উত্তৰমালা

নবম অধ্যায়

9.1 $\upsilon = -54$ cm, প্ৰতিবিম্ব সৎ, ওলোটা আৰু পৰিবৰ্ধিত। প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ 5cm।
যিহেতু $u \to f,\ v \to \infty$; হ'লে $u < f$ প্ৰতিবিম্বৰ অসৎ হয়।

9.2 $\upsilon = 6.7$ cm। পৰিবৰ্দ্ধন = 5/9 ; অৰ্থাৎ প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ 2.5 cm। যিহেতু $u \to \infty$; $v \to f$ (কিন্তু ইয়াতকৈ কেতিয়াও বেছি নহয়) $m \to 0$

9.3 1.33 ; 1.7 cm.

9.4 $n_{ga} = 1.51$; $n_{wa} = 1.32$; $n_{gw} = 1.144$; ইয়াৰ পৰা পোৰা হয়, অৰ্থাৎ $r \simeq 38°$

9.5 $r = 0.8 \times \tan i_c$ আৰু $\sin i_c = 1/1.33 \cong 0.75$, ইয়াত r (মিটাৰ) বৃহত্তম বৃত্তাকাৰ পথৰ ব্যাসাৰ্ধ্য য'ৰ পৰা পোহৰ নিৰ্গত হয়, আৰু i_c পানী বায়ুৰ আন্তঃতলৰ সংকট কোণ, বৰ্গকালি = 2.6 m^2।

9.6 $n \cong 1.53$ আৰু পানীত থকা প্ৰিজমটোৰ বাবে বিচ্যুতিকোণ $D_m \cong 10°$

9.7 R = 22 cm.

9.8 ইয়াত লক্ষ্যবস্তুটো অসৎ আৰু প্ৰতিবিম্ব সৎ। $u = +20$cm (লক্ষ্যবস্তু সোফালে; অসৎ)
(a) $f = +20$ cm। প্ৰতিবিম্ব সৎ আৰু ই লেন্সৰ সোফালৰ পৰা 7.5 cm দূৰত্বত গঠিত।
(b) $f = -20$ cm প্ৰতিবিম্ব সৎ আৰু ই লেন্সৰ সোঁফালৰ পৰা 48 cm দূৰত্বত গঠিত।

9.9 $\upsilon = 8.4$ cm, প্ৰতিবিম্ব থিয় আৰু অসৎ। ইয়াৰ আকাৰ 1.8 cm লৈ অবনমিত হয়। যিহেতু $u \to \infty$, $v \to f$ (কিন্তু f তকৈ কেতিয়াও বেছি নহয় আৰু $m \to 0$)

9.10 এখন 60 cm ফকাছ দৈৰ্ঘ্যৰ অপসাৰী লেন্স।

9.11 (a) $\upsilon_e = -25$ cm আৰু $f_e = 6.25$ cm। ইয়াৰ বাবে $u_e = -5$ cm, $\upsilon_o = (15-5)$ cm। 10 cm
$f_o = u_o = -2.5$ cm. পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা = 20
(b) $u_o = -2.59$ cm পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা = 13.5

9.12 প্ৰতিবিম্ব 25 cm ত গঠন হোৱাৰ বাবে অভিনেত্ৰ (eyepiece) ই কৰা কৌণিকপৰিবৰ্দ্ধন $= \frac{25}{2.5} + 1 = 11$; $|u_e| = \frac{25}{11}$ cm $= 2.27$ cm; $\upsilon_o = 7.2$ cm
লেন্স দুখনৰ মাজৰ দুৰত্ব $= 9047$ cm, পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা = 88

9.13 24 ; 150 cm

উত্তৰ

9.14 (a) কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন=1500

(b) প্ৰতিবিম্বটোৰ ব্যাস =13.7cm।

9.15 দাপোণৰ সমীকৰণ আৰু তলৰ উল্লেখিত চৰ্তসমূহ প্ৰয়োগ কৰি সঠিক উত্তৰ উলিওৱা।

(a) $f < 0$ (অৱতল দাপোণ); $u < 0$ (লক্ষ্যবস্তু বাওঁফালে)

(b) $f < 0; u < 0$

(c) $f < 0$ (উত্তল দাপোণ) আৰু $u < 0$

(d) $f < 0$ (অৱতল দাপোণ); $f < u < 0$

9.16 পিনটোৰ 5 cm আ পাত উচ্চতা বৃদ্ধি হয়। এটি সঠিক ৰেখা চিত্ৰৰ দ্বাৰা দেখুৱাব পাৰি যে উত্তৰটো কাচৰ টুকুৰাটোৰ অৱস্থানৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। (সৰু আপতন কোণৰ বাবে)

9.17 (a) $\sin i_c' = 1.44/1.68$ সেয়েহে $i_c' = 59°$ যেতিয়া $i > 59°$ অথবা $r < r_{max} = 31°$ তেতিয়া আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফিলন হয়। ইয়াত $(\sin i_{max} / \sin r_{max}) = 1.68$ আৰু ইয়াৰ বাবে $i_{max} \simeq 60°$। সেইবাবে $0 < i < 60°$ পৰিসৰৰ ভিতৰত সকলো আপতিত পোহৰ ৰশ্মিৰ পাইপডালৰ ভিতৰত আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলন ঘটে। সচৰাচৰ পোৱাৰ দৰে পাইপডালৰ দৈৰ্ঘ্য যদি সীমিত (finite) হয়, তেতিয়া i ৰ নিম্ন সীমা, পাইপডালৰ ব্যাস আৰু দৈৰ্ঘ্যৰ অনুপাতে নিৰ্ণয় কৰে।

(b) যদি কোনো বহিঃ আবৰণ নাথাকে $i'_c = \sin^{-1}(1/1.68) = 36.5°$ এতিয়া $i = 90°$ ৰ বাবে $r = 36.5°$ আৰু $i' = 53.0°$, যি i'_c কৈ বেছি। সেই বাবে সকলো আপতিত ৰশ্মিৰ ($53.5° < i < 90°$ পৰিসৰৰ ভিতৰত) আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে।

9.18 সমতল অথবা উত্তল দাপোণৰ পিচফাললৈ কোনো এক বিন্দুলৈ অভিসাৰী হোৱা পোহৰ ৰশ্মিবোৰ দাপোণৰ সন্মুখফালে থকা পৰ্দা এখনৰ এটি বিন্দুলৈ প্ৰতিফলিত হৈছে। অন্য কথাত এখন সমতল বা উত্তল দাপোণে এটা সৎ প্ৰতিবিম্ব গঠন কৰিব পাৰে। যদিহে লক্ষ্যবস্তুটো অসৎ বা আপাত হয়। এটা সঠিক ৰেখাচিত্ৰ আকি তুমি কথাষাৰৰ সত্যতা বিচাৰ কৰি চোৱা।

(b) যেতিয়া প্ৰতিফলিত বা প্ৰতিসৰিত ৰশ্মিবোৰ অপসাৰী হয় ই অসৎ প্ৰতিবিম্বৰ সৃষ্টি কৰে। অপসাৰী ৰশ্মিবোৰ এক নিৰ্দ্দিষ্ট অভিসাৰী লেন্স ব্যৱহাৰ কৰি কোনো এক পৰ্দালৈ অভিসাৰী কৰিব পাৰি। চকুৰ উত্তল লেন্সখনেও মাত্ৰ সেই কামকে কৰে। ইয়াত অসৎ প্ৰতিবিম্বই লেন্সখনৰ বাবে লক্ষ্যবস্তু হয় আৰু সৎ প্ৰতিবিম্বৰ গঠন কৰে। মন কৰা, পৰ্দাখন অসৎ প্ৰতিবিম্বৰ অৱস্থানত নাথাকে। ইয়াত কোনো বিসংগতি (Contradiction) থাকিব নোৱাৰে।

(c) ওখ

(d) আনত দৃষ্টি (oblique viewing) ৰ বাবে আপাত গভীৰতা ইয়াৰ সমীপ স্বাভাৱিক (near-normal) দৃষ্টিৰ তুলনাত কম হয়। লক্ষ্যবস্তুৰ বিভিন্ন অৱস্থানৰ বাবে এটা ৰেখাচিত্ৰ আঁকি উপৰোক্ত সত্যটো বিশ্বাস কৰা।

(e) হীৰাৰ প্ৰতি সৰাংক প্ৰায় 2.42 আৰু ই সাধাৰণ কাচ (প্ৰায় 1.5) তকৈ বহু বেছি। হীৰাৰ বাবে সংকট কোণ প্ৰায় 24° যি সাধাৰণ কাচতকৈ বহু সৰু। এজন দক্ষ হীৰা কটা লোকে সেইবাবে

$24°$ৰপৰা $90°$ লৈ বেছি পৰিসৰৰ আপতন কোণৰ (হীৰাৰ বাবে) সুবিধা লয়, যাতে পোহৰ ৰশ্মি হীৰা টুকুৰাত সোমাই, ই ওলাই যোৱাৰ আগতে বহু কেইখন পিঠিত (face) সম্পূৰ্ণ প্ৰতিফলন হয়।

সেইবাবে হীৰা টুকুৰাৰ এক উজ্জ্বল চিক্‌মিকনী দেখা যায়।

9.19 লক্ষ্যবস্তু আৰু পৰ্দাৰ মাজৰ এক নিৰ্দ্দিষ্ট দূৰত্ব s ৰ বাবে, লেন্সৰ সমীকৰণে u বা υ ৰ বাবে প্ৰকৃত সমাধান নিদিয়ে, যদিহে f ফ্কাছ দৈৰ্ঘ্য $s/4$ তকৈ ডাঙৰ হয়। সেইবাবে $f_{max} = 0.75$ m

9.20 21.4 cm

9.21 (a) (i) ধৰাহওঁক প্ৰথমে বাওঁফালৰ পৰা সমান্তৰাল পোহৰ ৰশ্মি অবতল লেন্সখনত আপতিত হৈছে।

$f_1 = 30$ cm $u_1 = -\infty$ আৰু হ'লে $v = 30$ cm। এই প্ৰতিবিম্বটো দ্বিতীয়খন লেন্সৰ বাবে এটা অসৎ প্ৰতিবিম্ব হয়।

$f_2 = -20$ cm $u_2 = +(30-8)$cm$= 22$ cm হ'লে $v_2 = -220$ cm। সমান্তৰাল আপতিত ৰশ্মি, দুয়োখন লেন্স প্ৰণালীত (two-lens system) কেন্দ্ৰবিন্দুৰ পৰা 216cm দূৰৈৰ এক বিন্দুৰ পৰা আপতিত অপসাৰী হয়।

