

Chapter Review

- Light travels in straight lines in a uniform medium; its speed in vacuum is 3×10^8 m/s. Reflection is the bouncing back of light from a polished surface. Laws of reflection: (1) the angle of incidence equals the angle of reflection ($\angle i = \angle r$); (2) the incident ray, the reflected ray and the normal at the point of incidence all lie in the same plane.
- Image formed by a plane mirror: virtual and erect, of the same size as the object, formed behind the mirror at the same distance as the object is in front, and laterally inverted (left becomes right).
- Spherical mirrors: concave (reflecting surface curved inwards) and convex (curved outwards). Terms: pole (P), centre of curvature (C), radius of curvature (R), principal axis, principal focus (F) and focal length (f). For spherical mirrors of small aperture, $R = 2f$, i.e. the focus is midway between pole and centre of curvature. Aperture is the diameter of the reflecting surface.
- Rules for ray diagrams for mirrors: (1) a ray parallel to the principal axis passes through (concave) or appears to diverge from (convex) the focus after reflection; (2) a ray through the focus (concave) or directed towards the focus (convex) becomes parallel to the axis; (3) a ray through the centre of curvature retraces its path; (4) a ray incident at the pole is reflected making equal angle with the principal axis.
- Concave mirror images: object at infinity $\rightarrow$ image at F, highly diminished, real, inverted. Beyond C $\rightarrow$ between F and C, diminished, real, inverted. At C $\rightarrow$ at C, same size, real, inverted. Between C and F $\rightarrow$ beyond C, enlarged, real, inverted. At F $\rightarrow$ at infinity, highly enlarged, real, inverted. Between P and F $\rightarrow$ behind the mirror, enlarged, virtual, erect.

- **Convex mirror images:** object at infinity $\rightarrow$ at F behind the mirror, highly diminished, virtual, erect. Anywhere between infinity and $P \rightarrow$ between P and F behind the mirror, diminished, virtual, erect. Uses: concave mirror in torches, headlights, shaving mirrors, ENT doctor's head mirror, solar furnaces, dentists; convex mirror in vehicle rear-view mirrors because they give an erect, diminished image and a wider field of view.
- **Sign convention (New Cartesian):** all distances are measured from the pole; distances along the direction of incident light are positive and against are negative; heights above the principal axis are positive and below are negative. For mirrors, object distance u is always negative; focal length of concave mirror negative, of convex mirror positive.
- **Mirror formula:** $1/v + 1/u = 1/f$. Magnification $m = h'/h = -v/u$. Negative m means a real, inverted image; positive m means a virtual, erect image. $|m| > 1$ means enlarged; $|m| < 1$ means diminished.
- **Refraction** is the bending of light as it passes obliquely from one transparent medium to another due to change in speed. Light bends towards the normal when going from rarer to denser medium (speed decreases) and away from the normal when going denser to rarer. Laws of refraction: (1) incident ray, refracted ray and the normal lie in the same plane; (2) Snell's law: $\sin i / \sin r = \text{constant}$ for a given pair of media.
- **Refractive index** $n = c / v = \text{speed of light in vacuum} / \text{speed of light in medium}$. Relative refractive index $n_{21} = v_1 / v_2$. Optical density is different from mass density: a medium with higher refractive index is optically denser. Refractive index values: air 1.0003, water 1.33, glass 1.5 (crown glass), diamond 2.42 (highest), kerosene 1.44, ice 1.31, alcohol 1.36. Light travels slowest in diamond.

- **Refraction through a rectangular glass slab:** the emergent ray is parallel to the incident ray but is laterally displaced. Real life effects of refraction: a pencil appears bent in water, a coin in a vessel looks raised, a pond appears shallower, stars twinkle and the sun appears raised at sunrise (atmospheric refraction), and objects at the bottom of a tank appear closer.
- **Lens:** a transparent material bound by two spherical surfaces. Convex lens (converging) is thicker in the middle; concave lens (diverging) is thinner in the middle. Terms: optical centre (O), principal axis, principal focus (F_1 and F_2 on either side), focal length (f) and centre of curvature. Rules for ray diagrams: a ray parallel to the axis passes through (convex) or appears to come from (concave) the focus; a ray through the optical centre goes straight without deviation; a ray through the focus becomes parallel.
- **Convex lens images:** object at infinity $\rightarrow$ at F_2 , highly diminished, real, inverted. Beyond $2F_1 \rightarrow$ between F_2 and $2F_2$, diminished, real, inverted. At $2F_1 \rightarrow$ at $2F_2$, same size, real, inverted. Between F_1 and $2F_1 \rightarrow$ beyond $2F_2$, enlarged, real, inverted. At $F_1 \rightarrow$ at infinity, highly enlarged, real, inverted. Between F_1 and $O \rightarrow$ on the same side as the object, enlarged, virtual, erect (magnifying glass). Concave lens: always virtual, erect and diminished image between the focus and optical centre.
- **Lens formula:** $1/v - 1/u = 1/f$. Magnification $m = h'/h = v/u$. Power of a lens $P = 1/f$ (f in metres); the SI unit is dioptre (D). 1 D is the power of a lens of focal length 1 m. Convex lens has positive power; concave lens has negative power. For lenses in contact, the total power $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$. Opticians use power to prescribe lenses.

Important Formulas / Values

- **Laws of reflection:** $\angle i = \angle r$; Speed of light $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

- Focal length: $f = R/2$ (spherical mirror)
- Mirror formula: $1/v + 1/u = 1/f$; Magnification (mirror): $m = h'/h = -v/u$
- Snell's law: $\sin i / \sin r = \text{constant} = n_{21}$
- Refractive index: $n = c / v$; $n_{21} = v_1 / v_2 = n_2 / n_1$
- Lens formula: $1/v - 1/u = 1/f$; Magnification (lens): $m = h'/h = v/u$
- Power of lens: $P = 1/f$ (f in metres), unit dioptre (D); Combination: $P = P_1 + P_2 + \dots$
- Sign convention: u negative; f negative for concave mirror and concave lens; f positive for convex mirror and convex lens

Key Terms

Reflection / Refraction – Reflection: bouncing back of light from a surface; refraction: bending of light on passing from one medium to another.

Principal focus – The point on the principal axis where parallel rays converge (or appear to diverge from) after reflection or refraction.

Centre of curvature / Radius of curvature – Centre of the sphere of which the mirror is a part / its radius, $R = 2f$.

Real / Virtual image – Real: formed by actual meeting of rays, can be obtained on a screen; virtual: formed by apparent meeting, cannot be obtained on a screen.

Magnification – Ratio of the height of the image to the height of the object.

Refractive index – Ratio of the speed of light in vacuum to that in the medium; shows the optical density.

Lateral displacement – The perpendicular shift between the incident ray and the emergent ray through a glass slab.

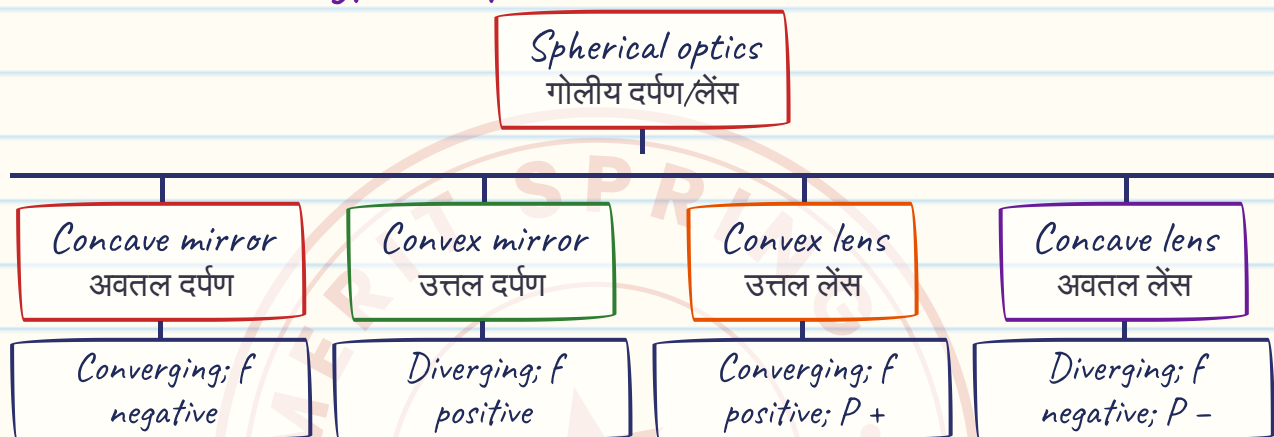
Optical centre – The central point of a lens; a ray passing through it goes undeviated.

