医学部専門予備校　クエスト　解答速報

昭和医科大学（I期）　物理

試験日2月6日（金）

$\boxed{1}$

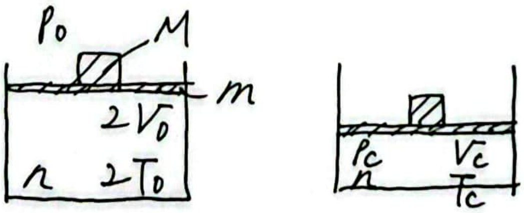
(1) 状態方程式（以下、EOSと略記）より、

$$\begin{cases} \text{状態1}: p_0 V_0 = nRT_0 \\ 〃\ 2: p_0 2V_0 = nRT_B \end{cases}$$

$$\therefore \underbrace{T_B = 2T_0}_{(a)}$$

$$\underbrace{W_{した} = p_0 V_0}_{(b)}$$

(2)



状態B　　〃C

(a) $$p_C = p_0 + \frac{(m+M)g}{S}$$

(b) EOS.より、

$$V_C = \frac{nRT_C}{p_C}$$

(3) $$\Delta U = \frac{3}{2}nR(T_C - T_B)$$

(4) ポアソンの法則より、

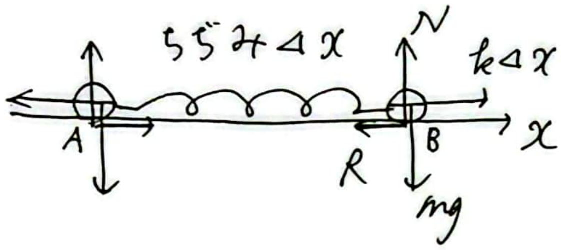
$$T_B V_B^{\frac{2}{3}} = T_C V_C^{\frac{2}{3}}$$

$$\therefore T_C = \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\frac{2}{3}} T_B$$

確認テストレベル．1問も落とせない．

$\boxed{2}$

(1)



物体Bについて運動方程式（以下、EOM.と略記）を立てると、

$$0 = k\Delta x - R$$

$$\therefore\ R = k\Delta x$$

Bが動き出す条件は、

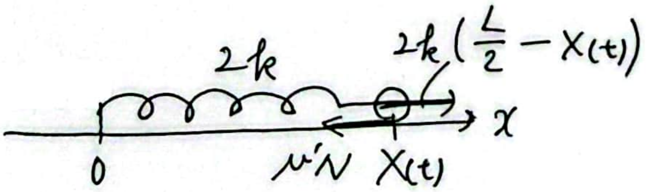
$$R > \mu N$$

$$\Leftrightarrow\ k\Delta x > \mu mg$$

$$\therefore\ \mu > \frac{k\Delta x}{k}$$

(2) ばねの復元力の大きさ $= k\Delta x$
摩擦力　〃　$= \mu' mg$

(3)



ここだけで考える

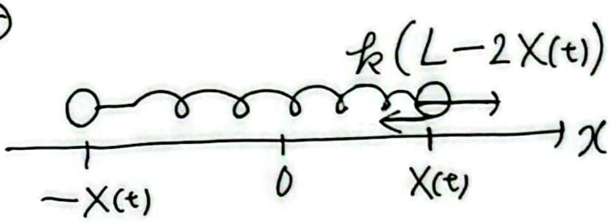
⇒ 自然長 $\frac{L}{2}$

EOM.

$$B:\ ma = 2k\left(\frac{L}{2} - X(t)\right) - \mu' mg$$

$$\therefore\ m\underset{(\ddot{x})}{a} = -2kX(t) + kL - \mu' mg$$

or



全体で考える

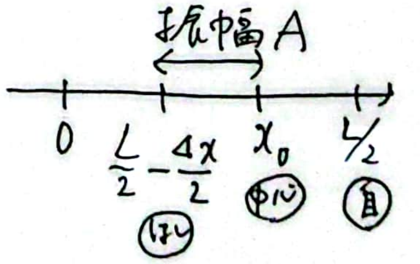
$$B:\ ma = k(L - 2X(t)) - \mu' mg$$

(4) $\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2\omega}$

速さが最大になる位置は合力$=0$となる位置。つまり、振動中心(x_0)。

$$x_0 = \frac{kL - \mu' mg}{2k}$$

$$= \frac{L}{2} - \frac{\mu' mg}{2k}$$



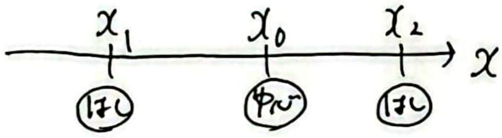
振幅 $A = x_0 - \left(L - \frac{\Delta x}{2}\right)$

