ਅਧਿਆਇ 10

ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ (Wave optics)

10.1 ਭੂਮਿਕਾ (Introduction)

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

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

ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸਹਿਜੇ ਹੀ ਸਵੀਕਾਰ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਕਾਰਨ ਇਹ ਵੀ ਸੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਗਮਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਮਹਿਸੂਸ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋ ਦੂਜੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਜਾਣ ਲਈ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਹਾਲਾਕਿ ਜਦੋਂ ਟਾਮਸ ਯੰਗ ਨੇ ਸੰਨ 1801 ਵਿਚ ਆਪਣਾ ਵਿਅਤੀਕਰਣ ਸੰਬੰਧੀ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਤਦ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਹੋ ਗਿਆ ਕਿ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੁਭਾਅ ਤਰੰਗ ਰੂਪੀ ਹੈ। ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਇਹ ਅਤਿਅੰਤ ਛੋਟੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 0.5μm ਹੈ। ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਛੋਟੀ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ (ਆਮ ਦਰਪਣਾਂ ਅਤੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿਚ ਚੱਲਦਾ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਜਿਆਮਿਤਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਖੇਤਰ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਸੀ ਅਧਿਆਇ-9 ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੀ ਉਹ ਸ਼ਾਖਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਪਰਿਮਿਤਾ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਜਿਆਮਿਤਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਸਾਰ ਦੇ ਉਸ ਰਸਤੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਮਾਨ ਜ਼ੀਰੋ ਦੇ ਵੱਲ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ।

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

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

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

10.2 ਹਾਈਗਨਸ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ (HUYGENS PRINCIPLE)

ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ (wave front) ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਤ ਕਰਾਂਗੇ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸ਼ਾਂਤ ਪਾਣੀ ਦੇ ਤਲਾਬ ਵਿੱਚ ਇਕ ਛੋਟਾ ਪੱਥਰ ਸੁੱਟਦੇ ਹਾਂ ਤਦ ਪ੍ਰਭਾਵ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਤਰੰਗਾ ਫੈਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਪਲ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਉਹਨਾਂ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਛੱਲਿਆਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਵੇਗਾ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਉਪਰ ਬੇਚੈਨੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂ ਸਮਾਨ / ਇੱਕਸਾਰ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਕਿ ਉਹ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਇਕ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹਨ। ਇਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਅਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਗਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਨੂੰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਤਰੰਗ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਚਲਦੀ ਹੈ।

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

ਹੁਣ ਜੇ ਸਾਨੂੰ $t=0$ ਤੇ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ $t=c$ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਗਨਜ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਕ ਜਿਆਮਿਤੀ ਰਚਨਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਜੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਦਿੱਤੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ, ਤੇ ਅਸੀਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਆਉ ਇੱਕ ਅਪਸਰਿਤ ਤਰੰਗ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਅਤੇ ਮੰਨ ਲਓ ਇੱਕ F_1, F_2, $t=0$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦੇ ਇਕ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ

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

ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ?

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

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

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

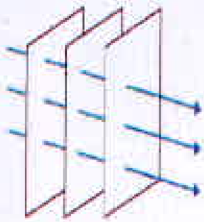
ਤਦ ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸਕੂਲ ਵਿਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਕੀ ਹੋਇਆ ? ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਉੱਥੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗਤੋਂ ਨੂੰ ਖਿਸਕਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਸਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕੁੱਝ ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ.ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋ ਬਹੁੱਤ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਕੋਈ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀ ਦੇਂਦੀ । ਜੇ ਅਸੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗੱਤੇ ਨੂੰ ਇੱਕ ਮਾਇਕਰੋਮੀਟਰ ਜਾਂ ਇਸਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਵਿਸਥਾਪਿਤ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

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

ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.2)। ਹੁਣ ਹਾਈਗਨਜ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡਰੀ ਉਤੇਜਨਾ ਦਾ ਸਰੋਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆ ਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਉਰਮਿਕਾਵਾਂ ਤਰੰਗ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹਰੇਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਫੈਲਦੀਆ ਹਨ। ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਇਹਨਾਂ ਉਰਮਿਕਾਵਾਂ (ਲਹਿਰਾਂ) ਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਲਹਿਰਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਪਰਸ਼ ਸਤ੍ਹਾ ਖਿੱਚੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਨਵੀ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

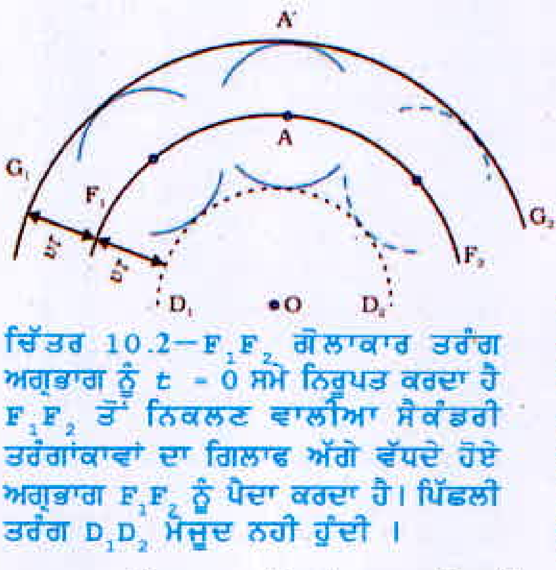
ਚਿੱਤਰ 10.1(a) ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋ ਨਿਕਲਦੀ ਹੋਈ ਇਕ ਅਪਸਰਿਤ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੈ।

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



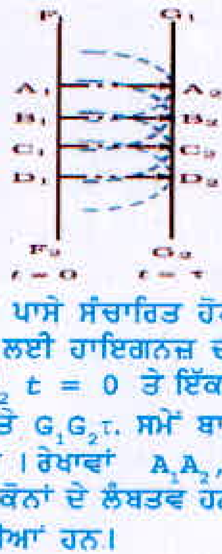
ਚਿੱਤਰ 10.1(b) ਸਰੋਤ ਤੋ ਬਹੁੱਤ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀ ਤੇ, ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦਾ ਛੋਟਾ ਹਿੱਸਾ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਮੰਨਿਆ ਜਾਦਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

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



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

v



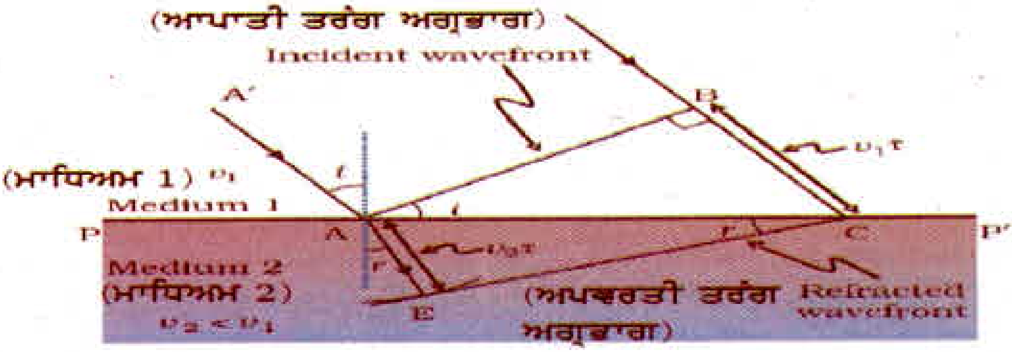
ਚਿੱਤਰ 10.3 ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਹਾਇਗਨਜ਼ ਦਾ ਜਿਆਮਿਤੀ ਨਿਰਮਾਣ . F_1 F_2 $t = 0$ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਹੈ ਅਤੇ $G_1G_2\tau$. ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਦਾ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਹੈ । ਰੇਖਾਵਾਂ A_1A_2, B_1B_2 ਆਦਿ F_1F_2 ਅਤੇ G_1G_2 ਕੋਨਾਂ ਦੇ ਲੰਬਤਵ ਹਨ ਅਤੇ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

