

अध्याय -9

किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र

अंक विभाजन = वस्तुनिष्ठ- 1(अंक= $1 \times 0.5 = 0.5$), अतिलघुत्तरात्मक-1(अंक= $1 \times 1 = 1$),
लघुत्तरात्मक-1 (अंक= $1 \times 1.5 = 1.5$), दीर्घउत्तरात्मक प्रश्न-1(अंक= $1 \times 4 = 4$)

वस्तुनिष्ठ प्रश्न-

1. एक उत्तल दर्पण की फोकस दूरी 14 सेमी. है तो इसकी वक्रता त्रिज्या होगी-
(अ) 7 सेमी (ब) -7 सेमी (स) 28 सेमी (द) -28 सेमी (स)
2. एक जादूगर खेल दिखाते समय $n = 1.47$ अपवर्तनांक वाले काँच के लेंस को किसी द्रव से भरी द्रोणिका (खुले बर्तन) में डालकर अदृश्य कर देता है। द्रव का अपवर्तनांक है-
(अ) 1.33 (ब) 1.47 (स) $\frac{1}{1.33}$ (द) $\frac{1}{1.47}$ (ब)
3. उत्तल लेंस की फोकस दूरी क्या होगी जिसकी क्षमता +2.5 D है-
(अ) 50cm (ब) 25cm (स) 250cm (द) 40cm (द)
4. यदि सघन माध्यम 1 का विरल माध्यम 2 के सापेक्ष अर्धतनांक n_{12} एवं इन माध्यमों के युगल के लिए कोण i_c है, तो n_{12} व i_c के मध्य संबंध है-
(अ) $n_{12} = \sin i_c$ (ब) $n_{12} = \tan i_c$ (स) $n_{12} = \frac{1}{\tan i_c}$ (द) $n_{12} = \frac{1}{\sin i_c}$ (द)
5. किसी गोलीय लेंस के लिए सही सूत्र है-
(अ) $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ (ब) $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$ (स) $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} + \frac{1}{f}$ (द) $f = \frac{uv}{u+v}$ (ब)
6. यदि $\angle i = 60^\circ$ तथा $\angle r = 90^\circ$ हो तो अपवर्तनांक n_{12} होगा-
(अ) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (ब) $\sqrt{3}$ (स) $\frac{2}{\sqrt{3}}$ (द) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (स)
7. वस्तु का आभासी तथा बड़ा प्रतिबिम्ब बनता है-
(अ) उत्तल दर्पण में (ब) अवतल दर्पण में (स) समतल दर्पण में (द) उत्तल और समतल दर्पण में (ब)
8. एक प्रिज्म का अपवर्तनांक $\sqrt{2}$ तथा अपवर्तन कोण 60° है तब इसका न्यूनतम विचलन कोण होगा-
(अ) 15° (ब) 30° (स) 45° (द) 60° (ब)
9. किसी समतल दर्पण पर प्रकाश की किरण अभिलम्बवत आपतित होती है तो परावर्तन कोण का मान होता है।
(अ) 90° (ब) 180° (स) 0° (द) 45° (स)
10. उत्तल लेंस की शक्ति होती है-
(अ) ऋणात्मक (ब) धनात्मक (स) शून्य (द) काल्पनिक (ब)
11. जल का अपवर्तनांक 1.33 है, जल में प्रकाश की चाल होगी-
(अ) 3×10^8 m/sec (ब) 2.25×10^8 m/sec (स) 4×10^8 m/sec (द) 1.33×10^8 m/sec (ब)
12. एक माध्यम के लिए क्रांतिक कोण का मान 60° है। इस माध्यम का अपवर्तनांक होगा-
(अ) $\frac{2}{\sqrt{3}}$ (ब) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (स) $\frac{\sqrt{2}}{3}$ (द) $\sqrt{3}$ (अ)

