਰੱਖਣ ਤੇ H_β ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ n ਦੇ ਅਲਗ ਅਲਗ ਮੁੱਲ ਰੱਖਣ ਤੇ ਬਾਕੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। $n = \infty$, ਲੈ ਕੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ($\lambda = 364.6\ nm$) ਤੇ, ਲੜੀ ਦੀ ਸੀਮਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ ਦੀ ਸਭ ਤੋ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ। ਇਸ ਸੀਮਾ ਦੇ ਅੱਗੇ ਕੋਈ ਸਪਸ਼ਟ ਰੇਖਾ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀ, ਬਸ ਹਲਕਾ ਜਿਹਾ ਲਗਾਤਾਰ (Continous) ਸਪੇਕਟਰਮ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਲਈ ਬਾਕੀ ਲੜੀਆਂ ਲਾਇਮਨ (Lyman), ਪਾਸਸ਼ਨ (Paschen), ਬਰੇਕਟ (Brackett) ਪੀਫੰਡ (Pfund) ਦੀ ਵੀ ਖੋਜ਼ ਹੋ ਚੁੱਕੀ ਹੈ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਖੋਜੀਕਰਤਾ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੂਤਰਾ ਰਾਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆਂ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

$$\frac{1}{\ } \quad \frac{1}{5^2} \quad \frac{1}{n^2}$$

ਲਾਈਮਨ ਲੜੀ (Lyman Series)

$$\frac{1}{\ } \quad R \quad \frac{1}{1^2} \quad \frac{1}{n^2} \qquad n=2,3,4 \text{ - - - - - - - - - (12.6)}$$

ਪਾਸ਼ਨ ਲੜੀ (Paschen Series)

$$\frac{1}{\ } \quad R \quad \frac{1}{3^2} \quad \frac{1}{n^2} \qquad n=4,5,6 \text{ - - - - - - - - - (12.7)}$$

ਬਰੈਕਟ ਲੜੀ (Brackets Series)

$$\frac{1}{\ } \quad R \quad \frac{1}{4^2} \quad \frac{1}{n^2} \qquad n=5,6,7 \text{ - - - - - - - - - (12.8)}$$

ਪੀਫੰਡ ਲੜੀ (Pfund Series)

$$n=6,7,8 \text{ - - - - - - - - - (12.9)}$$

ਲਾਈਮਨ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਖੇਤਰ (Ultraviolet Region) ਅਤੇ ਪਾਸ਼ਨ ਅਤੇ ਬਰੈਕਟ ਲੜੀਆਂ ਦੀਆਂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਇਨਫਰਾਰੇਡ (Infrared) ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸੰਬੰਧ ($c = v\lambda$ ਅਤੇ) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

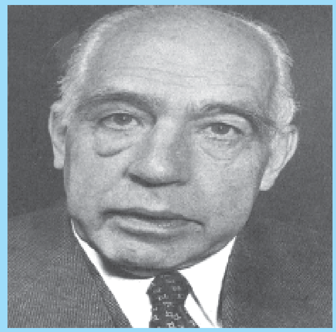
$$= R c \quad \frac{1}{2^{2}} \quad \frac{1}{n^{2}} \qquad (12.10)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.5-12.9) ਦੇ ਸਰਲ ਸੂਤਰਾਂ ਤੋ ਬੱਸ ਕੁੱਝ ਤੱਤ (ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ,ਇਕਲਾ ਆਯਨਿਤ ਹੀਲੀਅਮ) (Single ionised Helium) ਅਤੇ ਦੋਹਰਾ ਆਯਨਿਤ ਲੀਥਿਅਮ (Doubley Ionized Lithium) ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮਾਂ ਨੂੰ ਹੀ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (12.5-12.9) ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਲੋਂ ਪੈਦਾ ਅਤੇ ਸੋਖੀਆਂ (Emit and Absorb) ਗਈਆ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਬਾਰੇ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਕੇਵਲ ਅਨੁਭਵਵਾਦੀ (Empirical) ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਕੋਈ ਕਾਰਣ ਨਹੀਂ ਦਸਦੇ ਕੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਕੁੱਝ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਹੀ ਕਿਉ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ।

12.4 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ (Bohr Model of the Hydrogen Atom) ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਡਲ ਤੋਂ ਇਹ ਮਨ ਲਿਆ ਗਿਆ ਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਥਿਰ (Stable) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੂਰਜੀ ਪਰਿਵਾਰ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਦੋਵਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਬੁਨਿਆਦੀ ਅੰਤਰ ਹਨ। ਗ੍ਰਹਿ ਸਿਸਟਮ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਸਿਸਟਮ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਹੋਣ ਕਰਕੇ ਬਲ ਦੇ ਕੁਲਮ (coulomb) ਨਿਯਮ ਕਰਕੇ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੀ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਲਗਾਤਾਰ ਪ੍ਰਵੇਗ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਵੇਗ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਨਿੰਰਤਰ ਘੱਟਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅੰਦਰ ਦੇ ਵੱਲ ਸਪਾਇਰਲ (Spiral) ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਚਲੇਗਾ ਅਤੇ ਅੰਤ ਚ' ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗ ਜਾਏਗਾ। (ਚਿੱਤਰ 12.7) ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਸਿਥਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਲੋਂ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਘੁੰਮਣ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਪਾਇਰਲ (Spiral) ਪੱਥ ਤੇ ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਨੂੰ ਡਿਗਦੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਵੇਗ ਬਦਲ ਜਾਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਬਦਲਦੀਆਂ ਰਹਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵੀ ਲਗਾਤਾਰ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਇਕ ਅਖੰਡ (Continous) ਸਪੇਕਟਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕੀ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਮਾਡਲ ਕੇਵਲ ਤਸ਼ਵੀਰ ਦਾ ਇੱਕ



ਨੀਲਸ ਹੇਨਰਿਕ ਡੇਵਿਡ ਬੋਹਰ (Neils Henrik David Bohr) (1885-1962) ਡੇਨਮਾਰਕ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਕੁਅੰਟਮ (Quantum) ਵਿਚਾਰਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮ ਸਮਝਾਇਆ ਸੀ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਤਰਲ ਬੂੰਦ ਮਾਡਲ (Liquid Drop Model) ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ (Nuclear fission) ਦਾ ਇਕ ਸਿਧਾਂਤ ਦਿੱਤਾ ਸੀ। ਬੋਹਰ ਨੇ ਕਵਾਨਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ (Quantum Mechanics) ਦੀਆਂ ਧਾਰਣਾਤਮਕ ਸਮੱਸਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਸੰਪੂਰਣਾਤਮਕਤਾ ਸਿਧਾਂਤ (Complimentary Principal) ਨਾਲ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੱਤਾ।

ਨੀਲਸ ਹੇਨਰਿਕ ਡੇਵਿਡ ਬੋਹਰ (Neils Henrik David Bohr) (1885-1962)

ਪਹਿਲੂ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਪ੍ਰੋਟਾਨ (ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਨਾਭਿਕ)

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ

ਚਿੱਤਰ 12.7 ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਖੋ ਕਰ ਕੇ ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਨੂੰ ਅੰਦਰ ਆ ਜਾਵੇਗਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.4:- ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਅਨੁਸਾਰ, ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੋ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰੋਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਆਰੰਭਿਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :- ਉਦਾਹਰਣ 12.3 qoN ਅਸੀN ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ(5.3×10^{-11} m) ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵੇਗ (2.2×10^{-6} m/s) ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ।

$$\frac{v}{2\ r} \quad \frac{2.2 \quad 10^{6}\ m\ s^{1}}{2 \quad 5.3 \quad 10^{11}\ m}$$

($\approx 6.6 \times 10^{15}$ Hz.)

ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਵੱਲੋ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਇਸਦੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਣ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਿਕਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਰੰਭਿਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (6.6×10^{15} Hz.) ਹੋਵੇਗੀ।

ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ (Neils Bohr) (1885-1962) ਨੇ ਰਦਰਫੋਦਫ ਦੇ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਨਵੀਂ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋਈ ਕਵਾਂਟਮ ਧਾਰਣਾ (Quantum Theory) ਨੂੰ ਜੋੜਕੇ ਕੁੱਝ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤੇ। ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ ਨੇ 1912 ਵਿੱਚ ਕਈ ਮਹੀਨੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ ਸੀ ਅਤੇ ਉਸਨੂੰ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਮਾਡਲ ਤੇ ਪੂਰਾ ਯਕੀਨ ਸੀ। ਉਤੇ ਦਿੱਤੀ ਦੁਵਿਧਾ ਵਿੱਚ ਉਲਜੇ ਬੋਹਰ ਨੇ 1913 ਵਿੱਚ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕਢਿਆ ਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਵੱਡੇ ਸਤਰ ਤੇ ਵਰਤਾਰੇ (Phenomenon) ਨੂੰ ਸਮਝਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਤਰ ਤੇ ਵਰਤਾਰਾ ਸੱਮਝਨ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੋ ਗਿਆ ਕੀ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਸਮਝਨ ਲਈ ਕਲਾਸਿਕੀ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਦੇ ਮੁਢਲੇ ਸਿਧਾਂਤਾ ਤੋ ਹੱਟ ਕੇ ਸੋਚਣ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਨੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਅਤੇ ਆਰੰਭਿਕ ਕੁਅੰਟਮ (Quantum) ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜ ਕੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ (Postulate) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਪਣਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦਿੱਤਾ । ਇਹ ਹਨ:-

1) ਬੋਹਰ (Bohr) ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਸੀ ਕੀ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ ਪੱਕੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਪੈਦਾ ਕੀਤੇ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤਾ ਦੇ ਨਤੀਜੀਆਂ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆ (Stationary state) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

2)ਬੋਹਰ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਇਹਨਾਂ ਸਥਾਈ ਪੱਥਾਂ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਦੇ ਮੁਤਾਬਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਕੇਵਲ ਉਨ੍ਹਾਂ ਪੱਥਾ ਚ' ਹੀ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਲਈ ਕੋਣੀ

ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਮਾਨ ($h/2\pi$) ਦਾ ਪੁਰਣਅੰਕ ਗੁਣਜ ਹੈ। ਇਥੇ h ਪਲਾਂਕ (Planck) ਦਾ ਸਿਥਰਾਂਕ(= 6.6×10^{-34} J s) ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ (L) ਕਵਾਂਟਿਤ (Quantized) ਹੈ। ਮਤਲਬ

$$(L = nh/2\pi) \qquad (12.11)$$

3) ਬੋਹਰ ਦੇ ਤੀਸਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਿਧਾਂਤ ਵਿੱਚ ਪਲਾਂਕ (Planck) ਅਤੇ ਆਇਨਸਟਈਨ (Einstien) ਵੱਲੋ ਇਕਸਿਤ ਆਰੰਭਿਕ ਕੁਅੰਟਨ (Quantum) ਧਾਰਣਾਵਾ ਨੂੰ ਮਿਲਾਇਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ ਦਿੱਤੇ ਵਿਕਿਰਣ ਨਾ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪੱਥ ਤੋਂ ਦੁਸਰੇ ਘੱਟ ਉਰਜਾ ਵਾਲੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨ ਅੰਤਰਿਤ (Transition) ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਉਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਰੰਭਿਕ ਪਥ ਅਤੇ ਅੰਤਿਮ ਪੱਥ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੈਦਾ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

$$h\nu = E_i - E_f \qquad (12.12)$$

ਜਿੱਥੇ E_i ਅਤੇ E_f ਆਰੰਭਿਕ ਅਤੇ ਆਖਰੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਹਨ ਅਤੇ $E_i > E_f$ ਸਮੀਕਰਨ (12.4) ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਲਈ ਅਲਗ ਅਲਗ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੀਆਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦਾ ਸਮੀਕਰਣ ਦਿੱਤਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੈ। r ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਬੋਹਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਣ (Quantisation) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ L ਹੁੰਦਾ ਹੈ L=mv r ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਣ ਦੇ ਬੋਹਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ [ਸਮੀਕਰਣ (12.11)] ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਯੋਗ ਮਾਨ $h/2\pi$ ਦੇ ਪੂਰਣਾਂਕ ਦੇ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

$$L_n = mv_n r_n = \frac{nh}{2} \qquad (12.13)$$

ਇਥੇ n ਇੱਕ ਪੂਰਣਾਂਕ ਹੈ , R_n ਸੰਭਾਵਿਤ ਪੱਥ n ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ ਅਤੇ v_n , n^{th} ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ। ਯੋਗ ਪੱਥ ਨੂੰ n ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ 1,2,3, ... ਨਾਲ ਅੰਕਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪੱਥ ਦੀ ਮੁਖ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆਂ (Principal Quantum Number) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਸਮੀਕਰਣ (12.3) ਤੋ v_n ਅਤੇ R_n ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਹੈ

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ (12.13) ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਾਣ ਤੇ

$$v_n \quad \frac{1}{n}\frac{e^2}{4\ \ _0}\frac{1}{h/2} \qquad (12.14)$$

ਅਤੇ

$$r_n \quad \frac{n^2}{m}\ \frac{h}{2}\ ^2\frac{4\ \ _0}{e^2} \qquad (12.15)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.14) ਦਿਖਾਉNਦਾ ਹੈ ਕੀ n^{th} ਪਥ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਉਰਬਿਟਲ ਵੇਗ (Orbital speed) n ਗੁਣਾਂ ਘੱਟ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (12.15) ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰ ਕੇ ਅਸੀਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਅੰਦਰਲੇ ਪੱਥ (n=1) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$r_1 \quad \frac{h^2 \ {}_0}{m\ e^2}$$

ਇਸ ਨੂੰ ਬੋਹਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ (Bohr radius) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ a_0 ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

$$a_0 \quad \frac{h^2 \ {}_0}{me^2} \qquad (12.16)$$

ਇਥੇ h, m, E_0 ਅਤੇ e ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ $a_0 = 5.29 \times 10^{-11}$m ਸਮੀਕਰਣ (12.15) ਵਿਚੋ, ਅਸੀN ਇਹ ਵੀ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਪੱਥਾ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ n^2 ਦੇ ਨਾਲ ਵਧਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਰ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਉਰਜਾ ਸਮੀਕਰਣ (12.4) ਵਿੱਚ ਪੱਥ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇ

$$E_n \quad \frac{e^2}{8 \quad {}_0} \quad \frac{m}{n^2} \quad \frac{2}{h}^{2} \quad \frac{e^2}{4 \quad {}_0}$$

ਜਾਂ ਫਿਰ $$E_n \quad \frac{me^4}{8n^2 \ {}_0^2 h^2} \qquad (12.17)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.17) ਵਿੱਚ ਮੁੱਲ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$E_n \quad \frac{2.18 \quad 10^{18}}{n^2} \mathrm{J} \qquad (12.18)$$

ਪਰਮਾਣਵੀ ਉਰਜਾਵਾਂ ਜੂਲ (Joule) ਦੀ ਥਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ (eV) ਵਿੱਚ ਦੱਸੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ

$1 \mathrm{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J । ਸਮੀਕਰਣ (12.18) ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$E_n \quad \frac{13.6}{n^2} \ \mathrm{eV} \qquad (12.19)$$

ਕਿਸੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਗਤਿਮਾਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਉਰਜਾ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਿਸ਼ਾਨ ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉNਦਾ ਹੈ ਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਬੱਝਾ (Bound) ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ (ਜਾਂ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਤੋਂ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਅਲਗ ਕਰਨ ਲਈ ਇੰਨੀ ਉਰਜਾ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਸਮੀਕਰਣ (12.17) (12.19) ਦੀ ਵਿਉਂਤਪਤੀ (Derivation) ਇਸ ਕਲਪਨਾ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੱਥ ਚੱਕਰੀ ਹੈ, ਜਦਕੀ ਇਨਵਰਸ ਸਕਵੇਅਰ ਨਿਯਮ(Inverse Square Law) ਅਧੀਨ ਪੱਥ ਅੰਡਾਕਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਸਾਰੇ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਨਵਰਸ ਸਕਵੇਅਰ ਨਿਯਮ ਹੇਠਾ ਅੰਡਾਕਾਰ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੇ ਹਨ) ।

ਪਰੰਤੂ, ਜਰਮਨ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਆਰਨੋਲਡ ਸੋਮਰਫੈਲਡ (Arnold Sommerfeld) (1865-1951) ਨੇ ਇਹ ਦਿਖਾਇਆ ਸੀ ਕੀ ਜੇਕਰ ਚੱਕਰੀ ਪੱਥ ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਹਟਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ, ਤਾਂ ਵੀ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਅੰਡਾਕਾਰ ਪੱਥਾਂ ਤੇ ਵੀ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੋਣਗੀ ।

ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਤੀ : ਪਥ ਬਨਾਮ ਆਰਬਿਟਲ (Orbital)

ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਅਧਿਅਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਾ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਸਾਡੀ ਪਹਿਚਾਣ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਨਾਲ ਕਰਵਾਈ ਜਾਦੀਂ ਹੈ। ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ (Quantum Meclanics) ਜਾ ਵਿਸ਼ੇਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ ਜਗ੍ਹਾ ਹੈ। ਸੰਵੇਗ ਕਰਕੇ ਕਣ ਦੇ ਲਗਾਤਾਰ ਉਰਜਾ ਪੈਦਾ (Radiate) ਕਰਨ ਦੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਉਲਟ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਥਿਰ ਉਰਜਾ ਪੱਥ ਦਾ ਕ੍ਰਾਤੀਕਾਰੀ ਵਿਚਾਰ ਇੱਕ ਮੀਲ ਦਾ ਪੱਥਰ ਸੀ। ਬੋਹਰ ਨੇ ਸਥਿਰ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕੁਵੰਟਮੀਕਰਣ (Quantisation) ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਵੀ ਦਿੱਤਾ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ ਇੱਕ ਸੇਮੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਚਿੱਤਰ ਸੀ। ਹੁਣ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਦੇ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਨੂੰ ਹੋਰ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਸਮਝ ਗਏ ਹਾਂ। ਸ਼ਰੋਡਿਗਰ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣ (Schrodinger Wave Equation) ਦੇ ਹੱਲ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਨਾਲ ਬੰਨੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੀ ਦੱਸਿਆ ਹੈ।

ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੱਥ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਦਾ ਚਕਰਾਕਾਰ ਪਥ ਹੈ। ਪਰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪੱਕੇ ਪੱਥ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ। ਅਸੀਂ ਕੇਵਲ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ, ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਮਿਲਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਦੇ ਬਾਰੇ ਗੱਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਸੰਭਾਵਨਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਰੰਗ ਫਲਨ (Function) ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਰਬਿਟਲ (Orbital) ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ ਤੋ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਫਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕੀ ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋ ਮਾਡਲਾ ਵਿੱਚ ਛੋਟੇ ਅੰਤਰਾ ਨੂੰ ਸਮਝੀਏ।

•ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ / ਆਇਨ (Ion) ਦੇ ਲਈ ਯੋਗ ਹੈ, ਇਸ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਆਰਬਿਟ ਦੇ ਲਈ ਉਰਜਾ ਦਾ ਇੱਕ ਮਿਥਿਆ ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਮੁਖ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਹੁਣ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਉਰਜਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ (Ion) ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ n ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਬਹੁਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਲਈ ਇਹ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ।

•ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ /ਆਇਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸ਼ਰੋਡਿਗਰ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣ (Schrodinger Wave Equation) ਦਾ ਹੱਲ ਜਿਸ ਨੂੰ ਤਰੰਗ ਫਲਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਅਲਗ ਅਲਗ ਹਿਸਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸੁਚਨਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਆਰਬਿਟ (Orbit) ਦੀ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਪੱਥ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸਮਾਨਤਾ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.5:- 10kg ਦਾ ਕੋਈ ਉਪਗ੍ਰਹਿ 8000km ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਇੱਕ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਹਰੇਕ 2 ਘੰਟੇ ਵਿੱਚ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਮਣਦੇ ਹੋਏ ਕੀ ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਲਈ ਮੰਨਿਆ ਜਾਦਾਂ ਹੈ, ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਪੱਥ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :- ਸਮੀਕਰਣ (12.13) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ

$$m\, v_n\, r_n = nh/2\pi$$

ਇਥੇ m=10kg, $r_n = 8 \times 10^6$ m । ਘੁੰਮਦੇ ਹੋਏ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਦਾ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ T,2h ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ T = 7200 S

ਇਸ ਲਈ ਵੇਗ $v_n = 2\pi r_n / T$.

ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਆਰਬਿਟ (Orbit) ਦੀ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ

$$n = (2\pi r_n)^2 \times m/(T \times h).$$

ਮਾਣ ਰਖਣ ਤੇ

$$n = (2\pi \times 8 \times 10^6)^2 \times 10/(7200\,\text{s} \times 6.64 \times 10^{-34}\,\text{J s})$$

$$= 5.3 \times 10^{45}$$

12.4.1 ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ (Energy level) ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਉਸ ਵੇਲੇ ਨਿਊਨਤਮ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਸਬ ਤੋਂ ਜਿਆਦਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮਾਨ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਸਭ ਤੋਂ ਨੇੜਲੇ ਆਰਬਿਟ (ਮਤਲਬ n = 1) ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। n = 2,3,——ਦੇ ਲਈ, ਊਰਜਾ E ਦਾ ਨਿਰਪੇਖ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਬਾਹਰੀ ਆਰਬਿਟ ਵੱਲ ਜਾਣ ਤੇ ਆਰਬਿਟਾ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਗਰਾਊਨਡ (Ground) ਅਵਸਥਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਨਿਊਨਤਮ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ (ਅਰਧ ਵਿਆਸ a_0) ਦੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ (n = 1); E_i = -13.6 eV ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਨਿਮਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਆਜਾਦ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ 13.6 eV ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਆਯੋਨਈਜੇਸ਼ਨ ਊਰਜਾ (Ionisation Energy) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਮਿਲੀ ਆਯੋਨਾਇਜੇਸ਼ਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਤੋ ਊਰਜਾ ਦੇ ਮਾਨ ਨਾਲ ਪੂਰਾ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ।

HFCC

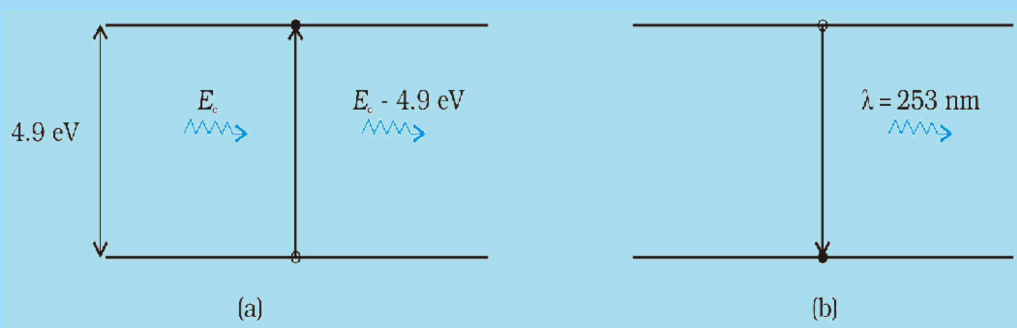
ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਆਪਣੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟੱਕਰ ਦੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਇੰਨੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੇਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਉਪੱਰਲੇ ਆਰਬਿਟਾ ਵਿੱਚ ਪਹੁੰਚਾਉਣ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਸ ਸਮੇਂ ਉਹ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਤੇਜਿਤ ਅਵਸਥਾ (Excited state) ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (12.19) ਤੋਂ n = 2 ਦੇ ਲਈ ਊਰਜਾ E_2 = -3.40 eV ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਇਸਦੀ ਪਹਿਲੀ ਉਤੇਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ $E_2 - E_1$ = -3.40 – (-13.6) eV =10.2 eV ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ E_3 = -1.53 eV ਅਤੇ $E_3 - E_1$ = 12.09 eV । ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਇਸਦੀ ਪਹਿਲੀ ਸਥਿਤੀ (n=1) (Groundstate) ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀ (n=3) ਤੱਕ ਉਤੇਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ 12.09 V ਊਰਜਾ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਬਾਕੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਮੁੜ ਵਾਪਸ ਆਪਣੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਹ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਉਤੇਜਿਤ ਅਵਸਥਾ ਵਧਾਓਣ ਤੇ

(ਮਤਲਬ n ਵਧਾਉਣ ਤੇ) ਉਤੇਜਿਤ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਆਜਾਦ ਕਰਨ ਲਈ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਪਵੇਗੀ। ਸਮੀਕਰਣ (12.19) ਤੋਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਆਲੇਖ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਮੁੱਖ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵਧਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਅੰਕਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਸਮੀਕਰਣ (12.19) ਵਿੱਚ $n = \infty$ ਰੱਖਣ ਤੇ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਊਰਜਾ OeV (0,1,2) ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਉਹ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੂਰ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ($r = \infty$) ਅਤੇ ਉਹ ਅਰਾਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕੀ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੀਆਂ ਉਰਜਾਵਾਂ n ਵੱਧਣ ਤੇ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਾਗੇ ਆ ਜਾਦੀਆਂ ਹਨ।

ਫ੍ਰੈਂਕ ਹਰਟਜ ਪ੍ਰਯੋਗ (Franck Hertz Experiment)

ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਡਿਸਕਰੀਟ (Discreat) ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦਾ ਸਿੱਧਾ ਪਰਮਾਣ ਸੰਨ 1914 ਵਿੱਚ ਜੇਮਸ ਫ੍ਰੈਂਕ (James Franck) ਅਤੇ ਗੁਸਤਾਵ ਹਰਟਜ (Gustav Hertz) ਵਲੋਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ । ਉਨ੍ਹਾਂ ਪਾਰੇ ਦੇ ਵਾਸ਼ਪ ਦਾ ਅਧਿਅਨ , ਵਾਸ਼ਪ ਵਿੱਚੋ ਅਲਗ ਅਲਗ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗੁਜਾਰ ਕੇ ਕੀਤਾ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਉਤੇ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਮਾਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ (Electric field) ਲਗਾਏ ਗਏ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੇ ਪਾਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰਾ ਮਾਰੀਆਂ ਅਤੇ ਪਾਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਅਪਣੀ ਉਰਜਾ ਦੇ ਦਿੱਤੀ। ਇਹ ਤੱਦ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਪਾਰੇ ਦੀ ਉਸ ਉਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋ ਉਚੇ ਕਿਸੇ ਪੱਧਰ (ਚਿੱਤਰ ਦੇਖੋ) ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਤੋ ਵੱਧ ਹੋਵੇ । ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਪਾਰੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਭਰੇ ਹੋਏ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਅਤੇ ਖਾਲੀ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ 4.9 eV ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ 4.9 eV ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ, ਪਾਰੇ ਵਿੱਚੋ ਲੰਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਾਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟਕਰਾਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੋਂ ਊਰਜਾ ਸੋਖ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਚੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ (a)] ਟਕਰਾਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਇਨੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗੀ ।



ਉਤੇਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਪੈਦਾ ਕਰ ਕੇ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਪਸ ਆ ਜਾਵੇਗਾ।

[ਚਿੱਤਰ (b)] ਪੈਦਾ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੋਵੇਗੀ।

$$\frac{hc}{E} \quad \frac{6.625 \quad 10^{34} \quad 3 \quad 10^{8}}{4.9 \quad 1.6 \quad 10^{19}} \qquad = 253 \text{ nm}$$

ਸਿਧੇ ਮਾਪਨ ਨਾਲ ਫ੍ਰੈਕ ਅਤੇ ਹਰਟਜ ਨੇ ਦੇਖਿਆ ਕੀ ਇਮੀਸ਼ਨ ਸਪੇਕਟਰਮ (Emission spectrum) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸੰਗਤ ਇੱਕ ਰੇਖਾ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ (Discrete) ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੇ ਮੂਲ ਵਿਚਾਰ ਅਤੇ ਫੋਟਾਨ ਇਮੀਸ਼ਨ (Photon Emission) ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪੁਸ਼ਟੀ ਦੇ ਲਈ ਫ੍ਰੈਂਕ ਅਤੇ ਹਰਟਜ ਨੂੰ 1925 ਵਿੱਚ ਨੋਬੇਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਨਵਾਜਿਆ ਗਿਆ।

12.5 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਲਾਈਨ ਸਪੇਕਟਰਮ (The Line spectra of Hydrogen Atom)

ਬੋਹਰ ਦੇ ਤੀਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ ਜਦੋ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਤਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n_i ਹੈ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n_f ($n_f < n_i$) ਵਿੱਚ ਡਿਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇਸ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਹਾਸਿਲ ਕਰਦਾ ਹੈ।

$$h\nu_{if} = E_{n_i} - E_{n_f} \qquad (12.20)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.16) ਤੋ E_{n_i} ਪਤਾ ਕਰਕੇ

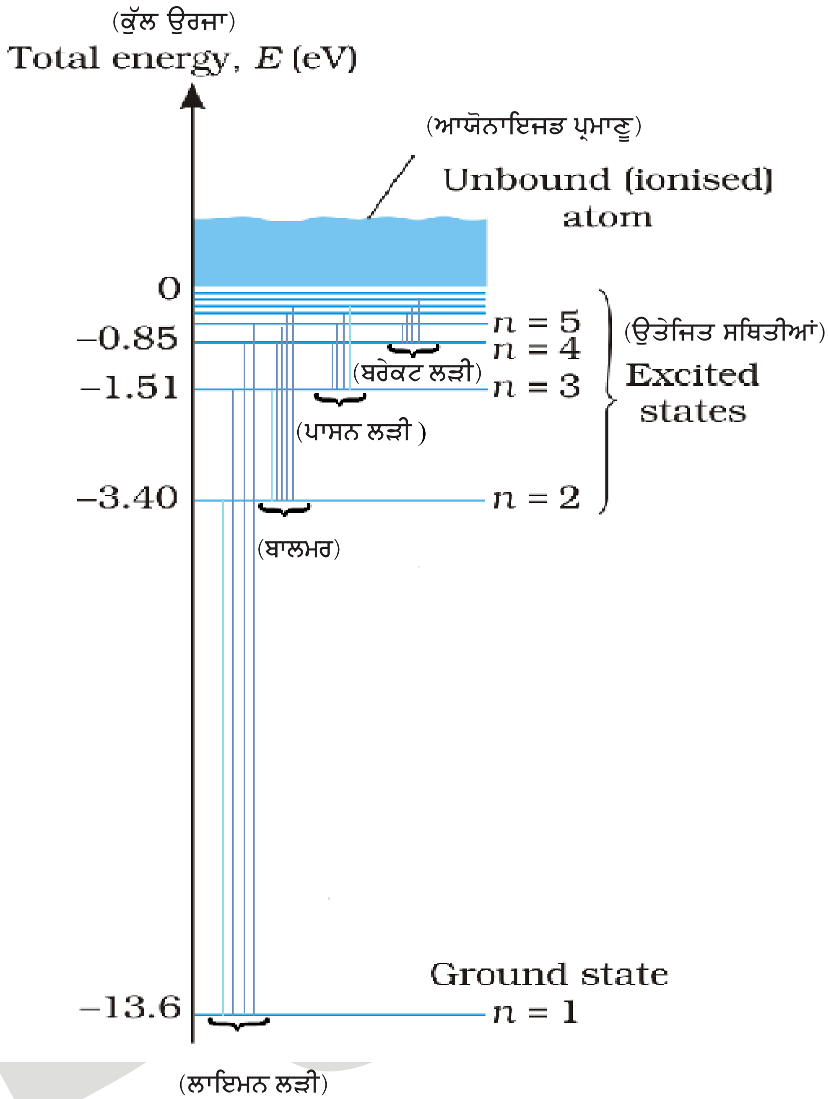
$$h\nu_{if} = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \qquad (12.21)$$

$$\nu_{if} = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \qquad (12.22)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.21) ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਲਈ ਰਿਡਬਰਗ (Rydberg) ਦਾ ਸੂਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਜੇਕਰ ਅਸੀ $n_f = 2$ ਅਤੇ $n_i = 3,4,5$— ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਤੇ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ (12.10) ਵਰਗਾ ਬਣ ਜਾਦਾਂ ਹੈ ਜੋ ਬਾਲਮਰ (Balmer) ਲੜੀ ਦੇ ਲਈ ਹੈ। ਇਸ ਤੋ ਅਸੀ ਰਿਡਬਰਗ (Rydberg) ਸਿਥਰਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ $R = \frac{m e^4}{8\ {}^2 h^3 c}$ (12.23)

ਸਮੀਕਰਣ (12.23) ਵਿੱਚ ਅਲਗ ਅਲਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾ ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ $R = 1.03 \times 10^7 m^{-1}$ ਇਹ ਮਾਨ ਇਸਪਿਰਿਕਲ (Empiral) ਬਾਲਮਰ ਸੂਤਰ ਤੋਂ ਮਿਲੇ ਮਾਨ ($1.097 \times 10^7 m^{-1}$) ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੈ। ਵਿਚਾਰਿਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਨਾ ਦੀ ਇਸ ਸਮਾਨਤਾ ਨੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਸਹੀ ਸਿੱਧ ਕਰ ਦਿੱਤਾ। ਕਿਉਂਕਿ n_f ਅਤੇ n_i ਦੋਨੋ ਪੂਰਣ ਅੰਕ (Integers) ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਫਟਾਫਟ ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿ ਜਦੋਂ ਅਲਗ ਅਲਗ ਪਰਮਾਣਵੀ ਪੱਧਰਾ ਵਿੱਚ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ (transition) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਬਾਲਮਰ ਸੂਤਰ $n_f = 2$ ਅਤੇ $n_i = 3,4,5$——— ਹੈ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਬਾਕੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨੂੰ ਵੀ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੋ $n_f = 1$ ਅਤੇ $n_i = 2,3,$- - - - ਅਤੇ ਹੋਰ : $n_f = 3$ ਅਤੇ $n_i = 4,5,$- - - ਅਤੇ ਹੋਰ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨਾ ਤੋਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਲੜੀਆ ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਸਪੇਕਟ੍ਰੋਸਕੋਪਿਕ (Spectroscopic) ਸ਼ੋਧ ਦੇ ਵਕਤ ਹੋਈ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲਾਇਮਨ , ਬਾਲਮਰ, ਪਾਸ਼ਨ, ਬਰੇਕਟ ਅਤੇ ਫੁੰਟ ਲੜੀਆ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆਂ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਲੜੀਆ ਦੇ ਲਈ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ (transitions) ਚਿੱਤਰ (12.9) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪੱਰਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਫੋਟਾਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੀਆਂ ਕਈ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਨ (Emission) ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋ ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਕਿਸੇ ਫੋਟਾਨ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ (Absorb) ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਊਰਜਾ ਠੀਕ ਉਹੀ ਹੈ, ਜੋ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਨਿਉਤਮ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਤੋ ਉਚਤਮ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਚ' ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਅਬਸੋਰਪਸ਼ਨ ਰੇਖਾਵਾਂ (Absorption) ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਜੇਕਰ ਲਗਾਤਾਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਕਿਸੇ ਵਿਰਲੀ (Rarefied) ਗੈਸ ਵਿੱਚੋ ਗੁਜਰਨ ਤੋ ਬਾਅਦ ਸਪੇਕਟਰੋਮੀਟਰ ਨਾਲ ਜਾਂਚੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਲਗਾਤਾਰ (Continous) ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ, ਕਾਲੀਆਂ ਅਬਸੋਰਪਸ਼ਨ (Absorption) ਸਪੇਕਟ੍ਰਮੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਲੜੀ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਕਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਦਿਖਾਉਦਿਆਂ ਹਨ ਜੋ ਗੈਸ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵੱਲੋਂ ਸੋਖੀਆ ਗਈਆ ਹਨ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਇਕ ਮਹਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਸੀ ਜਿਸਨੇ ਆਧੁਨਿਕ ਕੁਅੰਟਮ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਪ੍ਰਗਤੀ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਰਾਇਆ। ਸੰਨ 1922 ਵਿੱਚ ਬੋਹਰ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਨੋਬੇਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਨਵਾਜਿਆ ਗਿਆ।



ਚਿੱਤਰ (12.9) ਲਾਈਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਉਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗਣ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.6 :- ਰਿਡਬਰਗ ਸੂਤਰ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਦੀ ਲਾਇਮਨ (Lyman) ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੀਆਂ ਚਾਰ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ ਰਿਡਬਰਗ ਸੂਤਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਿੱਤਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ

$$hc/\lambda_{if} = \frac{me^4}{8\ {}^2h^2}\ \ \frac{1}{n_f^2}\ \ \frac{1}{n_i^2}$$

ਲਾਇਮਨ ਲੜੀ ਦੀ ਪਹਿਲੀਆਂ ਚਾਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $n_i = 2,3,4,5$———— ਤੋਂ $n_f = 1$ ਤੇ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ

$$\frac{m\ e^4}{8\ \ {}^2h^2} = 13.6 \text{ eV} = 21.76 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ਇਸ ਲਈ $\quad _{i1} \quad \dfrac{hc}{21.76 \quad 10^{\;19} \; \dfrac{1}{1} \quad \dfrac{1}{n_i^2}}$ m

$$\frac{6.625 \quad 10^{\;34} \quad 3 \quad 10^{8} \quad n_i^2}{21.76 \quad 10^{\;19} \quad (n_i^2 \quad 1)} \text{m} \quad = \quad \frac{0.9134 \quad n_i^2}{(n_i^2 \quad 1)} \quad 10^{\;7} \text{ m}$$

$= \ 913.4\, n_i^2/(n_i^2-1)\,\text{Å}$

ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ n_i = 2,3,4,5 ਰੱਖਣ ਤੇ ਮਾਣ ਚਾਰੋ ਲੋੜੀਂਦੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ $\lambda_{2i}=1218\,A^0$, $\lambda_{3i}=1028\,A^0$, $\lambda_{4i}=974.3\,A^0$, $\lambda_{5i}=951.4\,A^0$

12.6 ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਨ ਦੇ ਦੂਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਵੱਲੋ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ (De Borglie's Explanation of Bohr's Second Postulate of Quantisation) : ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਮਾਡਲ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ ਵਿੱਚੋ ਦੂਸਰਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਸਭ ਤੋ ਵੱਡੀ ਉਲਜਣ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਸੀ। ਇਸਦੇ ਕਹਿਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਕੁਅੰਟਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ $L_n = nh/2\pi$; n = 1,2,3—) । ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਕੇਵਲ ਉਹੀ ਮਾਨ ਕਿਉ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ h/2π ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਕ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਆਪਣਾ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕਰਣ ਦੇ ਦਸ ਸਾਲਾ ਬਾਅਦ ਸੰਨ 1923 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਫ੍ਰਾਂਸੀਸੀ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਲੁਇਸ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ (Louis de Broglie) ਵੱਲੋ ਇਸ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਦਾ ਹੱਲ ਲੱਭਿਆ ।

ਅਸੀਂ 11 ਵੇਂ ਅਧਿਆਏ ਵਿੱਚ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਦਾ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ ਸੀ ਜਿਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਜਿਦਾ ਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੀ ਤਰੰਗ ਵਰਗੇ ਗੁਣ ਦਿਖਾਉਦਾ ਹੈ। ਸੀ.ਜੇ . ਡੇਵਿਡਸਨ ਅਤੇ ਅਲ ਏਚ ਜਰਮਰ (D.J.Davidson and H.L Germer) ਨੇ 1927, ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਰਾਹੀਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੀ ਸਚਾਈ ਸਿੱਧ ਕੀਤੀ। ਲੁਇਸ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਇਹ ਕਿਹਾ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋਂ ਦਿੱਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਣ ਤਰੰਗ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਜਾਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਾਗੇ ਤੇ ਤਰੰਗਾ ਚਲਦੀਆਂ ਨੇ, ਕਣ ਤਰੰਗਾ ਵੀ ਰਿਸੋਨੈਂਟ (Resonant) ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਖੜੀਆ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦੀਆ ਹਨ। ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੇ 15 ਵੇਂ ਅਧਿਆਏ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਖਿਚੇ ਹੋਏ ਧਾਗੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਲਗ ਅਲਗ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਉਤੇਜਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਰੰਤੂ, ਉਹੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਰਹਿ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਉਤੇ ਨੋਡ (Node) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹ ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਡੋਰੀ ਵਿੱਚ ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਤਾਂ ਹੀ ਬਨਣਗੀਆਂ ਜਦੋ ਤਰੰਗ ਵੱਲੋ ਡੋਰੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਜਾਉਣ ਅਤੇ ਵਾਪਸ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਤਹਿ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕੂਲ ਦੂਰੀ, ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ , ਦੋ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਕੋਈ ਵੀ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ। ਬਾਕੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਨ ਤੋ ਬਾਅਦ ਆਪਸ ਵਿੱਚ (Interference) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਯਾਮ (Amplitude) ਛੇਤੀ ਹੀ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। n ਵੇਂ ਚੱਕਰੀ ਆਰਬਿਟ ਜਿਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r_n ਹੈ, ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੱਲੋ ਪੱਥ ਦੇ ਪਰਿਮਾਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕੂਲ ਦੂਰੀ $2\lambda\, r_n = nl$, $\quad$ n = 1,2,3,- - - - - $\quad$ (12.24)

ਚਿੱਤਰ 12.10 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਚਕਰਾਕਾਰ ਪੱਥ ਜਿਸਦੇ ਲਈ n= 4 ਹੈ ਇੱਕ ਸਟੇਡਿੰਗ ਤਰੰਗ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ।
ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $2\lambda r\, r_n = 4\lambda$,ਜਿਥੇ λ , nਵੇਂ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ। 11 ਵੇਂ ਅਧਿਆਇ ਤੋ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ $\lambda = h/p$, ਜਿਥੇ p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ, ਤਾਂ ਸੰਵੇਗ mv_n ਹੋਵੇਗਾ ।

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ $\lambda = h/\ m_{v_n}$. ਹੋਵੇਗਾ। ਸਮੀਕਰਣ (12.24) ਤੋ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ।

$$2\pi\ r_n = n\,h/mv_n \quad \text{or} \quad m\,v_n\,r_n = nh/2z$$

ਇਹ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ [(12.13)] ਸ਼ੈਕਸਨ 12.5 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਅਤੇ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਪੱਥਾ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉਣ ਦਾ ਆਧਾਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਣ ਦੀ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋਂ ਦਿੱਤੇ ਦੂਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬੰਧ ਲਈ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਪੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੁਅੰਟਿਤ ਪੱਥ ਅਤੇ ਉਰਜਾ ਸਥਿਤੀਆਂ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗਾਂ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹਨ ਅਨੁਨਾਦੀ (Resonant) ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਹੀ ਰਿਹ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

ਨਾਭਿਕ

ਚਿੱਤਰ 12.10 ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਪੱਧ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਟੇਡਿਗ (Standing) ਤਰੰਗ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ ਜਿਥੇ ਪੱਧ ਦੇ ਪਰਿ ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਆਉਂਦੀਆਂ ਹਨ।

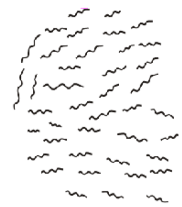
ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਲਾਸਿਕਲ ਟਰਜੇਕਟਰੀ (Classical Trajectory) ਦਾ ਚਿੱਤਰ ਹੈ (ਗ੍ਰਹਿ ਵਰਗੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜੋ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਹਨ) ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ (ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਦੇ ਮੁਖ ਲੱਛਣਾ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪੈਦਾ ਜਾਂ ਅਬਸੋਰਬ ਹੋਏ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਬਿਲਕੁਲ ਸਹੀ ਪਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੀਆਂ ਕਈ ਖਾਮੀਆ ਵੀ ਹਨ। ਕੁਝ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ

1). ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਹੈ। ਇਹ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਹੀਲੀਅਮ (Helium) ਲਈ ਨਹੀਂ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨ ਲਈ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਪਰ ਕੋਈ ਕਾਮਯਾਬੀ ਨਹੀਂ ਮਿਲੀ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਹ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਦਾ +Ze ਧਨ ਆਵੇਸ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ Z ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਸੰਖਿਆ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਣ ਹਨ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ , ਇਕੱਲਾ ਆਯੋਨਾਇਜਡ ਹੀਲਿਅਮ, ਦੋਹਰਾ ਆਯੋਨਾਇਜਡ ਲੀਥੀਅਮ (Lithium) ਅਤੇ ਹੋਰ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਗੁੰਲਝਦਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ– ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕੇਵਲ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਨਾਭਿਕ ਨਾਲ ਹੀ ਨਹੀਂ ਬਲਕਿ ਦੂਸਰੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਵੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੀ ਰਚਨਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚੱਕਾਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਕੀ ਜਿਆਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਜਰੂਰੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

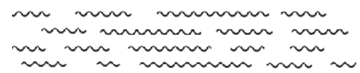
2) ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵੱਲੋ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਸਹੀ ਭਵਿਖਵਾਣੀ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਇਹ ਮਾਡਲ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਆਪਸੀ ਤਿਖੇਪਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆਂ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ, ਕੁਝ ਦ੍ਰਿਸ਼ਮਾਨ (Visible) ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਤੀਖਾਪਣ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਕੁਝ ਦਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕਿਉ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪੜਚੋਲ ਦਿਖਾਉਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕੁੱਝ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨਾਂ ਦੂਸਰੀਆਂ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਵੱਧ ਯੋਗ ਹਨ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਤਿਖੇਪਨ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਮਰਥ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਇੱਕ ਵੱਧੀਆ ਤਸਵੀਰ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਵਯਾਪੀਕਰਣ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਇੱਕ ਨਵੇ ਮੁਡਲੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਦੀ ਵੱਧ ਪੂਰਣ ਤਸਵੀਰ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਲੇਸਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (Laser Light)

ਕਿਸੇ ਭੀੜ ਭਾੜ ਵਾਲੇ ਬਾਜਾਰ ਜਾਂ ਰੇਲਵੇ ਪਲੇਟਫਾਰਮ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਮਨੁੱਖ ਇੱਕ ਦਰਵਾਜੇ ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਆ ਕੇ ਅਲਗ ਅਲਗ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਜਾ ਰਹੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਕਦਮ ਅਨਿਯਮਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਲਾ (Phase) ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਮਾਰਚ ਕਰਦੇ ਸਿਪਾਹੀਆਂ ਬਾਰੇ ਸੋਚੋ ਚਿੱਤਰ ਦੇਖੋ ।



(a) Light from a bulb
ਬਲੱਬ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼



(b) Laser light
ਲੇਜਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

ਆਮ ਸੋਮੇ ਜਿਵੇ ਕੀ ਮੋਮਬਤੀ ਅਤੇ ਬਲੱਬ ਤੋ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਲੇਜਰ ਵਿੱਚੋ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਹੀ ਅੰਤਰ ਹੈ। LASER ਸ਼ਬਦ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ (LIGHT AMPLIFICATION BYSTIMULATED EMISSION OF RADIATION) 1960 ਵਿੱਚ ਵਿਕਾਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ, ਇਹ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਟੈਕਨਾਲੋਜੀ ਦੇ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਦਾਖਿਲ ਹੋ ਗਿਆ। ਅੱਜ ਭੌਤਿਕ, ਰਸਾਲਨ ਸ਼ਾਸਤਰ, ਜੀਵ ਵਿਗਿਆਨ, ਚਿਕਿਤਸਾ, ਅਤੇ ਹੋਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਸਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੈ। ਕੁਝ ਲੇਜਰ ਘੱਟ ਤਾਕਤ ਵਾਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪੇਂਸਿਲ ਲੇਜਰ (Pencil Laser) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਸੰਕੇਤਕ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਹੋਰ ਵੀ ਅਲਗ ਅਲਗ ਕਿਸਮ ਦੇ ਲੇਜਰ ਹਨ ਜੋ ਅੱਖ ਵਰਗੇ ਨਾਜੁਕ ਹਿੱਸੇ ਅਤੇ ਪੇਟ ਦੀ ਸਰਜਰੀ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕੁੱਝ ਲੇਜਰ ਤਾਂ ਲੋਹੇ ਨੂੰ ਕਟਣ ਅਤੇ ਜੋੜਨ (Welding) ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਕਿਸੇ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਤਰੰਗਾ ਦੇ ਪੈਕੇਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਆਮ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚੋ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਈ ਤਰੰਗਾ ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਅਲਗ ਅਲਗ ਤਰੰਗਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਫੇਜ਼ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਲਈ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਦੋ ਕਿਸੇ ਮੋਰੀ ਵਿੱਚੋ ਗੁਜਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਬਹੁਤ ਛੇਤੀ ਹੀ ਫੈਲ ਜਾਦਾਂ ਹੈ ਅਤੇ ਬੀਮ (Beam) ਦਾ ਸਾਇਜ ਦੂਰੀ ਦੇ ਨਾਲ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਵਧਦਾ ਹੈ। ਲੇਜਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਪੈਕੇਟ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਦੇ ਪੈਕੇਟ ਦੀ ਔਸਤ ਲੰਬਾਈ ਵੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕੀ ਲੰਬੇ ਸਮੇ ਅੰਤਰਾਲ ਦੇ ਲਈ ਵਧੀਆਂ ਫੇਜ਼ ਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕਾਰਣ ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਦਾ ਅਧਮਰਣ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕਿਸੇ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚ N ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਹਨ, ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਮਾਣੂ I ਤੀਬਰਤਾ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਆਮ ਸੋਮੇ ਵੱਲੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕੁਲ ਤੀਬਰਤਾ NI ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਕਿ ਲੇਜਰ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚ ਇਹ NI^2 ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ N ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਆਮ ਸੋਮੇ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਲੇਜਰ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵੱਧ ਤੀਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋ ਅਪੋਲੋ ਮਿਸ਼ਨ ਦੇ ਅੰਤਕ੍ਰਿਸ਼ ਯਾਤਰੀ ਚੰਦਰਮਾ ਤੇ ਗਏ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਧਰਤੀ ਵੱਲ ਮੁੱਖ ਕਰਦਾ ਇੱਕ ਸ਼ੀਸਾ ਰੱਖਿਆ ਉਦੋ ਧਰਤੀ ਤੋਂ ਵਿਗਿਆਨਿਕਾ ਨੇ ਇੱਕ ਤੀਬਰ ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਇਸਦੇ ਵੱਲ ਭੇਜਿਆ ਜਿਸਨੂੰ ਚੰਦਰਮਾ ਤੇ ਰੱਖੇ ਦਰਪਣ ਨੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਧਰਤੀ ਤੇ ਵਾਪਸ ਭੇਜ ਦਿੱਤਾ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਦਾ ਸਾਇਜ ਅਤੇ ਆਉਣ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਲਗੇ ਸਮੇ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਤੋ (a) ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਦਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਅਪਸਰਣ ਅਤੇ (b) ਧਰਤੀ ਤੋ ਚੰਦਰਮਾ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਲੱਗ ਗਈ।

ਸਾਰਾਂਸ਼ (SUMMARY)

1). ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਕੁਲ ਮਿਲਾ ਕੇ ਬਿਜਲੀ ਅਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਧਨ**ਚਾਰਜ** ਅਤੇ ਰਿਣ **ਚਾਰਜ** ਦਾ ਮੁੱਲ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2). ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਧਨ **ਚਾਰਜਾ** ਦਾ ਇੱਕ ਗੋਲਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਤੇ ਕਿਤੇ ਰੱਖੇ ਹਨ।

3). ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਜਿਆਦਾਤਰ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਧਨ **ਚਾਰਜ** ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਦਸ ਹਜਾਰਵਾਂ ਹਿੱਸਾ) ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ।

4). ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਦੋ ਮੁੱਖ ਮੁਸ਼ਕਿਲਾ ਹਨ, (a) ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਸਪਾਇਰਲ (Spiral) ਪੱਥ ਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰਲੇ ਪਾਸੇ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਨੂੰ ਨਕਾਰਦਾ ਹੈ। (b) ਇਹ ਅਲਗ ਅਲਗ ਤੱਤਾ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ (Characteristic) ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ।

5). ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ (Characteristic) ਸਪੇਕਟਰਮ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਆਸੋਲੇਟਡ (Ioslated) ਸਮਾਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਸਮੂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਸਰੰਚਨਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਬਾਰੇ ਸੁਚਨਾਵਾਂ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

6). ਪਰਮਾਣਵੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇੱਕ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਵੱਖ ਲੜੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਰੇਖਾ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਦੋ ਪਦਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਲਾਇਮਰ ਲੜੀ : $Rc \frac{1}{1^2} \frac{1}{n^2}$; n = 2,3,4 - - - -

ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ : ; n = 3,4,5- - - -

ਪਾਸ਼ਨ ਲੜੀ : ; n = 4,5,6 - - - -

ਬਰੇਕਟ ਲੜੀ : ; n = 5,6,7 - - - $\frac{nh}{2z}$ $\frac{1}{4^2}$ $\frac{1}{n^2}$

ਪੀਫੰਡ ਲੜੀ : ; n = 6,7,8 - - - -

7). ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵੱਲੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ (Neils Bohr) ਨੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (ਇੱਕ ਇਲੈਕ੍ਰਟਾਨ) ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਮਾਡਲ ਦਿੱਤਾ । ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਦਿੱਤੇ ਅਤੇ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੀ ਨੀਂਵ ਰਖੀ।

(a)ਕਿਸੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਇਲੈਕ੍ਰਟਾਨ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਕੀਤੇ ਸਥਾਈ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦਾ ਹੈ।

(b)ਸਥਾਈ ਪੱਥ ਉਹ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਸੰਵੇਗ $L = \frac{nh}{2\pi}$ ਦਾ ਕੋਈ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਬੋਹਰ ਦਾ ਕੁਅੰਟਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ) ਮਤਲਬ L = ਜਿਥੇ n ਇੱਕ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ।

(c) ਤੀਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕ੍ਰਟਾਨ ਅਪਣੇ ਸਥਾਈ ਵਿਕਿਰਣ ਨਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਆਰਬਿਟ (Orbit) ਤੋ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਆਰਬਿਟ ਚ' ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਹ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ ਹੇਠਲੀ ਅਤੇ ਉਤਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ

$hv = E_i - E_f$

ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਸੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਵਿਕਿਰਣ ਸੋਖਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਉਹ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕ੍ਰਟਾਨ n ਤੋ ਵੱਡੀ ਉਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

$E_i + h_v = E_f$

8).ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕਅੰਟਮੀਕਰਣ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਲਈ ਵਿਆਸ ਦਾ ਮਾਨ

$$r_n \quad \frac{n^2}{m} \quad \frac{h}{2}^{2} \frac{4 \quad {}_0}{e^2}$$

ਕੁਲ ਉਰਜਾ ਵੀ ਕੁਅੰਟਿਤ ਹੈ,

$$E_n \qquad \frac{m e^4}{8 n^2 \ {}_0^2 h^2}$$

n= 1 ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਨਿਊਤਮ ਸਥਿਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਨਿਉਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ -13.6 eV ਹੈ। n ਦੇ ਵਡੇ ਮਾਨ (n>1) ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆ ਵਿੱਚ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਜਾਂ ਸਹੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨ ਨੂੰ ਸੋਖ (absorb) ਕੇ ਪਹੁੰਚਦਾ ਹੈ।

9). ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਧਾਰਣਾ, ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\lambda = h/mv$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਰੰਗ ਕਣ ਦੋਹਰੇ (Wave Particle Duality) ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਿਤ ਪੱਥਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ। ਆਰਬਿਟ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹਨ ਅਤੇ ਆਰਬਿਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਪ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੇ ਪੂਰਣ ਗੁਣਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

10). ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਸਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਵੇ ਕੀ ਹੀਲੀਅਮ (Helium) ਦੇ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਹ ਮਾਡਲ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਆਪਸੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਵੀ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ।

ਵਿਚਾਰਣ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (Points to Ponder)

1. ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਅਤੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਅਸਥਾਈ ਸਿਸਟਮ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸਥਾਈ ਹੈ, ਜਦੋ ਕਿ ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਆਰਬਿਟਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2. ਬੋਹਰ ਨੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ (ਦੂਜੇ ਪਤ੍ਰਿਬੰਧ) ਦਾ ਹੀ ਕਅੰਟਮੀਕਰਣ ਕਿਉ ਕੀਤਾ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਕਿਉN ਨਹੀਂ ? ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਕਿ h ਅਤੇ ਕੋਈ ਸੰਵੇਗ ਦੀਆ ਵਿਸਾ ਇੱਕ ਹੀ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ, ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਆਰਬਿਟਾ ਲਈ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਢੁਕਵੀ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਦੂਜਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਸੁਵਾਭਾਵਿਕ ਹੈ।

3. ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਮਾਡਲ ਦਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਸਿਧਾਂਤ (Uncertainty Principle) ਦੇ ਨਾਲ ਅਸੰਗਤ ਸੀ। ਇਹ ਆਧੁਨਿਕ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵੱਲੋ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਸੀ,ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬੋਹਰ ਆਰਬਿਟ ਉਹ ਖੇਤਰ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਮਿਲਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

4. ਸੌਰ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੋ ਵੱਖ, ਜਿਥੇ ਗ੍ਰਹਿ ਅਤੇ ਗ੍ਰਹਿ ਦਾ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਸੂਰਜ ਅਤੇ ਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਕਿਉNਕਿ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੌਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਦੂਰੀਆ ਸਮਾਨ ਮਾਨ ਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਗ੍ਰਹਿ ਵਰਗੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਾਲਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਜਿਆਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਯੋਗ ਨਹੀਂ ਹੈ।

5. ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਆਰਬਿਟਾ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰਕੇ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ, ਬੋਹਰ ਨੇ ਕੁਅੰਟਮ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਨੀਂਵ ਰੱਖੀ। ਬੋਹਰ ਦੇ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ n ਹੈ। ਨਵਾਂ ਸਿਧਾਂਤ ਜਿਸਨੂੰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਬੋਹਰ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ ਨਾਲ ਸਹਿਮਤ ਹੈ। ਐਪਰ, ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵਿੱਚ (ਜਿਆਦਾ ਮਾਨਿਤਾ ਵਾਲੀ) , ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇੱਕ ਹੀ ਕੁਅੰਟਮ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਗਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਕੋਈ ਅਵਸਥਾ ਚਾਰ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆਵਾ (n,l,m ਅਤੇ s) ਨਾਲ ਦਰਸਾਈ ਜਾNਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਸ਼ੁੱਧ ਕੁਲਮ ਪੁਟੈਸਲ (Coloumb Potential) ਦੇ ਲਈ (ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ) ਊਰਜਾ ਕੇਵਲ n ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

6. ਸਾਧਾਰਣ ਕਲਾਸਿਕੀ ਅਨੁਮਾਨਾ ਦੇ ਉਲਟ, ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਅਪਣੇ ਆਰਬਿਟ ਵਿੱਚ ਘੁਮਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੋ ਆਰਬਿਟਲ ਉਰਜਾਵਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ h ਨਾਲ ਭਾਗ ਕਰਕੇ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਵੱਡੀਆ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆਵਾਂ (n ਤੋ n – 1,ਤੱਕ n ਵੱਡਾ ਲੇਣ ਤੇ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨਾ ਤੇ ਦੋਨਾ ਦੇ ਮਾਨ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

7. ਬੋਹਰ ਦਾ ਅਰਧ ਕਲਾਸਿਕੀ ਮਾਡਲ ਜੋ ਕੁਝ ਤਾਂ ਕਲਾਸਿਕੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਪਹਿਲੂਆ ਤੇ ਅਤੇ ਕੁਝ ਆਧੁਨਿਕ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਪਹਿਲੂਆ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ ਉਹ ਵੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦਾ ਸਹੀ ਚਿੱਤਰ ਪਸਤੁਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਸਹੀ ਚਿੱਤਰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੁਡਲੇ ਤੋਰ ਤੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਤੋ ਕਾਫੀ ਅਲਗ ਹੈ। ਫੇਰ ਜੇਕਰ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਠੀਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀ ਇਸਦੇ ਬਾਰੇ ਕਿਉ ਚਿੰਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਐਪਰ, ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਉਪਯੋਗੀ ਬਣਾਨ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਕਾਰਣ ਹਨ

(i). ਇਹ ਮਾਡਲ ਕੇਵਲ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ ਫੇਰ ਵੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(ii). ਅਸੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀਆਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਤੋ ਸਿਖਿਆ ਹੈ ਉਹ ਇਸ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ।

(iii) ਇਹ ਮਾਡਲ ਦਰਸਾਉNਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਸਿਧਾਂਤਿਕ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਨੂੰ ਕੁਝ ਭਵਿਖਵਾਣੀਆਂ ਦੀ ਆਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਕਦੇ ਕੁਝ ਸਮਸਿਆਵਾਂ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰ ਦੇਣੀ ਚਾਹਿਦੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸਿਧਾਂਤ ਜਾਂ ਮਾਡਲ ਦੀ ਭਵਿਖਵਾਣੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਵਿਗਿਆਨੀ ਨੂੰ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਸਮਸਯਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਨਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ (Exercise)

12.1 ਹਰੇਕ ਕਥਨ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸੰਕੇਤਾ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਵਿਕਲਪ ਚੁਣੋ।

(a) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਅਕਾਰ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਅਕਾਰ ਤੋਂ ——— ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਅਪੇਥਿਆ ਤੋ ਕਾਫੀ ਜਿਆਦਾ, ਅਲਗ ਨਹੀਂ,ਅਪੇਖਿਆ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਘੱਟ)

(b) ———— ਵਿੱਚ ਨਿਉਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਤੁਲਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ———— ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਮੇਸ਼ਾ ਨੇਟ ਬੱਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹੈ। (ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ)

(c) ———— ਨੇ ਅਧਾਰਿਤ ਕਿਸੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਨਸ਼ਟ ਹੋਣਾ ਪੱਕਾ ਹੈ। (ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ)

(d) ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਲਗਾਤਾਰ ਵਿੱਚ ਵਿਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ——— ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਤੋਰ ਤੇ ਅਸਮਾਨ ਵਿਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ———— ਵਿੱਚ। (ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ)

(e) ——— ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਧਨਆਵੇਸ਼ਿਤ ਭਾਗ ਦਾ ਪੁੰਜ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ,ਦੋਨੋ ਮਾਡਲ)

12.2 ਮਨ ਲੋ ਕਿ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਠੋਸ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਦੀ ਪਤਲੀ ਸ਼ੀਟ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸਾਨੂੰ ਅਲਫਾ ਕਣ ਖੰਡਾਓ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੋਹਰਾਣ ਦਾ ਮੋਕਾ ਮਿਲਦਾ। (ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ 14k ਤੇ ਥਲੇ ਤਾਪ ਤੇ ਠੋਸ ਹੋ ਜਾਦੀ ਹੈ) ਤੁਸੀਂ ਕਿਸ ਨਤੀਜੇ ਦੀ ਭਾਲ ਕਰਦੇ ਹੋ।

12.3 ਪਾਸ਼ਨ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕੀ ਹੈ।

12.4 2.3eV ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਨੂੰ ਅਲਗ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੇਕਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੋ ਹੇਠਲੇ ਪੱਧਰ ਵਿੱਚ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

12.5 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਨਿਉਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ -13.6eV ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਅਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ।

12.6 ਨਿਉਨਤਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ ਸੋਖਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਹ $n = 4$ ਪੱਥਰ ਤੇ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਜਾਦਾ ਹੈ। ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

12.7 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ $n = 1,2,3$ ਪੱਧਰਾ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕਰੋ। (b) ਇਸਦੇ ਵਿੱਚੋ ਹਰੇਕ ਲਈ ਪੱਥ ਸਮਯਕਾਲ ਪਤਾ ਕਰੋ।

12.8 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰੂਨੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 5.3×10^{-11} m ਹੈ। ਪੱਥ $n = 2$, $n=3$ ਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਤਾ ਕਰੋ।

12.9 ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਗੈਸੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਤੇ ਕਿਸੇ 12.5eV ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਬਮਬਾਰੀ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਕਿਹੜੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀ ਲੜੀ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਵੇਗੀ।

12.10 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ 1.5×10^{11}m ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ 3×10^{4}m/s ਦੇ ਪੱਥੀ ਵੇਗ ਨਾਲ ਘੁਮਦੀ ਧਰਤੀ ਦੀ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਧਰਤੀ ਦਾ ਪੁੰਜ = 6×10^{24}kg)

ਵਾਧੂ ਅਭਿਆਸ (Additional Exercises)

12.11 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾ ਦੇ ਉਤਰ ਦੋ ਜੋ ਤੁਹਾਨੂੰ ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਅਤੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਸਮਝਨ ਲਈ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਹਾਇਕ ਹਨ।

(a) ਕਿ ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪਤਲੀ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਤੋ ਖਿੰਡੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦਾ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਔਸਤ ਵਿਖੇਪਣ ਕੋਣ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵੱਲਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਮਾਨ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜਾਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ।

(b) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵੱਲੋ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਬੈਕਵਰਡ ਖਿੰਡਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ (ਮਤਲਬ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦਾ 90^0 ਤੋ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਓ) ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵੱਲੋ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਮਾਨ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ, ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਜਾਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ।

(c) ਬਾਕੀ ਕਾਰਕਾ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰਖਦੇ ਹੋਏ, ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਘੱਟ ਮੋਟਾਣੀ t ਦੇ ਲਈ, ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਕੋਣਾ ਤੇ ਖਿੰਡੇ ਹੋਏ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ t ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। t ਤੇ ਇਹ ਨਿਰਭਰਤਾ ਕੀ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ।

(d) ਕਿਸ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦਾ ਪਤਲੀ ਪਰਤ ਤੋ ਖਿੰਡਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਔਸਤ ਖਿੰਡਣ ਕੋਣ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣ ਲਈ ਮਲਟੀਪਲ (Multiple) ਖਿੰਡਣ ਦੀ ਭਾਲ ਨ ਕਰਨਾ ਗਲਤ ਹੈ।

12.12 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇਹ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ, ਕੁਲਮ ਆਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਲਗਭਗ 10^{-40} ਦੇ ਗੁਣਜ ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦਾ ਇੱਕ ਬਦਲਵਾ ਉਪਾ ਇਹ ਹੈ ਜੇਕਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਉਟਾਨ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਰਾਹੀਂ ਬੱਝੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੇ ਬੋਹਰ ਪੱਥ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਓ। ਤੁਸੀਂ ਮਨੋਰੰਜਕ ਉਤਰ ਪਾਉਗੇ।

12.13 ਜਦੋ ਕੋਈ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪੱਧਰ n ਤੋ (n = 1) ਪੱਧਰ ਤੇ ਅਣਉਤੇਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। n ਦੇ ਵੱਡੇ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਦਿਖਾਉ ਕੀ ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ।

12.14 ਕਲਾਸਿਕੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਵੇਲੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਾਇਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੇਅ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਅਪਣੇ ਸਾਇਜ ਦੀ ਥਾਂ ਦਸ ਹਜਾਰ ਗੁਣਾ ਵੱਡਾ ਕਿਉ ਨਹੀਂ ਹੈ ? ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਨੇ ਬੋਹਰ ਨੂੰ ਅਪਣੇ ਮਸ਼ਹੂਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਮਾਡਲ, ਜੋ ਕਿ ਅਸੀ ਕਿਤਾਬ ਵਿੱਚ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ, ਤੇ ਪਹੁਚਨ ਤੋ ਪਹਿਲਾਂ ਬਹੁਤ ਉਲਝਨ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਸੀ। ਅਪਣੀ ਖੋਜ਼ ਤੋ ਪਹਿਲਾ ਉਸਨੇ ਕਿ ਕੀਤਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਇਸ ਦਾ ਪਤਾ ਲਾਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਮੂਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾ ਦੇ ਨਾਲ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਗਤਿਵਿਧੀ ਕਰਕੇ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਵਿਸ ਵਾਲੀ ਕੋਈ ਰਾਸ਼ੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਸਾਇਜ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਾਇਜ (~ 10^{-10}m) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

(a) ਮੂਲ ਸਿਥਰ ਅੰਕਾ e, m_e ਅਤੇ c ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਵਿਸ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰੋ। ਉਸ ਦਾ ਸੰਖਿਅਤਮਕ ਮਾਨ ਵੀ ਨਿਰਧਾਰਤਿਤ ਕਰੋ।

(b) ਤੁਸੀ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ (a) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਮਾਣਵੀ ਵਿਸਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟਿ ਤੋ ਕਾਫੀ ਛੋਟੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋ ਇਲਾਵਾ ਇਸ ਵਿੱਚ c ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਪਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਜਿਆਦਾਤਰ ਨਾਨ ਰਿਲੇਟੀਵਿਸਟਿਕ (non relativistic) ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜਿਥੇ c ਦੀ ਕੋਈ ਭੂਮਿਕਾ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਗੱਲ ਨੇ ਬੋਹਰ ਨੂੰ c ਨੂੰ ਛੱਠ ਕੇ ਸਹੀ ਪ੍ਰਮਾਣਵੀ ਸਾਇਜ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕੁਝ ਹੋਰ ਦੇਖਣ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਪਲਾਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੋਰ ਕਿੱਤੇ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਆ ਚੁੱਕਾ ਸੀ। ਬੋਹਰ ਦੀ ਤੇਜ਼ ਨਜਰ ਨੇ ਪਹਿਚਾਣ ਲਿਆ ਕਿ h,m_e ਅਤੇ e ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋ ਹੀ ਸਹੀ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਾਇਜ ਮਿਲੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ h, m_e ਅਤੇ e ਤੋ ਹੀ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਵਿਸ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਰਾਸ਼ੀ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਹ ਸਿੱਧ ਕਰੋ ਕਿ ਇਸਦਾ ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਮਾਣ, ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੈ।

12.15 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਉਰਜਾ ਲਗਭਗ -3.4 eV ਹੈ। (a) ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੈ।

(b) ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੈ।

(c) ਜੇਕਰ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਿਫਰ ਸੱਤਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਉਤਰਾ ਵਿੱਚੋ ਕਿਹੜਾ ਉਤਰ ਬਦਲੇਗਾ ?

