سبق 4

مستوی سطحوں سے انعطاف نور

Refraction of Light at Plane Surfaces

ہم نے جماعت ہفتم اور ہشتم میں مستوی سطحوں سے انعکاس نور سے متعلق مطالعہ کیا ہے۔قدرت کی خوبصورتی روشنی ہی سے ظاہر ہوتی ہے۔روشنی ہی کئی ایک دلچسپ مظاہرے کرتی ہے۔

آ یئے ہم ان میں سے بعض کا مطالعہ کریں گے۔

آپ نے دیکھا ہوگا کہ پانی سے بھرے کسی برتن کے قاعدے پر رکھا ہوا سکہ اوپر اٹھا ہوا نظر آ تا ہے۔اس طرح پانی سے بھرے ایک گلاس میں رکھا ہوا ایک لیمو بڑا نظر آ تا ہے۔اگر کسی حرف پر ایک موٹا شیشہ رکھ دیا جائے تو وہ اوپر اٹھا ہوا نظر آ تا ہے۔

- چیزیں اس طرح نظر آنے کی وجوہات کیا ہیں؟

مشغلہ-1

پانی کے ایک گلاس میں کچھ پانی بھر لیجیے۔اس میں ایک پنسل رکھ دیجیے۔اب پنسل کو گلاس کی ایک جانب سے دیکھئے اور پھر اوپری سمت سے بھی اس کا مشاہدہ کیجیے۔

- پنسل کیسی دکھائی دے گی؟
- کیا دونوں صورتوں میں کوئی فرق ہے؟

مشغلہ-2

ایک 30 فٹ لمبی دیوار کے پاس جایئے جس پر سورج کی روشنی پڑ رہی ہو۔آپ دیوار کے ایک سرے پر ٹھہر کر اپنے دوست سے کہیں کہ کوئی چمکتی ہوئی دھاتی شئے لیکر دیوار کے دوسرے کنارے پر ٹھہرے اور اس دھاتی شئے کو دیوار سے تھوڑی دور پر پکڑ کر رکھنے کیلیے کہیئے،تب اس کی ہیئت بگڑی ہوئی نظر آتی ہے اور دیوار پر اس کا خیال ایسے دکھائی دیتا ہے جیسے کہ دیوار ایک آئینہ ہے۔

- دیوار پر دھاتی شے کا خیال کیوں کر دکھائی دیتا ہے؟

ان تمام سوالات کے جواب اور ان کی وجوہات بیان کرنے کے لیے ایک قدرتی مظہر انعطافِ نور کا مطالعہ کرنا ہوگا۔

انعطاف

مشغلہ-3

ایک ٹھوس شے سے بنا ہوا ایسا برتن لیجیے کہ جس میں سے روشنی گزرتی نہ ہو جیسے کہ ایک مگ (ٹن کا ڈبہ یا Pan موزوں ہوسکتا ہے) برتن کے قاعدے پر ایک سکہ رکھیے۔

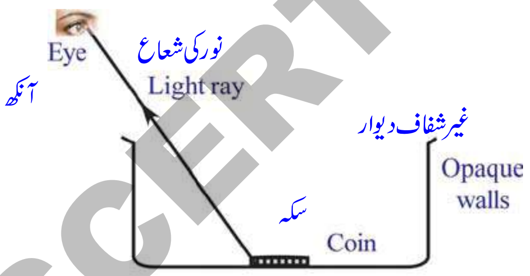


fig-1(a)

برتن سے دور ہٹتے جایئے اس طرح کہ سکہ دکھائی نہ دے۔

SCERT TELANGANA

یہ کتاب حکومت تلنگانہ کی جانب سے مفت تقسیم کے لیے ہے

شکل 1(b) ملاحظہ کیجیے۔

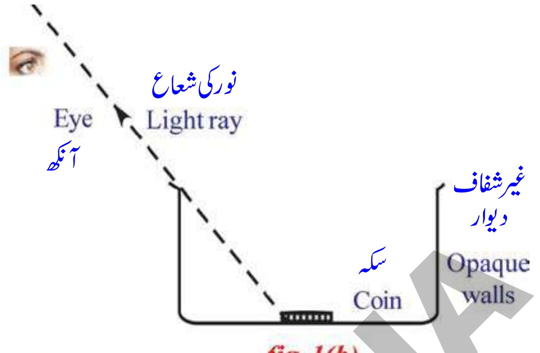


fig-1(b)

وہیں کھڑے رہیں اور اپنے ساتھی سے کہیں کہ برتن میں پانی ڈالیں۔ جب برتن پانی سے بھر جائے تو مشاہدہ کیجیے کہ سکہ پھر نظر آ رہا ہے۔ شکل 1(c) ملاحظہ کیجیے۔

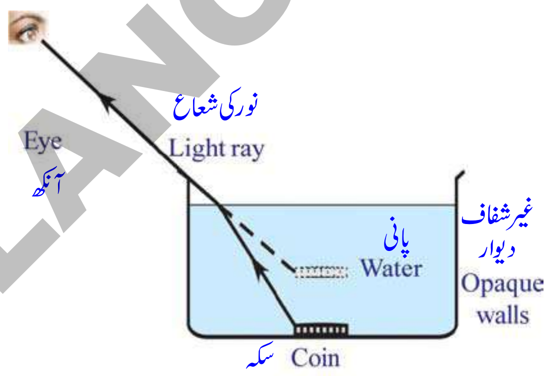


fig-1(c)

- آپ جانتے ہیں کہ جب برتن خالی تھا تو اس وقت روشنی کی شعاع آپ کی آنکھ تک پہنچنے سے قاصر تھی۔ (شکل 1b) اور سکے کا نظر آنا محال تھا لیکن برتن کو پانی سے بھرتے ہی سکہ پھر نظر آنے لگا۔
- جب برتن کو پانی سے بھر دیا گیا تب آپ کو سکہ کیوں نظر آیا؟

آپ جانتے ہیں کہ سکے سے منعکس ہونے والی شعاع برتن خالی ہونے سے آپ کی آنکھ تک نہیں پہنچتی لہٰذا آپ اُس کو دیکھنے سے قاصر ہوتے ہیں لیکن برتن کو پانی سے بھرنے پر سکہ دوبارہ دکھائی دیتا ہے۔

- یہ کیسے ممکن ہوا؟
- کیا آپ سمجھتے ہیں کہ برتن کو پانی سے بھرتے ہی روشنی کی شعاع آپ کی آنکھ سے ٹکرانے لگی؟

اگر آپ کا جواب ہاں ہو تو سکہ سے آنکھ تک شعاعی خاکہ بنائیے۔ یاد رکھیں کہ کسی بھی واسطے میں شعاعیں خطِ مستقیم میں حرکت کرتی ہیں۔

- پانی اور ہوا کی مشترکہ سطح پر روشنی کا طرزِ عمل کیا ہوگا؟
- دوسری صورت میں شعاع کے مُڑ جانے کی کیا وجہ ہوسکتی ہے؟

ان سوالات کا جواب فرماٹ کے اصول Fermat's principle سے مل سکتا ہے۔ فرماٹ کا اصول بیان کرتا ہے کہ روشنی اپنے سفر کے لیے وہ راستہ اختیار کرتی ہے جس کے لیے کوئی دو نقاط کے درمیان فاصلہ طے کرنے کے لیے اقل ترین وقت درکار ہو۔ آیئے ہمارے مشغلہ پر اس اصول کا اطلاق کرتے ہیں۔

شعاع کے راستے کا مشاہدہ کرتے ہوئے یہ واضح ہوجاتا ہے کہ اس مقام پر جہاں کوئی دو واسطے یعنی پانی اور ہوا مس کرتے ہیں روشنی کی شعاع اپنی سمت تبدیل کر دیتی ہے۔ شعاع اس راستے کو اپناتی ہے کہ سکہ اور آنکھ کا درمیانی فاصلہ طے کرنے کا وقت کم سے کم ہو جائے اور یہ اس وقت ممکن ہے جب روشنی واسطوں کے مشترکہ پہلو (خط فاصل) پر اپنی رفتار تبدیل کرے۔ لہٰذا ہم اس نتیجے پر پہنچتے ہیں کہ روشنی ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں داخل ہوتے ہوئے اپنی رفتار بدل دیتی ہے۔

جب روشنی ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں داخل ہوتی ہے تو اس کی رفتار میں تبدیلی کی وجہ سے سمت بدل جاتی ہے یہ عمل انعطافِ نور *(refraction of light)* کہلاتا ہے۔ انعطاف کے عمل میں

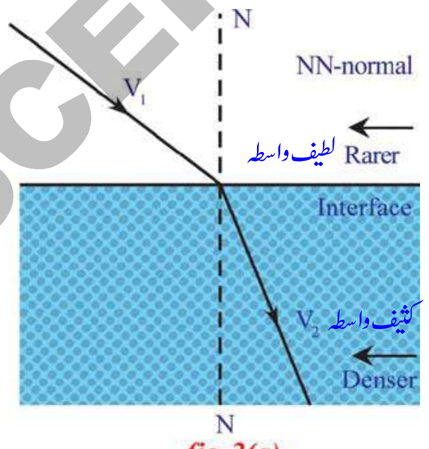


fig-2(a)

SCERT TELANGANA

روشنی کی شعاعیں، خط فاصل پر مڑ جاتی ہیں۔ سوائے اس کے کہ شعاع عموداً واقع ہو۔

فرض کیجیے کہ روشنی واسطے 1 میں رفتار V_1 سے حرکت کرتے ہوئے واسطہ 2 میں داخل ہوتی ہے جہاں اس کی رفتار V_2 ہو جاتی ہے۔ اسے شکل 2(a) اور 2(b) میں دکھایا گیا ہے۔

