باب 14

روشنی
(LIGHT)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

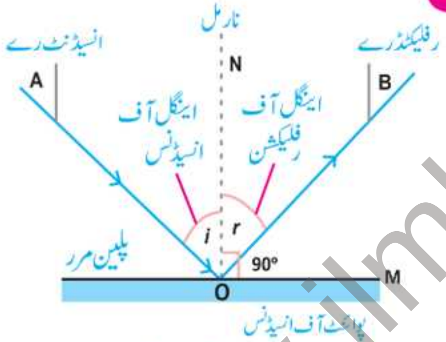
- نارمل، اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف رفلیکشن کی اصطلاحات کو بیان کریں اور استعمال کرسکیں۔
- ایک ایسا تجربہ بیان کریں جس سے پلین مرر میں بننے والی امیج کی جگہ اور خصوصیات معلوم ہوں (یعنی: امیج کا سائز وہی ہوتا ہے، مرر کے پیچھے اتنے ہی فاصلے پر بنتی ہے جتنا فاصلہ جسم کا مرر کے سامنے ہوتا ہے، اور امیج ورچوئل ہوتی ہے)
- رفلیکشن کے قوانین استعمال کرتے ہوئے سادہ آپٹیکل حسابی سوالات حل کرسکیں
- اس معیاری اصول کو بیان کریں کہ جب کوئی ویو کسی ایسے میڈیم میں داخل ہوتی ہے جہاں اس کی سپیڈ کم ہو جاتی ہے تو وہ نارمل کی طرف مڑتی ہے، اور جب وہ ایسے میڈیم میں داخل ہوتی ہے جہاں اس کی سپیڈ بڑھ جاتی ہے تو وہ نارمل سے ہٹ کر مڑتی ہے۔ (اگر اینگل آف انسیڈنس صفر ہو تو ویو نارمل کے ساتھ سیدھی چلتی رہتی ہے)
- روشنی کے لیے خلاء سے کسی میڈیم میں رفریکٹیو انڈیکس کو c/v کے طور پر بیان کرسکیں
- رفریکٹیو انڈیکس n کی تعریف کریں: $n = \sin i/\sin r$۔ سنیل کے قانون (Snell's law) $n = \sin i/\sin r$ کو استعمال کرتے ہوئے سادہ حسابی سوالات حل کرسکیں۔
- مختلف شکل کے شفاف بلاکس کے ذریعے روشنی کی رفریکشن کا تجربہ بیان کرسکیں
- کریٹیکل اینگل (Critical angle) اور ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن (Total internal reflection) کی اصطلاحات بیان کرسکیں
- یہ مساوات اخذ کرسکیں: $n = 1/\sin C$

www.ilmkidunya.com

- مساوات $n = 1 / \sin C$ کو استعمال کرتے ہوئے حسابی سوالات حل کر سکیں
- ایسے تجربات بیان کر سکیں جو کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کو ظاہر کرتے ہوں
- پرزم کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن (Dispersion) بیان کر سکیں، بشمول یہ کہ ناقابلِ دید روشنی (Non-visible spectra) کو تھرمامیٹر سے کیسے محسوس کیا جاتا ہے
- نارمل آنکھ، قریب نظری والی آنکھ، اور بعید نظری والی آنکھ میں امیج بننے کے رے ڈایاگرام بنا سکیں
- قریب نظری اور بعید نظری کی درستی کے لیے کنورجنگ اور ڈائیورجنگ لینز کے استعمال کو بیان کر سکیں

روشنی انرجی کی ایک ایسی قسم ہے جو ویوز کی صورت میں سفر کرتی ہے اور ہمیں اپنے اردگرد کی دنیا دیکھنے کے قابل بناتی ہے۔ اس باب میں ہم جانیں گے کہ روشنی مررز سے کیسے رفلیکٹ ہوتی ہے، مختلف میڈیمز میں داخل ہونے پر کیسے رفریکٹ ہوتی ہے۔ اہم موضوعات میں اینگل آف انسیڈنس، اینگل آف رفلیکشن، اینگل آف رفریکشن۔ ہم انسانی آنکھ میں روشنی اور رنگوں کے احساس کو بھی سمجھیں گے، اور یہ بھی جانیں گے کہ لینز نظر کی خرابیاں کیسے درست کرتے ہیں۔

14.1 روشنی کی رفلیکشن (Reflection of Light)



شکل 14.1: روشنی کی رفلیکشن

رفلیکشن اس وقت ہوتی ہے جب روشنی کسی سطح سے ٹکراتی ہے اور اس میں داخل ہونے کے بجائے واپس پلٹ جاتی ہے۔ یہ عمل زیادہ تر ہموار اور چمکدار سطحوں جیسے مررز پر ہوتا ہے۔ جس اینگل پر روشنی سطح سے ٹکراتی ہے، اسے اینگل آف انسیڈنس (Angle of incidence) کہا جاتا ہے، اور جتنا اینگل بنا کر روشنی واپس پلٹتی ہے، اسے اینگل آف رفلیکشن (Angle of reflection) کہتے ہیں۔ دونوں اینگلز ہمیشہ برابر ہوتے ہیں (شکل 14.1)۔

رفلیکشن کی دو اقسام ہیں:

باقاعدہ رفلیکشن (Regular Reflection): یہ ہموار سطحوں (جیسے مررز) پر ہوتی ہے جہاں روشنی ایک ہی سمت میں رفلیکٹ ہوتی ہے اور واضح امیج بنتی ہے۔

بے قاعدہ رفلیکشن (Irregular Reflection): یہ کھردری یا ناہموار سطحوں (جیسے کاغذ) پر ہوتی ہے جہاں روشنی مختلف سمتوں میں بکھر جاتی ہے، اس لیے کوئی واضح امیج نہیں بنتی۔

رفلیکشن مررز، پیری سکوپ اور مختلف آپٹیکل آلات میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے اور ہمیں اشیا کو دیکھنے اور ان کی امیجز بنانے کے قابل بناتی ہے۔

رفلیکشن کے قوانین (Laws of Reflection)

پہلا قانون: انسیڈنٹ رے، رفلیکٹڈ رے اور نارمل تینوں ایک ہی پلین (Plane) میں واقع ہوتے ہیں۔