(ii) ধৰাহওঁক বাওঁফালৰ পৰা পোহৰ ৰশ্মি প্ৰথম অবতল লেন্সখনত আপতিত হৈছে।

$f_1 = -20$cm, $u_1 = -\infty$ ৰ বাবে $v_1 = -20$cm। এই প্ৰতিবিম্বটো দ্বিতীয়খন লেন্সৰ বাবে এটা সৎ লক্ষ্যবস্তু হয়। $f_2 = +30$cm, $u_2 = -(20+8)$ cm $= -28$cm হ'লে, $v_2 = -420$ cm পোৱা যায়।? ইয়াত দুই লেন্স প্ৰণালীৰ কেন্দ্ৰৰ বাওঁফালৰ পৰা 416cm দূৰৈৰ এক বিন্দুৰ পৰা আপাতিত সমান্তৰাল পোহৰ ৰশ্মি আপাত অপসাৰী হয়।

স্পষ্টকৈ ক'বলৈ গ'লে লেন্স প্ৰণালীৰ কোনফালে প্ৰকৃততে পোহৰ ৰশ্মি আপতিত হৈছে, তাৰ ওপৰতেই উত্তৰটো নিৰ্ভৰ কৰে। পুনৰ আমাৰ লেন্সৰ এক সাধাৰণ সমীকৰণ নাই যিটো প্ৰণালীৰ (system) নিৰ্দ্দিষ্ট ধ্ৰুবকৰ আলমত সকলো u (আৰু v) ৰ বাবে সত্য (ধ্ৰুবকটো f_1, f_2 লেন্স আৰু দুখনৰ মাজৰ পাৰ্থক্যৰ পৰা উলিয়াব পাৰি।) সেইবাবে কাৰ্য্যকাৰী ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ ধাৰণাটো এইক্ষেত্ৰত খুব অৰ্থপূৰ্ণ নহয়।

(b) $u_1 = -40$ cm $f_1 = 30$ cm আৰু ইয়াৰ বাবে $v_1 = 120$cm।

প্ৰথমখন লেন্স (উত্তল) ৰ বাবে পৰিবৰ্দ্ধক মান 3, $u_2 = +(120-8)$cm $= +112$cm (লক্ষ্যবস্তু অসৎ)

$f_2 = -20$ cm, ইয়াৰ বাবে $\upsilon_2 = -\dfrac{112\times 20}{92}$ cm দ্বিতীয়খন লেন্স (অবতল) ৰ বাবে পৰিবৰ্দ্ধন পৰিমাণ $= 20/92$

সমুদায় পৰিবৰ্দ্ধনৰ মান $= 0.652$

প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ $= 0.98$ cm।

9.22 যদি প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি প্ৰিজমটোৰ দ্বিতীয় পিঠিত সংকট কোণেৰে (i_c) আপতিত হয়, তেন্তে প্ৰথম পিঠিত প্ৰতিসৰিত কোণ হব $(60° - i_c)$

এতিয়া $i_c = \sin^{-1}(1/1.524) \simeq 41°$;

সেইবাবে $r = 19°$ আৰু $\sin i = 0.4962$; $i \simeq 30°$

উত্তৰ

9.23 (a) $\frac{1}{v}+\frac{1}{9}=\frac{1}{10}$ অর্থাৎ $v = -90$ cm

কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন= 90/9 = 10

অসৎ প্ৰতিবিম্বটোৰ প্ৰতিতো বৰ্গৰ কালি

$10 \times 10 \times 1\ mm^2 = 100\ mm^2 = 1 cm^2$

(b) পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা = 25/9 = 2.8

(c) নহয়, এখন লেন্সে কৰা প্ৰতিবিম্বৰ বিবৰ্ধন আৰু আলোকীয় যন্ত্ৰৰ কৌণিক বিবৰ্ধন (বা পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা) দুয়োটা পৃথক কাৰ্য্য। দ্বিতীয়তো লক্ষ্যবস্তুৰ কৌণিক আকাৰ (যিটো প্ৰতিবিম্বৰ কৌণিক আকাৰৰ সৈতে সমান; প্ৰতিবিম্ব লাগে বিবৰ্ধিত হওক) আৰু লক্ষ্যবস্তু নিকট বিন্দুত (2.5cm) বহুৱালে হোৱা ইয়াৰ কৌণিক আকাৰৰ অনুপাত। সেইবাবে বিবৰ্ধনৰ মান (v/u) আৰু পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা হয় (25/ $|u|$) কেৱল মাত্ৰ যেতিয়া প্ৰতিবিম্বটো নিকট বিন্দু $|v| = 25$ cm গঠন হয়, তেতিয়া দুয়োটা ৰাশিয়েই সমান।

9.24 (a) প্ৰতিবিম্ব যেতিয়া নিকট বিন্দু 25 cm ত গঠন হোৱা বাবে পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা উলিওৱা হয়।

$u = -7.14$ cm

(b) পৰিবৰ্দ্ধন মান = (25/ $|u|$) = 3.5

(c) পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা = 3.5

হয়, পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা (যেতিয়া প্ৰতিবিম্ব 25 cm ত গঠিত হয়) আৰু পৰিবৰ্দ্ধনৰ মান সমান হয়।

9.25 পৰিবৰ্দ্ধন = $\sqrt{(6.25/1)}$ = 2.5

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

i.e., $u = -6$ cm

$|v| = 15$ cm

অসৎ প্ৰতিবিম্বটো স্বাভাবিক নিকট বিন্দু 25 cm তকৈ ওচৰত গঠিত হোৱা বাবে চকুৱে স্পষ্টকৈ দেখা নাপায়।

9.26 (a) প্ৰতিবিম্বৰ পৰম আকাৰ (absolute size) লক্ষ্যবস্তুটোতকৈ ডাঙৰ হোৱা স্বত্তেও, প্ৰতিবিম্বৰ কৌণিক আকাৰ লক্ষ্যবস্তুৰ কৌণিক আকাৰৰ সৈতে সমান। বিবৰ্ধকে এইক্ষেত্ৰত এনেদৰে সহায় কৰেঃ ইয়াৰ অবিহনে লক্ষ্যবস্তু 25cm তকৈ ওচৰত থব নোৱাৰি; আৰু ইয়াৰ সৈতে বহু ওচৰত থব পাৰি। ওচৰত থোৱা লক্ষ্যবস্তুৰ কৌণিক আকাৰ, উক্ত একে লক্ষ্যবস্তু 25ছে.মি দূৰত্বত ৰখা অৱস্থাত কৈ ডাঙৰ হয়। ইয়েই কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন লাভ কৰাটো সুচায়।

(b) হয়, অলপ পৰিমাণে কমিব কিয়নো চকুৱে কৰা কোণটো, লেন্সে কৰা কোণতকৈ অলপ কমিব। প্ৰতিবিম্বটো যদি বহু দূৰত অৱস্থিত হয়, তেন্তে এই প্ৰভাব উপেক্ষণীয়।

[মন কৰা ঃ চকুটো যেতিয়া লেন্সৰ পৰা পৃথক কৰা হয় তেতিয়া প্ৰথম লক্ষ্যবস্তু আৰু ইয়াৰ প্ৰতিবিম্বই চকুত কৰা কোণ একে নহয়।]

(c) প্ৰথমতে, অতিকৈ সৰু ফকাছ দৈৰ্ঘ্যৰ লেন্স, অতি সহজে পাব নোৱাৰি। দৰকাৰী কথাটো হ'ল যদি তুমি ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য কম কৰা তেন্তে লেন্সখনৰ বিপথন (aberrations) [গোলকীয় (spherical) আৰু বৰ্ণ বিপথন (chormatic)] ক্ৰমান্বয়ে বৃদ্ধি পাব। সেইবাবে ব্যৱহাৰিক ক্ষেত্ৰত তুমি কেতিয়াও পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা 5 তকৈ বেছি বিশিষ্ট উত্তল লেন্স নোপোৱা। অৱশ্যে বিপথনহীন (aberration corrected) লেন্স ব্যৱহাৰ কৰি এই ক্ষমতাৰ সীমা 10 বা তাতোকৈ বেছি পাৰি।

(d) অভিনেত্ৰৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন হ'ল $[(25/f_e) + 1]$ (f_e cm ত)। যদি f_e কমে, ইয়াৰ বাবে পৰিবৰ্দ্ধন বাঢ়ে। পুনৰ অভিলক্ষ্যৰ পৰিবৰ্দ্ধন এইদৰে দিব পাৰি-

$$\frac{v_O}{|u_O|} = \frac{1}{(|u_O|/f_O) - 1}$$

এই পৰিবৰ্দ্ধন বাঢ়িব যদিহে $|u_O|$ অলপ পৰিমাণে f_O ৰ তুলনাত বাঢ়ে। ওচৰৰ লক্ষ্যবস্তু চাবলৈ অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। সেইবাবে $|u_O|$ সৰু আৰু একেদৰে f_O ।

(e) অভিলক্ষ্যই গঠন কৰা প্ৰতিবিম্ব অভিনেত্ৰত চকু-আঙুঠি (eye-ring) বুলি কোৱা হয়। লক্ষ্যবস্তুৰ পৰা অহা সকলো ৰশ্মি অভিলক্ষ্যই প্ৰতিসৰিত কৰি চকু-আঙুঠিলৈ নিয়ে। সেইবাবে আমাৰ চকুৰে চোৱাৰ বাবে এইটো এটা আদৰ্শ অৱস্থান। আমি যদি আমাৰ চকু অভিনেত্ৰৰ বহু ওপৰলৈ নিও, তেতিয়া চকুত পৰ্য্যাপ্ত পৰিমাণ পোহৰ নপৰে আৰু দৃষ্টিক্ষেত্ৰ (freld of view) ও কমি আহে। যদি চকুৰ অৱস্থান চকু-আঙুঠিত থোৱা হয় আৰু আমাৰ চকুৰ মণি (Pupil) ৰ আকাৰ (areal), চকু-আঙুঠিৰ আকাৰতকৈ বেছি অথবা সমান হয় তেতিয়া চকুৱে অভিলক্ষ্যই প্ৰতিসৰিত কৰা সমুদায় পোহৰ ৰশ্মি গ্ৰহণ কৰে। চকু-আঙুঠিৰ সঠিক অৱস্থান সাধাৰণতে অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ মাজত পাৰ্থক্যৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। যেতিয়া তুমি অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰ এটাৰ এমূৰে চকু থৈ চোৱা তেন্তে চকু আৰু অভিনেত্ৰৰ মাজৰ এই আদৰ্শৰ দূৰত্ব (ideal distance) সাধাৰণতেযন্ত্ৰটো ডিজাইন (design) কৰোতেই তৈয়াৰ কৰা হয়।

