医学部専門予備校　クエスト　解答速報

東京医科大学　物理　　試験日2月5日（土）

第1問

$\boxed{1}$ 運動方程式（以下、EOMと略記）より、

$$\begin{cases} m\cdot 0 = T - kx - mg \\ M\cdot 0 = Mg\sin\theta - T \end{cases}$$

$$\therefore\ x = \frac{(M\sin\theta - m)g}{k}\ (\equiv x_0)$$

⑥

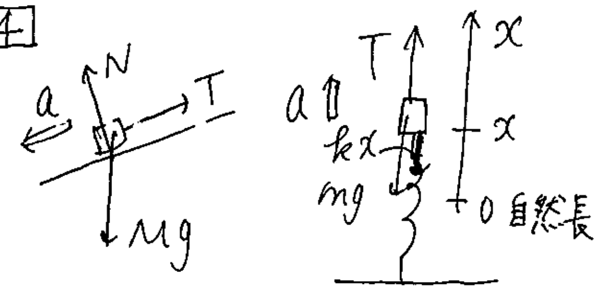
$\boxed{2}$ $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{M+m}}$ ⑭

（$Mg\sin\theta$ につられて、$M\sin\theta$ としないこと）

$\boxed{3}$ $v = A\omega$

$$= d\sqrt{\frac{k}{M+m}}$$ ①

$\boxed{4}$

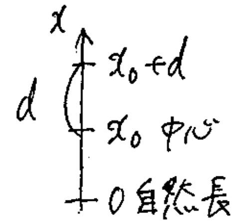


EOMより、

$$\begin{cases} ma = T - mg - kx \\ Ma = Mg\sin\theta - T \end{cases}$$

2式から a を消去して、

$$T = \frac{M}{M+m}(kx + mg + mg\sin\theta)$$



x 大 で T 大 ゆえ、$x = x_0 + d$ で T は最大。

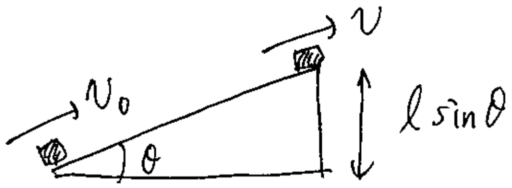
$$\therefore T_{max} = \frac{M}{M+m}(kx_0 + mg + mg\sin\theta)$$

$$= Mg\sin\theta + \frac{M}{M+m}kd$$ ⑦

基本問題。1題も落とせない。

第2問

$\boxed{5}$



エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \mu' N l = \frac{1}{2}mv^2 + mgl\sin\theta$$

$$(N = mg\cos\theta)$$

$$\therefore v = \sqrt{v_0^2 - 2(\mu'\cos\theta + \sin\theta)gl} \quad ⑥$$

$\boxed{6}$ 上式において、$v=0$, $l=L$として、

$$(\mu'\cos\theta + \sin\theta)gL = v_0^2$$

$$\therefore L = \frac{v_0^2}{2(\mu'\cos\theta + \sin\theta)g} \quad ⑤$$

$\boxed{7}$

$$0 = v_0 - (\mu'\cos\theta + \sin\theta)gt$$

$$\therefore t = \frac{v_0}{\mu'\cos\theta + \sin\theta} \quad ⑨$$

$\boxed{8}$

$$L = \frac{1}{2}(\sin\theta - \mu'\cos\theta)t'^2$$

$$\therefore t' = \sqrt{\frac{2L}{g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)}}$$

$$= \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2(\sin^2\theta - \mu'^2\cos^2\theta)}} \quad ②$$

$(\because \boxed{7})$

$\boxed{9}$

$$v_0' = (\sin\theta - \mu'\cos\theta)t'$$

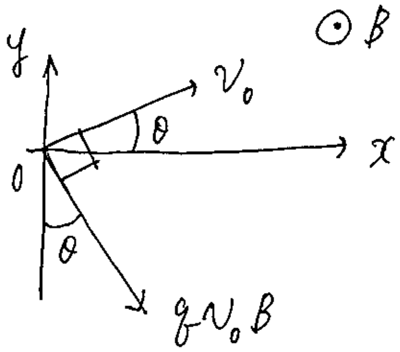
$$= v_0\sqrt{\frac{\sin\theta - \mu'\cos\theta}{\sin\theta + \mu'\cos\theta}} \quad ⑦$$