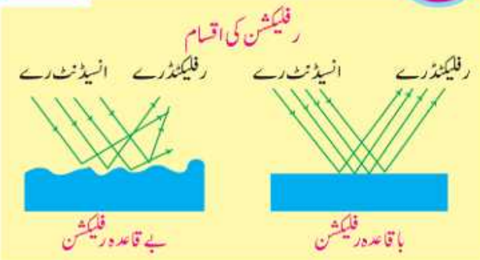
www.ilmkidunya.com

دوسرا قانون: اینگل آف انسیڈنس (i) ہمیشہ اینگل آف رفلیکشن (r) کے برابر ہوتا ہے۔

$$\angle i = \angle r \quad .... (14.1)$$

یہ قوانین ہر اس سطح پر لاگو ہوتے ہیں جو روشنی کو رفلیکٹ کرتی ہے ، جیسے مرر یا پانی۔ انھی قوانین کی مدد سے ہم سمجھتے ہیں کہ روشنی کیسے واپس پلٹ کر امیج بناتی ہے۔

کیاآپ جانتے ہیں؟

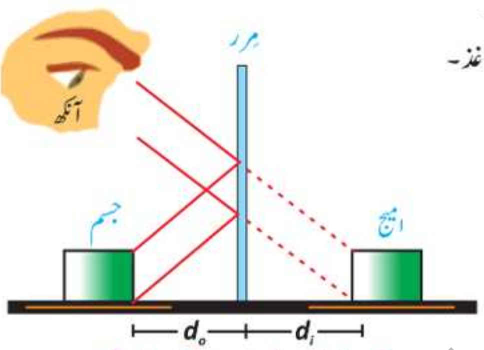


سرگرمی 14.1: پلین مرر (Plane Mirror) میں امیج کی پوزیشن معلوم کرنا

مقصد: پلین مرر میں بننے والی امیج کی پوزیشن اور خصوصیات کا مشاہدہ کرنا۔

سامان: پلین مرر، کوئی چھوٹا جسم ، میٹر رول ، روشنی کا سورس اور سفید کاغذ۔

طریقہ کار: پلین مرر کو سیدھی عمودی پوزیشن میں رکھیں۔ جسم کو مرر کے سامنے رکھیں، اس بات کا خیال رکھتے ہوئے کہ جسم کی اونچائی مرر سے زیادہ نہ ہو۔ روشنی کو جسم پر ڈالیں تاکہ وہ واضح نظر آئے (شکل 14.2)۔ مرر میں دیکھیں اور جسم سے آنے والی رفلیکٹڈ ریز کا مشاہدہ کریں۔ جب دو رفلیکٹڈ ریز آپ کی آنکھ تک پہنچتی ہیں تو وہ ایسے محسوس ہوتی ہیں جیسے وہ مرر کے پیچھے سے آرہی ہوں۔ کاغذ پر پیمانے کی مدد سے رفلیکٹڈ ریز کھینچیں۔



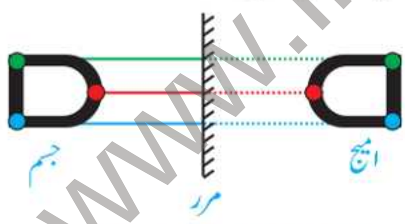
شکل 14.2 پلین مرر میں امیج بننے کا عمل

اب ان رفلیکٹڈ ریز کو پیچھے کی طرف نقاط کے ساتھ بڑھائیں۔ جہاں یہ نقاط آپس میں ملیں، وہی ورچوئل امیج کی پوزیشن ہے۔ یہ طریقہ واضح کرتا ہے کہ پلین مرر میں امیج کہاں پر بنتی ہے۔ پلین مرر میں بننے والی امیج کی چار خصوصیات ہیں:

1۔ امیج سیدھی ہوتی ہے،یعنی امیج سیدھی اور بالکل جسم کی طرح سیدھی دکھائی دیتی ہے۔

2۔ امیج کا سائز جسم کے برابر ہوتا ہے امیج اور جسم کا سائز ایک جیسا ہوتا ہے۔ یہ ایسے لکھا جاتا ہے: $d_i = d_o$

3۔ امیج مکمل طور پر اُلٹی (Inverted) ہوتی ہے،یعنی امیج میں دائیں اور بائیں اُلٹے نظر آتے ہیں (شکل 14.3)۔



شکل 14.3 حرف 'D' کا مرر امیج

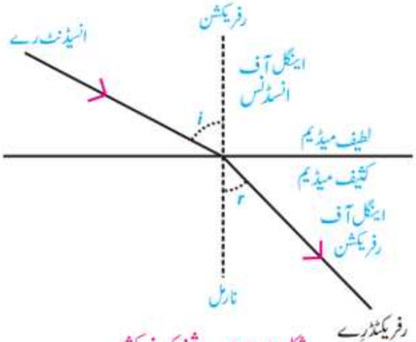
4۔ امیج ورچوئل ہوتی ہے اور سکرین پر نہیں بن سکتی کیونکہ یہ مرر کے پیچھے بنتی ہے، جہاں رئیل ریز آپس میں نہیں ملتیں۔

14.2 روشنی کی رفریکشن (Refraction of Light)

رفریکشن اس وقت ہوتی ہے جب روشنی ایک میڈیم سے دوسرے میڈیم میں داخل ہوتے ہوئے اپنا راستہ بدلتی ہے۔ یہ تبدیلی اس لیے ہوتی ہے کیونکہ روشنی مختلف مٹیریلز میں مختلف سپیڈ سے سفر کرتی ہے۔ جب روشنی ایک لطیف میڈیم (Rare medium) (ہوا) سے کثیف میڈیم (Denser medium) (گلاس یا پانی) میں داخل ہوتی ہے تو عمود کی طرف مڑ جاتی ہے (شکل 14.4)۔

www.ilmkidunya.com

اور جب کثیف میڈیم سے لطیف میڈیم میں داخل ہوتی ہے تو عمود سے پرے مُڑ جاتی ہے۔ روشنی کتنی مُڑے گی، یہ میڈیم کے رفریکٹیو انڈیکس پر منحصر ہوتا ہے۔ رفریکشن ہماری روزمرہ زندگی میں بہت سی چیزوں کی وضاحت کرتی ہے، جیسے پانی میں پنسل کا ٹیڑھا دکھائی دینا، عینکوں اور کیمروں کے لینزز کا کام کرنا، اور رین بو (Rainbow) کا بننا۔



