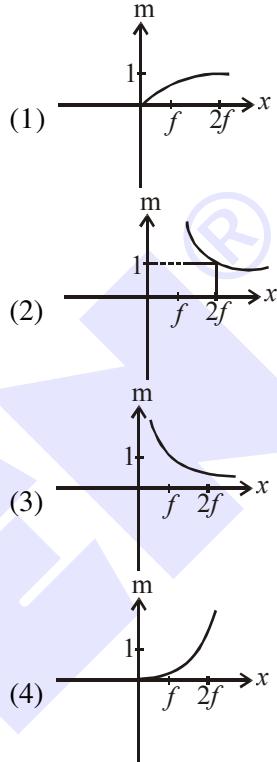


GEOMETRICAL OPTICS

1. यदि एक 150 mm ट्यूब की लम्बाई वाले संयुक्त सूक्ष्मदूर्शी (माइक्रोस्कोप) में 375 गुने आवर्धन की आवश्यकता हो तथा इसके अभिदृश्यक (objective) लैंस की फोकस दूरी 5 mm हो, तो इसके नेत्रिका (eye-piece) लैंस की फोकस दूरी निम्न में से किसके निकट होगी ?
 (1) 22 mm (2) 12 mm (3) 33 mm (4) 2 mm
2. कॉच (अपवर्तनांक = 1.5) के बने हुए एक पतले लैंस की फोकस दूरी $f = 16 \text{ cm}$ है। जब इसे 1.42 अपवर्तनांक के एक द्रव में डाला जाता है तो उस द्रव में इसकी फोकस दूरी f_1 हो जाती है। अनुपात f_1/f निम्न में से किस पूर्णांक के निकटम दूरी है ?
 (1) 1 (2) 5 (3) 9 (4) 17
3. यदि एक टेलीस्कोप की ट्यूब की लम्बाई 60 cm है और इसका आवर्धन 5 हो तो इसके नेत्रिका (eye piece) की फोकस दूरी है :
 (1) 30 cm (2) 40 cm
 (3) 20 cm (4) 10 cm
4. एक माध्यम को, एक विशेष तंरंगदैर्घ्य के लिये सापेक्ष विद्युतशीलता 3 है और सापेक्ष चुंबकशीलता $\frac{4}{3}$ है। तंरंगदैर्घ्य के लिये माध्यम के क्रांतिक कोण का मान है :
 (1) 60° (2) 15° (3) 45° (4) 30°
5. एक बिन्दु के आकार की वस्तु एक समतल-उत्तल लैंस की उत्तल सतह के सामने रखा हुआ है। उत्तल सतह की त्रिज्या 30 cm है और लैंस जिससे बना है उस पदार्थ का अपवर्तनांक 1.5 है। लैंस का फोकस दूरी का मान cm में कितना होगा _____.

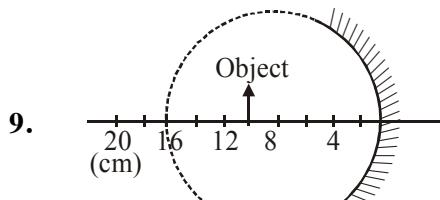
6. एक वस्तु एक अवतल दर्पण के सामने इसके अक्ष पर चलते हुए इसके फोकस से धीरे-धीरे दूर जा रही है। ऐसी अवस्था में निम्न में से कौन सा ग्राफ इस वस्तु के रेखीय आवर्धन (m) के मान का सम्बन्ध इसके दर्पण से दूरी (x) के साथ दर्शाता है। (ग्राफ संकेतात्मक हैं)



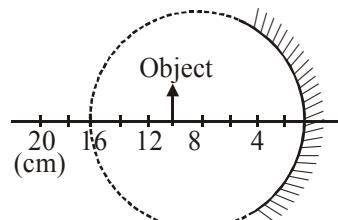
7. गहराई $2h$ के एक बर्तन में दो अमिश्रणीय दाढ़ द्रव जिनके अपवर्तनांक $\sqrt{2}$ और $2\sqrt{2}$ हैं h तक भरे हुए हैं तथा $\sqrt{2}$ अपवर्तनांक का द्रव इसके ऊपरी भाग में है। बर्तन के निचले हिस्से की आंतरिक सतह की आभासी ऊँचाई होगी :

