অধ্যায়- ০৮ : আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

Written

01. একটি স্থির বস্তু বিস্ফোরণের মাধ্যমে দুটি 1 kg নিশ্চল ভর বিশিষ্ট খন্ডে বিভক্ত হল এবং পরস্পর 0.6 c (এখানে c = আলোর বেগ) বেগে দূরে সরে গেল। মূল বস্তুটির নিশ্চল ভর নির্ণয় কর। **[BUET'18-19]**

সমাধান: ধরা যাক, m_a ভরের একটি স্থির বস্তু বিস্ফোরিত হয়ে $m_b = m_c = 1\ kg$ ভরের এবং $v_b = 0.6\ c$ ও $v_c = -0.6\ c$ বেগে দূরে সরে গেল।

শক্তির নিত্যতা অনুযায়ী, $E_a = E_b + E_c \Rightarrow (m_a)_0c^2 = \frac{2\times(m_b)_0c^2}{\sqrt{1-(0.6)^2}} = \frac{5}{2}(m_b)_0c^2$

$\Rightarrow (m_a)_0 = \frac{5}{2}(m_b)_0 = \frac{5}{2}\times 1\ kg = 2.5\ kg$ (Ans.)

02. 3000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের একটি অতি বেগুনি রশ্মি 2.28 eV কার্যাপেক্ষক বিশিষ্ট একটি বস্তুর পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে একটি ইলেকট্রন নির্গত করল। নির্গত ইলেকট্রনের বেগ কত হবে? [$h = 6.62\times10^{-34}$Js, ইলেকট্রনের ভর $= 9.1\times10^{-31}$kg]

[BUET'18-19]

সমাধান: $\varphi = 2.28\ eV = 3.648\times10^{-19}\ J$ [$\because 1eV = 1.6\times10^{-19}J$]

$\frac{hc}{\lambda} = \frac{1}{2}mv^2 + \varphi \therefore \frac{1}{2}mv^2 = 2.972\times10^{-19}$

$\therefore v = 8.08\times10^5\ ms^{-1}$ (Ans.)

$c = 3\times10^8\ ms^{-1}$
$\lambda = 3000\times10^{-10}m$
$m = 9.1\times10^{-31}kg$

03. একটি লেজার 6.0×10^{14}Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট মনোক্রমেটিক আলো উৎপন্ন করে। নিঃসরিত ক্ষমতার মান 2.0×10^3W।

(i) আলোক রশ্মির একটি ফোটন এর শক্তি কত? **[RUET'18-19]**

(ii) প্রতি সেকেন্ডে উৎস হতে কতগুলি ফোটন নি:সরিত হয়?

সমাধান: (i) $E = hf = (6.63\times10^{-34}\times6\times10^{14})J$; $\boxed{E = 3.978\times10^{-19}J}$ (Ans.)

(ii) $P = \frac{nhc}{\lambda t}$; $t = 1s$ হলে, $p = \frac{nhc}{\lambda}$

$\Rightarrow p = nhf \Rightarrow n = \frac{p}{hf} = \frac{2\times10^{-3}}{6.63\times10^{-34}\times6\times10^{14}}$; $\boxed{n = 5.028\times10^{21}}$ (Ans.)

04. একটি ইলেক্ট্রন (নিশ্চর ভর 9.1×10^{-31} kg) আলোর দ্রুতির 90% দ্রুতিতে চলছে। আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে ইলেক্ট্রনটির গতিশক্তি নির্ণয় কর। **[BUET'17-18]**

সমাধান: ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর $m_0 = 9.1\times10^{-31}kg$

ইলেকট্রনের বেগ $v = 90\times\frac{1}{100}\times c \Rightarrow v = 0.9c$

ইলেকট্রনের গতিশক্তি $= mc^2 - m_0c^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\cdot c^2 - m_0c^2$ $\left[\because m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\right]$

$= m_0c^2\left\{\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right\} = 1.2941\times9.1\times10^{-31}\times(3\times10^8)^2$

$= 1.0599\times10^{-13}J = 0.66244$ MeV (Ans.)

05. 4×10^{15}Hz কম্পাঙ্কের বিকিরন কোন ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে সর্বোচ্চ 3.6×10^{-19}J গতিশক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত হয়। ঐ ধাতুর সুচনা কম্পাঙ্ক কত? **[KUET'03-04, RUET'17-18]**

সমাধান: $K_{max} = 3.6\times10^{-19}J$; $f = 4\times10^{15}Hz$; $\varphi = ?$

$hf = K_{max} + \varphi \Rightarrow \varphi = hf - K_{max}$

$= 6.626\times10^{-34}\times4\times10^{15} - 3.6\times10^{-19}$

$= 2.29\times10^{-18}J$

$\varphi = hf_0 = 2.29\times10^{-18}J$

$f_0 = \frac{2.29\times10^{-18}J}{6.626\times10^{-34}Js}$

$= 3.456\times10^{15}Hz$ (Ans.)

06. 0.40 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটন স্থিরাবস্থায় থাকা একটি ইলেকট্রনের সাথে সংঘর্ষের পর ফোটনটি পূর্বের গতিপথের সাপেক্ষে $150°$ কোণে বিক্ষিপ্ত হয়। বিক্ষিপ্ত ফোটনের বেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[BUET'17-18]**

সমাধান: ধরি, বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $= \lambda'$

সুতরাং $\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos\theta) \Rightarrow \lambda' = \lambda_0 + \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos\theta)$

$= 4 \times 10^{-10} + \frac{6.626 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8}(1 - \cos 150°)$

$= 4.045 \times 10^{-10}\text{m} = 0.4045\ \text{nm}$ (Ans.)

বিক্ষিপ্ত ফোটনের বেগ $= c = 3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ (Ans.)

দেওয়া আছে,

$\lambda_0 = 0.4\text{nm} = 4 \times 10^{-10}\text{m}$

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

$h = 6.626 \times 10^{-34}\text{Js}$

$\theta = 150°$

07. মনে কর একজন পিতা তার কন্যা থেকে 20 বছরের বড়। তিনি পৃথিবী থেকে অতি দ্রুতগতির মহাকাশযানে দূরবর্তী কোন গ্রহে যেতে চাইলেন। উক্ত গ্রহে তার যেতে 2 বছর এবং আসতে 2 বছর লাগল (তার নিজের কাঠামোতে মাপা)। পৃথিবীতে এসে তিনি দেখলেন তার কন্যা থেকে তিনি 20 বছর ছোট হয়ে গেছেন। এ যাত্রায় মহাকাশযানটির বেগ কত হবে? **[BUET'16-17]**

সমাধান: $\Delta t_0 = 4$ বছর $\Delta t = 44$ বছর

$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 44 = \frac{4}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{1}{11}\right)^2 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{1}{11}\right)^2 \therefore v = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{11}\right)^2}\, c = 2.9876 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$

08. নির্ধারিত তরঙ্গের একটি বিকিরণ কোন ধাতবপৃষ্ঠের উপর আপতিত হলে নিবৃত্ত বিভবের মান 4.8V হয়। উক্ত ধাতবপৃষ্ঠে দ্বিগুণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের একটি বিকিরণ আপতিত হলে নিবৃত্ত বিভবের মান 1.6V পাওয়া যায়। ধাতবপৃষ্ঠটির সুচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য প্রথমে আপতিত তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সাপেক্ষে কত হবে? **[BUET'16-17]**