13. दो लेंस जिनकी शक्ति +12 तथा -2 डायप्टर है, एक साथ मिलाकर रखे जाते हैं। संयुक्त लेंस की फोकस दूरी होगी-
 (अ) 10 सेमी (ब) 12.5 सेमी (स) 16.6 सेमी (द) 8.33 सेमी (अ)
14. 10 cm फोकस दूरी के अवतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या होगी-
 (अ) 10cm (ब) 6 cm (स) 20 cm (द) 30 cm (स)
15. लेंस की शक्ति P व फोकस दूरी f में संबंध है-
 (अ) $P = \frac{1}{f}$ (ब) $P = \frac{1}{2f}$ (स) $P = \frac{f}{2}$ (द) $p = 2f$ (अ)
16. यदि सरल सूक्ष्मदर्शी से प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है तो उसकी आवर्धन क्षमता M का सूत्र होगा-
 (अ) $1 + \frac{D}{f}$ (ब) $1 + \frac{f}{D}$ (स) $\frac{D}{f}$ (द) $\frac{f}{D}$ (स)
17. सर्चलाइट में निम्न में से कौनसा दर्पण प्रयुक्त करते हैं-
 (अ) अवतल (ब) समतल (स) उत्तल (द) बेलनाकार (अ)
18. परावर्तक दूरदर्शी में अभिदृश्यक के रूप में प्रयोग किया जाता है-
 (अ) समतल दर्पण (ब) अवतल दर्पण (स) उत्तल केंस (द) उत्तल दर्पण (ब)
19. एक दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता M है। यदि अभिनेत्र लेन्स की फोकस दूरी को दुगुना कर दिया जाये, तब आवर्धन क्षमता होगी-
 (अ) 2M (ब) $\frac{1}{2}M$ (स) $\sqrt{2}M$ (द) 3M (ब)
20. किसी उत्तल लेंस की फोकस दूरी 2.5 सेमी है। इसकी अधिकतम आवर्धन क्षमता का मान होगा-
 (अ) 25 (ब) 52 (स) 11 (द) 1.1 (स)
21. यदि वायु के सापेक्ष कांच का अपवर्तनांक $\frac{3}{2}$ हो, तो कांच के सापेक्ष वायु का अपवर्तनांक होगा -
 (अ) $\frac{2}{3}$ (ब) $\frac{3}{2}$ (स) ∞ (द) 1 (अ)
22. एक समबाहु प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक $\sqrt{3}$ हैं तो इसका न्यूनतम विचलन कोण होगा-
 (अ) 30° (ब) 45° (स) 60° (द) 75° (स)
23. यदि संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में अभिदृश्यक एवं नेत्रिका का आवर्धन क्रमशः m_o एवं m_e हो तो सूक्ष्मदर्शी की कुल आवर्धन क्षमता होगी-
 (अ) $m_o + m_e$ (ब) $m_o - m_e$ (स) $m_o \times m_e$ (द) $\frac{m_o}{m_e}$ (स)

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न-

1. पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की घटना में क्रांतिक कोण को परिभाषित करो।

उत्तर- जब प्रकाश सघन से विरल माध्यम में गमन करता है तो वह आपतन कोण जिसके संगत अपवर्तन कोण 90° होता है, उस माध्यम युगल के लिए क्रांतिक कोण कहलाता है।

2. मोटर गाड़ियों में पीछे के ट्रैफिक को देखने के लिए क्या उपयोग में लेते हैं।

उत्तर- उत्तल दर्पण

3. एक समबाहु प्रिज्म में आपतन कोण 45° है, तो न्यूनतम विचलन कोण का मान ज्ञात करो।

उत्तर- $\therefore \delta = i + e - A$

न्यूनतम विचलन के लिए $i = e$ $\delta = \delta_{\min}$

$$\therefore \delta_{\min} = 2i - A$$

$$= 2 \times 45 - 60$$

$$= 90 - 60 = 30^\circ$$

4. +20 cm तथा -30 cm. फोकस दूरी वाले लेंसों को संपर्क में रखने पर संयुक्त लेंस की क्षमता क्या होगी?

उत्तर- $f_1 = 20\text{cm}$

$$f_2 = -30\text{cm}$$

$$\text{संयुक्त लेंस की } \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$= \frac{1}{20} - \frac{1}{30}$$

$$= \frac{3-2}{60} = \frac{1}{60}$$

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

$$\text{क्षमता } D = \frac{1}{f} = \frac{1}{60/100} = \frac{100}{60} = \frac{5}{3} D$$

5. किसी लेंस का आवर्धन $m = -\frac{1}{2}$ है। प्रतिबिम्ब की प्रकृति तथा आकार बताओं

उत्तर- $m \rightarrow$ ऋणात्मक $\Rightarrow$ प्रतिबिम्ब वास्तविक तथा उल्टा

$$|m| < 1 \Rightarrow \text{प्रतिबिम्ब, बिम्ब से छोटा}$$

6. एक प्रकाश किरण हवा से पानी में जा रही है। कौनसी भौतिक राशि अपरिवर्तित रहेगी?