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

10.3.1 ਸਮਤਲ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction of plane waves)

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

ਕਿ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ AB, A'A ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ∠ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ BC ਦੂਰੀ ਚੱਲਣ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ c ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ $BC = \upsilon_1 \tau$



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

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

$$\sin i = \frac{BC}{AC} = \frac{v_1\tau}{AC} \qquad (10.1)$$

ਅਤੇ

$$\sin r = \frac{AE}{AC} = \frac{v_2\tau}{AC} \qquad (10.2)$$

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

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} \qquad (10.3)$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਨਤੀਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ $r<i$ (ਭਾਵ ਜੇ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀ ਹੈ), ਤਾਂ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ (v_2) ਪਹਿਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ (v_1) ਤੋ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ । ਇਹ ਮੰਨਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਨਿਕਾ ਮਾਡਲ ਦੀ ਮੰਨਤ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ, ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਮੰਨਤ ਸਹੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇ (c) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ (10.4) ਅਤੇ (10.5) n_1 ਅਤੇ n_1 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹਨ। ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਣ (10.3) ਨੂੰ

ਕ੍ਰਿਸਟਿਆਨ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ (1629 - 1695)

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

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

ਅਤੇ

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

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

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

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

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

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{BC}{AE} = \frac{v_1}{v_2}$$

ਜਾਂ

$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋ ਤਰੰਗ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ

ਅਪਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ($v_1 > v_2$) ਤਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਸੰਚਰਨ ਦੀ ਚਾਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ

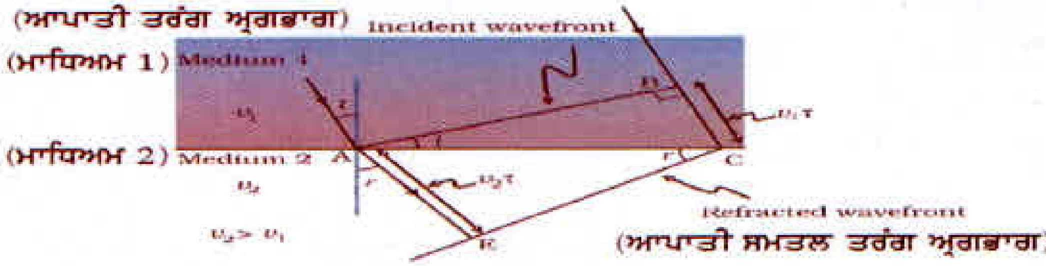
ਆਵਰਤੀ $\nu \left(= \frac{v}{\lambda} \right)$ ਉਨੀ ਹੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

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

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

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

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

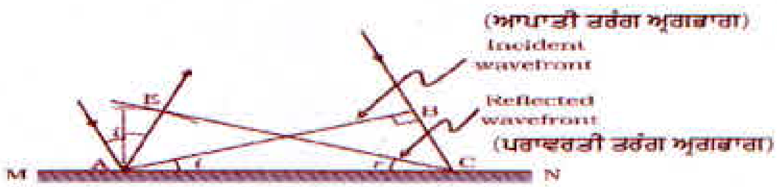


ਚਿੱਤਰ 10.5 ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਜਿਸਦੇ ਲਈ $v_2 > v_1$ ਹੈ ਇਸ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਆਪਾਤੀ ਹੈ। ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

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

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

ਸਪਸਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ $AE = BC = v\tau$

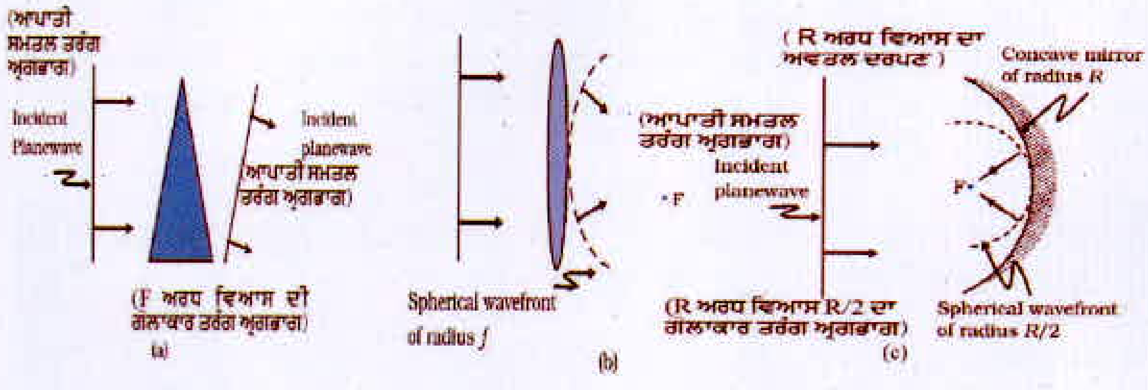


ਚਿੱਤਰ 10.6 ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾਂ MN ਦੁਆਰਾ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ AB ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ। AB ਅਤੇ CE ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਪਤਿਤ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

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

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

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



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

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

10.3.4 ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ (Doppler effect)

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

ਤੁਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿੱਚ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਵੇਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਹਨਾਂ ਸੂਤਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਵਰਤੀ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਬਦਲਾਅ

$$\frac{\Delta \nu}{\nu} = \frac{-v_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸੀ}}}{c}$$

ਨੂੰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ $v_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸ}}$ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਸਰੋਤ ਵੇਗ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, $v_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸ}}$ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਪਲਰ ਵਿਸਥਾਪਨ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{-V_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸੀ}}}{c} \qquad (10.9)$$

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

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

ਹੱਲ:- ਕਿਉਂਕਿ $v\lambda = c$, $\frac{\Delta v}{v} = -\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ (v ਅਤੇ λ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਬਦਲਾਅ ਲਈ)

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

ਸਮੀਕਰਣ (10.9) ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{\Delta v}{v} = -\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -\frac{v_1}{C} \text{ ਅਰਧ ਵਿਆਸ}$$

ਜਾਂ $v_{\text{ਅਰਧਵਿਆਸ}} \cong +c\left(\frac{0.6}{589.0}\right) = +3.06 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$

$= 306$ km/s

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

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

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

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

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

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

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

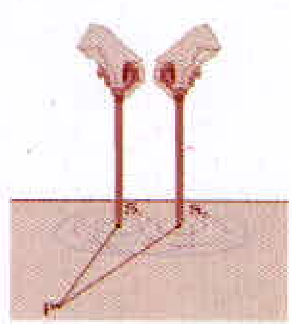
10.4 ਤਰੰਗ ਦਾ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਕਲਾ ਅਸੰਬੰਧ ਯੋਗ (COHERENT AND INCOHERENT ADDITION OF WAVES)