সমাধান: $\frac{hc}{\lambda} = \phi_0 + eV_1 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = eV_1$ ..... (i) এবং $\frac{hc}{2\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = eV_2$ ..... (ii)

(i) $\div$ (ii) $\Rightarrow \frac{\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}}{\frac{1}{2\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}} = \frac{V_1}{V_2} = 3 \Rightarrow \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} = \frac{3}{2\lambda} - \frac{3}{\lambda_0} \Rightarrow \frac{1}{2\lambda} = \frac{2}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 4\lambda$

09. পারদের বাষ্প 140 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটন শুষে নিয়ে পরবর্তীতে দুটি ফোটন নিঃসরণ করে। একটি ফোটন এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 180.5 nm হলে অপর ফোটনটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? $[1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}]$ **[BUET'16-17]**

সমাধান: শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে, $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \therefore \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_2} \therefore \lambda_1 = 6.2395 \times 10^{-7}\text{m}$

10. কোন একটি 1.8 eV কার্যঅপেক্ষক বিশিষ্ট ধাতুতে 400 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলো আপতিত হলে (ক) নির্গত হওয়া ইলেক্ট্রন গুলোর নিবৃত্ত বিভব কত হবে? (খ) নির্গত ইলেক্ট্রনগুলোর সর্বোচ্চ গতিবেগ কত? **[BUET'14-15]**

সমাধান: $\frac{hc}{\lambda} = \varphi + E_{k(max)} \Rightarrow \frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 1.8 \times 1.6 \times 10^{-19} + E_{k(max)}$

$\therefore E_{k(max)} = e.V = 2.089 \times 10^{-19} \therefore V = 1.3059697$ volt (Ans.)

Again, $E_{k(max)} = \frac{1}{2}m(V_{max})^2 = 2.089 \times 10^{-19} \therefore V_{max} = 6.7767 \times 10^5 \text{ms}^{-1}$ (Ans.)

11. সোডিয়ামের সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 6800Å। এর কার্যাপেক্ষক নির্ণয় কর। **[RUET'13-14]**

সমাধান: $\phi = \frac{hc}{\lambda_o} = 2.92 \times 10^{-19}\text{J} = 1.82\ \text{eV}$ | Given, $\lambda_o = 6800\,\text{Å} = 6.8 \times 10^{-7}\text{m}$

12. একজন মহাশূণ্যচারী 25 বছর বয়সে $1.8 \times 10^8\ \text{ms}^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্যযানে চড়ে মহাকাশ ভ্রমণে গেলেন। পৃথিবীর হিসেবে তিনি 30 বছর মহাকাশে কাটিয়ে এলে তার বয়স কত হবে?

[BUET'08-09,BUTex'03-04,RUET'12-13,05-06,04-05,KUET'03-04]

সমাধান: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$; $30 = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{1.8}{3}\right)^2}} \Rightarrow t_o = 24\ \text{years} \therefore \text{বয়স} = (25 + 24)\text{y} = 49\ \text{years}$

13. একটি 60W এর বাল্ব হতে সবুজ আলো বিকিরিত হচ্ছে। বাল্বটির তড়িৎ শক্তির মাত্র 2% যদি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, তবে প্রতি সেকেন্ডে বাল্বটি হতে কত সংখ্যক ফোটন নির্গত হয় বের কর। (সবুজ আলোর $\lambda = 5550 \times 10^{-10}\text{m}$)। **[RUET'12-13]**

সমাধান: $pt = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow \frac{2}{100} \times 60 \times 1 = \frac{n \times 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{5550 \times 10^{-10}} \therefore n = 3.35 \times 10^{18}$টি

14. 2600Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যর আলো একটি ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে নিঃসৃত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক গতিশক্তি নির্ণয় কর। ধাতবপৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক 2.3eV **[RUET'12-13]**

সমাধান: $hf = k_{max} + \varphi \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \varphi + k_{max} \Rightarrow \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2600\times10^{-10}} = 2.3\times1.6\times10^{-19} + k_{max}$

$\therefore k_{max} = 3.97\times10^{-19} j = \frac{3.97\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} eV ;\ k_{max} = 2.48\ eV$

15. কোন এক ধরনের জীবাণু প্রতি 20 দিনে তার সংখ্যা বৃদ্ধি করে দ্বিগুণ হয়। এই ধরনের দুইটি জীবাণুকে একটি নভোযানে করে মহাকাশে পাঠানো হল এবং 1000 দিন পরে পৃথিবীতে ফিরিয়ে আনা হল। যদি নভোযানটির গতি সেকেন্ডে আলোর গতির 0.995 গুণ হয়, তবে নভোযানটি পৃথিবীতে ফিরে আসার পর এতে কতগুলো জীবাণু পাওয়া যাবে? **[BUET'11-12]**

সমাধান: পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়, $t = 1000 days$; বেগ, $V = 0.995c$; মহাকাশযানে সময়, $t_o = ?$

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

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

$\therefore$ 100 দিন পরে জীবাণুর সংখ্যা $= 2\times2^5 = 64$

16. একটি মহাশূন্যযান কত দ্রুত ভ্রমণ করলে মহাশূন্যে 1 দিন অতিবাহিত হলে পৃথিবীতে 2 দিন অতিবাহিত হবে?

সমাধান: $t = \frac{t_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4}$

$\Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}\times c \quad \therefore v = 2.598\times10^{8}\ m/s$ **[KUET'05-06, RUET'09-10,11-12]**

17. 1.6 MeV গতি শক্তিতে গতিশীল একটি ইলেকট্রনের ভর নির্ণয় কর। **[BUTex'10-11]**

সমাধান: আমরা জানি, $K_r = (m - m_o)c^2$

$\therefore 1.6\times10^{6}\times1.6\times10^{-19} = (m - 9.1\times10^{-31})\times(3\times10^{8})^2$

$\therefore m = 3.75\times10^{-30}\ kg$

| m = গতিশীল অবস্থায় ভর
| m_o = স্থির অবস্থায় ভর

18. (ক) একটি ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 6000 Å । এর কম্পাঙ্ক কত? **[BUTex'10-11]**

সমাধান: কম্পাঙ্ক $5\times10^{14} Hz$; $C = v\lambda \quad \therefore v = \frac{C}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{6000\times10^{-10}} = 5\times10^{14}\ Hz$ (Ans.)

19. একটি 40 W এর বাতি থেকে সবুজ আলো ($\lambda = 555\ nm$) বিকিরিত হচ্ছে। বাতিটির তড়িৎ শক্তির 3% যদি আলোক শক্তিকে রূপান্তরিত হয়, তবে প্রতি সেকেন্ডে বাতি হতে কত সংখ্যক ফোটন নির্গত হয়? **[BUET'10-11]**

সমাধান: $\frac{hc}{\lambda} = 3.58\times10^{-19}\ J$

40 J -এর 3% = 1.2 J [1 sec -এ রূপান্তরিত আলোক শক্তির পরিমাণ]

$\frac{nhc}{\lambda} = 1.2 \Rightarrow n = 3.352\times10^{18}$ (Ans.)

