باب نو

کرن نوریات اور نوری آلے

(RAY OPTICS AND OPTICAL INSTRUMENTS)

9.1 تعارف (INTRODUCTION)

قدرت نے انسانی آنکھ کو برق مقناطیسی طیف کی ایک مختصر سعت کے اندر ہی برق-مقناطیسی لہروں کو شناس کرنے کی حساسیت بخشی ہے۔طیف کے اس علاقہ سے تعلق رکھنے والا برق-مقناطیسی اشعاع ''روشنی'' کہلاتا ہے(400nm سے 750 nm تک طولِ لہر)۔ہم اپنے اردگرد کی دنیا کو جاننے اور اس کی وضاحت کرنے میں روشنی کا ذریعہ اور بصارت کی حس ہی زیادہ تر استعمال کرتے ہیں۔

دو بیانات ہیں جو روشنی کے بارے میں عام تجربے سے دیے جا سکتے ہیں۔ پہلا یہ کہ یہ بہت تیز چال سے سفر کرتی ہے اور دوسرا یہ کہ یہ ایک مستقیم خط میں سفر کرتی ہے۔لوگوں کو یہ سمجھنے میں کچھ وقت لگا کہ روشنی کی رفتار متناہی (Finite) ہے اور ناپی جا سکتی ہے۔خلا میں اس کی موجودہ منظور شدہ قدر ہے: $c = 2.99792458\times10^{8}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$، زیادہ تر صورتوں میں $c = 3\times10^{8}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ لینا کافی ہوتا ہے۔خلا میں روشنی کی رفتار، وہ زیادہ سے زیادہ رفتار ہے جو قدرت میں پائی جانے والی کوئی بھی شے اختیار کر سکتی ہے۔

وجدانی تصور کہ روشنی ایک مستقیم خط میں سفر کرتی ہے اور ہم نے جو باب 8 میں پڑھا ہے کہ روشنی، طیف کے بصری حصے سے تعلق رکھنے والے طولِ موج کی برق-مقناطیسی لہر ہے، دونوں میں تضاد معلوم ہوتا ہے۔اس تضاد کو کیسے ختم کیا

© NCERT not to be republished

جائے؟ اس کا جواب یہ ہے کہ ہمارا واسطہ جن اشیا سے عام طور پر پڑتا ہے، ان کے سائز کے مقابلے میں (جو عام طور سے چند سینٹی میٹر یا اس سے زیادہ ہوتا ہے) روشنی کی طولِ لہر بہت چھوٹی ہے۔ ایسی صورت میں، جیسا کہ آپ باب 10 میں سیکھیں گے، کہ روشنی کی ایک لہر کو ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک، ان نقطوں کو ملانے والے مستقیم خط پر سفر کرتا ہوا سمجھا جا سکتا ہے۔ یہ راستہ روشنی کی ایک کرن (ray) کہلاتا ہے اور ایسی کرنوں کا ایک بنڈل، روشنی کی ایک شعاع (بیم Beam) تشکیل دیتا ہے۔

اس باب میں، روشنی کی کرن تصویر لیتے ہوئے ہم انعکاس (Reflection)، انعطاف (Refraction) اور انکسار (Dispersion) کے مظاہر ملاحظہ کریں گے۔ انعکاس اور انعطاف کے بنیادی قوانین استعمال کرتے ہوئے، ہم مسطح اور کروی انعکاسی اور انعطافی سطحوں سے عکس کے تشکیل پانے کا مطالعہ کریں گے۔ اس کے بعد ہم کچھ اہم نوری آلات، جس میں انسانی آنکھ بھی شامل ہے، کی بناوٹ اور کام کرنے کے طریقے بیان کریں گے۔

روشنی کا ذراتی ماڈل (PARTICLE MODEL OF LIGHT)

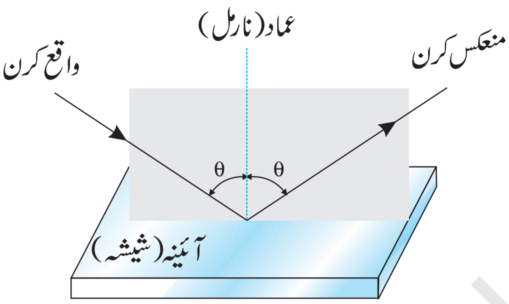
نیوٹن کے ریاضی، میکانیات اور مادی کشش کے بنیادی کاموں کی وجہ سے ہم اکثر ان کے روشنی کے عمیق (گہرے) تجرباتی مطالعہ کو نظرانداز کر دیتے ہیں۔ انھوں نے نوریات کے میدان میں بھی رہنمایانہ کام کیا۔ ڈیسکارٹیز (Descartes) کے تجویز کردہ، روشنی کے ذریچہ ماڈل (Corpuscular model) میں مزید سدھار کیا۔ اس ماڈل کا مفروضہ ہے کہ روشنی توانائی، چھوٹے چھوٹے ذرات، جو ذریچہ (Corpuscle) کہلاتے ہیں، میں مرتکز ہوتی ہے۔ انھوں نے یہ بھی فرض کیا کہ روشنی کے یہ ذریچہ بے کمیت لچکیلے ذرات (Massless elastic particles) ہوتے ہیں۔ اپنے میکانیات کے ادراک کی مدد سے وہ انعکاس اور انعطاف کا ایک سادہ ماڈل پیش کر سکے۔ یہ ایک عام مشاہدہ ہے کہ ایک چکنی مسطح سطح سے ٹکرا کر واپس ہونے والی گیند، انعکاس کے قانونوں کی پابندی کرتی ہے۔ جب یہ ایک لچکیلا تصادم (elastic collision) ہوتا ہے تو رفتار کی عددی قدر یکساں رہتی ہے۔ کیونکہ سطح، ہموار (Smooth) ہے، سطح کے متوازی کوئی قوت نہیں کام کر رہی ہے، اس لیے اس سمت میں معیارِ حرکت (Momentum) کا جز بھی یکساں رہتا ہے۔ صرف سطح پر عمود جز، یعنی کہ معیارِ حرکت کا عمودی جز، انعکاس میں مخالف سمت میں ہو جاتا ہے۔ نیوٹن نے دلیل پیش کی کہ ہموار سطحیں، جیسے آئینے، ذریچوں کو اسی طرح منعکس کرتی ہیں۔

انعطاف کے مظہر کی وضاحت کرنے کے لیے، نیوٹن نے مفروضہ قائم کیا کہ ذریچوں کی چال ہوا کے مقابلے میں، پانی یا شیشے میں زیادہ ہوتی ہے۔ حالانکہ، بعد میں یہ دریافت ہوا کہ روشنی کی چال، ہوا کے مقابلے میں پانی یا شیشے میں کم ہوتی ہے۔

نوریات کے میدان میں، نیوٹن بہ طور تجرباتی سائنس داں، نیوٹن بہ طور نظری سائنس داں سے بڑے معلوم ہوتے ہیں۔ انھوں نے خود ایسے بہت سے مظاہر کا مشاہدہ کیا، جن کی وضاحت روشنی کی ذراتی طبع کی بنیاد پر کرنا مشکل تھا۔ مثلاً، پانی پر تیل کی پتلی فلم سے پیدا ہونے والے رنگوں کا مشاہدہ۔ روشنی کے جزوی انعکاس (Partial reflection) کی خاصیت ایسی دوسری مثال ہے۔ ہر وہ شخص جس نے تالاب کے پانی میں جھانکا ہے، اس نے اس میں اپنے چہرے کا عکس تو دیکھا ہی ہے، ساتھ ساتھ تالاب کی تلی (پیندا Bottom) بھی دیکھی ہے۔ نیوٹن نے دلیل پیش کی کہ پانی پر گرنے والے کچھ ذریچے منعکس ہو جاتے ہیں اور کچھ کی ترسیل ہو جاتی ہے۔ لیکن ذریچوں کی ان دو قسموں میں کون سی خاصیت فرق کر سکتی ہے؟ نیوٹن کو کوئی ایسا مظہر فرض کرنا پڑا جو اتفاق پر مبنی ہو اور جس کی پہلے سے پیشن گوئی نہ کی جا سکتی ہو، جس کی بنیاد پر یہ طے ہو سکے کہ ایک انفرادی ذریچہ منعکس ہوگا یا نہیں۔ دوسرے مظاہر کی وضاحت کرنے کے لیے، جب کہ یہ فرض کیا گیا کہ ذریچے اس طور پر برتاؤ کرتے ہیں، جیسے کہ وہ متماثل (Identical) ہیں۔ روشنی کی لہر تصویر میں ایسی کشمکش نہیں پیدا ہوتی۔ ایک آنے والی لہر پانی اور ہوا کی درمیانی سرحد پر دو مقابلتاً کمزور لہروں میں تقسیم کی جا سکتی ہے۔

9.2 کروی آئینوں سے روشنی کا انعکاس
(REFLECTION OF LIGHT BY SPHERICAL MIRRORS)

ہم انعکاس کے قوانین سے واقف ہیں۔ زاویہ انعکاس (یعنی کہ، منعکس کرن اور انعکاسی سطح یا آئینہ پر عماد کے درمیان زاویہ) زاویۂ وقوع (واقع کرن اور عماد کے درمیان زاویہ) کے مساوی ہوتا ہے اور واقع کرن (Incident ray)، منعکس کرن (Reflected ray) اور انعکاسی سطح پر، نقطۂ وقوع (Point of incidence) پر عماد ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں (شکل 9.1)۔ یہ قوانین کسی بھی انعکاسی سطح، چاہے وہ مسطح ہو یا کروی، کے ہر نقطہ پر درست ہیں۔ لیکن پھر بھی ہم اپنی بحث کو خمیدہ سطحوں، یعنی کہ، کروی سطحوں کی مخصوص صورت تک محدود رکھیں گے۔ اس صورت میں عماد، نقطۂ وقوع پر سطح کے مماس (Tangent) پر عماد کو لیا جائے گا۔ یعنی کہ عماد، نصف قطر کی جانب ہے، یعنی کہ آئینے کے خمی مرکز (Centre of curvature) کو نقطۂ وقوع سے ملانے والے خط پر۔

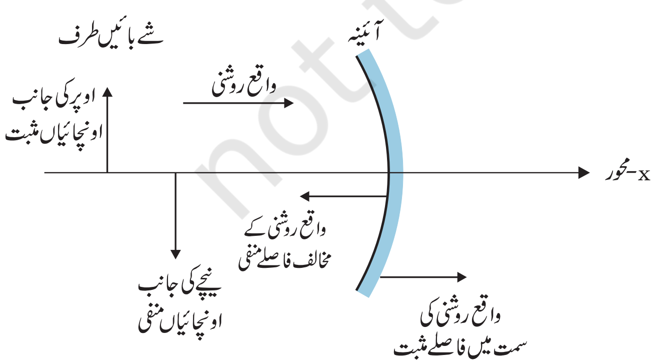


شکل 9.1: واقع کرن، منعکس کرن اور انعکاسی سطح پر عماد، ایک ہی مستوی میں ہیں

ہم یہ پہلے ہی پڑھ چکے ہیں کہ ایک کروی آئینے کا جیومیٹریائی مرکز اس کا قطب (Pole) کہلاتا ہے جب کہ ایک کروی عدسے (لینس Lens) کا جیومیٹریائی مرکز اس کا نوری مرکز (Optical Centre) کہلاتا ہے۔ ایک کروی آئینے کے قطب اور خمی مرکز کو ملانے والا خط خاص محور (Principal axis) کہلاتا ہے۔ کروی لینسوں میں خاص محور وہ خط ہے جو اس کے نوری مرکز کو خاص ماسکہ (Principal focus) سے ملاتا ہے، جیسا کہ آپ آگے سیکھیں گے۔

9.2.1 علامت قرارداد (Sign convention)

کروی آئینوں سے انعکاس اور کروی لینسوں سے انعطاف کے لیے فارمولے اخذ کرنے کے لیے، ہمیں فاصلوں کو ناپنے کے لیے ایک علامت قرار داد (Sign convention) ماننی ہوگی۔ اس کتاب میں ہم کارتیزی علامت قرارداد (Cartesian sign convention) پر عمل کریں گے۔ اس قرارداد کے مطابق، تمام فاصلے آئینے کے قطب یا لینس کے نوری مرکز سے ناپے جاتے ہیں۔ وہ فاصلے جو واقع روشنی کی سمت میں ہیں انھیں مثبت لیا جاتا ہے اور وہ فاصلے جو واقع روشنی کی سمت کی مخالف سمت میں ناپے جاتے ہیں، منفی لیے جاتے ہیں (شکل 9.2)۔ x-محور کے لحاظ سے اوپر کی جانب اور آئینے/لینس کے خاص محور (x-محور) پر عماد، ناپی گئی اونچائیاں مثبت لی جاتی ہیں (شکل 9.2) اور نیچے کی جانب ناپی گئی اونچائیاں منفی۔



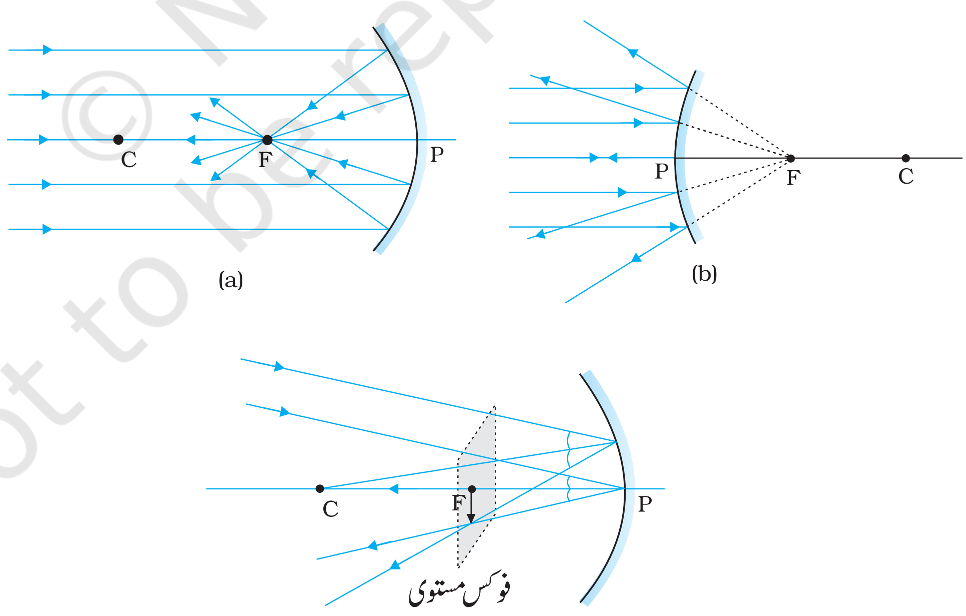
شکل 9.2: کارتیزی علامت قرارداد

© NCERT not to be republished

ایک مشترک طور پر منظور شدہ قرارداد کے ساتھ، کروی آئینوں کے لیے ایک ایسا واحد فارمولا اور کروی لینسوں کے لیے ایک ایسا واحد فارمولا، حاصل ہوتا ہے جو تمام مختلف صورتوں کے لیے درست ہے۔

9.2.2 کروی آئینوں کا فوکس فاصلہ (Focal length of spherical mirrors)

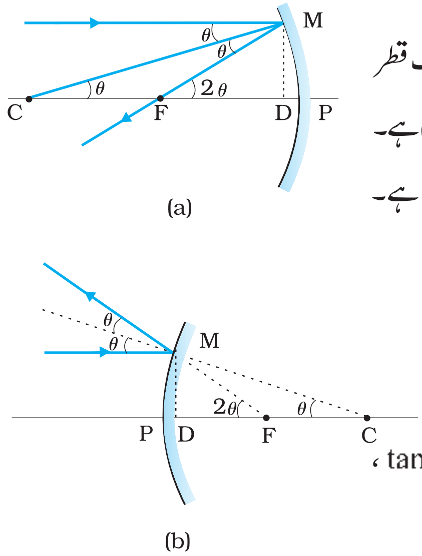
شکل (9.3) میں دکھایا گیا ہے کہ کیا ہوتا ہے جب روشنی کی ایک متوازی شعاع واقع ہوتی ہے (a) ایک جوفی آئینہ (Concave mirror) پر (b) ایک حدبی آئینہ (Convex mirror) پر۔ ہم مان لیتے ہیں کہ کرنیں آئینے کے قطب P کے نزدیکی نقاط پر واقع ہیں اور خاص طور سے چھوٹے زاویے بناتی ہیں (Paraxial متوازی المحور ہیں) منعکس کرنیں، جوفی آئینے کے خاص محور کے ایک نقطہ F پر مرکوز ہوتی ہیں (شکل (9.3(a)۔ ایک حدبی آئینے کے لیے، منعکس کرنیں اس کے خاص محور کے ایک نقطہ F سے غیر مرکوز ہوتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔ (شکل (9.3(b)۔ یہ نقطہ F، آئینہ کا خاص فوکس (خاص ماسکہ Principal focus) کہلاتا ہے۔ اگر آپس میں متوازی اور متوازی المحور (Paraxial) روشنی کی شعاعیں واقع ہوں جو خاص محور سے کچھ زاویہ بناتی ہوں تو منعکس کرنیں، خاص محور پر عماد، F سے گزرتے ہوئے ایک مستوی کے ایک نقطے پر مرکوز ہوں گی (یا غیر مرکوز ہوتی ہوئی معلوم ہوں گی)۔ یہ آئینے کا فوکس مستوی (Focal plane) کہلاتا ہے (شکل (9.3(c)۔



شکل 9.3: ایک جوفی آئینے اور ایک حدبی آئینے کا فوکس

ایک آئینے کے فوکس F اور قطب P کے درمیان فاصلے کو آئینہ کا فوکس فاصلہ (Focal length) کہتے ہیں اور

© NCERT not to be republished



شکل 9.4: (a) جوفی کروی آئینے پر، (b) حدبی کروی آئینے پر واقع کرن کے انعکاس کی جیومیٹری

اسے f سے ظاہر کرتے ہیں۔ اب ہم دکھائیں گے کہ: $f = \frac{R}{2}$ ، جہاں R آئینہ کا خمی نصف قطر (Radius of curvature) ہے۔ایک واقع کرن کے انعکاس کی جیومیٹری شکل 9.4 میں دکھائی گئی ہے۔

فرض کیجیے کہ C آئینہ کا خمی مرکز ہے۔ خاص محور کے متوازی ایک کرن لیجیے جو آئینہ سے M پر ٹکراتی ہے۔

فرض کیجیے کہ CM زاویہ وقوع ہے اور MD، M سے خاص محور پر عمود ہے۔ تب

$\angle MCP = \theta$ اور $\angle MFP = 2\theta$ ، اب

$$\tan\theta = \frac{MD}{CD} \quad \text{اور} \quad \tan 2\theta = \frac{MD}{FD} \qquad (9.1)$$

θ کی خفیف قدروں کے لیے، جو متوازی المحور کرنوں کے لیے درست ہے، $\tan\theta \approx \theta$ ، $\tan 2\theta \approx 2\theta$ اس لیے، مساوات (9.1) سے حاصل ہوتا ہے:

$$\frac{MD}{FD} = 2\frac{MD}{CD}$$

یا

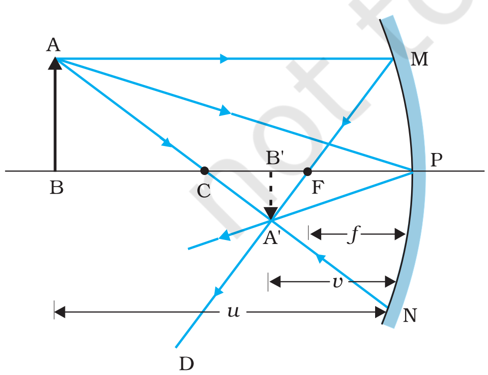
$$FD = \frac{CD}{2} \qquad (9.2)$$

اب θ کی خفیف قدروں کے لیے، نقطہ D، نقطہ P کے بہت نزدیک ہوگا۔ اس لیے: FD=f اور CD=R اب مساوات (9.2) سے حاصل ہوتا ہے:

$$F = \frac{R}{2} \qquad (9.3)$$

9.2.3 آئینہ مساوات (The mirror equation)

اگر ایک نقطے سے نکلنے والی کرنیں، انعکاس اور/یا انعطاف کے بعد ایک دوسرے نقطے پر درحقیقت ملتی ہیں تو یہ دوسرا نقطہ پہلے نقطہ کی شبیہ کہلاتی ہے۔ یہ شبیہ حقیقی (real) ہوگی اگر کرنیں اس نقطے پر واقعی مرکوز ہوتی ہوں اور غیر حقیقی (virtual) ہوگی اگر کرنیں واقعی نہیں ملتیں، لیکن اگر انھیں پیچھے کی جانب بڑھایا جائے تو اس نقطے سے غیر مرکوز ہوتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔ ایک شبیہ (عکس Image)، انعکاس یا/اور انعطاف کے ذریعے شے سے قائم ہوئی نقطہ بہ نقطہ مطابقت ہے۔



شکل 9.5: ایک جوفی آئینے سے شبیہ کی تشکیل کے لیے کرن ڈائیگرام

اصولی طور پر ہم شے کے ایک نقطے سے نکلنے والی کوئی بھی دو کرنیں لے سکتے ہیں، ان کے ذریعے طے کیے گئے خط راہ پر سے گزرتے ہوئے ان کا نقطۂ تقاطع (Point of intersection) معلوم کر سکتے ہیں اور اس طرح ایک کروی آئینے پر ہوئے انعکاس کے ذریعے بنی نقطے کی شبیہ حاصل کر سکتے ہیں۔ لیکن عملی صورت میں، مندرجہ ذیل میں سے کن ہی دو کرنوں کو منتخب کرنے سے سہولت رہتی ہے:

(i) نقطے سے نکل رہی وہ کرن جو خاص محور کے متوازی ہے۔ منعکس ہوئی کرن آئینے کے فوکس سے گزرتی ہے۔

© NCERT not to be republished

(ii) وہ کرن جو جوفی آئینے کے خمی مرکز سے گزر رہی ہے یا حدبی آئینے کے خمی مرکز سے گزرتی ہوئی معلوم ہوتی ہے۔ منعکس کرن اسی راستے پر واپس لوٹ جاتی ہے۔

(iii) جوفی آئینے کے فوکس سے گزرتی ہوئی (یا اس کی جانب جاتی ہوئی) یا حدبی آئینے کے فوکس سے گزرتی ہوئی (یا اس کی جانب جاتی ہوئی) معلوم ہوتی ہوئی کرن۔منعکس کرن، خاص محور کے متوازی ہوگی۔

(iv) وہ کرن جو قطب پر کسی بھی زاویہ سے واقع ہے۔منعکس کرن، انعکاس کے قوانین کی پابندی کرے گی۔

شکل 9.5 میں تین کرنوں کی مدد سے کرن ڈائیگرام بنائی گئی ہے۔اس شکل میں ایک جوفی آئینے سے بنی ہوئی ایک شے AB کی شبیہ A′B′ (اس صورت میں حقیقی) دکھائی گئی ہے۔اس کا یہ مطلب نہیں ہے کہ نقطہ A سے صرف تین کرنیں ہی نکلتی ہیں۔کسی بھی وسیلہ (Source) سے کرنوں کی لامتناہی تعداد نکلتی ہے، جو ہر سمت میں جاتی ہیں۔اس لیے A′، نقطہ A کا شبیہ نقطہ جب ہی ہوگا اگر نقطہ A سے نکل کر جوفی آئینے پر پڑنے والی ہر کرن انعکاس کے بعد نقطہ A′ سے گزرے۔

اب ہم آئینہ مساوات یا، شے فاصلہ (u)، شبیہ فاصلہ (v) اور فوکس فاصلہ (f) میں رشتہ اخذ کرتے ہیں۔

شکل 9.5 سے دونوں قائم زاویہ مثلث A′B′F اور MPF مشابہ (Similar) ہیں۔(متوازی المحور کرنوں کے لیے، MP کو CP پر عمودا ایک خطِ مستقیم مانا جا سکتا ہے) اس لیے:

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

یا

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

کیونکہ: $\angle APB = \angle A'PB'$، اس لیے قائم زاویہ مثلث A′B′P اور ABP بھی مشابہ ہیں۔اس لیے،

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

مساوات (9.4) اور مساوات (9.5) کا مقابلہ کرنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

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

مساوات (9.6) ایک ایسا رشتہ ہے، جس میں فاصلوں کی عددی قدریں شامل ہیں۔اب ہم علامت قرارداد استعمال کرتے ہیں۔نوٹ کیجیے کہ روشنی شے سے آئینے MPN کی جانب سفر کرتی ہے۔اس لیے اسے مثبت سمت لیا جائے گا۔قطب P سے شے AB تک، شبیہ A′B′ تک اور فوکس F تک پہنچنے کے لیے ہمیں واقع روشنی کی سمت کے مخالف سمت میں جانا ہوگا۔اس لیے ان تینوں کی علامتیں منفی ہوں گی۔اس لیے

$$B'P = -v, \; FP = -f, \; BP = -u$$

انھیں مساوات (9.6) میں رکھنے پر ہم دیکھتے ہیں:

© NCERT not to be republished

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

یا

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

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (9.7)$$

یہ رشتہ آئینہ مساوات کہلاتا ہے۔

شے کی مناسبت سے شبیہ کا سائز ایک اور قابل لحاظ اہم مقدار ہے۔ ہم خطی تکبیر (Linear magnification) (m) کی تعریف اس طرح کرتے ہیں کہ یہ شبیہ کی اونچائی (h') کی شے کی اونچائی (h) سے نسبت ہے:

$$m = \frac{h'}{h} \qquad (9.8)$$

h اور h' کو مثبت یا منفی، منظور شدہ علامتی قرارداد کے مطابق، مانا جائے گا۔ مثلث $A'B'P$ اور مثلث ABP سے ہمارے پاس ہے۔

$$\frac{B'A'}{BA} = \frac{B'P}{BP}$$

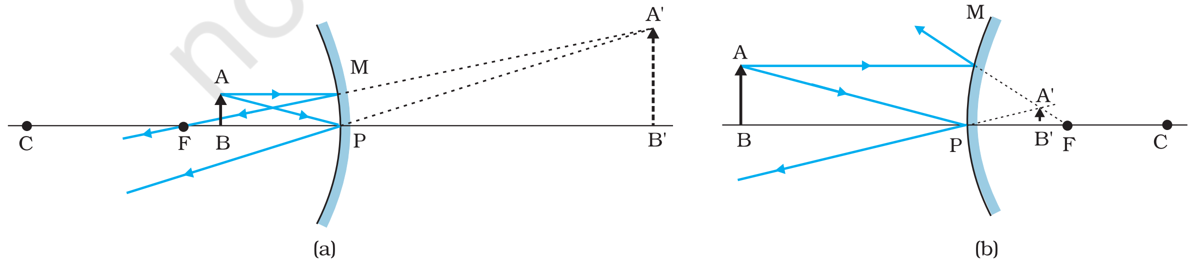
علامت قرارداد کے مطابق، یہ ہو جاتا ہے:

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

اس طرح

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

یہاں ہم نے ایک جوفی آئینے کے ذریعے بنی، حقیقی، الٹی شبیہ کے لیے آئینہ مساوات (مساوات 9.7) اور تکبیر فارمولا (مساوات 9.9) مشتق کیا ہے۔ علامت قرارداد کے مناسب استعمال کے ساتھ، یہ دونوں (مساوات 9.7 اور 9.9) ایک کروی آئینے (جوفی یا حدبی) سے انعکاس کی تمام صورتوں کے لیے درست ہیں، چاہے بننے والی شبیہ حقیقی ہو یا غیر حقیقی۔ شکل 9.6 میں ایک جوفی اور ایک حدبی آئینے کے ذریعے بنی غیر حقیقی شبیہ کے لیے کرن ڈائیگرام دکھائے گئے ہیں۔ آپ تصدیق کریں کہ ان صورتوں کے لیے بھی مساوات (9.7) اور مساوات (9.9) درست ہیں۔



شکل 9.6: (a) ایک جوفی آئینے کے ذریعہ شبیہ کا بننا جبکہ شے P اور F کے درمیان ہے
(b) ایک حدبی آئینے کے ذریعہ شبیہ کا بننا

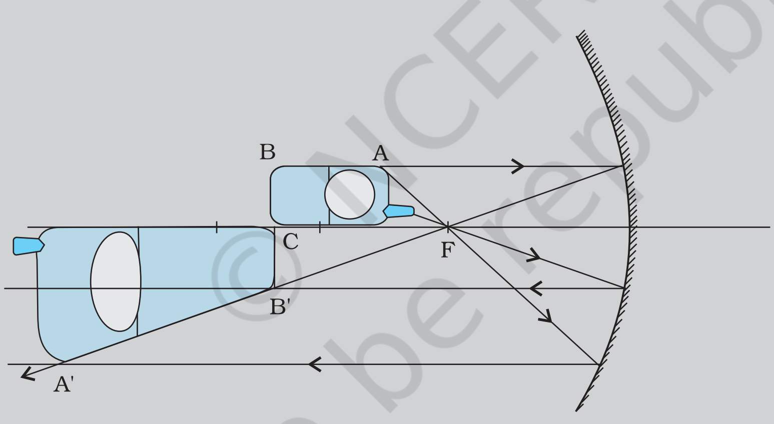
© NCERT not to be republished

مثال 9.1: فرض کیجیے کہ شکل 9.5 میں دکھائے گئے جوفی آئینے کی انعکاسی سطح کا نچلا نصف حصہ ایک غیر شفاف (opaque)] غیر انعکاسی (non–reflective) مادی شے سے ڈھک دیا گیا ہے۔ آئینے کے سامنے رکھی ہوئی شے کی شبیہ پر اس کا کیا اثر ہوگا؟

حل: ہوسکتا ہے آپ سوچ رہے ہوں کہ اب شبیہ میں صرف نصف شے ہی نظر آئے گی، لیکن باقی آئینے (جو ڈھکا ہوا نہیں ہے) کے ہر نقطے پر انعکاس کے قوانین کو درست مانتے ہوئے عکس پوری شے کا ہوگا۔ لیکن کیونکہ انعکاسی سطح کا رقبہ کم کردیا گیا ہے، شبیہ کی شدت (intensity) کم ہوگی (اس صورت میں نصف)۔

مثال 9.1

مثال 9.2: ایک موبائل فون ایک جوفی آئینے کے خاص محور پر رکھا ہوا ہے، جیسا کہ شکل 9.7 میں دکھایا گیا ہے۔ ایک مناسب ڈائیگرام کی مدد سے، شبیہ کا بننا دکھائیے۔ وضاحت کیجیے کہ تکبیر یکساں (uniform) کیوں نہیں ہے؟ کیا شبیہ میں پیدا ہونے والا بگاڑ، آئینے کی مناسبت سے فون کے مقام پر منحصر ہوگا؟



شکل 9.7

حل: فون کی شبیہ بننے کی کرن ڈائیگرام شکل 9.7 میں دکھائی گئی ہے۔ اس حصہ کی شبیہ جو خاص محور پر عمودی مستوی میں ہے، اسی مستوی میں بنے گی۔ یہ اسی سائز کی ہوگی یعنی B′C = BC، آپ خود سمجھ سکتے ہیں کہ شبیہ میں بگاڑ کیوں ہوگا۔

مثال 9.2

مثال 9.3: 15cm خمی نصف قطر کے جوفی آئینے کے سامنے ایک شے (i) 10cm (ii) 5cm، کے فاصلے پر رکھی گئی ہے۔ دونوں صورتوں میں شبیہ کا مقام، طبع اور تکبیر معلوم کیجیے۔

مثال 9.3

© NCERT not to be republished

حل: $f = -\frac{15}{2}$ cm = –7.5 cm فوکس فاصلہ

(i) u = –10 cm شے کا فاصلہ تب مساوات (9.7) سے

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

یا

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

شبیہ، آئینے سے 30cm کے فاصلے پر، اسی طرف جس طرف شے ہے، بنے گی۔

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

شبیہ، تکبیر شدہ، حقیقی اور الٹی ہوگی۔

(ii) u = –5 cm شے کا فاصلہ مساوات (9.7) سے

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

یا

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

یہ شبیہ 15cm پر آئینے کے پیچھے بنے گی۔ یہ ایک غیر حقیقی شبیہ ہے۔

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

شبیہ تکبیر شدہ، غیر حقیقی اور سیدھی ہے۔

مثال 9.3

مثال 9.4: فرض کیجیے کہ آپ ایک کھڑی ہوئی کار میں بیٹھے ہیں اور R=2m کے کار کے پیچھے دیکھنے کے آئینے میں سے آپ کو ایک شخص 5 m s^{-1} کی چال سے کار کی طرف دوڑ کر آتا ہوا دکھائی دیتا ہے۔ اگر آنے والا اسی چال سے دوڑتا رہے تو جب وہ کار سے (a) 39m (b) 29m (c) 19m (d) 9m کے فاصلے پر ہوگا تو اس کی شبیہ کس رفتار سے حرکت کرتی ہوئی معلوم ہوگی؟

حل: آئینہ مساوات (مساوات 9.7) سے:

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

ایک حدبی آئینہ کے لیے، کیونکہ R=2m، f=1m، اس لیے

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

مثال 9.4

© NCERT not to be republished

مثال 9.4

کیونکہ دوڑنے والا 5 m s^{-1} کی مستقلہ چال سے حرکت کر رہا ہے، اس لیے ایک سیکنڈ بعد شبیہ کا مقام v $(u = -39 + 5 = -34)$ ہوگا: $\frac{34}{35}$ m

اس لیے ایک سیکنڈ میں شبیہ کے مقام میں تبدیلی ہے:

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

اس لیے جب دوڑنے والا آئینے سے 39 m اور 34 m کے درمیان ہے تو اس کی اوسط چال $\left(\frac{1}{280}\right) \text{m s}^{-1}$ ہے۔

اسی طرح یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ $u = -29$ m، -19 m اور -9 m کے لیے، شبیہ جس چال سے حرکت کرتی ہوئی معلوم ہوتی ہے، وہ ہے بالترتیب:

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

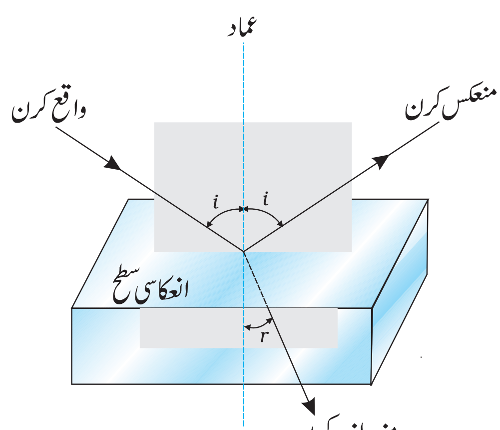
حالانکہ دوڑنے والا مستقلہ چال سے حرکت کر رہا ہے، جیسے جیسے وہ کار کے نزدیک آتا ہے اس کی شبیہ کی چال میں قابل لحاظ اضافہ ہوتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ اس مظہر کو کوئی بھی شخص جو رکی ہوئی کار یا بس میں بیٹھا ہو محسوس کر سکتا ہے۔ حرکت کرتی ہوئی گاڑیوں کی صورت میں بھی ایسا ہی مظہر دیکھا جا سکتا ہے اگر پیچھے آنے والی گاڑی مستقلہ چال سے قریب آ رہی ہو۔

9.3 انعطاف (REFRACTION)

جب ایک روشنی کی شعاع ایک دوسرے شفاف (Transparent) واسطے (medium) سے ٹکراتی ہے تو اس کا کچھ حصہ پہلے واسطے میں واپس منعکس ہو جاتا ہے اور کچھ دوسرے واسطے میں داخل ہو جاتا ہے۔ روشنی کی ایک کرن ایک شعاع کی نمائندگی کرتی ہے۔ ایک ترچھی واقع روشنی کی کرن جو دوسرے واسطے میں داخل ہوتی ہے، اس کے اشعاع کی سمت دونوں واسطوں کی درمیانی سرحد پر تبدیل ہو جاتی ہے۔ یہ مظہر روشنی کا انعطاف (Refraction of Light) کہلاتا ہے۔ اسنیل (Snell) نے انعطاف کے مندرجہ ذیل قوانین تجرباتی طور پر حاصل کیے:

(i) واقع کرن، منعطف کرن اور درمیانی رخ پر نقطۂ وقوع پر عماد، سب ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔

(ii) زاویۂ وقوع کے سائن (sine) اور زاویۂ انعطاف کے سائن کی نسبت مستقلہ ہے۔



شکل 9.8: روشنی کا انعطاف اور انعکاس

یاد رکھیے کہ زاویۂ وقوع (i) اور زاویۂ انعطاف (r) وہ زاویے ہیں جو واقع کرن اور اس کی منعطف کرن، بالترتیب عماد سے بناتی ہیں۔ ہمارے پاس ہے:

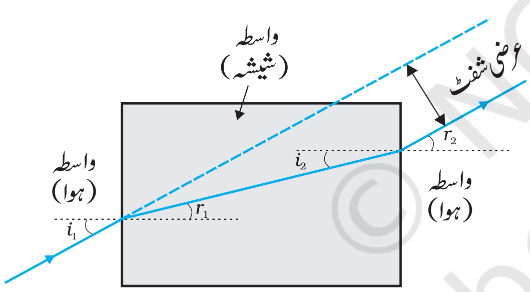
© NCERT not to be republished

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

جہاں n_{21} ایک مستقلہ ہے، جو دوسرے واسطے کا، پہلے واسطے کا، پہلے واسطے کی مناسبت سے انعطاف نما (refractive index) کہلاتا ہے۔ مساوات (9.10)، معروف اسنیل کا انعطاف کا قانون ہے۔ ہم نوٹ کر سکتے ہیں کہ n_{21} واسطوں کے جوڑے کی خصوصیت ہے (اور روشنی کے طول لہر پر بھی منحصر ہے) لیکن زاویہ وقوع کے غیر تابع ہے۔

مساوات (9.10) سے، اگر $n_{21} > 1$، $r < i$ یعنی کہ منعطف کرن عماد کی جانب جھکتی ہے۔ ایسی صورت میں واسطہ 2 واسطہ 1 سے مقابلتاً نوری طور پر کثیف (optically denser) یا صرف کثیف (denser) کہلاتا ہے۔ دوسری طرف اگر $n_{21} < 1$، $r > i$ ہو تو منعطف کرن عماد سے دور بنتی ہے۔ یہ وہ صورت ہے جب ایک کثیف واسطے میں واقع کرن ایک مقابلتاً لطیف (rarer) واسطے میں منعطف ہوتی ہے۔

نوٹ: نوری کثافت اور کمیت کثافت میں مغالطہ نہیں ہونا چاہیے۔ کمیت کثافت، کمیت فی اکائی حجم ہے۔ ایسا ممکن ہے کہ ایک نوری طور پر مقابلتاً کثیف واسطے کی کمیت کثافت ایک نوری طور پر مقابلتاً لطیف واسطے کی کمیت کثافت سے کم ہو۔ (نوری کثافت دونوں واسطوں میں روشنی کی چال کی نسبت ہے)۔ مثلاً ٹرپین ٹائن اور پانی۔ ٹرپین ٹائن کی کمیت کثافت پانی کی کمیت کثافت سے کم ہے لیکن اس کی نوری کثافت زیادہ ہے۔



شکل 9.9 ایک متوازی الاضلاع سل سے منعطف ہوئی ایک کرن کی عرضی شفٹ

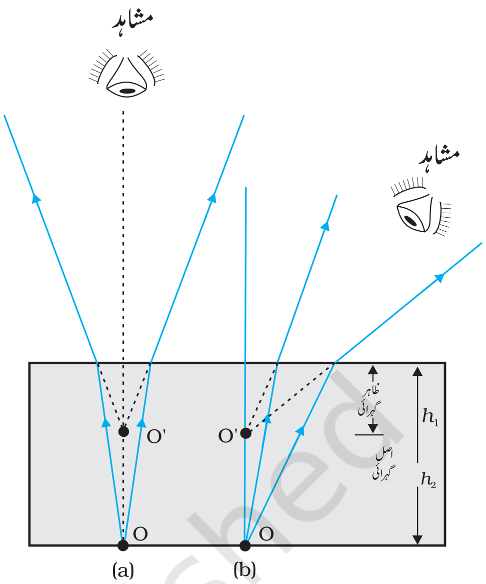
اگر n_{21}، واسطہ 1 کی مناسبت سے واسطہ 2 کا انعطاف نما ہے اور n_{12} واسطہ 2 کی مناسبت سے واسطہ 1 کا انعطاف نما ہے، تو یہ واضح ہونا چاہیے کہ:

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

یہ بھی اخذ کیا جا سکتا ہے کہ اگر n_{32}، واسطہ 2 کی مناسبت سے واسطہ 3 کا انعطاف نما ہے، تب: $n_{32} = n_{31} \times n_{12}$، جہاں n_{31} واسطہ 1 کی مناسبت سے واسطہ 3 کا انعطاف نما ہے۔

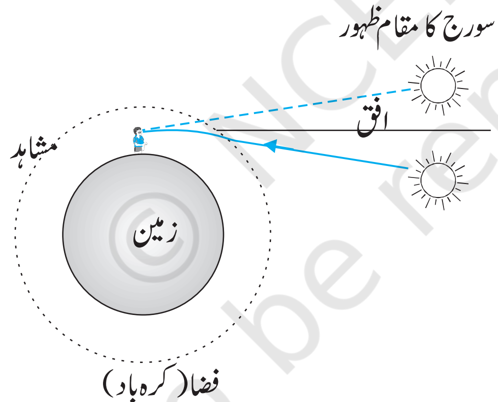
انعطاف کے قوانین پر مبنی کچھ بنیادی نتائج فوراً ہی اخذ کیے جا سکتے ہیں۔ ایک مستطیل نما سل (rectangular slab) میں انعطاف دو درمیانی رخوں (ہوا-شیشہ اور شیشہ-ہوا) پر ہوتا ہے۔ شکل 9.9 سے یہ بہ آسانی دیکھا جا سکتا ہے کہ: $r_2 = i_1$، یعنی کہ نمودی کرن (emergent ray) واقع کرن (incident ray) کے متوازی ہے۔ کوئی انحراف (deviation) نہیں ہے، لیکن نمودی کرن میں واقع کرن کی مناسبت سے عرضی نقل/شفٹ (Lateral displacement/shift) پیدا ہوتا ہے۔ ایک اور مشاہدہ، جس سے عام واقفیت ہے، وہ یہ ہے کہ ایک پانی سے بھرے ہوئے تالاب کی تلی (پیندا) (Bottom) اٹھی ہوئی معلوم ہوتی ہے (شکل 9.10)۔ تقریباً عمادی سمت میں دیکھنے کے لیے، یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ ظاہر گہرائی (apparent depth) h_2 کو واسطے پانی کے انعطاف سے تقسیم کر کے حاصل کی جا سکتی ہے۔ اصل گہرائی (Real depth) h_1

© NCERT not to be republished



شکل 9.10: (a) عمادی طور پر دیکھنے پر ظاہر گہرائی (b) ترچھا دیکھنے پر ظاہر گہرائی

کرہ باد (atmosphere) کے ذریعے روشنی کا انعطاف بہت سے دلچسپ مظاہر کے لیے ذمہ دار ہے۔ مثلاً سورج، اصل طلوعِ آفتاب سے ذرا پہلے دکھائی دے جاتا ہے اور اصل غروب آفتاب کے تھوڑی دیر بعد تک نظر آتا رہتا ہے۔ ایسا کرہ باد سے روشنی کے انعطاف کی وجہ سے ہوتا ہے (شکل 9.11)۔ اصل طلوع آفتاب سے ہمارا مطلب ہے سورج کا افق (horizon) سے اصل میں گذرنا۔ شکل (9.11) میں افق کی مناسبت سے سورج کے اصل اور ظاہری مقامات کو دکھایا گیا ہے۔ شکل کو بہت زیادہ بڑا بنایا گیا ہے تاکہ اثر واضح ہو سکے۔ خلا کی مناسبت سے ہوا کا انعطاف نما 1.00029 ہے۔ اس وجہ سے، سورج کی سمت میں ظاہری شفٹ تقریباً نصف ڈگری ہوتی ہے اور اس کے مطابق، اصل غروب آفتاب اور ظاہری غروب آفتاب میں وقت کا فرق تقریباً 2 منٹ ہے (دیکھو مثال 9.5)۔ غروب آفتاب اور طلوع آفتاب کے وقت سورج کا ظاہر چپٹا ہونا (بیضوی شکل) بھی اسی مظہر کی وجہ سے ہے۔



شکل 9.11: فضائی انعطاف کی وجہ سے طلوع آفتاب میں جلدی اور غروب آفتاب میں تاخیر

مثال 9.5

مثال 9.5: زمین اپنے محور پر ایک چکر پورا کرنے میں 24 گھنٹے لیتی ہے۔ زمین سے دیکھنے پر، سورج 1° شفٹ ہونے میں کتنا وقت لیتا ہے؟

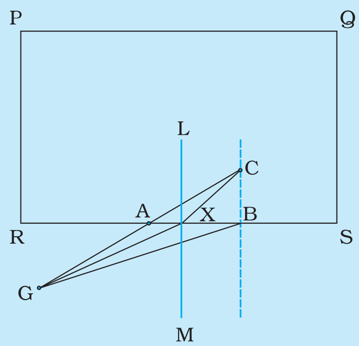
حل:

360° شفٹ میں لیا گیا وقت = 24 h

1° شفٹ میں لیا گیا وقت $= \frac{24}{360}$ h = 4 min.

