

## अभ्यासों के उत्तर

### अध्याय 9

- 9.1**  $v = -54 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब वास्तविक, उलटा तथा आवर्धित है। प्रतिबिंब का साइज़  $5.0 \text{ cm}$  है। जब  $u \rightarrow f$ ,  $v \rightarrow \infty$ ;  $u < f$  के लिए प्रतिबिंब आभासी बनेगा।
- 9.2**  $v = 6.7 \text{ cm}$ । आवर्धन  $= 5/9$ , अर्थात् प्रतिबिंब का साइज़  $2.5 \text{ cm}$  है। जैसे ही  $u \rightarrow \infty$ ;  $v \rightarrow f$  (परंतु फोकस से आगे कभी नहीं बढ़ता) जबकि  $m \rightarrow 0$
- 9.3**  $1.33$ ;  $1.7 \text{ cm}$
- 9.4**  $n_{ga} = 1.51$ ;  $n_{wa} = 1.32$ ;  $n_{gw} = 1.144$ ; जिससे  $\sin r = 0.6181$  अर्थात्  $r \approx 38^\circ$  प्राप्त होता है।
- 9.5**  $r = 0.8 \times \tan i_c$  तथा  $\sin i_c = 1/1.33 \approx 0.75$ , जहाँ  $r$  सबसे बड़े वृत्त की त्रिज्या मीटर में है तथा  $i_c$  पानी-वायु अंतरापृष्ठ के लिए क्रांतिक कोण है। क्षेत्रफल  $= 2.6 \text{ m}^2$
- 9.6**  $n \approx 1.53$  तथा जल में प्रिज्म के लिए  $D_m \approx 10^\circ$
- 9.7**  $R = 22 \text{ cm}$
- 9.8** यहाँ बिंब आभासी तथा प्रतिबिंब वास्तविक है।  $u = +12 \text{ cm}$  (बिंब दाहिनी ओर है; आभासी)  
 (a)  $f = +20 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब वास्तविक है तथा लेंस से  $7.5 \text{ cm}$  दूर दाहिनी ओर है।  
 (b)  $f = -16 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब वास्तविक है तथा लेंस से  $48 \text{ cm}$  दूर दाहिनी ओर है।
- 9.9**  $v = 8.4 \text{ cm}$ । प्रतिबिंब सीधा तथा आभासी है। यह साइज़ में छोटा है, साइज़  $= 1.8 \text{ cm}$ । जैसे  $u \rightarrow \infty$ ,  $v \rightarrow f$  (लेकिन  $f$  से आगे नहीं जाता जबकि  $m \rightarrow 0$ )।  
 ध्यान दीजिए, जब वस्तु अवतल लेंस ( $f = 21 \text{ cm}$ ) के फोकस पर रखी होती है, तब उसका प्रतिबिंब लेंस से  $10.5 \text{ cm}$  दूर बनता है (अनंत पर नहीं बनता जैसा कि गलती से कोई सोच सकता है)।
- 9.10**  $60 \text{ cm}$  फोकस दूरी का अपसारी लेंस।
- 9.11** (a)  $v_e = -25 \text{ cm}$  तथा  $f_e = 6.25 \text{ cm}$  से  $u_e = -5 \text{ cm}$ ;  $v_o = (15 - 5) \text{ cm} = 10 \text{ cm}$  प्राप्त होता है,  
 $f_o = u_o = -2.5 \text{ cm}$ ; आवर्धन क्षमता  $= 20$   
 (b)  $u_o = -2.59 \text{ cm}$ ; आवर्धन क्षमता  $= 13.5$
- 9.12**  $25 \text{ cm}$  दूरी पर प्रतिबिंब बनने के लिए नेत्रिका का कोणीय आवर्धन  
 $= \frac{25}{2.5} + 1 = 11$ ;  $|u_e| = \frac{25}{11} \text{ cm} = 2.27 \text{ cm}$ ;  $v_o = 7.2 \text{ cm}$   
 पृथकन दूरी  $= 9.47 \text{ cm}$ ; आवर्धन क्षमता  $= 88$

