

আধুনিক পদাৰ্থবিজ্ঞানের সূচনা

Introduction to Modern Physics

অধ্যায়
০৮

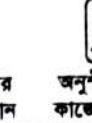
এ অধ্যায়ে
অনন্য
সংযোজন



পাণিতিক
প্রয়োগ সমাধান



ভৱিত পরীক্ষার
প্রয়োগ সমাধান



অনুশীলনযুদ্ধক
কাজের সমাধান



অ্যাপস-এ
MCQ Exam

১। এক নজরে এ অধ্যায়ের সূত্রাবলি

এ অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সংক্ষিট গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপিত হলো, যা তোমাদের সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

ক্রম	সূত্র
১.	$n = \frac{2dv^2}{\lambda c^2}$
২.	$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
৩.	$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
৪.	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
৫.	$E = mc^2, E_k = mc^2 - m_0c^2$
৬.	$E = hf = h \cdot \frac{c}{\lambda}, P = \frac{h}{\lambda} = \frac{hf}{c}$
৭.	$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$

ক্রম	সূত্র
৮.	$\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$
৯.	$eV_s = \frac{1}{2} mv^2_{max}$
১০.	$f_0 = \frac{W_0}{h}, \lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{ch}{W_0}; \frac{1}{2} mv^2_{max} = hf - W_0 = hf - hf_0$ $hf = E_{max} + W_0 = E_{max} + hf_0; hf = E_{max} + W_0 = E_{max} + hf_0$
১১.	$E = \sigma (T_2^4 - T_1^4), E = A\epsilon\sigma T^4$
১২.	$\lambda = \frac{h}{mv}$
১৩.	$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta), E = h\Delta f = h(f_1 - f_2)$
১৪.	$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যাবলির সমাধান

শিয়াল শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে এ অধ্যায়ের অনুশীলনীতে স্তরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যাবলি দেওয়া আছে। প্রতিটি গাণিতিক সমস্যার পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের প্রথম নথরের ধারাবাহিকভাবে নিচে প্রদত্ত হলো; যা তোমাদের সেরা প্রস্তুতি প্রাণে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

২। এটিএম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

১। সেট-১ : সাধারণ সমস্যাবলি

সমস্যা ১। মাইকেলসন মর্সের পরীক্ষার ব্যতিচার নকশার অপসারণ ০.৪। যদি প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য 5 m , পৃথিবীর বেগ $3 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$ হয় তবে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,
ব্যতিচার অপসারণ,

$$n = \frac{2dv^2}{\lambda c^2}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{2dv^2}{nc^2}$$

$$= \frac{2 \times 5 \times (3 \times 10^4)^2}{0.4 \times (3 \times 10^8)^2} \text{ m} = 2500 \text{ Å}$$

অতএব, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2500 Å ।

সমস্যা ২। একজন মহাশূন্যচারী 30 বছর বয়সে $1.8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে ধারামান 2000 kg ভরের একটি মহাশূন্যানে ছড়ে ছাগোপাখ অনুসম্মানে পেলেন। পৃথিবীর সময় হিসাবে সে 50 বছর পর কিরে এসে মহাশূন্যচারীর বয়স কত হবে? পৃথিবীর ও মহাশূন্যানে অবস্থানৰ দুইজন পৰ্যবেক্ষকের নিকট মহাশূন্য থানের শক্তি কি একই হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$t = \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } t_0 = t \times \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$= 50 \text{ y} \times \sqrt{1 - \left(\frac{(2.4 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}{(3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2} \right)}$$

$$\therefore t_0 = 30 \text{ y}$$

$$\therefore \text{মহাশূন্যচারীর বয়স} = 30 \text{ y} + 30 \text{ y} = 60 \text{ y}.$$

সমস্যা ৩। 50 মিনিটে শেষ করার জন্য একজন অধ্যাপক তাঁর ঘড়ি দেখে একজন ছাত্রকে একটি পরীক্ষা করতে দিলেন। ঘড়ি এবং অধ্যাপক পরম্পর 0.98 cm s^{-1} আপেক্ষিক বেগে চলে। বর্তন অধ্যাপক বললেন 'সময় শেষ' তখন ছাত্রের পরিমাণে অধ্যাপকের ঘড়িতে কত অভিবাহিত হয়েছে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

এখানে,
পৃথিবী থেকে নির্ণীত সময় ব্যবধান, $t = 50 \text{ y}$

মহাশূন্যানের দূর্তি, $v = 2.4 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

মহাশূন্যানে মহাশূন্যচারীর বয়স বৃদ্ধি, $t_0 = ?$

এখানে, চলমান অবস্থার সময়, $t_0 = 50 \text{ min}$

আপেক্ষিক বেগ, $v = 0.98c$

স্থির পর্যবেক্ষকের সময়, $t = ?$

$$= \frac{50 \text{ min}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.98c}{c}\right)^2}} = 251.26 \text{ min}$$

সুতরাং ছাত্রের পরিমাপে অধ্যাপকের ঘড়িতে অতিবাহিত সময় প্রায় 251 মিনিট।

সমস্যা ৮। কোনো কানুনিক ট্রেন কত স্থৃতিতে চললে এর চলমান দৈর্ঘ্য নিচল দৈর্ঘ্যের এক-তৃতীয়াংশ হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{L_0}{3} = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{3} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{9}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{9}$$

$$\text{বা, } v^2 = 0.889 \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$\therefore v = 2.828 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \approx 2.83 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং কানুনিক ট্রেনের বেগ হবে $2.83 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৫। ভূপৃষ্ঠে একটি রকেটায়নের দৈর্ঘ্য 100 মিটার। গতিশীল অবস্থায় ভূপৃষ্ঠের পর্যবেক্ষকের নিকট এর দৈর্ঘ্য 99 মিটার মনে হলে উহার গতিবেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{L}{L_0} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \left(\frac{L}{L_0}\right)^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{L^2}{L_0^2}$$

$$\text{বা, } v^2 = c^2 \left(1 - \frac{L^2}{L_0^2}\right)$$

$$\therefore v = c \sqrt{1 - \frac{L^2}{L_0^2}}$$

$$= 3 \times 10^8 \times \sqrt{1 - \frac{(99)^2}{(100)^2}} \text{ m s}^{-1} = 4.23 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং রকেটের বেগ $4.23 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৬। একটি মিটার ক্ষেত্রে তার দৈর্ঘ্য বরাবর যথাশূন্যে $2.6 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে নিক্ষেপ করা হলে এর দৈর্ঘ্য কত মনে হবে?

সমাধান : এখানে, স্থির অবস্থায় ক্ষেত্রের দৈর্ঘ্য, $L_0 = 1 \text{ m}$

আপেক্ষিক বেগ, $v = 2.6 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

আপেক্ষিক গতিতে চলমান অবস্থায় দৈর্ঘ্য, $L = ?$

$$\text{আমরা জানি, } L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$= 1 \text{ m} \times \sqrt{1 - \left(\frac{2.6 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}\right)^2} = 0.5 \text{ m}$$

সুতরাং চলমান অবস্থায় ক্ষেত্রের দৈর্ঘ্য 0.5 m মনে হবে।

সমস্যা ৭। ভূপৃষ্ঠে একটি রকেটের দৈর্ঘ্য 100 মি। রকেটটি ভূপৃষ্ঠে শূন্যে $2 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ধূর বেগে গতিশীল থাকলে, ঐ অবস্থায় এর দৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : এখানে, স্থির অবস্থায় রকেটের দৈর্ঘ্য, $L_0 = 100 \text{ m}$

রকেটের বেগ, $v = 2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

গতিশীল অবস্থায় রকেটের দৈর্ঘ্য, $L = ?$

$$\text{আমরা জানি, } L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\therefore L = 100 \text{ m} \times \sqrt{1 - \left(\frac{2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}\right)^2} \\ = 100 \times \sqrt{1 - (0.6667)^2} \text{ m} = 74.54 \text{ m}$$

সুতরাং গতিশীল অবস্থায় রকেটটির দৈর্ঘ্য 74.54 m।

সমস্যা ৮। দৈর্ঘ্য বরাবর গতিশীল একটি মিটার ক্ষেত্রে তার এর স্থির ভরের $\frac{3}{2}$ গুণ। গতিশীল অবস্থায় ক্ষেত্রে দৈর্ঘ্য বের কর।

$$\text{সমাধান : আমরা জানি, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{এবং } L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{L}{L_0} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \dots \dots \dots (ii)$$

সমীকরণ (i) ও (ii) গুণ করে পাই,

$$\frac{m}{m_0} \times \frac{L}{L_0} = 1$$

$$\text{বা, } \frac{3}{2} L = L_0$$

$$\text{বা, } L = \frac{2}{3} \times 1 \text{ m} = 0.667 \text{ m}$$

অতএব, গতিশীল অবস্থায় ক্ষেত্রের দৈর্ঘ্য 0.667 m।

সমস্যা ৯। একটি বস্তুকণার ভর 10^{-24} kg । কণাটি $1.8 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ বেগে গতিশীল থাকলে ঐ অবস্থায় এর ভর কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ = \frac{10^{-24} \text{ kg}}{\sqrt{1 - \left(\frac{1.8 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}\right)^2}} \\ = \frac{10^{-24} \text{ kg}}{0.8} = 1.25 \times 10^{-24} \text{ kg}$$

সুতরাং গতিশীল অবস্থায় বস্তুকণার ভর $1.25 \times 10^{-24} \text{ kg}$ ।

সমস্যা ১০। কত বেগে গতিশীল একটি ইলেক্ট্রনের ভর এর নিচল ভরের বিগুণ হবে?

সমাধান : ধরি, ইলেক্ট্রনের ভর m এবং নিচল ভর m_0

প্রশ্নমতে, $m = 2m_0$

$$\text{বা, } \frac{m_0}{m} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$\text{আমরা জানি, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } \frac{m_0}{m} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \left(\frac{m_0}{m}\right)^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

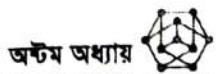
$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2$$

$$\text{বা, } v^2 = \{1 - (0.5)^2\} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$\text{বা, } v^2 = 0.75 \times 9 \times 10^{16} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v = \sqrt{0.75 \times 9 \times 10^{16} \text{ m s}^{-1}} = 2.598 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

নির্ণেয় বেগ $2.598 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।



সমস্যা ১১। একটি ইলেক্ট্রন (নিচল ভর $= 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) আলোর দ্রুতির ৯০% দ্রুতি চললে এর ভর কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.9c}{c}\right)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (0.9)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{0.19}} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}{\sqrt{0.19}} = 20.88 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

∴ ইলেক্ট্রনটির ভর $20.88 \times 10^{-31} \text{ kg}$

সমস্যা ১২। $0.75 c$ বেগে গতিশীল একটি প্রোটনের ভর কত হবে? [স্থির অবস্থায় প্রোটনের ভর, $m_0 = 1.67265 \times 10^{-27} \text{ kg}$]

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া ঠোঁঠ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুবৃত্তি।

[উত্তর : $2.52 \times 10^{-27} \text{ kg}$]

সমস্যা ১৩। দ্রুতি কত হলে ইলেক্ট্রনের ভর প্রোটনের স্থির ভরের সমান হবে? ইলেক্ট্রনের স্থির ভর $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ও প্রোটনের ভর, $m_0 = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} m &= \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ \text{বা, } \frac{m}{m_0} &= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ \text{বা, } \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} &= \frac{m^2}{m_0^2} \\ \text{বা, } 1 - \frac{v^2}{c^2} &= \frac{m_0^2}{m^2} \\ \text{বা, } \frac{v^2}{c^2} &= 1 - \frac{m_0^2}{m^2} = 1 - \left(\frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}\right)^2 \\ &= 1 - 2.9692 \times 10^{-7} = 0.9999 \\ \text{বা, } v^2 &= 0.9999 \times c^2 \\ \therefore v &= \sqrt{0.9999 \times c^2} \\ \therefore v &= 0.999 c \quad [\text{এখানে, } c = \text{আলোর বেগ}] \\ \therefore \text{ইলেক্ট্রনটির বেগ } 0.999 c \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} &= 2.9999 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

সমস্যা ১৪। 4 kg ভরের সমতুল্য শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ভর, $m = 4 \text{ kg}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

সমতুল্য শক্তি, $E = ?$

আমরা জানি, $E = mc^2 = 4 \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 = 3.6 \times 10^{17} \text{ J}$
সুতরাং 4 kg ভরের সমতুল্য শক্তি $3.6 \times 10^{17} \text{ J}$

সমস্যা ১৫। 1 g ভরের তুল্য শক্তির পরিমাণ ভুলে কত হবে? MeV তে নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ভর, $m = 1 \text{ g} = 1 \times 10^{-3} \text{ kg}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

শক্তি, $E = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } E &= mc^2 \\ &= 1 \times 10^{-3} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 9 \times 10^{13} \text{ J} \\ &= \frac{9 \times 10^{13}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}} \quad [\because 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}] \\ &= 5.625 \times 10^{32} \text{ eV} \\ &= \frac{5.625 \times 10^{32}}{1 \times 10^6} \text{ MeV} \quad [\because 1 \text{ MeV} = 1 \times 10^6 \text{ eV}] \\ &= 5.625 \times 10^{26} \text{ MeV} \\ \therefore 1 \text{ g ভরের তুল্য শক্তি, } 9 \times 10^{13} \text{ J এবং } 5.625 \times 10^{26} \text{ MeV।} \end{aligned}$$

সমস্যা ১৬। একটি বস্তুকণার ভর $8.30 \times 10^{-3} \text{ kg}$ । এর পুরোটাই শক্তিতে বৃপ্তান্তিত করা হলে কি পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে? (আলোর দ্রুতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

সমাধান : এখানে, বস্তুর ভর, $m = 8.36 \times 10^{-3} \text{ kg}$
আলোর দ্রুতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

উৎপন্ন শক্তি, $E = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } E &= mc^2 \\ &= 8.30 \times 10^{-3} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 \\ &= 7.47 \times 10^{14} \text{ J} \end{aligned}$$

অতএব, উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ $7.47 \times 10^{14} \text{ J}$

সমস্যা ১৭। একটি ইলেক্ট্রনকে ভর-শক্তি বৃপ্তান্ত প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে বৃপ্তান্তিত করলে কি পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে?

সমাধান : এখানে, ইলেক্ট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

∴ শক্তি, $E = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } E &= mc^2 \\ &= (9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 \\ &= 8.91 \times 10^{-14} \text{ J} \\ &= \frac{8.91 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}} \quad [\because 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}] \\ &= 5.12 \times 10^5 \text{ eV} \end{aligned}$$

সুতরাং 1টি ইলেক্ট্রনের সমতুল্য শক্তি $5.12 \times 10^5 \text{ eV}$

সমস্যা ১৮। 10 a.m.u ভরের সমতুল্য শক্তি eV এককে প্রকাশ কর।

সমাধান : এখানে, ভর, $m = 10 \text{ a.m.u}$

$$= 10 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

সমতুল্য শক্তি, $E = ?$

$$\begin{aligned} \text{এখন, } E &= mc^2 \\ &= (10 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}) \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 \\ &= 1.495 \times 10^{-9} \text{ J} \\ &= \frac{1.495 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}} \\ &= 9.34 \times 10^9 \text{ eV} \\ &= \frac{9.34 \times 10^9}{10^6} \text{ MeV} = 9.34 \times 10^3 \text{ MeV} \end{aligned}$$

সুতরাং 10 a.m.u ভরের সমতুল্য শক্তি $9.34 \times 10^3 \text{ MeV}$

সমস্যা ১৯। কোনো বস্তুর নিচল অবস্থায় শক্তি $4.0 \times 10^{26} \text{ J}$ । এর নিচল ভর কত?

সমাধান : এখানে, নিচল অবস্থায় শক্তি, $E_0 = 4.0 \times 10^{26} \text{ J}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

নিচল ভর, $m_0 = ?$

আমরা জানি, $E_0 = m_0 c^2$

$$\text{বা, } m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{4.0 \times 10^{26} \text{ J}}{(3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2} = 4.44 \times 10^9 \text{ kg}$$

সুতরাং বস্তুর নিচল ভর $4.44 \times 10^9 \text{ kg}$

সমস্যা ২০। একটি গতিশীল কণার মোট শক্তি এর স্থিরাবস্থার শক্তির 1.5 গুণ হলে বস্তুটির দ্রুতি কত?

সমাধান : ধরি, বস্তুর মোট শক্তি E এবং স্থিরাবস্থার শক্তি E_0

$$\text{আমরা জানি, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

এখানে, $E = mc^2$
প্রথমতে, $E = 1.5E_0$

বা, $mc^2 = 1.5m_0c^2$

বা, $\frac{m}{m_0} = 1.5$

বস্তুটির দ্রুতি, $v = ?$

$$\text{বা, } (1.5)^2 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{(1.5)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{(1.5)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 0.5555$$

$$\text{বা, } \frac{v}{c} = 0.74532$$

$$\text{বা, } v = 0.74532 \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} = 2.236 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

সূতরাং বকুটির দ্রুতি $2.236 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ২১। মুক্তগতি সম্পর্ক একটি বকুর দ্রুতি কত হলে বকুটির গতিশক্তি তার মোট গতিশক্তির $\frac{1}{5}$ অংশ হবে?