9.27 অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰটো সাধাৰণ ব্যৱহাৰৰ বাবে ধৰিলে প্ৰতিবিম্ব গঠন হব 25cm ত। অভিনেত্ৰই কৰা কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন

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

অভিলক্ষ্যৰ বাবে পৰিবৰ্দ্ধন

$$= \frac{30}{6} = 5$$

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

উপৰোক্ত সমীকৰণে দিয়ে, $u_O = -1.5$cm $v_0 = 7.5$cm. $|u_e| = (25/6)$cm $= 4.17$cm। অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ মাজৰ পাৰ্থক্য হয় $(7.5 + 4.17)$cm $= 11.67$ cm পুনৰ লক্ষ্যবস্তুটো অভিলক্ষ্যৰ পৰা 1.5 cm ত থলে বিচৰা ধৰণে পৰিবৰ্দ্ধন পাব পাৰি।

9.28 (a) $m = (f_O/f_e) = 28$

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

9.29 (a) $f_O + f_e = 145$ cm

(b) স্তম্ভ টোৱে কৰা কোণ = $(100/3000)$

$= (1/30)$ ৰেডিয়ান

অভিলক্ষ্যই উৎপন্ন কৰা প্ৰতিবিম্বই কৰা কোণ

$$= \frac{h}{f_O} = \frac{h}{140}$$

দুয়োটা একেলগ কৰিলে $h = 4.7$ cm

(c) অভিনেত্ৰৰ পৰিবৰ্দ্ধন (মান) 6 শেষ

প্ৰতিবিম্বটোৰ উচ্চতাৰ মান 28 cm

9.30 ডাঙৰ (অবতল) দাপোণখনে গঠন কৰা প্ৰতিবিম্বটো সৰু (উত্তল) দাপোণখনৰ বাবে এটা অসৎ লক্ষ্যবস্তু হিচাপে কাম কৰে। অসীমত থকা লক্ষ্যবস্তুৰ পৰা অহা সমান্তৰাল ৰশ্মিবোৰ ডাঙৰ দাপোণখনৰ পৰা 110 mm দূৰত্বত ফ'কাছ হয়। সৰু দাপোণখনৰ বাবে অসৎ লক্ষ্য বস্তুৰ দূৰত্ব = (110 – 20) = 90 mm। সৰু দাপোণখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 70 mm। দাপোণৰ ফৰ্মুলা ব্যৱহাৰ কৰিলে, প্ৰতিবিম্বটো সৰু দাপোণখনৰ পৰা 315 mmত গঠন হব।

9.31 প্ৰতিফলিত ৰশ্মিবোৰ দাপোণখনৰ ঘূৰ্ণন কোণৰ দ্বিগুণ পৰিমাণে বিচ্যুতি হয়। সেইবাবে $d/1.5 = \tan 7°$ । সেইবাবে $d = 18.4$ cm।

9.32 $n = 1.33$

দশম অধ্যায়

10.1 (a) প্ৰতিফলিত ৰশ্মি ঃ (তৰংগদৈৰ্ঘ্য, কম্পনাংক, বেগ আপতিত পোহৰৰ ৰশ্মিৰ সৈতে সমান)

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

(b) প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি ঃ (কম্পনাংক আপতিত ৰশ্মিৰ কম্পনাংকৰ সৈতে সমান),

$\nu = 5.09 ´ 10^{14}$ Hz, $v = (c/n) = 2.26 \times 10^{8}$ ms^{-1} $\lambda = (v/\nu) = 444$ nm।

10.2 (a) গোলাকাৰ

(b) সমতল

(c) সমতল (এটা ডাঙৰ গোলকৰ উপৰিভাগৰ এক ক্ষুদ্ৰ অংশ প্ৰায় সমতল বুলি ধৰা হয়)

10.3 (a) 2.0×10^{8} ms^{-1}

(b) নহয়। প্ৰতিসাৰাংক আৰু সেয়েহে মাধ্যমত পোহৰৰ বেগ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। [যেতিয়া নিৰ্দ্দিষ্ট কোনো ধৰণৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য অথবা পোহৰৰ ৰঙৰ উল্লেখ নাথাকে তেনেক্ষেত্ৰত আমি প্ৰতিসাৰংকৰ মান হালধীয়া ৰঙৰ বাবে বুলি ধৰিব লাগে] আমি জানো বেঙুনীয়া ৰঙৰ ৰশ্মি কাচৰ প্ৰিজমত ৰঙা ৰঙৰ ৰশ্মিতকৈ বেচিকৈ বিচ্যুত হয়, অৰ্থাৎ $n_v > n_r$. সেইবাবে বগা ৰঙৰ বেঙুনীয়া অংশটো ৰঙা অংশ (Component) তকৈ কম বেগেৰে গতি কৰে।

10.4 $$\lambda = \frac{1.2\times10^{-2}\times0.28\times10^{-3}}{4\times1.4} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

10.5 K/4

10.6 (a) 1.17 mm (b) 1.56 mm

10.7 0.15°

10.8 $\tan^{-1}(1.5) \simeq 56.3°$

10.9 5000 Å, 6×10^{14} Hz, 45°

10.10 40 m

10.11 $\lambda' - \lambda = \frac{v}{c}\lambda$ ফৰ্মুলাটো ব্যবহাৰ কৰা অৰ্থাৎ $v = \frac{c}{\lambda}(\lambda' - \lambda) = \frac{3 \times 10^8 \times 15}{6563} = 6.86 \times 10^5\ \text{ms}^{-1}$

10.12 প্ৰতিসৰণৰ কণিকা চিত্ৰ অনুসৰি, পোহৰৰ কণিকা পাতল মাধ্যমৰ পৰা ঘন মাধ্যমলৈ আপতিত হ'লে পৃষ্ঠভাগ (Surface) ৰ উলম্ব দিশত এটা আকৰ্ষণী বল অনুভব কৰে হয়। ইয়াৰ বাবে বেগৰ উলম্ব উপাংশটোৰ বৃদ্ধি হয় কিন্তু পৃষ্ঠভাগলৈ থকা উপাংশটো অপৰিবৰ্তিত থাকে। ইয়াৰ অৰ্থ--

$c \sin i = v \sin r$ অথবা $\frac{v}{c} = \frac{\sin\ i}{\sin\ r} = n.$

যিহেতু, $n > 1,\ v > c.$

এই ভৱিষ্যতবাণী পৰীক্ষাৰ অন্তত পোৱা ফলাফলৰ ($v < c$) বিপৰীত মুখী (Opposite)।' পোহৰৰ তৰংগ চিত্ৰটো পৰীক্ষাটোৰ সৈতে সুসমঞ্জম (Consistent)।

10.13 বিন্দুসম লক্ষ্যবস্তুটো কেন্দ্ৰত থৈ এটা বৃত্ত আকা যাতে ই দাপোণখন স্পৰ্শ কৰে। এইটো লক্ষ্য বস্তুৰ পৰা অহা গোলাকাৰ তৰংগসন্মুখ (wave front) ৰ সমতল অংশ (Plane Section) যি দাপোণখনৰ ওচৰলৈ মাত্ৰ আহি পাইছেহি। ইয়াৰ পিছত পুনৰ সেই তৰংগ সন্মুখটো t সময়ৰ অন্তত দাপোণখন থকা আৰু নথকা অৱস্থাত, ইয়াৰ অৱস্থান (locations) সমূহ চিহ্নিত কৰি আকা। তুমি দাপোণখনৰ দুয়োকাষে সমমিতীয় (Symmetrically) দুটা বৃত্তখণ্ড (arcs) পাবা। সাধাৰণ জ্যামিতি ব্যৱহাৰ কৰি প্ৰতিফলিত তৰংগসন্মুখৰ (লক্ষ্যবস্তুটোৰ প্ৰতিবিম্ব) কেন্দ্ৰটো, লক্ষ্যবস্তুটোৰ দৰে দাপোণখনৰ পৰা একেই দূৰত্বত দেখা যায়।

10.14 (a) শূন্যত পোহৰৰ বেগ এটা সাৰ্বজনীন ধ্ৰুবক আৰু উক্ত কাৰকসমূহ বা যি কোনো হেতুৰ ওপৰত ই নিৰ্ভৰশীল নহয়। বিশেষকৈ মনকৰা যে ই উৎস আৰু পৰ্য্যাবেক্ষকৰ মাজৰ আপেক্ষিক গতি (relative motion) ৰ ওপৰতো অনিৰ্ভৰশীল। এই সত্যটোৱেই হ'ল আইনষ্টাইনৰ বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদৰ মূল সূত্ৰ।

(b) কোনো এক মাধ্যমত পোহৰৰ গতিবেগৰ নিৰ্ভৰশীলতা ঃ

(i) উৎসৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। (তৰংগৰ গতিবেগ তৰংগ সঞ্চালনৰ মাধ্যমৰ ধৰ্মসমূহে নিৰ্ণয় কৰে। এই কথা অন্যান্য তৰংগসমূহ যেনে শব্দ তৰংগ, জল তৰংগ ইত্যাদিৰ ক্ষেত্ৰতো সত্য।)

(ii) সমদৈশিক (isotropic) মাধ্যমত তৰংগ সঞ্চালনৰ দিশৰ ওপৰত অনিৰ্ভৰশীল।

(iii) মাধ্যম সাপেক্ষে উৎসৰ গতিৰ ওপৰত অনিৰ্ভৰশীল, কিন্তু মাধ্যম সাপেক্ষে পৰ্য্যবেক্ষকৰ আপেক্ষিক গতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

উত্তৰ

(iv) তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

(v) প্ৰাবল্যৰ ওপৰত অনিৰ্ভৰশীল (উচ্চ প্ৰাবল্যৰ ৰশ্মিৰ বাবে অবশ্যে পৰিস্থিতি বহু জটিল হয় আৰু সেইবোৰ আমি ইয়াত আলোচনা কৰিবলৈ প্ৰয়োজন বোধ কৰা নাই)