ڈوبتا ہوا بچہ، محافظ اور اسنیل کا قانون
(THE DROWNING CHILD, LIFEGUARD AND SNELL'S LAW)

ایک مستطیل نما سوئمنگ پول PQSR لیجیے، دیکھیے نیچے دی ہوئی شکل۔ پول کے باہر G پر بیٹھا ہوا ایک محافظ دیکھتا ہے کہ ایک بچہ نقطہ C پر ڈوب رہا ہے۔ محافظ بچے تک کم سے کم ممکنہ وقت میں پہنچنا چاہتا ہے۔ فرض کیجیے G اور C کے درمیان پول کا اضلاع SR ہے۔ کیا محافظ کو G اور C کے درمیان مستقیم خط راستہ GAC اختیار کرنا چاہیے یا راستہ GBC اختیار کرنا چاہیے، جس میں پانی کے اندر راستہ BC سب سے کم ہے یا کوئی اور راستہ اختیار کرنا چاہیے جیسے GxC؟ محافظ جانتا ہے کہ زمین پر اس کے دوڑنے کی رفتار v_1 اس کی پانی میں تیرنے کی رفتار v_2 سے زیادہ ہے۔



فرض کیجیے محافظ پانی میں نقطہ X پر داخل ہوتا ہے۔ فرض کیجیے: $GX = l_1$ اور $XC = l_2$، تب G سے C تک پہنچنے میں لگنے والا وقت ہوگا:

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

اس وقت کو اقل ترین (minimum) کرنے کے لیے اس کا تفرق (differentiation) کرنا ہوگا (X کے کوآرڈی نیٹ کی مناسبت سے) اور پھر جب t اقل ترین ہو تو نقطہ X معلوم کرنا ہوگا۔ یہ سب الجبرا حل کرنے کے بعد (جو ہم یہاں چھوڑ رہے ہیں)، ہم دیکھتے ہیں کہ محافظ کو پانی میں اس نقطے پر داخل ہونا چاہیے جہاں اسنیل کا قانون مطمئن ہوتا ہو۔ اسے سمجھنے کے لیے، ضلع SR پر نقطہ X پر ایک عمود LM کھینچیے۔ فرض کیجیے: $\angle GXM = i$ اور $\angle CXL = r$ تب یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ t اس وقت اقل ترین ہوگا جب:

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

روشنی کے لیے، $\frac{v_1}{v_2}$، خلا میں روشنی کی رفتار کی واسطے میں روشنی کی رفتار سے نسبت، واسطہ کا انعطاف نما n ہے۔

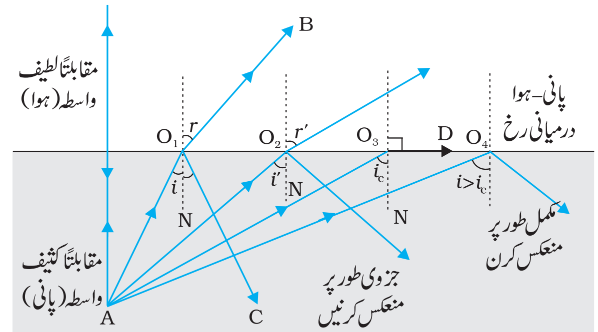
مختصراً یہ کہ، چاہے لہر ہو، ذرہ ہو یا ایک انسان ہو، جب بھی دو واسطے اور دو رفتاریں شامل ہوں، اگر ہم کم ترین وقت چاہتے ہیں تو اسنیل کے قانون کی پابندی لازمی ہے۔

9.4 مکمل اندرونی انعکاس (TOTAL INTERNAL REFLECTION)

جب روشنی ایک مقابلتاً نوری کثیف واسطے سے مقابلتاً لطیف واسطے میں داخل ہوتی ہے تو درمیانی رخ پر اس کا جز ایک اسی واسطے میں واپس منعکس ہوجاتا ہے اور ایک جز دوسرے واسطے میں منعطف ہوجاتا ہے۔ یہ انعکاس، اندرونی انعکاس، کہلاتا ہے۔

جب روشنی کی ایک کرن ایک مقابلتاً کثیف واسطے سے ایک مقابلتاً لطیف واسطے میں داخل ہوتی ہے تو عماد سے دور ہٹتی ہے، مثلاً شکل 9.12 میں کرن AO_1B۔ واقع کرن AO_1، جزوی طور پر منعکس ہوتی ہے (O_1C) اور جزوی طور پر منعطف ہوتی ہے (O_1B)، اس طرح کہ زاویہ انعطاف (r) زاویہ وقوع (i) سے بڑا ہوتا ہے۔ جیسے جیسے زاویہ وقوع بڑھتا ہے، زاویہ انعطاف بھی بڑھتا ہے، یہاں تک کہ کرن AO_3 کے لیے زاویہ انعطاف $\frac{\pi}{2}$ ہے۔ منعطف کرن عماد

© NCERT not to be republished



شکل 9.12: ایک مقابلتاً کثیف واسطے (پانی) میں ایک نقطہ A سے کرنوں کا انعطاف اور اندرونی انعکاس، جب کہ کرنیں ایک مقابلتاً لطیف واسطے (ہوا) کے ساتھ درمیانی رخ پر مختلف زاویوں پر واقع ہیں۔

سے اتنی دور ہٹ جاتی ہے کہ یہ دونوں واسطوں کے درمیانی رخ کی سطح کو چھونے لگتی ہے۔ اسے شکل 9.12 میں کرن OA_3D کے ذریعے دکھایا گیا ہے۔ اب اگر زاویہ وقوع میں مزید اضافہ کیا جائے (مثلاً، کرن AO_4)، تو انعطاف ممکن نہیں ہے اور واقع کرن مکمل طور پر منعکس ہو جاتی ہے۔ یہ مکمل اندرونی انعکاس (Total Internal Reflection) کہلاتا ہے۔ جب ایک سطح سے روشنی منعکس ہوتی ہے، تو عام طور سے اس کا کچھ حصہ ترسیل بھی ہوتا ہے۔ اس لیے منعکس کرن کی شدت (intensity) ہمیشہ واقع کرن کی شدت سے کم ہوتی ہے، چاہے انعکاسی سطح کتنی بھی ہموار (چکنی smooth) کیوں نہ ہو۔ لیکن، دوسری طرف، مکمل اندرونی انعکاس میں روشنی کی کوئی ترسیل نہیں ہوتی۔

90° زاویہ انعطاف کے مطابق زاویہ وقوع، فرض کیا $\angle AO_3N$، واسطوں کے دیے ہوئے جوڑے کے لیے، فاصل زاویہ (Critical angle) کہلاتا ہے، جسے i_c سے ظاہر کرتے ہیں۔ ہم اسنیل کے قانون [مساوات (9.10)] سے دیکھ سکتے ہیں کہ اگر نسبتی انعطاف نما (relative refractive index) ایک سے کم ہے، تو کیونکہ sin r کی اعظم قدر ایک ہے، اس لیے sin i کی قدر کے لیے ایک بالائی حد (upper limit) ہے، جس کے لیے قانون مطمئن ہو سکتا ہے، یعنی کہ، $i = i_c$، اس طرح کہ

$$\sin i_c = n_{21} \qquad (9.12)$$

بڑی i کی قدروں کے لیے، انعطاف کا اسنیل کا قانون مطمئن نہیں کیا جا سکتا اور اس لیے کوئی انعطاف ممکن نہیں ہے۔

مقابلتاً کثیف واسطے 2 کا، مقابلتاً لطیف واسطے 1 کی مناسبت سے، انعطاف نما ہوگا:

کچھ مخصوص فاصل زاویوں کی فہرست جدول 9.1 میں دی گئی ہے۔

جدول 9.1: کچھ شفاف واسطوں کے فاصل زاویے

واسطہ (مادی شے)	انعطاف نما	فاصل زاویہ
پانی	1.33	48.75°
کراؤن شیشہ	1.52	41.14°
کثیف فلنٹ شیشہ	1.62	37.31°
ہیرا	2.42	24.41°

مکمل اندرونی انعکاس کا ایک مظاہرہ

تمام نوری مظاہر کا ایک لیزر ٹارچ (Laser Torch) کی مدد سے، جو آج کل بہ آسانی دستیاب ہے، بخوبی مظاہرہ کیا

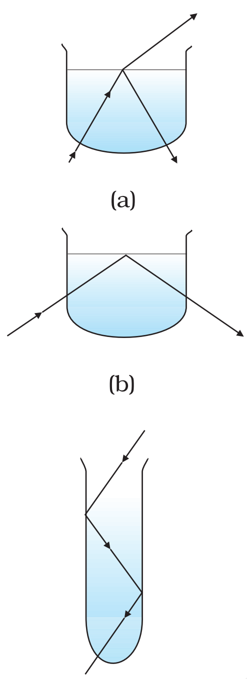
© NCERT not to be republished

جاسکتا ہے۔ایک شیشہ کا بیکر لیجیے جس میں صاف پانی ہو۔اس میں دودھ یا کوئی اور معلق مادہ کی چند بوندیں ڈال لیجیے تاکہ یہ تھوڑا گدلا ہوجائے۔ایک لیزر ٹارچ لیجیے اور اس کی شعاع کو اس دھندلے پانی سے گذاریے۔آپ دیکھیں گے کہ پانی کے اندر شعاع کا راستہ خوب چمکتا ہے۔

بیکر کے نیچے سے اس طرح شعاع ڈالیے کہ وہ دوسرے سرے پر پانی کی سطح سے ٹکرائے۔کیا آپ دیکھتے ہیں کہ یہ شعاع جزوی طور پر منعکس ہوتی ہے (جو نیچے میز پر ایک دھبہ کی شکل میں دکھائی دیتا ہے) اور جزوی طور پر منعطف ہوتی ہے [جو جز کہ ہوا میں باہر آتا ہے اور چھت پر ایک دھبہ کی شکل میں دکھائی دیتا ہے، شکل (a)9.13]؟ اب لیزر شعاع کو بیکر کے ایک طرف سے اس طرح ڈالیے کہ وہ پانی کی اوپری سطح پر اور زیادہ ترچھی پڑے [شکل (b)9.13]۔لیزر شعاع کی سمت کو اس طرح درست کیجیے کہ آپ کو وہ زاویہ مل جائے جس کے لیے پانی کی سطح کے اوپر انعطاف بالکل نہ ہو اور شعاع مکمل طور پر واپس پانی میں منعکس ہوجائے۔یہ مکمل اندرونی انعکاس کا سب سے سادہ مظاہرہ ہے۔

اب اس پانی کو ایک لمبی ٹیسٹ ٹیوب میں ڈال دیجیے اور لیزر کی شعاع اوپر سے ڈالیے، جیسا کہ شکل (c)9.13 میں دکھایا گیا ہے۔لیزر شعاع کی سمت کو اس طرح درست کیجیے کہ وہ جس مرتبہ بھی ٹیوب کی دیواروں سے ٹکرائے، ہر مرتبہ مکمل اندرونی انعکاس ہو۔یہ اس سے ملتی جلتی صورت ہے جو نوری ریشوں (Optical fibres) میں پائی جاتی ہے۔

یہ احتیاط رکھیں کہ لیزر شعاع کو براہِ راست نہ تو خود دیکھیں اور نہ ہی اسے کسی اور کے چہرے پر ڈالیں۔


(a)
(b)
(c)

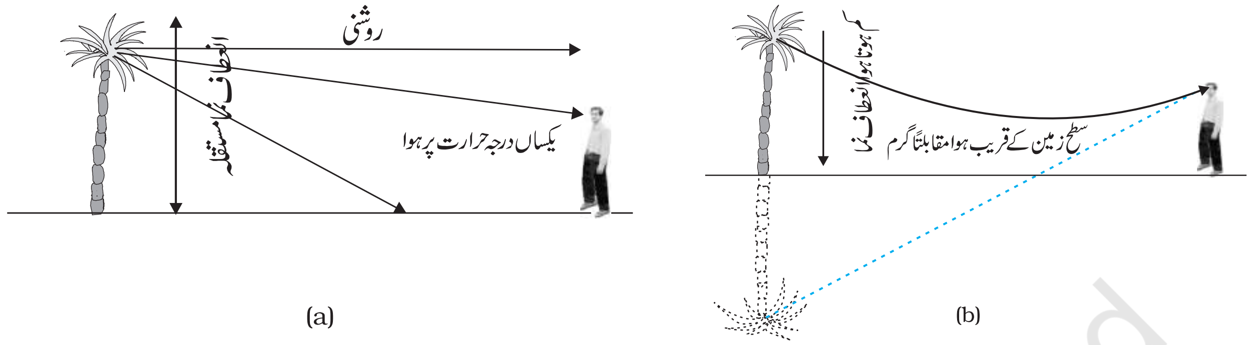
شکل 9.13: ایک لیزر شعاع کے ساتھ پانی میں مکمل اندرونی انعکاس کا مشاہدہ کرنا (بیکر کے شیشے سے ہونے والا انعطاف نظر انداز کردیا گیا ہے، کیونکہ یہ شیشہ بہت پتلا ہوتا ہے)

9.4.1 قدرت میں ہونے والا مکمل اندرونی انعکاس اور اس کے تکنیکی استعمال
(Total internal reflection in nature and its technological applications)

(i) سراب **(Mirage)**: موسم گرما کے گرم دنوں میں، زمین کے نزدیک ہوا، اوپری سطح کی ہوا کے مقابلے میں زیادہ گرم ہوجاتی ہے۔ہوا کا انعطاف نما اس کی کثافت کے ساتھ بڑھتا ہے۔مقابلتاً گرم ہوا کم کثیف ہوتی ہے اور مقابلتاً ٹھنڈی ہوا سے اس کا انعطاف نما کم ہوتا ہے۔اگر ہوا رکی ہوئی ہو تو ہوا کی مختلف پرتوں (Layers) پر نوری کثافت بلندی کے ساتھ بڑھتی ہے۔اس کے نتیجے میں، ایک اونچی شے، جیسے درخت، سے آنے والی روشنی، ایسے واسطے سے گذرتی ہے جس کا انعطاف نما زمین کی جانب کم ہوتا جاتا ہے۔اس لیے ایسی شے سے آنے والی روشنی لگاتار عماد سے دور ہٹتی جاتی ہے اور جب زمین کے نزدیک والی ہوا کے لیے اس کا زاویہ وقوع، فاصل زاویہ سے زیادہ ہوجاتا ہے تو اس کا مکمل اندرونی انعطاف ہوجاتا ہے۔یہ شکل (b)9.14 میں دکھایا گیا ہے۔ایک فاصلے سے دیکھنے والے شخص کو یہ روشنی کہیں سطح زمین کے نیچے سے آتی ہوئی معلوم ہوتی ہے۔مشاہد ظاہر ہے یہ سمجھتا ہے کہ روشنی سطح زمین سے منعکس ہورہی ہے، جیسے کہ اونچی شے کے نزدیک پانی کے تالاب سے۔دور اونچی اشیا کی ایسی الٹی شبیہہ مشاہد کو نوری وہم (optical illusion) میں مبتلا کردیتی ہیں۔یہ مظہر سراب (Mirage) کہلاتا ہے۔اس طرح کا سراب گرم ریگستانوں میں خاص طور سے عام ہے۔آپ میں کچھ نے شاید کبھی محسوس کیا ہو کہ جب آپ موسم گرما کے کسی گرم دن ایک بس یا کار سے سفر کررہے ہوتے ہیں تو، خاص طور سے شاہراہ (High-way) پر

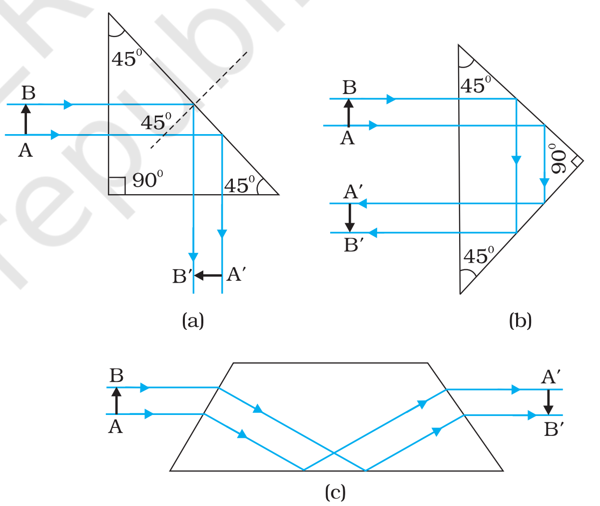
© NCERT not to be republished

سڑک کا ایک ٹکڑا دور سے گیلا نظر آتا ہے لیکن جب آپ اس کے پاس پہنچتے ہیں تو گیلے پن کا نام ونشان نہیں ہوتا۔ یہ بھی سراب کی وجہ سے ہوتا ہے۔



شکل 9.11 (a) ایک مشاہد ایک درخت کو اس کے مقام پر اس وقت دیکھتا ہے جب سطح زمین سے اوپر ہوا یکساں درجہ حرارت پر ہے۔ (b) جب سطح زمین سے نزدیک ہوا کی پرتوں کے درجات حرارت مختلف ہیں اور زمین کے بالکل نزدیک سب سے گرم پرتیں ہیں، تو ایک دور کے پیڑ سے آتی ہوئی روشنی کا مکمل اندرونی انعکاس ہوسکتا ہے اور پیڑ کی ظاہرہ شبیہہ مشاہد کو اس وہم میں ڈال سکتی ہے کہ پیڑ پانی کے تالاب کے نزدیک ہے۔

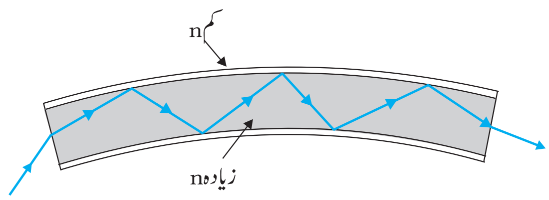
(ii) **ہیرا (Diamond):** ہیرے اپنی تعجب خیز چمک کے لیے مشہور ہیں۔ ان کی زیادہ تر چمک، ان کے اندر ہونے والے روشنی کے مکمل اندرونی انعکاس کی وجہ سے ہوتی ہے۔ ہیرا-ہوا درمیانی رخ کے لیے فاصل زاویہ ($\cong 24.4°$) بہت چھوٹا ہوتا ہے، اس لیے روشنی جب ایک بار ہیرے کے اندر داخل ہوجاتی ہے تو اس بات کا امکان بہت زیادہ ہے کہ اس روشنی کا اندرونی طور پر مکمل انعکاس ہو۔ قدرتی طور پر پائے جانے والے ہیروں میں وہ چمک شاذونادر ہی ہوتی ہے جس کے لیے وہ مشہور ہیں۔ یہ ہیرا تراش کی تکنیکی صلاحیت ہے جو ہیروں کو اتنا چمکدار بناتی ہے۔ ہیروں کو مناسب طور پر تراش کر، کثیر مکمل اندرونی انعکاس کرائے جاسکتے ہیں۔



شکل 9.15: کرنوں کو 90° اور 180° سے موڑنے یا بغیر سائز تبدیل کیے شبیہہ کو الٹا کرنے کے لیے ڈیزائن کیے گئے منشور مکمل اندرونی انعکاس کا استعمال کرتے ہیں۔

