医学部専門予備校　クエスト　解答速報

昭和大学（医）Ⅱ期　物理　試験日 3月 4日（土）

$\boxed{1}$

(1) $m\dfrac{v^2}{r}=\dfrac{ke^2}{r^2}$ …①

(2) 量子条件

$mvr=n\dfrac{h}{2\pi}$ …②

or 問題文に従うなら、

$2\pi r=n\dfrac{h}{mv}$

(3) ①、②から v を消して、

$r_n=\dfrac{h^2}{4\pi^2mke^2}n^2$

(4) $E_n=\dfrac{1}{2}mv_n^2-\dfrac{ke^2}{r_n}$

$=-\dfrac{ke^2}{2r_n}$ (∵①)

$=-\dfrac{2\pi^2mk^2e^4}{h^2}\cdot\dfrac{1}{n^2}$ (<0)

(5) $n>n'$

振動数条件より、

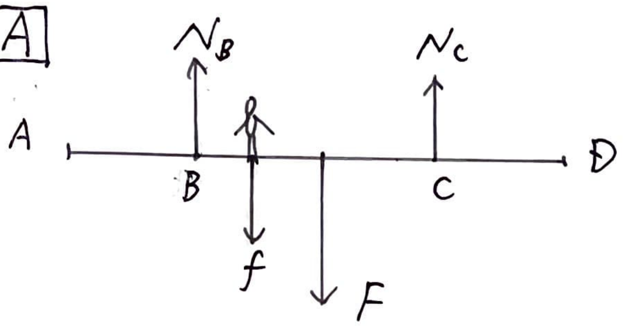
$E_n-E_{n'}=\dfrac{hc}{\lambda}$

$\therefore\ \dfrac{1}{\lambda}=\underbrace{\dfrac{2\pi^2mk^2e^4}{ch^3}}_{\text{リュードベリ定数 }R}\left(\dfrac{1}{n'^2}-\dfrac{1}{n^2}\right)$

確認テストレベルである。

2

A



板の重さを F〔N〕, 人のそれを f〔N〕とおく.

1) 力のつり合い, 力のモーメントのつり合いと考えて,

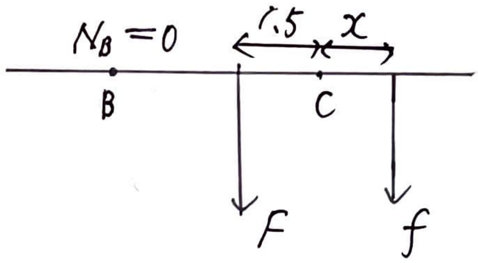
$$\begin{cases} 0 = N_B + N_C - (f + F) \\ 0 = N_C \times 5 - f \times 3 - F \times 3.5 \end{cases}$$

この2式から,

$N_C = 9.2 \times 10^2\ \mathrm{N}$

$N_B = 4.8 \times 10^2\ \mathrm{N}$

2)



C点まわりの力のモーメントのつり合いより,

$$0 = F \times 1.5 - f \times x$$

$$\therefore x = \frac{F}{f} \times 1.5$$

$$= 2.0\ \mathrm{m}$$

よって, Aからの距離 $= 9.0 + 2.0$

$= 11\ \mathrm{m}$

B

1) 運動方程式を立てて,

$$\begin{cases} \text{台+おもり}: (M+m)a = mg \\ \text{台のみ}: Ma = T \end{cases}$$

$$\therefore a = \frac{m}{M+m} g\ [\mathrm{m/s^2}]$$

$$T = Ma = \frac{m}{M+m} Mg\ [\mathrm{N}]$$

2) エネルギー保存則より,

$$\frac{1}{2}(M+m)v^2 = mgh$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2m}{M+m} gh}\ [\mathrm{m/s}]$$

3) 2)と同様に考えて,

$$\frac{1}{2}(M+m)v'^2 = mgh - \mu Mgh$$

$$\therefore v' = \sqrt{\frac{2(m-\mu M)}{M+m} gh}\ [\mathrm{m/s}]$$

($\mu = 0$ とすれば 2) に一致する)

確認テストレベルである.

