ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ

(ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ)

ਭਾਗ – II

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ
ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ

ਪਹਿਲਾ ਐਡੀਸ਼ਨ :................. 2017

ਕਾਪੀਆਂ 5,000

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 ਜਿਲਦ-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 ਜਾਅਲੀ ਨਕਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨਾਂ (ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ) ਦੀ ਛਪਾਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ, ਸਟਾਕ 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 :154.00 ਰੁਪਏ

ਸਕੱਤਰ, ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ, ਵਿੱਦਿਆ ਭਵਨ, ਫੇਜ਼-8, ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ- 160062 ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਮੈਸ. ਮਨੂਜਾ ਪ੍ਰਿੰਟਪੈਕ, ਜਲੰਧਰ ਦੁਆਰਾ ਛਾਪੀ ਗਈ।

10+2 ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ (ਫਿਜ਼ਿਕਸ) ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੀ PSEB ਦੀ ਸੋਧ ਕਮੇਟੀ

1. ਸ਼੍ਰੀ ਯੋਗੇਸ਼ ਕੁਮਾਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜ਼ਿਕਸ) ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸਕੂਲ, ਅਲਾਵਲਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)।
2. ਸ਼੍ਰੀ ਪਰਮਜੀਤ ਸਿੰਘ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸਕੂਲ, ਫਿਲੌਰ (ਜਲੰਧਰ)।
3. ਸ਼੍ਰੀ ਮਨਦੀਪ ਸਿੰਘ ਕਾਹਲੋਂ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸਕੂਲ, ਨਕੋਦਰ (ਜਲੰਧਰ)।
4. ਸ਼੍ਰੀ ਸੰਦੀਪ ਸਾਗਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਸ. ਸ. ਸ, ਆਦਮਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)।
5. ਸ੍ਰੀ ਸੰਜੀਵਨ ਸਿੰਘ ਡਢਵਾਲ, ਮੁੱਖ ਅਧਿਆਪਕ, ਸ. ਹ. ਸ. ਪਤਾਰਾ, ਜਲੰਧਰ।
6. ਸ਼੍ਰੀ ਉਦਯ ਠਾਕੁਰ।

ਵਿਸ਼ਾ ਸੂਚੀ

ਦੋ ਸ਼ਬਦ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮਾਂ ਨੂੰ ਸੋਧਣ ਅਤੇ ਤਿਆਰ ਕਰਨ ਦੇ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਨਿਰੰਤਰ 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 ਭੌਤਿਕ 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 ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ 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

- 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 ਮੁਜਫਰਨਗਰ
- ਐਸ.ਕੇ.ਦਾਸ.ਰੀਡਰ, ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ ਰਾਇ ਚੌਧਰੀ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, 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 ਨੌਂਵਰੋਸਜੀ ਵਾਡੀਆ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ ਪੁਣੇ।

ਮੈਂਬਰ ਸੰਜੋਜਕ (ਅੰਗ੍ਰੇਜੀ ਸੰਸਕਰਣ)

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

ਹਿੰਦੀ ਅਨੁਵਾਦਕ

- ਆਰ. ਐਸ, ਦਾਸ (ਰਿਟਾਇਰਡ) ਉੱਪ ਪ੍ਰਧਾਨਾਚਾਰਿਜ (Vice Principal) 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 ਸੰਜੋਜਕ :

- 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।

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 $c=2.99792458\times10^{8}\ ms^{-1}$ ਹੈ। ਕਈ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ $3\times10^{8}\ ms^{-1}$ 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 ਉਰਜਾ 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

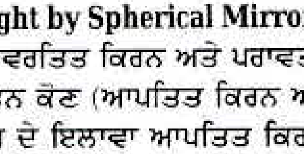
ਇਹ ਟੱਕਰ ਇਲਾਸਟਿਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਤ੍ਹਾ ਚਿੱਕਣੀ ਹੈ, ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕੋਈ ਬਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, ਸਿੱਟੇ ਵਜੋਂ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਵੀ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬਾਤਕਮ ਘਟਕ, ਭਾਵ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਲੰਬਾਤਮਕ ਘਟਕ ਹੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਤਰਕ ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਦਰਪਣਾਂ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



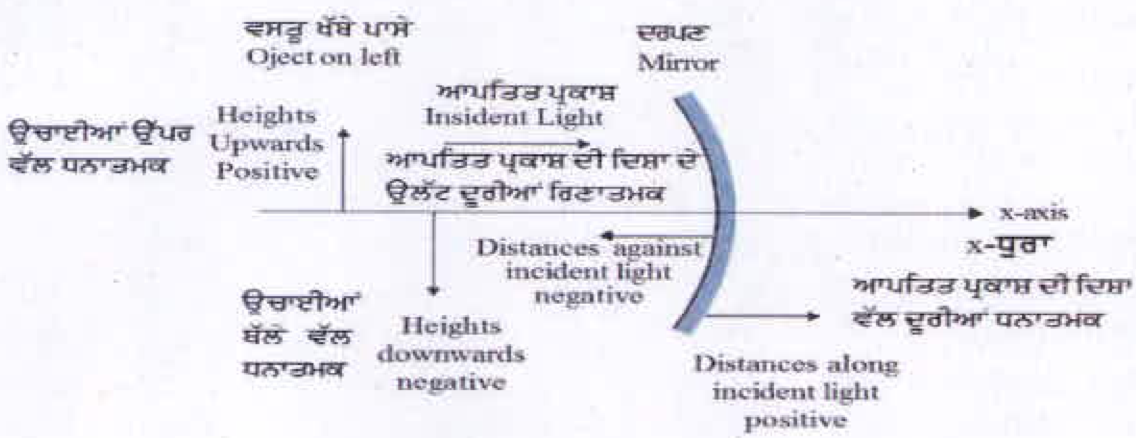
ਚਿੱਤਰ -9.1 ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇੱਕ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

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 ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ (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-ਧੁਰੇ 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।

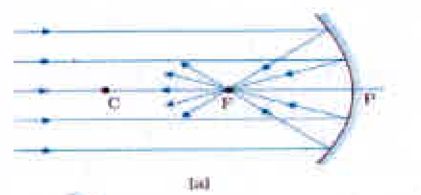


ਚਿੱਤਰ 9.2 ਕਾਰਟੀਜੀਅਨ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ

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।



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 ਧੁਰੇ ਉੱਤੇ ਲੰਬ ਹੈ ਤਾਂ ,

$$\angle MCP = \theta \text{ ਅਤੇ } \angle MFP = 2\theta$$

ਹੁਣ $\tan\theta = \frac{MD}{CD}$ ਅਤੇ

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

ਹੁਣ θ, ਦੇ ਛੋਟੇ ਮੁੱਲਾਂ ਲਈ ਜੋ ਉਪਧੁਰੱਈ ਕਿਰਨਾਂ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ ,

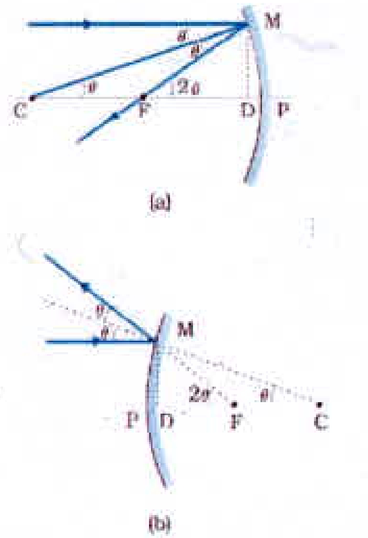
$$\tan\theta \approx \theta,\ \tan 2\theta \approx 2\theta.$$

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (9.1) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\frac{MD}{FD} = 2\frac{MD}{CD} \quad \text{ਜਾਂ} \quad FD = \frac{CD}{2} \qquad [9.2]$$

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।

$$f = R/2 \qquad [9.3]$$



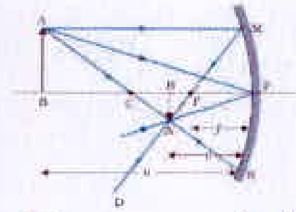
ਚਿੱਤਰ 9.4 (a) ਅਵਤਲ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਪਰਾਵਰਨ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ

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। ਉਪਧੁੱਰੀ ਕਿਰਨਾਂ ਲਈ MP ਨੂੰ ਸਰਲ ਰੇਖਾ CP ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