شکل 14.4: روشنی کی رفریکشن

روشنی کی رفریکشن کے قوانین (Laws of Refraction of Light)

رفریکشن کے دوران روشنی کا مُڑنا دو قوانین کے تحت ہوتا ہے:

1۔ پہلا قانون: انسیڈنٹ رِے، رفریکٹڈ رِے، اور نارمل ایک ہی پلین میں واقع ہوتے ہیں۔

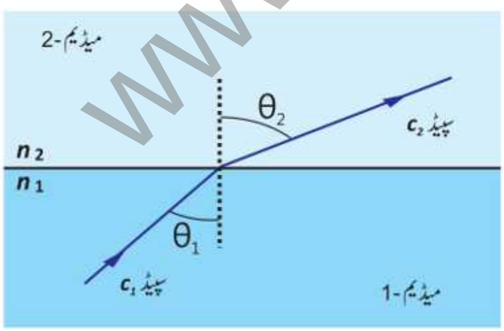
2۔ دوسرا قانون (Snell's Law): سائن کے اینگل آف انسیڈنس اور سائن کے اینگل آف رفریکشن کی نسبت ایک ہی رہتی ہے، اگر میڈیم وہی ہوں۔ یعنی

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \qquad .... (14.2)$$

یہاں n دوسرے میڈیم کا پہلے میڈیم کے لحاظ سے رفریکٹیو انڈیکس ہے۔ رفریکٹیو انڈیکس اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ روشنی کی رِے دوسرے میڈیم میں داخل ہوتے وقت کتنی مُڑتی ہے۔

میڈیم میں روشنی کی سپیڈ (Speed of Light in a Medium)

روشنی ہر میڈیم میں ایک جیسی سپیڈ سے سفر نہیں کرتی۔ خلاء میں اس کی سپیڈ سب سے زیادہ ہوتی ہے، جو کہ $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ہے۔ لیکن جب روشنی، پانی یا گلاس جیسے میڈیمز میں سفر کرتی ہے تو اسے میڈیم کے پارٹیکلز کی وجہ سے سست ہونا پڑتا ہے۔ جتنا میڈیم زیادہ کثیف (Denser) ہوگا، روشنی اتنی ہی آہستہ چلے گی۔ اس کمی یا تبدیلی کو رفریکٹیو انڈیکس (n) سے پیمائش کیا جاتا ہے، جو خلاء میں روشنی کی سپیڈ کا میڈیم میں روشنی کی سپیڈ کی نسبت کے برابر ہوتا ہے۔ سپیڈ میں یہی تبدیلی روشنی کو مُڑنے پر مجبور کرتی ہے، جسے ہم رفریکشن کہتے ہیں۔



شکل 14.5: دو میڈیمز کے درمیان باؤنڈری پر روشنی کی رفریکشن

رفریکٹیو انڈیکس (Refractive Index)

رفریکٹیو انڈیکس n کسی میڈیم میں روشنی کی سپیڈ میں ہونے والی تبدیلی کا پیمانہ ہے۔ یہ بتاتا ہے کہ روشنی اس میڈیم میں داخل ہو کر کتنی سُست ہو جاتی ہے۔ رفریکٹیو انڈیکس کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

رفریکٹیو انڈیکس روشنی کی خلاء یا ہوا میں سپیڈ کا روشنی کی کسی دوسرے میڈیم میں سپیڈ سے تناسب ہے۔

$$\text{رفریکٹیو انڈیکس} = \frac{\text{خلاء میں روشنی کی سپیڈ}}{\text{میڈیم میں روشنی کی سپیڈ}}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad .... (14.3)$$

www.ilmkidunya.com

شکل 14.5 یہ ظاہر کرتی ہے کہ روشنی کی رے جب میڈیم-1 (جس کا رفریکٹیو انڈیکس n_1 اور سپیڈ c_1 ہے) سے میڈیم-2 (جس کا رفریکٹیو انڈیکس n_2 اور سپیڈ c_2 ہے) میں داخل ہوتی ہے تو اپنے راستے میں تبدیلی پیدا کرتی ہے۔ اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف رفریکشن دکھاتے ہیں کہ سنیل کے قانون کے مطابق روشنی کیسے مڑتی ہے۔

مثال 14.1: روشنی کی ایک رے ہوا سے پانی میں داخل ہوتی ہے۔ اینگل آف انسیڈینس 40° ہے اور پانی کا رفریکٹیو انڈیکس 1.33 ہے۔ اینگل آف رفریکشن r معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $n = 1.33$ رفریکٹیو انڈیکس ؛ $i = 40°$ اینگل آف انسیڈنس

معلوم کرنا: $r = ?$ اینگل آف رفریکشن

ہم جانتے ہیں کہ: $\frac{\sin i}{\sin r} = n$

قیمتیں درج کرنے سے: $1.33 \times \sin r = \sin 40°$

$\sin r = \sin 40° / 1.33 = 0.483$

$r = \sin^{-1}(0.483) = 28.9°$

مثال 14.2: پانی کا رفریکٹیو انڈیکس 1.33 ہے۔ پانی میں روشنی کی سپیڈ معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ خلاء میں روشنی کی سپیڈ ؛ $n = 1.33$ پانی کا رفریکٹیو انڈیکس

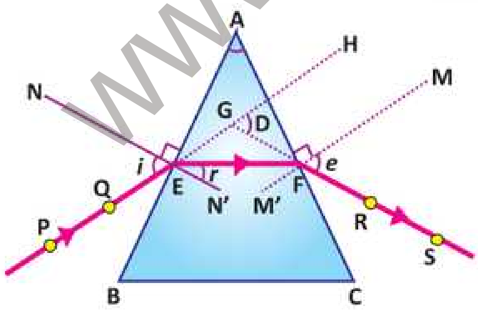
معلوم کرنا: $v = ?$ پانی میں روشنی کی سپیڈ

