دبیرستان فرزانگان ۵ مشهد

پاسخنامه المپیاد فیزیک دوره 38

حوزان صدیق - روزبه ربانی - سایا خواجوئی - ریحانه زمانیان - نوید سهامی

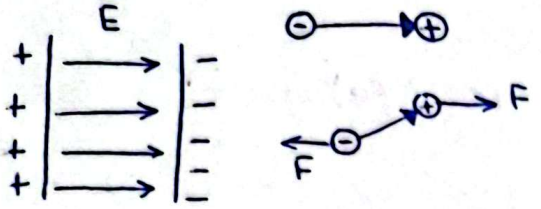
فاطمه رضایی - پریسان صفاء - دایانا صمانی

① = 2

$\delta U = q\delta v$
$\delta k = \frac{1}{2}mv^2$
$\Big\} \frac{1}{2}mv^2 = q\delta v \xrightarrow[\delta v \text{ ها یکسان}]{} v_1 = v_2 = v_3$

② = 2

$\vec{E}$



مطابق شکل نیروهای وارد بر هر بار موجب چرخش آنها در جهت میدان می‌شوند. ← گزینه 2

③ = 1

$P = IV \rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{55}{12}\,A$ (جریان هر دام از چراغ‌ها) $\rightarrow I_{کل} = \frac{2\times 55}{12}\,A = \frac{55}{6}\,A$

$t = \frac{60}{\frac{55}{6}} = \frac{360}{55} = 6{,}54\,h$

④ = 3

$P_g = aP_g^n$

$\Big\} P_g = aP_g^{n\,n-1} \rightarrow P_g = a^{\frac{1}{1-n}}$

به سرعت حدی رسیده $\rightarrow v = cte$, $\delta k = 0$, $W = 0$, $P_g = P_g$

⑤ = 3

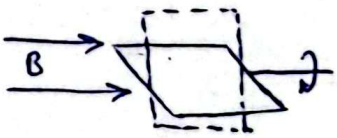
دیواره‌ها ثابت $\rightarrow Q = 0$

دیواره‌ها غیر قابل جابجایی $\rightarrow \delta v = 0 \rightarrow -P\delta v = W = 0$
$\Big\} \delta U = Q + W = 0$

⑥ = 1

1) بله. وقتی جریان القایی ایجاد می‌شود تا از تغییر شرایط جلوگیری کند (میدان مغناطیسی). برای مثال اگر میدان در حال کم شدن باشد، پیچه میدانی هم‌سو ایجاد می‌کند تا از تغییرات آن جلوگیری کند.

2) خیر اگر $B.dS = 0 \leftarrow \cos\theta = 0 \leftarrow \theta = 90$ شار، در نتیجه جریان ایجاد نمی‌شود.



3) خیر اگر $\sin\theta = 0$ باشد یعنی راستای سرعت و میدان با هم زاویه 0° داشته باشند نیروی وارد نمی‌شود. $F_B = qv \times B$

4) میدان مغناطیسی ناشی از حلقه در مرکز آن متفاوت از نقاط دیگر روی محور آن است. ← گزینه 4 غلط است.

IranPhO.ir

CamScanner

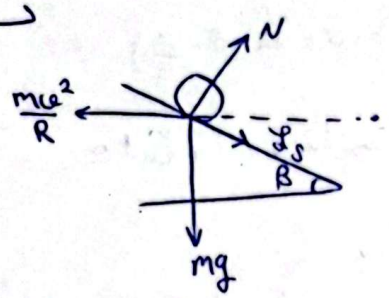
⑦: 3

$$H_{Al} = H_{Cu} \rightarrow \frac{k_{Cu} A (T_2 - T')}{\ell} = \frac{k_{Al} A (T' - T_1)}{\ell}$$

$$\frac{k_{Cu}}{k_{Al}} = \frac{T' - T_1}{T_2 - T'} \Big\} T' > T_1 \; , \; T_2 > T' \rightarrow \boxed{T' < \frac{T_2 + T_1}{2}}$$