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

ਜਾਂ $$\frac{B'A'}{BA} = \frac{B'F}{FP} \quad (\because PM = BA) \qquad (9.4)$$

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

ਇਸ ਲਈ $$\frac{B'A'}{BA} = \frac{B'P}{BP} \qquad (9.5)$$

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

$$\frac{B'F}{FP} = \frac{B'F - FP}{FP} = \frac{B'P}{BP} \qquad (9.6)$$

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 $\frac{-v+f}{-f} = \frac{-v}{-u}$

$$\frac{v-f}{f} = \frac{v}{u} \quad \text{ਜਾਂ} \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (9.7)$$

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,

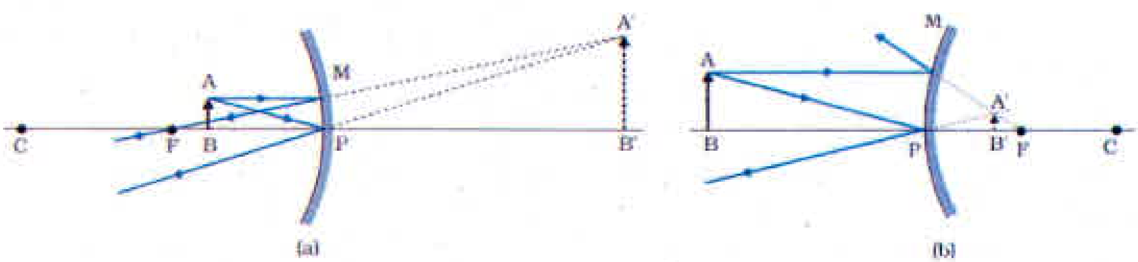
$$\frac{B'A'}{BA}=\frac{PB'}{PB}$$

ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਲਗਾਉਣ ਉਪਰੰਤ , ਇਹ ਬਣ ਜਾਵੇਗਾ

$$\frac{-h'}{h}=\frac{-v}{-u}$$

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

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।

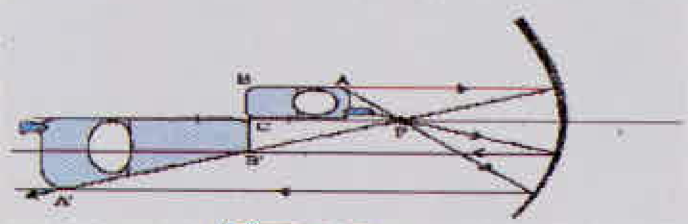


ਚਿੱਤਰ 9.6 (c) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਜਦੋਂਕਿ ਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ P ਅਤੇ F ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ।

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।

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{-10}=\frac{1}{-7.5}$$

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

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

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

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੱਡਾ, ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਉਲਟਾ ਹੈ।

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

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{-5}=\frac{1}{-7.5}$$

ਜਾਂ $$v=\frac{5\times 7.5}{(7.5-5)}=15 \text{ cm}$$

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

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

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 ਦੋੜ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿੰਨੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਦੋੜਦਾ 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

$$v = \frac{fu}{u - f}$$

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

$$u = -3\,9\text{m} \quad v = \frac{(-39)\times 1}{-39-1} = \frac{39}{40}\text{m}$$

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

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

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 :

$$\frac{1}{150}\text{m s}^{-1}, \frac{1}{60}\text{m s}^{-1} \text{ and } \frac{1}{10}\text{m s}^{-1}.$$

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 ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ 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।

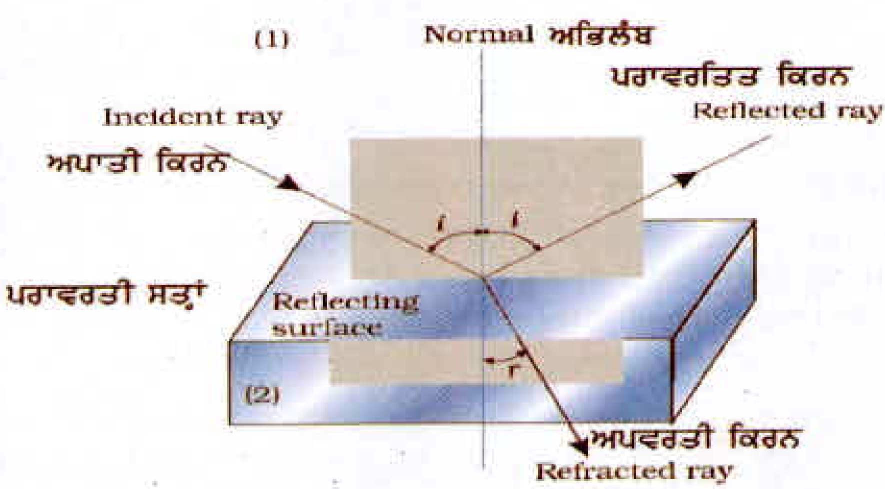
ii) ਕੋਈ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲ ਲਈ , ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਦੀ ਜੀਵਿਆ (sine) ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦੀ ਜੀਵਿਆ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਇੱਕ ਸਿਥਰਾਂਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

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

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

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।



ਚਿੱਤਰ 9.8 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ

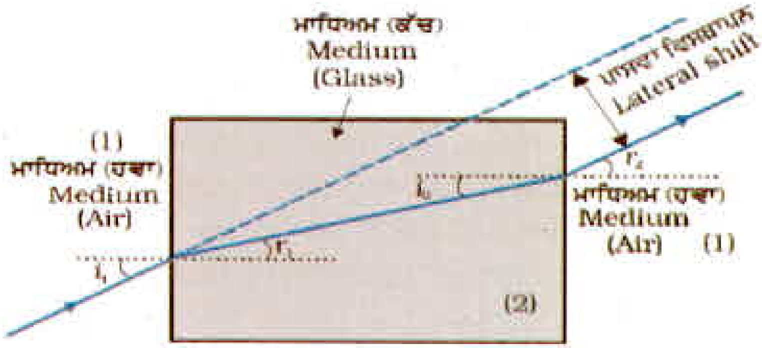
ਨੋਟ : ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿਚਕਾਰ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਭਵ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਵੇ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ) ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ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

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

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)

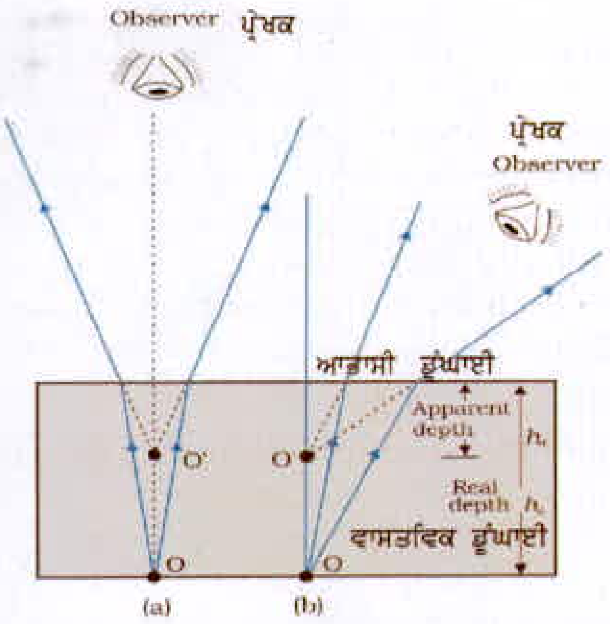


ਚਿੱਤਰ 9.9 ਸਮਾਂਤਰ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਸਲੈਬ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦਾ ਪਾਸਵਾਂ ਵਿਸਥਾਪਨ।

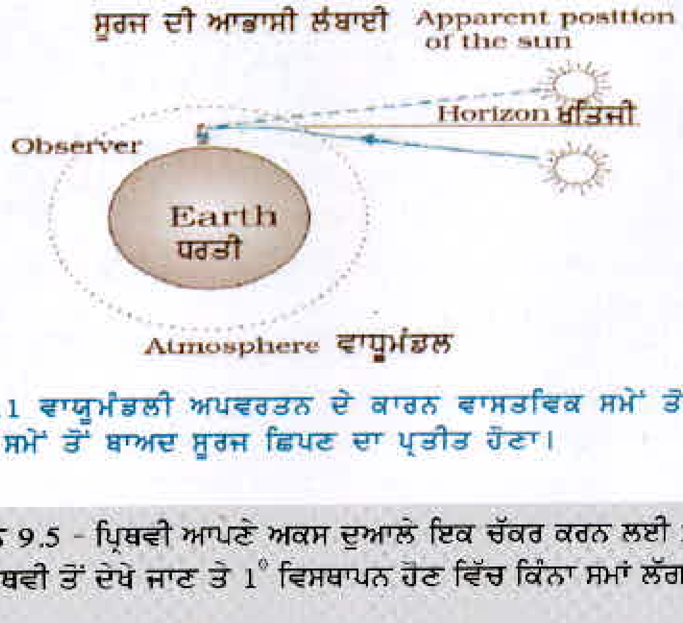
ਚਿੱਤਰ 9.9 ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ $r_2 = i_1$, ਭਾਵ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਅਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ- ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਿਚਲਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਬਲਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਆਪਸੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਦੂਸਰਾ ਆਮ ਪ੍ਰੇਖਣ ਇਹ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੇ ਕਿਸੇ ਤਲਾਬ ਦਾ ਤਲ ਉੱਪਰ ਉੱਠਿਆ ਪ੍ਰਤੀਤ 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।