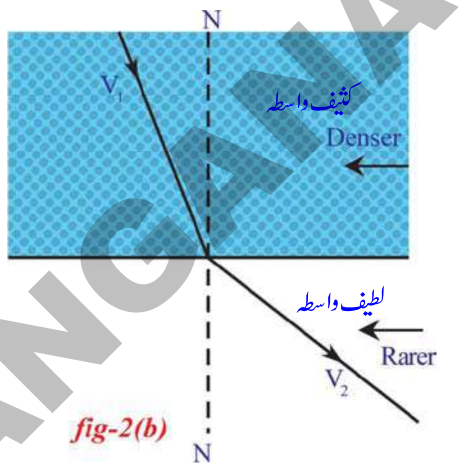


fig-2(b)

- منعکس شعاع کے تناظر میں کیا آپ شکل 2(a) اور شکل 2(b) میں کوئی فرق کر سکتے ہیں؟
- کیا آپ کو منعکس شعاعوں کے برتاؤ اور روشنی کی رفتار میں کوئی تعلق نظر آتا ہے؟

تجربات سے ثابت کیا گیا ہے کہ کسی واسطے میں روشنی کی رفتار میں تبدیلی کے سبب انعطاف واقع ہوتا ہے۔

اگر V_2، V_1 سے کم ہو تو واسطے 2 کو واسطے 1 کے مقابلے میں کثیف کہا جائے گا۔

اگر V_2، V_1 سے زیادہ ہو تو واسطہ 2 کو واسطہ 1 کے مقابلے میں لطیف کہا جائے گا۔

اگر روشنی کی شعاعیں لطیف واسطے سے کثیف واسطے میں داخل ہوتی ہوں تو منعکس شعاعیں، خط فاصل کے نقطہ وقوع پر کھینچے جانے والے عمادی خط کی جانب مڑیں گی۔ جب یہ شعاعیں کثیف واسطے سے لطیف واسطے کی طرف حرکت کرتی ہیں تو یہ عمادی خطے سے پرے مڑیں گی۔ ہم نے دیکھا کہ روشنی کی شعاعیں واسطے کی تبدیلی پر اپنے راستے سے انحراف کرتی ہیں۔ شکل (3) کے مطابق نقطہ وقوع پر عمودی خط کھینچیے۔

فرض کیجیے کہ ' i ' زاویہ وقوع ہے جو شعاع وقوع اور عمادی خط کے درمیان بنتا ہے اور ' r ' عمادی خط سے شعاع منعطف کے درمیان بننے والا زاویہ ہے، انھیں بالترتیب زاویۂ وقوع اور زاویۂ انعطاف کہا جائے گا۔

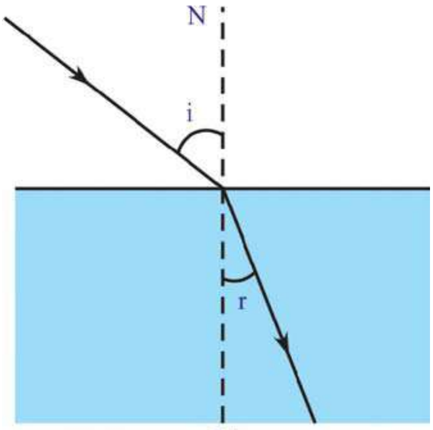


fig-3

انعطاف کے عمل کو سمجھانے کے لیے ہمیں واسطے کے ایک مستقل، انعطاف نما (refractive index) کو معلوم کرنا ہوتا ہے۔ یہ قدر کسی بھی شفاف جسم کی ایک خاصیت ہوتی ہے۔ آئیے اس قدر کے بارے میں معلومات حاصل کریں گے۔

روشنی کی شعاع جب ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں داخل ہوتے ہوئے اپنی سمت میں جو تبدیلی لاتی ہے اس تبدیلی کو اس انعطاف نما (refractive index) کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

انعطاف نما (refractive index)

خلا میں روشنی کی رفتار تقریباً $3x10^8$ میٹر/سکنڈ (روشنی کی رفتار کو c سے ظاہر کرتے ہیں) ہوتی ہے۔ دیگر شفاف واسطوں میں روشنی کی رفتار c سے کم ہوتی ہے۔

SCERT TELANGANA

فرض کیجیے کہ کسی واسطے میں روشنی کی رفتار 'V' ہوتب خلا میں روشنی کی رفتار اوراس واسطے میں روشنی کی رفتار کی نسبت کو انعطاف نما (refractive index) کہا جاتا ہے۔ اسے بہ لحاظ خلا 'n' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مطلق انعطاف نما = خلا میں روشنی کی رفتار / واسطے میں روشنی کی رفتار

$n = c / v$ ----------- (1)

چوں کہ یہ قدر یکساں طبعی مقدار کی نسبت ہے، اس کی اکائیاں نہیں ہوتیں۔ اس قیمت سے ہمیں اس بات کا اندازہ ہوجاتا ہے کہ کسی واسطے میں روشنی کی رفتار کتنی سست یا کتنی تیز ہوتی ہے۔ کسی واسطے میں روشنی کی رفتار دھیمی ہوتو انعطاف نما زیادہ ہوگا اور رفتار تیز ہوتو انعطاف نما کم ہوگا۔ انعطاف نما (n) کا مطلب دراصل یہ ہے کہ اس واسطے میں روشنی کی رفتار خلا میں رفتار کا nواں حصہ ہے۔

مثلاً شیشے کا انعطاف نما 3/2 ہے تب شیشے میں روشنی کی رفتار

$$\frac{2}{3}\times 3\times10^{8} = 2\times10^{8} \text{ m/s.}$$

جدول: 1 چند واسطوں میں انعطاف نما کی قدریں

واسطہ	اشاریہ انعطاف	واسطہ	اشاریہ انعطاف
ہوا	1.0003	نباتی ویزش (canada balsam)	1.53
برف	1.31	راک سالٹ (rock salt)	1.54
پانی	1.33	کاربن ڈائی سلفائیڈ	1.63
کیروسین	1.44	فلنٹ گلاس (معدنی بلوری شیشہ)	1.65
سوان (fused quartz)	1.46	لعل، یاقوتِ احمر (ruby)	1.71
ٹرپنٹائن تیل	1.47	نیلم (sapphire)	1.77
سخت شیشہ	1.52	ہیرا	2.42
بنزین	1.50		

نوٹ: جدول 1 سے ہم کو اندازہ ہوتا ہے کہ یہ ضروری نہیں کہ بصری اعتبار سے کثیف واسطے کی کمیتی کثافت بھی زیادہ ہو۔ مثال کے طور پر کیروسین کا انعطاف نما زیادہ ہے۔ اس کی نوری کثافت زیادہ ہے باوجود اس کے اس کی مادی کثافت پانی سے کم ہے۔

- مختلف اشیا کا انعطاف نما مختلف کیوں ہوتا ہے؟

کسی واسطے کا انعطاف نما کن عوامل پر منحصر ہوتا ہے؟

انعطاف نما حسب ذیل عوامل پر منحصر ہوتا ہے

(1) شے کی نوعیت (2) استعمال ہونے والی روشنی کا طولِ موج (آپ اسے انسانی آنکھ اور رنگین دنیا کے باب میں سیکھیں گے)

اضافی انعطاف نما

کسی ایک واسطے کا انعطاف نما دوسرے واسطے کے انعطاف نما کے لحاظ سے پہلے واسطے میں روشنی کی رفتار اور دوسرے واسطے میں روشنی کی رفتار کی نسبت ہے۔

فرض کیجیے کہ V_1 اور V_2 بالترتیب پہلے اور دوسرے واسطے میں روشنی کی رفتار ہوتب دوسرے واسطے کا انعطاف نما بلحاظ پہلا واسطہ

SCERT TELANGANA

$$n_{21} = \frac{\text{روشنی کی رفتار پہلے واسطے میں } (V_1)}{\text{روشنی کی رفتار دوسرے واسطے میں } (V_2)}$$

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

شمارکنندہ اور نسب نما کو c سے تقسیم کرنے پر

$$n_{21} = \frac{v_1/C}{v_2/C} = \frac{1/n_1}{1/n_2}$$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad ----------(2)$$

اس نسبت کو اضافی انعطاف نما کہا جاتا ہے۔ ہم اضافی انعطاف نما کی تعریف اس طرح کریں گے۔

$$\text{اضافی انعطاف نما } (n_{21}) = \frac{\text{دوسرے واسطے کا انعطاف نما } (n_2)}{\text{پہلے واسطے کا انعطاف نما } (n_1)}$$

تجربہ گاہی مشغلہ 1

مقصد: زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف کے مابین تعلق کی شناخت

مطلوبہ آلات: لکڑی کا تختہ، سفید چارٹ، پرکار، پٹری، لکڑی کا چھوٹا تختہ جس پر سیاہ رنگ لگایا گیا ہو، 2 سمر موٹائی کا نصف دائروی شیشہ، پنسل اور لیزر لائٹ۔

طریقہ کار: لکڑی کا تختہ جس پر سفید کاغذ لگایا گیا ہو، جیسا کہ شکل 4(a) میں دکھایا گیا ہے کاغذ کے وسطی حصے سے گزرتے ہوئے دو عمود MM اور NN کھینچیے۔ فرض کیجیے کہ 'O' نقطہ تقاطع ہے۔ خط NN دوسرے خط MM کا عمادی خط ہے۔ یہاں MM دو واسطوں کی خط فاصل ہے جب کہ NN، O نقطہ پر کھینچا گیا عمادی خط ہے۔