Power of a lens – The ability of a lens to converge or diverge rays; $P = 1/f$, measured in dioptre.

Dioptre – SI unit of power; power of a lens with focal length 1 metre.

Diagrams / Flowcharts

Types of Spherical Mirrors and Lenses



Reflection by Concave Mirror: Ray Rules

Ray parallel to axis → passes through F

Ray through F → emerges parallel

Ray through C → retraces its path

Ray at P → reflects at equal angle

Intersection point gives the image

Concave Mirror Image Positions (as object approaches)

Object at infinity: image at F , tiny, real



Beyond C : between F and C , diminished



At C : image at C , same size



Between C and F : beyond C , enlarged



Between P and F : virtual, erect, enlarged

Refraction at a Rarer-to-Denser Boundary

Ray enters denser medium (glass/water)



Speed decreases



Ray bends towards the normal



Obeys Snell's law: $\sin i / \sin r = n$

Convex Lens Image Positions (as object approaches)

At infinity: image at F_2 , point-sized, real



Beyond $2F_1$: between F_2 and $2F_2$, diminished



At $2F_1$: at $2F_2$, same size



Between F_1 and $2F_1$: beyond $2F_2$, enlarged



Between F_1 and O : virtual, erect, enlarged

Solving a Mirror/Lens Numerical

Write given data with signs (u negative)



Choose formula: mirror $1/v + 1/u = 1/f$; lens $1/v - 1/u = 1/f$



Substitute values with signs



Find v ; then $m = -v/u$ (mirror) or v/u (lens)



Interpret: sign of v , m tell image nature

Concave vs Convex Mirror

Concave

- Reflecting surface curves inward
- Converges light
- Real, inverted or virtual, erect images
- Torches, shaving, headlights

Convex

- Reflecting surface curves outward
- Diverges light
- Always virtual, erect, diminished
- Rear-view mirrors

Convex vs Concave Lens

Convex lens

- Thicker in the middle
- Converges light
- Real or virtual images; $f +$, $P +$
- Magnifier, camera, hypermetropia

Concave lens

- Thinner in the middle
- Diverges light
- Always virtual, erect, diminished; $f -$, $P -$
- Myopia correction, peepholes

Textbook Exercise Questions

Q.1 Define the principal focus of a concave mirror.

Ans. Light rays parallel to the principal axis of a concave mirror, after reflection, converge at a single point on the principal axis. This point is the principal focus of the mirror.

Q.2 The radius of curvature of a spherical mirror is 20 cm. What is its focal length?

Ans. $R = 20 \text{ cm}$. $f = R/2 = 20/2 = 10 \text{ cm}$. (It is +10 cm for a convex mirror and -10 cm for a concave mirror with the sign convention.)

Q.3 Name the mirror that can give an erect and enlarged image of an object.

Ans. A concave mirror, when the object is placed between the pole and the principal focus.

Q.4 Why do we prefer a convex mirror as a rear-view mirror in vehicles?

Ans. A convex mirror always forms an erect, diminished image, and has a wider field of view, so the driver can see a large area of traffic behind.

Q.5 Find the focal length of a convex mirror whose radius of curvature is 32 cm.

Ans. $f = R/2 = 32/2 = 16 \text{ cm}$. The focal length is +16 cm.

Q.6 A concave mirror produces three times magnified (enlarged) real image of an object placed at 10 cm in front of it. Where is the image located?

Ans. $m = -3$ (real image), $u = -10$ cm. $m = -v/u$ gives $-3 = -v/(-10)$, so $v = -30$ cm.

The image is located 30 cm in front of the mirror.

Q.7 A ray of light travelling in air enters obliquely into water. Does the light ray bend towards the normal or away from the normal? Why?

Ans. It bends towards the normal, because water is optically denser than air and the speed of light decreases in water.

Q.8 Light enters from air to glass having refractive index 1.50. What is the speed of light in the glass? (Speed of light in vacuum is 3×10^8 m/s.)

Ans. $v = c/n = 3 \times 10^8 / 1.50 = 2 \times 10^8$ m/s.

Q.9 Find out, from Table 10.3, the medium having highest optical density. Also find the medium with lowest optical density.

Ans. Highest optical density: diamond ($n = 2.42$). Lowest optical density: air ($n = 1.0003$).

Q.10 You are given kerosene, turpentine and water. In which of these does the light travel fastest? Use the information given in the table.

Ans. Light travels fastest in water since it has the lowest refractive index (1.33) among kerosene (1.44), turpentine (1.47) and water.

Q.11 The refractive index of diamond is 2.42. What is the meaning of this statement?

Ans. It means the speed of light in vacuum is 2.42 times its speed in diamond. Light travels 2.42 times slower in diamond than in vacuum.

Q.12 Define 1 dioptre of power of a lens.

Ans. One dioptre is the power of a lens of focal length 1 metre.

Q.13 A convex lens forms a real and inverted image of a needle at a distance of 50 cm from the lens. Where is the needle placed in front of the convex lens if the image is equal to the size of the object? Also, find the power of the lens.

Ans. Image size equals object size, so the needle is at $2F$, and the image distance $v = 50 \text{ cm} = 2f$, hence $f = 25 \text{ cm}$ and $u = -50 \text{ cm}$.

$$P = 1/f = 1/0.25 = +4 \text{ D.}$$

Q.14 Find the power of a concave lens of focal length 2 m.

Ans. For a concave lens $f = -2 \text{ m}$. $P = 1/f = -0.5 \text{ D}$.

Q.15 Which one of the following materials cannot be used to make a lens? (a) Water (b) Glass (c) Plastic (d) Clay.

Ans. The answer is (d) clay, since it is not transparent.

Q.16 The image formed by a concave mirror is observed to be virtual, erect and larger than the object. Where should be the position of the object? (a) Between the principal focus and the centre of curvature (b) At the centre of curvature (c) Beyond the centre of curvature (d) Between the pole of the mirror and its principal focus.

Ans. The answer is (d) between the pole of the mirror and its principal focus.

Q.17 Where should an object be placed in front of a convex lens to get a real image of the size of the object? (a) At the principal focus (b) At twice the focal length (c) At infinity (d) Between the optical centre and principal focus.

Ans. The answer is (b) at twice the focal length ($2F$).

Q.18 A spherical mirror and a thin spherical lens have each a focal length of -15 cm. The mirror and the lens are likely to be: (a) both concave (b) both convex (c) the mirror is concave and the lens is convex (d) the mirror is convex, but the lens is concave.

Ans. The answer is (a) both concave. Negative focal length means concave for both.

Q.19 No matter how far you stand from a mirror, your image appears erect. The mirror is likely to be: (a) plane (b) concave (c) convex (d) either plane or convex.

Ans. The answer is (d) either plane or convex.

Q.20 Which of the following lenses would you prefer to use while reading small letters found in a dictionary? (a) A convex lens of focal length 50 cm (b) A concave lens of focal length 50 cm (c) A convex lens of focal length 5 cm (d) A concave lens of focal length 5 cm.

Ans. The answer is (c) a convex lens of focal length 5 cm. A short focal length convex lens gives a larger magnification.