12.16 ਜੇਕਰ ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮਿਕਰਣ (Quantisation) ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ = nh/2z) ਪ੍ਰਕਰਤੀ ਦਾ ਮੂਲ ਨਿਯਮ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਗ੍ਰਹਿ ਗਤਿ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਫੇਰ ਅਸੀN ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਗ੍ਰਹਾਂ ਦੇ ਪੱਥਾ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮਿਕਰਣ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਿਉ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ।

12.17 ਪਹਿਲਾ ਬੋਹਰ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਮਯੂਔਨਿਕ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (muonic hydrogen atom) (ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 207 m_e ਪੁੰਜ ਦਾ ਰਿਣ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਮਯੂਔਨ (M^-) ਪਰਔਟੋਨ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।

ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

12.1 (a). ਨਹੀਂ ਅਲੱਗ ਹੈ।
(b) ਧਾਮਧਸਨ (Thompson's) ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ
(c) ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ
(d) ਥਾਮਪਸਨ ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ
(e) ਦੋਵੇ ਹੀ ਮਾਡਲ

12.2 ਹਾਇਡਰੋਜਨ ਅਣੂ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੈ। ਉਸ ਦਾ ਪੁੰਜ 1.67×10^{-27} kg ਹੈ, ਜਦਕਿ ਇੱਕ ਇੰਨਸੀਡੈਂਟ (Incident) ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ 6.64×10^{-27} kg ਕਿਉਕਿ ਖੰਡਾਓ ਹੋਈਆ ਕਣ ਟਾਰਗੇਟ ਨਾਭਿਕ ਤੋ ਵੱਧ ਪੁੰਜ ਵਾਲਾ ਹੈ, ਅਲਫਾ ਕਣ ਹੈਡ ਉਨ (Head on) ਟਕਰਾਉ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਪਸ ਨਹੀਂ ਪਰਤੇਗਾ। ਇਹ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਫੁਟਬਾਲ ਕਿਸੇ ਟੈਨਿਸ ਦੀ ਗੇਂਦ ਨਾਲ ਟਕਰਾਅ ਕਰਦਾ ਹੈ।

12.3 82nm
12.4 5.6×10^{6}hz
12.5 13.6 ev ; -27.2ev
12.6 9.7×10^{-8} m ; 3.1×10^{15} hz

12.7 (a) 2.18×10^{6} m/s ; 1.09×10^{6} m/s ; 7.27×10^{5} m/s
(b) 1.52×10^{-16} s; 1.22×10^{-15} s; 4.11×10^{-5} s

12.8 2.12×10^{-10} m; 4.77×10^{-10} m

12.9 ਲਾਇਮਣ ਲੜੀ 103 nm ਅਤੇ 1.22 nm ; ਬਲਮਰ ਲੜੀ 656 nm

12.10 2.6×10^{74}

12.11 (a) ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ
(b) ਬਹੁਤ ਘੱਟ

(c) ਇਹ ਸੁਝਾਵ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖੰਡਾਉ ਵੱਡੇ ਤੋਰ ਤੇ ਇਕ ਹੀ ਟੱਕਰ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਓNਕਿ ਟਾਰਗੇਟ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਵੱਧਣ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਤੌਰ ਤੇ ਟੱਕਰਾ ਵੱਧ ਜਾਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਸਿੱਧੇ ਤੌਰ ਤੇ ਮੋਟਾਈ ਵੱਧਣ ਨਾਲ।

(d) ਥਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਲੀ ਟੱਕਰ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਡਿਫਲੈਕਸ਼ਨ (Deflection) ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਦੇਖਣ ਵਿੱਚ ਆਇਆ ਖੰਡਾਓ ਕੋਣ ਉਦੋ ਹੀ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਮਲਟੀਪੱਲ ਖੰਡਾਓ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇਸ ਲਈ ਥਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਮਲਟੀਪੱਲ ਖੰਡਾਓ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਛੱਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ । ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਖੰਡਾਓ ਇੱਕ ਟੱਕਰ ਤੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮਲਟੀਪੱਲ ਖੰਡਾਓ ਇਫੈਕਟ ਨੂੰ ਪਹਿਲੀ ਨਜਰ ਵਿੱਚ ਛੱਡ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

12.12 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਨੂੰ a_0 ਅਸੀਂ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ $a_0 = \frac{4z\epsilon_0 (h/2z)^2}{m_e e^2}$ ਜੇਕਰ ਅਸੀ ਮਨ ਲਈਏ ਕੀ ਅਣੂ ਗੁਰਤਵਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਰਾਹੀਂ ਬਾNਉਡ ਹੈ $\frac{(G m_p m_e)}{r^2}$ ਅਸੀਂ $\frac{E^2}{4z\epsilon_0}$ ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ G m_p m_e ਰੱਖਾਗੇ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਬੋਹਰ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਆਰਬਿਟ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ $a^{s}_0 = \frac{(h/2z)^2}{G m_p m_e} = 1.2 \times 10^{29}$m ਇਹ ਪੂਰੇ ਯੂਨਿਵਰਸ਼ ਦੇ ਅੰਦਾਜਨ ਅਕਾਰ ਤੋ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ

12.13
$$v = \frac{me^4}{(4z)^3 E^2 (h/2z}\left(\frac{1}{(n-1)^2} - \frac{1}{n^2}\right) = \frac{me^4 (2n-1)}{(4z)^3 E^2_0 (h/2z)^3 n^2 (n-1)^2}$$

ਵੱਡੇ n ਲਈ $v = \frac{me^4}{32z^3 E^2_0 (h/2z)^3 n^3}$ ਆਰਬਿਟਲ ਕੰਪਣ $V_c = \left(\frac{v}{2zr}\right)$ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ

$V = \frac{n(h/2z)}{m^r}$ ਅਤੇ $r = \frac{4zE_0 (h/2z)^2 n^2}{me^2}$ ਇਹ ਦਿੰਦਾ ਹੈ

$V_c = \frac{n(h/2z)}{2zmr^2} = \frac{me^4}{32z^3 E^2_0 (h/2z)^3 n^3}$ ਜੋ ਕੀ ਵੱਡੇ n ਦੇ ਲਈ V ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

12.14 (a) $\left(\frac{e^2}{4zeom\,c^2}\right)$ ਦੀਆ ਵਿਸਾ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਇਸ ਦਾ ਮੂਲ 2.82×10^{-15}m ਅਣੂ ਦੇ ਸਾਇਜ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ।

(b) ਇਸ ਪਰਿਣਾਮ $\frac{4zE_o\,(h/2z)^2}{me^2}$ ਦੀਆਂ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਹਨ। ਇਸ ਦਾ ਮੂਲ 0.53×10^{-10}m ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਆਰਡਰ ਅਣਵਿਕ ਸਾਇਜ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਡਾਇਮੈਸਨਲ ਆਰਗੂਮੈਂਟ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਨਹੀਂ ਦਸ ਸਕਦੇ ਕਿ ਸਾਇਜ ਤੇ ਪਹੁੰਚਨ ਲਈ ਅਸੀਂ h ਦੀ ਜਗ੍ਹਾਂ ਤੇ 4z ਅਤੇ 4/2z ਕਿਉ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਾਗੇ।

12.15 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ mvr =nh ਅਤੇ $\frac{mv^2}{r} = \frac{Ze^2}{4zE_o r^2}$ ਸਾਨੂੰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ

$$T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{Ze^2}{8ZE_o r}\ ;\ r = \frac{4zEoh^2}{ze^2m}n^2$$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਾ ਦਾ ਸਿਫਰ ਪੁਅਟੈNਸਲ ਊਰਜਾ ਦੀ ਚੋਣ ਨਾਲ ਕੋਈ ਲੇਨ ਦੇਣ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਹੁਣ ਪੁਅਟੈNਸਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਿਫਰ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਮਨ ਕੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ $v = -(Ze^2 / yzE_o r)$
ਜੋ ਦਿੰਦਾ ਹੈ V = -2T ਅਤੇ E = T + V = - T E ਦਾ ਮੂਲ E = -3.4 eV ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਅਨੰਤ ਤੇ ਪੁਅਟੈNਸਲ ਊਰਜਾ ਸਿਫਰ ਹੈ, E = -T ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ + 3.4 eV ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
(b) V = -2T ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਪਅਟੈਸ਼ਲ ਊਰਜਾ = -6.8 eV ਹੈ।
(c) ਜੇਕਰ ਪੁਅਟੈਸਲ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਿਫਰ ਵਖਰੇ ਤੋਰ ਤੇ ਚੁਣਿਏ, ਤਾਂ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦੀ । ਇਸਦਾ ਮੂਲ + 3.4 eV ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਪੁਅਟੈNਸਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਿਫਰ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਪੁਅਟੈNਸਲ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਕੁਲ ਊਰਜਾ ਬਦਲ ਜਾਵੇਗੀ । ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ ਪੁਅਟੈNਸਲ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸਿਫਰ ਵੱਖਰੇ ਤੋਰ ਤੇ ਚੁਣਾਗੇ।

12.16 h ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਗ੍ਰਹਿ ਗਤਿ ਦਾ ਕੋਣਿ ਮੋਮੇਟਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੋਰ ਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਗ੍ਰਹਿ ਗਤੀ ਦਾ ਕੋਈ ਮੋਮੇਟ 10^{70} ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਾਇਜੇਸ਼ਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ ਇਹ n ਦੇ ਬਹੁਤ ਵੱਡੇ ਮੂਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ (10^{70} ਦੇ ਲਗਭਗ) n ਦੇ ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਮੂਲ ਲਈ ਨਾਲ ਦੀਆਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਅਤੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਕੁਅੰਟਾਇਜਡ (Quantized) ਸੱਤਰਾ ਦਾ ਮੋਮੇਟ ਦੂਸਰੇ ਸਤਰਾ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

12.17 ਜੋ ਸਾਰਾ ਕੁਝ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਓਹ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਫਾਰਮੂਲੇ ਵਿੱਚ m_e ਅਤੇ M_M ਨਾਲ ਬਦਲ ਕੇ ਮਿਲ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਦੂਸਰੇ ਘਟਕਾ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖ ਕੇ $r \propto (1/m)$ ਅਤੇ $E \propto m$ ਇਸ ਲਈ

$$v_M = \frac{r_e m_e}{m_M} = \frac{0.53 \times 10^{-13}}{207} = 2.56 \times 10^{-13}\ m$$

$$E_M = \frac{E_e M_m}{me} = -(13.6 \times 207)\ ev = -2.8\ kev$$

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

12.1 (a) ਤੋਂ ਵੱਖ ਨਹੀਂ (b) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ (c) ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ (d) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ (e) ਦੋਨੋਂ ਮਾਡਲ

12.2 ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੀ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੈ । ਇਸਦਾ ਪੁੰਜ 1.67×10^{-27} kg ਹੈ, ਜਦੋਂ ਆਪਾਤੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ 6.64×10^{-27}kg ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਖਿੰਡਣ ਵਾਲੇ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ, ਟਾਰਗੇਟ ਨਾਭਿਕ (ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਲਾਸਟਿਕ ਟਕੱਰਾਂ ਵਿਚ ਵੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਵਾਪਿਸ ਨਹੀਂ ਪਰਤੇਗਾ । ਇਹ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਫੁਟਬਾਲ, ਵਿਰਾਮ-ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਟੇਨਿਸ ਦੀ ਗੇਂਦ ਨਾਲ ਟਕਰਾਏ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖਿੰਡਾਓ ਵੱਡੇ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ ।

12.3 820 nm

12.4 5.6×10^{14} Hz

12.5 13.6 eV; -27.2 eV

12.6 9.7×10^{-8} m; 3.1×10^{15} Hz

12.7 **(a)** 2.18×10^{6} m/s; 1.09×10^{6} m/s; 7.27×10^{5} m/s
(b) 1.52×10^{-16}s; 1.22×10^{-15} s; 4.11×10^{-15} s

12.8 2.12×10^{-10} m; 4.77×10^{-10}m

12.9 ਲਾਈਮਨ ਸ਼੍ਰੇਣੀ: 103 nm ਅਤੇ 122nm
ਬਾਮਰ ਸ਼੍ਰੇਣੀ: 665 nm

12.10 2.6×10^{74}

12.11 **(a)** ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ

(b) ਬਹੁਤ ਘਟ

(c) ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖਿੰਡਾਓ ਮੁਖ ਰੂਪ ਵਿਚ ਟੱਕਰਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਟੱਕਰ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਟਾਰਗੇਟ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਮੋਟਾਈ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖੀ ਗੁਣ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ।

(b) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿਚ ਇੱਕ ਟਕੱਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਹੁਤ ਘਟ ਵਿਖੇਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਔਸਤ ਖਿੰਡਾਓ ਕੋਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਸਿਰਫ ਬਹੁਤੇ ਖਿੰਡਾਓ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿਚ ਰਖ ਕੇ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿਚ ਬਹੁਤੇ ਖਿੰਡਾਓ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਗਲਤ ਹੈ । ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿਚ ਵਧੇਰੇ ਖਿੰਡਾਓ ਇੱਕ ਟਕੱਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਖਿੰਡਾਓ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਪਹਿਲੇ ਨੇੜਲੇ ਅੰਦਾਜੇ ਤੇ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ।

12.12 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਕਕਸ਼ਾ a_0 ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ $a_0 = 4pe_0 (h/2p)^2/m_e e^2$ ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਰਮਾਣੂ ਗੁਰੂਤਵੀ ਬਲ $(Gm_p m_e/r^2)$, ਦੁਆਰਾ ਬੰਨਿਆਂ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ $(e^2/4ð å_0)$ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ $Gm_p m_e$ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਅਰਥਾਤ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $a_o^G = (h/2p)^2/Gm_p m^2_e$ $\sim 1.2\times10^{29}$m ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ । ਇਹ ਸੰਪੂਰਨ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਆਕਲਨ ਅਕਾਰ ਤੋਂ ਕੀਤੇ ਵੱਡਾ ਹੈ ।

12.13 $$v = \frac{me^4}{(4\pi)^3 \varepsilon_0^2 (h/2\pi)^3}\left[\frac{1}{(n-1)^2} - \frac{1}{n^2}\right] = me^4(2n-1)/(4\pi)^3 \varepsilon_0^2 (h/2\pi)^3 n^2 (n-1)^2$$

n ਦੇ ਵਧ ਮਾਨ ਲਈ, $v \cong me^4/32ð^3 å^2_0(h/2ð)^3 n^3$

ਕਕਸ਼ਾ ਵਿਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ $v_c = (v/2ðr)$ ਹੈ ।

ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿਚ $v = n(h/2ð)/mr$, ਅਤੇ $r = 4ðå_0(h/2ð)^2/me^2 \ n^2$ ਹੈ ।

ਇਸ ਲਈ: $v_c = n(h/2ð)/2ð\ mr^2 = me^4/32ð^3 å^2_0(h/2ð)^3 n^3$

ਜੋ n ਦੇ ਵੱਧ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ v ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ।

12.14 **(a)** ਰਾਸ਼ੀ $(e^2/4ðå_0 mc^2)$ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ 2.82×10^{-15} m ਹੈ ਜੋ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਾਈਜ਼ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ।

(b) ਰਾਸ਼ੀ $4ðå_0(h/2ð)^2/me^2$ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ 0.53×10^{-10}m ਹੈ ਜੋ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਾਈਜ਼ਾਂ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੈ ।(ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਵਿਮੀ ਤਰਕ ਵਾਸਤਵ ਵਿਚ ਇਹ ਨਹੀਂ ਦਸ ਸਕਦੇ ਕਿ ਸਾਨੂੰ ਸਹੀ ਸਾਈਜ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ h ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ 4ð ਅਤੇ h/2ð ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ।)

12.15 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿਚ, mvr = nh ਅਤੇ mv2/r = Ze2/4ðe0r2

ਇਸ ਲਈ: $T = 1/2mv^2 = Ze^2/8pe_0 r$; $r = 4pe_0 h^2/Ze^2 m \ n^2$

ਇਹਨਾਂ ਸੰਬੰਧਾਂ ਤੇ ਸਥਿਤਿਜ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ੀਰੋ ਦੀ ਚੋਣ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਹੁਣ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਅਨੰਤ ਤੇ ਚੋਣ ਕਰਨ ਤੇ ।

$V = -(Ze^2/4ðå_0 r)$

ਜਿਸ ਤੋਂ V = -2T ਅਤੇ E = T + V = -T ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

(a) E ਦਾ ਕੋਟ ਕੀਤਾ ਮਾਨ = -3.4eV ਅਨੰਤ ਤੇ ਸਥਿਤੀਜ਼ ਊਰਜਾ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਪਰੰਪਰਿਕ ਚੋਣ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ । E = -T ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ +3.4eV ਹੈ ।

(b) V = -2T ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ , ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ =6.8eV ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(c) ਜੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਵੱਖ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ । ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ +3.4eV, ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਚੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਸਥਿਤੀਜ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਵੱਖ ਢੰਗ ਨਾਲ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀਜ਼ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ ।

12.16 ਗ੍ਰਹੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ h ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੱਡਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਆਪਣੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿਚ ਧਰਤੀ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ 10^{70} h ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੈ । ਬੋਹਰ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਣ ਪਾਸਟੁਲੇਟ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ, ਇਹ n ਦੇ ਬਹੁਤ ਵੱਡੇ (10^{70} ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ) ਮਾਨ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ । n ਦੇ ਇੰਨ੍ਹੇ ਵੱਡੇ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਕਵਾਂਟਿਤ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀਆਂ ਅਗਲੇਰੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਦੇ ਲਗਾਤਾਰ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀਆਂ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਊਰਜਾਵਾਂ ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ।

12.17 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਸੂਤਰਾਂ ਵਿਚ m_e ਨੂੰ m_u ਨਾਲ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਹੋਰ ਪਦਾਂ ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਖਦੇ ਹੋਏ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $r \propto (1/m)$ ਅਤੇ $E \propto m$

ਇਸ ਲਈ: $r_m = r_e m_e / m_m = 0.53 \times 10^{-13}/207 = 2.56 \times 10^{-13}$m

$E_m = E_e m_m . m_e = -(13.6 \times 207)$ eV $\cong$ - 2.8 keV

ਅਧਿਆਇ 13

ਨਾਭਿਕ (NUCLEUS)

13.1 ਭੁਮਿਕਾ

ਪਿਛਲੇ ਪਾਠ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਪੜਿਆ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਉਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਨਿਊਕਲੀਅਸ(ਨਾਭਿਕ) ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦਾ ਆਕਾਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਤੋ ਕਾਫ਼ੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। α – ਕਣ ਖਿੰਡਾਵਾ (α Particle Scatttering Experiment) ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ,ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ 10^4ਗੁਣਾ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦਾ ਆਇਤਨ (Volume) ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਆਇਤਨ ਤੋਂ 10^{12} ਗੁਣੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਸਬਦਾਂ ਵਿਚ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾਤਰ ਸਥਾਨ ਖਾਲੀ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਵਧਾਕੇ ਜਮਾਤ ਦੇ ਕਮਰੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਕਰ ਦਈਏ ਤਾਂ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਿੱਨ ਦੀ ਨੋਕ ਸਾਈਜ਼ ਦਾ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ, ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਲਗਭਗ ਪੂਰਨ (99.9% ਤੋ ਵੱਧ) ਪੁੰਜ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਵਿਚ ਹੀ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਬਣਤਰ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਕਿ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦੀ ਵੀ ਕੋਈ ਬਣਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ? ਜੇ ਇੰਝ ਹੈ ਤਾਂ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦੇ ਕਿਹੜੇ ਸੰਘਟਕ ਹਨ ? ਇਹ ਸੰਘਟਕ ਪਰਸਪਰ ਕਿਵੇ ਸੰਗਠਿਤ ਹਨ। ਇਸ ਪਾਠ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਅਸੀਂ ਨਾਭਿਕਾਂ (Nucleus) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਗੁਣਾ ਜਿਵੇਂ ਇਸਦੇ ਸਾਇਜ,ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਸਥਿਰਤਾ ਦੀ ਚਰਚਾ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਨਿਊਕਲੀਅਰ ਵਰਤਾਰੇ (Nuclear Phenomenon) ਜਿਵੇਂ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵਤਾ (Radio activity) ਵਿਖੰਡਨ(Fussion) ਅਤੇ ਏਕੀਕਰਨ(Fussion) ਬਾਰੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਗੇ

13.2 ਪਰਮਾਣੂ ਪੂੰਜ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ (Atomic Masses and Composition of Nucleus)

ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੂੰਜ ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫ਼ੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਾਰਬਨ ਪਰਮਾਣੂ ^{12}c ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ 1.992647 x10^{26}kg । ਇੰਨੀ ਛੋਟੀ ਰਾਸੀਆਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਬਹੁਤ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਮਾਤ੍ਰਕ ਨਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ,ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੇ ਪੁੰਜਾ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਇਕ ਹੋਰ ਮਾਤ੍ਰਕ ਲਿਆਇਦਾ ਗਿਆ। ਇੱਸ ਮਾਤ੍ਰਕ ਨੂੰ ਪਰਮਾਣੂ ਪੂੰਜ ਮਾਤ੍ਰਕ (Alomic Mass Unit (u) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਨੂੰ 12_C ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੂੰਜ ਦੇ ਬਾਹਰਵੇ 1/12ਵੇ ਭਾਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ

$$1\,u = \frac{12c \text{ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੂੰਜ}}{12}$$

$$\frac{1.992647 \quad 10^{26} \text{ kg}}{12}$$

$$1.660539 \quad 10^{27} \text{ kg} \tag{13.1}$$

ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਮਾਤ੍ਰਕ (u) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਉਨ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤੱਤਾ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ, ਹਾਈਡੋਰਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਪੂਰਨ ਗੁਣਜ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਕਈ ਅਪਵਾਦ ਵੀ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ,ਕਲੋਰੀਨ ਦਾ ਪੁੰਜ 35.46u ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜਾਂ ਦਾ ਸਟੀਕ ਮਾਪਣ ਪੁੰਜ ਮਪੈਕਟੋਰਮੀਟਰ (mass spectrometer) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੂੰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਤੋ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਹੀ ਤੱਤ ਦੇ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਅੱਸਤਿਤਵ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਰਸਾਇਨਿਕ ਗੁਣ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਹਨਾ ਦੇ ਪੁੰਜਾ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ

ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਹੀ ਤੱਤ ਦੀ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਪਰਮਾਣੂ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆਂ ਜਿਹਨਾ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਸਮਸਥਾਨਕ(Isotopes) ਕਹਾਂਉਦੀਆਂ ਹਨ। ਯੁਨਾਨੀ ਸ਼ਬਦ ਆਈਸੋਟੋਪ ਦਾ ਪੰਜਾਬੀ ਅਰਥ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹੈ, ਇਹ ਨਾਮ ਇਸ ਕਾਰਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਕਿਉਂਕੀ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਸਾਰਨੀ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਾਰੇ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰੱਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸ਼ੋਧ ਤੋ ਪਤਾ ਚੱਲਿਆ ਕਿ ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਕਈ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਣ ਹੈ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਅਧਿਕਤਾ ਤੱਤ ਬਦਲਨ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਲੋਰੀਨ ਦੇ ਦੋ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹਨ। ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 39.98 u ਅਤੇ 36.98 u ਹਨ, ਜੋ ਕਿ ਹਾਈਡੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਦੇ ਪੂਰਨ ਗੁਣਜ ਦੇ ਨਿਕਟ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਅਧਿਕਤਾ ਕ੍ਰਮਵਾਰ:75.4 ਅਤੇ 24.6 ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਕਲੋਰੀਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਹਨਾ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦਾ ਭਾਰਿਤ ਮੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਕਲੋਰੀਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ,

$$= \frac{75.4 \quad 34.98 \quad 24.6 \quad 36.98}{100}$$

$$=35.474$$

ਜੋ ਕਿ ਕਲੋਰੀਨ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਪੂੰਜ ਦੇ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੋ ਤੱਕ ਕਿ ਸਭ ਤੋਂ ਹਲਕੇ ਤੱਤ ਹਾਈਡੋਰਜਨ ਦੇ ਵੀ ਤਿੰਨ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਪੂੰਜ 1.00078 u, 2.0141 u ਅਤੇ 3.0160 u ਹੈ। ਸਭ ਤੌਂ ਹਲਕੇ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਜਿਸਦੀ ਮਾਪੇਖ ਅਧਿਕਤਾ 99.985% ਹੈ,ਦਾ ਨਾਭਿਕ,ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ।

$$m_p = 1.007274\ u = 1.67262\ 10^{-27}\ Kg \qquad (13.2)$$

ਇਹ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ 1.00783 u ਵਿੱਚੋ,ਇੱਕ ਇਲੇਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ Me =0.00055 u ਨੂੰ ਘਟਾਉਣ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪੁੰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਦੂਜੇ ਦੋ ਸਮਸਖਾਨਕ ਡਓਟੀਰੀਅਮ (deuterium) ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ (tritium) ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ ਨਾਭਿਕ ਅਸਥਿਰ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਨਹੀ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਅਤੇ ਬਨਾਵਟੀ ਵਿਧੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਵਿਚ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਧਨ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦਾ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਉੱਤੇ ਇਕ ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੇ ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਸੀ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਕੁਆਂਟਮ(Quantum— —ਸਿਧਾਂਤਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਤਰਕਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸ ਮਾਨਤਾ ਨੂੰ ਨਕਾਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ। ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਬਾਹਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਬਾਹਰ ਇਹਨਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਉਸਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ Z'ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (-Ze) ਉਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (+Ze) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਉਦਾਸੀਨ (neutral) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਅੰਕ Z' ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਨਿਓਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ (Discovery of Neutron)

ਕਿਉਂਕੀ ਡਓਟੀਰੀਅਮ (Deuterium) ਅਤੇ ਟ੍ਰਇਟੀਅਮ (Tritium) ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਹੀ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹਨ, ਇਹਨਾ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿਚ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਡਓਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਟੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ 1:2:3 ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਡਓਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਰੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੋ ਇਲਾਵਾ ਕੁੱਝ ਉਦਾਸੀਨ ਮਾਦਾ ਵੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਉਦਾਸੀਨ ਮਾਦਾ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਨੂੰ ਜੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ-ਪੁੰਜ ਦੀ ਇਕਾਈਆ ਵਿਚ ਵਿਉਤਪਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਇਹ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਇੱਕ ਅਤੇ ਦੋ ਦੇ ਲਗਭਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤੱਥ ਇਹ ਦਰਸਾਓਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇਹ ਉਦਾਸੀਨ ਮਾਦਾ ਵੀ ਇਕ ਮੁਲ ਇਕਾਈ ਦੇ ਗੁਣਜਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸਚਾਈ, 1932 ਵਿੱਚ, ਜੇਮਸ

ਚੈਡਵਿਕ (James Chadwick) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਵੇਖਿਆ ਜਦ ਬੇਰੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਤੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ (ਐਲਫਾ ਕਣ, ਹੀਲੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾ ਬਾਰੇ ਅਸੀਂ ਅੱਗੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਗੇ)ਦੀ ਬੁਛਾੜ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਕੁਝ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਵੀ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਇਹ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨ,ਹੀਲੀਅਮ, ਕਾਰਬਨ ਅਤੇ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾਕੇ ਉਸਦੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਬਾਹਰ ਕੱਢਦੇ ਹਨ। ਉਸ ਵੇਲੇ ਸਿਰਫ ਇਕ ਮਾਤਰ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨ ਫੋਟਾਨ (Photon) (ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਨ) ਹੀ ਗਿਆਤ ਸੀ। ਓਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਪਤਾ ਲੱਗਿਆ ਕਿ ਜੇ ਇਹ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਤਾਂ ਇਹਨਾ ਦੀ ਊਰਜਾ ਓਹਨਾ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਕਿ ਬੇਰੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਉੱਤੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਬੁਛਾੜ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਔਕੜ ਦੇ ਹਲ ਦਾ ਸੁਤਰ,ਜਿਸਨੂੰ ਚੈਡਵਿਕ ਨੇ ਸੰਤੋਸਜਨਕ ਢੰਗ ਨਾਲ ਹਲ ਕੀਤਾ ਇਹ ਮਨ ਕੇ ਕਿ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਵੀ ਤਰ੍ਹਾ ਦੇ ਕਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾ ਨੂੰ ਨਿਉਟ੍ਰਾਨ (neutron) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਓਹਨਾ ਨੇ ਇੱਸ ਨਵੇ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ ਪਤਾ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਫਲਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ,ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਲਗਭੱਗ ਬਰਾਬਰ ਪਾਇਆ ਗਿਆ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਨਿਉਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਸਟੀਕਤਾ ਨਾਲ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਇਹ ਹੈ–m_n = 1.00866 u = 1.6749×10^{-27} kg [13.3) ਨਿਉਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਲਈ ਚੈਡਵਿਕ ਨੂੰ 1935 ਦੇ ਨੱਬਲ ਇਨਾਮ ਨਾਲ ਨਵਜਿਆ ਗਿਆ। ਇੱਕ ਮੁਕਤ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਉਲਟ ਇੱਕ ਮੁਕਤ ਨਿਉਟ੍ਰਾਨ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ,ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਟ੍ਰਿਨੋ (ਹੋਰ ਮੂਲ ਕੁਣ) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਔਸਤ ਉਮਰ 1000s ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਹ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ, ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਹੇਠਾ ਲਿਖੇ–ਪਦਾਂ ਅਤੇ ਸੰਕੇਤਾ ਚਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਦਰਸਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

Z- ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ = ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ [13.4(a)]

N- ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ=ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ [13.4(b)]

A= ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ = $Z + N$ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ–[13.4(c)] ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਨਿਊਕਲਿਅੱਨ (nucleon) ਸਬਦ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚ ਨਿਊਕਲਿਆਨ ਸੰਖਿਆ ਉਸਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਜਾਂ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਸੰਕੇਤ ${}^{A}_{Z}X$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ X ਉਸ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਦਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੰਕੇਤ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਸੰਕੇਤ ${}^{197}_{79}Au$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ 197 ਨਿਊਕਲਿਅਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿਚ 79 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ 118 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਦੇ ਸਮਸਥਨਕਾ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਨੂੰ ਸੋਖੇ ਹੀ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤੱਤ ਦੇ ਸਮਸਥਨਕਾਂ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਤਾਂ ਸਮਾਨ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਪੱਖੋਂ ਵੱਖ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਡਿਊਟੀਰੀਅ ਜੋ ਕਿ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦਾ ਇਕ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹੈ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਦੂਜੇ ਸਮਸਥਾਨਕ ਟ੍ਰਾਈਟੀਅਮ ਵਿਚ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਦੋ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤੱਤ ਸੋਨੇ ਦੇ 32 ਸਮਸਥਾਨਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਸਦੀ ਰੇਂਜ A=173 ਤੋ A=204 ਤੱਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਦੱਸ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਗੁਣ ਓਹਨਾ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਬਣਤਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕੀ, ਸਮਸਥਾਨਕ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਬਣਤਰ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਓਹਨਾ ਦਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਵਹਾਰ ਵੀ ਇੱਕੋ ਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਰਕੇ ਓਹਨਾ ਨੂੰ ਆਵਰਤ ਸਾਰਨੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਜਿਹਨਾ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਆਈਸੋਬਾਰ (isobar) ਕਹਿਲਾਉਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਨਾਭਿਕ ਅਤੇ , ਆਈਸੋਬਾਰ (isobar) ਹਨ। ਉਹ ਨਾਭਿਕ ਜਿਹਨਾ ਦੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ N ਸਮਾਨ ਹੋਵੇ ਪਰੰਤੂ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਖਿਆ Z ਵੱਖ ਹੋਵੇ ਨੂੰ ਆਈਸੋਟੋਨ (isotones) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਅਤੇ , ਆਈਸੋਟਾਨ ਹਨ।

13.3 ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਸਾਈਜ

ਜਿਵੇ ਅਸੀ ਪਾਠ-12 ਵਿਚ ਵੇਖਿਆ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਓਹ ਪਹਿਲੇ ਵਿਗਿਆਨੀ ਸੀ ਜਿਹਨਾ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਅਤੇ ਸਥਾਪਨਾ ਕੀਤੀ। ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਸੁਝਾਵ ਤੇ ਗੀਗਰ ਅਤੇ ਮਾਰਸਡਨ (Geiger and marsdan) ਨੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਵਰਕ ਤੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਸਬੰਧੀ ਪ੍ਰਸਿਧ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ। ਉਹਨਾ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੋਇਆ ਕਿ 5.5MeV ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਨਿਕਟਮ ਪਹੁੰਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਲਗਭਗ $4.0x10^{-14}$m ਹੈ। ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਤੋ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਨੂੰ ਰਦਰਫੋਰਡ ਨੇ ਇਹ ਮੰਨਕੇ ਸਮਝਾਇਆ ਕਿ ਖਿੰਡਾਅ ਦੇ ਲਈ ਸਿਰਫ ਕੁਲਮ (Coulomb) ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੀ ਜਿੰਮੇਵਾਰ ਹੈ। ਕਿਉਂਕੀ, ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਸਲ ਸਾਈਜ $4.0x10^{-14}$m ਤੋ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਅਸੀਂ 5.5MeV ਤੋ ਅਧਿਕ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ á-ਕਣਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਨਿਕਟਮ ਪਹੁੰਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੋਰ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ ਅਤੇ ਤੱਦ ਖਿੰਡਾਅ (Scattering) ਘੱਟ ਰੇਂਜ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲਾ ਤੋ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੋਣ ਲੱਗੇਗਾ ਅਤੇ ਰੁਦਰਫੋਰਡ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪਰਿਕਲਨ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ ਬਦਲ ਜਾਣਗੇ ਰੁਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪਰਿਕਲਨ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਯੁਕਤ ਕਣਾ ਦੇ ਪਰਸਪਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਸ਼ੁੱਧ ਕੁਲਮ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸਣ ਬਲ ਤੇ ਅਧਾਰਤ ਹਨ। ਉਸ ਦੂਰੀ ਦੁਆਰਾ ਜਿਸ ਤੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪਰਿਕਲਨਾ (Calculation) ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਅੰਤਰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੋਣ ਲੱਗਦੇ ਹਨ, ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਸਾਈਜਾ ਦੇ ਇਸੇ ਬਾਰੇ ਇਸਤੋਂ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਜਿਥੇ-á ਕਣਾ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਤੇਜ ਗਤੀ ਇਲੇਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਉਤੇ ਬੁਛਾੜ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੋਵੇ, ਇਹਨਾ ਤੱਤਾ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਸਾਈਜ ਬਹੁਤ ਦੀ ਨੇੜਤਾ ਨਾਲ ਗਿਆਤ ਕੀਤੇ ਗਏ।

ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ Á ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ।

$R=R_O\ A^{1/3}$

ਜਿਥੇ- $R_O = 1.2x10^{-15}$ m ਹੈ।

ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਆਇਤਨ (ਜੋ R^3 ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ) ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ Á ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਘਣਤਵ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕਾ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਨ Á ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਨਾਭਿਕ ਇਸ ਸਥਿਰ ਘਣਤਵ ਦ੍ਰਵ ਦੀ ਬੂੰਦ ਵਰਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕੀ ਦ੍ਰਵ ਦਾ ਘਣਤਵ ਲਗਭਗ 2.3×10^{17} kg m^{-3} ਹੈ। ਆਮ ਪਦਾਰਥਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਸ ਘਣਤਵ ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇ ਪਾਣੀ ਲਈ ਘਣਤਵ ਸਿਰਫ 10^3 kg m^{-3} ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਵੀ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕੀ ਅਸੀ ਇਹ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਵੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਜਿਆਦਾਤਰ ਅੰਦਰੋ ਖਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋ ਬਣੇ ਦ੍ਰਵਾਂ ਵਿਚ ਬੜੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਖਾਲੀ ਸਥਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 13.1 ਲੋਹੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪੁੰਜ 55.85 u ਅਤੇ Á=56 ਹੈ,ਇਸਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਘਣਤਵ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

ਹਲ:- m_{Fe} =55.85 u

$u = 9.27 \times 10^{-26}$ kg

ਨਾਭਿਕੀ ਘਣਤਵ = $\frac{\text{ਪੁੰਜ}}{\text{ਆਇਤਨ}} = \frac{9.27\ \ 10^{26}}{(4\ \ /3)(1.2\ \ 10^{15})^3}\ \frac{1}{56}$

$= 2.29x10^{17}$ kg m^{-3}

ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਤਾਰੇ (ਇਕ ਪੁਲਾੜ ਭੋਤਿਕੀ ਪਿੰਡ) ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਘਣਤਵ ਇੱਸ ਘਣਤਵ ਦੇ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾ ਤਾਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜ ਇਸ ਕਦਰ ਸੰਪੀੜ੍ਹ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਤਾਰੇ ਆਪ ਇਕ ਵੱਡੇ ਨਾਭਿਕ ਵਾਂਗ ਵਿਚਰਦੇ ਹਨ।

13.4 ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕੀ-ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ (Mass Energy and Nuclear Binding Energy)

13.4.1 ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ

ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਆਪਣੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਾਪੇਖਿਤਾ ਸਿਧਾਂਤ (Special theory of relativity) ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕੀ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਕ ਰੂਪ ਹੈ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਾਪੇਖਿਤਾ ਸਿਧਾਂਤ ਤੋ ਪਹਿਲਾ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਪੁੰਜ ਸਿਰਫ ਊਰਜਾ ਦਾ ਰੂਪ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਹੋਰ ਰੂਪਾਂ,ਜਿਵੇ,ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵਿਚ ਬਦਲ ਸਕਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਬਦਲਨਾ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੈ।

ਇਸਦੇ ਲਈ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਜਿਹੜਾ ਮਸ਼ਹੂਰ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਸਮਾਨਤਾ ਸਬੰਧ ਦਿੱਤਾ ਓਹ ਹੈ

$$E = m c^2 \qquad (13.6)$$

ਇਥੇ E, ਪੁੰਜ m ਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ ਹੈ ਅਤੇ C ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ $3x10^8$ ਅਤੇ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 13.2- 1g ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

$$E = mc^2$$

ਹਲ: ਊਰਜਾ, $E = 10^{-3} x (3x10^8)^2 J$

$$E = 10^{-3} x 9x10^{16} J = 9x10^{13} J$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਇਕ ਗ੍ਰਾਮ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਵੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸਤੋ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਮਾਤਰਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ${}^{16}_{8}O$

ਆਈਨਸਟਈਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਸਬੰਧ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਸਚਾਈ,ਨਿਊਕਲੀਅਨਾਂ,ਨਾਭਿਕਾਂ,ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਰ ਹਾਲ ਹੀ ਵਿੱਚ ਖੋਜੇ ਗਏ ਕਣਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਨਾਭਿਕੀ-ਅਭਿਕਿਰਿਆਂਵਾ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿਚ ਹੋ ਚੁੱਕੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਇਹ ਕਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਅੰਤਿਮ ਊਰਜਾ ਬਰਾਬਰ ਹਨ ਬਸ਼ਰਤੇ ਕਿ ਪੁੰਜ ਤੋ ਸਬੰਧਤ ਊਰਜਾ ਵੀ ਇਸ ਵਿਚ ਪਾ ਲਈ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਸੰਕਲਪ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਇਹੋ ਪਾਠ ਦੇ ਅਗਲੇ ਕੁਝ ਅਨੁਭਾਗਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇ-ਵਸਤੂ ਹੈ।

13.4.2 ਨਾਭਿਕੀ-ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ

ਅਨੁਭਾਗ 13.2 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖੀਆ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਭਾਵੀ ਪੁੰਜ,ਇਸ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਕੁਲ ਜੋੜ $\sum$ m ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ ਨਾਭਿਕ ਪੁੰਜ M,ਹਮੇਸ਼ਾ $\sum$ m ਤੋ ਘੱਟ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਆਉ, ਅਸੀਂ ${}^{16}_{8}O$ ਨੂੰ ਲਈਏ। ਇਸ ਵਿੱਚ 8 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ 8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ,

8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ =8x1.008664 u

8 ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ =8x1.007274 u

8 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ =8x0.000554 u

ਇਸ ਲਈ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਭਾਵੀ ਪੁੰਜ =8x2.015934 =16.127444 u

ਪੁੰਜ ਸਪੈਕਟ੍ਰਾਸਕੋਪੀ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ $^{16}_{8}O$ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ 15.99493 u ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ 8 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ (8x0.000554) ਘਟਾਉਣ ਤੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਕਿ ਮਾਨ 15.990534 u ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਆਕਸੀਜਨ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਕੁੱਲ ਪੁੰਜ ਨਾਲੋਂ 0.136914 u ਘੱਟ ਹੈ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ΔM ਨੂੰ ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ (Mass defect) ਆਖਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਇੰਝ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ:

(13.7)

ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ (mass defect) ਦਾ ਕੀ ਅਰਥ ਹੈ ?

ਇੱਥੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਸਮਤੁਲਤਾ ਸਿਧਾਂਤ ਆਪਣੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਆਕਸੀਜਨ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਯੋਗ (ਅਬੰਧਿਤ ਅਵਸਥਾ (unbound state)) ਵਿੱਚ 8 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ 8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ) ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਆਕਸੀਜਨ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸਮਤੁਲ ਊਰਜਾ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੀ ਸਮਤੁਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਯੋਗ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਆਕਸੀਜਨ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ 8 ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਅਤੇ 8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰੋ ਤਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਵਾਧੂ ਊਰਜਾ $\Delta M c^2$ ਇਸ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਦੇਣੀ ਹੋਵੇਗੀ ਇਸਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ E_b ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਸਬੰਧਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ:

$$E_b = \Delta M c^2 \qquad (13.8)$$

ਉਦਾਹਰਨ 13.3 ਇੱਕ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਮਾਤਰਕ ਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਪਹਿਲੇ ਜੂਲ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ MeV. ਵਿੱਚ ਗਿਆਤ ਕਰੋ । ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਦੀ ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ MeV/c^2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਓ।

ਹੱਲ 1u = 1.6605×10^{-27} kg

ਇਸਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸਨੂੰ c^2 ਨਾਲ ਗੁਣਾਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ $^{16}_{8}O$ M $[Zm_p$ $(A$ $Z)m_n]$ M

$= 1.6605 \times 10^{-27} \times (2.9979 \times 10^8)^2$ kg m^2/s^2

$= 1.4924 \times 10^{-10}$ J

$$\frac{1.4924 \quad 10^{10}}{1.602 \quad 10^{19}} \text{eV}$$

$= 0.9315 \times 10^9$ eV

$= 931.5$ MeV

ਅਤੇ , 1u = 931.5 MeV/c^2

$^{16}_{8}O$ ਦੇ ਲਈ ΔM = 0.13691 u = 0.13691×931.5 MeV/c^2

= 127.5 MeV/c^2

$^{16}_{8}O$ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ 127.5 MeV/c^2 ਹੈ।

ਜੇ ਕੁਝ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਨੂੰ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਲਿਆ ਕੇ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ E_b ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਊਰਜਾ ΔE_b ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ (Binding Energy) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਸਾਨੂੰ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਕੁਲ ਊਰਜਾ E_b ਦੇਣੀ ਪਵੇਗੀ।

ਭਾਵੇਂ ਅਸੀਂ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰਾਂ ਤੋੜ ਨਹੀਂ ਸਕਦੇ ਫਿਰ ਵੀ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਇਹ ਤਾਂ ਦੱਸਦੀ ਹੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕਣਾਂ ਦੀ ਬੰਧਨ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ ਮਾਪ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ (Binding energy per nucleon) E_{bn}, ਹੈ। ਜੋ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ E_{bn}, ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਨਿਊਕਲੀਅਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ A ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ। $\Delta E_{bn} = E_b / A$ (13.9)

ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ

(ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ)

ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ

ਅਸੀਂ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਨੂੰ ਇੰਝ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇਸਦੇ ਨਿਊਕਲੀਆਨਾਂ ਤੋਂ ਵੱਖ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 13.1 ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ E_{bn} ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਗ੍ਰਾਫ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ

1) ਵਿਚਲੀਆਂ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ($30<A<170$) ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ E_{bn}, ਦਾ ਮਾਨ ਸਥਿਰ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ।

ਵਕਰ A= 56 ਦੇ ਲਈ ਲਗਭਗ 8.75MeV ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਅਤੇ A=238 ਦੇ ਲਈ 7.6 MeV ਦਰਸਾਉਂਦਾਹੈ।

2) ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ($A<30$) ਅਤੇ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕਾਂ ($A<170$) ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੀ E_{bn} ਦਾ ਮਾਨ ਵਿਚਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਅਸੀਂ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਸਿੱਟੇ ਤੇ ਪਹੁੰਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ:

I. ਇਹ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਕੁੱਝ MeV ਬੰਧਨ ਬਨਾਉਣ ਲਈ ਇਹ ਕਾਫੀ ਹੈ।

II.$30<A<170$ ਦੀ ਸੀਮਾ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਬਲ ਲਘੂ ਪਰਾਸੀ (Short ranged) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵੱਡੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇਹ ਆਪਣੇ ਆਸ-ਪੜੋਸ ਦੇ ਸਿਰਫ ਉਹਨਾ ਨਿਊਕਲੀਅਨਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਇਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਬਲ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਆਉਣਗੇ। ਜੇ ਕੋਈ ਹੋਰ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਇਸ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਬਲ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰ ਹੈ, ਤਾਂ ਉਹ ਇਸ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਦੀ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਮਸਾਂ ਵੀ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ P ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਇਹਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ P ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ pk ਮੰਨੀਏ, ਜਿਥੇ r ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਵਿਮਾਵਾ (Dimensions) ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ ਊਰਜਾ ਦੀ ਹਨ । ਹੁਣ ਜੇ ਅਸੀਂ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਧਾਕੇ A ਦਾ ਮਾਨ ਵਧਾਈਏ, ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਿਊਕਲੀਅਨਾਂ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ। ਕਿਉਕਿ ਕਿਸੇ ਵੀ ਵੱਡੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾਤਰ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸਤਹ ਦੀ ਬਜਾਏ, ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਤੇ A ਦੇ ਵਾਧੇ ਦਾ ਕੱਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਨ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਲਗਭਗ pk ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਉਹ ਗੁਣ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਸਿਰਫ ਅਪਣੇ ਨਜਦੀਕ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤੀ ਗੁਣ (Saturation Property of Nuclear Force) ਕਹਾਂਉਦਾ ਹੈ।

III .ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਭਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਜਿਵੇਂ Á=240 ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ Á=120 ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਜੇ Á=240 ਦਾ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ Á=120 ਦੇ ਦੋ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਜਿਆਦਾ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਪਰਿਵੱਧ ਹੋਣਗੇ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਵਿਖੰਡਨ (Fussion) ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਨ

ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਨੁਭਾਗ 13.7.1 ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

IV. ਸੋਚੋ ਕਿ ਜੇ ਦੋ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ($A<10$) ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਇੱਕ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਂਉਦੇ ਹਨ। ਸੰਯੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਇਸ ਭਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਬੰਧਨ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅੰਤਿਮ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਕਣ ਆਰੰਭਿਕ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਬੰਨੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਇੱਥੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਇਸ ਕਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਸੂਰਜ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਮਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਨੁਭਾਗ 13.7.3 ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

13.5 ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ (Nuclear Force)

ਉਹ ਬਲ ਜੋ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਡਾ ਜਾਣਿਆ ਪਹਿਚਾਣਿਆ ਕੂਲਮ ਬਲ ਹੈ।

ਅਨੁਭਾਗ 13.4 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਔਸਤ ਪੁੰਜ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਲਗਭਗ 8MeV ਹੈ ਜੋ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਜੋੜ ਕੇ ਰੱਖਣ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ। ਇਹ ਬਲ ਇਨਾਂ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਕਿ (ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ) ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗ ਰਹੇ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਹੋਕੇ ਪੌਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੋਵਾ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਸੁਖਮ ਆਇਤਨ ਨੂੰ ਬੰਨ ਕੇ ਰੱਖ ਸਕੇ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਵੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਲੀਅਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਨੂੰ ਇਨ੍ਹਾ ਦੀ ਲਘੂ ਪਰਾਮੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਦੁਆਰਾ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਧਨ ਬਲਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਗਿਆਨ 1930 ਤੋਂ 1950 ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਈ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਚਿਤਰ 13.2 ਇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਯੁਗਮ (Pair) ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਫਲਨ (Funtion)ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ r_0 ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਹੋਣ ਤੇ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ r_0 ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਹੈ ਤੇ ਤੇਜ਼ ਆਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ । ਆਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਉਚੱਤਮ ਵੱਧ ਉਦੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ r_0 ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

I. ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ, ਚਾਰਜਾ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਕੂਲਮ ਬਲ ਅਤੇ ਪੁੰਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਧਨ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਕੂਲਮ ਆਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਤੇ ਕਾਬੂ ਪਾਉਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਲਈ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਕੂਲਮ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾ ਤਾਕਤਵਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਗੁਰੁਤਾਅਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਤਾਂ ਕੂਲਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਕਾਫੀ ਕਮਜੋਰ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

II. ਨਿਊਕਲੀਅਨਾ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਵਧਾਕੇ ਕੁਝ ਫੈਮਟੋਮੀਟਰ(Femtometer) ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਰਨ ਤੇ ਉਹਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਘਟਕੇ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਾਰਨ, ਔਸਤ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਸਾਇਜ਼ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਵਿੱਚ ਬਲਾਂ ਦੀ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤਾ(Saturation of Force) ਵਾਲੀ ਸਥਿਤੀ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਊਰਜਾ ਸਥਿਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਦੋ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (Potential energy) ਅਤੇ ਉਹਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਗ੍ਰਾਫ ਚਿੱਤਰ 13.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਲਗਭਗ 0.8 fm ਦੀ ਦੂਰੀ r_0 ਤੇ ਸਥਿਤਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੋਇਆ ਜੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 0.8 fm ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ 0.8 fm ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

III)ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ-ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਪਰਿਣਾਮ (Magnitude) ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਬਿਜਲ ਚਾਰਜ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦੇ। ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗੁਰੁਤਾ ਨਿਯਮ ਦੇ ਵਾਂਗ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਸਰਲ ਗਣਿਤਮਕ ਰੂਪ ਨਹੀਂ ਹੈ।

13.6 ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵਤਾ (Radio Activity)

ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵਤਾ ਦੀ ਖੋਜ ਏ. ਐਚ. ਬੈਕੇਰਲ A.H.Bacquerel ਨੇ ਸੰਨ 1836 ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਗ ਵਸ ਕੀਤੀ। ਯੋਗਿਕਾਂ ਨੂੰ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਵਿਕਿਰਣਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਦੀਪਤਾ (flourescence)ਅਤੇ ਸੱਫੁਰਦੀਪਤਾ (phosphorescence) ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਬੈਕੇਰਲ ਨੇ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਪਰਿਘਟਨਾ ਵੇਖੀ । ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਸਲਫੇਟ ਦੇ ਕੁਝ ਟੁੱਕੜਿਆ ਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਾਉਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਉਹਨਾ ਨੇ ਉਸਨੂੰ ਕਾਲੇ ਕਾਗਜ ਵਿਚ ਲਪੇਟ ਦਿੱਤਾ ਅਤੇ ਇਸ ਪੈਕੇਟ ਅਤੇ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਪਲੇਟ ਵਿਚ ਇਕ ਚਾਦੀ ਦਾ ਟੁਕੜਾ ਰੱਖਿਆ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਕਈ ਘੰਟਿਆ ਤੱਕ ਰੱਖਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਜਦੋ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਪਲੇਟ ਨੂੰ ਉਕੇਰੀਆ (develope) ਤਾਂ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਇਹ ਪਲੇਟ ਕਾਲੀ ਪੈ ਚੁੱਕੀ ਸੀ) ਇਹ ਕਿਸੇ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਵਸਤੂ ਕਾਰਨ ਹੋਇਆ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਯੌਗਿਕ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਈ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਕਾਲੇ ਕਾਗਜ ਅਤੇ ਚਾਦੀ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਭੇਦ ਕੇ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਪਲੇਟ ਤੇ ਪਹੁੰਚੀ ਹੋਵੇਗੀ।

ਬਾਅਦ ਵਿਚ ਕੀਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵਤਾ ਇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਅਸਥਿਰ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਖੇ.(decay)ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਨੂੰ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਖੇ (rodioactive decay) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਕੁਦਰਤ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਤਰ੍ਹਾ ਦੇ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਖੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ-

(1) α -ਖੇ ,ਜਿਸ ਵਿਚ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕ $^{4}_{2}He$ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(2) β-ਖੇ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪਾਜਿਟ੍ਰਾਨ(positron) (ਉਹ ਕਣ ਜਿਸਦਾ ਪੁੰਜ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਚਾਰਜ ਠੀਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਉਲਟ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(3) γ-ਖੇ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਉੱਚ ਉਰਜਾ (100keV ਜਾਂ ਅਧਿੱਕ) ਦੇ ਫੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਇਹਨਾ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਖੇ. ਤੇ ਅੱਗੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

13.6.1 ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਨਿਯਮ

ਕਿਸੇ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਜਿੱਥੇ α, β ਅਤੇ γ ਖੇ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕੁੱਲ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N ਹੋਵੇ ਅਤੇ Δt ਸਮੇ ਤੇ Δ N ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਖੇ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ

ਅਤੇ $\Delta N/\Delta t = \lambda N,$ (13.10)

ਜਿਥੇ λ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਅੰਕ (Radio Active decay constant) ਜਾਂ ਵਿਘਟਨ ਸਥਿਰਾਂਕ ਹੈ।(disintegration Constant)

Δt ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਹੋਇਆ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੈ $dN = -dN$ ਇਸਲਈ (ਜੇ $\Delta t \to 0$)) ਤਾਂ N ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਹੈ

$$\frac{dN}{dt} \quad - \quad N$$

ਜਾਂ $$\frac{dN}{N} \quad - \quad dt$$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਦਾ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸੇ ਸਮਾਕਲਨ (Integration) ਕਰਨ ਤੇ

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{t_0}^{t} dt \qquad (13.11)$$

ਅਤੇ $\ln N - \ln N_0 = -\lambda (t - t_0)$ (13.12)

ਇੱਥੇ N_0 ਕਿਸੇ ਪਲ t_0 ਤੇ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। $t_0 = 0$ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (13.12) ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਲਿਖਣ ਤੇ

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t \qquad (13.13)$$

ਜਿਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (13.14)$$

ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਬਲਬ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਚਰ ਘਾਤਕੀ ਖੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਪਾਲਨਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਜੇ ਅਸੀ ਹਜਾਰ ਬਲਬਾਂ ਦੀ ਉਮਰ (ਉਹ ਕਾਲ ਜਿਸਦੇ ਬਾਅਦ ਉਹ ਫਿਊਜ ਹੋਣਗੇ) ਦਾ ਪਰੀਖਣ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਆਸ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਸਾਰੇ ਬਲਬ ਲਗਭਗ ਇੱਕਠੇ ਫਿਊਜ ਹੋਣਗੇ। ਰੇਡਿਓ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਖੇ ਇੱਕ ਵੱਖ ਨਿਯਮ , ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (13.14) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਖੇ ਦਰ R ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਂਕ ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਜੇ ਸਮੇ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ΔN ਤਾਂ $dN = -\Delta N$। ਧਨਾਤਮਕ ਰਾਸ਼ੀ R ਦੀ ਹੇਠ ਵਿਆਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ:– $R = -\frac{dN}{dt}$

ਸਮੀਕਰਨ (13.14) ਦਾ ਅਵਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ ;

$$R = \frac{-dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

ਅਤੇ $R = R_0 e^{-\lambda t}$ (13.15)

ਇਹ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ (ਕਿਉਂਕਿ ਤੁਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ 13.15 ਦੇ ਸਮਾਕਲਨ (Integration) ਕਰਕੇ ਸਮੀਕਰਨ 13.14 ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ) ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਸਾਨੂੰ $R_0 = \lambda N_0$ ਤੇ $t = 0$. ਖੇ ਦਰ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਖੇ ਦਰ R ਉਸ ਸਮੇ ਦੇ ਤੇ ਅਵਿਘਟਿਤ (Undecayed) ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ N ਨਾਲ ਹੇਠ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੀਹੈ;

$$R = \lambda N \qquad 13.16$$

ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਖੇ ਦਰ ਵੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਪਣ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਨਾਂ ਐਕਟਿਵਤਾ(Activity) ਹੈ। ਇਸਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਬੈਕੇਰਲ (ਪ੍ਰਤੀਕ Bq) ਹੈ ਜੋ ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵਤਾ ਦੀ ਖੋਜ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹੇਨਰੀ ਬੈਕੇਰਲ ਦੀ ਯਾਦ ਵਿੱਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 13.3 ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆਂ ਦੀ ਦਰ ਘਾਤਾਂਕੀ (Exponential) ਖੇ ਹਰ $T_{1/2}$ ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਾਦ ਦਿੱਤੀ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

1 ਬੈਕੇਰਲ ਦਾ ਅਰਥ ਇੱਕ ਖੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਹੈ। ਇੱਕ ਦੂਸਰੀ ਮਾਤ੍ਰਕ ਕਿਊਰੀ (Curie) (ਪ੍ਰਤੀਕ Ci) ਵੀ ਆਮਤੋਰ ਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜੋ SI ਮਾਤ੍ਰਕ Bq ਨਾਲ ਹੇਠਾਂ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ:–

1 ਕਿਊਰੀ = 1 Ci = 3.7×10^{10} ਖੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ

= 3.7×10^{10} Bq

ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੇਡਿਓ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਖੇ ਦਰ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵਖਰਾਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਗੁਣ ਨੂੰ ਅਰਧ ਉਮਰ (Half Life) ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਰੇਡਿਓ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਉਮਰ $T_{1/2}$ ਉਹ ਸਮਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਆਰੰਭਿਕ ਸੰਖਿਆ (ਮੰਨਿਆ ਕਿ N_0) ਦੀ ਅੱਧੀ ਮਤਲਬ ($N_0/2$) ਰਹਿ ਜਾਵੇ।

ਸਮੀਕਰਨ (13.14) ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ $t = T_{1/2}$

ਅਤੇ $N = N_0/2$ ਰੱਖਣ ਤੇ

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda} \qquad (13.17)$$

ਸਮੀਕਰਨ (13.16) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ , ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਸੰਖਿਆ $T_{1/2}$, ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਅੱਧੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਐਕਟਿਵਿਟੀ R_0 ਵੀ ਇਸ ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ ।

ਇੱਕ ਹੋਰ ਸੰਬੰਧਿਤ ਮਾਪਦੰਡ ਔਸਤ ਉਮਰ (t) ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਵੀ ਸਮੀਕਰਨ (13.14) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਮੇ ਅੰਤਰਾਲ t ਤੋਂ $t + \Delta t$ ਵਿਖੇ ਖੇ- ਹੋਏ ਨਾਭਿਕ $R(t)\Delta t$ ($= \lambda N_0 e^{-\lambda t}\Delta t$) ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਸਾਰੇ t ਸਮੇ ਤਕ ਜੀਵਿਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਕੁਝ ਜੀਵਨ $t\,\lambda N_0 e^{-\lambda t}$.ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਕੁਝ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਜੀਵਨ ਕਾਲ ਘੱਟ ਅਤੇ ਕੁਝ ਦਾ ਜੀਵਨ ਕਾਲ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਔਸਤ ਉਮਰ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਉਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦਾ ਕੁਝ ਸਮੇ 0 ਤੋਂ ਤੱਕ ਦੇ ਲਈ ਜੋੜ (ਯਾ ਸਮਾਕਲਨ) ਕਰਕੇ ਸਮੇ t=0 ਤੇ ਮੌਜੂਦ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N_0 ਤੇ ਵੰਡ ਦੇਣਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ

$$\tau = \frac{\lambda N_0 \int_0^\infty t e^{-\lambda t} dt}{N_0} = \lambda \int_0^\infty t e^{-\lambda t} dt$$

ਇਸ ਸਮਾਕਲਨ ਨੂੰ ਕਰਨ ਤੇ

$\tau = 1/\lambda$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

ਉਪਰੋਕਤ ਸਿੱਟਿਆ ਦਾ ਅਸੀਂ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦਰਸ਼ਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2 \qquad (13.18)$$

ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵ ਤੱਤ(ਜਿਵੇਂ ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ ਅਤੇ ਪਲੂਟੋਨਿਯਮ) ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਅਰਧ ਉਮਰ ਦੁਨੀਆਂ ਦੀ ਉਮਰ (ਲਗਭਗ 15 ਅਰਬ ਸਾਲ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਕਾਫੀ ਸਮੇਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋ ਚੁਕੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਨਹੀ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬਨਾਵਟੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਉਤਪਾਦਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

ਉਦਾਹਰਨ 13.4 ਖੇ ਹੋ ਰਹੇ $^{238}_{92}U$ ਦੀ , α ਖੇ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ ਆਯੂ 4.5×10^9 ਸਾਲ ਹੈ । $^{238}_{92}U$ ਦੇ 1g ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ ਕੀ ਹੈ ?