उत्तर- प्रकाश की आवृत्ति

7. जब प्रकाश की किरण ऐसे माध्यम में से गुजरती है जिसमें वेग, कम हो जाता है। तरंगदैर्घ्य के मान पर क्या प्रभाव पड़ेगा

उत्तर- λ कम हो जायेगा।

8. किसी लेंस की फोकस दूरी के व्युत्क्रम को क्या कहते हैं।

उत्तर- लेंस की क्षमता / शक्ति

9. परावर्ती दूरदर्शी में अभि दृश्यके के रूप में किसका उपयोग किया जाता है।

उत्तर- अवतल दर्पण का।

10. मृग मरीचिका प्रकाश की किस घटना पर आधारित है।

उत्तर- पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

11. अपवर्ती दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता का सूत्र लिखिए।

$$\text{उत्तर- } M = -\frac{f_o}{f_e}$$

लघुत्तरात्मक प्रश्न-

1. प्रकाशिक तंतु में प्रकाश के संचरण की नामांकित चित्र द्वारा दर्शाइये।

उत्तर प्रकाशिक तंतु का उपयोग श्रव्य तथा दृश्य संकेतों को लम्बी दूरी तक संचरित करने के लिए किया जाता है। यह प्रकाश के पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की घटना पर आधारित है।

प्रकाशिक तन्तु अच्छी गुणवत्ता वाले कांच या क्वार्टज से बनी लम्बी धागेनुमा संरचना है, जिसकी त्रिज्या कम होती है। प्रत्येक तन्तु में एक क्रोड तथा आच्छद (आवरण) होता है। क्रोड के पदार्थ का अपवर्तनांक n_1 आवरण के अपवर्तनांक n_2 की तुलना में अधिक होता है।

जब प्रकाश के रूप में कोई संकेत उचित कोण पर (क्रान्तिक कोण से अधिक कोण पर) तंतु के एक सिरे पर प्रवेश करता है तब लम्बाई के अनुदिश इसका बार-बार पूर्ण आन्तरिक परावर्तन होता है और अंततः दूसरे सिरे से बाहर निकल जाता है। इस प्रक्रिया में प्रकाश संकेत की तीव्रता में कोई विशेष हानि नहीं होती।

उपयोग :-

- (1) विद्युत संकेतों को प्रेषित करने में
 - (2) मानव शरीर के आन्तरिक अंगों-प्रसिका, आमाशय, आंत्र, पेट आदि के दृश्यों को देखने के लिए लाइट पाइप (एण्डोस्कोपी) में
 - (3) सजावटी लैंप में
2. एक 20 सेमी. फोकस दूरी के उत्तल लेंस के सम्पर्क में 30 सेमी. फोकस दूरी के अवतल लेंस को रखा है। संयुक्त लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

हल:- $f_1 = 20\text{cm}$

$f_2 = -30\text{ cm}$

∴ उत्तल लेंस की फोकस दूरी धनात्मक एवं अवतल लेंस की फोकस दूरी ऋणात्मक होती है।

∴ संयुक्त लेंस की फोकस दूरी के सूत्र में

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

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-30}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{60}$$

⇒ $f = +60\text{ cm}$ Ans. (अर्थात् संयोजन उत्तल लेंस की भांति व्यवहार करेगा)

(Note - दो या दो से अधिक लेंसों के संयोजन से प्राप्त संयुक्त लेंस के लिए)

$$(i) \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \dots + \frac{1}{f_n}$$

$$(ii) \text{ संयुक्त लेंस की शक्ति } P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$(iii) \text{ संयोजन की आवर्धन क्षमता } M = M_1 M_2 \dots M_n ?$$

3. कोई वस्तु 15 cm वक्रता त्रिज्या के अवतल दर्पण से 10 cm दूरी पर रखी है। प्रतिबिम्ब की स्थिति प्रकृति तथा आवर्धन का परिकलन कीजिए।

हल:- दिया है: $R = 15\text{ cm}$

$$\therefore \text{ अवतल दर्पण की फोकस दूरी } f = -\frac{R}{2} = -\frac{15}{2} = -7.5\text{cm}$$

$$u = -10\text{ cm} \quad V = ?$$

$$\text{दर्पण सूत्र } \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} \text{ से}$$

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

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

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

$$\Rightarrow \frac{1}{v} = -\frac{1}{30}$$

$$\Rightarrow v = -30\text{cm}$$

अतः प्रतिबिम्ब दर्पण से 30cm दूरी पर वस्तु की ओर बनेगा।

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

अतः प्रतिबिम्ब आवर्धित (वस्तु से 3 गुना बड़ा) वास्तविक एवं उल्टा होगा

($\therefore |m| > 1$ तथा $m \rightarrow -ive$)

4. अपवर्तनांक 1.55 के कांच से दोनों फलकों की समान वक्रता त्रिज्या के उभयोत्तल लेंस निर्मित करने हैं।

यदि 20 cm फोकस दूरी के लेंस निर्मित करने हैं तो अपेक्षित वक्रता त्रिज्या क्या होगी?