Q.21 We wish to obtain an erect image of an object, using a concave mirror of focal length 15 cm. What should be the range of distance of the object from the mirror? What is the nature of the image? Is the image larger or smaller than the object? Draw a ray diagram.

Ans. The object should be between the pole and the focus, i.e. at a distance less than 15 cm from the mirror. The image is virtual, erect and larger than the object (enlarged).

Q.22 Name the type of mirror used in the following situations. (a) Headlights of a car (b) Side/rear-view mirror of a vehicle (c) Solar furnace.

Ans. (a) Concave mirror. (b) Convex mirror. (c) Concave mirror. Reason: concave mirrors give parallel beams or focus the sun's rays; convex mirrors give a wider field of view.

Q.23 One-half of a convex lens is covered with a black paper. Will this lens produce a complete image of the object? Verify your answer experimentally. Explain your observations.

Ans. Yes, the lens still produces a complete image, but its brightness (intensity) is reduced since fewer rays pass through. The remaining half still collects rays from every part of the object.

Q.24 An object 5 cm in length is held 25 cm away from a converging lens of focal length 10 cm. Draw the ray diagram and find the position, size and the nature of the image formed.

Ans. $u = -25$ cm, $f = +10$ cm, $h = 5$ cm. $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} + \frac{1}{u} = \frac{1}{10} - \frac{1}{25} = \frac{(5 - 2)}{50} = \frac{3}{50}$, so $v = +16.7$ cm (real, on the other side).
 $m = v/u = 16.7/-25 = -0.67$. $h' = m \cdot h = -3.3$ cm. The image is real, inverted, diminished (3.3 cm), at 16.7 cm from the lens.

Q.25 A concave lens of focal length 15 cm forms an image 10 cm from the lens. How far is the object placed from the lens? Draw the ray diagram.

Ans. $f = -15$ cm, $v = -10$ cm (virtual, same side). $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{(-3 + 2)}{30} = -\frac{1}{30}$, so $u = -30$ cm.
 The object is 30 cm in front of the lens.

Q.26 An object is placed at a distance of 10 cm from a convex mirror of focal length 15 cm. Find the position and nature of the image.

Ans. $u = -10$ cm, $f = +15$ cm. $1/v = 1/f - 1/u = 1/15 + 1/10 = (2 + 3)/30 = 5/30$, so $v = +6$ cm.

The image is formed 6 cm behind the mirror: virtual and erect. $m = -v/u = 0.6$, so diminished.

Q.27 The magnification produced by a plane mirror is +1. What does this mean?

Ans. It means the image is the same size as the object ($|m| = 1$) and is virtual and erect (positive sign).

Q.28 An object 5.0 cm in length is placed at a distance of 20 cm in front of a convex mirror of radius of curvature 30 cm. Find the position of the image, its nature and size.

Ans. $R = 30$ cm so $f = +15$ cm; $u = -20$ cm. $1/v = 1/15 + 1/20 = (4 + 3)/60 = 7/60$, so $v = +8.6$ cm.

$m = -v/u = 8.6/20 = +0.43$. $h' = 0.43 \times 5 = 2.2$ cm. The image is virtual, erect, diminished, 2.2 cm tall, behind the mirror at 8.6 cm.

Q.29 An object of size 7.0 cm is placed at 27 cm in front of a concave mirror of focal length 18 cm. At what distance from the mirror should a screen be placed, so that a sharp focused image can be obtained? Find the size and the nature of the image.

Ans. $u = -27$ cm, $f = -18$ cm. $1/v = 1/f - 1/u = -1/18 + 1/27 = (-3 + 2)/54 = -1/54$, so $v = -54$ cm.

The screen must be at 54 cm in front of the mirror. $m = -v/u = -(-54)/(-27) = -2$; $h' = -2 \times 7 = -14$ cm. The image is real, inverted and enlarged (14 cm).

Q.30 Find the focal length of a lens of power -2.0 D. What type of lens is this?

Ans. $f = 1/P = 1/(-2.0) = -0.5 \text{ m} = -50 \text{ cm}$. It is a concave lens (diverging).

Q.31 A doctor has prescribed a corrective lens of power $+1.5$ D. Find the focal length of the lens. Is the prescribed lens diverging or converging?

Ans. $f = 1/1.5 = +0.67 \text{ m}$. The lens is converging (convex) because its power is positive.

CBSE Previous Year Board Questions (with Solutions)

Q.1 [CBSE Board / 3 marks] An object 4 cm high is placed 15 cm in front of a concave mirror of focal length 10 cm. Find the position, nature and size of the image.

Ans. $u = -15$, $f = -10$. $1/v = 1/f - 1/u = -1/10 + 1/15 = -1/30$, so $v = -30 \text{ cm}$.

$m = -v/u = -(-30)/(-15) = -2$, $h' = -8 \text{ cm}$. The image is real, inverted, enlarged (8 cm), at 30 cm in front of the mirror.

Q.2 [CBSE Board / 3 marks] State the laws of refraction of light. Define the refractive index of a medium.

Ans. (1) The incident ray, the refracted ray and the normal lie in one plane.
(2) $\sin i / \sin r = \text{constant}$ (Snell's law). Refractive index $n = \text{speed of light in vacuum} / \text{speed of light in the medium}$.

Q.3 [CBSE Board / 3 marks] The refractive index of water is 1.33 and of glass is 1.5. Calculate the speed of light in each. ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

Ans. Water: $v = 3 \times 10^8 / 1.33 = 2.26 \times 10^8 \text{ m/s}$. Glass: $v = 3 \times 10^8 / 1.5 = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Q.4 [CBSE Board / 2 marks] Why does a concave mirror give a virtual image when the object is between pole and focus?

Ans. The reflected rays diverge and do not meet; they appear to meet behind the mirror, producing a virtual, erect, enlarged image.

Q.5 [CBSE Board / 3 marks] A convex lens of focal length 20 cm forms an image of an object placed at 30 cm. Find the image distance and magnification.

Ans. $u = -30$, $f = +20$. $1/v = 1/20 - 1/30 = 1/60$, so $v = +60$ cm. $m = v/u = 60/-30 = -2$: real, inverted, enlarged.

Q.6 [CBSE Board / 2 marks] Define power of a lens. A lens has focal length -25 cm. Find the power and name the lens.

Ans. Power = reciprocal of focal length in metres. $P = 1/(-0.25) = -4$ D. It is a concave lens.

Q.7 [CBSE Board / 3 marks] List three differences between a real image and a virtual image.

Ans. Real: formed by actual meeting of rays; can be got on a screen; usually inverted. Virtual: formed by apparent meeting; cannot be got on a screen; usually erect.

Q.8 [CBSE Board / 3 marks] Draw a ray diagram to show the image formed by a convex lens when the object is placed between F and 2F.

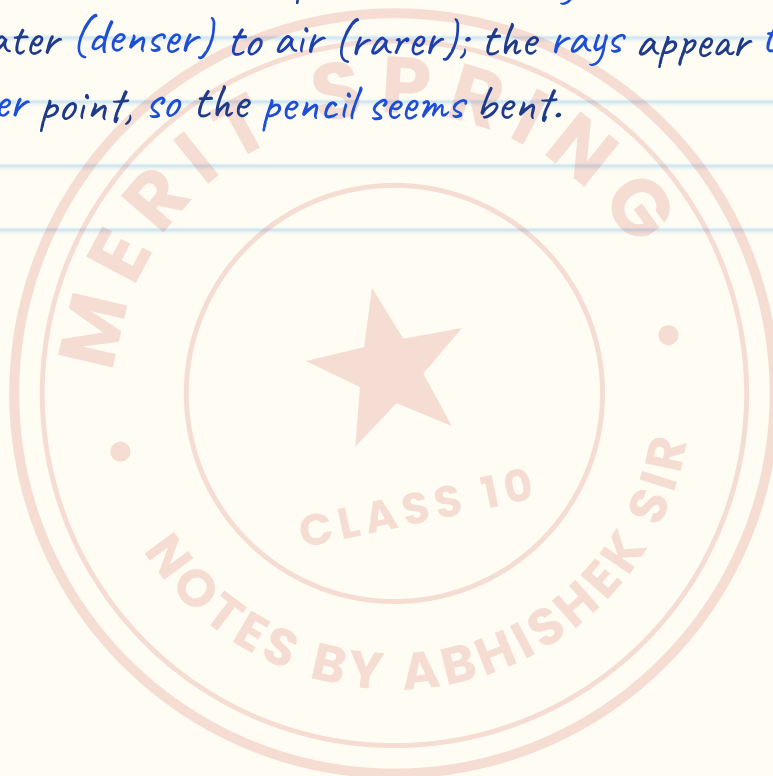
Ans. Image is formed beyond 2F on the other side, is real, inverted and enlarged. The rays: one parallel to axis goes through F_2 , and one through the optical centre goes straight.