ایک چاندا NN پر اس طرح رکھیے کہ اس کا مرکز O سے منطبق ہوجائے۔ اب NN کی دونوں جانب زاویے 0^o تا 90^o کے نشان لگائیے۔ جیسا کہ شکل 4(a) میں دکھایا گیا ہے۔ زاویوں کو منحنی خط پر ظاہر کیا

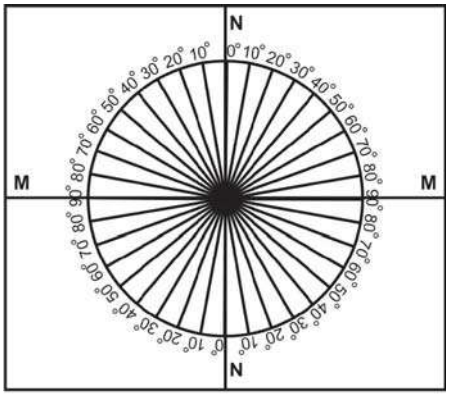


fig-4(a)

جائے۔ اب شیشے کا نیم دائروی قرص اس طرح جمائیے کہ اس کا قطر (MM) سے منطبق ہو اور اس کا مرکز، نقطہ O پر واقع ہو جائے، اب لیزر لائٹ کو NN کے ساتھ زاویہ بناتے ہوئے اس طرح ڈالیے کہ یہ روشنی ہوا کے واسطے سے شیشے میں نقطہ O سے داخل ہو کر قرص کی دوسری جانب سے خارج ہو۔ جیسا کہ شکل 4(b) میں دکھایا گیا ہے۔ (اگر آپ کو لیزر لائٹ نظر نہ آئے تو منحنی خط کے محاذی سیاہ رنگ کیا ہوا لکڑی کا تختہ رکھتے ہوئے روشنی کا مشاہدہ کیجیے اور راستے کا تصور کیجیے)

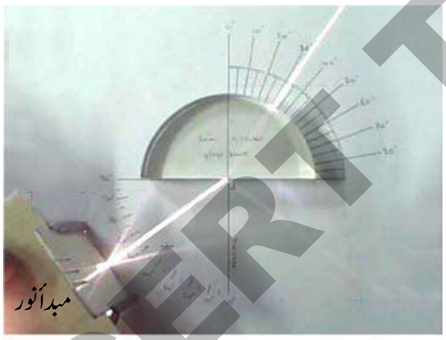


fig-4(b)

- کیا آپ راستے میں کوئی انحراف محسوس کرتے ہیں؟

لیزر لائٹ اس طرح ڈالیے کہ زاویہ وقوع NN سے 15^o ہو اور اس امر کو یقینی بنائیے کہ روشنی شیشے میں نقطہ O سے داخل ہو۔ اس کے متعلقہ زاویہ انعطاف کو محسوب کیجیے۔ شیشے کی دوسری جانب آنے والی روشنی کا بغور مشاہدہ کیجیے۔ قیمتوں کو جدول (2) میں درج کیجیے۔ 20^o، 30^o، 40^o، 50^o اور 60^o کے زاویہ ہائے وقوع کے لیے زاویہ ہائے انعطاف محسوب کیجیے۔

SCERT TELANGANA

جدول-2

i	r	Sin i	Sin r	Sin i / Sin r

i اور r کی ہرایک قیمت کے لیے Sin i / Sin r کی قیمت محسوب کیجیے۔

نوٹ: ہرایک قیمت کے لیے sin i اور sin r کی قیمت معلوم کرنے میں اپنے استاد کی مدد لیجیے۔

sin i / sin r کی قیمت مستقل ہوگی۔

- کیا یہ نسبت شیشے کے انعطاف نما کے مساوی ہے؟ کیوں؟

یہ نسبت ہمیں دیئے گئے شیشے کے انعطاف نما کو ظاہر کرتی ہے۔آپ نے مذکورہ تجربے میں یہ نوٹ کیا ہوگا کہ تمام صورتوں میں ' r '، ' i ' سے کم ہوگا اور یہ کہ ہرصورت کے لیے شعاعِ انعطاف عمادی خط کی جانب مڑے گی۔

- ان مشاہدات سے آپ نے کیا محسوس کیا؟

اس تجربے سے ہمیں یہ معلوم ہوا کہ جب روشنی کسی لطیف واسطے (ہوا) سے کثیف واسطے (شیشے) میں داخل ہوتی ہے ' r ' کی قدر ' i ' سے کم ہوتی ہے اور منعطف شعاع عمودی خط کی جانب مڑ جاتی ہے۔

کیا آپ اندازہ کرسکتے ہیں کہ روشنی کے کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں داخل ہونے پر کیا تبدیلی ہوگی؟ اس کا اندازہ کرنے کے لیے آئیے ایک مشغلہ انجام دیتے ہیں۔

مشغلہ-4

ایک دھاتی قرص لیجیے۔شکل 5(a) کے مطابق چاندے کی مدد سے اس کے اطراف کنارے پر زاویے بنائیے۔قرص کے مرکز سے مشروب کی دو نلکیاں (Straws) اس طرح ترتیب دیجیے کہ انھیں قرص کے مرکز سے بہ آسانی گھمایا جاسکے۔

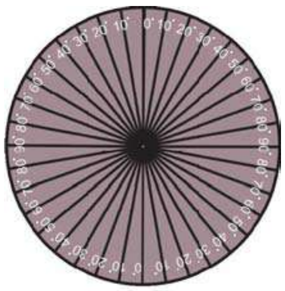


fig-5(a)

ان میں ایک نلکی کو اس طرح رکھیے کہ اس کا زاویہ مرکز سے 10° ہو۔نصف قرص کو عموداً پانی میں ڈبویئے جو ایک شفاف برتن میں بھرا ہوا ہو۔اس بات کا خیال رکھیں کہ 10° والی نلکی (Straws) پانی کے اندر ہو۔برتن کے اوپر سے نلکی (اسٹرا) کا مشاہدہ کیجیے جو کہ شکل 5(b) کے مطابق پانی کے اندر ہے۔دوسری نلکی کو جو پانی کے باہر ہے، اس طرح ترتیب دیجیے کہ دونوں نلکیاں ایک ہی سیدھ میں دکھائی دیں۔

قرص کو پانی سے باہر نکال لیجیے اور دو نلکیوں کا بہ غور مشاہدہ کیجیے۔آپ کو معلوم ہوگا کہ یہ دونوں ایک ہی سیدھ میں (خطِ مستقیم میں) نہیں ہیں۔

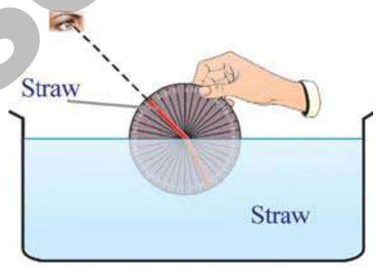


fig5(b)

SCERT TELANGANA

- جب یہ پانی میں تھیں،اس وقت ایک ہی خطِ مستقیم میں کیوں کرنظر آئیں؟

اب عمادی خط اور دوسری نلکی کے درمیان زاویہ محسوب کیجیے۔جدول (2) کو دوبارہ اپنی نوٹ بک میں تیار کیجیے اور زاویوں کی قدر لکھیے ۔ یہی تجربہ مختلف زاویوں سے دوہرائیے اور متعلقہ زاویۂ انعطاف دریافت کیجیے اور اپنے جدول میں قدریں نوٹ کیجیے۔جدول کی قدروں کی مدد سے پانی کا انعطاف نما معلوم کیجیے۔ 48° سے زائد زاویۂ وقوع کے لیے اس تجربے کو انجام نہ دیں۔آئندہ سیکشن میں آپ اس کی وجوہات پڑھیں گے۔

آپ یہ دیکھیں گے کہ تمام صورتوں میں r بڑا ہوگا i سے جب کہ روشنی، پانی (کثیف واسطہ) سے ہوا (لطیف واسطہ) میں داخل ہوتی ہے۔روشنی کا طرزِ عمل تجربہ گاہی مشغلہ 1 کے مشاہدات کے بالکل برعکس ہوگا۔

اس تجربے سے ہمیں یہ محسوس ہوا کہ جب روشنی کسی کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں داخل ہوتی ہو تو یہ عمادی خط سے پرے مڑ جاتی ہے یعنی $r > i$ ہوگا۔

- کیا زاویۂ وقوع اور زاویۂ انعطاف کے درمیان کوئی رشتہ ہے؟

زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف کے درمیان تعلق کو $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

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

یہ Snell کا کلیہ کہلاتا ہے۔

جب روشنی کی شعاع ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں سفر کرتی ہے تو ان کی رفتاروں میں نسبت v_1 / v_2 اور ان کے انعطاف نما میں نسبت n_2 / n_1 ہوتی ہے۔لہٰذا زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$ کے تابع ہوتے ہیں۔

Snell کے کلیہ کو اخذ کرنا

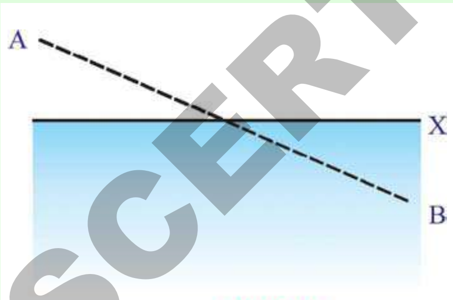


fig-6(a)

Snell کے کلیہ کو اخذ کرنے کے لیے اس واقعہ پر غور کیجیے۔فرض کیجیے کہ ایک شخص کشتی میں سفر کے دوران پانی میں گر جاتا ہے اور وہ پانی میں نقطہ B پر مدد کے لیے آواز لگا رہا ہے (جیسا کہ شکل 6(a) میں دکھایا گیا ہے)۔