10.15 শব্দ তৰংগ সঞ্চালনৰ বাবে এটা মাধ্যমৰ প্ৰয়োজন হয়। সেইবাবে পৰিস্থিতি (i) আৰু (ii) আপেক্ষিক গতি (উৎস আৰু পৰ্য্যবেক্ষকৰ মাজত) অনুসৰি একেই হ'লেও ইহঁত ভৌতিকভাৱে অনুৰূপ (Physically) নহয়। কাৰণ দুয়োটা পৰিস্থিতিতেই মাধ্যম সাপেক্ষে পৰ্য্যবেক্ষকৰ গতি বিভিন্ন। সেই বাবে (i) আৰু (ii) ৰ বাবে শব্দৰ বাবে থকা ডপলাৰ ফৰ্মূলাটো একে হোৱা আশা কৰি নোবাৰো। বায়ু-শূন্য মাধ্যমত পোহৰ তৰংগৰ বাবে স্পষ্টকৈ (i) আৰু (ii) মাজৰ পাথৰ্ক্য বিচাৰ কৰিব নোৱাৰি। ইয়াত কেবল উৎস আৰু পৰ্য্যবেক্ষকৰ মাজৰ আপেক্ষিক গতিহে বিবেচিত হয় আৰু আপেক্ষিক ডপলাৰ ফৰ্মূলাটো (i) আৰু (ii) দুয়োটাৰে বাবে একে হয়। শব্দ তৰংগৰ দৰে, আকৌ পোহৰ ৰশ্মিও কোনো মাধ্যমত সঞ্চালনৰ বাবে দুয়োটা পৰিস্থিতি একে নহয় (identical) আৰু এইক্ষেত্ৰত ডপলাৰ ফৰ্মূলা দুয়োটা পৰিস্থিতিৰ বাবে বিভিন্ন হোৱাটো আমি আশা কৰো।

10.16 3.4×10^{-4} m

10.17 (a) আকাৰ ~ l/d. সম্বন্ধ (relation) অনুসৰি আকাৰ অৰ্ধেক হ্ৰাস হয়ঃ প্ৰাবল্য চৰ্তুগুণ (four fold) পৰিমাণে বাঢ়ে।

(b) ইয়ঙৰ দ্বি-ছিদ্ৰ (double-slit) পৰীক্ষাত পোৱা সমাৰোপণ পটিৰ (interference fringes) প্ৰাবল্য, প্ৰতিটো ছিদ্ৰ অপবৰ্তনে (diffraction pattern) নিয়ন্ত্ৰণ (modulated) কৰে।

(c) বৃত্তাকাৰ-বাধা ((obstacle)) এটাৰ পৰা অপবৰ্তিত হৈ অহা তৰংগবোৰৰ গঠনাত্মকভাৱে সমাৰোপিত হোৱা বাবে জ্যামিতিক ছাঁ (shadow) অঞ্চলৰ কেন্দ্ৰত উজ্বল বিন্দুৰ সৃষ্টি হয়।

(d) যিকোনো বাধা / ছিদ্ৰৰ পৰা ডাঙৰ কোণেৰে অপবৰ্তন বা তৰংগৰ বক্ৰকৰণ হবৰ বাবে উক্ত বস্তুৰ আকাৰ তৰংগৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ সমকক্ষ হব লাগিব। যদি বাধা / ছিদ্ৰৰ আকাৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যতকৈ বেছি ডাঙৰ হয় তেন্তে ই সৰু কোণৰ দ্বাৰা অপবৰ্তন কৰে। ইয়াত আকাৰৰ মান কেইবা মিটাৰ। পোহৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য প্ৰায় 5×10^{-7} মিটাৰ, আনহাতে 1 কিল'হাৰ্জ কম্পনাংক বিশিষ্ট শব্দ তৰংগৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য প্ৰায় 0.3 মিটাৰ। সেইবাবে শব্দ তৰংগ কোনো বেৰৰ ওপৰেৰে বক্ৰ (bend around the partition) হ'ব পাৰে, কিন্তু পোহৰে নোৱাৰে।

(e) উপৰোক্ত (d) ত যি ব্যাখ্যা দিয়া হৈছে তাৰ ভিত্তিতেই যুক্তিযুক্ততা আছে। সাধাৰণ আলোকীয় যন্ত্ৰসমূহত জৰিত থকা ছিদ্ৰ (apertures) সমূহ পোহৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যতকৈ যথেষ্ট ডাঙৰ।

10.18 12.5 cm

10.19 0.2 nm

10. 20 (a) এণ্টেনাই গ্ৰহণ কৰা পোনপটীয়া সংকেত বা ছিগনেল আৰু ভ্ৰমণৰত বিমানৰ পৰা প্ৰতিফলিত হৈ অহা (দুৰ্বল) তৰংগৰ মাজত হোৱা সমাৰোপণ।

(b) তৰংগ সঞ্চালনৰ বাবে হোৱা (অৱকল) সমীকৰণৰ ৰৈখিক বৈশিষ্ট্য (linear character)

টো তৰংগৰ অধ্যাৰোপণ নীতিয়ে অনুসৰণ কৰে। যদি y_1 আৰু y_2 তৰংগৰ সমীকৰণৰ সমাধান সমূহ হয়। যেতিয়া বিস্তাৰসমূহ অতি বেছি হয় তেন্তে y_1 আৰু y_2 ৰ যিকোনো ৰৈখিক সংযোজনো হ'ব (উদাহৰণস্বৰূপে উচ্চ প্ৰাবল্যৰ লেজাৰ ৰশ্মি) আৰু অ-ৰৈখিক (non- linear) প্ৰভাৱসমূহ ক্ৰমান্বয়ে দৰকাৰী হৈ উঠে, তেতিয়া পৰিস্থিতি অতি জটিল হৈ পৰে। এনেবোৰ জটিল কাৰ্য্যপদ্ধতিবোৰৰ আলোচনাৰ প্ৰয়োজন নাই।

10. 21 এক ছিদ্ৰ (Single slit) টো $a' = a/n$ ব্যৱধান বা বেধ (width) বিশিষ্ট n টা সৰু সৰু ছিদ্ৰলৈ ভাগ কৰা। কোণ $\theta = n\lambda/a = \lambda/a'$ । সৰু ছিদ্ৰবিলাকৰ প্ৰতিটোৱেই θ কোণ দিশত শূন্য প্ৰাবল্যৰ সৃষ্টি কৰে। সংযোজনৰ ফলতো শূন্য প্ৰাবল্য হয়।

একাদশ অধ্যায়

11.1 (a) 7.24×10^{18} Hz (b) 0.041 nm

11.2 (a) 0.34 ev $= 0.54 \times 10^{-19}$ J, (b) 0.34 V
(c) 344 Km/s

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

11.4 (a) 3.14×10^{-19} J, 1.05×10^{-27} Kgm/s
(b) 3×10^{-16} ফটন/s (c) 0.63 m/s

11.5 4×10^{21} ফটন/m^2/s

11.6 6.59×10^{-34} J-s

11.7 (a) 3.38×10^{-19} J = 2.11eV (b) 3.0×10^{-20} ফটন/s

11.8 2.0 V

11.9 নহয়, কাৰণ $\nu \langle \nu_0$

11.10 4.73×10^{14} Hz

11.11 2.11 eV $= 3.46 \times 10^{-19}$ J

11.12 (a) 4.04×10^{-24} Kgm/s (b) 0.164 nm

11.13 (a) 5.92×10^{-24} Kgm/s (b) 6.50×10^{6} m/s (c) 0.112 nm

11.14 (a) 6.95×10^{-25}J = 4.34 MeV, (b) 3.78×10^{-28}J = 0.236 MeV

11.15 (a) 1.7×10^{-35}m (b) 1.1×10^{-32} m, (c) 3.0×10^{-23}m

11.16 (a) 6.63×10^{-25} Kgm/s (দুয়োটাৰ বাবে) (b) 1.24 KeV (c) 1.51 eV

11.17 (a) 6.686×10^{-21}J $= 4.174 \times 10^{-2}$ eV
(b) 0.145 nm

11.18 $\lambda = h/p = h/(h\nu/c) = \frac{e}{\nu}$

11.19 0.028 nm

11.20 (a) $eV = (m v^2/2)$ সম্বন্ধটো ব্যবহাৰ কৰা, অৰ্থাৎ $v = [(2eV/m)]^{1/2}$; $v = 1.38\ 10^7\ ms^1$

(b) আমি যদি উপৰোক্ত একে ফৰ্মূলা ব্যবহাৰ কৰো আৰু $V=10^7$ ভল্ট তেন্তে আমি $v = 1.88 \times 10^9\ m/s$ পাম। এইটো কিন্তু সম্পূৰ্ণ অশুদ্ধ উত্তৰ, যিহতু পোহৰৰ বেগতকৈ বেছি বেগত কোনো, বস্তুৱেই গতি কৰিব নোৱাৰে। প্ৰকৃতাৰ্থত উপৰোক্ত গতিশক্তিৰ ফৰ্মূলাটো $(m v^2/2)$ প্ৰযোজ্য হয় যেতিয়া $(v/c) \ll 1$। উচ্চ গতি বেগৰ বাবে (v/c) যেতিয়া 1 ৰ সমতুল্য (যদিও সদায় 1 তকৈ কম) হয়, তেতিয়া আমি আপেক্ষিকীয় পৰিসৰৰ (relativistic domain) ভিতৰলৈ আহিম য'ত তলত দিয়া ফৰ্মুলা সমূহেহে প্ৰযোজ্য হ'ব।

আপেক্ষিক ভৰবেগ $p = mv$

মুঠ শক্তি $E = mc^2$

ইয়াত আপেক্ষিক ভৰ $m = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2}$

m_0 স্থিৰ ভৰ। এইটো সমীকৰণে পুনৰ নিৰ্দেশ কৰে-

$$E = (p^2c^2 + m_0^2 c^4)^{1/2}$$

মন কৰা আপেক্ষিক পৰিসৰৰ ভিতৰত যেতিয়া (v/c) অনুপাতে 1ৰ সমতুল্য হয় k অথবা শক্তি ³ m_0c^2 (স্থিৰ ভৰ শক্তি)। ইলেকট্ৰনৰ স্থিৰ ভৰ শক্তি প্ৰায় 0.51 MeV। সেইবাবে ইয়াৰ গতিশক্তি 10 MeV স্থিৰ ভৰশক্তিকৈ বহু বেছি হোৱা বাবে ই আপেক্ষিক পৰিসৰৰ কথাকেই নিৰ্দেশ কৰে। আপেক্ষিকীয় ফৰ্মুলা সমূহ ব্যৱহাৰ কৰিলে আমি পাওঁ v(10 MeV গতিশক্তিৰ বাবে) = 0.999c।

