Chapter 4

Refraction of Light at Plane Surfaces

I. Reflections on Concepts

سوال 1: ہیرے میں روشنی کی رفتار 124000 km/s ہے۔ اگر ہوا میں روشنی کی رفتار 300000 km/s ہو تو ہیرے کا انعکاسی اشاریہ نکالیں؟

جواب:

انعکاسی اشاریہ = ہوا میں رفتار ÷ ہیرے میں رفتار

$= 300000 \div 124000 = \mathbf{2.42}$

سوال 2: شیشے کا پانی کے لحاظ سے انعکاسی اشاریہ 9/8 ہے۔ پانی کا شیشے کے لحاظ سے اشاریہ کیا ہو گا؟

جواب:

اگر A کا B کے لحاظ سے اشاریہ 9/8 ہے تو B کا A کے لحاظ سے اشاریہ 8/9 ہو گا۔

سوال 3: اگر پانی کا مطلق انعکاسی اشاریہ 4/3 ہو تو critical angle کیا ہو گا؟

جواب:

Critical angle C کے لیے،

$\sin C = 1/n = 1 \div (4/3) = \mathbf{3/4}$

سوال 4: اگر benzene کا critical angle 42° ہے، تو اس کا refractive index نکالیں؟

جواب:

$n = 1 / \sin C = 1 / \sin(42°) = \mathbf{1.51}$

سوال 5: مراء (Mirage) کیسے بنتی ہے؟

جواب:

گرمی میں زمین کے قریب ہوا گرم اور ہلکی ہوتی ہے۔ جب روشنی ٹھنڈی ہوا سے گرم ہوا میں جاتی ہے تو وہ مڑتی ہے اور total internal reflection ہوتا ہے، جس سے آسمان کی عکس زمین پر دکھائی دیتی ہے، جو پانی جیسا لگتا ہے۔

سوال 6: روشنی کا شیشے کے تختے سے انعکاس ray diagram کی مدد سے سمجھائیں۔

جواب:

جب روشنی شیشے کے تختے پر پڑتی ہے تو وہ مڑتی ہے (refraction)، اور جب وہ دوسری طرف سے باہر آتی ہے تو دوبارہ مڑتی ہے۔ یہ دو مرتبہ refraction دکھاتا ہے۔ شعاع اصل راستے سے ہٹ کر parallel سمت میں نکلتی ہے۔

سوال 7: ستارے جھلملاتے کیوں دکھائی دیتے ہیں؟

جواب:

زمین کی فضا میں ہوا کی تہیں مسلسل حرکت میں رہتی ہیں، جس سے ستارے کی روشنی refract ہوتی رہتی ہے۔ اس مسلسل مڑنے کی وجہ سے ستارے کی روشنی ہماری آنکھوں میں ادھر اُدھر آتی ہے، اور ستارے جھلملاتے محسوس ہوتے ہیں۔

II. Application of Concepts

سوال 1: اگر ہوا سے مائع میں روشنی 45° پر آئے اور 30° پر مڑے تو مائع کا refractive index نکالیں؟

جواب:

$$n = \sin i / \sin r = \sin(45^\circ) / \sin(30^\circ) = 0.707 / 0.5 = \mathbf{1.414}$$

سوال 2: کن صورتوں میں روشنی مڑتی نہیں؟

جواب:

1. جب روشنی عمودی زاویے (90°) پر آتی ہے۔
2. یا دونوں میڈیم کا refractive index برابر ہو۔

ایسی حالت میں روشنی سیدھی جاتی ہے، refraction نہیں ہوتا۔

سوال 3: شیشے کے slab سے دیکھنے پر چیز قریب کیوں لگتی ہے؟

جواب:

روشنی میٹیریل سے نکلتے وقت مڑتی ہے، اس مڑنے سے چیز اصل مقام سے تھوڑی اوپر نظر آتی ہے۔

(→اس کا ray diagram بنایا جاسکتا ہے جس میں روشنی کی شعاع air میں bend ہو کر آتی ہے۔)

سوال 4: ہیرا شیشے سے زیادہ چمکتا کیوں ہے؟

جواب:

کیونکہ ہیرے کا refractive index زیادہ ہے (2.42)، اس میں total internal reflection بار بار ہوتا ہے، جس سے روشنی اندر کئی بار جھلکتی ہے اور باہر زیادہ چمک کے ساتھ نکلتی ہے۔