$(\because \boxed{7})$

定期テストレベル。完答必須。

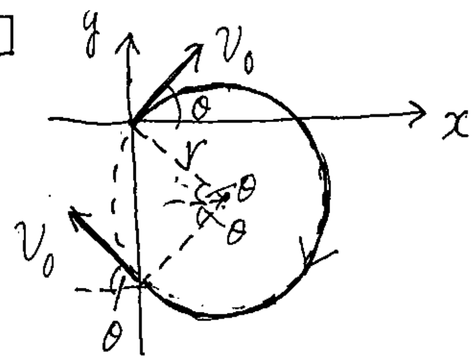
第3問

$\boxed{10}$



$$\vec{F} = \begin{pmatrix} qv_0 B\sin\theta \\ -qv_0 B\cos\theta \end{pmatrix} \quad ②$$

$\boxed{11}$



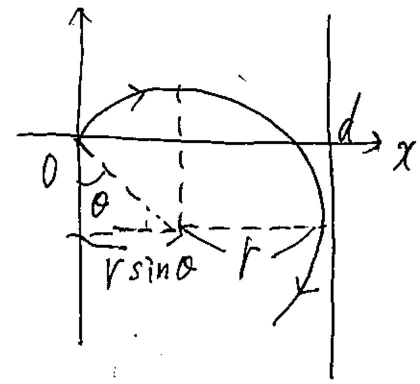
$$\begin{cases} y = -2r\cos\theta \\ \quad かつ \\ m\dfrac{v_0^2}{r} = qv_0 B \end{cases}$$

$$\therefore y = -2\frac{mv_0}{qB}\cos\theta \quad ⑩$$

$\boxed{12}$ $\boxed{11}$ の図より、

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} -v_0\cos\theta \\ v_0\sin\theta \end{pmatrix} \quad ③$$

$\boxed{13}$



$$r\sin\theta + r > d$$

であればよい。

いま、$r\sin\theta + r = d$

として考えて、

$$v_0 = \frac{qBd}{m(1+\sin\theta)} \quad ④$$

ひねりも何もない問題。完答すべき問題である。

第4問

$\boxed{14}$

インピーダンス $Z=\sqrt{R^2+\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$

$Z\equiv\frac{E}{I}$ （E, Iは実効値）ゆえ，

$$I^2\left\{R^2+\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2\right\}=E^2$$

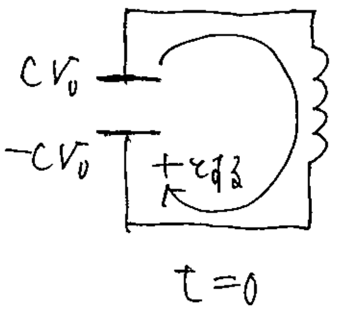
$$\therefore C=\frac{1}{\omega}\cdot\frac{I}{\sqrt{E^2-(RI)^2}}$$