- (1) $\frac{h}{\sqrt{2}}$ (2) $\frac{3}{4}h\sqrt{2}$
 (3) $\frac{h}{2(\sqrt{2}+1)}$ (4) $\frac{h}{3\sqrt{2}}$

8. एक हैंड (tank), जिसकी सतह का आकार बहुत बड़ा है, में पानी (अपवर्तनांक $\mu = \frac{4}{3}$) भरा हुआ है और पानी की सतह के नीचे प्रकाश का एक छोटा स्रोत रखा हुआ है। यदि परावर्तन और पानी में अवशोषण द्वारा प्रकाश की होने वाली क्षति को नगण्य माना जाये तो पानी की सतह से बाहर आने वाला प्रकाश का प्रतिशत लगभग है : (एक गोलीय सतह, जिसकी ऊँचाई h हो और इसकी वक्रता त्रिज्या r हो तो इसका क्षेत्रफल $2\pi rh$ होता है) :
- (1) 17% (2) 21% (3) 34% (4) 50%



9.

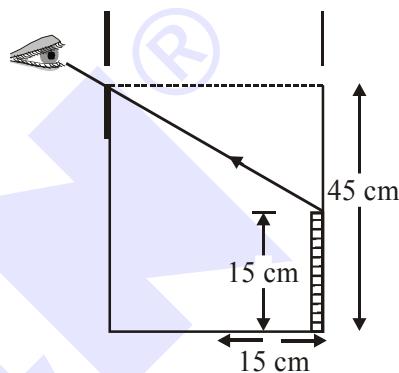


जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, एक खोखले काँच के गोले से काटकर एक गोलीय दर्पण बनाया जाता है। यदि एक वस्तु को चित्रानुसार दर्पण के आगे रखा जाय तो इसके प्रतिबिम्ब का स्वरूप व आवर्धन निम्न में से कौनसा होगा ? (चित्र सांकेतिक है)

- (1) उल्टा, वास्तविक एवं बड़ा
 (2) सीधा, आभासी एवं बड़ा
 (3) सीधा, आभासी एवं अनावर्धित
 (4) उल्टा, वास्तविक एवं अनावर्धित

10. काँच के बने हुए एक ठोस गोले का अपवर्तनांक $\mu = \sqrt{3}$ है। इसमें 60° आपतित कोण बनाते हुए एक प्रकाश की किरण प्रवेश करती है और दूसरी ओर की सतह पर परावर्तित और साथ में अपवर्तित भी होती है। ऐसी स्थिति में परावर्तित व अपवर्तित किरणों के बीच बनने वाले कोण का डिग्री में मान होगा _____.

11. एक प्रेक्षक (observer) एक जार (त्रिज्या 15 cm) पर बने छेद से दूसरी ओर बने एक बिन्दु को देख सकता है। जार की नीचली सतह से छेद की ऊँचाई 45 cm है तथा दिखने वाली बिन्दु की ऊँचाई 15 cm है। (चित्र देखें)। जब जार में 30 cm ऊँचाई तक एक द्रव पदार्थ भरा जाता है तो वही प्रेक्षक नीचली सतह की कगार (edge) देख सकता है। यदि इस द्रव का अपवर्तनांक $N/100$ हो (N पूर्णांक) तो N का मान है _____।