20. ভিন্ন গ্রহের একটি নভোযান 0.6c গতিতে (মাঠের খেলোয়াড়দের পরিমাপ অনুযায়ী) বুয়েট ফুটবল মাঠের দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রম করে। ফুটবল মাঠটি 110 মিটার লম্বা এবং 50 মিটার প্রশস্ত। নভোযানের ভিন্নগ্রহবাসীর পরিমাপ অনুযায়ী ফুটবল মাঠটির দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ কত হবে? **[BUET'09-10]**

সমাধান: দৈর্ঘ্য, $L = L_o\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 110\sqrt{1-\frac{(0.6c)^2}{c^2}} = 88\,m$

প্রস্থ বরাবর বেগ, $v = 0 \quad \therefore L = L_o\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 50\sqrt{1-\frac{0^2}{c^2}} = 50\,m$

21. আলোকে তরঙ্গ না কণা হিসেবে বিবেচনা করা যায়? **[CUET'09-10]**

সমাধান: আলোক তরঙ্গ ও কণা উভয় ভাবেই বিবেচনা করা যায়।

22. একটি ধাতব পাতে $1000\,Å$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট অতিবেগুনী রশ্মি আপতিত হলে যে ইলেকট্রন নিঃসরণ হয় তা বন্ধ করতে হলে $1.2\ V$ নিবৃত্তি বিভব প্রয়োগ করতে হয়। আপতিত রশ্মির (ক) কম্পাঙ্ক (খ) শক্তি এবং (গ) ধাতব পাতের কার্য্য অপেক্ষক নির্ণয় কর। **[CUET'09-10]**

সমাধান: (ক) $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{1000\times10^{-10}} = 3\times10^{15}\ Hz$

(খ) $E = hf = 6.626\times10^{-34}\times3\times10^{15} = 1.987\times10^{-18}\,J$

(গ) আবার, $E = \varphi + K_{max} = \varphi + eV_o$

বা, $1.987\times10^{-18} = \varphi + (1.6\times10^{-19}\times1.2) \quad \therefore \varphi = 1.795\times10^{-18}\ J \quad$ (Ans.)

23. গামা রশ্মির ভর কত? **[BUTex'09-10]**

সমাধান: শূন্য।

24. কোন ধাতুর ক্ষেত্রে ফটো ইলেকট্রন নিঃসরণের সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $6000\,Å$। ধাতুটির কার্য অপেক্ষক ইলেকট্রন ভোল্টে নির্ণয় কর। **[BUTex'09-10]**

Here, $e = 3\times10^8\,ms^{-1}$, $\lambda = 6000A° = 6000\times10^{-10}m$, $h = 6.63\times10^{-34}Js$, $\varphi = ?$

সমাধান: আমরা জানি, $\varphi = hf_0 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{6000\times10^{-10}} = 3.315\times10^{-19}J = \frac{3.315\times10^{19}}{1.6\times10^{-19}}eV = 2.07eV$

25. কোন ধাতব পাতের কার্য-অপেক্ষক $4eV$। এর উপর $10^{15}\,Hz$ কম্পাংকের আলোকরশ্মি আপতিত হলে উক্ত ধাতব পাত হতে কোন ইলেকট্রন নিঃসৃত হবে কি? যদি ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়, তবে কত গতি নিয়ে ইলেকট্রন নিঃসৃত হতে পারে? **[CUET'08-09]**

সমাধান: $W_0 = 4eV \quad \therefore hf_o = 4\times1.6\times10^{-19}\,V \therefore f_o = 9.65\times10^{14}\,Hz \quad \therefore f_o < f \quad \therefore e$ নিঃসৃত হবে।

$\frac{1}{2}mv^2 = hf - hf_o \quad \therefore v = \sqrt{\frac{2}{m}(hf - hf_o)} = 2.24\times10^5\,ms^{-1}$ (Ans.)

26. $\lambda = 4000\,Å$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ফোটন কোন ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে সর্বোচ্চ $0.4\ eV$ গতিশক্তির ফটোইলেক্ট্রন নির্গত করে। ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক নির্ণয় কর। **[BUET'07-08]**

সমাধান: $\frac{hc}{\lambda} = W_o + K_{max} \quad | \quad K_{max} = 0.4eV = 0.4\times1.6\times10^{-19}J$

$\Rightarrow W_o = \left(\frac{hc}{\lambda} - K_{max}\right) = \left(\frac{6.634\times10^{-34}\times3\times10^8}{4000\times10^{-10}}\right) - \left(0.4\times1.6\times10^{-19}\right)$

$= 4.9755\times10^{-19} - 0.64\times10^{-19} = 4.335\times10^{-19}J = 2.7093eV$

27. একটি স্থির ইলেক্ট্রনের ভর $9.1\times10^{-31}\,kg$। ইলেক্ট্রনটি $0.99C$ গতি প্রাপ্ত হলে উহার ভর নির্ণয় কর। **[RUET'07-08,06-07]**

সমাধান: স্থির ইলেকট্রনের ভর, $m_0 = 9.1\times10^{-31}kg$।

ইলেকট্রনের গতি, $v = 0.99C$, উহার গতিশীল অবস্থার ভর, $m = ?$

আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.1\times10^{-31}kg}{\sqrt{1-(0.99)^2}} = 6.45\times10^{-30}kg$ (Ans.)

28. 7.6×10^{14}Hz কম্পাংকের বিকিরণ কোন ধাতব পৃষ্ঠ আপতিত হলে সর্বোচ্চ 1.8×10^{-19}J শক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়। ঐ ধাতু পৃষ্ঠ হতে ইলেকট্রন নিঃসরণের জন্য সর্বনিম্ন কত কম্পাংকের বিকিরণ প্রয়োজন হবে? (প্লাংকের ধ্রুবক $=6.62\times10^{-34}$Js)

সমাধান: $\frac{1}{2}mv^2 = hf - hf_o \;\; ; \;\; hf_o = hf - \frac{1}{2}mv^2$ **[CUET'07-08]**

বা, $hf_o = (6.63\times10^{-34}\times7.6\times10^{14}) - 1.8\times10^{-19} \;\; \therefore f_o = \frac{3.23\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}} = 4.88\times10^{14}\text{Hz}$ (Ans.)

29. একটি মিটার স্কেলকে তার দৈর্ঘ্য বরাবর মহাশূন্যে 2.6×10^8 বেগে নিক্ষেপ করা হল। পৃথিবী থেকে 1m স্কেলটির দৈর্ঘ্য কত মনে হবে নির্ণয় কর। **[RUET'06-07]**

সমাধান: $L = L_o\sqrt{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)} = 1\times\sqrt{1-\left(\frac{2.6\times10^8}{3\times10^8}\right)^2} = 0.49\text{m}$ (Ans.)

30. পৃথিবীতে একটি রকেটের দৈর্ঘ্য 100 m। যখন এটা উড়ছিল তখন পৃথিবী থেকে একজন পর্যবেক্ষক এর দৈর্ঘ্য 99 m. নির্ণয় করলেন। রকেটের বেগ নির্ণয় কর। **[RUET'05-06]**

সমাধান: $L = L_o\sqrt{1-v^2/c^2} \Rightarrow 99 = 100\sqrt{1-v^2/c^2}$

$\Rightarrow \sqrt{1-v^2/c^2} = 0.99 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1-(0.99)^2$

$\Rightarrow v = 4.2\times10^7\ \text{ms}^{-1}$ (Ans.)