$$= \frac{1}{2}\left(\Delta x - \frac{\mu' mg}{k}\right)$$

よって、求める速さ $= A\omega$

$$= \frac{1}{2}\left(\Delta x - \frac{\mu' mg}{k}\right)\omega$$

(5) 物体は単振動の端で止まる.



$$x_0 = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

$$\therefore x_2 = 2x_0 - x_1$$

$$= 2\left(\frac{L}{2} - \frac{\mu' mg}{2k}\right) - \left(\frac{L}{2} - \frac{\Delta x}{2}\right)$$

$$= \frac{L + \Delta x}{2} - \frac{\mu' mg}{k}$$

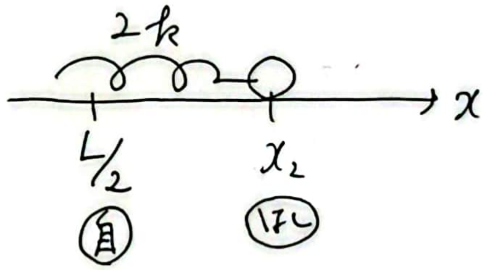
(6) 動まさつ力がした仕事の大きさを求めればよい.

$$\mu' mg \cdot 2\underbrace{A}_{\text{振幅}} \cdot \underbrace{2}_{\text{2物体分}}$$

$$= 4\mu' mg \cdot \frac{1}{2}\left(\Delta x - \frac{\mu' mg}{k}\right)$$

$$= 2\mu' mg\left(\Delta x - \frac{\mu' mg}{k}\right)$$

(7)



$$x_2 - \frac{L}{2}$$

$$= \frac{\Delta x}{2} - \frac{\mu' mg}{k}$$

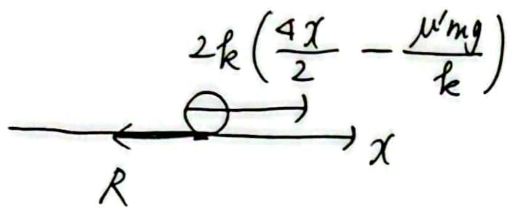
ここで、(1)より、

$$k\Delta x > \mu mg$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta x}{2} > \frac{\mu mg}{2k}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta x}{2} - \frac{\mu' mg}{k} > \frac{(\mu - 2\mu')mg}{2k}$$

$\mu \geq \mu'$ であることから、$\mu - 2\mu' > 0$ と考えて、



EOM.より、

$$0 = 2k\left(\frac{\Delta x}{2} - \frac{\mu' mg}{k}\right) - R$$

$$R = k\Delta x - 2\mu' mg \le \mu mg$$

$$\therefore \mu \ge \frac{k\Delta x}{mg} - 2\mu'$$

・ $\dfrac{(\mu - 2\mu')mg}{2k}$ の正負が不明だと考えるのなら、

$$\mu \ge \left|\frac{k\Delta x}{mg} - 2\mu'\right|$$

という答えになるだろう。

(8) 物体AとBに働く動摩擦力が、各物体に負の仕事をするため系の力学的エネルギーが減少する。その減少分が熱エネルギーに変換されて空気中に散逸したため。

今回最も解きにくかったと思われる。とは言え、ごく標準的なレベルであり、1～2ミス程度におさえたい。

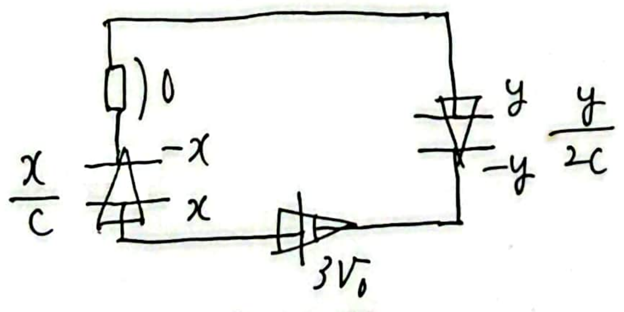
3 A

(1) $I_0 = \dfrac{V_0}{R}$ [A]

