２０２５年度　私大医学部入試

２０２５年２月１日　実施

久留米大学

医学部　前期　物 理

（制限時間　理科２科１２０分）

解答速報

医学部専門予備校 D組

解　答

第１問

(1) $\dfrac{mg}{\sin\theta}$

(2) $\dfrac{mg}{\tan\theta}$

(3) (カ)

(4) $\dfrac{{v_0}^2\tan\theta}{g}$

(5) $\dfrac{2\pi v_0\tan\theta}{g}$

(6) 2倍

(7) 8倍

(8) $v_2=\sqrt{{v_1}^2+2g(h_1-h_2)}$

(9) ${v_1}^2=\dfrac{2g{h_2}^2}{h_1+h_2}$

(10) $h_1=\dfrac{3{v_1}^2}{g}$, $h_2=\dfrac{3{v_1}^2}{5g}$

第２問

(1) n_0RT_0

(2) $\dfrac{mP_g}{RT_0}$

(3) 小さくなる

(4) $\dfrac{\rho_0T_0}{T}$

(5) ρ_1Vg+M_1g

(6) $\dfrac{\rho_0V}{\rho_0V-M_1}T_0$

(7) $\dfrac{M_1}{\rho_0V}$

(8) $\dfrac{M_2}{V}$

(9) $\dfrac{T_1}{T_0}$

(10) $\dfrac{M_2T_0}{M_1T_1}\rho_0$

第３問

(1) E

(2) $\dfrac{R}{R+r}E$

(3) $\dfrac{E}{R+r}$

(4) $R\left(\dfrac{E}{R+r}\right)^2$

(5) r

(6) $0.50\,\Omega$

(7) $1.20\,\mathrm{W}$

(8) $R_1=5.00\,\Omega$

解　　説

第１問

Ⅰ

(1) 垂直抗力の大きさをNとして，鉛直方向の力のつり合いから，

$$N\sin\theta = mg \qquad \therefore \quad N = \frac{mg}{\sin\theta}$$

答：$\dfrac{mg}{\sin\theta}$

(2) 円運動を引き起こす向心力は中心向きの垂直抗力の成分であるから，

$$\frac{mg}{\sin\theta}\cos\theta = \frac{mg}{\tan\theta}$$

答：$\dfrac{mg}{\tan\theta}$

(3) 円軌道の中心であるから適切なのは選択肢(カ)である。

答：(カ)

(4) 円運動の半径をrとして，円運動の方程式より，

$$m\frac{{v_0}^2}{r} = \frac{mg}{\tan\theta} \qquad \therefore \quad r = \frac{{v_0}^2\tan\theta}{g}$$

答：$\dfrac{{v_0}^2\tan\theta}{g}$

(5) 周期の定義より，

$$\frac{2\pi r}{v_0} = \frac{2\pi}{v_0}\frac{{v_0}^2\tan\theta}{g} = \frac{2\pi v_0\tan\theta}{g}$$

答：$\dfrac{2\pi v_0\tan\theta}{g}$

(6) 高さは$\dfrac{r}{\tan\theta}$だから，重力による位置エネルギーUは，

$$U = \frac{mgr}{\tan\theta} = m{v_0}^2$$

と表せる。ゆえに，円錐内面で円運動を維持している限り，Uと運動エネルギー$K = \dfrac{1}{2}m{v_0}^2$は比例している。よってUを2倍にしたらKも2倍。

答：$m{v_0}^2$

(7) 力学的エネルギーEは，

$$E = K + U = \frac{3}{2}m{v_0}^2 = \frac{3}{2}U = \frac{3}{2}mgh$$

と表せる。ただし，高さをhとした。Eが16倍でmが2倍ならばhは8倍である。ゆえに求める高さは，

$$8h = 8\frac{r}{\tan\theta} = \frac{8{v_0}^2}{g}$$

答：$\dfrac{8{v_0}^2}{g}$

II

(8) 力学的エネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}m{v_2}^2 + mgh_2 = \frac{1}{2}m{v_1}^2 + mgh_1 \qquad \therefore \quad v_2 = \sqrt{{v_1}^2 + 2g(h_1 - h_2)}$$

答：$\sqrt{{v_1}^2 + 2g(h_1 - h_2)}$

(9) 与えられた法則より $v_2 = \dfrac{h_1}{h_2}v_1$ だから，

$$\left(\frac{h_1}{h_2}\right)^2 {v_1}^2 = {v_1}^2 + 2g(h_1 - h_2) \qquad \therefore \quad {v_1}^2 = \frac{2g{h_2}^2}{h_1 + h_2}$$

答：$\dfrac{2g{h_2}^2}{h_1 + h_2}$

(10) 位置エネルギーが運動エネルギーの6倍であることから，

$$\frac{1}{2}m{v_1}^2 \times 6 = mgh_1 \qquad \therefore \quad h_1 = \frac{3{v_1}^2}{g}$$

設問(9)で得た ${v_1}^2$ の表式を代入して，

$$h_1 = \frac{3}{g}\cdot\frac{2g{h_2}^2}{h_1 + h_2} \qquad \therefore \quad h_2 = \frac{h_1}{5} = \frac{3{v_1}^2}{5g}$$

答：$h_1 = \dfrac{3{v_1}^2}{g}$， $h_2 = \dfrac{3{v_1}^2}{5g}$

第２問

I

(1) 状態方程式より，

$$P_{\mathrm{g}}V = n_0RT_0$$

答：n_0RT_0

(2) 密度 ρ_0 は $\rho_0 = \dfrac{n_0m}{V}$ で表せるから，状態方程式より V を消去して，

$$\rho_0 = \frac{n_0m}{\dfrac{n_0RT_0}{P_{\mathrm{g}}}} = \frac{mP_{\mathrm{g}}}{RT_0}$$

答：$\dfrac{mP_{\mathrm{g}}}{RT_0}$

(3) 開口部が開いている限り，風船内と外の空気の圧力は等しいとみなせる。設問(2)で

得た表式より T_0 が大きくなると ρ_0 が小さくなることがわかる。

答：小さくなる

(4) 設問(2)で得た表式において m，R，P_{g} は一定であるから，密度と温度の積は一定である。ゆえに，

$$\rho T = \rho_0 T_0 \qquad \therefore \quad \rho = \frac{\rho_0 T_0}{T}$$

答：$\dfrac{\rho_0 T_0}{T}$

(5) 浮力の大きさを f とすると力のつり合いより，

$$f = \rho_1 V g + M_1 g$$

答：$\rho_1 V g + M_1 g$

(6) 設問(4)で得た表式より，

$$\rho_1 T_1 = \rho_0 T_0$$

力のつり合いより，

$$\rho_0 V g = \rho_1 V g + M_1 g$$

ρ_1 を消去して，

$$T_1 = \frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0$$

答：$\dfrac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0$

II

(7) 設問(6)で得た表式を代入して，

$$\frac{T_1 - T_0}{T_1} = \frac{\dfrac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0 - T_0}{\dfrac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0} = \frac{M_1}{\rho_0 V}$$

答：$\dfrac{M_1}{\rho_0 V}$

(8) その高度での力のつり合いより，

$$\rho_{\mathrm{h}} V g = \rho_2 V g + M_2 g \qquad \therefore \quad \rho_{\mathrm{h}} - \rho_2 = \frac{M_2}{V}$$

答：$\dfrac{M_2}{V}$

(9) 設問(4)で得た表式より，

$$\rho_{\mathrm{h}} T_0 = \rho_2 T_1 \qquad \therefore \quad \frac{\rho_{\mathrm{h}}}{\rho_2} = \frac{T_1}{T_0}$$

答：$\dfrac{T_1}{T_0}$

(10) 設問(8)と(9)で得た表式から ρ_{h} を消去して，

$$\frac{T_1}{T_0}\rho_2-\rho_2=\frac{M_2}{V}\qquad\therefore\quad \rho_2=\frac{T_0}{T_1-T_0}\frac{M_2}{V}$$

設問(7)で得た表式から V を消去すれば，

$$\rho_2=\frac{T_1}{T_1-T_0}\cdot\frac{T_0}{T_1}\frac{M_2}{V}=\frac{\rho_0 V}{M_1}\cdot\frac{T_0}{T_1}\frac{M_2}{V}=\frac{M_2T_0}{M_1T_1}\rho_0$$

答：$\dfrac{M_2T_0}{M_1T_1}\rho_0$

第３問

Ｉ

(1) スイッチが開いていれば，内部抵抗には電流が流れず電圧降下は起きないため，電池の端子電圧は E である。

答：E

(2)，(3) 抵抗Ｒに流れる電流を I として，回路方程式より，

$$RI+rI=E\qquad\therefore\quad I=\frac{E}{R+r}$$

を得る。電池の端子電圧 V は，起電力 E から内部抵抗の電圧降下 rI を引いたものであり，

$$V=E-rI=E-\frac{r}{R+r}E=\frac{R}{R+r}E$$

(2)の答：$\dfrac{R}{R+r}E$

(3)の答：$\dfrac{E}{R+r}$

(4) 抵抗Ｒで消費される電力 P は，

$$P=RI^2=R\left(\frac{E}{R+r}\right)^2$$

答：$R\left(\dfrac{E}{R+r}\right)^2$

(5) P の式は

$$P=\frac{E^2}{R+2r+\dfrac{r^2}{R}}$$

と書き直せる。分母の式で，相加相乗平均の関係より，

$$R+\frac{r^2}{R}\geqq 2\sqrt{R\cdot\frac{r^2}{R}}=2r\ \text{（等号成立は，}\ R=\frac{r^2}{R}\ \text{すなわち，}\ R=r\ \text{のとき）}$$

が成り立つため，$R=r$ のときに，P は最大値 $P_{\max}=\dfrac{E^2}{4r}$ をとる。

答：r

II

(6) $V=E-rI$ が常に成り立っているため，

$$1.50\,\mathrm{V}=E-r\cdot 0.20\,\mathrm{A}$$

$$1.30\,\mathrm{V}=E-r\cdot 0.60\,\mathrm{A}$$

が成り立つ。これらを連立して解けば，

$$r=0.50\,\Omega,\quad E=1.60\,\mathrm{V}$$

答：$0.50\,\Omega$

(7) $I=\dfrac{E}{R+r}$ より，

$$R=\frac{E}{I}-r=\frac{1.60\,\mathrm{V}}{1.20\,\mathrm{A}}-0.50\,\Omega=\frac{5}{6}\,\Omega$$

であるから，抵抗Rの消費電力 P は，

$$P=RI^2=\frac{6}{5}\,\Omega\cdot\left(1.20\,\mathrm{A}\right)^2=1.20\,\mathrm{W}$$

答：$1.20\,\mathrm{W}$

(8) 並列合成抵抗の公式より，

$$\frac{1}{R_1}+\frac{1}{1.00\,\Omega}=\frac{1}{\dfrac{6}{5}\,\Omega}\qquad\therefore\quad R_1=5.00\,\Omega$$

答：$R_1=5.00\,\Omega$