পৃথিবীতে দৈর্ঘ্য, $L_o = 100$ m
চলমান দৈর্ঘ্য, $L = 99$m
$v = ?$

31. স্থির অবস্থায় একটি কণার ভর 10^{-30}kg, যদি কণাটি একটি বেগ নিয়ে গতিশীল হয়, তবে ভর হয় 1.25×10^{-30} kg কণাটির বেগ কত? **[BUET'04-05]**

সমাধান: আমরা জানি, $m = \frac{m^0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{m^0}{m}\right)^2 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1-\left(\frac{10^{-30}}{1.25\times10^{-30}}\right)^2 = 0.36$

$\therefore v = c\times\sqrt{0.36} = 0.6\times3\times10^8 = 1.8\times10^8\ \text{ms}^{-1}$ (Ans.)

32. কোন একটি বস্তু কণার মোট শক্তি এর স্থিতাবস্থার শক্তির দেড়গুণ (1.5 গুণ) হলে বস্তু কণাটির দ্রুতি বের কর। **[CUET'04-05]**

সমাধান: $E = 1.5\ E_o \Rightarrow mc^2 = 1.5m_oc^2 \Rightarrow \frac{m_oc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.5m_oc^2 \Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{1}{1.5}\right)^2$

$\therefore v = 2.24\times10^8\text{ms}^{-1}$ (Ans.)

33. 1.67×10^{-27} kg স্থিতিভরের একটি প্রোটন এর ভর দ্বিগুণ হতে হলে কত দ্রুতির প্রয়োজন হবে? প্রোটনটির উক্ত দ্রুতি অর্জন করতে যে শক্তির প্রয়োজন হবে তা বের কর। [$c = 3\times10^8$ m/s] **[BUET'03-04]**

সমাধান: আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 0.75$

$\therefore v = 2.598\times10^8\ \text{ms}^{-1}$

প্রয়োজনীয় শক্তি = গতিশক্তি $= (m-m_o)c^2 = (2m_o-m_o)c^2 = m_oc^2$

$= 1.67\times10^{-27}\times(3\times10^8)^2 = 1.503\times10^{-10}$J (Ans.)

$m_o = 1.67\times10^{-27}$ kg
m = গতিশীল অবস্থায় ভর
$v = ?, E = ?$

34. একটি ইলেক্ট্রন $10'ms^{-1}$ গতিবেগ নিয়ে চলছে। এর গতিশক্তি ইলেকট্রন-ভোল্টে নির্ণয় কর।। ইলেকট্রনের ভর, m=৯.1×১০ ⁻¹kg. ইলেকট্রনের চার্জ, $C = 1.6 \times 10\times^{-19}$ coul] **[BUET'03-04]**

সমাধান: আমরা জানি, $E_k = (m - m_o)c^2 = \left(\frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_o\right)c^2 = \left(\frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-\left(\frac{10^7}{3\times10^8}\right)^2}} - 9.1\times10^{-31}\right)\times(3\times10^8)^2$

$= 4.554\times10^{-17}\,J = 284.6\ eV \quad [\because 1eV = 1.6\times10^{-19}\,J]$

35. কোন ধাতুর পৃষ্ঠে আলোক রশ্মি আপতিত হওয়ায় নিঃসৃত ইলেক্ট্রন সম্পূর্ণরূপে থামাতে 3V বিরতি বিভব এর প্রয়োজন হয়। উক্ত ধাতুর আলোক তড়িৎ ক্রিয়া 6×10^{14} Hz কম্পাঙ্কের আলোক রশ্মি দ্বারা সূচিত হয়। আপতিত আলোকরশ্মির কম্পাঙ্ক ও ধাতুর কার্য অপেক্ষক নির্ণয় কর। [$h = 6.63\times10^{-34}$ Js, $e = 1.6\times10^{-19}$ C, $1eV = 1.6\times10^{-19}$J] **[BUET'03-04]**

সমাধান: $W_o = h\nu_o = 6.63\times10^{-34}\times6\times10^{14} = 3.978\times10^{-19}$ (Ans.)

$eVs = E = h\nu\text{-}W_0 \Rightarrow 1.6\times10^{-19}\times3 = 6.63\times10^{-34}\times\nu - 3.978\times10^{-19}$

$\Rightarrow \nu = 1.324\times10^{15}$ Hz (Ans.)

এখানে,
$\nu_o = 6\times10^{14}$ Hz
$W_o = ?$

36. একজন লোকের ভর 99 kg। কত বেগের উড়ন্ত রকেটে থাকাকালীন মাটিতে অবস্থিত একজন পর্যবেক্ষকের নিকট তার ভর 100 kg হবে? **[CUET'03-04]**

সমাধান: $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 100 = \frac{99}{\sqrt{1-\frac{v^2}{(3\times10^8)^2}}}$

$m_o = 99$ kg $c = 3\times10^8\ ms^{-1}$
$m = 100$ kg $v = ?$

$\Rightarrow 1-\frac{v^2}{(3\times10^8)^2} = .98 \Rightarrow \frac{v^2}{(3\times10^8)^2} = 0.02 \Rightarrow v = 4.24\times10^7 m/sec$ (Ans.)

37. একটি ইলেকট্রন $2.7\times10^8 ms^{-1}$ গতিতে চললে তার আপেক্ষিক তত্ত্বীয় গতিশক্তি কত হবে? নিউটনীয় (সনাতন) গতিশক্তির সাথে এ মানের তুলনা কর। ইলেকট্রনের ভর ও আলোর গতি যথাক্রমে 9.1×10^{-31}kg ও $3\times10^8 ms^{-1}$। **[RUET'03-04]**

সমাধান: নিউটনীয় গতিশক্তি $K_o = \frac{1}{2}m_o v^2$

আপেক্ষিক তত্ত্ব থেকে পাই, $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{2^2}{c^2}}} = \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-\frac{(2.7)^2}{3^2}}} = 2.088\times10^{-30}$kg

আপেক্ষিক গতিশক্তি, $K_r = (m-m_0)c^2 = (20.87 - 9.1)\times10^{-30}\times9\times10^{16} = 1.0602\times10^{-13}$ J

আপেক্ষিক গতিশক্তি ও নিউটনের গতিশক্তির তুলনা, $\frac{K_r}{K_N} = \frac{(m-m_o)c^2}{\frac{1}{2}m_o v^2} = \frac{3.2}{1}$

38. দ্রুতগতি সম্পন্ন একটি বস্তুর দ্রুতি কত হলে বস্তুটির গতি শক্তি তার মোট শক্তির $\frac{1}{5}$ অংশ হবে? **[BUET'02-03]**

সমাধান: এখানে, $\frac{E_k}{E} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{(m-m_o)c^2}{mc^2} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{m-m_o}{m} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{m_o}{m} = \frac{4}{5} \Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{4}{5}$

$\Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{16}{25} \Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{3}{5} \quad \therefore v = 0.6C = 1.8\times10^8 ms^{-1}$ (Ans.)