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



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° ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ।

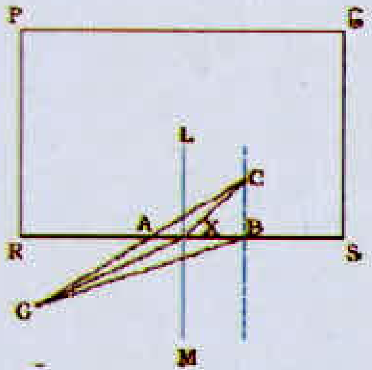
ਹੱਲ- 360° ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ =24h

1° 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

$$t = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2}$$

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

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

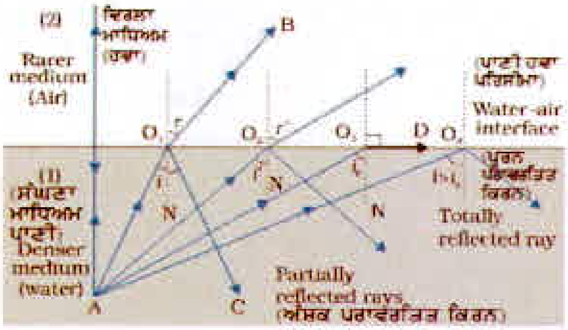
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ $\frac{v_1}{v_2}$, ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵੇਗ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ, ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n ਹੈ।

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_1B) ਹੁੰਦੀ ਹੈ , ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ (r) ਆਪਤਨ ਕੋਣ (i) ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ - ਜਿਵੇਂ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ , ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ , ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਕਿਰਨ AO_3 ਦੇ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦਾ ਮਾਨ (90°) 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 ਕੋਣ 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।



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।

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 ।

ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦਾ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੋਏਗਾ $n_{12} = 1/\sin_{i_c}$ । 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
ਕਰਾਊਨ 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।

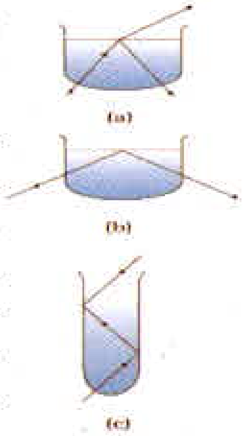
ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬੀਕਰ ਦੇ ਥੱਲਿਓ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੰਘਾਓ ਕਿ ਇਹ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਤਲ/ਸਤ੍ਹਾ ਨਾਲ ਟਕਰਾਵੇ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਅੰਸ਼ਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ (ਜੋ ਮੇਜ ਦੇ ਥੱਲੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ) ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਅਪਵਰਤਨ (ਜੋ ਹਵਾ ਚੋਂ ਨਿਕਲ ਕੇ ਛੱਤ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.130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

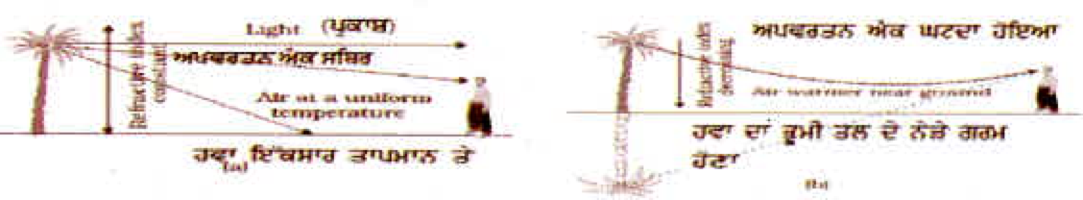
ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਵੀ ਸਿੱਧਾ ਨਾ ਵੇਖੋ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਇਸਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦੇ ਚਿਹਰੇ ਤੇ ਸੁੱਟੋ।

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



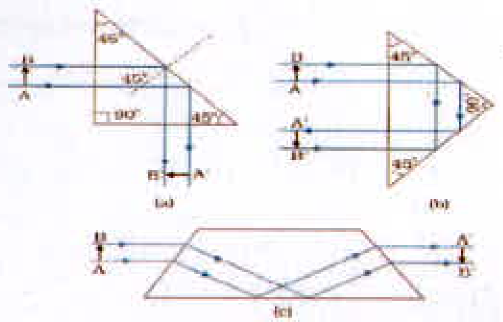
ਚਿੱਤਰ 9.13 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲੇਜਰ ਪੁੰਜ ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇਖਣਾ (ਕੱਚ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ਹੋਣ ਕਰਕੇ ਨਾ ਗਿਣਨਾ

(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 ਆਉਂਦਾ 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 9.14 (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° ਅਤੇ 180° ਤੇ ਜੋੜਨ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤਾ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ 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} ਤੋਂ 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 ਕਲੈਡਿੰਗ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

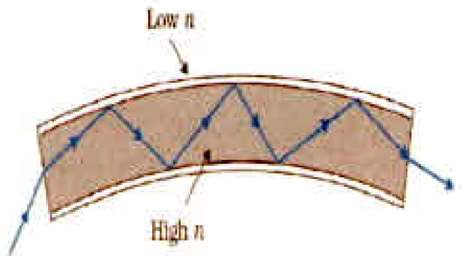
ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸੰਕੇਤ ਉਚਿਤ ਕੋਣ ਤੇ ਤੰਤੂ ਦੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੇ ਦਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਉਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਨਾਲ-2 ਵਾਰ-ਵਾਰ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ।(ਚਿੱਤਰ 9.16) । ਕਿਉਂਕਿ ਹਰੇਕ ਪੜਾਅ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਕੇਤ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ 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 ਸੌਖੇ 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 ਆਂਧਰਾਂ 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 O 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 ਨਿਕਟੀਕਰਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ NM ਨੂੰ N ਤੋਂ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਲੰਬ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਲਵਾਂਗੇ।

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

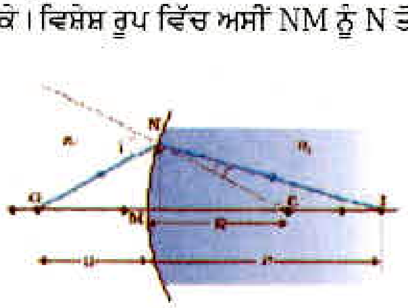
$$\tan \angle NCM = \frac{MN}{MC}$$

ਹੁਣ $\tan \angle NCM = \dfrac{MN}{MC}$

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 ਫਿਲਾਮੈਂਟ 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 (cd) 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 ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੈਂਡੇਲਾ ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਘਣ ਕੋਣ 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 ($\mathrm{lm/m^2}$ 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 *ਲੁਮੀਨੈਂਸ* (L) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਾਤਰਕ $\mathrm{cd/m^2}$ ਹੈ। (ਜਿਸਨੂੰ ਉਦਯੋਗ ਵਿੱਚ nit ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।) ਕਿਸੇ ਚੰਗੇ LCD ਕੰਪਿਊਟਰ ਮੋਨੀਟਰ ਦੀ ਚਮਕ ਲਗਭਗ 250 nits ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$i = MN/MO + MN/MC \tag{9.13}$$

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

ਭਾਵ $$r = MN/MC - MN/MI \tag{9.14}$$

ਹੁਣ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

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

$$\frac{n_1}{OM} + \frac{n_2}{MI} = \frac{n_2 - n_1}{MC} \tag{9.15}$$

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

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R} \tag{9.16}$$

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 :

$$\left[\frac{n_1}{OB} + \frac{n_2}{BI_1} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1}\right] \tag{9.17}$$

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

$$\left[\frac{n_2}{DI_1} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_2 - n_1}{DC_2}\right] \tag{9.18}$$

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 ।

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_1}{DI} = (n_2 - n_1)\left(\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{DC_2}\right) \tag{9.19}$$

ਮੰਨ ਲਓ ਵਸਤੂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਹੈ ਮਤਲਬ $OB \rightarrow \infty$ ਅਤੇ $DI = f$ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ 9.19 ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

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

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 ਦੇ 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:

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

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 ਅਤੇ 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 ।

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

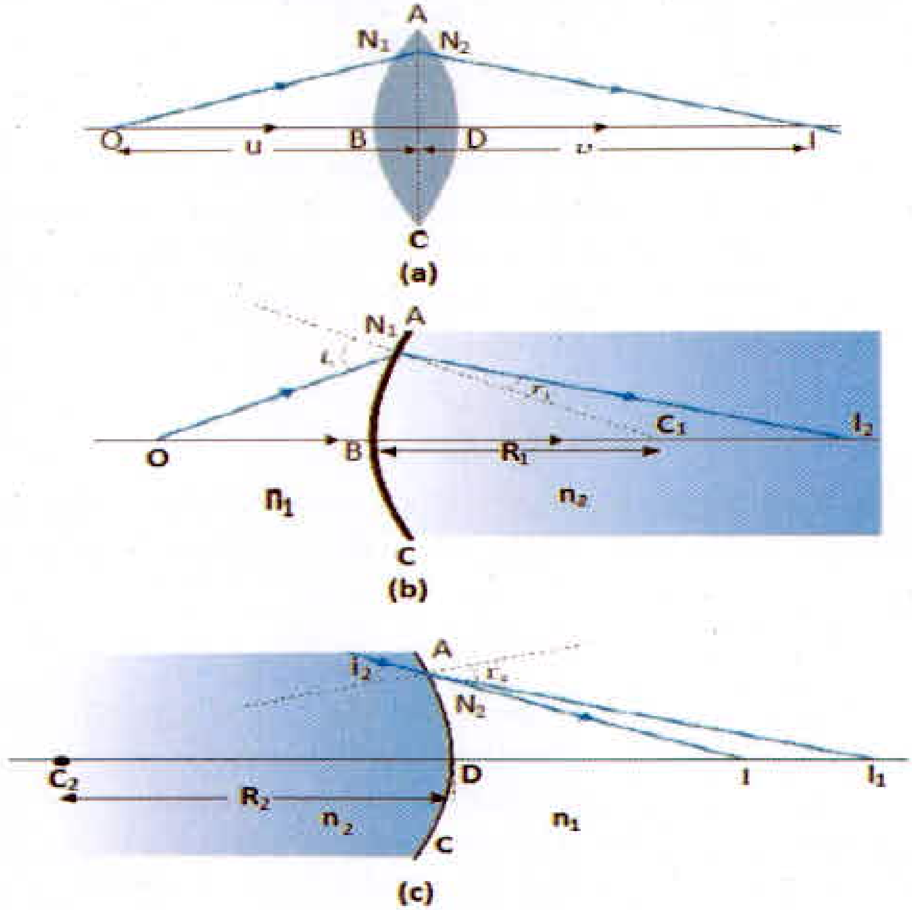
ਸਮੀਕਰਣ (9.23) ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਚਿਤ (ਜਾਣੂ) *ਪਤਲਾ ਲੈਨਜ ਫਾਰਮੂਲਾ ਹੈ*। ਹਾਲਾਂਕਿ ਇੱਥੇ ਅਸੀ ਇਸਨੂੰ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਹਲ ਕੀਤਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਸੂਤਰ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਲੈਨਜਾਂ ਭਾਵ ਉੱਤਲ ਅਤੇ ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਦੋਨੋ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ, ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਦੇ ਲਈ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹੈ। ਇਹ ਦੱਸਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਦੇ ਉੱਤਲ ਜਾਂ ਦੇ 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 ਸੌਖਾ 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 ।

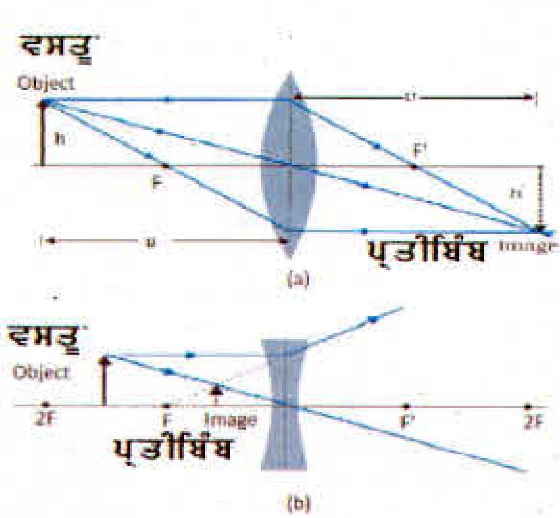
(iii) ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਜਾਂ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਆ ਕੇ ਮਿਲਦੀ ਹੋਈ ਜਾਪਦੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ (ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ।



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 ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਤੁਹਾਨੂੰ ਲੈਂਨਜ 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 ਲੈਂਨਜ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਹੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੀਆਂ ਹਨ ।



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

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

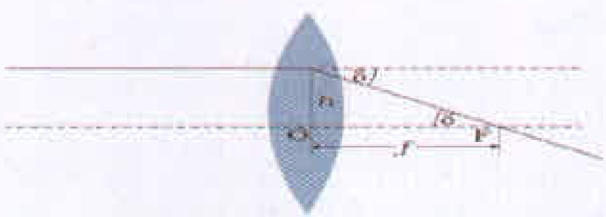
ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀ ਇਹ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਉੱਤਲ ਜਾਂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਸਿੱਧੇ (ਅਤੇ ਅਭਾਸੀ) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ 'm' ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਉਲਟੇ (ਅਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ m ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

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। ਭਾਵ $n_1 = n_2$ । 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

$$\frac{1}{12}=(n-1)\left(\frac{1}{10}-\frac{1}{-15}\right)$$, 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 ।

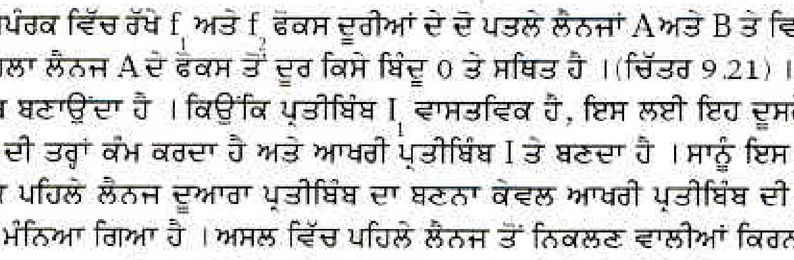
$$\frac{1}{20}=0.5\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]$$

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

$$\frac{1.33}{f}=(1.5-1.33)\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]$$ 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 ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਬਣਨਾ।

ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ A ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ

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

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

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

ਸਮੀਕਰਣ (9.27) ਅਤੇ (9.28) ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਤੇ

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \qquad (9.29)$$

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

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

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

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:

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

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

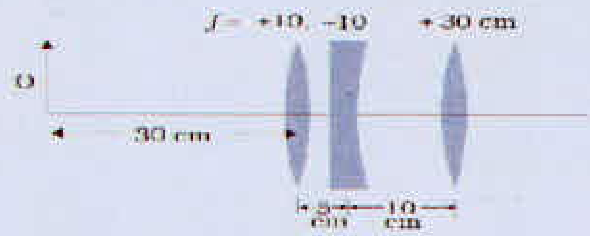
$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots \qquad (9.32)$$

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, ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ, 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

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{u_1}=\frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{-30}=\frac{1}{10}$$

ਜਾਂ $\upsilon_1 = 15\text{cm}$

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 ।

$$\frac{1}{v_2}-\frac{1}{10}=\frac{1}{-10}$$

ਜਾਂ $\upsilon_2 = \infty$

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

$$\frac{1}{v_3}-\frac{1}{u_3}=\frac{1}{f_3}$$

ਜਾਂ $\frac{1}{v_3}=\frac{1}{\infty}+\frac{1}{30}$

ਜਾਂ $\upsilon_3 = 30\text{cm}$

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° 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 ।

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

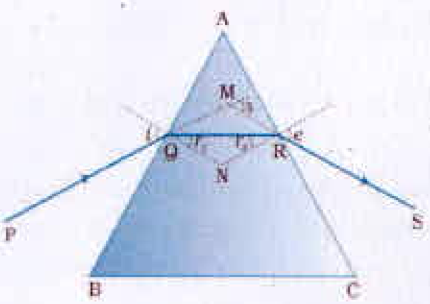
ਕੁੱਲ ਵਿਚਲਨ δ ਦੋਨਾਂ ਫਲਕਾਂ ਤੇ ਵਿਚਲਨਾਂ ਦਾ ਯੋਗ (ਜੋੜ) ਹੈ :

