

川崎医科大学 物理

2024年1月21日実施

I

解答

ア ⑤ イ ⑧ ウ ⑤ エ ⑩ オ ⑤

解説

問 1 ア 1 回目の衝突直前と直後で運動量保存則より $mv_0 = 2mv_1$ $v_1 = \textcircled{5} \frac{1}{2} v_0$

問 2 イ 題意より発生した熱 Q_1 は

$$Q_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}2m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}mv_0^2\left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2}mv_0^2 \cdot \frac{1}{2}$$

となる。また、比熱の定義より 1 回目の衝突による温度変化を $\Delta T_1 = T_1 - T_0$ として

$$Q_1 = 2mc\Delta T_1$$

$$\Delta T_1 = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2 \cdot \frac{1}{2}}{2mc} = \frac{v_0^2}{8c} \quad \therefore T_1 = \textcircled{8}T_0 + \frac{v_0^2}{8c}$$

問 3 ウ 4 回目の衝突直後の小物体の速度 v_4 は 1 回目の衝突前と 4 回目の衝突直後で運動量保存則より $mv_0 = 5mv_4$ $\therefore v_4 = \frac{1}{5}v_0$
したがって初めから 4 回目までの衝突で発生した熱の和 Q_4 は

$$\begin{aligned} Q_4 &= \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}5m\left(\frac{v_0}{5}\right)^2 \\ &= \frac{1}{2}mv_0^2\left(1 - \frac{1}{5}\right) \\ &= \frac{1}{2}mv_0^2 \cdot \frac{4}{5} \\ &= \textcircled{5} \frac{2}{5}mv_0^2 \end{aligned}$$

問 4 エ 初めから 4 回目の衝突後までの温度変化 ΔT_4 は問 2 と同様に $\Delta T_4 = \frac{Q_4}{5mc} = \frac{2v_0^2}{25c}$ $\therefore T_4 = \textcircled{10}T_0 + \frac{2v_0^2}{25c}$

問 5 オ 問 4 と同様に考えて、初めから n 回目の衝突後までに発生した熱 Q_n は

$$\begin{aligned} Q_n &= \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(n+1)m\left(\frac{v_0}{n+1}\right)^2 \\ &= \frac{1}{2}mv_0^2\left(1 - \frac{1}{n+1}\right) \\ &= \textcircled{5} \frac{n}{2(n+1)}mv_0^2 \end{aligned}$$

II

解答

カ ④ キ ⑤ ク ④ ケ ⑨ コ ③ サ ③

解説

カ 求める力の大きさを T とおく。水平方向の力のつりあいより

$$T \sin \theta_0 = qE$$

となるので, $T = \textcircled{4} \frac{Eq}{\sin \theta_0}$

キ 鉛直方向の力のつりあいより

$$T \cos \theta_0 = mg$$

となるので, $T = \textcircled{5} \frac{mg}{\cos \theta_0}$

ク カ ・ キ の結果から T を消去して $E = \textcircled{4} \frac{mg \tan \theta_0}{q}$

ケ 一様な電場の性質より, 求める電位は, 点 O から小球が静止した位置までの水平方向の距離と電場の強さとの積を求め, 0 から引くと得られる. $\textcircled{9} - \frac{mgL \sin \theta_0 \tan \theta_0}{q}$

コ 求める合力の大きさは, つり合いの位置で糸が小球を引く力に等しい. $\textcircled{3} \frac{mg}{\cos \theta_0}$

サ みかけの重力加速度を g' とすると $\textcircled{3}$ より, $g' = \frac{g}{\cos \theta_0}$ が成り立つ. よって求める周期は $2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}} = \textcircled{3} 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta_0}{g}}$

III

解答

シ ④ ス ⑤ セ ⑥ ソ ⑦ タ ⑧ チ ⑨

解説

問 1 **シ** r_1 と r_2 は並列なので、電圧が等しい。また、 r_1 と r_2 はどちらも抵抗値が R なので、オームの法則より $I_2 = \text{④} 1 \cdot I_1$

問 2 **ス** キルヒホッフの第一法則より r_5 には $I_1 + I_2 = 2I_1$ の電流が流れる。 r_3 に流れる電流を I_3 とすると、 r_2 , r_3 , r_5 を含む閉回路のキルヒホッフの第 2 法則より

$$I_3 \cdot 2R = I_2 \cdot 2R + 2I_1 \cdot R \quad \therefore I_3 = \text{⑤} 2 \cdot I_1$$

問 3 **セ** 問 2 と同様に考える。キルヒホッフの第一法則より r_6 には $I_3 + 2I_1 = 4I_1$ の電流が流れる。 r_4 に流れる電流を I_4 とすると、 r_3 , r_4 , r_6 を含む閉回路のキルヒホッフの第 2 法則より

$$I_4 \cdot 2R = I_3 \cdot 2R + 4I_1 \cdot R \quad \therefore I_4 = \text{⑥} 4 \cdot I_1$$