$$=\frac{1}{2\pi f}\cdot\frac{I}{\sqrt{E^2-(RI)^2}}$$ ⑬

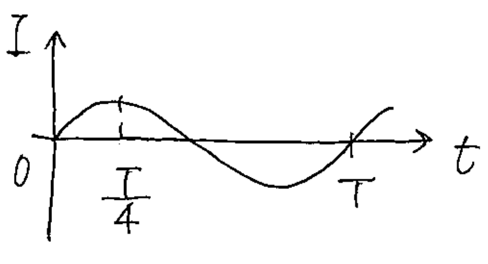
$\boxed{15}$ RI^2 ③

$\boxed{16}$ CV_0 ⑦

$\boxed{17}$



$t=0$

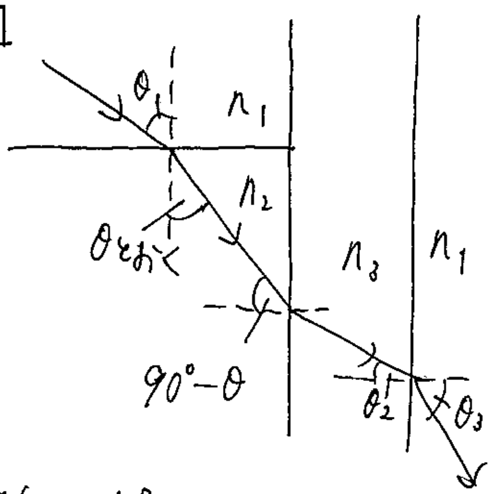


$$\frac{T}{4}=\frac{1}{4}2\pi\sqrt{LC}$$ ④

基本問題である。完答すべきである。

第5問

$\boxed{18}$



屈折の法則より、

$$\begin{cases} n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta & \cdots ㋐ \\ n_2 \sin(90^\circ - \theta) = n_3 \sin\theta_2 & \cdots ㋑ \\ n_3 \sin\theta_2 = n_1 \sin\theta_3 & \cdots ㋒ \end{cases}$$

㋐と㋑から θ を消して、

$$n_2^2 = n_1^2 \sin^2\theta_1 + n_3^2 \sin^2\theta_2$$

$$\therefore \sin\theta_2 = \sqrt{\frac{n_2^2 - n_1^2 \sin^2\theta_1}{n_3^2}} \quad ⑯$$

$\boxed{19}$ ㋒と⑯より、

$$\sin\theta_3 = \frac{n_3}{n_1} \sin\theta_2$$

$$= \frac{\sqrt{n_2^2 - n_1 \sin^2\theta_1}}{n_1} \quad ⑪$$

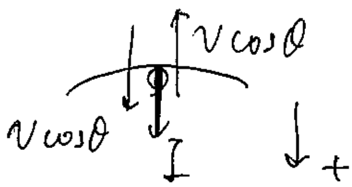
$\boxed{20}$ ⑪で $\sin\theta_3 = 1$ として、

$$\sin\theta_1 = \frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2}}{n_1} \quad ⑧$$

確認テストレベルである。

第6問

21



運動量の定理より、

$$-mv\cos\theta + I = mv\cos\theta$$

$$\therefore I = 2mv\cos\theta \quad ⑮$$

22

$$t = \frac{2r\cos\theta}{v}$$

$$\therefore \frac{1}{t} = \frac{v}{2r\cos\theta} \quad ⑧$$

23

$$2mv\cos\theta \times \frac{v}{2r\cos\theta}t$$

$$= \frac{mv^2 t}{r} \quad ①$$

24 全分子について考えると、

$$\frac{m\overline{v^2}t}{r} \times N = \overline{F} \times t$$

$$\therefore \overline{F} = \frac{Nm\overline{v^2}}{r}$$

いま、$\frac{F}{S} = p$ ゆえ、

$$p = \frac{1}{4\pi r^2} \cdot \frac{Nm\overline{v^2}}{r}$$

$$\therefore \overline{v^2} = \frac{4\pi r^3 p}{mN} \quad ⑪$$

確認テストレベルである。

第7問

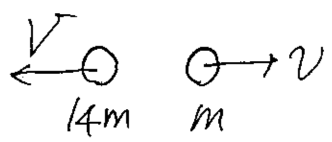
$\boxed{25}$

$$\Delta m = (13.99923 + 1.008666) - (13.9995 + 1.00728) = 0.000666\,u$$

$$\therefore Q = 0.000666 \times 1.49 \times 10^{-10}\,\mathrm{J} \times \frac{1}{1.60 \times 10^{-19}} \times \frac{1}{10^6}\,\mathrm{MeV/J}$$

$$\fallingdotseq 0.620\,\mathrm{MeV} \quad ⑬$$

$\boxed{26}$



運動量保存則より、

$$14mV = mv$$

エネルギー保存則より、

$$Q = \frac{1}{2}(14m)V^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = Q \times \frac{14m}{14m+m}$$

$$\fallingdotseq 0.578\,\mathrm{MeV} \quad ⑫$$

$\boxed{27}$

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

に $N = \frac{4}{5}N_0$ を代入して、

$$\frac{4}{5} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$\Leftrightarrow \log_{10}4 - \log_{10}5 = \frac{t}{T}(-\log_{10}2)$$

$$\therefore t = \frac{\log_{10}5 - \log_{10}4}{\log_{10}2}T$$

$$= 1.9 \times 10^3\,年 \quad ⑤$$

定期テストレベルである。

どの大問も基本的なものであり、満点者が多くいるだろう。
物理を頑張ってきた受験生には
気の毒な内容・レベルであった。