সমাধান: আমরা জানি,
বকুর মোট শক্তি, $E = mc^2$
আবার, বকুটির গতিশক্তি,
 $E_k = mc^2 - m_0c^2$

$$\text{প্রথমতে, } E_k = \frac{1}{5} E$$

$$\text{বা, } mc^2 - m_0c^2 = \frac{1}{5} mc^2$$

$$\text{বা, } mc^2 \left(1 - \frac{m_0}{m}\right) = \frac{1}{5} mc^2$$

$$\text{বা, } 1 - \frac{m_0}{m} = \frac{1}{5}$$

$$\text{বা, } 1 - \frac{1}{5} = \frac{m_0}{m}$$

$$\text{বা, } \frac{4}{5} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \left(\frac{4}{5}\right)^2 = \left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right)^2$$

$$\text{বা, } \frac{16}{25} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{16}{25}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = \frac{9}{25}$$

$$\text{বা, } \frac{v}{c} = \sqrt{\frac{9}{25}}$$

$$\text{বা, } \frac{v}{c} = \frac{3}{5}$$

$$\text{বা, } v = \frac{3}{5} \times c$$

$$\text{বা, } v = \frac{3}{5} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore v = 1.8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

∴ মুক্ত গতিসম্পর্ক একটি বকুর দ্রুতি $1.8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ হলে বকুটির গতিশক্তি তার মোট শক্তির $\frac{1}{5}$ অংশ হবে।

সমস্যা ২২। $1.6 \times 10^6 \text{ eV}$ গতিশক্তি সম্পর্ক ইলেক্ট্রনের ভর ও দ্রুতি আপেক্ষিক তরু অনুসারে বের কর।

সমাধান: এখানে, ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} E_k &= 1.6 \times 10^6 \text{ eV} \\ &= 1.6 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \quad [1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}] \\ &= 2.56 \times 10^{-13} \text{ J} \end{aligned}$$

ইলেক্ট্রনের নিশ্চল ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, ইলেক্ট্রনের ভর, $m = ?$

$$\text{আমরা জানি, } E_k = (m - m_0) c^2$$

$$\text{বা, } 2.56 \times 10^{-13} \text{ J} = (m - 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$\text{বা, } m = \frac{2.56 \times 10^{-13} \text{ J}}{(3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2} + 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} = 37.54 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{আবার, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m}{m_0} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}{37.54 \times 10^{-31} \text{ kg}} = 0.2424$$

$$\text{বা, } 1 - \frac{v^2}{c^2} = 0.05876$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 0.94124$$

$$\text{বা, } v^2 = 0.9411123 c^2 \\ = 0.94124 \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 = 8.47116 \times 10^{16} \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বা, } v = 2.91 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

সূতরাং ইলেক্ট্রনের ভর $37.54 \times 10^{-31} \text{ kg}$ এবং দ্রুতি $2.91 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

সমস্যা ২৩। 10 MeV গতিশক্তিতে গতিশীল একটি ইলেক্ট্রনের ভর নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধান: এখানে, গতিশক্তি } E_k = 10 \text{ MeV} \\ = 10 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ = 1.6 \times 10^{-12} \text{ J}$$

ইলেক্ট্রনের নিশ্চল ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

আমরা জানি,

$$E_k = (m - m_0)c^2$$

$$\text{বা, } (m - 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}) = \frac{1.6 \times 10^{-12} \text{ J}}{(3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2}$$

$$\text{বা, } m - 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} = 1.78 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

$$\text{বা, } m = 1.78 \times 10^{-29} \text{ kg} + 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \\ = 1.87 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

সূতরাং ইলেক্ট্রনের গতিশীল ভর $1.87 \times 10^{-29} \text{ kg}$ ।

সমস্যা ২৪। একটি বন্ধুকণার ভর $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ । কণাটি $0.98c$ বেগে গতিশীল হলে এর মোট শক্তি কত? কণাটির নিউটনীয় গতিশক্তি ও আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার গতিশক্তির তুলনা কর।

সমাধান: এখানে, বন্ধুকণার ভর, $m_0 = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$$\text{কণাটির বেগ, } v = 0.98c \text{ বা, } \frac{v}{c} = 0.98$$

মোট গতিশক্তি, $E = ?$

নিউটনীয় গতিশক্তি E_N ও আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার গতিশক্তি

$$E_E\text{-এর অনুপাত } \frac{E_N}{E_E} = ?$$

আমরা জানি, গতিশীল অবস্থায় বকুর ভর,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9 \times 10^{-31} \text{ kg}}{\sqrt{1 - (0.98)^2}} = 4.52 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

আবার, মোট শক্তি,

$$\begin{aligned} E &= mc^2 \\ &= 4.52 \times 10^{-30} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 \quad [\because c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}] \\ &= 4.07 \times 10^{-13} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{নিউটনীয় শক্তি, } E_N = \frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times (0.98c)^2 \text{ J}$$

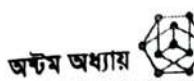
$$= \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times (0.98 \times 3 \times 10^8)^2 \text{ J}$$

$$= 3.89 \times 10^{-14} \text{ J}$$

আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} E_E &= (m - m_0) c^2 \\ &= (4.52 \times 10^{-30} - 9 \times 10^{-31}) \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J} = 3.258 \times 10^{-13} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{E_N}{E_E} = \frac{3.89 \times 10^{-14}}{3.258 \times 10^{-13}} = 0.119$$



সমস্যা ২৫। $\frac{c}{\sqrt{2}}$ বেগে চলমান একটি কণার তরবেগ, গতিশক্তি ও মোট শক্তি নিৰ্ণয় কৰ। (কণার স্থিৰ অবস্থার ভৱ = $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) কণাটিৰ নিউটনীয় গতিশক্তি ও আপেক্ষিক তত্ত্বীয় গতিশক্তি সমান কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান : এখানে, বেগ $v = \frac{c}{\sqrt{2}}$, আলোৰ বেগ $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

ধৰি, নিচল ভৱ, m_0 এবং চলমান ভৱ m

$$\text{আমৰা জানি, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

ভৱবেগ, $p = mv$, গতিশক্তি, $E_k = (m - m_0)c^2$

ও মোটশক্তি, $E = E_k + m_0c^2 = mc^2$

$$\begin{aligned} \text{কাজেই, } m &= \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ &= \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{c/\sqrt{2}}{c}\right)^2}} = m_0 \times \sqrt{2} = 1.414m_0 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ভৱবেগ} = mv = \sqrt{2} m_0 \times \frac{c}{\sqrt{2}} = m_0 c$$

$$\text{গতিশক্তি} = (m - m_0)c^2 = (1.414m_0 - m_0)c^2 = 0.414 m_0 c^2$$

$$\text{এবং মোটশক্তি, } E = mc^2 = 1.414 m_0 c^2$$

অতএব, ভৱবেগ $m_0 c$, গতিশক্তি $0.414 m_0 c^2$ এবং মোট শক্তি $1.414 m_0 c^2$ ।

সমস্যা ২৬। একটি বস্তুকণার বেগ $0.6 c$ । বস্তুকণাটিৰ আপেক্ষিক তত্ত্বীয় ভৱবেগ ও সনাতনী ভৱবেগেৰ অনুপাত নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : এখানে, $v =$ বস্তুকণার বেগ $= 0.6c$

$m =$ বস্তুৰ চলমান অবস্থায় ভৱ

$m_0 =$ বস্তুৰ স্থিৰ অবস্থায় ভৱ

আমৰা জানি, আপেক্ষিক তত্ত্বীয় ভৱবেগ, $p_r = mv$

এবং সনাতনী ভৱবেগ, $p_0 = m_0 v$

$$\text{প্ৰয়োজনীয়তা, } \frac{p_r}{p_0} = \frac{mv}{m_0 v}$$

$$\text{বা, } \frac{p_r}{p_0} = \frac{\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}}{m_0 v}$$

$$\text{বা, } \frac{p_r}{p_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0.6c)^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } \frac{p_r}{p_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.36}}$$

$$\therefore p_r : p_0 = 1.25 : 1$$

সুতৰাং, বস্তুকণাটিৰ আপেক্ষিক তত্ত্বীয় ভৱবেগ ও সনাতনী ভৱবেগেৰ অনুপাত $1.25 : 1$ ।

সমস্যা ২৭। একটি গতিশীল কণার মোট শক্তি এৰ স্থিৰাবস্থার শক্তিৰ 1.5 গুণ হলে বস্তুটিৰ দৃষ্টি কৰ?

সমাধান : ধৰি, বস্তুৰ মোট শক্তি E এবং স্থিৰাবস্থার শক্তি E_0

$$\text{আমৰা জানি, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

এখানে,
 $E = mc^2$

$$\text{প্ৰয়োজনীয়তা, } E = 1.5E_0$$

$$\text{বা, } mc^2 = 1.5m_0c^2$$

$$\text{বা, } \frac{m}{m_0} = 1.5$$

বস্তুটিৰ দৃষ্টি, $v = ?$

$$\text{বা, } (1.5)^2 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{(1.5)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{(1.5)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 0.5555$$

$$\text{বা, } \frac{v}{c} = 0.74532$$

$$\text{বা, } v = 0.74532 \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} = 2.236 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

সুতৰাং বস্তুটিৰ দৃষ্টি $2.236 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ২৮। $6630 \times 10^{-10} \text{ m}$ তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্যবিনিট লাল আলোকেৰ একটি ফোটনেৰ শক্তি নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : এখানে, তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্য, $\lambda = 6630 \times 10^{-10} \text{ m}$
আলোৰ বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

প্লাজ্যকেৰ ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

$$\text{আমৰা জানি, } E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{6630 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= \frac{3 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} \quad [\because 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}]$$

$$= 1.875 \text{ eV}$$

সুতৰাং, ফোটনেৰ শক্তি 1.875 eV ।

সমস্যা ২৯। কোনো একটি ধাতু হতে ইলেকট্ৰন মুক্ত কৰতে 2.20 eV শক্তিৰ প্ৰয়োজন। এ ধাতুৰ উপৰ 6800 \AA তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্যেৰ আলো পতিত হলে কোনো ইলেকট্ৰন মুক্ত হবে কি? [এখানে, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ এবং $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$]

সমাধান : এখানে, ইলেকট্ৰনেৰ কাৰ্য অপেক্ষক, $W = 2.20 \text{ eV}$

তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্য, $\lambda = 6800 \text{ \AA} = 6800 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{আলোৰ বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আমৰা জানি, ইলেকট্ৰনেৰ শক্তি, } E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{6800 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 2.925 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{2.925 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 1.828 \text{ eV}$$

এখানে, $E < W$ অৰ্থাৎ ইলেকট্ৰনেৰ শক্তি কাৰ্য অপেক্ষক অপেক্ষা কম। সুতৰাং কোনো ইলেকট্ৰন মুক্ত হবে না।

সমস্যা ৩০। পটাসিয়াম ধাতু থেকে ইলেকট্ৰন নিম্নৱলোৱেৰ জন্য প্ৰয়োজনীয় তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্যেৰ সৰ্বোচ্চ মান 4400 \AA । এৰ উপৰ 1500 \AA তরঙ্গদৈৰ্ঘ্যেৰ অভিবেগনি রাশি আপত্তি হলে, নিম্নৃত ইলেকট্ৰনেৰ সৰ্বোচ্চ গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : এখানে, পটাসিয়ামেৰ সৰ্বোচ্চ বা সূচন তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্য,

$$\lambda_0 = 4400 \text{ \AA} = 4400 \times 10^{-10} \text{ m}$$

আপত্তি আলোৰ তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্য, $\lambda = 1500 \text{ \AA} = 1500 \times 10^{-10} \text{ m}$

প্লাজ্যকেৰ ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

আলোৰ বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

ইলেকট্ৰনেৰ সৰ্বোচ্চ গতিশক্তি, $\frac{1}{2} mv^2 = ?$

আমৰা জানি,

$$\text{কাৰ্য অপেক্ষক, } W_0 = hf_0 = h \frac{c}{\lambda_0}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4400 \times 10^{-10}} \text{ J} = 4.52 \times 10^{-19} \text{ J}$$



আবার, ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}mv^2 &= hf - W_0 \\ &= h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_0 \\ &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1500 \times 10^{-10}} J - 4.52 \times 10^{-19} J \\ &= 1.326 \times 10^{-18} J - 4.52 \times 10^{-19} J \\ &= 8.74 \times 10^{-19} J = \frac{8.74 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} eV = 5.4625 eV \end{aligned}$$

সুতরাং ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি, 5.4625 eV।

সমস্যা ৩১। 7.5×10^{14} Hz কম্পাক্ষের আলোর প্রতিটি ফোটনের শক্তি কত হবে?

সমাধান : এখানে, কম্পাক্ষ, $f = 7.5 \times 10^{14}$ Hz
 প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J-s ; শক্তি, $E = ?$
 আমরা জানি, $E = hf = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s \times 7.5 \times 10^{14} Hz$
 $= 4.97 \times 10^{-19} J = \frac{4.97 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} eV = 3.1 eV$ (প্রায়)

সুতরাং প্রতিটি ফোটনের শক্তি হবে 3.1 eV (প্রায়)।

সমস্যা ৩২। 526 mm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মির ফোটনগুলোর শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 526 mm = .526 m$
 প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$
 আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$
 শক্তি, $E = ?$
 আমরা জানি, $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} J \cdot s \times 3 \times 10^8 ms^{-1}}{.526 m}$
 $= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{.526 \times 1.6 \times 10^{-19}} eV = 2.36 eV$

সুতরাং ফোটনের শক্তি 2.36 eV।

সমস্যা ৩৩। একটি ফোটনের শক্তি 1.77 eV, ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ফোটনের শক্তি, $E = 1.77 eV$
 $= 1.77 \times 1.6 \times 10^{-19} J$
 প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$
 আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$
 তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $E = \frac{hc}{\lambda}$
 বা, $\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} J \cdot s \times 3 \times 10^8 ms^{-1}}{1.77 \times 1.6 \times 10^{-19} J} = 7.02 \times 10^{-7} m$

সুতরাং ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $7.02 \times 10^{-7} m$ ।

সমস্যা ৩৪। কোনো ধাতব পদার্থের কার্য অপেক্ষক 2.3 eV। সর্বোচ্চ কত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মি এর থেকে ইলেকট্রন নিঃসরণ ঘটাতে পারবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$
 বা, $\lambda_0 = \frac{hc}{W_0}$
 $= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2.3 \times 1.6 \times 10^{-19}} m$
 $= 5.40 \times 10^{-7} m$
 $= 5400 \times 10^{-10} m = 5400 \text{ \AA}$

নির্ণেয় আলোক রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5400 \AA।

সমস্যা ৩৫। কোনো ধাতব পদার্থের কার্য অপেক্ষক 4 eV। এর উপর 10^{15} Hz কম্পাক্ষের আলোক রশ্মি আপত্তি হলে সর্বোচ্চ কত গতি নিয়ে ইলেকট্রন নিঃস্তৃত হতে পারে?

সমাধান : এখানে, কার্য অপেক্ষক, $W_0 = 4 eV = 4 \times 1.6 \times 10^{-19} C$
 কম্পাক্ষ, $f = 10^{15} Hz$

বেগ, $v_{max} = ?$

ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} kg$

প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$

আমরা জানি, $E = K_{max} + W_0$

$$\text{বা, } hf = \frac{1}{2}mv_{max}^2 + W_0$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \frac{1}{2}mv_{max}^2 &= hf - W_0 \\ &= 6.63 \times 10^{-34} \times 10^{15} - 4 \times 1.6 \times 10^{-19} \\ &= 2.3 \times 10^{-20} \end{aligned}$$

$$\text{বা, } v_{max}^2 = \frac{2 \times 2.3 \times 10^{-20}}{9.1 \times 10^{-31}}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } v_{max} &= 224832.0496 ms^{-1} \\ &= 2.248 \times 10^5 ms^{-1} \approx 2.25 \times 10^5 ms^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, ইলেকট্রনের গতিবেগ $2.25 \times 10^5 ms^{-1}$ ।

সমস্যা ৩৬। সোডিয়ামের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6800 \AA। এর কার্য অপেক্ষক কত?

সমাধান : এখানে, সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 6800 \text{ \AA} = 6800 \times 10^{-10} m$

প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

কার্য অপেক্ষক, $W_0 = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } W &= hf_0 = h \frac{c}{\lambda_0} \\ &= \frac{6.63 \times 10^{-34} J \cdot s \times 3 \times 10^8 ms^{-1}}{6800 \times 10^{-10} m} \\ &= 2.925 \times 10^{-19} J = \frac{2.925 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} eV = 1.83 eV \end{aligned}$$

সুতরাং সোডিয়ামের কার্য অপেক্ষক 1.83 eV।

সমস্যা ৩৭। কোনো পদার্থের কার্য অপেক্ষক 1.85 eV হলে ঐ পদার্থের সূচন কম্পাক্ষ কত হবে?

সমাধান : এখানে,

কার্য অপেক্ষক, $W_0 = 1.85 eV = 1.85 \times 1.6 \times 10^{-19} J$

প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$

সূচন কম্পাক্ষ, $f_0 = ?$

আমরা জানি, সূচন কম্পাক্ষ,

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{1.85 \times 1.6 \times 10^{-19} J}{6.63 \times 10^{-34} Js} = 4.46 \times 10^{14} Hz$$

সুতরাং সূচন কম্পাক্ষ $4.46 \times 10^{14} Hz$ ।

সমস্যা ৩৮। প্রাটিনামের কার্য অপেক্ষক 6.2 eV। এর সূচন কম্পাক্ষ কত?

সমাধান : এখানে, কার্য অপেক্ষক, $W_0 = 6.2 eV = 6.2 \times 1.6 \times 10^{-19} J$

প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$

সূচন কম্পাক্ষ, $f_0 = ?$

আমরা জানি, $W_0 = hf_0$

$$\text{বা, } f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{6.2 \times 1.6 \times 10^{-19} J}{6.63 \times 10^{-34} J \cdot s} = 1.5 \times 10^{15} Hz$$

সুতরাং সূচন কম্পাক্ষ $1.5 \times 10^{15} Hz$ ।

সমস্যা ৩৯। প্রাটিনামের কার্য অপেক্ষক 6.31 eV। কত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক প্রাটিনামের উপর আপত্তি হলে ইলেকট্রন নিঃস্তৃত হবে?

সমাধান : আমরা জানি, $\frac{hc}{\lambda_0} = W_0$

$$\text{বা, } \lambda_0 = \frac{hc}{W_0}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \lambda_0 &= \frac{6.63 \times 10^{-34} J \cdot s \times 3 \times 10^8 ms^{-1}}{6.31 \times 1.6 \times 10^{-19} J} \\ &= 1.97 \times 10^{-7} m \end{aligned}$$

$$= 1970 \times 10^{-10} m$$

$$= 1970 \text{ \AA}$$

সুতরাং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1970 \AA ।

এখানে, কার্য অপেক্ষক, $W_0 = 6.31 eV$

$$= 6.31 \times 1.6 \times 10^{-19} J$$

প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক,

$$h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$$

আলোর বেগ,

$$c = 3 \times 10^8 m s^{-1}$$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = ?$

সমস্যা ৮০ : 7.5×10^{14} Hz কম্পাঙ্কের বিকিরণ কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে সর্বোচ্চ ০.৪ eV শক্তি সম্পর্ক ইলেক্ট্রন নির্গত হয়। এই ধাতুর কার্য সূচন কম্পাঙ্কক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, বিকিরিত কম্পাঙ্ক, $f = 7.5 \times 10^{14}$ Hz

$$\text{ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ শক্তি}, \frac{1}{2} mv^2_{\max} = 0.4 \text{ eV}$$

$$\text{প্রাঙ্ক ধূবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$$

$$\text{সূচন কম্পাঙ্ক}, f_0 = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, \frac{1}{2} mv^2_{\max} = hf - W_0 = hf - hf_0 = h(f - f_0)$$

$$\text{বা, } f - f_0 = \frac{1}{2h} mv^2_{\max}$$

$$\therefore f_0 = f - \left(\frac{1}{2} mv^2_{\max} \right) \frac{1}{h}$$

$$= (7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}) - \left(\frac{0.4 \text{ eV}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}} \right)$$

$$= (7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}) - \frac{0.4 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}}$$

$$= 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz} - 9.65 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

$$= 6.535 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

সমস্যা ৮১ : একটি আলোক রশ্মি পটাসিয়ামের উপর পতিত হওয়ায় তা থেকে 1.4 eV এর সর্বাধিক শক্তির ফটো ইলেক্ট্রন নির্গত হলো। আপত্তি আলোক রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। পটাসিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.0 eV ।

সমাধান : এখানে,

$$\text{সর্বাধিক শক্তি}, K_{\max} = 1.4 \text{ eV} = 1.4 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{কার্যাপেক্ষক}, W_0 = 2.0 \text{ eV} = 2.0 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, E = K_{\max} + W_0$$

$$\text{বা, } \frac{hc}{\lambda} = K_{\max} + W_0$$

$$= 1.4 \times 1.6 \times 10^{-19} + 2.0 \times 1.6 \times 10^{-19} = 5.44 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{5.44 \times 10^{-19}} = 3.656 \times 10^{-7} \text{ m}$$

অতএব, আপত্তি আলোক রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $3.656 \times 10^{-7} \text{ m}$ ।

সমস্যা ৮২ : পটাসিয়াম ধাতু থেকে ইলেক্ট্রন নিঃসরণের জন্য প্রয়োজনীয় তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সর্বোচ্চ মান 4800 \AA । এর উপর 2500 \AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অভিবেগনী রশ্মি আপত্তি হল, নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : এখানে, সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 4800 \text{ \AA} = 4800 \times 10^{-10} \text{ m}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 2500 \text{ \AA} = 2500 \times 10^{-10} \text{ m}$

গতিশক্তি, $K_{\max} = ?$

$$\text{আমরা জানি, } W_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{4800 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 4.14 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{আবার } \frac{1}{2} mv^2 = hf - W_0 = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{2500 \times 10^{-10} \text{ m}} - 4.14 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 3.816 \times 10^{-19} \text{ J} \quad [1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}]$$

$$= 2.385 \text{ eV}$$

সূতরাং নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ শক্তি 2.385 eV ।

সমস্যা ৮৩ : কোনো ধাতুর আলোক তড়িৎ সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 2300 \AA । ধাতুগুঠে 1800 \AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বিকিরণ ফেললে নিঃস্ত ফটো ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি 1.495 eV হয়। প্রাঙ্কের ধূবকের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ফটো ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি,

$$\frac{1}{2} mv^2_{\max} = 1.495 \text{ eV} = 1.495 \times 1.601 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ধাতুর সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 2300 \text{ \AA} = 2300 \times 10^{-10} \text{ m}$

ধাতব পৃষ্ঠে প্রেরিত আলোকের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,

$$\lambda = 1800 \text{ \AA} = 1800 \times 10^{-10} \text{ m}$$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

প্রাঙ্ক ধূবক, $h = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{2} mv^2_{\max} = hf - hf_0 = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$= hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda \lambda_0}$$

আমরা পাই,

$$\frac{1}{2} mv^2_{\max} = \frac{h \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} (2300 \times 10^{-10} \text{ m} - 1800 \times 10^{-10} \text{ m})}{1800 \times 10^{-10} \text{ m} \times 2300 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 3.62 \times 10^{14} \times h$$

$$\therefore h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J-s}$$

সূতরাং প্রাঙ্কের ধূবকের মান $6.6 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ ।

সমস্যা ৮৪ : একটি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $4 \times 10^{-7} \text{ m}$ । এর বৈধিক ভরবেগ কত?