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

ਭਾਵ

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

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



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

$\delta = D_m$, i = e ਜਿਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ $r_1 = r_2$

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

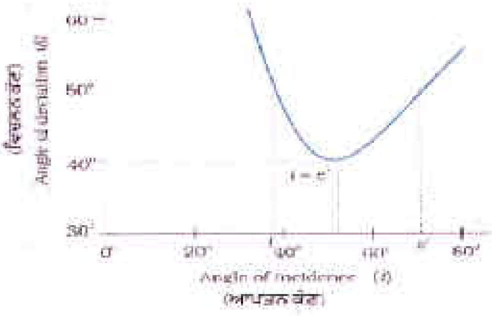
$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin[(A + D_m)/2]}{\sin[A/2]} \qquad (9.38)$$

ਕੋਣ A ਅਤੇ Dm 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 Dm 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 ।

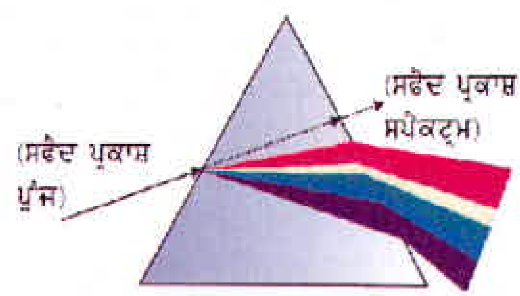


ਚਿੱਤਰ 9.24 ਕਿਸੇ ਤ੍ਰਿਭੁਜੀ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਲਈ ਆਪਤਨ ਕੋਣ (*i*) ਅਤੇ ਵਿਚਲਨ (*d*) ਕੋਣ ਦੇ ਵਿਚ ਗ੍ਰਾਫ

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 ਸਫੇਦ 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: ਬੈਂਗਨੀ, ਜਾਮੁਨੀ, ਨੀਲਾ, ਹਰਾ, ਪੀਲਾ, ਨਾਰੰਗੀ ਅਤੇ ਲਾਲ (ਇਹਨਾਂ ਰੰਗਾਂ ਨੂੰ VIBGYOR ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।) ਲਾਲ ਰੰਗ ਵਿੱਚ ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਅਤੇ ਬੈਂਗਨੀ ਰੰਗ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਲਨ 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 γ-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 ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇੱਕ ਵਾਦ-ਵਿਵਾਦ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਸੀ। ਕੀ ਪ੍ਰਿਜਮ ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਣੇ ਆਪ ਰੰਗ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਇਹ ਕੇਵਲ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਮੌਜੂਦ ਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕਰਦਾ ਹੈ ?



(ਕੱਚ ਦਾ ਪ੍ਰਿਜਮ)

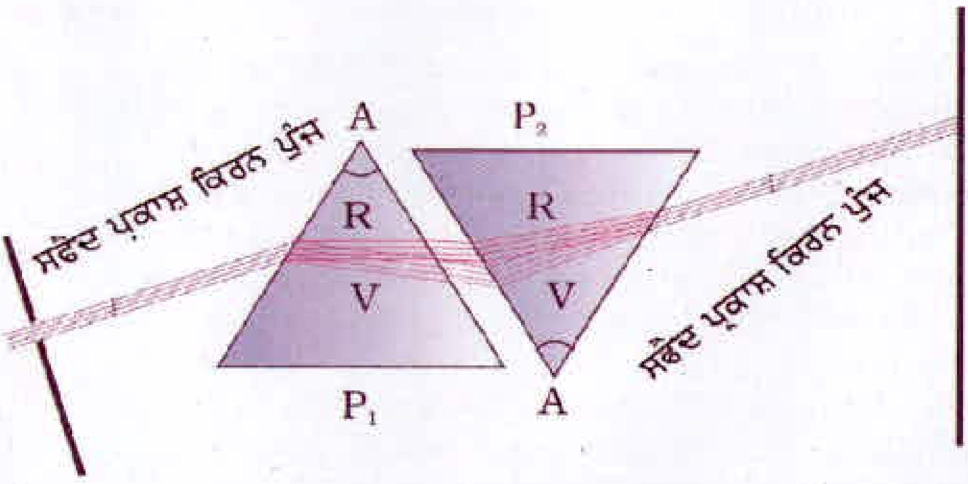
ਚਿੱਤਰ 9.25: ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਤੇ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਰਣਵਿਖੇਪਣ । ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਵਿਚਲਨ ਨੂੰ ਵਧਾਅ ਚੜਾਅ ਕੇ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।

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 ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ । ਇਸ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਸਪੱਸ਼ਟ ਸੀ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੇ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਤੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਉੱਲਟੇ ਰੱਖੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕਠਾ ਕਰਕੇ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਫੇਦ 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 ਸਫੇਦ 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 ਸਫੇਦ 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 ।



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

ਸਾਰਣੀ 9.2 ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਕਰਾਊਨ 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)	ਕਰਾਊਣ 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 ਹੋਰ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕ ਸੁਸੱਪਸ਼ਠ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ । ਇਸ ਲਈ ਨਿਰਵਾਤ (ਜਾਂ 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 ਸਫੇਦ 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)

PHYSICS

Formation of rainbow

http://www.eo.ucar.edu/rainbows

https://www.atoptics.co.uk/bows.htm

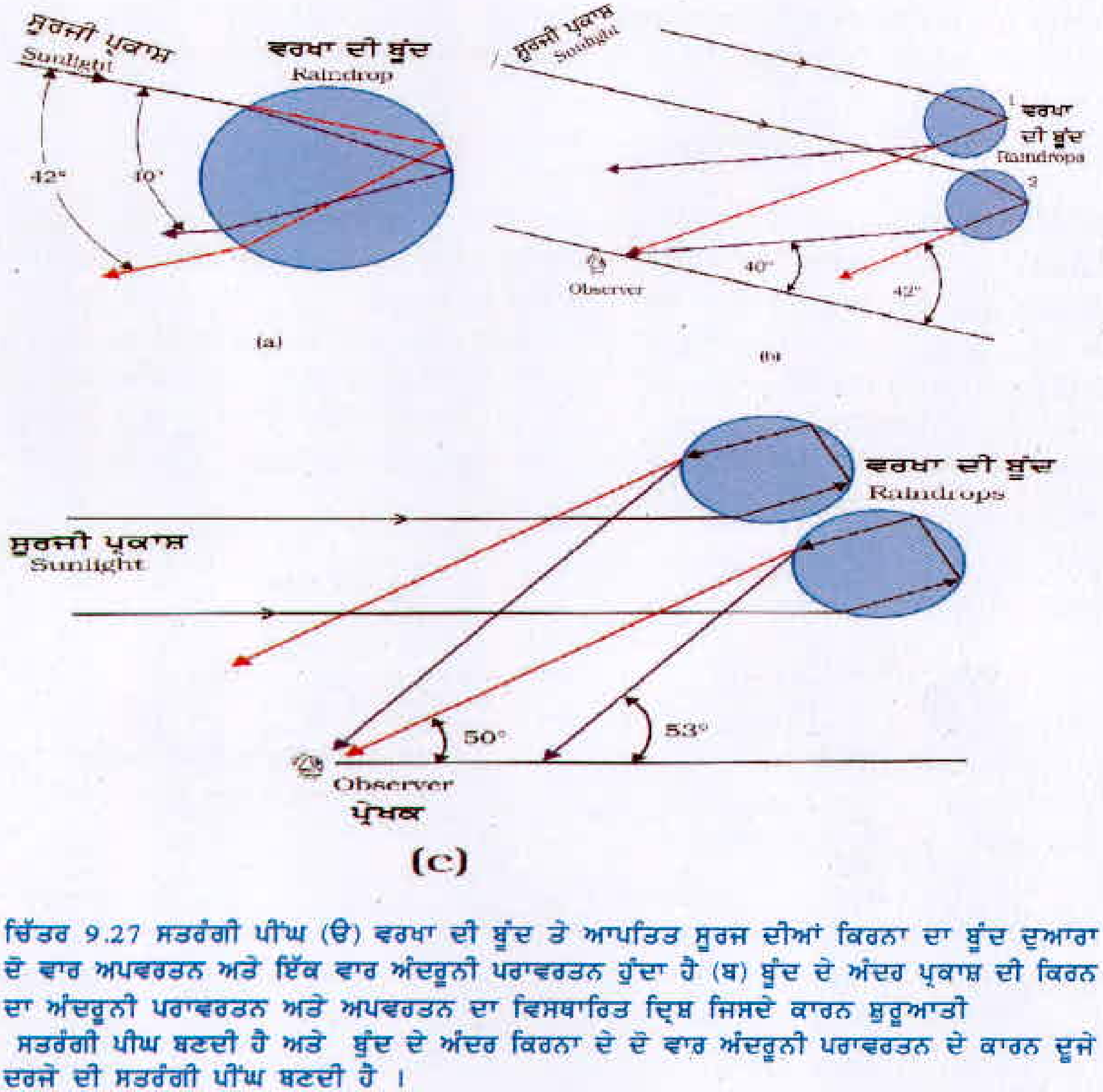
ਸਾਡੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ (ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ) ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਖੇਡਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਯਾਦ ਰੱਖਣ ਵਾਲੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦਿੰਦੇ ਹਨ । ਸਾਡੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਹਰ ਵਕਤ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣ ਵਾਲੇ ਨਜ਼ਾਰੇ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹਨ । ਆਕਾਸ਼ ਦਾ ਨੀਲਾ ਰੰਗ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣਾ, ਚਿੱਟੇ ਬੱਦਲ, ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਆਕਾਸ਼ ਦੀ ਲਾਲਗੀ, ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ, 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 ਪੀਂਘ ਨੂੰ 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 ਸਫੇਦ 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°) ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਹੈ ਤਾਂ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।