* $k_{Cu} > k_{Al}$

⑧: 1



$$N = mg\cos\beta + \frac{mv^2}{R}\sin\beta \quad (1)$$

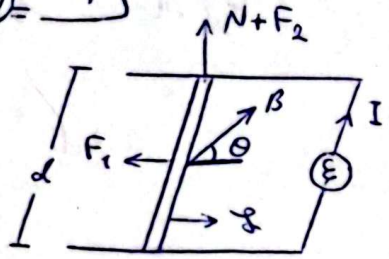
$$f = \frac{mv^2}{R}\cos\beta - mg\sin\beta \quad (2)$$

$$f = N\mu_s \quad (3)$$

(1), (2), (3) $\rightarrow mg\cos\beta\mu_s + \frac{mv^2}{R}\sin\beta\mu_s = \frac{mv^2}{R}\cos\beta - mg\sin\beta$

$$v = \sqrt{Rg\left(\frac{\cos\beta\mu + \sin\beta}{\cos\beta - \mu\sin\beta}\right)}$$

⑨: 4



$F_1 = IdB\sin\theta \qquad F_2 = IdB\cos\theta$

$N = mg - IdB\cos\theta$

$F_1 = f \rightarrow IdB\sin\theta = (mg - IdB\cos\theta)\mu$

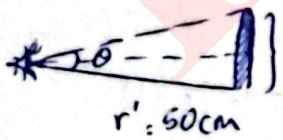
$$B = \frac{mg\mu}{Id(\sin\theta + \mu\cos\theta)}$$

⑩: 1

$\theta \simeq \frac{D_m}{r}$

$\tan\theta \simeq \theta$

$r = \frac{D_m}{\theta} = \frac{3500 \times 10^3}{0.2} \rightarrow r \simeq 10^8\,m$



فاصله $\simeq 1cm$

$\theta = \frac{0.01\,m}{0.5} = 0.02\,rad$

$x = vt$

↳ جابجایی

↳ زمان

$t \simeq 20h$

$\bar{v} = 100\,km/h$

$x = 20 \times 100 \times 10^3 = 2 \times 10^6\,m$

$$\frac{r}{x} \simeq \frac{10^8}{10^6} \simeq 10^2\,m$$

IranPhO.ir

CamScanner

(11) گزینه ۴

$$M = Z m_p + N m_n + \alpha A + \beta A^{2/3} + \gamma (Z^2 - Z) A^{-1/3} + \frac{\lambda}{A}(Z-N)^2$$

Z = تعداد پروتون
N = تعداد نوترون
$\Big\} A = Z + N$ ، $A = cte$ ، $E_{\text{بستگی}} \propto m$

$$M = Z m_p + (A-Z) m_n + \alpha A + \beta A^{2/3} + \gamma (Z^2 - Z) A^{-1/3} + \frac{\lambda}{A}(2Z - A)^2$$

$$\frac{dm}{dZ} = 0 \longrightarrow 0 = m_p - m_n + \gamma A^{-1/3}(2Z-1) + \frac{2\lambda}{A}(2Z-A)(2) \longrightarrow Z\left(2\gamma A^{-1/3} + \frac{8\lambda}{A}\right) = 4\lambda + \gamma A^{-1/3}$$ (*)

$m_p \simeq m_n$

$$\xrightarrow{(*)} Z = \frac{4\lambda + \gamma A^{-1/3}}{2\gamma A^{-1/3} + \frac{8\lambda}{A}} \longrightarrow Z = \frac{4\lambda A + \gamma A^{2/3}}{8\lambda + 2\gamma A^{2/3}}$$

IranPhO.ir

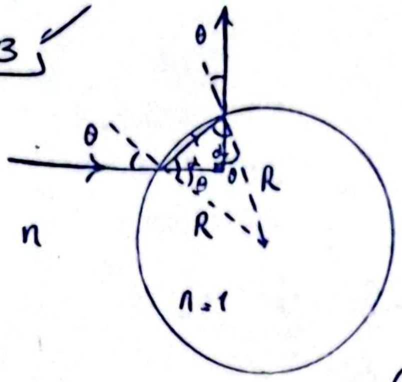
CamScanner

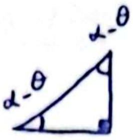
12) گزینه 1

$$\frac{\delta m}{\delta t}=cte \to \rho\frac{\delta V}{\delta t}=C \to A\frac{\delta x}{\delta t}=C' \to A_1v_1=A_2v_2=A_3v_3$$