ਹੱਲ : $T_{1/2} = 4.5 \times 10^9$ y

$= 4.5 \times 10^9$ y x 3.16×10^7 s/y

$= 1.42 \times 10^{17}$s

ਕਿਸੇ ਸਮਸਥਾਨਕ ਦੇ 1 kmol ਵਿੱਚ ਅਵਿਗਾਡਰੋ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ:1g, $^{238}_{92}U$ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ $\frac{1}{238 \times 10^{-3}}$ kmol $\times 6.025 \times 10^{26}$ ਪਰਮਾਣੂ /kmol

$= 25.3 \times 10^{20}$ ਹੈ।

ਖੇ ਦਰ R ਹੈ।

$R = \lambda N$

$\dfrac{0.693}{T_{1/2}} N \qquad \dfrac{0.693 \quad 25.3 \quad 10^{20}}{1.42 \quad 10^{17}} s \quad ^{1}$

$= 1.23 \times 10^4\ s^{-1}$

$= 1.23 \times 10^4$ Bq

ਉਦਹਾਰਣ 13.5 β ਖੇ ਦੁਆਰਾ , ਟ੍ਰਾਇਟਿਯਮ ਦੀ ਅਰਧ ਉਮਰ 12.5 ਸਾਲ ਹੈ। 25 ਸਾਲਾਂ ਬਾਅਦ ਸ਼ੁੱਧ ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ ਦੇ ਇੱਕ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਕਿੰਨਾ ਭਾਗ ਅਵਿਘਟਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਹੱਲ: ਪਰਿਭਾਸ਼ਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ 12.5 ਸਾਲ ਬਾਅਦ ਟ੍ਰਇਟਿਅਮ ਦੇ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ½ ਭਾਗ ਬਚੇਗਾ। ਅਗਲੇ 12.5 ਸਾਲ ਬਾਅਦ ਇਸ ਅੱਧੇ ਦਾ ਫਿਰ ਅੱਧਾ ਮਤਲਬ ¼ ਭਾਗ ਬਚੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ 25 ਸਾਲ ਬਾਅਦ ਸ਼ੁਧ ਟ੍ਰਾਇਟਿਯਮ ਦੇ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ¼ ਅਵਿਘਟਿਤ ਭਾਗ ਰਹੇਗਾ।

13.6.2 ਐਲਫਾ ਖੇ

${}^{238}_{92}U$ ਦਾ ${}^{234}_{90}Th$ ਵਿੱਚ ਖੇ ਅਲਫਾ ਖੇ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਚੱਲਿਤ ਓਦਹਾਰਨ ਹੈ । ਇੱਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕ ${}^{4}_{2}He$ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:

$${}^{238}_{92}U \dashrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He \qquad (13.19)$$

ਐਲਫਾ ਖੇ ਵਿੱਚ ਉਤਪਾਦਿਤ ਵਿਘਟਨ ਯੋਗ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆਂ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਮੂਲ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਨਾਲੇ 4 ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਅੰਕ 2 ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਨਾਭਿਕ ${}^{A}_{Z}X$ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ${}^{A}_{Z}\,{}^{4}_{2}Y$ ਦੇ ਵਿਘਟਨ ਦੇ ਰੂਪਾਂਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀ ਹੇਠਾਂ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਦਰਸ਼ਾਉਦੇਂ ਹਾਂ:–

$${}^{A}_{Z}X \dashrightarrow {}^{A}_{Z}\,{}^{4}_{2}Y + {}^{4}_{2}He \qquad (13.20)$$

ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਸਮਤੁਲਤਾ ਸੰਬੰਧ [ਸਮੀਕਰਨ 13.6] ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਤੋ ਇਹ ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸੁਭਾਵਿਕ ਖੇ ਸਿਰਫ ਉਦੋ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋ ਵਿਘਟਿਤ ਉਤਪਾਦਾਂ ਦਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੋ ਘੱਟ ਹੋਵੇ। ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਇਹ ਅੰਤਰ ਉਤਪਾਦ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੂਚੀ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ${}^{234}_{90}Th$ ਅਤੇ ${}^{4}_{2}He$ ਦਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ${}^{238}_{92}U$ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਵਿਘਟਿਤ ਉਤਪਾਦਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਅੰਤਰ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ Q ਮਾਨ (Q-value) ਜਾਂ ਵਿਘਟਨ ਊਰਜਾ (Disintegration Energy) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ।

ਐਲਫਾ ਖੇ ਵਿੱਚ

$$Q = (m_X - m_Y - m_{He})\, c^2 \qquad (13.21)$$

ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਹ ਮਾਨ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਈ ਕੁਲ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਉਤਪਾਦਾ ਦੀ ਕੁਲ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਜੇ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਨਾਭਿਕ X ਸਥਿਰ ਹੈ) ਵੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਤਾਪ ਨਿਕਾਸੀ (Exothermtic reaction) ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ (ਜਿਵੇ ਕਿ ਐਲਫਾ ਖੇ) ਦੇ ਲਈ Q>0 ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 13.6 ਸਾਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਹਨ:–

= 238.05079 u $\quad {}^{4}_{2}He$ = 4.00260 u

${}^{234}_{90}Th$ = 234.04363 u $\quad {}^{1}_{1}H$ = 1.00783 u

${}^{237}_{91}Pa$ = 237.05121 u

ਇਥੇ ਪ੍ਰਤੀਕ Pa ਤੱਤ ਪ੍ਰੋਟਐਕਟੀਨੀਅਮ (Z = 91) ਦੇ ਲਈ ਹੈ।

a) ${}^{238}_{92}U$ ਦੇ α ਖੇ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

b ਦਰਸਾਓ ਕਿ ${}^{238}_{92}U$ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਦਾ।

ਹੱਲ a) ${}^{238}_{92}U$ ਦਾ ਅਲਫਾ ਖੇ ਸਮੀਕਰਨ 13.20 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ:

$$Q = (M_U - M_{Th} - M_{He})\, c^2$$

ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਆਂਕੜੇ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿੱਚ ਸੂਤਰ ਭਰਨ ਤੇ,

$$Q = (238.05079 - 234.04363 - 4.00260)\text{u} \times c^2$$
$$= (0.00456\text{ u})\, c^2$$
$$= (0.00456\text{ u})\,(931.5\text{ MeV/u})$$
$$= 4.25\text{ MeV.}$$

b) ਜੇ ${}^{238}_{92}U$ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵਿਘਟਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਇਵੇ ਲਿਖਾਗੇ:–

$${}^{238}_{92}U \dashrightarrow {}^{237}_{91}Pa + {}^{1}_{1}H$$

ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਸੰਭਵ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਲਈ

$$= (M_U - M_{Pa} - M_H)\, c^2 \quad {}^{238}_{92}U$$
$$= (238.05079 - 237.05121 - 1.00783)\text{ u} \times c^2$$
$$= (-0.00825\text{ u})\, c^2$$
$$= -(0.00825\text{ u})(931.5\text{ MeV/u})$$
$$= -7.68\text{ MeV}$$

ਇਥੇ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ Q ਕਿਉਂਕਿ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦਾ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋਣਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀ ਹੈ।${}^{238}_{92}U$ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਸਨੂੰ 7.68MeV ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨੀ ਪਵੇਗੀ ।

13.6.3 ਬੀਟਾ-ਖੇ (Beta Decay)

ਬੀਟਾ–ਖੇ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚੋ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (β^--ਖੇ) ਜਾਂ ਇਕ ਪੱਾਜੀਟ੍ਰਾਨ (β^+–ਖੇ) ਦਾ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । β^- ਖੇ ਅਤੇ β^+ - ਖੇ ਦੇ ਆਮ ਉਦਾਹਰਨ ਹੇਠਾ ਦਿੱਤੇ ਹਨ

:

$${}^{32}_{15}P \quad {}^{32}_{16}S \quad e \quad - \qquad (13.22)$$

$${}^{22}_{11}Na \quad {}^{22}_{10}Ne \quad e \qquad (13.23)$$

ਇਹ ਖੇ **ਸਮੀਕਰਨ** (13.14) ਅਤੇ (13.15) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੀ ਹਨ ਜਿਸ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਇਹ ਅੰਦਾਜਾ ਨਹੀ ਲਾ ਸਕਦੇ ਕਿ ਕਿਹੜੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਖੇ–ਹੋਵੇਗਾ । ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਖੇ ਨੂੰ ਅਰਧ ਆਯੂ (T1/2) ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਘਟਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ–ਉਮਰ 14.3 ਦਿਨ ਅਤੇ 2.6 ਸਾਲ ਹੈ । β^- ਖੇ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਇਕ ਐਂਟੀਨਿਊਟਰੀਨੋ (Antineutrino) (−) ਦਾ ਵੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

ਅਤੇ β^+-ਖੇ ਇੱਚ ਪਾਜੀਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਊਟ੍ਰੀਨੋ (Neutrino) (v) ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਨਿਊਟ੍ਰੀਨੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਪੁੰਜ (ਲਗਭਗ ਸਿਫਰ) ਵਾਲੇ ਅਣ–ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਹੋਰ ਕਣਾ ਦੇ ਨਾਲ ਸਿਰਫ ਖੀਣ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ (Weak Interaction) ਕਰਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਬਿਨਾਂ ਕਿਰਿਆ ਕੀਤੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ (ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵੀ) ਨੂੰ ਵੀ ਪਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸੂਹ ਲਭਨੀ ਬੜੀ ਔਖੀ ਹੈ । β^- ਅਤੇ β^+ ਦੋਵੇ ਵਿਘਟਨਾ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ Á ਨਹੀਂ ਬਦਲੀ β^-–ਖੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ Z1 ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ β^+ - ਖੇ ਵਿਚ 1 ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । β^- - ਖੇ ਵਿਚ ਮੂਲ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਹੈ

$$n \rightarrow p + e^{-} + - \qquad (13.24)$$

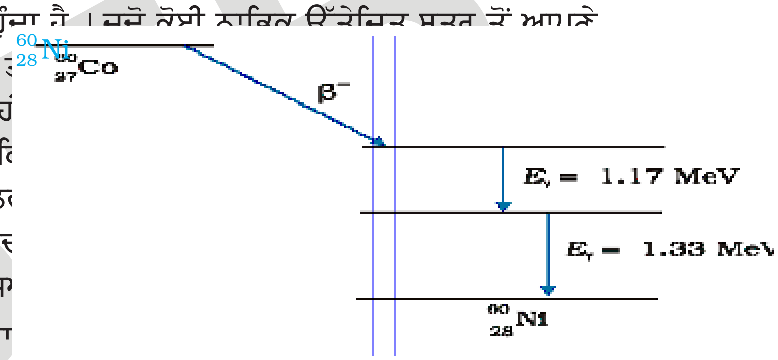
ਅਤੇ β^+ - ਖੇ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$p \rightarrow n + e^{+} + \nu \qquad (13.25)$$

ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨਾਲੋ ਘੱਟ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਚ ਖੇ (ਸਮੀ (13.25)) ਸਿਰਫ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦਕਿ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਵਿਘਟਨ ਮੁਕਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੈ (ਸਮੀ (13.24))

13.6.4 ਗਾਮਾ-ਖੇ (Gamma Decay)

ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵੱਖ–ਵੱਖ ਉਰਜਾ ਸਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਭੋ ਸਤਰ (Ground State) ਅਤੇ ਉੱਤੇਜਿਤ ਸਤਰ (Excited State) ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਉਰਜਾ ਮਾਨਾ ਵਿਚ ਹੋਰ ਵੀ ਵੱਧ ਵਿਲੱਖਣਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਪਰਮਾਣਵੀ ਉਰਜਾ ਸਤਰਾ (Atomic Energy Levels) ਦਾ ਕੋਟੀਮਾਨ (Order) eV ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਉਰਜਾ ਸਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ (MeV) ਦੇ ਕੋਟੀਮਾਨ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਦੋ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਉੱਤੇਜਿਤ ਸਤਰ ਤੋਂ ਆਪਣੇ ਆਪ ਭੋ ਸਤਰ (ਜਾਂ ਥੱਲੜੇ ਉਰਜਾ ਸਤਰ) ਤੇ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਤ ਉਰਜਾ ਦਾ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਹ X–ਕਿਰਣਾ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੀ ਵਿ ਸਾਧਾਰਨ ਤੌਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਗਾਮਾ ਕਿਰਣ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਐਲ Nucleus) ਦੇ ਉੱਤੇਜਿਤ ਅਵਸਥਾ (Excited State) ਵਿ ਆਉਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿਚ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਤੋਂ ਜਿ ਅਤੇ 1.33MeV ਉਰਜਾਵਾਂ ਦੀ ਗਾਮਾ ਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਲੜੀਵਾ



ਦੁਆਰਾ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਤਿ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਚਿੱਤਰ 13.4 → $^{60}_{28}$Ni ਦੇ β - ਖੇ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਵਿਘਟਿਤ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚੋਂ 2 ਗਾਮਾ ਕਿਰਣਾ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ।

13.7 ਨਾਭਿਕੀ ਊਰਜਾ (Nuclear Energy)

ਚਿੱਤਰ 13.1 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ E_{bn} ਵਕਰ ਵਿਚ A = 30 ਅਤੇ A = 170 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇਕ ਲੰਬਾ ਪੱਧਰਾ ਭਾਗ ਹੈ । ਇਸ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ (8.0Mev) ਹੈ । ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ A>30 ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਅਤੇ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕਾਂ A>170 ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਵਿਚ ਜਿਵੇ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਦੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਂਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ 8.0MeV ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ । ਜੇ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵੱਧ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸ ਬੰਧਿਤ ਸਿਸਟਮ ਵਰਗੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਇਸ ਕਾਰਨ ਜੇ ਕੋਈ ਘੱਟ ਕੁਲ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲਾ ਨਾਭਿਕ ਕਿਸੇ ਵੱਧ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੁਲ ਊਰਜਾ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲੇਗੀ ਕਿਸੇ ਭਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਦੋ ਅਤੇ ਦੋ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਪੁੰਜ ਖੰਡਾ (ਵਿਖੰਡਨ) ਅਤੇ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਕਿਸੇ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਨ (Fusion) ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਵੇ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਕੋਲੇ ਅਤੇ ਪੈਟ੍ਰੋਲੀਅਮ ਵਰਗੇ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਊਰਜਾ ਸੋਮਿਆ ਵਿੱਚ ਤਾਪਨਿਕਾਸੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ । ਇਥੇ ਨਿਕਾਸ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ ਦੀ ਦਰ ਦੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਦਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿਚ, MeV ਦਰ ਦੀ ਊਰਜਾ ਨਿਸ਼ਕਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪੁੰਜ ਦੀ ਸਮਾਨ ਮਾਤਰਾ ਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੋਮਿਆ ਦੀ ਬਜਾਏ ਨਾਭਿਕ ਸੋਮੇ ਲੱਖਾ ਗੁਣਾ ਊਰਜਾ ਦਾ ਨਿਕਾਸ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ 1kg ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 10^{14} J ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦਕਿ 1kg ਕੋਲੇ ਦੇ ਦਹਿਣ ਤੋਂ 10^{7} J ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

13.7.1 ਵਿਖੰਡਨ (Fission)

ਕੁਦਰਤੀ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਵਿਘਟਨਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਨਾਭਿਕਾਂ ਤੇ ਹੋਰ ਨਾਭਿਕੀ ਕਣਾ ਜਿਵੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ, ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਐਲਫਾ-ਕਣ ਆਦਿ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆਵਾ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਨ ਦੀ ਨਵੀ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾ ਬਣਦੀ ਹਨ।

ਵਿਖੰਡਨ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਹੈ । ਵ੍ਰਿਖੰਡਨ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ ਵਜੋ ਜਦੋ ਕਿਸੇ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਸਮਸਥਨਕ $^{235}_{92}U$ ਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਬੰਬਾਰੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਦੋ ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਪੁੰਜ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕੀ ਖੰਡਾ ਵਿਚ ਵਿਖੰਡਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ:

$$^{1}_{0}n \quad ^{235}_{92}U \quad ^{236}_{92}U \quad ^{144}_{56}Ba \quad ^{89}_{36}Kr \quad 3\,^{1}_{0}n \qquad (13.26)$$

ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਪੁੰਜ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵੱਖ ਯੁਗਮ ਵੀ ਉਤਪੰਨ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ:-

$$^{1}_{0}n \quad ^{235}_{92}U \quad ^{236}_{92}U \quad ^{133}_{51}Sb \quad ^{99}_{41}Nb \quad 4\,^{1}_{0}n \qquad (13.27)$$

ਇਕ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ :

$$^{1}_{0}n \quad ^{235}_{92}U \quad ^{140}_{54}Xe \quad ^{94}_{38}Sr \quad 2\,^{1}_{0}n \qquad (13.28)$$

ਇਹ ਵਿਖੰਡਿਤ ਉਤਪਾਦ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਉਦੋ ਤਕ β^{-} ਖੇ ਦੀ ਲੜੀ ਚਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋ ਤਕ ਕਿ ਅੰਤ ਵਿਚ ਸਥਿਰ ਖੰਡ ਨਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਣ । ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਵਰਗੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਵਿਖੰਡਨ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਨਿਕਲੀ ਊਰਜਾ (Q-ਮਾਨ) ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਖੰਡਿਤ ਨਾਭਿਕ 200 MeV ਦੀ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸਦਾ ਆਕਲਨ ਅਸੀ ਇੰਝ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :-

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ ਦਾ A = 240 ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ A = 120 ਦੇ ਦੋ ਖੰਡਾ ਵਿਚ ਵਿਖੰਡਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਤਦ A = 240 ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਈ E_{bn} ਲਗਭਗ 7.6 MeV ਤੋਂ (ਦੇਖੋ ਚਿੱਤਰ 13.1) ।

A = 120 ਵਾਲੇ ਵਿਖੰਡਿਤ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਈ E_{bn} ਲਗਭਗ 8.5MeV ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਭਿਕਲਿਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲਾਭ ਲਗਭਗ 0.9MeV ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਿਚ ਕੁਲ ਲਾਭ 240x0.9 ਯਾ 216MeV ਹੈ । ਵਿਖੰਡਨ ਦੀ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਘਟਨ ਊਰਜਾ ਪਹਿਲੇ ਖੇ-ਉਤਪਾਦਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ

ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ।ਅੰਤ ਵਿਚ ਇਹ ਆਲੇ-ਦੁਆਲੇ ਦੇ ਮਾਦੇ ਤੋਂ ਤਬਦੀਲ ਹੋਕੇ ਤਾਪ ਵਿਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰਾਂ ਵਿਚ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਪਰਮਾਣੂ ਬੰਬ ਵਿਚ ਨਿਕਲਨ ਵਾਲੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਊਰਜਾ ਬੇਕਾਬੂ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਹੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਅਗਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਕੁਝ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਇਹ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਕਿਵੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

13.7.2 ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ (Nuclear Reacter)

ਸਮੀਕਰਨਾਂ 13.26 ਤੋਂ 13.28 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਇਕ ਅਤੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸੱਚਾਈ ਲਗਦੀ ਹੈ ।ਵਿਖੰਡਨ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਇਕ ਵਾਧੂ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਪ੍ਰਤੀ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਔਸਤ 2.5 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਉਤਪੱਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਇਕ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਖੰਡਨ ਘਟਨਾਵਾਂ ਵਿਚ 2 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਕੁਝ ਵਿੱਚ 3 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।ਇਹ ਹੋਰ ਵਿਖੰਡਨ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਹੋਰ ਵੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਪੈਦਾਵਾਰ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ।ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਇਕ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ (Chain Reaction) ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਏਨਰਿਕੋ ਫਰਮੀ (Enrico Fermi) ਨੇ ਰਖਿਆ ਸੀ ।ਜੇ ਇਸ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਸੁਖਾਵੀ ਤੌਰ ਤੇ ਊਰਜਾ ਮਿਲ ਸਕਦੀ ਹੈ ।ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਇਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਜੇ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਬੇਕਾਬੂ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਨਾਲ ਵਿਨਾਸ਼ਕਾਰੀ ਊਰਜਾ ਉਤਪਨ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਬ ਵਿਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਚਲਦੀ ਰੱਖਣ ਵਿਚ ਇਕ ਹੋਰ ਕਠਿਨਾਈ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਇੱਥੇ ਦੱਸਿਆ ਹੈ ।ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਮੰਦ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ (ਤਾਪੀਅ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ Thermal Neutrons) ਤੇਜ (Fast) ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਥਾਂ $^{235}_{92}U$ ਨੂੰ ਵਿਖੰਡਿਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਉਪਯੋਗੀ ਹਨ। ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਨਿਕਲੇ ਤੇਜ਼ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੋਰ ਵਿਖੰਡਨ ਕਰਣ ਦੀ ਥਾਂ ਬਾਹਰ ਵੀ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿਚ ਪੈਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਔਸਤ 2MeV ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਜਦੋ ਤਕ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਹੋਲੇ ਨਾ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨਾਲ ਕਿਰਿਆ ਕੀਤੇ ਬਗੈਰ ਹੀ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਤੋਂ ਇਹਨਾਂ ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਬਣਾਏ ਰਖਣ ਲਈ $^{235}_{92}U$ ਵਿਖੰਡਨ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨਾਲ ਇਲਾਸਟਿਕ ਸਕ੍ਰੈਟਰਿੰਗ (Elastic Scattering) ਦੁਆਰਾ ਧੀਮਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।ਅਸਲ ਵਿਚ ਚੈਡਵਿਕ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਨਾਲ ਇਲਾਸਟਿਕ ਟੱਕਰ ਨਾਲ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਲੈ ਲਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਉਝੰ ਹੀ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿਸੇ ਗਤੀਮਾਨ ਕੱਚ ਦੀ ਗੋਲੀ ਦੀ ਹੋਰ ਸਥਿਰ ਗੋਲੀ ਨਾਲ ਆਹਮਣੇ ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਟੱਕਰ । ਇਸ ਲਈ ਰਿਐਕਟਾਂ ਵਿਚ ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਨੂੰ ਧੀਮਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵਿਖੰਡਨ ਯੋਗ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਅਵਸੰਦਕ (Moderator)ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਵਰਤੋ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਅਵਸ਼ੰਦਕ ਜਲ, ਭਾਰੀ ਜਲ (D_2O) ਅਤੇ ਗ੍ਰੈਫਾਈਟ ਹਨ।

ਭਾਭਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅਨੁਸੰਧਾਨ ਕੇਂਦਰ (BARC) ਮੁੰਬਈ ਦੇ ਅਪਸਰਾ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਅਵਸੰਦਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਜਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।ਊਰਜਾ ਉਤਪਾਦਨ ਲਈ ਭਾਰਤ ਦੇ ਹੋਰ ਰਿਐਕਟਰਾਂ ਵਿਚ ਅਵਸੰਦਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਭਾਰੀ ਜਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਅਵਸੰਦਕ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਪੱਧਰ ਦੇ ਨਿਕਲੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੰਡਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਉਸਦੇ ਪਿਛਲੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਨਿਕਲੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੰਡਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਨਾਲ ਅਨੁਪਾਤ K ਦਾ ਮਾਨ ਇਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਇਸ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਗੁਣਨ ਕਾਰਕ (Multiplication Factor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਇਹ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਵ੍ਰਿਧੀ ਦਰ ਨੂੰ ਮਾਪਦਾ ਹੈ ।K=1 ਦੇ ਲਈ ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਪਰਵ੍ਰਿਤੀ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ (Critical) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਸਥਿਰ ਸ਼ਕਤੀ ਉਤਪਾਦਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ।K ਦਾ ਮਾਨ ਇਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਣ ਤੇ ਕਿਰਿਆ ਦਰ ਅਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਵਿੱਚ ਚਰ ਘਾਤਾਂਕੀ (Exponential) ਵ੍ਰਿਧੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। K ਦਾ ਮਾਨ ਇੱਕ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਨੇੜੇ ਨਾ ਹੋਣ ਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਅਤੀ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ (Super Critical) ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਧਮਾਕਾ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਸਨ 1986 ਵਿਚ ਯੁਕੇਨ ਦੇ ਚਰਨੋਬਿਲ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਹੋਇਆ ਧਮਾਕਾ ਇਸ ਦਖਦ ਤੱਧ ਦੀ ਯਾਦ ਕਰਵਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਕੋਈ ਦੁਰਘਟਨਾ ਕਿੰਨੀ ਵਿਨਾਸ਼ਕਾਰੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ।

ਕਿਰਿਆ ਦਰ ਤੇ ਕਾਬੂ ਕੈਡਮੀਅਮ ਵਰਗੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਵਸ਼ੋਸ਼ਕ ਪਦਾਰਥ ਤੋ ਬਣੀ ਕਾਬੂ ਛੜਾ (Control rods) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਾਬੂ ਛੜਾ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਰੱਖਿਆ ਛੜਾ (Safety rods) ਦਾ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਰੱਖਿਆ ਛੜਾ ਨੂੰ ਲੋੜ ਪੈਣ ਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਿਸ਼ਟ ਕਰਵਾਕੇ K ਦਾ ਮਾਨ ਛੇਤੀ ਨਾਲ ਇਕ ਤੋ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਾਏ ਜਾਨ ਵਾਲੇ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਵਿਚ ਅਧਿਕ $^{235}_{92}U$ ਸਮਸਥਾਨਕ ਵਿਖੰਡਨਯੋਗ ਹੁੰਦਾ। ਜਦੋ ਇਸ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਗ੍ਰਹਿਣ (Capture) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟੀਵ ਪਲੂਟੋਨਿਅਮ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੇਠ ਕਿਰਿਆਵਾ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:–

$$^{239}_{93}Np \quad ^{239}_{94}Pu + e^{-} \quad \bar{} \qquad (13.29)$$

ਪਲੂਟੋਨਿਅਮ ਵਿਚ ਧੀਮੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੇ ਹਮਲੇ ਨਾਲ ਵਿਖੰਡਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਚਿੱਤਰ 13.5 ਵਿਚ ਤਾਪੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਖੰਡਨ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਦਾ ਸਰਲ ਰੂਪ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਕੋਰ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ ਦਾ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ ਉਪਯੁਕਤ ਘੜੇ ਹੋਏ ਰੂਪ ਵਿਚ ਈਂਧਨ (ਬਾਲਣ) ਤੱਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਬਾਲਣ ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਯੂਰੇਨਿਯਮ ਦੀ ਬਜਾਏ $^{235}_{92}U$ ਵਿਚ ਅਧਿਕ ਬਹੁਲ ਯੂਰੇਨਿਅਮ (Enriched Uranium) ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਨੂੰ ਧੀਮਾ ਕਰਨ ਲਈ ਮੰਦਕ (Moderator) ਲੱਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਲੀਕੇਜ (Leakage) ਰੋਕਣ ਲਈ ਕੋਰ ਇਕ ਪਰਾਵਰਤਕ (Reflector) ਨਾਲ ਘਿਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੀ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਉਪਯੁਕਤ ਸ਼ੀਤਲਕ (Coolant) ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਤਾਰ ਹਟਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਵਿਖੰਡਿਤ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਉਤਪਾਦ ਦੇ ਪਲਾਇਨ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਲਈ ਪਾਤਰ ਲੱਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਸਾਰੀ ਵਿਵਸਥਾ ਤੋ ਹਾਨੀਕਾਰਕ ਵਿਕਿਰਣਾ ਨੂੰ ਬਾਹਰ ਨਾ ਆਉਣ ਦੇਣ ਲਈ ਇਕ ਕਵੱਚ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਅਵਸ਼ੋਸ਼ਣ ਦੀ ਉੱਚ ਯੋਗਤਾ ਵਾਲੀ ਛੜਾਂ (ਜਿਵੇ ਕੈਡਸਿਅਮ ਤੋ ਬਣੀ) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਰਿਐਕਟਰ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸ਼ੀਤਲਕ ਤੋਂ ਤਾਪ ਇਕ ਕਾਰਜਕਾਰੀ ਤਰਲ ਨੂੰ ਬਦਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸਤੋਂ ਭਾਫ ਦਾ ਉਦਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਭਾਫ ਤੋਂ ਟਰਬਾਈਨ ਨੂੰ ਘੁਮਾਕੇ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਐਕਟਰ ਦੇ ਵਾਂਗ ਹੀ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਮਾਤਰ ਵਿਚ ਬੇਲੋੜੇ ਉਤਪਾਦ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ । ਪਰੰਤੂ ਨਾਭਿਕੀ ਬੇਲੋੜੇ ਪਦਾਰਥਾ ਨੂੰ ਠਿਕਾਨੇ ਲਗਾਉਣ ਲਈ ਖਾਸ ਧਿਆਨ ਰੱਖਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਅਤੇ ਹਾਨੀਕਾਰਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਰਿਐਕਟਰ ਦੇ ਸੰਚਾਲਨ ਉਸਦੇ ਰੱਖ ਰਖਾਵ ਅਤੇ ਖਪਤ ਹੋਏ ਈਂਧਨ ਦੇ ਲਈ ਵੱਡੇ ਸੁਰੱਖਿਆ ਪ੍ਰਬੰਧ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਭਾਰਤੀ ਪਰਮਾਣੂ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰੋਗ੍ਰਾਮ ਵਿਚ ਇਹ ਸੁਰਖਿਆ ਪ੍ਰਬੰਧ ਖਾਸ ਹਨ । ਰਿਡੀਓਐਕਟਿਵ ਬੇਲੋੜੇ ਪਦਾਰਥ (ਰਹਿੰਦ ਖੂੰਦ) ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਤੇ ਅਲਪਜੀਵੀ ਤਰਲਾਂ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਸਭਾਵਨਾਵਾਂ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਲਈ ਇਕ ਉਪਯੁਕਤ ਯੋਜਨਾ ਤੇ ਵਿਕਾਸ ਕਾਰਜ ਚਲ ਰਿਹਾ ਹੈ ।

$^{238}U \ ^{1}n \quad ^{239}U \quad ^{239}Np + e^{-} \quad {}^{1}H \ {}^{1}H \quad {}^{2}H$

13.7.3 ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ (Nuclear Fusion) ਤਾਰਿਆ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਜਨਨ

ਚਿੱਤਰ 13.1 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਕਰ ਇਹ ਵੀ ਦਰਸਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਦੋ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਮਿਲ ਕੇ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਨਾਭਿਕ ਬਨਾਉਣ ਤਾਂ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ (Nuclear Fusion) ਆਖਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਵਰਗੀਆਂ ਹੋਰ ਊਰਜਾ ਨਿਕਾਸੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਉਦਾਹਰਨ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ:

$$+ \ e^{+} + \nu + 0.42 \text{ MeV} \qquad [13.29(a)]$$

$$^{2}_{1}H \quad ^{2}_{1}H \quad ^{3}_{2}He + n + 3.27 \text{ MeV} \qquad [13.29(b)]$$

$$^{2}_{1}H \quad ^{2}_{1}H \quad ^{3}_{1}H \quad ^{1}_{1}H + 4.03 \text{ MeV} \qquad [13.29(c)]$$

ਅਭਿਕਿਰਿਆ (13.29) (a) ਵਿਚ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਮਿਲ ਕੇ ਇਕ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਪਾਜ਼ੀਟ੍ਰਾਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ 0.42MeV ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ।ਅਭਿਕਿਰਿਆ (13.29) (b) ਵਿਚ ਦੋ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ ਮਿਲਕੇ ਇਕ ਹੀਲੀਅਮ ਦਾ ਹਲਕਾ ਸਮਸਥਾਨਕ ਬਨਾਉਂਦੇ ਹਨ ।ਅਭਿਕਿਰਿਆ 13.29 (c) ਵਿਚ ਦੋ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ ਮਿਲਕੇ ਇੱਕ ਟ੍ਰੀਟਿਅਮ ਨਿਊਕਲੀਅਮ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ।ਸੰਯੋਜਨ ਲਈ ਦੋ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਨੇੜੇ ਆਉਣਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਲਘੂ-ਪਰਾਸੀ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ (Short Range Nuclear Forces) ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਣ। ਭਾਵੇ ਦੋਵੇ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਚਾਰਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਕੂਲਮ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੋਵੇਗਾ ।ਇਸ ਲਈ ਕੂਲਮ ਅਵਰੋਧ ਧਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਊਰਜਾ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ।ਇਸ ਕੂਲਮ ਅਵਰੋਧ ਦੀ ਉਚਾਈ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਅਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹਨ ।ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਇਹ ਸੋਖੇ ਹੀ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਲਈ ਇਹ ਅਵਰੋਧ ਉਚਾਈ (Barrier Height) ਲਗਭਗ 400KeV ਹੈ ਅਤੇ ਅਧਿਕ ਚਾਰਜ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਅਵਰੋਧ ਉਚਾਈ ਹੋਰ ਵੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗੀ ।ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਗੈਸ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੁਆਰਾ ਕੂਲਮ ਅਵਰੋਧ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਉਚਿਤ $3x10^9$ K ਤਾਪ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਤਾਪ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਸੂਤਰ $3/2kT = K$ ਵਿਚ K ਦਾ ਮਾਨ 400keV ਰੱਖਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਜਦੋ ਸੰਯੋਜਨ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਾ ਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਕਣਾ ਕੋਲ ਕੂਲਮ ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕਰਨ ਲਈ ਉਚਿਤ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੋਵੇ, ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ (Thermonuclear Fusion) ਆਖਦੇ ਹਨ ।

ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਅੰਦਰ ਤਾਪ ਉਤਪਤੀ ਦਾ ਸੋਮਾ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ ਹੀ ਹੈ ।ਸੂਰਜ ਦੇ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਲਗਭਗ $1.5x10^7$K ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਔਸਤ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਣਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਤਾਪ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਸੂਰਜ ਵਿਚ ਰੋਣ ਵਾਲੀ ਸੰਯੋਜਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਔਸਤ ਊਰਜਾਵਾਂ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ।

ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਤਾਪ ਅਤੇ ਦਾਬ ਤੇ ਹੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤਾਪ ਦਾਬ ਦੀ ਇਹ ਸਥਿਤੀਆਂ ਕੇਵਲ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹੀ ਉਪਲਬਧ ਹਨ ।

ਸੂਰਜ ਵਿਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸੰਯੋਜਨ ਇਕ ਬਹੁਚਰਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਹੀਲੀਅਮ ਵਿਚ ਬਦਲਦੀ ਹੈ ।ਇਸ ਲਈ ਸੂਰਜ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਈਂਧਨ ਹੈ ।ਪ੍ਰੋਟਾਨ-ਪ੍ਰੋਟਾਨ (p-p) ਚੱਕਰ ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਘਟਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਹੇਠ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

$${}^1_1H \quad {}^1_1H \quad {}^2_1H + e^+ + \nu + 0.42\ MeV \qquad (i)$$

$$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma + 1.02\ MeV \qquad (ii)$$

$${}^2_1H \quad {}^1_1H \quad {}^3_2He + \gamma + 5.49\ MeV \qquad (iii)$$

$${}^3_2He \quad {}^3_2He \quad {}^4_2He \quad {}^1_1H \quad {}^1_1H + 12.86\ MeV \qquad (iv) \qquad (13.30)$$

ਚੌਥੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਹੋਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਪਹਿਲੀ ਤਿੰਨ ਅਭਿਕਿਰਿਆਚਾ ਦੋ-ਦੋ ਬਾਰ ਹੋਣ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋ ਹਲਕੇ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕ ਮਿਲਕੇ ਸਾਦੇ ਹੀਲੀਅਮ ਦਾ ਇਕ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਏ ।ਜੇ ਅਸੀਂ 2(i) + 2(ii) + 2(iii) + (iv) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾ ਕੁਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੋਵੇਗਾ,

$$4\,{}^1_1H \quad 2e \quad {}^4_2He \quad 2 \quad 6 \quad 26.7\ MeV$$

$$(4\,{}^1_1H \quad 4e\,) \quad ({}^4_2He \quad 2e\,) \quad 2 \quad 6 \quad 26.7\ MeV \qquad (13.31)$$

ਇਸ ਲਈ 4 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਮਿਲਕੇ ਇਕ ${}^4_2He$ ਪਰਮਾਣੂ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ 26.7 MeV ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

ਕਿਸੇ ਤਾਰੇ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿਚ ਸਿਰਫ ਹੀਲੀਅਮ ਦਾ ਹੀ ਉਤਪਾਦਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ । ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਕੋਰ ਵਿਚ ਹਾਈਡਰੋਜਨ (ਹੀਲੀਅਮ ਵਿਚ ਬਦਲਕੇ) ਘੱਟਦੀ ਹੈ, ਕੋਰ ਠੰਡਾ ਹੋਣ ਲਗਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਨਾਲ ਤਾਰਾ ਆਪਣੇ ਗੁਰੁਤਵ ਕਾਰਨ ਸਿਕੁੜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪ ਵਧਨ ਲਗਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ 10^8K ਤਕ ਵੱਧ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਦੁਬਾਰਾ ਹੋਣ ਲਗੇਗੀ ਪਰੰਤੂ ਹੁਣ ਹੀਲੀਅਨ ਕਾਰਬਨ ਵਿਚ ਬਦਲੇਗੀ ਇਸ ਤਰਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਵੱਡੇ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਵਾਲੇ ਤਤਾਂ ਦਾ ਜਨਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ ਬੰਧਨ ਉਰਜਾ ਵਕਰ (ਚਿੱਤਰ 13.1) ਦੇ ਉਪਰ ਸਥਿਤ ਭਾਰੀ ਤੱਤਾ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਨਹੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ।

ਸੂਰਜ ਦੀ ਉਮਰ ਲਗਭਗ $5x10^9$ ਸਾਲ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੂਰਜ ਨੂੰ ਹੋਰ 5 ਅਰਬ ਸਾਲਾਂ ਤਕ ਬਣਾਏ ਰਖਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਉਪਲਬਧ ਹੈ । ਇਸਤੋ ਬਾਅਦ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਜਲਣਾ ਰੁਕ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਠੰਡਾ ਹੋਣ ਲਗ ਪਵੇਗਾ ਇਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਆਪਣੇ ਗੁਰੁਤਵ ਕਾਰਨ ਸਿਕੁੜਨ ਲੱਗੇਗਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਦੇ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪ ਵਧੇਗਾ । ਇਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਦਾ ਬਾਹਰੀ ਆਵਰਨ ਫੈਲਨ ਲਗੇਗਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਇਕ ਲਾਲ ਦਾਨਵ ਵਿਚ ਤਬਦੀਲ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ।

ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਨਾਸ਼

ਇੱਕ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿਚ ਲਗਭਗ 0.9×235 MeV (≈200 MeV) ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ਜੇ ਲਗਭਗ 50kg $^{235}_{92}U$ ਦਾ ਹਰੇਕ ਨਾਭਿਕ ਵਿਖੰਡਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾ ਲਗਭਗ 4×10^{15}J ਊਰਜਾ ਉਤਪੰਨ ਹੋਵੇਗੀ ਇਹ ਊਰਜਾ 20000 ਟਨ TNT ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਮਹਾ ਵਿਸਫੋਟ ਦੇ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੈ । ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਨਾਭਿਕੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਬੇਕਾਬੂ ਵਿਸਰਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਸਫੋਟ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ । 6 ਅਗਸਤ 1945 ਵਿਚ ਲੜਾਈ ਵਿਚ ਪਹਿਲੀ ਬਾਰ ਇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਯੁਕਤੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਮਰੀਕਾ ਨੇ ਜਪਾਨ ਦੇ ਸ਼ਹਿਰ ਹਿਰੋਸ਼ਿਮਾ ਤੇ ਇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਬਮ ਸੁੱਟਿਆ ।

ਵਿਸਫੋਟ 20000 ਟਨ TNT ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਸੀ। ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਉਤਪਾਦਾਂ ਨੇ ਇੱਕ ਪੱਲ ਵਿੱਚ 343000 ਆਬਾਦੀ ਵਾਲੇ ਸ਼ਹਿਰ ਦੇ 10 ਵਰਗ ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਤਬਾਹ ਕਰ ਦਿੱਤਾ । ਇਸ ਵਿੱਚ 66000 ਨਿਵਾਸੀ ਮਾਰੇ ਗਏ, 69000 ਜਖਮੀ ਹੋਏ ਅਤੇ ਸ਼ਹਿਰ ਦੀ 67% ਤੋਂ ਵੱਧ ਇਮਾਰਤਾਂ ਤਹਿਸ-ਨਹਿਸ ਹੋ ਗਿਆ ।

ਸੰਯੋਜਨ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਉੱਚ ਤਾਪ ਵਿਖੰਡਣ ਬੰਬ ਨਾਲ ਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । 1954 ਇੰਚ 10 ਮੈਗਾਟਨ TNT ਦੀ ਵਿਸਫੋਟਕ ਯੋਗਤਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਮਹਾ ਵਿਸਫੋਟ ਦਾ ਪਰੀਖਣ ਕੀਤਾ ਗਿਆ । ਇਹ ਬੰਬ ਜਿਹਨਾ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕ, ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰੀਟੀਅਮ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਬੰਬ ਕਹਿਲਾਂਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਏਨੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਨਾਭਿਕ ਹਥਿਆਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਲਏ ਗਏ ਹਨ ਜੋ ਸਹਿਜ਼ ਕਿ ਬਟਨ ਦਬਾਉਂਦੇ ਹੀ ਕਈ ਬਾਰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋ ਦਾ ਜੀਵਨ ਦਾ ਸਫਾਇਆ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿਨਾਸ਼ ਨਾਲ ਨਾ ਸਿਰਫ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਵਰਤਮਾਨ ਜੀਵਨ ਨਸ਼ਟ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦਕਿ ਇਸ ਦੇ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਅਵਸ਼ੇਸ਼ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸਮੇ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੇ ਜੀਵਨ ਸਿਰਜਨ ਯੋਗ ਨਹੀ ਰਹਿਣ ਦੇਣਗੇ । ਸਧਾਂਤਿਕ ਗਣਨਾਵਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਜੋ ਪਾਰਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਾਮਣੇ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਉਸ ਦੀ ਅਟਕਲ (Prediction) ਇਹ ਕਿ ਇੱਕ ਲੰਬਾ ਨਾਭਿਕੀ ਸੀਤ ਯੁੱਗ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਕਿਓਂ ਕਿ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਅਵਸ਼ੇਸ਼ ਬੱਦਲਾ ਵਾਂਗ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਤੈਰਣਗੇ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵੱਲ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਸਾਰੀਆਂ ਵਿਕਰਣਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖ ਲੈਣਗੇ ।

13.7.4: ਨਿਅੰਤ੍ਰਿਤ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕ ਸੰਯੋਜਨ

ਕਿਸੇ ਤਾਰੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਰੂਪਾਤਰਨ ਇੱਕ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਯੁਕਤੀ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਨਿਯੰਤ੍ਰਿਤ ਸੰਯੋਜਨ ਰਿਐਕਟਰ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਨਾਭਿਕ ਬਾਲਨ ਨੂੰ 10^8K ਤਾਪ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਗਰਮ ਕਰਕੇ ਸਥਾਈ ਸ਼ਕਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਾਪ ਤੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਾਲਣ ਧਨਾਤਮਕ ਅਇਨਾਂ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ (Plasma) ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਤਾਪ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਲਈ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਉਪਲਭਧ ਨਹੀਂ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਾਪ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣਾ

ਇੱਕ ਚੁਨੌਤੀ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਸਮੇਤ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਕਈ ਦੇਸ਼ ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿਚ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਯਤਨਸ਼ੀਲ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਯਤਨਾ ਦੇ ਸਫਲ ਹੋਣ ਤੇ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਰਿਐਕਟਰ ਸਮਾਜ ਨੂੰ ਲਗਭਗ ਬੇਕਾਬੂ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਸਕਨਗੇ ।

ਉਦਾਹਰਨ 13.7 ਹੇਠਾ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦੋ:

(a) ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ (ਜਿਵੇ ਕਿ ਭਾਗ 13.7 ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਹਨ) ਰਸਾਇਣਿਕ ਸਮੀਕਰਨ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ $2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹਨ ? ਜੇ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਸ ਕਿਸ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹ ਦੋਵਾ ਪਾਸੇਂ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੋਣਗੇ ?

(b) ਜੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ, ਹਰੇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਕਿਵੇ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ (ਜਾਂ ਇਸਦਾ ਉਲਟ) ਬਦਲਦਾ ਹੈ ?

(c) ਸਾਧਾਰਨ ਵਿਚਾਰ ਹੈ ਕਿ ਸਿਰਫ ਨਾਭਿਕੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਹੀ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿਚ ਬਦਲੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਦਕਿ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਇਹ ਕਦੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਕਹਿਣਾ ਝੂਠ ਹੈ । ਸਮਝਾਓ ।

ਹਲ: **(a)** ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਦੋਵੇ ਪਾਸੇ ਤੱਤਾ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੇ ਮੂਲ ਸੰਯੋਜਨ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਤੱਤਾ ਦਾ ਬਦਲਾਵ (Transmutation) ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰ ਇੱਕ ਤੱਤ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ, ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਓਟ੍ਰਾਨਾ ਦੋਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿਦੀ ਹੈ ।

[ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਦੇ ਪਰਿਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਥਨ ਵੀ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਕੁਲ ਬੇਰੀਅਨ ਸੰਖਿਆ (Total baryon number) ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੇ ਅੱਗੇ ਹੋਰ ਵਿਚਾਰ ਨਹੀਂ ਕਰਾਂਗੇ] ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਆਵਾਂ [ਜਿਵੇ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ(13.26)] ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਦੋਵੇ ਪਾਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਸੰਖਿਆਵਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਹੈ ।

(b) ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪੁੰਜ ਵਿਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਯੋਗਦਾਨ(ਪੁੰਜ ਹਾਨੀ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੋਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਵਾ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਦੋਨੇ ਪਾਸੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦਾ ਕੁਲ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ (Restmass) ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਕੁਲ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਖਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਂ ਤੋ ਸੋਖੀ ਗਈ ਊਰਜਾ ਜਾਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ । ਕਿਊਕਿ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਪੁੰਜ ਵਿਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸੇ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅੰਤਰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । (ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਊਰਜਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।) ਇਸ ਰੂਪ ਵਿਚ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਂ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਦਾ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ ।

(c) ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ, ਇੱਕ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਸੋਖੀ ਗਈ ਜਾਂ ਨਿਕਲਨ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸਿਆਂ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਰਸਾਇਣਿਕ (ਨਾਭਿਕੀ ਨਹੀ) ਬੰਧਨ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਦੀ ਹੈ ।

ਕਿਉਕਿ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵੀ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਜਾਂ ਅਣੂ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਯੋਗਦਾਨ (ਪੁੰਜ-ਹਾਨੀ) ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸਿਆਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅੰਤਰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ

ਊਰਜਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਭਾਵੇ, ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਹਾਨੀਆਂ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਾਭਿਕੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਹਾਨੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਈ ਲੱਖ ਗੁਣਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਜੋ ਕਿ ਸੱਚ ਨਹੀ ਹੈ) ਕਿ ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਕੋਈ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਅੰਤਰ ਰੁਪਾਂਤਰਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ।

ਪਾਠ ਦਾ ਸਾਰ

1. ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚ ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਨਾਭਿਕ ਧੰਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ 10^4 ਗੁਣਾ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ 99.9% ਤੋ ਵੱਧ ਪੁੰਜ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
2. ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਪਧਰ ਤੇ ਪੁੰਜ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈਆਂ (u) ਵਿਚ ਮਾਪੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ 1 ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈ (1u) c-12 ਦੇ ਇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ 1/12 ਵੇ ਭਾਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । $1u = 1.660563 \times 10^{-27}$ kg
3. ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਇਕ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਆਖਦੇ ਹਨ । ਇਸਦਾ ਪੁੰਜ ਲਗਭਗ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
4. ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਦੀ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਖਿਆ Z ਉਸ ਤੱਤ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A, ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਕੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ; $A = Z + N$; ਇਥੇ N ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਮੌਜੂਦ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਰਸ਼ਾਉਦਾ ਹੈ । ਇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਪਰਜਾਤੀ ਅਤੇ ਇਕ ਨਿਊਕਲਾਈਡ (Nuclide) ਨੂੰ ${}^{A}_{Z}X$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਥੇ X ਉਸ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪਰਜਾਤੀ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਹੈ। ਸਮਾਨ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਖਿਆ Z ਐਪਰ ਵੱਖ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ N ਦੇ ਨਿਊਕਲਾਈਡ ਸਮਸਥਾਨਕ ਕਹਲਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਉਹ ਨਿਊਕਲਾਈਡ ਜਿਹਨਾਂ ਲਈ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਦਾ ਮਾਨ ਸਮਾਨ ਹੋਵੇ ਆਈਸੋਬਾਰ (Isobars) ਕਹਿਲਾਉਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹ ਜਿਹਨਾ ਵਿਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ N ਦਾ ਮਾਨ ਸਮਾਨ ਹੋਵੇ ਆਈਸੋਟਾਨ (Isotones) ਕਹਿਲਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਜਿਆਦਾਤਰ ਤੱਤ ਦੋ ਜਾਂ ਦੋ ਤੋ ਵੱਧ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਤੱਤ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਉਸਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੇ ਪੁੰਜਾ ਦਾ ਭਾਰਿਤ ਮੱਧ (Weighted Mean) ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਿੱਥੇ ਭਾਰ ਤੋਂ ਮਤਲਬ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਬਹੁਲਤਾ ਤੋਂ ਹੈ ।
5. ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਉਸਦਾ ਇਕ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਖੰਡਨ (Scattering) ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੂਤਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $R = R_0 A^{1/3}$ ਜਿੱਥੇ R_0 = ਇਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ = 1.2fm ਇਹ ਦਰਸ਼ਾਉਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਘਣਤਵ A ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ ਅਤੇ ਇਹ $10^{17} kg/m^3$ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
6. ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਲਪ-ਪਰਾਸੀ (Shortranged) ਪ੍ਰਬਲ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਬੰਨੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿੱਚ ਭੇਦ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ।
7. ਨਾਭਿਕੀ ਪੁੰਜ M ਹਮੇਸਾ ਆਪਣੇ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ Σm ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਪੁੰਜ ਹਾਨੀ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

$$\Delta M = (Z\, mp + (A - Z)\, m_n) - M$$

ਆਈਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਸਿਧਾਂਤ $E = mc^2$ ਇਸ ਪੁੰਜ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਵੇਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ :

$$\Delta E_b = \Delta M c^2$$

ਊਰਜਾ ΔE_b ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। A=30 ਤੋਂ ਲੈ ਕੇ A=170 ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਹੈ। ਇਹ ਲਗਭਗ 8Mev ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਹੈ।

8. ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਤੋਂ ਜੁੜੀ ਊਰਜਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਦੱਸ ਲੱਖ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

9. ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ Q ਮਾਨ ਹੈ :-

Q = ਅੰਤਿਮ ਗਣਿਤ ਊਰਜਾ-ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ

ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਹ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ,

Q = (ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਪੁੰਜਾ ਦਾ ਯੋਗ – ਅੰਤਿਮ – ਪੁੰਜਾ ਦਾ ਜੋੜ) C^2

10. ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵਤਾ ਉਹ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਦੇ ਨਾਭਿਕ α ਜਾਂ β ਯਾ γ ਕਿਰਨਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਰੁਪਾਂਤਰਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜਿਥੇ α- ਕਿਰਣਾਂ ਹੀਲੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਹਨ ; β - ਕਿਰਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਨ ਅਤੇ γ ਕਿਰਣਾ x-ਕਿਰਣਾ ਤੋਂ ਵੀ ਛੋਟੀ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ ਦੀ ਬਿਜਲ - ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣਾ ਹਨ।

11. ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ : $N(t) = N(0)\, e^{-\lambda t}$ ਜਿਥੇ λ ਖੇ - ਅੰਕ ਯਾ ਵਿਘਟਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਰੇਡੀਓਨਾਭਿਕ ਦੀ ਅਰਧ ਉਮਰ ($T_{1/2}$) ਉਹ ਸਮਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ N ਉਹਨਾ ਦੇ ਆਰੰਭਿਕ ਮਾਨ ਦੀ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਔਸਤ ਆਯੂ τ ਉਹ ਸਮਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ N ਆਪਣੇ ਅਰੰਭਿਕ ਮਾਨ ਦਾ e^{-1} ਗੁਣਾ ਬਾਕੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2$$

12. ਜਦੋਂ ਘੱਟ ਕਠੋਰਤਾ ਤੋਂ ਸਬੰਧਿਤ ਨਾਭਿਕ ਕਠੋਰਤਾ ਤੋਂ ਬੱਧਿਤ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕ ਦੋ ਛੋਟੇ ਖੰਡਾ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{133}_{51}Sb + {}^{99}_{41}Nb + 4\,{}^{1}_{0}n$$

13. ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਜਿੰਨੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਉਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਲੜੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਹਰੇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਨਵੇਂ ਵਿਖੰਡਨ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਬ ਬਿਸਫੋਟ ਵਿੱਚ ਬੇਕਾਬੂ ਲੜੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਾਬੂ ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਦਰ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਰਿਐਕਟਰ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਧੀ ਗੁਣਾਂਕ k ਦਾ ਮਾਨ 1 ਬਣਾਏ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

14. ਸੰਯੋਜਨ ਵਿੱਚ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਮਿਲਕੇ ਵੱਡਾ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਸੂਰਜ ਸਮੇਤ ਤਾਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕਾ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਮਾ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਸੰਕੇਤ	ਵਿਸਾਵਾ	ਇਕਾਈ	ਟਿੱਪਣੀ
ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈ		[M]	u	ਪਰਮਾਣੂ ਯਾ ਨਾਭਿਕੀ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਪੁੰਜ ਮਾਡਕ 1 ਇੱਕ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈ ^{12}c ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ 1/12 ਵੇਂ ਭਾਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।
ਖੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	λ	$[T^{-1}]$	s^{-1}	
ਅਰਧ ਆਯੂ	$T_{1/2}$	[T]	s	ਉਹ ਸਮਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਸ਼ੁਰੂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਤੋਂ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।
ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ	R	$[T^{-1}]$	B q	ਇੱਕ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਸੋਮੇ ਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ ਦਾ ਮਾਪ

ਵਿਚਾਰਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ

1. ਨਾਭਿਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਘਣਤਵ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਸਾਇਜ ਦੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਘਣਤਵ ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਣ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

2. ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਦੁਆਰਾ ਗਿਆਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਮਾਨ ਐਲਫਾ – ਕਣ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ ਕੁਝ ਵੱਖ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਐਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਉਸ ਜਿਹੇ ਹੋਰ ਕਣ ਨਾਭਿਕੀ ਪਦਾਰਥ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

3. ਆਇਨਸਟਾਈਨ (Einstein) ਦੁਆਰਾ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਮਤੁਲਤਾ $E = mc^2$ ਪਰਦਰਸਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਪੁੰਜ ਸੁਰਖਿਅਣ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਵੱਖ ਨਿਯਮ ਦੀ ਗੱਲ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇੱਕ ਹੀ ਨਿਯਮ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਇਹ ਨਿਯਮ ਆਪ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨਾਭਿਕੀ ਭੋਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਮਤੁਲਤਾ ਦੇ ਨਿਯਮ, ਨਾਭਿਕੀ ਉਰਜਾ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਸ਼ਕਤੀ ਸੋਮੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਦਾ ਆਧਾਰ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ (ਖੇ ਯਾ ਅਭਿਕਿਰਿਆ) ਦੇ Q – ਮਾਨ ਨੂੰ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਅਤੇ ਅੰਤਿਮ ਪੁੰਜਾ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

4. (ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ) ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਕਰ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਤਾਪ ਨਿਕਾਸੀ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਸੰਭਵ ਹਨ ਜੋ ਦੋ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਕਰਕੇ ਯਾ ਇੱਕ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਮੱਧ ਪੰਜ ਵਾਲੇ ਦੋ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਵੇਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

5. ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਜਰੂਰੀ ਆਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ ਹੋਣੀ ਚਾਹਿਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਇਹ ਕੁਲਮ ਪੈਟੇਸਿਅਲ ਬੈਰੀਅਰ (Coulomb potentral barrier) ਦੇ ਅਵਰੋਧ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਸਕੇ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਤਾਪ ਦੀ ਲੌੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

6. ਭਾਵੇਂ (ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ) ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਕਰ ਲਗਾਤਾਰਮਈ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਸ ਵਿੱਚ ਹੋਲੇ - ਹੋਲੇ ਹੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਵਿੱਚ ^4He, ^{16}O ਆਦਿ ਨਿਊਕਲਾਈਡਾ ਦੇ ਲਈ ਸਿਖਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸੈੱਲ ਰਚਨਾ ਹੋਣ ਦਾ ਸਬੂਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

7. ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ – ਪੱਜੀਟ੍ਰੋਨ ਇੱਕ ਕਣ – ਪ੍ਰਤੀਕਣ ਜੋੜਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਪਰੰਤੂ ਓਲਟ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। (ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪੱਜੀਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਸਾਥ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦਾ ਵਿਲੋਪਣ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ γ - ਕਿਰਣਾ ਫੋਟੋਨਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।)

8. β^- - ਖੇ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਕਣ ਐਂਟੀ – ਨਿਊਟਰੀਨੋ (anti-neutrino) $(\bar{\nu})$ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ β^+ - ਖੇ (ਪੱਜੀਟ੍ਰਾਨ ਉਤੱਸਰਜਨ) ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਰੀਨੋ (ν) ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਟਰੀਨੋ ਅਤੇ ਐਂਟੀ ਨਿਊਟਰੀਨੋ ਦਾ ਜੋੜਾ ਕਣ – ਪ੍ਰਤੀਕਣ ਦਾ ਜੋੜਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਕਣ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀ – ਕਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਐਂਟੀ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀ ਕਣ ਹੈ, ਕਿ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ?

9. ਇੱਕ ਮੁਕਤ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $(n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu})$ ਐਪਰ, ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਮੁਕਤ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਖੇ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

10. ਆਮ ਤੋਰ ਤੇ, ਐਲਫਾ ਯਾ ਬੀਟਾ ਉਤਸਰਜਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਗਾਮਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਾਮਾ ਫੋਨਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਉਚਤਰ ਅਵਸਥਾ (excited state) ਤੋਂ ਨਿਮਨਤਰ ਅਵਸਥਾ (ground state) ਵਿੱਚ ਲੋਟਦਾ ਹੈ। ਐਲਫਾ ਅਤੇ ਬੀਟਾ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਉਚੱਤਰ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਹੀ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 13.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ^{60}Ni ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ) ਗਾਮਾ ਕਿਰਣਾ ਦਾ ਲੜੀਵਾਰ ਉਤਸਰਜਨ ਇੱਸ ਗੱਲ ਦਾ ਸਾਫ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਮਾਣੂਆ ਵਾਂਗ ਖੰਡਿਤ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

11. ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵਤਾ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਸਥਾਈ ਹੋਣ ਦਾ ਸੂਚਕ ਹੈ। ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਸਥਾਈ ਹੋਣ ਲਈ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ 1:1 ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਭਾਰੇ, ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਸਥਿਰ ਹੋਣ ਲਈ ਇਹ ਅਨੁਪਾਤ 3:2 ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। (ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਨ ਵਾਲੇ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਖਾਤਮੇ ਲਈ ਹੋਰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ)। ਇਹਨਾਂ ਸਥਾਈ ਅਨੁਪਾਤਾ ਨੂੰ ਨਾ ਰੱਖਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨਾਭਿਕਾ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, (ਸਾਰੇ ਤੱਤਾ ਦੇ) ਗਿਆਤ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੇ ਸਿਫਰ ਲਗਭਗ 10% ਹੀ ਸਥਾਈ ਹਨ। ਹੋਰ ਨਾਭਿਕ ਬਨਾਵਟੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ (ਇਹ ਸਥਾਈ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆ ਤੇ α, p, d, n ਯਾ ਹੋਰ ਰਣਾ ਦੇ ਪ੍ਰਖੇਣ ਦੁਆਰਾ ਬਨਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ)। ਅਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕ ਸੰਸਾਰ ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਖਗੋਲੀ ਪ੍ਰਖੇਣਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਅਵਲੋਕਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਅਭਿਆਸ

ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹੱਲ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਆਕੜੇ ਆਪ ਜੀ ਲਈ ਉਪਯੋਗੀ ਸਿਧ ਹੋਣਗੇ।

$e = 1.6\times10^{-19}C$ $\qquad$ $N = 6.023\times10^{23}$ per mole

$1/(4\pi\varepsilon_0) = 9\times10^{9}\ N\ m^2/C^2$ $\qquad$ $k = 1.381\times10^{-23} J\ {}^0K^{-1}$।

$1\ MeV = 1.6\times10^{-13}J$ $\qquad$ $1\ u = 931.5\ MeV/c^2$

$1\ year = 3.154\times10^{7}\ s$

$m_H = 1.007825\ u$ $\qquad$ $m_n = 1.008665\ u$

$m(^4_2He) = 4.002603\ u$ $\qquad$ $m_e = 0.000548\ u$

13.1 (a) ਲੀਥੀਅਮ ਦੇ ਦੋ ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ^6_3Li ਅਤੇ ^7_3Li ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਲੜੀਵਾਰ 7.5 ਅਤੇ 92.5 ਹੈ। ਇਹਨਾ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਲੜੀਵਾਰ : 6.010512 u ਅਤੇ 7.0100 u ਹੈ ਲੀਥੀਅਮ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਬੋਰਾਨ ਦੇ ਦੋ ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{10}_5B$ ਅਤੇ $^{11}_5B$ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਲੜੀਵਾਰ 10.01294 u ਅਤੇ 11.00931 u ਅਤੇ ਬੋਰਾਨ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਭਾਰ 10.811 u ਹੈ। $^{10}_5B$ ਅਤੇ $^{11}_5B$ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

13.2 ਨਿਆਨ ਦੇ ਤਿੰਨ ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਲੜੀਵਾਰ : 90.51% , 0.27% ਅਤੇ 9.22% ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਲੜੀਵਾਰ 19.99 u, 20.99 u ਅਤੇ 21.99 u ਹੈ। ਨਿਆਨ ਦਾ ਔਸਤ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਪਤਾ ਕਰੋ।

13.3 ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਨਿਊਕਲਿਅਸ $(^{14}_7N)$ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ MeV ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ $m_N = 14.00307$ u

13.4 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਆੱਕੜੀਆ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ $^{56}_{26}Fe$ ਅਤੇ $^{209}_{83}Bi$ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ MeV ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ। $m\,(^{56}_{26}Fe) = 55.934939$ u $m\,(^{209}_{83}Bi) = 208.980388$ u

13.5 ਇੱਕ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਸਿੱਕੇ ਦਾ ਪੁੰਜ 3.0 g ਹੈ। ਉਸ ਊਰਜਾ ਦੀ ਗਣਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸਦੀ ਇੱਸ ਸਿੱਕੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਵੱਖ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰਤ ਹੋਵੇ। ਸਰਲਤਾ ਲਈ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਿੱਕਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ($^{63}_{29}Cu$ ਦਾ ਪੁੰਜ = 62.92960 u)।

13.6 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਲਈ ਨਾਭਿਕੀ ਸਮੀਕਰਨ ਲਿਖੋ :

(i) α–decay of $^{226}_{88}Ra$ $\qquad$ (ii) α–decay of $^{242}_{94}Pu$

(iii) β^-–decay of $^{32}_{15}P$ $\qquad$ (iv) β^-–decay of $^{210}_{83}Bi$

(v) β^+–decay of $^{11}_{6}C$ $\qquad$ (vi) β^+–decay of $^{97}_{43}Tc$

(vii) Electron capture of $^{120}_{54}Xe$

13.7 ਇੱਕ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਸਮਸਥਾਨਕ ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ T ਸਾਲ ਹੈ। ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇਸਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ, ਸ਼ੁਰੁਆਤੀ ਐਕਟਿਵਤਾ ਦਾ (a) 3.125% ਅਤੇ (b) 1% ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ।

13.8 ਜੀਵਿਤ ਕਾਰਬਨ-ਯੁਕਤ ਪੁੰਜ ਦੀ ਸਾਧਾਰਨ ਐਕਟਿਵਤਾ, ਪ੍ਰਤੀ ਗ੍ਰਾਮ ਕਾਰਬਨ ਲਈ 15 ਖੇ-ਪ੍ਰਤੀ ਮਿਨਟ ਹੈ। ਇਹ ਐਕਟਿਵਤਾ, ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{14}_{6}C$ ਦੇ ਨਾਲ--ਨਾਲ ਅਲਪ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵਤਾ $^{12}_{6}C$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੀਵ ਦੀ ਮੌਤ ਹੋਣ ਤੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਦੀ ਪਰਸਪਰ, ਕਿਰਿਆ (ਜੋ ਉਪਰੋਕਤ ਸੰਤੁਲਿਤ ਐਕਟਿਵਤਾ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰਖਦੀ ਹੈ) ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। $^{14}_{6}C$ ਦੀ ਗਿਆਤ ਅਰਧ ਆਯੂ (5730 ਸਾਲ) ਅਤੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਮਾਪੀ ਗਈ ਐਕਟਿਵਤਾ ਦੇ, ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਸਦੀ ਨੇੜ੍ਹਲੀ ਆਯੂ ਦੀ ਗੁਣਤਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਪੁਰਾਤਨ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀ $^{14}_{6}C$ ਕਾਲ-ਨਿਰਧਾਰਨ (Carbon dating) ਪਧਤੀ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨ ਕੇ ਕਿ ਮੋਹਨ ਜੋਦੜੇ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ 9- ਖੇ ਪ੍ਰਤੀ ਮਿੰਟ ਪ੍ਰਤੀ ਗ੍ਰਾਮ ਕਾਰਬਨ ਹੈ। ਸਿੰਧ ਘਾਟੀ ਸਭੇਤਾ ਦੀ ਨੇੜ੍ਹਲੀ ਆਯੂ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ।

13.9 8.0 mCi ਸਕਿਰਤਾ ਦਾ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਸੋਮਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ $^{60}_{27}Co$ ਦੀ ਕਿੰਨੀ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ। $^{60}_{27}Co$ ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ 5.3 ਸਾਲ ਹੈ।

13.10 $^{90}_{38}Sr$ ਦੀ ਅਰਧ-ਆਯੂ 28 ਸਾਲ ਹੈ। ਇਸ ਸਮਸਥਾਨਕ ਦੇ 15 mg ਦੀ ਵਿਘਟਨ ਦਰ ਕੀ ਹੈ ?

