医学部専門予備校 YMS
医学部進学予備校 メビオ　医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校

解答速報

順天堂大学医学部　物理

2024年 2月3日実施

【物理（解答）】

I

	1	2	3	4	5	6	7
第 1 問	⑤	⑥	⑥	③	①	⑧	②
第 2 問	⑥	⑥	⑤	②	③		
第 3 問	⑧	⑨	②	①	④	⑦	

II

問 1　（小球）　$ma = -T\sin\theta$

　　　（車）　$MA = T\sin\theta$

問 2　$V = -\frac{m}{M}v$

問 3　$v = \sqrt{\frac{2MgL}{M+m}(1-\cos\theta_0)}$

問 4　$F_x = -T\sin\theta - mA$　，$F_y = T\cos\theta - mg$

問 5 (a)　$k = \frac{m(M+m)g}{ML}$

(b)　$V = \theta_0\sqrt{\frac{gL}{2}}\sin\sqrt{\frac{2g}{L}}t$

【物理（講評）】

$\boxed{\mathrm{I}}$

第 1 問　小問集合

いずれも典型問題。ここは完答しておきたい。

第 2 問　ベータトロン　**YMS 順天堂直前対策で完全的中！**

見慣れない設定だと思うが，誘導が丁寧なので 1 ミス程度に抑えたい。

第 3 問　熱サイクル

誘導に乗れない場合は自力で解き，2 ミス程度に抑えたい。

$\boxed{\mathrm{II}}$　慣性力と単振り子運動　**YMS 順天堂直前対策で「単振り子運動」が的中！**

設問が小刻みに置かれているので答えやすい。問 5(a)までは取りたい。

【総評】

昨年に比べてやや易化。全体として誘導が丁寧であり，それに乗れるかどうかで差が付くだろう。分量も，詰まった設問を適宜飛ばせば試験時間内に処理しきれるものである。正規合格ラインは，$\boxed{\mathrm{I}}$ 4 ミス，$\boxed{\mathrm{II}}$ 7 割の「合計 75%」程度と思われる。一次通過ラインは「合計 65%」程度か。

$\boxed{\text{I}}$ 第１問

問１　(a) 浮力の向きは鉛直上向き，作用点は水中にある PB 部分の中心となる。

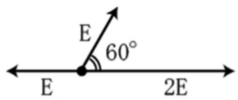
(b) BP の中点に働く浮力　鉛直上向き　大きさ$Sa\rho_0 g$

AB の中点に働く重力　鉛直下向き　大きさ$SL\rho g$

壁から A に働く垂直抗力　水平方向　大きさN

これらを用いて，点Ｂのまわりのモーメントのつりあいの式をつくり，N を求める。

問２　(a) $E=\frac{kq}{a^2}$とおくと，原点における電場は下図のようになる。



(b) x 軸上の二つの電荷から, y 軸上の点$(0, y)$までの距離は等しく, これをr_1とおく。

円周上の電荷$-q$から点$(0, y)$までの距離をr_2とおく。

$$V(y)=\frac{2kq}{r_1}+\frac{kq}{r_1}-\frac{kq}{r_2}=\frac{3kq}{r_1}-\frac{kq}{r_2}$$

問３　音源の振動数をfとおくと　$f_1=\frac{V}{V-u}f$，　$f_2=\frac{V-u}{V}f$　この２式からfを消去する。

問４　経路差 dsinθ−dsinφ= mλとなる。

問５　核反応で失われる質量は$2.0136\times 2-(3.0150+1.0087)=0.0035[u]$

$0.0035[u]\times 1.7\times 10^{-27}\times (3.0\times 10^{8})^2\div (1.6\times 10^{-19})\div 10^{6}=3.3$

第 2 問

問 1　運動方程式（向心方向）　$m\dfrac{v^2}{R} = qvB_0 \iff v = \boxed{\dfrac{qRB_0}{m}}$

問 2（a）　円軌道内を貫く磁束 Φ （磁場と同じ向きを正）は，

$$\Phi = \pi r^2 \times B_1 + \left(\pi R^2 - \pi r^2\right) \times B_2$$

円軌道に生じる誘導起電力 $\mathcal{E}$ （紙面の表から見て反時計回りを正）は，

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= -\frac{d\Phi}{dt}\\ &= -\pi r^2 \frac{dB_1}{dt} - \pi\left(R^2 - r^2\right)\frac{dB_2}{dt}\\ &= -\pi r^2 b_1 - \pi\left(R^2 - r^2\right)b_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore V &= \left|\mathcal{E}\right|\\ &= \boxed{\pi r^2 b_1 + \pi\left(R^2 - r^2\right)b_2}\end{aligned}$$

（b）　円軌道上に生じる誘導電場 E （反時計回りを正）は $E = \dfrac{\mathcal{E}}{2\pi R}\left(<0\right)$ ゆえ，その大きさは $\left|E\right| = \dfrac{V}{2\pi R}$ であり向きは時計回り。

電荷 $q\ (>0)$ の荷電粒子が誘導電場から受ける力は，大きさが $F = q\left|E\right| = \boxed{\dfrac{qV}{2\pi R}}$ $\left(\text{一定}\right)$ であり向きは時計回り。

問 3（a）　運動方程式（接線方向かつ時計回りを正）

$$m\frac{dv}{dt} = F \iff \frac{dv}{dt} = \frac{F}{m}\left(>0\ :\text{一定}\right)$$

時間 T の間の荷電粒子の速さの増加分は $\dfrac{dv}{dt}\times T = \boxed{\dfrac{F}{m}T}$

（b）　時刻 $t > T$ における荷電粒子の速度は，大きさが $v + \dfrac{F}{m}T$ であり向きは時計回り。

運動方程式（向心方向）

$$\begin{aligned}& m\frac{\left(v + \frac{F}{m}T\right)^2}{R} = q\left(v + \frac{F}{m}T\right)\left(B_0 + b_2 T\right)\\ \iff\ & m\frac{\left(\cancel{v} + \frac{F}{m}T\right)}{R} = q\left(\cancel{B_0} + b_2 T\right)\\ \iff\ & F = qRb_2\\ \iff\ & \frac{qV}{2\pi R} = qRb_2\\ \iff\ & \frac{1}{2\pi R}\left\{\pi r^2 b_1 + \pi\left(R^2 - r^2\right)b_2\right\} = Rb_2\\ \iff\ & r^2 b_1 + \left(R^2 - r^2\right)b_2 = 2R^2 b_2\\ \iff\ & \frac{b_1}{b_2} = \boxed{\frac{R^2}{r^2} + 1}\end{aligned}$$

第3問

問１　$\Delta U_{\mathrm{AB}} = C_V(T_{\mathrm{B}} - T_{\mathrm{A}})$

$$= (b - a^2)\frac{C_V}{R}p_0V_0$$

問２　定圧変化なので

$$Q_{\mathrm{BC}} = (C_V + R)(T_{\mathrm{C}} - T_{\mathrm{B}})$$

$$= (1 - b)(1 + \frac{C_V}{R})$$

問３　図1の線分AC と横軸によってできる台形の面積を利用して

$$W_{\mathrm{CA}} = \frac{1}{2}(ap_0 \times aV_0) - \frac{1}{2}p_0V_0$$

$$= \frac{a^2 - 1}{2}p_0V_0$$

問４　状態 M から M‘ において，気体が吸収する熱量をΔQ，外部にする仕事をΔWとおくと，熱力学第一法則より

$$\Delta Q = C_V\Delta T + \Delta W$$

ここで、題意より

$$\Delta W = W_{\mathrm{CA}} \times \frac{\Delta T}{T_{\mathrm{A}} - T_{\mathrm{C}}} = \frac{R}{2}\Delta T$$

であるから

$$\Delta Q = (C_V + \frac{R}{2})\Delta T$$

よって，C→A の過程での気体のモル比熱は $C_V + \dfrac{R}{2}$ である。

問５　熱効率 e は

$$e = 1 - \frac{-Q_{\mathrm{BC}}}{Q_{\mathrm{CA}}}$$

$$= 1 + \frac{(1 - b)\frac{C_V + R}{R} \times R}{(C_V + \frac{R}{2}) \times (a^2 - 1)}$$

問６　このときの A → B の過程における気体の仕事 W は

$$W = ap_0 \times (b - a)V_0$$

$$\fallingdotseq (\Delta b - \Delta a)p_0V_0$$

また，気体の内部エネルギーの変化 ΔU は

$$\Delta U = C_V(T_\mathrm{B} - T_\mathrm{A})$$

$$\fallingdotseq \frac{(\Delta b - 2\Delta a)C_V}{R}p_0V_0$$

よって，熱力学第一法則より

$$0 = \Delta U + W$$

$$\therefore \quad \Delta b = \frac{2C_V + R}{C_V + R}\Delta a$$

$\boxed{\text{II}}$

問１　（小球）　$ma = -T\sin\theta$

（車）　$MA = T\sin\theta$

問２　運動量保存則より，$0 = mv + MV$

よって，$V = -\frac{m}{M}v$

問３　エネルギー保存則より，$mgL(1-\cos\theta_0) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$

$\therefore\quad v = \sqrt{\frac{2MgL}{M+m}(1-\cos\theta_0)}$

問４　$F_x = -T\sin\theta - mA$　，$F_y = T\cos\theta - mg$

問５ (a)　問４に$F_y \fallingdotseq 0$を代入して，$T \fallingdotseq mg$　，問１に代入して，$MA \fallingdotseq mg\theta$　$\therefore$　$A \fallingdotseq \frac{mg}{M}\theta$

また，問４より，$F_x = -T\sin\theta - mA \fallingdotseq -mg\theta - m\frac{mg}{M}\theta$

図より，$\sin\theta \fallingdotseq \theta = \frac{x}{L}$　なので，$F_x = -\frac{m(M+m)g}{ML}x$

(b)　$M = m$ より，$F_x = -\frac{2mg}{L}x$

車内から見た小球の水平方向の運動方程式は，$m\alpha \fallingdotseq F_x = -\frac{2mg}{L}x$

よって，角振動数は$\omega = \sqrt{\frac{2g}{L}}$ となる。

$\therefore$　$x = L\sin\theta_0$ から静かに放すので　$x = L\sin\theta_0 \cdot \cos\sqrt{\frac{2g}{L}}t \fallingdotseq L\theta_0\cos\sqrt{\frac{2g}{L}}t$

また，問 5(a)より，$A \fallingdotseq \frac{mg}{M}\theta = \frac{mg}{m}\cdot\frac{x}{L} == \frac{g}{L}x = \frac{g}{L}L\theta_0\cos\sqrt{\frac{2g}{L}}t = g\theta_0\cos\sqrt{\frac{2g}{L}}t$

tで積分して，$\mathrm{V} = \sqrt{\frac{2g}{L}}\ g\theta_0\sin\sqrt{\frac{2g}{L}}t = \theta_0\sqrt{\frac{gL}{2}}\ g\sin\sqrt{\frac{2g}{L}}t$

昭和大学医学部[Ⅱ期]模試2.21(水)

科目　英／数／化／生／物　申込締切　2月18日（日）20:00

会場　東京／大阪／福岡

聖マリアンナ医科大学[後期]模試2.23(金)

科目　英／数／化／生／物　申込締切　2月20日（火）20:00

会場　東京／大阪／福岡

対象　高3生・高卒生対象　　料金　6,600円（税別）

※内容は変更になる場合がございます。最新の情報はホームページよりご確認ください。

医大別直前講習会　受付中

■ 慶應義塾大学

後期・Ⅱ期

■ 獨協医科大学
■ 聖マリアンナ医科大学
■ 日本大学
■ 埼玉医科大学
■ 昭和大学
■ 日本医科大学

◆各講座の時間割・受講料・会場についてはHPでご確認ください。

本解答速報の内容に関するお問合せは

医学部専門予備校 YMS　heart of medicine
☎ 03-3370-0410　https://yms.ne.jp/
東京都渋谷区代々木1-37-14

医学部進学予備校 メビオ　0120-146-156　https://www.mebio.co.jp/

医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校　0120-192-215　https://www.mebio-eishinkan.com/

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録 ▶　LINE 登録 ▶