معادلهٔ پیوستگی

13) گزینه 3





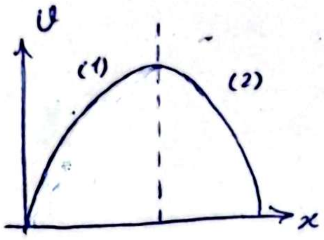
$$\frac{\pi}{2}=2(\alpha-\theta)\to\alpha=\frac{\pi}{4}+\theta \quad (1)$$

$$n\sin\theta=\sin\alpha \xrightarrow{(1)} n\sin\theta=\sin(\theta+\frac{\pi}{4})$$

$$n\sin\theta=\sin\theta\frac{\sqrt2}{2}+\cos\theta\frac{\sqrt2}{2}\to\sqrt2\, n=1+\cot\theta$$

$$\boxed{\cot\theta=\sqrt2\, n-1}$$

14) گزینه 1

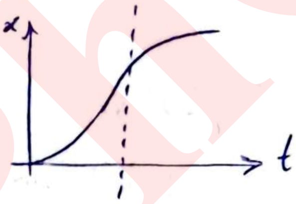


$$a=\frac{dv}{dt}=\frac{dv}{dx}\times\frac{dx}{dt}=v\frac{dv}{dx}$$

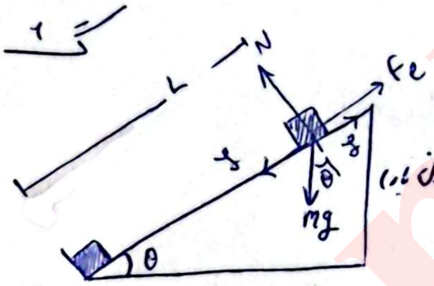
نکته 1: در قسمت اول نمودار هم سرعت و هم شتاب مثبت است. چرا؟ [سرعت با توجه به نمودار مثبت است و شیب نمودار $\frac{dv}{dx}$ هم مثبت است ← $a>0$]

نکته 2: در قسمت دوم نمودار سرعت مثبت است اما شتاب منفی است ($\frac{dv}{dx}<0 \Leftarrow a<0$)

با توجه به نکات بالا گزینه 1 صحیح است.



15) گزینه 1



* f در شکل یکی از دو حالت نشان داده شده است *

(دقت کنید به max یا min بودن q)

$$N=mg\cos\theta$$

$$\text{if } q_{min}\to \frac{kq^2}{L^2}+mg\cos\theta\,\mu=mg\sin\theta \quad (1)$$

$$\text{if } q_{max}\to\frac{kq^2}{L^2}=mg\sin\theta+mg\cos\theta\,\mu \quad (2)$$

$$(1),(2)\to \frac{q_{max}}{q_{min}}=\left[\frac{\cos\theta(\mu+\tan\theta)}{\cos\theta(\tan\theta-\mu)}\right]^{1/2}\Rightarrow\boxed{\frac{q_{max}}{q_{min}}=\sqrt{\frac{\tan\theta+\mu}{\tan\theta-\mu}}}$$

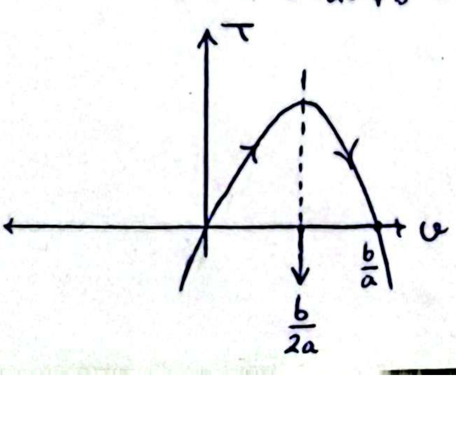
16) گزینه 2

$n=1$ mol

$$\left.\begin{aligned}PV&=RT\\P&=-aV+b\end{aligned}\right\}\frac{RT}{V}=-aV+b\to RT=-aV^2+bV$$