問 4 **ソ** 問 3 と同様に考えると r_7 には $I_4 + 4I_1 = 8I_1$ が流れる。このとき、電池、 r_4 , r_7 を含む閉回路のキルヒホッフの第 2 法則より

$$V = 8I_1 \cdot R + I_4 \cdot 2R \quad \therefore I_1 = \text{⑦} \frac{V}{16R}$$

問 5 **タ** 電圧 V の電池に $2I_4 = 8I_1 = \frac{V}{2R}$ の電流が流れるので、オームの法則から合成抵抗 R' は $R' = \frac{V}{2I_4} = \text{⑧} 2R$

問 6 **チ** r_6 には $4I_1 = \frac{V}{4R}$ の電流が流れるので、 r_6 の両端の電圧は $4I_1 \cdot R = \text{⑨} \frac{V}{4}$

IV

解答

ツ ⊕ テ ㊦ ト ㊲ ナ ㊱ ㊲ ⊖

解説

- 問 1 ツ 質量 M の粒子 1 に関して, $eV = \frac{1}{2}Mv_1^2$, が成り立つ. したがって, $v_1 = \sqrt{\frac{2eV}{M}}$, $p_1 = Mv_1 = \sqrt{2MeV}$, $E_1 = eV$ となる. 同様に, $v_2 = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$, $p_2 = mv_2 = \sqrt{2meV}$, $E_2 = eV$ となるので, 大小関係は, $\oplus v_1 < v_2 \quad p_1 > p_2 \quad E_1 = E_2$
- 問 2 テ 各粒子が曲がる向きは, フレミングの左手の法則などを用いてローレンツ力の向きを求めて考える. 粒子 1 は正電荷なので W 向き, 粒子 2 は負電荷なので E 向きにローレンツ力を受けて進行方向が曲がる. \ominus
- 問 3 ト 運動方程式, $m\frac{v^2}{r} = evB$ より, 円運動の軌道半径は $r = \frac{mv}{eB}$ よって, 円運動の周期は, $T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi\frac{m}{eB}$. 図より, 円運動の半周期 $\frac{\pi m}{eB}$ ごとに, 磁場を反転させればよい. \ominus
- 問 4 ナ 問 3 の式を用いると, $mv = \ominus reB$
- 問 5 ㊲ $eV = \frac{1}{2}mv^2$ に問 3 より得られる $v = \frac{eBr}{m}$ を代入すると, $eV = \frac{(eBr)^2}{2m} \quad \therefore \frac{e}{m} = \ominus \frac{2V}{r^2 B^2}$

講評

I [力学+熱：複数の小物体の連続衝突] (標準)

完全非弾性衝突によるエネルギーの熱への変換の問題。複数回の衝突を扱う際に、衝突した全ての小球の速度が等しくなることに注意。また n 回目の衝突では $n+1$ 個の小球が同じ速度になることに注意する必要がある。また、選択肢を選ぶ際に、問題で問われているのが温度上昇ではなく温度、あるいはエネルギーであることを確認する必要がある。

II [力学+電磁気：単振り子、見かけの重力] (やや易)

静電気力と重力の和を見かけの重力として扱う問題。問題文に丁寧な説明があり解きやすい。完答したい。

III [電磁気：はしご型抵抗回路] (標準)

はしご型の抵抗回路についての問題。今回与えられた回路に関しては、右側から合成していくと規則がすぐにわかる。最初から変数を置いて計算しようとするとかえって規則に気づきにくくなるが、計算で求めてもそれほど難しくない。できれば完答したい。

IV [電場・磁場中の荷電粒子の運動] (標準)

荷電粒子の電場による加速、磁場中の円運動についての問題。標準的な内容なのでできれば完答したい。

総じて、2023年度と同程度の難易度。2024年度は2023年度と変わらず大問4問の形式。基本的な内容を正しく理解している必要がある。大問1と大問3の内容は標準的なものではないが、川崎医科大学で2021年度以前によく出題されていた数学的な考察を要する問題であった。

マークの総数は22で、2023年度入試の26よりも4減少し、2022年度入試のマーク数に戻った。難易度はやや易～標準の問題が出ている。2023年度と同様に狭い範囲からの出題であり、波動、原子分野からの出題はなかった。問題の分量はそれほど多くないので、計算と見直しに時間を十分にかけたい。

目標は、70%

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
heart of medicine **YMS**

医学部専門予備校
英進館メビオ 福岡校

☎03-3370-0410
<https://yms.ne.jp/>

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



登録はこちらから

合格への最後の一步！

受講
無料

金沢医大 1/30 (火)
前日特別講座

18:00～18:30 ホテルフクラシア大阪ベイ

諦めない受験生をメビオは応援します

参加
無料

医学部後期入試
ガイダンス 2/4 (日)

14:00～14:30 大阪梅田
ツインタワーズ・ノース

詳しくは Web または お電話で

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