(iii) **منشور (Prism):** روشنی کو 90° یا 180° سے موڑنے کے لیے ڈیزائن کیے گئے منشور (پرزم) مکمل اندرونی انعکاس کا استعمال کرتے ہیں [شکل 9.15(a) اور (b)]۔ ایسے پرزم کو بغیر سائز تبدیل کیے، شبیہہ کو الٹا کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے [شکل 9.15(c)]۔ پہلی دو صورتوں میں، پرزم کے مادے کے لیے فاصل زاویہ i_c، 45° سے کم ہونا لازمی ہے۔ ہم جدول 9.1 میں دیکھ سکتے ہیں کہ کراؤن شیشہ (crown glass) اور کثیف فلنٹ شیشہ (Dense flint glass) دونوں کا فاصل زاویہ 45° سے کم ہے۔

(iv) **نوری ریشے (Optical fibres)**: آج کل آڈیو (سمعی Audio) اور ویڈیو (بصری Video) سگنلوں کی زیادہ لمبے فاصلوں پر ترسیل کے لیے نوری ریشے کثرت سے استعمال ہوتے ہیں۔ نوری ریشے بھی مکمل اندرونی انعکاس کے مظہر کا استعمال کرتے ہیں۔ نوری ریشے عمدہ کوالٹی کے کمپوزٹ شیشہ/کوارٹز ریشوں سے بنائے جاتے ہیں۔ ہر ریشہ ایک قالب اور ایک شاخ (cladding) پر مشتمل ہوتا ہے۔ قالب کے مادے کا انعطاف نما، شاخ (cladding) کے مادے کے انعطاف نما سے زیادہ ہوتا ہے۔



شکل 9.16: روشنی جب ایک نوری ریشے سے گذرتی ہے تو لگاتار مکمل اندرونی انعکاس ہوتے ہیں۔

جب روشنی کی شکل میں ایک سگنل، ریشے کے ایک سرے پر ایک مناسب زاویے پر واقع کیا جاتا ہے تو وہ ریشے کی لمبائی سے گذرتے ہوئے بار بار مکمل اندرونی انعکاس سے گذرتا ہے اور آخر میں دوسرے سرے پر باہر آتا ہے (شکل 9.16)۔ کیونکہ روشنی کا ہر مرحلے پر مکمل اندرونی انعکاس ہوتا ہے، روشنی کے سگنل کی شدت میں کوئی قابل لحاظ نقصان نہیں ہوتا۔ نوری ریشے اس طرح بنائے جاتے ہیں کہ اندرونی سطح کی ایک جانب سے منعکس ہوئی روشنی دوسرے جانب ایسے زاویے پر پڑے جو فاصل زاویہ سے زائد ہو۔ اگر ریشہ خمیدہ (مڑا ہوا bent) بھی ہو تب بھی روشنی اس کی لمبائی پر بہ آسانی سفر کر سکتی ہے۔ اس طرح ایک نوری ریشے کو ایک نوری پائپ کی طرح استعمال کیا جا سکتا ہے۔

نوری ریشوں کے ایک بنڈل (Bundle) کے کئی استعمال ہیں۔ نوری ریشے، برقی سگنلوں کو نشر کرنے اور وصول کرنے میں بہت زیادہ استعمال ہوتے ہیں۔ ان برقی سگنلوں کو مناسب بدل کاروں (ٹرانس ڈیوسر Transducers) کے ذریعے روشنی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ ظاہر ہے کہ نوری ریشے، نوری سگنلوں کی ترسیل میں بھی استعمال کیے جا سکتے ہیں۔ مثلاً انھیں اندرونی اعضا جیسے غذا کی نالی (Esophagus)، معدہ اور آنتوں وغیرہ کی بصارتی جانچ کے لیے بطور نوری پائپ استعمال کیا جاتا ہے۔ آپ نے ایک عام دستیاب سجاوٹی لیمپ دیکھا ہوگا جس میں پلاسٹک کے ریشے ہوتے ہیں، جن کے آزاد سرے ایک فوارہ جیسی شکل بناتے ہیں۔ ان ریشوں کا دوسرا کنارہ ایک برقی لیمپ سے جڑا ہوتا ہے۔ جب لیمپ کو سوئچ آن کیا جاتا ہے تو روشنی ہر ریشے کے نچلے حصے سے اس کے آزاد سرے کی نوک تک ایک نقطے کی شکل میں جاتی ہے۔ اس طرح کے سجاوٹی لیمپوں میں استعمال کیے گئے ریشے نوری ریشے ہوتے ہیں۔

نوری ریشے بنانے کے لیے خاص ضروری شرط یہ ہے کہ روشنی جب ان میں سے، طویل فاصلوں تک، گذرے تو روشنی کا انجذاب (Absorption) بہت کم ہو۔ ایسا کچھ خاص مادوں کی تیاری اور ان کو خالص بنانے کے ذریعے کیا جا سکتا ہے، جیسے کوارٹز- سلیکا گلاس ریشوں میں 1km کی ریشوں کی لمبائی پر روشنی کے 95% حصہ کی ترسیل کی جا سکتی ہے۔ (اس کا مقابلہ عام کھڑکی کے 1 کلومیٹر موٹے شیشے کے ٹکڑے سے کیجیے)۔

© NCERT not to be republished

9.5 کروی سطحوں پر اور عدسوں کے ذریعے انعطاف (REFRACTION AT SPHERICAL SURFACES AND BY LENSES)

اب تک ہم نے مسطح درمیانی۔رخ پر انعطاف کا مطالعہ کیا ہے۔اب ہم دو شفاف واسطوں کے درمیان، کروی درمیانی رخ پر انعطاف کا مطالعہ کریں گے۔ایک کروی سطح کے ایک لا متناہی خفیف (infinitesimal) حصے کو مسطح مانا جا سکتا ہے اور سطح کے ہر نقطۂ پر انعطاف کے وہی قوانین استعمال کیے جا سکتے ہیں۔جیسا کہ ایک کروی آئینے کے ذریعے انعکاس میں ہوتا ہے، بالکل ویسے ہی انعطاف میں بھی نقطہ وقوع پر کھینچا گیا عماد، کروی سطح پر اس نقطے پر مماسی مستوی پر عمود ہے اور اس لیے اس کے خمی مرکز سے گذرتا ہے۔ہم پہلے ایک واحد کروی سطح سے انعطاف کا مطالعہ کریں گے۔ایک پتلا لینس ایک شفاف نوری واسطہ ہے جو دو سطحوں سے محدود ہے، جن میں سے کم از کم ایک سطح کروی ہونا چاہیے۔ایک واحد کروی سطح سے شبیہ بننے کے فارمولے کو باری باری لینس کی دونوں سطحوں پر استعمال کر کے ہم لینس ساز کا فارمولا اور پھر لینس فارمولا حاصل کریں گے۔

9.5.1 ایک کروی سطح پر انعطاف (Refraction at a spherical surface)

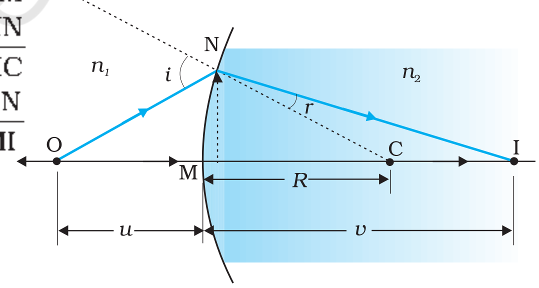
شکل 9.17 میں ایک خمی مرکز C اور خمی نصف قطر R کی ایک کروی سطح کے خاص محور پر رکھی ہوئی شے O کی شبیہ I بننے کی جیومیٹری دکھائی گئی ہے۔کرنیں، ایک n_1 انعطاف نما کے واسطے سے n_2 انعطاف نما کے واسطے پر واقع ہیں۔پہلے کی طرح ہم سطح کے روزن (aperture) [یا عرضی سائز lateral size] کو دوسرے شامل فاصلوں کے مقابلے میں بہت چھوٹا مان لیتے ہیں تاکہ چھوٹے زاویہ کا تقرب (approximation) استعمال کیا جا سکے۔خاص طور پر NM کو نقطہ N سے خاص محور پر ڈالے گئے عمود کی لمبائی کے تقریباً برابر مانا جائے گا۔

چھوٹے زاویے کے لیے ہمارے پاس ہے:

$$\tan \angle NOM = \frac{MN}{OM}$$

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

$$\tan \angle NIM = \frac{MN}{MI}$$



شکل 9.17: دو واسطوں کو علاحدہ کرنے والی کروی سطح پر انعطاف

اب ΔNOC کے لیے i باہری زاویہ (exterior angle) ہے، اس لیے:

$$i = \angle NOM + \angle NCM$$

$$i = \frac{MN}{OM} + \frac{MN}{MC} \qquad (9.13)$$

اسی طرح،

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

$$r = \frac{MN}{MC} - \frac{MN}{MI} \qquad (9.14)$$

اب، اسنیل کے قانون سے:

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

یا، چھوٹے زاویوں کے لیے

© NCERT not to be republished

روشنی کے وسیلے اور فوٹو میٹری
(LIGHT SOURCES AND PHOTOMETRY)

یہ معلوم ہے کہ مطلق صفر (Absolute zero) سے اوپر ایک جسم برق۔مقناطیسی شعاعیں خارج کرتا ہے۔ایک جسم کس طول لہر علاقے میں شعاعیں خارج کرے گا یہ اس کے مطلق درجۂ حرارت پر منحصر ہے۔ایک گرم جسم، جیسے ٹنگسٹن فلامنٹ لیمپ، جس کا درجۂ حرارت 2850 K ہوتا ہے، کے ذریعے خارج کی گئی شعاعیں، جزوی طور پر غیر بصارتی (invisible) اور زیادہ تر زیریں سرخ (یا حرارت) علاقے میں ہوتی ہیں۔جیسے جیسے جسم کے درجۂ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے، اس کے ذریعے خارج کی گئی شعاعیں بصری علاقے میں آجاتی ہیں۔سورج، جس کا درجۂ حرارت 5500 K ہے، ایسی شعاعیں خارج کرتا ہے، جن کا توانائی بمقابلہ طول موج گراف کا فراز تقریباً 550nm پر ہوتا ہے جو ہری روشنی کے مطابق ہے اور بصارتی علاقے کے تقریباً وسط میں ہے۔ایک دیے ہوئے جسم کے، توانائی بمقابلہ طول موج گراف کا فراز کسی ایک طول لہر پر حاصل ہوگا، جو اس جسم کے درجۂ حرارت کے مقلوب متناسب ہے۔

روشنی، جس طرح انسانی آنکھ محسوس کرتی ہے، کی پیائش فوٹو میٹری کہلاتی ہے۔فوٹو میٹری ایک علم الاعضا کے (Physiological) مظہر کی پیائش ہے، یعنی کہ روشنی کا مہیج (Stimulus) جس طرح انسانی آنکھ وصول کرتی ہے، نوری رگوں (Optic nerves) سے جیسے اس کی ترسیل ہوتی ہے اور پھر انسانی دماغ اس کا تجزیہ کرتا ہے۔فوٹو میٹری میں اہم طبعی مقداریں ہیں: (i) ماخذ (Source) کی درخشاں شدت (Luminous intensity) (ii) درخشاں فلکس (Luminous flux) یا ماخذ سے روشنی کا بہاؤ (iii) سطح کی روشنیت - (Illuminance) درخشاں شدت (I) کی SI اکائی کنڈیلا [Candela (cd)] ہے۔کنڈیلا، دی ہوئی سمت میں اس ماخذ کی درخشاں شدت ہے جو 540×10^{12} Hz تعدد کی یک رنگی (Monochromatic) شعاعیں خارج کرتا ہے اور جس کی اس سمت میں انتقامی شدت 1/683 (Radiant Intensity) واٹ فی اسٹیریڈین (Watt per steradian) ہے۔اگر ایک روشنی کا ماخذ، ایک اسٹیریڈین کے ٹھوس زاویہ (Solid angle) میں ایک کنڈیلا درخشاں شدت خارج کرتا ہے تو اس ٹھوس زاویہ میں کل خارج ہوا درخشاں فلکس ایک لیومین [Lumen (lm)] ہے۔ایک 100 واٹ کا معیاری تاباں (Incandescent) بلب تقریباً 1700 لیومین خارج کرتا ہے۔

فوٹو میٹری میں، واحد مقدار (پیرامیٹر Parameter) جو براہِ راست ناپی جاسکتی ہے، روشنیت ہے۔اس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ ایک سطح پر فی اکائی رقبہ واقع درخشاں فلکس ہے $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right]$ یا لکس]۔زیادہ تر روشنی کے میٹر اس کو ناپتے ہیں۔درخشاں شدت I کے ماخذ کے ذریعہ پیدا شدہ روشنیت E، دی جاتی ہے: $E = \frac{I}{r^2}$، جہاں r سطح کا ماخذ سے عمادی فاصلہ ہے۔ایک مقدار، جو درخشانیت 'L' (luminance) کہلاتی ہے، خارج یا منعکس کرنے والی چپٹی سطحوں کی میقیک مخصوص کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔اس کی اکائی (cd/m^2) ہے [جسے صنعتی میدان میں نِٹ (nit) بھی کہتے ہیں]۔ایک اچھے LCD کمپیوٹر مانیٹر کی چمک تقریباً 250 nits ہوتی ہے۔

$$n_1 i = n_2 r$$

مساوات (9.13) سے i اور مساوات (9.14) سے r کی قدر رکھنے پر ہم دیکھتے ہیں

$$\frac{n_1}{OM} + \frac{n_2}{MI} = \frac{n_2 - n_1}{MC} \quad (9.15)$$

یہاں OM، MI اور MC فاصلوں کی عددی قدروں کو ظاہر کرتے ہیں۔کارتیزی علامت قرارداد استعمال کرتے ہوئے:

$$OM = -u,\ MI = +v,\ MC = +R$$

انھیں مساوات (9.15) میں رکھنے پر، ہم دیکھتے ہیں

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R} \qquad (9.16)$$

مساوات (9.16) ہمیں شے اور شبیہ کے فاصلے کے درمیان، واسطوں کے انعطاف نما اور کروی سطح کے خمی نصف قطر کی شکل میں، رشتہ دیتی ہے۔ یہ رشتہ کسی بھی خمی کروی سطح کے لیے درست ہے۔

مثال 9.6: ہوا میں رکھے ہوئے ایک نقطہ وسیلے (Point source) سے روشنی ایک کروی شیشے کی سطح (n = 1.5، خمی نصف قطر = 20 cm) پر پڑتی ہے۔ روشنی کے وسیلے کا شیشہ کی سطح سے فاصلہ 100cm ہے۔ شبیہ کس مقام پر بنے گی۔

حل: ہم مساوات (9.16) استعمال کرتے ہیں: یہاں

$u = -100$ cm، $v = ?$، R = + 20 cm، $n_1 = 1$، اور $n_2 = 1.5$

اب ہمیں ملتا ہے:

$$\frac{1.5}{v} + \frac{1}{100} = \frac{0.5}{20}$$

یا $v = +100$ cm

شبیہ، شیشے کی سطح سے 100cm کے فاصلے پر، واقع روشنی کی سمت میں، بنے گی۔

مثال 9.6

9.5.2 ایک لینس کے ذریعے انعطاف (Refraction by a lens)

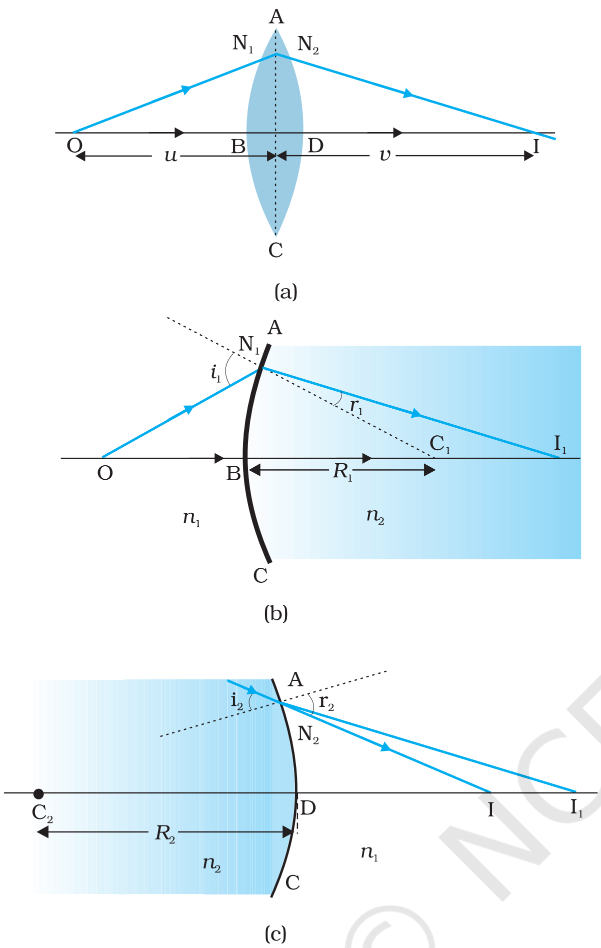
شکل (a)9.18 میں ایک دوہرے حدبی لینس (double convex lens) سے شبیہ بننے کی جیومیٹری دکھائی گئی ہے۔ شبیہ بننے کے عمل کو دو اقدامات میں دیکھا جاسکتا ہے: (i) پہلی انعطاف کرنے والی سطح شے O کی شبیہ I_1 بناتی ہے۔ [شکل (a)9.18] (ii) شبیہہ I_1 دوسری سطح کے لیے ایک غیر حقیقی شے کی طرح کام کرتی ہے اور یہ سطح شبیہ I بناتی ہے [شکل (c)9.18]۔ پہلے درمیانی رخ ABC پر مساوات (9.15) استعمال کرتے ہوئے، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_2}{BI_1} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1} \qquad (9.17)$$

دوسرے درمیانی رخ ADC* پر یکساں طریقۂ کار سے:

*نوٹ کریں کہ اب ADC کے دائیں جانب والے واسطے کا انعطاف نما n_1 ہے اور اس کے بائیں جانب والے واسطے کا n_2 ہے۔ مزید یہ کہ DI_1 منفی ہے کیونکہ فاصلہ واقع روشنی کی مخالف سمت میں ناپا جارہا ہے۔

© NCERT not to be republished



شکل 9.18 (a) ایک دوہرے حدبی لینس کے لیے شے اور شبیہ کے مقام
(b) پہلی کروی سطح پر انعطاف
(c) دوسری کروی سطح پر انعطاف

$$-\frac{n_2}{DI_1}+\frac{n_1}{DI}=\frac{n_2-n_1}{DC_2} \qquad (9.18)$$

ایک پتلے لینس کے لیے، $BI_1 = DI_1$، مساوات (9.17) اور مساوات (9.18) کو جمع کرنے پر

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

فرض کیجیے کہ شے لاانتہا (infinity) پر ہے، یعنی کہ $OB \to \infty$ اور $DI = f$، مساوات (9.19) سے:

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

لامتناہی فاصلے پر رکھی ہوئی شے کی شبیہ جس نقطے پر بنتی ہے وہ لینس کا رفوکس F کہلاتا ہے اور یہ فاصلہ f اس کا فوکس فاصلہ (focal length) ہے۔ ایک لینس کے دو فوکس ہوتے ہیں، F اور F¢، ایک لینس کے ایک طرف اور دوسرا دوسری طرف (شکل 9.19)۔ علامت قرارداد کے مطابق:

$BC_1 = +R_1,$

$DC_2 = -R_2$

اس لیے مساوات (9.20) کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے:

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

مساوات (9.21) لینس ساز کا فارمولا کہلاتی ہے۔ مطلوبہ فوکس لمبائی کے لینسوں کو ڈیزائن کرنے کے لیے مناسب خمی نصف قطروں کی سطحیں استعمال کرنا کارآمد ہے۔ نوٹ کریں کہ فارمولا ایک جوفی لینس کے لیے بھی درست ہے۔ اس صورت میں R_1 منفی ہے اور R_2 مثبت ہے، اس لیے f منفی ہے۔ مساوات (9.19) اور مساوات (9.20) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$\frac{n_1}{OB}+\frac{n_1}{DI}=\frac{n_1}{f} \qquad (9.22)$$

کیونکہ پتلے لینس کے تقرب میں B اور D دونوں نوری مرکز کے بہت نزدیک ہیں۔ علامتی قرارداد استعمال کرتے ہوئے:

$BO = -u,\ DI = +v$ ہمیں حاصل ہوتا ہے:

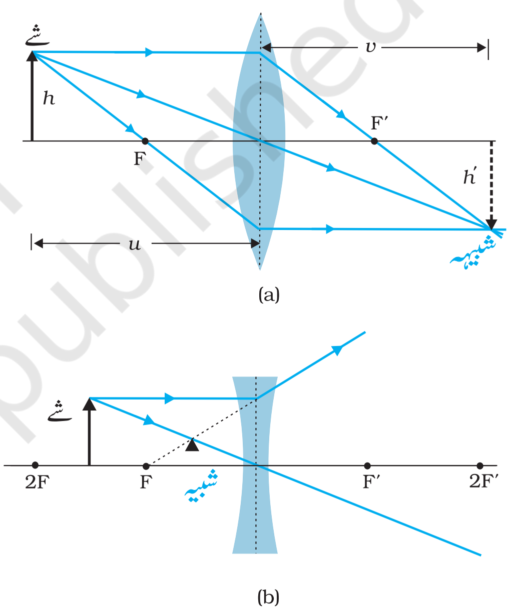
© NCERT not to be republished

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

مساوات (9.23) معروف ''پتلا لینس فارمولا'' حدبی اور جوفی دونوں لینسوں کے لیے اور ساتھ ساتھ حقیقی اور غیر حقیقی دونوں قسم کی شبیہہ کے لیے درست ہے۔

یہ بتا دینا فائدہ مند ہوگا کہ ایک دوہرے حدبی یا دوہرے جوفی لینس کے دونوں فوکس، F اور F′، نوری مرکز سے مساوی فاصلے پر ہوتے ہیں۔ جو فوکس روشنی کے ماخذ (شروعاتی original) کی جانب ہوتا ہے پہلا فوکس نقطہ کہلاتا ہے اور دوسرا فوکس، دوسرا فوکس نقطہ کہلاتا ہے۔