13.11 ਸੋਨੇ ਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{197}_{79}Au$ ਅਤੇ ਚਾਂਦੀ ਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{107}_{47}Ag$ ਦੀ ਨਾਭਿਕੀ ਅਰਧ-ਵਿਆਸ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦਾ ਨੇੜਲਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

13.12 (a) $^{226}_{88}Ra$ ਅਤੇ (b) $^{226}_{88}Ra$ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ α - ਖੇ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੇ α - ਕਣਾਂ ਦਾ ਮਾਨ Q- ਮਾਨ ਅਤੇ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

$m\ (^{226}_{88}Ra) = 226.02540\ u$, $m\ (^{222}_{86}Rn) = 222.01750\ u$, :

$m\ (^{222}_{86}Rn) = 220.01137\ u$, $m\ (^{216}_{84}Po) = 216.00189\ u$.

13.13 ਰੇਡੀਓ ਨਿਊਕਲਿਆਈਡ (Radio nuclide) ^{11}C ਦਾ ਖੇ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:

$$^{11}_{6}C \rightarrow ^{11}_{5}B + e^{+} + \nu : \quad T_{1/2} = 20.3\ \min$$

ਉਤਸਰਜਿਤ ਪਾੱਜੀਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਊਰਜਾ 0.960 MeV ਹੈ ਪੰਜਾਂ ਦੇ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਮਾਨ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ :-

$m\ (^{11}_{6}C) = 11.011434\ u$ ਅਤੇ $m\ (^{11}_{6}B) = 11.009305\ u$,

Q- ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪਾਜੀਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਊਰਜਾ ਦੇ ਮਾਨ ਤੋਂ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।

13.14 $^{23}_{10}Ne$ ਦਾ ਨਾਭਿਕ, β^{-} ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਨਾਲ ਖੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ β^{-} ਖੇ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ ਲਿਖੋ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

$m\ (^{23}_{10}Ne) = 22.994466\ u$

$m\ (^{23}_{11}Na) = 22.089770\ u$.

13.15 ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ $A + b \rightarrow C + d$ ਦੀ Q-ਮਾਨ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$Q = [\ m_A + m_b - m_C - m_d]\ c^2$$

ਜਿੱਥੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪੁੰਜ, ਨਭਿਕੀ ਵਿਰਸ ਪੁੰਜ (rest mass) ਹਨ। ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜਿਆਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਦੱਸੋ ਕਿ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਕਿਰਿਆਵਾ ਤਾਪਸੋਖੀ ਹਨ ਜਾਂ ਤਾਪ ਨਿਕਾਸੀ :

(i) ${}_1^1H + {}_1^3H \rightarrow {}_1^2H + {}_1^2H$

(ii) ${}_6^{12}C + {}_6^{12}C \rightarrow {}_{10}^{20}Ne + {}_2^4He$

ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ

$m\ ({}_1^2H) = 2.014102\ u$
$m\ ({}_1^3H) = 3.016049\ u$
$m\ ({}_6^{12}C) = 12.000000\ u$
$m\ ({}_{10}^{20}Ne) = 19.992439\ u$

13.16 ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਅਸੀਂ ${}_{26}^{56}Fe$ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਦੋ ਸਮਾਨ ਅਵਧਵਾਂ ${}_{13}^{28}Al$ ਵਿੱਚ ਵਿਖੰਡਨ ਕਰੀਏ। ਕਿ ਊਰਜਾ ਦੀ ਨਜਰ ਨਾਲ ਇਹ ਵਿਖੰਡਨ ਸੰਭਵ ਹੈ ? ਇਸ ਕੇਸੇ ਵਿੱਚ Q- ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਕੇ ਅਪਨਾ ਤਰਕ ਦਿਓ। ਦਿੱਤਾ ਹੈ : $m\ ({}_{26}^{56}Fe) = 55.93494\ u$ ਅਤੇ

$m\ ({}_{13}^{28}Al) = 27.98191\ u$

13.17 ${}_{94}^{239}Pu$ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਗੁਣ ਬਹੁਤ ਕੁੱਝ ${}_{92}^{235}U$ ਤੋਂ ਮਿਲਦੇ -- ਜੁਲਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਖੰਡਨ ਨਿਕਲੀ ਔਸਤ ਊਰਜਾ 180 MeV ਹੈ। ਜੇ 1kg ਸ਼ੁੱਧ ${}_{94}^{239}Pu$ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਖੰਡਨ ਹੋ ਜਾਣ ਤੇ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ MeV ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੇਗੀ ?

13.18 ਕਿਸੇ 1000 MV ਵਿਖੰਡਨ ਰਿਐਕਟਰ ਦੇ ਅੱਟੀ ਵਿੰਧਨ ਦਾ 5 ਸਾਲ ਵਿੱਚ ਖਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ${}_{92}^{235}U$ ਸੀ ? ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਰਿਐਕਟਰ 80% ਸਮੇਂ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ, ਇਸਦੀ ਪੂਰੀ ਊਰਜਾ ${}_{92}^{235}U$ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਹੀ ਉਤਪੰਨ ਹੋਈ ਹੈ ਅਤੇ ${}_{92}^{235}U$ ਨਿਊਕਲਾਈਡ ਸਿਰਫ ਵਿਖੰਡਨ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

13.19 2.0kg ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਤੋਂ ਇੱਕ 100 ਵਾੱਟ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਲੈਂਪ ਕਿੰਨੀ ਦੇਰ ਤੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸਿਤ ਰੱਖੇ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ? ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ :

$${}_1^2H + {}_1^2H \rightarrow {}_2^3He + n + 3.27\ MeV$$

13.20 ਦੋ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੇ ਆਹਮਣੇ-ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਟੱਕਰ ਲਈ ਕਲਮ ਅਵਰੋਧ ਦੀ ਉਚਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਸੰਕੇਤ-- ਕੁਲਾਮ ਅਵਰੋਧ ਦੀ ਉਚਾਈ ਦਾ ਮਾਨ ਇਨ੍ਹਾਂ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਉਸ ਕੁਲਮ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸਣ ਬਲ ਦੇ ਬਾਰਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗਦਾ ਹੈ)। ਇਹ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ 2.0fm ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਠੋਸ ਗੋਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

13.21 ਸਮੀਕਰਨ R= $R_0 A^{1/3}$ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ, ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਪਦਾਰਥਾ ਦੀ ਘਣਤਾ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਹੈ (ਭਾਵ A ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ) ਇੱਥੇ R_0 ਇੱਕ ਨਿਯਤਾਂਕ ਹੈ ਅਤੇ A ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਹੈ।

13.22 ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ β^+ (ਪਾੱਜੀਟ੍ਰਾਨ) ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਤੀਯੋਗੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਗ੍ਰਹਿਣ (electron capture) ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸ਼ੈਲ, ਮੰਨ ਲਓ K- ਸੈਲ, ਤੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਨਾਭਿਕ ਪਰਿਗ੍ਰਹਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਨਿਊਟਰੀਨੋ (neutrino) ν ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ :

$$e^+ + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + \nu$$

ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਜੇ β^+ ਉਤਸਰਜਨ ਊਰਜਾ ਵਿਚਾਰ ਤੋਂ ਅਨੁਮਤ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਗ੍ਰਹਿਣ ਦੀ ਅਨੁਮਤ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸਦਾ ਉਲਟ ਅਨੁਮਤ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (Additional Exercise)

13.23 ਆਵਰਤ-ਸਾਰਣੀ ਵਿੱਚ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਦਾ ਔਸਤ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ 24.312 u ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਹ ਔਸਤ ਮਾਨ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੇ ਇਸਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਬਹੁਲਤਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਮੈਗਨੀਸੀਅਮ ਦੇ ਤਿੰਨ ਸਮਸਥਾਨਕ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ :- ${}^{24}_{12}Mg$ (23.98504 u), ${}^{25}_{12}Mg$ (24.98584 u) ਅਤੇ ${}^{26}_{12}Mg$ (25.98259 u)। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮੈਗਨੀਸੀਅਮ ਵਿੱਚ ${}^{24}_{12}Mg$ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ 78.99% ਹੈ। ਹੋਰ ਦੋਨਾਂ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

13.24 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਿਥਕਰਨ ਊਰਜਾ (Separation energy) ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਉਹ ਊਰਜਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇੱਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਦੱੜਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜੇ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ${}^{41}_{20}Ca$ ਅਤੇ ${}^{27}_{13}Al$ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਿਥਕਰਨ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

$$m({}^{40}_{20}\mathrm{Ca}) = 39.962591\ \mathrm{u}$$

$$m({}^{41}_{20}\mathrm{Ca}) = 40.962278\ \mathrm{u}$$

$$m({}^{26}_{13}\mathrm{Al}) = 25.986895\ \mathrm{u}$$

$$m({}^{27}_{13}\mathrm{Al}) = 26.981541\ \mathrm{u}$$

13.25 ਕਿਸੇ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚ ਫਾਸਫੋਰਸ ਦੇ ਦੋ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਨਿਊਲਾਈਡ ਹਨ ${}^{32}_{15}P$ $(T_{1/2} = 14.3d)$ ਅਤੇ ${}^{33}_{15}P$ $(T_{1/2} = 25.3d)$ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ 33p ਤੋਂ 10% ਖੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ 90% ਖੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਦਾ ਇੰਤਜਾਰ ਕਰਨਾ ਪਏਗਾ ?

13.26 ਕੁਝ ਖਾਸ ਪਰਿਸਥਿਆਂ ਵਿੱਚ, ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ, α - ਕਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪੁੰਜ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਖੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਖੇ - ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ :-

$${}^{223}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{209}_{82}\mathrm{Pb} + {}^{14}_{6}\mathrm{C}$$

$${}^{223}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{219}_{86}\mathrm{Rn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਖੇ-ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਲਈ Q-ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਦੋਵੇ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਊਰਜਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਸੰਭਵ ਹਨ।

13.27 ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ $^{238}_{92}U$ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਕਿਸੇ ਵਿਖੰਡਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਅੰਸਾਂ (Primary fragments) ਦੇ ਬੀਟਾ-ਖੇ ਦੇ ਬਾਅਦ ਕੋਈ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ $^{140}_{58}Ce$ ਅਤੇ $^{99}_{44}Ru$ ਅੰਤਿਮ ਉਤਪਾਦ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਖੰਡਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਲਈ Q ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਜਰੂਰੀ ਅੰਕੜੇ ਹਨ :

$m(^{238}_{92}U) = 238.05079\ u$

$m(^{140}_{58}Ce) = 139.90543\ u$

$m(^{99}_{44}Ru) = 98.90594\ u$

13.28 D-T ਅਭਿਕਿਰਿਆ (ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ –ਟ੍ਰੀਟੀਅਮ ਸੰਯੋਜਨ) $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + n$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

(a) ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਅੰਕੜੇ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਤੋਂ ਨਿਕਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ MeV ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ।

$m(^{2}_{1}H) = 2.014102\ u$

$m(^{3}_{1}H) = 3.016049\ u$

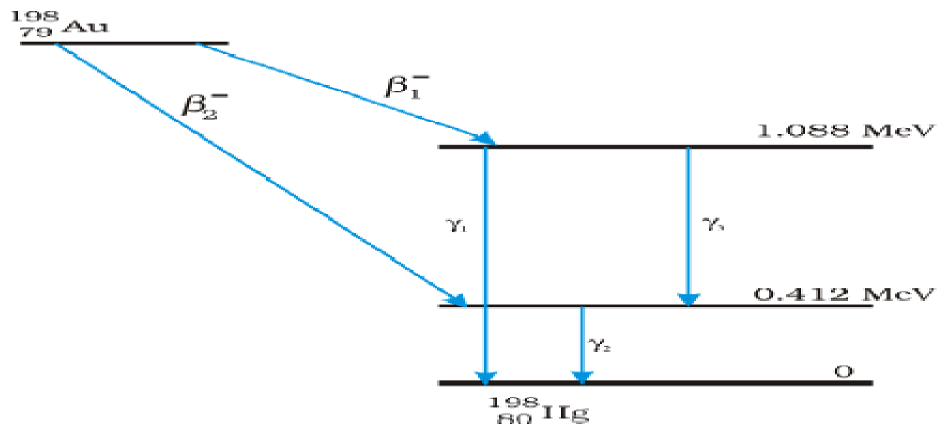
(b) ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਟੀਅਮ ਦੋਨਾਂ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ 1.5 fm ਮੰਨ ਲਓ। ਇਸ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ, ਦੋਨਾਂ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੂਲਮ ਅਪਕਰਸਣ ਤੋਂ ਦੂਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿੰਨੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੌੜ ਪਵੇਗੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਨ ਲਈ ਗੈਸਾਂ (D ਅਤੇ T ਗੈਸਾਂ) ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਾਪ ਤੇ ਗਰਮ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਚਾਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਸੰਕੇਤ (ਕਿਸੇ ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ = ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕਣਾਂ ਦੀ ਔਸਤ ਤਾਪ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ = $2(3kT/2)$) : k : ਬੋਲਟਜਮਾਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (Boltzman's Constant) ਅਤੇ T = ਪਰਸਤਾਪ

13.29 ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਖੇ - ਯੋਜਨਾ ਵਿੱਚ, γ- ਖੇ ਦੀ ਵਿਕਿਰਣ ਅਵਿਰਤੀਆ ਅਤੇ β–ਕਣਾ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ : ਦਿੱਤਾ ਹੈ

$m(^{198}Au) = 197.968233\ u$

$m(^{198}Hg) = 197.966760\ u$



ਚਿੱਤਰ : 13.6

13.30 ਸੂਰਜ ਦੇ ਅੰਦਰ (a) 1kg ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਨਿਕਲੀ ਉਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। (b) ਵਿਖੰਡਨ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿੱਚ 1.0kg ^{235}U ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੀ ਉਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ (a) ਅਤੇ (b) ਪ੍ਰਸਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੀ ਉਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।

13.31 ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਭਾਰਤ ਦਾ 2020 ਤਕ 200,000 MW ਬਿਜਲੀ ਸਕਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ 10% ਨਿਭਿਕੀ ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਐਕਟਰਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਾ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਔਸਤ ਉਪਯੋਗ ਕੁਸਲਤਾ (ਤਾਪ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਤਬਦੀਲ ਕਰਨ ਦੀ ਕੁਸਲਤਾ) 25% ਹੈ। 2020 ਦੇ ਅੰਤ ਤਕ ਸਾਡੇ ਦੇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਸਾਲ ਕਿੰਨੇ ਵਿਖੰਡਨਯੋਗ ਯੁਰੇਨਿਅਮ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ। ^{235}U ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਖੰਡਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਉਰਜਾ 200MeV ਹੈ।

ਅਧਿਆਇ 14
ਅਰਧਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ-ਪਦਾਰਥ, ਯੁਕਤੀਆਂ ਅਤੇ ਸਰਲ ਸਰਕਟ (Semiconductor Electronics-Materials, Devices and Simple Circuits)

14.1 ਭੂਮਿਕਾ (Introduction)

ਅਜਿਹੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਵਹਾਵ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ, ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨੀਕ ਸਰਕਟਾਂ ਲਈ ਆਧਾਰਭੂਤ ਰਚਨਾ ਖੰਡ (Building block) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।ਸਾਲ 1948 ਵਿਚ ਟਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Transistor) ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਵੈਕਿਊਮ ਟਿਊਬਾਂ (Vacuum Tubes) (ਜਾਂ ਵਾਲਵ) ਸਨ, ਜਿਵੇਂ ਵੈਕਿਊਮ ਡਾਇਓਡ (Diode) ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ: ਐਨੋਡ (Anode) ਅਤੇ ਕੈਥੋਡ (Cathode) ਹੁੰਦੇ ਹਨ; ਟਰਾਇਓਡ (Triode) ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ-ਕੈਥੋਡ, ਪਲੇਟ ਅਤੇ ਗ੍ਰਿਡ ਹੁੰਦੇ ਹਨ; ਟੈਟਰੋਡ ਅਤੇ ਪੈਂਟੋਡ (ਕ੍ਰਮਵਾਰ 4 ਅਤੇ 5 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਨਾਲ)। ਕਿਸੇ ਵੈਕਿਊਮ ਟਿਊਬ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਇੱਕ ਗਰਮ ਕੈਥੋਡ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਵੈਕਿਊਮ (ਨਿਰਵਾਯੂ) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਹਾਵ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਅੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡੀ ਸਥਾਨ (Inter-electrode space) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਹਾਵ ਦੇ ਲਈ ਵੈਕਿਊਮ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾ ਕੇ ਆਪਣੀ ਊਰਜਾ ਗੁਆ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਿਰਫ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਐਨੋਡ ਵਲ ਵਗ ਸਕਦੇ ਹਨ (ਭਾਵ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਵਗ ਸਕਦੇ ਹਨ।) ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਵਾਲਵ (Valve) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਵੈਕਿਊਮ ਟਿਊਬ ਨਾਲ ਬਣੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਅਕਾਰ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਵਧੇਰੇ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਖਪਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਈ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ (~100V) ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਜੀਵਨ ਕਾਲ ਵੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤੇ ਇਹ ਭਰੋਸੇ ਯੋਗ ਵੀ ਘੱਟ ਹੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਧੁਨਿਕ *ਠੋਸ-ਅਵਸਥਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ (Solid State semi-conductor electranics)* ਦੀ ਨੀਂਹ ਸਾਲ 1930 ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਗਈ ਜਦੋਂ ਇਹ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਕੁਝ ਠੋਸ ਅਵਸਥਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ (Junction) ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ (Charge Carrierr) ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਗਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਰਗੇ ਉੱਤੇਜਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਵਾਹ *ਖੁਦ ਠੋਸ ਦੇ ਆਪਣੇ ਅੰਦਰ ਹੀ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਵੈਕਿਊਮ ਟਿਊਬਾਂ/ ਵਾਲਵਾਂ ਵਿਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਸੀ ਅਤੇ *ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਸਥਾਨਾਂ ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਯੂ* ਵਿਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿਚ ਬਾਹਰੀ ਤਾਪ ਜਾਂ ਵੱਧ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਸਥਾਨ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਛੋਟੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਘੱਟ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਘੱਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੇ ਕੰਮ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਜੀਵਨ ਲੰਬਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਭਰੋਸੇਯੋਗ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਧੁਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵੈਕਿਊਮ ਟਿਊਬਾਂ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨ ਟਿਊਬ (CRT) ਜਿਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ ਸੈਟਾਂ ਅਤੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਮੋਨੀਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਠੋਸ ਅਵਸਥਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕੀ (Solid state electronics) ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਲਿਕੁਅਡ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਡਿਸਪਲੇ (LCD) ਮਨੀਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੋਣ ਲਗ ਪਈ ਹੈ। ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨੂੰ ਓਪਚਾਰਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝੇ ਜਾਣ ਤੋਂ ਵੀ ਬਹੁਤ ਪਹਿਲਾਂ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮਿਲਨ ਵਾਲੇ *ਗੈਲੇਨਾ* (ਲੈਡ ਸਲਫਾਈਡ PbS) ਦੇ ਇੱਕ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਜਿਸਦੇ ਨਾਲ ਧਾਤ ਦਾ ਇੱਕ ਸੰਪਰਕ

ਬਿੰਦੂ (Contact Point) ਜੁੜਿਆ ਸੀ, ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਸੂਚਕ (Detector) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁੱਕੀ ਸੀ।

ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਸੈਕਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਮੂਲ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣ-ਪਛਾਣ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (Junction diode) (2-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੀ ਯੁਕਤੀ) ਅਤੇ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਜੋੜ (Bipolar Junction) ਟਰਾਂਜਿਸਟਰ (3-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੀ ਯੁਕਤੀ) ਵਰਗੀਆਂ ਕੁਝ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਹਨਾਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਸਰਕਟਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਵੀ ਕਰਾਂਗੇ।

14.2 ਧਾਤਾਂ, ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਨ (Classification of Metals, Conductors and Semiconductors)

ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ (On the basis of Conductivity)

ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਕਤਾ (σ) ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ($\rho = 1/\sigma$) ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਮੁਲਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਠੋਸ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ,

(i)ਧਾਤ (Metal): ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$\rho \sim 10^{-2} - 10^{-8}\ \Omega\ m$$

$$\sigma \sim 10^{2} - 10^{8}\ S\ m^{-1}$$

(ii) ਅਰਧ-ਚਾਲਕ (Semiconductor) : ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਧਾਤਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲਰੋਧੀ (ਕੁਚਾਲਕ) ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਜਿਹੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$\rho \sim 10^{-5} - 10^{6}\ \Omega\ m$$

$$\sigma \sim 10^{5} - 10^{-6}\ S\ m^{-1}$$

(iii) ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ (Insulators) : ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ (ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$\rho \sim 10^{11} - 10^{19}\ \Omega\ m$$

$$\sigma \sim 10^{-11} - 10^{-19}\ S\ m^{-1}$$

ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ρ ਅਤੇ σ ਦੇ ਮਾਨ ਸਿਰਫ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦੇ ਸੂਚਕ ਹਨ ਅਤੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਰੇਂਜ (Range) ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੀ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਧਾਤ, ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦਾ ਸਾਪੇਖੀ ਮਾਨ ਹੀ ਸਿਰਫ ਮਾਪਦੰਡ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕੁਝ ਦੂਸਰੇ ਅੰਤਰ ਵੀ ਹਨ, ਜੋ, ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਅਸੀਂ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਅੱਗੇ ਵਧਾਂਗੇ, ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦੇ ਜਾਣਗੇ। ਇਸ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜੋ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।

(i) *ਤੱਤਵਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Elemental Semiconductors)*- Si ਅਤੇ Ge

(ii) *ਯੌਗਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Compoud Semiconductors):* ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ -

- *ਅਕਾਰਬਨਿਕ* - CdS, GaAs, CdSe, InP ਆਦਿ।
- *ਕਾਰਬਨਿਕ* - ਐਂਥਰਾਸੀਨ, ਡੋਪਡ (Doped) ਥੈਲੋਸਿਆਨੀਨਸ (Pthalocyanines) ਆਦਿ।
- *ਕਾਰਬਨਿਕ ਬਹੁਲਕ (Organic polymers)* : ਪਾਲੀਪਾਈਰੋਲ (polypyrrole), ਪਾਲੀਐਨੀਲੀਨ (polyaniline), ਪਾਲੀਥਾਇਓਫੀਨ (polythiophene) ਆਦਿ।

ਅੱਜਕਲ ਉਪਲਬਧ ਵਧੇਰੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਤੱਤਵਿਕ (Elemental) ਅਰਧਚਾਲਕ Si ਜਾਂ Ge ਅਤੇ ਯੌਗਿਕ *ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ* ਤੇ ਹੀ ਅਧਾਰਿਤ ਹਨ । ਪਰ ਸਾਲ 1990 ਦੇ ਬਾਦ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕੀ ਬਹੁਲਕਾਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਕੁਝ ਅਰਧਚਾਲਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਹੋਇਆ ਜਿਸ ਨਾਲ ਭਵਿਖ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਅਤੇ ਆਣਵਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ (Molecular electronics) ਦੀ ਤਕਨੀਕ ਦਾ ਉਦੈ ਹੋਣ ਦੇ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ, ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਤੱਤਵਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਹਾਂਗੇ। ਤੱਤਵਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾਂ

ਦੇ ਲਈ ਇਥੇ ਜਿਹੜੀਆਂ ਆਮ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਉਹ ਕਿਸੇ ਨਾ ਕਿਸੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਬਹੁਤਿਆਂ ਯੋਗਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ (On the Basis of Energy Bands)

ਬੋਹਰ (Bohr) ਪਰਮਾਣੂ ਮਾਡਲ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂ (an isolated atom) ਵਿਚ ਉਸਦੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਉਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕਕਸ਼ਾ (orbits) ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹ ਚੱਕਰ ਕਟ ਰਿਹਾ ਹੈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਜਦੋਂ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਆਕੇ ਕੋਈ ਠੋਸ ਬਣਾ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਨੇੜੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਬਹੁਤੇ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਬਾਹਰਲੀਆਂ ਕਕਸ਼ਾਵਾਂ (Orbits) ਬਹੁਤ ਹੀ ਜਿਆਦਾ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਢੱਕ ਲੈਂਦੀਆਂ (Overlap) ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕਿਸੇ ਠੋਸ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਕਿਸੇ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚਲੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਹੀ ਵੱਖਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

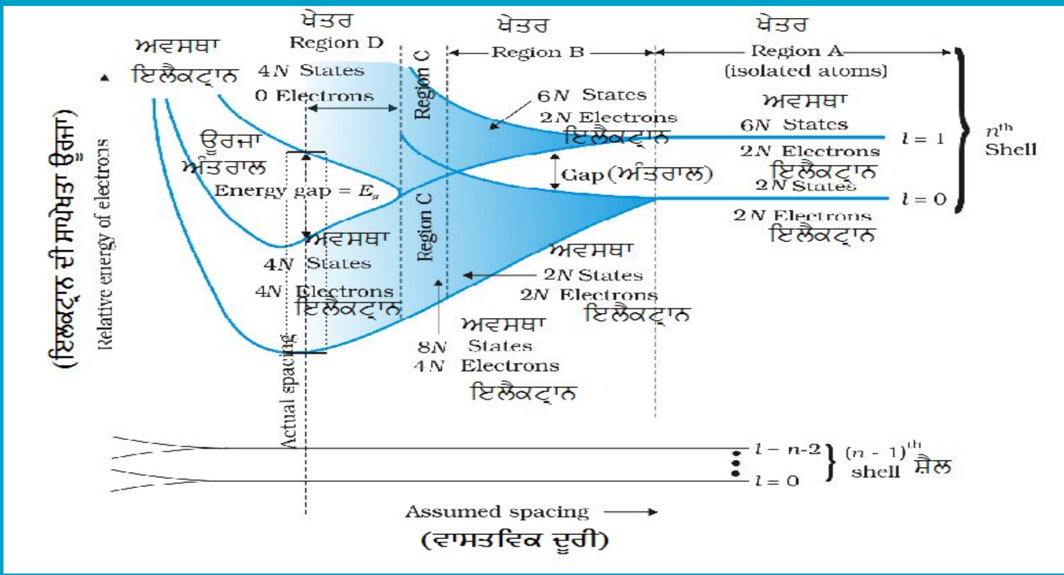
ਕਿਸੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਆਪਣੀ ਵਿਲੱਖਣ ਸਥਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਈ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਪੈਟਰਨ ਯਥਾਰਥ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੋ ਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ *ਊਰਜਾ ਪਧੱਰ (Energy level)* ਵੱਖਰੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵੱਖਰੇ ਊਰਜਾ ਪਧੱਰ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਲਗਾਤਾਰ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ, *ਊਰਜਾ ਬੈਂਡਾਂ (Energy bands)* ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ (Covalent electrons) ਦੇ ਊਰਜਾ ਪਧੱਰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ ਨੂੰ *ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ* (Valance band) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਉਪਰ ਮੌਜੂਦ ਬੈਂਡ ਨੂੰ *ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ* (Conduction band) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਊਰਜਾ ਦੇ, ਸਾਰੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨਤਮ ਪੱਧਰ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਦੇ ਉੱਚਤਮ ਪਧੱਰ ਤੋਂ ਵੀ ਹੇਠਾਂ ਹੈ ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੋਖਿਆਂ ਹੀ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਆਵਾਜਾਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਆਮ ਕਰਕੇ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਖਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਜਦੋਂ ਇਹ ਬੈਂਡ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਢਕਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੁਤੰਤਰਤਾਪੂਰਵਕ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਧਾਤਵਿਕ ਚਾਲਕਾਂ (Metallic Conductors) ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ (Gap) ਹੈ, ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬੱਨ੍ਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਾਹਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਕੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਗੈਪ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਤਦ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਕੇ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਪੈਦਾ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਥਾਵਾਂ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਲਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਆਓ, ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਕਿ N ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਾਲੇ Si ਜਾਂ Ge ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। Si ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਾਲੀ ਕਕਸ਼ਾ (Outermost orbit), ਤੀਸਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ($n = 3$) ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ Ge ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਾਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਚੌਥੀ ਕਕਸ਼ਾ ($n = 4$) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਾਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ 4N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (2s ਅਤੇ 2p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸੰਖਿਆ 4N ਹੋਈ। ਕਿਸੇ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 8 (2s + 6p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ 4N ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਲਈ ਉਪਲਬਧ ਊਰਜਾ ਪਧੱਰ 8N ਹਨ। ਇਹ 8N ਟੁੱਟਵੇਂ (Discrete) ਊਰਜਾ ਪਧੱਰ ਜਾਂ ਤਾਂ ਕੋਈ ਨਿਰੰਤਰ ਬੈਂਡ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਇਹ ਬੈਂਡਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮੂਹ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। [ਠੋਸਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਸਿਧਾਂਤ-ਬਾਕਸ ਦੇਖੋ] ।

Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਜਾਲਕਾਂ (Crystal Lattice) ਵਿਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ, ਇਹਨਾਂ 8N ਪੱਧਰਾਂ ਦਾ ਉਰਜਾ ਬੈਂਡ ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਵਿਚ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ *ਉਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ* (energy gap) E_g (ਚਿੱਤਰ 14.1) ਦਾ ਵਖਰੇਂਵਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਪਰਮ ਸਿਫ਼ਰ (Absolute Zero) ਤੇ 4N ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਰਿਆ ਨਿਮਨ ਬੈਂਡ (Lower band) *ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੋਰ ਬੈਂਡ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ 4N ਉਰਜਾ ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ *ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਅਤੇ ਇਹ ਪਰਮ ਸਿਫ਼ਰ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖ਼ਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਠੋਸਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਸਿਧਾਂਤ(Band theory of solids):



ਚਿੱਤਰ 14.1 ਦੇਖੋ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਹੇਠਲੇ ਉਰਜਾ ਪੱਧਰ ਨੂੰ Ec ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਉੱਚੇ ਉਰਜਾ ਪੱਧਰ ਨੂੰ Ev ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। Ec ਦੇ ਉਪਰ ਅਤੇ Ev ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਉਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ Si ਅਤੇ Ge ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ N ਪਰਮਾਣੂ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਕਕਸ਼ਵਾਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਵੀਆਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਹੋਣਗੀਆਂ। ਜੇ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਹੋਣ, ਭਾਵ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੋਣ, ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਰਜਾਵਾਂ ਉਹੀ ਰਹਿਣਗੀਆਂ। ਪਰ ਇੱਕ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ (2 ਤੋਂ 3Å) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਅਤੇ ਨੇੜਲੀਆਂ ਪਰਮਾਣੂ ਕੋਰਾਂ ਨਾਲ ਵੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਜਦੋਂਕਿ ਅੰਦਰਲੀਆਂ ਕਕਸ਼ਾਵਾਂ ਜਾਂ ਕੋਰਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ Si ਜਾਂ Ge ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਰਜਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਸਿਰਫ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਦੀ ਹੀ ਲੋੜ ਹੈ। Si ਦੇ ਲਈ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਤੀਸਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਹੈ (n = 3) ਜਦੋਂ ਕਿ Ge ਦੇ ਲਈ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਚੌਥੀ ਕਕਸ਼ਾ ਹੈ (n = 4)। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 4 ਹੈ (2s ਅਤੇ 2p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)। ਇਸ ਲਈ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਪੂਰਨ ਸੰਖਿਆ 4N ਹੋ ਗਈ । ਸਭ ਤੋਂ

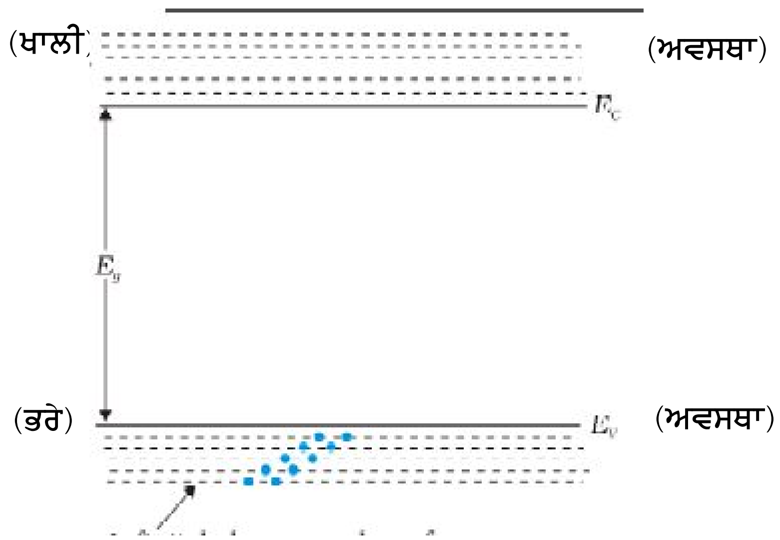
ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸੰਭਵ ਸੰਖਿਆ 8 ਹੈ (2s + 6p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)। ਇਸ ਲਈ 4N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚੋਂ 2N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਾਂ, 2N s-ਅਵਸਥਾਵਾਂ (ਆਰਬੀਟਲ ਕੁਆਂਟਮ ਨੰਬਰ $l = 0$) ਵਿੱਚ ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਬਾਕੀ 2N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ 6N p-ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣਗੇ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਕੁਝ p-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਖਾਲੀ ਹੀ ਰਹਿਣਗੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਸੱਜੇ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਹੋਏ ਜਾਂ ਇੱਕਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ A)

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਠੋਸ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਹੋਰ ਨੇੜੇ ਆਉਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੇ ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਬਦਲ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ (ਵੱਧ ਜਾਂ ਘੱਟ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ)। $l = 1$ ਦੀਆਂ 6N ਅਵਸਥਾਵਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਇਕ ਜਿਹੀਆਂ (Identical) ਸਨ, ਹੁਣ ਫੈਲ ਕੇ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ B) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $l = 0$ ਦੀਆਂ 2N ਅਵਸਥਾਵਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਇਕੋ ਜਿਹੀਆਂ (Identical) ਸਨ, ਉਹ ਵੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਖੇਤਰ B ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਪੂਰਵਕ ਦੇਖੋ)। ਇਹ ਬੈਂਡ ਪਹਿਲੇ ਬੈਂਡ ਨਾਲੋਂ *ਇੱਕ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ* (Energy Gap) ਨਾਲ ਵੱਖਰਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ।

ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਵੀ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਹੋ ਜਾਣ ਤੇ, ਬੇਸ਼ਕ, ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਖੇਤਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਹ ਬੈਂਡ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਘੁਲ ਮਿਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਪਰਲੇ ਪਰਮਾਣਵੀਂ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ ਹੇਠਲੇ ਵਾਲੇ ਪਰਮਾਣਵੀਂ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਉਪਰ ਵਾਲੀ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਵੀ ਹੇਠਾਂ ਚਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ (ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ C), *ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦਾ ਅਤੇ ਉਪਰਲੀਆਂ ਅਤੇ ਹੇਠਲੀਆਂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਮਿਸ਼ਰਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।*

ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਸਿਰੇ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੀ ਤਲੀ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਅੰਤਰਾਲ ਨੂੰ *ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ* (Energy band gap) (ਜਾਂ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ, Eg) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਅੰਤਰਾਲ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.2 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਹੇਠਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ।

ਕੇਸ I : ਇਹ ਚਿੱਤਰ 14.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਧਾਤ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ (Partially) ਵਿੱਚ ਭਰਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਢੱਕ ਰਹੇ ਹਨ (Overlapping)। ਜਦੋਂ ਓਵਰਲੈਪਿੰਗ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੋਖਿਆਂ ਹੀ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਲਈ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਖਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸਦੇ ਹੇਠਲੇ ਪਧਰ ਤੋਂ ਉਤਲੇ ਪਧਰ ਤੱਕ ਗਤੀ ਕਰਕੇ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਨੂੰ ਸੰਭਵ ਬਣਾ ਦਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਘੱਟ ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

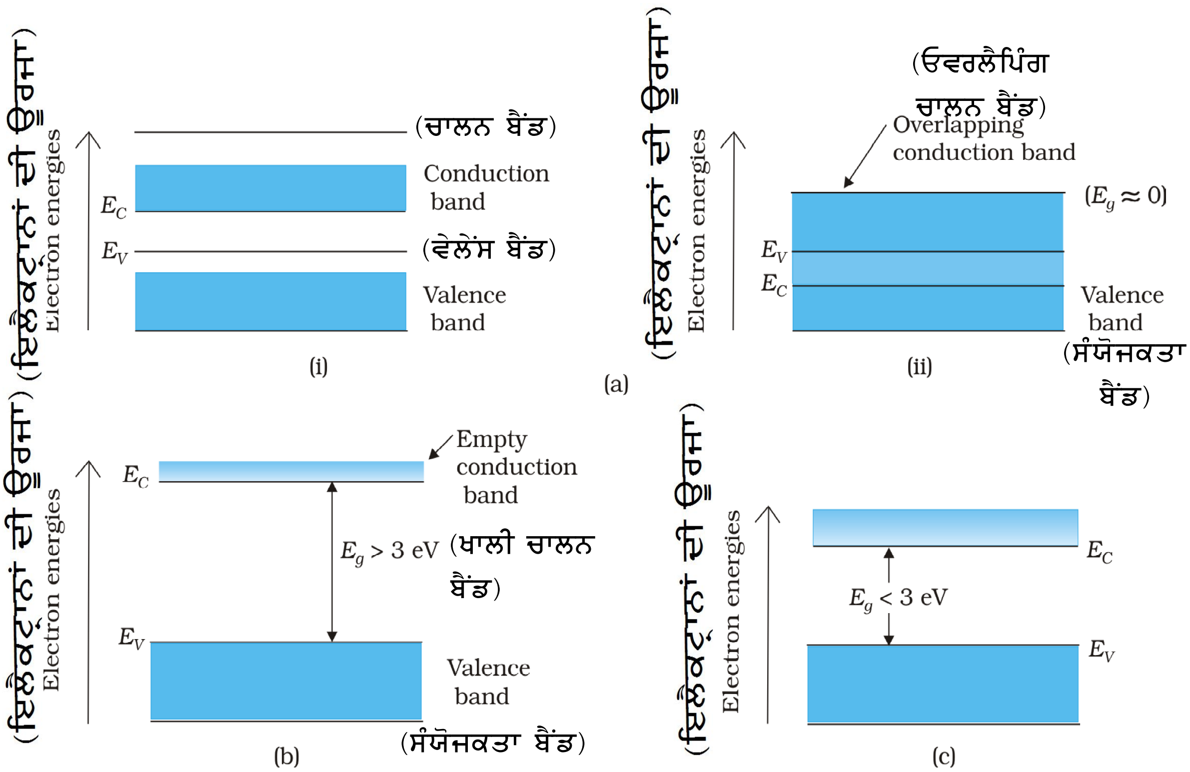


ਚਿੱਤਰ 14.1: 0 K ਤੇ ਕਿਸੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ, ਉਪਰਲੇ ਬੈਂਡ ਜਿਸ ਨੂੰ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿਚ ਅਨੰਤ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਨੇੜਲੀਆਂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ । ਹੇਠਲਾ ਬੈਂਡ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਨੇੜਲੀਆਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਰੀਆਂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਕੇਸ II: ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਜਿਹਾ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 14.2 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ Eg ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (Eg >3 eV) ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਇਨਾਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਾਪੀ ਉੱਤੇਜਨਾ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿਚੋਂ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਲ ਉੱਤੇਜਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਹ *ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ (Insulator)* ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ।

ਕੇਸ III: ਇਹ ਸਥਿਤੀ 14.2(c) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਪਰ ਘੱਟ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ (Eg <3 eV) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਛੋਟਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ, ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਇਨੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਜਦ ਕਿ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਗਤੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਉਨ੍ਹਾਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਜਿਨਾਂ ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਧਾਤਾਂ, ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਸਿਖਾਂਗੇ।



ਚਿੱਤਰ 14.2: ਊਰਜਾ ਬੈਂਡਾਂ ਵਿਚ ਅੰਤਰ (a) ਧਾਤਾਂ, (b) ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਅਤੇ (c) ਅਰਧ ਚਾਲਕ

14.3 ਇੰਟਰਿੰਜ਼ੀਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Intrinsic Semiconductor)

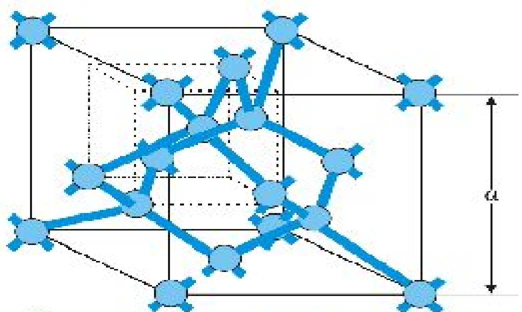
ਅਸੀਂ Ge ਅਤੇ Si ਦਾ ਸਭ ਤੋਂ ਸਾਧਾਰਨ ਉਦਾਹਰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਜਾਲਕ (lattice) ਰਚਨਾ ਚਿੱਤਰ 14.3 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਹੀਰੇ ਵਰਗੀ ਰਚਨਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਚਾਰ ਹੋਰ ਬਹੁਤ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ Si ਅਤੇ Ge ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਰਚਨਾ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ Si ਅਤੇ Ge ਪਰਮਾਣੂ ਆਪਣੇ ਚਾਰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਚਾਰ ਸਭ ਤੋਂ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਨਾਲ *ਸਾਂਝ ਪਾਉਣ* (Share) ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਰਖਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਜਿਹੇ ਹਰੇਕ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਵੀ ਸਾਂਝ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਂਝੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ *ਸਹਿਸੰਯੋਗੀ ਬੰਧਨ* (Covalent bond) ਜਾਂ *ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ* (Valence bond) ਕਹਾਂਉਂਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋਨੋਂ ਸਾਂਝੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਹਨਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅੱਗੇ ਪਿੱਛੇ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਉਹ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਬਨ੍ਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.3 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਗਈ Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ 2-ਵਿਮੀ ਨਿਰਪੂਣ ਚਿੱਤਰ 14.4 ਵਿੱਚ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਢੰਗ ਨਾਲ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਜੋ ਸਹਿ ਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧਨਾਂ ਤੇ ਪੂਰਾ ਬਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.4 ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਚਿੱਤਰਣ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਟੁੱਟੇ ਨਹੀਂ ਹਨ (ਸਾਰੇ ਬੰਧਨ ਬਣੇ ਹੋਏ ਹਨ) ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਨਿਮਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਦਾ ਹੈ, ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਹੋਰ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਲਗਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟੁੱਟ ਕੇ ਅਲਗ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ (ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਣਕੇ ਚਾਲਨ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ)। ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਜਾਲਕ ਦੇ ਕੁਝ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਇਨ ਬਣਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬੰਧਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ *ਖਾਲੀ ਥਾਂ* (Vacancy) ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਮੁਕੱਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਚਾਰਜ $-q$) ਜਿਥੋਂ ਨਿਕਲ ਕੇ ਅਇਆ ਹੈ, ਉਥੇ ਉਹ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਚਾਰਜ ($+q$) ਦੀ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਚਾਰਜ ($+q$) ਦੀ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਵਾਲੀ ਇਹ *ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਹੋਲ (Hole)* ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਹੋਲ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਵਾਲੇ ਇੱਕ *ਆਭਾਸੀ ਮੁਕਤ ਕਣ* ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ (Intrinsic Semiconductors) ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, n_e ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, n_e ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ

$$n_e = n_h = n_i \qquad (14.1)$$

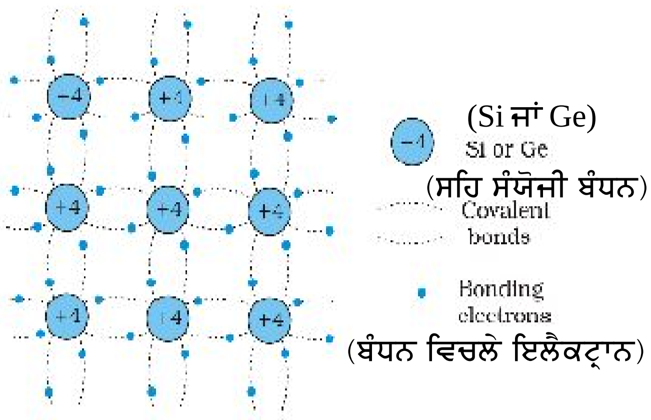
ਜਿਥੇ n_i ਨੂੰ ਇੰਟਰਿਨਜ਼ਿਕ ਕੈਰੀਅਰ ਕੰਸਨਟ੍ਰੇਸ਼ਨ (Intrinsic Carrier Concentration) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਵਿਲੱਖਣ ਗੁਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਹੋਲ (Hole) ਵੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਥਾਨ 1 ਤੇ ਇੱਕ ਹੋਲ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.3: ਕਾਰਬਨ, ਸਿਲਿਕਾਨ ਜਾਂ ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਦੇ ਲਈ ਤਿੰਨ ਵਿਮੀ ਕਰੇ ਵਰਗੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਸੰਰਚਨਾ ਜਿਸ ਵਿਚ ਜਾਲਕ ਅੰਤਰਾਲ a ਕ੍ਰਮਵਾਰ 3.56, 5.43 ਅਤੇ 5.66 ਹੈ ।

ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਏ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸੋਚਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਹੇਠਾਂ ਵਾਲੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਹਿਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧੰਨ ਸਥਾਨ 2 ਤੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਖਾਲੀ ਥਾਂ 1(ਹੋਲ) ਵਿੱਚ ਛਲਾਂਗ ਮਾਰ ਕੇ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਜਿਹੀ ਇੱਕ ਛਲਾਂਗ ਤੋਂ ਬਾਦ, ਹੋਲ ਸਥਾਨ 2 ਤੇ ਹੋ ਗਿਆ ਅਤੇ ਹੋਲ ਸਥਾਨ 1 ਤੋਂ ਸਥਾਨ 2 ਤੇ ਚਲਾ ਗਿਆ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਹੋਇਆ ਸੀ (ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਦੇਖੋ), ਉਹ ਹੋਲ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸ਼ਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਉਣ ਤੇ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ (I_e) ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਯਾਦ ਰਹੇ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕਦੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੀ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਬੰਧਨ (Empty bond) ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ *ਬੰਧਨ ਵਿਚਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (bound electrons)* ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਨ ਲਈ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਸੁਖਾਲਾ ਉਪਾਅ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਅਸਲ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਇਹ ਹੋਲ ਰਿਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਹੋਲ ਕਰੰਟ I_h ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ (I_e) ਅਤੇ ਹੋਲ ਕਰੰਟ (I_h) ਦਾ ਜੋੜ



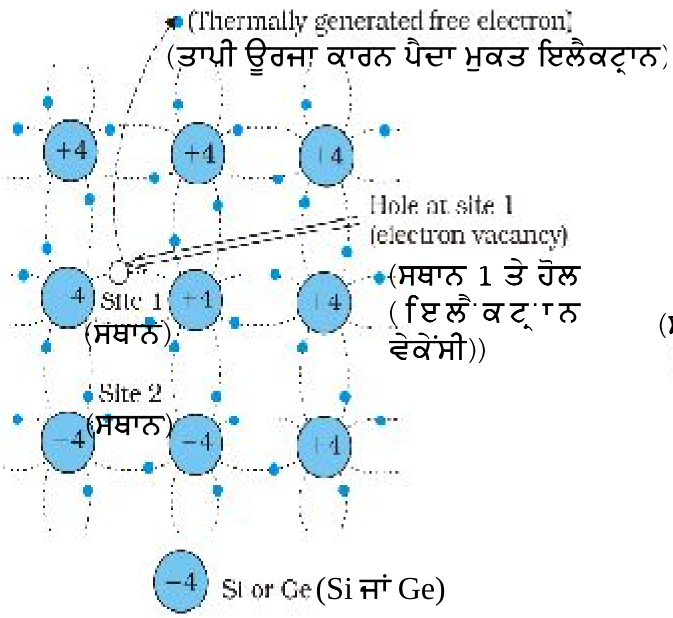
ਚਿੱਤਰ 14.4: Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ ਦੋ ਵਿਮੀ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਨਿਰੂਪਣ ਜਿਸ ਵਿਚ ਨਿਮ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਸਹਿਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧਨ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਹਨ। (ਸਾਰੇ ਬੰਧਨ ਬਣੇ ਹੋਏ, ਕੋਈ ਟੁੱਟਿਆ ਬੰਧਨ ਨਹੀਂ)। +4 ਚਿਨ੍ਹ Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਅੰਦਰਲੀ ਕੋਰ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ।

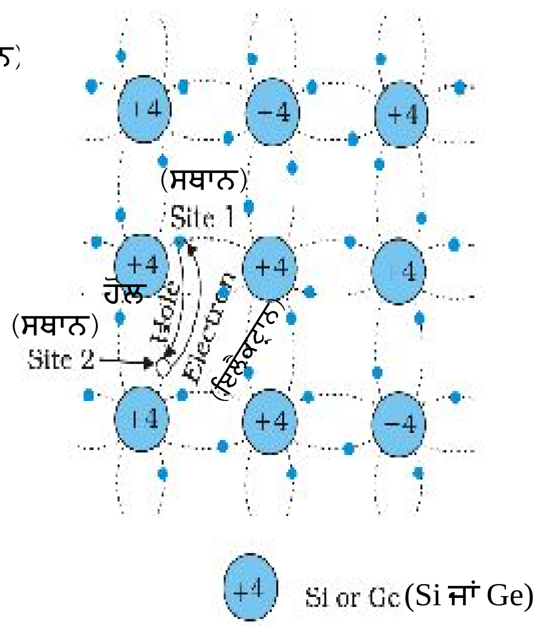
ਕੁਲ ਕਰੰਟ I, ਹੋਵੇਗਾ

$$I = I_e + I_h \tag{14.2}$$

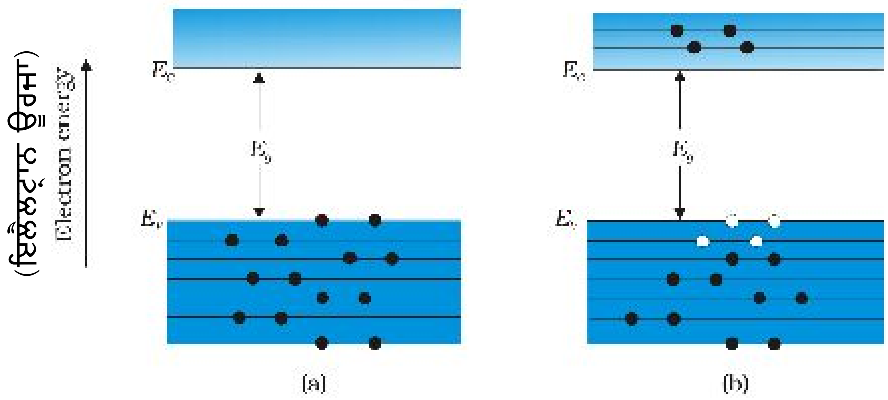
ਇਥੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਕੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ *ਮੁੜ-ਸੰਯੋਜਨ* (recombination) ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ ਦੇ ਨਾਲ ਮੁੜ ਜੁੜਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ (Charge carriers) ਦੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦੀ ਦਰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਮੁੜ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਮੁੜ ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਹੋਲਾਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਹੋਣਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 14.6(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ T = 0K ਤੇ ਕੋਈ ਇੰਟਰਿੰਸਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਕਿਸੇ ਵਿਜਲ ਰੋਧੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤਾਪੀ ਊਰਜਾ ਹੀ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਉੱਚ ਤਾਪਮਾਨਾਂ (T> 0K) ਤੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ। T > 0K ਤੇ ਤਾਪੀ ਉਤੇਜਿਤ (Thermally Excited) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਥੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਆਏ ਹਨ ਅਤੇ ਬਰਾਬਰ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਉਥੇ ਹੋਲ ਛੱਡ ਆਏ ਹਨ।





ਚਿੱਤਰ 14.5: **(a)** ਮੱਧਮ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਤਾਪੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਾਨ 1 ਤੇ ਹੋਲ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੈਂਦਾ ਹੋਣ ਦਾ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਚਿੱਤਰਨ **(b)** ਕਿਸੇ ਹੋਲ ਦੀ ਸੰਭਾਵਿਤ ਤਾਪੀ ਗਤੀ ਦਾ ਸਰਲ ਚਿਤਰਨ। ਹੇਠਲੇ ਖੱਬੇ ਹੱਥ ਦੇ ਸਹਿਸੰਯੋਗੀ ਬੰਧਨ (ਸਥਾਨ 2) ਤੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਰੰਭਿਕ ਹੋਲ ਸਥਾਨ 1 ਤੇ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਪਣੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇੱਕ ਹੋਲ ਛੱਡਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਨ 1 ਤੋਂ ਸਥਾਨ 2 ਤੱਕ ਹੋਲਦ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.6(a) T =0K ਤੇ ਕੋਈ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ । (b) T>0K ਤੇ ਚਾਰ ਤਾਪੀ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ-ਹੋਲ ਜੋੜੇ ਵਿੱਚ ਭਰੇ ਚੱਕਰ (•) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਖਾਲੀ ਖੇਤਰ (•) ਹੋਲਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.1: C, Si ਅਤੇ Ge ਦੀ ਜਾਲਕ (Lattice) ਸੰਰਚਨਾ ਇਕੋ ਜਿਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਫਿਰ ਵੀ ਕਿਉਂ C ਬਿਜਲ ਰੋਧੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ Si ਅਤੇ Ge ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਹਨ ?

ਹਲ: C, Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿਚ ਚਾਰ ਬੱਝੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਦੂਸਰੀ, ਤੀਸਰੀ, ਅਤੇ ਚੌਥੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਲੋੜੀਂਦੀ ਊਰਜਾ (ਆਈਨੀਕਰਣ ਊਰਜਾ Eg) ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਸਬ ਤੋਂ ਘਟ Ge ਦੇ ਲਈ, ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ Si ਦੇ ਲਈ ਅਤੇ ਸਬ ਤੋਂ ਵੱਧ C ਦੇ ਲਈ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ Ge ਅਤੇ Si ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਚੰਗੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ C ਵਿਚ ਇਹ ਗਿਣਤੀ ਨਿਗੂਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

14.4 ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Extrinsic Semiconductor):

ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਉਸਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ (Room Temperature) ਤੇ ਇਸਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਕੋਈ ਵੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀ ਇਹਨਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਤੋਂ ਵਿਕਸਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਵਿੱਚ ਸੁਧਾਰ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਜਿਹਾ ਇਹਨਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸ਼ੁਧੀਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਸ਼ੁਧ ਅਰਧਚਾਲਕ (Pure Semiconductor) ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਢੁਕਵੀਂ ਅਸ਼ੁਧੀ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਕੁਝ ਭਾਗ ਪ੍ਰਤੀ ਮਿਲਿਅਨ (Parts per million ppm) ਵਿੱਚ ਮਿਲਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਵਿੱਚ ਕਈ ਗੁਣਾ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ *ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ* (Extrinsic Semiconductor) ਜਾਂ *ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਅਰਧਚਾਲਕ* (Impurity Semiconductor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਲੋੜੀਂਦੀ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਪੂਰਵਕ ਮਿਸ਼ਰਤ ਕਰਨ ਨੂੰ *ਡੋਪਿੰਗ* (Doping) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਪਰਮਾਣੂ ਨੂੰ *ਡੋਪੈਂਟ* (Dopant) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ *ਡੋਪਡ ਅਰਧਚਾਲਕ* (Doped semiconductor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਡੋਪੈਂਟ ਅਜਿਹਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੂਲ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਜਾਲਕ (Lattice) ਨੂੰ ਵਿਕਰਿਤ ਨਾ ਕਰੇ। ਇਹ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਮੂਲ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਰਮਾਣੂ ਸਥਿਤੀਆਂ (Sites) ਵਿਚੋਂ ਸਿਰਫ਼ ਕੁਝ ਇੱਕ ਦੀ ਹੀ ਥਾਂ ਲੈਂਦੇ ਹਨ।

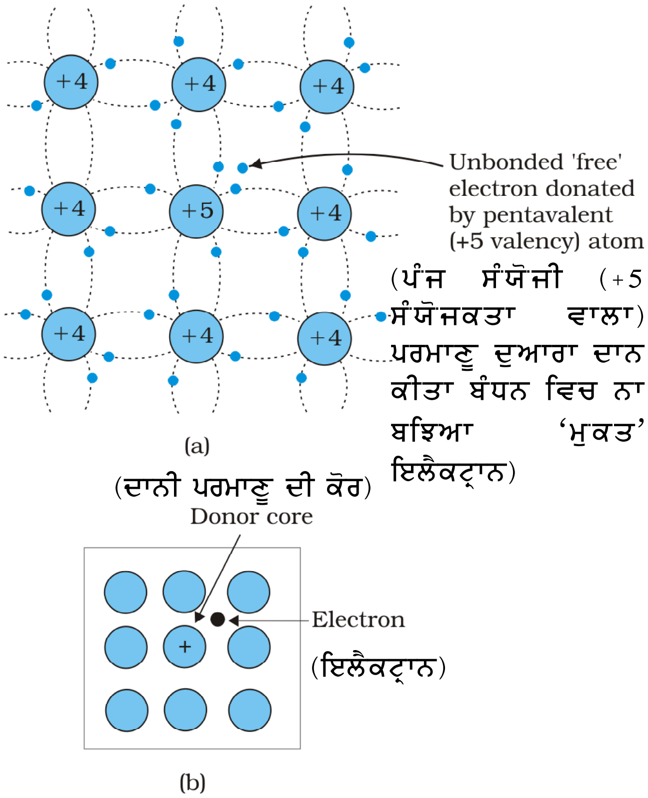
ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸ਼ਰਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਡੋਪੈਂਟ ਦੇ ਅਣੂ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਲਗਭਗ ਬਾਰਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ।

ਟੈਟਰਾਵੇਲੈਂਟ (Tetravalent) Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਡੋਪਿੰਗ ਲਈ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਡੋਪੈਂਟ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

(i).ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ (Pentavalent) (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 5); ਜਿਵੇ ਆਰਸੈਨਿਕ (As), ਐਂਟੀਮਨੀ (Sb), ਫਾਸਫੋਰਸ (P) ਆਦਿ।

(ii). ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ (Trivalant) (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 3); ਜਿਵੇਂ ਇੰਡੀਅਮ (In), ਬੋਰਾਨ (B), ਐਲੁਮੀਨੀਅਮ (Al) ਆਦਿ

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਡੋਪਿੰਗ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਇਸ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। Si ਜਾਂ Ge ਆਵਰਤੀ ਸਾਰਨੀ ਦੇ ਚੋਥੇ ਵਰਗ (Group) ਦੇ ਮੈਂਬਰ ਹਨ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਡੋਪਿੰਗ ਲਈ ਨੇੜੇ ਦੇ ਤੀਸਰੇ ਜਾਂ ਪੰਜਵੇਂ ਗਰੁਪ ਦੇ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਇਹ ਉਮੀਦ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਅਤੇ ਸਾਵਧਾਨੀ ਵਰਤਤੇ ਹੋਏ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਤੱਤ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਈਜ਼ Si ਜਾਂ Ge ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਰੋਚਕ ਤੱਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਡੋਪਿੰਗ ਲਈ ਵਰਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਅਤੇ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਤੱਤ ਡੋਪਿੰਗ ਤੋਂ ਬਾਦ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਵੱਖ ਕਿਸਮ ਦੇ ਦੋ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਹੇਠਾਂ ਵਰਣਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.7:(a) ਚਾਰ ਸੰਯੋਜੀ Si ਜਾਂ Ge ਵਿੱਚ ਪੰਜ ਸੰਯੋਜੀ ਦਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪਰਮਾਣੂ (As, Sb, P ਆਦਿ) ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਬਣਿਆ n-ਅਰਧਚਾਲਕ (b) n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਸਾਧਾਰਨ ਤੌਰ ਤੇ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪੀ ਦਾਨੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਰ ਕੋਰ ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਫਾਲਤੂ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।

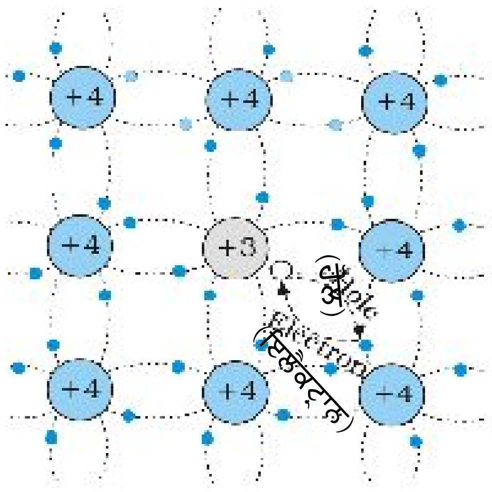
(i) n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ (n-type Semiconductor)

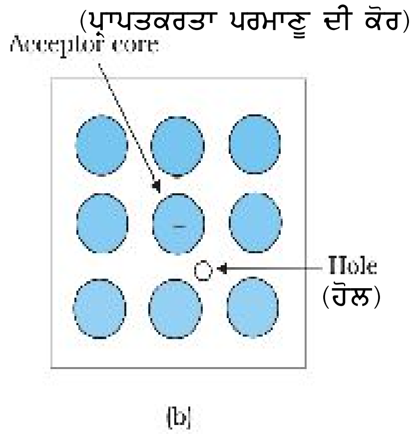
ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਅਸੀਂ Si ਜਾਂ Ge (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 4) ਨੂੰ ਇੱਕ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 5) ਤੱਤ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.7 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ +5 ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਵਾਲਾ ਤੱਤ Si ਦੇ ਇੱਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਥਾਂ ਲੈ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਚਾਰ, ਨੇੜਲੇ ਚਾਰ ਸਿਲੀਕਾਨ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਪੰਜਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਨਕ ਪਰਮਾਣੂ (Parent atom) ਨਾਲ ਕਮਜ਼ੋਰ ਬੰਧਨ ਦੁਆਰਾ ਜੁੜਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿ ਪੰਜਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਬੰਧਨ ਵਿੱਚ ਭਾਗ ਲੈਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਕੋਰ (Effective Core) ਦਾ ਭਾਗ ਮੰਨਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਇਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਆਈਨੀਕਰਣ ਊਰਜਾ (Ionization Energy) ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਮ ਕਰਕੇ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਇਹ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਜਾਲਕ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਪਰਮਾਣੂ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਵਿੱਚ ~0.01 ev ਅਤੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 0.05ev ਊਰਜਾ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਸ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ

ਤੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਵਰਜਿਤ (Forbidden) ਬੈਂਡ (Band) ਤੋਂ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਦੇ ਲਈ (ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਵਿਚ ਲਗਭਗ 0.72 eV ਅਤੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਵਿਚ ਲਗਭਗ 1.1 eV) ਚਾਹੀਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਡੋਪੈਂਟ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਫ਼ਾਲਤੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ *ਦਾਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀ (Donor Impurity)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਡੋਪੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾਏ ਗਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪੱਕੇ ਤੌਰ ਤੇ ਡੋਪੈਂਟ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਸ-ਪਾਸ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ Si ਪਰਮਾਣੂ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ (ਬਰਾਬਰ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਹੋਲਾਂ (Holes) ਦੇ ਨਾਲ) ਵਿਚ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਵਿਚ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਗਿਣਤੀ n_e ਦਾਤਾਵਾਂ (Donors) ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਅਤੇ ਨਿਜੀ ਕਾਰਨਾਂ (ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ) ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ n_h ਸਿਰਫ਼ ਨਿਜੀ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਮੁੜ-ਸੰਯੋਜਨ (Recombination) ਦੀ ਦਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਕਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡੋਪਿੰਗ ਦੇ ਉਚਿਤ ਪੱਧਰ ਤੇ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਡੋਪੈਂਟ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਪ ਹੋਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ *ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ (Majority Charge Carrier)* ਅਤੇ *ਹੋਲ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ (Minority Charge Carrier)* ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਨੂੰ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਲਈ

$$n_e >> n_h \quad (14.3)$$





ਚਿੱਤਰ 14.8 (a) ਚਾਰ ਸੰਯੋਜੀ Si ਜਾਂ Ge ਦੇ ਜਾਲਕ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਸੰਯੋਜੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਪਰਮਾਣੂ (In, Al, B ਆਦਿ) ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਬਣਿਆ p-ਕਿਸਮ ਦਾ ਅਰਧਚਾਲਕ
(b) p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਸਾਧਾਰਨ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਚਿੱਤਰ ਜੋ ਇੱਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫਾਲਤੂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਰ ਕੋਰ ਅਤੇ ਉਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੋਲ ਨੂੰ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ।

(ii) p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ (p-Type SemiConductor)

p-ਕਿਸਮ ਦਾ ਅਰਧਚਾਲਕ ਉਦੋਂ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ Si ਜਾਂ Ge (ਟੈਟਰਾਵੇਲੈਂਟ) ਨੂੰ ਗਰੁਪ-III ਦੀਆਂ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ; ਜਿਵੇਂ– Al, B, In ਅਦਿ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.8 ਵਿਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਡੋਪੈਂਟ ਵਿੱਚ Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਾਹਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਤਿੰਨ ਪਾਸਿਆਂ ਤੋਂ Si ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਬੰਧਨ ਬਣਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਚੌਥੇ ਪਾਸੇ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਲਬਧ ਨਾ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਚੌਥਾ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਫ਼ਲ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਂਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਅਤੇ ਚੌਥੇ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਜਾਂ ਹੋਲ (hole) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.8 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਜਾਲਕ ਵਿੱਚ ਪੜੋਸੀ Si ਪਰਮਾਣੂ ਹੋਲ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨੇੜੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦਾ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਖਾਲੀ ਥਾਂ (hole) ਨੂੰ ਭਰਨ ਦੇ ਲਈ Ûñ »× î Åö ÃÕç ÅÔÈÜÃ éÅñ ÅÃç ¶Á Åêä ¶Ãæé å¶ÇÁÕ Ôñ ì ä Ü»ç ÅÔË *ਇਹੀ ਹੋਲ* ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਲਬਧ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਨਾਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਓਪਰਾ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਗੁਆਂਢੀ Si ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਾਝੇਂਦਾਰੀ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਸਾਰੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧਨ ਪੂਰੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਆਮ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਕਸਰ p-ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਡੋਪੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ *ਰਿਣ ਚਾਰਜ* ਵਾਲੀ ਕੋਰ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.8(b) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਪ੍ਰਾਪਤਕਰਤਾ (Acceptor) ਪਰਮਾਣੂ (N_A) *ਇੱਕ ਹੋਲ* ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹੋਲ ਨਿੱਜੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਹੋਲਾਂ (Intrinsically Generated holes) ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟਰਾਨਾਂ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਸਿਰਫ ਨਿੱਜੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਲਈ, ਹੋਲ ਬਹੁ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਸ਼ੁੱਧ ਅਰਧਚਾਲਕ p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚ ਮੁੜ–ਸੰਯੋਜਨ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ, ਨਿੱਜੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ n_i ਘੱਟ ਹੋ ਕੇ n_e ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ Á ðè - ÚÅñ Õ»ñ ÂÆ

$$n_h >> n_e \qquad (14.4)$$

ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ *ਕਿ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਦਾਸੀਨ ਬਣਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਫਾਲਤੂ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਜਾਲਕ ਵਿੱਚ ਅਇਓਨਾਈਜ਼ਡ ਕੋਰਾਂ (ionized cores) ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦੇ ਹੀ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।*