خط X کنارے کو ظاہر کرتا ہے۔فرض کیجیے کہ ہم کنارے سے کچھ فاصلے پر نقطہ A سے یہ واقعہ دیکھ رہے ہیں اُس شخص کی مدد کرنے کے لیے ہمیں کچھ فاصلہ خشکی پر اور کچھ فاصلہ پانی میں طے کرنا ہوگا۔

ہم جانتے ہیں کہ ہم پانی میں تیرنے کے مقابلے میں زمین پر زیادہ تیز حرکت کر سکتے ہیں۔

- اُس شخص کو ڈوبنے سے بچانے کے لیے ہمیں کیا کرنا ہوگا؟
- کونسا راستہ طے کرتے ہوئے ہم بہ عجلت (ممکنہ اقل ترین وقت میں) اُس شخص کو بچا سکتے ہیں؟

SCERT TELANGANA

● کیا ہم خطِ مستقیم میں جائیں گے؟

غور کرنے پر پتہ چلے گا کہ پانی کے فاصلے کو کم سے کم کرنے کے لیے ہمارا خشکی پر زیادہ سے زیادہ سفر کرنا سود مند ہوگا۔ اس لیے کہ پانی میں ہماری رفتار بہت کم ہوگی۔ پانی اور خشکی میں چاہے ہماری رفتار جو کچھ بھی کیوں نہ ہو، شخص تک پہنچنے کا اصل راستہ ACB ہوگا۔ یہ راستہ دیگر ممکنہ تمام راستوں سے کم وقت میں طے کیا جا سکے گا۔ (شکل 6(c) دیکھئے)۔ اگر ہم اس کے علاوہ کوئی اور راستہ اختیار کریں تو زیادہ وقت درکار ہوگا۔ اگر ہم کنارے کو پار کرنے کے لیے کسی نقطے اور اُس شخص تک پہنچنے کے وقت کی ترسیم کھینچیں تو ہمیں ایک منحنی خط جو کہ شکل 6(b) میں دکھایا گیا ہے، حاصل ہوگا۔ ترسیم میں نقطہ Y سے نقاط D یا C کے فاصلوں کو Z کی قدروں میں لیا گیا ہے۔

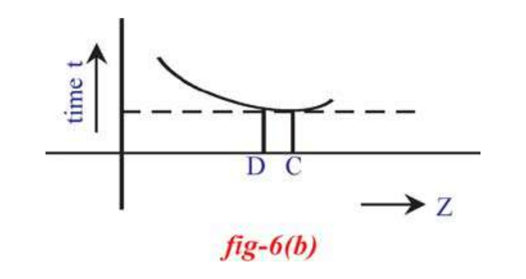


fig-6(b)

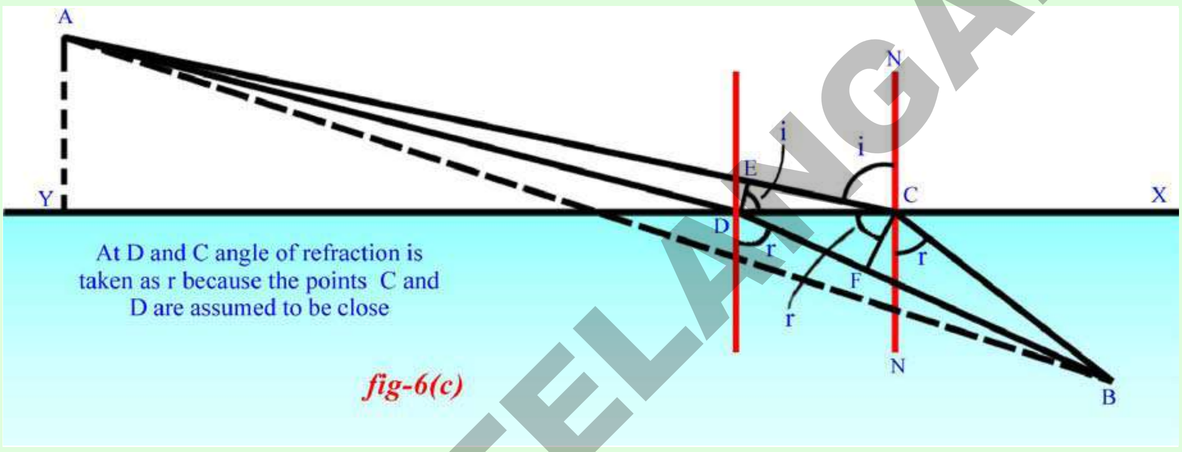


fig-6(c)

جہاں 'C' خشکی کے کنارے کا مقام ہے جو کہ اقل ترین وقت کی نمائندگی کرتا ہے۔ آئیے فرض کرتے ہیں کہ نقطہ D کنارے پر وہ مقام ہے جو C سے بہت قریب ہے۔ اس طرح کہ راستہ ACB اور راستہ ADB طے کرنے کے لیے مساوی وقت درکار ہوگا۔

آئیے یہ معلوم کریں گے کہ مقام A سے B تک پہنچنے کے لیے مقام D اور مقام C سے گزرتے ہوئے کتنا وقت درکار ہوگا۔ شکل 6(c) ملاحظہ کیجیے۔ پہلے شکل 6(c) پر غور کرتے ہوئے خشکی پر راستوں کا مشاہدہ کیجیے۔ اگر ہم دو راستوں کے درمیان D پر عمود DE کھینچیں تو معلوم ہوگا کہ خشکی کا راستہ (AD)، EC کی مقدار میں کم ہو گیا ہے۔ دوسری جانب پانی میں متعلقہ عمود CF کھینچنے پر پتہ چلے گا کہ پانی میں DF فاصلہ زیادہ طے کرنا پڑے گا۔ بہ الفاظ دیگر خشکی پر سفر کرنے کے لیے ہمیں EC کے فاصلے کو طے کرنے کے لیے جو وقت لگے گا اتنا وقت کم ہو جائے گا، لیکن پانی میں زائد فاصلہ DF کو طے کرنے کا وقت ضائع ہو جائے گا۔ چوں کہ ہم نے فرض کیا ہے کہ دونوں راستوں کو طے کرنے کے لیے درکار وقت وہی ہوگا لہٰذا یہ درکار اوقات مساوی ہوں گے۔

فرض کیجیے کہ E سے C اور D سے F کا فاصلہ طے کرنے کے لیے اس شخص کو Δt وقت درکار ہوگا اور V_1، V_2 بالترتیب خشکی پر دوڑنے اور پانی میں تیرنے کی رفتار ہے۔ 6(c) کے مطابق ہمیں

SCERT TELANGANA

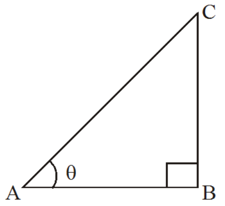
اور $Df = V_2\Delta t$ اور $EC = V_1\Delta t$ حاصل ہوں گے۔

$$EC/DF = V_1/V_2 \quad \text{--------} \ (3)$$

فرض کیجیے i اور r دونوں راستوں ACB اور عمادی خط N (جوکہ کنارے سے متصل خط X کے عموداً ہوگا) کے درمیان زاویے ہیں۔

- کیا آپ شکل (c)6 کی مدد سے sin i اور sin r محسوب کرسکتے ہیں؟

(نوٹ: حادہ زاویہ sin کسی قائم الزاویہ مثلث میں مقابل کے ضلع اور وتر کی نسبت کو کہا جاتا ہے۔)



$$\sin\theta = \frac{BC}{AC}$$

شکل (c)6 سے ہمیں $\sin i = EC/DC$ اور $\sin r = DF/DC$ حاصل ہوتا ہے۔ اس لیے

$$\sin i / \sin r = EC / DF \quad \text{-------} \ (4)$$

مساوات (3) اور (4) سے

$$\sin i / \sin r = V_1 / V_2 \quad \text{-------} (5)$$

لہٰذا شخص کو بچانے کے مقصد سے دوڑنے والے کے لیے ضروری ہوگا کہ وہ ایسا راستہ اختیار کرے کہ اس مساوات کو مطمئن کرے۔ ہم نے یہ مساوات اخذ کرنے کے لیے اقل ترین وقت کے اصول کو اپنایا۔ لہٰذا روشنی کی شعاع کے لیے بھی یہی اصول اپنایا جائے گا۔ مساوات (5) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \left(\text{since } \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2}\right)$$

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

اس مساوات کو اسنیل کا کلیہ (Snell's law) کہتے ہیں۔

ان تجربات سے یہ واضح ہوجاتا ہے کہ انعطافِ نور بھی قوانین کے تابع ہوتا ہے۔

حسب ذیل بیانات انعطافِ نور کے کلیات کہلاتے ہیں۔

1۔ شعاعِ وقوع، شعاعِ انعطاف اور نقطۂ وقوع پر کھینچا گیا عمود، ایک ہی مستوی میں واقع ہوتے ہیں۔

2۔ انعطاف کے دوران نور Snell کے کلیہ کے تابع ہوتا ہے۔

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$ (یا) $\sin i / \sin r =$ مستقل

- کیا یہ ممکن ہے کہ زاویۂ انعطاف کبھی 90^o ہوسکتا ہے؟ ایسا کب ہوسکتا ہے؟

آیئے معلوم کریں۔

کلی داخلی انعکاس

مشغلہ-5

اس مشغلے کے لیے بھی وہی آلات استعمال کیجیے جو تجربہ گاہی مشغلہ 1 کے لیے استعمال کیے گئے۔ نیم دائروی شیشے کے قرص کو اس