$$T=-\frac{a}{R}V^2+\frac{b}{R}V$$

if $T=0\to V=0$, $V=\frac{b}{a}$

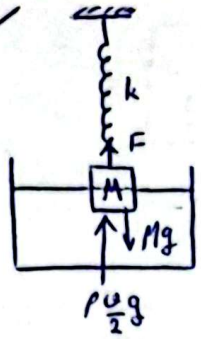


برای اینکه دما همواره کاهشی باشد باید: $V\geq\frac{b}{2a}$

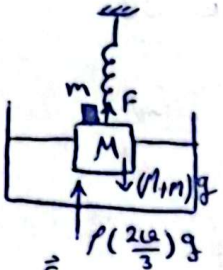
پس شروع فرآیند از $\boxed{V_a\geq\frac{b}{2a}}$ است.

IranPhO.ir
CamScanner

(17) گزینه 1



$$F+\frac{\rho v g}{2}=Mg \rightarrow kd=g\left(M-\frac{\rho v}{2}\right) \quad (1)$$

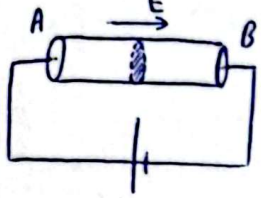


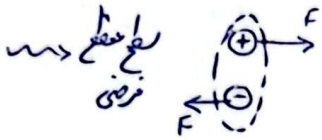
$$F+\frac{2}{3}\rho v g=(M+m)g \rightarrow kd'=g\left(M+m-\frac{2}{3}\rho v\right) \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{d'}{d}\left(M-\frac{\rho v}{2}\right)=\left(M+m-\frac{2}{3}\rho v\right)$$

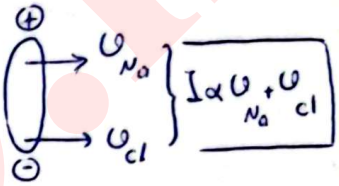
$$\boxed{m=M(y-1)+\frac{\rho v}{2}\left(\frac{4}{3}-y\right)}$$

(18) گزینه 4

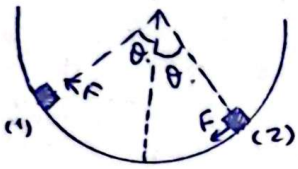




یون های مثبت به جهت جریان به سمت راست حرکت می‌کنند و یون های منفی به سمت چپ.



(19) گزینه 2

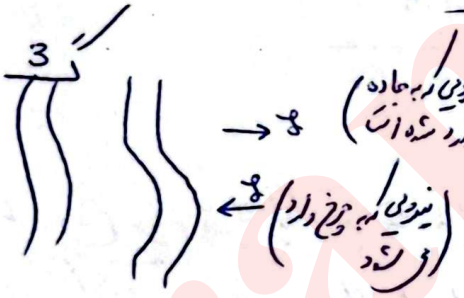


$$(1): mgR\cos\theta_0 = FR\left(\frac{\pi}{2}-\theta_0\right) \rightarrow \frac{F}{mg}=\frac{\cos\theta_0}{\frac{\pi}{2}-\theta_0} \quad (max)$$

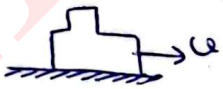
$$(2): mgR\cos\theta_0 = FR\left(\frac{\pi}{2}+\theta_0\right) \rightarrow \frac{F}{mg}=\frac{\cos\theta_0}{\frac{\pi}{2}+\theta_0} \quad (min)$$

$$\boxed{\frac{\cos\theta_0}{\frac{\pi}{2}+\theta_0}<\frac{F}{mg}<\frac{\cos\theta_0}{\frac{\pi}{2}-\theta_0}}$$

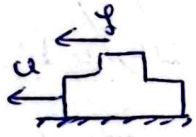
(20) گزینه 3



حالت اول: خودرو ساکن است



حالت دوم: خودرو ساکن نیست.