Q.9 [CBSE Board / Assertion-Reason] Assertion (A): A convex mirror is used as a rear-view mirror. Reason (R): It forms a virtual, erect, diminished image and has a wider field of view.

Ans. Both A and R are true, and R is the correct explanation of A.

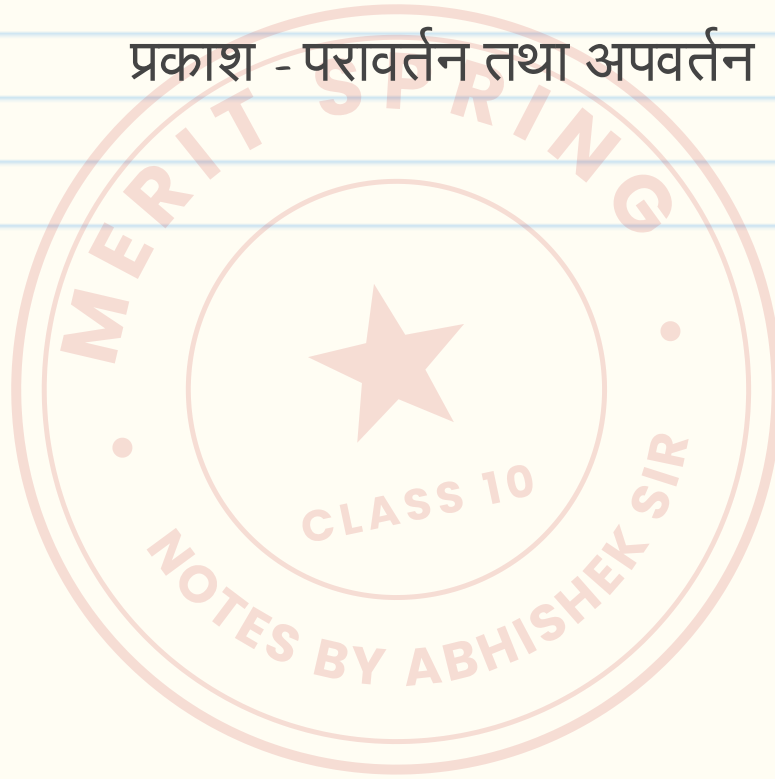
Q.10 [CBSE Board / 3 marks] Why does a pencil partly dipped in water appear bent at the water surface?

Ans. Light from the immersed part bends away from the normal while going from water (denser) to air (rarer); the rays appear to come from a shallower point, so the pencil seems bent.



HINDI VERSION

प्रकाश - परावर्तन तथा अपवर्तन



अध्याय समीक्षा

- प्रकाश एकसमान माध्यम में सीधी रेखा में चलता है; निर्वात में इसकी चाल $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ है। परावर्तन किसी पॉलिश सतह से प्रकाश का वापस लौटना है। परावर्तन के नियम: (1) आपतन कोण परावर्तन कोण के बराबर होता है ($\angle i = \angle r$); (2) आपतित किरण, परावर्तित किरण और आपतन बिंदु पर अभिलंब एक ही तल में होते हैं।
- समतल दर्पण से बना प्रतिबिंब: आभासी और सीधा, वस्तु के आकार के बराबर, दर्पण के पीछे उतनी ही दूरी पर जितनी वस्तु आगे है, तथा पार्श्व उलटा (बायाँ दायाँ हो जाता है)।
- गोलीय दर्पण: अवतल (परावर्तक सतह भीतर की ओर वक्रित) और उत्तल (बाहर की ओर वक्रित)। पद: ध्रुव (P), वक्रता केंद्र (C), वक्रता त्रिव्या (R), मुख्य अक्ष, मुख्य फोकस (F) और फोकस दूरी (f)। छोटे द्वारक के गोलीय दर्पणों के लिए $R = 2f$, अर्थात् फोकस ध्रुव और वक्रता केंद्र के बीच मध्य में होता है। द्वारक परावर्तक सतह का व्यास है।
- दर्पणों के किरण आरेख के नियम: (1) मुख्य अक्ष के समांतर किरण परावर्तन के बाद फोकस से गुजरती है (अवतल) या फोकस से आती प्रतीत होती है (उत्तल); (2) फोकस से गुजरती (अवतल) या फोकस की ओर निर्दिष्ट (उत्तल) किरण अक्ष के समांतर हो जाती है; (3) वक्रता केंद्र से गुजरने वाली किरण उसी मार्ग से लौटती है; (4) ध्रुव पर आपतित किरण मुख्य अक्ष से समान कोण बनाकर परावर्तित होती है।
- अवतल दर्पण के प्रतिबिंब: वस्तु अनंत पर $\rightarrow$ F पर, अत्यंत छोटा, वास्तविक, उलटा। C से परे $\rightarrow$ F और C के बीच, छोटा, वास्तविक, उलटा। C पर $\rightarrow$ C पर, समान आकार, वास्तविक, उलटा। C और F के बीच $\rightarrow$ C से परे, बड़ा, वास्तविक, उलटा। F पर $\rightarrow$ अनंत पर, अत्यंत बड़ा, वास्तविक, उलटा। P और F के बीच $\rightarrow$ दर्पण के पीछे, बड़ा, आभासी, सीधा।
- उत्तल दर्पण के प्रतिबिंब: वस्तु अनंत पर $\rightarrow$ दर्पण के पीछे F पर, अत्यंत छोटा, आभासी, सीधा। अनंत और P के बीच कहीं भी $\rightarrow$ दर्पण के पीछे P और F के बीच, छोटा, आभासी, सीधा।
उपयोग: अवतल दर्पण टॉर्च, हेडलाइट, शेविंग दर्पण, ENT डॉक्टर के हेड मिरर, सौर भट्ठी, दंत चिकित्सक में; उत्तल दर्पण वाहनों के पश्च-दृश्य दर्पण में क्योंकि वह सीधा, छोटा प्रतिबिंब और अधिक दृष्टि-क्षेत्र देता है।