ایک شے کی ایک لینس کے ذریعے بننے والی شبیہہ معلوم کرنے کے لیے، ہم اصولی طور پر تو شے کے ایک نقطے سے نکلنے والی کوئی بھی دو کرنیں لے کر، انعطاف کے قوانین کے مطابق ان کے ذریعے اختیار کیے گئے راستے پر سے گذرتے ہوئے وہ نقطہ معلوم کر سکتے ہیں، جہاں دونوں منعطف کرنیں ملتی ہیں (یا ملتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں)۔ لیکن عملی صورتوں میں، مندرجہ ذیل کرنوں میں سے کن ہی دو کو منتخب کرنے سے سہولت رہتی ہے۔



شکل 9.19: کرنوں کے ذریعے اختیار کیا گیا راستہ
(a) حدبی لینس سے گذرتے ہوئے
(b) جوفی لینس سے گذرتے ہوئے

(i) شے سے، لینس کے خاص محور کے متوازی، نکلنے والی کرن انعطاف کے بعد دوسرے خاص فوکس F′ (ایک حدبی لینس میں) سے گذرتی ہے یا پہلے خاص فوکس F سے (ایک جوفی لینس میں) غیر مرتکز ہوتی ہوئی معلوم ہوتی ہے۔

(ii) روشنی کی وہ کرن جو لینس کے نوری مرکز سے گذرتی ہے، انعطاف کے بعد بغیر کسی انحراف کے گذر جاتی ہے۔

(iii) روشنی کی وہ کرن جو پہلے خاص فوکس سے گذر رہی ہو (ایک حدبی لینس کے لیے) یا اس پر ملتی ہوئی معلوم ہوتی ہو (ایک جوفی لینس کے لیے)، انعطاف کے بعد خاص محور کے متوازی ہو جاتی ہے۔

شکل 9.19 (a) اور (b) میں ان قاعدوں کو، بالترتیب، ایک حدبی اور ایک جوفی لینس کے لیے دکھایا گیا ہے۔ آپ لینس کے لحاظ سے شے کی مختلف مقامات کے لیے اسی طرح کی کرن ڈائیگرام کھینچنے کی مشق کریں اور یہ بھی تصدیق کریں کہ لینس فارمولا، مساوات (9.23) تمام صورتوں میں درست ہے۔

یہاں پر بھی یہ یاد رکھنا چاہیے کہ شے کے ہر نقطے سے کرنوں کی لامتناہی تعداد نکلتی ہے۔ یہ تمام کرنیں لینس سے منعطف ہونے کے بعد اسی شبیہہ نقطے سے گذریں گی۔

ایک آئینے کی طرح، ایک لینس سے پیدا ہونے والی تکبیر (Magnification) کی تعریف بھی، شبیہہ کے سائز کی شے کے سائز سے نسبت، کی شکل میں کی جاتی ہے۔ اگر ہم اسی طرح آگے بڑھیں، جیسے کروی آئینوں کی صورت میں

© NCERT not to be republished

بڑھے تھے،تو ہم بہ آسانی حاصل کر سکتے ہیں کہ ایک لینس کے لیے

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \qquad (9.24)$$

جب ہم علامت قرارداد استعمال کرتے ہیں،تو ہم دیکھتے ہیں کہ ایک سیدھی (اور غیر حقیقی) شبیہ کے لیے،جو ایک فیلینس سے بنی ہو یا حدبی لینس سے،m مثبت ہے،جب کہ ایک الٹی (اور حقیقی) شبیہ کے لیے m منفی ہے۔

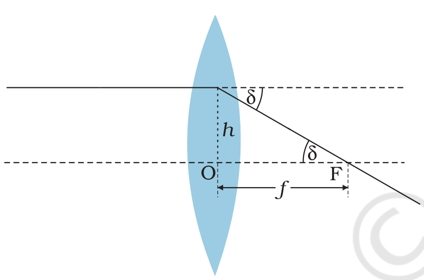
مثال 9.7: ایک جادوگر نے جادو دکھاتے ہوئے ایک رقیق سے بھرے برتن میں ایک شیشے کا لینس جس کا $n = 1.47$ تھا،غائب کر دیا۔اس رقیق کا انعطاف نما کیا ہے؟ کیا وہ رقیق پانی ہو سکتا ہے؟

حل: لینس کے غائب ہوجانے کے لیے رقیق کا انعطاف نما بھی 1.47 ہونا چاہیے۔اس کا مطلب ہوا $n_1 = n_2$ اس سے حاصل ہوتا ہے: $1/f = 0$ یا $f \to \infty$،اس طرح رقیق کے اندر لینس،شیشے کے ایک مسطح ٹکڑے کی طرح برتاؤ کرے گا۔نہیں،رقیق پانی نہیں ہے۔یہ گلیسرین ہو سکتی ہے۔

مثال 9.7

9.5.3 ایک لینس کی پاور (Power of a lens)

ایک لینس کی پاور اس مرکوزیت (convergence) یا غیر مرکوزیت (divergence) کا ناپ ہے جو لینس اس پر پڑ رہی روشنی میں پیدا کرتا ہے۔ظاہر ہے کہ ایک مقابلتاً کم فوکس فاصلہ کا لینس،مرکوز کرنے میں واقع روشنی کو زیادہ موڑتا ہے،اگر لینس حدبی ہے اور غیر مرکوز کرنے میں زیادہ موڑتا ہے اگر لینس جوفی ہے۔ایک لینس کی پاور P کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ اس زاویے کا ظل زاویہ (tangent) ہے،جس سے اپنے نوری مرکز سے اکائی فاصلے پر پڑ رہی روشنی کی ایک شعاع کو وہ لینس مرکوز یا غیر مرکوز کرتا ہے۔ (شکل 9.20)



شکل 9.20: ایک لینس کی پاور

$\tan\delta = \frac{h}{f}$؛ اگر $h = 1$ $\tan\delta = \frac{1}{f}$ یا $\tan\delta = \frac{1}{f}$ یا δ کی چھوٹی قدروں کے لیے: $\delta = \frac{1}{f}$ اس لیے

$$P = \frac{1}{f} \qquad (9.25)$$

ایک لینس کی پاور کی SI اکائی dioptre (ڈائی آپٹر) (D) ہے: $1D = 1m^{-1}$ Im فوکس فاصلے کے لینس کی پاور ایک ڈائی آپٹر ہے۔ایک مرکوز لینس کی پاور مثبت ہوتی ہے اور ایک غیر مرکوز لینس کی منفی۔اس لیے جب ایک چشمہ ساز 2.5D+ پاور کا لینس تجویز کرتا ہے تو مطلوبہ لینس،فوکس فاصلہ 40cm+ کا ایک حدبی لینس ہوتا ہے۔(4.0–) D پاور کے لینس کا مطلب ہے،فوکس دوری (25 cm–) کا جوفی لینس۔

مثال 9.8: ایک شیشے کے لینس کی اگر f=0.5m ہو تو لینس کی پاور کیا ہوگی؟ (ii) ایک دوہرے حدبی لینس کے رخوں کے خمی نصف قطر 10 cm اور 15 cm ہیں۔اس کا فوکس فاصلہ 12 cm ہے۔شیشہ کا انعطاف نما کیا

مثال 9.8

© NCERT not to be republished

ہے؟(iii)ایک حدبی لینس کا ہوا میں فوکس فاصلہ 20cm ہے۔اس کا پانی میں فوکس فاصلہ کیا ہوگا؟ (ہوا-پانی کا انعطاف نما=1.33، ہوا-شیشہ کا انعطاف نما=1.5)

حل:

(i) پاور=+2 dioptre

(ii) یہاں ہمارے پاس ہے: f=+12cm، R_1 = +10 cm، R_2 = −15 cm ہوا کے انعطاف نما کو 1 لیا جاتا ہے۔

ہم مساوات (9.22) کا فارمولا استعمال کرتے ہیں۔ f، R_1 اور R_2 کے لیے علامت قرارداد استعمال کرنا ہوگی۔ان کی قدروں کو مساوات (9.22) میں رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

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

اس سے حاصل ہوتا ہے: $n = 1.5$

(iii) ہوا میں ایک شیشے کے لینس کے لیے: $n_2 = 1.5$، $n_1 = 1$، $f = +20$ cm، اس لیے لینس فارمولے سے حاصل ہوتا ہے:

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

اسی شیشے کے لینس کے لیے، پانی میں: $n_2 = 1.5$، $n_1 = 1.33$، اس لیے

$$\frac{1.33}{f}=(1.5-1.33)\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right] \qquad (9.26)$$

ان دونوں مساواتوں کو ملانے پر، ہمیں ملتا ہے $f = +78.2$ cm

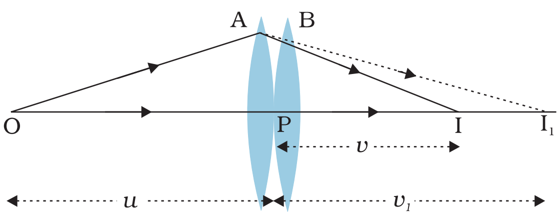
مثال 9.8

9.5.4 تماس میں آئے پتلے لینسوں کا اجتماع (Combination of thin lenses in contact)

دو پتلے لینس A اور B لیجیے، جن کے فوکس فاصلے، بالترتیب، f_1 اور f_2 ہیں اور جو ایک دوسرے کے ساتھ تماس (contact) میں ہیں۔فرض کیجیے شے ایک ایسے نقطہ O پر رکھی ہوئی ہے جو پہلے لینس A کے فوکس سے آگے ہے (شکل 9.21)۔ پہلا لینس ایک شبیہ I_1 پر بناتا ہے۔کیونکہ شبیہ I_1 حقیقی ہے، اس لیے یہ دوسرے لینس B کے لیے ایک غیر حقیقی شے کا کام کرتی ہے، اور آخری شبیہ I پر بنتی ہے۔لیکن یہ بات ضرور ذہن میں رکھنی چاہیے کہ پہلے لینس کے ذریعے شبیہ بننے کو صرف اس لیے فرض کیا جا رہا ہے تا کہ آخری شبیہ (Final Image) کے مقام کو معلوم کرنے میں سہولت رہے۔دراصل، پہلے لینس سے باہر آنے والی کرنوں کی سمت، وہ جس زاویے پر دوسرے لینس سے ٹکراتی ہیں، اس کے

© NCERT not to be republished

مطابق تبدیل ہو جاتی ہے۔ کیونکہ دونوں لینس بہت پتلے ہیں، اس لیے ہم ان کے نوری مراکز کو ایک دوسرے پر منطبق (coincident) مان لیتے ہیں۔ فرض کیجیے یہ مرکزی نقطہ P سے ظاہر کیا جاتا ہے۔



شکل 9.21: ایک دوسرے کے تماس میں آئے دو پتلے لینسوں کے اجتماع سے شبیہ بننا

پہلے لینس A کے ذریعے بنی شبیہ کے لیے، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

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

دوسرے لینس B کے ذریعے بنی شبیہ کے لیے، ہمیں حاصل ہوتا ہے

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

مساوات (9.27) اور مساوات (9.28) کو جمع کرنے پر، حاصل ہوتا ہے

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

اگر دو لینس۔ نظام کو فوکس دوری f کے ایک واحد لینس کے مرادف مانا جائے، تو ہمارے پاس ہے:

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

اس لیے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

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

مشتق کرنے کا یہ طریقہ، ایک دوسرے کے تماس میں آئے، پتلے لینسوں کی کسی بھی تعداد کے لیے درست ہے۔ اگر فوکس فاصلے: $f_1, f_2, f_3, ...$ کے متعدد لینس ایک دوسرے سے تماس میں ہیں تو ان کے اجتماع کا موثر فوکس فاصلہ دیا جاتا ہے:

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

پاور کی شکل میں، مساوات (9.31) لکھی جا سکتی ہے:

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

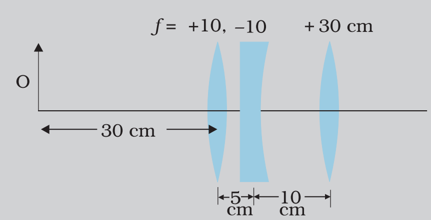
جہاں P لینسوں کے اجتماع کی کل پاور ہے۔ نوٹ کریں کہ مساوات (9.32) میں حاصل جمع، انفرادی پاوروں کا الجبریائی حاصل جمع ہے، اس لیے دائیں جانب کے کچھ ارکان مثبت ہو سکتے ہیں (حدبی لینسوں کے لیے) اور کچھ منفی (جوفی لینسوں کے لیے)۔ لینسوں کے اجتماع سے درکار تکبیر کے مرکوز اور غیر مرکوز لینس حاصل کرنے میں مدد ملتی ہے۔ اس سے شبیہہ کے نمایاں ہونے (Sharpness) میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ کیونکہ پہلے لینس کے ذریعے بنی شبیہہ دوسرے لینس کے لیے شے بن جاتی ہے۔ مساوات (9.25) سے اخذ کیا جا سکتا ہے کہ اجتماع کی کل تکبیر m، انفرادی لینسوں کی تکبیر $(m_1, m_2, m_3, ...)$ کا حاصل ضرب ہے۔

$$m = m_1 , m_2 , m_3 , ... \qquad (9.33)$$

لینسوں کے اجتماع کا ایسا نظام، کیمروں، خوردبینوں، دوربینوں اور دوسرے نوری آلات کے لینسوں کو ڈیزائن کرنے میں، عام طور سے استعمال کیا جاتا ہے۔

مثال 9.9: شکل 9.22 میں دکھائے گئے لینس ۔اجتماع کے ذریعے بنی شبیہ کا مقام معلوم کیجیے۔

حل: پہلے لینس کے ذریعے بنی شبیہ:



شکل 9.22

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

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

یا $v_1 = 15\,\text{cm}$

پہلے لینس کے ذریعے بنی شبیہ دوسرے لینس کے لیے شے کا کام کرتی ہے۔ یہ دوسرے لینس کے دائیں جانب اس سے (15–5)cm=10cm کے فاصلے پر ہے۔ حالانکہ شبیہ حقیقی ہے، یہ دوسرے لینس کے لیے ایک غیر حقیقی شے کا کام کرتی ہے، جس کا مطلب ہے کہ دوسرے لینس کے لیے، اس سے کرنیں آتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔

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

یا $v_2 = \infty$

غیر حقیقی شبیہ، دوسرے لینس کے بائیں طرف، اس سے لامتناہی فاصلے پر بنتی ہے۔ یہ تیسرے لینس کے لیے ایک شے کا کام کرتی ہے۔

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

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

یا $v_3 = 30\,\text{cm}$

اختتامی شبیہ، تیسرے لینس کے دائیں طرف، اس سے 30cm کے فاصلے پر بنتی ہے۔

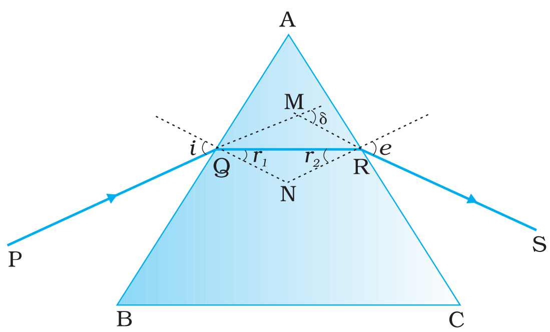
مثال 9.9

9.6 ایک منشور سے انعطاف (REFRACTION THROUGH A PRISM)

شکل 9.23 میں ایک مثلث نما منشور (Trianglular prism) ABC سے روشنی کا گزرنا دکھایا گیا ہے۔ پہلے رخ

© NCERT not to be republished

AB پر زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف i اور r_1 ہیں جب کہ دوسرے رخ AC پر زاویہ وقوع (شیشے سے ہوا میں) r_2 ہے اور زاویہ انعطاف یا زاویہ نمود (Emergence) e ہے۔ نمودی کرن (Emergent ray) RS اور واقع کرن PQ کی سمت کے درمیان زاویہ، زاویہ انحراف δ کہلاتا ہے۔



شکل 9.23: ایک مثلث نما شیشے کے پرزم سے گزرتی ہوئی روشنی کی ایک کرن

چار ضلعی (Quadrilateral) AQNR میں دو زاویے (Q اور R راسوں پر)، قائم زاویہ ہیں۔ اس لیے چار ضلعی کے باقی دو زاویوں کا حاصل جمع 180° ہے۔

$$\angle A + \angle QNR = 180^\circ$$

مثلث QNR سے:

$$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180^\circ$$

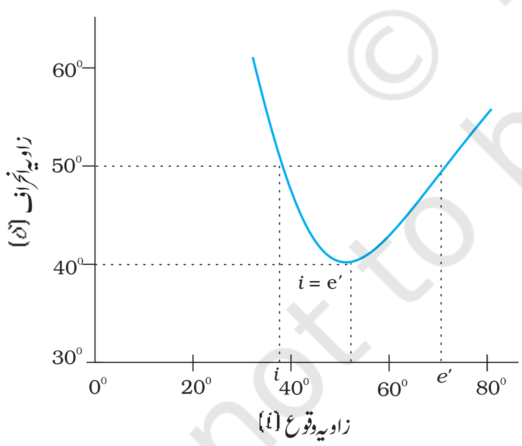
ان دونوں مساواتوں کا مقابلہ کرنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

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

کل انحراف δ، دونوں رخوں پر پیدا ہوئے انحراف کا حاصل جمع ہے:
یعنی کہ

$$\delta = (i - r_1) + (e - r_2) \qquad (9.35)$$

اس لیے، زاویہ انحراف، زاویہ وقوع پر منحصر ہے۔ زاویہ انحراف اور زاویہ وقوع کے درمیان ایک گراف شکل 9.24 میں دکھایا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ، عموعی طور پر، δ کی کوئی بھی دی ہوئی قدر، سوائے $i = e$ کے، i کی اور اس لیے e کی دو قدروں کے مطابق ہے۔ یہ، دراصل، مساوات (9.35) میں i اور e کے تشاکل سے، یعنی کہ، اگر i اور e کو آپس میں بدل دیا جائے تو δ وہی رہتا ہے، امید بھی کی جاتی ہے۔ طبعی طور پر اس کا تعلق اس حقیقت سے ہے کہ شکل (9.23) میں دکھائے گئے کرن راستے کو واپس طے کیا جاسکتا ہے، جس کے نتیجے میں یکساں زاویہ انحراف حاصل ہوگا۔ اقل انحراف (minimum deviation) D_m پر، پرزم کے اندر منعطف کرن پرزم کے قاعدہ (Base) کے متوازی ہو جاتی ہے۔



9.24 ایک مثلث نما پرزم کے لیے زاویہ انحراف (δ) برخلاف زاویہ وقوع (i) گراف

ہمارے پاس ہے: $\delta = D_m$، $i = e$، جس سے اخذ کیا جاسکتا ہے: $r_1 = r_2$

مساوات (9.34) سے حاصل ہوتا ہے:

$$r = \frac{A}{2} \text{ یا } 2r = A \qquad (9.36)$$

اسی طرح، مساوات (9.35) سے حاصل ہوتا ہے:

$$i = \frac{A + D_m}{2} \text{ یا } D_m = 2i - A \qquad (9.37)$$

پرزم کا انعطاف نما ہے:

© NCERT not to be republished

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

زاویہ A اور زاویہ D_m تجربے کے ذریعے ناپے جاسکتے ہیں۔ اس طرح مساوات (9.38) پرزم کے مادے کا انعطاف نما معلوم کرنے کا طریقہ فراہم کرتی ہے۔

ایک چھوٹے زاویے کے پرزم، یعنی کہ ایک پتلے پرزم کے لیے D_m بھی بہت چھوٹا ہوگا اور ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$n_{21} = \frac{\sin[(A+D_m)/2]}{\sin[A/2]} \simeq \frac{(A+D_m)/2}{A/2}$$

$$D_m = (n_{21}-1)A$$

اس کا مطلب ہوا کہ پتلے پرزم روشنی کو زیادہ منحرف نہیں کرتے۔

9.7 سورج کی روشنی کے کچھ قدرتی مظاہر

(SOME NATURAL PHENOMENA DUE TO SUNLIGHT)

اب ہم جانتے ہیں کہ رنگ روشنی کی طولِ لہر سے منسلک ہے۔ بصارتی طیف میں، لال روشنی لمبے طولِ لہر سرے (~ 700nm) پر ہوتی ہے جب کہ اودی روشنی مختصر طولِ لہر سرے (~ 400nm) پر ہوتی ہے۔ انکسار اس لیے ہوتا ہے کیونکہ مختلف طولِ لہر (رنگوں) کے لیے واسطے کا انعطاف نما مختلف ہوتا ہے۔ مثلاً، سفید روشنی کا لال جز سب سے کم مڑتا ہے جب کہ اودا جز سب سے زیادہ مڑتا ہے۔ مثال کے طور پر، شیشے کے پرزم میں لال روشنی، اودی روشنی سے زیادہ تیزی سے گزرتی ہے۔ جدول 9.2 میں کراؤن شیشہ اور فلنٹ (Flint) شیشہ کے مختلف طولِ موج کے لیے انعطاف نما دیے گئے ہیں۔ موٹے لینسوں کو کئی پرزموں سے بنا ہوا مانا جاسکتا ہے، اس لیے موٹے لینسوں میں روشنی کے انکسار کی وجہ سے رنگی فتور (Chromatic aborration) پیدا ہو جاتا ہے۔ جب سفید روشنی موٹے لینسوں سے گزرتی ہے تو لال اور نیلے رنگ مختلف نقطوں پر فوکس ہوتے ہیں۔ یہ مظہر رنگی فتور کہلاتا ہے۔