সমাধান : এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$

বৈধিক ভরবেগ, $P = ?$

প্রাঙ্কের ধূব, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{h}{\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 10^{-7}} \text{ kg m s}^{-1} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg m s}^{-1}$$

সমস্যা ৮৫ : একটি ইলেক্ট্রনকে স্থির অবস্থান থেকে 1200 ভোল্ট বিভবের ভিত্তি দিয়ে ডারিত করা হলো এর চূড়ান্ত বেগ নির্ণয় কর। $[m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}]$

সমাধান : এখানে, ইলেক্ট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেক্ট্রনের চার্জ, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

বিভব, $V = 1200 \text{ V}$

চূড়ান্ত বেগ, $v = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{2} mv^2 = eV$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2 eV}{m}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{2 eV}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1200 \text{ V}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}} = 2.054 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

সূতরাং, চূড়ান্ত বেগ $2.054 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৮৬ : কোন ধাতুর উপর নিবৃত্তি বিভবের মান কত হলে এই ধাতু হতে নিঃস্ত 2000 km s^{-1} বেগের একটি ইলেক্ট্রন নিবৃত্তি হবে?

সমাধান : আমরা জানি, $\frac{1}{2} mv^2 = eV$,

$$\text{বা, } V_s = \frac{mv^2}{2e}$$

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (2 \times 10^6 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}$$

$$= 11.375 \text{ V}$$

নির্ণয় নিবৃত্তি বিভব 11.375 V ।

সমস্যা ৮৭ : একটি ধাতব পৃষ্ঠের ক্ষেত্রে ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক বেগ $3.8 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ । নিবৃত্তি বিভব পার্বক্য 0.4106 V হলে $\frac{e}{m}$ এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\frac{1}{2} mv^2_{\max} = eV_0$$

$$\text{বা, } \frac{e}{m} = \frac{v_{\max}^2}{2V_0}$$

$$= \frac{(3.8 \times 10^5)^2}{2 \times 0.4106} = 1.758 \times 10^{11} \text{ m s}^{-1}$$

এখানে, ইলেক্ট্রনের বেগ,

$$v = 2000 \text{ km s}^{-1}$$

$$= 2 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

ধাতুর ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ধাতুর চার্জ, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

বিভবের মান, $V_s = ?$

এখানে,

$$\text{বেগ, } v = 3.8 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{নিবৃত্তি বিভব, } V_0 = 0.4106 \text{ volt}$$

$$\frac{e}{m} = ?$$

সমস্যা ৪৮। 2×10^{15} Hz কম্পাঙ্কের আলোর অন্য কোনো ধাতব পদার্থের নিরুত্তি বিভব 4.6 V । 4×10^{15} Hz কম্পাঙ্কের আলোর অন্য এ নিরুত্তি বিভব 12.9 V । প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ১ম ক্ষেত্রে

$$\text{কম্পাঙ্ক}, f_1 = 2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\text{নিরুত্তি বিভব } V_1 = 4.6 \text{ volt}$$

$$\text{যাই ক্ষেত্রে, কম্পাঙ্ক}, f_2 = 4 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\text{নিরুত্তি বিভব}, V_2 = 12.9 \text{ volt}$$

ধ্রুবক, $h = ?$

$$\text{আমরা পাই}, E = K_{\max} + W_0$$

$$E' = K'_{\max} + W_0$$

$$\therefore E - E' = K_{\max} - K'_{\max}$$

$$\text{বা, } hf_1 - hf_2 = eV_1 - eV_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{e(V_1 - V_2)}{f_1 - f_2}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-19} (4.6 - 12.9)}{2 \times 10^{15} - 4 \times 10^{15}} \text{ J-s} = 6.64 \times 10^{-34} \text{ J-s}$$

সমস্যা ৪৯। একটি ইলেক্ট্রনের দ্য-ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1\AA হলে এর গতিবেগ ও গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{ইলেক্ট্রনের দ্য-ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = 1\text{\AA} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভর}, m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{প্লাঙ্কের ধ্রুবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের গতিবেগ}, v = ?$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি}, E_k = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, \lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\text{বা, } v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 1 \times 10^{-10}} \\ = 7.28571 \times 10^6 \text{ m s}^{-1} = 7285.71 \text{ km s}^{-1}$$

$$\text{আবার, } E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= 0.5 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (7.2857 \times 10^6)^2 \\ = 2.415 \times 10^{-17} \text{ J} = 150.95 \text{ eV}$$

নির্ণয় গতিবেগ $7285.71 \text{ km s}^{-1}$ এবং গতিশক্তি, 150.95 eV ।

সমস্যা ৫০। ইলেক্ট্রনের দ্য-ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য $6.6 \times 10^{-11} \text{ m}$ হলে ইলেক্ট্রনটির ভরবেগ কত?

সমাধান : দেওয়া আছে, দ্য-ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 6.6 \times 10^{-11} \text{ m}$

$$\text{প্লাঙ্কের ধ্রুবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভরবেগ}, p = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, \lambda = \frac{h}{p}$$

$$\text{বা, } p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{6.6 \times 10^{-11}} = 1 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

সমস্যা ৫১। 300 m s^{-1} বেগে গতিশীল 0.02 kg ভরের একটি বুলেটের দ্য-ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : এখানে, বুলেটের ভর, $m = 0.02 \text{ kg}$

$$\text{বুলেটের বেগ}, v = 300 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্লাঙ্কের ধ্রুবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$\text{দ্য-ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য}, \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{0.02 \text{ kg} \times 300 \text{ ms}^{-1}} = 1.105 \times 10^{-24} \text{ m}$$

সুতরাং বুলেটের দ্য-ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $1.105 \times 10^{-24} \text{ m}$ ।

সমস্যা ৫২। 15 eV -এর একটি প্রোটনের দ্য-ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, শক্তি, $E = 15 \text{ eV} = 15 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$\text{প্লাঙ্কের ধ্রুবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$\text{প্রোটনের ভর}, m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{দ্য-ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য}, \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{p^2}{2m} \quad \dots \quad (1)$$

$$\text{আবার, } p = \frac{h}{\lambda}$$

$$(1) \text{ নং থেকে, } p = \sqrt{2Em}$$

$$\text{বা, } \frac{h}{\lambda} = \sqrt{2Em}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{h}{\sqrt{2Em}} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{\sqrt{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \times 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}} \\ = 7.405 \times 10^{-12} \text{ m}$$

সুতরাং ইলেক্ট্রনের দ্য-ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $7.405 \times 10^{-12} \text{ m}$ ।

সমস্যা ৫৩। একটি কণার গতিশক্তি 16 eV করা হলে দ্য-ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য শতকরা কত পরিবর্তিত হবে?

সমাধান : দ্য-ব্রগলির তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে,

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\text{প্রথম ক্ষেত্রে, } \lambda_1 = \frac{h}{mv}$$

$$\text{বা, } \lambda_1 mv = h$$

$$\text{বা, } \lambda_1 mv^2 = hv$$

$$\text{বা, } \lambda_1 \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} hv$$

$$\text{বা, } \lambda_1 E_k = \frac{1}{2} hv$$

$$\text{বা, } \lambda_1 = \frac{hv}{2E_k} \quad \dots \quad (1)$$

আবার, গতিশক্তি 16 eV বৃদ্ধি করলে,

$$\lambda_2 = \frac{hv}{2 \times 16 E_k}$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = \frac{hv}{32 E_k} \quad \dots \quad (2)$$

এখন, (2) নং কে (1) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{hv}{32K}}{\frac{hv}{32E_k}} = \frac{E_k}{K} \times \frac{2E_k}{hv}$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = \frac{1}{16} \lambda_1 = 0.0625 \lambda_1$$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের শতকরা পরিবর্তন হবে $= (1 - 0.0625) \times 100\% = 93.75\%$

সুতরাং তরঙ্গদৈর্ঘ্য 93.75% কমবে।

সমস্যা ৫৪। কোনো ধাতুর উপর 2500 \AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অতি বেগুনি রশ্মি ফেলা হলো। ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.3 eV হলে নিম্নত ফটোইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{এখনে, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 2500 \text{ \AA} = 2500 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{কার্য অপেক্ষক, } W_0 = 2.3 \text{ eV} \\ = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

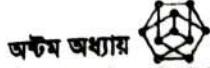
$$\text{প্লাঙ্ক ধ্রুবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ, } v_{\max} = ?$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv_{\max}^2 = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{2500 \times 10^{-10} \text{ m}} - 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ = 4.276 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\therefore v_{\max} = \sqrt{\frac{4.276 \times 10^{-19} \text{ J} \times 2}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}} = 9.69 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ, $9.69 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ ।



সেট-২ : জটিল সমস্যাবলি

সমস্যা ৫৫। কত কম্পাঙ্কের একটি বেতার তরঙ্গের কোটনের এক কোরাটারের শক্তি $9.945 \times 10^{-28} \text{ J}$ এর সমান হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= hf \\ \text{বা, } f &= \frac{E}{h} \\ &= \frac{9.945 \times 10^{-28}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} \\ &= 1.5 \times 10^6 \text{ Hz} \end{aligned}$$

নির্ণয় কম্পাঙ্ক $1.5 \times 10^6 \text{ Hz}$

সমস্যা ৫৬। তামার কার্য অপেক্ষক 4.4 eV । এর উপর দৃশ্যমান আলো আপত্তি হলে ইলেক্ট্রন নিঃস্ত হবে কি?

সমাধান : এখানে, কার্য অপেক্ষক, $W_0 = 4.4 \text{ eV} = 4.4 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $\lambda = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } W_0 &= \frac{hc}{\lambda} \\ \text{বা, } \lambda &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.4 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ m} \\ &= 2.825 \times 10^{-7} \text{ m} = 2825 \times 10^{-10} \text{ m} = 2825 \text{ Å} \end{aligned}$$

দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সীমা $4000 \text{ Å} - 8000 \text{ Å}$ ।
 অতএব ইলেক্ট্রন নিঃস্ত হবে না।

সমস্যা ৫৭। $4 \times 10^{15} \text{ Hz}$ কম্পাঙ্কের বিকিরণ কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে সর্বোচ্চ $3.14 \times 10^{-19} \text{ J}$ শক্তিসম্পন্ন ইলেক্ট্রন নির্গত হয়। এই ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} hf &= E_{\max} + hf_0 \\ \text{বা, } hf_0 &= hf - E_{\max} \\ \text{বা, } f_0 &= \frac{hf - E_{\max}}{h} \\ &= f - \frac{E_{\max}}{h} \\ &= 4 \times 10^{15} \text{ Hz} - \frac{3.14 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} \\ &= (4 \times 10^{15} - 4.736 \times 10^{14}) \text{ Hz} \\ &= 3.52 \times 10^{15} \text{ Hz} \end{aligned}$$

নির্ণয় সূচন কম্পাঙ্ক $3.52 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ।

সমস্যা ৫৮। কোনো ধাতুর সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 5000 Å । ইলেক্ট্রন তোল্টে এর কার্যাপেক্ষক বের কর। ধাতুটিকে যদি 4000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো বান্ধা আলোকিত করা হয় তবে নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের পতিশক্তি কত?

সমাধান : এখানে, সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 5000 \text{ Å} = 5000 \times 10^{-10} \text{ m}$
 আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
 প্ল্যাঙ্ক ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$
 কার্য অপেক্ষক, $W_0 = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } W_0 &= hf_0 = h \frac{c}{\lambda_0} \\ &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{5000 \times 10^{-10} \text{ m}} \\ &= 3.978 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= \frac{3.978 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 2.49 \text{ eV} \end{aligned}$$

সূতরাং ধাতুর কার্য অপেক্ষক $W_0 = 2.49 \text{ eV}$

নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের পতিশক্তি, $E = ?$

আমরা জানি, $E = hf - W_0$

$$\begin{aligned} &= h \frac{c}{\lambda} - W_0 \\ &= 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{4000 \times 10^{-10} \text{ m}} - 2.49 \text{ eV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 4.9725 \times 10^{-19} \text{ J} - 2.49 \text{ eV} \\ &= \frac{4.9725 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} - 2.49 \text{ eV} \\ &= 3.11 \text{ eV} - 2.49 \text{ eV} = 0.62 \text{ eV} \end{aligned}$$

সূতরাং নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের পতিশক্তি 0.62 eV ।

সমস্যা ৫৯। কোনো পৃষ্ঠের সূচন কম্পাঙ্ক $8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ । এই পৃষ্ঠে 2400 Å এর আলো আপত্তি হলে নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক পতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : এখানে, সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $= 2400 \text{ Å} = 2400 \times 10^{-10} \text{ m}$
 কম্পাঙ্ক, $f = 8 \times 10^{14} \text{ Hz}$
 পতিশক্তি, $K_{\max} = ?$

$$\text{আমরা জানি, } hf = K_{\max} + \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } K_{\max} &= hf - \frac{hc}{\lambda_0} \\ &= h \left(8 \times 10^{14} \text{ Hz} - \frac{3 \times 10^8}{2400 \times 10^{-10}} \right) \\ &= 2.9 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.8125 \text{ eV} \end{aligned}$$

সমস্যা ৬০। 2 a.m.u ভরের সমতুল্য শক্তি eV ও MeV এককে প্রকাশ কর।

সমাধান : এখানে, পারমাণবিক ভর, $m = 2 \text{ a.m.u}$
 $= 2 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 শূন্যস্থানে আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
 সমতুল্য শক্তি, $E = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } E &= mc^2 \\ &= 2 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 \\ &= 2 \times 1.494513 \times 10^{-10} \text{ J} \\ &= \frac{2 \times 1.494513 \times 10^{-10}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 18.68 \times 10^8 \text{ eV} \\ &= \frac{18.68 \times 10^8}{1 \times 10^6} \text{ MeV} = 1868 \text{ MeV} \end{aligned}$$

সূতরাং 2 a.m.u ভরের সমতুল্য শক্তি $18.68 \times 10^8 \text{ eV}$, 1868 MeV ।

সমস্যা ৬১। একটি নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ 10^{-10} m এবং একটি ইলেক্ট্রনের শক্তি 4 MeV (পরীক্ষালক্ষ ফল)। পারিতিকভাবে দেখাও যে, নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে ইলেক্ট্রন থাকতে পারে না।

সমাধান : পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ 10^{-14} m থার। সূতরাং ইলেক্ট্রন নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে আবস্থ থাকতে হলে এর অবস্থানের অনিয়ততা অবশ্যই $2 \times 10^{-14} \text{ m}$ এর অধিক হবে না।

এখন Δx এবং Δp যথাক্রমে অবস্থান ও ভরবেগের অনিয়ততা হলে,

$$\Delta x \Delta p \text{ এর ন্যূনতম মান} = \frac{h}{4\pi} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.1416} \text{ J.s}$$

$$= 5.276 \times 10^{-35} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore \Delta p \text{ এর ন্যূনতম মান} = \frac{\Delta x}{5.276 \times 10^{-35} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}}$$

$$= \frac{5.276 \times 10^{-35} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}}{2 \times 10^{-14} \text{ m}}$$

$$= 2.638 \times 10^{-21} \text{ kg m s}^{-1}$$

এখন ভরবেগের অনিয়ততা ন্যূনতমভাবে এই মানের হলে ইলেক্ট্রনের ভরবেগ অবশ্যই ন্যূনতম পক্ষে এই মানের সমতুল্য হবে, অর্থাৎ $p = 2.638 \times 10^{-21} \text{ kg m s}^{-1}$

$$\text{তাহলে ইলেক্ট্রনের পতিশক্তি, } E = \frac{p^2}{2m} = \frac{(2.638 \times 10^{-21} \text{ kg m s}^{-1})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= 3.824 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$= \frac{3.824 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$= 23.9 \times 10^6 \text{ eV}$$

$$= 23.9 \text{ MeV}$$

এর অর্থ হলো ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে থাকতে হলে একে 23.9 MeV শক্তির অধিকারী হতে হবে। কিন্তু পরীকালজ্য ফলাফল থেকে দেখা যায় যে, ইলেকট্রনের শক্তি 4 MeV এর অধিক হয় না। সুতরাং নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে ইলেকট্রন থাকতে পারে না।

সমস্যা ৬২ : পটাশিয়াম ধাতু ইলেকট্রন নিঃসরণের মান 4400 Å এর উপর $1.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$ কম্পাঙ্কের অভিবেগুনি রশ্মি ফেলা হলো। ধাতু হতে ইলেকট্রন নিঃসরণ বন্ধ করার জন্য কি ব্যবস্থা নিতে হবে? সমাধান : দেওয়া আছে, আপত্তি কম্পাঙ্ক, $\lambda = 1.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$ আমরা জানি, পটাশিয়ামের কার্যাপেক্ষক, $W_0 = 4.52 \times 10^{-19} \text{ J}$ অতএব, ইলেকট্রনের গতিশক্তি,

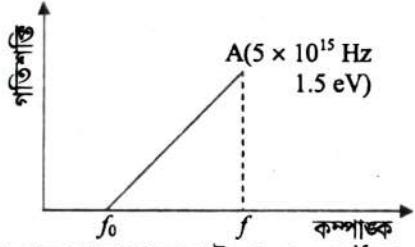
$$\begin{aligned} E_k &= h\lambda - W_0 \\ &= 6.63 \times 10^{-34} \times 1.5 \times 10^{15} - 4.52 \times 10^{-19} \\ \therefore E_k &= 5.425 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{অতএব, নিরুত্তি বিভব, } V_0 = \frac{E_k}{q} = \frac{5.425 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ V} \\ \therefore V_0 = 3.39 \text{ V}$$

সুতরাং, ইলেকট্রনের নিঃসরণ ধাতুর জন্য বিপরীতমুখী 3.39 V মানের বিভব তথ্য নিরুত্তি বিভব প্রয়োগ করতে হবে।

৩) সেট-৩ : সূজনশীল সমস্যাবলি

সমস্যা ৬৩ : চিত্রে একটি ধাতব পাতের উপর আপত্তি আলোর কম্পাঙ্ক বনাম ধাতব পাত থেকে নির্ণয় ইলেকট্রনের গতিশক্তি দেখানো হলো। (i) উকীপকের সূচন কম্পাঙ্কের মান নির্ণয় কর। (ii) উকীপকের ধাতব পৃষ্ঠে 1500 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো আপত্তি হলে ইলেকট্রন নির্গত হবে কি— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও।



সমাধান : (i) প্রদত্ত গ্রাফ থেকে পাই, $f = 5 \times 10^{15} \text{ Hz}$

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

$$\text{আমরা জানি, } K = hf - hfo$$

$$\text{বা, } \frac{K}{h} = f - f_0$$

$$\text{বা, } f_0 = f - \frac{K}{h} = \left(5 \times 10^{15} - \frac{2.4 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}} \right) \text{ Hz} \\ = 4.64 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

নির্ণয় সূচন কম্পাঙ্ক $4.64 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ।

(ii) এখানে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda' = 1500 \text{ Å} = 1500 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$\therefore \text{আলোর কম্পাঙ্ক, } f' = \frac{c}{\lambda'} = \frac{3 \times 10^8}{1500 \times 10^{-10}} \text{ Hz} = 2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

(i) নং হতে পাই,

$$\text{সূচন কম্পাঙ্ক, } f_0 = 4.64 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

যেহেতু, $f' < f_0$ অতএব, 1500 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপত্তি হলে ইলেকট্রন নির্গত হবে না।

সমস্যা ৬৪ : A ও B দুই ব্যক্তি 25 বছর বয়সে যথাক্রমে $0.866 c$ ও $0.99 c$ বেগে গতিশীল দুটি মহাশূন্যালোক করে মহাকাশ ভ্রমণে পেলেন এবং পৃথিবীর হিসাবে 15 বছর পর পুরুষীভাবে ফিরে আসেন।

A ও B উভয় ব্যক্তির ভর 50 কেজি। (i) উকীপকের আলোকে পৃথিবীতে ফিরে আসার পর দুই ব্যক্তির বয়সের ব্যবধান কত হবে?