- चिह्न परिपाटी (नई कार्तीय): सभी दूरियाँ ध्रुव से मापी जाती हैं; आपतित प्रकाश की दिशा में दूरियाँ धनात्मक और विपरीत में ऋणात्मक; मुख्य अक्ष से ऊपर ऊँचाई धनात्मक और नीचे ऋणात्मक। दर्पण के लिए वस्तु दूरी u सदा ऋणात्मक; अवतल दर्पण की फोकस दूरी ऋणात्मक, उत्तल की धनात्मक।
- दर्पण सूत्र: $1/v + 1/u = 1/f$ आवर्धन $m = h'/h = -v/u$ ऋणात्मक m का अर्थ वास्तविक, उलटा प्रतिबिंब; धनात्मक m का अर्थ आभासी, सीधा प्रतिबिंब। $|m| > 1$ बड़ा और $|m| < 1$ छोटा प्रतिबिंब।
- अपवर्तन एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे में तिरछे जाते समय चाल बदलने से प्रकाश का मुड़ना है। विरल से सघन माध्यम में जाने पर प्रकाश अभिलंब की ओर मुड़ता है (चाल घटती है) और सघन से विरल में अभिलंब से दूर। अपवर्तन के नियम: (1) आपतित किरण, अपवर्तित किरण और अभिलंब एक ही तल में; (2) स्नेल का नियम: दो माध्यमों के जोड़े के लिए $\sin i / \sin r = \text{नियतांक}$ ।
- अपवर्तनांक $n = c / v = \text{निर्वात में प्रकाश की चाल} / \text{माध्यम में प्रकाश की चाल}$ । सापेक्ष अपवर्तनांक $n_{21} = v_1 / v_2$ प्रकाशिक घनत्व द्रव्यमान घनत्व से भिन्न है: अधिक अपवर्तनांक वाला माध्यम प्रकाशतः सघन होता है। मान: वायु 1.0003, जल 1.33, काँच 1.5 (क्राउन), हीरा 2.42 (सर्वाधिक), केरोसिन 1.44, बर्फ 1.31, ऐल्कोहॉल 1.36। प्रकाश हीरे में सबसे धीमा चलता है।
- आयताकार काँच की सिल्ली से अपवर्तन: निर्गत किरण आपतित किरण के समांतर होती है पर पार्श्वतः विस्थापित। अपवर्तन के दैनिक प्रभाव: जल में पेंसिल मुड़ी दिखती है, बर्तन में सिक्का ऊपर उठा लगता है, तालाब उथला दिखता है, तारे टिमटिमाते हैं और सूर्य सूर्योदय पर ऊपर उठा दिखता है (वायुमंडलीय अपवर्तन), टंकी की तली की वस्तुएँ पास दिखती हैं।
- लेंस: दो गोलीय पृष्ठों से घिरा पारदर्शी पदार्थ। उत्तल लेंस (अभिसारी) बीच में मोटा; अवतल लेंस (अपसारी) बीच में पतला। पदः प्रकाशिक केंद्र (O), मुख्य अक्ष, मुख्य फोकस (दोनों ओर F_1 और F_2), फोकस दूरी (f) और वक्रता केंद्र। किरण आरेख नियम: अक्ष के समांतर किरण फोकस से गुजरती (उत्तल) या फोकस से आती प्रतीत होती (अवतल) हैं; प्रकाशिक केंद्र से गुजरने वाली किरण बिना विचलन के सीधी जाती है; फोकस से गुजरने वाली किरण समांतर हो जाती है।

- उत्तल लेंस के प्रतिबिंब: वस्तु अनंत पर $\rightarrow F_2$ पर, अत्यंत छोटा, वास्तविक, उलटा। $2F_1$ से परे $\rightarrow F_2$ और $2F_2$ के बीच, छोटा, वास्तविक, उलटा। $2F_1$ पर $\rightarrow 2F_2$ पर, समान आकार, वास्तविक, उलटा। F_1 और $2F_1$ के बीच $\rightarrow 2F_2$ से परे, बड़ा, वास्तविक, उलटा। F_1 पर $\rightarrow$ अनंत पर, अत्यंत बड़ा, वास्तविक, उलटा। F_1 और O के बीच $\rightarrow$ वस्तु की ओर ही, बड़ा, आभासी, सीधा (आवर्धक लेंस)। अवतल लेंस: सदैव आभासी, सीधा और छोटा प्रतिबिंब, फोकस और प्रकाशिक केंद्र के बीच।
- लेंस सूत्र: $1/v - 1/u = 1/f$ आवर्धन $m = h'/h = v/u$ लेंस की क्षमता $P = 1/f$ (f मीटर में); SI मात्रक डायोप्टर (D) है। D, 1 m फोकस दूरी वाले लेंस की क्षमता है। उत्तल लेंस की क्षमता धनात्मक; अवतल की ऋणात्मक। संपर्क में रखे लेंसों की कुल क्षमता $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$ । चश्मा विक्रेता क्षमता के आधार पर लेंस बताते हैं।

महत्वपूर्ण सूत्र / मान

- परावर्तन के नियम: $\angle i = \angle r$; प्रकाश की चाल $c = 3 \times 10^8$ m/s
- फोकस दूरी: $f = R/2$ (गोलीय दर्पण)
- दर्पण सूत्र: $1/v + 1/u = 1/f$; आवर्धन (दर्पण): $m = h'/h = -v/u$
- स्नेल का नियम: $\sin i / \sin r = \text{नियतांक} = n_{21}$
- अपवर्तनांक: $n = c / v$; $n_{21} = v_1 / v_2 = n_2 / n_1$
- लेंस सूत्र: $1/v - 1/u = 1/f$; आवर्धन (लेंस): $m = h'/h = v/u$
- लेंस की क्षमता: $P = 1/f$ (f मीटर में), मात्रक डायोप्टर (D); संयोजन: $P = P_1 + P_2 + \dots$
- चिह्न परिपाटी: u ऋणात्मक; अवतल दर्पण व अवतल लेंस के लिए f ऋणात्मक; उत्तल दर्पण व उत्तल लेंस के लिए f धनात्मक

मुख्य शब्दावली

परावर्तन / अपवर्तन - परावर्तन: सतह से प्रकाश का वापस लौटना; अपवर्तन: एक माध्यम से दूसरे में जाने पर प्रकाश का मुड़ना।

मुख्य फोकस - मुख्य अक्ष पर वह बिंदु जहाँ समांतर किरणें परावर्तन/अपवर्तन के बाद मिलती (या जिससे आती प्रतीत होती) हैं।

वक्रता केंद्र / वक्रता त्रिज्या - जिस गोले का दर्पण भाग है उसका केंद्र / उसकी त्रिज्या, $R = 2f$

वास्तविक / आभासी प्रतिबिंब - वास्तविक: किरणों के वास्तविक मिलने से बना, परदे पर प्राप्त होता है; आभासी: आभासी मिलन से बना, परदे पर नहीं मिलता।

आवर्धन - प्रतिबिंब की ऊँचाई और वस्तु की ऊँचाई का अनुपात।

अपवर्तनांक - निर्वात में प्रकाश की चाल और माध्यम में चाल का अनुपात; प्रकाशिक घनत्व दर्शाता है।

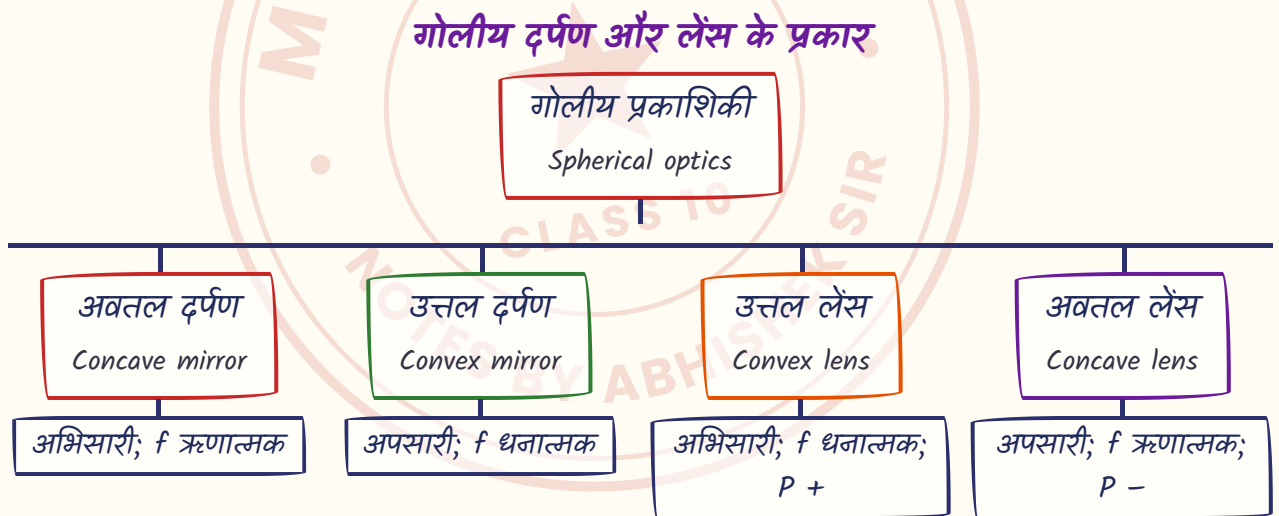
पार्श्व विस्थापन - काँच की सिल्ली से आपतित और निर्गत किरण के बीच की लंबवत दूरी।