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

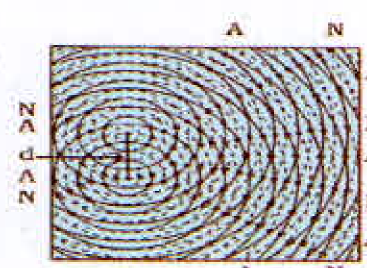
ਦੋ ਸੁਈਆਂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜੋ ਪਾਣੀ ਦੀ ਇੱਕ ਨਾਂਦ ਦੇ ਉਪਰ ਅਤੇ ਹੇਠਾਂ ਸਮਾਨ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ ਕਰ ਰਹੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ [(10.8 (a)] ਇਹ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਦੋ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਖਾਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨਾ ਦੇ ਵਿਚ ਕਲਾਂਤਰ, ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ। ਜਦੋਂ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਸਰੋਤਾਂ ਨੂੰ ਕਲਾ - ਸੰਬੰਧ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

$$S_1 P = S_2 P$$

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



(a)



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

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

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

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

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

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

S_2 ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ

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

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ 2λ ਦਾ ਪੱਥ ਅੰਤਰ 4π ਦੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ।
ਦੋਨੋਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਫਿਰ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਹਨ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਫਿਰ $4I_0$ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਹੈ ਕਿ ਦੂਰੀਆਂ S_1Q ਅਤੇ S_2Q, (ਜੋ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ, ਹਾਲਾਕਿ S_1Q ਅਤੇ S_2Q ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹਨ, ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਆਯਾਮ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।
ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ R ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ [ਚਿੱਤਰ 10.9 (b)] ਜਿਸਦੇ ਲਈ $S_2R - S_1R = -2.5\lambda$. S_1 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ 2.5 ਚੱਕਰ ਬਾਅਦ ਪਹੁੰਚਦੀਆਂ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 10.10 (b)]। ਇਸਲਈ ਜੇ ਸਰੋਤ S_1 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

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

ਤੱਦ ਸਰੋਤ S_2 ਦਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

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

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ 2.5λ ਦਾ ਪਥ ਅੰਤਰ 5π ਦੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੁਣ ਉਲਟ ਕਲਾਵਾਂ ਵਿਚ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਨੋ ਵਿਸਥਾਪਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ (Destructive Interference) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।
ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਜੇ ਦੋ ਸੰਬੰਧ ਸਰੋਤ S_1 ਅਤੇ S_2 ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਕੰਪਨ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ

ਤਦ ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਲਈ ਪਥ ਅੰਤਰ

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

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

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

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

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

ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

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

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

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

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

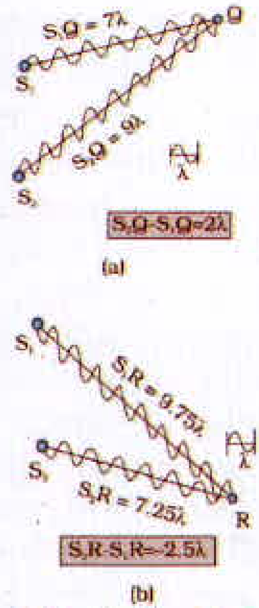
ਜੇ $\phi = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi, ...$ ਜੋ ਸਮੀਕਰਨ (10.10) ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਸਾਨੂੰ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇਗੀ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਜੇ $\phi = \pm\pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi ...$ [ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (10.11) ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ] ਸਾਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ।

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

$$< I > = 4I_0 < \cos^2(\phi/2) > \quad (10.13)$$

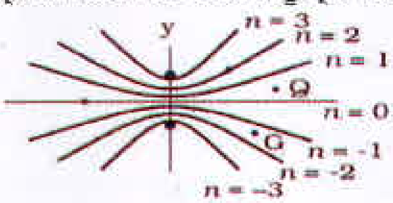
ਜਿਥੇ ਕੋਣੀ ਬਰੈਕਟ ਔਸਤ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਅਨੁਛੇਦ 7.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜੇ $\phi(t)$ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਵਿਵਸਥਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਾਲ ਔਸਤ ਰਾਸ਼ੀ $< \cos^2(\phi/2) >$ ਦਾ ਮਾਨ $\frac{1}{2}$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਵੀ ਸਹਿਜ ਗਿਆਨ ਤੋ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਫਲਨ $\cos^2(\phi/2)$ ਰੈਂਡਮਲੀ ਰੂਪ ਨਾਲ 0 ਤੋਂ 1 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਦਲੇਗਾ ਅਤੇ ਔਸਤ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

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



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

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



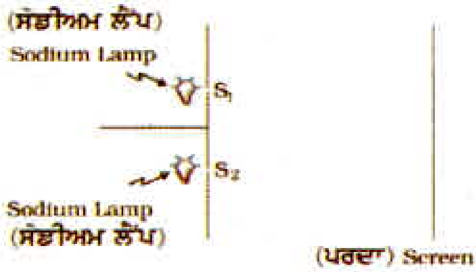
ਚਿੱਤਰ 10.10 ਉਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਜਿਨਾਂ ਦੇ ਲਈ S1 P – S2 P , ਜੀਰੋਂ, +Iλ , +I 2λ , +I 3λ ਹੈ।

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

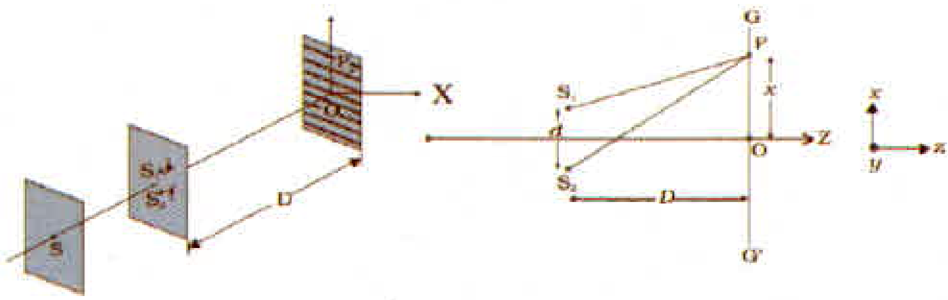
ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਵਿਘਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਦੋ ਪਤਲੇ ਛੇਕਾਂ ਨੂੰ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਦੋ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਪਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰੀਏ (ਚਿੱਤਰ 10.11), ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦੇਵੇਗੀ। ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਤਥ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਆਮ ਸਰੋਤ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ) ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਚ 10^{-10}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

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

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



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



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

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ S1 ਅਤੇ S2 ਤੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗਾਂ ਚਿੱਤਰ 10.12 (b) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਦੇ GG' ਤੇ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਣਗੀਆਂ। ਅਧਿਕਤਮ ਅਤੇ ਨਿਊਨਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਅਨੁਛੇਦ 10.4 ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਥੇ ਅਸੀਂ ਰੇਖਾ GG' [ਚਿੱਤਰ 10.12 (b)] ਤੇ ਇੱਕ ਕੋਈ ਵੀ ਬਿੰਦੂ P ਲਿਆ ਜੋ ਅਧਿਕਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ

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

ਹੁਣ $(S_2P)^2 - (S_1P)^2 = \left[D^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2\right] - \left[D^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2\right] = 2x\,d$

ਜਿਥੇ $S_1S_2 = d$ ਅਤੇ $OP = x$ ਇਸ ਲਈ

$$S_2P - S_1P = \frac{2xd}{S_2P + S_1P} \qquad (10.16)$$

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

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

$$S_2P + S_1P = [(100)^2 + (1.05)^2]^{1/2} + [(100)^2 + (0.95)^2]^{1/2} \approx 200.01 \text{ cm}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਅਸੀਂ $S_2P + S_1P$ ਨੂੰ 2D ਨਾਲ ਬਦਲੀ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਲਗਭਗ 0.005 % ਦੀ ਤਰੁੱਟੀ ਪੇਸ਼ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਨੇੜਤਾ ਨਾਲ ਸਮੀਕਰਨ (10.16) ਹੋਵੇਗੀ $S_2P - S_1P \approx \frac{xd}{D}$ (10.17)