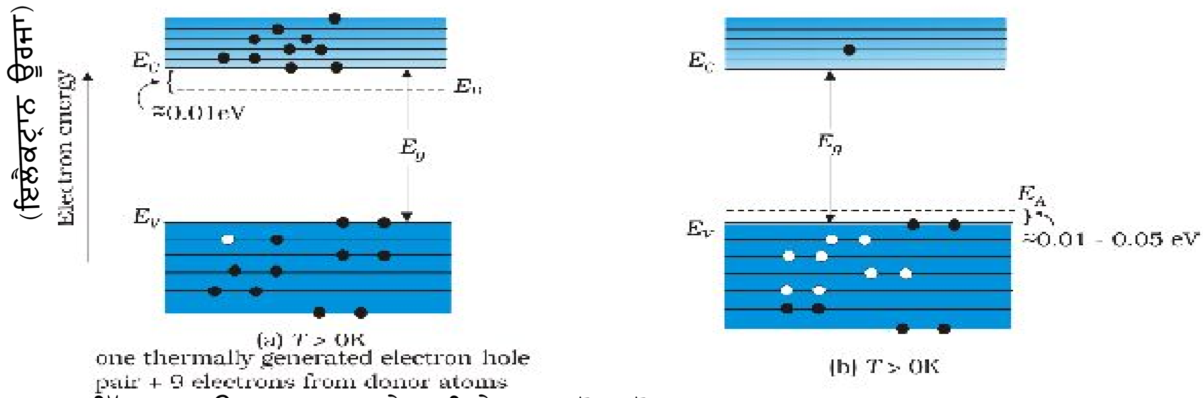
ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਨਾਲ ਮਿਲਨ ਦੇ ਵਧੇਰੇ ਮੌਕੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਹ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਡੋਪੈਂਟ, ਇਕੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਧੇਰੇ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਨਾਲ, ਜੋ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਅਸਿੱਧੇ ਤੌਰ ਤੇ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਨਿੱਜੀ ਘਣਤਾ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਡੋਪਿੰਗ ਕਰਨ ਨਾਲ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਰਚਨਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਅਰਧ ਚਾਲਕ (Extrinsic) ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਦਾਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫਾਲਤੂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ (E_D) ਅਤੇ ਪ੍ਰਪਾਤਕਰਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫਾਲਤੂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ (E_A) ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। n-ਕਿਸਮ ਦੇ Si ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਦਾਤਾ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ E_D ਚਾਲਕ ਬੈਂਡ ਦੀ ਤਲੀ E_C ਤੋਂ ਹੇਠਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਹੋਣ ਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਪਰ Si ਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ($\sim 10^{-12}$) ਪਰਮਾਣੂ ਹੀ ਅਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦੇ ਹਨ। ਇਸਲਈ ਚਿੱਤਰ 14.9 (a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ ਤੋਂ ਹੀ ਆਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ E_A ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਕੁਝ ਉਪਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 14.9 (b) ਦੇਖੋ]। ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਪੂਰਤੀ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ E_A ਦੇ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਛਲਾਂਗ ਮਾਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ

ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਨੂੰ ਰਿਣ ਚਾਰਚਿਤ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। (ਵਿਕਲਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਨਾਲ ਹੋਲ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ E_A ਤੋਂ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਰ ਵਾਲ ਆਂਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਹੋਲ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਆਂਦੇ ਹਨ।) ਆਮ ਕਰਕੇ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਹੋਲ ਬਚ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਪੀ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿੱਚ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

$$n_e n_h = n_i^2 \qquad (14.5)$$

ਬੇਸ਼ਕ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਰਣ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨੇੜਤਾ ਅਤੇ ਮਨੋਕਲਪਿਤ ਵਿਚਾਰਾਂ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਸੌਖੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਧਾਤਾਂ, ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀਆਂ, ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ (ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਤੇ ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ) ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹਨ। C, Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧੀ ਮੁਲਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਚਾਲਨ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਾਰਬਨ (ਡਾਇਮੰਡ), Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਲਈ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 5.4eV ਅਤੇ 0.7eV ਹੈ। Sn ਵੀ ਚੌਥੇ ਗਰੁਪ ਦਾ ਤੱਤ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਧਾਤ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ 0eV ਹੈ।



(ਇੱਕ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ-ਹੋਲ ਜੋੜਾ ਅਤੇ ਦਾਨੀ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ 9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)

ਚਿੱਤਰ 14.9: **T >0K** ਤੇ **(a) n**-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ-ਚਾਲਕ ਅਤੇ **(b) p**-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦਾ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ

ਉਦਾਹਰਨ 14.2: ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਸ਼ੁਧ Si ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿਚ 5×10^{28} ਪਰਮਾਣੂ m^{-3} ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ As ਨਾਲ 1 ppm ਘਣਤਾ ਤੇ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਪਤਾ ਕਰੋ, ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਕਿ $n_i = 1.5\times10^{16}\ m^{-3}$।

ਹਲ: ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਥੇ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ($n_i \sim 10^{16}\ m^{-3}$), ਡੋਪਿੰਗ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਗੁਣੇ ਹਨ।ਇਸ ਲਈ $n_e \approx N_D$

ਕਿਉਂਕਿ $n_e n_h = n_i^2$, ਇਸ ਲਈ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ $n_h = (2.25\times10^{32})/(5\times10^{22})$
$\sim 4.5\times10^{9}\ m^{-3}$

14.5 p-n ਜੰਕਸ਼ਨ (p-n Junction):-

p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਡਾਇਓਡ, ਟਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਆਦਿ ਦੀ ਮੂਲ ਇਕਾਈ ਹੈ। ਹੋਰ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਹਰੋਂ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ (ਜਿਸਨੂੰ ਬਾਯਸ (Bias) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

14.5.1 p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ (p.n Junction Formation) :-

p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਸਿਲੀਕਾਨ (p-Si) ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਪਤਲੇ ਵੇਫ਼ਰ (Wafer) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਬਿਲਕੁਲ ਨਾਪੇ-ਤੁਲੇ ਢੰਗ ਵਿੱਚ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਦੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਮਿਲਾਕੇ ਕਿਸੇ p-Si ਵੇਫਰ ਦੇ ਕੁਝ ਭਾਗ ਨੂੰ n-Si ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਨ ਦੀਆਂ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹਨ । ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੋਈ ਅਰਧਚਾਲਕ ਬਣਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਵੇਫਰ ਦੇ ਵਿੱਚ p-ਖੇਤਰ ਅਤੇ n-ਖੇਤਰ ਬਣ ਗਏ ਹਨ ਅਤੇ p- ਅਤੇ n- ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਧਾਤਕਰਮੀ ਜੰਕਸ਼ਨ (Metallurgical Junction) ਹੈ।

ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਦੋ ਮਹਤਵਪੂਰਣ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ - *ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਅਤੇ ਡਰਿਫ਼ਟ (Drift)*। ਅਸੀਂ ਇਹ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ (ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ) ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਸਮੇਂ, ਅਤੇ p- ਅਤੇ n- ਪਾਸਿਆਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਗ੍ਰੇਡੀਏਂਟ (Concentration Gradient) ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਲ p- ਪਾਸੇ ਤੋਂ n- ਪਾਸੇ ($p\rightarrow n$) ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n- ਪਾਸੇ ਤੋਂ p- ਪਾਸੇ ($n\rightarrow p$) ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੋਂ ਇੱਕ ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਵਗਦਾ ਹੈ ।

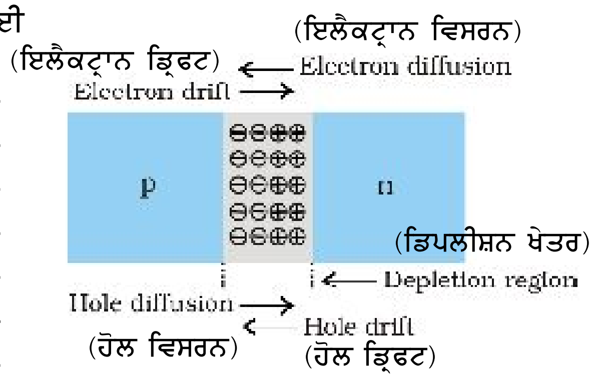
ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ p ਤੋਂ n ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਆਪਣੇ ਪਿਛੇ ਇੱਕ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਲੇ ਦਾਤਾ (Ionized donor) ਨੂੰ n- ਪਾਸੇ ਤੇ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਦਾਤਾ (ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ) ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਬੰਨਿਆਂ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਿਸ਼ਚਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ $n\rightarrow p$ ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੀ (ਜਾਂ ਧਨ ਵਾਲਾ ਸਪੇਸ ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ) ਇੱਕ ਪਰਤ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਹੋਲ ਸੰਘਣਤਾ ਗ੍ਰੇਡੀਐਂਟ ਦੇ ਕਾਰਨ $p\rightarrow n$ ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਆਪਣੇ ਪਿਛੇ ਇੱਕ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਪ੍ਰਾਪਤ-ਕਰਤਾ (ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ) ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਨਿਸ਼ਚਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਹੋਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ (ਰਿਣ ਵਾਲੇ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ਼ ਖੇਤਰ) ਦੀ ਇੱਕ ਪਰਤ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p- ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ ਪੈਦਾ ਇਸ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਨੂੰ *ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ* (Depletion Region) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਜੋ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਅਰੰਭਿਰ ਗਤੀ ਇੱਕ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਉਹ ਇਸਦੇ ਮੁਕਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਸਖਣਾ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 14.10)। ਇਸ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਮਾਈਕ੍ਰੋਮੀਟਰ ਦੇ ਦਸਵੇਂ ਭਾਗ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਧਨ ਵਾਲਾ ਸਪੇਸ ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਅਤੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਰਿਣ ਵਾਲਾ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਵਲੋਂ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਵਲ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p- ਪਾਸੇ ਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n-ਪਾਸੇ ਵਲ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ n-ਪਾਸੇ ਦਾ ਹੋਲ p-ਪਾਸੇ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਗਤੀ ਨੂੰ *ਡਰਿਫਟ (Drift)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਜੋ ਕਿ ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਵਗਣ ਲਗਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 14.10)।

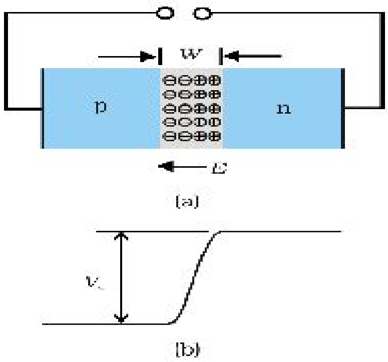
ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ, ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਵਿਸਰਨ ਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸਿਆਂ ਵਲ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਵੱਧਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਮਾਮਲਾ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਚਲਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਇਹ ਦੋਨੋਂ ਕਰੰਟ (ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ) ਪਰੀਮਾਣ ਵਿੱਚ

ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ p –n ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਕੋਈ ਨੇਟ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

n-ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਹਾਨੀ ਅਤੇ p-ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੋਨਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਇਕ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਧਰੁਵ (Polarity) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਹ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.11 ਵਿਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । n-ਪਦਾਰਥ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗੁਆਏ (Lost) ਹਨ ਅਤੇ p-ਪਦਾਰਥ ਪਦਾਰਥ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ (Gain) ਕੀਤੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ p- ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸਾਖੇਪ n-ਪਦਾਰਥ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਵੋਲਟੇਜ n-ਖੇਤਰ ਤੋਂ p-ਖੇਤਰ ਵਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਬੈਰੀਅਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (Barrier Potential) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 14.10: p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਨ ਦੀ ਕਿਰਿਆ



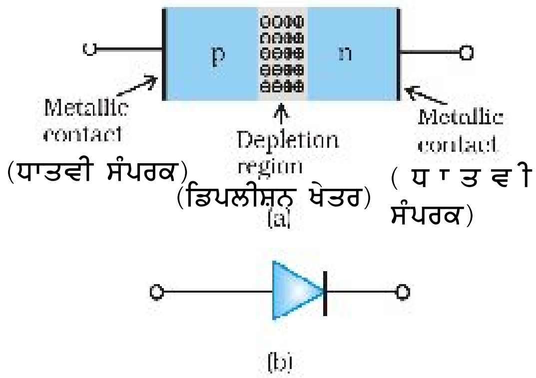
ਚਿੱਤਰ 14.11 (a) ਡਾਇਓਡ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿਚ (V = 0) (b) ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਬਾਇਸ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

Formation and working of p-n junction diode
http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/pnjun.html

ਉਦਾਹਰਨ 14.3 : ਕੀ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੀ ਇਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਤੋਂ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰ ਕੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ?

ਹਲ: ਨਹੀਂ! ਕੋਈ ਵੀ ਪੱਟੀ, ਚਾਹੇ ਕਿੰਨੀ ਹੀ ਸਮਤਲ ਹੋਵੇ, ਅੰਤਰ-ਪਰਮਾਣਾਵੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਅੰਤਰਾਲ (~2 ਤੋਂ 3Å) ਤੋਂ ਕਿਤੇ ਵਧੇਰੇ ਖੁਰਦਰੀ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਪਰਮਾਣਵੀ ਪੱਧਰ ਤੇ *ਲਗਾਤਾਰ ਸੰਪਰਕ (Continuous Contact)* ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ । ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਇੱਕ ਅਨਿਰੰਤਰਤਾ (Discontinuity) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰੇਗੀ ।

14.6 ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ (Semi Conductor Diode)

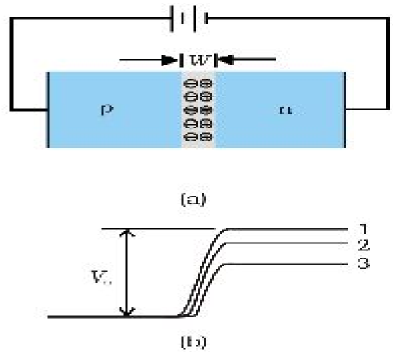


ਚਿੱਤਰ 14.12 (a) ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ (b) p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕ

ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ (ਚਿੱਤਰ 14.12(a)) ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇੱਕ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਧਾਤਵਿਕ (Metallic) ਸੰਪਰਕ (Contact) ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਕਿ ਇਸ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ÇÂÃ ï ÕåÆ¶ç àðî Æñ Ôç¶Ðé í ÁðèÚÅñ Õ âÅÇÅú â ù êå ÆÐÅî Õ ðÈ Ç Ú ÇÚ‰ð AD.AB(b) ਵਿਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਤੀਰਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਕਰੰਟ ਦੀ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ (ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ (Forward Bias) ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਸੰਤੁਲਨ ਬੈਰਿਅਰ (Equilibrium Barrier) ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਬਾਹਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਬਗੈਰ ਕਿਸੇ ਬਾਇਸ (Bias) ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਚਿੱਤਰ 14.11 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।

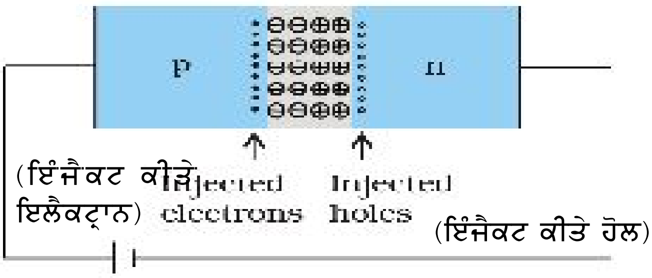
14.6.1 ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (p-n Junction Diode Under Forward Bias):-



ਚਿੱਤਰ 14.13(a): ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (b) ਬੈਰੀਅਰ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ (1) ਬਿਨਾਂ ਬੈਟਰੀ ਦੇ (2) ਨਿਮਨ ਬੈਟਰੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਲਈ (3) ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਲਈ

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ V ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਬੈਟਰੀ ਦਾ ਧਨ ਟਰਮੀਨਲ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਅਤੇ ਰਿਣ ਟਰਮੀਨਲ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ (Forward Biased) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਵਧੇਰੇ ਭਾਗ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਡ੍ਰਾਪ (Drop) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p-ਪਾਸੇ ਅਤੇ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਨਿਗੂਣਾ (Negligible) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ, ਉਹ ਖੇਤਰ ਹੈ ਜਿਥੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ n-ਪਾਸੇ ਜਾਂ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।) ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ (V) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਅੰਦਰ ਪੈਦਾ ਹੋਈ (Built-in) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਤਹਿ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ (Barrier Height) ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 14.13(b))। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਅਧੀਨ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ (V_0-V) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟੇਜ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ ਬੈਰੀਅਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸੰਤੁਲਨ ਮਾਨ ਤੋਂ ਸਿਰਫ ਕੁਝ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਤੇ ਸਿਰਫ ਉਹੀ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰ ਜੋ ਉਚਤਮ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਨ, ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਣਗੇ, ਇਸ ਲਈ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਵਗੇਗਾ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਵੱਧ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗੀ ਅਤੇ ਵੱਧ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰਾਂ ਨੂੰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸ ਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ।



ਚਿੱਤਰ 14.14: ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰ ਦਾ ਇੰਜੈਕਸ਼ਨ

ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਕਾਰਨ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n-ਪਾਸੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਕੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰ ਹਨ)। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਹੋਲ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਕੇ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰ ਹਨ)। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰ ਇੰਜੈਕਸ਼ਨ (Minority Carrier Injection) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੇ, ਹਰ ਪਾਸੇ ਤੇ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੌਜੂਦ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰਸ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ, ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰਸ ਦੀ ਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਘਣਤਾ ਗ੍ਰੇਡੀਐਂਟ (Concentration gradient) ਦੇ ਕਾਰਨ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਕਿਨਾਰੇ ਵਿਸਰਿਤ (Diffuse) ਹੋ ਕੇ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ n-ਪਾਸੇ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੋਂ ਵਿਸਰਿਤ ਹੋਕੇ n-ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.14) ।ਦੋਨੋਂ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਲਗਦਾ ਹੈ ।ਕੁਝ ਫਾਰਵਰਡ ਡਾਇਓਡ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਲ ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਸਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪਰੰਪਰਕ ਕਰੰਟ ਦਾ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਆਮ ਕਰਕੇ ਮਿਲੀਐਮਪੀਅਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

14.6.2 ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (p-n Junction Diode Under Revese Bias)

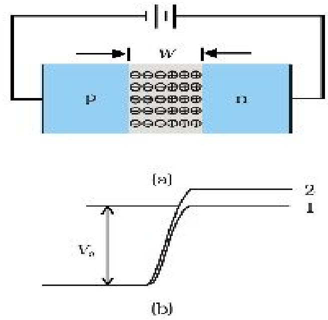
ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਵੋਲਟੇਜ (V) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਧਨ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ n-ਪਾਸੇ ਨਾਲ ਅਤੇ ਰਿਣ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ p-ਪਾਸੇ ਨਾਲ ਜੋੜਦੇਂ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 14.15 (a)), ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸਡ (Reverse Biased) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਵਧੇਰੇ ਹਿੱਸਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਡ੍ਰਾਪ (Drop) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਰੀਅਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਦੇ ਅਧੀਨ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ (V_0+V) ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 14.15(b)) ।ਇਹ $n\rightarrow p$ ਵਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਅਤੇ $p\rightarrow n$ ਵਲ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦਾ ਦਮਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਬਹੁਤ ਘਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਜਿਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਜੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਹੋਲ ਜਿਸ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਣ, ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਭੇਜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇਗਾ। ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਡ੍ਰਿਫਟ (Drift) ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਕੁਝ μA ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਮਾਨ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਬਹੁਗਿਣਤੀ (Majority) ਵਾਲੇ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰੰਟ (ਆਮ ਕਰਕੇ μA ਵਿਚ) ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਇੰਜੈਕਟਡ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ (mA ਵਿਚ), ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਡਾਇਓਡ ਵਿਚਲਾ ਰਿਵਰਸ ਕਰੰਟ (Reverse Current) ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਬਹੁਤ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਨੂੰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਾਉਣ ਲਈ ਘੱਟ ਵੋਲਟਜ ਹੀ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਵਰਤੀ ਗਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਪਰੀਮਾਣ ਦੁਆਰਾ ਸੀਮਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਪਰ ਇਹ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸਿਆਂ

ਤੇ ਮਾਈਨੋਰਿਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੀਮਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ (Reverse Bias) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਰੀਵਰਸ (Critical Reverse) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੱਕ ਕਰੰਟ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਭੰਜਨ ਵੋਲਟੇਜ (Breakdown Voltage) (V_{br}) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ $V = V_{br}$ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਰੀਵਰਸ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਵੀ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਰਿਵਰਸ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਰੇਟਡ ਮੁੱਲ (Rated Value) (ਜਿਸ ਨੂੰ ਉਤਪਾਦਕ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਦਿਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ) ਤੋਂ ਘਟ ਸੀਮਤ ਨਾ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। ਜੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਵੀ ਇਹ ਰੇਟਡ ਮੁੱਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਅਤੀ ਗਰਮ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਤਦ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਜੇ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਰੇਟਡ ਮੁੱਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇ।



ਚਿੱਤਰ 14.15(a) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਡਾਇਓਡ (b) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਬੈਰੀਅਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

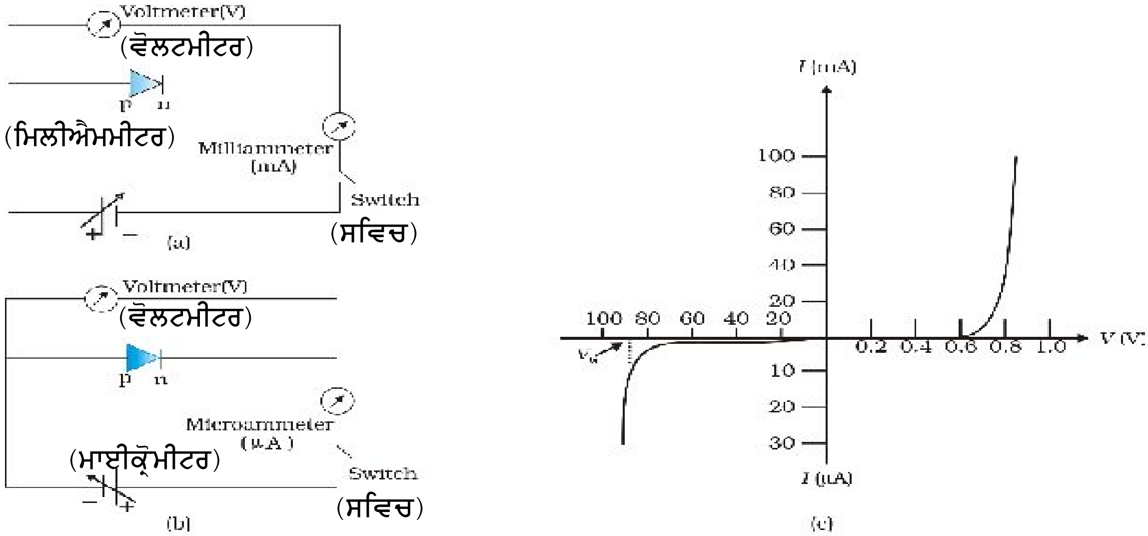
ਕਿਸੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ (ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਗਈ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਵਿਚਰਣ (Variation)) ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਲਈ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.16 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਬੈਟਰੀ ਨੂੰ ਡਾਇਓਡ ਨਾਲ ਇੱਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ੋਮੀਟਰ (ਜਾਂ ਰੀਹੋਸਟੈਟ) ਰਾਹੀਂ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕੇ। ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮੁਲਾਂ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮੁੱਲ ਨੋਟ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। V ਅਤੇ I ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਗਰਾਫ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.16(c) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਮਾਪਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਮਿਲੀ ਐਮਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿਉਂਕਿ (ਪਿਛਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਸੀ) ਕਰੰਟ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੀ ਆਸ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਪ ਲਈ ਮਾਈਕ੍ਰੋਐਮਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਚਿੱਤਰ(14.16) ਵਿਚ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਬਹੁਤ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਲਗਭਗ ਨਿਗੁਣਾ, ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਨਿਗੁਣਾ, ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਡਾਇਓਡ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਨਾ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇਸ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਬਾਦ ਡਾਇਓਡ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਥੋੜ੍ਹਾ ਹੀ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਡਾਇਓਡ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਚੰਗੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ (ਚਲਘਾਤ ਅੰਕੀ Exponentially) ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇਹਲੀ ਵੋਲਟੇਜ (Threshold Voltage) ਜਾਂ ਕਟ-ਇਨ ਵੋਲਟੇਜ (Cut-in-Voltage) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਮਾਨ Üõî ¶ÆÊî âÀÇú â ç¶ñ ÂÆ~0.2 ਵੋਲਟ ਅਤੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਲਈ ~0.7 ਵੋਲਟ ਹੈ ।

ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (~µA) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਬਣਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ *ਰਿਵਰਸ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਕਰੰਟ (Reverse Satruation Current)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਪਰ ਕੁਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ, ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ (ਭੰਜਨ ਵੋਲਟੇਜ਼ Breakdown Voltage) ਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਅਚਾਨਕ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਅੱਗੇ ਸੈਕਸ਼ਨ 14.8 ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਸਧਾਰਨ ਉਦੇਸ਼ ਵਾਲੇ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਕਰੰਟ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਵਰਤੇ ਨਹੀਂ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਉਪਰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਵਿਵੇਚਨਾ ਇਹ ਦਿਖਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ p-n ਡਾਇਓਡ ਮੂਲ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ (ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ) ਵਗਣ ਲਈ ਮਜਬੂਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਗੁਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਲਟਰਨੇਟ (ac) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੀ ਰੈਕਟੀਫੀਕੇਸ਼ਨ (Rectification) ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਬਾਰੇ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਪੜਾਂਗੇ। ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਹੋਰ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ *ਜਿਸ ਨੂੰ ਗਤਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (Dynamic Resistance)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਨੂੰ "ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਛੋਟੀ

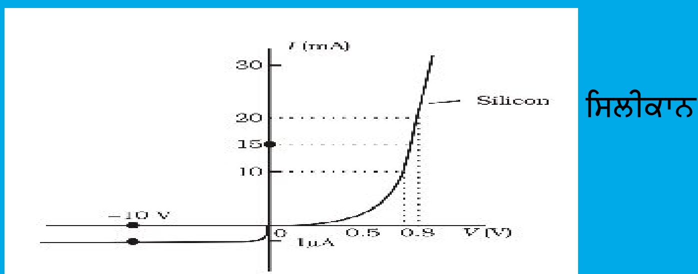
ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ΔV ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਛੋਟੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ΔI ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ" ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਤ ਕਰਦੇ ਹਨ :

$$r_d = \frac{\Delta V}{\Delta I} \qquad (14.6)$$



ਚਿੱਤਰ 14.16: ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ (a) ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ (b) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਿਟਕ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਸਰਕਟ (c) ਕਿਸੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.4: ਕਿਸੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਚਿੱਤਰ 14.17 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (a) $I_D = 15mA$ ਅਤੇ (b) $V_D = -10$ V ਤੇ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 14.17

ਹਲ: ਡਾਇਓਡ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਨੂੰ I = 10mA ਤੇ I = 20mA ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਜੋ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

(a) ਵਕ੍ਰ ਤੋਂ I = 20mA, V = 0.8V, I = 10mA, V = 0.7V

ਤੇ $r_{fb} = \Delta V/\Delta I = 0.1V/10\ mA = 10\ \Omega$

(b) ਵਕ੍ਰ ਤੋਂ V = 10V, I = -1μA ਹੈ

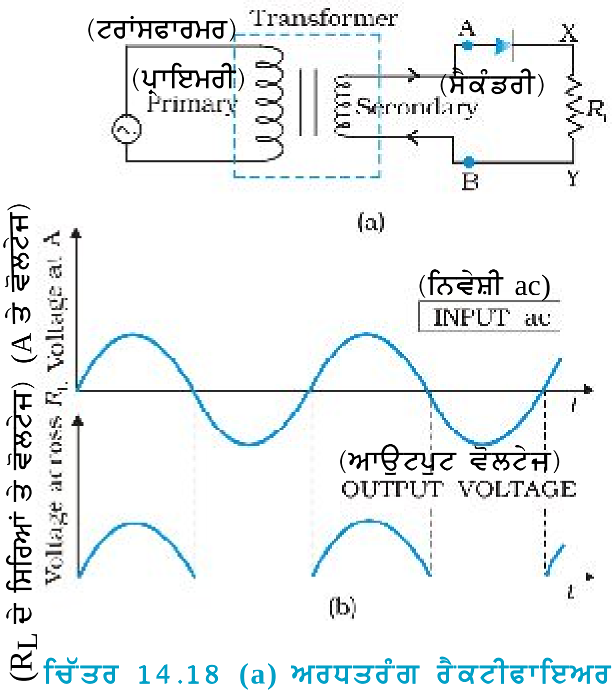
ਇਸਲਈ

$r = r_{rb} = 10\ V/1\mu A = 1.0 \times 10^7\ \Omega$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.7 ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਰੈਕੀਟੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪ੍ਰਯੋਗ (Application of Junction Diode as a Rectifier)

ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦੇ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਉਹ ਸਿਰਫ ਉਸ ਸਮੇਂ ਹੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਣ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਹ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਕਿਸੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਆਲਟਰਨੇਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਚੱਕਰ ਦੇ ਸਿਰਫ ਉਹੀ ਭਾਗ ਕਾਰਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਇਸ ਗੁਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਲਟਰਨੇਟ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਰੈਕਟੀਫਾਈ (Rectify) ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਜਿਸ ਸਰਕਟ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ ਉਸ ਨੂੰ ਰੈਕਟੀਫਾਇਰ (Rectifier) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।



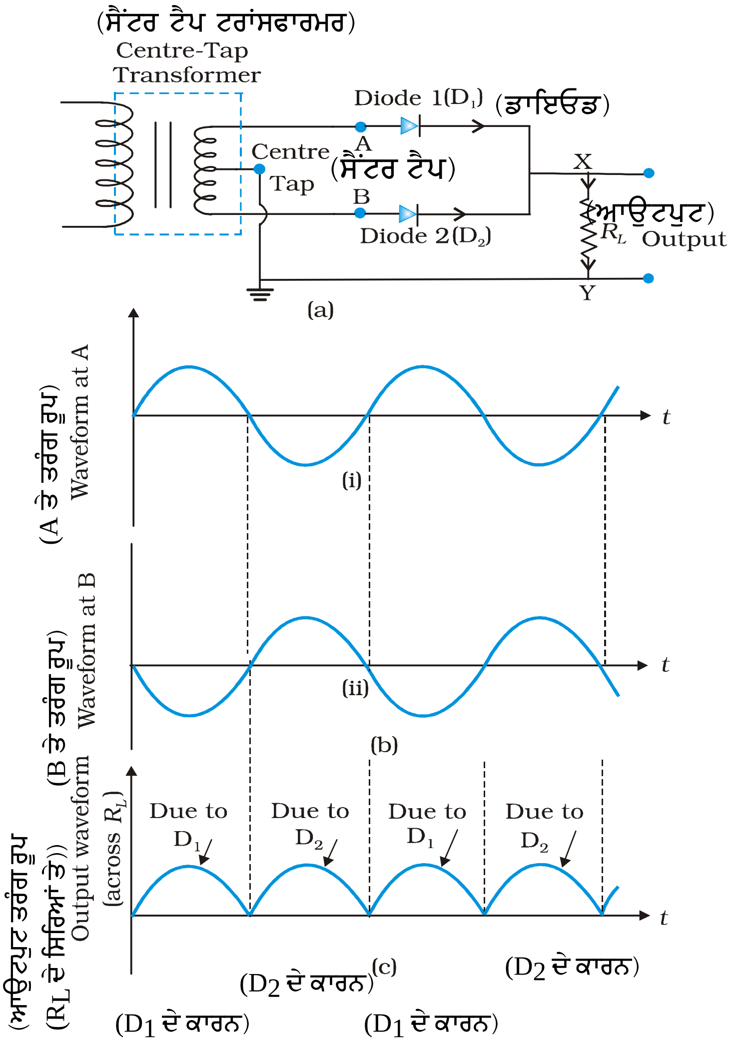
ਚਿੱਤਰ 14.18 (a) ਅਰਧਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ(b) ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ ਤੋਂ ਇਨਪੁਟ ac ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪ

ਜੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਆਲਟਰਨੇਟ (ac) ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਲੜੀ ਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਦੇ ਨਾਲ ਵਰਤਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਲੋਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਸਿਰਫ ac ਇਨਪੁੱਟ ਦੇ ਉਸ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੈ, ਇੱਕ ਪਲਸੇਟਿੰਗ ਵੋਲਟੇਜ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟ ਚਿੱਤਰ 14.18 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਰਧ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ (Half-Wave Rectifier) ਸਰਕਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲ A ਅਤੇ B ਤੇ ਲੋੜੀਂਦੀ ac ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਜਦੋਂ A ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ A ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਲੰਘਦਾ । ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਰਿਵਰਸ ਸੈਚੁਰੇਸ਼ਨ ਕਰੰਟ ਨਿਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਵਿਵਹਾਰਕ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ ਸਿਫਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। (ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਰਿਵਰਸ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਮਾਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਸ਼ਿਖਰ ac ਵੋਲਟੇਜ (Peak ac Voltage) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਣ ਸਮੇਂ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿ ਸਕੇ ।)

ਇਸ ਲਈ ac ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ *ਅਰਧਚੱਕਰ* ਵਿਚ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਵਿਚੋਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਗੇਗਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.18 (b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਰਗਤ (Output) ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ । ਪਰ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਰਧਚੱਕਰ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ । ਅਗਲੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿਚ ਸਾਨੂੰ ਫਿਰ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਬੇਸ਼ਕ ਅੱਜੇ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਹੈ, *ਪਰ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿਣ ਲਈ ਮਜਬੂਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ*, ਇਸ ਨੂੰ *ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ (Rectified)* ਵੋਲਟੇਜ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਨੂੰ ac ਤਰੰਗ ਦੇ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਰਹੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਰਕਟ ਨੂੰ *ਅਰਧ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ (Half Wave Rectifier)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਸੰਗਤ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ (Full Wave Rectifier) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਵਿੱਚ ਦੋਨਾਂ ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ p-ਪਾਸਿਆਂ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । n-ਪਾਸਿਆਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਾਂਝੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਨੂੰ ਇਸ ਸਾਂਝੇ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਮੱਧਬਿੰਦੂ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ

ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪੂਰਨ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਲਈ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿਚ ਇੱਕ ਟੈਪਿੰਗ ਬਿੰਦੂ (Tapping Point) ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਨੂੰ ਸੈਂਟਰ ਟੈਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Center-tap Transfarmer) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 14.19(c) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇਕ ਡਾਇਓਡ ਦੁਆਰਾ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਵੋਲਟੇਜ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੁੱਲ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਸਿਰਫ ਅੱਧੀ ਹੀ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਡਾਇਓਡ ਸਿਰਫ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਰੈਕਟੀਫਾਈ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਦੋ ਡਾਇਓਡਾਂ ac ਚੱਕਰਾਂ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੈਕਟੀਫਾਈ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ ਸਾਂਝੇ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੇ ਸੈਂਟਰ ਟੈਪ ਦੇ ਵਿਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਵੋਲਟੇਜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਲਈ ਇੱਕ ਹੋਰ ਸਰਕਟ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਸੈਂਟਰ ਟੈਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਪਰ ਉਸ ਨੂੰ ਚਾਰ ਡਾਇਓਡ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ)। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਛਿਣ A ਤੇ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਛਿਣ ਤੇ ਕਲਾ (Phase) ਅਸੰਗਤ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ V ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 14.19(b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਇਸਲਈ ਡਾਇਓਡ D ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹੋਕੇ ਬਿਜਲਈ ਚਾਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ (ਜਦੋਂ ਕਿ D_2 ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਲਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ)। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਧਨਾਤਮਕ ਅਰਧਚੱਕਰ ਵਿਚ ਸਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.19 (c) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੰਟ (ਅਤੇ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ) ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਛਿਣ ਤੇ, ਜਦੋਂ A ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ B ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸਲਈ ਡਾਇਓਡ D_1 ਚਾਲਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ, ਪਰ ਡਾਇਓਡ D_2 ਚਾਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਨਪੁਟ ac ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿਚ ਵੀ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੰਟ (ਅਤੇ R_L ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ) ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਅਰਧ ਚੱਕਰਾਂ ਵਿਚ (ਅਰਥਾਤ ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾ ਵਿਚ, ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿਚ) ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ, ਰੈਕਟੀਫਾਈਰ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹ ਅਰਧ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਤੋਂ ਵਧੇਰੇ ਦਕਸ਼ (Efficient) ਸਕਰਟ ਹੈ।

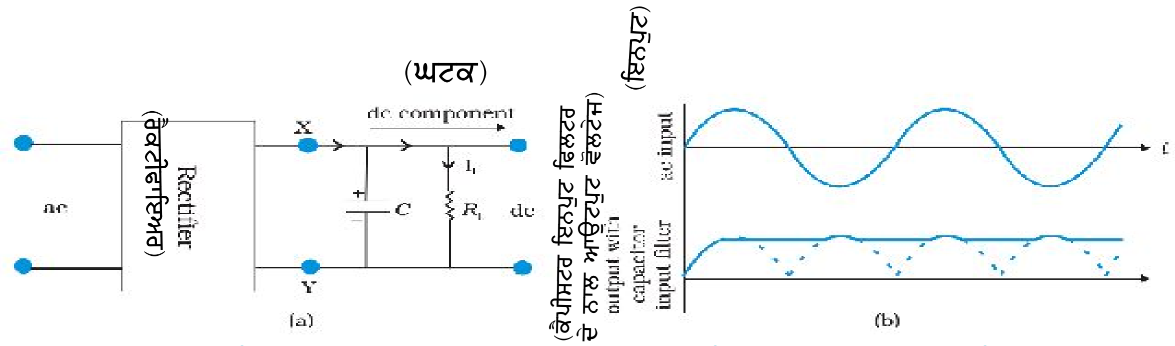


ਚਿੱਤਰ 14.19 (a) ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ; (b) A ਤੇ ਡਾਇਓਡ D_1 ਦੇ ਅਤੇ B ਤੇ ਡਾਇਓਡ D_2 ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਇਨਪੁਟ ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪ; (c) ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਜੋੜੇ ਗਏ R_L ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਤਰੰਗ ਰੂਪ

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਵੋਲਟੇਜ ਅਰਧ ਸਾਈਨੋਸਾਈਡ (Half Sinusoid) ਆਕਾਰ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਸਥਾਈ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਪਲਸੇਟਿੰਗ ਵੋਲਟੇਜ (Pulsating Voltage) ਤੋਂ

dc ਆਉਟਪੁੱਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਆਉਟਪੁਟ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ (R_L ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ) ਆਮ ਕਰਕੇ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਕਰਨ ਲਈ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਦੇ ਲੜੀਵਧ ਕੋਈ ਪ੍ਰੇਰਕ (Inductor) ਵੀ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਅਤਿਰਿਕਤ ਸਰਕਟ ac ਰਿਪਲਾਂ (LC Ripples) ਨੂੰ ਫਿਲਟਰ (Filter) ਕਰਕੇ ਸ਼ੁੱਧ dc ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਫਿਲਟਰ (Filters) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਫਿਲਟਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਜਦੋਂ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਲੋਡ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਹ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਹੋਣ ਦੀ ਦਰ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਕੈਪੀਸਟੀ C ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲਗੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪ੍ਰਤੀ ਰੋਧਕ R_L ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਗੁਣਨਫਲ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕਾਲ ਅੰਕ (Time Constant) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਾਲ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ C ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਕੈਪੀਸਟਰ ਇਨਪੁਟ ਫਿਲਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ *ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ*, ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ *ਸ਼ਿਖਰ ਮਾਨ* ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ (Power Supply) ਵਿੱਚ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਫਿਲਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 14.20 (a) ਕੈਪੀਸਟਰ ਫਿਲਟਰ ਦੇ ਨਾਲ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ(b)ਵਿਚ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਇਨਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ।

14.8 ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (Special Purpose p-n Junction Diode)

ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਕੁਝ ਅਜਿਹੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਹਨ ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

14.8.1 ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ (Zener Diode)

ਇਹ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਜਨ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਨਾਮ ਉਸਦੇ ਖੋਜਕਰਤਾ ਸੀ, ਜ਼ੇਨਰ ਦੇ ਨਾਮ ਤੇ ਰਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਦੇ ਅਧੀਨ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਲਈ ਡਿਜ਼ਾਇਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ (Voltage Regulator) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕ (Symbol) ਚਿੱਤਰ 14.21(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p- ਅਤੇ n- ਪਾਸਿਆਂ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਡੋਪ (Heavily Doped) ਕਰਕੇ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਬਣਨ ਵਾਲਾ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ($<10^{-6}$m) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ 5V ਤੱਕ ਦੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ($\sim 5 \times 10^{-6}$ V/m) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦਾ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਕ ਚਿੱਤਰ 14.21(b) ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ (V) ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ਼ (V_Z) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ , ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

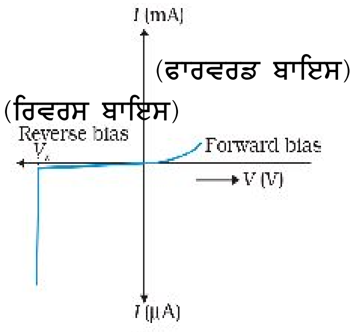
ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ V_Z ਦੇ ਬਾਦ, ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮਹਤਵਪੂਰਣ ਬਦਲਾਵ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਹੀ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿਚ, ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਜ਼ੇਨਰ ਵੋਲਟੇਜ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਇਸ ਗੁਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਤੋਂ ਸਥਿਰ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਆਓ ਹੁਣ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੀਏ ਕਿ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਅਚਾਨਕ ਕਿਵੇਂ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਕਰੰਟ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ (ਮਾਈਨੋਰਿਟੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ) ਦੇ $p \rightarrow n$ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੇ $n \rightarrow p$ ਵਲ ਵੱਗਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ $V = V_Z$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਤੀਬਰਤਾ (Electric Field Strength) p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਮੇਜ਼ਬਾਨ (Host) ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋਂ ਉਹਨਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ(Valence Electrons) ਨੂੰ ਜੋ n-ਪਾਸੇ ਵਲ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਸਨ, ਖਿਚਣ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਉੱਚ ਕਰੰਟ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਮੇਜ਼ਬਾਨ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣਾ ਅੰਤਰਿਕ ਖੇਤਰੀ ਉਤਸਰਜਨ ਜਾਂ ਖੇਤਰੀ ਆਈਨੀਕਰਨ (Field emission or Field Ionisation) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰੀ ਆਇਨੀਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਲੋੜੀਂਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ 10^6 v/m ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ (Zener Diode as a Voltage Regulator)

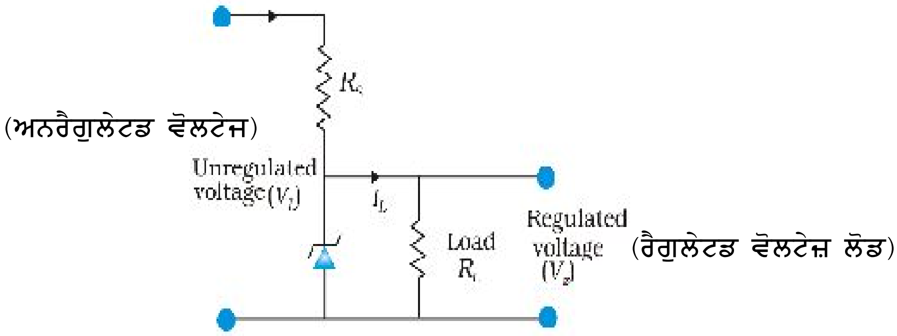
ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ac ਇਨੱਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਘਾਟ-ਵਾਧ (Fluctuation) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵੀ ਘਾਟ-ਵਾਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਨਿਰਗਤ (Outout) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅਨਿਯੰਤਰਿਤ dc ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਸਥਾਈ dc ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਬਣਾਏ ਗਏ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟ ਚਿੱਤਰ 14.22 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਅਨਿਯੰਤਰਿਤ dc ਵੋਲਟੇਜ (ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਫਿਲਟਰ ਆਉਟਪੁਟ) ਨੂੰ ਲੜੀਵੱਧ ਜੁੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_S ਵਿਚੋਂ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਜੇ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ R_S ਅਤੇ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਕੋਈ ਵੀ ਬਦਲਾਵ ਹੋਏ ਬਿਨਾਂ ਹੀ R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜ਼ੇਨਰ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਜਦਕਿ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.21: ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ (a) ਪ੍ਰਤੀਕ (b) I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਘਟਦੀ ਹੈ ਤਾਂ R_S ਅਤੇ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਵਗਦਾ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਏ ਬਿਨਾਂ R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਘਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਮੀ ਜਾਂ ਵਾਧੇ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਬਿਨਾਂ ਕੋਈ ਬਦਲਾਵ ਹੋਏ, R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਸੰਗਤ ਕਮੀ ਜਾਂ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਇੱਕ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਲੋੜੀਂਦੀ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੀ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਅਤੇ ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_S ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.22 ਵੋਲਟੇਜ਼ ਰੈਗੁਲੇਟਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜੇਨਰ ਡਾਇਓਡ

ਉਦਾਹਰਨ 14.5: ਕਿਸੇ ਜ਼ੇਨਰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਵਿਚ ਨਿਯੰਤਰਕ ਵਜੋਂ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ ਜਿਸ ਲਈ $V_Z = 6.0V$ ਹੈ। ਲੋਡ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮੁੱਲ 4.0mA ਰਖਿਆ ਜਾਣਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਨਿਯੰਤਰਿਤ ਵੋਲਟੇਜ 10.0V ਹੈ। ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_S ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ?

ਹਲ: ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ Rs ਦਾ ਮਾਨ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ, ਲੋਡ ਕਰੰਟ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇ। ਅਜਿਹਾ ਵਧੀਆ ਲੋਡ ਨਿਯੰਤਰਣ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਜ਼ੇਨਰ ਕਰੰਟ ਦੀ ਚੋਣ ਲੋਡ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪੰਜ ਗੁਣਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ I_Z = 20mA ਇਸ ਲਈ R_S ਵਿਚੋਂ ਕੁਲ ਕਰੰਟ 24 mA ਲੰਘਦਾ ਹੈ । R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ = 10.0-6.0 = 4.0V । ਇਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $R_S = 4.0V/(24\times10^{-3})A = 167\Omega$ । ਕਾਰਬਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦਾ ਉਸਦੇ ਨੇੜਲਾ ਮਾਨ 150Ω ਦਾ ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਢੁਕਵਾਂ ਹੋਵੇਗਾ । ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਥੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੇ ਮੁੱਲ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਬਹੁਤ ਪਰਿਵਰਤਨ ਇਸ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਰਖਦਾ, ਇਥੇ ਇਹ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ I_Z ਦਾ ਮਾਨ ਸਦਾ ਹੀ I_L ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ।

14.8.2: ਆਪਟੋਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਯੁਕਤੀਆਂ (Optoelectronic Junction Devices)

ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਤੱਕ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਵਰਤੇ ਗਏ ਬਿਜਲਈ ਇਨੱਪੁਟ ਦੇ ਨਾਲ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਅਜਿਹੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਫੋਟਾਨਾਂ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਉਤੇਜਨ) (Photo Excitation) ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨੂੰ ਆਪਟੋਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਆਪਟੋਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਕਾਰਜਵਿਧੀ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ।

(i) *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਚਾਲਕੀ ਡਾਇਓਡ (Photo Diode,* ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ) ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਕੇਤਾਂ (ਸਿਗਨਲਾਂ, Signals) ਦੇ ਸੰਸੂਚਨ (Detection) ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(ii) *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਡਾਇਓਡ (LED)* ਜੋ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

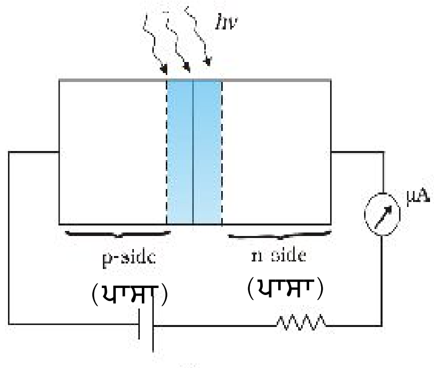
(iii) *ਫੋਟੋਵੋਲਟਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ (Photovaltaic Devices)* ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ (ਸੌਰ ਸੈਲ) ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

(i) ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ (Photodiode):

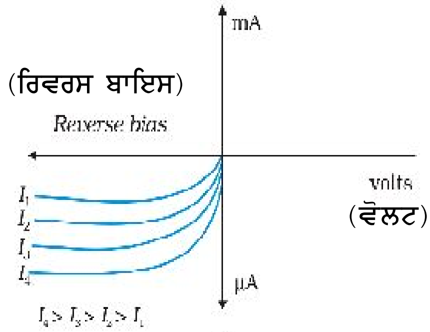
ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਵੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਾਰਜ ਵਾਲੀ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਖਿੜਕੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਕਿਰਣਾਂ ਡਾਇਓਡ ਤੇ ਪੈ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਕੰਮ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ (ਫੋਟੋਨ, Photon) $h\nu$ ਹੋਵੇ, ਜੋ ਕਿ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੇ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ (Eg) ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ ਇਸ ਨੂੰ ਫੋਟੋਨਾਂ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

ਤਾਂ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਸੋਖਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ ਦੇ ਜੋੜੇ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਡਾਇਓਡ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿ e-h ਜੋੜਿਆਂ ਦਾ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਮੁੜ-ਜੁੜਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਵਖਰੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n-ਪਾਸੇ ਵਲ ਅਤੇ ਹੋਲ p-ਪਾਸੇ ਵਲ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਇੱਕ emf ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਲੋਡ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਰੰਟ (Photo Current) ਦੀ ਪਰਿਮਾਣ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (Intensity of Incident Light) (ਫੋਟੋਕਰੰਟ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)

ਇਸ ਦਾ ਸੌਖਿਆਂ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੇ ਸੰਸੂਚਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸੂਚਕ (ਫੋਟੋਸੂਚਕ) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.23 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਦੇ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੀ ਮਾਪ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



(a)



(b)

ਚਿੱਤਰ 14.23: (a) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ (b) ਵੱਖ ਵੱਖ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ $I_4>I_3>I_2>I_1$ ਦੇ ਲਈ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ

ਉਦਾਹਰਨ 14.6: ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ (~ਮਾਈਕ੍ਰੋ ਐਮਪੀਅਰ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ (~ਮਿਲੀ ਐਮਪੀਅਰ) ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਫਿਰ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਦਾ ਕੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ?

ਹਲ: n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ (n) ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਘਣਤਾ p ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵਧ ਹੈ (n>>p) ਮੰਨ ਲਓ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਤੇ, ਦੋਵੇਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕ੍ਰਮਵਾਰ

Δn ਅਤੇ Δp ਹੈ, ਤਾਂ

$$n' = n + \Delta n$$
$$p' = p + \Delta p$$

ਇਥੇ n' ਅਤੇ p' ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਘਣਤਾਵਾਂ ਹਨ। p ਅਤੇ n ਉਸ ਸਮੇਂ ਦੀਆਂ ਵਾਹਕ ਘਣਤਾਵਾਂ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਨਹੀਂ ਹੈ।

* ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ e-h ਜੋੜਾ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੁਝ ਊਰਜਾ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਉਤੇਜਨ, ਤਾਪੀ ਉਤੇਜਨ ਆਦਿ) ਖਰਚ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ । ਇਸਲਈ, ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਮੁੜ-ਜੁੜਦੇ (Recombine) ਹਨ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਵਿਕਰਣੀ ਮੁੜ-ਜੁੜਨਾ, radiative Recombination) ਜਾਂ ਤਾਪ (ਅਵਿਕਰਣੀ ਮੁੜ-ਜੁੜਨਾ, non-radiative recombination) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਹ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਤੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਵਿਧੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ । LEDs ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ GaAs, GaAs-GaP ਵਰਗੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਕਰਣੀ ਮੁੜ-ਜੁੜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਮੁਖਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਯਾਦ ਰਖੋ ਕਿ $\Delta n = \Delta p$ ਅਤੇ n>>p । ਇਸਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ ($\Delta n/n$), ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾ ($\Delta p/p$) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘਟ ਹੋਵੇਗਾ ।

ਫਾਰਵਰਡ ਇਸ ਕਰੰਟ ਦੇ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ ਦੀ ਕਾਰਨ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਇਸ ਕਰੰਟ ਦੇ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਨਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਪਨ ਲਈ ਫੋਟੋ ਡਾਇਓਡਾਂ ਨੂੰ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ ਡਾਇਓਡ (Light Emitting diode)

ਇਸ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਡੋਪ (Heavily Doped) ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਆਪਣੇ ਆਪ (Spontaneous) ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਆਵਰਨ ਵਿੱਚ ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਕਿ ਇਸ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਾਹਰ ਆ ਸਕੇ।

ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ $n \rightarrow p$ ਵਲ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਇਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕ ਹਨ) ਅਤੇ ਹੋਲ $p \rightarrow n$ ਵੱਲ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਇਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕ ਹਨ) ਭੇਜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੇ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਅਣਤਾ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਘਣਤਾ (ਅਰਥਾਤ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਾਇਸ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਸੀਮਾ ਦੇ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ, ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਬਹੁਤਾਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਮੁੜ-ਜੁੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਮੁੜ-ਜੁੜਨ ਕਾਰਨ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਕੁਝ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਇਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘਟਣ ਲਗਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ ਡਾਇਓਡਾਂ (LED) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਾਇਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਸਮਰਥਾ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇ। LED ਦਾ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਸਿਲੀਕਾਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਦੇਹਲੀ (Threshold) ਵੋਲਟੇਜ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੱਧ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਥੋੜੀ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। LED ਦੀ ਰਿਵਰਸ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਪ੍ਰਤੀਕਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 5V ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਹ ਸਾਵਧਾਨੀ ਵਰਤਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਇਸ ਮੁੱਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ ਨਾ ਹੋਵੇ।

ਅਜਿਹੇ LED ਜੋਂ ਲਾਲ, ਪੀਲਾ, ਨਰੰਗੀ, ਹਰਾ ਅਤੇ ਨੀਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ, ਬਾਜ਼ਾਰ ਵਿੱਚ ਸੌਖਿਆਂ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਹੜੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦਿਖਣਯੋਗ LED (Visible LED) ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ (Band Gap) ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ 1.8 eV ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ (ਦਿਖਣਯੋਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਰੇਂਜ ਲਗਭਗ 0.4 μm ਤੋਂ 0.7μm ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਲਗਭਗ 3 eV ਤੋਂ 1.8 eV ਤੱਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ।ਯੌਗਿਕ (Compound) ਅਰਧਚਾਲਕ ਗੈਲੀਅਮ ਆਰਸਨਾਈਡ-ਫਾਸਫਾਈਡ ($GaAs_{1-x} P_x$) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਦੀਆਂ LED ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। Ga A .6 P .4 (E_2~1.9eV) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਾਲ LED ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। GaAs (Eg~1.4eV) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇੰਨਫਰਾਰੈਡ (Infrared) LED ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ LED ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵੱਡੇ ਤੌਰ ਤੇ ਰਿਮੋਟ ਕੰਟਰੋਲ, ਚੋਰ ਘੰਟੀ ਯੰਤਰ (Burglar Alarm System), ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਚਾਰ (Optical Communication) ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਫੇਦ LED ਵਿਕਸਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵਿਸਤਾਰ ਪੂਰਵਕ ਖੋਜਾਂ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂ ਰਹੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ LED, ਗਰਮ ਹੋ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਲਬਾਂ (ਤਾਪਦੀਪਤ ਬਲਬ, Incandescent Lamps) ਦੀ ਥਾਂ ਲੈ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

LED ਦੇ ਘੱਟ ਸ਼ਕਤੀ ਪਰੰਪਰਿਕ ਤਾਪ ਦੀਪਤ ਲੈਂਪਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਲਾਭ ਹਨ-

(i) ਘੱਟ ਸੰਚਾਲਨ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਸ਼ਕਤੀ ।

(ii) ਜਲਦੀ ਕਿਰਿਆ, ਗਰਮ ਹੋਣ ਲਈ ਕੋਈ ਸਮਾਂ ਨਹੀਂ ਚਾਹੀਦਾ ।

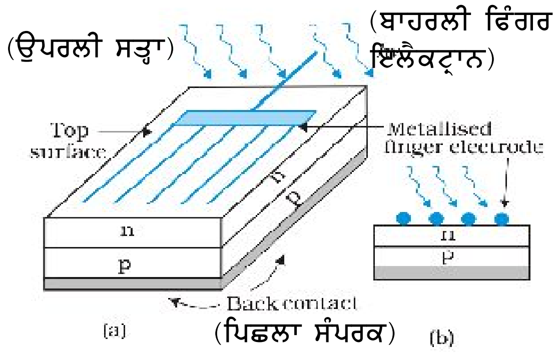
(iii) ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ 100Å ਤੋਂ 500Å ਜਾਂ ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ (ਪਰ ਯਥਾਰਥ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ) ਇੱਕੋ ਰੰਗ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
(iv) ਲੰਬੀ ਉਮਰ ਅਤੇ ਮਜ਼ਬੂਤੀ
(v) ਜਲਦੀ 'ਆਨ-ਆਫ' ਹੋਣ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ।

(iii) ਸੋਲਰ ਸੈਲ (Solar Cell)

ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਤੇ emf ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ (ਫੋਟੋਵੋਲਟਿਕ ਪ੍ਰਭਾਵ) ਤੇ ਹੀ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਿਰਫ ਇਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਅੰਤਰ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਬਾਇਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਆਪਤਨ ਲਈ ਵੱਧ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਵਧ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 14.24 ਵਿੱਚ ਇੱਕ-ਸਰਲ ਸੰਕਸ਼ਨ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਲਗਭਗ 300 um ਮੋਟਾ p-Si ਵੇਫਰ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੇ p-Si ਦੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ (0.3um) ਪਰਤ ਵਿਸਰਣ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। p-Si ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਧਾਤ ਦਾ [ਲੇਪ ਪਿਛਲਾ ਸੰਪਰਕ (back Contact)] ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। n-Si ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਧਾਤ ਫਿੰਗਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ (Metallised Finger Electrode ਜਾਂ ਧਾਤਵਿਕ ਗਰਿਡ) ਦੀ ਤਹਿ ਜਮ੍ਹਾਈ ਜਾਂਦੀ (Deposited) ਹੈ। ਇਹ ਮੁਹਰਲੇ (Front) ਸੰਪਰਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਧਾਤਵਿਕ ਗ੍ਰਿਡ ਸੈਲ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਦਾ ਬਹੁਤ ਥੋੜਾ ਭਾਗ (<15%) ਘੇਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂਕਿ ਸੈਲ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਪਰਲੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਆਪਤਿਤ ਹੋ ਸਕੇ।



ਚਿੱਤਰ 14.24 (a) ਇਕ p ਨਮੂਨੇ ਦਾ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਸੋਲਰ ਸੈਲ (b) ਸੋਲਰ ਸੈੱਲ ਦਾ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨਲ ਦ੍ਰਿਸ਼

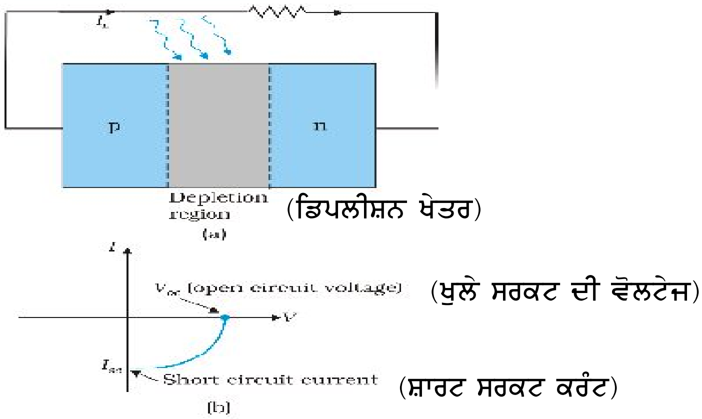
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਣ ਤੇ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦੁਆਰਾ emf ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਤਿੰਨ ਮੂਲ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ, ਇਹ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆਵਾਂ ਹਨ- ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ, ਵੱਖਰੇ ਹੋਣਾ ਅਤੇ ਇੱਕਠੇ ਹੋਣਾ (Generation, Separation and Collection)- (i) ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ($hv>Eg$ ਦੇ ਨਾਲ) ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ (e-h) ਜੋੜਿਆਂ ਦਾ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ; (ii) ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦਾ ਵੱਖਰੇ ਹੋਣਾ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n-ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਅਤੇ ਹੋਲ p-ਪਾਸੇ ਵਲ ਚਲਦੇ ਹਨ; (iii) n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੁੱਜਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਫਰੰਟ ਕਾਨਟੈਕਟ (Front Contact) ਦੁਆਰਾ ਇਕੱਠੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪ੍ਰਜਨ ਵਾਲੇ ਹੋਲ ਪਿਛਲੇ ਸੰਪਰਕ (Back Contact) ਦੁਆਰਾ ਇੱਕਠੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਪਾਸਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ n-ਪਾਸਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਫੋਟੋਵੋਲਟੇਜ਼ (Photovoltage) ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਚਿੱਤਰ 14.25(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਲੋਡ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਲੋਡ ਤੋਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਰੰਟ I_L ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਚਿੱਤਰ 14.25(b) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀ ਰੂਪੀ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਵਕ੍ਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦੇ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਨੂੰ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਚੌਥੇ ਕੁਆਡਰੈਂਟ (Quadrant) ਵਿੱਚ ਖਿਚਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਲੈਂਦਾ ਸਗੋਂ ਇਹ ਲੋਡ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਸੌਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਲਈ ਆਦਰਸ਼ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਨੂੰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ 1.5eV ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੌਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਅਰਧਚਾਲਕ

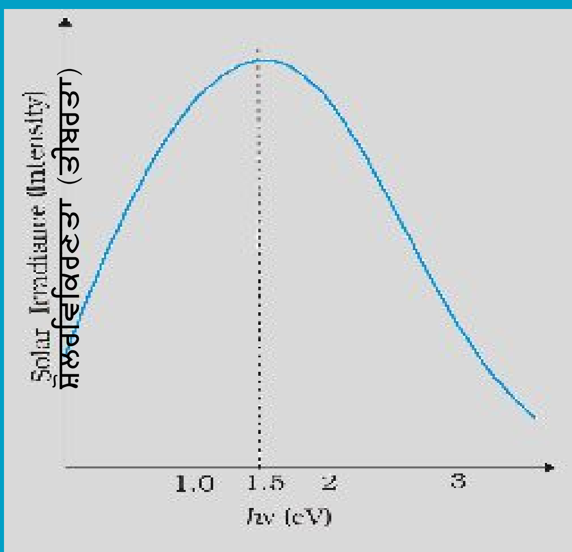
ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ Si (Eg = 1.1eV), GaAs (Eg = 1.43eV), Cd Te (Eg = 1.45 eV), CuIn Se_2 (Eg = 1.04 eV) ਆਦਿ ਹਨ। ਸੌਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਦੇ ਲਈ ਮੁੱਖ ਕਸੌਟੀਆਂ ਹਨ: (i) ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ (~1.0 ਤੋਂ 1.8 eV), (ii) ਵੱਧ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੌਖਣ ਦੀ ਸਮਰਥਾ (~10^4 cm^{-1}), (iii) ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਕਤਾ, (iv) ਕੱਚੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਉਪਲਬਧਤਾ ਅਤੇ (v) ਲਾਗਤ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਸੌਰ ਸੈਲਾਂ ਨੂੰ ਸਦਾ ਹੀ ਤੇਜ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਸਦੀ ਉਰਜਾ, ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇ, ਉਪਯੋਗੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸੋਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਉਪਗ੍ਰਹਿਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ, ਪੁਲਾੜ ਜਹਾਜ਼ਾਂ ਅਤੇ ਕੁਝ ਕੈਲਕੁਲੇਟਰਾਂ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਆਪੂਰਤੀ (Supply) ਲਈ ਵੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸੋਲਰ ਉਰਜਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਲਈ ਘੱਟ ਲਾਗਤ ਦੇ ਫੋਟੋਵੋਲੋਟਿਕ ਸੈਲਾਂ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਖੋਜ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 14.25 (a) ਇੱਕ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਪ੍ਰਦੀਪਤ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ (b) ਸੋਲਰ ਦਾ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਵਕ੍ਰ ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.7 ਸੌਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਲਈ Si ਅਤੇ GaAs ਵੱਧ ਪਸੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਪਦਾਰਥ ਕਿਉਂ ਹੈ ?