प्रकाशिक केंद्र - लेंस का मध्य बिंदु; इससे गुजरने वाली किरण विचलित नहीं होती।

लेंस की क्षमता - लेंस की किरणों को अभिसारित या अपसारित करने की क्षमता; $P = 1/f$, डायोप्टर में।

डायोप्टर - क्षमता का SI मात्रक; 1 मीटर फोकस दूरी वाले लेंस की क्षमता।

आरेख / फ्लोचार्ट



अवतल दर्पण: किरण आरेख के नियम

अक्ष के समांतर किरण $\rightarrow$ F से गुजरती



F से गुजरती किरण $\rightarrow$ समांतर निकलती



C से गुजरती किरण $\rightarrow$ उसी मार्ग से लौटती



ध्रुव पर किरण $\rightarrow$ समान कोण से परावर्तित



किरणों का कटान बिंदु प्रतिबिंब देता है

अवतल दर्पण: वस्तु पास आने पर प्रतिबिंब स्थिति

अनंत पर: F पर, बिंदु जैसा, वास्तविक



C से परे: F और C के बीच, छोटा



C पर: C पर, समान आकार



C और F के बीच: C से परे, बड़ा



P और F के बीच: आभासी, सीधा, बड़ा

विरल से सघन सीमा पर अपवर्तन

किरण सघन माध्यम (काँच/जल) में जाती है

चाल घटती है

किरण अभिलंब की ओर मुड़ती है

स्नेल का नियम: $\sin i / \sin r = n$

उत्तल लेंस: वस्तु पास आने पर प्रतिबिंब स्थिति

अनंत पर: F_2 पर, बिंदु जैसा, वास्तविक

$2F_1$ से परे: F_2 और $2F_2$ के बीच, छोटा

$2F_1$ पर: $2F_2$ पर, समान आकार

F_1 और $2F_1$ के बीच: $2F_2$ से परे, बड़ा

F_1 और O के बीच: आभासी, सीधा, बड़ा

दर्पण/लेंस का आंकिक प्रश्न हल करना

दिए आँकड़े चिह्न सहित लिखें (u ऋणात्मक)



सूत्र चुनें: दर्पण $1/v + 1/u = 1/f$; लेंस $1/v - 1/u = 1/f$



चिह्न सहित मान रखें



v ज्ञात करें ; फिर $m = -v/u$ (दर्पण) या v/u (लेंस)



v और m के चिह्न से प्रतिबिंब की प्रकृति

अवतल बनाम उत्तल दर्पण

अवतल

- परावर्तक सतह अंदर की ओर
- प्रकाश को अभिसारित करता है
- वास्तविक, उलटा या आभासी, सीधा
- टॉर्च, शेविंग, हेडलाइट

उत्तल

- परावर्तक सतह बाहर की ओर
- प्रकाश को अपसारित करता है
- सदा आभासी, सीधा, छोटा
- पश्च-दृश्य दर्पण

उत्तल बनाम अवतल लेंस

उत्तल लेंस

- बीच में मोटा
- प्रकाश को अभिसारित करता है
- वास्तविक या आभासी; $f +$, $P +$
- आवर्धक, कैमरा, दीर्घदृष्टि

अवतल लेंस

- बीच में पतला
- प्रकाश को अपसारित करता है
- सदा आभासी, सीधा, छोटा; $f -$, $P -$
- निकट दृष्टि सुधार, पीपहोल

पाठ्यपुस्तक अभ्यास प्रश्न

प्र.1 अवतल दर्पण के मुख्य फोकस की परिभाषा लिखिए।

उत्तर- अवतल दर्पण के मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश किरणों परावर्तन के बाद मुख्य अक्ष के एक बिंदु पर अभिसरित होती हैं। यह बिंदु दर्पण का मुख्य फोकस है।

प्र.2 एक गोलीय दर्पण की वक्रता त्रिज्या 20 cm है। इसकी फोकस दूरी क्या होगी?

उत्तर- $R = 20 \text{ cm}$ । $f = R/2 = 20/2 = 10 \text{ cm}$ । (चिह्न परिपाटी में उत्तल दर्पण के लिए +10 cm और अवतल दर्पण के लिए -10 cm)।

प्र.3 उस दर्पण का नाम बताइए जो वस्तु का सीधा तथा आवर्धित प्रतिबिंब बना सके।

उत्तर- अवतल दर्पण, जब वस्तु ध्रुव और मुख्य फोकस के बीच रखी जाए।

प्र.4 हम वाहनों में उत्तल दर्पण को पश्च-दृश्य दर्पण के रूप में वरीयता क्यों देते हैं?

उत्तर- उत्तल दर्पण सदैव सीधा, छोटा प्रतिबिंब बनाता है और उसका दृष्टि-क्षेत्र बड़ा होता है, इसलिए चालक पीछे के यातायात का बड़ा क्षेत्र देख सकता है।

प्र.5 उस उत्तल दर्पण की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए जिसकी वक्रता त्रिज्या 32 cm है।

उत्तर- $f = R/2 = 32/2 = 16 \text{ cm}$ । फोकस दूरी +16 cm है।

प्र.6 एक अवतल दर्पण अपने सामने 10 cm दूरी पर रखी किसी वस्तु का तीन गुना आवर्धित वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है। प्रतिबिंब दर्पण से कितनी दूरी पर है?

उत्तर- $m = -3$ (वास्तविक प्रतिबिंब), $u = -10 \text{ cm}$ । $m = -v/u$ से $-3 = -v/(-10)$, अतः $v = -30 \text{ cm}$ ।

प्रतिबिंब दर्पण के सामने 30 cm दूरी पर बनता है।

प्र.7 वायु में चलती एक प्रकाश किरण जल में तिरछी प्रवेश करती है। क्या प्रकाश किरण अभिलंब की ओर झुकेगी अथवा अभिलंब से दूर हटेगी? बताइए क्यों?

उत्तर- अभिलंब की ओर झुकेगी, क्योंकि जल वायु की तुलना में प्रकाशतः सघन है और जल में प्रकाश की चाल घट जाती है।

प्र.8 प्रकाश वायु से 1.50 अपवर्तनांक की काँच की प्लेट में प्रवेश करता है। काँच में प्रकाश की चाल कितनी है? (निर्वात में प्रकाश की चाल $3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

उत्तर- $v = c/n = 3 \times 10^8 / 1.50 = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$

प्र.9 सारणी 10.3 से अधिकतम प्रकाशिक घनत्व का माध्यम ज्ञात कीजिए। न्यूनतम प्रकाशिक घनत्व का माध्यम भी ज्ञात कीजिए।

उत्तर- अधिकतम प्रकाशिक घनत्व: हीरा ($n = 2.42$)। न्यूनतम प्रकाशिक घनत्व: वायु ($n = 1.0003$)।

प्र.10 आपको केरोसिन, तारपीन का तेल तथा जल दिए गए हैं। इनमें से किसमें प्रकाश सबसे अधिक तेज़ चलता है? सारणी की सूचना का उपयोग कीजिए।

उत्तर- जल में प्रकाश सबसे तेज़ चलता है, क्योंकि केरोसिन (1.44), तारपीन (1.47) और जल (1.33) में जल का अपवर्तनांक सबसे कम है।

प्र.11 हीरे का अपवर्तनांक 2.42 है। इस कथन का क्या अभिप्राय है?