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

$$x = x_n = \frac{n \lambda D}{d}; n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \qquad (10.18)$$

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

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

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

ਜਾਂ

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} \qquad (10.20)$$

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

ਥਾਮਸ ਯੰਗ (1773 - 1829)

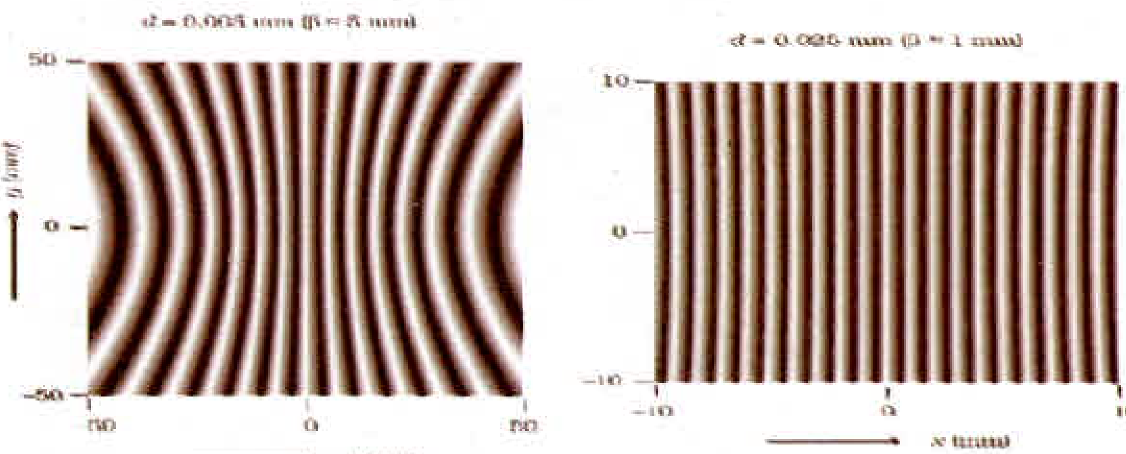
ਥਾਮਸ ਯੰਗ (1773 - 1829) ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ ਭੌਤਿਕਵਿਗਿਆਨ,ਕਾਇਆ ਚਿਕਤਸਕ ਅਤੇ ਮਿਸਰ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ੀ। ਯੰਗ ਨੇ ਬਹੁਤ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਸਮਸਿਆਵਾਂ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕੀਤਾ, ਜਿੰਨਾਂ ਵਿਚ ਇੱਕ ਤਰਫ ਅੱਖ ਦੀ ਸਰੰਚਨਾ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਤਾਂ ਦੂਜੀ ਤਰਫ ਰੋਸੇਟਾ ਮਨੀ ਦਾ ਰਹੱਸ ਭੇਦਕ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪੁਨਰ ਜੀਵਿਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਸਮਝਾਇਆ ਕਿ ਵਿਘਨ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

ਮੰਨ ਲਓ ਸਰੋਤ S ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਨਵੀਂ ਸਥਿਤੀ S ' ਤੱਕ ਖਿਸਕਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ Q, S_1 ਅਤੇ S_2 ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਹੈ। ਜੇ ਕੋਣ S'QS ਦਾ ਮਾਨ ϕ ਹੈ ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦੂਜੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ - ϕ ਕੋਣ ਤੇ ਮਿਲੇਗੀ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਜੇ ਸਰੋਤ S ਲੰਬ ਅਰਧਕ ਤੇ ਹੈ, ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਕਿ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ।

ਜੇ ਸਰੋਤ S ਕਿਸੇ ਨਵੇਂ ਬਿੰਦੂ S' ਤੇ ਕੋਣ ϕ ਨਾਲ ਖਿਸਕਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਕੋਣ $-\phi$ ਤੇ ਸਥਿਤ O' ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ ਜਿਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਇੰਨੇ ਹੀ ਕੋਣ ਤੇ ਖਿਸਕ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਸਰੋਤ S' ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ϕ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦਾ ਬਿੰਦੂ O' ਇਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਹਨ।

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

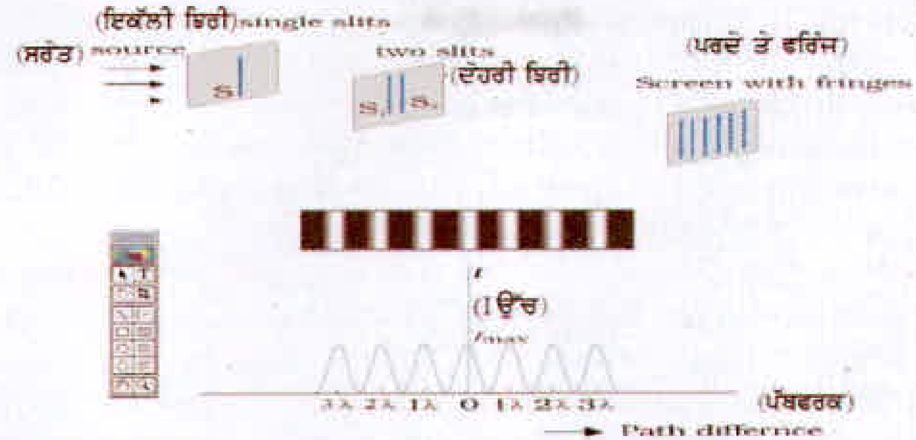
ਇਥੇ ਇਹ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਜਦਕਿ S_1 ਅਤੇ S_2 ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਹਨ ਫਿਰ ਵੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਸਿੱਧੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਨ।



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

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

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



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

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

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

ਹੱਲ ਫ੍ਰਿੰਜ ਅੰਤਰਾਲ $\frac{D\lambda}{d} = \frac{1\times5\times10^{-7}}{1\times10^{-3}}$ m

$= 5\times10^{-4}$ m = 0.5 mm

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

(a) ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਸਮਤਲ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰ ਦੇਣ ਤੇ।
(b) (ਇੱਕ ਵਰਣੀ) ਸਰੋਤ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੇ (ਇੱਕ ਵਰਣੀ) ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਤੇ।
(c) ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ ਵਿਚ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਵਧਾਉਣ ਤੇ।
(d) ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਵਧਾਉਣ ਤੇ।
(e) ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਤੇ,(ਹਰੇਕ ਪਰਿਚਾਲਨ ਵਿੱਚ ਉਲੇਖ ਕੀਤੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਸਾਰੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਨਾ ਬਦਲਣ ਯੋਗ ਹਨ।)

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

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

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

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

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

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

10.6 ਵਿਵਰਤਨ (Diffraction)

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

10.6.1 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ (The Single Slit) :-