گزینه 3

(21) گزینه 3

$$|\xi|=\frac{\delta\phi}{\delta t} \quad \left|\begin{array}{l}\delta\phi=B\delta S\end{array}\right. \quad |\xi|=\frac{B\delta S}{\delta t}$$

$$S=\frac{1}{2}l\sin\theta\times l\cos\theta=\frac{l^2\sin\theta\cos\theta}{2}=\frac{l^2\sin(2\theta)}{4}$$

$$\delta S=\frac{l^2}{4}\cos(2\theta)(2\delta\theta)$$

$$\boxed{|\xi|=\frac{Bl^2}{2}\cdot\frac{\delta\theta}{\delta t}\cdot\cos(2\theta)}$$

IranPhO.ir

CamScanner

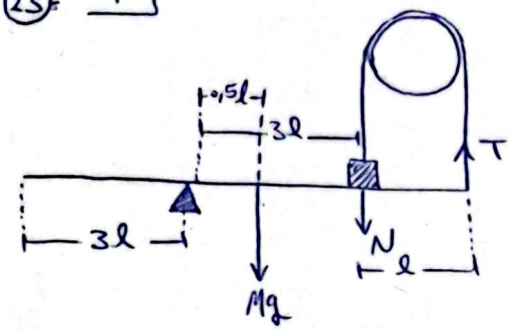
(22) : 2

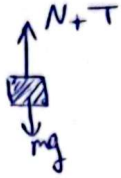
$[\Diamond] = kg\frac{m}{s^2}$ $\quad [h] = \frac{m}{s}$

$[\Diamond b] = [bh] = [*] \rightarrow \frac{kgm}{s^2} = b\frac{m}{s} \rightarrow [b] = \frac{kg}{s}$

$[*] = kg\frac{m}{s^2} \times \frac{kg}{s} \rightarrow [*] = \frac{kg^2 m}{s^3}$

(23) : 1





$N = mg - T$

$Mg(0.5l) + N(3l) = T(4l)$

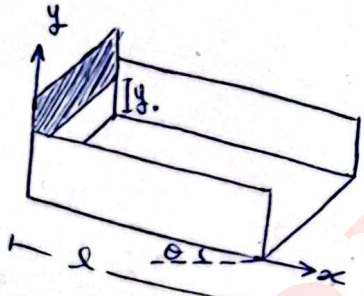
$\frac{Mg}{2} + 3mg = 7T \rightarrow T = \frac{Mg + 6mg}{14}$

(24) : 2

$\delta P = \rho g \delta h \rightarrow P - P_0 = 2\times10^5$ (1)

$P - P_0 = \rho g n h \xrightarrow{(1)} n = \frac{2\times10^5}{(3)(9.8)(1000)} \simeq 6$

(25) : 4



$\delta U = \delta k \rightarrow mgl\sin\theta = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

$v = \sqrt{v_0^2 + 2gl\sin\theta}$

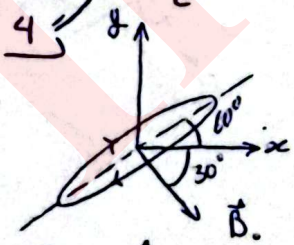
$A_0 v_0 = Av \rightarrow \psi y_0 v_0 = \psi y v$ $\Big\}$ $y = \frac{y_0 v_0}{\sqrt{v_0^2 + 2gl\sin\theta}}$

(26) : 2

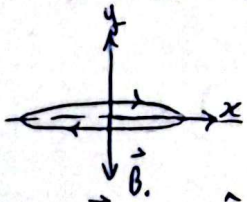
متوسط برق مورد نیاز: $10 \times 100 = 10^3$ (در هر خانه ۱۰۰ واحد برق)

$10^3 \times 365$ (روزانه) $\times$ (برق سالانه ۱ نفر) 30×10^6 (جمعیت ایران) $= 2.9\times10^{13} \simeq 10^{14}$

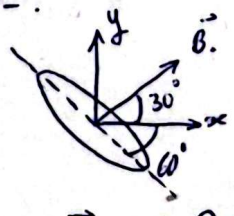
(27) : 4



$\vec{B}_0 = B_0\cos(30)\hat{i} + (-B_0\sin(30))\hat{j}$



$\vec{B}_1 = -B_0\hat{j}$



$\vec{B}_2 = B_0\cos(30)\hat{i} + B_0\sin(30)\hat{j}$

$\vec{B}_t = 2B_0\cos(30)\hat{i} - B_0\hat{j} \rightarrow \vec{B}_t = B_0(\sqrt{3}\,\hat{i} - \hat{j})$