39. $8.3\times10'\ ms^{-1}$ গতিতে গতিশীল একটি প্রোটনের গতিশক্তি কত? সনাতন গতিশক্তির সাথে এর মানের তুলনা কর। [স্থির অবস্থায় প্রোটনের ভর $= 1.67265\times10^{-27}kg$, $c = 3\times10^{8}\ ms^{-1}$] **[BUET'02-03]**

সমাধান: $E_k = (m-m_o)\,c^2 = \left(\frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_o\right)c^2 = \left(\frac{1.67265\times10^{-27}}{\sqrt{1-\left(\frac{8.3\times10^7}{3\times10^8}\right)^2}} - 1.67265\times10^{-27}\right)\times(3\times10^8)^2$

$= 6.115\times10^{-12}J$

E_k' (সনাতন) $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times1.67265\times10^{-27}\times(8.3\times10^7)^2 = 5.76\times10^{-12}J$

$\therefore \frac{E_k}{E_k'} = \frac{6.115\times10^{-12}}{5.76\times10^{-12}} = 1.06:1$

40. একটি প্রোটন $2.4\times10^8 ms^{-1}$ গতিতে চললে তার গতিশক্তি কত হবে? সনাতন গতিশক্তির সাথে এ মানের তুলনা কর। স্থির অবস্থায় প্রোটনের ভর $= 1.7\times10^{-27}\,kg$; আলোর বেগ (শূন্য মাধ্যমে) $= 3.0\times10^8 ms^{-1}$। **[BUET'01-02]**

সমাধান: আপেক্ষিক তত্ত্বীয় গতিশক্তি, $E_R = (m-m_0)c^2$

$= \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)m_0c^2 = \left(\frac{1}{1-\left(\frac{2.4\times10^8}{3\times10^8}\right)^2} - 1\right)\times1.7\times10^{-27}\times\left(3\times10^8\right)^2 = 1.02\times10^{-10}J$

নিউটনের গতিশক্তি, $E_N = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times1.7\times10^{-27}\times\left(2.4\times10^8\right)^2 = 4.9\times10^{-11}J$

$\therefore \frac{E_R}{E_N} = \frac{1.02\times10^{-10}}{4.9\times10^{-11}} = 2.082$ (Ans.)

MCQ

01. একটি ইলেক্ট্রনের অবস্থানের অনিশ্চয়তা Δx এবং ভরবেগের অনিশ্চয়তা Δp। (i) $\Delta x = 0$ হলে $\Delta p = ?$ (ii) $\Delta x = \infty$ হলে $\Delta p = ?$

(a) $0, \infty$ (b) $\infty, \frac{h}{2}$ (c) $0, \frac{h}{2}$ (d) $\infty, 0$ (e) $\frac{h}{2}, 0$

সমাধান: (d); $\Delta p\Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$ (i) $\Delta x = 0$ হলে $\Delta p = \infty$ (ii) $\Delta x = \infty$ হলে $\Delta p = 0$ **[SUST'18-19]**

02. একটি আলোক রশ্মি পটাশিয়ামের উপর পতিত হওয়ায় তা থেকে 1.6 eV এর সর্বাধিক শক্তির ফটো ইলেকট্রন নির্গত হল। আপতিত আলোক রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বের কর। পটাশিয়ামের কার্যাপেক্ষ 2.2 eV। **[KUET'17-18]**

(a) 3511Å (b) 3656Å (c) 3276Å (d) 2686Å (e) 3326Å

সমাধান: (c); $E = R + W = 1.6 + 2.2 = 3.8\ eV = \frac{ch}{\lambda} \therefore \lambda = 3269\ Å$

03. একটি মহাশূন্যযান কত বেগে ভ্রমণ করলে, মহাশূন্যে 1 দিন অতিবাহিত হলে পৃথিবীতে 2 দিন অতিবাহিত হবে? **[KUET'17-18]**

(a) 2.61×10^8 m/s (b) 2.59×10^8 m/s
(c) 2.56×10^8 m/s (d) 2.50×10^8 m/s
(e) 2.48×10^8 m/s

সমাধান: (b); $\frac{t_0}{t} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1-\frac{v^2}{c^2} \therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 2.59\times10^8$

04. একটি m_0 স্থির ভর সম্পন্ন কণার গতিশক্তি m_0c^2 হলে কণাটির বেগ হবে- (শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ c) **[SUST'17-18]**

(a) 0.216 c (b) 0.433 c (c) 0.566 c (d) 0.707 c (e) 0.866 c

সমাধান: (e); গতিশক্তি $= mc^2 - m_0c^2 = m_0c^2 \Rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0 = m_0$

$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 2 \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 0.866c$

05. একজন ভদ্রমহিলা মহাশূন্যযানে চড়ে 4 আলোকবর্ষ দূরের একটি গ্রহে 0.9c বেগে যাবেন এবং ফিরে আসবেন। তার বয়স তার জমজ বোন (যিনি পৃথিবীতে ছিলেন) এর চেয়ে কত বছর কম হবে? **[KUET'16-17]**

(a) 4.4444 Y (b) 8.8888 Y (c) 11.5 Y (d) 20.3888 Y (e) 40.76 Y

সমাধান: (c); পৃথিবীতে অবস্থিত বোনের জন্য অতিবাহিত সময়, $t_0 = 2 \times \frac{4}{0.9} = \frac{80}{9}Y = 8.89Y$

$\therefore$ অপর বোনের জন্য অতিবাহিত সময়, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 20.39Y$ $\therefore$ বয়সের পার্থক্য $= (20.39 - 8.89)Y = 11.5Y$

06. একটি ধাতব পৃষ্ঠ হতে নি:সৃত ইলেকট্রণের সর্বাধিক বেগ কত হলে নিবৃত্ত বিভব পার্থক্য 0.96V হবে। **[KUET'16-17]**

(a) $8.21 \times 10^5 ms^{-1}$ (b) $5.81 \times 10^5 ms^{-1}$ (c) $5.72 \times 10^5 ms^{-1}$

(d) $5.63 \times 10^5 ms^{-1}$ (e) $4.28 \times 10^5 ms^{-1}$

সমাধান: (b); $eV_s = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = v_{max} = \sqrt{\frac{2eV_s}{m}} = 5.81 \times 10^5 ms^{-1}$

07. ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 6630Å হলে শক্তি কত? **[BUTex'16-17]**

(a) 1.6×10^{-19}J (b) 2×10^{-10}J (c) 3×10^{-19}J (d) 9.1×10^{-31}J

সমাধান: (c); শক্তি $= \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{6630\times10^{-10}}J = 3 \times 10^{-19}J$

08. 10 kV বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে স্থির অবস্থা থেকে একটি ইলেকট্রন যে চূড়ান্ত বেগ প্রাপ্ত হবে তার মান কত m/s? [ইলেকট্রনের চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19}$C] **[SUST'16-17]**

(a) 1.36×10^7 (b) 2.29×10^7 (c) 3.31×10^7 (d) 5.90×10^7 (e) 6.63×10^7

সমাধান: (d); $\frac{1}{2}mv^2 = ev$ $\therefore v = 5.92 \times 10^7 ms^{-1}$

09. একটি ইলেকট্রন 0.99c দ্রুতিতে গতিশীল হলে এর চলমান ভর কত kg? [$m_0 = 9.11 \times 10^{-31}$kg] **[SUST'16-17]**

(a) 3.50×10^{-31} (b) 1.69×10^{-19} (c) 6.45×10^{-30} (d) 1.36×10^{-31} (e) 1.29×10^{-31}

সমাধান: (c); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 6.45 \times 10^{-30}$kg

10. প্রতিটি ইলেকট্রনের ভরবেগ– **[Ans: c] [BUTex'15-16]**

(a) $P = \frac{h\lambda}{c}$ (b) $P = \frac{hc}{\lambda}$ (c) $P = \frac{h}{\lambda}$ (d) $P = \frac{h}{2}$

11. ডি-ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমীকরণ কোনটি? **[Ans: a] [BUTex'15-16]**