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

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

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

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

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

$$NP - LP = NQ$$
$$= a \sin \theta$$
$$\approx a\theta \qquad (10.21)$$

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

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

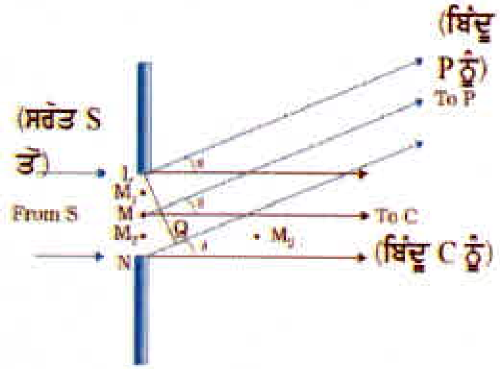
ਹੁਣ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਭਾਗਾਂ LM ਅਤੇ MN ਵਿੱਚ ਵੰਡੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦਾ ਆਕਾਰ $a/2$ ਹੈ। ਭਾਗ LM ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ M_1 ਦੇ ਲਈ ਭਾਗ MN ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ M_2 ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ $M_1M_2 = a/2$ । ਬਿੰਦੂ P ਤੇ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਚੁਣੇ ਹੋਏ ਕੋਣ θ ਦੇ ਲਈ $M_2P - M_1P = \theta a/2 = \lambda/2$ । ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ M_1 ਅਤੇ M_2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

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

ਅਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਤਿੰਨ ਬਰਾਬਰ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡੋ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੀ ਦੋ ਤਿਆਹੀ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਲਈਏ ਤਾਂ ਦੋ ਸਿਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਹੋਵੇਗਾ

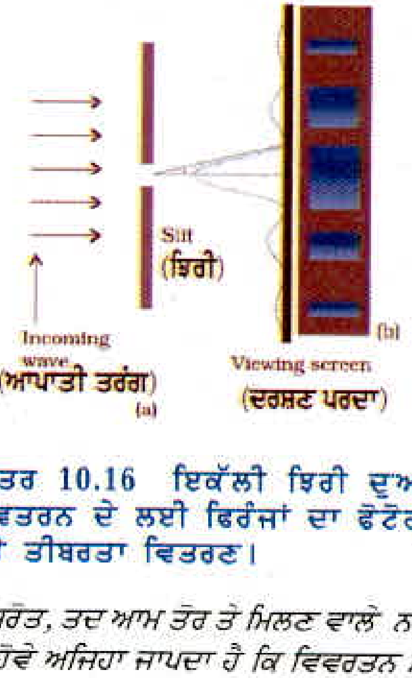
$$\frac{2}{3}a \times \theta = \frac{2a}{3} \times \frac{3\lambda}{2a} = \lambda \qquad (10.23)$$

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



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

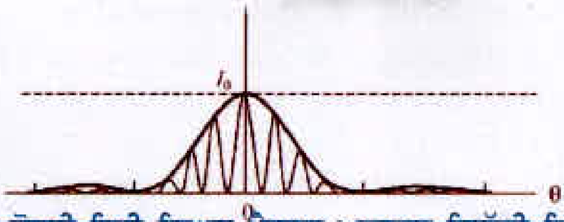
ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਕੀ ਅੰਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਵਰਤਾਰਿਆ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਹੀ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਵਿੱਚ ਲੰਬੀ ਚਰਚਾ ਵਿਮਰਸ਼ ਹੁੰਦੀ ਰਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਰਿਚਰਡ ਫਾਈਨਮੈਨ ਨੇ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਫਾਈਨਮੈਨ ਲੈਕਚਰਸ ਆਨ ਫਿਜੀਕਸ ਵਿੱਚ ਕੀ ਕਿਹਾ ਹੈ, ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਦਿਲਚਪਸ ਰਹੇਗਾ।



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

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

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



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

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

ਹੱਲ :- ਅਸੀਂ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ

$$a\theta = \lambda, \theta = \frac{\lambda}{a}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

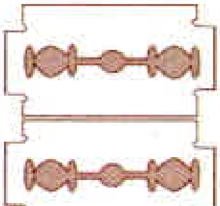
ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਤੇ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਸਾਡੇ ਵਿਵੇਚਨ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪਰਦਾ ਜਿਸਤੇ ਫਰਿੰਜਾਂ ਬਣਦੀਆਂ ਹਨ, ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਤੱਕ ਦੇ ਦੋ ਜਾਂ ਅਧਿਕ ਰਸਤਿਆਂ ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਹੀ ਸਥਿਤੀ ਤਦ ਵੀ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ

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

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

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

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



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

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

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

ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾ ਕਰੋ ਇਹ ਅੱਖ ਨੂੰ ਨੁਕਸਾਨ ਪਹੁੰਚਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵੀ ਨਹੀਂ ਮਿਲਣਗੀਆ ਕਿਉਂਕਿ ਸੂਰਜ $(1/2)^{0}$ ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

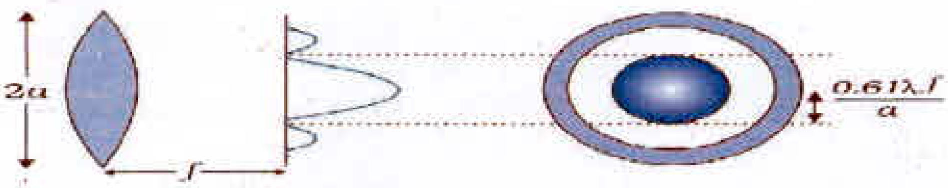
ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪੁਨਰਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਅਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਇੱਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਦੂਜੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਲਾਭ ਜਾਂ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਕੂਲ ਹੈ।

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

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

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

$$r_0 \approx \frac{1.22\lambda f}{2a} = \frac{0.61\lambda f}{a} \qquad (10.24)$$



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

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

ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਜੇ

$\lambda \approx 0.5\ \mu m$, $f \approx 20$ cm and $a \approx 5$ cm

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$r_0 \approx 1.2\ \mu m$

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

$$f\,\Delta\theta \approx r_0 \approx \frac{0.61\lambda f}{a}$$

ਇਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚੱਲਦਾ ਹੈ

$$\Delta\theta \approx \frac{0.61\lambda}{a} \qquad (10.25)$$

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

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

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

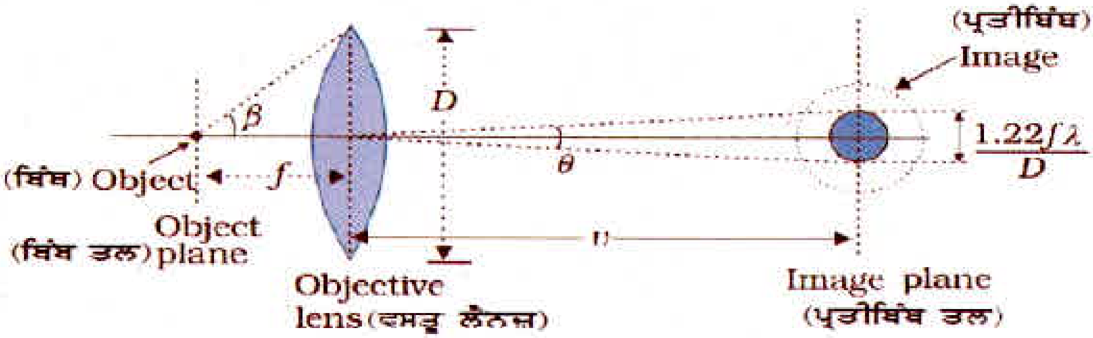
ਇਸ ਲਈ ਜੇ $\lambda \approx 6000\text{Å} = 6\times10^{-5}$ cm

ਤਾਂ $$\Delta\theta = \frac{0.61\times6\times10^{-5}}{127} \approx 2.9\times10^{-7}$$ ਰੇਡੀਅਨ