SCERT TELANGANA

طرح رکھیے کہ اس کا قطر واسطوں کے مشترکہ خط MM سے منطبق ہو جب کہ اس کا مرکز نقطہ O پر ہو جس طرح تجربہ گاہی مشغلہ 1 میں کیا گیا تھا۔اب شیشے کے نصف دائروی قرص کی منحنی سطح سے روشنی گزاریے۔اس کا مطلب ہے کہ روشنی کثیف واسطے سے لطیف واسطے کی طرف سفر کررہی ہے۔زاویہ ٔ وقوع i صفر سے شروع کیجیے یعنی عمادی خط کے محاذی اور قرص کی دوسری جانب منعطف شعاع کا مشاہدہ کیجیے۔

- منعطف شعاع کدھر جائے گی؟
- کیا شعاع لطیف واسطے میں داخل ہوتے ہوئے اپنے راستے سے منحرف ہوگی؟

آپ نے نوٹ کیا ہوگا کہ شعاع انحراف نہیں کرے گی۔

زاویہ ٔ وقوع 5، 10، 15 وغیرہ کے زاویوں پر لیزر شعاعوں کا استعمال کرتے ہوئے قرص کی دوسری جانب زاویہ ٔ انعطاف معلوم کیجیے۔ذیل کے جدول (3) پر اپنے نتائج درج کرتے ہوئے i اور r کی مختلف قیمتیں لکھیے۔

جدول-3

i	*r*

- کونسے زاویہ ٔوقوع کے لیے شعاعِ انعطاف خط فاصل (ہوا اور پانی کو مس کرنے والے خط) سے گزرے گی؟

آپ دیکھیں کہ ایک خاص زاویہ ٔوقوع کے لیے شعاعِ منعطف واسطے سے باہر نہیں آئے گی بلکہ ہوا اور پانی کی باہم سطح (خط فاصل) کو مس کرتے ہوئے گزرے گی۔اس صورت میں زاویہ ٔوقوع کو محسوب کیجیے۔اس زاویے کو زاویہ فاصل *(critical angle)* کہا جاتا ہے۔

ان نتائج کو فرمات کے کلیہ Fermat's principle سے بھی سمجھا جاسکتا ہے۔فرض کیجیے کہ روشنی کی ایک شعاع انعطاف نما n_1 والے ایک واسطے 1 سے دوسرے واسطے 2 میں جس کا انعطاف نما n_2 ہے، داخل ہوتی ہے۔شکل (7) دیکھیے۔جب روشنی کی شعاع کثیف واسطے (n_1) سے لطیف واسطے (n_2) میں داخل ہوتی تو ہم جانتے ہیں کہ زاویہ ٔ انعطاف، زاویہ ٔوقوع سے بڑا ہوتا ہے۔

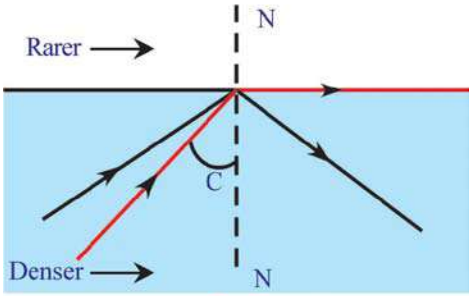


fig-7

زاویہ ٔ وقوع 'i' کے لیے فرض کیجیے کہ زاویہ ٔ انعطاف r ہے۔

Snell کے کلیہ کی رو سے

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin r}{\sin i}$$

ہم جانتے ہیں کہ n_1/n_2، بڑا ہے 1 سے، لہٰذا sin r / sin i بھی 1 سے بڑا ہوگا۔اس لیے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ زاویہ ٔ انعطاف بڑا ہوتا ہے زاویہ ٔ وقوع سے یعنی r بڑا ہوگا i سے۔

وہ زاویہ ٔوقوع جہاں روشنی کی شعاع کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں داخل ہوتے ہوئے خط فاصل کو مس کرتے ہوئے گزرتی ہے، کثیف واسطے کا زاویہ فاصل کہلاتا ہے۔اسے شکل 7 میں دکھایا گیا ہے۔

فرض کیجیے کہ C، زاویہ فاصل ہے، تب r، 90 ہوجائے گا اور ہمیں

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin c}$$ حاصل ہوگا

یعنی $$\Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{\sin c}$$

$$\sin c = \frac{n_2}{n_1}.$$ ہوگا

ہم جانتے ہیں کہ n_1/n_2 یعنی n_{12} کو بہ لحاظ لطیف واسطہ کثیف واسطے کا انعطاف نما کہلاتا ہے۔

$$\sin c = \frac{1}{n_{12}}$$

SCERT TELANGANA

● مندرجہ بالا مساوات استعمال کرتے ہوئے کیا آپ پانی کا زاویہ فاصل معلوم کر سکتے ہیں؟

● زاویۂ وقوع، زاویہ فاصل سے بڑا ہونے کی صورت میں روشنی کی شعاع میں کیا تبدیلی واقع ہوگی؟

جب زاویۂ وقوع، زاویہ فاصل سے بڑا ہو تو دونوں واسطوں کی خط فاصل پر روشنی کی شعاع منعکس ہو جائے گی یعنی یہ شعاع لطیف واسطے میں داخل ہی نہیں ہوگی۔ اس واقعے کو کلی داخلی انعکاس (total internal reflection) کہتے ہیں۔ اسے شکل 7 میں دکھایا گیا ہے۔

ان امور پر اپنے ساتھیوں سے تبادلۂ خیال کرتے ہوئے پانی کا زاویہ فاصل معلوم کیجیے۔

آئیے کلی داخلی انعکاس کی مثالوں پر غور کریں

مشغلہ-6

شیشے کا ایک شفاف گلاس اور ایک سکہ لیجیے۔ سکے کو میز پر رکھیے اور گلاس کو سکے پر۔ اب گلاس کے جانبی حصے سے سکے کا مشاہدہ کیجیے۔

● کیا آپ کو سکہ نظر آتا ہے؟

● اب گلاس کو پانی سے بھر دیجیے اور دوبارہ گلاس کے جانبی حصے سے سکہ کا مشاہدہ کیجیے۔ کیا آپ کو سکہ نظر آیا؟

● سمجھائیے کہ اب سکہ کیوں نظر نہیں آتا؟

مشغلہ-7

شیشے کا ایک شفاف استوانہ لیجیے (آپ ایک لیٹر حجم کا ایک منقارہ لے سکتے ہیں) استوانے کے قاعدے پر ایک سکہ رکھیے۔ اب استوانے میں اس قدر پانی ڈالیے کہ پانی کی سطح پر آپ کو سکہ نظر آ جائے (استوانے کے جانب ایک طرف سے پانی کی سطح کا مشاہدہ کیجیے) شکل 8 دیکھیے۔

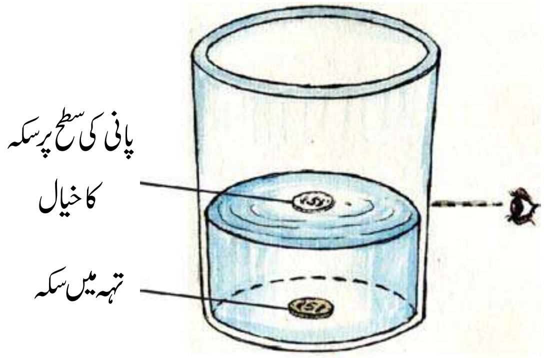


fig-8

● کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ سکے کا عکس کیوں کر نظر آ رہا ہے؟

روزمرہ کی زندگی میں کلی داخلی انعکاس کی بہت دلچسپ مثالیں دیکھی جا سکتی ہیں۔ ان میں سے ایک مثال وہ ہے جسے سراب (mirage) کہا جاتا ہے اس کا مشاہدہ اُس وقت کیا جا سکتا ہے جب کہ ہم گرما کے دنوں میں سڑک پر گاڑی چلا رہے ہوں۔

سراب Mirage

سراب ایک بصری ہیجان ہے جو کہ سڑک پر دور کے ایک مقام پر پانی کی موجودگی کا گمان پیدا کرتا ہے لیکن جب وہاں پہنچتے ہیں تو پانی نہیں پایا جاتا۔

fig-9(a)

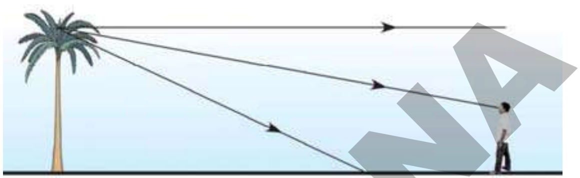
● کیا آپ اس کی وجہ جانتے ہیں کہ ایسا کیوں دکھائی دیتا ہے؟

جب انعطاف نما واسطے میں بدلتا ہے تب سراب واقع ہوتا ہے۔

گرما کے کسی دن، سڑک سے تھوڑی سی اوپر پر موجود ہوا بہت گرم ہوتی ہے جب کہ کچھ اونچائی پر ہوا ٹھنڈی ہوتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ تپش بلندی کے ساتھ کم ہوتی ہے اور یوں بڑھتی ہوئی بلندی کے ساتھ کثافت بھی بڑھتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ ہوا کا انعطاف نما کثافت

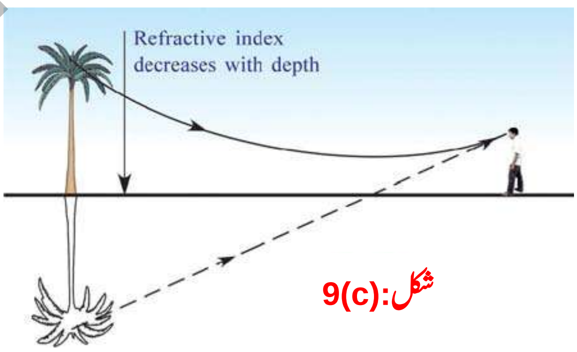
SCERT TELANGANA

کے اضافے کے ساتھ بڑھتا ہے یعنی یہ بلندی کے ساتھ بڑھتا ہے۔ لہٰذا اونچائی پر ٹھنڈی ہوا کا انعطاف نما نچلی سطح پر گرم ہوا کے انعطاف نما سے زیادہ ہوتا ہے۔ روشنی، لطیف ہوا (گرم حصے) سے، کثیف ہوا (ٹھنڈے حصے) کے مقابلے تیزی سے گزرتی ہے۔



