近畿大学医学部 (前期) 2014年度入学試験　解答速報　物理

平成２６年　1月２６日　実施

I

(1)　すべる直前の斜面方向の力のつり合い式 $mg\sin\alpha = \mu mg\cos\alpha$ より $\boxed{\mu = \tan\alpha}$.

(2)　F の力を加えて静止しているときの，斜面に垂直な方向のつり合い式より，$\boxed{N = mg\cos\beta + F\sin\beta}$.

(3)　すべる直前の斜面方向および斜面に垂直な方向のつり合い式は，

$$\begin{cases} mg\sin\beta = F_0\cos\beta + \mu N \\ N = mg\cos\beta + F_0\sin\beta \end{cases}$$

これより N を消去すると，

$$F_0(\cos\beta + \mu\sin\beta) = mg(\sin\beta - \mu\cos\beta) \quad \cdots ①$$

$\mu = \tan\alpha$ を代入，さらに両辺に $\cos\alpha$ を掛けると，

$$F_0(\cos\beta\cos\alpha + \sin\beta\sin\alpha) = mg(\sin\beta\cos\alpha - \cos\beta\sin\alpha).$$

$$F_0\cos(\beta - \alpha) = mg\sin(\beta - \alpha).$$

よって $\boxed{F_0 = mg\tan(\beta - \alpha)}$.

(4)　(i)　(3) と同様に，つり合い式を作ると，

$$\begin{cases} mg\sin\beta = F_1\cos\beta + \mu' N \\ N = mg\cos\beta + F_1\sin\beta \end{cases}$$

これより N を消去し，F_1 について解くと，$\boxed{F_1 = \dfrac{\sin\beta - \mu'\cos\beta}{\cos\beta + \mu'\sin\beta}mg}$.

(ii)　(i) と (3) の ① 式より

$$F_1 - F_0 = \left(\frac{\sin\beta - \mu'\cos\beta}{\cos\beta + \mu'\sin\beta} - \frac{\sin\beta - \mu\cos\beta}{\cos\beta + \mu\sin\beta}\right)mg.$$

$\mu > \mu'$ より F_0 の方が分母は大きく，分子は小さくなっているので，$F_1 - F_0 > 0$ とわかる.

(5)　(i)　$\boxed{W_g = mgl\sin\beta}$.

(ii)　$\boxed{W_{F1} = -F_1 l\cos\beta = -\dfrac{\sin\beta - \mu'\cos\beta}{\cos\beta + \mu'\sin\beta}\cdot mgl\cos\beta}$.

(iii)　$\boxed{W_f = -\mu' N l = -\dfrac{\mu' mgl}{\cos\beta + \mu'\sin\beta}}$.

(注：$W_g + W_{F1} + W_f = 0$ の関係より求めてもよい．)

(iv)　$\boxed{W_N = 0}$.

II

(1)　定常状態なので，コイルに流れる電流は，$I_0 = \boxed{0\ [\mathrm{A}]}$ となる．

よって，$\mathrm{C_1}$ には電池の電圧 V がかかるので，$Q_0 = \boxed{CV\ [\mathrm{C}]}$.

コイルに蓄えられたエネルギーは，$U_{0\mathrm{L}} = \dfrac{1}{2}L{I_0}^2 = \boxed{0\ [\mathrm{J}]}$.

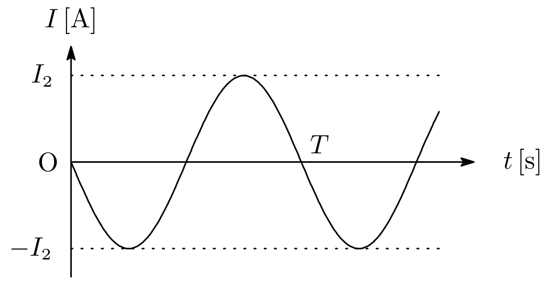
コンデンサー $\mathrm{C_1}$ に蓄えられたエネルギーは，$U_{0\mathrm{C}} = \boxed{\dfrac{1}{2}CV^2\ [\mathrm{J}]}$.

(2)　スイッチを閉じる直前のコイルに流れている電流と同じなので，$I_1 = \boxed{0\ [\mathrm{A}]}$.

(3)　電気振動は，L と $\mathrm{C_1}$ の間で起きるので，$\omega = \boxed{\dfrac{1}{\sqrt{LC}}\ [\mathrm{rad/s}]}$，$T = \boxed{2\pi\sqrt{LC}\ [\mathrm{s}]}$.

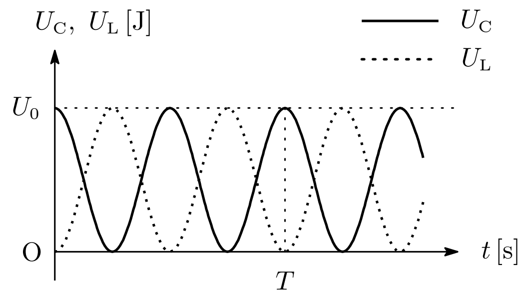
(4)　L と $\mathrm{C_1}$ の間でのエネルギー保存則より，$\dfrac{1}{2}L{I_2}^2 = \dfrac{1}{2}CV^2$．よって，$I_2 = \boxed{V\sqrt{\dfrac{C}{L}}\ [\mathrm{A}]}$.