(ii) A ব্যক্তির আইনস্টাইনের গতিশক্তি B ব্যক্তির চেয়ে কম না বেশি— উকীপকের আলোকে গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে,

$$A \text{ এর বেগ, } v_A = 0.866 c$$

$$B \text{ এর বেগ, } v_B = 0.99 c$$

পৃথিবীর হিসেবে সময়, $t = 15$ বছর

এখন, A ব্যক্তির জন্য,

$$t = \frac{t_A}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_A}{c}\right)^2}}$$

$$\text{বা, } t_A = t \times \sqrt{1 - \left(\frac{v_A}{c}\right)^2}$$

$$= 15 \text{ বছর} \times \sqrt{1 - \left(\frac{0.866 c}{c}\right)^2} = 15 \times \sqrt{1 - 0.866^2} = 7.5 \text{ বছর}$$

A ব্যক্তির নতুন বয়স $(25 + 7.5) = 32.5$ বছর

B ব্যক্তির জন্য,

$$t = \frac{t_B}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_B}{c}\right)^2}}$$

$$\text{বা, } t_B = 15 \times \sqrt{1 - 0.99^2} = 2.11 \text{ বছর}$$

নতুন বয়স $(25 + 2.11) = 27.11$ বছর

∴ বয়সের ব্যবধান $(32.5 - 27.11)$ বা 5.39 বছর।

(ii) দেওয়া আছে, A ও B ব্যক্তির প্রত্যেকের ভর, $m_0 = 50$ কেজি ধরি, গতিশীল অবস্থায়, A ব্যক্তির ভর, m_A এবং B ব্যক্তির ভর m_B

$$\text{এখন, } m_A = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_A}{c}\right)^2}} = \frac{50}{\sqrt{1 - 0.866^2}} = 99.99 \text{ kg}$$

$$\text{এবং } m_B = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_B}{c}\right)^2}} = \frac{50}{\sqrt{1 - 0.99^2}} = 354.44 \text{ kg}$$

$$\text{সুতরাং A ব্যক্তির গতিশক্তি, } K_A = (m_A - m_0) c^2 \\ = (99.99 - 50) \times (3 \times 10^8)^2 \\ = 4.5 \times 10^{18} \text{ J}$$

$$\text{B ব্যক্তির গতিশক্তি, } K_B = (m_B - m_0) c^2 \\ = (354.44 - 50) \times (3 \times 10^8)^2 \\ = 2.74 \times 10^{19} \text{ J}$$

অতএব, B ব্যক্তির গতিশক্তি A ব্যক্তির গতিশক্তি অপেক্ষা বেশি।

সমস্যা ৬৫ : 20 kg ভরের ও 10 মিটার দৈর্ঘ্যের কোনো একটি করু স্থিরাবস্থা থেকে $0.5 c$ বেগে চলা আরুভ করল। (i) করুটির গতিশীল অবস্থায় দৈর্ঘ্য কত? (ii) নিউটনীয় বলবিদ্যা হতে প্রাপ্ত গতিশক্তি ও আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে গতিশক্তি এক নয়— উকীপকে প্রদত্ত তথ্যের আলোকে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } L = 10 \sqrt{1 - \left(\frac{0.5c}{c}\right)^2} \\ = 10 \sqrt{1 - 0.25}$$

$$\therefore L = 8.66 \text{ m}$$

∴ গতিশীল অবস্থার দৈর্ঘ্য 8.66 m ।

(ii) নিউটনীয় বলবিদ্যা অনুসারে,

$$\text{গতিশক্তি} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (0.5c)^2 \\ = 10 \times 0.25 \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J} \\ = 22.5 \times 10^{16} \text{ J}$$

এখনে, বস্তুর স্থির অবস্থার দৈর্ঘ্য,

$$L_0 = 10 \text{ m}$$

বস্তুটির দূর্তি, $v = 0.5c$

গতিশীল অবস্থার দৈর্ঘ্য, $L = ?$

আবার, আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে গতিশক্তি, $K = (m - m_0) c^2$

$$\text{এখনে, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$= \frac{20}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.5c}{c}\right)^2}} = \frac{20}{\sqrt{1 - .25}} \text{ kg} = 23.094 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি}, K = (m - m_0) c^2 \\ = (23.094 - 20) \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 \\ = 27.846 \times 10^{16} \text{ J}$$

আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে কোনো বস্তুর গতিশক্তি নিউটনীয় বলবিদ্যা হতে প্রাপ্ত গতিশক্তি অপেক্ষা বেশি।

সমস্যা ৬৬। ফটো ডিভিং ক্রিয়াৰ ব্যবহৃত একটি ধাতুৰ কাৰ্য অপেক্ষক 2.20 eV । এতে 3000 \AA তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্যৰ আলো আপত্তি হলো। (i) ধাতুটিৰ সূচন কম্পাক্ষ বেৱ কৰ। (ii) উচীণক অনুসারে ধাতু থেকে কোনো ইলেকট্ৰন নিৰ্গত হবে কি-না— গাণিতিকভাৱে ব্যাখ্যা দাও।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে,

$$\text{কাৰ্য অপেক্ষক}, W_0 = 2.20 \text{ eV} \\ = 2.20 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3.52 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{প্লাজ্মেৰ ধৰ্বক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{আমৰা জানি}, W_0 = hf_0$$

$$\text{বা}, f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{3.52 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} = 5.31 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$(ii) \text{ দেওয়া আছে, কাৰ্যাপেক্ষক } = 3.52 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{আপত্তিৰ আলোৰ তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্য}, \lambda = 3000 \text{ \AA} = 3 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\therefore \text{শক্তি}, E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3 \times 10^{-7}} \text{ J} = 6.626 \times 10^{-19}$$

যা কাৰ্যাপেক্ষক থেকে বড়। তাই, ইলেকট্ৰন নিৰ্গত হবে।

সমস্যা ৬৭। সাম্য ও বাগতৰ জন্ম ১৯৭১ সালে যখন বাংলাদেশ বাধীন হয়। যখন তাদেৱ বয়স 25 বছৰ তখন সাম্য 100 m লৰা একটি নভোযানে মহাশূন্যে পাঢ়ি দেয়। সাম্য গতিশীল যান্তিৰ দৈৰ্ঘ্য 60 m দেখতে পেল। সাম্য বাধীনতাৰ পঞ্জাশ বছৰ পৃতি অনুষ্ঠানে যোগ দিতে পারবে না। (i) সাম্যেৰ নভোযান্তিৰ বেগ নিৰ্ণয় কৰ। (ii) “সাম্য বাধীনতাৰ পঞ্জাশ বছৰপৃতি অনুষ্ঠানে যোগ দিতে পারবে না।” গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান : (i) এখানে, নভোযান্তিৰ স্থিৰ দৈৰ্ঘ্য, $L_0 = 100 \text{ m}$

নভোযান্তিৰ গতিশীল দৈৰ্ঘ্য, $L = 60 \text{ m}$

আলোৰ বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; নভোযান্তিৰ বেগ, $v = ?$

$$\text{আমৰা জানি}, L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা}, 60 \text{ m} = 100 \text{ m} \times \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা}, \frac{60 \text{ m}}{100 \text{ m}} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা}, \left(\frac{60}{100}\right)^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$\text{বা}, \frac{v^2}{c^2} = 1 - 0.36$$

$$\text{বা}, v^2 = 0.64 \times c^2$$

$$\text{বা}, v = \sqrt{0.64 \times c^2} = \sqrt{0.64 \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2} = 2.4 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{সাম্যেৰ নভোযান্তিৰ বেগ } 2.4 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

(ii) এখানে, মহাশূন্য থেকে সাম্যেৰ নিশ্চীত সময় ব্যবধান, $t_0 = 24 \text{ y}$

নভোযান্তিৰ বেগ, $v = 2.4 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

আলোৰ বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

পৃথিবী থেকে নিশ্চীত সময় ব্যবধান, $t = ?$

$$\text{আমৰা জানি}, t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{24 \text{ y}}{\sqrt{1 - \left(\frac{2.4 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}\right)^2}}$$

$$\therefore t = 40 \text{ y}$$

∴ পৃথিবী থেকে নিশ্চীত সময় ব্যবধান 40 y

সাম্য 25 y বয়সে পৃথিবী থেকে মহাশূন্যে গিয়েছিল। সাম্য যখন মহাশূন্য থেকে পৃথিবীতে ফিৰে আসবে, তখন পৃথিবীৰ হিসাব মতে সাম্যেৰ বয়স হবে $= (25 + 40) \text{ y} = 65 \text{ y}$

প্ৰথে বলা হয়েছে, সাম্যেৰ জন্ম হয় 1971 সালে যখন বাংলাদেশ বাধীন হয়। বাংলাদেশেৰ বাধীনতাৰ পঞ্জাশ বছৰ পৃতি অনুষ্ঠান পালিত হবে $= (1971 + 50)$ সালে $= 2021$ সালে

বিবু, সাম্য যখন মহাশূন্য থেকে পৃথিবীতে ফিৰে আসবে, তখন পৃথিবীৰ সাল হবে $= (1971 + 65) = 2036$ সাল।

কাজেই, সাম্য বাধীনতাৰ পঞ্জাশ বছৰ পৃতি অনুষ্ঠানে যোগ দিতে পাৰবে না।

সমস্যা ৬৮। ডিক অপেক্ষা জেবি 5 বছৰেৰ ছেট। ডিক 20 বছৰ বয়সে একটি মুভাতিসম্পন্ন কালিনক রকেটে বিশ ভ্ৰমণে বেগ হৈল।

ৱকেটেৰ দৈৰ্ঘ্য 10 m এবং বেগ 0.9165 c । জেবিৰ বয়স যখন 35 বছৰ তখন ডিক পৃথিবীতে ফিৰে আসে। (i) ভ্ৰমণেৰ সময় জেবিৰ ৱকেটেৰ দৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰ। (ii) ভ্ৰমণ শেষে ডিক ও জেবিৰ বয়স অভিন্ন হবে কি-না— গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ।

সমাধান : (i) আমৰা জানি,

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা}, L = 10 \sqrt{1 - (.9165)^2} \\ = 4 \text{ m}$$

$$(ii) t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা}, t_0 = 20 \sqrt{1 - (.9165)^2} \\ = 8 \text{ বছৰ}$$

∴ ডিকেৰ বৰ্তমান বয়স হবে $= (20 + 8)$ বছৰ $= 28$ বছৰ
জেবিৰ বৰ্তমান বয়স $= 35$ বছৰ

∴ দুঁজনেৰ বয়স অভিন্ন হবে না।

সমস্যা ৬৯। একজন মহাশূন্যচাৰী মহাশূন্যানে চড়ে মহাকাশ ভ্ৰমণে আলোৰ বেগেৰ প্ৰায় কাছাকাছি বেগে ভ্ৰমণ কৰল। মহাশূন্যানেৰ দৈৰ্ঘ্য ও ভৱ যথাক্রমে 100 m ও 2000 kg ছিল। তাৰ ঘড়ি অনুযায়ী সে একদিন পৱ ফিৰে এসে দেখে পৃথিবীৰ ঘড়ি অনুযায়ী আটদিন অতিবাহিত হয়েছে। (i) মহাশূন্যানেৰ বেগ কত ছিল। (ii) মহাশূন্যে মহাশূন্যানেৰ দৈৰ্ঘ্য ও ভৱেৰ কোনো পৱিবৰ্তন হয়েছিল কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান : (i) ধৰি, মহাশূন্যানেৰ বেগ v

দেওয়া আছে, গতিশীল কাঠামোতে সময়, $t_0 = (18 - 17) d = 1d$

নিচল কাঠামোতে সময়, $t = (25 - 17) d = 8d$

আলোৰ বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$$\text{আমৰা জানি}, t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা}, \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{t_0}{t}$$

$$\text{বা}, 1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{t_0}{t}\right)^2$$

$$\text{বা}, \frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{t_0}{t}\right)^2$$

$$\text{বা}, v^2 = c^2 \left\{ 1 - \left(\frac{t_0}{t}\right)^2 \right\} = c^2 \left\{ 1 - \left(\frac{1}{8}\right)^2 \right\} = c^2 \cdot \frac{63}{64}$$

$$\therefore v = \frac{\sqrt{63} c}{8} = \frac{\sqrt{63} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{8} \\ = 2.976 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

সুতৰাং মহাশূন্যানেৰ বেগ ছিল $2.976 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।

(ii) মহাশূন্যানেৰ দৈৰ্ঘ্য সংকোচন এবং ভৱ বৃদ্ধি পেয়েছিল। নিচে এটি গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰা হৈল।

দেওয়া আছে, মহাশূন্যানেৰ নিচল দৈৰ্ঘ্য, $L_0 = 100 \text{ m}$

এবং নিচল ভৱ, $m_0 = 2000 \text{ kg}$

মনে কৰি, মহাশূন্যানেৰ গতিশীল দৈৰ্ঘ্য L এবং গতিশীল ভৱ m

$$\text{আমরা জানি, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2000 \text{ kg}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \sqrt{1 - \left(\frac{2.976 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}\right)^2}} = \frac{2000 \text{ kg}}{0.126} = 15843 \text{ kg}$$

$$\text{আবার, } L = L_0 \left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right)$$

$$= L_0 \times 0.126 = 100 \text{ m} \times 0.126 = 12.6 \text{ m}$$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, আরশাভিনের মহাশূন্যানের দৈর্ঘ্য ছাস পেয়ে 12.6 m এবং ডর বৃশি পেয়ে 15843 kg হয়েছিল।

সমস্যা ৭০। 0.38 \AA ডরজাদৈর্ঘ্যের একটি ফোটন কলা একটি স্থির ইলেক্ট্রনের উপর আপত্তি হয়ে 45° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়। স্থির ইলেক্ট্রনের ভর $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$. (i) আপত্তি ফোটনের শক্তি নির্ণয় কর। (ii) ফোটন যদি 60° কোণে বিক্ষিপ্ত হতো তাহলে ইলেক্ট্রন কর্তৃক শোষিত শক্তি কোন ক্ষেত্রে বেশি হতো? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) ধরি, বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গাদৈর্ঘ্য λ' ।

আমরা জানি,

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } \lambda' = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta) + \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}} (1 - \cos 45^\circ) + 0.38 \times 10^{-10} \text{ m} = 3.87 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$\text{আবার, ফোটনের শক্তি, } E = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{3.87 \times 10^{-11} \text{ m}} = 5.14 \times 10^{-15} \text{ J}$$

অতএব, আপত্তি ফোটনের শক্তি, $5.14 \times 10^{-15} \text{ J}$ ।

(ii) ধরি, বিক্ষিপ্ত ফোটনের দৈর্ঘ্য λ' ।

আমরা জানি,

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } \lambda' = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta) + \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} (1 - \cos 60^\circ)}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-2}} + 0.38 \times 10^{-10} \text{ m} = 3.92 \times 10^{-11} \text{ m}$$

অতএব, বিক্ষিপ্ত ফোটনের শক্তি $E = \frac{hc}{\lambda'}$

$$\text{বিক্ষিপ্ত কোণ, } \theta = 60^\circ$$

$$\text{স্থির ইলেক্ট্রনের ভর } m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{আলোর বেগ } c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{প্লানকের ধ্রুবক } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য } \lambda = 0.38 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} (1 - \cos 60^\circ)}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-2}} + 0.38 \times 10^{-10} \text{ m} \\ &= 3.92 \times 10^{-11} \text{ m} \end{aligned}$$

(i) নং হতে পাই, 45° কোণে আপত্তি হলে বিক্ষিপ্ত ফোটনের শক্তি $5.14 \times 10^{-15} \text{ J}$

অতএব, 45° কোণে বিক্ষিপ্ত হলে ইলেক্ট্রন কর্তৃক শোষিত শক্তি বেশি হবে।

সমস্যা ৭১। একটি ধাতুর উপর 2500 \AA ডরজাদৈর্ঘ্যের অভিবেগনি রশ্মি কলা হলো। কলা ধাতবপৃষ্ঠ হতে ইলেক্ট্রন নির্গত হলো। ধাতুটির সূচন কম্পাক্ষ $5.55 \times 10^{14} \text{ Hz}$. (i) নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ পতিবেগে নির্ণয় কর। (ii) উত্ত ধাতুর উপর 6800 \AA ডরজাদৈর্ঘ্যের আলোকরশ্মি আপত্তি হলে ইলেক্ট্রন নির্গত হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান : (i) ধরি, ধাতু হতে নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ v_{max} দেওয়া আছে, $\lambda = 2500 \text{ \AA} = 2500 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$f_0 = 5.55 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{2} mv^2_{max} = hf - hf_0$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv^2_{max} = h \frac{c}{\lambda} - hf_0$$

$$v^2_{max} = \frac{2 \times \left(6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{2500 \times 10^{-10} \text{ m}} - 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times 5.55 \times 10^{14} \text{ Hz} \right)}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= \frac{2 \times (7.956 \times 10^{-19} - 3.68 \times 10^{-19})}{9.1 \times 10^{-31}} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{বা, } v^2_{max} = 9.4 \times 10^{11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{বা, } v_{max} = \sqrt{9.4 \times 10^{11} \text{ m s}^{-1}} = 9.7 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, ধাতু হতে নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ $9.7 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ ।

(ii) আমরা জানি, কোনো ধাতু হতে ইলেক্ট্রন নিঃসরণের জন্য ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক অপেক্ষক W_0 বেশি শক্তির বিকিরণ আপত্তি হতে হয়।

এখানে, সূচন কম্পাক্ষ, $f_0 = 5.55 \times 10^{14} \text{ Hz}$
প্লানকের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

এখন, কার্য অপেক্ষক W_0 হলো,

$$\begin{aligned} W_0 &= hf_0 \\ &= 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times 5.55 \times 10^{14} \text{ Hz} \\ &= 3.67965 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{3.67965 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 2.3 \text{ eV} \end{aligned}$$

আবার, আপত্তি রশ্মির শক্তি,

$$\begin{aligned} E &= hf \\ &= h \frac{c}{\lambda} \\ &= 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{6800 \times 10^{-10} \text{ m}} \\ &= 2.925 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= \frac{2.925 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 1.83 \text{ eV} \end{aligned}$$

সূতরাং দেখা যাচ্ছে $E < W_0$

অতএব, ধাতু হতে কোনো ইলেক্ট্রন নিঃসরণ ঘটবে না।

সমস্যা ৭২। একটি ইলেক্ট্রনের পরমাণু অভ্যন্তরে অবস্থানের অনিচ্ছয়া 0.0100 nm। (i) অবস্থানের এ অনিচ্ছয়াতার জন্য ইলেক্ট্রনের ডি-ব্রগলি তরঙ্গাদৈর্ঘ্য কত হবে? (ii) অবস্থানের এ অনিচ্ছয়াতার জন্য ইলেক্ট্রনের পতিশক্তি নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধান : (i) এখানে,

$$\text{ইলেক্ট্রনের অবস্থানের অনিচ্ছয়া, } \Delta x = 0.0100 \text{ nm} = 0.01 \times 10^{-9} \text{ m}$$