11.21 (a) 22.7 cm

(b) নহব, ওপৰত ব্যাখ্যা কৰাৰ দৰে এটা 20 MeV ইলেকট্ৰনে আপেক্ষিকীয় (relativistic) বেগেৰে গতি কৰে। সেইবাবে অনা-আপেক্ষিকীয় (non-relativistic) গতিৰ বাবে ব্যৱহৃত ফৰ্মূলা $R= m_0B/eB$ প্ৰযোজ্য নহয়। আপেক্ষিকীয় গতিৰ বাবে ফৰ্মুলা হ'ব ঃ

$$R = p/eB = mv/eB \quad \text{or} \quad R = m_0 v/\left(eB\sqrt{1-v^2/c^2}\right)$$

11.22 আমি জানো $eV = (m v^2/2)$ আৰু $R = (m v / e B)$ যিটোৰে দিয়ে $(e/m) = (2V/R^2 B^2)$ সমস্যাটোত দিয়া হোৱা তথ্য (Data) ব্যৱহাৰ কৰিলে পোৱা যায় $(e/m) = 1.73 \times 10^{11}$ Ckg^{-1}।

11.23 (a) 27.6 30 KeV. (b) 30 KeV মানৰ।

11.24 $\lambda = (hc/E)$ সম্বন্ধটো ব্যৱহাৰ কৰা, য'ত $E = 5.1 \times 1.602 \times 10^{-10}\ 30$ J; সেই বাবে $\lambda = 2.43 \times 10^{-16}\ 30$ m

11.25 (a) λ = 500 m হলে $E = (h\ c/\lambda) = 3.98 \times 10^{-28}$ J। প্ৰতিছেকেণ্ডত নিৰ্গত ফ'টনৰ সংখ্যা $=10^4\ Js^{-1}\ 3.98 \times 10^{-28}$ J = 3×10^{-31} s

আমি জানো যে এটা ৰেডিঅ'ফটনৰ (radiophoton) শক্তি অতিকৈ ক্ষুদ্ৰ আৰু এটা ৰেডিঅ' ৰশ্মিৰ পৰা প্ৰতিছেকেণ্ডত নিৰ্গত ফটনৰ সংখ্যা যথেষ্ট বেছি। সেইবাবে এটা নিম্ন কোৱাণ্টাম শক্তিৰ

ফ'টনৰ অৱস্থিতি উলাই কৰোতে হোৱা ভুল (error) উপক্ষেণীয় (negligible) আৰু সেইদৰে এটা ৰেডিঅ' তৰংগৰ মুঠ শক্তি নিৰবচ্ছিন্ন (Continuous) বুলি ধৰাও উপক্ষেণীয়।

(b) $n = 6 \times 10^{14}$ Hz বাবে $E \simeq 4 \times 10^{-19}$ J। নিম্নতম প্ৰাবল্য অনুসৰি নিৰ্গত ফ'টন ফ্লাক্স (Photon flux) $= 10^{-10}$ Wm^{-2}/ 4×10^{19} J

$= 2.5 \times 10^{8}$ m^{-2} s^{-1}

প্ৰতি ছেকেণ্ডত চকুৰ মণি (Pupil) ৰ ভিতৰলৈ প্ৰৱেশ কৰা ফটনৰ সংখ্যা

$= 2.5 \times 10^{8} \times 0.4 \times 10^{-4}$ s^{-1} = 10^{4} s^{-1}

যদিও এই সংখ্যাটো (a) ত কোৱা হোৱাৰ দৰে বেছি নহয় কিন্তু আমাৰ চকুৰে ইমান যথেষ্ট সংখ্যক ফ'টনৰ হিচাপ ৰাখিব নোৱাৰে।

11.26 $\phi_0 = h\nu - e\,V_0 = 6.7 \times 10^{-19}$ J $= 4.2$ eV

$\nu = 4.7 \times 10^{14} = 4.7 \times 10^{14}$ Hz $\lambda = 6328$ Å য'ত $\nu = 4.7 \times 10^{14}$ Hz $< \nu_0$ লেজাৰ ৰশ্মিৰ প্ৰাবল্য যিমানেই নহওক লাগে আলোককোষে (Photo-cell) ইয়াৰ সহাৰি নিদিয়ে।

11.27 দুয়োটা উৎসৰ বাবে $e\,V_0 = h\nu - \phi_0$ সমীকৰণ ব্যৱহাৰ কৰা। প্ৰথম উৎসৰ পৰা তথ্য অনুসৰি $\phi_0 = 1.40$ eV। এই মান ব্যৱহাৰ কৰি দ্বিতীয় উৎসৰ বাবে উলিওৱা $V_0 = 1.50$eV.

11.28 V_0 বনাম νৰ এটি লেখ আঁকা। লেখাটোৰ নতি (Slope) য়ে (h/e) আৰু ν অক্ষৰ ছেদবিন্দু (intercept) য়ে ν_0 নিৰ্দেশ কৰে। লেখটোৰ প্ৰথম চাৰিটা বিন্দু প্ৰায় সৰল ৰেখাত পৰে যিয়ে ν অক্ষৰ $\nu_0 = 5.0 \times 10^{14}$ Hz (প্ৰাৰম্ভিক কম্পনাংক) বিন্দুত ছেদ কৰে। পঞ্চম বিন্দুটো $\nu < \nu_0$ অনুসৰি হোৱা বাবে ইয়াৰ আলোকবিদ্যুৎ নিৰ্গমন নহয় আৰু সেইবাবে প্ৰবাহ ৰোধৰ বাবে কোনো প্ৰতিবন্ধক বিভৱ (Stopping Voltage) ৰ প্ৰয়োজন নাই। লেখটোৰ নতিৰ পৰা পোৱা যায় 4.15×10^{-15} Vs। e $= 1.6 \times 10^{-19}$ C ব্যৱহাৰ কৰিলে পাওঁ h $= 6.64 \times 10^{-34}$ Js (প্ৰামাণিক মান h $= 6.626 \times 10^{-34}$ Js) আৰু $\phi_0 = h\,\nu_0 = 2.11$ V।

11.29 এইটো দেখা যায় যে আপতিত কম্পনাংক ν, ν_0(Na) আৰু ν_0(K) তকৈ বেছি; কিন্তু ν_0(Mo) আৰু ν_0(Ni) তকৈ কম। সেইবাবে M_0 আৰু N_i য়ে আলোকবিদ্যুৎ নিৰ্গমণ নকৰে। যদি লেজাৰ ৰশ্মি ওচৰ চপাই অনা হয় তেন্তে বিকিৰণৰ তীব্ৰতা বাঢ়ে, কিন্তু ই M_0 আৰু N_i ৰ পৰা পোৱা ফলাফলৰ ওপৰত প্ৰভাব বিস্তাৰ নকৰে। অৱশ্যে Na আৰু K ৰ পৰা পোৱা আলোক বিদ্যুৎ প্ৰবাহ, প্ৰাবল্য অনুসৰি বৃদ্ধি হয়।

11.30 প্ৰতিটো পৰমাণুত এটা পৰিবহণ ইলেকট্ৰনৰ (conduction electron) কথা ধৰা। প্ৰভাবিত পাৰমাণবিক বৰ্গকালি (Effective atomic area) $\sim 10^{-20}$ m^{-2}.

5 টা আবৰণ বা তৰপত থকা ইলেকট্ৰন সংখ্যা

$$= \frac{5 \times 2 \times 10^{-4}}{10^{--20}}\ \text{m}^2 = 10^{17}$$

আপতিত শক্তিৰ পৰিমাণ

$= 10^{-5}\ w/m^2 \times 2\times10^{-4}\,m^2 = 2\times10^{-9}\,W$ তৰংগ তত্ব অনুসাৰে আপতিত শক্তি সকলো ইলেকট্ৰনে সমভাবে নিৰবিচ্ছিন্ন ভাবে গ্ৰহণ কৰে। সেইবাবে প্ৰতিছেকেণ্ডত এটা ইলেকট্ৰনে গ্ৰহণ কৰা শক্তিৰ পৰিমাণ

$= 2 \times 10^{-9}/10^{17} = 2 \times 10^{-26}$ W।

আলোক বিদ্যুৎ নিৰ্গমণ হ'বলৈ লগা প্ৰয়োজনীয় সময়ৰ পৰিমান

$= 2 \times 1.6 \times 10^{-19}$ J / 2×10^{-26} W $= 1.6 \times 10^7$ s যিটো প্ৰায় 0.5বছৰ।

তাৎপৰ্য্য ঃ পৰীক্ষাৰ পৰা দেখা যায় যে আলোক বিদ্যুৎ নিৰ্গমণ প্ৰক্ৰিয়াটো তাৎক্ষণিক (instantaneously) ($\sim 10^{-9}$ s)। সেইবাবে, পৰীক্ষাটোৱে তৰংগতত্বটো সম্পূৰ্ণৰূপে নাকচ কৰে। ফ'টন তত্ব (Photon Picture) অনুসৰি ওপৰৰ স্তৰৰ সকলো ইলেকট্ৰনে নিৰবিচ্ছিন্ন ভাবে বিকিৰণ শক্তি সমভাবে গ্ৰহণ নকৰে। বৰঞ্চ শক্তি বিচ্ছিন্ন (discontinuous) ফটনৰ ৰূপত আছে আৰু শক্তিৰ শোষণ ক্ৰমাগতভাবে নহয়। এটা ফ'টন হয় এটা ইলেকট্ৰনৰ দ্বাৰা প্ৰায় তাৎক্ষণিকভাবে শোষিত হয় অথবা নহয়।

11.31 $\lambda = 1$ Å ৰ পৰা ইলেকট্ৰনৰ শক্তি =150 V ফ'টন শক্তি =12.4 Kev সেইবাবে একেই তৰংগ দৈৰ্ঘ্যৰ বাবে ফ'টন এটাৰ, ইলেকট্ৰনত কৈ বহু বেছি শক্তি থাকে।