$\boxed{3}$

(A)

(1) キルヒホッフ第2法則（以下、K2と略記）より、

$$E = \frac{0}{C} + RI_0$$

$$\therefore\ I_0 = \frac{E}{R}$$

(2) K2より、

$$E = \frac{Q_1}{C} + RI_1$$

$$\therefore\ Q_1 = C(E - RI_1)$$

(3) $t \to \infty$ で $I \to 0$ ゆえ、

(2)より、

$$Q_2 = CE$$

(B)

(4) エネルギー保存則（以下、エネ保と略記）より、

$$\frac{1}{2}CE^2 = \frac{1}{2}LI_2^2$$

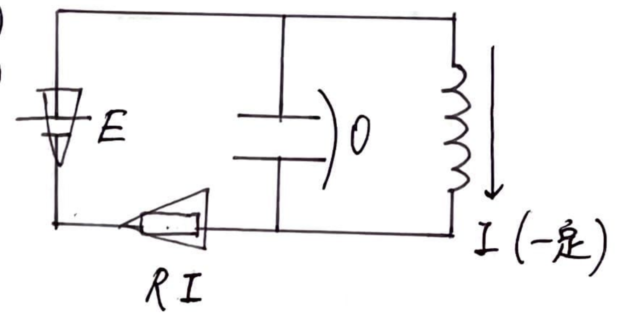
$$\therefore\ I_2 = \sqrt{\frac{C}{L}}\,E$$

(5)
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

(C)

(6)

(7)



$t \to \infty$

K2より、 $I = \dfrac{E}{R}$

エネ保より、

$$\frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}CV^2$$

$$\therefore\ V = \frac{E}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

(7)

スイッチK_1を開いた直後、Iは最大値。これが0になるのにかかる時間は、

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

$$= \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$$

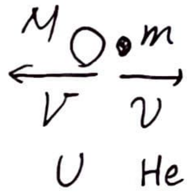
(6)

確認テストレベルである。

$\boxed{4}$

(1) $^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{231}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

(2)



運動量の大きさは同じ（pとする）

$$\frac{1}{2}MV^2 : \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2M} : \frac{p^2}{2m}$$
$$= m : M \cdots ①$$

エネ保より、

$$\frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}mv^2 = E_0 \cdots ②$$

①,②より、

$$\frac{1}{2}MV^2 = E_0 \times \frac{m}{M+m}$$
$$= 8.0\times10^{-13}\,\mathrm{J} \times \frac{4}{235+4}$$
$$\approx 1.3\times10^{-14}\,\mathrm{J}$$

(3) 原子番号を基にして考えるとよい。

$$^{231}_{90}Th \longrightarrow {}^{x}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$$

$x = 231$

$$^{231}_{91}Pa \longrightarrow {}^{y}_{89}Ac + {}^{4}_{2}He$$

$y = 227$

(4) $^{235}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{82}Pb + \alpha\,{}^{4}_{2}He + \beta\,{}^{0}_{-1}e$

$$\begin{cases} 235 = A + 4\alpha \cdots ③ \\ 92 = 82 + 2\alpha - \beta \cdots ④ \end{cases}$$

④より、$\beta = 2(\alpha - 5)$

よって、βは偶数

$\therefore \beta = 2, 4, 6, \cdots$

・$\beta = 2$のとき、$\alpha = 6$

よって③より、$A = 211$

これは不適（選択肢にない）

・$\beta = 4$のとき、$\alpha = 7$

よって③より、$A = 208$

$\therefore$ $^{208}_{82}Pb$

C

(5) (4)より、$\alpha = 7,\ \beta = 4$

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

$$\therefore \frac{N}{N_0} = \frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$\therefore T = \frac{2.8\times10^9\,年}{4}$$
$$= 7.0\times10^8\,年$$

本問も確認テストレベルである。
このようなレベルを入試で解かされるのは「お気の毒」の一言である。