ইলেক্ট্রনের ডি-ব্রগলি তরঙ্গাদৈর্ঘ্য,

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{h}{p} = \frac{h}{\frac{h}{\Delta x}} = \frac{h}{h} \times 2\pi \cdot 2\Delta x \\ &= 2\pi \cdot 2\Delta x \\ &= 4 \times 3.1416 \times 0.01 \times 10^{-9} \text{ m} \\ &= 1.257 \times 10^{-10} \text{ m} \end{aligned}$$

∴ ইলেক্ট্রনের ডি-ব্রগলি তরঙ্গাদৈর্ঘ্য $1.257 \times 10^{-10} \text{ m}$ ।

(ii) প্রদত্ত তথ্য হতে আমরা পাই,

ইলেক্ট্রনের অবস্থানের অনিচ্ছয়া, $\Delta x = 0.01 \text{ nm} = 0.01 \times 10^{-9} \text{ m}$

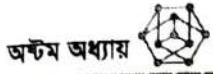
এখন, Δx এবং Δp যথাক্রমে অবস্থান ও ভরবেগের অনিচ্ছয়া হলে,

$$\Delta x \cdot \Delta p = \frac{h}{2.2\pi}$$

$$\text{বা, } \Delta p = \frac{h}{4\Delta x}$$

$$\begin{aligned} \therefore \Delta p &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{4 \times 0.01 \times 10^{-9} \text{ m}} \\ &= 1.6375 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

এখানে,
প্লানকের ধ্রুবক,
 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$



এখন, ভৱেগের অনিচ্ছয়তা এ মানের হলে ইলেক্ট্রনের ভৱেগ অবশ্যই ন্যূনতম পক্ষে এ মানের সমতুল্য হবে।
 $\text{অর্থাৎ, } p = 1.6575 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$

ফলে ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} E &= \frac{p^2}{2m} \\ &= \frac{(1.6575 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}} \\ &= 1.51 \times 10^{-16} \text{ J} = \frac{1.51 \times 10^{-16}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 943.75 \text{ eV.} \end{aligned}$$

অর্থাৎ অবস্থানের এই অনিচ্ছয়তার জন্য ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি নির্ণয় করা সম্ভব এবং তা 943.75 eV এর সমান।

সমস্যা ৭৩ : 0.3 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি ফোটন স্থির ইলেক্ট্রন কর্তৃক 60° কোণে বিক্ষিপ্ত হলো এবং একই সাথে ইলেক্ট্রনটিও প্রক্ষিপ্ত হলো। (i) বিক্ষিপ্ত কণাটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। (ii) প্রক্ষিপ্ত ইলেক্ট্রনের মোট শক্তি নিরূপণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, $\theta = 60^\circ$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.3 \text{ \AA} = 0.300 \times 10^{-10} \text{ m}$

ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda' = ?$

প্ল্যান্কের ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

আলোর দ্রুতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি, $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c}$

বা, $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \lambda' &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9.0 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}} (1 - \cos 60^\circ) \text{ m} + 0.300 \times 10^{-10} \text{ m} \\ &= 0.0122 \times 10^{-10} \text{ m} + 0.300 \times 10^{-10} \text{ m} [\cos 60^\circ = .5] \\ &= 0.3122 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.3123 \text{ \AA} \end{aligned}$$

∴ বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.3123 \AA ।

(ii) এখানে, আপত্তিত ফোটনের

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 10 \text{ pm} = 10 \times 10^{-12} \text{ m}$ [$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$]

বিক্ষিপ্ত কোণ, $\theta = 90^\circ$

প্ল্যান্কের ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

ইলেক্ট্রনের ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda' = ?$

গতিশক্তি, $E' = ?$

আমরা জানি, $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$

বা, $\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$

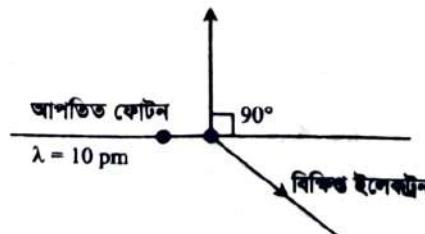
$$\begin{aligned} &= 10 \text{ pm} + \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}} (1 - \cos 90^\circ) \\ &= 10 \text{ pm} + 2.43 \times 10^{-12} \text{ m} [\cos 90^\circ = 0] \\ &= 10 \text{ pm} + 2.43 \text{ pm} = 12.43 \text{ pm} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } E' = hf = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{12.43 \times 10^{-12} \text{ m}}$$

$$E' = 1.60 \times 10^{-14} \text{ J.}$$

সুতরাং বিক্ষিপ্ত X-রশ্মির সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্য 12.43 pm এবং বিক্ষিপ্ত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি $1.6 \times 10^{-14} \text{ J.}$

সমস্যা ৭৪ :



(i) বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। (ii) ফোটনটি 45° কোণে বিক্ষিপ্ত হলে ইলেক্ট্রনটির গতিশক্তির পরিবর্তন হবে কি-না-গালিতিক বিপ্লবণ দাও।

সমাধান : এখানে, আপত্তিত ফোটনের

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 10 \text{ pm} = 10 \times 10^{-12} \text{ m}$ [$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$]
 বিক্ষিপ্ত কোণ, $\theta = 90^\circ$

প্ল্যান্কের ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

ইলেক্ট্রনের ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda' = ?$

গতিশক্তি, $E' = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

$$= 10 \text{ pm} + \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}} (1 - \cos 90^\circ)$$

$$= 10 \text{ pm} + 2.43 \times 10^{-12} \text{ m} [\cos 90^\circ = 0]$$

$$= 10 \text{ pm} + 2.43 \text{ pm} = 12.43 \text{ pm}$$

$$\text{আবার, } E' = hf = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{12.43 \times 10^{-12} \text{ m}}$$

$$E' = 1.60 \times 10^{-14} \text{ J.}$$

সুতরাং বিক্ষিপ্ত X-রশ্মির সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্য 12.43 pm এবং বিক্ষিপ্ত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি $1.6 \times 10^{-14} \text{ J.}$

(ii) (i) হতে পাই, 90° কোণে বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,
 $\lambda' = 1.243 \times 10^{-11} \text{ m}$

∴ 90° কোণে বিক্ষিপ্ত ফোটনের গতিশক্তি—

$$E = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.243 \times 10^{-11} \text{ m}} = 1.6 \times 10^{-14} \text{ J}$$

ফোটনটি 45° কোণে বিক্ষিপ্ত হলে, বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ'_1 হলে,

$$\lambda'_1 = \lambda + \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \varphi)$$

$$\text{বা, } \lambda'_1 = 10 \times 10^{-12} + \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8} \times 0.293$$

$$\therefore \lambda'_1 = 1.071 \times 10^{-11} \text{ m}$$

এক্ষেত্রে ফোটনের গতিশক্তি, $E' = \frac{hc}{\lambda'_1}$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.071 \times 10^{-14}}$$

$$= 1.857 \times 10^{-14} \text{ J}$$

যেহেতু $E \neq E'$, সেহেতু ফোটনের শক্তির পরিবর্তন হবে। ফোটনের শক্তির পরিবর্তন হওয়ায় ইলেক্ট্রনটির গতিশক্তিরও পরিবর্তন হবে।

সেট-৪ : ভর্তি পরীক্ষায় আসা সমস্যাবলি

সমস্যা ৭৫ : একটি ইলেক্ট্রন (নিচল ভর = $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) আলোর দ্রুতির 90% দ্রুতিতে চলছে। আইন-স্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে ইলেক্ট্রনটির গতিশক্তি নির্ণয় কর। [কুয়েট '১৭-১৮]

$$\text{সমাধান : } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.1 \times 10^{-31}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.9c}{c}\right)^2}} = 2.09 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{গতিশক্তি, } E_k &= (m - m_0) c^2 \\ &= (2.09 \times 10^{-30} - 9.1 \times 10^{-31}) \times (3 \times 10^8)^2 \\ &= 1.062 \times 10^{-13} \text{ J} \end{aligned}$$

সমস্যা ৭৬। 0.40 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটন স্থিরাবস্থায় থাকা একটি ইলেক্ট্রনের সাথে সংঘর্ষের পর ফোটনটি পূর্বের গতিপথের সাপেক্ষে 150° কোণে বিকিঞ্চ হয়। বিকিঞ্চ ফোটনের বেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [বৃহত্ত '১৭-১৮]

$$\text{সমাধান : } \lambda_1 - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos\phi)$$

$$\text{বা, } \lambda_1 = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8} (1 - \cos 150^\circ) + 0.4 \times 10^{-9} \\ = 4.02 \times 10^{-10} \text{ m} = 4.02 \text{ Å}$$

বিকেপনের পর ফোটনের বেগ $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

সমস্যা ৭৭। একটি মহাশূন্যায়ন কৃত বেগে ভ্রমণ করলে, মহাশূন্যে ১ দিন অভিবাহিত হলে, পৃথিবীতে ২ দিন অভিবাহিত হবে? [কৃষ্ণ '১৭-১৮]

$$\text{সমাধান : } t = t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2} c = 2.59 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ৭৮। একটি আলোক রশ্মি পার্টিশিয়ামের উপর পতিত হওয়ায় তা থেকে 1.6 eV এর সর্বাধিক শক্তির ফটো ইলেক্ট্রন নির্গত হলো। আপত্তি আলোক রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। পার্টিশিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.2 eV ।

$$\text{সমাধান : } \text{যোট শক্তি} = 1.6 + 2.2 = 3.8 \text{ eV}$$

$$\text{আবার, } E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.88 \times 1.6 \times 10^{-19}} \\ = 3.677 \times 10^{-7} \text{ m}$$

সমস্যা ৭৯। কোন একটি 1.8 eV কার্য অপেক্ষকবিশিষ্ট ধাতুতে 400 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলো আপত্তি হলে (ক) নির্গত হওয়া ইলেক্ট্রনগুলোর নিযৃত বিভব কত হবে? (খ) নির্গত ইলেক্ট্রনগুলোর সর্বোচ্চ গতিবেগ কত?

$$\text{সমাধান : } \frac{hc}{\lambda} = \varphi + E_{k(\max)}$$

$$\text{বা, } \frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 1.8 \times 1.6 \times 10^{-19} + E_{k(\max)}$$

$$\therefore E_{k(\max)} = e.V = 2.085 \times 10^{-19}$$

$$\therefore \text{নিযৃত বিভব, } V = 1.303125 \text{ volt}$$

$$\text{আবার, } E_{k(\max)} = \frac{1}{2} m(v_{\max})^2 = 2.085 \times 10^{-19}$$

$$\therefore \text{সর্বোচ্চ গতিবেগ, } v_{\max} = 6.77 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

সমস্যা ৮০। একটি 60 W এর বারু হতে সবুজ আলো বিকিরিত হচ্ছে। বারুটির তড়িৎ শক্তির মাত্র 2% যদি আলোক শক্তিতে বৃপ্তান্তরিত হয়, তবে এতি সেকেবে বারুটি হতে কত সংখ্যক ফোটন নির্গত হয় বের কর। (সবুজ আলোর $\lambda = 5550 \times 10^{-10} \text{ m}$)। [বৃহত্ত '১২-১৩]

$$\text{সমাধান : } \frac{hc}{\lambda} = 3.58 \times 10^{-19} \text{ J}$$

40 J এর $3\% = 1.2 \text{ J}$ [1 sec এ বৃপ্তান্তরিত আলোক শক্তির পরিমাণ]

$$\frac{nhc}{\lambda} = 1.2 \text{ বা } n = 3.352 \times 10^{18} \text{ টি}$$

সমস্যা ৮১। কোন এক ধরনের জীবাণু প্রতি 20 দিনে তার সংখ্যা বৃদ্ধি করে দ্বিগুণ হয়। এই ধরনের দুটি জীবাণুকে একটি নভোযানে করে মহাকাশে পাঠানো হলো এবং 1000 দিন পরে পৃথিবীতে কিরিয়ে আনা হলো। যদি নভোযানটির গতি সেকেবে আলোর গতির 0.995 গুণ হয়, তবে নভোযানটি পৃথিবীতে কিরিয়ে আসার পর এতে কতগুলো জীবাণু পাওয়া যাবে? [বৃহত্ত '১১-১২]

সমাধান : পৃথিবীতে অভিক্রান্ত সময়, $t = 1000 \text{ days}$; বেগ, $v = 0.995 c$; মহাকাশায়নে সময়, $t_0 = ?$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } t_0 = t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1000 \times \sqrt{1 - \left(\frac{0.995c}{c}\right)^2} \approx 100 \text{ days}$$

প্রতি 20 দিনে জীবাণুর সংখ্যা দ্বিগুণ হলে 100 দিনে হবে 2^5 গুণ।

$$\therefore 100 \text{ দিন পরে জীবাণুর সংখ্যা} = 2 \times 2^5 = 64।$$

সমস্যা ৮২। তিনি এছের একটি নভোযান $0.6 c$ গতিতে (মাঠের খেলোয়াড়দের পরিমাপ অনুযায়ী) বৃহত্ত ফুটবল মাঠের দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রম করে। ফুটবল মাঠটি 110 মিটার লম্বা এবং 50 মিটার প্রস্থ। নভোযানটি তিনগুলোর পরিমাপ অনুযায়ী ফুটবল মাঠটির দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ কত হবে? [বৃহত্ত '০৯-১০]

সমাধান : আমরা জানি,

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \\ = 110 \text{ m} \times \sqrt{1 - \frac{(0.6c)^2}{c^2}} \\ = 110 \text{ m} \times \sqrt{1 - \frac{0.36 c^2}{c^2}} \\ = 110 \text{ m} \times \sqrt{1 - 0.36} = 110 \text{ m} \times 0.8 = 88 \text{ m}$$

এখানে,
মাঠের স্থির দৈর্ঘ্য, $L_0 = 110 \text{ m}$
নভোযানের বেগ, $v = 0.6c$
মাঠের গতিশীল দৈর্ঘ্য, $L = ?$

প্রতি 20 দিনে জীবাণুর সংখ্যা দ্বিগুণ হলে 100 দিনে হবে 2^5 গুণ।
পৃথিবীতে তিনি 30 বছর মহাকাশে কাটিয়ে এলে তার বয়স কত হবে? [বৃহত্ত '০৮-০৯; টেক্সটাইল '০৩-০৮; বৃহত্ত '১২-১৩, '০৫-০৬; কৃষ্ণ '০৩-০৮]

$$\text{সমাধান : আমরা জানি, } t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } t_0 = t \times \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } t_0 = 30 \times \sqrt{1 - \left(\frac{1.8 \times 10^8}{3 \times 10^8}\right)^2} \text{ বছর}$$

$$\text{বা, } t_0 = 30 \times 0.8 \text{ বছর}$$

$\therefore t_0 = 24 \text{ বছর}$
যেহেতু মহাশূন্যচারী 25 বছর বয়সে মহাশূন্যে গিয়েছিলেন। সেহেতু, মহাশূন্যচারীর প্রকৃত বয়স হবে $= (25 + 24) \text{ বছর} = 49 \text{ বছর।}$

সমস্যা ৮৪। $\lambda = 4000 \text{ Å}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন কোন ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হয়ে সর্বোচ্চ 0.4 eV গতিশীল ফটো ইলেক্ট্রন নির্গত করে। এ ধাতুর কার্য অপেক্ষক নির্ণয় কর। [বৃহত্ত '০৭-০৮]

$$\text{সমাধান : } \frac{hc}{\lambda} = W_0 + K_{\max} \mid K_{\max} = 0.4 \text{ eV} = 0.4 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{বা, } W_0 = \left(\frac{hc}{\lambda} - K_{\max} \right)$$

$$= \left[\left(\frac{6.634 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{4000 \times 10^{-10} \text{ m}} \right) - (0.4 \times 1.6 \times 10^{-19}) \right] \text{ J} \\ = (4.9755 \times 10^{-19} - 0.64 \times 10^{-19}) \text{ J} \\ = 4.335 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.7093 \text{ eV}$$

সমস্যা ৮৫। সোডিয়াম হতে ইলেক্ট্রন নির্গত হতে 2.3 eV শক্তি লাগে। 680 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট কমলা রঙের আলোর জন্য সোডিয়াম কি আলোক তড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করবে? [বৃহত্ত '১২-১৩]

সমাধান : দেওয়া আছে,

সোডিয়াম ধাতুর কার্যাপেক্ষক, $W_0 = 2.3 \text{ eV} = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
আপত্তি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 680 \text{ nm} = 680 \times 10^{-9} \text{ m}$
জানা আছে, প্ল্যাংকের ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$



শূন্যস্থানে আলোর দূর্তি, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

বের করতে হবে, সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = ?$

$$\text{আপত্তি আলোর শক্তি, } E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{680 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$= 2.925 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.83 \text{ eV}$$

এখন আলোর শক্তি (1.83 eV) < ইলেক্ট্রন নির্গত হতে প্রয়োজনীয় শক্তি (2.3 eV)।

সুতরাং উভ কমলা রঙের আলোর জন্য সোডিয়াম কোনো আলোক তত্ত্বক্রিয়া প্রদর্শন করবে না।

সমস্যা ৮৬। 2600 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো একটি ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক গতিশক্তি কত? ধাতব পৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক 2.3 eV । [বৃয়েট '১২-১৩]

সমাধান: এখানে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 2600 \text{ \AA} = 2600 \times 10^{-10} \text{ m}$

ধাতব পৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক, $\varphi = 2.3 \text{ eV} = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

প্লাঙ্ক ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

আলোর দূর্তি, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক গতিশক্তি, $K_{\max} = ?$

আমরা জানি, $hf = K_{\max} + \varphi$

$$\text{বা, } \frac{hc}{\lambda} = K_{\max} + \varphi$$

$$\text{বা, } K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - \varphi$$

$$\therefore K_{\max} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{2600 \times 10^{-10} \text{ m}} - 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 3.97 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{3.9 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}} \text{ eV} = 2.48 \text{ eV}$$

সমস্যা ৮৭। একটি ধাতব পাতে 1000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট অতি বেগুনি রশ্মি আপত্তি হলে যে ইলেক্ট্রন নির্গত হয় তা বৰ্ণ করতে 12 V নির্বৃতি বিভব দরকার। আপত্তি রশ্মির (a) কম্পাঙ্ক (b) শক্তি ও (c) ধাতব পাতের কার্যাপেক্ষক কত? [চুয়েট '০৯-১০]

$$\text{সমাধান: (a) কম্পাঙ্ক, } f = \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{1000 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$(b) \text{ শক্তি, } E = hf$$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$= 1.989 \times 10^{-18} \text{ J} = 12.43 \text{ eV}$$

$$(c) \text{ ধাতব পাতের কার্যাপেক্ষক } \varphi \text{ হলে,}$$

$$E = \varphi + K_{\max} = \varphi + eV_0$$

$$\text{বা, } \varphi = E - eV_0 = (12.43 - 12) \text{ eV}$$

$$\therefore 0.43 \text{ eV}$$

$$\text{এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 1000 \text{ \AA} = 1000 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{নির্বৃতি বিভব, } V_0 = 1.2$$

$$\text{আলোর দূর্তি, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্লাঙ্ক ধূবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

সমস্যা ৮৮। 2600 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো একটি ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক গতিশক্তি কত? ধাতব পৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক 2.3 eV । [বৃয়েট '১২-১৩]

সমাধান: এখানে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 2600 \text{ \AA} = 2600 \times 10^{-10} \text{ m}$

ধাতব পৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক, $\varphi = 2.3 \text{ eV} = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

প্লাঙ্ক ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

আলোর দূর্তি, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

নিঃস্ত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক গতিশক্তি, $K_{\max} = ?$

আমরা জানি, $hf = K_{\max} + \varphi$

$$\text{বা, } \frac{hc}{\lambda} = K_{\max} + \varphi$$

$$\text{বা, } K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - \varphi$$

$$\therefore K_{\max} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{2600 \times 10^{-10} \text{ m}} - 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 3.97 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{3.9 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}} \text{ eV} = 2.48 \text{ eV}$$