11.32 (a) $\lambda = \dfrac{h}{p} = \dfrac{h}{\sqrt{2\,mK}}$ সেইবাবে একে K ৰ বাবে λ ৰ মান m ৰ সৈতে হ্ৰাস হয়। এতিয়া $(m_n/m_e) = 1838.6$; সেইবাবে উদাহৰণ 11.31 ত উল্লেখ কৰাৰ দৰে একেই শক্তি (150 Mev) ৰ বাবে নিউট্ৰনৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্য = $\left(1/\sqrt{1838.6}\right) \times 10^{-10}$ m $= 2.33\times10^{-12}$ m আন্তঃ আণবিক ব্যৱধান ইয়াৰ প্ৰায় এশ গুণ বেছি। সেয়েহে 150 ev শক্তি সম্পন্ন নিউট্ৰন ৰশ্মি অপবৰ্তন পৰীক্ষাৰ (diffraction experiments) বাবে উপযুক্ত নহয়।

(b) $\lambda = 1.45 \times 10^{-10}$ m $[\lambda = (h/\sqrt{3\,m\,k\,T})$]ব্যৱহাৰ কৰা] ; এই মান স্ফটিক এটাৰ আন্তঃআণবিক ব্যৱধানৰ নিচিনা।

ওপৰৰ (a) আৰু (b)পৰা এইটো স্পষ্ট যে তাপীয় (thermal) নিউট্ৰনবোৰ অপৱৰ্তন পৰীক্ষাৰ বাবে উপযোগী। সেইবাবে উচ্চ শক্তিৰ নিউট্ৰন ৰশ্মি, অপৱৰ্তনৰ বাবে প্ৰথমতে তাপীয়কৰণ (thermalised) কৰা উচিত।

11.33 $\lambda = 5.5 \times 10^{-12}$ m

λ (হালধীয়া পোহৰ) 5.9×10^{-7} m

বিভেদন ক্ষমতা (Resolving Power) তৰংগ দৈৰ্ঘ্যৰ ব্যস্তানুপাতিক। সেইবাবে এটা ইলেকট্ৰন অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰৰ বিভেদন ক্ষমতা এটা আলোকীয় অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰত কৈ প্ৰায় 10^5 গুণ বেছি। ব্যৱহাৰিক ক্ষেত্ৰত দেখা যায় যে আন কিছুমান (জ্যামিতিৰ) পাৰ্থক্যৰ বাবে এই তুলনাত্মক ছবিখন কিছুপৰিমাণে সলনি হব পাৰে।

11.34 $p = \dfrac{h}{\lambda} = \dfrac{6.63\times10^{-34}\,\mathrm{Js}}{10^{-15}\,\mathrm{m}}$

$= 6.63 \times 10^{-19}$ Kg ms^{-1}

শক্তি গণনাৰ বাবে আপেক্ষিকীয় ফৰ্মূলা ব্যবহাৰ কৰা।

$E^2 = c^2p^2 + m_0^2\, c^4$

$= 9 \times (6.63)^2 \times 10^{-22} + (0.511 \times 1.6)^2 \times 10^{-26}$

$\simeq 9 \times (6.63)^2 \times 10^{-22}$,

দ্বিতীয় ৰাশিটো (স্থিতি ভৰ শক্তি) উপেক্ষণীয়।

সেইবাবে $E = 1.989 \times 10^{-10}$J =1.24 BeV সেইবাবে ত্বৰক (accelerator) যন্ত্ৰৰ পৰা অহা ইলেকট্ৰনৰ শক্তি BeV মানৰ হয়।

11.35 $\lambda = \dfrac{h}{\sqrt{3\ m\ k\ T}}$; $m_{He} = \dfrac{4 \cdot 10^{3}}{6 \cdot 10^{23}}$ kg

ইয়াৰ পৰা $\lambda = 0.73 \times 10^{-10}$

গড় পাৰ্থক্য $r = (V/N)^{1/3} = (kT/p)^{1/3}$

$T = 300$ K, $p = 1.01 \times 10^5$ পাস্কেল, $r = 3.4 \times 10^{-9}$ m হলে আমি পাওঁ $r >> \lambda$

11.36 উপৰোক্ত অনুশীলনী (উদাহৰণ 11.35) ৰ দৰে একে ফৰ্মূলা ব্যবহাৰ কৰিলে পাওঁ $\lambda = 6.2 \times 10^{-9}$ m এইমান আন্তঃ ইলেকট্ৰন ব্যবধান (দিয়া আছে) তকৈ যথেষ্ট বেছি।

11.37 (a) কোৱাৰ্ক (Quarks) সমূহ প্ৰটন বা নিউট্ৰনৰ ভিতৰত বিশেষ বলেৰে আবদ্ধ হৈ থকা বুলি ভবা হয়। কোৱাৰ্ক সমূহ পৃথক কৰিবলৈ চেষ্টা কৰিলে এই বলৰ মান বাঢ়ে। সেইবাবে যদিও প্ৰকৃতিত ভগ্নাংশ আধানৰ (fractional charges) অস্তিত্ব থাকিব পাৰে বুলি ভবা হয়, এতিয়াও কিন্তু পৰ্য্যবেক্ষণীয় আধানসমূহ 'e' ৰ অখণ্ড গুণিতক।

(b) বৈদ্যুতিক আৰু চৌম্বিক ক্ষেত্ৰৰ বাবে বুনিয়াদী সম্বন্ধ কেইটা হ'ল একাদ্বিক্ৰমে $e\,V = (1/2)\,m\,v^2$ অথবা $e\,E = m\,a$ আৰু $e\,B\,v = m\,v^2/r$ । এই সমন্ধ দুটাই দেখুৱায় যে ইলেকট্ৰনৰ গতিবিদ্যা (dynamics), ইলেকট্ৰন (e) আৰু (m) য়ে পৃথকে পৃথকে নিৰ্ণয় নকৰে, কিন্তু ইয়াৰ সংযোজন e/m ৰ দ্বাৰা নিৰ্ণিত হয়।

(c) নিম্ন চাপত আয়ন বা আধানসমূহে ইয়াৰ নিজস্ব ইলেকট্ৰ'ড (electrodes) লৈ গতি কৰিবলৈ সুবিধা পায় আৰু এইদৰে ই প্ৰবাহৰ সৃষ্টি কৰে। সাধাৰণ চাপত আয়নবোৰে তেনে কৰিবলৈ সুবিধা নাপায়; ইয়াৰ কাৰণ হ'ল ইহঁতে গেছৰ অনুবোৰৰ সৈতে কৰা সংঘাত (collisions) আৰু পুনঃসংযোজন (recombination)।

(d) পৰিবাহী (metal) এটাৰ পৰিবহণ পটি (conduction band) ৰ সৰ্ব্বোচ্চ স্তৰত থকা ইলেকট্ৰন পৰিবাহীটোৰ পৰা সম্পূৰ্ণ ৰূপে বাহিৰলৈ ওলাই যাবলৈ যি নিম্নতম শক্তিৰ প্ৰয়োজন সেয়াই হ'ল পৰিবাহীটোৰ কাৰ্য্যফলন (work function) ।পৰিবাহীৰ সকলো ইলেকট্ৰন এই স্তৰত নাথাকে। ইহঁতে এটা নিৰবচ্ছিন্ন স্তৰৰ পটি অধিকাৰ কৰে। সেইবাবে একেই আপতিত বিকিৰণৰ বাবে ইলেকট্ৰনবোৰ বিভিন্ন শক্তিৰে ওলাই যায়।

(e) যিকোনো কণাৰ শক্তিৰ E (কিন্তু ভৰবেগ P নহয়) ৰ পৰম মান এক নিৰ্দ্দিষ্ট যোগাত্মক ধ্ৰবক

(additive constant) ৰ পৰিসৰত যাদৃচ্ছিক (arbitrary)। সেইবাবে তৰংগদৈৰ্ঘ্য l ভৌতিকভাৱে গুৰুত্বপূৰ্ণ হলেওঁ এটা ইলেকট্ৰনৰ পদাৰ্থ-তৰংগৰ কম্পনাংক n ৰ পৰম মান কোনো ভৌতিকভাবে গুৰুত্বপূৰ্ণ নহয়। গ্ৰুপবেগ (group speed) ভৌতিকভাবে গুৰুত্বপূৰ্ণ আৰু ইয়াক এইদৰে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি।

$$\frac{dn}{d(1/\lambda)} = \frac{dE}{dp} = \frac{d}{dp}\left(\frac{p^2}{2m}\right) = \frac{p}{m}$$

দ্বাদশ অধ্যায়

12.1 (a) ভিন্ন নহয়।

(b) থমছনৰ আৰ্হি, ৰাডাৰ-ফ'ৰ্ডৰ আৰ্হি

(c) ৰাডাৰ ফ'ৰ্ডআৰ্হি।

(d) থমছনৰ আৰ্হি, ৰাডাৰফ'ৰ্ডৰ আৰ্হি

(e) দুয়োটা আৰ্হি

12.2 এটা হাইড্ৰজেন পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াছ এটা প্ৰটন। ইয়াৰ ভৰ 1.67×10^{-27} Kg, য'ত আপতিত আলফা কণাৰ (α-particle) ভৰ 6.64×10^{-27} Kg। ইয়াত যিহেতু বিচ্ছুৰিত কণাটো লক্ষ্য নিউক্লিয়াছ (প্ৰটন) তকৈ বেছি গধুৰ, আলফা কণাই মুখা-মুখী সংঘাত কৰা স্বত্তেওঁ পিচলৈ উফৰি আহিব নোৱাৰে। এইটো ঠিক এটা ফুটবলে স্থিৰ অবস্থাত থকা এটা টেনিছ বলৰ সৈতে কৰা সংঘাতৰ দৰে। সেয়েহে ইয়াত কোনো ধৰণৰ বৃহৎ কোণত বিচ্ছুৰণ (large-angle scattering) হ'ব নোৱাৰে।

12.3 820 nm

12.4 5.6×10^{14} Hz

12.5 13.6 eV; 27.2 eV

12.6 9.7×10^{-8} m; 31×10^{15} Hz

12.7 (a) 2.18×10^{6} m/s ; 1.09×10^{6} m/s ;

7.27×10^{5} m/s ;