उत्तर- इसका अर्थ है कि निर्वात में प्रकाश की चाल हीरे में उसकी चाल की 2.42 गुना है। प्रकाश हीरे में निर्वात की तुलना में 2.42 गुना धीमे चलता है।

प्र.12 किसी लेंस की 1 डायोप्टर क्षमता को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- 1 डायोप्टर उस लेंस की क्षमता है जिसकी फोकस दूरी 1 मीटर है।

प्र.13 कोई उत्तल लेंस किसी सुई का वास्तविक तथा उलटा प्रतिबिंब लेंस से 50 cm दूरी पर बनाता है। यदि प्रतिबिंब का साइज़ वस्तु के साइज़ के बराबर है, तो सुई को लेंस से कितनी दूरी पर रखा गया है? लेंस की क्षमता भी ज्ञात कीजिए।

उत्तर- प्रतिबिंब वस्तु के बराबर है, इसलिए सुई 2F पर है और प्रतिबिंब दूरी $v = 50 \text{ cm} = 2f$,
अतः $f = 25 \text{ cm}$ तथा $u = -50 \text{ cm}$ ।

$$P = 1/f = 1/0.25 = +4 \text{ D}$$

प्र.14 2 m फोकस दूरी वाले एक अवतल लेंस की क्षमता ज्ञात कीजिए।

उत्तर- अवतल लेंस के लिए $f = -2 \text{ m}$ । $P = 1/f = -0.5 \text{ D}$ ।

प्र.15 निम्न में से किस पदार्थ का लेंस नहीं बनाया जा सकता? (a) जल (b) काँच (c) प्लास्टिक (d) मिट्टी।

उत्तर- उत्तर (d) मिट्टी है, क्योंकि वह पारदर्शी नहीं है।

प्र.16 किसी अवतल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब आभासी, सीधा तथा वस्तु से बड़ा पाया गया। वस्तु की स्थिति कहाँ होनी चाहिए? (a) मुख्य फोकस और वक्रता केंद्र के बीच (b) वक्रता केंद्र पर (c) वक्रता केंद्र से परे (d) दर्पण के ध्रुव और मुख्य फोकस के बीच।

उत्तर- उत्तर (d) दर्पण के ध्रुव और मुख्य फोकस के बीच है।

प्र.17 वस्तु के आकार के बराबर वास्तविक प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए वस्तु को उत्तल लेंस के सामने कहाँ रखें? (a) लेंस के मुख्य फोकस पर (b) फोकस दूरी की दोगुनी दूरी पर (c) अनंत पर (d) लेंस के प्रकाशिक केंद्र और मुख्य फोकस के बीच।

उत्तर- उत्तर (b) फोकस दूरी की दोगुनी दूरी (2F) पर है।

प्र.18 किसी गोलीय दर्पण तथा किसी पतले गोलीय लेंस, दोनों की फोकस दूरियाँ -15 cm हैं। दर्पण तथा लेंस संभवतः हैं: (a) दोनों अवतल (b) दोनों उत्तल (c) दर्पण अवतल तथा लेंस उत्तल (d) दर्पण उत्तल तथा लेंस अवतल।

उत्तर- उत्तर (a) दोनों अवतल हैं। दोनों के लिए ऋणात्मक फोकस दूरी का अर्थ अवतल है।

प्र.19 आप दर्पण से कितनी भी दूरी पर खड़े हों, आपका प्रतिबिंब सदैव सीधा प्रतीत होता है। संभवतः दर्पण है: (a) केवल समतल (b) केवल अवतल (c) केवल उत्तल (d) समतल अथवा उत्तल।

उत्तर- उत्तर (d) समतल अथवा उत्तल है।

प्र.20 शब्दकोश में छपे छोटे अक्षरों को पढ़ने के लिए आप कौन-सा लेंस पसंद करेंगे? (a) 50 cm फोकस दूरी का उत्तल लेंस (b) 50 cm फोकस दूरी का अवतल लेंस (c) 5 cm फोकस दूरी का उत्तल लेंस (d) 5 cm फोकस दूरी का अवतल लेंस।

उत्तर- उत्तर (c) 5 cm फोकस दूरी का उत्तल लेंस है। कम फोकस दूरी का उत्तल लेंस अधिक आवर्धन देता है।

प्र.21 हम 15 cm फोकस दूरी के अवतल दर्पण द्वारा किसी वस्तु का सीधा प्रतिबिंब प्राप्त करना चाहते हैं। वस्तु की दर्पण से दूरी का परिसर क्या होना चाहिए? प्रतिबिंब की प्रकृति कैसी है? प्रतिबिंब वस्तु से बड़ा है या छोटा? किरण आरेख बनाइए।

उत्तर- वस्तु ध्रुव और फोकस के बीच, अर्थात् दर्पण से 15 cm से कम दूरी पर होनी चाहिए। प्रतिबिंब आभासी, सीधा और वस्तु से बड़ा (आवर्धित) होगा।

प्र.22 निम्न स्थितियों में प्रयुक्त दर्पण का प्रकार बताइए: (a) किसी कार की हेडलाइट (b) वाहन का पार्श्व/पश्च-दृश्य दर्पण (c) सौर भट्टी।

उत्तर- (a) अवतल दर्पण। (b) उत्तल दर्पण। (c) अवतल दर्पण। कारण: अवतल दर्पण समांतर किरणपुंज देते हैं या सूर्य की किरणें फोकस पर लाते हैं; उत्तल दर्पण अधिक दृष्टि-क्षेत्र देते हैं।

प्र.23 किसी उत्तल लेंस का आधा भाग काले कागज़ से ढक दिया गया है। क्या यह लेंस किसी वस्तु का पूरा प्रतिबिंब बना पाएगा? अपने उत्तर की प्रयोग द्वारा जाँच कीजिए। अपने प्रेक्षण की व्याख्या कीजिए।

उत्तर- हाँ, लेंस फिर भी पूरा प्रतिबिंब बनाएगा, पर उसकी तीव्रता (चमक) कम हो जाएगी क्योंकि कम किरणें गुज़रती हैं। शेष आधा भाग वस्तु के हर भाग से किरणें एकत्र करता रहता है।

प्र.24 5 cm लंबाई की कोई वस्तु 10 cm फोकस दूरी के किसी अभिसारी लेंस से 25 cm दूरी पर रखी गई है। किरण आरेख खींचकर प्रतिबिंब की स्थिति, साइज़ तथा प्रकृति ज्ञात कीजिए।

उत्तर- $u = -25 \text{ cm}$, $f = +10 \text{ cm}$, $h = 5 \text{ cm}$ । $1/v = 1/f + 1/u = 1/10 - 1/25 = (5 - 2)/50 = 3/50$, अतः $v = +16.7 \text{ cm}$ (वास्तविक, दूसरी ओर)।
 $m = v/u = 16.7/-25 = -0.67$ । $h' = m \cdot h = -3.3 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब वास्तविक, उलटा, छोटा (3.3 cm), लेंस से 16.7 cm पर है।

प्र.25 15 cm फोकस दूरी का एक अवतल लेंस किसी बिंब का लेंस से 10 cm दूरी पर प्रतिबिंब बनाता है। बिंब लेंस से कितनी दूरी पर स्थित है? किरण आरेख बनाइए।

उत्तर- $f = -15 \text{ cm}$, $v = -10 \text{ cm}$ (आभासी, उसी ओर)। $1/u = 1/v - 1/f = -1/10 + 1/15 = (-3 + 2)/30 = -1/30$, अतः $u = -30 \text{ cm}$ ।
बिंब लेंस के सामने 30 cm पर है।

प्र.26 15 cm फोकस दूरी के किसी उत्तल दर्पण से कोई बिंब 10 cm दूरी पर रखा है। प्रतिबिंब की स्थिति तथा प्रकृति ज्ञात कीजिए।

उत्तर- $u = -10 \text{ cm}$, $f = +15 \text{ cm}$ । $1/v = 1/f - 1/u = 1/15 + 1/10 = (2 + 3)/30 = 5/30$,
अतः $v = +6 \text{ cm}$ ।

प्रतिबिंब दर्पण के पीछे 6 cm पर बनता है; आभासी और सीधा। $m = -v/u = 0.6$, अर्थात् छोटा।

प्र.27 समतल दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन +1 है। इसका क्या अर्थ है?