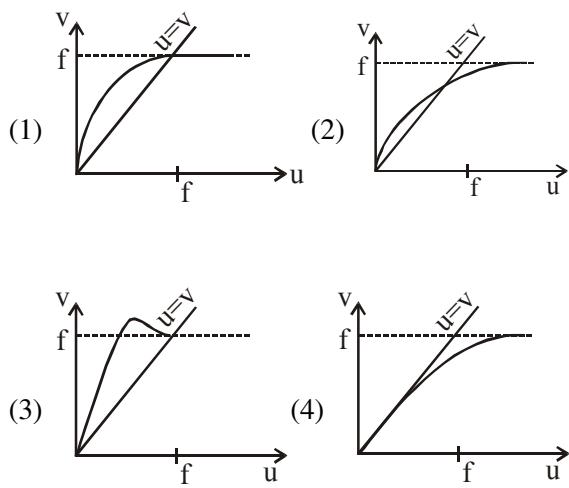
12. जब एक अवतल दर्पण से 30 cm दूरी पर एक वस्तु रखी जाती है तो इसका प्रतिबिम्ब दर्पण से 10 cm दूरी पर बनता है। यदि इस वस्तु को 9 cms^{-1} की गति से चलाया जाय तो उस क्षण प्रतिबिम्ब की गति (cms^{-1} में) कितनी होगी _____।
13. एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में आवर्धित आभासी प्रतिबिम्ब नेत्रिका से 25 cm दूरी पर बनता है। इसके अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी 1 cm है। यदि आवर्धन 100 है तथा सूक्ष्मदर्शी की नली की लम्बाई 20 cm है तो नेत्रिका की फोकस दूरी (cm में) होगी:-

14. एक वस्तु और एक पर्दे के बीच की दूरी 100 cm है। वस्तु और पर्दे के बीच दो भिन्न स्थानों पर रखे जाने पर एक लेन्स इस वस्तु का पर्दे पर वास्तविक प्रतिबिम्ब बनाता है। इन दो स्थानों के बीच की दूरी 40 cm है। यदि लेन्स

की शक्ति लगभग $\left(\frac{N}{100}\right)D$ हो (N एक पूर्णांक है) N

का मान है _____।

15. एक अवतल लेंस की फोकस दूरी f है। इस लेंस के ध्रुव से वस्तु एवं उसके प्रतिबिंब की दूरी, क्रमशः u एवं v के संबंध को निम्न में से कौन-सा चित्र सबसे उत्तम दर्शाता है? ($u = v$ एक निर्देश रेखा (Reference line) है) :



16. एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी 1 cm, नेत्रिका लेंस की फोकस दूरी 5 cm तथा उनके बीच की दूरी 10 cm है।

वस्तु तथा अभिदृश्यक लेंस के बीच की वह दूरी, जिससे कि आँखों में न्यूनतम तनाव हो, $\frac{n}{40}$ cm होगी। n का मान _____।

17. एक प्रिज्म, जिसके पदार्थ का अपवर्तनांक 1.5 है, का कोण $A = 1^\circ$ है। उसके विचलन कोण का निकटतम आकलन (डिग्री में) $N/10$ होगा। N का मान है _____।

18. एक बिन्दु के समान वस्तु 0.5m फोकस दूरी वाले किसी उत्तल लेंस से 1m की दूरी पर है। लेंस के 2 m पीछे एक समतल दर्पण को रखते हैं। इस विन्यास से बने अन्तिम प्रतिबिम्ब की स्थिति और प्रकृति होगी :

- दर्पण से 1 m, आभासी
- दर्पण से 1 m, वास्तविक
- दर्पण से 2.6 m, आभासी
- दर्पण से 2.6 m, वास्तविक

19. क्षमता P के एक उभयोत्तल लेंस के दोनों पृष्ठों की वक्रता त्रिज्यायें R हैं। उसी पदार्थ के बने 1.5 P क्षमता के समतल उत्तल लेंस के वक्र पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या कितनी होगी ?