9.13 24; 150 cm

9.14 (a) कोणीय आवर्धन = 1500  
(b) प्रतिबिंब का व्यास = 13.7 cm

9.15 वांछित परिणाम ज्ञात करने के लिए दर्पण के समीकरण तथा दर्पण की सीमा का प्रयोग कीजिए।  
(a)  $f < 0$  (अवतल दर्पण);  $u < 0$  (बिंब बाईं ओर)  
(b)  $f > 0$  के लिए;  $u < 0$   
(c)  $f > 0$  (उत्तल दर्पण) तथा  $u < 0$   
(d)  $f < 0$  (अवतल दर्पण);  $f < u < 0$

9.16 पिन 5.0 cm ऊपर उठी हुई प्रतीत होती है। यह स्पष्ट प्रकाश किरण आरेख द्वारा देखा जा सकता है कि उत्तर काँच के गुटके की स्थिति पर निर्भर नहीं करता (छोटे आपतन कोणों के लिए)।

9.17 (a)  $\sin i'_c = 1.44/1.68$  जिससे  $i'_c = 59^\circ$  प्राप्त होता है। पूर्ण आंतरिक परावर्तन  $i > 59^\circ$  अथवा जब  $r < r_{\max} = 31^\circ$  पर होता है। अब,  $(\sin i_{\max} / \sin r_{\max}) = 1.68$ , जिससे  $i_{\max} \simeq 60^\circ$  प्राप्त होता है। इस प्रकार कोण के परिसर  $0 < i < 60^\circ$  की सभी आपतित किरणों का पाइप में पूर्ण आंतरिक परावर्तन होगा (यदि पाइप की लंबाई परिमित है, जो कि व्यवहार में होती है, तब  $i$  पर निम्न सीमा पाइप के व्यास तथा उसकी लंबाई के अनुपात द्वारा निर्धारित होगी।)  
(b) यदि कोई बाह्य आवरण नहीं है, जो  $i'_c = \sin^{-1}(1/1.68) = 36.5^\circ$ । अब,  $i = 90^\circ$  के लिए  $r = 36.5^\circ$  तथा  $i' = 53.5^\circ$  होंगे, जो  $i'_c$  से अधिक है। इस प्रकार [परिसर में सभी आपतित किरणें ( $53.5^\circ < i < 90^\circ$ )] पूर्ण आंतरिक परावर्तित होंगी।

9.18 परदे तथा वस्तु के बीच निश्चित दूरी  $s$  के लिए, लेंस समीकरण उस स्थिति में  $u$  तथा  $v$  के लिए वास्तविक हल प्रदान नहीं करती, जब  $f$  का मान  $s/4$  से अधिक होता है।

अतः  $f_{\max} = 0.75$  m

9.19 21.4 cm

9.20 (a) (i) मान लीजिए कि कोई समांतर प्रकाश-पुंज बाईं ओर से पहले उत्तल लेंस पर आपतित होता है। तब

$f_1 = 30$  cm,  $u_1 = -\infty$  से प्राप्त होता है  $v_1 = +30$  cm। यह प्रतिबिंब दूसरे लेंस के लिए आभासी बिंब बन जाता है।

$f_2 = -20$  cm,  $u_2 = + (30 - 8)$  cm = +22 cm, जिससे  $v_2 = -220$  cm प्राप्त होता है। समांतर आपतित किरण-पुंज दो लेंसों के निकाय के केंद्र से 216 cm दूर किसी बिंदु से अपसरित होता प्रतीत होता है।

(ii) मान लीजिए कि कोई समांतर प्रकाश-पुंज बाईं ओर से पहले अवतल लेंस पर आपतित होता है। तब  $f_1 = -20$  cm,  $u_1 = -\infty$  से प्राप्त होता है  $v_1 = -20$  cm। यह प्रतिबिंब दूसरे लेंस के लिए वास्तविक बिंब बन जाता है।  $f_2 = +30$  cm,  $u_2 = - (20 + 8)$  cm = -28 cm, से  $v_2 = -420$  cm प्राप्त होता है। समांतर प्रकाश-पुंज दो लेंसों के तंत्र के मध्य बिंदु की बाईं ओर से 416 cm दूर स्थित बिंदु से अपसरित होता प्रतीत होता है।

स्पष्ट है कि उत्तर इस पर निर्भर करता है कि लेंस तंत्र के किस ओर समांतर प्रकाश-पुंज आपतित होता है। साथ ही, हमारे पास कोई ऐसी सरल लेंस समीकरण नहीं है जो सभी  $u$  (तथा  $v$ ) के मानों के लिए, निकाय के निश्चित नियतांक के पदों में सत्य हो। (निकाय के स्थिरांक  $f_1$  तथा  $f_2$  तथा दोनों लेंसों के बीच पृथक् दूरी द्वारा निर्धारित होते हैं।) प्रभावी फोकस दूरी की धारणा, इसलिए इस तंत्र के लिए अर्थपूर्ण प्रतीत नहीं होती।