(c)

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 ।

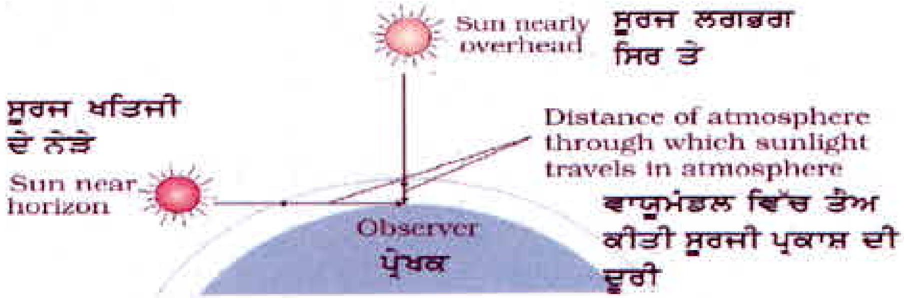
ਇਹ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਬੂੰਦ ਵਿੱਚੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਸਮੇਂ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦੁਬਾਰਾ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 40° ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਅਤੇ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 42° ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਬਾਕੀ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੋਣਾਂ ਦਾ ਮਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

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 ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਤਿੰਨ ਚਰਨਾਂ ਭਾਵ ਅਪਵਰਤਨ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਪਵਰਤਨ ਦਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ।

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਕਿਸੇ ਵਰਖਾ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਕ ਵਾਰ ਦੀ ਬਜਾਏ ਦੋ ਵਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ 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 ਧੁੰਦਲੀ 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 ਚੌਥੀ 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।



ਚਿੱਤਰ 9.28 ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਣ 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 ਚੜ੍ਹਣ 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)

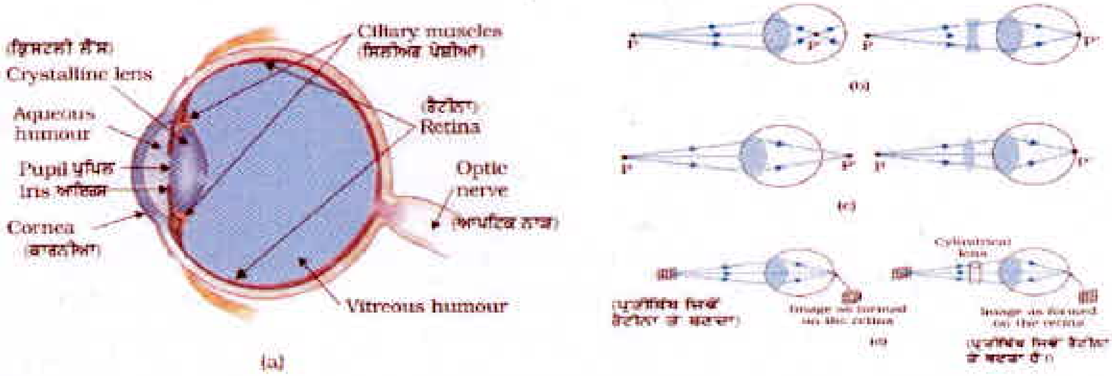
ਦਰਪਣਾ, ਲੈਨਜਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤੀ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤੀਆਂ ਅਤੇ ਯੰਤਰ ਡਿਜਾਇਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ । ਪੈਰੀਸਕੋਪ, ਕਲਾਈਡੋਸਕੋਪ, ਦੂਰਬੀਨ, ਟੈਲੀਸਕੋਪ, ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਕੁੱਝ ਅਜਿਹੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤੀਆਂ ਅਤੇ ਯੰਤਰਾਂ ਦੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਾਂ ।ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਕੁਦਰਤ ਨੇ ਸਾਨੂੰ ਸੰਪਨ ਕੀਤਾ ਹੈ ।ਅੱਖਾਂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ 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 ਕੋਂਣ 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 ($\cong$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 ਇੰਨਾ ਵਕ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਕਿ ਉਹ 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 ਸੰਪੱਤੀ 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 ਪ੍ਰਸੰਸਾ 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 ਲੈਂਨਜ 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 ਲੈਂਨਜ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਿਸ ਦੇ ਅਪਸਾਰੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟਿਨਾ ਤੇ ਸਹੀ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ । ਚਿੱਤਰ 9.29(b)



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 ਲੈਂਨਜ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਰੈਟੀਨਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜ 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 ਲੈਂਨਜ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨਾਲ ਪੀੜ੍ਹਿਤ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦੀ ਜਾਲੀ ਜਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਜਾਲੀ ਨੂੰ ਵੇਖੇਗਾ ਤਾਂ ਜਾਂ ਤਾਂ ਲੇਟਵੇਂ 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 ਲੈਂਨਜ 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 ।

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

ਜਾਂ

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

$f = +50cm$ (ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜ)

ਉਦਾਹਰਨ 9.11

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

(b) ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਂਨਜ 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 ਲੈਂਨਜ 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 ਕੋਣ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ (ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ) ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ 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 ਲੈਂਨਜ 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 ਲੈਂਨਜ 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, $v = -75$cm $1/5 = 1/25 - 1/75$ ਭਾਵ $f = 37.5$cm

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 ।

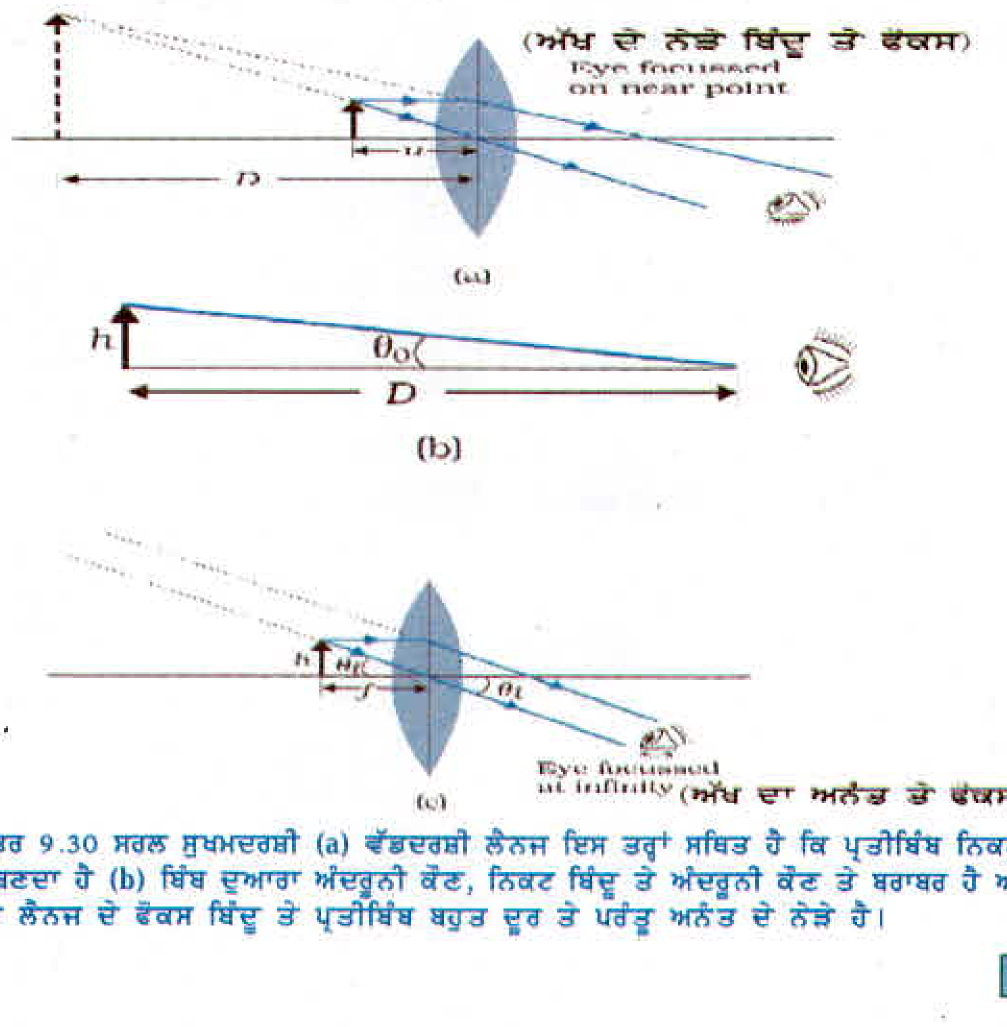
(c) ਕਿਸੇ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੇ ਨੇਤਰ ਦਾ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਸਾਧਾਰਨ ਹੈ, ਭਾਵ ਇਸ ਦੀ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰ ਸਕਨ ਦੀ ਅਭਿਸਰਨ ਸਮਰਥਾ ਇੰਨੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਲਘੁਕ੍ਰਿਤ ਨੇਤਰ ਗੋਲੇ ਦੇ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਇਸ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ । ਅਪਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਚਸ਼ਮਾ ਪਾਉਣ ਤੇ (ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਲਈ) ਉਸਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਫੋਕਸ 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