طبیعیات

دھیان کا منبع
http://www.eo.ucar.edu/rainbows
http://www.atoptics.co.uk/bows.htm

جدول 9.2: مختلف طولِ لہر کے لیے انعطاف نما

رنگ	طولِ لہر (nm)	کراؤن شیشہ	فلنٹ شیشہ
اودا	396.9	1.533	1.669
نیلا	486.1	1.523	1.639
پیلا	589.3	1.517	1.627
لال	656.3	1.515	1.622

© NCERT not to be republished

طولِ موج کے ساتھ انعطاف نما کی تبدیلی کچھ واسطوں میں دوسرے واسطوں سے زیادہ واضح ہوسکتی ہے۔ خلا میں، بے شک، روشنی کی شال طولِ لہر کے تابع نہیں ہے۔ اسی لیے خلا (یا تقریبی طور پر ہوا) ایک غیر انکساری واسطہ (Non-dispersive medium) ہے، جس میں تمام رنگ یکساں چال سے سفر کرتے ہیں۔ یہ اس حقیقت سے بھی اخذ کیا جاسکتا ہے کہ سورج کی روشنی ہم تک سفید روشنی کی شکل میں پہنچتی ہے، اس کے اجزا کی شکل میں نہیں۔ دوسری طرف، شیشہ ایک انکساری واسطہ ہے۔

روشنی اور ہمارے اردگرد کی اشیا کے باہم عمل سے کئی خوبصورت مظاہر سامنے آتے ہیں۔ ہم اپنے اردگرد ہر وقت جو رنگوں کی دنیا دیکھتے ہیں یہ صرف سورج کی روشنی کی وجہ سے ہی ممکن ہوتی ہے۔ آسمان کی نیلاہٹ، سفید بادل، طلوعِ آفتاب اور غروبِ آفتاب کے وقت سرخی، دھنک، کچھ موتیوں، سیپوں اور پرندوں کے پروں کے چمکدار رنگ، ان قدرتی عجوبوں میں سے چند ہیں، جن کے ہم عادی ہو چکے ہیں۔ یہاں ہم ان میں سے کچھ کو طبیعیات کے نقطۂ نظر سے بیان کریں گے۔

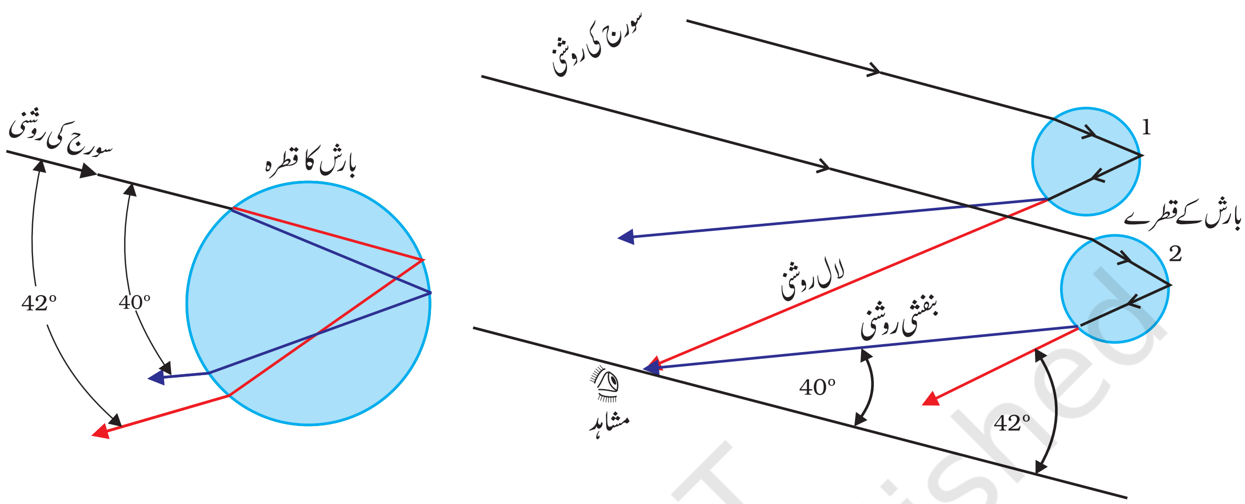
9.7.1 دھنک (The rainbow)

دھنک فضا میں پانی کے قطروں کے ذریعے سورج کی روشنی کے انکسار کی ایک مثال ہے۔ یہ ایک ایسا مظہر ہے جو بارش کے کروی قطروں کے ذریعے سورج کی روشنی کے انکسار، انعطاف اور انعکاس کے مجموعی اثرات کی وجہ سے رونما ہوتا ہے۔ ایک دھنک کے دکھائی دینے کے لیے شرائط ہیں کہ آسمان کے ایک حصے میں سورج چمک رہا ہو (فرض کیجیے مغربی افق کے نزدیک)، جب کہ آسمان کے مخالف حصے میں (فرض کیجیے مشرقی افق) میں بارش ہو رہی ہو۔ اس لیے ایک مشاہد صرف اسی وقت دھنک دیکھ سکتا ہے جب اس کی پیٹھ سورج کی جانب ہو۔

دھنک کے بننے کے عمل کو سمجھنے کے لیے شکل (a)9.25 دیکھیے۔ سورج کی روشنی جب بارش کے قطرے میں داخل ہوتی ہے تو پہلے منعطف ہوتی ہے، جس کی وجہ سے سفید روشنی کی مختلف طولِ لہر (رنگ) علاحدہ ہو جاتی ہیں۔ روشنی کی مقابلتاً لمبی طولِ لہر (لال) سب سے زیادہ مڑتی ہیں جب کہ مقابلتاً مختصر طولِ لہر (اودی) سب سے کم مڑتی ہیں۔ اس کے بعد کرن کے یہ جز پانی کے قطرے کی اندرونی سطح سے ٹکراتے ہیں اور اگر منعطف کرن اور قطرے کی سطح پر عماد کے درمیان زاویہ، فاصل زاویہ (اس صورت میں 48°) سے بڑا ہوتا ہے تو ان کا مکمل اندرونی انعطاف ہوتا ہے۔ منعکس روشنی جب قطرے سے باہر آتی ہے تو دوبارہ منعطف ہوتی ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ یہ معلوم ہوا ہے کہ اندر آتی ہوئی سورج کی روشنی کی مناسبت سے اودی روشنی 40° کے زاویہ پر نمود ہوتی ہے اور لال روشنی 42° کے زاویہ پر۔ دوسرے رنگوں کے لیے زاویے ان دونوں قدروں کے درمیان ہوتے ہیں۔

شکل (b)9.25، ابتدائی دھنک (Primary rainbow) کی تشکیل کی وضاحت کرتی ہے۔ اس شکل میں ہم دیکھتے ہیں کہ قطرہ 1 سے لال روشنی اور قطرہ 2 سے اودی روشنی مشاہد کی آنکھ تک پہنچتی ہیں۔ قطرہ 1 سے اودی روشنی اور قطرہ 2 سے لال روشنی، مشاہدہ کی سطح سے اوپر یا نیچے کی سمت میں ہیں۔ اس لیے مشاہد ایک ایسی دھنک دیکھتا ہے جس میں لال

رنگ سب سے اوپر اور اودا رنگ سب سے نیچے ہوتا ہے۔ ابتدائی دھنک، تین اقدام پر مشتمل عمل کا نتیجہ ہے، جو ہیں: انعطاف، انعکاس اور انعطاف۔



شکل 9.25: دھنک: (a) پانی کے قطرے پر واقع سورج کی کرنیں ایک قطرے پر واقع سورج کی کرنیں ایک قطرے سے دو مرتبہ منعطف ہوتی ہیں اور اندرونی طور پر منعکس ہوتی ہیں (b) ایک ابتدائی دھنک میں، ایک قطرے کے اندر ایک روشنی کی کرن کے اندرونی انعکاس میں انعطاف کا تکبیر شدہ (Magnified) منظر (c) ثانوی دھنک وہ کرنیں تشکیل دیتی ہیں جن کا قطرے کے اندر دو مرتبہ مکمل اندرونی انعکاس ہوتا ہے۔

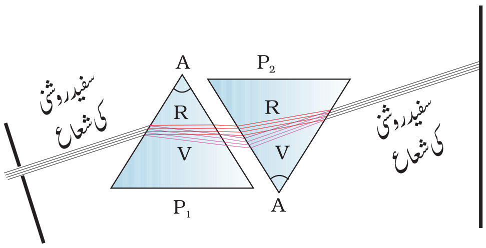
جب روشنی کی کرنیں قطرے کے اندر، ایک مرتبہ کی بجائے (جیسے پرائمری دھنک کی صورت میں تھا) دو مرتبہ اندرونی طور پر منعکس ہوتی ہیں تو ایک ثانوی دھنک بنتی ہے، جیسا کہ شکل 9.25(c) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ چار اقدامات پر مشتمل عمل کی وجہ سے ہوتا ہے۔ دوسرے انعکاس سے روشنی کی شدت کم ہو جاتی ہے، اس لیے ثانوی دھنک، ابتدائی دھنک کے مقابلے میں دھندلی ہوتی ہے۔ مزید یہ کہ رنگوں کی ترتیب بھی الٹ جاتی ہے، جیسا کہ شکل 9.25(c) میں واضح کیا گیا ہے۔

9.7.2 روشنی کا انتشار (Scattering of light)

جب سورج کی روشنی زمین کے کرہ باد (فضا Atmosphere) سے گزرتی ہے تو یہ کرہ باد کے ذرات کے ذریعہ منتشر (Scattered) ہو جاتی ہے (یعنی کہ اپنی سمت تبدیل کر لیتی ہے)۔ مقابلتاً مختصر طول لہر کی روشنی مقابلتاً طویل طولِ لہر کی روشنی کے مقابلے میں کہیں زیادہ منتشر ہوتی ہے۔ [انتشار کی مقدار طولِ لہر کی چوتھی قوت کے مقلوب متناسب ہوتی ہے۔ یہ ریلے انتشار (Rayleigh Scattering) کہلاتا ہے]۔ اس لیے صاف آسمان میں نیلگوں رنگ سب سے زیادہ حاوی رہتا ہے کیونکہ نیلے رنگ کی طولِ لہر لال رنگ سے کم ہے اور یہ کہیں زیادہ منتشر ہوتا ہے۔ دراصل، اودا، نیلے سے بھی

© NCERT not to be republished

زیادہ منتشر ہوتا ہے کیونکہ اس کی طولِ لہر نیلے سے بھی کم ہے۔ لیکن کیونکہ ہماری آنکھیں اودے کے مقابلے میں نیلے رنگ کے لیے زیادہ حساس ہیں، اس لیے ہمیں آسمان نیلا نظر آتا ہے۔



شکل 9.26: سفید روشنی کے انکسار کے نیوٹن کے کلاسیکی تجربے کا خاکہ

بڑے ذرات، جیسے دھول کے ذرات اور پانی کے قطرے، جو کرہ باد میں موجود ہوتے ہیں مختلف طور پر برتاؤ کرتے ہیں۔ یہاں پر بامعنی مقدار، روشنی کی طولِ موج اور انتشار کار کا نسبتی سائز ہے [انتشار کار (Scatterer) کا مخصوص سائز فرض کیا a ہے]۔ $a << \lambda$ کے لیے ریلے انتشار ہوتا ہے جو $\left(\frac{1}{\lambda}\right)^4$ کے متناسب ہے۔ $a >> \lambda$ کے لیے، یعنی کہ اانتشار کرنے والی بڑی اشیا کے لیے (مثلاً بارش کے قطرے، دھول یا برف کے بڑے ذرات) یہ درست نہیں ہے، ان سے تمام طولِ لہر تقریباً مساوی طور پر منتشر ہوتی ہیں۔ اس لیے بادل جن میں پانی کے ایسے قطرے ہوتے ہیں، جن کے لیے $a >> \lambda$، عام طور سے سفید ہوتے ہیں۔

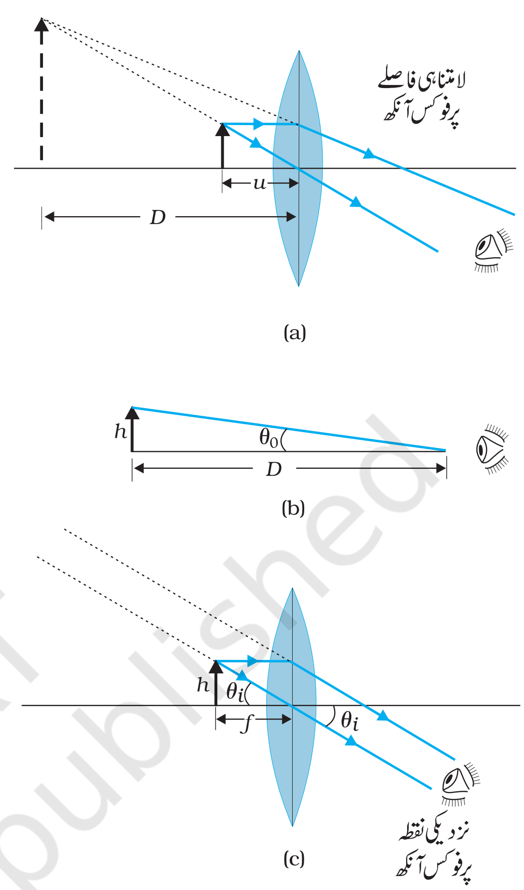
غروبِ آفتاب اور طلوعِ آفتاب کے وقت سورج کی کرنوں کو فضا میں مقابلتاً زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے (شکل 9.26)۔ نیلی اور اس سے چھوٹی طولِ لہر کا زیادہ تر حصہ انتشار سے غائب ہو جاتا ہے۔ اس لیے سب سے کم منتشر ہوئی روشنی ہماری آنکھ تک پہنچتی ہے اور سورج لال نما معلوم ہوتا ہے۔ اس سے سورج کے اور افق کے قریب پورے چاند کے لال نظر آنے کی وضاحت ہوتی ہے۔

9.8 نوری آلے (OPTICAL INSTRUMENTS)

آئینوں، لینسوں اور منشوروں (پرزم) کی انعکاسی اور انعطافی خاصیتوں کو استعمال کرتے ہوئے بہت سے نوری آلات اور اوزار ڈیزائن کیے گئے ہیں۔ پیر سکوپ (periscope)، اشکال نما (کلیڈ اسکوپ Kaleidoscope)، دوچشمی (بائنوکلر Binoculars)، دوربین (ٹیلسکوپ Telescope)، خوردبین (مائیکرو اسکوپ Microscope) ان نوری آلات اور اوزاروں کی کچھ مثالیں ہیں جو عام طور سے استعمال ہوتے ہیں۔ ہماری آنکھ، بلاشبہ، ایک اہم ترین نوری آلہ ہے جو قدرت نے ہمیں عطا کیا ہے۔ آنکھ سے شروع کرتے ہوئے ہم خوردبین اور دوربین کے کام کرنے کے اصول بیان کریں گے۔

9.8.1 خوردبین (The microscope)

ایک سادہ تکبیر کار (magnifier) یا خوردبین (مائیکرو اسکوپ Microscope) ایک کم فوکس فاصلہ کا مرکوز لینس ہے (شکل 9.27)۔ ایسے لینس کو ایک خوردبین کے بطور استعمال کرنے کے لیے لینس کو شے کے نزدیک رہ جاتا ہے، ایک فوکس فاصلہ دوری پر یا اس سے کم اور آنکھ کو لینس کی دوسری طرف لینس سے نزدیک رکھا جاتا ہے۔ کوشش یہ ہے کہ ایک سیدھی، تکبیر شدہ اور غیر حقیقی شبیہ اتنے فاصلے پر بنے کہ آرام سے دیکھی جا سکے، یعنی کہ 25cm یا اس سے زیادہ فاصلے



شکل 9.30 ایک سادہ خوردبین (b) تکبیری لینس ایسے مقام پر رکھا گیا ہے کہ شبیہ نزدیکی نقطہ پر بنے (b) شے کے ذریعے بنایا گیا زاویہ وہی ہے جو نزدیکی نقطہ پر ہے (c) شے لینس کے فوکس نقطہ کے نزدیک ہے، شبیہ بہت دور بن رہی ہے لیکن متناہی فاصلے پر۔

پر۔ اگر شے کی دوری f ہے تو شبیہ لا متناہی فاصلے پر بنے گی۔ لیکن اگر شے لینس کے فوکس فاصلے سے کچھ ہی کم فاصلے پر رکھی جائے تو شبیہ غیر حقیقی ہوگی اور اور بہت دور لیکن متناہی فاصلے پر بنے گی۔ حالانکہ شبیہ کو آرام سے دیکھنے کے لیے کم ترین فاصلہ وہ ہے جب شبیہ نزدیکی نقطے (فاصلہ، $D \cong 25\ cm$) پر بنے۔ لیکن پھر بھی اس نقطہ پر بنی شبیہ کو دیکھنے میں آنکھ پر کچھ زور پڑتا ہے۔ اس لیے لا متناہی فاصلے پر بنی شبیہ کو سمجھا جاتا ہے کہ یہ آنکھ پر بغیر کوئی زور ڈالے، شبیہ کو دیکھنے کے لیے، سب سے زیادہ مناسب ہے۔ ہم نے یہ دونوں صورتیں دکھائی ہیں، پہلی شکل 9.27 (a) میں اور دوسری شکل 9.27 (b) اور شکل 9.27 (c) میں۔

ایک سادہ خوردبین سے نزدیکی نقطے D پر بنی شبیہ کے لیے خطی تکبیر m، مندرجہ ذیل رشتہ استعمال کرکے، معلوم کی جاسکتی ہے:

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

ہماری علامت قرارداد کے مطابق، v منفی ہے اور عددی قدر میں D کے مساوی ہے۔ اس لیے تکبیر ہے:

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

کیونکہ D تقریباً 25cm ہے، اس لیے اگر تکبیر کی قدر 6 درکار ہو تو f=5 cm فوکس فاصلہ کا ایک حدبی لینس چاہیے ہوگا۔

نوٹ کریں کہ $m = h'/h$ ، جہاں h شے کا سائز ہے اور h' شبیہ کا سائز ہے۔ یہ شبیہ کے ذریعے بنائے گئے زاویہ کی شے کے ذریعے بنائے گئے زاویہ سے نسبت بھی ہے، جب کہ سہولت کے ساتھ دیکھنے کے لیے اسے D پر رکھا گیا ہو۔ [نوٹ کیجیے کہ یہ شے کے ذریعے آنکھ پر بنایا گیا اصل زاویہ نہیں ہے، جو کہ h/u ہے۔] ایک واحد لینس سادہ تکبیر کار دراصل یہ کرتا ہے کہ شے کو D سے کم فاصلے پر لانے دیتا ہے۔ اب ہم اس صورت میں تکبیر معلوم کریں گے جب کہ شبیہ لا متناہی فاصلے پر بن رہی ہے۔ اس صورت میں ہمیں زاویائی تکبیر معلوم کرنا ہوگی۔ فرض کیجیے کہ شے کی اونچائی h ہے۔ وہ اعظم زاویہ (maximum angle) جو یہ آنکھ پر بنا سکتی ہے کہ واضح طور پر نظر آئے (بغیر لینس کے)، اس وقت بنے گا جب یہ قریبی نقطہ پر ہو، یعنی کہ، فاصلہ D پر۔ اس صورت میں بنا ہوا زاویہ ہوگا:

$$\tan\theta_o = \left(\frac{h}{D}\right) = \theta_o \tag{9.40}$$

اب ہم شبیہ کے ذریعے آنکھ پر بنا زاویہ معلوم کرتے ہیں، جب کہ شے u پر ہے۔ مندرجہ ذیل رشتوں سے:

© NCERT not to be republished

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

شبیہ کے ذریعے بنایا گیا زاویہ حاصل ہوتا ہے:

$$\theta \approx \frac{h}{-u} = \frac{h}{-v} \cdot \frac{v}{u} = \frac{h'}{-v} = \tan\theta_i$$ شے کے ذریعے بنایا گیا زاویہ جب کہ شے $u = -f$ پر ہے

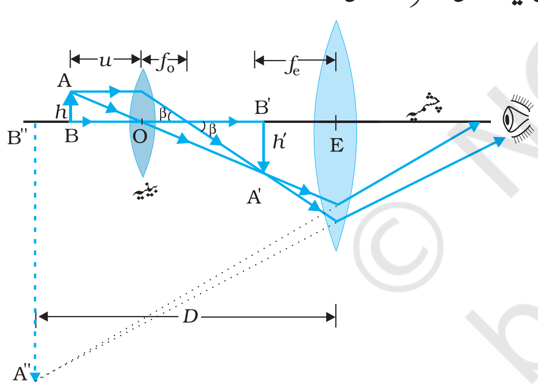
$$\theta_i = \left(\frac{h}{f}\right) \qquad (9.41)$$

جیسا کہ شکل (c) 9.27 سے واضح ہو جاتا ہے۔ اس لیے زاویائی تکبیر ہے:

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

یہ اس تکبیر سے ایک کم ہے جو شبیہ کے نزدیکی نقطہ پر بننے سے حاصل ہوتی ہے، لیکن دیکھنے میں کہیں زیادہ سہولت ہوتی ہے اور تکبیر میں فرق عام طور پر سے کم ہی ہوتا ہے۔ نوری آلات سے آگے کی جانے والی بحث میں (خوردبین اور دوربین سے) ہم شبیہہ کو لامتناہی فاصلے پر مانیں گے۔