(b)  $u_1 = -40$  cm,  $f_1 = 30$  cm से  $v_1 = 120$  cm प्राप्त होता है।

पहले (उत्तल) लेंस के कारण आवर्धन का परिमाण  $= 120/40 = 3$

$u_2 = + (120 - 8)$  cm  $= + 112$  cm (बिंब आभासी)

$f_2 = -20$  cm से  $v_2 = -\frac{112 \times 20}{92}$  cm प्राप्त होता है।

अर्थात् दूसरे (अवतल) लेंस के कारण आवर्धन का परिमाण  $= 20/92$

आवर्धन का नेट परिमाण  $= 3 \times (20/92) = 0.652$

प्रतिबिंब का साइज़  $= 0.652 \times 1.5$  cm  $= 0.98$  cm

**9.21** यदि प्रिज़्म में अपवर्तित किरण दूसरे फलक पर क्रांतिक कोण  $i_c$  पर आपतित होती है तो, पहले फलक पर अपवर्तन कोण  $r$  का मान  $(60^\circ - i_c)$  होता है।

अब  $i_c = \sin^{-1} (1/1.524) \simeq 41^\circ$

अतः  $r = 19^\circ$  तथा  $\sin i = 0.4962$ , तथा  $i = \sin^{-1} 0.4965 \simeq 30^\circ$ ।

**9.22** (a)  $\frac{1}{v} + \frac{1}{9} = \frac{1}{10}$ , अर्थात्  $v = -90$  cm

आवर्धन का परिमाण  $= 90/9 = 10$

आभासी प्रतिबिंब में प्रत्येक वर्ग का क्षेत्रफल  $= 10 \times 10 \times 1$  mm<sup>2</sup>  $= 100$  mm<sup>2</sup>  $= 1$  cm<sup>2</sup>

(b) आवर्धन क्षमता  $= 25/9 = 2.8$

(c) नहीं, किसी लेंस द्वारा आवर्धन तथा किसी प्रकाशिक यंत्र की कोणीय आवर्धन [अथवा आवर्धन क्षमता] दो भिन्न अभिधारणाएँ हैं। कोणीय आवर्धन वस्तु के कोणीय साइज़ (जो कि प्रतिबिंब के आवर्धित होने पर प्रतिबिंब के कोणीय साइज़ के बराबर होता है।) तथा उस स्थिति में वस्तु के कोणीय साइज़ (जबकि उसे निकट बिंदु 25 cm पर रखा जाता है), का अनुपात होता है। इस प्रकार, आवर्धन का परिमाण  $|v/u|$  होता है तथा आवर्धन क्षमता  $(25/|u|)$  होती है। केवल तब जब प्रतिबिंब निकट बिंदु पर  $|v| = 25$  cm पर है तो केवल तभी दोनों राशियाँ समान होती हैं।

**9.23** (a) प्रतिबिंब के निकट बिंदु (25 cm) पर बनने पर अधिकतम आवर्धन क्षमता प्राप्त होती है। अतः

$u = -7.14$  cm

(b) आवर्धन का परिमाण  $= (25/|u|) = 3.5$

(c) आवर्धन क्षमता  $= 3.5$

हाँ, आवर्धन क्षमता (जब प्रतिबिंब 25 cm पर बनता है) आवर्धन के परिमाण के समान होती है।

**9.24** आवर्धन  $\sqrt{(6.25/1)} = 2.5$

$v = +2.5 u$ ; अतः

$$+\frac{1}{2.5u} - \frac{1}{u} = \frac{1}{10}$$

अर्थात्  $u = -6$  cm

$|v| = 15$  cm

आभासी प्रतिबिंब सामान्य निकट बिंदु (25 cm) से भी पास बनता है तथा इसे नेत्र स्पष्ट नहीं देख सकता।