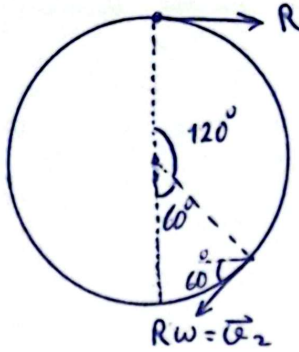
IranPhO.ir

CamScanner

(28) = 4

$a_{//} = R\omega^2$

$\bar{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\frac{T}{3}}$, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (*)



$\vec{v}_1 = R\omega\,\hat{x}$

$\vec{v}_2 = R\omega\,(-\sin(60)\,\hat{y} - \cos(60)\,\hat{x})$

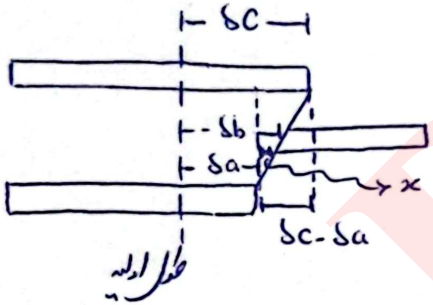
$\vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -\frac{R\omega\sqrt{3}}{2}\,\hat{y} - R\omega\left(\frac{3}{2}\right)\hat{x}$

$|\vec{v}_2 - \vec{v}_1| = R\omega\sqrt{\frac{3}{4} + \frac{9}{4}} = \frac{R\omega}{2}\sqrt{12} = R\omega\sqrt{3}$ (*)

$\bar{a} = \frac{3R\omega^2\sqrt{3}}{2\pi}$

$\frac{\bar{a}}{a_{//}} = \frac{3R\omega^2\sqrt{3}}{R\omega^2(2\pi)} = \boxed{\frac{3\sqrt{3}}{2\pi}}$

(29) = 4



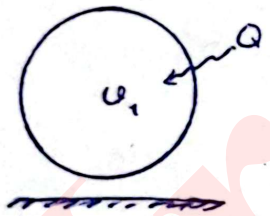
$x = (\delta c - \delta a) \times \frac{1}{3}$

$x = -\delta b - (\delta a)$

$\frac{\delta c - \delta a}{3} = -\delta b - \delta a \rightarrow \delta c + 3\delta b + 2\delta a = 0$

$\boxed{a_3 + 3a_2 + 2a_1 = 0}$

(30) = 2



$v_2 = v_1 + \frac{10}{100}v_1 = v_1\left(1 + \frac{1}{10}\right) = \frac{11}{10}v_1$ (*)

$m_1 g = \rho_1 v_1 g \rightarrow m_1 = \rho_1 v_1$

$\rightarrow m_2 = \rho_2 v_2$ (*) $\rightarrow m_2 = \rho_2 v_1 \left(\frac{11}{10}\right)$

(طناب به آن وارد یا خارج نمی شود) $\rightarrow m_1 = m_2$

$\left.\begin{array}{l} \rho_1 = \rho_2\left(\frac{11}{10}\right) \\ \boxed{\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{10}{11}} \end{array}\right.$

IranPhO.ir

CamScanner

«پاسخ کوتاه»

① = 25 ٪

در یک سال $1825\ kg$ اورانیم $= 1825\times10^{3}\ g$ اورانیم $\times \frac{1\ mol\ \text{اورانیم}}{235\ g} \times \frac{6\times10^{23}\ \text{هسته}}{1\ mol\ \text{اورانیم}} = \frac{2190}{47}\times10^{26}$ ← تعداد هسته‌های اورانیم که در یک سال شکافت پیدا می‌کنند.