(a) $\lambda = \frac{h}{p}$ (b) $\lambda = \frac{h}{v}$ (c) $\lambda = \frac{h}{c}$ (d) $\lambda = \frac{p}{h}$

12. $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান একটি কণার মোট শক্তি হলো– **[BUTex'15-16]**

(a) $0.173\, m_0c^2$ (b) $\frac{\sqrt{3}}{2}m_0c^2$ (c) $\frac{\sqrt{2}}{4}m_0c^2$ (d) $1.732\, m_0c^2$

সমাধান: (No correct answer); মোট শক্তি $= \gamma m_0c^2$, যেখানে $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{1}{3}}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$ $\therefore$ মোট শক্তি $= \sqrt{\frac{3}{2}}m_0c^2$

13. পৃথিবীতে একটি রকেটের দৈর্ঘ্য 110m। উড্ডয়ন অবস্থায় রকেটটির দৈর্ঘ্য 108.5m হলে, রকেটের বেগ নির্ণয় কর। **[KUET'15-16]**

(a) 4.24×10^7m/s (b) 4.94×10^8cm/s (c) 4.94×10^7m/s (d) 5.2×10^9cm/s (e) 8.13×10^8cm/s

সমাধান: (c); $L = L_o\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 108.5 = 110\sqrt{1-\frac{v^2}{(3\times10^8)^2}}$ $\therefore v = 4.94 \times 10^7 ms^{-1}$

14. একটি এক্সরে ফোটন এর প্রাথমিক কম্পাঙ্ক $3 \times 10^{19}\, sec^{-1}$ । ফোটন একটি ইলেকট্রনের সাথে সংঘর্ষ করে 90^o কোণে বিক্ষিপ্ত হয়। নতুন কম্পাঙ্ক কত? **[KUET'15-16]**

(a) $3 \times 10^9 s^{-1}$ (b) $2.41 \times 10^{19} s^{-1}$ (c) $2.4 \times 10^{12} s^{-1}$ (d) $1.24 \times 10^{11} s^{-1}$ (e) $1.42 \times 10^{19} s^{-1}$

সমাধান: (b); $c = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$

$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_o c}(1 - \cos\theta) \Rightarrow \lambda' - \frac{c}{f} = \frac{h}{m_o c}(1 - \cos 90^\circ) \Rightarrow \lambda' = 1.242 \times 10^{-11}\text{m}$

$\therefore f' = \frac{c}{\lambda'} = 2.41 \times 10^{19}\text{Hz} = 2.41 \times 10^{19}\text{s}^{-1}$

15. একটি বস্তু কণার ভর $9.1\times10^{-28}\text{kg}$. এর পুরোটাই শক্তিতে রূপান্তরিত হলে কি পরিমান শক্তি পাওয়া যাবে? **[KUET'08-09,05-06,BUET'07-08,CUET'13-14,BUTex'13-14, RUET'12-13,09-10,14-15]**

(a) $8.19\times10^{-11}\text{J}$ (b) $8.29\times10^{-12}\text{J}$ (c) 8.29J (d) $8.21\times10^{-3}\text{J}$ (e) $8.19\times10^{-3}\text{J}$

সমাধান: (a) ; $E = mc^2 = 9.1\times10^{-28}\times\left(3\times10^8\right)^2 = 8.19\times10^{-11}\text{ J}$

16. 5×10^{14}Hz কম্পাঙ্কের বিকিরণ কোন ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে সর্বোচ্চ 2.6×10^{-19}J শক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত হয়। ঐ ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক কত? **[KUET'14-15]**

(a) 1.078×10^{13}Hz (b) 1.078×10^{14}Hz (c) 1.078×10^{15}Hz (d) 5×10^{14}Hz (e) 2.6×10^{-19}Hz

সমাধান: (b); $hf = hf_o + E_{Kmax} = h \times 5 \times 10^{14} = hf_o + 2.6 \times 10^{-19} \Rightarrow f_o = 1.078 \times 10^{14}\text{Hz}$

17. একজন মহাশূন্যচারী 30 বছর বয়সে 2.6×10^8m/s বেগে ধাবমান মহাকাশযানে চড়ে ছায়াপথ অনুসন্ধানে গেলেন। তিনি 55 বছর পর পৃথিবীতে ফিরে আসলেন। তাঁর বর্তমান বয়স কত? **[KUET'14-15]**

(a) 60 yrs (b) 58 yrs (c) 57.44 yrs (d) 58.2 yrs (e) 56.58 yrs

সমাধান: (c); $t = \frac{t_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 55 = \frac{t_o}{\sqrt{1-\left(\frac{2.6\times10^8}{3\times10^8}\right)^2}} \Rightarrow t_o = 27.44\text{years}$

$\therefore$ বর্তমান বয়স= 30 + 27.44 = 57.44 years

18. স্থির অবস্থা থেকে 10 kV বিভব পার্থক্যের মধ্য দিয়ে গেলে একটি ইলেকট্রনের চূড়ান্ত বেগ কত হবে? **[RUET'14-15]**

(a) $3.59 \times 10^7\text{ms}^{-1}$ (b) $4.93 \times 10^7\text{ms}^{-1}$ (c) $5.93 \times 10^7\text{ms}^-$ (d) $9.59 \times 10^7\text{ms}^{-1}$ (e) $9.93 \times 10^7\text{ms}^{-1}$

সমাধান: (c); $V = \sqrt{\frac{2eV}{m}} = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times10\times10^3}{9.1\times10^{-31}}} = 5.93 \times 10^7\text{ms}^{-1}$

19. একটি লেজার অতিবেগুণী বিকিরণের স্পন্দন তৈরি করে। অতিবেগুণী ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 355 nm হলে এর শক্তি কত J? **[SUST'14-15]**

(a) 3.98×10^{19} (b) 3.98×10^{18} (c) 11.0×10^{-17} (d) 11.0×10^{-18} (e) 5.6×10^{-19}

সমাধান: (e); $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{h\times3\times10^8}{355\times10^{-9}} = 5.6 \times 10^{-19}$

20. সূচন কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ধাতু থেকে নির্গত ইলেকট্রনের বেগ হচ্ছে- **[Ans: c] [BUET'13-14]**

(a) zero (b) infinite (c) minimum (d) maximum

21. একটি 100MeV শক্তির ফোটনের কম্পাংক কত? **[RUET'12-13, BUTex'13-14]**

(a) $2.41\times10^{22}\text{Hz}$ (b) $4.21\times10^{22}\text{Hz}$ (c) $6.41\times10^{22}\text{Hz}$ (d) $8.78\times10^{-7}\text{Hz}$

সমাধান: (a) ; $hf = 100\text{ MeV} \quad \therefore f = 2.415\times10^{22}\text{ Hz}$

22. একটি কাল্পনিক রকেট কত দ্রুতিতে চলালে এর চলমান দৈর্ঘ্য স্থির অবস্থায় এক-তৃতীয়াংশ হবে? **[BUTex'13-14]**

(a) $2\times10^8\text{ms}^{-1}$ (b) $2.8\times10^8\text{ms}^{-1}$ (c) $3\times10^8\text{ms}^{-1}$ (d) $1.8\times10^8\text{ms}^{-1}$

সমাধান: (b) ; $\frac{L}{L_o} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^v}} \Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^v}} = \frac{1}{3} \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{2}}{3}\times c = 2.83\times10^8\text{ms}^{-1}$

23. $6650\times10^{-10}\text{m}$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ফোটনের গতিশক্তি কত? **[RUET'13-14]**

(a) 9.186 eV (b) 6.169 eV (c) 18.69 eV (d) 1.869 eV (e) None

সমাধান: (d) ; $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{6650\times10^{-10}} = 1.869\text{eV}$

24. $_{93}Np^{237}$এর ভর ত্রুটি (mass defect) 1.65 amu হলে, ইহার বন্ধন শক্তি ক্যালরীতে কত হবে? **[KUET'13-14]**

(a) 24.65×10^{-4} (b) 2.46×10^{-11} (c) 5.89×10^{-11} (d) 5.67×10^{-11} (e) 29.45×10^{-10}

সমাধান: (c); $E = mc^2 = \frac{1.65\times1.66\times10^{-27}\times\left(3\times10^8\right)^2}{4.18} = 5.89\times10^{-11}\text{ cal}$

25. পারমাণবিক বিক্রিয়া হতে উৎপাদিত তড়িৎ শক্তির পরিমাণ 5.8×10^{8} MWh। রূপান্তরিত ভরের পরিমাণ কত হবে?

(a) 22kg (b) 23kg (c) 22.4kg (d) 23.2kg (e) 22.6kg

সমাধান: (d); আমরা জানি, $E=mc^2$ বা, $m=\frac{E}{c^2}=\frac{5.8\times10^{14}\times3600}{(3\times10^{8})}=23.2\text{ kg}$ **[KUET'13-14]**

26. কোন ধাতুর ক্ষেত্রে ফটোইলেকট্রন নিঃসরণ এর সূচন দৈর্ঘ্য 600nm। ধাতুটির কার্যাপেক্ষক ইলেকট্রন ভোল্টে প্রকাশ কর।

(a) 5.5eV (b) 2.7eV (c) 5.05eV (d) 2.07eV (e) 2.76eV

সমাধান: (d); $W_o=\frac{hc}{\lambda_o}=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{600\times10^{-9}}=2.07\text{ev}$ **[KUET'13-14]**

এখানে, $h=6.63\times10^{-34}\text{Js}$; $c=3\times10^{8}\text{ms}^{-1}$; $\lambda_o=600\times10^{-9}\text{m}$

27. $4.2\times10^{4}\text{ms}^{-1}$ বেগে চলমান একটি নিউটনের গতিশক্তি বাহির কর। নিউটনের ভর $1.67\times10^{-27}\text{kg}$। **[KUET'13-14]**

(a) 13.63J (b) 16.36×10^{-13}J (c) 13.36×10^{-19}J (d) 14.73×10^{-19}J (e) 14.73J

সমাধান: (d); $F=mc^2-m_oc^2=\left(\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-m_o\right)c^2[v=4.2\times10^{4}]=14.73\times10^{-19}\text{ J}$

28. শূন্য ভর এবং E শক্তি বিশিষ্ট কনার ভরবেগ হল- **[BUET'12-13]**

(a) EC (b) EC^2 (c) $\sqrt{EC}$ (d) $\frac{E}{C}$

সমাধান: (d) ; We know that General Formula $E^2=p^2c^2+m_o^2c^4$; $m_o=0$ $\therefore E^2=p^2c^2\Rightarrow p=\frac{E}{c}$

29. এক্স-রে এর জন্য কোনটি সঠিক নয়? **[BUET'12-13]**

(a) এটির কোন চার্জ নেই (b) এটি তড়িৎক্ষেত্র দিয়ে বিচ্যুত হয় না

(c) এটি চৌম্বকক্ষেত্র দিয়ে বিচ্যুত হয় না (d) এটি একটি বিন্দুতে একিভূত করা যায়

সমাধান: (d) ; It can't be focused on a single point.

30. ইলেকট্রনের এন্টি পার্টিকেল হল- **[Ans: c] [BUET'12-13]**

(a) প্রোটন (b) নিউট্রন (c) পজিট্রন (d) এন্টি প্রোটন

31. একটি নিয়ন টিউবে উচ্চ বিভব দেয়া হলে বাতিটির ভিতরে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। টিউবের ক্যাথোডের দিকে কোন কণা প্রবাহিত হয়?

(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন (c) ধনাত্বক নিয়ন আয়ন (d) ঋনাত্বক নিয়ন আয়ন

সমাধান: (c) ; Positively charged neon ions proceed towards cathode. **[BUET'12-13]**

32. কত বেগে চললে একটি Spaceship এর দৈর্ঘ্য আসল দৈর্ঘ্যের অর্ধেক হবে? **[KUET'11-12,12-13]**

(a) $\frac{1}{2}C$ (b) $\frac{1}{4}C$ (c) $\frac{3}{2}C$ (d) $\frac{\sqrt{3}}{2}C$ (e) $\frac{C}{\sqrt{2}}$

সমাধান: (d) ; $\ell=\frac{\ell_o}{2}$; $v=?$ $\therefore\ell=\ell_o\sqrt{1-\frac{v^2}{C^2}}\Rightarrow\frac{\ell_o}{2}=\ell_o\sqrt{1-\frac{v^2}{C^2}}\Rightarrow\frac{1}{2}=\sqrt{1-\frac{v^2}{C^2}}$

$\Rightarrow\frac{1}{4}=1-\frac{v^2}{C^2}\Rightarrow\frac{v^2}{C^2}=\frac{3}{4}\Rightarrow v^2=\frac{3}{4}C^2\Rightarrow v=\frac{\sqrt{3}}{2}C$

33. 3000Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মির শক্তি কত? **[KUET'11-12,12-13]**

(a) 41.4 eV (b) 4.41 eV (c) 0.41 eV (d) 0.04 eV (e) 0.004 eV

সমাধান: (b) ; $\lambda = 3000\times10^{-10}\text{m};\ c = 3\times10^{8}\ \text{m/s};\ h = 6.636\times10^{-34}\ \text{Js}$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.636\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3000\times10^{-10}} = 6.636\times10^{-19}\text{J} = 4.1475\ \text{eV}$$

34. একটি $X-ray$ টিউবে কত ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে 10Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের $X-ray$ পাওয়া যাবে? **[SUST'12-13]**

$(e = 1.6\times10^{-19}\text{C}, h = 6.63\times10^{-34}\text{Js})$

(a) 1.25 kV (b) 1.78 kV (c) 5.50 kV (d) 6.63 kV (e) 11.3 kV

সমাধান: (a); এখানে, $\frac{hc}{\lambda} = eV \ \therefore\ v = \frac{hc}{e\lambda} = \frac{hc}{e\times10\times10^{-10}} = 1.24\text{kV}$

35. দৈর্ঘ্য বরাবর গতিশীল একটি মিটার স্কেলের ভর এর স্থির ভরের 2 গুণ। গতিশীল অবস্থায় এর আপেক্ষিক দৈর্ঘ্য কত মিটার?