ਹਲ: ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸੌਲਰ ਵਿਕਿਰਣ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਚਿੱਤਰ 14.26 ਵਿਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ



ਅਧਿਕਤਮ ਤੀਬਰਤਾ 1.5 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ (eV) ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤੇਜਨ ਦੇ ਲਈ, hV>Eg ਇਸਲਈ ਅਜਿਹੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ~1.5eV ਜਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਸੌਲਰ ਉਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਵਧੀਆ ਹੋਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ ।

ਸਿਲੀਕਾਨ ਦੇ ਲਈ Eg ~ 1.1eV ਜਦੋਂ ਕਿ GaAs ਦੇ ਲਈ ਇਹ ~1.53eV ਹੈ ।

ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਗੁਣਾਂਕ (Higher Abhsorption Coefficient) ਦੇ ਕਾਰਨ GaAs (ਵੱਧ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ) Si ਤੋਂ ਵਧੀਆ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ CdS ਜਾਂ CdSe (Eg ~2.4eV) ਵਰਗੇ ਪਦਾਰਥਾ ਨੂੰ ਚੁਣੀਏ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਰੁਪਾਂਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸੋਲਰ ਉਰਜਾ ਦੇ ਸਿਰਫ ਉੱਚ ਉਰਜਾ ਘਟਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਉਰਜਾ ਦੇ ਇੱਕ ਸਾਰਥਕ ਭਾਗ ਦੀ ਕੋਈ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕੇਗੀ। ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਇਹ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ PbS (Eg ~ 0.4eV) ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਕਿਓਂ ਨਹੀਂ ਵਰਤਦੇ, ਜੋ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਸੰਗਤ ਸਬ ਤੋਂ ਵੱਧ v ਦੇ ਲਈ hv>Eg ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰਦੇ ਹਨ ? ਜੇ ਅਸੀਂ ਅਜਿਹਾ ਕਰਾਂਗੇ ਤਾਂ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਵਧੇਰੇ ਭਾਗ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦੀ ਉਪਰਲੀ ਪਰਤ ਤੇ ਹੀ ਸੋਖਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਉਸਦੇ ਨੇੜੇ ਨਹੀਂ ਪੁੱਜੇਗਾ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਵਖਰੇਵੇਂ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਨਨ ਸਿਰਫ਼ ਜੰਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਹੀ ਹੋਵੇ।

14.9 ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Junction Transistor)

ਸਾਲ 1947 ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਖੋਜ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਬੇਲ ਟੈਲੀਫੋਟ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ U.S.A ਦੇ ਜੇ. ਬਾਰਡੀਨ (J. Bardeen) ਅਤੇ ਡਬਲਯੂ. ਐਚ. ਬ੍ਰੇਟਨ (W. H. Brattain) ਦੇ ਸਿਰ ਹੈ। ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸੰਪਰਕ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Point Contact Transistor) ਸੀ। ਪਹਿਲੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੀ ਖੋਜ 1951 ਵਿੱਚ ਵੀਲੀਅਮ ਸ਼ਾਕਲੇ (William Schockley) ਨੇ ਦੋ p-n ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਪਿਛਲੇ ਪਾਸਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜ ਕੇ ਕੀਤੀ ਸੀ।

ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਸਿਰਫ ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਬਾਰੇ ਪਤਾ ਸੀ, ਇਸਨੂੰ ਸਿਰਫ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਕਹਿ ਕੇ ਹੀ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਪਰ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਵੇਂ-ਨਵੇਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਹੋਈ ਅਤੇ ਨਵੇਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਨੂੰ ਪੁਰਾਣਿਆਂ ਤੋਂ ਵਖਰਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਹੁਣ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Bipolar Junction Transistor, BJT) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੱਜ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਭਰਮ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਵੀ ਆਮ ਕਰਕੇ BJT ਨੂੰ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਹੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਡਾ ਅਧਿਐਨ BJT ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਸੰਦੇਹ ਦੇ BJT ਦੇ ਲਈ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਸ਼ਬਦ ਦੀ ਹੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਾਂਗੇ।

14.9.1 ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ: ਸੰਰਚਨਾ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆ (Transistor: Structure and Action)

ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਮਿਲਕੇ ਆਪਣੇ ਵਿਚ ਦੋ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਲਈ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਚਿੱਤਰ 14.27 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(i) n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (n-p-n transistor):- ਇਸ ਵਿੱਚ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਦੋ ਖੰਡ {ਉਤਸਰਜਕ (Emitter) ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (Collector)} p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਇੱਕ ਖੰਡ [(ਆਧਾਰ(base)] ਦੁਆਰਾ ਵਖਰੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

(ii) p-n-p ਟ੍ਰਾਜ਼ਿਸਟਰ (p-n-p transistor):- ਇਸ ਵਿੱਚ p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਦੋ ਖੰਡ (ਉਤਸਰਜਕ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ) n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੇ ਇੱਕ ਖੰਡ (ਆਧਾਰ) ਦੁਆਰਾ ਵਖਰੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 14.27(a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ p-n-p ਅਤੇ n-p-n ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ (Configuration) ਦੇ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਨਿਰੂਪਣ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਤਿੰਨਾਂ ਖੰਡਾਂ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਡੋਪ ਪੱਧਰ ਵੀ ਵਖਰੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। p-n-p ਅਤੇ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਂ ਵਿੱਚ (ਚਿੱਤਰ 14.27(b)) ਤੀਰ ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਦੇ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਅਗੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ।

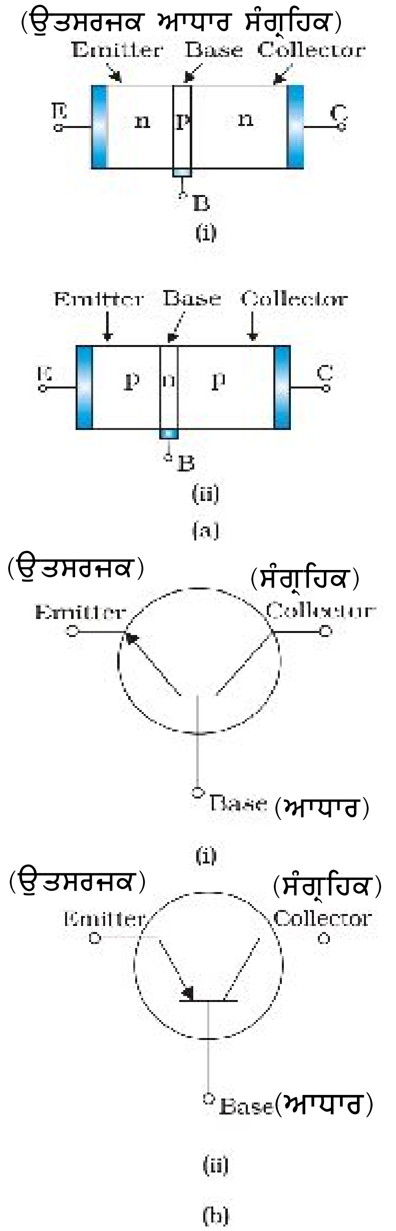
•ਉਤਸਰਜਕ (Emitter):- ਇਹ ਚਿੱਤਰ 14.27(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦਾ ਇਹ ਸਿਰੇ ਵਾਲਾ ਹਿੱਸਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ *ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਸਾਈਜ਼ (Moderate size) ਦਾ ਪਰ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਡੋਪ (heavily doped)* ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਆਪੂਰਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ।

- **ਆਧਾਰ (Base):-** ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਹਿੱਸਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬਹੁਤ ਹੀ ਪਤਲਾ (Very Thin) ਅਤੇ ਘੱਟ ਡੋਪ ਕੀਤਾ (Lightly Doped) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
- **ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (Collector):-** ਇਹ ਹਿੱਸਾ ਉਤਸਰਜਕ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਿਰਾ ਸਾਧਾਰਨ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਸਾਈਜ਼ ਵਿਚ ਇਹ ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਦੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਇੱਕ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ-ਆਧਾਰ (Emitter-base) ਜੰਕਸ਼ਨ ਅਤੇ ਆਧਾਰ-ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ(Base-Collector) ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ ਤੇ ਬਣੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਨੂੰ ਜਾਣਨਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਤੇ ਉਚਿਤ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਬਾਇਸ ਵਖਰੇ ਵਖਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਰਤੋਂ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਖੋਜ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (Amplifier) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ ਜੋ ਕਿਸੇ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਐਮਲੀਫਾਈਡ ਕਾਪੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਇਸਦੀ ਸਵਿਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਲੱਗੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਕਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਕੇ ਇਹ ਸਿਖਾਂਗੇ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਨੂੰ ਬਾਇਸ ਕਰਕੇ ਇਹ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਅਲਗ ਕਾਰਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

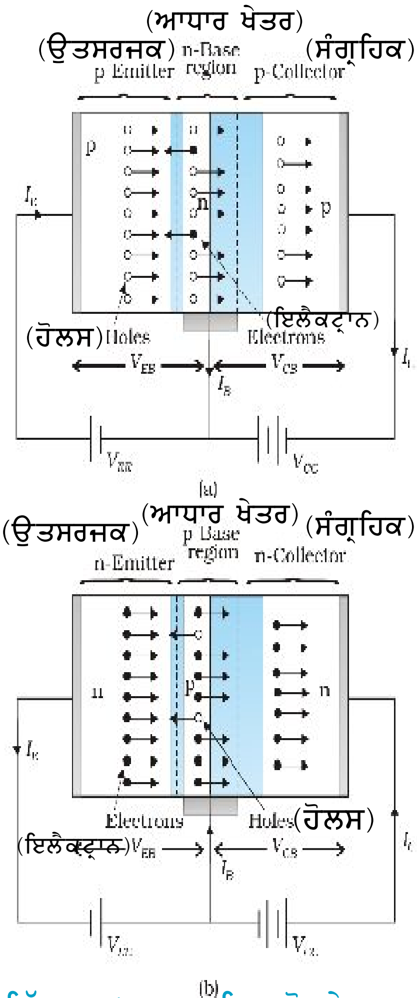
ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਜਾਣਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈਰ ਕਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਕੌਣ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਆਪਣੇ ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ (Emitter Base Junction) ਦੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਅਤੇ ਆਧਾਰ-ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ (base Collector junction) ਦੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਅਧੀਨ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਬਾਇਸਾਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ V_{cc} ਅਤੇ V_{EE} ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਇਸ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਾਇਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸਨੂੰ ҪÂÇ *ਸ੍ਰਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ (Active State)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਉਤਸਰਜਕ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ Veb ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ V_{cB} ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿਚ ਦੋਨੌਂ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈਆਂ ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿਚ ਦੋਨੌਂ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਸਾਝਾਂ ਟਰਮੀਨਲ ਹੈ ਸਪਲਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਸਾਝਾਂ ਟਰਮੀਨਲ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਹੋਰ ਟਰਮੀਨਲ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉਤਸਰਜਕ(Emitter) ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (Collector) ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈਆਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ V_{cc} ਅਤੇ V_{EE} ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ ਸਾਂਝਾ ਟਰਮੀਨਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਨੂੰ Vbb ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਪਾਵਰ



ਚਿੱਤਰ 14.27(a) n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਅਤੇ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦਾ ਵਿਸਵਸਥਾਤਮਕ ਚਿੱਤਰਨ ਅਤੇ (b) n-p-n ਅਤੇ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਲਈ ਸੰਕੇਤ ।

ਸਪਲਾਈ ਨੂੰ Vcc ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਆਓ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਪਥਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੀਏ ਜੋ ਕਿ ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ (Emitter base junction) ਤੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਿਡ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ (Base Collector junction) ਤੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਿਡ ਹੈ। ਵਧੇਰੇ ਡੋਪਿੰਗ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੇ, ਹੋਲ ਅਤੇ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਆਧਾਰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਥੇ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਅਰਧਚਾਲਕ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਵਧੇਰੇ ਹੋਲ ਉਥੇ ਮੌਜੂਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਘੱਟ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਹੋਲ, ਜੋ ਇਸ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੋਲ ਜਾਂ ਤਾਂ ਬਾਹਰ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜਨ ਲਈ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਲਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਟਰਮੀਨਲ ਤੇ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਆਧਾਰ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਪਤਲਾ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਕਿ ਹੋਲ ਖੁਦ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪਾਕੇ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਤੇ ਨਾ ਜਾਕੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਲੈਣ।



ਚਿੱਤਰ 14.28: ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ (a) p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਅਤੇ (b) n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ

ਇਥੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਰੋਚਕ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਕ ਵੱਧ ਪਰਿਮਾਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਉਸਦੇ ਵਧੇਰੇ ਭਾਗ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵੱਲ ਮੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਅੰਸ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹੋਲ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ; I_h ਅਤੇ I_e ਨਾਲ ਦਰਸਾਈਏ ਤਾਂ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚੋ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਦਾ ਜੋੜ $I_h + I_e$ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ $I_E = I_h + I_e$ ਪਰ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ $I_B << I_h+I_e$ ਕਿਉਂਕਿ I_e ਦਾ ਵੱਡਾ ਭਾਗ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਦੀ ਬਜਾਏ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵਿੱਚ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਅੰਸ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਬਾਹਰ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ I_E ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਰਿਹਾ ਕਰੰਟ I_B ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਟਰਮੀਨਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ I_C ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤਰਕ ਤੋ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 14.28 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਰਚੋਫ਼ (Kirchhoff) ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ I_E , ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_C ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਦਾ ਜੋੜ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ :-

$$I_E = I_C + I_B \quad (14.7)$$

ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $I_C \approx I_E$

ਇਥੇ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਕਰੰਟਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਰਬਸਮ ਹੈ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਤਿ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਠੀਕ ਉਲਟ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਆਧਾਰ ਤੋ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਤੀਰ ਦਾ ਸਿਰਾ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਕਿਸੇ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਅਤੇ ਮਾਇਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਣਾਏ ਗਏ ਪਥਾਂ ਦੇ ਵਿਵਰਣ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਹਨ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪੱਥ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਉਲਟ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.28 (b) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਉਤਸਰਜਕ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪਤਲੇ p- ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਤੇ ਪੁੱਜ ਕੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_C ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਰਣ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕਢਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਨ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਇੱਕ ਘੱਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਉੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

14.9.2 ਮੂਲ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਰਕਟ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ (Basic transistor circuit configuration and transistor characteristics)

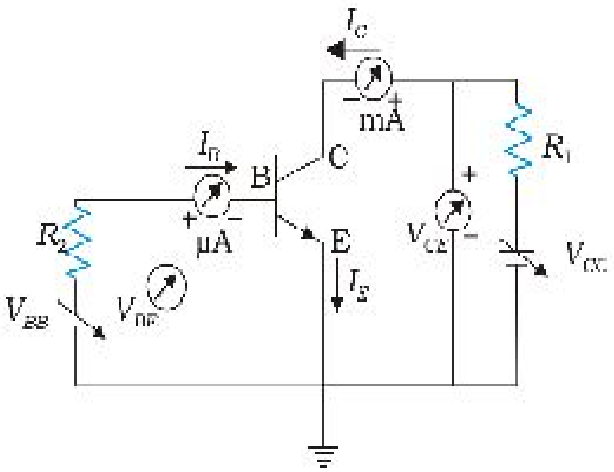
ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਤਿੰਨ ਟਰਮੀਨਲ ਉਪਲਬਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ – *ਉਤਸਰਜਕ (E), ਆਧਾਰ (B),* ਅਤੇ *ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (C)*। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਨਪੁਟ, ਆਉਟਪੁਟ ਕੁਨੈਕਸ਼ਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਇੱਕ (E ਜਾਂ B ਜਾਂ C) ਇਨਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵਿੱਚ ਸਾਂਝਾ (Common) ਹੋਵੇ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਿੰਨ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇਕ ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ (CE), ਸਾਂਝਾ ਆਧਾਰ (CB), ਅਤੇ ਸਾਂਝਾ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (CC)

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਵਧੇਰੇ ਵਿਆਪਕ ਵਰਤੋਂ ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ CE ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਇਸੇ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰੱਖਾਂਗੇ। ਕਿਉਂਕਿ p-n-p ਸਿਲੀਕਾਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਮ ਕਰਕੇ ਵੱਧ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਇਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਖਾਂਗੇ। p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਬਾਹਰੀ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਦੇ ਧਰੁਵਾਂ ਨੂੰ ਉਲਟਾਉਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ।

ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ (Common emitted transistor characteristics)

ਜਦੋ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਆਧਾਰ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ V_{BE} ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ (Input characteristics) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_C ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣਾ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ *ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ (output characteristics)* ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.29 CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿਚ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਅਤੇ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਵਿਵਸਥਾ

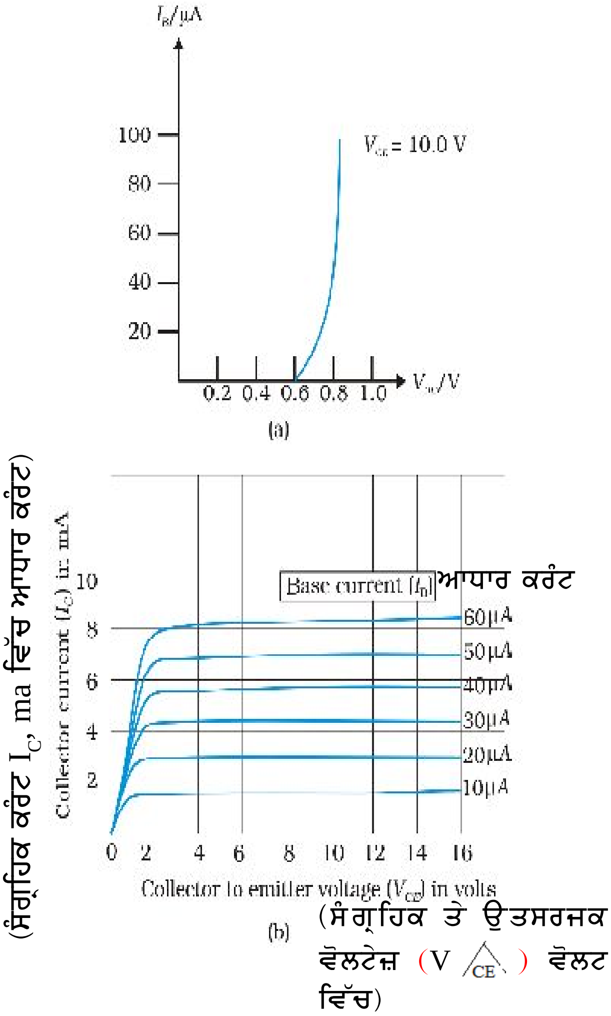
ਚਿੱਤਰ 14.29 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਕੇ ਕਿਸੇ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਨਿਵੇਸ਼ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਲਈ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{BE} ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ (ਇੱਕ ਵਕ੍ਰ) ਖਿਚਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। V_{BE} ਤੇ I_B ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਲਈ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{CE} ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਉਸ ਸਮੇਂ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆ ਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੋਏ। ਇਸ ਲਈ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{CE} ਨੂੰ ਇਨਾਂ ਵੱਧ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੀ ਰਹੇ। ਕਿਉਂਕਿ $V_{CE} = V_{CB} + V_{BE}$ ਅਤੇ Si ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਲਈ V_{BE} ਦਾ ਮਾਨ 0.6 ਤੋਂ 0.7V ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ V_{CE}, 0.7 V ਤੋ ਕਾਫੀ ਵੱਧ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ V_{CE} ਦੀ ਵੱਧ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਜਿਆਦਾ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਉੱਚ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ V_{CE} ਦਾ ਮਾਨ 3V ਤੋ 20V ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਰੱਖਕੇ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। *ਕਿਉਂਕਿ V_{CE} ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ V_{CB} ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸਦਾ I_B ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ।* ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ,

V_{CE} ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਮਾਨਾਂ ਲਈ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਵਕ੍ਰ ਲਗਭਗ ਸਰਬਸਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸਿਰਫ *ਇੱਕ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਖਿਚਨਾ ਹੀ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।* ਚਿੱਤਰ 14.30 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

I_B ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਕੇ V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣ ਤੇ I_C ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕਰਨ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ V_{BE} ਵਿੱਚ ਛੋਟਾ ਵਾਧਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਤਸਰਜਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋਲ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ I_B ਅਤੇ I_C ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਨੁਪਾਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ

ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ I_B ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ I_C ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। I_B ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨਾਂ ਤੇ I_C, V_{CE} ਦੇ ਵਿੱਚ ਖਿਚੇ ਗਏ ਵਕ੍ਰਾਂ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 14.30 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ ਵੱਖ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਿਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਇਿਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਰੇਖੀ ਖੰਡਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ac ਪੈਰਾਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਪਰੀਕਲਨ (calculate) ਵਿੱਚ ਅਗੇ ਦੱਸੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.30 (a) ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਅਤੇ (b) ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ

(i) ਇਨਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (input resistance) (r_i) :- ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ (V_{CE}) ਤੇ ਆਧਾਰ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ (ΔV_{BE}) ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਅੰਤਰ (ΔI_B) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਨਿਵੇਸ਼ (input) ਪ੍ਰਤੀਬੋਧ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ (dynamic) ac ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \qquad (14.8)$$

r_i ਦਾ ਮਾਨ ਕੁਝ ਸੈਕੜਿਆਂ ਤੋਂ ਕੁਝ ਹਜ਼ਾਰ ਓਹਮ ਤੱਕ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ii) ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (output resistance) r_o:- ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਨ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ (ΔV_{CE}) ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਅੰਤਰ (ΔI_C) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

$$r_o = \left(\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right)_{I_B} \qquad (14.9)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ V_{CE} ਦੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮਾਨਾਂ ਲਈ I_C ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਰੇਖੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ (Saturation state) ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਇਸ ਭਾਗ ਵਿੱਚ, ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਆਪੂਰਤੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{CC} ($= V_{CE}$) ਦੁਆਰਾ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ V_{CE} ਦਾ ਮਾਨ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣ ਤੇ I_C ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੀ ਢਾਲ ਦਾ ਉਲਟ (reciprocal) ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r_o ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਮੁਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਸੰਗਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਬਾਇਸ ਦੁਆਰਾ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਉੱਚ ਪਰਿਮਾਣ (100 k Ω ਆਰਡਰ ਦਾ) ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਸ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਹੋਣਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਵੀ ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਅਰੰਭਿਕ ਭਾਗ ਤੇ ਜਦੋਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਗੁਣਾਂਕ (current amplification factor) (β):- ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ (V_{CE}) ਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ (ΔI_C) ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ (ΔI_B) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫੀਕੇਸ਼ਨ ਗੁਣਾਂਕ (β) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

$$\beta_{ac} = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \qquad (14.10)$$

ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਾਲ ਸਿਗਨਲ ਕਰੰਟ ਗੇਨ (small signal current gain) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ I_c ਅਤੇ I_B ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਗਿਆਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ dc β ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} \qquad (14.11)$$

ਕਿਉਂਕਿ I_c ਵਿੱਚ I_B ਦੇ ਨਾਲ ਲਗਭਗ ਰੇਖੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ $I_B = 0$ ਹੈ ਤਾਂ $I_C = 0$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੇ ਮਾਨ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਵਧੇਰੇ ਗਣਨਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ β_{dc} ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। V_{CE} ਅਤੇ I_B ਜਾਂ I_C) ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.8 ਚਿੱਤਰ 14.30 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੇ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਕਿ V_{CE} = 10 V ਹੈ ਅਤੇ I_C = 4.0 m A ਹੈ।

ਹੱਲ $\beta_{ac} = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}}$ $\qquad \beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$

V_{CE} ਅਤੇ I_C ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਨਾਂ ਤੇ β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਗੇ ਵੱਧ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। I_C ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਨਾਂ ਤੋਂ ਕੁਝ ਘੱਟ ਅਤੇ ਕੁਝ ਵੱਧ I_b ਦੇ ਦੋ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਦੋ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਥੇ I_C = 4.0 m A ,(I_b = 30 ਅਤੇ 20 MA ਦੇ ਲਈ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰੋ) V_{CE} = 10V ਤੇ ਅਸੀਂ ਗ੍ਰਾਫ ਤੋਂ Ic ਦੇ ਦੋ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਤਾਂ ΔI_B = (30-20) uA = 10uA, ΔI_C = (4.5-3.0) uA = 1.5 uA

ਇਸ ਲਈ βac = 1.5 mA / 10uA = 150

β_{dc} , ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਜਾਂ ਤਾਂ V_{CE} = 10V ਤੇ Ic = 4.0 mA ਦੇ ਸੰਗਤ I_B ਦੇ ਮਾਨ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਈਏ ਜਾਂ ਚੋਣ ਕੀਤੇ ਗਏ ਦੋ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਾਂ ਦੇ ਲਈ β_{dc} , ਦੇ ਦੋ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਔਸਤ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਇਸ ਲਈ, Ic = 4.5 uA ਤੇ I_B = 30uA ਦੇ ਲਈ

β_{dc} = 4.5 uA/ 30 uA = 150

ਅਤੇ Ic = 3.0 uA ਤੇ I_B = 20uA ਦੇ ਲਈ

β_{dc} = 3.0 uA/ 20 uA = 150

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ β_{dc} = (150+150)/2 = 150

14.9.3 ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Transistor as a device)

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇਕ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ (ਜਿਵੇਂ CB,CC,CE), E-B ਅਤੇ B-C ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਬਾਇਸ ਅਤੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਖੇਤਰ ਜਿਵੇਂ ਕੱਟ ਆਫ (cut off), ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ (active) ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ (saturation) ਖੇਤਰ ਤੇ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਵਰਣਨ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ CE ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਹਾਂਗੇ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਯੁਕਤੀ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਨੂੰ ਸਮਝਨ ਲਈ ਉਸ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਓਪਰੇਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਬਾਇਸ ਤੱਕ ਹੀ ਆਪਣਾ ਧਿਆਨ ਕੇਂਦਰਿਤ ਰਖਾਂਗੇ।

ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਟ ਆਫ ਜਾਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਇੱਕ ਸਵਿਚ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ।

i) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਵਿਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Transistor as a switch) :-

ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 14.31(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਬਾਇਸਡ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਕਰਕੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਸਵਿਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਸਮਝਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ।

ਇਸ ਸਰਕਟ ਦੇ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁੱਟ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$V_{BB} = I_B R_B + V_{BE} \qquad (14.12)$$

ਅਤੇ

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \qquad (14.13)$$

ਇਥੇ ਅਸੀਂ V_{BB} ਨੂੰ D_C ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ V_i ਅਤੇ V_{CE} ਨੂੰ D_C ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ Vo ਸਮਝਾਂਗੇ। ਇਸ ਲਈ

$$V_i = I_B R_B + V_{BE}$$ ਅਤੇ
$$V_O = V_{CC} - I_C R_C$$

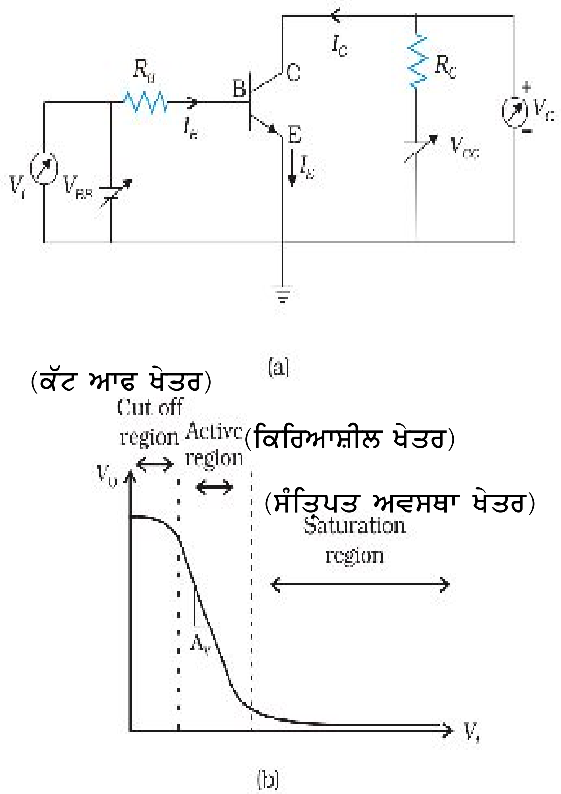
ਆਓ ਇਹ ਦੇਖੀਏ ਕਿ V_i ਦੇ ਸਿਫਰ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਵਧਣ ਤੇ V_2 ਵਿੱਚ ਕੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਿਲੀਕਾਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਤਕ Vi ਦਾ ਮਾਨ 0.6 V ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕੱਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ Ic ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ $V_o = V_{cc}$

ਜਦੋਂ V_i ਦਾ ਮਾਨ 0.6V ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਉਟਪੁਟ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਕਰੰਟ I_c ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਦ $I_c R_c$ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਣ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ Vo ਘਟਦੀ ਹੈ। Vi ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ I_c ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਰੇਖੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ Vo ਦਾ ਮਾਨ ਰੇਖੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਘਟਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਮਾਨ ਲਗਭਗ 1.0 V ਤੋਂ ਘੱਟ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ।

ਇਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ, ਪਰਿਵਰਤਨ ਅਰੇਖੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। V_2 ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਕਮੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਿਫਰ ਵੱਲ ਵਧਣ ਲੱਗਦੀ ਹੈ। ਜਦਕਿ ਇਹ ਸਿਫਰ ਕਦੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜੇ ਅਸੀਂ V_o ਅਤੇ V_i ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿਚੀਏ [ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਧਾਰ ਬਾਇਸਡ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਟ੍ਰਾਂਸਫਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ(transfer characteristics of the base biased transistor) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਚਿੱਤਰ (14.31(b))] ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਅਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੀ ਅਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਥੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਰੇਖੀ ਸੁਭਾਅ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਜੋ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੱਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਤੋ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਤਬਦੀਲੀ ਸਪਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਆਉ, ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੇਖੀਏ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਵਿਚ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਵੇਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋ ਤੱਕ V_i ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, V_o ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ (V_{cc} ਤੇ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੇ V_i ਦਾ ਮਾਨ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੱਧ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ V_o ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ, ਸਿਫਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਚਾਲਨ ਕਰਨ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ "ਸਵਿਚ ਆਫ' ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਇਹ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ "ਸਵਿਚ ਆਨ' ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਅਸੀਂ ਘੱਟ ਜਾਂ ਵੱਧ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕੱਟ ਆਫ ਅਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੋਂ ਹੇਠਾਂ ਜਾਂ ਉਪਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰੀਏ, ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕੋਈ ਘੱਟ ਇਨਪੁਟ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਸਵਿਚ ਆਫ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਉੱਚ ਇਨੱਪੁਟ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ 'ਸਵਿਚ ਆਨ' ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਹੋਰ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਘੱਟ ਇਨੱਪੁਟ ਉੱਚ ਆਉਟਪੁੱਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਉੱਚ ਇਨਪੁਟ ਘੱਟ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਸਵਿਚ ਸਰਕਟ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਿਜਾਈਨ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਦੇ ਵੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦੇ।



ਚਿੱਤਰ 14.31 (a) CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਬਾਇਸਡ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ (b) ਟਰਾਂਸਫਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ

(ii) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Transistor as an amplifier)

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ Voਤੇ Vi ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਵਕ੍ਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੀ ਢਾਲ ਇਨੱਪੁਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਆਉਟਪੁੱਟ ਦਾ ਮਾਨ $V_{cc} - I_c R_c$ ਹੈ ਅਤੇ $I_c R_c$ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਜਿਵੇਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ CE ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਇਨੱਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਦੀ ਕਲਾ ਤੋਂ ਬਾਹਰ (out of phase) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨੀਏ ਕਿ $\Delta Vo / \Delta Vi$ ਆਉਟਪੁੱਟ ਅਤੇ ਇਨੱਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ $\Delta Vo/ \Delta Vi$ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਸਮਾਲ ਸਿਗਨਲ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ (small signal voltage gain) A v ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਜੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{BB} ਦਾ ਕੋਈ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨ ਹੈ, ਤਾਂ ਸਰਕਟ $\Delta Vo/ \Delta Vi$ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ ਵਾਲੇ CE ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰੇਗਾ। ਅਸੀਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ Av ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਗੇਨ ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ

ਸੌਨੂੰ ਗਿਆਤ ਹੈ ਕਿ ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ

$V_o = V_{cc} - I_c R_c$ ਇਸ ਲਈ, $\Delta V_o = 0\text{-}R_c \Delta I_c$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $V_i = I_B R_B + V_{BE}$ ਤੋਂ

$\Delta Vi = R_B \, \Delta I_B + \Delta V_{BE}$ ਦੇ ਮਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਸ CE ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (ਚਿੱਤਰ 14.32) ਦੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$Av = -R_c \, \Delta I_c / R_B \, \Delta I_B$$
$$= -\beta ac \, (R_c / R_B) \qquad (14.14)$$

ਇਥੇ $\beta ac = \Delta I_c / \Delta I_B$ [ਸਮੀਕਰਣ (14.10) ਤੋਂ] । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (CE- ਕਰਫਿਗਰੇਸ਼ਨ) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇਗੀ।

14.9.4 ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (CE- ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ) (Transistor as an amplifier (CE configuration))

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਸਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਬਿੰਦੂ (Operating point) ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੀਏ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਟ੍ਰਾਂਸਫਰ ਵਕ੍ਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਸੰਗਤ V_{BB} ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ dc ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਸੰਗਤ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_c ਵੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। dc ਵੋਲਟੇਜ਼ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ ਵੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹੇਗੀ। V_{CE}, I_B ਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਮਾਨ, ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਜੇ ਆਪੂਰਤੀ V_{BB} ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਕਿਸੇ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ ਨੂੰ ਜੋੜ ਕੇ V_i ਆਯਾਮ ਦੀ ਕੋਈ ਬਹੁਤੀ ਛੋਟੀ ਸੀਨੋਸਾਈਡਲ (small sinusoidal) ਵੋਲਟੇਜ਼ dc ਆਧਾਰ ਬਾਇਸ ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ (superpose) ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਦੇ ਮਾਨ ਤੇ ਸੀਨੋਸਾਈਡਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਸੁਪਰਇਮਪੋਜ (superimpose) ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_c ਤੇ ਵੀ ਸੀਨੋਸਾਈਡਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਸੁਪਰਪੋਜ ਹੋ ਜਾਣਗੇ ਜੋ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ Vo ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸੰਗਤ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਕਰਣਗੇ। ਵੱਡੇ ਕੈਪੀਸਟਰਾਂ ਦੁਆਰਾ dc ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਨੂੰ ਰੋਕ ਕੇ ਅਸੀਂ ਇਨਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ac ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਮਾਪ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਐਮਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਉਪਰ ਦੱਸੇ ਵਿਵਰਣ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ac ਸਿਗਨਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰਾਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਆਲਟਰਨੇਟ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਚਿੱਤਰ 14.32 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ac ਇਨੱਪੁਟ ਸਿਗਨਲ V_i (ਜਿਸ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਨਾ ਹੈ) ਨੂੰ ਬਾਇਸ V_{BB} (dc) ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਆਉਟਪੁਟ ਨੂੰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਅਤੇ ਗਰਾਉਂਡ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਵੀ ਐਮਪਲੀਫਾਈਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆਵਿਧੀ ਨੂੰ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਸਮਝਨ ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $V_i = 0$ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ ਪਾਸੇ ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ਼ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ, ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_L \qquad (14.15)$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਪਾਸੇ ਦੇ ਲਈ

$$V_{BB} = V_{BE} + I_B R_B \qquad (14.16)$$

ਜਦੋ V_i ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਤਾਂ

$$V_{BE} + V_I = V_{BE} + I_B R_B + \Delta I_B (R_B + r_i)$$

V_{BE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (ri) [ਸਮੀਕਰਨ (14.8) ਦੇਖੋ] ਅਤੇ I_B ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$V_I = \Delta I_B (R_B + ri)$$
$$= r \, \Delta I_B$$

I_B ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਾਲ I_c ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (14.11) ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਪੈਰਾਮੀਟਰ β_{dc} ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੈਰਾਮੀਟਰ β_{ac} ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

$$\beta_{ac} = \Delta I_C / \Delta I_B = i_c / i_b \qquad (14.17)$$

ਇਸ ਨੂੰ ਕਰੰਟ ਗੇਨ (Ai) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਕਸਰ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਰੇਖੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ β ac ਦਾ ਮਾਨ β_{dc} ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ V_{cc} ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ I_B ਦੇ ਕਾਰਨ I_c ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ V_{CE} ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_L ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇਹਨਾਂ ਪਰਿਵਰਤਨਾਂ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (14.15) ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$\Delta V_{CC} = \Delta V_{CE} + R_L \Delta I_C = o$$

ਜਾਂ

$$\Delta V_{CE} = -R_L \Delta I_C$$

V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ V_o ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (14.10) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$V_o = \Delta V_{CE} = -\beta_{ac} R_L \Delta I_B$$

ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ ਹੈ

$$Av = V_o/V_i = \Delta V_{CE} / r\Delta I_B$$

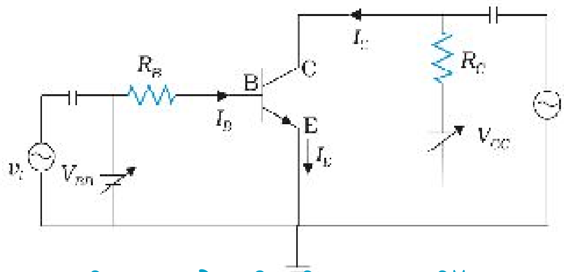
$$= -\beta_{ac} R_L / r \qquad (14.18)$$

ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿਨ੍ਹ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ।

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੀ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਆਖਿਆ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਗੇਨ β_{ac} ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ Av ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸ਼ਕਤੀ ਗੇਨ (power gain) A_p ਨੂੰ ਕਰੰਟ ਗੇਨ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ

$$Ap = \beta_{ac} \times Av \qquad (14.19)$$

ਕਿਉਂਕਿ β_{ac} ਅਤੇ Av ਦੇ ਮਾਨ 1 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ac ਪਾਵਰ ਗੇਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂਕਿ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪਤਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਯੁਕਤੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਤੇ ਉੱਚ ac ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਉਰਜਾ ਬੈਟਰੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.32 CE ਟਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਸਰਕਟ

ਉਦਾਹਰਣ 14.9 ਚਿੱਤਰ 14.31(a) ਵਿੱਚ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ V_{BB} ਵਿੱਚ 0 V ਤੋਂ 5.0 v ਤੱਕ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। Si ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਲਈ $\beta_{dc} = 250$ ਅਤੇ $R_B = 100\ k\ \Omega$, $R_C = 1\ k\ \Omega$ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ $V_{CE} = 0V$, $V_{BE} = 0.8V$, (a) ਉਹ ਨਿਊਨਤਮ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਜਾਵੇਗਾ। (b) ਇਸ

ਪ੍ਰਕਾਰ V1 ਦਾ ਉਹ ਮਾਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਵਿਚ ਆਫ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗਾ। (c) V_i ਦੀ ਉਹ ਰੇਂਜ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ 'ਸਵਿਚ ਆਫ' ਅਤੇ 'ਸਵਿਚ ਆਨ' ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਹੱਲ:- ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ ਕਿ ਸੰਤ੍ਰਿਪ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ

$V_{CE} = 0$ V, $V_{BE} = 0.8$ V

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

$I_C = V_{CC} / R_C = 5.0\text{V}/ 1.0\text{K } \Omega = 5.0$ mA

ਇਸ ਲਈ $I_B = I_C/\beta = 5.0 \text{ mA} /250 = 20\ \mu\text{A}$

ਉਹ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਜਿਸ ਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪ ਅਵਸਥਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ

$$V_{IH} = V_{BB} = I_B R_B + V_{BE}$$
$$= 20\mu\text{A} \times 100 \text{ k}\Omega + 0.8\text{V} = 2.8 \text{ V}$$

ਉਹ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਜਿਸ ਤੋ ਘੱਟ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕੱਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

$V_{IL} = 0.6$ V, $V_{IH} = 2.8$ V

0.0V, 0.6 V ਦੇ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ 'ਸਵਿਚ ਆਫ' ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹੇਗਾ। 2.8V ਅਤੇ 5.0V ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਹ 'ਸਵਿੱਚ ਆਨ' ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹੇਗਾ।

ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਜਦੋ I_B ਦਾ ਮਾਨ 0.0mA ਤੋਂ 20mA ਦੇ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ, $I_C = \beta I_B$ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ I_C d" βI_B

ਉਦਾਹਰਣ 14.10 ਕਿਸੇ CE ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਲਈ 2.0k Ω ਦੇ ਉਤਸਰਜਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੇ ਲਈ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ 2.0V ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਫੈਕਟਰ 100 ਹੈ। ਜੇ dc ਦਾ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਸਿਗਨਲ ਕਰੰਟ ਦਾ 10 ਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ 2.0 V ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ V_{BB} ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ ਜੋੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_B ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ dc ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਵੀ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਚਿੱਤਰ 14.32)

ਹੱਲ:- ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ 2.0V ਇਸਲਈ ac ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ $i_C = 2.0/2000 = 1.0$ mA

ਇਸ ਲਈ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚੋ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਸਿਗਨਲ ਕਰੰਟ $i_B = i_C/\beta = 1.0\text{mA}/100 = 0.010\text{mA}$

dc ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ = $10\times 0.010 = 0.10$ mA

ਸਮੀਕਰਣ 14.16, $R_B = (V_{BB} - V_{BE})/I_B$ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ $V_{BE} = 0.6$ V

$R_B = (2.0 - 0.6)/ 0.10 = 14\text{k}\ \Omega$

D_c ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ $I_C = 100\times 0.10 = 10$ mA

14.9.5 ਫੀਡਬੈਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਆਸੀਲੇਟਰ (feedback amplifier and transistor oscillator)

ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸੀਨੋਸਾਇਡਲ ਇਨਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਐਮਪਲੀਫਾਈਡ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ *ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵਿੱਚ ac ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਬਾਹਰੀ ਇਨਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ।* ਕਿਸੇ ਆਸੀਲੇਟਰ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਇਨਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਲਗਾਏ ਬਿਨਾਂ ਹੀ ਸਾਨੂੰ ac ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਸਿਗਨਲ *ਆਪਣੇ ਆਪ ਬਣਿਆ (self sustained)* ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਹੀ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਦਾ ਇੱਕ ਭਾਗ ਅਰੰਭਿਕ ਸਿਗਨਲ ਦੀ *ਕਲਾ (phase)* ਵਿੱਚ ਹੀ ਇਨਪੁਟ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਫੀਡਬੈਕ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ *ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ* (positive feedback) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.33(a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਫੀਡਬੈਕ ਨੂੰ *ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ (inductive coupling)* (ਆਪਸੀ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ ਦੁਆਰਾ, Mutual induction) ਜਾਂ LC ਜਾਂ RC ਸਰਕਟਾਂ

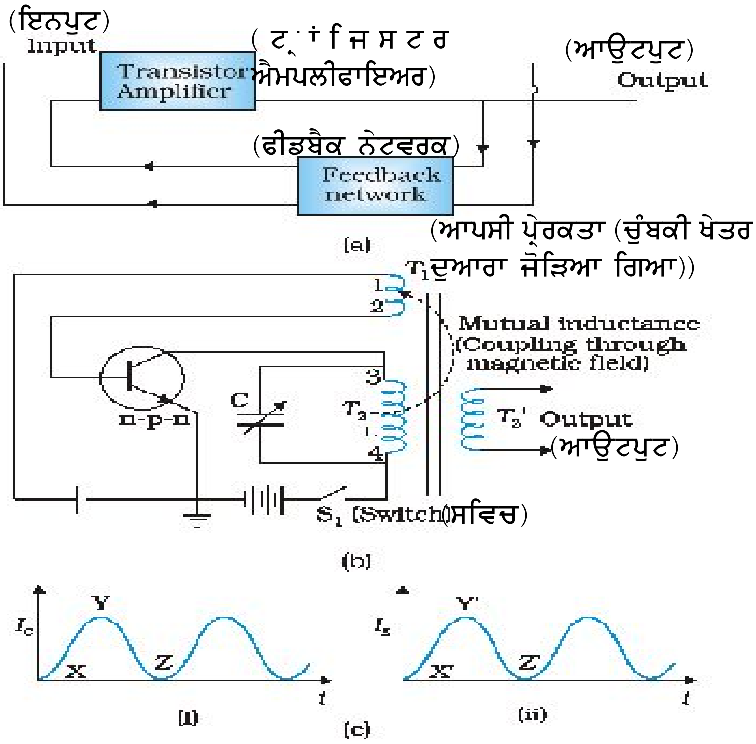
ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਵੱਖ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਆਸੀਲੇਟਰਾਂ ਤੋਂ ਆਉਟਪੁਟ ਨੂੰ ਇਨਪੁਟ ਨਾਲ ਜੋੜਣ ਲਈ ਵੱਖ ਵੱਖ ਵਿਧੀਆਂ (ਫੀਡਬੈਕ ਸਰਕਟ) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਡੋਲਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਢੁਕਵੇਂ ਅਨੁਨਾਦੀ (resonant) ਸਰਕਟ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਆਓ ਚਿੱਤਰ 14.33(b) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ (T_1) ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਕੁੰਡਲੀ (T_2) ਵਿੱਚ ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ ਦੁਆਰਾ ਫੀਡਬੈਕ ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਥੇ ਕੁੰਡਲੀਆਂ T_1 ਤੇ T_2 ਇੱਕ ਹੀ ਕੋਰ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਆਪਣੇ ਆਪਸੀ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ ਦੁਆਰਾ (mutual induction) ਇਨਡਕਟੀਵਲੀ ਕਪਲਡ (inductively coupled) ਹਨ। ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ, ਆਧਾਰ ਉਤਸਰਜਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਸੁਖਾਲੇਪਣ ਲਈ, ਜਿਹੜੇ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਬਾਇਸ ਸਰਕਟ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਥੇ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਡੋਲਨਾਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਦੀਆਂ ਹਨ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਵਿਚ S_1 ਨੂੰ *ਆਨ ਕੀਤਾ* ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਪਹਿਲੀ ਬਾਰ ਢੁਕਵੀਂ ਬਾਇਸ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਦੀ ਇੱਕ ਤੇਜ਼ ਲਹਿਰ (Surge) ਵਗੇਗੀ। ਇਹ ਕਰੰਟ ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਵਿਚੋਂ ਲੰਘ ਕੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.33(b) ਵਿੱਚ ਸੰਖਿਆ 3 ਅਤੇ 4 ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ ਕਰੰਟ ਆਪਣੇ ਪੂਰੇ ਆਯਾਮ (amplitude) ਤੇ ਤਤਕਾਲ ਨਹੀਂ ਪੁੱਜ ਸਕਦਾ, ਬਲਕਿ X ਤੋਂ Y ਤੱਕ ਹੌਲੀ ਹੌਲੀ ਵਧਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.33(c) (i) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਅਤੇ T_1 ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਰੰਟ ਵੱਗਣ ਲਗਦਾ ਹੈ (ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹੀ ਇਨਪੁਟ ਤੋਂ ਆਉਟਪੁਟ ਨੂੰ ਫੀਡਬੈਕ ਹੈ)। ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ ਦੇ ਕਾਰਨ T_1 ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਰੰਟ (ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ) ਵੀ $X^{|}$ ਤੋਂ $X^{|}$ ਤੱਕ ਵਧਦਾ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 14.33 (c) (ii) ਦੇਖੋ] ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਹੋਈ ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ (ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ) Y ਮਾਨ ਤੇ ਪੁੱਜਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ *ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ* ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਸਮੇਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਆਪਣੇ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਤੇ ਹੈ, ਅਤੇ ਹੁਣ ਹੋਰ ਨਹੀਂ ਵੱਧ ਸਕਦਾ।

ਕਿਉਂਕਿ ਹੁਣ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ,ਇਸਲਈ T_2 ਦੇ ਨੇੜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਧਣਾ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਖੇਤਰ ਸਥਿਰ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ, ਉਸ ਸਮੇਂ ਹੀ T_2 ਤੋ T_1 ਵਿੱਚ ਫੀਡਬੈਕ ਰੁਕ ਜਾਵੇਗੀ। ਫੀਡਬੈਕ ਬੰਦ ਹੋਣ ਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ Y ਤੋ Z ਵੱਲ ਘਟਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 14.33 (c) (i)]। ਪਰ, ਸੰਗ੍ਰਹੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਘਟਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਦੇ ਨੇੜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖੈ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ T_1 ਨੂੰ T_2 ਵਿੱਚ ਘਟਦਾ ਹੋਇਆ ਖੇਤਰ ਦਿਖਦਾ ਹੈ (ਅਰੰਭਿਕ ਸਟਾਰਟ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸਮੇਂ ਜਦੋਂ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਰਿਹਾ ਸੀ, ਤੋਂ ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਬਿਲਕੁਲ ਉਲਟ ਹੈ)। ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜ ਕਰੰਟ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਹੋਰ ਘਟਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਇਹ Z^1 ਤੇ ਨਾ ਪੁੱਜ ਜਾਵੇ ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਟ ਆਫ ਹੋ ਜਾਏ। ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ I_E ਅਤੇ I_C ਦੋਨੋਂ ਕਰੰਟਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਰੁੱਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਆਪਣੀ ਅੰਰਭਿਕ ਅਵਸਥਾ (ਜਦੋਂ ਸ਼ਕਤੀ ਪਹਿਲੀ ਬਾਰ ਆਨ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ) ਵਿਚ ਮੁੜ ਆਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਾਦ ਪੂਰੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਆਪਣੇ ਆਪ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਪਹਿਲਾਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਕਟ ਆਫ ਅਤੇ ਫਿਰ ਵਾਪਿਸ ਆਉਣ ਤੱਕ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਲਗਿਆ ਸਮਾਂ ਟੈਂਕ ਸਰਕਟ (tank circuit) ਜਾਂ ਟਿਉਨਡ ਸਰਕਟ (Tuned circuit) (ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਦੀ ਇਨਡਕਟੈਂਸ L ਅਤੇ C ਇਸਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਜੋੜੇ ਹਨ) ਦੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਟਿਉਸਡ ਸਰਕਟ ਦੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ v ਹੀ ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ ਜੋ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਡੋਲਨ ਕਿਸ ਆਵ੍ਰਿਤ ਤੇ ਡੋਲਣ ਕਰੇਗਾ।

$$v = \left(\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\right) \tag{14.20}$$

ਚਿੱਤਰ 14.33 (b) ਦੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਟੈਂਕ ਜਾਂ ਟਿਉਨਸਡ ਸਰਕਟ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵੱਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਸ ਨੂੰ *ਟਿਉਨਡ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਆਸੀਲੇਟਰ* (tuned collector oscillator) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਟਿਉਨਡ ਸਰਕਟ ਆਧਾਰ ਵੱਲ

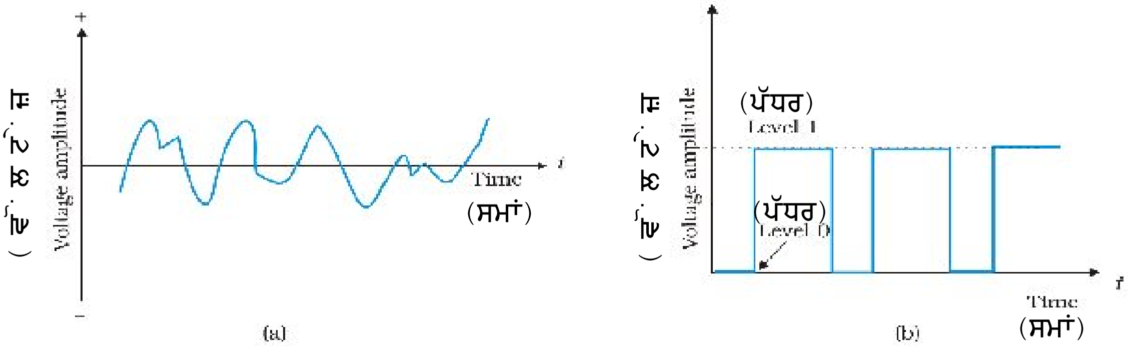


ਚਿੱਤਰ 14.33 ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਰਬੋਕ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ (b) ਇੱਕ ਸਰਲ LC ਆਸੀਲੇਟਰ (c) ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ ic ਤੇ ie ਦਾ ਵਧਨਾ ਤੇ ਘਟਨਾ (ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ)

ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸਨੂੰ *ਟਿਊਨਡ ਆਧਾਰ ਆਸੀਲੇਟਰ* (tuned base oscillator) ਕਹਾਂਗੇ। ਕਈ ਦੂਸਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਟੈਂਕ ਸਰਕਟ (ਜਿਵੇਂ RC) ਜਾਂ ਫੀਡਬੈਕ ਸਰਕਟ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਆਸੀਲੇਟਰ ਬਣਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਾਲਪਿਟ ਆਸੀਲੇਟਰ, ਹਾਰਟਲੇ ਆਸੀਲੇਟਰ, RC ਆਸੀਲੇਟਰ ਆਦਿ।

14.10 ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਅਤੇ ਤਰਕ (ਲਾਜੀਕ) ਗੇਟ (Digital electrons and logic gates)

ਪਿਛਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਹੜੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰਾਂ, ਆਸੀਲੇਟਰਾਂ ਵਰਗੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਸਰਕਟਾਂ ਨਾਲ ਤੁਹਾਡਾ ਪਰੀਚੈ ਕਰਵਾਇਆ ਗਿਆ ਸੀ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਜਾਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਸਿਗਨਲ ਲਗਾਤਾਰ ਕਾਲ-ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਜਾਂ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੀ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ *ਨਿਰੰਤਰ ਜਾਂ ਅਨੁਰੂਪ (ਐਨਾਲੋਗ Analogue) ਸਿਗਨਲ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.34 (a) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.34 (b) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਲਸ ਤਰੰਗ ਰੂਪ (pulse wave form) ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਸਿਰਫ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ (discrete) ਮਾਨ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਦੋ ਆਧਾਰ ਵਾਲੇ ਅੰਕਾਂ (binary number) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਰਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੋ ਆਧਾਰੀ ਅੰਕਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਦੋ ਹੀ ਅੰਕ '0' (ਜਿਵੇਂ 0 V) ਅਤੇ '1' (ਜਿਵੇਂ, 5V) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ, ਚਿੱਤਰ 14.34 (a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਹਨਾਂ ਹੀ ਦੋ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ *ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ (ਡਿਜੀਟਲ ਸਿਗਨਲ,digital signal)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਕੀ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਸਿਰਫ ਦੋ ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਹੀ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ 0 ਅਤੇ 1 ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਵਰਤੋਂ ਦੀ ਆਗਿਆ ਹੈ।



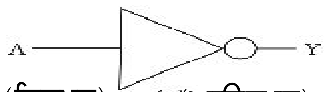
ਚਿੱਤਰ 14.34 (a) ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ (b) ਡਿਜੀਟਲ ਸਿਗਨਲ

ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ (digital electronics) ਨੂੰ ਸਮਝਨ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਕਦਮ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਅਧਿਐਨ ਨੂੰ ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਦੇ ਕੁਝ ਮੂਲਭੂਤ ਰਚਨਾਖੰਡਾਂ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ (logic gate) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਖਾਂਗੇ। ਇਹ ਰਚਨਾਖੰਡ ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲਾਂ ਤੇ ਖਾਸ ਢੰਗ ਨਾਲ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੈਲਕੁਲੇਟਰਾਂ,ਅੰਕੀ ਘੜੀਆਂ (digital watches), ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ, ਰੋਬੋਟਾਂ, ਉਦਯੋਗਿਕ ਨਿਯੰਤਰਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ (industrial control system)) ਅਤੇ ਦੂਰਸੰਚਾਰਾਂ (telecommunication) ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਅੰਕੀ ਸਰਕਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਘਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸਵਿਚਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਵਿਚ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 'ਆਨ' ਜਾਂ 'ਆਫ' ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 'ਆਨ' ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ ਮਾਨ '1' ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 'ਆਫ' ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ ਮਾਨ '0' ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਨੱਪੁਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਵਿਚ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਸਵਿਚ ਨੂੰ ਜਾਂ ਤਾਂ 'ਆਨ' ਜਾਂ 'ਆਫ' ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਰਖਦੇ ਹਾਂ ।

14.10.1 ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ (logic gate)

ਗੇਟ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਅੰਕੀ ਸਰਕਟ (digital circuit) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਤਾਰਕਿਕ ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ (logic gate) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਗੇਟ ਕਹਿਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸੂਚਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਪੰਜ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ NOT, AND, OR, NAND, NOR ਹਨ। ਹਰੇਕ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਸੱਚ ਸਾਰਣੀ (truth table) ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਰੇ ਮੁਮਕਿਨ ਇਨੱਪੁਟ ਤਰਕ ਪੱਧਰਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਆਪਣੇ ਆਪਣੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰਕ ਪੱਧਰਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਬਣਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



Input	Output
A	Y
0	1
1	0

(b)

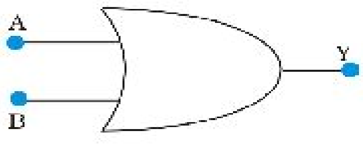
ਚਿੱਤਰ 14.35 (a) ਲਾਜ਼ਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕ (b) NOT ਗੇਟ ਦਾ ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

(i) NOT ਗੇਟ (NOT gate) :-

ਇਹ ਸਭ ਤੋਂ ਮੁਢਲਾ ਗੇਟ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਜੇ ਇਨਪੁਟ '0' ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ '1' ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ '1' ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ '0' ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ ਇਹ ਕਿਸੇ ਇਨੱਪੁਟ ਦਾ ਆਪਣੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤੇ ਉਲਟ ਰੂਪ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਸਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਲੋਮਕ (inverter) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.35 ਵਿੱਚ ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਤੀਕ (symbol) ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

(ii) OR ਗੇਟ (OR GATE) :-

ਕਿਸੇ OR ਗੇਟ ਦੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਦੇ ਨਾਲ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਇਨੱਪੁਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.36 ਵਿੱਚ ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਆਉਟਪੁਟ Y '1' ਹੈ ਜਦੋਂ ਜਾਂ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ A ਜਾਂ ਇਨੱਪੁਟ B '1' ਹਨ ਜਾਂ ਦੋਨੋਂ 1 ਹਨ ਅਰਥਾਤ ਜੇ ਕੋਈ ਵੀ ਇਨੱਪੁਟ ਉੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ ਉੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



(ਇਨਪੁਟ) (ਆਉਟਪੁਟ)

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ਚਿੱਤਰ 14.36 (a) OR ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ (b) OR ਗੇਟ ਦਾ ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

ਉਪਰੋਕਤ ਗਣਿਤਕ ਤਾਰਕਿਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਪਲਸ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਨੂੰ ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.11 ਚਿੱਤਰ 14.37 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਇਨੱਪੁਟ A ਅਤੇ B ਦੇ ਲਈ 'OR' ਗੇਟ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਨੂੰ ਨਿਆਂ ਸੰਗਤ ਸਿੱਧ ਕਰੋ।

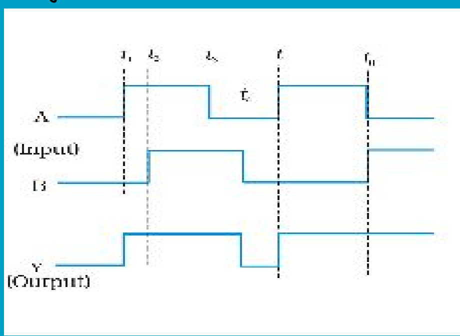
ਹੱਲ:- ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ

- $t < t_1$ ਤੇ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_1 ਤੋਂ $< t_2$ ਤੱਕ, A = 1, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_2 ਤੋਂ $< t_3$ ਤੱਕ, A = 1, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_3 ਤੋਂ $< t_4$ ਤੱਕ, A = 0, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_4 ਤੋਂ $< t_5$ ਤੱਕ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_5 ਤੋਂ $< t_6$ ਤੱਕ, A = 1, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1
- t ਤੋਂ $< t_6$ ਲਈ, A = 0, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 1

ਇਸਲਈ Y ਦਾ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਹੋ ਜਿਹਾ ਚਿੱਤਰ 14.37 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

(ਇਨੱਪੁਟ)

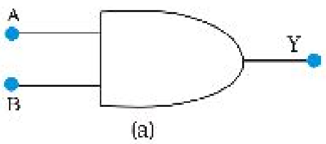
(ਆਉਟਪੁਟ)



ਚਿੱਤਰ 14.37

(iii) AND ਗੇਟ (AND GATE) :-

ਕਿਸੇ AND ਗੇਟ ਵਿੱਚ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। AND ਗੇਟ ਦੀ ਆਉਟਪੁਟ Y ਸਿਰਫ 1 ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਨੱਪੁਟ A ਤੇ B ਦੋਨੋਂ 1 ਹੋਣ। ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਤ ਅਤੇ ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ ਚਿੱਤਰ 14.38 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



(ਇਨੱਪੁਟ) (ਆਉਟਪੁਟ)

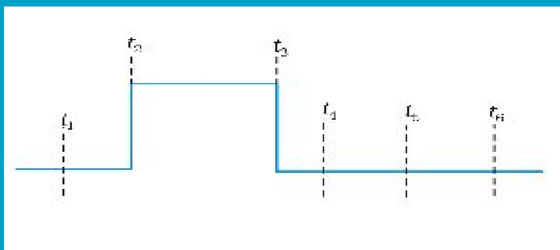
Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ਚਿੱਤਰ 14.38 AND ਗੇਟ ਦਾ (a) ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ (b) ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

ਉਦਾਹਰਨ 14.12 :- A ਤੇ B ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪਾਂ ਨੂੰ ਉਦਾਹਰਨ 14.11 ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਉ। AND ਗੇਟ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਨੂੰ ਸਕੈਚ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :-
- $t < t_1$ ਦੇ ਲਈ, $A = 0$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 0$
- t_1 ਤੋਂ t_2 ਤੱਕ, $A = 1$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 0$
- t_2 ਤੋਂ t_3 ਤੱਕ, $A = 1$, $B = 1$; ਇਸਲਈ $Y = 1$
- t_3 ਤੋਂ t_4 ਤੱਕ, $A = 0$, $B = 1$; ਇਸਲਈ $Y = 0$
- t_4 ਤੋਂ t_5 ਤੱਕ, $A = 0$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 0$
- t_5 ਤੋਂ t_6 ਤੱਕ, $A = 1$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 0$
- $t > t_6$ ਲਈ, $A = 0$, $B = 1$; ਇਸਲਈ $Y = 0$

ਇਸਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ, AND ਗੇਟ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਹੇਠਾਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਖਿਚਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

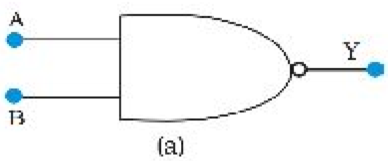


ਚਿੱਤਰ 14.39

(4). NAND ਗੇਟ (NAND GATE) :-

ਇਹ ਇੱਕ AND ਗੇਟ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਆਉਟਪੁਟ NOT ਗੇਟ ਦੀ ਇਨੱਪੁਟ ਬਣਦੀ ਹੈ ਤੇ ਅਸਲੀ ਆਉਟਪੁਟ NOT ਗੇਟ ਤੋਂ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ A ਤੇ B ਦੋਨੋਂ '1' ਹਨ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ '1' ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸ ਗੇਟ ਨੂੰ ਇਹ ਨਾਮ ਇਸਦੇ NOT AND ਵਿਵਹਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.40 ਵਿੱਚ NAND ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

NAND ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ *ਸਰਬ ਵਿਆਪੀ ਗੇਟ (universal gate)* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹਨਾਂ ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ ਵਰਤ ਕੇ ਹੋਰ ਮੁਢਲੇ ਗੇਟ ਜਿਵੇਂ OR , AND ਅਤੇ NOT ਗੇਟ ਬਣਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। (ਅਭਿਆਸ 14.16 ਅਤੇ 14.17 ਦੇਖੋ)



(ਇਨੱਪੁਟ) (ਆਉਟਪੁਟ)

Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

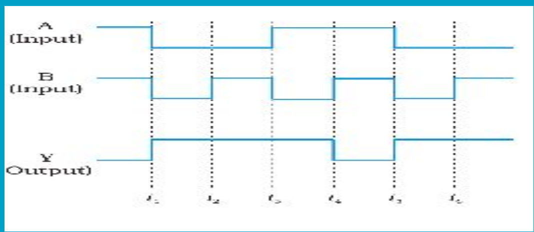
ਚਿੱਤਰ 14.40 NAND ਗੇਟ ਦਾ (a) ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ (b) ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

ਉਦਾਹਰਣ 14.13 ਹੇਠਾਂ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਇਨੱਪੁਟ A ਤੇ B ਦੇ ਲਈ NAND ਗੇਟ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ Y ਨੂੰ ਸਕੇਚ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :-

- $t < t_1$ ਦੇ ਲਈ, A = 1, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_1 ਤੋਂ t_2 ਤੱਕ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_2 ਤੋਂ t_3 ਤੱਕ, A = 0, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_3 ਤੋਂ t_4 ਤੱਕ, A = 1, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_4 ਤੋਂ t_5 ਤੱਕ, A = 1, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_5 ਤੋਂ t_6 ਤੱਕ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1

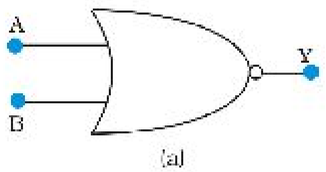
(ਇਨਪੁਟ)
(ਇਨਪੁਟ)
(ਆਉਟਪੁਟ)