- $\frac{R}{2}$
- $2R$
- $\frac{3R}{2}$
- $\frac{R}{3}$

SOLUTION**1. NTA Ans. (1)**

$$\text{Sol. } m = \frac{LD}{f_e \times f_0} = \frac{150 \times 250}{f_e \times 25} = 375$$

$$f_e = 20 \text{ mm.}$$

2. NTA Ans. (3)

$$\text{Sol. Using } \frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_2 - 1}{\mu_1 - 1} \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1.5 - 1}{1 - 1} \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \dots(1)$$

$$\text{and } \frac{1}{f_1} = \left(\frac{1.5 - 1}{1.42 - 1} \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \dots(2)$$

equation (1)/(2),

$$\text{we get } \frac{f_1}{f} = \frac{0.5}{0.056} \\ = 8.93 \approx 9$$

3. NTA Ans. (4)

$$\text{Sol. } L = f_0 + f_e = 60 \text{ cm}$$

$$M = \frac{f_0}{f_e} = 5$$

$$\Rightarrow f_0 = 5f_e \\ \therefore 6f_e = 60 \text{ cm} \\ f_e = 10 \text{ cm}$$

4. NTA Ans. (4)

$$\text{Sol. } \sin \theta_C = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{\sqrt{3 \times 4/3}}$$

$$\theta_C = 30^\circ$$

5. NTA Ans. (60.00)

Sol. Using Lens-Maker's formula :

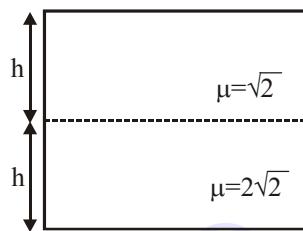
$$\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = (1.5 - 1) \left(\frac{1}{30} - 0 \right)$$

$$f = 60 \text{ cm}$$

**6. NTA Ans. (2)**

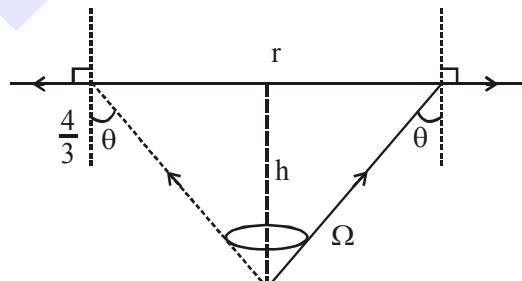
$$\text{Sol. } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

At focus $m = \infty$ At centre $m = -1$ $x = f$ $x = 2f$ **7. NTA Ans. (2)**

For near normal incidence,

$$h_{\text{app}} = \frac{h_{\text{actual}}}{\left(\frac{\mu_{\text{in}}}{\mu_{\text{ref.}}} \right)}$$

$$\therefore h_{\text{apparent}} = \frac{\frac{h}{\left(\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right)} + h}{\frac{\sqrt{2}}{1}} = \frac{3h}{2\sqrt{2}} = \frac{3}{4}h\sqrt{2}$$

8. NTA Ans. (1)

$$\frac{4}{3} \sin \theta = 1 \sin 90^\circ$$

$$\sin \theta = \frac{3}{4}$$

Area of sphere in which light spread = $4\pi R^2$
 $\Omega = 2\pi (1 - \cos \theta)$

$$\Omega = 2\pi \left(1 - \frac{\sqrt{7}}{4} \right)$$

 $P \rightarrow 4\pi \text{ steradians}$

$$P' \rightarrow \frac{P}{4\pi} (1 - \cos \theta)$$

$$\text{Ratio} = \frac{P'}{P} = \frac{2\pi(1-\cos\theta)}{4\pi} = \frac{(1-\cos\theta)}{2} = \frac{1-\sqrt{3}}{4}$$

$$= \frac{0.33}{2} = 0.17$$

∴ Correct answer (1)