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

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

ਜਿਥੇ 2β ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਵਿਆਸ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਕੋਣ ਹੈ।



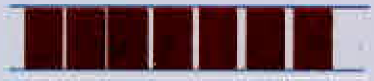
ਚਿੱਤਰ 10.20 ਇਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ।

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

$$v\,\theta = v\left(\frac{1.22\,\lambda}{D}\right) \qquad (10.27)$$

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

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



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

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

ਦੋ ਬਿੰਬ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਇਸ ਦੂਰੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੇ ਹੋਣਗੇ, ਵਿਭੇਦਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਣਗੇ ਉਹ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਗੇ। ਬਿੰਬ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸੰਗਤ ਨਿਊਨਤਮ ਦੂਰੀ d ਨਿਊਨ ਹੋਵੇਗੀ

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = \left[v \left(\frac{1.22\,\lambda}{D} \right) \right] \Big/ m$$

$$= \frac{1.22\,\lambda}{D} \cdot \frac{v}{m}$$

$$= \frac{1.22\,f\,\lambda}{D} \qquad (10.28)$$

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

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = \frac{1.22\,\lambda}{2\tan\beta}$$

$$\approx \frac{1.22\,\lambda}{2\sin\beta} \qquad (10.29)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$z_F \approx a^2/\lambda$$

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

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

ਹੱਲ :- $z_F = \frac{a^2}{\lambda} = \frac{(3 \times 10^{-3})^2}{5 \times 10^{-7}} = 18 \text{ m}$

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

10.7 ਧਰੁਵਣ (Polarisation)

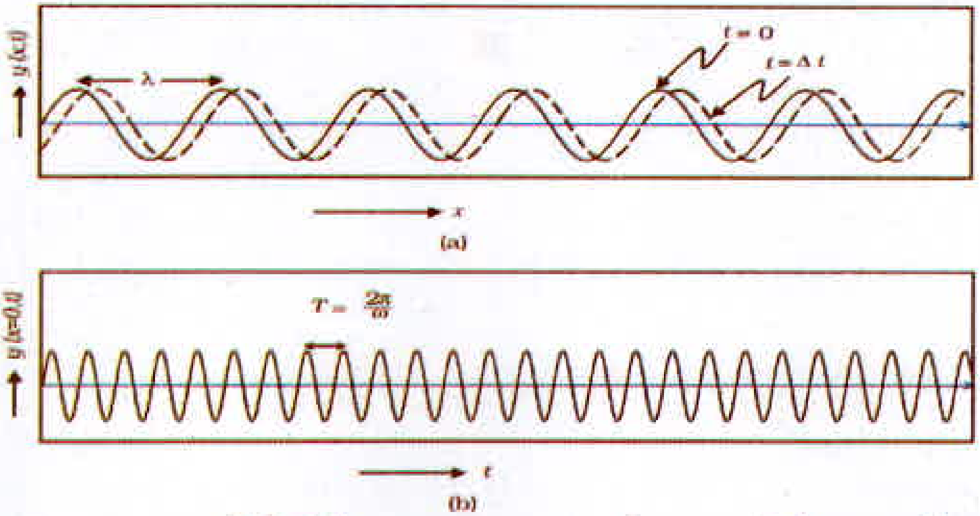
ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਡੋਰੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸਨੂੰ ਖਤਿਜੀ ਰੱਖਕੇ ਪਕੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਦੂਜਾ ਸਿਰਾ ਸਥਿਰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਡੋਰੀ ਦੇ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਉੱਪਰ ਥੱਲੇ ਆਵਰਤੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਵਾਈਏ ਤਾਂ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਉਤਪੰਨ ਕਰ ਪਾਵਾਂਗੇ ਜੋ + x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੋਵੇਗੀ (ਚਿੱਤਰ 10.21) ਅਜਿਹੀ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (10.32) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ/ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

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

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

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \qquad (10.33)$$

ਤਰੰਗ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਚਰਚਾ ਅਸੀਂ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿੱਚ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ। ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ (ਜੋ y ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਹੈ) ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ, ਸਾਨੂੰ ਟਰਾਂਸਵਰਸ (ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ) ਤਰੰਗਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।



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

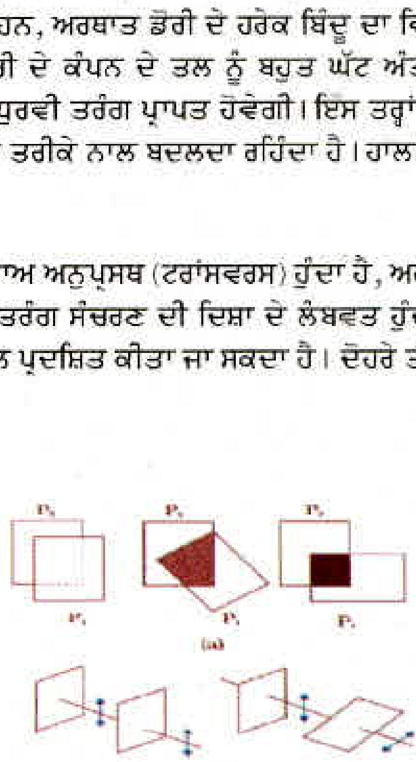
ਨਾਲ ਹੀ ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ Y ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਸਨੂੰ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ y ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਡੋਰੀ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਣ ਤਰੰਗ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਡੋਰੀ ਹਮੇਸ਼ਾ X-Y ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਤਲ ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

$$I = I_0 \cos^2\theta$$

ਜਿਥੇ ਕੋਣ θ, P1 ਅਤੇ P2 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ P1 ਅਤੇ P2 ਕਰਾਸਡ ਹਨ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪਾਰਿਤ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ $(\pi/2-\theta)$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ P_3 ਤੋਂ ਨਿਰਗਮਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$I = I_0 \cos^2\theta \cos^2\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)$$

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

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

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

10.7.1 ਖਿੰਡਾਓ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਧਰੁਵਣ (Polarisation By Scattering)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

10.7.2 ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਧਰੁਵਣ (Polarisation by reflection)

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

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

$$\mu = \frac{\sin i_B}{\sin r} = \frac{\sin i_B}{\sin(\pi/2 - i_B)}$$

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

ਇਸਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

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

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

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

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

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

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

ਸਾਰਾਂਸ਼ (Summary)