ਚਿੱਤਰ 14.41

(5). NOR ਗੇਟ (NOR GATE) :-

ਇਸਦੇ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। OR ਗੇਟ ਦੇ ਬਾਅਦ NOT ਗੇਟ ਓਪਰੇਸ਼ਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ NOT–OR ਗੇਟ (ਜਾਂ NOR ਗੇਟ) ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਦੋਨੋਂ ਇਨੱਪੁਟ A ਅਤੇ B '0' ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਹੀ ਆਉਟਪੁਟ Y ਸਿਰਫ '1' ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਨਾ ਤਾਂ ਇੱਕ ਤੇ ਨਾ ਹੀ ਹੋਰ ਇਨੱਪੁਟ '1' ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.41 ਵਿੱਚ NOR ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ਚਿੱਤਰ 14.42 NOR ਗੇਟ ਦਾ (a) ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ (b) ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

NOR ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ ਸਰਵ ਵਿਆਪਕ (universal) ਗੇਟ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਿਰਫ NOR ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਤੁਸੀਂ ਗੇਟਾਂ ਵਰਗੇ AND, OR ਤੇ NOT ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। (ਅਭਿਆਸ 14.18 ਤੇ 14.19 ਦੇਖੋ)

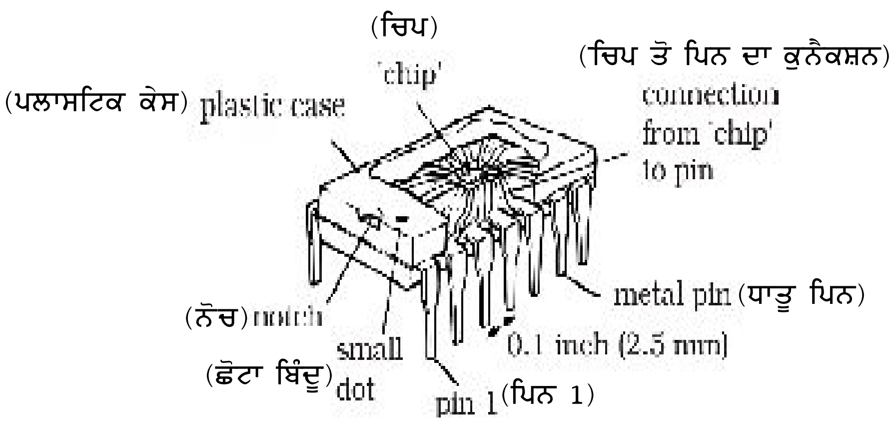
14.11 ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (integrated circuit)

ਸਰਕਟਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਉਣ ਦੀ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਵਿਧੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ : ਡਾਇਓਡ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ, R, L, C ਆਦਿ ਘਟਕਾਂ (components) ਨੂੰ ਚੁਣਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਛਤ ਢੰਗ ਨਾਲ ਤਾਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੋਲਡਰ ਕਰਕੇ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਦੇ ਬਾਅਦ ਜੋ ਲਘੂਰੂਪ (miniaturisation) ਲਿਆਂਦਾ ਜਾ ਸਕਿਆ ਉਸਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਵੀ ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਸਥੂਲ (bulky) ਹੁੰਦੇ ਸਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਘਟ ਭਰੋਸੇਯੋਗ ਅਤੇ ਘਟ ਝਟਕਾ ਬਰਦਾਸ਼ਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹੁੰਦੇ ਸਨ। ਇੱਕ *ਸੰਪੂਰਨ ਸਰਕਟ* (an entire circuit) (ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਗੈਰ ਕਿਰਿਆ ਸ਼ੀਲ ਘਟਕ ਜਿਵੇਂ R ਅਤੇ C ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਡਾਇਓਡ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਹੋਣ) ਨੂੰ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਇਕੱਲੇ ਬਲਾਕ (ਜਾਂ ਚਿਪ) ਦੇ ਉਪਰ ਨਿਰਮਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਤਕਨਾਲੋਜੀ (electronic technology) ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਾਂਤੀ ਲਿਆ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (integrated circuit - IC) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਭ ਤੋਂ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਤਕਨਾਲੋਜੀ, *ਮੋਨੋਲੀਥੀਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ* (monolithic integrated circuit) । ਮੋਨੋਲੀਥੀਕ (Monolithic) ਸ਼ਬਦ ਦੋ ਗ੍ਰੀਕ ਸ਼ਬਦਾਂ ਦਾ

ਸੁਮੇਲ ਹੈ, ਮੋਨੋਸ (monos) ਦਾ ਅਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇੱਕਲਾ (single) ਅਤੇ *ਲੀਥੋਸ (lithos)* ਦਾ ਅਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪੱਥਰ। ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੋਇਆ ਕਿ ਸੰਪੂਰਨ ਸਰਕਟ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਕ੍ਰਿਸਟਲ (ਜਾਂ ਚਿੱਪ, chip) ਤੇ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਚਿਪ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ (dimensions) ਬਹੁਤ ਛੋਟੀਆਂ, ਲਗਭਗ 1mm x1mm ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੀ ਛੋਟੀਆਂ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.43 ਵਿੱਚ ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਇੱਕ ਚਿੱਪ ਆਪਣੇ ਰਖਿਅਕ ਪਲਾਸਟਿਕ ਖੋਲ (protective plastic case) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕੁਝ ਤੋਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਖੋਲ ਹਟਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਕਿ ਚਿਪ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਪਿਨ ਤੱਕ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਜੋੜਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕੇ। ਇਹਨਾਂ ਪਿਨਾਂ ਤੋਂ ਹੀ ਬਾਹਰਲੇ ਜੋੜ ਬਣਦੇ ਹਨ।

ਇਨੱਪੁਟ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇੰਟੈਗਰੇਟ ਸਰਕਟਾਂ ਨੂੰ ਦੋ ਸਮੂਹਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, (a) ਰੇਖੀ ਜਾਂ ਐਨਾਲੋਗ Ic's ਅਤੇ (b) ਅੰਕਿਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ। ਰੇਖੀ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਸੈਸ (process) ਕਰਕੇ ਅਧਿਕਤਮ (maximum) ਅਤੇ ਨਿਊਨਤਮ (minimum) ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬੇਰੋਕਟੋਕ ਅਤੇ ਨਿਰੰਤਰ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਕੁੱਝ ਹੱਦ ਤੱਕ ਇਨੱਪੁਟ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਉਹ ਇਨੱਪੁਟ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਰੇਖੀ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਸਬ ਤੋ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ *ਓਪਰੇਸ਼ਨਲ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ* (operational amplifier) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅੰਕਿਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਉਹਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰੋਸੈਸ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਸਿਰਫ ਦੋ ਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਵਰਗੇ ਸਰਕਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ ਦੇ ਪੱਧਰ (ਅਰਥਾਤ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਰਕਟ ਦੇ ਘਟਕਾਂ ਜਾਂ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ) ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟਾਂ ਦਾ ਨਾਮਕਰਣ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕੁਝ IC ਨੂੰ ਸਮਾਲ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, SSI (ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≤ 10) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਕੁਝ ਹੋਰ ਮੀਡੀਅਮ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, MSI (ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≤ 100), ਲਾਰਜ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, LSI (ਲਾਇਜ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≤ 1000) ਅਤੇ ਵੇਰੀ ਲਾਰਜ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, VLSI (ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≥ 1000)। ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਬਹੁਤ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੈ ਪਰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਉਦਯੋਗਿਕ ਉਤਪਾਦਨ ਹੋਣ ਤੇ ਇਹ ਬਹੁਤ ਸਸਤੇ ਹੋ ਗਏ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 14.43 ਚਿਪ ਦੀ ਕੇਸਿੰਗ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਕੁਨੈਕਸ਼ਨ

ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਦਾ ਭਵਿਖ (faster and smaller the future of computer technology)

ਸਾਰੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦਾ ਦਿਲ ਇੱਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (IC) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਸਾਰੀਆਂ ਬਿਜਲਈ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਕਾਰ, ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ, CD ਪਲੇਅਰ, ਸੇਲਫੋਨ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (IC) ਲਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਸ ਲਘੂਕਰਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਆਧੁਨਿਕ ਨਿਜੀ ਕੰਪਿਊਟਰ ਬਣਨਾ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਇਆ ਉਸਦੀ ਰਚਨਾ ਬਿਨਾਂ IC ਦੇ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਸੀ। IC ਅਜਿਹੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ, ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ, ਕੈਪੀਸਟਰ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਸਭ ਕੁਝ ਇੱਕ ਹੀ ਪੈਕੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ 'ਮਾਈਕ੍ਰੋਪ੍ਰੋਸੈਸਰ' (micro processor) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਸੁਣਿਆ ਹੋਵੇਗਾ। ਮਾਈਕ੍ਰੋਪ੍ਰੋਸੈਸਰ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ IC ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਵਿੱਚ ਸਾਰੀਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਸੈਸ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਖੋਜ ਖਬਰ ਰਖਣਾ ਕਿ ਕਿਹੜੀ ਕੁੰਜੀ ਦਬਾਈ ਗਈ, ਕਿਹੜਾ ਪ੍ਰੋਗ੍ਰਾਮ ਚਲਨਾ ਹੈ, ਖੇਡ ਆਦਿ। IC ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਖੋਜ ਸਾਲ 1958 ਵਿੱਚ ਟੈਕਸਾਸ ਇੰਸਟਰੂਮੈਂਟਸ ਵਿੱਚ ਜੈਕ ਕਿਲਕੀ (Jack Kilky) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਜਿਸ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸਾਲ 2000 ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। IC ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ (ਜਾਂ ਚਿਪ) ਤੇ ਫੋਟੋਲਿਥੋਗ੍ਰਾਫੀ (photolithography) ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਸਤ ਸੂਚਨਾ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਉਦਯੋਗ (IT industry) ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਪਿਛਲੇ ਕਈ ਸਾਲਾਂ ਵਿੱਚ IC ਦੀਆਂ ਗੁੰਝਲਤਾਵਾਂ ਵੱਧ ਗਈਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਇਸਦੇ ਲਛਣਾਂ ਦੇ ਸਾਈਜ ਲਗਾਤਾਰ ਸੁੰਗੜ ਰਹੇ ਹਨ। ਪਿਛਲੇ ਪੰਜ ਦਹਾਕਿਆਂ ਵਿੱਚ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤਕਨਾਲਜੀ ਵਿੱਚ ਨਾਟਕੀ ਲਘੂਕਰਣ ਨੇ ਆਧੁਨਿਕ ਕੰਪਿਊਟਰ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ (faster ਦਿੱਤਾ ਹੈ। INTEL ਦੇ ਸਹਿਸੰਸਥਾਪਕ ਗਾਰਡਨ ਮੂਰੇ (Gorden Moore) ਨੇ ਸਾਲ 1970 ਵਿੱਚ ਇਹ ਦਸਿਆ ਸੀ ਕਿ ਕਿਸੇ ਚਿਪ (IC) ਦੀ ਯਾਦ ਸਮਰਥਾ (memory capacity) ਹਰ ਡੇਢ ਸਾਲ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਦੋ ਗੁਣਾਂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮੂਰੇ ਦੇ ਨਿਯਮ (moore's low) ਨਾਲ ਪ੍ਰਚਲਿਤ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀ ਚਿਪ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਚਲਘਾਤਅੰਕੀ ਰੂਪ (exponentially) ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੁਣ ਸਸਤੇ ਹਨ। ਵਰਤਮਾਨ ਹਾਲਤਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਜਿਹੇ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲ ਰਹੇ ਹਨ ਕਿ ਸਾਲ 2020 ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਕੰਪਿਊਟਰ 40 GHz (40,000Hz) ਤੇ ਓਪਰੇਟ ਹੋਵੇਗੇ, ਸਾਈਜ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ, ਵਧੇਰੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਅਤੇ ਅੱਜ ਦੇ ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਸਸਤੇ ਹੋਣਗੇ। ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਵਿੱਚ ਵਿਸਫੋਟਕ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਗਾਰਡਨ ਮੂਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਸਿਧ ਕੋਟ (quote) ਦੁਆਰਾ ਸਭ ਤੋ ਵਧੀਆਂ ਢੰਗ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, "ਜੇ ਸਵੈਚਾਲਕ ਵਾਹਨ ਉਦਯੋਗ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਉਦਯੋਗ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਨੱਤੀ ਕਰੇ ਤਾਂ ਕੋਈ ਰਾਲਸ ਰਾਯਸ (rolls royce) ਕਾਰ ਪ੍ਰਤੀ ਗੈਲਨ 5 ਲੱਖ ਮੀਲ ਤੈਅ ਕਰੇਗੀ ਅਤੇ ਉਸ ਨੂੰ ਪਾਰਕ (park) ਕਰਨ ਦੀ ਥਾਂ ਸੁਟਣਾ ਸਸਤਾ ਹੋਵੇਗੀ।"

ਸਾਰ (Summary)

1)ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਰਤਮਾਨ ਠੋਸ ਅਵਸਥਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ, ਜਿਵੇਂ ਡਾਇਓਡ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ, ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਮੂਲ ਪਦਾਰਥ ਹਨ।

2)ਘਟਕ ਤੱਤਾਂ (lattice structure) ਦੀ ਜਾਲਕ ਸੰਰਚਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਇਸ ਗੱਲ ਦਾ ਫੈਸਲਾ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪਦਾਰਥ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ, ਧਾਤ ਜਾਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਹੋਵੇਗਾ।

3). ਧਾਂਤਾ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (10^{-2} ਤੋਂ $10^{-8}\Omega$ m) ਹੈ, ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ($> 10^{8}\Omega$ m) ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾਂ ਧਾਤਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

4) ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਤੱਤ (Si,Ge) ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਯੌਗਿਕ (GaAs,Cds ਆਦਿ) ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

5) ਸ਼ੁੱਧ ਅਰਧ ਚਾਲਕ 'ਇੰਟਰਿੰਸਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ' ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ) ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ 'ਨਿਜੀ' ਗੁਣ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਤਾਪ ਉਤੇਜਨਾ (thermal excitation) ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੰਟਰਿੰਜਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ (n_e) ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ (n_h) ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੋਲ ਜਰੂਰੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਤੋਰ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੈਕੇਂਸੀਆਂ (Vacancies) ਹਨ।

6) ਸ਼ੁੱਧ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਢੁਕਵੀਂ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਨਾਲ 'ਡੋਪਿੰਗ' ਕਰਕੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਨੂੰ ਐਕਸਟਰਿੰਜਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ (n-

ਕਿਸਮ ਅਤੇ p-ਕਿਸਮ) ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

7) n- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ $n_e >> n_h$ ਜਦੋਂਕਿ p – ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ $n_h >> n_e$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

8) n- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ Si ਜਾਂ Ge ਨੂੰ ਪੈਂਟਾਵੇਲੇਂਟ ਪਰਮਾਣੂ (ਦਾਤਾ donor) ਜਿਵੇਂ As, Sb, P ਆਦਿ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ p- ਕਿਸਮ ਦਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ Si ਜਾਂ Ge ਨੂੰ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ acceptor) ਜਿਵੇਂ B, Al, In ਆਦਿ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

9) ਸਾਰੇ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ $n_e n_h = n_i^2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਪਦਾਰਥ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਈ ਉਦਾਸੀਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

10) ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ (ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ,ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੀ ਊਰਜਾ,ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੈ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖਾਲੀ ਜਾਂ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਭਰੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਠੋਸ ਦੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਲਈ ਜਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਲਕਤਾ ਦੀ ਸੀਮਾ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ (Ev) ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ (Ec) ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ Eg ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਾਪ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਉਤੇਜਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ।

11) ਬਿਜਲੀ ਰੋਧਾਂ (insulators) ਲਈ Eg > 3ev, ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਲਈ Eg = 0.2 eV ਤੋਂ 3eV, ਜਦੋਂਕਿ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਲਈ Eg $\approx$ 0 ਹੈ।

12) p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਸਾਰੀਆਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦਾ ਮੂਲ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਜਿਹਾ ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਹੋਲ ਦੇ ਬਿਨਾਂ ਅਚਲ ਆਇਨ ਕੋਰ ਦੀ ਇੱਕ 'ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਲੇਅਰ' ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਜੰਕਸ਼ਨ ਪੂਟੈਸ਼ਨ ਬੈਰੀਅਰ ਲਈ ਜਿੰਮੇਦਾਰ ਹੈ।

13) ਬਾਹਰੋਂ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਬੈਰੀਅਰ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ (n- ਪਾਸਾ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਅਤੇ p- ਪਾਸਾ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ) ਕਰਨ ਤੇ ਬੈਰੀਅਰ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਨਾਲ ਬੈਰੀਅਰ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ p – n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ (mA ਵਿੱਚ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (uA ਵਿੱਚ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

14) ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਆਲਟਰਨੇਟਿੰਗ (ac) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਰੈਕਟੀਫਿਕੇਸ਼ਨ (ਆਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਇਕੋ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿਣ ਲਈ ਮਜ਼ਬੂਰ ਕਰਨਾ) ਲਈ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦਾ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਜਾਂ ਢੁਕਵੇਂ ਫਿਲਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਕਰੰਟ dc ਵੋਲਟੇਜ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

15) ਕੁਝ ਖਾਸ ਕੰਮਾਂ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਡਾਇਓਡ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

16) ਜੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਖਾਸ ਵਰਤੋਂ ਵਾਲੀ ਡਾਇਓਡ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ, ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਬਾਦ ਕਰੰਟ ਇਕਦਮ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਬ੍ਰੇਕਡਾਊਨ ਵੋਲਟੇਜ)। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਇਹ ਗੁਣ *ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨਿਯੰਤਰਕ* (Voltage regulation) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

17) p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਫੋਟੋਨਿਕ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ (opto electronic devices) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵੀ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ,ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਭਾਗ ਲੈਣ ਵਾਲੇ ਤੱਤਾਂ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਤੱਤ ਫੋਟਾਨ ਹੈ। (a) ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਫੋਟੋਨ ਉਤੇਜਨ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਰਿਵਰਸ ਸੈਚੁਰੇਸ਼ਨ ਕਰੰਟ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਮਾਪਨ ਵਿਚ ਸਹਾਇਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (b) ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। (c) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ ਡਾਇਓਡ (LED) ਅਤੇ ਡਾਇਓਡ ਲੇਜ਼ਰ (diode laser) ਜਿਸ ਵਿਚ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤੇਜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

18) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਇੱਕ n-p-n ਜਾਂ p-n-p ਜੰਕਸ਼ਨ ਯੁਕਤੀ ਹੈ। ਵਿਚਕਾਰਲਾ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਬਲਾਕ (ਪਤਲਾ ਤੇ ਘਟ ਡੋਪ) 'ਆਧਾਰ' ਜਦੋਂਕਿ ਹੋਰ ਦੂਸਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ 'ਉਤਸਰਜਕ' ਅਤੇ 'ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ' ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ, ਜਦੋਕਿ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

19) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ C ਜਾਂ E ਜਾਂ B ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਦੋਨੋਂ ਵਿਚ ਸਾਂਝਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਤਿੰਨ ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ (CE), ਸਾਂਝਾ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (CC) ਅਤੇ ਸਾਂਝਾ ਆਧਾਰ (CB) । ਨਿਸ਼ਚਿਤ I_B ਦੇ ਲਈ I_c ਅਤੇ V_{CE} ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਸਥਿਰ V_{CE} ਦੇ ਲਈ I_B ਅਤੇ V_{CE} ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। CE- ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਲਈ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਹਨ

ਇਨੱਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, $r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}}$

ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, $r_o = \left(\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right)_{I_B}$

ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਫੈਕਟਰ, $\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}}$

20) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਆਸੀਲੇਟਰ ਨੂੰ ਇਕ ਅਜਿਹੇ ਸਵੈ ਪੋਸ਼ੀ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਉਪੁਟ ਦੇ ਇੱਕ ਅੰਸ਼ ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਵਿਚ ਸਮਾਨ ਕਲਾ (phase) (ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ) ਵਿਚ ਫੀਡਬੈਕ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਂਝਾਉਤਸਰਜਕ ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ ਹੈ, $A_v = \left(\frac{v_o}{v_i}\right) = \beta\frac{R_C}{R_B}$,ਜਿਥੇ Rc,RB ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਸਰਕਟ ਦੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਦੇ ਆਧਾਰ ਵੱਲ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹਨ।

21) ਜਦੋ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਟ ਆਫ ਜਾਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹ ਸਵਿਚ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

22) ਕੁਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਰਕਟ ਹਨ ਜੋ 0 ਤੇ 1 ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਬਣੇ ਹੋਏ ਅੰਕਿਕ ਡਾਟਾ ਦਾ ਸੰਚਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਅੰਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

23) ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰਕ ਕਿਰਿਆ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਅੰਕੀ ਸਰਕਟ ਤਰਕ ਗੇਟ (logic gates) ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ OR, AND, NOT, NAND, ਅਤੇ NOR ਗੇਟ ਹਨ।

24) ਆਧੁਨਿਕ ਯੁਗ ਦੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਈ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਗੇਟ ਜਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਇਕੱਲੀ 'ਚਿਪ' ਵਿੱਚ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (IC) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (points to ponder)

1) ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਬੈਂਡ (Ec ਜਾਂ Ev) ਸਪੇਸ ਵਿਚ ਇਕੋ ਥਾਂ ਤੇ ਨਹੀਂ ਹਨ (space delocalized) ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਠੋਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਖਾਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਸਥਿਤ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਉਰਜਾਵਾਂ ਕੁੱਲ ਦੀ ਔਸਤ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਇਕ ਚਿੱਤਰ ਦੇਖਦੇ ਹੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ Ec ਜਾਂ Ev ਸਰਲ ਬੈਂਡ ਉਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਉਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

2) ਤੱਤਾਂ ਵਾਲੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ (Si ਜਾਂ Ge) ਤੋਂ n- ਕਿਸਮ ਜਾਂ p- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਲਈ 'ਡੋਪੈਂਟਾਂ' (dopants) ਨੂੰ ਦੋਸ਼ (defect) ਵਜੋਂ ਮਿਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਯੌਗਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਸਟੋਕੀਓਮੀਟਰੀਕ (stoichiometric) ਅਨੁਸਾਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੀ ਕਿਸਮ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ, ਆਦਰਸ਼ GaAs ਵਿਚ Ga ਅਤੇ As ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ 1:1 ਹੈ, ਪਰ GaAs ਵਿਚ Ga ਦੀ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਜਾਂ As ਦੀ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਾਲੇ ਕ੍ਰਮਵਾਰ Ga 1.1 As 0.9 ਜਾਂ Ga 0.9 As1.1 ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਆਮ ਕਰਕੇ ਦੋਸ਼ਾਂ (defects) ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

3) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਪਤਲਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਵੱਲ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਹੋਲ (ਮੰਨ ਲਉ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ) ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਤੱਕ ਪੁੱਜ ਨਹੀਂ ਸਕਦੇ।

4) ਅਸੀਂ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦਾ ਇੱਕ ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡ ਬੈਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਸਥਾਈ ਡੋਲਨਾਂ ਲਈ, ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ (Vo) ਨਾਲ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਫੀਡਬੈਂਕ (Vfb) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਕਿ ਐਮਪਲੀਫੀਕੇਸ਼ਨ (A) ਦੇ ਬਾਦ ਇਹ ਮੁੜ Vo ਹੋ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਜੇ ਕੋਈ, ਅੰਸ਼ β^{l} ਦੀ ਫੀਡਬੈਂਕ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ $Vfb = Vo.\beta^{l}$ ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਇਸਦਾ ਮਾਨ A(v o . β^{l}) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਥਾਈ ਡੋਲਨਾਂ ਦੇ ਟਿਕਾਉ ਬਣੇ ਰਹਿਣ ਲਈ ਕਸੌਟੀ $AB^{l} = 1$ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਬਾਰਕਹਾਉਜੇਨ ਕਸੌਟੀ (Barkausen's criteria) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

5) ਆਸੀਲੇਟਰ ਵਿੱਚ ਫੀਡਬੈਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ (ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ) ਵਿਚ ਹੈ। ਇਹ ਫੀਡਬੈਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਉਲਟ ਕਲਾ (opposite phase) (ਰਿਣਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ) ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਗੇਨ (gain) 1 ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕਦੇ ਵੀ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। ਬਲਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਘੱਟ ਗੇਨ ਵਾਲਾ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਜਦੋਂਕਿ, ਰਿਣਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਵਿਚ ਸ਼ੋਰ (noise) ਅਤੇ ਰੂਪ ਵਿਗਾੜ (distortion) ਨੂੰ ਵੀ ਘੱਟ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਇਕ ਲਾਭਦਾਇਕ ਲਛਣ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ (Exercise)

14.1 ਕਿਸੇ n- ਕਿਸਮ ਦੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਲਈ ਨਿਮਨ ਲਿਖਤ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਕਥਨ ਸੱਚ ਹੈ ?

(a) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰ ਹੈ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹੈ।

(b) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਅਤੇ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹਨ।

(c) ਹੋਲ ਘਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਅਤੇ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹਨ।

(d) ਹੋਲ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹਨ।

14.2 ਅਭਿਆਸ 14.1 ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਕਥਨ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜੇ p- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹਨ ?

14.3 ਕਾਰਬਨ, ਸਿਲੀਕਾਨ ਅਤੇ ਜਰਮੇਨੀਅਮ, ਹਰੇਕ ਵਿਚ ਚਾਰ ਸੰਯੋਜਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਉਰਜਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਦੁਆਰਾ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤੀ Ü»ç ÆÔÈÜ¯Õž ò Ãõ $(Eg)_c$, $(Eg)_{si}$ ਅਤੇ $(Eg)_{Ge}$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹਨ।

ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਕਥਨ ਸੱਚ ਹੈ ?

(a) $(Eg)_{si} < (Eg)_{Ge} < (Eg)_c$

(b) $(Eg)_c < (Eg)_{Ge} < (Eg)_{si}$

(c) $(Eg)_c < (Eg)_{si} < (Eg)_{ge}$

(d) $(Eg)_c = (Eg)_{si} = (Eg)_{ge}$

14.4 ਬਿਨਾਂ ਬਾਇਸ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੋਂ, ਹੋਲ p- ਖੇਤਰ ਤੋਂ n-ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਵਿਸਰਿਤ (diffuse) ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਉਂਕਿ
(a) n- ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।
(b) ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਪਾਰ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ।
(c) p- ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੋਲ ਘਣਤਾ, n- ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।
(d) ਉਪਰੋਕਤ ਸਾਰੇ।
14.5 ਜਦੋਂ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਹ
(a) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਰੀਅਰ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ।
(b) ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸਿਫਰ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।
(c) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਰੀਅਰ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।
(d) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਨਹੀਂ।
14.6 ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਕਥਨ ਸੱਚ ਹੈ
(a) ਆਧਾਰ, ਉਤਸਰਜਕ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਅਤੇ ਡੋਪੈਂਟ ਘਣਤਾ ਸਮਾਨ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।
(b) ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।
(c) ਉਤਸਰਜਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੈ।
(d) ਉਤਸਰਜਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੋਂਵੇਂ ਹੀ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹਨ।
14.7 ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਲਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ
(a) ਸਾਰੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਲਈ ਬਾਰਬਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।
(b) ਉੱਚ ਅਤੇ ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਉੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਚਕਾਰਲੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਅਚਲ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।
(c) ਉੱਚ ਅਤੇ ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਚਕਾਰਲੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਅਚਲ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।
(d) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਨਹੀਂ
14.8 ਅਰਧ ਤਰੰਗੀ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਵਿੱਚ, ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 50Hz ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? ਸਮਾਨ ਇਨਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਈ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਆਉਟਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ?
14.9 CE- ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਲਈ, 2k Ω ਦੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਧੁਨੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ 2V ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਗੁਣਾਂਕ 100 ਹੈ। ਜੇ ਆਧਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 1k Ω ਹੈ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਸੰਕੇਤ (signal) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।
14.10 ਇੱਕ ਦੇ ਬਾਦ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ ਦੋ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਜੋੜੇ ਗਏ ਹਨ। ਪਹਿਲੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ 10 ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ 20 ਹੈ। ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ ਸਿਗਨਲ 0.01 ਵੋਲਟ ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ ਆਲਟਰਨੇਟ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।
14.11 ਕੋਈ p-n ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ 2.8 eV ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਵਾਲੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਕੀ ਇਹ 6000 nm ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਸੰਸੂਚਤ (detect) ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (additional exercise)

14.12 ਸਿਲੀਕਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ 5×10^{28} ਪ੍ਰਤੀ m^3 ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਨਾਲੋ ਨਾਲ ਆਰਸੇਨਿਕ ਦੇ 5×10^{22} ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪ੍ਰਤੀ m^3 ਅਤੇ ਇੰਡੀਅਮ ਦੇ 5×10^{20} ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪ੍ਰਤੀ m^3 ਨਾਲ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਕਿ $n_i = 1.5 \times 10^{16} m^{-3}$ । ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਪਦਾਰਥ n- ਕਿਸਮ ਦਾ ਹੈ ਜਾਂ p- ਕਿਸਮ ਦਾ ?

14.13 ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਉਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ Eg ਦਾ ਮਾਨ 1.2eV ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਹੋਲ ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ (mobility) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ 600 K ਤੇ 300K ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ (conductivity) ਦਾ ਕੀ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨੋ ਕਿ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਵਾਹਕ ਘਣਤਾ n_i ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਨਿਰਭਰਤਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$n_i = n_0 \exp\left(-\frac{E_g}{2k_BT}\right)$$

ਜਿਥੇ n_0 ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ।

14.14 ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ I ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$I = I_0 \exp\left(\frac{eV}{2k_BT} - 1\right)$$

ਜਿਥੇ I_0 ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, V ਡਾਇਉਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਦੇ ਲਈ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਦੇ ਲਈ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। I ਡਾਇਓਡ ਵਿਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ ਹੈ, k_B ਬੋਲਟਜਮਾਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (8.6×10^{-5} eV/K ਹੈ ਅਤੇ T ਪਰਮ ਤਾਪਮਾਨ ਹੈ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਲਈ Io = 5×10^{-12} A ਅਤੇ T = 300 K ਹੈ,ਤਾਂ

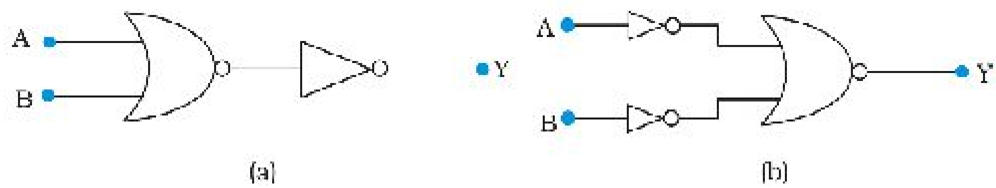
(a) 0.6 V ਫਾਰਵਰਡ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਲਈ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ?

(b) ਜੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਵਧਾਕੇ 0.7 V ਕਰ ਦੇਈਏ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

(c) ਗਤੀਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (dynamic resistance) ਕਿੰਨਾ ਹੈ ?

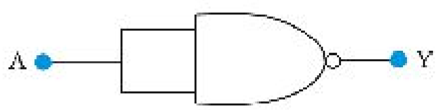
(d) ਜੇ ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ 1V ਤੋਂ 2V ਕਰ ਦਈਏ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਕਿੰਨਾਂ ਹੋਵੇਗਾ ?

14.15 ਚਿੱਤਰ 14.44 ਵਿੱਚ ਦੋ ਸਰਕਟ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਸਰਕਟ (a) OR ਗੇਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਰਕਟ (b) AND ਗੇਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.44

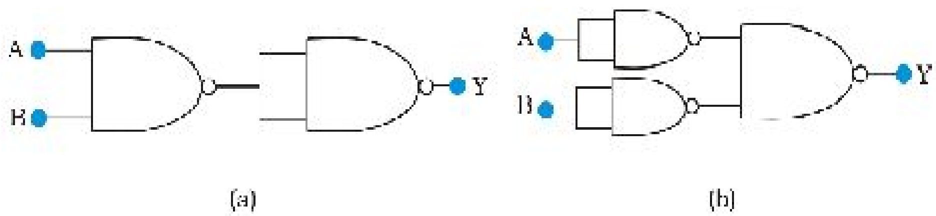
14.16 ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਿੱਤਰ 14.45 ਵਿਚਲੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਗਏ NAND ਗੇਟ ਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਬਣਾਓ।



ਚਿੱਤਰ 14.45

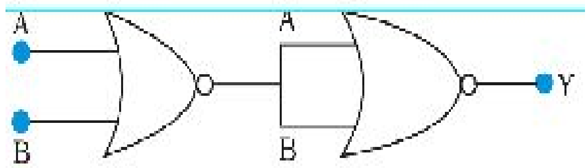
ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਯਥਾਰਥ ਤਰਕ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।

14.17 ਤੁਹਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.46 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਕਟ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿ¼ਚ NAND ਗੇਟ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਤਰਕ ਕਾਰਜਾਂ ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 14.46

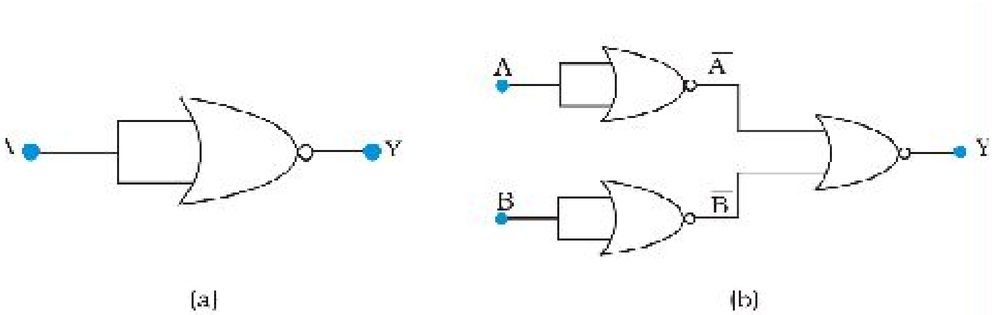
14.18 ਚਿੱਤਰ 14.47 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ NOR ਗੇਟ ਜੁੜੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਲਿਖੋ ਅਤੇ ਇਸ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕਿਰਿਆ (OR,AND,NOT) ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 14.47

ਸੰਕੇਤ:- A = 0, B = 1 ਤਾਂ ਦੂਸਰੇ NOR ਗੇਟ ਦੀ ਇਨੱਪੁਟ A ਅਤੇ B, 0 ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ Y=1 ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ A ਅਤੇ B ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਸੰਯੋਜਨਾਂ ਦੇ ਲਈ Y ਦੇ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। OR, AND, NOT ਗੇਟਾਂ ਦੇ ਟਰੱਥ ਟੇਬਲਾਂ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਸਹੀ ਵਿਕਲਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।

14.19 ਚਿੱਤਰ 14.48 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਿਰਫ NOR ਗੇਟਾਂ ਦੇ ਬਣੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਬਣਾਓ। ਦੋਨਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਤਰਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ (OR, AND, NOT) ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 14.48

ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਉੱਤਰ

14.1 (c)

14.2 (d)

14.3 (c)

14.4 (c)

14.5 (c)

14.6 (b), (c)

14.7 (c)

14.8 ਅੱਧੀ ਤਰੰਗ ਲਈ 50Hz; ਪੂਰੀ ਤਰੰਗ ਲਈ 100Hz

14.9 $v_1 = 0.01$ V; $I_B = 10$ μA

14.10 2 V

14.11 ਨਹੀਂ (hν ਦਾ ਮਾਨ Eg ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੀ ਹੈ)

14.12 $n_e \approx 4.95 \times 10^{22}$; $n_h = 4.75 \times 10^{9}$; n-ਕਿਸਮ ਦਾ ਕਿਉਂਕਿ $n_e >> n_h$
ਸੰਕੇਤ: ਚਾਰਜ ਉਦਾਸੀਨਤਾ ਲਈ $N_D - N_A = n_e - n_h$; $n_e . n_h = n_1^2$

ਇਹਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰਨ ਤੇ, $n_e = \frac{1}{2}\left[(N_D - N_A)\sqrt{(N_D - N_A)^2 + 4n_i^2}\right.$

14.13 1×10^5

14.14 **(a)** 0.0629 A, **(b)** 2.97 A, **(c)** 0.336 **Ω**

(d) ਦੋਨੋਂ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ I ਦਾ ਮਾਨ ਲਗਭਗ I_0 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ, ਇਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਗਤਿਕ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦਾ ਮਾਨ ਅਨੰਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

14.16 NOT:

A	Y
0	1
1	0

14.17 **(a)** AND **(b)** OR

14.18 OR गेट

14.19 **(a)** NOT, **(b)** AND

ਅਧਿਆਇ 15

ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ (Communication Systems)

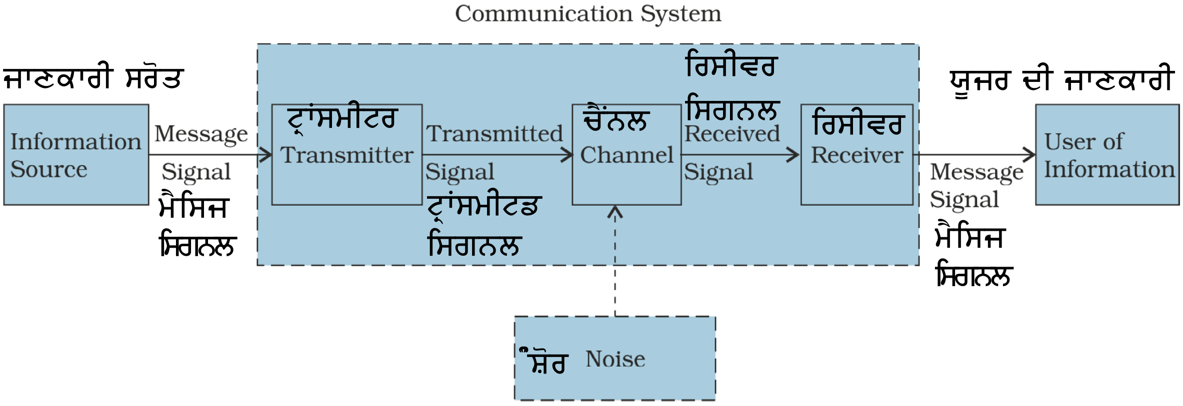
15.1 ਭੂਮਿਕਾ (Introduction)

ਸੰਚਾਰ, ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਹੈ । ਇਸ ਸੰਸਾਰ ਦਾ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਾਣੀ , ਆਪਣੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸੰਸਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਨਾਲ , ਲਗਭਗ ਲਗਾਤਾਰ ਹੀ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦੀ ਅਦਲਾ ਬਦਲੀ ਦੀ ਲੋੜ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਫਲ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਭੇਜਣ ਵਾਲਾ (sender) ਅਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਕਿਸੇ *ਸਾਂਝੀ ਭਾਸ਼ਾ* ਨੂੰ ਸਮਝਦੇ ਹੋਣ। ਮਨੁੱਖ ਲਗਾਤਾਰ ਹੀ ਇਹ ਕੋਸ਼ਿਸ ਕਰਦਾ ਰਿਹਾ ਹੈ ਕਿ ਉਸਦਾ ਮਨੁੱਖ ਜਾਤੀ ਨਾਲ ਸੰਚਾਰ ਗੁਣਤਾ ਵਿਚ ਉੱਨਤ ਹੋਵੇ। ਮਨੁੱਖ ਮੁੱਢਲੇ ਇਤਹਾਸਕ ਕਾਲ ਤੋਂ ਵੀ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਆਧੁਨਿਕ ਕਾਲ ਤੱਕ , ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਨਵੀਆਂ -ਨਵੀਆਂ ਭਾਸ਼ਾਵਾਂ ਅਤੇ ਵਿਧਿਆਂ ਦੀ ਖੋਜ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਯਤਨਸ਼ੀਲ ਰਿਹਾ ਹੈ; ਤਾਂਕਿ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਗਤੀ ਅਤੇ ਗੁੰਝਲਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਵਧਦੀਆਂ ਲੋੜਾਂ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਹੋ ਸਕੇ । ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਨੂੰ ਉਤਸਾਹਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਅਤੇ ਉਪਲਵਧੀਆਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਜਾਣਕਾਰੀ ਹੋਣਾ ਲਾਭਦਾਇਕ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਾਰਣੀ 15.1 ਵਿਚ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ।

ਆਧੁਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ 19ਵੀਂ ਅਤੇ 20ਵੀਂ ਸਦੀ ਵਿਚ ਸਰ ਜਗਦੀਸ਼ ਚੰਦਰ ਬੋਸ (J.C.bose) ਐਫ.ਬੀ.ਮੋਰਸ (F.B.Morse), ਜੀ . ਮਾਰਕੋਨੀ (G.Marconi) ਅਤੇ ਅਲੈਕਜੇਂਡਰ ਗ੍ਰਾਹਮ ਬੈਲ (Alexander Graham Bell) ਦੇ ਕਾਰਜਾਂ ਵਿਚੋ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ। 20ਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਪੰਜਾਹ ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਬਾਦ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਵਿਕਾਸ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਟਕੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਵਧੀ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।ਅਗਲੇ ਦਹਾਕਿਆਂ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਉਪਲਬਧੀਆਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ । ਇਸ ਪਾਠ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ, ਅਰਥਾਤ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਢੰਗ (mode), ਮਾਡੂਲਨ (Modulation) ਦੀ ਲੋੜ ਅਤੇ ਆਯਾਮ -ਮਾਡੂਲਨ ਦੇ ਨਿਗਮਨ ਅਤੇ ਉਤਪਾਦਨ ਤੋ ਜਾਣੂ ਹੋਣਾ ਹੈ ।

15.2 ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਤੱਤ (Elements of a Communication System)

ਸੰਚਾਰ ਸਾਰਿਆਂ ਸਜੀਵ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਜੀਵਨ ਦੇ ਹਰੇਕ ਚਰਨ ਵਿਚ ਸਮਾਇਆ ਹੋਇਆਂ ਹੈ । ਬੇਸ਼ਕ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਹੋਵੇ , ਹਰੇਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਤਿੰਨ ਜਰੂਰੀ ਤੱਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ - ਟ੍ਰਾਂਸਮੀਟਰ , ਮਾਧਿਅਮ /ਚੈਨਲ ਅਤੇ ਰਸੀਵਰ । ਚਿੱਤਰ 15.1 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਨੂੰ ਬਲਾਕ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.1 ਕਿਸੇ ਵਿਆਪਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ

ਸਾਰਨੀ 15.1 ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਮੁਖ ਉਪਲਬਧੀਆਂ

(ਸਾਲ) Year	(ਘਟਨਾ) Event	(ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਥਨ) Remarks
1565 ਈ (ਲਗਭਗ)	ਬਾਦਸ਼ਾਹ ਅਕਬਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਬੇਗਮ ਦੁਆਰਾ ਬੱਚੇ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦੇਣ ਦੀ ਘਟਨਾ ਨੂੰ ਢੋਲ ਬਜਾ ਕੇ ਸੂਚਿਤ ਕਰਨਾ।	ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਜੀਰ ਬੀਰਬਲ ਨੇ ਬਾਦਸ਼ਾਹ ਅਤੇ ਬੇਗਮ ਦੀਆਂ ਆਰਾਮਗਾਹਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਢੋਲ ਬਜਾਉਣ ਵਾਲਿਆਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਕੀਤੀ ਸੀ।
1835	ਸੈਮੂਅਲ ਐਫ. ਬੀ . ਮੋਰਸ ਅਤੇ ਸਰ ਚਾਰਲਸ ਵਹੀਟਸਟੋਨ ਦੁਆਰਾ ਟੈਲੀਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਖੋਜ	ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਡਾਕਘਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਦੇਸ਼ ਭੇਜਣ ਵਿਚ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਵਾਧਾ ਹੋਇਆ ਅਤੇ ਸੰਦੇਸ਼ਵਾਹਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਖੁਦ ਯਾਤਰਾ ਕਰਕੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਪਹੁੰਚਾਉਣ ਦਾ ਕਾਰਜ ਬਹੁਤ ਘਟ ਗਿਆ।
1876	ਅਲੈਕਜੈਂਡਰ ਗ੍ਰਾਹਮ ਬੇਲ ਅਤੇ ਐਂਟੀਨੀਓ ਮੈਯੂੱਸੀ ਦੁਆਰਾ ਟੈਲੀਫੋਨ ਦੀ ਖੋਜ	ਸ਼ਾਇਦ ਮਨੁੱਖ ਜਾਤੀ ਦੇ ਇਤਹਾਸ ਵਿਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਰਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸੰਚਾਰ ਸਾਧਨ
1895	ਸਰ ਜੇ. ਸੀ.ਬੋਸ ਅਤੇ ਜੀ . ਮਾਰਕੋਨੀ ਦੁਆਰਾ ਬੇਤਾਰ ਤਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ	ਇਹ ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਯੁਗ ਤੋਂ ਬੇ-ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਯੁਗ ਵਿਚ ਇੱਕ ਉੱਚੀ ਉਡਾਨ ਸੀ।
1936	ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (ਜਾੱਨ ਲਾਗੀ ਬੇਅਰਡ,john logi baird)	BBC ਦੁਆਰਾ ਪਹਿਲਾ ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਣ
1955	ਮਹਾਂਦੀਪ ਦੇ ਪਾਰ ਪਹਿਲਾ ਰੇਡੀਓ ਫੈਕਸ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ (ਅਲੈਕਜੇਂਡਰ ਬੇਨ,Alexander Bain)	ਅਲੈਕਜੇਂਡਰ ਬੇਨ ਨੇ ਫੈਕਸ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ 1843 ਵਿਚ ਪੇਟੈਂਟ ਕਰਵਾਈ
1968	ARPANET ਪਹਿਲਾ ਇੰਟਰਨੇਟ ਹੋਂਦ ਵਿਚ ਆਇਆ (ਜੇ. ਸੀ.ਆਰ ਲਿਕਲੀਡਰ J.C.R Licklider)	ARPANET ਪ੍ਰੋਜੈਕਟ ਨੂੰ ਅਮਰੀਕਾ ਦੇ ਰਖਿਆ ਵਿਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਇਸਦੇ ਤਹਿਤ ਨੇਟਵਰਕ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਇੱਕ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤੋਂ ਫਾਈਲ ਦੂਸਰੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਵਿਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ।
1975	ਬੈਲ ਲੈਬੋਰੇਟਰੀਜ਼ ਵਿਖੇ ਫਾਈਬਰ ਆਪਟਿਕ (Fibre optics) ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ	ਪਰੰਪਰਿਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਫਾਈਬਰ ਆਪਟਿਕਸ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਸਬ ਤੋਂ ਵਧੀਆ ਤੇ ਸਸਤੀ ਹੈ।
1989 – 91	ਟਿਮ ਬਰਨਰ ਲੀ (Tim Berners Lee) ਨੇ **World Wide Web** ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ।	WWW ਨੂੰ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਵਿਸ਼ਵਕੋਸ਼ ਵਜੋਂ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਗਿਆਨ ਆਮ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਹਰ ਸਮੇਂ ਉਪਲਬਧ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਥਾਨ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਰਿਸੀਵਰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸਥਾਨ ਤੇ (ਨੇੜੇ ਜਾਂ ਦੂਰ) ਸਥਾਪਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚੈਨਲ ਇਕ ਅਜਿਹਾ ਭੌਤਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਜੋ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਜੋੜਦਾ ਹੈ। ਚੈਨਲ ਦੀ ਕਿਸਮ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਕਿਸਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਰ ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀ ਇਕ ਤਾਰ ਜਾਂ ਕੇਬਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਬੇਤਾਰ (wireless) ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਸ਼ੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਚੈਨਲ ਦੁਆਰਾ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨ ਲਈ ਸਹੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ । ਜੇ ਕਿਸੇ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਉਟਪੁੱਟ ਧੁਨੀ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੈਰ ਬਿਜਲਈ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੋਈ ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ (transducer) ਇਸ ਸੰਦੇਸ਼ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਨੂੰ ਦੇਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਬਿਜਲਈ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਟਰਾਸਮਿਟ ਕੀਤਾ ਸਿਗਨਲ ਕਿਸੇ ਚੈਨਲ ਰਾਹੀਂ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਚੈਨਲ ਵਿਚਲੀਆਂ ਅਪੂਰਣਤਾਵਾਂ ਕਾਰਨ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਰੂਪ - ਵਿਗਾੜ (distortion) ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤੇ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਸ਼ੋਰ (noise) ਮਿਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਰਿਸੀਵਰ ਨੂੰ ਟਰਾਸਮਿਟ ਸਿਗਨਲ ਦਾ ਵਿਗੜਿਆ ਰੂਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਰਿਸੀਵਰ ਦਾ ਕੰਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਸੂਚਨਾ-ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਮੁੜ ਸੰਰਚਨਾ ਕਰਕੇ ਇਸਨੂੰ ਮੂਲ ਸੰਦੇਸ਼-ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਪਛਾਣ ਸਕਣ ਯੋਗ ਰੂਪ ਵਿਚ ਲਿਆਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂਕਿ ਸੰਦੇਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਨੂੰ ਪਹੁੰਚਾਇਆ ਜਾ ਸਕੇ ।

ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਦੋ ਮੂਲ ਢੰਗ ਹਨ: ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ (point to point) ਤੱਕ ਸੰਚਾਰ , ਅਤੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (broadcast) ਬਿੰਦੂ ਤੋ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਧੀ ਵਿਚ ਇੱਕ ਇਕੱਲਾ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਅਤੇ ਇਕ ਰਿਸੀਵਰ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਲਿੰਕ ਰਾਹੀਂ ਸੰਚਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਧੀ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦਾ ਇਕ ਉਦਾਹਰਨ ਟੈਲੀਫੋਨ ਵਿਵਸਥਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ, ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਵਿਧੀ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਕਈ ਰਿਸੀਵਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ ਰੇਡਿਓ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ ਹਨ ।

15.3 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਮੂਲ ਸ਼ਬਦਾਵਲੀ (Basic Terminology Used in Electronic Communication Systems)

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਕੁੱਝ ਪਦਾਂ (ਸ਼ਬਦਾਂ) ਜਿਵੇਂ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ (information source), ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ (transmitter), ਚੈਨਲ , ਨਾਇਜ਼ (noise), ਆਦਿ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹੋ ਚੁਕੇ ਹਾਂ । ਜੇ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਮੂਲ ਸ਼ਬਦਾਵਲੀ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹੋ ਜਾਈਏ ਤਾਂ ਸਾਡੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਸੋਖਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ।

1.ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ (transducer) :– ਕੋਈ ਯੁਕਤੀ ਜੋ ਊਰਜਾਂ ਦੇ ਇਕ ਰੂਪ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦੂਸਰੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਉਸ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਨਾਲ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਅਕਸਰ ਅਜਹਿਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਜਾਂ ਤਾਂ ਨਿਵੇਸ਼ (input) ਜਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ (output) ਬਿਜਲਈ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ–ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਜੋ ਕੁੱਝ ਭੌਤਿਕ ਚਲਾਂ (variables) (ਦਬਾਉ ਵਿਸਥਾਪਨ, ਬਲ, ਤਾਪਮਾਨ ਆਦਿ) ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਆਉਟਪੁੱਟ ਤੇ ਸੰਗਤ ਬਿਜਲਈ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਚਲਾਂ ਵਿਚ ਤਬਦੀਲ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

2.ਸਿਗਨਲ (signal) :- ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਲਈ ਢੁਕਵੇਂ ਬਿਜਲੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਤਬਦੀਲ ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਸਿਗਨਲ ਜਾਂ ਸੰਕੇਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਸਿਗਨਲ ਜਾਂ ਤਾਂ *ਐਨਾਲੋਗ (analog) ਜਾਂ ਅੰਕੀ (digital)* ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਨਿਰੰਤਰ ਬਦਲਾਵ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। *ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੀ (Essentially) ਸਮੇਂ ਦੇ ਇਕ ਮਾਨ ਵਾਲੇ ਫਲਨ (single valued function) ਹੁੰਦੇ ਹਨ* । ਸਾਇਨ (sine) ਤਰੰਗ ਇੱਕ ਮੂਲ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਹੋਰ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਸਾਇਨ ਤਰੰਗ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਦੇ ਧੁਨੀ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਸੁਭਾਅ ਵਿਚ ਐਨਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ (digital signal) ਉਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਡਿਜੀਟਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕੀ ਵਿਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਰੂਪ ਵਿਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਦੋ ਆਧਾਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (binary system) ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਸਿਰਫ ਦੋ ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। '0' ਨਿਮਨ ਵੋਲਟਤਾ / ਕਰੰਟ ਪੱਧਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ '1' ਉਚ ਵੋਲਟਤਾ/ਕਰੰਟ ਪੱਧਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਲਈ ਉਪਯੋਗੀ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਕੋਡਿੰਗ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਸੰਖਿਆ

ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦੇ ਢੁਕਵੇਂ ਸੰਯੋਜਨਾਂ ਜਿਵੇਂ ਦੋ ਆਧਾਰੀ- ਕੋਡਿੰਗ-ਦਸ਼ਮਲਵ (binary coded decimal or BCD) * ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸੰਖਿਆਵਾਂ, ਅੱਖਰਾਂ, ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਚਿਨ੍ਹਾਂ (numbers letters and certain characters) ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲਾ ਵਿਸ਼ਵਵਿਆਪੀ ਪੱਧਰ ਤੇ ਮਾਨਤਾਪ੍ਰਾਪਤ ਅੰਕੀ ਕੋਡ " American Standard Code for Information Interchange ** (ASCII)" ਹੈ ।

3.ਨਾਇਜ਼ (Noise):- ਨਾਇਜ਼ ਜਾਂ ਸ਼ੋਰ ਤੋ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਉਹਨਾਂ ਬੇਲੋੜੇ ਸਿਗਨਲਾਂ ਤੋਂ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਸੈਸਿੰਗ ਵਿਚ ਹਲਚਲ (disturbance) ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਾਇਜ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਬਾਹਰ ਜਾਂ ਅੰਦਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

4.ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ (Transmitter):- ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ੀ ਸਿਗਨਲ (incoming signal) ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਸੈਸ ਕਰਕੇ ਚੈਨਲ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਰਿਸੀਵ ਕਰਨ ਦੇ ਯੋਗ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

5.ਰਿਸੀਵਰ (Receiver) :-ਕੋਈ ਰਿਸੀਵਰ ਚੈਨਲ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚੋਂ ਲੋੜੀਦਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

6.ਖੀਣਤਾ (Attenuation):- ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚੋਂ ਸੰਚਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਵਿਚ ਹਾਨੀ ਨੂੰ ਖੀਣਤਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

7.ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ (Amplification):- ਇਹ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਰਕਟ ਜਿਸਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (ਸੰਦਰਭ ਪਾਠ 14) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੀ ਵਰਤੋ ਨਾਲ ਸਿਗਨਲ ਆਯਾਮ (ਅਤੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਉਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਖੀਣਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਖੈ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਲਈ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਹੋਰ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਦੀਂ ਉਰਜਾ DC ਬਿਜਲਈ ਸ੍ਰੋਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿਗਨਲ ਹੈ। ਐਮਪਲੀਫੀਕੇਸ਼ਨ, ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਲਕਸ਼ ਦੇ ਵਿਚ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ, ਲੋੜੀਦੀਂ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਤੋਂ ਕਮਜ਼ੋਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

8.ਰੇਂਜ(Range):- ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਲਕਸ਼ ਵਿਚਲੀ ਉਹ ਅਧਿਕਤਮ ਦੂਰੀ ਹੈ ਜਿਥੇ ਤੱਕ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਉਸਦੀ ਚੋਖੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

9.ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ (Band Width):- ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਉਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਤੋਂ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਕੋਈ ਉਪਕਰਨ ਓਪਰੇਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਉਸ ਭਾਗ ਤੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਿਗਨਲ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਮੌਜੂਦ ਹਨ।

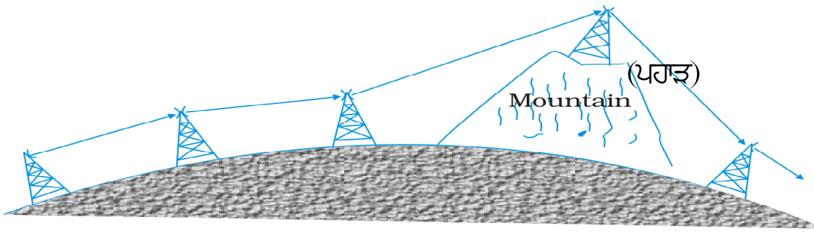
10.ਮਾਡੂਲਨ (Modulation):- ਸੈਕਸ਼ਨ 15.7 ਵਿਚ ਦਿਤੇ ਗਏ ਕਾਰਨਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਮਨ ਅਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਮੂਲ ਸਿਗਨਲਾਂ (ਸੰਦੇਸ਼ਾਂ/ਸੂਚਨਾਵਾਂ) ਨੂੰ ਵਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤਕ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ।ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਤੇ, ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਦੀਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਉਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਤਰੰਗ ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸੂਚਨਾ ਦੇ ਵਾਹਕ ਦੀ ਭਾਂਤੀ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰੀਆ ਨੂੰ ਮਾਡੂਲਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅੱਗੇ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇਗੀ ਮਾਡੂਲਨ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ।ਜਿਨਾਂ ਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ **AM, FM** ਅਤੇ **PM** ਕਹਿਦੇ ਹਨ।

11. ਡੀਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ(Demodulation) :-ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿਚ ਰਿਸੀਵਰ ਦੁਆਰਾ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ (carrier wave) ਤੋਂ ਸੂਚਨਾ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਡੀਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਇਹ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੇ ਉਲਟ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ।

12. ਰੀਪੀਟਰ(Repeater) :- ਰੀਪੀਟਰ , ਰਿਸੀਵਰ ਅਤੇ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਰੀਪੀਟਰ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਤੋਂ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਸਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਨੂੰ ਰਿਸੀਵਰ ਨੂੰ ਮੁੜ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨ ਲਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਦੇ ਕਦੇ ਤਾਂ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।
ਰਿਪੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋ ਚਿੱਤਰ 15.2 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਵਿਸਤਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।ਕੋਈ ਸੰਚਾਰ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਅਸਲ ਵਿਚ ਪੁਲਾੜ ਵਿਚ ਇਕ ਰੀਪੀਟਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਹੀ ਹੈ।

*BCD ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਅੰਕ ਨੂੰ ਆਮਕਰਕੇ ਚਾਰ ਦੋ -ਆਧਾਰੀ (0ਜਾਂ 1)ਬਿਟਾਂ ਦੁਆਰਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਦਸ਼ਮਲ਼ਵ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿਚਲੇ ਅੰਕਾਂ 0,1,2,3,4 ਨੂੰ 0000, 0001, 0010, 0011ਅਤੇ 0100, ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਉਦੇ ਹਨ। 1000 ਨੂੰ ਅੱਠ ਅੰਕਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

** ਕਿਉਕਿ ਕੰਪਿਊਟਰ ਸਿਰਫ ਅੰਕਾਂ ਨੂੰ ਹੀ ਸਮਝ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਅੰਗਰੇਜ਼ੀ ਦੀ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅੱਖਰਾਂ ਦੀ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕੋਡਿੰਗ ਹੈ।



ਚਿਤਰ 15.2 ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਲਈ ਰੀਪੀਟਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ।

ਜਗਦੀਸ਼ ਚੰਦਰ ਬੋਸ (Jagadis Chandra Bose 1858-1937)–ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਪਰਾਲਘੂ (Ultrashort) ਬਿਜਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਕ ਉਪਕਰਨ ਬਣਾਇਆ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਅਰਧ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ (Quasioptical) ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ।ਅਜਿਹਾ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਗਲੈਨਾ (galena) ਵਰਗੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਆਪਣੇ ਆਪ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸੰਸੂਚਕ (self –recovering detector) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਰਤੋ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪਹਿਲੇ ਵਿਅਕਤੀ ਸਨ । ਬੋਸ ਨੇ ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਰਸਾਲੇ ਦਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਸ਼ੀਅਨ (british magazine the electrician) ਦੇ 27 ਦਿਸੰਬਰ 1895 ਦੇ ਅੰਕ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਲੇਖ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤੇ। 13 ਦਸੰਬਰ 1901 ਨੂੰ ਮਾਰਕੋਨੀ (marconi) ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਬੇਤਾਰ ਸੰਚਾਰ ਤੋਂ ਦੋ ਸਾਲ ਤੋ ਵੀਂ ਵੱਧ ਪਹਿਲਾਂ ਬੋਸ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਬਾਰੇ 27 ਅਪ੍ਰੈਲ 1899 ਦੀ *ਰਾਇਲ ਸੋਸਾਇਟੀ ਦੀ ਕਾਰਵਾਈ* ਵਿਚ ਵੀ ਲੇਖ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਹੋ ਚੁਕਾ ਸੀ । ਬੋਸ ਨੇ ਅਜਿਹੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸੰਵੇਦੀ (highly sensitive) ਉਪਕਰਣਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਜੀਵਤ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਉਕਸਾਹਟ (stimuli) ਦੀ ਅਤੀ ਸੂਖਮ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸੰਸੂਚਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਸੀ ਇਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੰਤੂ ਅਤੇ ਬਨਾਸਪਤੀ ਟੀਸ਼ੂਆਂ ਵਿਚ ਸਮਾਂਤਰਤਾ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤੀ

15.4 ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ (Band Width of Signals)

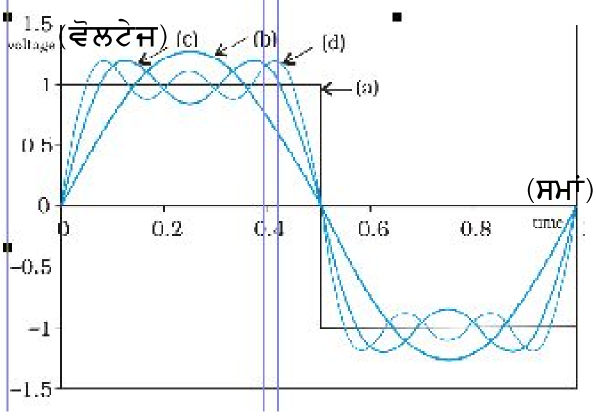
ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਕੋਈ ਅਵਾਜ਼, ਸੰਗੀਤ, ਦ੍ਰਿਸ਼ ਜਾਂ ਕੰਪਿਊਟਰ ਆਂਕੜਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਉਹਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ਼ ਵੱਖਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਉਹ ਉਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਬੈਂਡ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਉਸਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਮੰਨੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਵਾਕ ਸਿਗਨਲਾਂ (speech signals) ਦੇ ਲਈ 300 Hz ਤੋਂ 3100Hz ਵੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਜ਼ ਨੂੰ ਢੁਕਵਾਂ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਵਾਕ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਵਪਾਰਿਕ ਟੈਲੀਫੋਨ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ 2800Hz (3100Hz-300Hz) ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਸੰਗੀਤ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਵਾਦ ਯੰਤਰਾਂ (musical instrument) ਦੁਆਰਾ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਸੁਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਲਗਭਗ 20KHz ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਸੁਣਨਯੋਗ ਰੇਜ਼ 20Hz ਤੋਂ 20KHz ਤੱਕ ਹੈ।

ਦ੍ਰਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ) ਲਈ ਵੀਡੀਓ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ 4.2 MHz ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । T.V ਸਿਗਨਲਾਂ ਵਿਚ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਅਤੇ ਸੁਣੀਨਯੋਗ ਦੋਨੋਂ ਘਟਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ 6MHz ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਪਿਛਲੇ ਪੈਰੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਤੇ ਹੀ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ ਚਿੱਤਰ 15.3 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਆਯਾਤਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

ਕਿ ਆਯਾਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦਾ ਅਪਘਟਨ (ਵਿਯੋਜਨ) v_0 ,$2v_0$, $3v_0$, $4v_0$,——nv_0 ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀਆਂ ਸਾਈਨ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ n ਇਕ ਪੂਰਣ ਅੰਕ (integer) ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੱਕ ਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ $v=1/T_0$ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਇਕ ਹੀ ਆਰੇਖ ਵਿਚ ਮੂਲ ÁÅÇ ã Æ(v_0); ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) x ਦੋ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($2v_0$), ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) x ਦੋ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($3v_0$) ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਆਰੇਖ ਤੋਂ ਇਹ ਸ਼ਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਆਯਾਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਯਥਾਰਥ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੁੜ ਉਤਪਾਦਨ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀ ਸਾਰੀਆਂ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ v_0, $2v_0$, $3v_0$, $4v_0$ .... ਆਦਿ ਨੂੰ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ , ਜਿਸ ਤੋ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬੈਡ ਦੀ ਚੌੜਾਈ ਅਨੰਤ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ । ਬੇਸ਼ਕ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਕਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਉੱਚ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਿਸ ਨਾਲ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਸੀਮਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਰਸੀਵ ਕੀਤੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਵਿਰੂਪਿਤ ਹੋਣਗੀਆਂ । ਜੇ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਇਨੀ ਵੱਧ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਵਿਚ ਕੁੱਝ ਗੁਣ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਸਮਾਂ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਸੂਚਨਾ ਦੀ ਕੋਈ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਲ ਮਿਲਾਕੇ ਆਯਾਤਾਕਾਰ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਿਨੀਂ ਉੱਚ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਦੇ ਲਈ ਇਸਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.3 ਮੂਲ ਸਾਈਨ ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਇਸਦੀਆਂ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਆਇਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦੀ ਨਿਕਟਤਾ

(a) ਆਇਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ
(b) ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0)
(c) ਰੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) + ਦੋ ਗੁਣਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($2v_0$)
(d) ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) + ਦੋ ਗੁਣਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($2v_0$) + ਤਿੰਨ ਗੁਣਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($3v_0$)