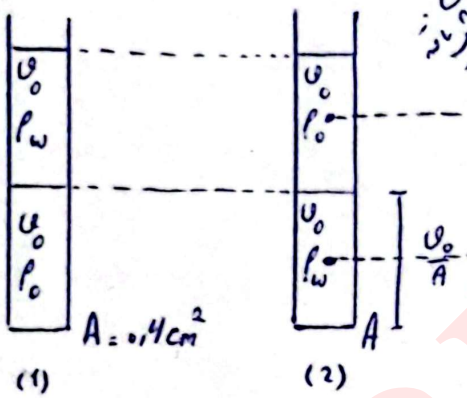
$$\eta = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}\times 100$$

$U = \frac{2190}{47}\times10^{26}\times 200\times1{,}6\times10^{-19}\ MJ$ ← انرژی آزاد شده در طی یک سال

$$P_{\text{ورودی}} = \frac{U}{365\ Day} = \frac{2190\times200\times1{,}6\times10^{26}\times10^{-19}}{47\times365\times24\times3600\,s} \simeq 4728{,}13\ MW$$

$$\eta = \frac{1200\ MW}{4728{,}13\ MW}\times100 \simeq 25{,}3\,\% \simeq 25\,\%$$

② = 37



$|U_{\text{خروجی}}| = |U_2 - U_1|$

$U_2 = \rho_w v_0 g\left(\frac{v_0}{2A}\right) + \rho_0 v_0 g\left(\frac{3v_0}{2A}\right)$

$U_1 = \rho_0 v_0 g\left(\frac{v_0}{2A}\right) + \rho_w v_0 g\left(\frac{3v_0}{2A}\right)$

$U_{\text{خروجی}} = \rho_0 v_0 g\left(\frac{v_0}{A}\right) + \rho_w v_0 g\left(-\frac{v_0}{A}\right)$

$|U_{\text{خروجی}}| = \frac{v_0^2 g}{A}(\rho_w - \rho_0) = \frac{(10\times10^{-6})^2\times9{,}8}{0{,}4\times10^{-4}}(1000-850)\ J$

$|U_{\text{خروجی}}| = 36{,}7\times10^{-4}\ J \simeq 37\times10^{-4}\ J \longrightarrow \alpha = 37$

③ = 68 s

ضریب عملکرد $\eta = \frac{Q_c}{W} = 3 \rightarrow W = \frac{Q_c}{3} = \frac{\overset{m}{\rho v} C\,\delta T}{3}$

$P = \frac{W}{t} \Rightarrow t = \frac{W}{P}$

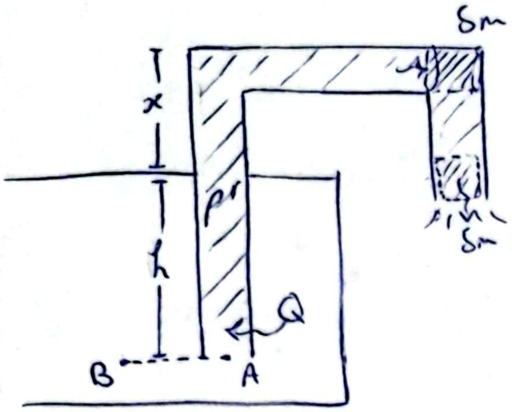
$$t = \frac{|\rho v C\,\delta T|}{3P} = \frac{1{,}2\times(3\times4\times3)\times720\times(20-5)}{3\times2300}\ s$$

$t \simeq 67{,}65 \simeq 68\ s$

IranPhO.ir

CamScanner

④: 65



$P_A = P_B \rightarrow \rho' g (h+x) = \rho g h$

$(h+x) = \frac{\rho}{\rho'} h \rightarrow h + x = h(1 + \beta \delta T) \rightarrow x = h\beta\delta T$ (*)

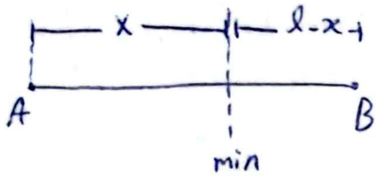
$W = \delta m g x \xrightarrow{(*)} W = \delta m g h \beta \delta T$

$Q = \delta m C \delta T$

$\eta = \frac{W}{Q} = \frac{\delta m g h \beta \delta T}{\delta m C \delta T} = \frac{g h \beta}{C} = \frac{9{,}8 \times 100 \times 2{,}8 \times 10^{-4}}{4200}$

$\eta = 65{,}3 \times 10^{-6} \rightarrow 10^6 \eta = 65{,}3 \simeq 65$

⑤: 33 %



$P_D = \alpha \frac{P_S}{r^2}$ $\qquad \eta = \frac{P_{D_A}}{P_{D_A} + P_{D_B}} \times 100 = ?$