$$m = \frac{v}{u} = v\left(\frac{1}{v} - \frac{1}{f}\right) = \left(1 - \frac{v}{f}\right)$$



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

$$m = \left(1 + \frac{D}{f}\right) \qquad (9.39)$$

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 ਕੋਣ 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 ਕੋਣ 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 ਕੋਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\tan\theta_0 = \left(\frac{h}{D}\right) \approx \theta_0 \qquad (9.40)$$

ਹੁਣ ਅਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੱਖ ਤੇ ਬਣੇ ਕੋਣ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਿੰਬ u ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਦਾ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਸੰਬੰਧ $\frac{h'}{h} = m = \frac{v}{u}$

ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਕੋਣ ।

$\tan\theta_i = \frac{h'}{-v} = \frac{h}{-v}\cdot\frac{v}{u} = \frac{h}{-u} \approx \theta$; ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਕੋਣ, ਜਦੋ ਕਿ ਬਿੰਬ ਹੁਣ u = -f ਤੇ ਹੈ

$$\theta_i = \left(\frac{h}{f}\right) \qquad (9.41)$$

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

$$m = \left(\frac{\theta_i}{\theta_o}\right) = \frac{D}{f} \qquad (9.42)$$

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 (≤ 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 ਨੇਤਰਿਕਾ 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

$$m_o = \frac{h'}{h} = \frac{L}{f_o} \qquad (9.43)$$

ਇਥੇ ਅਸੀ ਇਸ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ

$$\tan\beta = \left(\frac{h}{f_o}\right) = \left(\frac{h'}{L}\right)$$

ਇਥੇ h' ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਇਜ h ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f_o 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

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

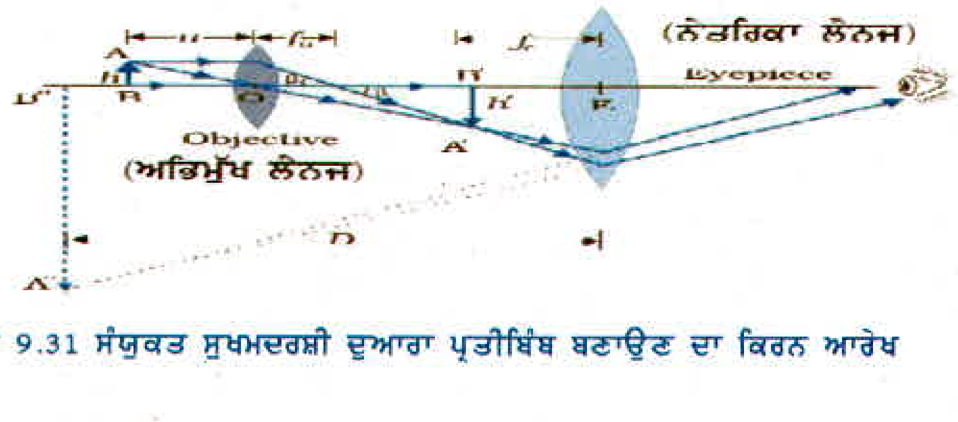
ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਨੇਤਿਰਕਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਸਮੀਕਰਣ (9.42)) ਹੈ

$m_e = (D/f_e)$

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

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

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 ।



ਚਿੱਤਰ 9.31 ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ

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

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right)$$

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

ਹੋਰ ਵਿਭਿੰਨ ਕਾਰਨ ਜਿਵੇਂ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪ੍ਰਦੀਪਨ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਦਿੱਖ ਅਤੇ ਗੁਣਵਤਾ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਦੇਂਦੇ ਹਨ । ਆਧੁਨਿਕ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ 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 ਕੋਣੀ 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 ਕੋਣ β ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਜਾਂ ਲੈਨਜ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ α ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ

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

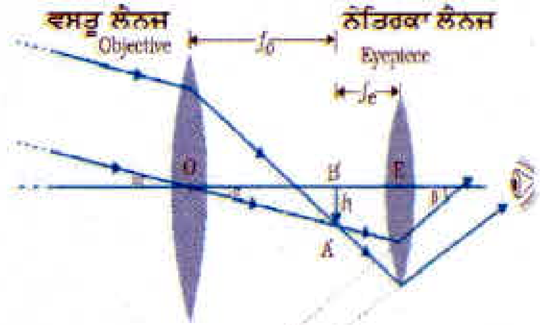
ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਟਿਊਬ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ $f_0 + f_e$

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

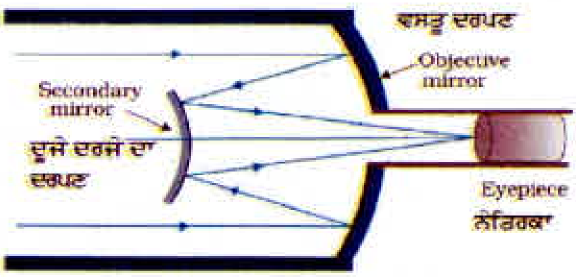
ਹੁਣ ਕਿਸੇ ਦੋ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਯੁਗਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ ਵਿਖਰੇਵਾ 1(1 ਮਿੰਟ ਦੀ ਚਾਪ) ਹੈ । ਇਹ ਤਾਰੇ ਉਪਰੋਕਤ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਦੇਖਣ ਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਾ ਵਿਖਰੇਵਾ ਕੋਣ $100 \times 1' = 100' = 1.67^0$ ਹੈ ।

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 ਯਰਕੇਜ (Yerkes) ਪ੍ਰੇਖਣਸ਼ਾਲਾ, ਵਿਸਕਾਨਸਿਨ, ਸੰਯੁਕਤ ਰਾਜ ਅਮਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ।

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 ਵਿਥਪਣ 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 ਪੋਲੋਮਰ 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।



ਚਿੱਤਰ 9.32 ਅਪਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ



ਚਿੱਤਰ 9.33 ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ (ਕੈਸੇਗ੍ਰੇਨ) ਦਾ ਵਿਵਸਥਾ ਆਰੇਖ ।

ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਇੱਕ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ (9.33) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਕੈਂਡਰੀ 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, ਬੰਗਲੌਰੂ 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 $\angle i = \angle r$ 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 ਕੋਣ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਕੋਣ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਹਨ।
2. ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ i_C ਉਹ ਕੋਣ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ 90° ਹੈ। $i>i_C$ ਹੋਣ ਤੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੀਰੇ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗੁਣਿਤ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ($i_e \simeq 24.4^{0}$) 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/ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਮਾਪੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। x –ਅਕਸ (ਧੁਰਾ) ਉੱਪਰ ਵਲ ਅਤੇ ਦਰਪਣ/ਲੈਂਨਜ 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

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

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 ਕੋਣ A ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_2 ਦੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਲਈ ਜੋ n_1 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ।

$$n_{21}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{\sin\left[(A+D_m)/2\right]}{\sin(A/2)}$$