**9.25** (a) यदि प्रतिबिंब का निरपेक्ष साइज वस्तु के साइज से बड़ा भी है, तो भी प्रतिबिंब का कोणीय साइज वस्तु के कोणीय साइज के समान होता है। कोई आवर्धक लेंस हमारी इस रूप में सहायता करता है : यदि आवर्धक लेंस नहीं है तो वस्तु 25 cm से कम दूरी पर नहीं रखी जा सकती; आवर्धक लेंस होने पर हम वस्तु को अपेक्षाकृत बहुत निकट रख सकते हैं। वस्तु निकट हो तो उसका कोणीय साइज 25 cm दूर रखने की तुलना में कहीं अधिक होता है। हमारे कोणीय आवर्धन पाने या उपलब्ध करने का यही अर्थ है।

(b) हाँ, यह थोड़ा कम होता है, क्योंकि नेत्र पर अंतरित कोण लेंस पर अंतरित कोण से थोड़ा छोटा होता है। यदि प्रतिबिंब बहुत दूर हो तो यह प्रभाव नगण्य होता है। [नोट : जब नेत्र को लेंस से पृथक् रखते हैं, तो प्रथम वस्तु द्वारा नेत्र पर अंतरित कोण तथा इसके प्रतिबिंब द्वारा नेत्र पर अंतरित कोण समान नहीं होते।]

(c) प्रथम, अत्यंत छोटे फोकस दूरी के लेंसों की घिसाई आसान नहीं है। इससे अधिक महत्वपूर्ण बात है कि यदि आप फोकस दूरी कम करते हैं तो इससे विपथन (गोलीय तथा वर्ण) बढ़ जाता है। अतः व्यवहार में, आप किसी सरल उत्तल लेंस से 3 या अधिक की आवर्धन क्षमता नहीं प्राप्त कर सकते हैं। तथापि, किसी विपथन संशोधित लेंस प्रणाली के उपयोग से इस सीमा को 10 या इसके सन्निकट कारक से बढ़ा सकते हैं।

(d) किसी नेत्रिका का कोणीय आवर्धन  $[(25/f_c) + 1]$  ( $f_c$  cm में) होता है जिसके मान में

$$f_c \text{ के घटने पर वृद्धि होती है। पुनः अभिदृश्यक का आवर्धन } \frac{v_o}{|u_o|} = \frac{1}{(|u_o|/f_o) - 1} \text{ से}$$

प्राप्त होता है जो अधिक होता है यदि  $|u_o|$ ,  $f_o$  से कुछ अधिक हो। सूक्ष्मदर्शी का उपयोग अति निकट की वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है। अतः  $|u_o|$  कम होता है और तदनुसार  $f_o$  भी।

(e) नेत्रिका के अभिदृश्यक के प्रतिबिंब को 'निर्गम द्वारक' कहते हैं। वस्तु से आने वाली सभी किरणें अभिदृश्यक से अपवर्तन के पश्चात निर्गम द्वारक से गुजरती हैं। अतः हमारे नेत्र से देखने के लिए यह एक आदर्श स्थिति है। यदि हम अपने नेत्र को नेत्रिका के बहुत ही निकट रखें तो नेत्रिका बहुत अधिक प्रकाश का अधिग्रहण नहीं कर पाएगी तथा दृष्टि-क्षेत्र भी घट जाएगा। यदि हम अपने नेत्र को निर्गम-द्वारक पर रखें तथा हमारे नेत्र की पुतली का क्षेत्रफल निर्गम-द्वारक के क्षेत्रफल से अधिक या समान हो तो हमारे नेत्र अभिदृश्यक से अपवर्तित सभी किरणों को अभिगृहीत कर लेंगे। निर्गम-द्वारक का सटीक स्थान सामान्यतः अभिदृश्यक एवं नेत्रिका के अंतराल पर निर्भर करता है। जब हम किसी सूक्ष्मदर्शी से, इसके एक सिरे पर अपने नेत्र को लगाकर देखते हैं तो नेत्र एवं नेत्रिका के मध्य आदर्श दूरी यंत्र के डिजाइन में अंतर्निहित होती है।