شکل: 9(b) جب ہوا کی کثافت میں کوئی تبدیلی نہ ہو تو نور کی شعاعوں کا راستہ

جب روشنی کسی اونچی شے جیسے درخت یا آسمان سے آتے ہوئے، سڑک سے لگے ہوئے واسطے یعنی گرم ہوا سے گزرتی ہے جس کا انعطاف نما کم ہوتا ہے ہے تب انعطاف واقع ہو کر کلی داخلی انعکاس عمل میں آتا ہے جس کے سبب روشنی کی شعاعیں منحنی راستہ اختیار کر لیتی ہیں۔ شکل 9(c) کا مشاہدہ کیجیے۔



شکل: 9(c)

یہ شعاعیں مشاہد تک شکل 9(c) کے مطابق پہنچتی ہیں اور مشاہد ایسا محسوس کرتا ہے جیسے شعاعیں زمینی سطح سے منعکس ہو رہی ہیں اور یہ گمان ہوتا ہے کہ سڑک پر پانی پھیلا ہوا ہے (شکل 9(a) میں دکھایا گیا ہے) یہ آسمان کا مجازی خیال ہوتا ہے اور سڑک پر درخت کا الٹا خیال دکھائی دیتا ہے۔ (شکل 9c میں دکھایا گیا ہے)

سوچیے اور تبادلہ خیال کیجیے۔

- سراب بہتے ہوئے پانی جیسا کیوں دکھائی دیتا ہے؟
- کیا آپ سراب کی تصویر کشی کر سکتے ہیں؟

کلی داخلی انعکاس کے اطلاق

i) **ہیروں کی چمک:** ہیروں کی چمک کی اصل وجہ کلی داخلی انعکاس ہی ہے۔ ہیرے کا زاویہ فاصل بہت ہی کم (24.4°) ہوتا ہے۔ لہٰذا جب روشنی کی شعاع ہیرے میں داخل ہوتی ہے تو قوی امکان ہوتا ہے کہ اس میں متعدد کلی داخلی انعکاس واقع ہوں اور اس کے سبب ہیرا چمکتا ہے۔

ii) **نوری ریشے Optical fibres:** نوری ریشے کے کام کرنے کا بنیادی اصول کلی داخلی انعکاس ہی ہے۔ یہ دراصل بہت باریک ریشہ ہوتا ہے جو شیشہ یا پھر پلاسٹک سے بنا ہوا ہوتا ہے۔ اس کا نصف قطر 10^{-6} میٹر ہوتا ہے۔ ایسے کچھ ریشوں کے مجموعہ سے مل کر ایک ہلکا پائپ تیار ہوتا ہے۔

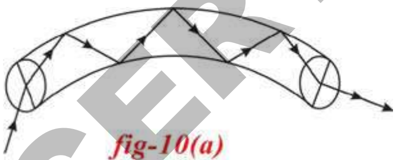


fig-10(a)

fig-10(b)

SCERT TELANGANA

شکل 10(a) میں نوری ریشے کے ذریعے روشنی کی ترسیل کے اصول کو بتایا گیا ہے جب کہ شکل 10(b) میں ایک نوری ریشوں سے بنے تار کی تصویر کو بتایا گیا ہے۔ فائبر کے بہت ہی کم نصف قطر کے سبب اس میں سے گزرنے والی برقی رو اس کی دیواروں کو محض ہلکا سا مس کرتے ہوئے گزرتی ہے۔ زاویۂ وقوع، زاویہ فاصل سے بڑا ہوتا ہے اور نتیجتاً کلی داخلی انعکاس واقع ہوتا ہے اور روشنی ریشے کے ذریعے منتقل ہوتی ہے۔

آپ جانتے ہیں کہ ایک ڈاکٹر اپنی سادہ آنکھ سے انسان کے تمام اعضا کو نہیں دیکھ سکتا۔ مثال کے طور پر آنتیں وغیرہ اور ایسے ہی دوسرے اعضا کے علاج کے سلسلے میں ڈاکٹر منھ کے ذریعے پیٹ میں نوری ریشے سے بنا پائپ داخل کرتا ہے۔ اس طرح کے پائپ میں روشنی منتقل کی جاتی ہے اور روشنی معدے میں داخل ہوتی ہے۔ یہ روشنی نوری ریشے کے پائپ کے ذریعے واپس لائی جاتی ہے۔ اس طرح اندرونی اعضا کا خیال کمپیوٹر پر حاصل کیا جاتا ہے۔

نوری ریشے کا دوسرا اہم اطلاق مواصلاتی سگنل کی ترسیل ہے۔ مثال کے طور پر روشنی کی موجوں کے ساتھ خاص ترتیب میں تقریباً دو ہزار ٹیلی فون سگنلس کو بہ یک وقت نوری ریشے کے ذریعے بھیجا جا سکتا ہے۔ عام طور پر جو سگنل بھیجے جاتے ہیں ان کے مقابلے میں نوری ریشوں کے سگنلس کا معیار (clarity) بہت بہتر ہوتا ہے۔

- کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ روشنی کے راستے میں شیشے کا کندہ (glass slab) رکھنے پر روشنی کا طرزِ عمل کیا ہوتا ہے؟

آیئے دیکھتے ہیں۔

شیشے کے کندے سے روشنی کا انعطاف

آیئے ایک تجربے کے ذریعے اس بات پر غور کریں۔

ایک شیشے کے کندے میں دو متوازی مستوی سطحیں موجود ہوتی ہیں۔ آیئے معلوم کریں کہ جب کسی شئے کے سامنے شیشے کا کندہ رکھا جاتا ہے تب اس سے بننے والے خیال کا مقام اور نوعیت کیسی ہوتی ہے؟

تجربہ گاہی مشغلہ 2

مقصد: شیشے کندے کے سبب بننے والے خیال کی نوعیت اور مقام کو معلوم کرنا۔

مطلوبہ آلات: لکڑی کا تختہ، چارٹ، چمٹے، رولر، پنسل، شیشے کا کندا اور پن

طریقہ کار: لکڑی کے تختہ پر چارٹ کو پھیلا دیجیے۔ اسے چمٹوں سے کس دیجیے۔ کاغذ کے مرکز میں، شیشہ کا کندا رکھیے۔ پنسل سے کندے کے کناروں کے اطراف لکیر کھینچیے۔ کندا نکال لیجیے۔ آپ کو مستطیل حاصل ہوگا۔ مستطیل کے راسوں کو A، B، C اور D نام دیجیے۔

مستطیل کے طول AB کے کسی نقطے پر ایک عمود کھینچیے۔ شیشے کے کندے کو کاغذ پر دوبارہ اس طرح رکھیے کہ یہ مستطیل ABCD کے اضلاع سے منطبق ہو جائے۔ دو پن لیجیے۔ انھیں AB پر کھینچے گئے عمود پر کھڑا کیجیے۔ مزید دو پن لیجیے اور انھیں کندے کی دوسری جانب کندے کے اندر سے دیکھتے ہوئے اس طرح لگایئے کہ تمام پن ایک ہی سیدھ میں نظر آئیں۔ کندے کو وہاں سے ہٹا لیجیے۔ پن نکال لیجیے۔ پنوں کے نشانات کو ملاتے ہوئے ایک خطِ مستقیم اس طرح کھینچیے کہ یہ خط مستطیل کے ایک سرے AB تک پہنچے۔ آپ کو خطِ مستقیم حاصل ہوگا۔

- آپ اس کا کیا نتیجہ اخذ کریں گے؟

روشنی کی شعاع اگر شیشے کے کندے کی کسی سطح پر عموداً پڑتی ہے تو وہ شعاع دوسری جانب بغیر کسی انحراف کے خارج ہو جاتی ہے۔

اب لکڑی کے تختے پر ایک اور چارٹ بچھایئے۔ اسے چمٹوں سے کس لیجیے۔ کاغذ کے مرکز میں شیشے کا کندا رکھیے۔ پنسل کی مدد سے کندے کے اطراف کناروں پر خط کھینچیے۔ کندے کو ہٹا لیجیے اور بنائے گئے مستطیل کی راسوں کو A، B، C اور D کا نام دیجیے۔ مستطیل کے طول کے کسی نقطے پر ایک عمود کھینچیے۔ نقطۂ تقاطع سے ایک خط اس طرح کھینچیے کہ عمادی خط سے اس کا زاویہ 30^{o} ہو۔ یہ خط کندے پر پڑنے والی شعاعِ وقوع کو ظاہر کرے گا اور جو زاویہ بنایا گیا ہے وہ زاویۂ وقوع ہوگا۔