(2) $W_{でんち} = \Delta Q \cdot V_0$

$= C V_0^2$ [J]

(3) 以下では、キルヒホッフ第2法則を「キ.2」, 電荷保存則を「電.保」, エネルギー保存則を「エネ.保」と略記する。



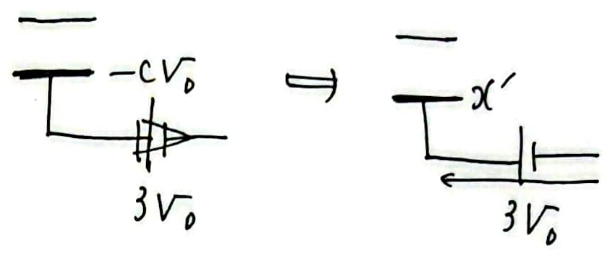
$t \to \infty$

$$\begin{cases} キ.2:\ 3V_0 = \dfrac{x}{C} + \dfrac{y}{2C} \\ 電.保:\ -x + y = CV_0 \end{cases}$$

$\therefore\ x = \dfrac{5}{3} CV_0,\ y = \dfrac{8}{3} CV_0$ [C]

よって、求める電位差 $= \dfrac{y}{2C}$

$= \dfrac{4}{3} V_0$ [V]



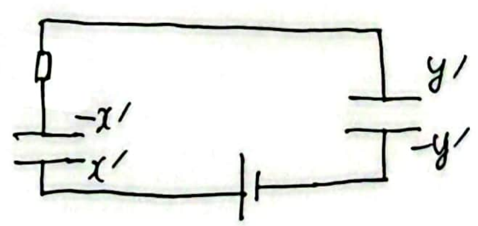
E_2は電荷$\Delta Q = (x' - (-CV_0))$だけ「くみ上げた」。よって、した仕事$W$は、

$W = \Delta Q \cdot 3V_0$

$= \left(\dfrac{5}{3} CV_0 + CV_0\right) \cdot 3V_0$

$= 8CV_0^2$ [J]

(4) S_1 ONとすることでC_1はCV_0[C]の電荷を蓄える。



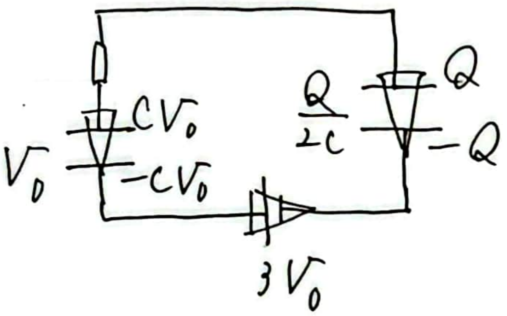
$$\begin{cases} キ.2:\ 3V_0 = \dfrac{x'}{C} + \dfrac{y'}{2C} \\ 電.保:\ -x' + y' = CV_0 + y \end{cases}$$

$\therefore\ x' = \dfrac{7}{9} CV_0,\ y' = \dfrac{40}{9} CV_0$ [C]

よって、求める電位差 $= \dfrac{y'}{2C}$

$= \dfrac{20}{9} V_0$ [V]

(5) (4)の操作を十分多く繰り返すと、C_1, C_2 の電荷は各々、ある値に近づく。



キ.2： $3V_0 + V_0 = \dfrac{Q}{2C}$

求める電位差 $= \dfrac{Q}{2C}$

$= 4V_0$ [V]