ਇਥੇ D_m ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਹੈ ।

6. ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ (ਮਾਧਿਅਮ 1 (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n1) ਤੋਂ ਮਾਧਿਅਮ 2 (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n2) ਦੇ ਵੱਲ)

$$\frac{n_2}{v}-\frac{n_1}{u}=\frac{n_2-n_1}{R}$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ

ਲੈਨਜ ਮੇਕਰ ਸੂਤਰ

$$\frac{1}{f}=\frac{(n_2-n_1)}{n_1}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

R_1 ਅਤੇ R_2 ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹਨ । ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਲਈ f ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ; ਅਪਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਲਈ f ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ । ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ $P = 1/f$ । ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਦਾ SI ਮਾਤ੍ਰਕ ਡਾਈਆਪਟਰ (D) ਹੈ; $1D = 1m^{-1}$ । ਜੇ f_1, f_2, f_3 ------- ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਕਈ ਪਤਲੇ ਲੈਂਨਜ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੋਵੇਗੀ $1/f = 1/f_1 + 1/f_2 + 1/f_3 +$ -------- ਅਨੇਕ ਲੈਂਨਜਾਂ 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 ਲੈਂਨਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਹਮੇਸ਼ਾ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਨੇਤਰ ਦੀ ਇਸ ਸਮਰਥਾ ਨੂੰ ਅਣੂਕੂਲਣ ਸਮਰਥਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।
   ਸਦੋਸ਼ ਨੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟੀਨਾ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਫੋਕਸਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਦੋਸ਼) ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਅਭਸਾਰੀ ਸੋਧਿਤ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੇਟੀਨਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਬਣਦਾ ਹੈ (ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼) ਤਾਂ ਅਭਸਾਰੀ ਸੋਧਿਤ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਦਾ ਸੋਧਣ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਲੈਂਨਜ 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 ਲੈਂਨਜ 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 ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਹੈ ।

   ਨਿਕਟਤਮ

   $$m = \frac{L}{f_o} \times \frac{D}{f_e}$$

   ਇਥੇ f_o ਅਤੇ f_e ਕ੍ਰਮਵਾਰ: ਵਸਤੂ ਲੈਂਨਜ 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 ਕੋਣ β ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ α ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

    $$m = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{f_o}{f_e}$$

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

ਵਿਚਾਰਣ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ (POINTS TO PONDER)

1. ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਸਾਰੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲਾਂ ਲਈ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹਨ ।
2. ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜ 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 ਲੇਜ਼ਰ 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 ਲੈਂਨਜ 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 ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਦੇਖਣ 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 ।

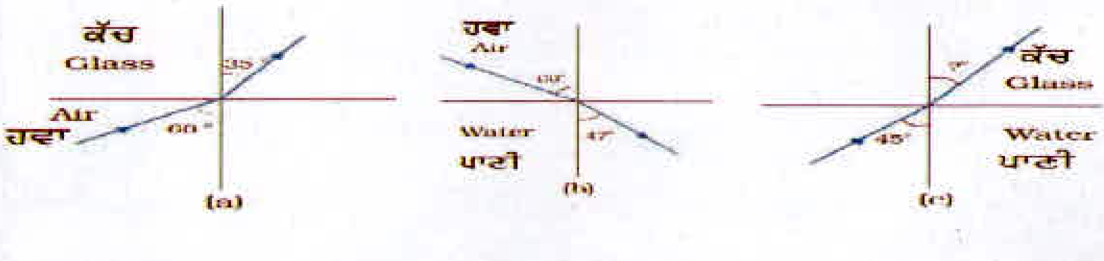
ਅਭਿਆਸ (Exercise)

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 ਬਣੇਂ । 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 । ਜਦੋਂ 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 ਲੈਂਜ਼ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਜੇ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਜ਼ ਬਣਾਉਣੇ ਹਨ ਤਾਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ?

9.8 ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਕੋਈ ਲੈਂਜ਼ 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 ਲੈਂਜ਼ ਹੈ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ?

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

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

9.11 ਕਿਸੇ ਸੰਯੁਕਤ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ਼ ਅਤੇ 6.25cm ਫੋਕਸਦੂਰੀ ਦਾ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲੈਂਜ਼ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 15cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਲੱਗੇ ਹਨ । ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ਼ 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 ਲੈਂਜ਼ 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 ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ? ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੈ ?

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

9.14 **(a)** ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਖਣਸ਼ਾਲਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ਼ 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 ਲੈਂਜ਼ 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 ।

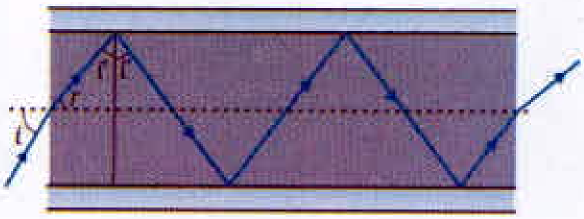
ਨੋਟ: ਇਹ ਅਭਿਆਸ ਤੁਹਾਡੀ ਬੀਜ ਗਣਿਤਿਕ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰੇਗਾ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਕਿਰਨਾਂ ਆਰੇਖ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

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) ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੌੜੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬਿੰਨਾਂ ਜਿਆਦਾ ਫੈਲਾਅ ਕੀਤੇ ਵਿਚਲਿਤ ਕਰ ਦੇਵੇ ।

(b) ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੌੜੇ 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 । ਜਿਆਦਾ 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 ਪਾ ਕੇ ਦੂਸਰੇ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਦੇਖਦਾ ਹੈ । ਉਹ ਲੰਬੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਖੜੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਜਿਹਾ ਕਿਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ 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 ਕੋਣ 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 ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ 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 ।

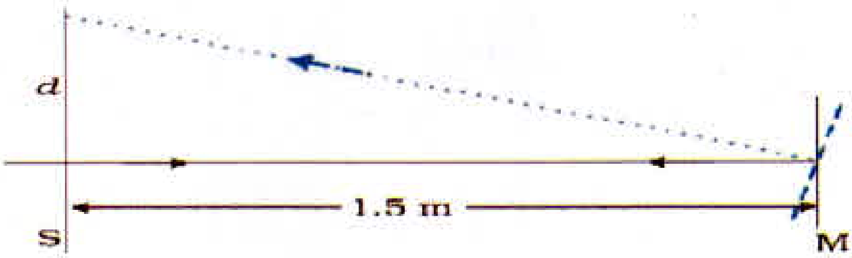
9.35 (a) ਅਭਿਆਸ 9.34(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਲਈ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ?

(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 $u \to f$, $v \to \infty$, $u < f$ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਬਣੇਗਾ।

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

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 ਹੈ 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 $R = 22$cm

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

9.9 $v = 8.4$cm। ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਸਿੱਧਾ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਈਜ਼ ਵਿਚ ਛੋਟਾ ਹੈ, ਸਾਈਜ਼ = 1.8cm। ਜਿਵੇਂ $u \to \infty$, $v \to f$ (ਪਰ f ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਨਹੀਂ ਜਾਂਦਾ ਜਦੋਂ ਕਿ $m \to 0$) । ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਜਦੋਂ ਵਸਤੂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਸ ($f = 21$cm) 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 $= 10$cm 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; $v_o = 7.2$cm 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)** $\sin i = \frac{1.44}{1.68}$ 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 ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਉਚਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਣ ਆਰੇਖ ਖਿਚ ਕੇ ਖੁੱਦ 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 ਖੁੱਦ 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 $=3 \times (20/92) = 0.652$ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ $= 0.652 \times 1.5cm = 0.98cm$

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 = -25cm) ਤੇ ਫੋਕਸ ਕਰਕੇ ਰੈਟੀਨਾ (v = 5/3cm) 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 ਹੈ) 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) ਹੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਮਾਨ ਵਿਚ f_e ਦੇ ਘਟਨ ਤੇ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਫਿਰ ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ $\frac{v_0}{|u_0|} = \frac{1}{(|u_0|/f_0)-1}$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ $|u_0|$, f_0 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_0 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 $u_0 = -1.5$cm; $v_0 = 7.5$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) $m = (f_0/f_e) = 28$

(b) $m = f_0/f_e[1 + f_0/25] = 33.6$

9.35 (a) $f_0 + f_e = 145$cm

(b) ਮਿਨਾਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਕੋਣ = (100/3000) = (1/30)rad; ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਨਾਲ ਬਣਿਆ ਕੋਣ = h/f_0 = 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 $d/1.5 = \tan 7^0$; $d = 18.4\text{cm}$

9.38 $n = 1.33$