15.5 ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ (Band Width of Transmission Medium)

ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ- ਵੱਖ ਬੈਂਡ - ਚੌੜਾਈ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਵਿਚ ਆਮ ਕਰਕੇ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਮਾਧਿਅਮ-ਤਾਰ, ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ , ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ-ਤੰਤੂ ਕੇਬਲ ਹਨ ਸਮ-ਧੁਰੇ ਵਾਲੀ ਕੇਬਲ (coaxial cable) ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਰਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਤਾਰ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਜੋ ਲਗਭਗ 750MHz ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਕੇਬਲ ਆਮਕਰਕੇ 18GHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੇ ਓਪਰੇਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ ਰਾਹੀਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਰੇਂਜ਼ (ਕੁਝ ਹਜ਼ਾਰ kHz ਤੋਂ ਕੁੱਝ GHz ਤੱਕ) ਵਿਚ ਸੰਚਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ਼ ਨੂੰ ਟੇਬਲ 15.2 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਫਿਰ ਤੋਂ ਵੰਡ ਕਰ ਕੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਸੇਵਾਵਾਂ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਲਈ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤੰਤੂਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਚਾਰ, ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਜ਼ 1THz ਤੋਂ 1000 THz ਤੱਕ (ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਤੱਕ) ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ 100 GHz ਤੋਂ ਵਧ ਦੀ ਸੰਚਾਰ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਅੰਤਰਰਾਸ਼ਟਰੀ ਸਮਝੋਤੇ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈਆਂ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਿਧਾਰਨ ਦੀ ਵਰਤਮਾਨ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਸੰਚਾਲਨ ਅੰਤਰਰਾਸ਼ਟਰੀ ਦੂਰ ਸੰਚਾਰ ਯੂਨੀਅਨ (International Telecommunication Union\ ITU) ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 15.2 ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਬੇਤਾਰ ਸੰਚਾਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਬੈਂਡ

ਸੇਵਾਂ	ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਬੈਂਡ	ਟਿਪਣੀ
ਮਾਣਕ AM ਪ੍ਰਸਾਰਣ	540-1600 kHz	
FM ਪ੍ਰਸਾਰਣ	88-108 MHz	
ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ	54-72 MHz 76-88 MHz 174-216 MHz 420-890 MHz	VHF (ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ) TV UHF (ਪਰਾ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ) TV
ਸੈਲੂਲਰ ਮੋਬਾਇਲ ਰੇਡੀਓ	896-901 MHz 840-935 MHz	ਮੋਬਾਇਲ ਤੋਂ ਆਧਾਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਆਧਾਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਮੋਬਾਇਲ ਦੇ ਲਈ
	ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ	
ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ	5.925-6.425 GHz 3.7-4.2 GHz	ਅਪਲਿੰਕ ਡਾਉਨਲਿੰਕ

15.6 ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੰਚਾਰ(propagation of electromagnetic waves)

ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਇਕ ਸਿਰੇ ਤੇ ਟਰਾਸਮੀਟਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਐਂਟੀਨਾ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਕਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਪੁਲਾੜ ਰਾਹੀ ਗਤੀ ਕਰਦੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਰਿਸੀਵਰ ਦੇ ਐਂਟੀਨਾ ਤੇ ਪੁੱਜਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਜਿਵੇਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਰਸਤੇ ਨੂੰ ਕਈ ਕਾਰਕ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਇੱਥੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਵਾਤਵਰਨ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਮਝਨਾ ਵੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਇਸਦੀ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ। ਸਾਰਨੀ 15.3 ਵਿਚ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਉਪਯੋਗੀ ਸਤਾਂਵਾਂ ਦਾ ਸੰਖੇਪ ਵਰਣਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ।

15.6.1 ਭੂਮੀ-ਤਰੰਗਾਂ (Ground Wave)

ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਸਮਰਥਾ ਨਾਲ ਵਿਕਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਐਂਟੀਨਾ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਦੇ ਤੁੱਲ (ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ~ $\lambda/4$) ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਲੰਬੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ (ਭਾਵ ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਐਟੀਨਾਂ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਸਾਈਜ਼ ਵੱਡੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਮਾਣਕ ਆਯਾਮ-ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ(AM) ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਵਿਚ ਭੂਮੀ-ਅਧਾਰਿਤ ਖੜੇਦਾਅ ਟਾਵਰਾਂ ਦਾ ਵਿਆਪਕ ਉਪਯੋਗ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਐਟੀਨਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਐਟੀਨਾਂ ਤੋਂ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਵ ਤੇ ਭੂਮੀ ਦਾ

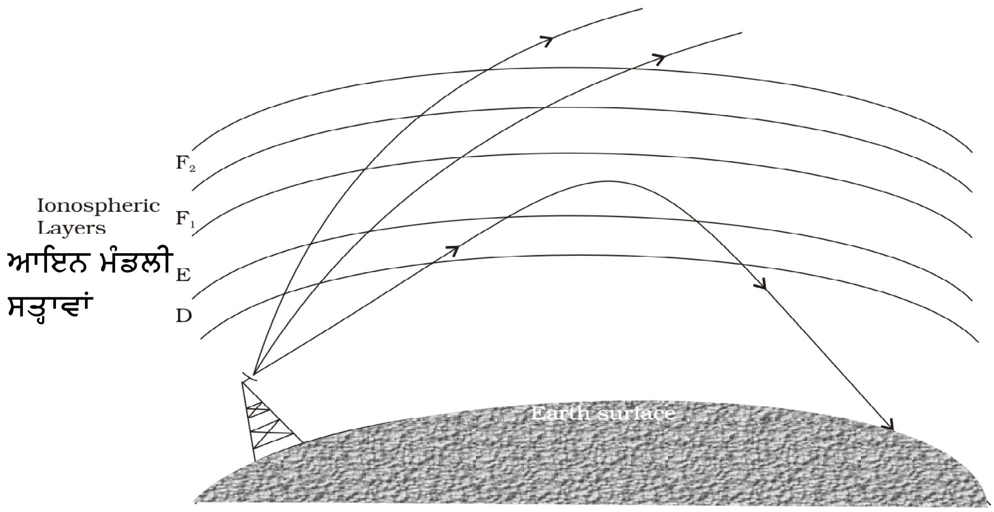
ਪ੍ਰਬਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਇਸ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਸਤਹੀ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ (Surface Wave Propagation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਤਰੰਗ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਰੇਂਗਦੀ ਹੋਈ ਅਗਾਂਹ ਵਧਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਰੰਗ ਧਰਤੀ ਦੇ ਜਿਹੜੇ ਹਿੱਸੇ ਤੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ਉਸ ਤੇ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ ਸੋਖਿਤ ਕਰ ਲੈਣ ਕਾਰਨ ਤਰੰਗ ਖੀਣ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਨਾਲ ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਖੀਣਤਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਰੇਂਜ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (ਕੁੱਝ MHz ਤੋਂ ਘਟ) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਸਾਰਨੀ 15.3 ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀਆਂ ਵੱਖੋ -ਵੱਖ ਪਰਤਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਸੰਚਾਰਿਤ ਬਿਜਲਈ -ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨਾਲ ਕਿਰਿਆ (Different layers of atmosphere and their interaction with the propagating electromagnetic waves)

ਪਰਤ ਦਾ ਨਾਮ		ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਲਗਭਗ ਉਚਾਈ	ਹੋਂਦ ਦੀ ਅਵਧੀ	ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ
ਟ੍ਰੋਪੋਸਫੀਅਰ		10Km	ਦਿਨ ਅਤੇ ਰਾਤ	ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ VHF (ਕਈ GHz ਤੱਕ)
D (ਸਮਤਾਪ (startosphere) ਮੰਡਲ ਦਾ ਭਾਗ)	ਆਇਨ ਮੰਡਲ ਦੇ ਭਾਗ	65 – 75 Km	ਸਿਰਫ ਦਿਨ	ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ, ਕੁਝ ਅੰਸ਼ ਤੱਕ ਮੱਧ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਸੋਖਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ
E (ਸਮਤਾਪ ਮੰਡਲ ਦਾ ਭਾਗ)		100 Km	ਸਿਰਫ ਦਿਨ	ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਹਾਇਕ, ਉਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ
F_1 (ਮੱਧਮੰਡਲ (mesosphere) ਦਾ ਭਾਗ)		170 – 190 Km	ਦਿਨ ਦੇ ਸਮੇਂ, ਰਾਤ ਨੂੰ F_2 ਨਾਲ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ	ਉਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਅੰਸ਼ਿਕ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ F_2 ਤੱਕ ਪੁਜਣ ਦੇਣਾ
F_2 (ਥਰਮੋਸਫੀਅਰ)		ਰਾਤ ਵਿੱਚ 300 Km ਦਿਨ ਦੇ ਸਮੇਂ 250 – 400 Km	ਦਿਨ ਅਤੇ ਰਾਤ	ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪੂਰੀ ਸਮਰਥਾ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਨ, ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਰਾਤ ਦੇ ਸਮੇਂ।

15.6.2. ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ (Sky Waves)

ਕੁੱਝ MHz ਤੋਂ 30 ਤੋ 40 MHz ਦੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਦਾ ਸੰਚਾਰ, ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਆਯਨਮੰਡਲੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਮੁੜ ਧਰਤੀ ਤੇ ਵਾਪਸ ਮੁੜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਨੂੰ *ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ (sky wave propagation)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (short wave broadcast) ਸੇਵਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਆਯਨਮੰਡਲ (ionosphere) ਕਹਿਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਉਂਕਿ ਇਥੇ ਆਇਨ ਜਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਵੱਧ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਆਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਿਹ ਤੋ ~ 65km ਤੋਂ ਲਗਭਗ 400km ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਫੈਲਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਉੱਚ ਉਰਜਾ ਵਾਲੀਆਂ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਅਤੇ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਕਿਰਣਾਂ ਹਵਾ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿਚ ਆਉਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਹਵਾ ਦੇ ਅਣੂ ਆਇਨਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਆਇਨਮੰਡਲ ਕਈ ਪਰਤਾਂ ਵਿਚ ਵੰਡਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਵਿਸਤਾਰ ਵਿਸਤਾਰ ਵਿੱਚ ਸਾਰਣੀ 15.3 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾਂ ਉਚਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀ ਘਣਤਾ ਉਚਾਈ ਵਧਣ ਤੇ ਘਟਦੀ ਹੈ। ਵੱਧ ਉਚਾਈਆਂ ਤੇ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਤੀਬਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਪਰ ਆਇਨ ਬਣਨ ਲਈ ਕੁਝ ਹੀ ਅਣੂ ਉਪਲਬੱਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਭੂਮੀ-ਸਤਹਿ ਦੇ ਨੇੜੇ ਜਦਕਿ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘਟ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਥੇ ਆਇਨ ਘਟ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਬੇਸ਼ੱਕ, ਵਿਚਕਾਰਲੀਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੇ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੇ ਉਚ ਮਾਨ ਮਿਲਦੇ ਹਨ ।ਆਇਨ ਮੰਡਲੀ ਪਰਤ , 3MHz ਤੋ 30MHz ਰੇਂਜ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪਰਾਵਰਤਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ। 30 MHz ਤੋਂ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲਈ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ, ਆਇਨ ਮੰਡਲ ਨੂੰ ਭੇਦ ਕੇ ਪਲਾਇਅਨ ਕਰ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ।ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਚਿੱਤਰ 15.4 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਬਿਜਲਈ - ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਮੁੜਨ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਉਹ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਵਲ ਮੋੜ ਦਿੱਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਪੂਰਣ ਆਂਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੈ।✶

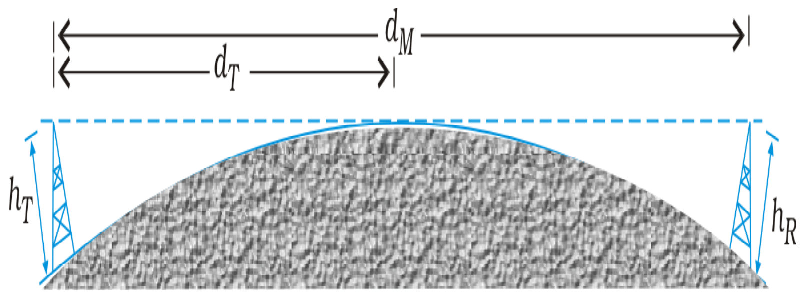


ਚਿੱਤਰ 15.4 ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ। ਸਾਰਨੀ 15.3 ਵਿਚ ਪਰਤਾਂ ਦਾ ਨਾਮਕਰਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

✶ ਮਿਰਾਜ਼ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।

15.6.3.ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ (Space Waves)

ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ , ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਦਾ ਇਕ ਹੋਰ ਢੰਗ ਹੈ। ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਸਮਿਟਿੰਗ- ਐਂਟੀਨਾਂ ਤੋਂ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਤੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਰਸਤੇ ਤੇ ਚਲਦੀਆਂ ਹਨ ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਾਈਨ-ਆਫ-ਸਾਈਟ ਰੇਡਿਓ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (line of sight(LOS)radio communication) ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਅਤੇ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। 40MHz ਤੋਂ ਵੱਧ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਸੰਚਾਰ ਸਿਰਫ਼ ਲਾਈਨ-ਆਫ-ਸਾਈਟ (LOS) ਰੇਡੀਓ ਸੰਚਾਰ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਐਂਟੀਨਾ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਆਮ ਕਰਕੇ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਕਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। LOS ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦਾ ਸੰਚਾਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਿੱਤਰ 15.5 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਧਰਤੀ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਿੱਧੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੋਕ ਲਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜੇ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਖਿਤਜ ਤੋਂ ਪਰੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਹੈ ਤਾਂ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਉਚਾਈ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਉਹ LOS ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਵਿਚ ਹੀ ਰੋਕ ਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ (intercept) ਸਕੇ ।



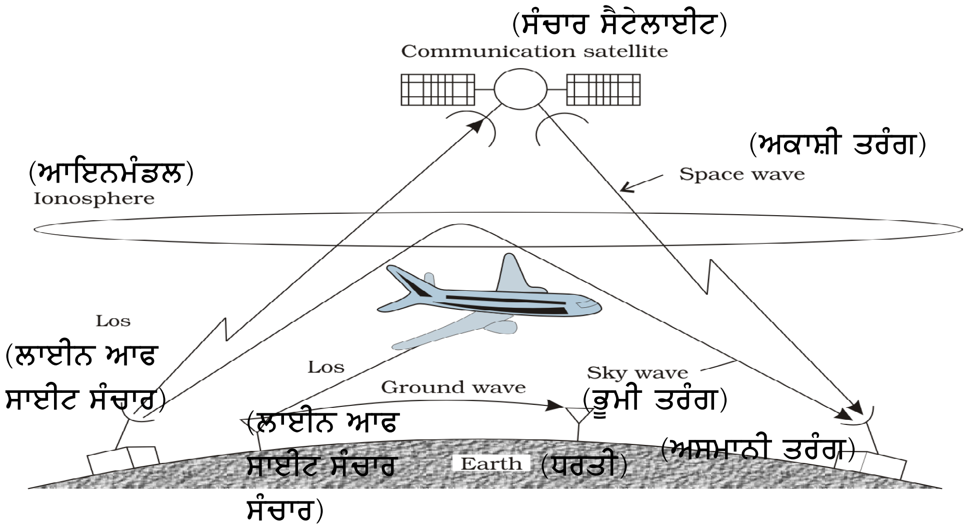
ਚਿੱਤਰ 15.5 ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲਾਈਨ ਆਫ ਸਾਈਟ ਸੰਚਾਰ

ਜੇ ਟਰਾਸਮਿਟੀਗੰ ਐਂਟੀਨਾ h_T ਉਚਾਈ ਤੇ ਹੈ, ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਦਰਸ਼ਾ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਖਿਤਜ ਦੀ ਦੂਰੀ d_T ਦਾ ਮਾਨ $d_T = \sqrt{2Rh_T}$ ਹੋਵੇਗਾ, ਇਥੇ R ਦਾ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ (ਲਗਭਗ 6400 km) ਹੈ। d_T ਨੂੰ ਟਰਾਸਮਿਟੀਗੰ ਐਂਟੀਨਾ ਦਾ ਰੇਡਿਓ ਖਿਤਜ਼ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਚਿੱਤਰ 15.5 ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿਚ, ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੋ h_T ਅਤੇ h_R ਉਚਾਈ ਵਾਲੇ ਦੋ ਐਂਟੀਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਦੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਲਾਇਨ – ਆਫ – ਸਾਈਟ ਦੂਰੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ–

$$d_M = \sqrt{2Rh_T} + \sqrt{2Rh_R} \tag{15.1}$$

ਇਥੇ h_R ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ ਹੈ।

ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਣ , ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਲਿੰਕ ਅਤੇ ਸੈਟੇਲਾਇਟ ਸੰਚਾਰ ਉਹਨਾਂ ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦੇ ਕੁੱਝ ਉਦਾਹਰਨ ਹਨ ਜੋ ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਢੰਗ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 15.6 ਵਿੱਚ ਹੁਣ ਤੱਕ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ ਦੀਆਂ ਵਰਣਨ ਕੀਤੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਿਧੀਆਂ ਦਾ ਸਾਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.6 ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਿਧੀਆਂ

ਉਦਾਹਰਨ 15.1– ਕਿਸੇ ਮਿਨਾਰ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਟਰਾਸਮਿਟੀਗਂ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ 32 m ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਰ ਐਟੀਨਾਂ ਦੀ ਉਚਾਈ 50m ਹੈ । LOS ਢੰਗ ਵਿਚ ਤਸੱਲੀਬਖਸ਼ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਦੋਨੋਂ ਐਂਟੀਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਦੀ ਵੱਧ ਤੋ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? (ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ = 6400 km)

ਹਲ:

$$d_m = \sqrt{2\times 64\times 10^5\times 32} + \sqrt{2\times 64\times 10^5\times 50}\ \text{m}$$

$$= 64\times 10^2\times\sqrt{10} + 8\times 10^3\times\sqrt{10}\ \text{m}$$

$$= 144\times 10^2\times\sqrt{10}\ \text{m} = 45.5\ \text{km}$$

15.7 ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਲੋੜ (Modulation and Its Necessity)

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਸੂਚਨਾ ਜਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ é±àð»ÂÇ à ÕðéÅÔË ÂÑ¶ Ç×éñ»é± *ਆਧਾਰ ਬੈਂਡ ਸਿਗਨਲ* (Base band Signal) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੋ ਜਰੂਰੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਉਸ ਮੂਲ ਸਿਗਨਲ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੂਪਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਕੋਈ ਵੀ ਸਿਗਨਲ ਇਕ ਹੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ , ਬਲਕਿ ਇਹ ਇਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਜਿਸਨੂੰ ਸਿਗਨਲ ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਵਿਚ ਫੈਲਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। î ë ñú ÁÃÆÃä éï × ÁÅ¢ ä Æ(audio frequency ਜਾਂ AF) ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਿਗਨਲ (ਜਿਸਦੀ ਆਧਾਰ ਬੈਂਡ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 20kHz ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ।) ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਲੰਬੇ ਰੇਂਜ ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਿਧੇ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਆਓ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਾਈਏ ਕਿ ਉਹ ਕਿਹੜੇ ਕਿਹੜੇ ਕਾਰਕ ਹਨ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਅਜਿਹਾ ਕਰਨ ਤੋਂ ਰੋਕਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਉਹਨਾਂ ਤੋਂ ਕਿਵੇਂ ਪਾਰ ਪਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

15.7.1 ਐਂਟੀਨਾ ਜਾਂ ਏਰੀਅਲ ਦਾ ਸਾਇਜ਼ (Size of Antenna or Aerial)

ਕਿਸ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕਿਸੇ ਏਰੀਅਲ ਜਾਂ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਕੋਈ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕੋਈ ਐਂਟੀਨਾ ਉਸ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਸਹੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸੰਵੇਦਨ (sense) ਕਰ ਸਕੇ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਉਸ ਐਟੀਨਾਂ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਉਸ ਐਂਟਿਨਾ ਨਾਲ ਸੰਬਧਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (λ) ਦੇ ਤੁਲ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ (ਸਾਇਜ਼ ਘਟ ਤੋਂ ਘਟ λ /4 ਹੈ)। 20kHz ਅਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ=15km ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਸ਼ਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਤੁਲ ਸਾਇਜ਼ ਦਾ ਐਂਟੀਨਾ ਬਣਾਉਣਾ ਅਤੇ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਜਿਹੇ ਆਧਾਰ ਬੈਂਡ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਸਿੱਧਾ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨਾ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ।ਜੇ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਉੱਚ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਜੇ ν =1MHz ਹੈ ਤਾਂ λ=300m)ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਢੁਕਵੀਂ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਐਂਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਸੰਭਵ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। *ਇਸ ਲਈ ਸਾਡੇ ਨਿਊਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਆਧਾਰ ਬੈਂਡ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਉਚ ਰੇਡਿਓ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਿਚ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।*

15.7.2 ਕਿਸੇ ਐਂਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਸ਼ਕਤੀ ਵਿਕਰਣ (EffectivePower Radiated by an Antena)

ਕਿਸੇ ਰੇਖੀ ਐਂਟੀਨਾ (ਲੰਬਾਈ = l) ਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਵਿਕਰਣ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤਕ ਅਧਿਐਨ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ Áਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਵਿਕਰਿਤ ਸ਼ਕਤੀ $(l/\lambda)^2$ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਇਸ ਦਾ ਤੱਤਪਰ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਸਮਾਨ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਦੇ ਘਟਣ ਤੇ (ਭਾਵ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ) ਵਿਕਰਿਤ ਸ਼ਕਤੀ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਲੰਬੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਅਧਾਰ -ਬੈਂਡ ਸਿਗਨਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਸ਼ਕਤੀ ਵਿਕਿਰਨ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵਧੀਆ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਉੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਤੱਥ ਸਾਨੂੰ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੀ ਲੋੜ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਦਾ ਹੈਂ।

15.7.3. ਵੱਖ -ਵੱਖ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਣ (Mixing up of Signals from Different Transmitters)

ਆਧਾਰ –ਬੈਂਡ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ) ਦੇ ਵਿਰੁਧ ਇੱਕ ਹੋਰ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਤਰਕ ਵਧੇਰੇ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਹੈ ਮੰਨ ਲਉ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਵਿਅਕਤੀ ਇਕੋ ਹੀ ਸਮੇਂ ਗਲਬਾਤ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ ਜਾਂ ਇਕੋ ਛਿਣ ਕਈ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਆਧਾਰ -ਬੈਂਡ ਸੂਚਨਾ ਸਿਗਨਲ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ ਇਹ ਸਾਰੇ ਸਿਗਨਲ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਮਿਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਫਰਕ ਦਾ ਕੋਈ ਸੋਖਾ ਉਪਾਅ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਭਾਵਿਕ ਹਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਇਕ ਬੈਂਡ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

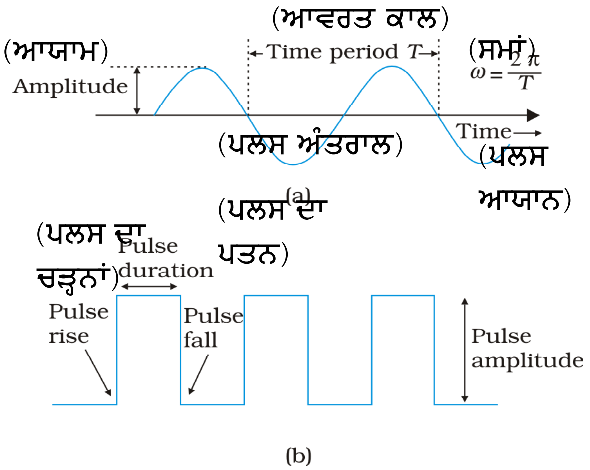
ਉਪਰੋਕਤ ਤਰਕ ਇਹ ਸੁਝਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਮੂਲ ਆਧਾਰ -ਬੈਂਡ ਜਾਂ ਸੂਚਨਾ ਸਿਗਨਲ ਦੇਣ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਸਦਾ ਕਿਸੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤਰੰਗ ਵਿਚ ਰੁਪਾਂਤਰਨ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਇਹ ਰੁਪਾਂਤਰਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹਿਦੀ ਹੈ ਕਿ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਉਹ ਸਾਰਿਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੋ ਜਾਣ ਜਿਹੜੀਆਂ ਮੂਲ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸਨ । ਅਜਿਹਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀ ਕਿਸੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਸਿਗਨਲ ਜਿਸਨੂੰ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਉਹ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਨਾਲ ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਨੂੰ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (modulation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਨਿਰੰਤਰ (ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰ) ਜਾਂ ਪਲਸ (Pulse) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਚਿੱਤਰ 15.7 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ।

ਕਿਸੇ ਸਾਇਨ ਵਕ੍ਰ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$c(t) = A_c \sin(\omega_c t + \phi) \qquad (15.2)$$

ਜਿਥੇ c(t) ਸਿਗਨਲ ਤੀਬਰਤਾ (ਵੋਲਟੇਜ਼ ਜਾਂ ਕਰੰਟ) A_c ਆਯਾਮ, ω_c ($= 2\pi\nu_c$) ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ϕ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਰੰਭਿਕ ਕਲਾ (phase) ਹੈ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਤਿੰਨ ਪੈਰਾਮੀਟਰਾਂ ਵਿਚੋ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਇੱਕ ਪੈਰਾਮੀਟਰਾਂ A_c, ω_c ਅਤੇ ϕ ਨੂੰ ਸੰਦੇਸ਼ ਅਤੇ ਸੂਚਨਾ ਸਿਗਨਲ ਦੁਆਰਾ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਤਿੰਨ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ : 1. ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (AM), 2. ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (FM), ਅਤੇ 3 ਕਲਾ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PM) ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 15.8 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਇਸੇ ਤਰਾਂ ਕਿਸੇ ਪਲਸ ਦੇ ਤਿੰਨੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਲੱਛਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਲਸ ਆਯਾਮ, ਪਲਸ ਅੰਤਰਾਲ ਜਾ ਪਲਸ ਚੌੜਾਈ, ਅਤੇ ਪਲਸ ਸਥਿਤੀ (ਜੋ ਪਲਸ ਦੇ ਆਯਾਮ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਜਾਂ ਗਿਰਾਵਟ ਦੇ ਕਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰਦਿਸ਼ਟ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 15.7 (b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਲਸ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹਨ (a) ਪਲਸ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PAM), (b) ਪਲਸ ਅਵਧੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PDM) ਜਾਂ ਚੋੜਾਈ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PWM) (c) ਪਲਸ ਸਥਿਤੀ ਮਡੂਲੇਸਨ (PPM)। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਦੇ ਤਹਿਤ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਤਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਖਾਂਗੇ।



ਚਿੱਤਰ 15.7 (a) ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰ (b) ਪਲਸ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਸਿਗਨਲ

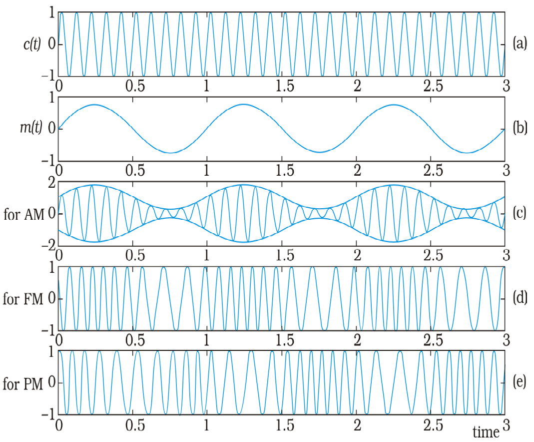
15.8 ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (Amplitude Madulation)

ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਵਿਚ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਆਯਾਮ ਵਿਚ ਸੂਚਨਾ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਕਿਸੇ ਸਾਈਨ ਤਰੰਗ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ (modulating signal) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਾਂਗੇ।

ਮੰਨ ਲਓ $c(t)= A_c \sin \omega_c t$ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ, ਅਤੇ $m(t) = A_m \sin \omega_m t$ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਜਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ $\omega_m = 2\pi f_m$ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ। ਤਦ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ (modulated signal) $c_m(t)$ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$c_m(t) = (A_c + A_m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t$$

$$= A_c\left(1 + \frac{A_m}{A_c} \sin \omega_m t\right) \sin \omega_c t \qquad (15.3)$$



ਚਿਤਰ 15.8 ਕਿਸੇ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਦਾ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ; (a) ਸਾਈਨ ਤਰੰਗ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ (b)ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸਿਗਨਲ , (c) ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ, (d) ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਅਤੇ (e) ਕਲਾ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ

http://iitg.vlab.co.in/?sub=59&brch=163&sim=259&cnt=35

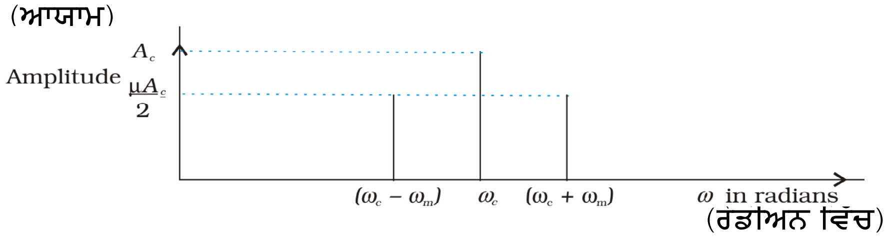
ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਹੁਣ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿਤਰ 15.8(c) ਵਿਚ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (15.3) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$c_m(t) = A_c \sin\omega_c t + \mu A_c \sin\omega_m t \sin\omega_c t \qquad (15.4)$$

ਇਥੇ $\mu = A_m/A_c$ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ ਹੈ। ਵਿਰੂਪਣ ਤੋ ਬਚਾਵ ਲਈ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ $u \leq 1$ ਰਖਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਿਕੋਣ ਮਿਤੀ ਸੰਬੰਧ $\sin A \sin B = ½(\cos(A - B) - \cos(A + B))$, ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ 15.4 ਦੇ $c_m(t)$ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰਾਂ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$c_m(t) = A_c \sin\omega_c t + \frac{\mu A_c}{2}\cos(\omega_c - \omega_m)t - \frac{\mu A_c}{2}\cos(\omega_c + \omega_m)t \qquad (15.5)$$

ਇਥੇ $(\omega_c - \omega_m)$ ਅਤੇ $(\omega_c + \omega_m)$ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਲੋਅਰ ਸਾਈਡ (lower side) ਅਤੇ ਅਪਰ ਸਾਈਡ (upper side) ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਹੁਣ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ω_c ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਨਾਲ ਦੋ ਸਾਈਨ ਤਰੰਗਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਥੋੜੀਆਂ ਵੱਖਰੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ (Side Band) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 15.9 ਵਿਚ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਦਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ (ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ) ਕਾਫੀ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਰਖੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂਕਿ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ ਨਾ ਹੋਣ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਟੇਸ਼ਨ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿਚ ਬਿਨਾਂ ਰੁਕਾਵਟ ਪਹੁੰਚਾਏ ਓਪਰੇਟ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 15.9 ਕਿਸੇ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ ω ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ।

ਉਦਾਹਰਨ 15.2 10kHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ 10V ਸ਼ਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਸੇ 1MHz ਅਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ 20 V ਸ਼ਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੀ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਮਾਡੂਲੇਟ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ (a) ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ ਅਤੇ (b) ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ ਪਤਾ ਕਰੋ

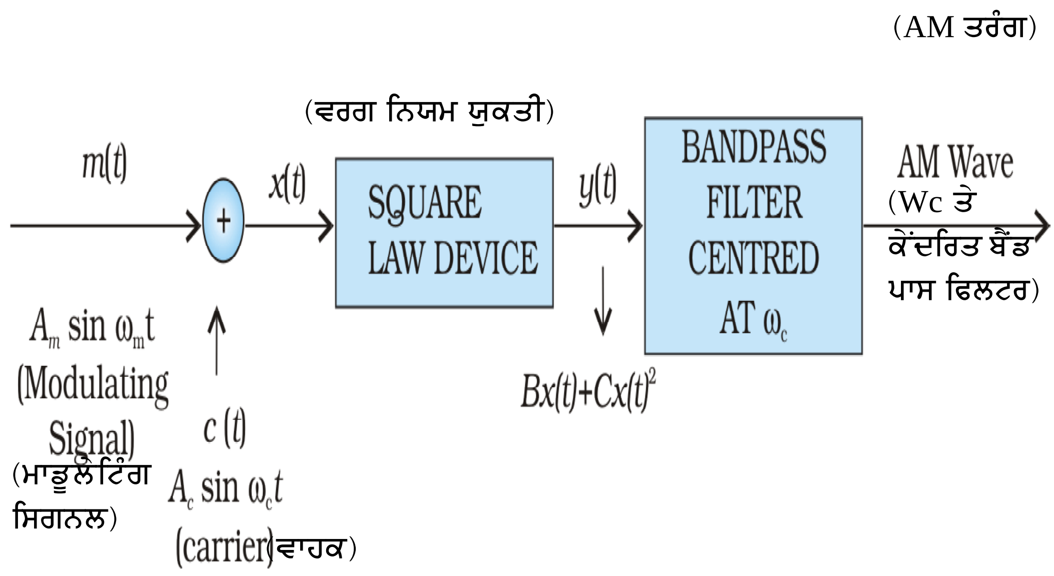
ਹੱਲ:

(a) ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ = =10/20 = 0.5

(b)ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ ((1000+10) kHz =1010 kHz) ਅਤੇ (1000 –10) kHz = 990 kHz ਤੇ ਹਨ।

15.9 ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ (Production of Amplitude Modulated Wave)

ਅਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਕਈ ਢੰਗ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 15.10 ਵਿਚ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਇਸਦੀ ਇਕ ਸਰਲ ਸੰਕਲਪਨਾ ਵਿਧੀ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਜਿਥੇ ਸਿਗਨਲ x(t) ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ î Åà ñ ¶à × Çà× éñ $A_m \sin\omega_m t$ ਨੂੰ ਵਾਹਕ ਸਿਗਨਲ $A_m \sin\omega_m t$ ਵਿੱਚ ਮਿਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਗਨਲ $x(t)=A_m \sin w_m t + A_c \sin w_c t$ ਨੂੰ ਫਿਰ ਵਰਗ ਨਿਯਮ ਯੁਕਤੀ, ਜੋ ਕਿ ਇਕ ਅਰੇਖੀ ਯੁਕਤੀ ਹੈ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੈਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.10 AM ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸਰਲ ਮਾਡੂਲੇਟਰ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ

$$y(t) = B\,x(t) + Cx^2(t) \qquad (15.6)$$

ਜਿਥੇ B ਅਤੇ C ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਅੰਕ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$y(t) = BA_m \sin \omega_m t + BA_c \sin \omega_c t$$

$$+C\left[A_m^2 \sin^2 \omega_m t + A_c^2 \sin^2 \omega_c t + 2A_m A_c \sin \omega_m t \sin \omega_c t\right] \qquad (15.7)$$

$$= BA_m \sin \omega_m t + BA_c \sin \omega_c t$$

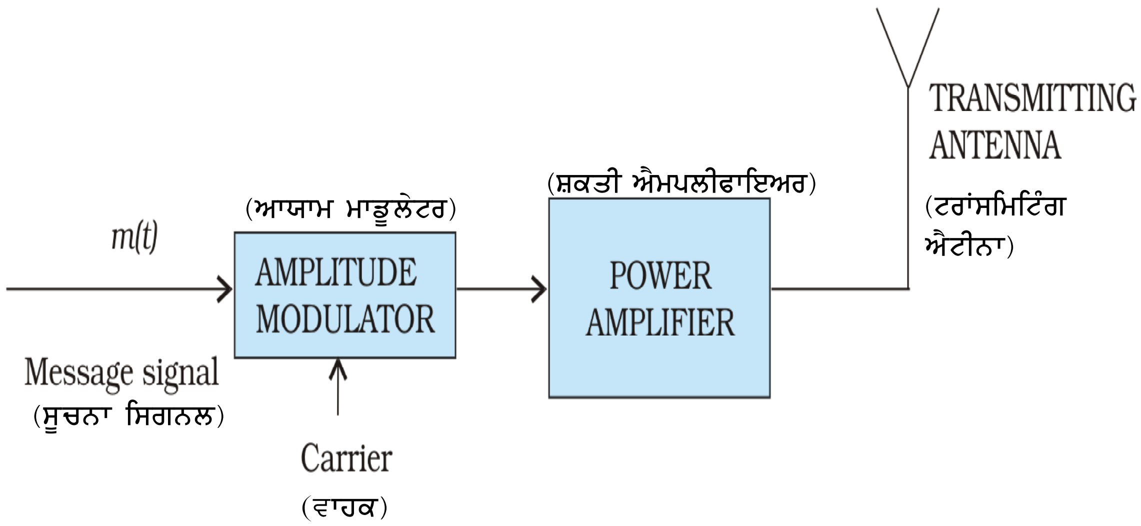
$$+\frac{CA_m^2}{2} + \frac{CA_c^2}{2} - \frac{CA_m^2}{2}\cos 2\omega_m t - \frac{CA_c^2}{2}\cos 2\omega_c t$$

$$+ CA_m A_c \cos(\omega_c - \omega_m)t - CA_m A_c \cos(\omega_c + \omega_m)t \qquad (15.8)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਥੇ ਤਿਕੋਣਮਿਤੀ ਸੰਬੰਧਾਂ $\sin 2A = (1 - \cos 2A)/2$ ਅਤੇ $\sin A \sin B$ ਦੇ ਲਈ ਸੰਬੰਧ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਹਿਲਾਂ ਵੀ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ, ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (15.8) ਇਕ dc ਪਦ $C/2 \left(A_m^2 + A_c^2\right)$ ਅਤੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ω_m, $2\omega_m$, ω_c, $2\omega_c$, $\omega_c - \omega_m$, $\omega_c + \omega_m$ ਦੇ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰੀ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿਤਰ 15.10 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ dc ਘਟਕ ਅਤੇ ਅਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ω_m, $2\omega_m$ ਅਤੇ $2\omega_c$ ਦੇ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰੀ ਹਿਸਿਆਂ ਤੋਂ* ਛੁਟਕਾਰਾ ਦੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ω_c, $\omega_c - \omega_m$, $\omega_c + \omega_m$. ਅਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਰੱਖ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਸਮੀਕਰਨ (15.5) ਦੇ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ AM ਤਰੰਗ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਥੇ ਇਹ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਠੀਕ ਹੈ ਕਿ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ।ਮਾਡੂਲੇਟਰ ਤੋਂ ਬਾਦ ਇਕ ਸ਼ਕਤੀ ਐਮਪਲੀਫਾਇਰ ਲਗਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੋ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਸਾਇਜ਼ ਦੇ ਐਂਟੀਨਾ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਚਿੱਤਰ 15.11 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਵਿਕਿਰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.11 ਟਰਾਂਸਮਿਟਰ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ

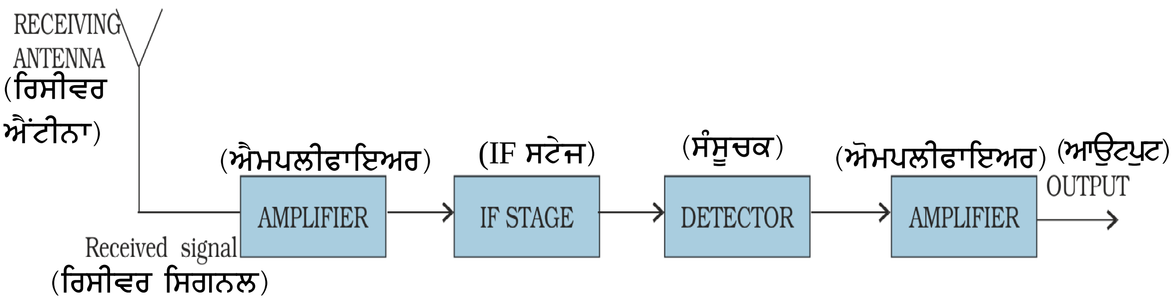
15.10 ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਤਰੰਗ ਦਾ ਸੰਸੂਚਨ (Detection of Amplitude Modulated Wave)

ਚੈਨਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਦੌਰਾਨ ਸੰਦੇਸ਼ ਖੀਣ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਤੋਂ ਬਾਦ ਕਿਸੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਸੰਸੂਚਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਪ੍ਰੋਸੈਸਿੰਗ ਨੂੰ ਹੋਰ ਸੁਖਾਲਾ ਬਣਾਉਣ ਲਈ,ਵਾਹਕ ਅਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਘਟ ਅਵ੍ਰਿਤੀ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਮੱਧ ਅਵ੍ਰਿਤੀ (intermediate frequency (IF))

---

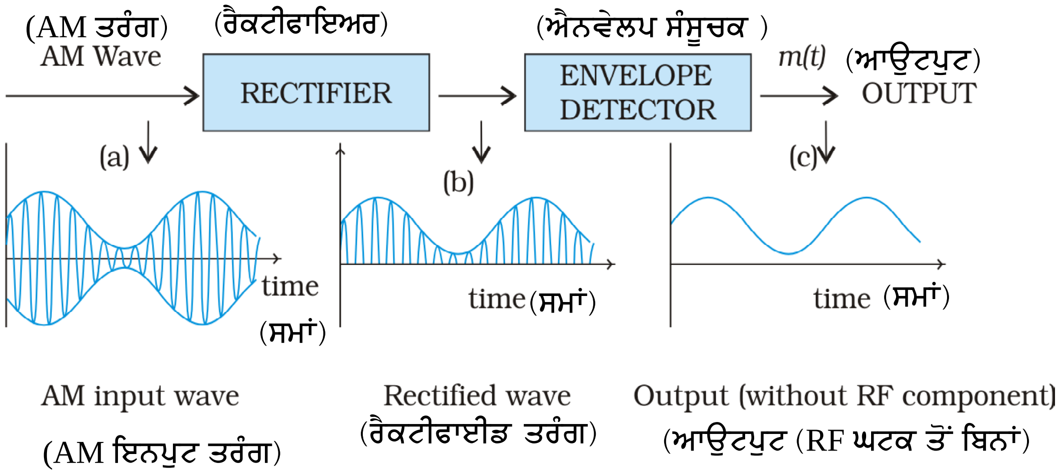
* ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਨਿਉਨ ਅਤੇ ਉਚ ਅਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੋ ਛੁਟਕਾਰਾ ਦੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆ ਦੇ ਇਕ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਹੀ ਲੰਘਣ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਅਵਸਥਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਕੇ ਹੀ ਸੰਸੂਚਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਸੂਚਿਤ ਸਿਗਨਲ ਇਨਾਂ ਪ੍ਰਬਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿ ਉਸਦੀ ਵਰਤੋ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ । ਇਸ ਲਈ ਉਸ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 15.12 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਰਿਸੀਵਰ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.12 ਰਿਸੀਵਰ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ

ਸੰਸੂਚਨ (detection)ਉਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਤੋ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਵਿਚ ω_m ਅਤੇ $\omega_c \pm \omega_m$ ਅਵ੍ਰਿਤੀਆ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ । ਇਸ ਨਾਲ ω_m ਵਾਲੇ ਕੋਈ ਮੂਲ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ m(t) ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੀ ਇੱਕ ਸਰਲ ਵਿਧੀ ਚਿੱਤਰ 15.13 ਵਿਚ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.13 AM ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਸੰਸੂਚਕ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ Y- ਧੁਰੇ ਦੇ ਲਈ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਜਾ ਕਰੰਟ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਮਾਡੂਲੇਟਰ ਸਿਗਨਲ , ਜਿਸਦਾ ਰੂਪ ਚਿੱਤਰ 15.13.(a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋ (b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਸਿਗਨਲ (b) ਦਾ ਇਹ ਐਨਵੇਲਪ ਹੀ ਮੂਲ ਸਿਗਨਲ ਹੈ। ਸਿਗਨਲ m(t) ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ (b ਨੂੰ ਐਨਵੇਲਪ ਸੰਸੂਚਕ (ਜੋ ਇੱਕ ਸਰਲ RC ਸਰਕਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਵਿਚੋ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪਾਠ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਮੂਲ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ । ਇਸ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਐਨਾਲੋਗ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ-ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (AM) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਹੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ। ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੀਆਂ ਹੋਰ ਕਿਸਮਾਂ ਅਤੇ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਵੀ ਆਧੁਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਰੋਜਾਨਾ ਹੋਰ ਉਤਸਾਹਜਨਕ ਵਿਕਾਸ ਕਾਰਜ ਹੋ ਰਹੇ ਹਨ । ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਮੂਲ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਪਾਠ ਨੂੰ ਸਮਾਪਤ ਕਰਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਆਧੁਨਿਕ ਸਮੇਂ ਦੀਆ ਕੁੱਝ ਉਹਨਾਂ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀ ਝਲਕ ਦਿਖਾਉਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਸਾਡੇ ਦੈਨਿਕ ਜੀਵਨ ਵਿਚ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦੇ ਅਦਾਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਦੇ ਢੰਗ ਵਿਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ।

ਹੋਰ ਜਾਣਕਾਰੀ (additional information)

ਇੰਟਰਨੇਟ(internet)

ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਸਾਰੇ ਸੰਸਾਰ ਵਿਚ ਕਰੋੜਾਂ ਉਪਭੋਗਤਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ। ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਤਹਿਤ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਅਤੇ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਨੇਟਵਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਹਰ ਤਰ੍ਹਾ ਦੀਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦਾ ਆਦਾਨ-ਪ੍ਰਦਾਨ ਅਤੇ ਸੰਚਾਰ ਦਾ ਮੌਕਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ 1960 ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਇਆ ਅਤੇ ਆਮ ਲੋਕਾਂ ਲਈ 1990 ਵਿਚ ਉਪਲਵਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ । ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਉਸ ਵਿਚ ਵਿਸਫੋਟਕ ਵਾਧਾ ਹੋਇਆ ਹੈ ਜੋ ਆਪਣੀ ਪਹੁੰਚ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਵਿਸਤਾਰ ਕਰ ਰਹੀ ਹੈ । ਇਸਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹਨ:

I.**ਈ -ਮੇਲ(email)** - ਇਹ ਈ-ਮੇਲ ਸਾਫਟਵੇਅਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪਾਠ ਸਮੱਗਰੀ /ਗ੍ਰਾਫੀਕ ਸਮੱਗਰੀ ਦੀ ਅਦਲਾ ਬਦਲੀ ਦੀ ਸਹੂਲਤ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਅਸੀ ਕੋਈ ਪੱਤਰ ਲਿਖ ਕੇ ਉਸ ਨੂੰ ISP (ਇੰਟਰਨੇਟ ਸੇਵਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲਾ) ਦੁਆਰਾ ਪੱਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਦੇ ਕੋਲ ਭੇਜ ਸਕਦੇ ਹਾਂ । ਜਿਥੇ ISPs ਡਾਕਘਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪੱਤਰ ਭੇਜਣ ਅਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

2.ਫਾਇਲ -ਟਰਾਂਸਫਰ (file transfer)- ਫਾਇਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਪ੍ਰੋਗਰਾਮ (FTP) ਇੰਟਰਨੇਟ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਇਕ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਨੂੰ ਫਾਇਲ/ਸਾਫਟਵੇਅਰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਤ ਕਰਨ ਦਾ ਮੌਕਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

3.ਵਰਲਡ ਵਾਈਡ ਵੈਬ (world wide web (www)) : ਅਜਿਹੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਜੋ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਵੰਡਣ ਲਈ ਆਪਣੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸੂਚਨਾ ਇੱਕਠੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਤਾਂ ਖੁਦ ਹੀ ਜਾਂ ਵੇਬ ਸੇਵਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਕੋਈ ਵੇਬਸਾਈਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਰਕਾਰੀ ਵਿਭਾਗ, ਕੰਪਨੀਆ, ਗੈਰ ਸਰਕਾਰੀ ਸੰਗਠਨ (NGO) ਅਤੇ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਵੀ ਆਪਣੇ ਕੀਤੇ ਕਾਰਜ਼ਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਸੀਮਿਤ ਜਾਂ ਮੁਕਤ ਉਪਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੀ ਸੂਚਨਾ ਇਸ ਵਿਚ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਜਾਣਕਾਰੀ ਇਸ ਦੇ ਉਪਭੋਕਤਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੁਖਾਲਿਆਂ ਉਪਲਵਧ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸਰਚ ਇੰਜਨ ਜਿਵੇਂ ਯਾਹੂ, ਗੂਗਲ ਆਦਿ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵੇਬਸਾਈਟਾਂ ਦੀ ਸੂਚੀ ਬਣਾਕੇ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਾਡੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਵੇਬ ਦਾ ਇਹ ਹੋਰ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਲਛਣ ਹਾਇਪਰ ਟੈਕਸਟ (hyper text) ਹੈ ਜੋ ਆਪਣੇ ਆਪ ਹੀ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਸੰਗਿਕ ਜਾਣਕਾਰੀ ਦੇਣ ਲਈ ਜੋੜ (link)HTML (ਹਾਇਪਰ ਟੈਕਸਟ ਮਾਰਕਅਪ ਲੈਂਗੁਏਜ) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਵੇਬ ਦੇ ਇੱਕ ਪੇਜ਼ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਪੇਜ਼ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

4.ਈ - ਕਾਮਰਸ (e-commerce)- ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਾਧਨਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕ੍ਰੇਡਿਟ ਕਾਰਡ ਦੀ ਵਰਤੋ ਕਰਕੇ ਇੰਟਰਨੇਟ ਦੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਦੁਆਰਾ ਵਪਾਰ ਨੂੰ ਵਧਾਵਾ ਦੇਣਾ , ਈ ਕਮਰਸ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਗ੍ਰਾਹਕ ਵੱਖ ਵੱਖ ਉਤਪਾਦਾਂ ਅਤੇ ਸੇਵਾਵਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖ ਕੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕੰਪਨੀਆ ਦੀ ਵੇਬਸਾਈਟ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਉਤਪਾਦਾਂ ਅਤੇ ਸੇਵਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਘਰ ਜਾਂ ਆਫਿਸ ਤੋਂ ਵਸਤੂਆ ਦੀ ਆਨ ਲਾਈਨ ਖਰੀਦਾਰੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕੰਪਨੀਆਂ ਵਸਤੂਆ ਜਾਂ ਆਪਣੀਆ ਸੇਵਾਵਾਂ ਡਾਕ ਦੁਆਰਾ ਜਾ ਕੁਰੀਅਰ ਸੇਵਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

5.ਗਪਸ਼ਪ (chat) -ਇਕਸਮਾਨ ਰੁਚੀ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਟਾਈਪ ਕੀਤੇ ਹੋਏ ਸੰਦੇਸ਼ਾਂ ਦੁਆਰਾ ਗਲਬਾਤ ਜਾਂ ਗਪਸ਼ਪ ਨੂੰ ਚੈਟ ਕਰਨਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਚੈਟ ਗਰੁਪ ਵਿਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੋਈ ਵੀ ਵਿਅਕਤੀ ਤਤਕਾਲ ਹੀ ਸੰਦੇਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਕੇ ਤੁਰੰਤ ਹੀ ਉਤਰ ਦੇ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਅਨੁਲਿਪੀ (FACSIMILE(FAX))

ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਿਗਨਲ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਮਾਣ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇ ਵਸਤੂ (ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਵਿਸ਼ੇ ਵਸਤੂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਹੀਂ) ਨੂੰ ਸਕੈਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਿਗਨਲ ਫਿਰ ਉਸਦੀ ਮੰਜ਼ਿਲ (ਦੂਸਰੀ FAX ਮਸ਼ੀਨ)ਤੱਕ ਆਮ ਢੰਗ ਨਾਲ ਟੈਲੀਫੋਨ ਦੀ ਲਾਇਨ ਦੁਆਰਾ ਭੇਜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।ਮੰਜ਼ਿਲ ਤੇ ਪੁਜਨ ਤੋਂ ਬਾਦ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ FAX ਮਸ਼ੀਨ ਮੂਲ ਲਿਖਤ ਪ੍ਰਮਾਣਾ ਦੀ ਨਕਲ ਵਿਚ ਮੁੜ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ FAX ਮਸ਼ੀਨ , ਕਿਸੇ ਸਥੀਰ ਲਿਖਤ ਪ੍ਰਮਾਣ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਵ੍ਸਤੂਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਦਾਨ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੀ ।

ਮੋਬਾਇਲ ਟੇਲੀਫੋਨੀ (mobile telephony)

ਮੋਬਾਇਲ ਟੇਲੀਫੋਨੀ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਸਬ ਤੋ ਪਹਿਲਾਂ 1970 ਦੇ ਦਹਾਕੇ ਵਿਚ ਵਿਕਿਸਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਅਤੇ ਅਗਲੇ ਦਸ਼ਕ ਵਿਚ ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਾਗੂ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ।ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਕੇਂਦਰੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਮੁਚੇ ਸੇਵਾ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਢੁਕਵੀਂ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਖਾਨਿਆਂ ਵਿਚ ਵੰਡਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਖਾਨੇ ਕਿਸੇ ਦਫਤਰ ਜਿਸਨੂੰ *ਮੋਬਾਇਲ ਟੈਲੀਫੋਨ ਸਵਿਚਿੰਗ ਆਫਿਸ (MTSO)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤੇ ਕੇਦਰਿਤ ਰੱਖਦੇ ਹਨ ।ਹਰੇਕ ਖਾਨੇ ਕੋਲ ਇੱਕ ਘਟ ਸ਼ਕਤੀ ਵਾਲਾ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ *ਬੇਸ ਸਟੇਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ* ਅਤੇ ਇਹ ਮੋਬਾਇਲ ਰਿਸੀਵਰਾਂ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਬੋਲਚਾਲ ਵਿਚ ਸੈਲ ਫੋਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਸੇਵਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਖਾਨੇ ਦੇ ਕੋਲ ਕੁਝ ਵਰਗ ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋ ਵੀ ਘਟ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਪਭੋਕਤਾਵਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਮੋਬਾਇਲ ਰਿਸੀਵਰ ਕਿਸੇ ਇਕ ਬੇਸ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਉਸ ਮੋਬਾਇਲ ਉਪਭੋਕਤਾ ਨੂੰ ਉਸ ਬੇਸ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ। ਇਸ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਨੂੰ *ਹੈਂਡ ਓਵਰ (Handover) ਜਾਂ ਹੈਂਡ ਆਫ (handoff)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਚਲਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਪਭੋਗਤਾ ਇਸ ਤੇ ਧਿਆਨ ਵੀ ਨਹੀ ਦੇ ਪਾਉਂਦਾ। ਮੋਬਾਇਲ ਟੈਲੀਫੋਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਰਕੇ UHF ਰੇਂਜ਼ (800-950 MHz ਲਗਭਗ) ਵਿਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਸਾਰ (Summary)

1. ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਤੋਂ ਭਾਵ ਸੂਚਨਾ ਜਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ (ਜੋ ਬਿਜਲੀ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਭਰੋਸੇਯੋਗ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ।

2. ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀਆਂ ਤਿੰਨ ਮੂਲ ਇਕਾਈਆਂ ਹਨ- ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ, ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਚੈਨਲ ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਰ ਆਦਿ।

3. ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਦੋ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਰ ਐਨਾਲੋਗ ਅਤੇ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਹਨ। ਐਨਾਲੋਗ ਅਤੇ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਹਨ। ਐਟਾਲੋਗ ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਸੂਚਨਾ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਗਾਤਾਰ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਜਾਂ ਕੁਆਂਟਾਈਜ਼ਡ (discrete or quantized) ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

4. ਹਰੇਕ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਇੱਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਦਾ ਤਤਪਰ ਉਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਸ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਵਿੱਚ ਸਮਾਈ ਸੂਚਨਾ ਦੇ ਤਸਲੀਬਖਸ਼ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਵੀ ਵਿਵਹਾਰਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸਿਰਫ ਕਿਸੇ ਰੇਂਜ ਨੂੰ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਹੋਣ ਦਾ ਮੌਕਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਉਸ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

5. ਘਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਉਸ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਜਿਸ ਨੂੰ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਵਾਹਕ ਸਿਗਨਲ ਤੇ ਸੁਪਰਇੰਪੋਜ਼ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

6. ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਵਾਹਕ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਕੁਝ ਲਛਣ ਜਿਵੇਂ ਆਯਾਮ, ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਜਾਂ ਕਲਾ, ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਜਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (AM), ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (FM), ਜਾਂ ਕਲਾ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PM) ਤਰੰਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

7. ਪਲਸ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ : ਪਲਸ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PAM), ਪਲਸ ਅਵਧੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PDM) ਜਾਂ ਪਲਸ ਚੌੜਾਈ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PWM) ਅਤੇ ਪਲਸ ਸਥਿਤੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PPM)

8. ਲੰਬੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਤਕ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਲਈ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਕਿਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਐਂਟੀਨਾਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਕਿਰਿਤ ਸਿਗਨਲ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਦੇ ਢੰਗ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਤਹੀ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਕੁਝ MHz ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੱਕ ਹੀ ਉਪਯੋਗੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

9. ਧਰਤੀ ਦੇ ਕੋਈ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਵਿੱਚ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਦਾ ਸੰਚਾਰ ਆਇਨਮੰਡਲ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ (sky wave) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਲਗਭਗ 30MHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੌਰ ਤੇ ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਾਈਨ- ਆਫ -ਸਾਈਟ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

10. ਜੇ ਕੋਈ ਐਂਟੀਨਾ h_T ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾ ਵਿਕਿਰਿਤ (radiate) ਕਰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਰੇਂਜ d_T ਨੂੰ $\sqrt{2Rh_T}$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ R ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ।

11. ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸਿਗਨਲ ਵਿੱਚ $(\omega_c - \omega_m)$, ω_c ਅਤੇ $(\omega_c + \omega_m)$. ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

12. ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਅਤੇ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਆਰੇਖੀ ਯੁਕਤੀ ਤੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਉਸ ਨੂੰ ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਤੋਂ ਲੰਘਾ ਕੇ, ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

13. AM ਸੰਸੂਚਨ (detection) ਕਿਸੇ AM ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਾਡੁਲੇਟਿੰਗ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਦੀ ਉਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਸੰਚਾਲਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਐਨਵੇਲਪ ਸੰਸੂਚਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (Points to Ponder)

1. ਸੰਦੇਸ਼/ਸੂਚਨਾ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਨਾਲ ਨਾਇਸ (Noise) ਜੁੜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਨਾਇਸ ਦੇ ਕੁਝ ਸ੍ਰੋਤ ਦਸ ਸਕਦੇ ਹੋ ?

2. ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਨਵੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸੇ (ਵਾਹਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਤੇ ਘਟ) ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੀ (a) ਸਿਰਫ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡਾਂ, (b) ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਕੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਸੰਭਵ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ?

3. ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ $\mu \leq 1$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ $\mu > 1$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਅਭਿਆਸ (Exercise)

15.1. ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੁਆਰਾ ਖਿਤਜ ਦੇ ਪਾਰ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਢੁਕਵੀਂ ਰਹੇਗੀ ?

(**a**) 10 kHz

(b) 10 MHz

(**c**) 1GHz

(**d**) 1000 GHz

15.2 UHF ਰੇਂਜ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਅਕਸਰ ਕਿਸ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(**a**) ਭੂਮੀ ਤਰੰਗਾਂ

(**b**) ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ

(**c**) ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ

(**d**) ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ

15.3. ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ :

(**i**) ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਨਿਰੰਤਰ ਸਮੂਹ ਪ੍ਰਦਾਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ।

(**ii**) ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਚਰਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

(**iii**) ਦੋ ਆਧਾਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(**iv**) ਦਸ਼ਮਲਵ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਦੋ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਵੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਉਪਰੋਕਤ ਕਥਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਹੜਾ ਸੱਚ ਹੈ ?

(**a**) ਸਿਰਫ (i) ਅਤੇ (ii)

(**b**) ਸਿਰਫ (ii) ਅਤੇ (iii)

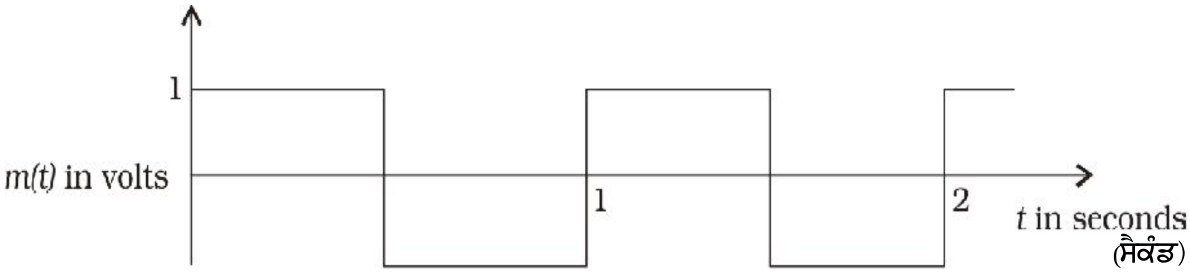
(**c**) (i), (ii), ਅਤੇ (iii) ਪਰ (iv) ਨਹੀਂ

(**d**) (i), (ii), ਅਤੇ (iv) ਆਦਿ

15.4. ਲਾਈਨ ਆਫ ਸਾਈਟ ਦੇ ਲਈ ਕੀ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ ? ਕੋਈ TV ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਐਂਟੀਨਾ 81/m ਉਚਾ ਹੈ। ਜੇ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਭੂਮੀ ਪੱਧਰ ਤੇ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿੰਨੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸੇਵਾਵਾਂ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰੇਗਾ ?

15.5. 12v ਸਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀਆਂ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਸੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ 75% ਦੇ ਲਈ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਸਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ ਕਿੰਨੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ?

15.6. ਚਿੱਤਰ 15.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਵਰਗ ਤਰੰਗ ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 15.14

ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ $c(t) = 2\sin(8\pi t)$

(i) ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਆਲੇਖਿਤ ਕਰੋ।
(ii) ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ?

15.7. ਕਿਸੇ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਤਰੰਗ ਦਾ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਆਯਾਮ 10v ਅਤੇ ਘਟ ਆਯਾਮ 2v ਹੈ ? ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕਅੰਕ μ. ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੋ। ਜੇ ਘਟ ਤੋਂ ਘਟ ਆਯਾਮ ਜ਼ੀਰੋਂ ਵੋਲਟ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕਅੰਕ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

15.8. ਆਰਥਿਕ ਕਾਰਨਾਂ ਨਾਲ ਕਿਸੇ AM ਤਰੰਗ ਦਾ ਸਿਰਫ ਉਪਰਲੇ ਪਾਸੇ ਦਾ ਬੈਂਡ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸਹੂਲਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਜੇ ਕੋਈ ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਉਪਲਬਧ ਹੋਵੇ ਜੋ ਦੋ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਗੁਣਾ ਕਰ ਸਕੇ, ਤਾਂ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਸੰਭਵ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਉੱਤਰ

15.1 (b) 10kHz ਦਾ ਵਿਕਿਰਨ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ (ਐਂਟੀਨਾ ਸਾਈਜ਼), 1 GHz ਅਤੇ 1000 GHz ਪਾਰ ਚਲੇ ਜਾਣਗੇ ।

15.2 ਸਾਰਨੀ 15.2 ਦੇਖੋ ।

15.3 ਦਸ਼ਮਲਵ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਲਗਾਤਾਰ ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਸਮੂਹ ਹੈ ।

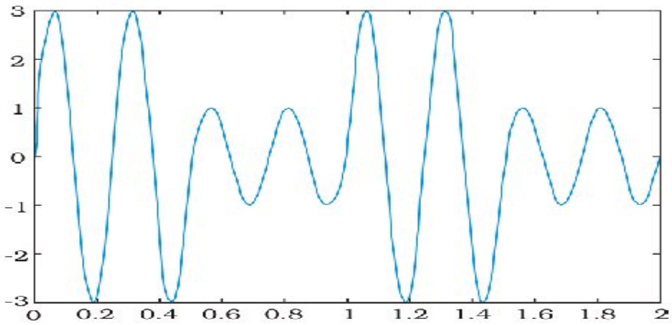
15.4 ਨਹੀ, ਜਿਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਸੇਵਾਵਾਂ ਪੁਜਣਗੀਆਂ ਉਸਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਹੈ $A = pd^2_T = \frac{22}{7} \times 162 \times 6.4x10^6$

$= 3258 km^2$

15.5 $\mu = 0.75 = \frac{Am}{Ac}$

$Am = 0.75 \times 12 = 9V$

15.6



(a) $\mu = 0.5$

15.7 ਕਿਉਂਕਿ AM ਤਰੰਗ $(A_c + A_m \sin \omega_m t) \cos \omega_c t$, ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਆਯਾਮ $M_1 = A_c + A_m$ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਨਿਊਨਤਮ ਆਯਾਮ $M_2 = A_c - A_m$. ਹੋਵੇਗਾ । ਇਸ ਲਈ ਮਾਡੂਲਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ ਹੈ ।

$$m = \frac{A_m}{A_c} = \frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$$

ਜੇ $M_2 = 0$, ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੀ, $m = 1$, ਬੇਸ਼ਕ M_1ਦਾ ਮਾਨ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋਵੇ ।

15.8 ਸਰਲਤਾ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਰਿਸੀਵਡ ਸਿਗਨਲ $A_1 \cos (\omega_c + \omega_m) t$

ਵਾਹਕ ਸਿਗਨਲ $A_c \cos \omega_c t$ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਉਪਲਬਧ ਹੈ । ਦੋਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਗੁਣਾਂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$A_1 A_c \cos(\omega_c + \omega_m)t \cos \omega_c t$$

$$= \frac{A_1 A_c}{2}\left[\cos\left(2\omega_c + \omega_m\right)t + \cos \omega_m t\right]$$

ਜੇ ਇਸ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਲੌ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਤੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਮਾਡੂਲਿਤ ਸਿਗਨਲ $\frac{A_1 A_c}{2} \cos \omega_m t$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com