ہم جانتے ہیں کہ: $n = c / v$ یا $v = c / n$

قیمتیں درج کرنے سے: $v = (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}) / 1.33$

$v = 2.26 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

پرزم کے ذریعے رفریکشن (Refraction Through Prism)



شکل 14.6: شیشے کے تکون نما پرزم میں رفریکشن

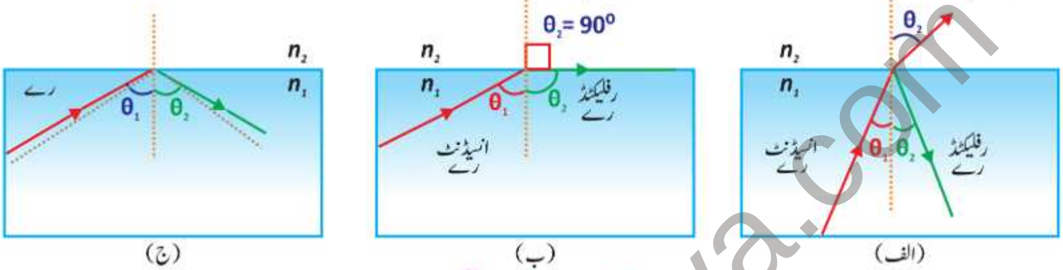
پرزم ایک شفاف جسم ہوتا ہے جس کی کم از کم دو ہموار تراشی ہوئی سطحیں ایک دوسرے کی طرف انکلائینڈ (Inclind) ہوتی ہیں۔ یہ عام طور پر خاص شیشے سے بنایا جاتا ہے اور اس کا استعمال روشنی کو موڑنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ ایک تکونی (Triangular) پرزم جس کا ہر اینگل 60° کا ہوتا ہے، جیسے شکل 14.6 میں دکھایا گیا ہے کہ جب روشنی داخل ہوتی ہے تو وہ اپنے اصل راستے کے متوازی باہر نہیں نکلتی بلکہ سمت تبدیل کر لیتی ہے۔ جب روشنی کی آنے والی رے (PE) پرزم کی سطح پر پوائنٹ E پر پہنچتی ہے تو وہ نارمل کی طرف مڑ جاتی ہے اور پرزم کے اندر مڑی ہوئی رے (EF) بن کر آگے بڑھتی ہے۔

www.ilmkidunya.com

پرزم کے اندر یہ رے اینگل آف رفریکشن(r) کے ساتھ دوسرے پوائنٹ F تک پہنچتی ہے۔ یہاں سے جب رے باہر نکلتی ہے تو دوبارہ مڑتی ہے اور باہر نکلنے والی رے(FS) بناتی ہے۔ یہ رے (FS) اصل آنے والی رے (PE) کے متوازی نہیں رہتی بلکہ ایک مخصوص اینگل(D) سے ہٹ جاتی ہے، جسے اینگل آف ڈیوی ایشن(Angle of deviation) کہا جاتا ہے۔ روشنی کے راستے میں یہ تبدیلی مختلف آپٹیکل آلات، سپیکٹرو میٹری اور روشنی کی ڈسپرشن کے تجربات میں بہت اہمیت رکھتی ہے۔

ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن (Total Internal Reflection)

جب روشنی ایک میڈیم سے دوسرے میڈیم کی باؤنڈری پر پہنچتی ہے تو اس کا ایک حصہ واپس لوٹ جاتا ہے اور ایک حصہ دوسرے میڈیم میں داخل ہو جاتا ہے، جیسا کہ شکل 14.7 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 14.7: ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن

لیکن کچھ خاص حالات میں روشنی مکمل طور پر واپس لوٹ آتی ہے اور بالکل بھی دوسرے میڈیم میں داخل نہیں ہوتی، اس عمل کو ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کہا جاتا ہے۔ اگر اینگل آف انسیڈنس بڑھایا جائے تو اینگل آف رفریکشن بھی بڑھتا جاتا ہے۔ جوں جوں اینگل آف انسیڈنس میں اضافہ ہوتا ہے، اینگل آف رفریکشن بھی اسی نسبت سے بڑا ہوتا جاتا ہے۔ ایک خاص اینگل پر پہنچ کر مڑی ہوئی رے اب دوسرے میڈیم میں داخل نہیں ہوتی بلکہ باؤنڈری کے ساتھ ساتھ چلتی ہے۔ اس خاص اینگل کو کریٹیکل اینگل کہا جاتا ہے (شکل 14.7۔ب)۔ اس کی تعریف یہ ہے:

جس اینگل آف انسیڈنس پر اینگل آف رفریکشن $90°$ ہو جائے، اسے کریٹیکل اینگل کہتے ہیں۔

اب اگر اینگل آف انسیڈنس کریٹیکل اینگل سے بھی زیادہ بڑھا دیا جائے تو روشنی بالکل بھی دوسرے میڈیم میں داخل نہیں ہوتی۔ اس کے بجائے پوری کی پوری رے واپس اسی میڈیم میں رفلیکٹ ہو جاتی ہے۔ اس عمل کو ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کہا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 14.7(ج) میں دکھایا گیا ہے۔

جب روشنی کثیف میڈیم سے لطیف میڈیم میں داخل ہو اور اینگل آف انسیڈنس کریٹیکل اینگل سے بڑا ہو جائے تو روشنی مکمل طور پر اُسی میڈیم میں مڑ جاتی ہے۔ اس عمل کو ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کہتے ہیں۔

ٹیبل 14.1: مختلف میڈیمز کے لیے رفریکٹیو انڈیکس، روشنی کی سپیڈ اور کریٹیکل اینگل

میڈیم	رفریکٹیو انڈیکس	روشنی کی سپیڈ $(\times 10^8\ m\ s^{-1})$	کریٹیکل اینگل
ڈائمنڈ	2.42	1.25	24.4°
گلاس (فلنٹ)	1.66	1.81	37.0°
گلاس (کراؤن)	1.52	2.01	41.2°
شفاف پلاسٹک	1.49	2.00	42.0°
پانی	1.33	2.25	48.8°
برف	1.31	2.30	49.8°
ہوا	1.00	2.99	88.6°
خلاء	1.00	3.00	90.0°

www.ilmkidunya.com

ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کا فارمولہ اخذ کرنا (Derivation of the formula for Total Internal Reflection)

ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کا فارمولا اخذ کرنے کے لیے ہم بنیادی طور پر سنیل کا قانون استعمال کرتے ہیں۔

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad .... (14.4)$$

جب ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن واقع ہوتا ہے تو رفریکٹڈ اینگل °90 ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں سنیل کا قانون یوں بن جاتا ہے:

$$n_1 \sin i = n_2 \qquad (\because \sin 90° = 1)$$

یہاں پر: $'i'$ θ_i کریٹیکل اینگل C ہے، اور یہ مساوات بتاتی ہے کہ:

$$\sin C = n_2 / n_1 \quad .... (14.5)$$

کریٹیکل اینگل C معلوم کرنے کے لیے دوبارہ ترتیب دینے سے:

$$C = \sin^{-1}(n_2 / n_1) \quad .... (14.6)$$

یہ تعلق صرف اس وقت درست ہوتا ہے جب $n_1 > n_2$، یعنی روشنی کثیف میڈیم سے لطیف میڈیم میں داخل ہو رہی ہو۔

اگر دوسرا میڈیم ہوا ہو (جہاں $n_2 = 1$) تو مساوات یوں بن جاتی ہے:

$$\sin C = 1 / n$$

اس تعلق سے پہلے کثیف میڈیم کا رفریکٹیو انڈیکس معلوم کیا جا سکتا ہے:

$$n = 1 / \sin C \quad .... (14.7)$$

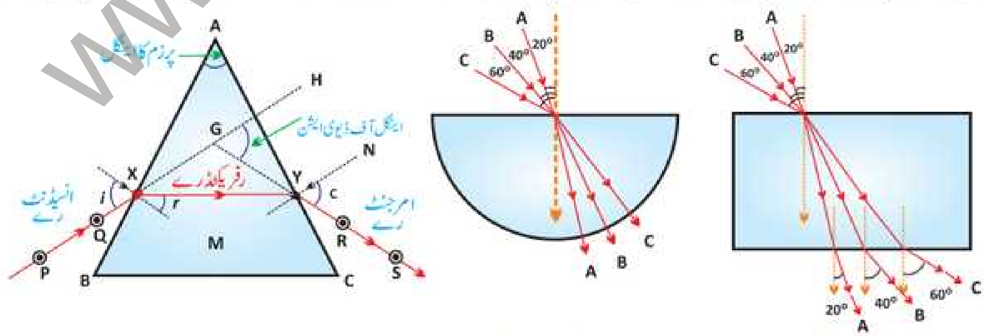
یہ مساوات صرف اس صورت میں درست ہے جب روشنی کثیف میڈیم (رفریکٹیو انڈیکس n) سے ہوا میں داخل ہو رہی ہو۔

تجربہ: روشنی کی رفریکشن کے مشاہدہ کا تجربہ (Experiment to Study Refraction)

روشنی مختلف شفاف میٹیریلز میں داخل ہوتے وقت کس طرح مڑتی ہے؟ یہ جاننے کے لیے ہم ایک سادہ تجربہ کلاس روم یا لیبارٹری میں کر سکتے ہیں (شکل 14.8)۔

مقصد تجربہ: یہ مشاہدہ کرنا کہ روشنی رفریکشن کے دوران کس طرح مڑتی ہے جب وہ مستطیلی (Rectangular) شفاف بلاک، نیم دائرہ نما (Semi-circular) شفاف بلاک، شیشہ کے پرزم میں داخل ہو کر گزرتی ہے۔

سامان: لیزر لائٹ، پروٹریکٹر، کاغذ کی شیٹ، رُولر، پنسل، شفاف پلاسٹک (Perspex) کے بلاکس (مستطیل، نیم دائرہ نما، اور پرزم کی شکل میں)۔



(ج) پرزم　(ب) نیم دائرہ نما بلاک　(الف) مستطیل نما بلاک

شکل 14.8: روشنی کی رفریکشن کا تجربہ

طریقہ:

مستطیل نما گلاس بلاک کو کاغذ کی شیٹ پر رکھیں اور اس کے نتیجہ میں مشاہدہ کریں۔

- کاغذ پر بلاک کے اس کنارے پر ایک سیدھی لائن کھینچیں جہاں سے روشنی داخل ہوگی۔
- جہاں روشنی بلاک پر پڑے گی اس پوائنٹ پر ایک نارمل (عمودی سیدھی لائن) بنائیں۔
- لیزر لائٹ کو اینگل پر رکھتے ہوئے بنائی گئی لائن کے ساتھ بلاک پر ڈالیں۔

دلچسپ معلومات

ڈائمنڈز چمکتے ہیں کیونکہ ان کا رفریکٹیو انڈیکس بہت زیادہ ہوتا ہے جو اندرونی سطحوں پر بے شمار ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کا سبب بنتا ہے۔

تجربہ: ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے مشاہدہ کا تجربہ (Experiment to Study Total Internal Reflection)

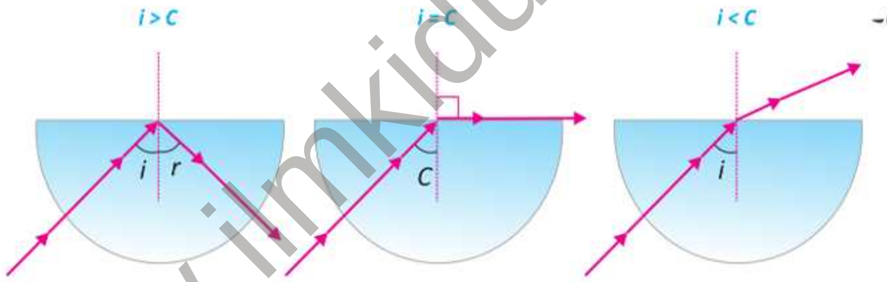
مقصد تجربہ: نیم دائرہ نما گلاس بلاک کی مدد سے ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کا مطالعہ کرنا (شکل 14.9)۔