1. ਹਾਈਗਨਜ਼ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਰੋਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਜੁੜ ਕੇ ਕੁੱਝ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ।
2. ਹਾਇਗਨਜ ਦੀ ਰਚਨਾ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ n ਵਾਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਗ੍ਰ ਆਵਰਨ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਕਿਰਨਾਂ ਉਦੋਂ ਦੋਨਾਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗਾਂ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਯਾਤਰਾ ਕਾਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਿਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਨਿਯਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।
3. ਜਦੋਂ ਦੋ ਜਾਂ ਦੋ ਤੋ ਅਧਿਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਇੱਕ ਹੀ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਉਪਰਸਥਾਪਕ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਸਰੋਤਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਵਿਸ਼ਸ਼ਿਟ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇੱਕ ਵਿਘਨ ਪਦ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਪਦ ਉਦੋਂ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸਦਾ ਔਸਤ ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਕੇਵਲ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵਰਤੀਆ ਸਮਾਨ ਹੋਣ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਹੋਵੇ।
4. ਪ੍ਰਥਕਤਾ d ਵਾਲੀ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੀ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਅੰਤਰਾਲ ਦੀਆਂ ਫਰਿੰਜਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਕੋਣੀ ਪ੍ਰਥਕਤਾ λ/d ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਰੋਤ ਝਿਰੀਆਂ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਇੱਕ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਸਰੋਤ ਜੋ ਝਿਰੀਆਂ ਤੇ λ/d ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਫਰਿੰਜਾ ਨੂੰ ਅਲੋਪ ਲੁਪਤ ਕਰ ਦੇਵੇਗਾ।
5. ਚੋੜਾਈ a ਦੀ ਇੱਕ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੀਬਰਤਾ $\pm\frac{\lambda}{a}, \pm\frac{2\lambda}{a}$, ਆਦਿ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਜੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਾਤਾਰ ਮੱਧਮ ਹੁੰਦੇ ਸਕੈਂਡਰੀ ਉਚੱਤਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਵਰਤਨ ਕਿਸੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਕੋਣੀ ਵਿਭੇਦਨ ਨੂੰ λ/d ਤੱਕ ਪਰਿਸੀਮਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ D ਦੁਆਰਕ ਦਾ ਵਿਆਸ ਹੈ। ਦੋ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਇਸਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ ਪ੍ਰਬਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤਿਵਿਆਪੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣਗੇ। ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਇੱਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁਖ ਜੋ 'n' ਅਪਵਰਤਕ ਅੰਕ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਣ 2β ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਦੋ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ

ਦੂਰੀ $\lambda/(2n \sin \beta)$, ਹੈ ਨੂੰ ਠੀਕ- ਠੀਕ ਵੱਖ ਕਰੇਗਾ ਜੋ ਕਿ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸੀਮਾ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸੀਮਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਸਰਿਤ ਹੋਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰੇ ਚੋੜਾਈ a ਦਾ ਇੱਕ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਦੂਰੀ a^2/λ, ਚਲਦਾ ਹੈ ਜੋ ਫਰੇਨੇਲ ਦੂਰੀ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

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

ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ

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

ਅਭਿਆਸ

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

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

(a) ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਖਿਲਰਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ਵਾਧੂ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISE)

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

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

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

10.14 ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਨਾ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰ ਸਕਣ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਸੰਭਾਵਿਤ ਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੂਚੀ ਹੈ।

i) ਸਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕਿਤੀ

ii) ਸੰਚਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ

iii) ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਜਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦੀ ਗਤੀ

iv) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ

v) ਤਰੰਗ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ

ਦੱਸੋ ਕਿ

(a)ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ

(b)ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਮੰਨਿਆ ਕੱਚ ਜਾਂ ਪਾਣੀ) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਕਿਹਨਾਂ ਕਾਰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

10.15 ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦਾ ਸੂਤਰ ਨਿਮਨ ਲਿਖਤ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਭਿੰਨ ਹੈ, (i) ਸਰੋਤ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਅਤੇ (ii) ਸਰੋਤ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਣ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ। ਜਦਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ, ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ। ਸਪਸ਼ੱਟ ਕਰੋ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਸਮਝਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਸੂਤਰ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਗਮਨ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੋਣਗੇ।

10.16 ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ 600nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਰਨ ਤੇ ਇੱਕ ਦੂਰੀ ਤੇ ਪਏ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣੇ ਫਰਿੰਜ ਦੀ ਕੋਣੀ ਚੋੜਾਈ 0.1^0 ਹੈ। ਦੋਹਾਂ ਝਿਰੀਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਹੈ ?

ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ।

10.17 (a) ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਮੂਲ ਚੋੜਾਈ ਤੋਂ ਦੁਗੱਣੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਸਾਈਜ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰੇਗਾ।

(b) ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਦਾ ਵਿਵਰਤਨ, ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਨਾਲ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ।

(c) ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਮਾਰਗ ਵਿਚ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਲਘੂ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਵਸਤੂ ਦੀ ਛਾਇਆ ਦੇ ਮੱਧ ਇੱਕ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਬਿੰਦੂ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ੱਟ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਓ।

(d) ਦੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਇੱਕ 10m ਉੱਚੀ ਕਕਸ਼ ਵਿਭਾਜਿਤ ਦੀਵਾਰ ਦੁਆਰਾ 7m ਦੇ ਅੰਤਰ ਤੇ ਹੈ। ਜੇ ਧੁਨੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕਿਨਾਰਿਆ ਤੇ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਫਿਰ ਵੀ ਉਹ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਦੇਖ ਨਹੀਂ ਸਕਦੇ ਹਾਲਾਕਿ ਉਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਗੱਲਬਾਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ।

(e) ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੰਚਰਨ ਇੱਕ ਦੁਆਰਕ ਝਿਰੀ ਜਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਜੀਰੋ ਪਾਸੇ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ) ਇਸ ਸੰਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਨਕਾਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਅਨੇਕਾਂ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ।

10.18 ਦੋ ਪਹਾੜੀਆਂ ਦੀ ਚੋਟੀਆਂ ਤੇ ਦੋ ਮੀਨਾਰਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 40 km ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਪਹਾੜੀ ਦੇ 50m ਉੱਪਰ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੋ ਮੀਨਾਰਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਨਾਂ ਉਕਿਤ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਭੇਜੀ ਜਾ ਸਕੇ।

10.19 500nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਝਿਰੀ ਤੇ ਡਿੱਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 1m ਦੂਰ ਪਰਦੇ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਨਿਮਨਤਮ ਪਰਦੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 2.5nm ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

10.20 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ;

(a) ਜਦੋਂ ਘੱਟ ਉਚਾਈ ਤੇ ਉਡਣ ਵਾਲਾ ਵਾਯੂਯਾਨ ਉਪੱਰ ਤੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਟੈਲੀਵਿਜਨ ਦੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਚਿੱਤਰ ਨੂੰ ਹਿਲਦੇ ਹੋਏ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਇੱਕ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸੱਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਸੁਝਾਓ।

(b) ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਮੂਲ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਜਾਣ ਚੁੱਕੇ ਹੋ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਵਿਤਰਣ ਸਮਝਣੇ ਦਾ ਆਧਾਰ ਭੂਤ ਸਿਧਾਂਤ ਤਰੰਗ ਦਾ ਰੇਖੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਕੀ ਹੈ।

10.21 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੀ ਵਿਉਤਪਤੀ ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $n\lambda/a$ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਰਸਨ ਨੂੰ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਉਪਯੁੱਕਤ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਕੇ ਤਸਦੀਕ ਕਰੋ।

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

10.1 (a) ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ : (ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਚਾਲ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ)

$\lambda = 589nm, v = 5.09 \times 10^{14}$ Hz. $C = 3.00 \times 10^8$ m s^{-1}

(b) ਅਪਵਰਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ : (ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਆਪਾਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ)

$v = 5.09 \times 10^{14}$Hz

$u = (c/n) = 2.26 \times 10^8$ m s^{-1}, $\lambda = (u/v) = 444$nm

10.2 (a) ਗੋਲ

(b) ਸਮਤਲ

(c) ਸਮਤਲ (ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦਾ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਸਮਤਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)

10.3 (a) 2.0×10^8m s^{-1}

(b) ਹਾਂ, ਕਿਉਂਕਿ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ [ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਰੰਗ ਨਾ ਦਿੱਤਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲਈ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ] । ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦਾ ਵਿਚਲਨ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਵਿਚ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਅਰਥਾਤ $n_v > n_r$ ਇਸ ਲਈ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਬੈਂਗਣੀ ਘਟਕ, ਲਾਲ ਘਟਕ ਨਾਲੋਂ ਹੌਲੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ।

