受験番号	

令和５年度
物　理

問題	
1	点

受験番号	

令和５年度　物理解答紙

（３枚のうち，その１）

解答紙には答えだけでなく，設問に応じて，式・計算・図や文章による説明も書き入れよ。

1

（問１）運動量保存則より，

$$mv = mV + MV$$

$$V = \frac{m}{m+M}v \quad \cdots ①$$

答：$V = \frac{m}{m+M}v$ [m/s]

（問２）失われた力学的エネルギーを ΔE [J] とおくと，

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(m+M)V^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{mM}{m+M}v^2 \quad (\because ①)$$

となるので，

$$\frac{\Delta E}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{M}{m+M}$$

答：$\frac{M}{m+M}$ 倍

（問３）

一体となった後の力学的エネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}(m+M)V^2 = (m+M)gL(1-\cos\theta)$$

$$v^2 = \left(\frac{m+M}{m}\right)^2\{2gL(1-\cos\theta)\}$$

$v>0$ より，

$$v = \frac{m+M}{m}\sqrt{2gL(1-\cos\theta)}$$

答：$v = \frac{m+M}{m}\sqrt{2gL(1-\cos\theta)}$ [m/s]

（問４）力学的エネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}(m+M)V^2 = \frac{1}{2}(m+M)V'^2 + (m+M)g\cdot(2r)$$

$$V'^2 = V^2 - 4gr$$

$V'>0$ および①より，$V' = \sqrt{\left(\frac{m}{m+M}v\right)^2 - 4gr} \quad \cdots ②$

一方，最高点 d における運動方程式より，

$$(m+M)\frac{V'^2}{r} = T + (m+M)g$$

②を代入して，

$$T = \frac{m^2}{(m+M)r}v^2 - 5(m+M)g$$

答：$V' = \sqrt{\left(\frac{m}{m+M}v\right)^2 - 4gr}$ [m/s]，$T = \frac{m^2v^2}{(m+M)r} - 5(m+M)g$ [N]

（問５）最高点 d で $T \geqq 0$ となればよいので，（問４）の結果より，

$$\frac{m^2v^2}{(m+M)r} - 5(m+M)g \geqq 0$$

$$r \leqq \frac{m^2v^2}{5(m+M)^2g} = r_{max}$$

答：$r_{max} = \frac{m^2v^2}{5(m+M)^2g}$ [m]

[redacted]

受験番号	

令和５年度
物　理

問題		
2		点

受験番号	

令和５年度　物理解答紙

（３枚のうち，その２）

解答紙には答えだけでなく，設問に応じて，式・計算・図や文章による説明も書き入れよ。

2

（問１）回路を流れる電流をI_0とおくと オームの法則より $I_0 = \frac{E}{R}$
よって 導体棒が磁場から受ける力は I_0BL であるから
力のつりあいより $F = I_0BL = \frac{EBL}{R}$

答：$F = \frac{EBL}{R}$ [N]

（問２）レールに沿って平行な方向の力のつりあいより

$$mg\sin\theta_1 = \frac{EBL}{R}\cos\theta_1$$

$$E = \frac{mgR\tan\theta_1}{BL}$$

答：$E = \frac{mgR\tan\theta_1}{BL}$ [V]

（問３）磁場に対して垂直な速度成分は $v\cos\theta_2$ であるから
生じる誘導起電力は P→Q の向きに $V = vBL\cos\theta_2$
よって キルヒホッフの第２法則より

$$E - vBL\cos\theta_2 = RI$$

$$I = \frac{1}{R}(E - vBL\cos\theta_2) \quad \cdots ①$$

答：$V = vBL\cos\theta_2$ [V]，$I = \frac{1}{R}(E - vBL\cos\theta_2)$ [A]

（問４）レールに沿って平行な方向の運動方程式より

$$ma = IBL\cos\theta_2 - mg\sin\theta_2$$

$$= \frac{1}{R}(E - vBL\cos\theta_2)BL\cos\theta_2 - mg\sin\theta_2 \quad (\because ①)$$

$$a = \frac{BL\cos\theta_2}{mR}(E - vBL\cos\theta_2) - g\sin\theta_2$$

答：$a = \frac{BL\cos\theta_2}{mR}(E - vBL\cos\theta_2) - g\sin\theta_2$ [m/s²]

（問５）十分に時間が経過したとき，$a = 0$ となるので，問４の結果を用いて

$$a = \frac{BL\cos\theta_2}{mR}(E - v'BL\cos\theta_2) - g\sin\theta_2 = 0$$

$$E - v'BL\cos\theta_2 = \frac{mgR\sin\theta_2}{BL\cos\theta_2}$$

$$v' = \frac{1}{BL\cos\theta_2}\left(E - \frac{mgR}{BL}\tan\theta_2\right)$$

答：$v' = \frac{1}{BL\cos\theta_2}\left(E - \frac{mgR}{BL}\tan\theta_2\right)$ [m/s]

受験番号	

令和５年度
物　理

問題		
3		点

受験番号	

令和５年度　物理解答紙

（３枚のうち，その３）

解答紙には答えだけでなく，設問に応じて，式・計算・図や文章による説明も書き入れよ。

3

（問１）時間が T_A 経過するごとに原子の個数は半分になるので、
求める個数を N_1 とおくと

$$N_1 = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_A}} \quad \text{—— ①}$$

答：$N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_A}}$

（問２）①より

$$N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_A}} = \frac{1}{8}N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 N_0 \qquad \frac{t}{T_A} = 3$$

$$t = 3T_A$$

答：$3T_A$

（問３）時刻 t' での B の個数は．$N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_B}}$ であるから．
これと①より．

$$\frac{1}{8}\cdot N_0\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t'}{T_A}} = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t'}{T_B}}$$

$$3 + \frac{t'}{T_A} = \frac{t'}{T_B} \qquad \frac{T_A - T_B}{T_A T_B}\cdot t' = 3$$

答：$t' = \dfrac{3T_A T_B}{T_A - T_B}$

（問４）質量数はそのままで、原子番号が１増加しているので

答：β崩壊

（問５）（問３）の結果に、$t' = D$、$T_A = 25$、$T_B = 14$ を代入して

$$D = \frac{3\times 25\times 14}{25-14} = \frac{1050}{11}$$

答：$D = \dfrac{1050}{11}$ [日]

（問６）発生した ^{32}S と ^{33}S のモル数をそれぞれ n_1[mol]，n_2[mol] とおくと

$$\begin{cases} n_1 = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{D}{14}} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{75}{11}} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{(7-\frac{2}{11})} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^7\cdot 2^{\frac{2}{11}} = 1 - \frac{1.13}{128} \\ n_2 = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{D}{25}} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{42}{11}} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{(4-\frac{2}{11})} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^4\cdot 2^{\frac{2}{11}} = 1 - \frac{1.13}{16} \end{cases}$$

よって

$$\begin{aligned} m &= 32n_1 + 33n_2 \\ &= 65 - \frac{37}{16}\cdot 1.13 \\ &= 62.3\cdots \\ &\fallingdotseq 62 \end{aligned}$$

答：62 [g]