उत्तर- इसका अर्थ है कि प्रतिबिंब वस्तु के बराबर आकार का ($|m| = 1$) तथा आभासी और सीधा (धनात्मक चिह्न) है।

प्र.28 5.0 cm लंबाई का कोई बिंब 30 cm वक्रता त्रिज्या के उत्तल दर्पण के सामने 20 cm दूरी पर रखा है। प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति तथा साइज़ ज्ञात कीजिए।

उत्तर- $R = 30 \text{ cm}$ अतः $f = +15 \text{ cm}$; $u = -20 \text{ cm}$ । $1/v = 1/15 + 1/20 = (4 + 3)/60 = 7/60$, अतः $v = +8.6 \text{ cm}$ ।

$m = -v/u = 8.6/20 = +0.43$ । $h' = 0.43 \times 5 = 2.2 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब आभासी, सीधा, छोटा, 2.2 cm ऊँचा, दर्पण के पीछे 8.6 cm पर है।

प्र.29 7.0 cm साइज़ का कोई बिंब 18 cm फोकस दूरी के किसी अवतल दर्पण के सामने 27 cm दूरी पर रखा है। दर्पण से कितनी दूरी पर किसी परदे को रखें कि उस पर वस्तु का स्पष्ट फोकसित प्रतिबिंब प्राप्त हो? प्रतिबिंब का साइज़ तथा प्रकृति ज्ञात कीजिए।

उत्तर- $u = -27 \text{ cm}$, $f = -18 \text{ cm}$ । $1/v = 1/f - 1/u = -1/18 + 1/27 = (-3 + 2)/54 = -1/54$, अतः $v = -54 \text{ cm}$ ।

परदा दर्पण के सामने 54 cm पर रखना होगा। $m = -v/u = -(-54)/(-27) = -2$; $h' = -2 \times 7 = -14 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब वास्तविक, उलटा और आवर्धित (14 cm) है।

प्र.30 -2.0 D क्षमता के लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। यह किस प्रकार का लेंस है?

उत्तर- $f = 1/P = 1/(-2.0) = -0.5 \text{ m} = -50 \text{ cm}$ । यह अवतल (अपसारी) लेंस है।

प्र.31 एक डॉक्टर +1.5 D क्षमता का संशोधक लेंस लिखता है। लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। क्या निर्दिष्ट लेंस अभिसारी है अथवा अपसारी?

उत्तर- $f = 1/1.5 = +0.67 \text{ m}$ । लेंस अभिसारी (उत्तल) है क्योंकि उसकी क्षमता धनात्मक है।

CBSE पिछले वर्षों के बोर्ड प्रश्न (हल सहित)

प्र.1 [CBSE बोर्ड | 3 अंक] 4 cm ऊँची वस्तु 10 cm फोकस दूरी के अवतल दर्पण के सामने 15 cm पर रखी है। प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति और साइज़ ज्ञात कीजिए।

उत्तर- $u = -15$, $f = -10$ । $1/v = 1/f - 1/u = -1/10 + 1/15 = -1/30$, अतः $v = -30 \text{ cm}$ ।
 $m = -v/u = -(-30)/(-15) = -2$, $h' = -8 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब वास्तविक, उलटा, आवर्धित (8 cm), दर्पण के सामने 30 cm पर।

प्र.2 [CBSE बोर्ड | 3 अंक] प्रकाश के अपवर्तन के नियम लिखिए। माध्यम का अपवर्तनांक परिभाषित कीजिए।

उत्तर- (1) आपतित किरण, अपवर्तित किरण और अभिलंब एक तल में। (2) $\sin i / \sin r =$ नियतांक (स्नेल का नियम)। अपवर्तनांक $n =$ निर्वात में प्रकाश की चाल / माध्यम में चाल।

प्र.3 [CBSE बोर्ड | 3 अंक] जल का अपवर्तनांक 1.33 और काँच का 1.5 है। प्रत्येक में प्रकाश की चाल ज्ञात कीजिए। ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

उत्तर- जल: $v = 3 \times 10^8 / 1.33 = 2.26 \times 10^8 \text{ m/s}$ । काँच: $v = 3 \times 10^8 / 1.5 = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$ ।

प्र.4 [CBSE बोर्ड | 2 अंक] वस्तु ध्रुव और फोकस के बीच होने पर अवतल दर्पण आभासी प्रतिबिंब क्यों बनाता है?

उत्तर- परावर्तित किरणें अपसारित होती हैं और मिलती नहीं; वे दर्पण के पीछे मिलती प्रतीत होती हैं, जिससे आभासी, सीधा, आवर्धित प्रतिबिंब बनता है।

प्र.5 [CBSE बोर्ड | 3 अंक] 20 cm फोकस दूरी का उत्तल लेंस 30 cm पर रखी वस्तु का प्रतिबिंब बनाता है। प्रतिबिंब दूरी और आवर्धन ज्ञात कीजिए।

उत्तर- $u = -30$, $f = +20$ | $1/v = 1/20 - 1/30 = 1/60$, अतः $v = +60$ cm | $m = v/u = 60/-30 = -2$; वास्तविक, उलटा, आवर्धित।

प्र.6 [CBSE बोर्ड | 2 अंक] लेंस की क्षमता परिभाषित कीजिए। किसी लेंस की फोकस दूरी -25 cm है। क्षमता ज्ञात कर लेंस का नाम बताइए।

उत्तर- क्षमता = मीटर में फोकस दूरी का व्युत्क्रम। $P = 1/(-0.25) = -4$ D। यह अवतल लेंस है।

प्र.7 [CBSE बोर्ड | 3 अंक] वास्तविक और आभासी प्रतिबिंब में तीन अंतर लिखिए।

उत्तर- वास्तविक: किरणों के वास्तविक मिलने से; परदे पर मिलता है; प्रायः उलटा। आभासी: आभासी मिलन से; परदे पर नहीं मिलता; प्रायः सीधा।

प्र.8 [CBSE बोर्ड | 3 अंक] उत्तल लेंस के F और 2F के बीच वस्तु रखने पर बने प्रतिबिंब का किरण आरेख बनाइए।

उत्तर- प्रतिबिंब दूसरी ओर 2F से परे बनता है, वास्तविक, उलटा और आवर्धित। किरणें: अक्ष के समांतर किरण F_2 से गुजरती हैं और प्रकाशिक केंद्र से किरण सीधी जाती है।

प्र.9 [CBSE बोर्ड | अभिकथन-कारण] अभिकथन (A): पश्च-दृश्य दर्पण के रूप में उत्तल दर्पण प्रयुक्त होता है। कारण (R): यह आभासी, सीधा, छोटा प्रतिबिंब बनाता है और इसका दृष्टि-क्षेत्र अधिक होता है।

उत्तर- A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है।

प्र.10 [CBSE बोर्ड | 3 अंक] जल में आंशिक डूबी पेंसिल जल सतह पर मुड़ी क्यों दिखती है?

उत्तर- डूबे भाग से प्रकाश जल (सघन) से वायु (विरल) में जाते समय अभिलंब से दूर मुड़ता है; किरणें अधिक उथले बिंदु से आती प्रतीत होती हैं, इसलिए पेंसिल मुड़ी लगती है।