大阪医科大学2014年度後期入学試験　解答速報　物理

平成２６年　３月１０日　実施

[I]

(1)　中点の電場は，$E=\dfrac{2kQ}{R^2}$ と書けるので，求める電場は，$\dfrac{kQ}{R^2}-\dfrac{kQ}{(3R)^2}=\dfrac{8kQ}{9R^2}=\dfrac{4}{9}E$ [V/m]

(2)　くり抜いた円の質量を m，半径 R の円の中心を原点 右向きに x 座標をとって，求める 位置を x_1 と置くと，

$0=\dfrac{3mx_1+m\dfrac{R}{2}}{4m}$ より，$x_1=-\dfrac{R}{6}$ 以上より，$\dfrac{R}{6}$ [m]

(3)　3 等分したバネ一つのバネ定数は $3k$ で，これを並列につなぐので，$9k$ [N/m]

(4)　波長は，$85.0\text{cm}\times 2=1.70$[m]．よって，振動数は，$\dfrac{340}{1.70}=200$ [Hz]

(5)　スイッチを閉じて十分時間が経った後，C にかかっている電圧は，$\dfrac{2}{3}E$．スイッチを切った後，C の真下の R($\mathrm{R_1}$ と呼ぶ) と，残りの 3 つの R (合成抵抗 $\dfrac{3}{2}R$ を $\mathrm{R_2}$ と呼ぶ) にコンデンサーの電圧が並列にかかるので，$\mathrm{R_1}$ で発生するジュール熱がもっとも大きい．発生するジュール熱は，抵抗の逆数の比になる．よって，$\mathrm{R_1}$ で発生するジュール熱は，

$\dfrac{1}{2}C\left(\dfrac{2}{3}E\right)^2\times\dfrac{3}{5}=\dfrac{2}{15}CE^2$ [J]

[II]　図の右向きを正とする．

(1)　①　最大摩擦力との力のつり合いにより $x_1=\dfrac{\mu_0 mg}{k}$

②　$x=x_1$ まで V_0 で等速運動して伸びていくので，摩擦力とバネの弾性力との力のつり合いより，摩擦力の大きさは kx

(2)　③　$\mu mg-kx$

④　運動方程式 $m\alpha=\mu mg-kx$ より $\alpha=\mu g-\dfrac{kx}{m}$

⑤　$\alpha=-\dfrac{k}{m}\left(x-\dfrac{\mu mg}{k}\right)=-\dfrac{k}{m}y$ より $\dfrac{k}{m}$

⑥　$x_0=\dfrac{\mu mg}{k}$

⑦　$\omega=\sqrt{\dfrac{k}{m}}$ より $T=\dfrac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

⑧　$x_{\max}=x_0+A=\dfrac{\mu mg}{k}+A$

(3)　⑨　$y_1=x_1-x_0=\dfrac{mg}{k}(\mu_0-\mu)$

⑩　V_0

⑪　力学的エネルギー保存則より $\dfrac{1}{2}kA^2=\dfrac{1}{2}k(⑨)^2+\dfrac{1}{2}mV_0^2$．答は $\dfrac{1}{2}k$

⑫　$\dfrac{1}{2}mV_0^2$

(4)　⑬　$x=x_0-A=\dfrac{\mu mg}{k}-A$

(5)　⑭　V_0

⑮　振動の中心 x_0 に関して x_1 と対称な点となる．$x=x_0-(x_1-x_0)=x_0-y_1=\dfrac{mg}{k}(2\mu-\mu_0)$

[III]

(1) 気体の状態方程式を変形して，$\rho = \dfrac{Pm}{RT} \times 10^{-3}$ [kg/m^3]，$\rho_{\mathrm{B}} = \dfrac{Pm}{RT_{\mathrm{B}}} \times 10^{-3}$ [kg/m^3]

(2) $m = 32 \times \dfrac{1}{5} + 28 \times \dfrac{4}{5} = 28.8 \fallingdotseq 29$，$\rho = \dfrac{1000 \cdot 10^2 \cdot 28.8 \times 10^{-3}}{8.3 \cdot 300} = 1.15 \cdots \fallingdotseq 1.2$ [kg/m^3]

(3) 気球に働く力のつり合いより，$F + \rho_{\mathrm{B}} V_{\mathrm{B}} g = \rho V_{\mathrm{B}} g \quad \therefore F = (\rho - \rho_{\mathrm{B}}) V_{\mathrm{B}} g$ [N]

(4) (3) の F が，気球が持ち上げられる最大の重さであるから，密度に (1) の値を代入して，

$$F = \frac{Pm}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\mathrm{B}}}\right) V_{\mathrm{B}} g \times 10^{-3}\ [\mathrm{N}] \qquad \therefore W = \frac{Pm}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\mathrm{B}}}\right) V_{\mathrm{B}} \times 10^{-3}\ [\mathrm{kg}]$$

(5) 状態方程式と $PV^{\gamma} =$ 一定から，$\dfrac{T^{\gamma}}{P^{\gamma-1}} =$ 一定．よって，$\dfrac{{T_0}^{\gamma}}{{P_0}^{\gamma-1}} = \dfrac{{T_{\mathrm{h}}}^{\gamma}}{{P_{\mathrm{h}}}^{\gamma-1}}$

$$\therefore \frac{P_{\mathrm{h}}}{P_0} = \left(\frac{T_{\mathrm{h}}}{T_0}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

(6) (4) (5) より，対応する圧力，温度の値を代入して，

$$\therefore \frac{W_{\mathrm{h}}}{W_0} = \frac{P_{\mathrm{h}}}{P_0} \cdot \frac{\left(\dfrac{1}{T_{\mathrm{h}}} - \dfrac{1}{T_{\mathrm{B}}}\right)}{\left(\dfrac{1}{T_0} - \dfrac{1}{T_{\mathrm{B}}}\right)} = \frac{T_{\mathrm{B}} - T_{\mathrm{h}}}{T_{\mathrm{B}} - T_0}\left(\frac{T_{\mathrm{h}}}{T_0}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

[IV]

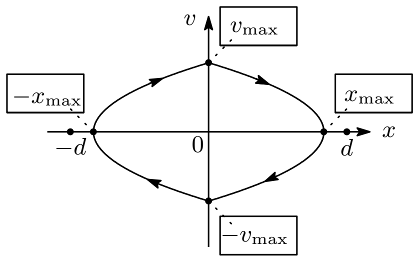
(1) $V = \dfrac{V_0}{d}|x|$ [V]

(2) 力学的エネルギー保存則より $q\dfrac{V_0}{d}x_{\max} = W_0 \qquad \therefore x_{\max} = \dfrac{dW_0}{qV_0}$ [m]

(3) 力学的エネルギー保存則より $\dfrac{1}{2}m{v_{\max}}^2 = W_0 \qquad \therefore v_{\max} = \sqrt{\dfrac{2W_0}{m}}$ [m/s]，$x_{\mathrm{a}} = 0$ [m]

(4) 力学的エネルギー保存則より $qV + \dfrac{1}{2}mv^2 = \dfrac{1}{2}m{v_{\max}}^2$

$$\therefore x = \frac{md}{2qV_0}({v_{\max}}^2 - v^2) = \left\{1 - \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2\right\} x_{\max}\ [\mathrm{m}]$$



(5) x の正負の領域でそれぞれ等加速度運動をするので，

$$T_{\mathrm{c}} = 4 \times v_{\max}\frac{md}{qV_0} = \frac{4d}{qV_0}\sqrt{2mW_0}\ [\mathrm{s}]$$

(6) サイクロトロン周期は $\dfrac{2\pi m}{qB}$ [s] なので，$B = \dfrac{2\pi m}{qT_{\mathrm{c}}}$ [T]

講評：全体として，前期よりも易しくなっている．

I の小問集合は基本的な問題だが，(5) は気をつけないと条件を見落とす．

II のベルトコンベアー上の単振動は，問題は高度なのだが誘導が丁寧なので解きやすくなっている．これも落としたくない．

III の気球の問題は，(5)，(6) の計算で間違え易いが，全て合わせたい．

IV の 電場中の荷電粒子の運動は，内容は難しくないが，作業が繁雑.

深くはないが，点は取りにくい．トータルで 8 割は確保したい．

医歯学部進学予備校　メビオ

〒 540–0033　大阪市中央区石町　2–3–12　ベルヴォア天満橋

TEL 06–6946–0109　FAX 06–6941–9416　URL http://www.mebio.co.jp/

MeBio Scholastics