**9.26** मान लीजिए कि सूक्ष्मदर्शी सामान्य उपयोग में है अर्थात् प्रतिबिंब 25 cm पर है। नेत्रिका का कोणीय आवर्धन

$$= \frac{25}{5} + 1 = 6$$

अभिदृश्यक का आवर्धन

$$= \frac{30}{6} = 5, \text{ अतः}$$

$$\frac{1}{5u_o} - \frac{1}{u_o} = \frac{1}{1.25}$$

जिससे  $u_0 = -1.5 \text{ cm}$ ;  $v_0 = 7.5 \text{ cm}$ ;  $|u_e| = (25/6) \text{ cm} = 4.17 \text{ cm}$  प्राप्त होता है।  
अभिवृक्षक एवं नेत्रिका के बीच दूरी  $(7.5 + 4.17) \text{ cm} = 11.67 \text{ cm}$  होनी चाहिए। अपेक्षित आवर्धन प्राप्त करने के लिए वस्तु को अभिवृक्षक से  $1.5 \text{ cm}$  दूर रखना होगा।

**9.27** (a)  $m = (f_0/f_e) = 28$

(b)  $m = \frac{f_0}{f_e} \left[ 1 + \frac{f_0}{25} \right] = 33.6$

**9.28** (a)  $f_0 + f_e = 145 \text{ cm}$

(b) मीनार द्वारा अंतरित कोण  $= (100/3000) = (1/30) \text{ rad}$ ; अभिवृक्षक द्वारा बनाए प्रतिबिंब से अंतरित कोण  $= h/f_0$ ;  $f_0 = 140 \text{ cm}$ । दोनों कोणों के मानों की तुलना करने पर  $h = 4.7 \text{ cm}$  प्राप्त होता है।

(c) नेत्रिका का आवर्धन  $= 6$  अंतिम प्रतिबिंब की ऊँचाई  $= 28 \text{ cm}$

**9.29** बड़े दर्पण (अवतल) द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब छोटे दर्पण (उत्तल) के लिए आभासी बिंब का कार्य करता है। अनंत पर रखे बिंब से आने वाली समांतर किरणें, बड़े दर्पण से  $110 \text{ mm}$  दूर फोकसित होंगी। छोटे दर्पण के लिए आभासी बिंब की दूरी  $= (110 - 20) = 90 \text{ mm}$  होगी। छोटे दर्पण की फोकस दूरी  $70 \text{ mm}$  है। दर्पण सूत्र का उपयोग करने पर हम देखेंगे कि प्रतिबिंब छोटे दर्पण से  $315 \text{ mm}$  दूर बनता है।

**9.30** परावर्तित किरणें दर्पण के घूर्णन कोण से दोगुने कोण पर विक्षेपित होती हैं। अतः  $d/1.5 = \tan 7^\circ$ ;  $d = 18.4 \text{ cm}$

**9.31**  $n = 1.33$

## अध्याय 10

**10.1** (a) परावर्तित प्रकाश : (तरंगदैर्घ्य, आवृत्ति, चाल आपतित प्रकाश के समान हैं)

$$\lambda = 589 \text{ nm}, \nu = 5.09 \times 10^{14} \text{ Hz}, c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

(b) अपवर्तित प्रकाश : (आवृत्ति, आपतित आवृत्ति के समान है)

$$\nu = 5.09 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$v = (c/n) = 2.26 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}, \lambda = (v/\nu) = 444 \text{ nm}$$

**10.2** (a) गोलीय

(b) समतल

(c) समतल (बड़े गोले की सतह का एक छोटा क्षेत्र लगभग समतलीय होता है)

**10.3** (a)  $2.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

(b) हाँ, क्योंकि अपवर्तनांक और इसलिए माध्यम में प्रकाश की चाल तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करती है [जब कोई विशिष्ट तरंगदैर्घ्य या प्रकाश का रंग न दिया गया हो तो हम दिए गए अपवर्तनांक का मान पीले प्रकाश के लिए ले सकते हैं]। अब हम जानते हैं कि बैंगनी प्रकाश का विचलन काँच के प्रिज्म में लाल प्रकाश से अधिक होता है। अर्थात्  $n_v > n_r$  इसलिए, श्वेत प्रकाश का बैंगनी अवयव, लाल अवयव से धीमी गति से गमन करता है।

$$\text{10.4 } \lambda = \frac{1.2 \times 10^{-2} \times 0.28 \times 10^{-3}}{4 \times 1.4} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