ایک سادہ مائیکروسکوپ (خوردبین) سے حاصل ہونے والی تکبیر، حقیقی فوکس لمبائیوں کے لیے محدود ہوتی ہے (≤ 9)۔ اس سے کہیں زیادہ تکبیر حاصل کرنے کے لیے ہم دو لینس استعمال کرتے ہیں، جس میں ایک لینس دوسرے لینس کے اثر کو مرکب کرتا ہے۔ اسے مرکب خوردبین کہتے ہیں۔ ایک مرکب خوردبین (Compound Microscope) کی ایک خاکہ ڈائیگرام شکل 9.28 میں دکھائی گئی ہے۔ وہ لینس جو شے سے سب سے قریب ہوتا ہے، بینیہ کہلاتا ہے۔ بینیہ (objective) شے کی ایک حقیقی، الٹی، تکبیر شدہ شبیہ بناتا ہے۔ یہ شبیہ دوسرے لینس کے لیے، جو چشمیہ (eye piece) کہلاتا ہے، شے کا کام کرتی ہے۔ چشمیہ جو ایک سادہ خوردبین یا تکبیر کار کی طرح کام کرتا ہے، آخری شبیہ بناتا ہے جو بڑی (تکبیر شدہ) اور غیر حقیقی ہوتی ہے۔ پہلی الٹی شبیہ، اس لیے، چشمیہ (eye piece) کے فوکس مستوی کے نزدیک (فوکس مستوی پر یا اس کے اندر) بنتی ہے۔ یہ ایسا فاصلہ ہوتا ہے جو لاانتہا پر آخری شبیہ بننے کے لیے مناسب ہوتا ہے یا نزدیکی نقطے پر شبیہہ بننے کے لیے اس سے کچھ قریب ہوتا ہے۔ ظاہر ہے کہ آخری شبیہ، شے کی مناسبت سے الٹی ہوتی ہے۔



شکل 9.28: ایک مرکب خوردبین سے شبیہہ بننے کے لیے کرن ڈائیگرام

اب ہم ایک مرکب خوردبین سے حاصل ہونے والی تکبیر معلوم کرتے ہیں۔ شکل 9.28 کی کرن ڈائیگرام سے ظاہر ہو جاتا ہے کہ بینیہ کی وجہ سے تکبیر (خطی)، یعنی کہ h′/h، مساوی ہے:

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

© NCERT not to be republished

جہاں ہم نے مندرجہ ذیل نتیجہ استعمال کیا ہے:

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

جہاں h' پہلی شبیہہ کا سائز ہے، شے کا سائز h ہے اور f_o بینیہ کا فوکس فاصلہ ہے۔ پہلی شبیہہ، چشمیہ کے فوکس کے نزدیک بنتی ہے۔ فاصلہ L، یعنی کہ بینیہ کے دوسرے فوکس نقطہ اور چشمیہ (جس کا فوکس فاصلہ f_e ہے) کے پہلے فوکس نقطہ کے درمیان فاصلہ، مرکب خوردبین کی نلی لمبائی (tube length) کہلاتی ہے۔

کیونکہ پہلی الٹی شبیہہ چشمیہ کے فوکس نقطہ کے قریب ہوتی ہے، ہم اس کے ذریعے پیدا ہوئی تکبیر (زاویائی) m_e معلوم کرنے کے لیے، سادہ مائیکروسکوپ کی اوپر دی ہوئی بحث کا نتیجہ استعمال کرتے ہیں [مساوات 9.39]، جب آخری شبیہہ نزدیکی نقطے پر بنتی ہے

$$m_e = \left(1+\frac{D}{f_e}\right) \qquad [9.44(a)]$$

جب آخری شبیہہ لا انتہا پر بنتی ہے، تو چشمیہ کی وجہ سے زاویائی تکبیر ہے [مساوات 9.42]:

$$m_e = \left(\frac{D}{f_e}\right) \qquad [9.44(b)]$$

اس لیے کل تکبیر [مساوات (9.33) کے مطابق]، جب کہ آخری شبیہہ لا انتہا پر ہے

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

ظاہر ہے کہ اگر ایک چھوٹی شے کی بہت زیادہ تکبیر حاصل کرنا ہو (اسی لیے نام خوردبین دیا گیا ہے)، تو بینیہ اور چشمیہ کے فوکس فاصلے چھوٹے ہونے چاہئیں۔ عملی طور پر 1 cm سے بہت کم فوکس فاصلہ کا لینس بنانا بہت مشکل ہوتا ہے۔ مزید یہ کہ L کو بڑا بنانے کے لیے بھی بڑے لینس چاہیے ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر، اگر ایک بینیہ کا فوکس فاصلہ، $f_o = 1.0$ cm ہو اور چشمیہ کا فوکس فاصلہ $f_e = 2.0$ cm ہو اور ٹیوب لمبائی 20 cm ہو، تو تکبیر ہوگی

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

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

بہت سے دوسرے عوامل، جیسے شے کی روشنی (illumination)، شبیہہ کی کیفیت اور رویت (visibility) پر اثر ڈالتے ہیں۔ جدید خوردبینوں میں، مختلف بصری نقائص کو کم کرکے شبیہہ کی کوالٹی کو بہتر بنانے کے لیے، بینیہ اور چشمیہ دونوں کے لیے کثیر جزوی لینس (Multi–component lenses) استعمال کیے جاتے ہیں۔

دنیا کا سب سے بڑا اوری ینٹل اسکوپ
http://astro.nineplanets.org/bigeyes.html

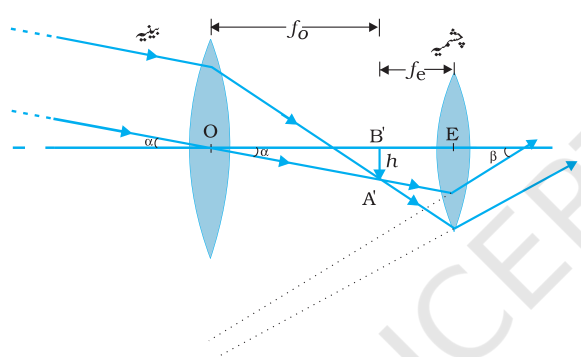
© NCERT not to be republished

9.8.2 دوربین (Telescope)

دوربین فاصلہ پر رکھی اشیا کی زاویائی تکبیر حاصل کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے (شکل 9.29)۔اس میں بھی ایک بینیہ اور ایک چشمیہ ہوتی ہے۔لیکن یہاں چشمیہ کے مقابلے میں بینیہ کا فوکس فاصلہ اور روزن (aperture) بہت زیادہ ہوتے ہیں۔ بہت دور رکھی شے سے آ رہی روشنی بینیہ میں داخل ہوتی ہے اور ٹیوب میں اس کے دوسرے فوکس نقطہ پر ایک حقیقی شبیہہ بنتی ہے۔ چشمیہ اس شبیہہ کی تکبیر کرتا ہے اور ایک آخری الٹی شبیہہ بناتا ہے۔ تکبیری پاور m، آخری شبیہہ کے ذریعے آنکھ پر بنائے گئے زاویہ β کی، شے کے ذریعے لینس یا آنکھ پر بنائے گئے زاویہ α، سے نسبت ہے۔اس لیے:

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

اس صورت میں، خوردبین کی ٹیوب کی لمبائی $f_o + f_e$ ہے۔



شکل 9.32: ایک انعطافی دوربین

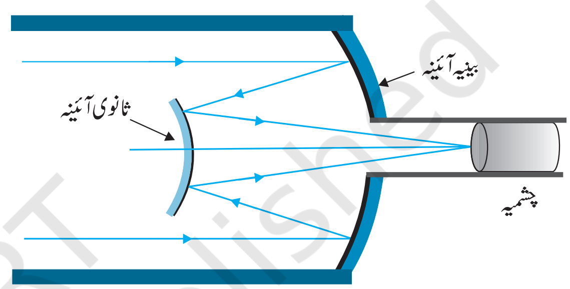
ارضی دوربینوں (Terrestrial telescopes) میں، آخری شبیہہ کو سیدھا بنانے کے لیے، ان کے علاوہ الٹا کرنے والے لینسوں (inverting lenses) کا ایک جوڑا اور ہوتا ہے۔انعطافی دوربینیں ارضی اور آفاقی دونوں مشاہدات کے لیے استعمال کی جاسکتی ہیں۔مثال کے طور پر ایک دوربین لیجیے، جس کے بینیہ کی فوکس دوری 100 cm ہے اور چشمیہ کی فوکس دوری 1 cm ہے۔اس دوربین کی تکبیری پاور $m = 100/1 = 100$ ہے

آیئے تاروں کا ایک جوڑا لیں، جن کے درمیان اصل فاصلہ 1′ (قوس کا ایک منٹ) ہے۔ یہ معلوم ہوتا ہے کہ تارے زاویہ: $100 \times 1' = 100' = 1.67^{\circ}$ سے ایک دوسرے سے علاحدہ ہیں۔

ایک آفاقی دوربین کے لیے خاص باتیں، جن کا لحاظ رکھنا ہوتا ہے، اس کی روشنی اکٹھا کرنے کی پاور اور اس کا جز تجزیہ (Resolution) یا جز تجزیاتی طاقت (Resolving power) ہیں۔ بڑے قطروں کے لینسوں سے مقابلتاً دھندلی (ہلکی faint) اشیا کو دیکھا جاسکتا ہے۔ جز تجزیاتی طاقت یا دو اشیا، جو تقریباً ایک ہی سمت میں ہوں، کو علاحدہ علاحدہ واضح دیکھنے کی صلاحیت، بینیہ کے قطر پر بھی منحصر ہے۔اس لیے نوری دوربینوں کو بنانے میں کوشش یہ کی جاتی ہے کہ ان کے بینیہ کا قطر بڑا ہو۔ آج کل استعمال ہونے والی دوربینوں میں جو سب سے بڑا بینیہ لینس لگا ہے، اس کا قطر 40 انچ (~1.02 m) ہے۔ یہ دوربین یرکس آبزرویٹری (Yerkes Observatory)، وس کن سن (Wisconsin)، امریکہ (USA) میں ہے۔اتنے بڑے لینس بہت زیادہ وزنی ہوجاتے ہیں، اس لیے انھیں بنانا اور کناروں پر سہارا دینا بہت مشکل ہوتا ہے۔ مزید یہ کہ اتنے بڑے سائز کے ایسے لینس بنانا جن سے بننے والی شبیہہ میں کوئی رنگین نقص یا گڑبڑی نہ ہو، بہت مشکل اور مہنگا ہوتا ہے۔

© NCERT not to be republished

ان وجوہات سے، جدید دوربینوں میں بینیہ کے لیے لینس کی جگہ ایک جوفی آئینہ استعمال کیا جاتا ہے۔ آئینہ بینیہ والی دوربین انعکاسی دوربینیں (reflecting telescopes) کہلاتی ہیں۔ میکانیکی سہارے کا مسئلہ بھی بہت کم ہوجاتا ہے کیونکہ ایک آئینے کا وزن، مرادف نوری کوالٹی کے لینس کے وزن سے بہت کم ہوتا ہے اور اسے اس کی پوری پچھلی سطح پر سہارا دیا جاسکتا ہے، جب کہ لینس کو صرف اس کے گھیرے (rim) پر ہی سہارا دیا جاسکتا ہے۔ انعکاسی دوربین کے ساتھ ایک مسئلہ، ظاہر ہے، یہ ہے کہ بینیہ آئینہ دوربین کے اندر روشنی کو فوکس کرتا ہے۔ اس لیے چشمیہ اور مشاہد کو وہیں پر ہی ہونا چاہیے، جس سے کچھ روشنی رک جاتی ہے (جو کہ مشاہدہ پنجرے (observer cage کے سائز پر منحصر ہے)۔ بہت بڑی 200 انچ (~5.08 m) قطر کی ماؤنٹ پیلومر دوربین کیلیفورنیا (Mt. Palomar telescope, California) میں ایسا ہی کیا جاتا ہے۔ مشاہد، ایک چھوٹے پنجرے میں آئینے کے فوکس نقطہ کے نزدیک بیٹھتا ہے۔ اس مسئلہ کا دوسرا حل یہ ہے کہ فوکس کی جارہی روشنی کو ایک دوسرے آئینے کے ذریعے منفرج (deflect) کیا جائے۔ ایسی ایک ترتیب (انتظام arrangement)، جس میں واقع روشنی کو فوکس کرنے کے لیے ایک ثانوی آئینہ استعمال کیا جاتا ہے، جب کہ یہ



شکل 9.33: ایک انعکاسی دوربین کیسگرین (Cassegrain) کا خاکہ ڈائیگرام

روشنی اب بینیہ ابتدائی آئینے میں بنے ایک سوراخ سے گذرتی ہے، شکل 9.33 میں دکھائی گئی ہے۔ اسے، اس کے موجد کے نام پر کیسیگرین دوربین (Cassegrain telescope) کہتے ہیں۔ اس میں فائدہ یہ ہے کہ چھوٹی دوربین میں بڑا فوکس فاصلہ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ ہندوستان میں سب سے بڑی دوربین کا والور، تامل ناڈو (Kavalur, Tamil Nadu) میں ہے، یہ 2.34 m قطر کی انعکاسی دوربین ہے (کیسیگرین (Cassegrain– یہ (Indian Institute of Astrophysics, Bangalore) کے ذریعے لگائی گئی، پالش کی گئی اور استعمال کی جاتی ہے۔ دنیا میں سب سے بڑی دوربینیں، ہوائی (Hawaii)، امریکہ (USA) میں کیک دوربینوں (Keck telescopes) کا ایک جوڑا ہے، جس کا انعکاس کار (Reflector) قطر میں 10 میٹر ہے۔

© NCERT not to be republished

خلاصہ

1۔ انعکاس، مساوات: $\angle i = \angle r'$ کے تحت ہوتا ہے اور انعطاف اسنیل کے قانون $\sin i / \sin r = n$ کے تحت ہوتا ہے اور واقع کرن، منعکس کرن، منعطف کرن اور عماد ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔ زاویہ وقوع، زاویہ انعکاس اور زاویہ انعطاف، بالترتیب، i، r' اور r ہیں۔

2۔ ایک ایسی کرن کے لیے جو ایک مقابلتاً کثیف واسطے سے مقابلتاً لطیف واسطے پر واقع ہے، وقوع کا فاصل زاویہ i_c وہ زاویہ ہے، جس کے لیے زاویہ انعطاف 90° ہے۔ $i > i_c$ کے لیے مکمل اندرونی انعکاس ہوتا ہے۔ ہیرے میں کثیر اندرونی انعکاسات (Multiple internal reflections) $(i_c \cong 24.4°)$، مکمل انعکاسی پرزم (totally reflecting prisms) اور سراب (mirage) مکمل اندرونی انعکاس کی کچھ مثالیں ہیں۔ نوری ریشے، ایسے شیشے کے ریشوں پر مشتمل ہوتے ہیں جن پر مقابلتاً کم انعطاف نما کے مادے کی تہہ چڑھی ہوتی ہے۔ ایک سرے پر ایک زاویہ پر واقع روشنی، دوسرے سرے سے، کثیر اندرونی انعکاسات کے بعد، باہر آتی ہے، چاہے ریشہ مڑا ہوا بھی کیوں نہ ہو۔

3۔ کارتیزی علامت قرارداد: واقع روشنی کی سمت میں ناپے گئے فاصلے مثبت ہیں اور وہ فاصلے جو مخالف سمت میں ناپے گئے ہیں منفی ہیں۔ تمام فاصلے، خاص محور پر، آئینے/لینس کے قطب/نوری مرکز سے ناپے جاتے ہیں۔ x- محور سے اوپر کی جانب ناپی گئی اور آئینہ/لینس کے خاص محور پر عمودا ونچائیاں مثبت لی جاتی ہیں اور نیچے کی جانب ناپی گئی اونچائیاں منفی لی جاتی ہیں۔

4۔ آئینہ مساوات ہے:

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

جہاں v اور u، بالترتیب، شبیہ اور شے کے فاصلے ہیں اور f آئینے کا فوکس-فاصلہ ہے۔ f خمی نصف قطر R کا نصف (تقریباً) ہوتا ہے۔ جوفی آئینے کے لیے f منفی ہے اور حدبی آئینے کے لیے مثبت ہے۔

5۔ ایک پرزم کے لیے، جس کا زاویہ A ہے، انعطاف نما n_2 ہے اور جو انعطاف نما n_1 کے واسطے میں رکھا ہے:

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

جہاں D_m، اقل ترین انحراف کا زاویہ ہے۔

6۔ ایک کروی درمیانی رخ سے انعطاف کے لیے (انعطاف نما n_1 کے واسطے 1 سے، انعطاف نما n_2 کے واسطے میں):

© NCERT not to be republished

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

پتلے لینس کا فارمولا

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

لینس ساز کا فارمولا

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

R_1 اور R_2 لینس کی سطحوں کے خمی نصف قطر ہیں۔ f ایک مرتکز لینس کے لیے مثبت ہے اور ایک غیر مرتکز لینس کے لیے f منفی ہے۔ ایک لینس کی پاور ہے: $P=\frac{1}{f}$

لینس کی پاور کے لیے SI اکائی ڈائی آپٹر (Dioptre) ہے: $(D): 1\ D = 1\ m^{-1}$ اگر فوکس فاصلوں: $f_1, f_2, f_3...$ کے کئی لینس تماس میں ہوں، تو ان کے اجتماع کا موثر فوکس فاصلہ دیا جاتا ہے

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}+...$$

کئی لینسوں کے اجتماع کی کل پاور ہے

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + ...$$

7۔ انکسار روشنی کا اس کے اجزائی رنگوں میں علاحدہ ہونا ہے۔

8۔ ایک سادہ خوردبین کی تکبیری پاور m دی جاتی ہے: $m = 1 + (D/f)$، جہاں، D=25 cm، واضح بصارت کا کم ترین فاصلہ ہے اور f حدبی لینس کا فوکس فاصلہ ہے۔ اگر شبیہ لاانتہا پر ہے $m=D/f$۔ ایک مرکب خوردبین کے لیے، تکبیری پاور دی جاتی ہے: $m = m_e \times m_0$ جہاں $m_e = 1+\left(\frac{D}{f_e}\right)$ چشمیہ کی وجہ سے تکبیر ہے اور m_0 بینیہ سے پیدا ہونے والی تکبیر ہے۔ نزدیکی طور پر

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

جہاں f_o اور f_e بالترتیب بینیہ اور چشمیہ کے فوکس۔فاصلے ہیں اور L ان کے فوکس۔نقطوں کے درمیان فاصلہ ہے۔

9۔ ایک دوربین کی تکبیری پاور شبیہ کے ذریعے آنکھ پر بنے زاویہ β کی شے کے ذریعے آنکھ پر بنے زاویہ α سے نسبت ہے۔

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

جہاں f_o اور f_e، بالترتیب، بینیہ اور چشمیہ کے فوکس فاصلے ہیں۔

© NCERT not to be republished

قابل غور نکات

1۔ انعکاس اور انعطاف کے قوانین،نقطۂ وقوع پر،تمام سطحوں اور واسطوں کے تمام جوڑوں کے لیے درست ہیں۔

2۔ ایک حدبی لینس کے ذریعے بنی، f اور $2f$ کے درمیان رکھی ایک شے کی، حقیقی شبیہ کو شبیہ کے مقام پر رکھے پردے پر دیکھا جاسکتا ہے۔اگر پردہ کو ہٹالیا جائے تو کیا شبیہ اب بھی وہاں ہوگی؟ یہ سوال بہت سے لوگوں کو الجھا دیتا ہے کیونکہ اپنے ذہن کو بغیر پردے کے ہوا میں لٹکی شبیہ کے تصور پر آمادہ کرنا مشکل ہے۔لیکن شبیہہ وہاں موجود ہوتی ہے۔شے کے ایک دیے ہوئے نقطے سے آرہی کرنیں ایک شبیہ نقطہ پر خلا میں مرتکز ہورہی ہیں اور غیر مرتکز ہورہی ہیں۔پردہ صرف ان کرنوں کو دھندلا (Diffuse) کردیتا ہے اور ان میں سے کچھ ہماری آنکھوں تک پہنچتی ہیں اور ہمیں شبیہ نظر آتی ہے۔یہ ایک لیزر تماشے (Laser show) میں بن رہی شبیہ کے ذریعے دیکھا جاسکتا ہے۔

3۔ شبیہ بننے کے لیے باقاعدہ انعکاس/انعطاف چاہیے ہوتا ہے۔اصولی طور پر، ایک نقطے سے آرہی تمام کرنوں کو یکساں شبیہ نقطے پر پہنچنا چاہیے۔اسی لیے آپ ایک بے ترتیب (بے قاعدہ irregular) انعکاسی شے کے ذریعے، جیسے کتاب کا ایک صفحہ، اپنی شبیہہ نہیں دیکھ سکتے۔

4۔ موٹے لینس، انکسار کی وجہ سے، رنگین شبیہ بناتے ہیں۔ہم اپنے آس پاس جو مختلف رنگ دیکھتے ہیں اس کی وجہ ان پر واقع روشنی کے اجزائی رنگ ہیں۔ایک یک رنگی (monochromatic) روشنی ایک شے کے رنگوں کا، سفید روشنی کے مقابلے میں، بالکل مختلف ادراک پیدا کرسکتی ہے۔

5۔ ایک سادہ خوردبین کے لیے، شے کا زاویائی سائز، شبیہ کے زاویائی سائز کے مساوی ہوتا ہے۔لیکن پھر بھی اس سے تکبیر پیدا ہوتی ہے کیونکہ ہم چھوٹی اشیا کو آنکھ سے، 25 cm سے کہیں کم فاصلے پر رکھ سکتے ہیں اور اس طرح اس سے ایک بڑا زاویہ بنا سکتے ہیں۔شبیہ 25 cm پر ہوگی جسے ہم دیکھ سکتے ہیں۔خوردبین کے بغیر چھوٹی شے کو ہمیں 25 cm پر رکھنا ہوگا جو ایک بہت چھوٹا زاویہ بنائے گی۔