(b) 1.52×10^{-16} s, 1.22×10^{-15} s, 4.11×10^{-15} s

12.8 2.12×10^{-10} m, 4.77×10^{-10} m

12.9 লাইমান (Lyman) শ্ৰেণী ; 103 nm আৰু 122 nm বামাৰ (Balmar) শ্ৰেণী 656 nm

12.10 2.6×10^{74}

12.11 (a) একেই হয়।

(b) বহু পৰিমাণে কম।

(c) বিচ্ছুৰণ মুলত ঃ এটা একক (Single) সংঘাত অনুসৰি হয়, কাৰণ একক সংঘৰ্ষৰ সম্ভাৱনা

(Chance) লক্ষ্য পৰমাণুৰ সংখ্যাৰ সৈতে ৰৈখিক বাবে বৃদ্ধি হয় আৰু সেয়েহে বেধ (thickness) ৰ সৈতেও ৰৈখিক ভাবে বাঢ়ে।

(d) থমছনৰ আৰ্হিত এটা একক সংঘৰ্ষই অতি কম পৰিমাণৰ বিচ্যুতি ঘটায়। পৰ্য্যবেক্ষণ কৰা গড় বিচ্ছুৰণ কোণ কেৱল বহু বিচ্ছুৰণৰ (multiple scattering) কথা বিবেচনা কৰি ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। সেইবাবে থমছন আৰ্হিত বহু বিচ্ছুৰণ কথাটো উপেক্ষা কৰাটো ভুল হব। ৰাডাৰফ'ৰ্ড আৰ্হি-অনুসৰি প্ৰায়বোৰ বিচ্ছুৰণ একক সংঘাতৰ পৰা আহে আৰু ইয়াত বহু বিচ্ছুৰণৰ কথাটো প্ৰথম পৰ্য্যায়ত (first approximation) উপেক্ষা কৰিব পাৰি।

12.12 ব'ৰৰ আৰ্হি অনুসৰি পৰমাণুৰ প্ৰথম কক্ষৰ ব্যাসাৰ্ধ a_0 এইদৰে দিয়া হয়

$a_0 = \frac{4\pi\varepsilon_0(h/2\pi)^2}{m_e e^2}$ । পৰমাণুটো যদি মহাকৰ্ষিক বল ($Gm_p m_e/r^2$) ৰ দ্বাৰা বান্ধোন খোৱা বুলি ধৰা হয়, তেন্তে $Gm_p m_e$. সলনি কৰি ($e^2/4\pi\varepsilon_0$) লব লাগিব।

$$a_0^G = \frac{(h/2\pi)^2}{Gm_p m_e^2} \cong 1.2 \times 10^{29} \text{ m}$$

কিন্তু উক্ত মান গোটেই মহাকাশৰ নিৰ্ণিত আকাৰত কৈও বহু পৰিমাণে বেছি!

12.13
$$\nu = \frac{me^4}{(4\pi)^3\varepsilon_0^2(h/2\pi)^3}\left[\frac{1}{(n-1)^2}\right] - \frac{1}{n^2}$$
$$= \frac{me^4(2n-1)}{(4\pi)^3\varepsilon_0^2(h/2\pi)^3 n^2(n-1)^2}$$

n ৰ মান বেছি হ'লে

$$\nu \cong \frac{me^4}{32\pi^3\varepsilon_0^2(h/2\pi)^3 n^3}$$

কক্ষীয় কম্পনাংক $\nu_c = (v/2\pi r)$

বৰ'ৰ আৰ্হি অনুসৰি $v = \frac{n(h/2\pi)}{mr}$, আৰু $r = \frac{4\pi\varepsilon_0(h/2\pi)^2}{me^2}n^2$ ইয়াৰ পৰা পাওঁ

$$\nu_c = \frac{n(h/2\pi)}{2\pi mr^2} = \frac{me^4}{32\pi^3\varepsilon_0^2(h/2\pi)^3 n^3}$$

উপৰোক্ত মান ডাঙৰ n ৰ বাবে n ৰ সৈতে সমান।

12.14 $\left[\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 mc^2}\right]$ ৰাশিটোৰ মাত্ৰা দৈৰ্ঘ্যৰ মাত্ৰা। ইয়াৰ মান 2.82×10^{-1} m- যিটো এটা পৰমাণুৰ আকাৰতকৈ বহু গুণে কম।

(b) $\frac{4\pi\varepsilon_0(h/2\pi)^2}{me^2}$ ৰাশিটোৰ মাত্ৰা দৈৰ্ঘ্যৰ মাত্ৰা।

ইয়াৰ মান 0.53×10^{-10} m যিটো এটা পৰমাণুৰ আকাৰৰ মানৰ দৰে। (মন কৰা ঃ উপৰোক্ত মাত্ৰা

বিশ্লেষণে অৱশ্যে পৰমাণুৰ নিৰ্দিষ্ট আকাৰ উলিয়াওতে আমি h ৰ সলনি $4p$ আৰু $h/2p$ ব্যৱহাৰ কৰা কথা কব নোৱাৰে।)

12.15 ব'ৰৰ আৰ্হি অনুসৰি $mvr = nh$

আৰু $\frac{mv^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

ইয়াৰ পৰা পাব পাৰি $T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{Ze^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$; $r = \frac{4\pi\varepsilon_0 h^2}{Ze^2 m} n^2$

স্থিতিশক্তিৰ শূন্য মান বিবেচনা কৰোতে উপৰোক্ত সমন্ধবোৰ ব্যৱহাৰ নহয়। স্থিতিশক্তি অসীমত শূন্য কৰিবলৈ আমি লিখো $V = -(Ze^2/4\pi\varepsilon_0 r)$ আৰু ইয়াৰ পৰা $V = -2T$ আৰু $E = T + V = -T$ পাব পাৰি।

(a) উল্লেখিত মান $E = -3.4$ eV, আমি গতানুগতিক ভাবে অসীমত স্থিতিশক্তি শূন্য বুলি ধৰাৰ ভিত্তিতেই নিৰ্ণিত হৈছে। $E = -T$ ব্যৱহাৰ কৰিলে আমি পাওঁ যে ইলেকট্ৰনৰ গতিশক্তি এইটো স্তৰত (state) + 3.4 eV।

(b) স্থিতিশক্তিৰ শূন্য যদি অন্য প্ৰকাৰেও ঠিৰাং কৰা হয় তেন্তে গতি শক্তিৰ সলনি নহয়। ইয়াৰ মান + 3.4 eV, যি স্থিতি শক্তিৰ শূন্য মান নিৰ্ণয় কৰা পদ্ধতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। স্থিতি শক্তি আৰু মুঠশক্তি অৱশ্যে সলনি হব যদিহে স্থিতিশক্তিৰ শূন্যটো অন্য প্ৰকাৰে বিবেচনা কৰা হয়।

12.16 গ্ৰহ সম্বন্ধীয় গতিৰ (Planetary motion) সৈতে জড়িত কৌণিক ভৰবেগ তুলনীয় ভাৱে h তকৈ বহু বেছি। উদাহৰণ স্বৰূপে পৃথিৱীৰ কক্ষীয় বেগৰ বাবে উদ্ভৱ হোৱা ইয়াৰ কৌণিক ভৰবেগ $10^{70}h$. ৰ অনুক্ৰমিক। বৰ'ৰ কোৱাণ্টিত স্বীকাৰ্য্য (quantisation postulate) অনুসৰি এই মান উচ্চ মানৰ r ৰ বাবে হয় (10^{70} ৰ অনুক্ৰমিক)। তেনে উচ্চমানৰ n ৰ বাবে বৰ'ৰ আৰ্হিৰ কোৱাণ্টিত স্তৰসমূহৰ মাজৰ ক্ৰমাগত (successive) শক্তি আৰু কৌণিক ভৰবেগৰ পাৰ্থক্য অতি কম হয়। ফলত ব্যৱহাৰিক ক্ষেত্ৰত এই স্তৰসমূহ নিৰবচ্ছিন্ন বুলি বিবেচনা কৰিব পাৰি।

12.17 ব'ৰৰ আৰ্হিৰ ফৰ্মুলাত ব্যৱহৃত m_e টো m_m ৰে সলনি কৰা প্ৰয়োজন। আনবোৰ কাৰক (factors) স্থিৰে ৰাখিলে আমি পাওঁ, $r \propto (1/m)$ আৰু $E \propto m$

সেইবাবে, $r_\mu = \frac{r_e m_e}{m_\mu} = \frac{0.53 \times 10^{13}}{207} = 2.56 \times 10^{-13}$ m

$E_\mu = \frac{E_e m_\mu}{m_e} = -(13.6 \times 207)$ eV $\cong -2.8$ KeV

ত্ৰয়োদশ অধ্যায়

13.1 (a) 6.941 u (b) 19.9%, 80.1%

13.2 20.18u

13.3 104.7MeV

13.4 8.79MeV, 7.84 MeV

13.5 1.584×10^{25}MeV or 2.535×10^{12} J

13.6 i) ${}^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$ ii) ${}^{242}_{94}\mathrm{Pu} \rightarrow {}^{238}_{92}\mathrm{U} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

iii) ${}^{32}_{15}\mathrm{P} \rightarrow {}^{32}_{16}\mathrm{S} + \mathrm{e}^{-} + \bar{\nu}$ iv) ${}^{210}_{83}\mathrm{B} \rightarrow {}^{210}_{84}\mathrm{Po} + \mathrm{e}^{-} + \bar{\nu}$

v) ${}^{11}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{11}_{5}\mathrm{B} + \mathrm{e}^{+} + \nu$ vi) ${}^{97}_{43}\mathrm{Tc} \rightarrow {}^{97}_{42}\mathrm{Mo} + \mathrm{e}^{+} + \nu$

vii) ${}^{120}_{54}\mathrm{Xe} + \mathrm{e}^{+} \rightarrow {}^{120}_{53}\mathrm{I} + \nu$

13.7 (a) 5 T বছৰ (b) 6.65T বছৰ

13.8 4224 বছৰ

13.9 7.126×10^{-6} গ্ৰাম

13.10 7.877×10^{10} Bq আৰু 2.13 Ci

13.11 1.23

13.12 (a) $Q = 4.93$MeV, $E_a = 4.85$MeV

(b) $Q = 6.41$ MeV, $E_a = 6.29$MeV

13.13 ${}^{11}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{11}_{6}\mathrm{B} + \mathrm{e}^{+} + \nu + Q$

$Q = \left[m_N\left({}^{11}_{6}\mathrm{C}\right) - m_N\left({}^{11}_{6}\mathrm{B}\right) - m_e\right]c^2$,