سامان: روشنی کی رے، پروٹریکٹر، کاغذ، پنسل، رولر، اور نیم دائرہ نما شفاف پلاسٹک (Perspex) کے بلاک۔

ذہنی آزمائش

ایک پنسل کو پانی کے گلاس میں رکھیں، یہ مڑی ہوئی نظر آتی ہے۔ اس سے پانی میں روشنی کی سپیڈ کے بارے میں کیا پتہ چلتا ہے، جب ہوا سے موازنہ کیا جائے؟

شکل 14.9 (الف) میں رفریکشن دکھایا گیا ہے جبکہ شکل 14.9 (ب) اور 14.9 (ج) بالترتیب کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کو ظاہر کرتی ہیں۔



شکل 14.9: ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کا تجربہ

مثال 14.3: پانی کے لیے کریٹیکل اینگل معلوم کریں (رفریکٹڈ اینگل = 90°)۔ پانی کا رفریکٹیو انڈیکس 1.33 ہے اور ہوا کا رفریکٹیو انڈیکس 1 ہے۔

حل:

سنیل کے قانون کے مطابق: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

کریٹیکل اینگل کی صورت میں رفلیکشن کا اینگل $r = 90°$ اور $i = C$ ہوتا ہے، اس لیے؛ $\sin 90° = 1$ اور $n \sin C = 1$

اب اینگل C کے لیے مساوات کو ترتیب دینے سے ہیں:

$$C = \sin^{-1}(1/n)$$

قیمتیں درج کرنے پر:

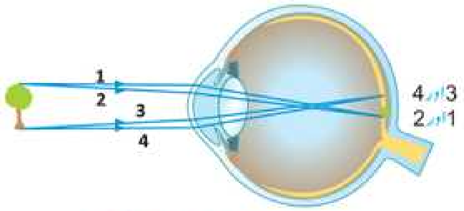
$$C = \sin^{-1}(1/1.33)$$

$$C = \sin^{-1}(0.752) = 48.8°$$

www.ilmkidunya.com

14.3 نارمل آنکھ میں امیج کی تشکیل (Image Formation in a Normal Eye)

ایک صحت مند آنکھ میں روشنی کی ریز کورنیا اور لینز سے گزرتی ہیں اور ریٹینا پر بالکل درست مقام پر فوکس ہو جاتی ہیں۔ جیسے کنویکس لینز ریئل امیج بناتا ہے، ویسے ہی آنکھ بھی ریئل اور صاف امیج بناتی ہے،(شکل 14.10)۔جسم کے اوپر اور نیچے کے حصے سے آنے والی ریز ریٹینا (Retina) کے ایک مخصوص مقام پر اکٹھی ہوتی ہیں، جس سے ہمیں صاف امیج نظر آتی ہے۔ یہ عمل اس طرح ہوتا ہے جیسے ایک کنویکس لینز ریئل امیج بناتا ہے۔



شکل 14.10: آنکھ کے ذریعے امیج کی تشکیل

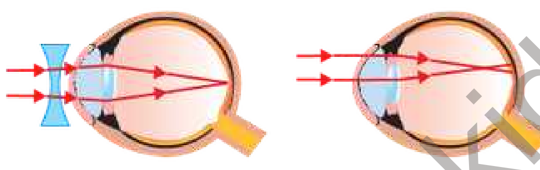
قریب نظری اور اس کی درستی (Short-Sightedness (Myopia) and Its Correction)

آنکھ جس کم سے کم فاصلے پر چیزوں کو صاف دیکھ سکتی ہے، اسے نقطۂ قریب (Near Point) کہتے ہیں۔ ایک عام شخص میں یہ قریباً 25 cm ہوتا ہے۔

قریب نظری میں شخص کو نزدیک کی چیزیں تو صاف نظر آتی ہیں مگر دُور کی چیزیں دھندلی ہوتی ہیں۔

اس کی وجہ یہ ہے کہ آنکھ کا لینز روشنی کو زیادہ موڑ دیتا ہے، جس سے امیج ریٹینا سے پہلے بن جاتی ہے (شکل 14.11 - الف)۔ اور دور کے چیزیں دھندلی دکھائی دیتی ہیں۔

علاج: اسے ٹھیک کرنے کے لیے کنکیو لینز استعمال کیا جاتا ہے (شکل 14.11 -ب)۔



(ب) (الف)

شکل 14.11: قریب نظری

یہ لینز روشنی کی ریز کو پھیلا دیتا ہے تاکہ آنکھ کا اپنا لینز انہیں صحیح مقام یعنی ریٹینا پر فوکس کر سکے۔

قریب نظری کی وجوہات (Causes of Short-Sightedness (Myopia))

قریب نظری دو بنیادی وجوہات سے پیدا ہوتی ہے:

1۔ **بہت مضبوط لینز:** آنکھ کا لینز حد سے زیادہ مڑا ہوا ہوتا ہے اور روشنی کو ریٹینا کے سامنے معمول سے زیادہ موڑ دیتا ہے۔

2۔ **بہت بڑا آئی بال:** کورنیا اور ریٹینا کے درمیان فاصلہ بڑھ جاتا ہے جس سے ریٹینا زیادہ پیچھے چلی جاتی ہے اور امیج آگے بن جاتی ہے۔

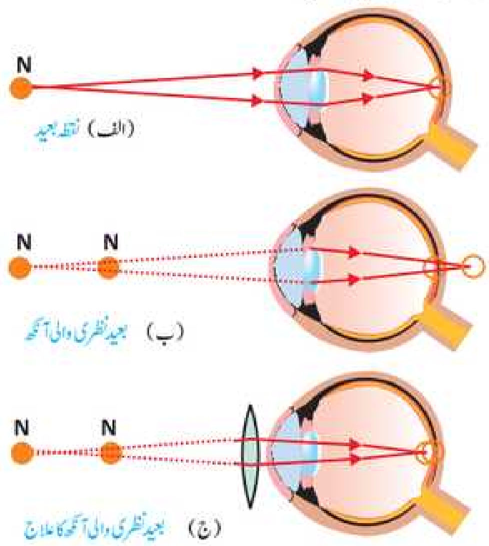
بعید نظری اور اس کی درستی Long-Sightedness (Hypermetropia) and Its Correction