(a) 0.5 (b) 1.0 (c) 1.5 (d) 2.0 (e) 4.0

সমাধান: (a); $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ এখানে, $m = 2m_o \ \therefore 2m_o = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \therefore \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2}$ **[SUST'12-13]**

$$\therefore\ 1 = \ell_o\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \ell_o\times\frac{1}{2} = 1\times\frac{1}{2} = 0.5\,\text{m}.$$

36. একজন লোকের ভর 99 Kg। কত বেগের উড়ন্ত রকেটে থাকাকালীন মাটিতে অবস্থিত একজন পর্যবেক্ষকের নিকট তার ভর 100 Kg হবে? **[CUET'11-12]**

(a) 4.23×10^{7} m/sec (b) 1.41×10^{7} m/sec (c) 9.0×10^{7} m/sec (d) None of these

সমাধান:(a) ; $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ বা, $1-\frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{m_o}{m}\right)^2$ বা, $v^2 = c^2\left\{1-\left(\frac{m_o}{m}\right)^2\right\}$

বা, $v = c\sqrt{1-\left(\frac{m_o}{m}\right)^2} = 3\times10^{8}\sqrt{1-\left(\frac{99}{100}\right)^2} \ \therefore v = 4.23\times10^{7}\,\text{ms}^{-1}$

37. 5gm ভরের সমতুল্য শক্তি কত? **[RUET'11-12]**

(a) $15\times10^{14}\text{J}$ (b) $45\times10^{14}\text{J}$ (c) $4.5\times10^{14}\text{J}$ (d) $3.5\times10^{14}\text{J}$ (e) $35\times10^{14}\text{J}$

সমাধান: (c); $E = mc^2 = 5\times10^{-3}\times(3\times10^{8})^2\text{J} = 4.5\times10^{14}\text{J}$

38. বাংলাদেশে 1000MW এর একটি নিউক্লিয়ার রি-এক্টর ক্রয় করতে যাচ্ছে। এই রি-এক্টরটি প্রতিসেকেন্ডে কী পরিমাণ ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হবে। **[Ans :a] [SUST'11-12]**

(a) 1.11×10^{-5}gm (b) 1.11mg (c) 1.11gm (d) 1.11kg (e) 111.11kg

39. কত গতিতে চললে কোন বস্তুর গতিশক্তি এর স্থির ভর শক্তির সমান হবে? [c = আলোর গতি] **[BUET'11-12]**

(a) $\sqrt{2}\,c$ (b) $\frac{c}{3}$ (c) $\frac{c}{2}$ (d) $\frac{\sqrt{3}}{2}c$

সমাধান: (d); $E_k = (m-m_o)c^2$

প্রশ্নমতে, $(m-m_o)c^2 = m_oc^2$

$$\Rightarrow m = 2m_o \Rightarrow \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 2m_o \Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

40. একটি 10eV ইলেকট্রনের De Broglie তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হবে- **[BUET'11-12]**

(a) 1240Å (b) 1Å (c) 3.88Å (d) 0.55Å

সমাধান: (c); $\frac{p^2}{2m_0} = E \therefore p = \sqrt{2m_0E} \therefore \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2m_0E}} = 3.88\text{Å}$

41. 600nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটনের ভরবেগ হল- **[BUET'11-12]**

(a) $3\times10^{-34}\text{kgms}^{-1}$ (b) $2.2\times10^{-26}\text{kgms}^{-1}$

(c) $1.1\times10^{-27}\text{kgms}^{-1}$ (d) $3.1\times10^{-28}\text{kgms}^{-1}$

সমাধান: (c); $P = \frac{h}{\lambda} = 1.1\times10^{-27}\text{kg ms}^{-1}$

42. একটি ধাতু কিছু শর্তাধীনে ফটো-ইলেকট্রন নিঃসরণ করে, কিন্তু দেখা গেল সমান্তরাল রশ্মি আপতিত হওয়ার পরও ধাতু হতে কোন ফটো-ইলেকট্রন নির্গত হয় নাই। ধাতুটি ফটো-ইলেকট্রন নির্গত করবে যদি- **[Ans: c] [BUET'11-12]**

(a) আলোর তীব্রতা বাড়ালে (b) আলোকে সমবর্তিত করলে

(c) পূর্বাপেক্ষা ছোট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করলে (d) পূর্বাপেক্ষা বড় তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করলে

43. প্লাটিনামের কার্যাপেক্ষক 6.31 eV . এর সূচন কম্পাঙ্ক কত? **[BUTex'11-12]**

(a) $15.32\times10^{14}\text{Hz}$ (b) $15.23\times10^{14}\text{Hz}$ (c) $66.94\times10^{-53}\text{Hz}$ (d) $9.52\times10^{33}\text{Hz}$

সমাধান:(b); $W_o = hf_o \quad \therefore f_o = \frac{W_o}{h} = \frac{6.31\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}\text{Hz} = 15.23\times10^{14}\text{Hz}$

44. দুইটি β-কণা একে অপরের বিপরীত দিকে 0.8c (c হল আলোর গতিবেগ) গতিতে অগ্রসর হলে তাদের আপেক্ষিক গতিবেগ হয়-

(a) 1.6c (b) 0.8c (c) c (d) 0.975c **[BUET'10-11]**

সমাধান: (d); $V_r = \frac{V_1 + V_2}{1 + \frac{V_1V_2}{c^2}} = \frac{1.6c}{1+0.64} = 0.975c$

45. 10MeV গতি শক্তি নিয়ে চলমান ইলেক্ট্রনের ভর কত? **[KUET'10-11]**

(a) m_o (b) $10m_o$ (c) $0.2051m_o$ (d) $2.051m_o$ (e) $20.51m_o$

সমাধান: (e); $mc^2 - m_oc^2 = 10\times10^6\times1.6\times10^{-19}$

$$\Rightarrow m - m_o = \frac{1.6\times10^{-12}}{9\times10^{16}} \Rightarrow m - m_o = 1.78\times10^{-29} \quad \therefore m = 1.8688\times10^{-29} = 20.51m_o$$

46. একটি 60 W এর বাল্ব হতে সবুজ আলো বিকিরিত হচ্ছে। বাল্বটির তড়িৎ শক্তির মাত্র 2% যদি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, তবে প্রতি সেকেন্ডে বাল্বটি হতে কত সংখ্যক ফোটন নির্গত হয় বের কর। (সবুজ আলোর $\lambda = 5550\times10^{-10}\text{m}$) **[KUET'10-11]**

(a) 3.35×10^{10} (b) 3.30×10^{18} (c) 3.35×10^{8} (d) 3.35×10^{18} (e) 3.30×10^{10}

সমাধান: (d); $2\%\times pt = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow \frac{2}{100}\times60\times1 = \frac{n\times6.626\times10^{-34}\times3\times10^8}{5550\times10^{-10}} \quad \therefore n = 3.35\times10^{18}$

47. একটি রড ল্যাবরেটরীর সাপেক্ষে আলোর বেগের 0.6 গুণে ঘুরছে। একজন দর্শক ল্যাবরেটরীতে ইহার দৈর্ঘ্য 1 m পরিমাপ করে। রডটির প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[CUET'10-11]**

(a) 1.25 m (b) 0.8 m (c) 1.09 m (d) None of these

সমাধান:(a); $L = L_o\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 1 = L_o\sqrt{1-\left(\frac{0.6\,c}{c}\right)^2} \Rightarrow L_o = \frac{1}{\sqrt{1-0.36}} = 1.25\,\text{m}$

48. একটি ধাতুর সূচনা কম্পাঙ্ক $4\times10^{15}\text{Hz}$, সেই ধাতুতে দৃশ্যমান আলো ফেলা হল। নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত হবে? (দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.5μm.) **[Ans: d] [SUST'10-11]**

(a) 2.88eV (b) $2.98\times10^{-9}\text{J}$ (c) $2.5\times10^{15}\text{Hz}$ (d) কোন ইলেক্ট্রন নির্গত হবে না