（漸化式を立てて解くのもよいけれど時間がいくらかかかる。）

B

(1) $Q = \varepsilon_0 \dfrac{ab}{d} V$

$U = \dfrac{1}{2} \varepsilon_0 \dfrac{ab}{d} V^2$

(2) $C(x) = \varepsilon_0 \dfrac{(a-x)b}{d} + \varepsilon_1 \dfrac{xb}{d}$

$= \dfrac{((\varepsilon_1 - \varepsilon_0)x + \varepsilon_0 a)b}{d}$

(3) $Q(x) = C(x)V$

$= \dfrac{((\varepsilon_1 - \varepsilon_0)x + \varepsilon_0 a)b}{d} V$

$U(x) = \dfrac{1}{2} C(x) V^2$

$= \dfrac{((\varepsilon_1 - \varepsilon_0)x + \varepsilon_0 a)b}{2d} V^2$

(4) $W_{\text{でんち}} = \Delta Q \cdot V$

$$= (C(x) - C(0))V^2$$

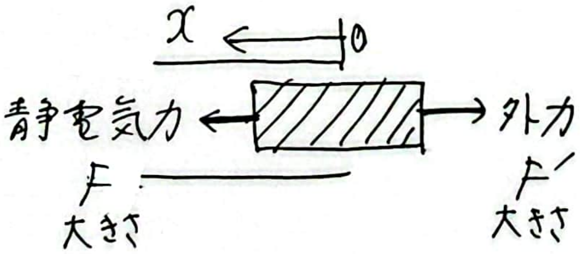
$$= \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_0)bx}{d}V^2$$

(5) エネ保：$\Delta U = W_{\text{でんち}} + W_{\text{外力}}$

ここで、$\Delta U = \frac{1}{2}\Delta Q \cdot V$ ゆえ、

$$W_{\text{外力}} = -\frac{1}{2}\Delta Q \cdot V$$

$$= -\frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_0)bx}{2d}V^2$$



EOM. より、

$$0 = F' - F$$

また、

$$W_{\text{外力}} = -F'x$$

以上から、

$$F = -F'$$

$$= \frac{W_{\text{外力}}}{x}$$

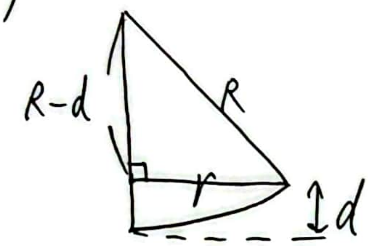
$$= \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_0)bV^2}{2d}$$

定期テストレベルである。

1ミス程度におさえたい。

$\boxed{4}$

(1)



三平方の定理より、

$$R^2=(R-d)^2+r^2$$

$$\therefore\ 0=-2Rd+d^2+r^2$$

d^2を無視して、

$$d=\frac{r^2}{2R}$$

(2) 暗く見える

明線の干渉条件:

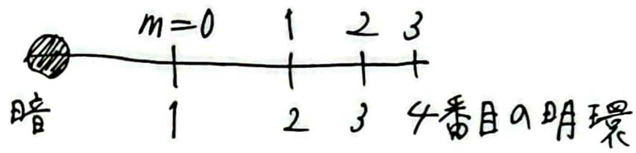
$$2d=\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\Leftrightarrow\ \frac{r^2}{R}=\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda$$

r大でr大

∴ 赤色の光

(3)



m=3の明環を考えて、

$$R=\frac{r^2}{\left(3+\frac{1}{2}\right)\lambda}$$

$$=\frac{(4\times10^{-3})^2}{\frac{7}{2}\times580\times10^{-9}}$$

$$\approx 7.9\ \mathrm{m}$$

(4)

$$\begin{cases}\text{液体あり}:\ n\dfrac{r^2}{R}=\left(4+\dfrac{1}{2}\right)\lambda\\ \text{〃なし}:\ \dfrac{r^2}{R}=\left(3+\dfrac{1}{2}\right)\lambda\end{cases}$$

辺々わって、

$$n=\frac{\frac{9}{2}}{\frac{7}{2}}$$

$$\approx 1.3$$

(5)

反射による位相のずれの回数は不変.
光の波長は小さくなる. よって、明暗は変わらず(つまり、中心は暗環)、半径は小さくなる.

(6) (5)と同じ

(7) 明暗環が逆転して見える
(中心は明環).

確認テストレベル.
完答したい.

CamScannerでスキャン