- 9.** Official Ans. by NTA (1)
Official Ans. by ALLEN (4)

$$\text{Sol. } f = \frac{-8}{2} = -4\text{ cm}$$

$$u = -10\text{ cm}$$

$$v = ?$$

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

$$\frac{1}{v} + \left(\frac{1}{-10}\right) = \frac{1}{-4}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{4-10}{40}$$

$$v = \frac{40}{-6}$$

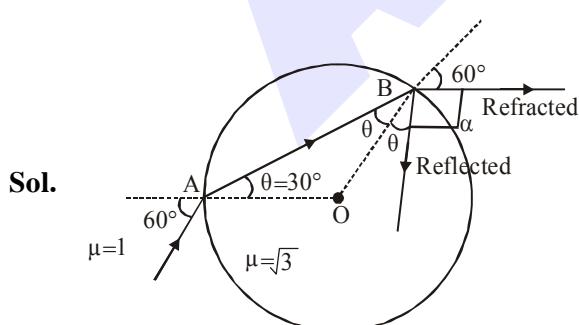
$$v = \frac{-20}{3}$$

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

$$m = \frac{-\left(-\frac{20}{3}\right)}{-10} \Rightarrow m = \frac{-2}{3}$$

or image will be real, inverted and unmagnified.

- 10.** Official Ans. by NTA (90.00)



By Snell's law at A :

$$1 \times \sin 60^\circ = \sqrt{3} \times \sin \theta$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \sin \theta$$

$$\sin \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 30^\circ$$

So at B :

$$\theta + 60^\circ + \alpha = 180^\circ$$

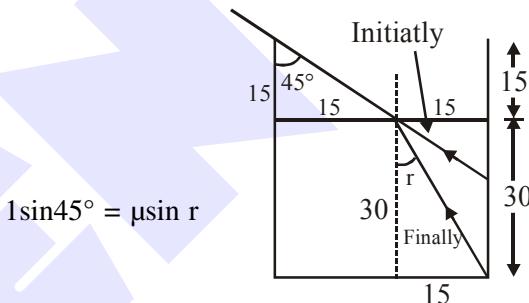
$$30^\circ + 60^\circ + \alpha = 180^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ$$

- 11.** Official Ans. by NTA (158)

$$\text{Sol. } \tan r = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}$$

$$\sin r = \frac{1}{\sqrt{5}}$$



$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \mu \left(\frac{1}{\sqrt{5}} \right)$$

$$\boxed{\mu = \sqrt{\frac{5}{2}} = 1.581}$$

$$\frac{N}{100} = \mu$$

$$N = 100 \mu$$

$$N = 158.11$$

So integer value of N = 15800

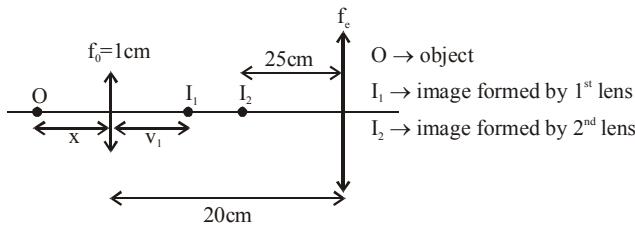
- 12.** Official Ans. by NTA (1)

$$\boxed{\left| \left(\frac{dv}{dt} \right) \right| = \left| \frac{v^2}{4^2} \right| \left| \frac{du}{dt} \right|}$$

$$= \left(\frac{10}{30} \right) 2 \times 9 = 1 \text{ m/s}$$

- 13. Official Ans. by NTA (5)**
Official Ans. by ALLEN (4.48)

Sol.



$$\text{for first lens} = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{-x} = \frac{1}{1} \Rightarrow v_1 = \frac{x}{x-1}$$

$$\text{also magnification } |m_1| = \left| \frac{v_1}{u_1} \right| = \frac{1}{x-1}$$

for 2nd lens this is acting as object

$$\text{so } u_2 = -(20 - v_1) = -\left(20 - \frac{x}{x-1}\right)$$

and $v_2 = -25\text{ cm}$

$$\text{angular magnification } |m_A| = \left| \frac{D}{u_2} \right| = \frac{25}{|u_2|}$$

$$\text{Total magnification } m = m_1 m_A = 100$$

$$\left(\frac{1}{x-1} \right) \left(\frac{25}{20 - \frac{x}{x-1}} \right) = 100$$

$$\frac{25}{20(x-1)-x} = 100 \Rightarrow 1 = 80(x-1) - 4x$$

$$\Rightarrow 76x = 81 \Rightarrow x = \frac{81}{76}$$

$$\Rightarrow u_2 = -\left(20 - \frac{81/76}{81/76 - 1}\right) = \frac{-19}{5}$$

now by lens formula

$$\frac{1}{-25} - \frac{1}{-19/5} = \frac{1}{f_e} \Rightarrow f_e = \frac{25 \times 19}{106} \approx 4.48\text{ cm}$$