SCERT TELANGANA

یہ کتاب حکومت تلنگانہ کی جانب سے مفت تقسیم کے لیے ہے

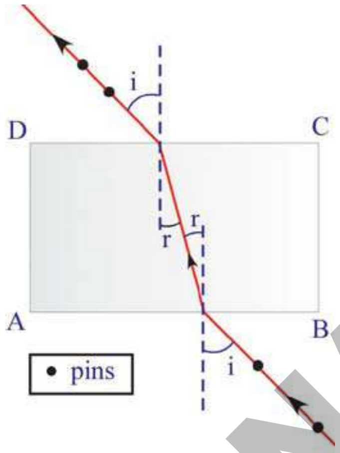


fig-11

اب کندے کو کاغذ پر اس طرح رکھیے کہ یہ بنائے گئے مستطیل پر برابر منطبق ہو جائے۔ عمادی خط سے 30^{o} کا زاویہ بنانے والے خط پر دو مساوی پنیں اس طرح کھڑا کیجیے کہ ان کی بلندی یکساں ہو۔ ان پنوں کو کندے کی دوسری جانب سے دیکھتے ہوئے دوسرے دو پنوں کو اس طرح ترتیب دیجیے کہ تمام پنیں ایک سیدھ میں نظر آئیں۔ کندے کو نکال لیجیے اور پنیں بھی نکال لیں۔ پنوں کے نشان کو ملاتے ہوئے مستطیل کے کنارے CD تک ایک خطِ مستقیم کھینچیے۔ یہ خط شعاع انعطاف کو ظاہر کرے گا۔

CD پر ON ایک عمود کھینچیے جہاں پر شعاع انعطاف خط CD پر قطع کرتی ہے۔ شعاعِ انعطاف اور عمادی خط ON کے درمیان زاویے کی پیمائش کیجیے۔ اسے زاویۂ انعطاف کہتے ہیں۔ (اپنے خاکے کا شکل 11 سے تقابل کرکے دیکھئے)

- کیا بننے والا خط، خطِ مستقیم ہوگا؟
- کیا زاویہ وقوع اور زاویۂ انعطاف مساوی ہوں گے؟
- کیا شعاعِ وقوع اور شعاعِ منعطف متوازی ہوں گے؟

آپ کو یہ معلوم ہوگا کہ شعاعِ وقوع اور شعاعِ انعطاف متوازی ہوں گے۔

- کیا آپ متوازی خطوط (شعاعوں) کے درمیان فاصلہ معلوم کرسکتے ہیں۔

ان متوازی خطوط کے درمیان کے فاصلے کو جانبی تبدل کہا جائے گا (Laterl Shift)۔ اس تبدل کی پیمائش کیجیے۔ زاویۂ وقوع کی مختلف قیمتوں کیلئے اپنے تجربے کو دوہرائیے اور زاویۂ وقوع کی قیمتوں اور انکے متناسب تبدل کی قدروں کا جدول تیار کیجیے۔ قیمتیں جدول 4 میں درج کیجیے۔

جدول-4

زاویۂ وقوع	تبدل

- کیا آپ کو زاویۂ وقوع اور تبدل کے مابین کوئی ہم رشتگی نظر آتی ہے؟
- کیا آپ کندے کا انعطاف نما معلوم کرسکتے ہیں؟

آیئے کندے کا انعطاف نما معلوم کریں۔

مشغلہ-8

کندے کی موٹائی معلوم کیجیے اور اپنی نوٹ بک میں نوٹ کیجیے۔ ایک سفید کاغذ (چارٹ) کو میز پر جمائیے۔ کندے کو چارٹ کے بیچوں بیچ رکھیے۔ حد بندی لکیر کھینچیے۔ کندے کو وہاں سے ہٹا لیجیے۔ آپ کو ایک مستطیل حاصل ہوگا۔ راسوں کو A، B، C اور D کے نام دیجیے۔ طول AB کے کسی نقطے پر ایک عمود کھینچیے۔ کندے کو ABCD پر ایک بار پھر جمائیے۔ ایک پن لیجیے۔ اسے کسی نقطے P پر اس طرح کھڑا کیجیے کہ اس کی لمبائی خط AB سے متوازی ہو اور کندے سے 15 سمر دور ہو۔ اب

SCERT TELANGANA

ایک اور پن لیجیے۔ اسے کندے کی دوسری جانب سے دیکھتے ہوئے دونوں پنوں کواس طرح ترتیب دیجیے کہ یہ دونوں پن خط مستقیم میں نظر آئیں۔کندے کو ہٹا کر پنوں کے مقامات پرغور کیجئے۔

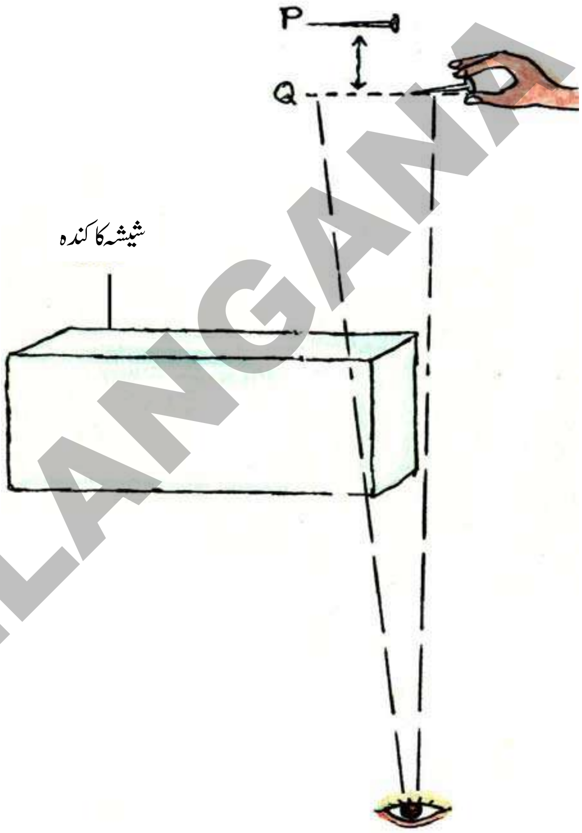


Fig. 12

نوٹ:اس عمل کے دوران اس بات کا خاص خیال رکھیں کہ آپ کی آنکھ کندے کے کنارے پر ہواور پہلی پن کوکندے کے اندر سے جبکہ دوری پن کوکندے کے باہر سے (ہواکے ذریعہ) دیکھیں۔

- کیا یہ ایک ہی خط میں واقع ہیں؟

دوسری پن سے اس خط پر جہاں پہلی پن واقع ہے، ایک عمود کھینچئے۔ دونوں کے نقطۂ تقاطع کو Q کا نام دیجیے۔ P اور Q کے درمیان فاصلہ محسوب کیجیے۔ اسے ہم عمودی تبدل (vertical shift) کہہ سکتے ہیں۔

- کیا یہ تبدل، کندے سے پہلی پن کے فاصلے پر غیر منحصر ہے؟

اسے معلوم کرنے کے لیے کندے سے پن کے ایک دوسرے فاصلے کی پیمائش کے لیے اس تجربے کو دہرائیے۔ آپ کو وہی طولی تبدل حاصل ہوگا اب شیشے کا انعطاف نما معلوم کرنے کے لیے ہم ذیل کے ضابطے کو استعمال کر سکتے ہیں۔

$$\text{انعطاف نما (R.I)} = \frac{\text{شیشے کے کندے کی موٹائی}}{\text{(عمودی تبدل - کندے کی موٹائی)}}$$

SCERT TELANGANA

اہم نکات

انعطاف، شعاعِ وقوع، شعاعِ انعکاس، زاویۂ وقوع، زاویۂ انعطاف، Snell کا کلیہ،
کلیدی زاویہ، کلی داخلی انعکاس، سراب، تبدل، بصری ریشہ (optical fibre)

ہم نے کیا سیکھا

- جب کبھی روشنی ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں داخل ہوتی ہے تو اس کی رفتار میں تبدیلی واقع ہوتی ہے جس کی وجہ سے اس کی سمت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے دونوں واسطوں کے مشترکہ سطح پر روشنی کی سمت میں اس تبدیلی کو انعطاف نور کہتے ہیں۔
- سطح فاصل پر روشنی کی رفتار میں تبدیلی کی وجہ سے انعطاف واقع ہوتا ہے۔
- $n = c/v$ خلا میں روشنی کی رفتار۔واسطے میں روشنی کی رفتار = مطلق انعطاف نما
- $n_{21} = V_1/V_2 = n_2/n_1$, اضافی انعطاف نما
- Snell کا کلیہ $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
- کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں داخل ہوتے ہوئے زاویۂ وقوع جو مشترکہ مستوی کے خط فاصل سے گذرتا ہے زاویہ فاصل کہلاتا ہے۔ $\sin C = n_2/n_1$ جہاں n_1 کثیف واسطے کا انعطاف نما ہے اور n_2 لطیف واسطے کا انعطاف نما $(n_1>n_2)$
- جب زاویۂ وقوع، زاویہ فاصل سے بڑا ہو تو روشنی کی شعاع مستوی پر کثیف واسطے میں منعکس ہوتی ہے۔اس کو کلی داخلی انعکاس کہتے ہیں۔

آیئے اپنے اکتساب کو فروغ دیں

تصورات پر ردِ عمل

1۔ ہیرے میں روشنی کی رفتار 1,24,000 کلومیٹر فی گھنٹہ ہے۔اگر ہوا میں روشنی کی رفتار 3 لاکھ کلومیٹر فی گھنٹہ ہو تو ہیرے کا انعطافی نمائندہ refreactive index معلوم کیجیے۔(ASI) (جواب:2.42)

2۔ پانی کی نسبت سے شیشے کا انعطاف 9/8 ہے۔بتایئے کہ شیشے کی نسبت سے پانی کا انعطاف نما کیا ہوگا؟(ASI) (جواب:8/9)

3۔ پانی کا مطلق انعطاف نما 4/3 ہے۔اس کا زاویہ فاصل کیا ہوگا؟(ASI) (جواب: $\sin C = 3/4$)

4۔ اگر بنزین کا زاویہ فاصل بالحاظ ہوا 42° ہو تو بتایئے کہ اس کا انعطاف نما کیا ہوگا؟(ASI) (جواب:1.51)