© NCERT not to be republished

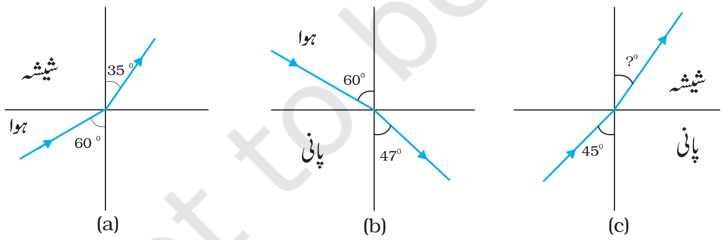
مشق

9.1 2.5 cm سائز کی ایک چھوٹی موم بتی، 36 cm خمی نصف قطر کے جوفی آئینے کے سامنے، آئینے سے 27cm کے فاصلے پر رکھی گئی ہے۔ آئینے سے کتنے فاصلے پر ایک پردہ رکھا جائے کہ پردہ پر ایک واضح شبیہہ بنے؟ شبیہہ کی طبع اور سائز بتایئے۔ اگر موم بتی کو آئینے کے اور قریب لایا جائے، تو اسکرین (پردے) کو کیسے ہٹانا ہوگا؟

9.2 4.5 cm کی ایک سوئی، 15 cm فوکس فاصلے کے حدبی آئینے سے 12 cm دور رکھی گئی ہے۔ شبیہہ کا مقام اور تکبیر بتایئے۔ بتایئے کیا ہوگا اگر سوئی کو آئینے سے اور دور ہٹایا جائے؟

9.3 ایک تالاب کو 12.5 cm اونچائی تک پانی سے بھرا گیا۔ تالاب کی تلی پر پڑی ایک سوئی کی ظاہرہ گہرائی ایک خوردبین سے ناپے جانے پر، 9.4 cm ہے۔ پانی کا انعطاف نما کیا ہے؟ اگر پانی کی جگہ انعطاف نما 1.63 کا دوسرا رقیق اسی بلندی تک بھر دیا جائے، تو مائیکروسکوپ کو دوبارہ سوئی پر فوکس کرنے کے لیے کتنے فاصلے تک حرکت دینا ہوگی؟

9.4 شکل (a) 9.31 اور (b) 9.31 میں ایک کرن کا انعطاف دکھایا گیا ہے جو ہوا میں، عماد سے 60° کے زاویے پر ایک شیشہ۔ہوا اور پانی۔ہوا درمیانی رخ پر واقع ہے۔ شیشہ میں زاویہ انعطاف بتایئے، جب کہ پانی۔شیشہ درمیانی رخ پر پانی میں زاویہ وقوع، نارمل سے 45° ہے (شکل (c) 9.31)۔



شکل 9.31

9.5 ایک چھوٹے بلب کو، 80 cm گہرائی تک پانی سے بھرے تالاب کی تلی پر رکھا گیا۔ پانی کی سطح کا وہ رقبہ کیا ہے جس سے بلب کی روشنی باہر نکل سکتی ہے؟ پانی کا انعطاف نما 1.33 ہے۔ (بلب کو ایک نقطہ ماخذ مانیے)

9.6 ایک پرزم نامعلوم انعطاف نما کے شیشے کا بنا ہوا ہے۔ پرزم کے ایک رخ پر روشنی کی ایک متوازی شعاع واقع ہے۔ کم ترین انحراف کا زاویہ 40° ناپا گیا ہے۔ پرزم کے مادے کا انعطاف نما کیا ہے؟ پرزم کا انعطافی

زاویہ °60 ہے۔اگر پرزم کو پانی میں رکھ دیا جائے (انعطاف نما 1.33) تو روشنی کی ایک متوازی شعاع کا نیا کم ترین انحراف کا زاویہ کیا ہوگا؟

9.7 انعطاف نما 1.55 کے شیشے سے ایسے دہرے عدسی لینس بنانے ہیں جن کے دونوں رخوں کے خمی نصف قطر یکساں ہوں۔اگر فوکس فاصلہ 20 cm ہو تو کیا خمی نصف قطر چاہیے ہوگا؟

9.8 ایک روشنی کی شعاع نقطہ P پر مرکوز ہوتی ہے۔اب P سے 12 cm کے فاصلے پر، مرکوز بیم کے راستے میں ایک لینس رکھ دیا جاتا ہے۔اب شعاع کس نقطہ پر مرکوز ہوگی اگر (a) رکھا گیا لینس 20 cm فوکس فاصلہ کا مرکوز لینس ہو۔(b) اگر رکھا گیا لینس 16 cm فوکس دوری کا غیر مرکوز لینس ہو؟

9.9 3.0cm سائز کی ایک شے، 21cm فوکس فاصلے کے ایک جوفی لینس کے سامنے، اس سے 14 cm کے فاصلے پر رکھی گئی ہے۔لینس کے ذریعے بنی شبیہہ بیان کیجیے۔کیا ہوگا اگر شے کو لینس سے اور دور کر دیا جائے؟

9.10 30 cm فوکس فاصلے کا ایک مرکوز لینس، 20 cm فوکس فاصلے کے ایک جوفی لینس سے تماس میں ہے۔اس نظام کا فوکس فاصلہ کیا ہوگا؟ یہ نظام مرکوز لینس ہوگا یا غیر مرکوز لینس؟ لینسوں کی موٹائی نظر انداز کر دیجیے۔

9.11 ایک مرکب خوردبین، 2.0 cm فوکس فاصلے کے ایک بینیہ اور 6.25 cm فوکس فاصلے کے ایک چشمیہ پر مشتمل ہے اور ان دونوں کے درمیان فاصلہ 15 cm ہے۔بینیہ سے کتنے فاصلے پر ایک شے کو رکھا جائے کہ آخری شبیہ حاصل ہو (a) واضح بصارت کے کم ترین فاصلہ (25 cm) پر؟ (b) لامتناہی فاصلے پر؟ دونوں صورتوں میں خوردبین کی تکبیری طاقت کیا ہوگی؟

9.12 ایک شخص کا قریبی نقطہ نارمل ہے (25 cm)۔وہ ایک 8.0 mm فوکس فاصلہ کے بینیہ اور 2.5 cm فوکس فاصلے کے چشمیہ والی خوردبین کو استعمال کرتے ہوئے، بینیہ سے 9.0 mm کے فاصلے پر رکھی شے کو واضح طور پر فوکس کر سکتا ہے۔بینیہ اور چشمیہ کے درمیان فاصلہ کتنا ہے؟ مائیکرواسکوپ کی تکبیری طاقت کا حساب لگائیے۔

9.13 ایک چھوٹی دوربین کے بینیہ لینس کا فوکس فاصلہ 144 cm اور چشمیہ لینس کا فوکس فاصلہ 6.0 cm ہے۔دوربین کی تکبیری پاور کیا ہے؟ بینیہ اور چشمیہ کے درمیان فاصلہ کتنا ہے؟

© NCERT not to be republished

9.14 (a) ایک مشاہدہ گاہ کی ایک بہت بڑی انعطافی دوربین کے بینیہ لینس کا فوکس فاصلہ 15 cm ہے۔ اگر فوکس فاصلہ 1.0 cm کا چشمیہ استعمال کیا جائے تو دوربین کی زاویائی تکبیر کیا ہوگی؟

(b) اگر اس دوربین کو چاند کو دیکھنے کے لیے استعمال کیا جائے تو بینیہ لینس کے ذریعے بنی چاند کی شبیہ کا قطر کیا ہوگا؟ چاند کا قطر 3.48×10^6 m اور قمری مدار کا نصف قطر 3.8×10^8 m ہے۔

9.15 آئینہ مساوات استعمال کرتے ہوئے اخذ کیجیے کہ:

(a) ایک جوفی آئینہ کے f اور $2f$ کے درمیان رکھی شے کی شبیہ حقیقی بنتی ہے اور $2f$ سے آگے بنتی ہے۔

(b) ایک حدبی آئینہ ہمیشہ ایک غیر حقیقی شبیہ بناتا ہے چاہے شے کا مقام کوئی بھی ہو۔

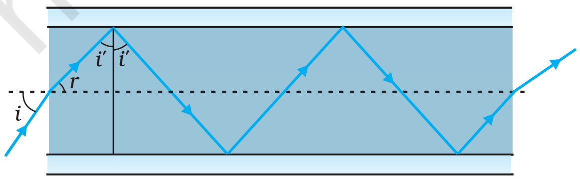
(c) ایک حدبی آئینہ سے بنی غیر حقیقی شبیہ ہمیشہ سائز میں چھوٹی ہوتی ہے اور فوکس اور قطب کے درمیان بنتی ہے۔

(d) ایک جوفی آئینے کے فوکس اور قطب کے درمیان رکھی شے کی شبیہ غیر حقیقی اور تکبیر شدہ ہوتی ہے۔

9.16 ایک میز کی اوپری سطح پر نصب کی گئی چھوٹی سوئی کو اوپر سے 50 cm کے فاصلے سے دیکھا جاتا ہے۔ وہ سوئی کتنی اوپر اٹھی ہوئی معلوم ہوگی اگر اسے اسی نقطے سے ایک 15 cm موٹی شیشے کی سل سے دیکھا جائے جو کہ میز کے متوازی رکھی گئی ہو؟ شیشہ کا انعطاف نما 1.5 ہے۔ کیا جواب سل کے مقام پر منحصر ہے؟

9.17 (a) شکل 9.32 میں ایک ''روشنی کے پائپ'' کا تراشہ دکھایا گیا ہے جو کہ 1.68 انعطاف نما کے شیشے کے ریشوں سے بنا ہوا ہے۔ پائپ کا باہری خول 1.44 انعطاف نما کے مادے سے بنا ہوا ہے۔ پائپ کے محور سے بنے واقع شعاع کے زاویوں کی کس سعت کے لیے پائپ کے اندر مکمل انعکاس ہوں گے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے؟

(b) اگر پائپ پر کوئی باہری خول نہ چڑھا ہو تو جواب کیا ہوگا؟



شکل 9.32

9.18 مندرجہ ذیل سوالوں کے جواب دیجیے:

(a) آپ سیکھ چکے ہیں کہ مسطح اور حدبی آئینے اشیا کی غیر حقیقی شبیہ بناتے ہیں۔ کیا وہ کچھ صورتوں میں حقیقی شبیہ بھی بنا سکتے ہیں؟ وضاحت کیجیے۔

(b) ہم ہمیشہ کہتے ہیں کہ ایک غیر حقیقی شبیہ کو پردے پر نہیں لیا جاسکتا۔ لیکن جب ہم کہتے ہیں کہ ہم ایک غیر حقیقی شبیہ ''دیکھتے ہیں'' تو ظاہر ہے کہ ہم اسے اپنی آنکھ کے پردے (پردہ چشم) پر لیتے ہیں۔ کیا اس میں کوئی تضاد ہے؟

(c) پانی کے اندر سے ایک غوطہ خور، ایک جھیل کے کنارے کھڑے ہوئے مچھیرے کو ترچھا (obliquely) دیکھتا ہے۔ مچھیرا جتنا لمبا ہے، غوطہ خور کو وہ اس سے کم لمبا معلوم ہوگا یا زیادہ؟

(d) کیا ایک تالاب کی ظاہر گہرائی بدل جائے گی، اگر اسے ترچھا دیکھا جائے؟ اگر ہاں تو ظاہر گہرائی کم ہو جائے گی یا زیادہ؟

(e) ہیرے کا انعطاف نما، عام شیشے سے بہت زیادہ ہے۔ کیا اس حقیقت سے ہیرا تراش کوئی فائدہ حاصل کر سکتا ہے۔

9.19 ایک کمرے کی دیوار پر لگے ہوئے ایک چھوٹے بلب کی شبیہ سامنے والی دیوار پر، جو 3m کے فاصلے پر ہے، ایک بڑے حدبی لینس کے ذریعے، حاصل کرنی ہے۔ اس مقصد کے لیے استعمال کیے جاسکنے والے لینس کا فوکس فاصلہ زیادہ سے زیادہ کتنا ہوسکتا ہے؟

9.20 ایک شے سے 90cm کے فاصلے پر ایک پردہ رکھا گیا ہے۔ پردے پر، ایک حدبی لینس کے ذریعے، دو مختلف مقامات پر شے کی شبیہ بنتی ہے، جن کے درمیان فاصلہ 20cm ہے۔ لینس کا فوکس فاصلہ معلوم کیجیے۔

9.21 (a) مشق 9.10 میں دیے گئے دو لینسوں کے اجتماع کا موثر فوکس فاصلہ معلوم کیجیے اگر وہ اس طرح رکھے ہوں کہ ان کے خاص محور ایک دوسرے پر منطبق ہوں اور ان کے درمیان 8.0cm فاصلہ ہو۔ کیا جواب اس پر منحصر ہے کہ متوازی روشنی کی شعاع اجتماع کے کس جانب واقع ہے؟ کیا اس نظام کے موثر فوکس فاصلے کے تصور کی کچھ افادیت ہے بھی؟

(b) 1.5cm سائز کی ایک شے اس مندرجہ بالا ترتیب میں حدبی لینس کی جانب رکھی گئی ہے۔ شے اور حدبی لینس کے درمیان فاصلہ 40cm ہے۔ دو لینسوں کے اس نظام سے پیدا ہونے والی تکبیر معلوم کیجیے اور شبیہ کا سائز معلوم کیجیے۔

© NCERT not to be republished

9.22 انعطافی زاویہ 60° کے پرزم کے رخ پر ایک روشنی کی کرن کو کس زاویہ پر واقع ہونا چاہیے کہ دوسرے رخ پر اس کا بس مکمل اندرونی انعطاف ہو؟ پرزم کے مادے کا انعطاف نما 1.524 ہے۔

9.23 ایک کارڈشیٹ کو $1\ mm^2$ سائز کے مربعوں میں تقسیم کیا گیا ہے اور اسے ایک تکبیری شیشے (فوکس فاصلہ 9 cm کا ایک مرکوزی لینس) کے ذریعے، 9cm کے فاصلے سے دیکھا جاتا ہے اور تکبیری شیشے کو آنکھ کے نزدیک رکھا جاتا ہے۔

(a) لینس کے ذریعے پیدا کی گئی تکبیر کتنی ہے؟ غیر حقیقی شبیہ میں ہر مربع کا رقبہ کیا ہوگا؟

(b) لینس کی زاویائی تکبیر (تکبیری طاقت) کتنی ہے۔

(c) کیا (a) میں حاصل کی گئی تکبیر (b) کی تکبیری طاقت کے مساوی ہے؟ وضاحت کیجیے۔

9.24 (a) مشق 9.29 میں مربعوں کو واضح طور پر اعظم ممکنہ تکبیری طاقت سے دیکھنے کے لیے لینس کو شکل سے کتنے فاصلے پر رکھنا چاہیے۔

(b) اس صورت میں تکبیر کیا ہے؟

(c) کیا اس صورت میں تکبیر، تکبیری پاور کے مساوی ہے؟ وضاحت کیجیے۔

9.25 مشق 9.30 میں شے اور تکبیری شیشے کے درمیان کتنا فاصلہ ہونا چاہیے کہ شکل کے ہر مربع کی غیر حقیقی شبیہ کا رقبہ $6.25\ mm^2$ ہو۔ کیا آپ اپنی آنکھوں کو تکبیر کار کے بہت نزدیک رکھ کر مربعوں کو واضح طور پر دیکھ سکیں گے؟ (نوٹ: 9.23 سے 9.25 کی مشقیں آپ کو کسی شے کے مکمل سائز تکبیر اور زاویائی تکبیر کے درمیان فرق کی مکمل طور پر سمجھنے میں مدد کریں گی۔)

9.26 مندرجہ ذیل سوالات کے جواب دیجیے:

(a) ایک شے کے ذریعے آنکھ پر بنایا گیا زاویہ، اسی شے کی ایک تکبیری شیشے سے بنی غیر حقیقی شبیہ کے ذریعے آنکھ پر بنائے گئے زاویے کے مساوی ہے۔ تکبیری شیشہ کس لحاظ سے زاویائی تکبیر مہیا کرتا ہے؟

(b) ایک تکبیری شیشے سے دیکھتے وقت ہم عام طور سے اپنی آنکھوں کو شیشے کے بہت نزدیک رکھتے ہیں۔ اگر آنکھ کو پیچھے کرلیا جائے تو کیا زاویائی تکبیر بدل جائے گی؟

(c) ایک سادہ خوردبین کی تکبیری طاقت، لینس کے فوکس فاصلے کے مقلوب متناسب ہے۔ تو کم سے کم فوکس فاصلے کا لینس استعمال کرکے زیادہ سے زیادہ تکبیری طاقت حاصل کرنے میں کیا چیز مانع آتی ہے؟

(d) ایک مرکب خوردبین کے بینیہ اور چشمیہ دونوں کا فوکس فاصلہ کم ہونا کیوں لازمی ہے؟

(e) ایک مرکب خوردبین سے دیکھتے وقت، بہترین طور پر دیکھنے کے لیے ہمیں اپنی آنکھیں چشمیہ پر رکھنے کی بجائے اس سے تھوڑے فاصلے پر رکھنا چاہئیں۔ کیوں؟ آنکھ اور چشمیہ کے درمیان وہ تھوڑا فاصلہ کتنا ہونا چاہیے؟

© NCERT not to be republished

9.27 1.25 cm فوکس فاصلے کا بینیہ اور 5.0 cm کا چشمیہ استعمال کرتے ہوئے ہم 30X کی زاویائی تکبیر (تکبیری طاقت) چاہتے ہیں۔ آپ مرکب خوردبین کو کیسے ترتیب دیں گے؟

9.28 ایک چھوٹی دوربین کے بینیہ لینس کا فوکس فاصلہ 140cm ہے اور چشمیہ کا فوکس فاصلہ 5.0cm ہے۔ دوربین کی تکبیری طاقت، دور رکھی اشیا کو دیکھنے کے لیے کیا ہوگی، جب کہ:

(a) دوربین عام طریقے سے درست کی گئی (adjust) ہے (یعنی کہ، آخری شبیہ لامتناہی فاصلے پر بن رہی ہے)؟

(b) آخری شبیہ، واضح بصارت کے کم ترین فاصلے (25cm) پر بن رہی ہے؟

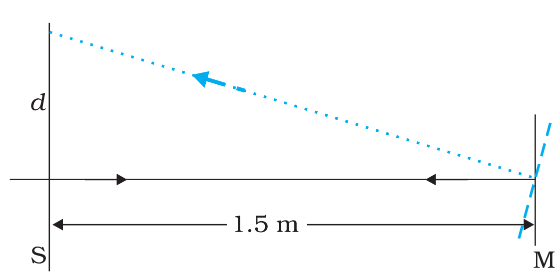
9.29 (a) مشق (a) 9.28 میں بیان کی گئی دوربین کے لیے بینیہ۔لینس اور چشمیہ کے درمیان فاصلہ کیا ہوگا؟

(b) اگر اس دوربین کو 100km اونچے مینار کو دیکھنے کے لیے استعمال کیا جائے جو 3km کے فاصلے پر ہے تو بینیہ۔لینس سے بننے والی مینار کی شبیہ کی اونچائی کیا ہوگی؟

(c) اگر آخری شبیہ 25cm کے فاصلے پر بن رہی ہے تو مینار کی اس آخری شبیہ کی اونچائی کیا ہوگی؟

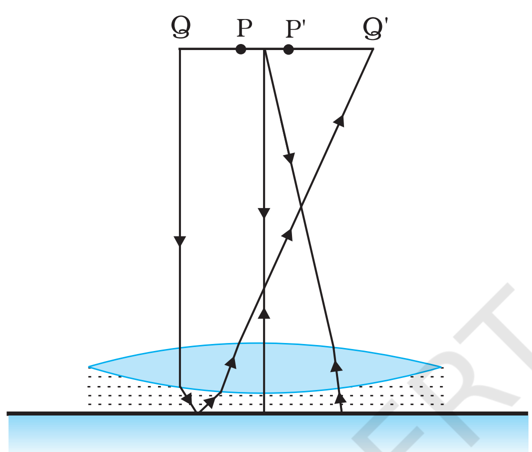
9.30 ایک کیسیگرین دوربین میں دو آئینے استعمال کیے جاتے ہیں، جیسا کہ شکل 9.30 میں دکھایا گیا ہے۔ ایسی دوربین کو اس طرح بنایا جاتا ہے کہ آئینوں کا درمیانی فاصلہ 20mm ہو۔ اگر بڑے آئینہ کا خمی نصف قطر 220mm ہے اور چھوٹے آئینہ کا 140mm ہے، تو لامتناہی فاصلے پر رکھی ایک شے کی آخری شبیہ کہاں بنے گی؟

9.31 ایک گیلوونومیٹر کوائل سے منسلک ایک مسطح آئینے پر واقع روشنی اسی راستے پر واپس لوٹ جاتی ہے جیسا کہ شکل 9.33 میں دکھایا گیا ہے۔ کوائل میں بہہ رہا کرنٹ آئینے میں 3.5° کا انفراج پیدا کرتا ہے۔ 1.5m فاصلے پر رکھے ہوئے پردے پر منعکس ہوئے روشنی کے دھبے کا نقل کیا ہوگا؟



شکل 9.33

9.32 شکل 9.34 میں ایک مساوی۔حدبی لینس دکھایا گیا ہے (انعطاف نما: 1.50)، جو ایک مسطح آئینے کے اوپر بنی رقیق کی تہہ سے تماس میں ہے۔ایک چھوٹی سوئی کی نوک کو خاص۔محور پر حرکت دی جاتی ہے، یہاں تک کہ ایک الٹی شبیہ سوئی کے مقام پر حاصل ہوتی ہے۔سوئی کا لینس سے فاصلہ 45.0cm ناپا گیا ہے۔رقیق کو ہٹا دیا جاتا ہے اور تجربہ دہرایا جاتا ہے۔اب نیا فاصلہ 30.0cm ناپا جاتا ہے۔رقیق کا انعطاف نما کیا ہے؟



شکل 9.34

© NCERT not to be republished