हल दिया है- $n = 1.55$

$$f = +20 \text{ cm}$$

$$R_1 = R_2 = R = ?$$

लेंस मेकर सूत्र से (उभयोत्तल लेंस के लिए)

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (\because R_1 = R)$$

$$R_2 = -R)$$

$$= (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)$$

$$= (n-1) \frac{2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{20} = (1.55-1) \frac{2}{R}$$

$$= \frac{0.55 \times 2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{20} = \frac{1.10}{R}$$

$$\Rightarrow R = 1.10 \times 20$$

$$\Rightarrow R = 22 \text{ cm}$$

5. एक दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता 8 है। जब इसे समान्तर किरणों के लिए संयोजित करते हैं तब नेत्रिका और अभिदृश्यक लेंस के बीच की दूरी 18cm है। दोनों लेंसों की फोकस दूरियां ज्ञात कीजिए।

उत्तर - प्रश्नानुसार, दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता $m = 8\text{cm}$

नेत्रिका तथा अभिदृश्यक लेंस के बीच की दूरी $L = 18\text{ cm}$

$$\text{अतः } m = -\frac{f_o}{f_e} = -8$$

$$\Rightarrow f_o = 8 f_e \dots\dots(1)$$

नेत्रिका तथा अभिदृश्यक के बीच दूरी $L = f_o + f_e$

$$\Rightarrow 18 = f_o + f_e$$

$$\Rightarrow 18 = 8 f_e + f_e = 9 f_e \text{ (समी. 1 से)}$$

$$\Rightarrow f_e = 2\text{ cm}$$

$$\therefore f_o = 8 f_e = 2 \times 8$$

$$\therefore f_o = 16\text{ cm Ans.}$$

6. एक छोटी दूरबीन के अभिदृश्यक तथा नेत्रिका लेंस की फोकस दूरियां क्रमशः 192 cm व 8 cm है। इसकी आवर्धन क्षमता तथा दोनों लेंसों के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए।

हल : - दिया है- अभिदृश्यक की फोकस दूरी $f_o = 192\text{ cm}$

नेत्रिका की फोकस दूरी $f_e = 8\text{ cm}$

$$\therefore \text{ आवर्धन क्षमता } m = -\frac{f_o}{f_e} = -\frac{192}{8} = -24$$

$$\therefore \text{ दोनों लेंसों के बीच दूरी } \ell = f_o + f_e$$
$$\ell = 192 + 8 = 200\text{cm.}$$

7. सामान्य कांच की तुलना में हीरे का अपवर्तनांक काफी अधिक होता है। क्या हीरे को तराशने वालों के लिए इस तथ्य का कोई उपयोग है।

हल:- हीरे के चमकने का कारण है पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हीरे का अपवर्तनांक 2.42 होता है। अतः इसके लिए क्रांतिक

कोण का मान सूत्र $\sin i_c = \frac{1}{n}$ से $i_c = 24.4^\circ$ प्राप्त होता है।

हीरे को तराशने वाले कारीगर ऐसे उपयुक्त कोणों पर उसके फलक बनाते हैं। कि एक बार उसमें प्रविष्ट प्रकाश हीरे के अन्दर अनेक आन्तरिक परावर्तन अभिक्रियाओं से होकर गुजरता है। इसलिए हीरा चमकता है।

8. किसी छोटी दूरबीन की आवर्धन क्षमता 9 तथा नली (ट्यूब) की लम्बाई 100 cm है। दूरबीन के अभिदृश्यक तथा नेत्रिका की फोकस दूरियां ज्ञात कीजिए।

हल:- $m = 9$

$$\therefore m = \frac{f_o}{f_e} = 9 \quad \Rightarrow f_o = 9 f_e$$

$$\text{दूरबीन की लम्बाई } \ell = f_o + f_e = 100$$

$$\Rightarrow 9f_e + f_e = 100$$

$$\Rightarrow 10 f_e = 100$$

$$\Rightarrow f_e = \frac{100}{10} = 10\text{ cm}$$

$$\therefore f_o = 9 \times 10 = 90\text{cm}$$

9. एक छोटी दूरबीन के अभिदृश्यक एवं नेत्रिका की क्षमताएँ 3D एवं 27D क्रमशः हैं। दूरबीन की आवर्धन क्षमता ज्ञात कीजिए।

हल:- $m = \frac{f_o}{f_e}$

यहाँ $P_o = 3D$

$P_e = 27D$

$$\therefore m = \frac{f_o}{f_e} = \frac{\frac{1}{P_o}}{\frac{1}{P_e}} = \frac{P_e}{P_o} = \frac{27}{3} = 9$$

निबन्धात्मक प्रश्न:-

1. एक गोलीय उत्तल पृष्ठ पर प्रकाश के अपवर्तन का सूत्र $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R}$ व्युत्पन्न कीजिए। आवश्यक चित्र बनाइए।
2. सूक्ष्मदर्शी किसे कहते हैं? एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की बनावट, आवर्धन क्षमता के लिए सूत्र प्राप्त कीजिए। आवश्यक किरण चित्र बनाइए।
3. प्रिज्म द्वारा प्रकाश के अपवर्तन का आवश्यक किरण चित्र बनाते हुए न्यूनतम विचलन कोण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।