$P_{S_B} = 8 P_{S_A}$ (*) $\qquad$ if: $P_{D_A} + P_{D_B} = P_{D_t} \rightarrow \max \Rightarrow \eta_{min}$

$P_{D_t} = \frac{\alpha P_{SA}}{x^2} + \frac{\alpha P_{SB}}{(l-x)^2} \xRightarrow{(*)} \alpha P_{SA} \left(\frac{1}{x^2} + \frac{8}{(l-x)^2} \right) = P_{D_t}$, $\frac{dP_{D_t}}{dx} = 0 \rightarrow \frac{-2}{x^3} + \frac{16}{(l-x)^3} = 0 \rightarrow 8x^3 = (l-x)^3$

$2x = l - x \rightarrow x = l/3$

$P_{D_t (max)} = \frac{9 \alpha P_{SA}}{l^2} (1+2) = \frac{27 \alpha P_{SA}}{l^2}$

$P_{D_A} = \frac{9 \alpha P_{SA}}{l^2}$

$\eta = \frac{9}{27} \times 100 \simeq 33\%$

⑥: 22

$N = 2{,}2 a^3 \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58{,}5 g} \times \frac{6{,}02 \times 10^{23} \text{ NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} \times \frac{2 \text{ atom}}{1 \text{ NaCl}} = 1$

جرم یک مکعب درون یک سلول

تعداد اتم در حجم یک مکعب

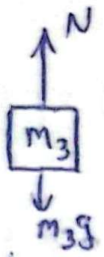
شامل نصف Cl و نصف Na ← جمعاً یک اتم

$a^3 = \frac{58{,}5}{2{,}2 \times 6{,}02 \times 2} \times 10^{-23} = 2{,}2 \times 10^{-23} \text{ Cm}^3 = 2{,}2 \times 10^{-29} m^3 = 22 \times 10^{-30} m^3 \rightarrow \beta = 22$

iranPhO.ir

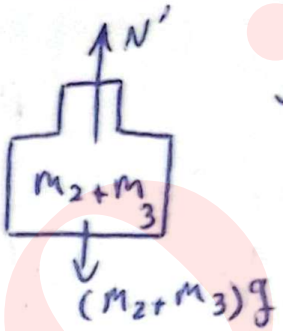
CS CamScanner

⑦. 35 N

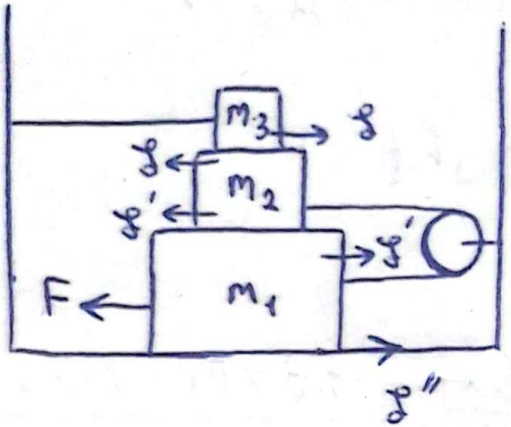


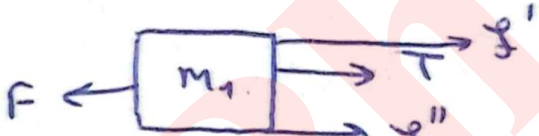
$f = N\mu$

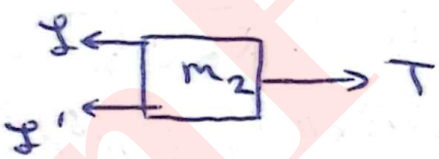
$f = m_3 g \mu$



$f' = (m_2+m_3) g \mu$







$T = f + f'$

$F = T + f' + f''$

$F = f + 2f' + f''$ (*)

و در طرف سمت: $f'' = (m_1+m_2+m_3) g \mu$

$\xrightarrow{(*)} F = g\mu(4m_3 + 3m_2 + m_1) \rightarrow F = 9{,}8 \times 0{,}15 \left[(4\times 1{,}5) + (3\times 1) + (2)\right] \simeq 34{,}9\,N \simeq \boxed{35\,N}$

IranPhO.ir

CamScanner