ایک نارمل آنکھ میں، قریب موجود اجسام سے آنے والی روشنی کی ریز درست طور پر ریٹینا پر فوکس ہوتی ہیں (شکل 14.12-الف)، جس سے صاف امیج بنتی ہے۔ بعید نظری میں دُور کی چیزیں صاف دکھائی دیتی ہیں مگر قریب کی چیزیں دُھندلی دکھائی دیتی ہیں۔ یہ مسئلہ اس وقت پیدا ہوتا ہے جب آنکھ کا لینز کمزور ہو (روشنی کو مناسب حد تک نہ موڑ سکے)، یا آنکھ کا آئی بال (Eyeball) چھوٹا ہو (ریٹینا پیچھے کی طرف زیادہ دُور ہو)۔ اس صورتحال میں روشنی کی ریز ریٹینا کے بجائے پیچھے فوکس ہوتی ہیں (شکل 14.12 -ب)، اس لیے قریب کی چیزیں واضح نظر نہیں آتیں۔

www.ilmkidunya.com

علاج: بعید نظری کو درست کرنے کے لیے عینکوں میں کنٹیکٹ لینز یا کنویکس لینز استعمال کیا جاتا ہے۔

کنویکس لینز روشنی کی ریز کو آنکھ میں داخل ہونے سے پہلے زیادہ موڑ دیتا ہے، جس سے آنکھ کا اپنا لینز انہیں صحیح مقام یعنی ریٹینا پر فوکس کرلیتا ہے (شکل 14.12-ج)۔



شکل 14.12: بعید نظری

بعید نظری کی وجوہات (Causes of Long-Sightedness)

بعید نظری دو اہم وجوہات سے پیدا ہوتی ہے:

1۔ **بہت کمزور لینز:** آنکھ کا لینز روشنی کی ریز کو کافی حد تک نہیں موڑ پاتا۔

2۔ **بہت چھوٹا آئی بال:** ریٹینا لینز کے زیادہ قریب ہوتی ہے۔

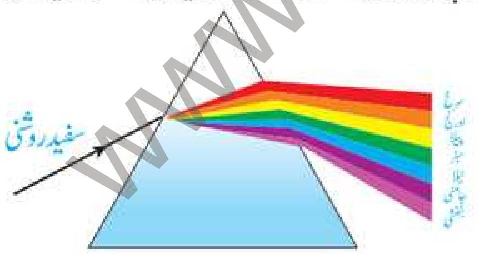
دونوں صورتوں میں امیج ریٹینا کے پیچھے بنتی ہے اور قریب کی چیزیں دُھندلی نظر آتی ہیں۔

14.4 پرزم کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن (Dispersion of Light by Prism)

ایک پرزم عام طور پر شیشے کا بنا ہوا ایک آپٹیکل جسم ہوتا ہے، جس کی سطحیں ٹرائی اینگولر (Triangular) اور ریکٹینگل (Rectangle) ہوتی ہیں۔ جب روشنی اس میں سے گزرتی ہے تو رفریکشن کی وجہ سے مڑ جاتی ہے۔ چونکہ مرئی روشنی (Visible light) مختلف ویولینگتھ پر مشتمل ہوتی ہے اور رفریکشن کا انحصار بھی ویولینگتھ پر ہوتا ہے، اس لیے ہر ویولینگتھ مختلف اینگل پر مڑتی ہے، اس عمل کو ڈسپرشن کہتے ہیں۔

سفید روشنی کا پرزم سے گزر کر سات رنگوں میں بٹ جانا، روشنی کی ڈسپرشن کہلاتا ہے۔

جب سفید روشنی پرزم میں داخل ہوتی ہے تو اس کی سپیڈ کم ہو جاتی ہے اور وہ نارمل کی طرف مڑتی ہے۔ ہر رنگ کی اپنی منفرد ویولینگتھ ہوتی ہے، اس لیے پرزم کے اندر سفر کرتے ہوئے ہر رنگ مختلف اینگل پر رفریکٹ ہوتا ہے۔ چھوٹی ویولینگتھ والے رنگ (جیسے نیلا، بنفشی) زیادہ مڑتے ہیں جبکہ بڑی ویولینگتھ والے رنگ (جیسے سرخ، اورنج) کم مڑتے ہیں۔ نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ پرزم سے باہر نکلنے والی روشنی سات الگ الگ رنگوں میں بکھر جاتی ہے: سرخ، اورنج، پیلا، سبز، نیلا، جامنی (Indigo) اور بنفشی (Violet) مرئی سپیکٹرم (Visible spectrum) بناتے ہیں (شکل 14.13)۔



شکل 14.13: پرزم کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن

مرئی سپیکٹرم سے آگے بھی پرزم انفراریڈ (IR) اور الٹراوائلٹ (UV) روشنی کو منتشر کر سکتا ہے، اگرچہ یہ روشنی خالی آنکھ سے دکھائی نہیں دیتی۔ ان ویولینگتھ کی پیائش کے لیے خاص آلات استعمال کیے جاتے ہیں، مثلاً انفراریڈ تھرمامیٹر۔

انفراریڈ تھرمامیٹرز (Infrared Thermometers)

یہ آلات اجسام سے خارج ہونے والی انفراریڈ ریڈی ایشن کا پتا لگاتے ہیں، جو ٹمپریچر کے مطابق ہوتی ہے۔ جب پرزم سے منتشر ہونے والی

www.ilmkidunya.com

روشنی انفراریڈ تھرمامیٹر تک پہنچتی ہے تو یہ آلہ نظر آنے والی روشنی کے ساتھ ساتھ انفراریڈ ریڈی ایشنز کی بھی پیمائش کر سکتا ہے۔ انفراریڈ ریڈی ایشنز کی شدت کا تجزیہ کر کے تھرمامیٹر اس جسم کا ٹمپریچر معلوم کرتا ہے جس سے ریڈی ایشنز خارج ہو رہی ہو۔ یہ ٹیکنالوجی بغیر چھوئے ٹمپریچر معلوم کرنے میں استعمال ہوتی ہے، جیسے انسانی جسم کا ٹمپریچر چیک کرنے کے لیے (شکل 14.14)۔

