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

日本医科大学（前期）　物理

2025年 2月 1日実施

【解答】

［Ⅰ］

（ア）$\sqrt{5gr}$　（イ）$2r$　（ウ）6　（エ）3　（オ）$\frac{2}{3}R$　（カ）8　（キ）$\sqrt{\frac{GM}{R}}$

［Ⅱ］

（ア）1.7　（イ）2.0　（ウ）4.5　（エ）$k\frac{Q}{r^2}$　（オ）0　（カ）$\frac{{v_0}^2}{2A}$　（キ）$\sqrt{2AR}$

［Ⅲ］

（ア）$\frac{633}{64}$　（イ）$\frac{633}{64}$　（ウ）$\frac{27}{8}$　（エ）$\frac{405}{64}$　（オ）$\frac{95}{16}$　（カ）$\frac{253}{633}$

【講評】

［Ⅰ］(1) 非等速円運動 (2) 万有引力

(1) (2) ともに平易であり，完答したい。なお，非等速円運動は「日医模試」と「入試予想 2025 日本医科」で扱った。また，万有引力は「日医直前講習」で扱った。

［Ⅱ］電場と電位

$\boxed{\text{ウ}}$ は計算が重いぶん差が付くだろう。$\boxed{\text{カ}}\boxed{\text{キ}}$ は，球殻の外側において，電場が「点電荷が作る電場」と同じであることから，電位も「点電荷が作る電位」と同じであることを知っていないと厳しいだろう。

［Ⅲ］熱サイクル

内容自体は平易。ミスなく分数計算を処理したい。

【総評】

昨年に比べて易化。時間的な余裕もある。正規合格ラインは，［Ⅰ］完答，［Ⅱ］2〜3 ミス，［Ⅲ］0〜1 ミスで 20 問中 17 問正解の「合計 85%」程度ではないか。1 次通過ラインは「合計 75%」程度か。

【解説】

［Ⅰ］

ア　C における運動方程式（向心方向）　$m\dfrac{v_C^2}{r}=mg$

O と C についてエネルギー保存　$\dfrac{m}{2}v_O^2=\dfrac{m}{2}v_C^2+mg\cdot 2r$

2 式より，$v_O=\boxed{\sqrt{5gr}}$

イ　C と O の鉛直方向について等加速度運動の式　$2r=\dfrac{1}{2}gt_0^2$

C と O の水平方向について等速度運動の式　$\overline{OA}=v_C\times t_0=\boxed{2r}$

ウ　A における運動方程式（向心方向）　$m\dfrac{v_O^2}{r}=N_A-mg \Leftrightarrow N_A=6mg=\boxed{6}\times N$

エ　O と B についてエネルギー保存　$\dfrac{m}{2}v_O^2=\dfrac{m}{2}v_B^2+mgr \quad \therefore v_B^2=3gr$

B における遠心力の大きさは　$m\dfrac{v_B^2}{r}=3mg=\boxed{3}\times N$

オ　小球が半球から離れる位置を E とする

E における運動方程式（向心方向）　$m\dfrac{v_E^2}{R}=mg\cos\theta_E \Leftrightarrow v_E^2=gR\cos\theta_E$

D と E についてエネルギー保存　$mgR=\dfrac{m}{2}v_E^2+mgR\cos\theta_E$

2 式より $\cos\theta_E=\dfrac{2}{3}$ であり，E の床面からの高さは $R\cos\theta_E=\boxed{\dfrac{2}{3}R}$

カ　ケプラーの第 3 法則　$\dfrac{r_A^3}{T_A^2}=\dfrac{r_B^3}{T_B^2} \qquad \therefore \dfrac{T_B}{T_A}=\left(\dfrac{r_B}{r_A}\right)^{2/3}=4^{2/3}=\boxed{8}$（倍）

キ　運動方程式（向心方向）　$m\dfrac{v^2}{R}=G\dfrac{mM}{R^2} \qquad \therefore v=\boxed{\sqrt{\dfrac{GM}{R}}}$

［Ⅱ］

(ア)　エネルギー保存則より，$\frac{1}{2}m{v_0}^2 = QV$　$\therefore v_0 = \sqrt{\frac{2QV}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 1.5\cdot 1.0}{1.0}} = \sqrt{3} \fallingdotseq 1.7\mathrm{m/s}$

(イ)　エネルギー保存則より，初速度と同じ大きさとなる。　$\therefore 2.0\mathrm{m/s}$

(ウ)　図 1 のグラフの傾きは電場に等しいので，運動方程式を立てて，等加速度運動の式に代入すればよい。
途中の電場が 0 の区間は，等速になることに注意。

(エ)　中心に点電荷がある場合と同じ大きさの電場になるので，$k\frac{Q}{r^2}$

(オ)　導体内部の電場は 0

(カ)　エネルギー保存則より，$\frac{1}{2}m{v_0}^2 + (-q)k\frac{Q}{R} = (-q)k\frac{Q}{R+h}$

$\therefore \frac{1}{2}m{v_0}^2 \fallingdotseq kqQ\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R}\left(1 - \frac{h}{R}\right)\right)$　$\therefore h = \frac{m{v_0}^2R^2}{2kqQ} = \frac{{v_0}^2}{2A}$

(キ)　エネルギー保存則より，$\frac{1}{2}m{v_1}^2 + (-q)k\frac{Q}{R} = 0$　$\therefore v_1 = \sqrt{\frac{2kQq}{mR}} = \sqrt{2AR}$

[Ⅲ]

ア　定積変化であるから

$$Q_{AB}=\frac{3}{2}R(T_B-T_A)=\frac{3}{2}(P_2-P_1)V_1=\frac{633}{64}P_1V_1$$

イ　熱力学第一法則より　$Q_{AB}=\Delta U_{AB}+0$

$\therefore\quad \Delta U_{AB}=\frac{633}{64}P_1V_1$

ウ　ポアソンの公式より　$P_2V_1^{\frac{5}{3}}=P_1V_2^{\frac{5}{3}}$

$\therefore\quad V_2=\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{3}{5}}V_1=\left(\frac{3}{2}\right)^3V_1=\frac{27}{8}V_1$

エ　熱力学第一法則より　$0=\Delta U_{BC}+W_{BC}$

$\therefore\quad W_{BC}=-\Delta U_{BC}=\frac{3}{2}(T_B-T_C)=\frac{405}{64}P_1V_1$

オ　定圧変化であるから

$$Q_{CA}=\frac{5}{2}R(T_A-T_C)=-\frac{5}{2}P_1(V_1-V_2)=-\frac{95}{16}P_1V_1$$

よって，熱量の出入りの大きさは $\frac{95}{16}P_1V_1$ である。

カ　熱効率　$e=1+\frac{Q_{CA}}{Q_{AB}}=1-\frac{380}{633}=\frac{253}{633}$

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