সমস্যা ৮৯। একটি ধাতব পাতে 1000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট অতি বেগুনি রশ্মি আপত্তি হলে যে ইলেক্ট্রন নির্গত হয় তা বৰ্ণ করতে 12 V নির্বৃতি বিভব দরকার। আপত্তি রশ্মির (a) কম্পাঙ্ক (b) শক্তি ও (c) ধাতব পাতের কার্যাপেক্ষক কত? [চুয়েট '০৯-১০]

সমস্যা ৯। 3000 \AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অতিবেগুনি আলোর অতিবেগুনি ফোটনের শক্তি eV এককে প্রকাশ কর।

সমাধান: এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 3000 \text{ \AA} = 3000 \times 10^{-10} \text{ m}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

প্লাঙ্কের ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

একক ফোটনের শক্তি, $E = ?$

আমরা জানি, ফোটনের শক্তি, $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{3000 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 6.63 \times 10^{-19} \text{ J} = 4.14 \text{ eV}$$

সুতরাং ফোটনের শক্তি 4.14 eV ।

সমস্যা ১০। একটি ফোটনের শক্তি 1.77 eV , ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান: শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১১। একটি ইলেক্ট্রনের বেগ $3.8 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$ হলে এর গতিশক্তি ইলেক্ট্রন ভোল্ট এককে প্রকাশ কর।

[$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$]

সমাধান: এখানে, ইলেক্ট্রনের বেগ, $v = 3.8 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$

ইলেক্ট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

গতিশক্তি, $E_k = ?$

$$\text{আমরা জানি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (3.8 \times 10^6 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 6.57 \times 10^{-18} \text{ J} = \frac{6.57 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$= 41.06 \text{ eV}$$

সুতরাং ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি 41.06 eV ।

সমস্যা ১১। $7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ কম্পাঙ্কের বিকিরণ কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে সর্বোচ্চ 0.4 eV শক্তি সম্পন্ন ইলেক্ট্রন নির্গত হয়। এ ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান: এখানে, বিকিরিত কম্পাঙ্ক, $f = 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ শক্তি, $\frac{1}{2} mv^2_{\max} = 0.4 \text{ eV}$

প্লাঙ্ক ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

সূচন কম্পাঙ্ক, $f_0 = ?$

আমরা জানি, $\frac{1}{2} mv^2_{\max} = hf - W_0 = hf - hf_0 = h(f - f_0)$

$$\text{বা, } f - f_0 = \frac{1}{2h} mv^2_{\max}$$

$$\therefore f_0 = f - \left(\frac{1}{2} mv^2_{\max} \right) \frac{1}{h}$$

$$= (7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}) - \left(\frac{0.4 \text{ eV}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} \right)$$

$$= (7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}) - \frac{0.4 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}}$$

$$= 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz} - 9.65 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

$$= 6.535 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

সুতরাং ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক 6.535 × 10¹⁴ Hz।

সমস্যা ৫। 7 kV বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে স্থির অবস্থা থেকে একটি ইলেক্ট্রন যে চূড়ান্ত বেগ প্রাপ্ত হবে তার মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, প্রযুক্ত বিভব পার্থক্য, V = 7 kV = 7000 V
ইলেক্ট্রনের আধান, e = 1.60 × 10⁻¹⁹ C
ভর, m = 9.11 × 10⁻³¹ kg

চূড়ান্ত বেগ, v = ?

আমরা জানি, ইলেক্ট্রনের চূড়ান্ত বেগ,

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 7000 \text{ V}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}}$$

$$= \sqrt{2.46 \times 10^{15} \text{ m s}^{-2}} = 4.96 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং ইলেক্ট্রনের চূড়ান্ত বেগ 4.96 × 10⁷ m s⁻¹।

সমস্যা ৬। কত ভোল্ট বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে স্থির অবস্থা থেকে একটি ইলেক্ট্রন $5 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ চূড়ান্ত বেগ প্রাপ্ত হবে?

সমাধান : এখানে, ইলেক্ট্রনের চূড়ান্ত বেগ, v = $5 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$
ইলেক্ট্রনের ভর, m = $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
ইলেক্ট্রনের চার্জ, e = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
বিভব পার্থক্য, V = ?

আমরা জানি, $\frac{1}{2} mv^2 = eV$

$$\text{বা, } V = \frac{mv^2}{2e}$$

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (5 \times 10^7 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}$$

$$= 7109.37 \text{ V} = 7.109 \text{ kV}$$

সুতরাং 7.109 kV বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করতে হবে।

সমস্যা ৭। একটি এক্স রশ্মি নল হতে 60 kV-তে চালনা করলে সর্বোচ্চ কত কম্পাঙ্কের এক্স রশ্মি বর্ণালি উৎপন্ন হবে?
[h = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ ও e = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$]

সমাধান : এখানে, বিভব-পার্থক্য, V = 60 kV = $60 \times 10^3 \text{ V}$
ইলেক্ট্রনের আধান, e = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
প্ল্যান্কের ধূবক, h = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$
সর্বোচ্চ কম্পাঙ্ক, f_{max} = ?

আমরা জানি, hf_{max} = eV

$$\therefore f_{\max} = \frac{eV}{h} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 60 \times 10^3 \text{ V}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}} = 1.448 \times 10^{19} \text{ Hz}$$

সুতরাং সর্বোচ্চ $1.448 \times 10^{19} \text{ Hz}$ এর এক্স রশ্মি বর্ণালি উৎপন্ন হবে।

সমস্যা ৮। একটি এক্স-রে নলে সর্বনিম্ন কত ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে 1.1 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যে এক্স-রে পোওয়া যাবে?

[e = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, h = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$]

সমাধান : এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.1 \text{ \AA} = 1.1 \times 10^{-10} \text{ m}$
জানা আছে, e = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
প্ল্যান্ক-এর ধূবক, h = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$
আলোর বেগ, c = $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
ভোল্টেজ, V = ?

আমরা জানি, $\lambda = \frac{hc}{eV}$

$$\text{বা, } V = \frac{hc}{e\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1.1 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 11301.13 \text{ V} = 11.3 \text{ kV}$$

অতএব সর্বনিম্ন ভোল্টেজের পরিমাণ 11.3 kV।

সমস্যা ৯। কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক 5000 A। ইলেক্ট্রন ভোল্টে এর কার্য অপেক্ষক বের কর। ধাতুটিকে যদি 4000 A তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ধারা আলোকিত করা হয়, তবে নিম্নলিখিত ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি কত?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। একটি ধাতব পৃষ্ঠ হতে নিম্নলিখিত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক বেগ করত হলে নিম্নতি বিভব পার্থক্য 0.9 V হবে? [m = $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ও e = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$]

সমাধান : এখানে, নিম্নতি বিভব পার্থক্য, V = 0.9 V
ইলেক্ট্রনের ভর, m = $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
ইলেক্ট্রনের চার্জ, e = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ, v = ?

$$\text{আমরা জানি, } v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 0.9 \text{ V}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}}$$

$$= 5.626 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ $5.626 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ১১। 5000 A তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে যে ইলেক্ট্রন নির্গত হয় তার সর্বোচ্চ গতিশক্তির মান 0.6 eV। এই ধাতুর কার্য অপেক্ষক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5000 \text{ \AA} = 5000 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$\text{সর্বোচ্চ গতিশক্তি, } \frac{1}{2} mv^2_{\max} = 0.6 \text{ eV}$$

$$= 0.6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

প্ল্যান্ক ধূবক, h = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

আলোর বেগ, c = $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

কার্য অপেক্ষক, W₀ = ?

আমরা জানি, সর্বোচ্চ গতিশক্তি,

$$\frac{1}{2} mv^2_{\max} = hf - W_0$$

$$\text{বা, } W_0 = hf - \frac{1}{2} mv^2_{\max}$$

$$\therefore W_0 = \frac{hc}{\lambda} - \frac{1}{2} mv^2_{\max}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{5000 \times 10^{-10} \text{ m}} - (0.6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J})$$

$$= 3.978 \times 10^{-19} \text{ J} - 0.96 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 3.018 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 1.886 \text{ eV}$$

নির্ণেয় ধাতুর কার্য অপেক্ষক 1.886 eV।

সমস্যা ১২। টার্সেটেনের আলোক-তড়িৎ নিম্নলিখিত আরাডিক তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2300 \AA। কত তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোক আপত্তি হলে সর্বোচ্চ 1.5 eV শক্তিসম্পন্ন ইলেক্ট্রন নির্গত হবে?
[h = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ ও 1 eV = $1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$]

সমাধান : এখানে, আরাডিক তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 2300 \text{ \AA} = 2300 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$\text{ফটোইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ শক্তি, } \frac{1}{2} mv^2_{\max} = 1.5 \text{ eV}$$

$$= 1.5 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

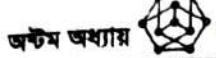
প্ল্যান্ক ধূবক, h = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

আপত্তি আলোকের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $\frac{1}{2} mv^2_{\max} = hf - h/\lambda_0$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv^2_{\max} = h \left(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_0} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{c}{\lambda} = \frac{\frac{1}{2} mv^2_{\max}}{h} + \frac{c}{\lambda_0}$$



$$\text{বা, } \frac{3 \times 10^8}{1} = \frac{1.5 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} + \frac{3 \times 10^8}{2300 \times 10^{-10}}$$

$$\text{বা, } \frac{3 \times 10^8}{1} = 1.666 \times 10^{15}$$

$$\therefore \lambda = \frac{3 \times 10^8}{1.666 \times 10^{15}} \text{ m} = 1.8 \times 10^{-7} \text{ m}$$

সূতৰাং আপত্তি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য $1.8 \times 10^{-7} \text{ m}$ ।

সমস্যা ১৩। একজন যথাপূর্ণচারী ৪০ বছর বয়সে $1.8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে থাবধান যথাকাশ বালে চড়ে যাবাপথ অনুসন্ধানে পেশেন। ১০ বছর পর গুরুত্বপূর্ণ ক্ষেত্রে আসলে, তাঁর বর্তমান বয়স কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুবৃত্তি। [উত্তর : 48 বছর]

সমস্যা ১৪। একটি রকেট কত বেগে চললে এর দৈর্ঘ্য সংকুচিত হয়ে নিচল দৈর্ঘ্যের অর্বে হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{L_0}{2} = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \quad \text{বা, } v^2 = \frac{3}{4} \times c^2$$

$$\therefore v = 2.59 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ১৫। 1 g ভরের সমতুল্য শক্তির পরিমাণ (i) জ্বলে নির্ণয় কর, (ii) MeV-তে নির্ণয় কর, (iii) eV-তে প্রকাশ কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। 10 a.m.u সমতুল্য শক্তি eV-তে প্রকাশ কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৭। 0.3 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের এক-রশ্মি ইলেক্ট্রন কৃত্তি 60° কোণে বিকিঞ্চিত হলো। বিকিঞ্চিত কোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, $\theta = 60^\circ$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.3 \text{ Å} = 0.300 \times 10^{-10} \text{ m}$

কোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda' = ?$ কত?

প্র্যাক্তেকর ধূবৰ্ক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

আলোর ধূতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি, $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c}$

বা, $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$

$$\text{বা, } \lambda' = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9.0 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}} (1 - \cos 60^\circ) \text{ m} + 0.300 \times 10^{-10} \text{ m} \\ = 0.0122 \times 10^{-10} \text{ m} + 0.300 \times 10^{-10} \text{ m} [\cos 60^\circ = .5] \\ = 0.3122 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.3123 \text{ Å}$$

∴ বিকিঞ্চিত কোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.3123 Å ।

সমস্যা ১৮। একটি এক রশ্মি নলে 50 kV শক্তিসম্পর্ক ইলেক্ট্রন আরা সৃষ্টি একারণ্যের সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{eV} = \frac{hc}{\lambda_{\min}}$$

$$\text{বা, } \lambda_{\min} = \frac{hc}{\text{eV}}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 50 \times 10^3 \text{ V}}$$

$$\therefore \lambda_{\min} = 2.48625 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$\therefore \lambda_{\min} = 0.2486 \text{ Å}$$

এখানে, ভোল্ট,

$$V = 50 \text{ kV} = 50 \times 10^3 \text{ V}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\lambda_{\min} = ?$$

সমস্যা ১৯। ইলেক্ট্রনের বেগ আলোর বেগের 0.2 গুণ হলে, এর সাথে সংক্ষিপ্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ইলেক্ট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেক্ট্রনের বেগ, $v = 0.2c = 0.2 \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$; $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

আমরা জানি, $mv = \frac{h}{\lambda}$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 0.2 \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}} \\ = 1.2142 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.2142 \text{ Å}$$

সমস্যা ২০। একটি ইলেক্ট্রনের অবস্থানের অনিচ্ছয়তা $0.5 \times 10^{-10} \text{ m}$ । এর ভরবেগের অনিচ্ছয়তা কত?

সমাধান : এখানে,

ইলেক্ট্রনের অবস্থানের অনিচ্ছয়তা, $\lambda = 0.5 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$p = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}}{0.5 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$\therefore p = 1.33 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

সমস্যা ২১। একটি পরমাণবিক নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ $5 \times 10^{-15} \text{ m}$ । নিউক্লিয়াসটির ভরবেগের অনিচ্ছয়তা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$p = \frac{h}{\lambda} \\ = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}}{5 \times 10^{-15} \text{ m}} \\ \therefore p = 1.326 \times 10^{-19} \text{ kg m s}^{-1}$$

সমস্যা ২৩। একটি ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি 1 eV হলে, তি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{hc}{E}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\therefore \lambda = 1.2 \times 10^{-6} \text{ m}$$

সমস্যা ২৪। একটি প্রোটন ও একটি ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি সমান। কার ক্ষেত্রে তি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি।

সমাধান : তি ব্রগলী তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে, $\lambda = \frac{h}{mv}$

এখানে, $\lambda = \text{তি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য}$

$$m = \text{বস্তুর ভর এবং}$$

$$v = \text{বস্তুর বেগ},$$

আমরা জানি, তি ব্রগলী তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ভরের ব্যাসানুপাতিক,

এখন, ইলেক্ট্রনের ভর $m_e <$ প্রোটনের ভর m_p ।

∴ ইলেক্ট্রনের তি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য $>$ প্রোটনের তি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য।

সমস্যা ২৫। হিলিয়াম পরমাণুর গতি গতিবেগ $1.635 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ হলে, পরমাণুটির তি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? [$h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J s}$, হিলিয়াম পরমাণুর ভর $6.65 \times 10^{-27} \text{ kg}$]

সমাধান : আমরা জানি, $p = \frac{h}{\lambda}$ | এখানে, হিলিয়ামের পরমাণুর ভর, $m = 6.65 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\text{বেগ, } v = 1.635 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\lambda = ?$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}}{6.65 \times 10^{-27} \text{ kg} \times 1.635 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}}$$

$$\therefore \lambda = 6.09 \times 10^{-11} \text{ m.}$$

সমস্যা ২৬। কোনো কারণে একটি গতিশীল কণার সঙ্গে সংঠিষ্ঠ ডি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.2 \AA থেকে 0.4 \AA -তে পরিবর্তিত হলো। কণাটির ভরবেগের পরিবর্তন নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$P = \frac{h}{\lambda_1} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{0.2 \times 10^{-10} \text{ m}} = 3.315 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

এখানে,
 $\lambda_1 = 0.2 \text{ \AA} = 0.2 \times 10^{-10} \text{ m}$
 $\lambda_2 = 0.4 \text{ \AA} = 0.4 \times 10^{-10} \text{ m}$
 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

$$\text{আবার, } P = \frac{h}{\lambda_2} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{0.4 \times 10^{-10} \text{ m}} = 1.6575 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{ভরবেগের পরিবর্তন হবে} = (3.315 - 1.6575) \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1} \\ = 1.6575 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1} \\ = 16.575 \times 10^{-24} \text{ kg m s}^{-1}$$

সমস্যা ২৭। একটি গতিশীল ইলেক্ট্রনের ডি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1 \AA । ইলেক্ট্রনটির (i) ভরবেগ বিগুপ হলে, (ii) গতিশক্তি বিগুপ হলে ডি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : ধরি, ভরবেগ, $p_1 = p$

$$\text{ভরবেগ, } p_2 = 2p$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = 1 \text{ \AA}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_2 = ?$$

(i) আমরা জানি,

$$p_1 = \frac{h}{\lambda_1} \dots \quad (i)$$

$$p_2 = \frac{h}{\lambda_2} \dots \quad (ii)$$

$$(i) + (ii) \Rightarrow$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \times \frac{h}{h}$$

$$\text{বা, } \frac{p}{2p} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = \frac{1}{2} \lambda_1 = 0.5 \times 1 \text{ \AA}$$

$$\therefore \lambda_2 = 0.5 \text{ \AA}$$

(ii) আমরা জানি,

$$E_k = hv$$

$$\therefore E_k = \frac{hc}{\lambda_1} \dots \quad (i)$$

$$\text{আবার, } E_k = \frac{hc}{\lambda_2} \dots \quad (ii)$$

$$(ii) + (i) \Rightarrow$$

$$\frac{E_k_2}{E_k_1} = \frac{hc}{\lambda_2} \times \frac{\lambda_1}{hc}$$

$$\text{বা, } \frac{E_k_1}{E_k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = 0.5 \lambda_1$$

$$\therefore \lambda_2 = 0.5 \text{ \AA}.$$

সমস্যা ২৮। একটি গতিশীল কণার বেগ $0.99 c$ হলে কণাটির ডি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৩নং গাণিতিক

সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

এখানে,
 গতিশক্তি = E_k
 $E_k_2 = 2E_k$

সমস্যা ২৯। 0.40 A তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি এল-রে কোটন একটি নিচল ইলেক্ট্রনকে আঘাত করলে কোটন 90° কোণে বিক্ষিক্ত হয়। বিক্ষিক্ত কোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : আখনে, আপত্তি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 0.40 \text{ \AA}$ বিক্ষেপণ কোণ, $\theta = 90^\circ$

$$\text{ইলেক্ট্রনের স্থির ভর } m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্লাজেক ধ্রুবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{বিক্ষিক্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

$$\text{এখন, } \frac{h}{m_0 c} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}} \\ = 2.428 \times 10^{-12} \text{ m} = 0.0243 \text{ \AA}$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } \lambda - \lambda_0 = 0.0243 \text{ \AA} (1 - \cos 90^\circ) = 0.0243 \text{ \AA} \times 1$$

$$\text{বা, } \lambda = \lambda_0 + 0.0243 \text{ \AA} = 0.40 \text{ \AA} + 0.0243 \text{ \AA} = 0.4243 \text{ \AA}$$

অতএব, বিক্ষিক্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.4243 \AA ।

সমস্যা ৩০। প্রোটনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : আখনে, প্রোটনের ভর, $m = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\text{আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ? ; h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{আমরা জানি, } E = mc^2$$

$$= 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 \\ = 1.5057 \times 10^{-10} \text{ J}$$

$$\text{আবার, } E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1.5057 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$\therefore \lambda = 1.32 \times 10^{-15} \text{ m}.$$

সমস্যা ৩১। ডিম গ্রহের একটি নভোযান $0.6c$ গতিতে বুরেট ফুটবল মাঠের দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রম করে। ফুটবল মাঠটি 110 মিটার লম্বা এবং 50 মিটার প্রশস্ত। নভোযানের ডিম গ্রহবাসীর পরিমাপ অনুযায়ী মাঠটির দৈর্ঘ্য ও প্রশস্ত কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮২নং গাণিতিক

সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{ডিমের : } \frac{2}{\sqrt{3}} m_0$$

সমস্যা ৩৩। একজন মহাশূন্যচারী 25 বছর বয়সে $1.8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্যান্তে চড়ে মহাকাশ অঘৃণে গেলেন। পৃষ্ঠবীর হিসেবে তিনি 30 বছর মহাকাশে কাটিয়ে এলেন, তার বয়স কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৩নং গাণিতিক

সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৩৫। কোন ধাতব পৃষ্ঠে আলোক রশ্মি আপত্তি হওয়ায় নিম্নৃত ইলেক্ট্রন সম্পর্কবন্ধে ধারাতে $3V$ বিরতি বিভব এর প্রয়োজন হয়। উচ্চ ধাতুর আলোক ভাড়ি ক্রিয়া $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ কম্পাক্ষের আলোক রশ্মি ধারা সৃষ্টি হয়। আপত্তি আলোক রশ্মির কম্পাক্ষ ও ধাতুর কার্য অপেক্ষক নির্ণয় কর। [$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$] [BUET '03-04]

সমাধান :

$$W_0 = hv_0 \\ = 6.63 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14} \\ = 3.978 \times 10^{-19} \quad \text{এখানে,} \\ v_0 = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$eVs = E = hv - W_0 \quad W_0 = ?$$

$$\text{বা, } 1.6 \times 10^{-19} \times 3 = 6.63 \times 10^{-34} \times v - 3.978 \times 10^{-19}$$

$$\text{বা, } v = 1.324 \times 10^{15} \text{ Hz.}$$

[উত্তর : $3.45 \times 10^{-13} \text{ m}$]

(ii) আমুরা জানি,

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } t_0 = t \times \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{বা, } t_0 = 20 \text{ s} \times \sqrt{1 - \frac{(0.76 c)^2}{c^2}}$$

$$\therefore t_0 = 12.99 \text{ s} \approx 13 \text{ s}$$

সমস্যা ৬। একটি বৃক্ষগার ভৱ $9.1 \times 10^{-28} \text{ kg}$ । এৰ পুৱোটাই শক্তিতে বৃপ্তিৰিত কৰা হলৈ কী পৰিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে? (আলোৰ দ্রুতি $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

সমাধান : এখনে, বৃক্ষগার ভৱ, $m = 9.1 \times 10^{-28} \text{ kg}$

$$\text{আলোৰ বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{শক্তি, } E = ?$$

আমুরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= mc^2 \\ \therefore E &= 9.1 \times 10^{-28} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 8.19 \times 10^{-11} \text{ J} \\ &= \frac{8.19 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}} \text{ eV} [\because 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}] \\ &= 5.12 \times 10^8 \text{ eV} [\because 1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}] \\ &= 512 \text{ MeV} \end{aligned}$$

∴ বৃপ্তিৰিত শক্তিৰ পৰিমাণ 512 MeV ।

সমস্যা ৭। $1.6 \times 10^5 \text{ eV}$ গতিশক্তিসম্পন্ন ইলেকট্ৰনেৰ ভৱ কত?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২২নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। একটি গতিশীল কণাৰ ঘোট শক্তি এৰ স্থিৰাবস্থাৰ শক্তিৰ 1.5 GeV হলৈ বৃক্ষটিৰ দ্রুতি কত?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২০নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯। 4 kg ভৱেৰ সমতুল্য শক্তি নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ১৪নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। 10 amu ভৱেৰ সমতুল্য শক্তি MeV এককে প্ৰকাশ কৰ।

সমাধান : আমিৰ, ইসহাক ও নজুলুল স্যারেৰ ১৬নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১১। 12 amu ভৱেৰ সমতুল্য শক্তি eV এককে প্ৰকাশ কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ১৮নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ।

$$[\text{উত্তৰ : } 1.12 \times 10^{10} \text{ eV}]$$

সমস্যা ১২। 1 g ভৱেৰ সমতুল্য শক্তিৰ পৰিমাণ জুলৈ কত হবে?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ১৫নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৩। 1 g ভৱেৰ সমতুল্য শক্তিৰ পৰিমাণ MeV তে নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ১৫নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪। একটি প্ৰোটনেৰ গতিশক্তি m_0c^2 এৰ সমান। তাৰ ভৱবেগ নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমুৰা জানি, প্ৰোটনেৰ ভৱ, $m_0 = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\text{প্ৰয়োগ, } \frac{1}{2} m_0 v^2 = m_0 c^2$$

$$\therefore v = \sqrt{2c^2} = \sqrt{2} c$$

আমুৰা জানি,

$$\text{ভৱবেগ, } P = m_0 v$$

$$= 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg} \times \sqrt{2} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 7.085 \times 10^{-19} \text{ kgms}^{-1}$$

সুতৰাং প্ৰোটনেৰ ভৱবেগ $7.085 \times 10^{-19} \text{ kg ms}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৫। সোডিয়াম আলোৰ তৰঙাদৈৰ্ঘ্য 5890 Å । এৰ গতিশীল ভৱ ও রৈখিক ভৱবেগ নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমুৰা জানি, রৈখিক ভৱবেগ,

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}{5890 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$\therefore P = 1.12 \times 10^{-27} \text{ kg m s}^{-1}$$

আৰাৰ, রৈখিক ভৱবেগ,

$$P = m_0 V$$

$$\text{বা, } v = \frac{P}{m_0}$$

$$\text{বা, } v = \frac{1.12 \times 10^{-27} \text{ kg m s}^{-1}}{3.8 \times 10^{-26} \text{ kg}}$$

$$\therefore v = 0.029 \text{ m s}^{-1}$$

সোডিয়াম পৰমাণুৰ বেগ, $v = 0.02 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{সোডিয়াম পৰমাণুৰ গতিশীল ভৱ, } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{বা, } m = \frac{3.8 \times 10^{-26} \text{ kg}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.029 \text{ m s}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}} \right)^2}} [\text{আলোৰ বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}]$$

$$\therefore m = 3.8 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

সুতৰাং, সোডিয়াম পৰমাণুৰ গতিশীল ভৱ $3.8 \times 10^{-26} \text{ kg}$ এবং এৰ রৈখিক ভৱবেগ $1.12 \times 10^{-27} \text{ kg m s}^{-1}$

সমস্যা ১৬। একটি ফোটনেৰ শক্তি 1.77 eV , ফোটনেৰ তৰঙাদৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৩৩নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৭। 3000 Å তৰঙাদৈৰ্ঘ্যেৰ ফোটনেৰ শক্তি নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমিৰ, ইসহাক ও নজুলুল স্যারেৰ ১৮নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। কোনো ধাতুৰ ফটো-ইলেকট্ৰন নিষ্কৰণেৰ সৰ্বোচ্চ তৰঙাদৈৰ্ঘ্য 5000 Å হলৈ এৰ কাৰ্যাপেক্ষক নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৩৬নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ।

$$[\text{উত্তৰ : } 2.48 \text{ eV}]$$

সমস্যা ১৯। প্লাটিনামেৰ কাৰ্যাপেক্ষক 6.31 eV হলৈ, এৰ সূচন কম্পাক্ষক কত?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৩৯নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২০। প্লাটিনামেৰ কাৰ্যাপেক্ষক 6.2 eV হলৈ এৰ সূচন কম্পাক্ষক কত?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৩৯নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ।

$$[\text{উত্তৰ : } 1.496 \times 10^{15} \text{ Hz}]$$

সমস্যা ২১। $6630 \times 10^{-10} \text{ m}$ তৰঙাদৈৰ্ঘ্যেৰ ফোটনেৰ শক্তি নিৰ্ণয় কৰ। | $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ এবং $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ |

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২৮নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। কোনো ধাতুৰ উপৰ 2500 Å তৰঙাদৈৰ্ঘ্যেৰ অভিবেগুনি রশ্মি ফেলা হলৈ। ধাতুটিৰ কাৰ্যাপেক্ষক 2.3 eV হলৈ নিষ্কৃত ইলেকট্ৰনেৰ সৰ্বোচ্চ বেগ নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৫৪নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩। 5000 Å তৰঙাদৈৰ্ঘ্যেৰ আলো কোনো ধাতুৰ পৃষ্ঠে আপত্তি হলে নিৰ্গত ইলেকট্ৰনেৰ সৰ্বোচ্চ গতিশক্তি 0.5 eV । ঐ ধাতুৰ কাৰ্যাপেক্ষক নিৰ্ণয় কৰ।

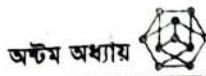
সমাধান : আমিৰ, ইসহাক ও নজুলুল স্যারেৰ ১১নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ।

$$[\text{উত্তৰ : } 1.986 \text{ eV}]$$

সমস্যা ২৪। কোনো একটি ধাতু হতে ইলেকট্ৰন মুক্ত কৰতে 2.20 eV শক্তিৰ প্ৰয়োজন। ঐ ধাতুৰ উপৰ 6800 Å তৰঙাদৈৰ্ঘ্যেৰ আলো পতিত হলে কোনো ইলেকট্ৰন মুক্ত হবে কি?

এখনে, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ এবং $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২৯নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।



সমস্যা ২৫। 10 kV বিদ্যুৎ পার্শ্বক প্রয়োগ করলে স্থির অবস্থা থেকে একটি ইলেক্ট্রন যে ছড়াত বেগ প্রাপ্ত হবে তার মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $5.93 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ২৬। কত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো 6.31 eV কার্যাপেক্ষকের প্লাটিনামের উপর আপত্তি হলে ইলেক্ট্রন নিঃস্ত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৭। একটি ইলেক্ট্রনের বেগ $9 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ হলে এর দ্য ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $8.1 \times 10^{-12} \text{ m}$]

সমস্যা ২৮। 100 g ভরের একটি বস্তুর বেগ 10 m s^{-1} হলে এর দ্য ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}{0.1 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \text{ m}$$

∴ বস্তুটির দ্য ব্রগলী তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $6.63 \times 10^{-34} \text{ m}$

এখানে, বস্তুর ভর, $m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$

বস্তুর বেগ, $v = 10 \text{ m s}^{-1}$

প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

দ্য ব্রগলী তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

সমস্যা ২৯। একটি ইলেক্ট্রনের বেগ $3 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ এবং এর অনিচ্ছতা হলো 0.01% । ইলেক্ট্রনের অবস্থান নির্ণয়ের অনিচ্ছতা কত?

সমাধান : এখানে, ইলেক্ট্রনের বেগ, $v = 3 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{ইলেক্ট্রনের বেগের অনিচ্ছতা}, \Delta V = 3 \times 10^2 \text{ m s}^{-1} \times 0.01\%$$

$$= 3 \times 10^2 \text{ m s}^{-1} \times 0.01\%$$

$$= 3 \times 10^2 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$$

$$= 0.03 \text{ m s}^{-1}$$

প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

অবস্থান নির্ণয়ের অনিচ্ছতা, $\Delta x = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2}$$

$$\text{বা, } \Delta x \approx \frac{h}{2\pi \times 2\Delta p}$$

$$\text{বা, } \Delta x \approx \frac{h}{2\pi \times 2m \Delta V}$$

$$\text{বা, } \Delta x = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}{2 \times 3.1416 \times 2 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 0.03 \text{ m s}^{-1}}$$

$$\therefore \Delta x = 1.93 \times 10^{-2} \text{ m}$$

অতএব, ইলেক্ট্রনের অবস্থান নির্ণয়ের অনিচ্ছতা $1.93 \times 10^{-2} \text{ m}$

৩. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। একজন মহাশূন্যচারী 25 বছর বয়সে $1.8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্যানে চড়ে মহাকাশ ভ্রমণে গেলেন। পৃথিবীর হিসেবে তিনি 30 বছর মহাকাশে কাটিয়ে এলেন, তার বয়স কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২। একটি রাকেট কত বেগে চললে এর গতিশীল দৈর্ঘ্য নিচল দৈর্ঘ্যের অর্ধেক হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.6 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ৩। কোনো কান্সিক ট্রেন কত দ্রুতিতে চললে এর চলমান দৈর্ঘ্য নিচল দৈর্ঘ্যের এক-তৃতীয়াংশ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। একটি বস্তুকা $0.5c$ বেগে গতিশীল আছে। বস্তুটির স্থির অবস্থার ভর এবং গতিশীল অবস্থার ভরের অনুপাত বের করো।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.866]

সমস্যা ৫। একটি ইলেক্ট্রন (নিচল ভর $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) আলোর দ্রুতির 90% দ্রুতিতে চললে এর ভর কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬। $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান একটি কণার গতিশীল ও মোট শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.23m_0c^2; 1.23m_0c^2$]

সমস্যা ৭। কোনো বস্তুর নিচল অবস্থায় শক্তি $4.0 \times 10^{26} \text{ J}$ । এর নিচল ভর কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। $1.4 \times 10^5 \text{ eV}$ গতিশীল সম্পন্ন একটি ইলেক্ট্রনের ভর কত? স্থির ইলেক্ট্রনের ভর $9.1 \times 10^{-31} \text{ g}$.

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $11.6 \times 10^{-31} \text{ kg}$]

সমস্যা ১০। একটি ইলেক্ট্রন কত বেগে গতিশীল হলে তার ভর একটি প্রোটনের ভরের সমান হবে? [প্রোটনের ভর = $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.9 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ১১। 5 g ভরের সমতূল্য শক্তি জুল, eV ও MeV এককে নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.5 \times 10^{14} \text{ J}; 2.8 \times 10^{33} \text{ eV}; 2.8 \times 10^{27} \text{ MeV}$]

সমস্যা ১২। একটি ইলেক্ট্রনকে ভর-শক্তি বৃপ্তির প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণভাবে শক্তিতে বৃপ্তিরিত করলে কী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে?

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাসির ও রবিউল স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৩। একটি গতিশীল কণার মোট শক্তি এর স্থিরাবস্থার শক্তির 1.5 গুণ হলে বস্তুটির দ্রুতি কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪। $6630 \times 10^{-10} \text{ m}$ ভরঙাদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রের কম্পাক্ষ ও শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। 3000A ভরঙাদৈর্ঘ্যের অতিবেগুনি আলোর প্রতিটি ক্ষেত্রে কতটা শক্তি বহন করে?

সমাধান : আবিন, ইসহক ও নজরুল স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। কোনো পদার্থের কার্যাপেক্ষক 1.85 eV হলে ঐ পদার্থের সূচন কম্পাক্ষ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৭। প্লাটিনামের কার্যাপেক্ষক 6.2 eV হলে এর সূচন কম্পাক্ষক কত? সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। পটাসিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.0 eV হলে এর সূচন কম্পাক্ষক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.83 \times 10^{14} \text{ Hz}$]

সমস্যা ১৯। সোডিয়ামের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6800 \AA । এর কার্যাপেক্ষক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২০। 1A তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবলী এক্স-রশ্মির শক্তি কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২১। কোনো একটি ধাতু হতে ইলেক্ট্রন মুক্ত হতে 2.20 eV শক্তির ঘর্যোজন। এ ধাতুর উপর 6800\AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো পতিত হলে কোনো ইলেক্ট্রন মুক্ত হবে কী? এখানে $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

৩ তফাজ্জল, মহিউদ্দিন, নীলুকার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। একজন মহাশূন্যচারী 30 বছর বয়সে $2.4 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্যানে চড়ে ছায়াপথ অনুসর্ণ করে দিলেন। পৃষ্ঠাবীর সময় হিসেবে সে 50 বছর পর ফিরে এলো মহাশূন্যচারীর বয়স তখন কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২। ডু-পৃষ্ঠে কোনো এক ব্যক্তির ভর 100 kg ; ডু-পৃষ্ঠে অবস্থানকর্ত একজন পর্যবেক্ষকের কাছে কোনো উড়ত রকেটে ঐ ব্যক্তির ভর 101 kg মনে হলে রকেটটির বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ৩। ডু-পৃষ্ঠে একটি রকেটানের দৈর্ঘ্য 100 m । গতিশীল অবস্থায় ডু-পৃষ্ঠের পর্যবেক্ষকের নিকট এর দৈর্ঘ্য 99 m মনে হলে রকেটটির গতিবেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। 50 মিনিটে শেষ করার জন্য একজন শিক্ষক তার ঘড়ি দেখে কোনো এক ছাত্রকে একটি কাজ করতে দিলেন। ছাত্র এবং শিক্ষক $9.8 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$ আপেক্ষিক বেগে গতিশীল আছে। যখন শিক্ষক সময় শেষ হওয়ার সংকেত দিলেন; তখন ছাত্রের নিকট শিক্ষকের ঘড়ির সময় কত অতিক্রান্ত মনে হয়েছিল?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 52.9 মিনিট]

সমস্যা ৫। একটি বস্তুকণা 0.5 c বেগে গতিশীল আছে। বস্তুটির স্থির অবস্থার ভর এবং গতিশীল অবস্থার ভরের অনুপাত বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.866]

সমস্যা ৬। একটি গতিশীল কণার ঘোট শক্তি এর স্থিরাবস্থার শক্তির 1.5 গুণ হলে বস্তুটির দ্রুতি কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। কোনো কার্লিনিক ট্রেন কত হৃতিতে চললে এর চলমান দৈর্ঘ্য নিচল দৈর্ঘ্যের এক-ভূটীয়াল্প হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। ডু-পৃষ্ঠে একটি রকেটের দৈর্ঘ্য 100 m । রকেটটি ডু-পৃষ্ঠে শূন্যে $2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ধূর বেগে গতিশীল থাকলে, এ অবস্থায় এর দৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯। 1.0 a. m. u ভরের সমতুল্য শক্তি eV ও MeV এককে প্রকাশ কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। 3500 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মির প্রতিটি কোটন কতটা শক্তি বহন করে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 3.55 eV]

সমস্যা ১১। $7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ কম্পাক্ষের আলোর প্রতিটি কোটনের শক্তি কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 3.1 eV]

সমস্যা ১২। কোনো ধাতুর ক্ষেত্রে ফটো ইলেক্ট্রন নিঃসরণের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5000 \AA । ধাতুটির কার্য অপেক্ষক ইলেক্ট্রন ভোল্টে নির্ভয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.48 eV]

সমস্যা ১৩। কোনো ধাতুর ক্ষেত্রে ফটো ইলেক্ট্রন নিঃসরণের সূচন কম্পাক্ষ $6.67 \times 10^{14} \text{ Hz}$ । ধাতুটির কার্য অপেক্ষক ইলেক্ট্রন ভোল্টে নির্ভয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.76 eV]

সমস্যা ১৪। সোডিয়ামের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6800 \AA । এর কার্যাপেক্ষক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। কোনো ধাতুর ওপর 2500 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অভিবেগুনি রশ্মি ফেলা হলো। ধাতুটির কার্য অপেক্ষক ইলেক্ট্রন ভোল্টে নির্ভয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। 5000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো কোনো ধাতুর পৃষ্ঠে আপত্তি হলে যে ইলেক্ট্রন নির্গত হয় তার সর্বোচ্চ পতিশক্তির মান 0.5 eV ; এ ধাতুর কার্য অপেক্ষক নির্ভয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1.986 eV]

সমস্যা ১৭। সোডিয়ামের কার্য অপেক্ষক 2.3 eV । এর উপর 4000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মি গড়লে ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ পতিশক্তি নির্ভয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.8 eV]

সমস্যা ৭। কোনো পদার্থের কার্য অপেক্ষক 1.85 eV । এই পদার্থের সূচন কল্পাঙ্গক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.48 \times 10^{14} \text{ Hz}$]

সমস্যা ৮। একটি এজ-রশ্মি নলের তড়িৎকার দূর্চির ঘন্থে বিভব পার্শ্বক ৬০ কিলোজেট। নির্ণয় এজ-রশ্মির ন্যূনতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : এখানে, বিভব পার্শ্বক, $V = 60 \text{ kV} = 60 \times 10^3 \text{ V}$

প্লাজ্মার ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

ইলেক্ট্রনের আধান, $e = 1.601 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$\text{আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ন্যূনতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_{\min} = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda_{\min} = \frac{hc}{eV}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1.601 \times 10^{-19} \text{ C} \times 60 \times 10^3 \text{ V}}$$

$$= 2.07 \times 10^{-11} \text{ m; } [1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}]$$

$$= 0.207 \text{ \AA}$$

সুতরাং এজ রশ্মির ন্যূনতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.207 \AA ।

১০) এহসানুল কবির, সমীর কুমার দেব ও আবু হানিফ আনসারী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। কোন একটি কণার গতিশীল অবস্থার ভর এবং স্থির ভরের তিনগুল হলে কণার মূল্য কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.94C$]

সমস্যা ২। একটি গতিশীল বস্তুকণার মোট শক্তি এবং স্থির অবস্থার তিনগুলি কণাটির মূল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.94C$]

সমস্যা ৩। $0.98c$ বেগে গতিশীল হলে ইলেক্ট্রনের মোট শক্তি কত? ইলেক্ট্রনের স্থির ভর $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৫মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.5 eV]

সমস্যা ৪। একজন মহাশূন্যচারী 20 বছর বয়সে $0.9 c$ বেগে গতিশীল মহাশূন্যানে ঢড়ে ছায়াপথ অনুসন্ধানে গেলেন এবং পৃথিবীর ক্যালেডোরের হিসাবে 70 বছর পর কিনে এলেন। মহাশূন্যচারীর বয়স তখন কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 50.51 বছর]

সমস্যা ৭। একটি মিটার কেলকে তার দৈর্ঘ্য বরাবর মহাশূন্যে $2.6 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ বেগে নিষ্কেপ করা হলে এ দৈর্ঘ্য কত মনে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। $\frac{c}{\sqrt{2}}$ বেগে চলমান একটি কণার ভরবেগ, গতিশক্তি ও মোট শক্তি নির্ণয় কর। (কণার স্থির অবস্থার ভর = m_0)

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৫মং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। একটি ধাতব পদার্থের আলোকতড়িৎ সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3600 \AA ($= 360 \text{ nm}$)। 2000 \AA ($= 200 \text{ nm}$) তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ধাতব পদার্থ হতে নির্গত ফটো ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৮মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.76 eV]

১০) রশা বিজয়, আলী আহমেদ, সুদেব পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। 2 MeV এবং 20 MeV শক্তিবিশিষ্ট ইলেক্ট্রনের দ্য ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯ ও ৫০মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 40%]

সমস্যা ১১। 100 MeV শক্তির ক্ষেটনের তরঙ্গ, দৈর্ঘ্য এবং কল্পাঙ্গ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1.24 \times 10^{-14} \text{ m}, 2.4 \times 10^{22} \text{ Hz}$]

সমস্যা ১২। 7000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ক্ষেটনের শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1.78 eV]

সমস্যা ১৩। 100 keV শক্তির ইলেক্ট্রন কোন ধাতব পাতে আঘাত করলে কত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কল্পাঙ্গের এজ রশ্মি নির্গত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.124 \text{ \AA}, 2.4 \times 10^{19} \text{ Hz}$]

সমস্যা ১৪। একটি এজ রশ্মি মেশিন 0.1 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এজ রশ্মি উৎপন্ন করে। ঐ মেশিনের তরঙ্গ বিভব কত?