**10.5**  $K/4$

**10.6** (a)  $1.17 \text{ mm}$  (b)  $1.56 \text{ mm}$

**10.7**  $0.15^\circ$

10.8  $\tan^{-1}(1.5) \simeq 56.3^\circ$

10.9  $5000 \text{ \AA}, 6 \times 10^{14} \text{ Hz}; 45^\circ$

10.10  $40 \text{ m}$

## अध्याय 11

11.1 (a)  $7.24 \times 10^{18} \text{ Hz}$  (b)  $0.041 \text{ nm}$

11.2 (a)  $0.34 \text{ eV} = 0.54 \times 10^{-19} \text{ J}$  (b)  $0.34 \text{ V}$  (c)  $344 \text{ km/s}$

11.3  $1.5 \text{ eV} = 2.4 \times 10^{-19} \text{ J}$

11.4 (a)  $3.14 \times 10^{-19} \text{ J}, 1.05 \times 10^{-27} \text{ kg m/s}$  (b)  $3 \times 10^{16} \text{ फोटॉन/s}$   
(c)  $0.63 \text{ m/s}$

11.5  $6.59 \times 10^{-34} \text{ J s}$

11.6  $2.0 \text{ V}$

11.7 नहीं, क्योंकि  $v < v_0$

11.8  $4.73 \times 10^{14} \text{ Hz}$

11.9  $2.16 \text{ eV} = 3.46 \times 10^{-19} \text{ J}$

11.10 (a)  $1.7 \times 10^{-35} \text{ m}$  (b)  $1.1 \times 10^{-32} \text{ m}$  (c)  $3.0 \times 10^{-23} \text{ m}$

11.11  $\lambda = h/p = h/(hv/c) = c/v$

## अध्याय 12

- 12.1 (a) से भिन्न नहीं  
(b) टॉमसन मॉडल, रदरफोर्ड मॉडल  
(c) रदरफोर्ड मॉडल  
(d) टॉमसन मॉडल, रदरफोर्ड मॉडल  
(e) दोनों मॉडल

12.2 हाइड्रोजन परमाणु का नाभिक प्रोटॉन है। इसका द्रव्यमान  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  है, जबकि आपतित ऐल्फा कण का द्रव्यमान  $6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$  है। क्योंकि प्रकीर्ण होने वाले कण का द्रव्यमान लक्ष्य नाभिक (प्रोटॉन) से अत्यधिक है इसलिए प्रत्यक्ष संघट्ट में भी ऐल्फा-कण वापस नहीं आएगा। यह ऐसा ही है जैसे कि कोई फुटबाल, विरामावस्था में टेनिस की गेंद से टकराए। इस प्रकार प्रकीर्णन बड़े कोणों पर नहीं होगा।

12.3  $5.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$

12.4  $13.6 \text{ eV}; -27.2 \text{ eV}$

12.5  $9.7 \times 10^{-8} \text{ m}; 3.1 \times 10^{15} \text{ Hz}$

12.6 (a)  $2.18 \times 10^6 \text{ m/s}; 1.09 \times 10^6 \text{ m/s}; 7.27 \times 10^5 \text{ m/s}$   
(b)  $1.52 \times 10^{-16} \text{ s}; 1.22 \times 10^{-15} \text{ s}; 4.11 \times 10^{-15} \text{ s}$

12.7  $2.12 \times 10^{-10} \text{ m}; 4.77 \times 10^{-10} \text{ m}$

12.8 लाइमैन श्रेणी:  $103 \text{ nm}$  तथा  $122 \text{ nm}$

बामर श्रेणी:  $665 \text{ nm}$

12.9  $2.6 \times 10^{74}$

## अध्याय 13

- 13.1 104.7 MeV  
 13.2 8.79 MeV, 7.84 MeV  
 13.3  $1.584 \times 10^{25}$  MeV अथवा  $2.535 \times 10^{12}$  J  
 13.4 1.23  
 13.5 (i)  $Q = -4.03$  MeV; ऊष्माशोषी  
 (ii)  $Q = 4.62$  MeV; ऊष्माउत्सोर्जी  
 13.6  $Q = m(^{56}_{26}\text{Fe}) - 2m(^{28}_{13}\text{Al}) = 26.90$  MeV; असंभव  
 13.7  $4.536 \times 10^{26}$  MeV  
 13.8 लगभग  $4.9 \times 10^4$  y  
 13.9 360 KeV

## अध्याय 14

- 14.1 (c)  
 14.2 (d)  
 14.3 (c)  
 14.4 (c)  
 14.5 (c)  
 14.6 अर्धतरंग के लिए 50 Hz ; पूर्ण तरंग के लिए 100 Hz