III. Higher Order Thinking Questions

سوال 1: پانی میں تیرتی ہوئی مچھلی پر نشانہ لگانا مشکل کیوں ہے؟

جواب:

روشنی پانی سے نکلتے وقت مڑتی ہے، جس سے مچھلی اصل مقام سے اوپر نظر آتی ہے۔ یہ refraction کی وجہ سے ہوتا ہے، جس سے آنکھ اور حقیقت میں فرق آتا ہے۔

سوال 2: جب ٹیسٹ ٹیوب پانی میں ایک زاویے پر رکھی جائے تو کچھ زاویوں سے وہ آئینے کی طرح کیوں لگتی ہے؟

جواب:

جب روشنی critical angle سے زیادہ پر پڑتی ہے تو وہ باہر نہیں نکلتی بلکہ واپس اندر ہی منعکس ہوتی ہے۔ اس phenomenon کو **total internal reflection** کہتے ہیں، جس سے وہ سطح آئینے جیسی لگتی ہے۔

سوال 3: کیمپ فائر کے پار چیزیں ہلتی ہوئی کیوں دکھائی دیتی ہیں؟

جواب:

آگ کے قریب گرم ہوا اور اوپر ٹھنڈی ہوا ہوتی ہے۔ روشنی مختلف densities سے گزر کر مڑتی ہے، جس سے objects آگے پیچھے ہلتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔ یہ refraction کا اثر ہے۔

Multiple Choice Questions

1. Snell's Law:

✅ **(c) $n_2 / n_1 = \sin r / \sin i$**

2. اگر شیشے کا refractive index 2 ہو تو critical angle:

✅ **(b) 30°**

3. Total Internal Reflection کب ہوتا ہے؟

✅ **(c) جب روشنی dense سے rarer medium میں جائے**

4. اگر incidence angle = critical angle ہو، تو refraction angle ؟

✅ **(c) 90°**

5. مراء کس phenomenon کی بہترین مثال ہے؟

✅ **(c) Total Internal Reflection**

6. درج ذیل میں روشنی سب سے آہستہ کہاں سفر کرتی ہے؟

✅ (c) **Ruby** (1.71)

7. اگر پانی کا ہوا کے لحاظ سے refractive index = 4/3 ہو، تو ہوا کا پانی کے لحاظ سے؟

✅ **(d) 3/4**

8. Glass slab کے ray diagram میں emerging ray کیا ہے؟

✅ **(c) CD**

Suggested Experiments

1. تجربہ: ثابت کریں کہ sin i / sin r ایک مستقل ہے۔

جواب:

ایک گلاس یا ایکریلیک سلیب لیں، اسے کاغذ پر رکھ کر ایک زاویہ پر روشنی ڈالیں۔ داخلہ زاویہ (i) اور انکساری زاویہ (r) ناپیں۔ ان کے sine نکالیں اور sin i / sin r کا تناسب مختلف زاویوں کے لیے نکالیں۔ آپ پائیں گے کہ یہ تناسب ہر بار ایک جیسا ہے۔ یہی Snell's Law ہے۔

2. سرگرمی Total Internal Reflection (TIR): کو سمجھنے کے لیے کچھ تجربات کریں۔

جواب:

- ایک شفاف پانی سے بھرا گلاس لیں۔
- پانی میں لیزر لائٹ ایک زاویے پر ڈالیں۔
- آپ دیکھیں گے کہ ایک مخصوص زاویے کے بعد روشنی پانی سے باہر نہیں نکلتی بلکہ اندر ہی منعکس ہو جاتی ہے۔
- یہی TIR کہلاتا ہے، جیسا کہ ہیروں یا فائبر آپٹکس میں ہوتا ہے۔

3. تجربہ: گھنے (denser) سے کم گھنے (rarer) میڈیم میں روشنی کے زاویہ کا تعلق۔

جواب:

شیشے کا ٹکڑا یا پانی کا گلاس لیں۔ روشنی ایک خاص زاویے پر ڈالیں اور انکساری زاویہ (r) نوٹ کریں۔ مختلف زاویوں پر sin i اور sin r کے درمیان تعلق نکالیں۔ یہ تعلق Snell's Law کے مطابق ہوگا $n_1 \sin i = n_2 \sin r$:-

4. تجربہ: ایک دھاتی گیند کو کالک لگا کر پانی میں ڈالیں، وہ کیسی دکھائی دیتی ہے؟

جواب:

گیند کو شعلے سے کالک لگا کر کالا کریں اور پانی میں ڈالیں۔ گیند چمکدار دکھائی دے گی کیونکہ پانی سے نکلتی روشنی refraction کی وجہ سے سطح پر منعکس ہو کر گیند کو واضح کرتی ہے۔ hypothesis: refraction اور contrast کی وجہ سے گیند زیادہ نمایاں ہو جاتی ہے۔

5. تجربہ: گلاس کے برتن میں گلیسرین اور پانی ڈال کر کوارٹز راڈ رکھیں، کیا تبدیلی نظر آتی ہے؟

جواب:

جب راڈ کو گلیسرین اور پانی کے مکسچر میں رکھا جاتا ہے تو وہ غائب جیسا دکھائی دیتا ہے۔ کیونکہ گلیسرین اور کوارٹز کا refractive index تقریباً برابر ہوتا ہے، روشنی refract نہیں ہوتی اور راڈ غیر واضح ہو جاتا ہے۔

6. تجربہ: پچھلی سرگرمی کے ذریعہ پانی کا critical angle کیسے معلوم کریں؟

جواب:

پانی میں لیزر روشنی ایک شفاف سطح سے اس طرح ڈالیں کہ زاویہ آہستہ آہستہ بڑھاتے جائیں۔ جس زاویے پر روشنی باہر نکلنا بند ہو جائے اور واپس اندر ہی منعکس ہونے لگے، وہی critical angle ہے۔ اسے ناپ کر $\sin C = 1/n$ فارمولا سے اشاریہ بھی نکالا جا سکتا ہے۔

7. تجربہ: گلاس اور پانی کا critical angle نکالیں (activity-5 کے مطابق)

جواب:

- گلاس: ناپیں زاویہ جس پر روشنی واپس اندر ہی پلٹنے لگتی ہے $\rightarrow$ critical angle ہے۔
- اگر n گلاس $=1.5$، تو $\sin C = 1/1.5 = 0.667 \rightarrow C = \sin^{-1}(0.667) \approx 41.8^\circ$
- پانی: $n = 1.33 \rightarrow \sin C = 1/1.33 \approx 0.75 \rightarrow C = \sin^{-1}(0.75) \approx 48.6^\circ$

Suggested Project Works

1. مختلف مادوں کے انعکاسی اشاریہ جمع کریں اور موازنہ کریں۔

جواب:

کچھ اشاریے:

- ناریل کا تیل: 1.44
- ہائیڈروجن گیس: 1.0001
- گلیسرین: 1.47
- ونیگر: 1.40
- ڈیزل: 1.45
- شفاف پلاسٹک: 1.49

گلیسرین اور شفاف پلاسٹک میں روشنی تقریباً ایک جیسی رفتار سے سفر کرتی ہے، کیونکہ ان کا refractive index قریب ہے۔

.2فائبر آپٹکس کے کام کرنے کا طریقہ معلوم کریں۔

جواب:

فائبر آپٹکس ایک باریک شفاف ریشہ ہوتا ہے جس کے اندر روشنی total internal reflection سے چلتی ہے۔ یہ روشنی کو ایک مقام سے دوسرے مقام تک لے جاتا ہے بغیر زیادہ نقصان کے۔ فائبر کے کور اور کلَیڈ کی refractive indices مختلف ہوتے ہیں تاکہ reflection ممکن ہو۔

.3فائبر آپٹکس کے روزمرہ استعمالات پر رپورٹ تیار کریں۔

جواب:

- انٹرنیٹ اور ٹیلی کمیونیکیشن میں ڈیٹا ٹرانسفر
- اسپتالوں میں اینڈوسکوپی کے لیے
- ٹی وی، کیبل اور لائٹنگ ڈیکوریشن میں
- ہائی اسپیڈ نیٹ ورکنگ میں
- سائنسی آلات میں ڈیٹیکشن کے لیے

فائبر آپٹکس روشنی کو بغیر نقصان کے لے جانے کا سستا، محفوظ اور تیز ذریعہ ہے۔

THE END

علم وہ خزانہ ہے جو کبھی ختم نہیں ہوتا، اللہ تعالیٰ آپ کو اس خزانے سے مالا مال فرمائے۔

خدا حافظ۔

–عبدالواجد، سوشیل اسٹڈیز ٹیچر