সমাধান : এখানে, আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.1 \text{ \AA} = 0.1 \times 10^{-10} \text{ m}$ ইলেক্ট্রনের আধান, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

প্লাজ্মার ধূবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$; ভোল্টেজ, $V = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{hc}{eV}$$

$$\text{বা, } V = \frac{hc}{e\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \times 0.1 \times 10^{-10} \text{ m}} = 12.43 \times 10^4 \text{ V}$$

$$\text{সুতরাং মেশিনের তরঙ্গ বিভব } 12.43 \times 10^4 \text{ V}$$

সমস্যা ১৫। যে এজ রশ্মির ভরবেগ $1.1 \times 10^{-23} \text{ kg ms}^{-1}$ তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫০মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.603 \AA]

সমস্যা ১৭। 1 MeV শক্তির ক্ষেটনের ভরবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯ ও ৫০মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $5.3 \times 10^{-22} \text{ kg ms}^{-1}$]

সমস্যা ২২। একটি ইলেক্ট্রন কত বেগে গতিশীল হলে এর ভর একটি ইটনের ভরের ($1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$) সমান হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩মং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৫। একটি গতিশীল ইলেক্ট্রনের দ্য ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.224 \AA । ইলেক্ট্রনটির গতিশক্তি কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯মং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 100 eV]

স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ২। 25 বছর বয়সের একজন মহাশূন্যচারী মহাকাশানে $1.18 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ বেগে চলে পৃথিবীর হিসাবে 30 বছর পর কিনে এলেন। তার বর্তমান বয়স কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 49 বছর]



সমস্যা ৩। কোনো কার্যালয়ের ট্রেন কত দূরতে চললে এর চলমান দৈর্ঘ্য বিশ্লেষণ দৈর্ঘ্যের এক-ভৃত্যালোগ্রাফ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ বিশ্লেষণ করের একটি ইলেক্ট্রন আলোর দূরতির ৯০% দূরতে চললে এর ভর কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৫। $1.5 \times 10^6 \text{ eV}$ গতিশক্তিসম্পর্ক ইলেক্ট্রনের ভর ও দূরতি আপেক্ষিক ভৃত্য অনুসারে বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬। একটি পতিশীল কণার শক্তি এর স্থিরাবস্থার শক্তির 2.5 গুণ। এই ক্ষমতার বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.75 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ৭। 1g ভরের সমতুল্য শক্তি eV এককে প্রকাশ কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $5.6 \times 10^{32} \text{ eV}$]

সমস্যা ৮। সোডিয়াম D₁ রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5890 \AA । এর সাথে সম্পর্কিত শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $3.34 \times 10^{-19} \text{ J}$]

সমস্যা ৯। কোনো ফোটনের শক্তি 1.77 eV, ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। একটি ফোটনের ভরবেগ $3.3 \times 10^{-29} \text{ kg m s}^{-1}$ । কোটন্টির কম্পাক্ষ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : কম্পাক্ষ $1.5 \times 10^{13} \text{ Hz}$ এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য $2 \times 10^{-5} \text{ m}$]

সমস্যা ১১। একটি ফোটনের শক্তি 1 MeV হলে এর ভরবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ১৩। একটি 100 MeV ফোটনের কম্পাক্ষ এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.41 \times 10^{22} \text{ Hz}$, $1.24 \times 10^{-14} \text{ m}$]

সমস্যা ১৪। 3000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অভিবেগনি আলোর একটি কোটন কি পরিমাণ শক্তি বহন করে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 4.14 eV]

সমস্যা ১৫। সোডিয়ামের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6800 \AA । এর কার্যাপেক্ষক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। কোনো ধাতুর সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5000 \AA । ইলেক্ট্রন কোট এককে এর কার্যাপেক্ষক বের কর। ধাতুটিকে যদি 4000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ধারা আলোকিত করা হয়, নিচল ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.4 eV এবং 0.62 eV]

সমস্যা ১৭। সোডিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.3 eV । এর উপর 2000\AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোকরশ্মি পড়লে ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : এখানে, কার্যাপেক্ষক, $W_0 = 2.3 \text{ eV} = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = 2000\text{\AA} = 2000 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{আলোর বেগ}, c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্লানকের ধূবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$$

$$\text{সর্বোচ্চ গতিশক্তি}, K_{\max} = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, E = K_{\max} + W_0$$

$$\text{বা}, \frac{hc}{\lambda} = K_{\max} + W_0$$

$$\text{বা}, K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$\therefore K_{\max} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{2000 \times 10^{-10} \text{ m}} - 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 9.945 \times 10^{-19} \text{ J} - 3.68 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 6.265 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{6.265 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 3.916 \text{ eV}$$

অতএব, ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি 3.916 eV।

সমস্যা ১৯। একটি ইলেক্ট্রনকে 0.62 kV বিভব পার্শ্বক্যে ত্বরিত করলে এর চূড়ান্ত বেগ বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.67 \times 10^{-7} \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ২১। কোনো একটি ধাতু হতে ইলেক্ট্রন মুক্ত করতে 2.20 eV

শক্তির প্রয়োজন, এই ধাতুর উপর 6800 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপত্তি হলে কোনো ইলেক্ট্রন মুক্ত হবে কী? [এখানে, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ এবং $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। 1 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এক্স-রশ্মি একটি উপাদানের উপর পড়ে, তবে কম্পটন ক্রিয়ায় বিক্ষিত এক্স-রশ্মির বৃহত্তম তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩। একটি প্রোটনের দ্য ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1 \AA । প্রোটনের গতিশক্তি eV এককে নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৪। একটি ইলেক্ট্রন 10^{-10} m দৈর্ঘ্যের একটি বাল্ল আবশ্য আছে। এর বেগের সর্বনিম্ন অনিচ্ছয়তা নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, $\Delta x = 10^{-10}$

অনিচ্ছয়তার নীতি অনুযায়ী, $\Delta x \Delta p \geq \hbar$

$$\text{বা}, \Delta x m v \geq \hbar$$

$$\text{সূতরাং ইলেক্ট্রনের অনিচ্ছয়তা}, v = \frac{\hbar}{\Delta x m} = \frac{\hbar}{2\pi\Delta x m} \left[\hbar = \frac{\hbar}{2\pi} \right]$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{2 \times 3.1416 \times 10^{-10} \text{ m} \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$[\text{ইলেক্ট্রনের ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}]$$

$$= 1.159 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$$

ইলেক্ট্রনের অনিচ্ছয়তা, $1.159 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ ।

সমস্যা ২৬। $5 \times 10^{-15} \text{ m}$ ব্যাসার্ধযুক্ত একটি নিউক্লিয়াসের মধ্যে একটি নিউক্লিয়নের ন্যূনতম গতিশক্তি নির্ণয় কর। [নিউক্লিয়নের ভর = $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$]

সমাধান : এখানে, নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ $5 \times 10^{-15} \text{ m}$ অনুক্রমের রাশি। এখন, নিউক্লিয়ন নিউক্লিয়াসের মধ্যে আবশ্য থাকতে হলে এর

অবস্থানের অনিচ্ছতা অবশ্যই $2 \times 5 \times 10^{-15} \text{ m}$ বা $10 \times 10^{-15} \text{ m}$ এর অধিক হবে না।

এখন, Δx এবং Δp যথাক্রমে অবস্থান ও ভৱবেগের অনিচ্ছতা হলে,

$$\Delta x \Delta p \geq h$$

$$\text{বা, } \Delta p \approx \frac{h}{\Delta x} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}{10 \times 10^{-15} \text{ m}} = 6.63 \times 10^{-20} \text{ kgms}^{-1}$$

এখন অনিচ্ছতা এ মানের হলে নিউক্লিয়নের ভৱবেগ অবশ্যই ন্যূনতম পক্ষে এ মানের সমতুল্য হবে।

$$\text{অর্থাৎ, } p = 6.63 \times 10^{-20} \text{ kgms}^{-1}$$

$$\text{তাহলে, নিউক্লিয়নের গতিশক্তি, } E = \frac{p^2}{2m} = \frac{(6.63 \times 10^{-20} \text{ kgms}^{-1})^2}{2 \times 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}} = 1.32 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$\text{সুতৰাং নিউক্লিয়নের ন্যূনতম গতিশক্তি } 1.32 \times 10^{-12} \text{ J।}$$

সমস্যা ২৭। একটি ধাতব পদার্থের কার্যাপেক্ষক 1.85 eV হলে ঐ পদার্থের সূচন কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$]

সমস্যা ২৮। পটাশিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.00 eV হলে এর সূচন কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.83 \times 10^{14} \text{ Hz}$]

৩. ড. এম. আলী আসগার ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১৫। $25 \text{ বছর বয়সের একজন মহাশূন্যচরী মহাকাশবানে } 1.8 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ বেগে চলে $30 \text{ বছর পরে ফিরে আসে। মহাশূন্যচরীর মহাকাশবানে থাকার কারণে তার বয়স পৃথিবীর তুলনায় কত বছর কমেছে?}$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। গতিশীল অবস্থায় একটি ইলেক্ট্রনের ভর এর নিচল ভরের ছিগুল হলে ইলেক্ট্রনের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.598 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ১৮। একটি বস্তুকণার শক্তি বস্তুকণাটির নিচল শক্তির ছিগুল। বস্তু কণাটির দ্রুতি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.866 C]

সমস্যা ১৯। একটি বস্তুকণা 0.5 c বেগে গতিশীল। বস্তুকণাটির নিচল ভর এবং গতিশীল অবস্থার ভরের অনুপাত বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.866 : 1$]

সমস্যা ২০। একটি মহাশূন্যবানের দৈর্ঘ্য পৃথিবী থেকে ঘেপে এর প্রকৃত দৈর্ঘ্যের অর্ধেক পাত্রা গোল। মহাশূন্যবানের দ্রুতি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.598 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ২১। 5 g ভরের সমতুল্য শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.8 \times 10^{27} \text{ MeV}$]

সমস্যা ২২। $1.5 \times 10^6 \text{ eV}$ গতিশক্তিসম্পন্ন ইলেক্ট্রনের ভর ও বেগ আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $35.8 \times 10^{-31} \text{ kg}, 2.9 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ৩১। একটি ইলেক্ট্রনের দ্রুতি $2 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ হলে এর দ্রুতি তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $3.64 \times 10^{-12} \text{ m}$]

সমস্যা ৩৫। একটি বস্তু কণা 0.5 c দ্রুতিতে গতিশীল আছে। কণাটির স্থির অবস্থায় তার এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.866]

সমস্যা ৩৬। একটি বস্তুর দ্রুতি কত হলে এর তার ছিগুল হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩৭। একটি বস্তু কণা 0.6 c দ্রুতিতে গতিশীল আছে। বস্তুটির গতিশীল অবস্থায় তার এবং স্থির আস্থার ভরের অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1.67]

সমস্যা ৩৯। একটি ধাতব পৃষ্ঠে 2500 \AA এবং 5000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপত্তি হলে নিস্ত ফটোইলেক্ট্রনের গতি শক্তির পার্শ্বে নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $3.96 \times 10^{-19} \text{ J}$]

সমস্যা ২৩। একটি ইলেক্ট্রনের ভরের সমতুল্য শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৪। একটি ধাতবপৃষ্ঠের কার্য অপেক্ষক 4.5 eV । এই পৃষ্ঠের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 9640 A]

সমস্যা ২৫। একটি ফটোইলেক্ট্রিক ক্রিয়ার পরীক্ষায় $8.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$ কম্পাঙ্কের আলো ধাতবপৃষ্ঠে ফেলা হয়। ধাতবপৃষ্ঠ হতে নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি 1.2 eV । ধাতবপৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.2 eV]

সমস্যা ২৬। একটি ধাতবপৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক 2.4 eV । এ পৃষ্ঠে 3.4 eV শক্তির ফোটন আপত্তি হলে পৃষ্ঠ হতে নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1.0 eV]

সমস্যা ২৭। আপত্তির আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2000 \AA এবং কার্য অপেক্ষক 4.52 eV হলে ধাতবপৃষ্ঠ হতে নির্গত ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1.68 eV]

সমস্যা ২৮। 4300 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোকরশ্মি 2.3 eV কার্য অপেক্ষক বিশিষ্ট ধাতবপৃষ্ঠে আপত্তি হলে নির্গত ইলেক্ট্রনের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.55 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ২৯। কোনো ধাতুর সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3000 \AA । ধাতবপৃষ্ঠের 1000 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো পতিত হলে নির্গত ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 8.1 eV]

অষ্টম অধ্যায়  আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

সমস্যা ৩০। সত্তার কার্য অপেক্ষক 4.4 eV । সত্তার পৃষ্ঠ হলে ইলেক্ট্রন নিষ্পত্তির জন্য আপত্তিক আলোর সূচন কম্পাক্ষক কত হওয়া হয়েছে? সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩৮ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1.0 \times 10^{15} \text{ m}$]

সমস্যা ৩১। 15 eV এর একটি ফোটনের দ্বা-ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $7.405 \times 10^{-12} \text{ m}$]

সমস্যা ৩২। 15 keV এর একটি ইলেক্ট্রনের দ্বা-ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য হিসাব কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1.003 \times 10^{-11} \text{ m}$]

সমস্যা ৩৬। $5.3 \times 10^{-7} \text{ m}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কোটনের শক্তি ইলেক্ট্রন ভোট নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.34 eV]

সমস্যা ৩৭। 3000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো 2.28 eV কার্য অপেক্ষক বিশিষ্ট ধাতবগৃষ্ঠে পতিত হলে ইলেক্ট্রন নির্গত হয়। নির্গত ইলেক্ট্রনের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $8.13 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$]

১০ প্রফেসর ড. ইকরাম আলী শেখ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ৮.১। একটি রকেট কত বেগে চললে এর দৈর্ঘ্য সংকুচিত হয়ে স্থির অবস্থার দৈর্ঘ্যের এক-চতুর্থাংশ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $2.904 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

সমস্যা ৮.২। একটি (কার্লিক) ট্রেন কত মুভিতে চললে এ রচনায় নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের এক-তৃতীয়াংশ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.৩। ছু-গৃহে একটি রকেটের দৈর্ঘ্য 100 m । রকেটটি ছু-গৃহের কোনো স্থির পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে চলতে থাকলে এটির দৈর্ঘ্য 99.5 m মনে হয়। রকেটটির পতি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.৪। একটি বক্রকণা 0.5 c বেগে গতিশীল আছে। বক্রটির স্থির অবস্থার ভর এবং গতিশীল অবস্থায় ভরের অনুপাত বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৮.৫। একটি বক্রকণা 0.5 c বেগে গতিশীল আছে। বক্রটির পতির বিশুণ। বক্রকণাটির মুভি কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৮.১০। $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান একটি কণার গতিশক্তিও যোট শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.১১। কোনো বক্র নিশ্চল অবস্থার শক্তি $4.0 \times 10^{26} \text{ J}$ । এর নিশ্চল ভর কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.১২। কোনো পদার্থের কার্য অপেক্ষক 1.85 eV হলে ওই পদার্থের সূচন কম্পাক্ষক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৮.১৩। কোনো ধাতুর উপর 2500 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অভিবেগনী রশ্মি ফেলা হলো। ধাতুর কার্য অপেক্ষক 2.3 eV হলে নিশ্চিত কটো ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.১৪। 3500 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মির প্রতিটি কোটন কতটা শক্তি বহন করে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৮.১৫। $6630 \times 10^{-10} \text{ m}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি কোটনের শক্তি (জুল এককে) কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.১৬। $7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ কম্পাক্ষের আলোর প্রতিটি কোটন কতটা শক্তি (ইলেক্ট্রন-ভোট এককে) বহন করে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য। [উত্তর : $1.6 \times 10^{16} \text{ Hz}$]

সমস্যা ৮.১৭। 66.3 eV শক্তির একটি কোটন কণার কম্পাক্ষক কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1.6 \times 10^{16} \text{ Hz}$]

সমস্যা ৮.১৯। একটি কোটনের শক্তি 1.77 eV , কোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.২০। কোনো ধাতুর সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5000 Å । ইলেক্ট্রন ভোটে এর কার্যাপেক্ষক নির্ণয় কর। ধাতুটিকে যদি 4000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ধারা আলোকিত করা হয়, তবে নিশ্চিত ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮.২৩। একটি কণার ভর $2 \times 10^{-25} \text{ kg}$ কণাটি $5 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$ বেগে গতিশীল থাকলে কণাটির সাথে যুক্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্য (দ্ব্যব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য) কত?

সমাধান : এখানে, কণার ভর, $m = 2 \times 10^{-25} \text{ kg}$

$$\text{কণার বেগ}, v = 5 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্লাকেটের ধূবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$$

$$\text{দ্ব্যব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য}, \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}{2 \times 10^{-25} \text{ kg} \times 5 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}} \\ = 6.63 \times 10^{-16} \text{ m}$$

$$\text{সূতরাং দ্ব্যব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য } 6.63 \times 10^{-16} \text{ m!}$$