(5)　始め $I < 0$ の向きに流れ始めるので，$I = -I_2 \sin\omega t = \boxed{-V\sqrt{\dfrac{C}{L}}\sin\dfrac{t}{\sqrt{LC}}}$．グラフは下図.



(6)　$U_{\mathrm{L}} = \dfrac{1}{2}LI^2 = \dfrac{1}{2}CV^2\sin^2\omega t = \boxed{\dfrac{1}{4}CV^2\left(1-\cos\dfrac{2t}{\sqrt{LC}}\right)}$,

$U_{\mathrm{C}} = U_0 - U_{\mathrm{L}} = \dfrac{1}{2}CV^2 - \dfrac{1}{2}LI^2 = \dfrac{1}{2}CV^2\cos^2\omega t = \boxed{\dfrac{1}{4}CV^2\left(1+\cos\dfrac{2t}{\sqrt{LC}}\right)}$．グラフは下図.



(7)　$\mathrm{C_2}$ には，電池 E が並列につながっているので，求める電荷は，$Q_2 = \boxed{CV\ [\mathrm{C}]}$.

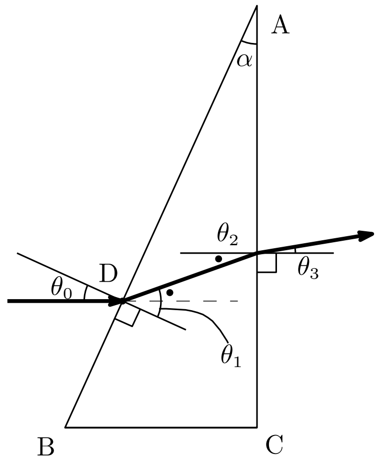
III

(1)　$n < n_0$ なので，面 AB での反射による位相差は $\boxed{0}$．面 AC での反射による位相差は，$\boxed{\pi}$．

明線の生じる条件は，反射による位相差を考慮すると，$2nx\tan\alpha = \left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$ (注：λ は真空中の波長) なので，$x = \left(m+\dfrac{1}{2}\right)\dfrac{\lambda}{2n\tan\alpha} \fallingdotseq \boxed{\dfrac{(2m+1)\lambda}{4n\alpha}}$．

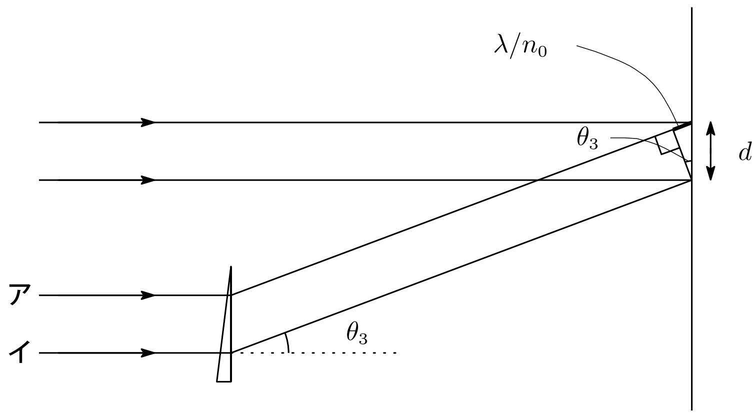
(2)　下図より，$\theta_0 = \alpha$，$\theta_2 = \theta_1 - \theta_0$．また，屈折の法則より，$n_0 \sin\theta_0 = n\sin\theta_1$，$n\sin\theta_2 = n_0\sin\theta_3$．以上から，$\theta_0$，$\theta_1$，$\theta_2$，$\theta_3$ は近似を用いて α で表せる．$\theta_0 = \alpha$，$\theta_1 \fallingdotseq \dfrac{n_0}{n}\alpha$，$\theta_2 \fallingdotseq \left(\dfrac{n_0}{n}-1\right)\alpha$，$\theta_3 \fallingdotseq \left(1-\dfrac{n}{n_0}\right)\alpha$．明らかに，$\theta_0 < \theta_1$，$\theta_3 < \theta_2 < \theta_1$ が成り立つ．ここで，$1 < n < n_0 < 2 < 2n$ であることに注意すると，$\dfrac{n_0}{n} - 1 < 1$ が得られるので，$\theta_2 < \alpha = \theta_0$ とわかる．

以上より，4 つの角を大きい順に並べると，$\boxed{\theta_1 > \theta_0 > \theta_2 > \theta_3}$ となる．



(3)　スクリーン面における光線**ア**，**イ**の経路差は $d\sin\theta_3$ であり，これが液体中の波長 λ/n_0 に等しいので，

$d = \dfrac{\lambda/n_0}{\sin\theta_3} \fallingdotseq \dfrac{\lambda/n_0}{\theta_3} = \dfrac{\lambda}{(n_0-n)\alpha}$．



講評：全体として，昨年より難化している．一昨年と同程度．大問 I の力学は，内容は易しいが計算量が多く，要領よく済ませないと時間がきつくなる．大問 II の電気回路の問題は，内容的には易しい．グラフも受験生なら一度は描いたことのあるグラフだろう．大問 III は難しい．一度やったことのある問題のように見えるかもしれないが，設定が良くある問題とは異なり，設問の内容も高度である．(3) の問題はやったことのある内容ではあるが，前問の内容を使って答えなければならない．(1) は取って欲しい．(2) は角度は求められるが，大きさの評価はなかなか難しいだろう．諦めずにうまく論述で点を稼いで，7 割程度取れれば良いだろう．