شکل 14.14: انفراریڈ تھرمامیٹر

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

14.1 اگر کسی میڈیم کا رفریکٹیو انڈکس 1.7 ہو تو اس کا کریٹیکل اینگل کیا ہوگا؟

(الف) 55.1° (ب) 40.5° (ج) 60° (د) 36°

14.2 اگر اینگل آف انسیڈنس کریٹیکل اینگل سے بڑھ جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟

(الف) رفریکشن (ب) ابزاریشن (ج) روشنی غائب ہو جاتی ہے (د) ٹوٹل رفلیکشن

14.3 جب کسی میٹریل کا رفریکٹیو انڈیکس بڑھ جاتا ہے تو کیا بڑھ جائے گا؟

(الف) روشنی کی سپیڈ (ب) اینگل آف رفریکشن (ج) روشنی کا مڑ جانا (د) ویولینگتھ

14.4 کون سا بیان ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے مظہر کو بہترین بیان کرتا ہے؟

(الف) روشنی کسی نئے میڈیم میں داخل ہو کر مڑتی ہے (ب) روشنی دو میڈیمز کی باؤنڈری پر مکمل طور پر رفلیکٹ ہو جاتی ہے

(ج) روشنی کثیف میڈیم میں داخل ہوتے ہی سست ہو جاتی ہے (د) روشنی بغیر مڑے میڈیم سے گزر جاتی ہے

14.5 پانی سے ہوا میں جاتے ہوئے روشنی کی رے کیسے مڑتی ہے؟

(الف) نارمل کی طرف (ب) نارمل سے دور (ج) 90° پر (د) نارمل کے متوازی

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

14.1 جب روشنی ہوا سے پانی میں داخل ہوتی ہے تو کیا ہوتا ہے؟

14.2 رفریکٹیو انڈیکس کی تعریف کریں۔ ہوا اور پانی کا رفریکٹیو انڈیکس کیا ہے؟

14.3 سنیل کا قانون بیان کریں اور مساوات میں استعمال ہونے والی تمام اصطلاحات کی تعریف کریں۔

14.4 ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کی تعریف کریں۔ اس کے لیے کن شرائط کا ہونا ضروری ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

14.1 جب ایک پنسل کو جزوی طور پر پانی میں ڈالا جاتا ہے تو وہ ٹوٹی ہوئی دکھائی دیتی ہے۔ یہ روشنی کے کس اصول کی وجہ سے ہوتا ہے، اور اس کا سپیڈ کی تبدیلی کے ساتھ کیا تعلق ہے؟

14.2 پرزم سفید روشنی کو اس کے جزوی رنگوں میں کیوں تقسیم کر سکتا ہے، جبکہ پلین گلاس سلیب ایسا نہیں کر پاتی، حالانکہ دونوں میں رفریکشن ہوتی ہے؟

www.ilmkidunya.com

14.3 روشنی پانی سے ہوا میں ایک خاص اینگل پر داخل ہوتے وقت ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کیوں کرتی ہے، مگر ہوا سے پانی میں جاتے ہوئے ایسا کیوں نہیں ہوتا؟

14.4 کریٹیکل اینگل سے کیا مراد ہے؟ اور اس کا ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن سے کیا تعلق ہے؟

14.5 ایک غوطہ خور کو مچھلی اصل سے زیادہ قریب کیوں نظر آتی ہے؟

4۔ تفصیلی سوالات

14.1 روشنی کی رفلیکشن کے حوالے سے نارمل، اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف رفلیکشن کی وضاحت کریں۔ وضاحت کے لیے ایک خاکہ بھی بنائیں۔

14.2 کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کی تعریف کریں۔ وہ شرائط بیان کریں جن میں ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن ہوتا ہے۔

14.3 رفریکٹیو انڈیکس کے لیے کریٹیکل اینگل کی صورت میں مساوات؛ ($n = 1 / \sin C$) اخذ کریں۔ تمام مراحل اور مفروضات شامل کریں۔

14.4 ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے مظہر کی وضاحت کریں۔ اس کے دو عملی استعمالات بھی بتائیں۔

14.5 بعید نظری کیا ہے؟ اس کی وجوہات بیان کریں۔

5۔ حسابی سوالات

14.1 پانی میں روشنی کی سپیڈ $2.25 \times 10^8\ m\ s^{-1}$ ہے۔ پانی کا رفریکٹیو انڈیکس معلوم کریں۔ [1.33]

14.2 ہوا میں روشنی کی رے ($n_1 = 1.0$) شیشے کی سطح ($n_2 = 1.5$) پر $30°$ کے اینگل آف انسیڈنس کے ساتھ ٹکراتی ہے۔ گلاس کے اندر اینگل آف رفریکشن معلوم کریں۔ [19.5°]

14.3 روشنی کی ایک رے ہوا سے ایک نامعلوم مائع میں داخل ہوتی ہے۔ ہوا میں اینگل آف انسیڈنس $45°$ ہے اور مائع میں اینگل آف رفریکشن $30°$ ہے۔ مائع کا رفریکٹیو انڈیکس معلوم کریں۔ [1.41]

14.4 روشنی کی رے ہوا سے مائع میں جاتی ہے۔ ہوا میں اینگل آف انسیڈنس $50°$ اور مائع میں اینگل آف رفریکشن $32°$ ہے۔ ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ $340\ m\ s^{-1}$ اور مائع میں $1500\ m\ s^{-1}$ ہے۔ مائع کا رفریکٹیو انڈیکس اور مائع میں روشنی کی سپیڈ معلوم کریں۔
[1.45, $2.08\times10^8\ m\ s^{-1}$]

14.5 گلاس کے بلاک میں روشنی سفر کرتی ہے جس کا رفریکٹیو انڈیکس $n = 1.6$ ہے۔ یہ روشنی گلاس اور ہوا کی باؤنڈری سے ٹکراتی ہے۔ ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے لیے کریٹیکل اینگل معلوم کریں۔ [38.68°]

www.ilmkidunya.com