10.4 $\lambda = 1.2\times10^{-2}\times0.28\times10^{-3}/4\times1.4$ m = 600nm

10.5 K/4

10.6 (a) 1.17mm (b) 1.56mm

10.7 0.15^0

10.8 $\tan^{-1}(1.5) \cong 56.3^0$

10.9 5000 Å, 6×10^{14}Hz; 45^0

10.10 40 m

10.11 ਸੂਤਰ $\lambda' - \lambda = v/c\,\ell$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਜਾਂ $v = c/\ell\ (\lambda' - \lambda)$

10.12 ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਕਿਣਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਅਨੁਸਾਰ ਅਪਵਰਤਨ ਵਿਚ ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਆਪਾਤੀ ਕਣ ਸਤਹਿ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਵੇਗ ਦੇ ਲੰਬ ਘਟਕ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰ ਸਤਹਿ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਘਟਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ । ਇਸਦਾ ਭਾਵ $c \sin i = v \sin r$ ਜਾਂ $v/c = \sin i/\sin r = n$; ਕਿਉਂਕਿ $n > 1$, $u > c$ ਹੈ । ਇਹ ਧਾਰਨਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ $(v < c)$ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਪ੍ਰਯੋਗ ਸੰਗਤ ਹੈ ।

10.13 ਬਿੰਦੂ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਲੈ ਕੇ ਦਰਪਣ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਇਕ ਚੱਕਰ ਖਿਚੋ । ਇਹ ਗੋਲ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦਾ ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਦਰਪਣ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਵਾਲਾ ਸਮਤਲੀ ਭਾਗ ਹੈ । ਹੁਣ ਦਰਪਣ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਅਤੇ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿਚ t ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਸੇ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦੀਆਂ ਇਹਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਆਰੇਖਿਤ ਕਰੋ ਤੁਸੀਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸੇ ਮੌਜੂਦ ਦੋ ਇਕੋ ਜਿਹੇ ਚਾਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋਗੇ । ਸਰਲ ਜਿਆਮਤੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦਾ ਕੇਂਦਰ (ਬਿੰਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ) ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਬਿੰਬ ਦੀ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ ।

10.14 (a) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਇੱਕ ਸਰਬ ਵਿਆਪਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਅੰਕ ਹੈ ਜੋ ਸੂਚੀ ਵਿੱਚ ਦਰਜ ਕਾਰਕਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਇਹ ਇੱਕ ਹੈਰਾਨੀ ਜਨਕ ਤੱਥ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਤੱਥ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੀ ਸਾਪੇਖਕਤਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਮੂਲ ਐਕਸੀਅਮ ਹੈ ।

(b) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ

(i) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੁ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਗੁਣਾਂ ਤੋਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।) ਇਹ ਤੱਥ ਹੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਸਚ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਅਤੇ ਜਲ-ਤਰੰਗਾਂ ਆਦਿ ਲਈ ਵੀ ।

(ii) ਸਮ ਦਿਸ਼ਾਵੀ (isotropic) ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਲਈ ਸੰਚਾਰ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(iii) ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਪਰ ਪ੍ਰੇਖਕ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(iv) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(v) ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ (ਜਦੋਂ ਕਿ ਵੱਧ ਤੀਬਰ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਵਧੇਰੇ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਥੇ ਸਾਡੇ ਲਈ ਮਹਤਵਪੂਰਣ ਨਹੀਂ ਹੈ)

10.15 ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਲਈ ਮਾਧਿਅਮ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਕਿ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਸੰਗਤ ਸਮਾਨ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ (ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ) ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਾਪੇਖ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਗਤੀ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚ ਵੱਖ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਧੁਨੀ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰਾਂ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਦੀ ਉਮੀਦ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਦੇ । ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਵਿਚ ਕੋਈ ਭੇਦ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਇਥੇ ਮਾਤਰ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀਆਂ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀਆਂ ਹੀ ਅਰਥ ਰਖਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਡਾਪਲਰ ਦਾ ਸੂਤਰ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਬਰਾਬਰ ਹੈ । ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਮੁੜ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ, ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹਨ ਅਤੇ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀਆਂ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰ ਦੇ ਵੱਖ ਹੋਣ ਦੀ ਉਮੀਦ ਰਖਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ।

10.16 3.4×10^{-4} m

10.17 **(a)** ਆਕਾਰ $\approx \lambda/d$ ਸੂਤਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਆਕਾਰ ਅੱਧਾ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤੀਬਰਤਾ ਚਾਰ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।

(b) ਦੋ ਸਲਿਟਾਂ ਸਮਾਯੋਜਨ ਵਿਚ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹਰੇਕ ਸਲਿਟ ਦੇ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੁਆਰਾ ਮਾਡੂਲਿਤ (Modulated) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(c) ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੀ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਕਿਨਾਰਿਆਂ ਤੋਂ ਵਿਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗਾਂ ਛਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਪੋਸ਼ੀ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਰੋਸ਼ਨ ਬਿੰਦੂ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ।

(d) ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਜਾਂ ਮੁੜਨ ਦੇ ਲਈ ਰੁਕਾਵਟਾਂ/ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ, ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਰੁਕਾਵਟਾਂ/ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਿਵਰਤਨ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ । ਇਥੇ ਆਕਾਰ ਕੁਝ ਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 5×10^{-7}m ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ, ਜਿਵੇਂ 1kHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲੀ ਧੁਨੀ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 0.3 m ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਭਾਜਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਨਹੀਂ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ।

(e) ਨਿਆਸੰਗਤਤਾ ਦਾ ਆਧਾਰ (d) ਵਿਚ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਸਾਧਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ ਵਿਚ ਵਰਤੇ ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ ।

10.18 12.5cm

10.19 0.2 nm

10.20 **(a)** ਐਂਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿੱਧੇ ਸੰਕੇਤ ਅਤੇ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਜ਼ਹਾਜ਼ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦਾ ਵਿਅਤੀਕਰਨ।

(b) ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਤਰੰਗ ਗਤੀ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਅਵਕਲ (Diffesential) ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਰੇਖੀ ਚਰਿਤਰ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ। ਜੇ y_1 ਅਤੇ y_2 ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਹਲ ਹਨ, ਤਾਂ y_1 ਅਤੇ y_2 ਦਾ ਰੇਖੀ ਜੋੜ ਵੀ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਹਲ ਹੋਵੇਗਾ । ਜਦੋਂ ਆਯਾਮ ਵੱਡੇ ਹੋਣ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਉੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਣ-ਪੁੰਜ) ਅਤੇ ਅਰੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਹੋਰ ਵੀ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਸਮਝਨਾ ਇਥੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ।

10.21 ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਲਿਟ ਨੂੰ n ਛੋਟੀਆਂ ਸਲਿਟਾਂ ਵਿਚ ਵੰਡੋ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਚੌੜਾਈ $a' = a/n$ ਹੈ । ਕੋਣ $\theta = n\lambda/a = \lambda/a'$ । ਹਰੇਕ ਛੋਟੀ ਸਲਿਟ ਤੋਂ ਕੋਣ θ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਤੀਬਰਤਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਵੀ ਜ਼ੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ।