

久留米大学医学部(前期) 物理

2025年2月1日実施

1

- (1) $\frac{mg}{\sin \theta}$ (2) $\frac{mg}{\tan \theta}$ (3) (力) (4) $\frac{v_0^2}{g} \tan \theta$
 (5) $\frac{2\pi v_0}{g} \tan \theta$ (6) mv_0^2 (7) $\frac{8v_0^2}{g}$ (8) $\sqrt{v_1^2 + 2g(h_1 - h_2)}$
 (9) $\frac{2gh_2^2}{h_1 + h_2}$ (10) $h_1 = \frac{3v_1^2}{g}, h_2 = \frac{3v_1^2}{2g}$

解説

I

- (1) 題意の垂直抗力の大きさを N とする。鉛直方向は力の成分がつりあうことより

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

- (2) (1) の垂直抗力の水平成分を求めればよい。

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

- (3) 等速円運動をしている物体の加速度の向きは、中心軸に向かう向きである。

- (4) 題意の半径を r とする。運動方程式を考えればよい。

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

- (5) $\frac{2\pi r}{v_0} = \frac{2\pi v_0}{g} \tan \theta$

- (6) 位置エネルギーが2倍のとき、高さ、回転半径もそれぞれ2倍となり、(4)より速さは $\sqrt{2}$ 倍となるので運動エネルギーは2倍となる。よって $2 \cdot \frac{1}{2} mv_0^2 = mv_0^2$

- (7) Aの高さは $\frac{r}{\tan \theta} = \frac{v_0^2}{g}$ である。力学的エネルギー、高さ、速さをそれぞれ E, h, v とおくと、

$$h = \frac{v^2}{g}, E = \frac{1}{2} mv^2 + mgh = \frac{3}{2} mgh$$

となる。 E を $16E$, m を $2m$ で置き換えると h は8倍になるとわかるので $\frac{8v_0^2}{g}$

II

(8) 力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

となるので $v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g(h_1 - h_2)}$ (9) (8) の式と $v_1h_1 = v_2h_2$ から v_2 を消去すればよい.

$$(10) \quad mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \times 6 = 3mv_1^2 \text{ より } h_1 = \frac{3v_1^2}{g}$$

また, これを (9) の結果に代入して整理することにより

$$2g^2h_2^2 - gv_1^2h_2 - 3v_1^4 = 0$$

となる. これを $h_2 > 0$ の範囲で解くと $h_2 = \frac{3v_1^2}{2g}$

<次頁につづく>

2

- (1) n_0RT_0 (2) $\frac{P_g m}{RT_0}$ (3) 小さくなる (4) $\frac{T_0}{T} \rho_0$
 (5) $(\rho_1 V + M_1)g$ (6) $\frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0$ (7) $\frac{M_1}{\rho_0 V}$ (8) $\frac{M_2}{V}$
 (9) $\frac{T_1}{T_0}$ (10) $\frac{M_2 T_0}{M_1 T_1} \rho_0$

解説

I

- (1) 理想気体の状態方程式より $P_g V = n_0 R T_0$
 (2) $PV = nRT$ より $\frac{P}{\rho T} = \frac{R}{m} = (\text{一定})$ が導かれるので, $\rho_0 = \frac{P_g m}{RT}$
 (3) (1) より気球内の気体の温度を T としたとき, 風船内の気体の物質質量 n は $n = \frac{P_g V}{RT}$ と表せる。したがって, T が大きくなると n は **小さくなる**。

補足 気球が浮くのは密度が小さくなるのが原因であることは覚えておきたい。気球の体積が一定なので, 密度が小さくなると気体の物質質量は減少する。

- (4) $\frac{P}{\rho T} = (\text{一定})$ より

$$\frac{P_g}{\rho_0 T_0} = \frac{P_g}{\rho T} \quad \therefore \rho = \frac{T_0}{T} \rho_0 \quad \dots \textcircled{1}$$

 (5) 気球にはたらく力のつりあいより (浮力) $= \rho_0 V g = (\rho_1 V + M_1) g \dots \textcircled{2}$
 (6) ②式に①式を代入して

$$\rho_0 V g = \left(\frac{T_0}{T_1} \rho_0 V + M_1 \right) g \quad \therefore T_1 = \frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0$$

II

- (7) (6) の答えを代入して

$$\frac{T_1 - T_0}{T_1} = \frac{\frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0 - T_0}{\frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M_1} T_0} = \frac{M_1}{\rho_0 V} \dots \textcircled{3}$$

- (8) 気球にはたらく力のつりあいより

$$\rho_h V g = (\rho_2 V + M_2) g \quad \therefore \rho_h - \rho_2 = \frac{M_2}{V} \quad \dots \textcircled{4}$$

- (9) $\frac{P}{\rho T} = (\text{一定})$ より, 気球がとまった高さでの大気圧を P_2 として

$$\frac{P_2}{\rho_2 T_1} = \frac{P_2}{\rho_h T_0} \quad \therefore \frac{\rho_h}{\rho_2} = \frac{T_1}{T_0} \dots \textcircled{5}$$

- (10) ③~⑤式に対して, 未知数が ρ_h, ρ_2, V の3文字なので連立方程式を解くことができる。

⑤式より $\rho_h = \frac{T_1}{T_0} \rho_2$ を④式に代入する。

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

ここに③式より $\frac{1}{(T_1 - T_0) V} = \frac{\rho_0}{M_1 T_1}$ を代入し,

$$\rho_2 = T_0 M_2 \cdot \frac{\rho_0}{M_1 T_1} \quad \therefore \rho_2 = \frac{M_2 T_0}{M_1 T_1} \rho_0$$

3

- (1) E (2) $\frac{R}{R+r}E$ (3) $\frac{E}{R+r}$ (4) $R\left(\frac{E}{R+r}\right)^2$
 (5) r (6) $0.50\ \Omega$ (7) $1.20\ \text{W}$ (8) $5.0\ \Omega$

解説

I

- (1) 電流が流れていないので、電池の端子電圧は起電力 E に等しい。
 (2) 抵抗 R にかかる電圧と電池の端子電圧は等しいので、 $\frac{R}{R+r}E$
 (3) 回路に流れる電流を I とすると、キルヒホッフの第 2 法則より、

$$E = (R+r)I \quad \therefore I = \frac{E}{R+r}$$

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

- (5) (4) の結果より、

$$R\left(\frac{E}{R+r}\right)^2 = \frac{E^2}{R + \frac{r^2}{R} + 2r} \leq \frac{E}{2\sqrt{R \cdot \frac{r^2}{R}} + 2r} = \frac{E}{4r}$$

等号成立は、 $R = r$ のとき。

II

- (6) 端子電圧 $V = E - rI$ の式に数値を代入すると、

$$1.50 = E - 0.20r$$

$$1.30 = E - 0.60r$$

したがって、

$$r = \frac{1.50 - 1.30}{0.60 - 0.20} = \mathbf{0.50\ \Omega}$$

- (7) (6) で立てた式に $r = 0.50\ \Omega$ を代入すると、電池の起電力が $E = 1.60\ \text{V}$ であるとわかる。よって、(3) より、

$$1.20 = \frac{1.60}{R + 0.50} \iff R = \frac{1.00}{1.20}$$

したがって、抵抗 R の消費電力は、

$$RI^2 = \frac{1.00}{1.20} \times 1.20^2 = \mathbf{1.20\ \text{W}}$$

- (8) 並列の合成抵抗の公式より、

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{1.00} = \frac{1}{R} = \frac{1.20}{1.00} \quad \therefore R_1 = \mathbf{5.0\ \Omega}$$

講評

1 [力学：円すい内面上の円運動] (やや易～標準)

円すい内面上の円運動に関する標準的な問題。エネルギーの関係や、点Eと点Fの高さ・速さの関係を正しく読み取って作業しなければならぬが、これらをクリアできれば高得点が狙える。(10)は若干の作業量を要するが、丁寧に作業すれば解答可能である。

2 [熱：熱気球] (標準)

熱気球に関する典型的な問題。(1)～(6)は基本的な典型題であり、確実に得点しておきたい。(7)以降も典型的な小問が並ぶが、気球内外の圧力が一定であることや、大気の色度が T_0 で一定であることなど、大問の冒頭にあるリード文が適切に活用できたかがポイントとなる。IIは、受験者によって得点の差が生じたであろう。

3 [電磁気：電池の内部抵抗と起電力] (易)

内部抵抗をもつ電池と、抵抗1つだけの直流回路に関する問題。Iは問題集によくある典型問題で、IIも同様の式を用いた単純な数値計算である。全体的に難易度は低く、手早く解き終えたい。

総評

2024年度前期と比べて易化した。解答数は29個と昨年度より5つ増加したが、いずれの問題も受験生にとって馴染み深い分野が中心の出題で、解きやすい問題が多かった。大問1・大問2とも最後の1～2問がやや難しいものの、大問3を含めて全体的に得点しやすい構成であった。ケアレスミスに注意し、時間内にできるだけ得点したい。目標は75%

メルマガ無料登録で全教科配信！ 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

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 **YMS**
heart of medicine
医学部専門予備校 **英進館メビオ** 福岡校
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

☎03-3370-0410
<https://yms.ne.jp/>

☎0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>



諦めない受験生をメビオは応援します！

医学部後期入試
ガイダンス **参加無料**

2/11(火・祝) 14:00～14:30 医学部進学予備校メビオ校舎

詳細やお申込はこちらから



私立医学部 2025年入試対策
大学別後期模試

2/13 近畿大学医学部
2/19 金沢医科大学
2/20 昭和大学医学部
2/23 聖マリアンナ医科大学

詳細やお申込はこちらから



医学部進学予備校 **メビオ** フリーダイヤル ☎0120-146-156

校舎にて個別説明会も随時開催しています。
【受付時間】9:00～21:00 (土日祝可)

大阪府大阪市中央区石町2-3-12 ベルヴォア天満橋
天満橋駅(京阪/大阪メトロ谷町線)より徒歩3分