ইয়াত নিউক্লিয়াছৰ ভৰ (পৰমাণুৰ ভৰ নহয়) ব্যৱহাৰ কৰা হৈছে। যদি আমি পাৰমাণৱিক ভৰবোৰ ব্যৱহাৰ কৰোঁ তেন্তে আমি ^{11}C ৰ লগত $6m_e$ আৰু ^{11}B ৰ লগত $5m_e$ যোগ দিব লাগিব। সেয়েহে,-

$Q = \left[m\left({}^{11}_{6}\mathrm{C}\right) - m\left({}^{11}_{6}\mathrm{B}\right) - 2m_e\right]c^2$

(মন কৰা যে m_e দুগুণ কৰা হৈছে)

উল্লেখিত ভৰৰ মান ব্যৱহাৰ কৰিলে পাওঁ $Q = 0.961$ MeV

দুহিতা নিউক্লিয়াছ (daughter nucleus) টো তুলনামূলকভাৱে e$^+$ আৰু n তকৈ যথেষ্ট গধুৰ, সেইবাবে ই অতি ক্ষুদ্ৰ উৎপক্ষেণীয় শক্তি ($E_d \approx 0$) বহন কৰে। যদি নিউট্ৰিনে কঢ়িওৱা গতিশক্তি (E_n) নিম্নতম হয় অৰ্থ শূন্য তেন্তে পজিট্ৰনে সৰ্বোচ্চ শক্তি কঢ়িয়ায়, আৰু কাৰ্য্যক্ষেত্ৰত এইখিনিয়েই মুঠ শক্তি Q; আৰু সেইদৰে সৰ্বোচ $E_e \gg Q$

13.14 ${}^{23}_{10}\mathrm{Ne} \rightarrow {}^{23}_{11}\mathrm{Na} + \mathrm{e}^{-} + \bar{\nu} + Q$;

$Q = \left[m_N\left({}^{23}_{10}\mathrm{Ne}\right) - m_N\left({}^{23}_{11}\mathrm{Na}\right) - m_e\right]c^2$

ইয়াত অনুশীলনী 13.13 ৰ দৰে ।নিউক্লিয়াছৰ ভৰ হে ব্যৱহাৰ কৰা হৈছে। পৰমাণুৰ নহয়। পাৰমাণৱিক ভৰ ব্যৱহাৰ কৰিলে $Q = \left[m\left({}^{23}_{10}\mathrm{Ne}\right) - m\left({}^{23}_{11}\mathrm{Na}\right)\right]c^2$ । মন কৰা ইয়াত m_e বাদ দিয়া হৈছে। দিয়া হোৱা ভৰৰ মান ব্যৱহাৰ কৰিলে পাওঁ $Q = 4.37$ MeV অনুশীলনী 13.13 ত

উত্তৰ

দেখুৱা ধৰণে ইলেকট্ৰনটোৰ সৰ্বোচ্চ গতিশক্তি (max E_e) = Q = 4.37 MeV।

13.15 (i) $Q = -4.03$ MeV; তাপগ্ৰাহী

(ii) $Q = 4.62$ MeV ; তাপবৰ্জী

13.16 $Q = m\left({}^{56}_{26}\mathrm{Fe}\right) - 2m\left({}^{28}_{13}\mathrm{Al}\right) = 26.90$ MeV ; সম্ভৱ নহয়।

13.17 4.536×10^{26} MeV

13.18 ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ ৰ প্ৰতি গ্ৰামৰ বাবে উৎপন্ন শক্তি

$$\frac{6\times10^{23}\times200\times1.6\times10^{-13}}{235}\ \mathrm{J\ g^{-1}}$$

5 বছৰত ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ খৰচৰ পৰিমাণ (80% সময় অনুসৰি)

$$\frac{5\times0.8\times3.15\times10^{16}\times235}{1.2\times1.6\times10^{13}}\ \mathrm{g}$$

= 1544 kg

প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থাত ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ ৰ পৰিমাণ

= 3088 g

13.19 প্ৰায় 4.9×10^4 বছৰ।

13.20 360 keV।

13.22 তলৰ প্ৰক্ৰিয়া সমূহ বিবেচনা কৰা।

${}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y} + e^{+} + \nu_e + Q_1$ (পজিট্ৰন অধিগ্ৰহণ)

$e^{-} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y} + \nu_e + Q_2$ (ইলেকট্ৰন অধিগ্ৰহণ)

$$Q_1 = \left[m_N\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) - m_N\left({}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y}\right) - m_e\right]c^2$$

$$= \left[m_N\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) - Zm_e - m\left({}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y}\right) - (Z-1)m_e - m_e\right]c^2$$

$$= \left[m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) - m\left({}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y}\right) - 2m_e\right]c^2$$

$$Q_2 = \left[m_N\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) + m_e - m_N\left({}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y}\right)\right]c^2$$

$$= \left[m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) - m\left({}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y}\right)\right]c^2$$

ইয়াৰ অৰ্থ এয়েই যে $Q_1 > 0$ য়ে নিৰ্দেশ কৰে $Q_2 > 0$, কিন্তু $Q_2 > 0$ ই $Q_1 > 0$ বুলি নিৰ্দেশ নকৰে।

এয়াই হ'ল ফলাফল।

13.23 ${}^{25}_{12}\mathrm{Mg}$: 9.3%, ${}^{26}_{12}\mathrm{Mg}$:11.7%

13.24 নিউক্লিয়াছ ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$ ৰ নিউট্ৰন পৃথকীকৰণ শক্তি S_n হ'ল-

$$S_n = \left[m_N\left({}^{A-1}_{Z}\mathrm{X}\right) + m_n - m_N\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)\right]c^2$$

দিয়া হোৱা তথ্য ব্যৱহাৰ কৰিলে-

$$S_n\left({}^{41}_{20}\mathrm{Ca}\right) = 8.36\mathrm{MeV}, S_n\left({}^{27}_{13}\mathrm{Al}\right) = 13.06\mathrm{MeV}$$

13.25 209 d

13.26 $^{14}_{6}C$ নিৰ্গমনৰ বাবে

$Q = [m_N(^{223}_{88}Ra) - m_N(^{209}_{82}Pb) - m_N(^{14}_{6}C)]c^2$

$= [m(^{223}_{88}Ra) - m(^{209}_{82}Pb) - m(^{14}_{6}C)]c^2$

= 31.85 MeV

হিলিয়াম $^{4}_{2}He$ নিৰ্গমনৰ বাবে

$Q = [m(^{223}_{88}Ra) - m(^{219}_{86}Rn) - m(^{4}_{2}He)]c^2$

= 5.98 MeV

13.27 $Q = [m(^{238}_{92}U) + m_n - m(^{140}_{58}Ce) - m(^{99}_{44}Ru)]c^2$

= 231.1 MeV

13.28 (a) $Q = [m(^{2}_{1}H) + m(^{3}_{1}H) - m(^{4}_{2}He) - m_n]c^2 = 17.59\,MeV$

(b) কুলম্ব বিকৰ্ষণ অতিক্ৰম কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা গতিশক্তি

= 480.0 keV

480.0 keV = 7.68×10^{-14} J = $3kT$

$\therefore T = \frac{7.68\times10^{-14}}{3\times1.381\times10^{-23}}$ (যিহেতু $K = 1.381\times10^{-23}$ J/C

$= 1.85\times10^{9}$ K (প্ৰয়োজনীয় উষ্ণতা)

13.29 $K_{max}(\beta_1^-) = 0.284\,MeV$, $K_{max}(\beta_2^-) = 0.960\,MeV$

$\nu(\gamma_1) = 2.627\times10^{20}$ Hz, $\nu(\gamma_2) = 0.995\times10^{20}$ Hz, $\nu(\gamma_3) = 1.632\times10^{20}$ Hz

13.30 (a) মন কৰা সূৰ্য্যৰ অন্তঃভাগত চাৰিটা $^{1}_{1}H$ নিউক্লিয়াছ সংযোজন হৈ এটা হিলিয়াম $^{4}_{2}He$ নিউক্লিয়াছ গঠন কৰে আৰু এইদৰে প্ৰতিবাৰতে প্ৰায় 26 MeV শক্তি এৰি দিয়ে। 1 Kg হাইড্ৰজেনৰ সংযোজনৰ (fusion) ফলত উৎপন্ন হোৱা শক্তিৰ পৰিমাণ = 39×10^{26} MeV।

(b) 1 kg $^{235}_{92}U$ ৰ বি দ্বি-ভংগন () প্ৰক্ৰিয়াৰ ফলত উৎপত্তি হোৱা শক্তিৰ পৰিমাণ = 5.1×10^{26} MeV। 1 kg হাইড্ৰজেনৰ সংযোজন প্ৰক্ৰিয়াৰ ফলত উৎপন্ন শক্তি, 1 k g ইউৰেনিয়ামৰ বিয়োজনৰ দ্বাৰা পোৱা শক্তিতকৈ প্ৰায় 8 গুণ বেছি।

13.31 3.076×10^{4} kg

চতুৰ্দশ অধ্যায়

14.1 (c)

14.2 (d)

উত্তৰ

14.3 (c)

14.4 (c)

14.5 (c)

14.6 অৰ্দ্ধতৰংগ সংদিশকৰ ৰ বাবে 50 Hz।

পূৰ্ণ তৰংগ সংদিশকৰ বাবে 100 Hz।

14.7 নোৱাৰে ($h\nu$ ৰ মান E_g তকৈ বেছি হ'ব লাগিব)

14.8 $n_e \approx 4.95\times10^{22}$; $n_h = 4.75\times10^{9}$;

n-জাতীয়, কিয়নো $n_e \gg n_h$ আধান উদাসীনতা (Charge neutrality) ৰ বাবে-

$N_D - N_A = n_e - n_h$; $n_e.n_h = n_i^2$

উপৰোক্ত সমীকৰণসমূহ সমাধান কৰিলে পাওঁ-

$$n_e = \frac{1}{2}\left[(N_D - N_A) + \sqrt{(N_D - N_A)^2 + 4n_i^2}\right]$$

14.9 প্ৰায় 1×10^5

14.10 (a) 0.0629 A , (b) 2.97 A , (c) 0.336W

(d) দুয়োটা বিভৱভেদৰ বাবে প্ৰবাহ I প্ৰায় I_0 সমান। সেইবাবে, পশ্চাৎমুখী (reverse) বিভৱৰ অসীম গতিৰোধ (dynamic resistance) দেখুৱায়।

14.12 NOT ;

A	Y
0	1
1	0

14.13 (a) AND (b) OR

14.14 OR গেট

14.15 (a) NOT (b) AND