5۔ سراب کے بننے کی وجوہات بیان کرو؟(ASI)

6۔ صاف ستھرے خاکے کی مدد سے شیشے کے کندے سے انعطافِ نور کو واضح کیجیے۔(AS5)

7۔ تارے جھلملاتے کیوں نظر آتے ہیں؟(AS7)

تصورات کا اطلاق

1۔ روشنی کی ایک شعاع ہوا۔مائع مشترکہ مستوی پر 45^o کا زاویہ وقوع اور 30^o کا زاویہ انعطاف بناتی ہے۔ مائع کا انعطاف نما محسوب کیجیے۔(AS7) (جواب:1.414,54.7)

2۔ کن صورتوں میں روشنی کی شعاع دو واسطوں کے مشترکہ مستوی پر منحرف نہیں ہوتی۔(AS7)

3۔ میز پر کوئی شے رکھیے۔اسے شیشے کے کندے کے ذریعے دیکھیے۔یہ شے قریب نظر آئے گی۔ایسی ہی صورت کو واضح کرنے کے لیے شعاعی خاکہ بنائیے۔(AS5)

4۔ شیشہ اور ہیرا دونوں ہی اگر ایک ہی وضع کے ہوں تو بتائیے کہ ہیرا زیادہ چمک دار کیوں ہوتا ہے؟(AS7)

غور وفکر پر مبنی اعلیٰ درجے کے سوالات

1۔ پانی میں تیرتی ہوئی مچھلی پر گولی چلانا مشکل کیوں ہوتا ہے؟(ASI)

2۔ سمجھائیے کہ پانی کے منقاروں میں کسی زاویے پر ٹکائی ہوئی امتحانی نلی، مشاہدے کے کسی خاص مقام پر آئینہ جیسی نظر آتی ہے؟(AS7)

3۔ جب ہم آگ تاپنے کے لیے بیٹھتے ہیں تو شعلوں کے پرے چیزیں جھولتی ہوئی نظر آتی ہیں۔وجوہات بتائیے۔(AS7)

کثیر انتخابی سوالات

1۔ ذیل میں کونسی مساوات Snell's law کا اظہار ہے۔ (   )

(a) ni sin i = sin r / n (b) n1/n2 = sin r / sin i

(c) n2/n1 = sin r / sin i (d) n2 sin i = constant

2۔ ہوا کے تناسب سے شیشے کا انعطاف نما 2 ہے تب شیشہ۔ہوا کے مشترکہ مستوی کا زاویہ فاصل .... ہوگا۔ (   )

(a) 0^o (b) 45^o (c) 30^o (d) 60^o

3۔ کلی داخلی انعکاس اس وقت واقع ہوتا ہے جب روشنی کی شعاع .... سے .... حرکت ہے۔ (   )

(a) لطیف سے کثیف واسطہ (b) لطیف سے لطیف واسطہ

(c) کثیف سے لطیف واسطہ (d) کثیف سے کثیف واسطہ

4۔ اگر زاویہ وقوع، زاویہ فاصل کے مساوی ہو تب زاویہ انعطاف (   )

(a) 0^o (b) 20^o

(c) 90^o (d) 180^o

SCERT TELANGANA

5۔ سراب اس طریقہ عمل کی بہترین مثال ہے۔ (   )

(a) انعکاس (b) انعطاف

(c) کلی داخلی انعکاس (d) تبدیلی

6۔ برف، بنزین، روبی اور کیروسین کے انعطاف نما بالترتیب 1.31، 1.50، 1.71، اور 1.44 ہیں ان میں سے کس واسطے میں روشنی کم رفتار سے سفر کرتی ہے۔ (   )

(a) برف (b) بنزین

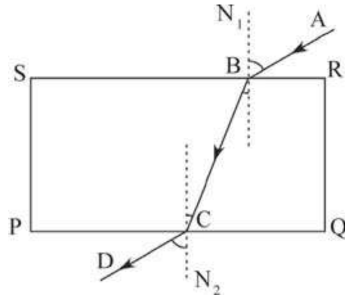
(c) روبی (d) کیروسین

7۔ ہوا کے مقابل پانی کا اضافی انعطاف نما 4/3 ہے پانی کے مقابل ہوا کا اضافی انعطاف نما ہوگا۔ (   )

(a) 4 (b) 3

(c) 4/3 (d) 3/4

8۔ ایک تجربہ کے تحت گلاس کے کندہ سے بننے والا شعاع کے راستہ کو شکیل نے شکل میں بتائے گئے طریقہ سے ظاہر کیا۔ ٹیچر خارج ہونے والی شعاع کی شناخت کرنے کو کہتی ہے۔ مندرجہ ذیل میں سے شکیل کس کی نشاندہی کرے گا۔ (   )



(a) AB (b) BC

(c) CD (d) N_2

مجوزہ تجربات

1۔ تجربہ کے ذریعے ثابت کریں کہ sin i / sin r ایک مستقل ہے۔

2۔ کلی داخلی انعکاس کے مظہر کو ایک یا دو مشغلوں کی مدد سے سمجھاؤ۔ (ASI)

3۔ جب روشنی کی شعاع کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں داخل ہوتی ہے تو زاویۂ انعطاف اور زاویۂ وقوع کے درمیان تعلق کو معلوم کرنے کے لیے تجربہ کا انعقاد عمل میں لائیے۔ (ASI)

4۔ ایک صاف چمکیلا دھاتی گولا لیتے ہوئے اسے موم بتی کے شعلے سے نکلنے والی کالک چڑھا کر بالکل سیاہ کر دیجیے۔ اب اسے پانی میں ڈبو دیجیے۔ یہ اب کیسے نظر آتا ہے اور کیوں؟ (اپنے قیاس قلم بند کیجیے اور تجربہ کا انعقاد کیجیے۔) (AS2)

5۔ ایک شیشے کا برتن لیتے ہوئے اس میں کچھ glycerine ڈالیے اور پھر اسے پانی سے بھر لیجیے۔ اب ایک quartz سے بنی ہوئی سلاخ لیجیے اور برتن میں رکھیے۔ برتن سے quartz glass کی سلاخ کا مشاہدہ کیجیے۔

- آپ کیا تبدیلیاں نوٹ کریں گے؟
- ان تبدیلیوں کی وجوہات کیا ہیں؟ (AS2)

SCERT TELANGANA

6۔ مشغلہ 7 دوبارہ انجام دیجیے۔ پانی کا زاویہ فاصل آپ کس طرح معلوم کریں گے؟ اپنے تجربے کی وضاحت کیجیے۔ (AS3)

7۔ مشغلہ 7 کے انعقاد کے ذریعہ شیشہ اور پانی کا زاویہ فاصل بالحاظ ہوا معلوم کیجئے۔

مجوزہ پراجکٹ

1۔ حسب ذیل واسطوں کے انعطاف نما کی قدریں لکھئے۔ جدول 1 میں دی گئی اشیاء سے ان کا تقابل کیجئے۔ اُن واسطوں کی جوڑیاں بنائیے جس میں روشنی کی رفتار تقریباً یکساں ہے۔ (AS4)

پیٹرول، ڈیزل، پانی، کھوپرے کا تیل، flint glass، crown glass، ہیرا، بنزین اور ہائیڈروجن، گلیسرین

2۔ نوری ریشے (optical fibre) کے کام کے طریقے سے متعلق معلومات اکٹھا کیجیے۔

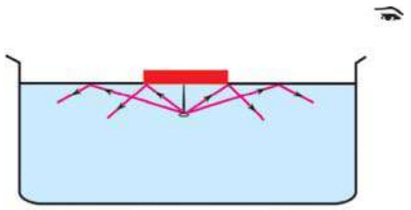
3۔ روزمرہ زندگی میں نوری ریشے (optical fibre) کے مختلف استعمالات پر تفصیلی رپورٹ لکھئے۔ (AS4)

4۔ تھرموکول کی شیٹ لیجیے۔ اسے 2 سمر، 3 سمر، 4 سمر، 4.5 سمر وغیرہ کے نصف قطر والے دائروی ٹکڑوں میں کاٹ لیجیے اور اسکیچ پن سے مرکز پر نشان لگا لیئے۔ اب 6 سمر لمبی پنیں لیجیے۔ دائروں کے مرکز پر ایک ایک پن عموداً کھڑا کیجیے۔ ایک کشتی میں جو غیر شفاف ہو پانی لیجیے اور اس میں 2 سمر نصف قطر کے دائری قرص کو اس طرح رکھیے کہ پن پانی پائی جانے جیسا کہ شکل 15 میں دکھایا گیا ہے۔ اب پانی کی سطح سے پن کے سرے (head) کو دیکھئے۔

- کیا آپ ایسا کر پائیں گے؟

یہی مشغلہ دوسرے قرص سے کیجیے۔ اور ہر دفعہ پن کے سرے کو دیکھنے کی کوشش کیجیے۔

نوٹ: دوسرے قرص سے مشغلے کی انجام دہی کے وقت آنکھ کا مقام اور قرص کا مقام تبدیل نہ ہونے پائے۔



شکل P4

- نصف قطر کی کس بڑی سے بڑی قدر پر آپ پن کا آزاد سرا نہیں دیکھ پائیں گے۔
- قرص کے نصف قطر کی بعض قدروں پر سوئی کا سرا دکھائی کیوں نہیں دیتا؟
- کیا اس مشغلے سے آپ واسطے کے زاویۂ فاصل کو معلوم کر سکتے ہیں؟
- سوئی کے آزاد سرے کی مختلف صورتوں میں روشنی کی شعاع کے گزرنے کے عمل کو ظاہر کرنے کے لیے خاکہ بنائیے۔

SCERT TELANGANA