- 14. Official Ans. by NTA (5)**

Official Ans. by ALLEN (476)

Sol. Using displacement method

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

Here, $D = 100\text{ cm}$
 $d = 40\text{ cm}$

$$f = \frac{100^2 - 40^2}{4(100)} = 21\text{ cm}$$

$$P = \frac{1}{f} = \frac{100}{21} D \quad \frac{N}{100} = \frac{100}{21} \quad N = 47$$

- 15. Official Ans. by NTA (4)**

$$\text{Sol. } v = \frac{uf}{u+f}$$

Case-I

$$\begin{aligned} \text{If } v &= u \\ \Rightarrow f + u &= f \\ \Rightarrow u &= 0 \end{aligned}$$

Case-II

If $u = \infty$

then $v = f$

Only option (4) satisfies this condition.

- 16. Official Ans. by NTA (50.00)**

Sol. Final image at ∞

\Rightarrow obj. for eye piece at 5cm

\Rightarrow image for objective at 5 cm

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{5} + \frac{1}{x} = 1$$

$$\frac{1}{x} = 1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5} \Rightarrow x = \frac{5}{4}$$

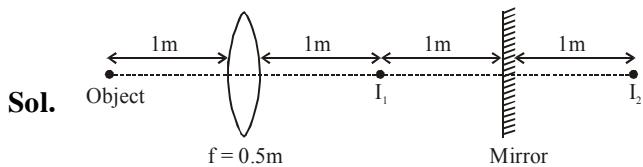
- 17. Official Ans. by NTA (5.00)**

$$\begin{aligned} \text{Sol. } \delta_{\min} &= (\mu - 1) A \\ &= (1.5 - 1) 1 \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

$$\delta_{\min} = \frac{5}{10} \quad N = 5$$

- 18. Official Ans. by NTA (1,4)**

Official Ans. by ALLEN (3)



Object is at $2f$. So image will also be at ' $2f$ '. (I_1).

Image of I_1 will be 1m behind mirror.

i.e. $\Rightarrow I_2$

Now I_2 will be object for lens.

$\therefore u \Rightarrow -3\text{ m}$

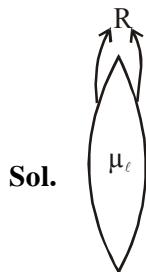
$f \Rightarrow +0.5\text{ m}$

$$\frac{1}{v} \Rightarrow \frac{1}{f} + \frac{1}{u} \Rightarrow \frac{1}{+0.5} + \frac{1}{-3}$$

$$v \Rightarrow \frac{3}{5} \Rightarrow 0.6\text{ m}$$

So total distance from mirror $\Rightarrow 2 + 0.6$
 $\Rightarrow 2.6$ m and real image
 Ans. (3)

19. Official Ans. by NTA (4)



Sol.
 $R_1 = R_2 = R$
 Power (P)
 Refractive index is assume (μ_ℓ)

$$P = \frac{1}{f} = (\mu_\ell - 1) \left(\frac{2}{R} \right) \quad \dots \text{(i)}$$

$$P' = \frac{1}{f'} = (\mu_\ell - 1) \left(\frac{1}{R'} \right) \quad \dots \text{(ii)}$$

$$P' = \frac{3}{2} P$$

$$(\mu_\ell - 1) \left(\frac{1}{R'} \right) = \mu \frac{3}{2} (\mu_\ell - 1) \left(\frac{2}{R} \right)$$

$$\therefore R' = \frac{R}{3}$$

