

大阪医科薬科大学(前期) 物理

2024年2月10日実施

I

- (1) $\frac{mgL}{3}$ [J] (2) $\sqrt{v_0^2 + \frac{2gL}{3}}$ [m/s] (3) $\frac{g}{15}$ [m/s²] (4) $\frac{v_0}{6}$ [m/s]
 (5) $\frac{5v_0}{2g}$ [s] (6) $\frac{5v_0^2}{2g}$ [m] (7) (a), $\frac{5}{12}$

解説

図の右向きを正とする。

- (1) 動摩擦力が P にする仕事の大きさを求めればよい。動摩擦力の大きさは $\frac{mg}{3}$ ，P の変位の大きさは L なので， $\frac{mgL}{3}$ [J]
 (2) 求める速さを v とする。力学的エネルギーと保存力以外の力のする仕事の関係より

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{mgL}{3}$$

となる。よって $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2gL}{3}}$ [m/s]

- (3) B の加速度を a_B とおく。B についての運動方程式は $5ma_B = \frac{mg}{3}$ となる。よって $a_B = \frac{g}{15}$ [m/s²]
 (4) 求める速さを V とする。B と P を合わせた系について運動量保存則が成り立つので， $mv_0 = 6mV$ となる。よって $V = \frac{v_0}{6}$ [m/s]
 (5) 求める時間を t とする。B に関する運動量と力積の関係より

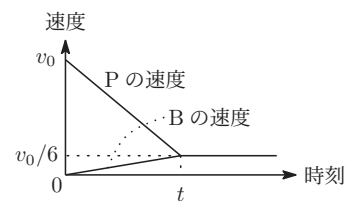
$$5mV - 0 = \frac{mg}{3}t$$

となる。よって $t = \frac{5v_0}{2g}$ [s]

- (6) B, P の速度と時刻の関係は右図のようになる。P が B 上で $\frac{L}{2}$ だけ移動することから，

$$\frac{1}{2}v_0t = \frac{L}{2} \text{ が成り立つ。よって}$$

$$L = \frac{5v_0^2}{2g} \text{ [m]}$$



- (7) P が B から落下しないと仮定する。P の床に対する動きを止めた瞬間から B が床に対して静止するまでの B の変位の大きさを L' とおく。等加速度運動についての公式より

$$0^2 - \left(\frac{v_0}{6}\right)^2 = 2\left(-\frac{g}{15}\right)L'$$

となる。よって $L' = \frac{L}{12} < \frac{L}{2}$ となるので，P は B から落下しないことがわかる。また B の左端と P との距離は

$$\frac{L}{2} - \frac{L}{12} = \frac{5}{12}L$$

となる。以上より (a), $\frac{5}{12}$

III

- (1) 抵抗1 : 0 [A], 抵抗2 : $\frac{E}{2R}$ [A] (図の上向き) (2) 極板Bの電気量 : C_2E [C], エネルギー : $\frac{1}{2}C_2E^2$ [J]
 (3) 抵抗1 : 0 [A], 抵抗2 : $\frac{E}{2R}$ [A] (図の上向き) (4) $\frac{1}{3}E$ [V]
 (5) ① : $-\frac{3C_1+2C_2}{3}$, ② : $\frac{4C_1+3C_2}{3}$

解説

以下、電池の負極側の電位を 0 [V] とする。

- (1) スイッチを1の側に入れた直後、コンデンサー1, コンデンサー2 (以下 C_1, C_2 とする) とともに両端の電位差が 0 [V] なので, 抵抗1の両端の電位差は 0, 抵抗2の両端の電位差は E である。以上より, 抵抗1を流れる電流 $I_1 = 0$ [A], 抵抗2を流れる電流は図の上向きで大きさが $I_2 = \frac{E}{2R}$ [A]
 (2) スイッチを2の側に入れてから十分な時間の後, 抵抗1, 2の電流はいずれも 0 [A]. 極板Bの電位は E [V] となるので, C_1, C_2 の両端の電位差はいずれも E [V]. よって, 極板Bに蓄えられている電気量 $Q_2 = C_2E$ [C], C_2 に蓄えられているエネルギーは $\frac{1}{2}C_2E^2$ [J]
 (3) C_1, C_2 の両端の電位差を考慮すると, 抵抗1の右端の電位は 0 [V] なので, 抵抗1を流れる電流 $I_1 = 0$ [A]. 抵抗2の両端の電位差は E なので, 抵抗2を流れる電流は, 図の上向きで大きさが $I_2 = \frac{E}{2R}$ [A]
 (4) スイッチを1の側に入れた状態で, 十分に時間がたったとき, 抵抗1, 2には大きさがいずれも $\frac{E}{3R}$ [A] の電流が流れる。抵抗1の両端の電位差は $R \cdot \frac{E}{3R} = \frac{1}{3}E$ [V]
 (5) 極板Aを含む孤立部分の電気量の和は $-(C_1 + C_2)E$ [C]. 極板Aの電位を V [V] とすると, 電気量保存則より,

$$-(C_1 + C_2)E = C_1V - C_2\left(\frac{E}{3} - V\right) \quad \therefore V = -\frac{3C_1 + 2C_2}{3(C_1 + C_2)}E \text{ [V]}$$

$$\text{よって, } Q_1 = C_1V = \frac{C_1E}{(C_1 + C_2)} \times \left(\text{①} - \frac{3C_1 + 2C_2}{3}\right), \quad Q_2 = C_2\left(\frac{E}{3} - V\right) = \frac{C_2E}{(C_1 + C_2)} \times \left(\text{②} - \frac{4C_1 + 3C_2}{3}\right)$$

IV

- (1) ① 50 ② ア ③ 34 ④ イ
 (2) $\frac{eB(a^2 + b^2)}{2ma}$
 (3) Rhc (4) 24,000 ベクレル

解説

(1) 焦点距離 8 cm の凸レンズに対する像の位置を b_1 とすると、写像公式より

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{8} \quad \therefore b_1 = 40 \text{ cm}$$

凸レンズは $x = 10 \text{ cm}$ の位置にあるので、像の x 座標は $x = 10 + 40 = \textcircled{1} 50 \text{ cm}$
 また、 $b_1 > 0$ より②ア。実像ができる。

2枚の凸レンズのレンズ間距離が $58 - 10 = 48 \text{ cm}$ であるから、焦点距離 12 cm の凸レンズ（レンズ L_2 とする）と①の像までの距離を a_2 とすると、 $a_2 = 48 - 40 = 8 \text{ cm}$ と分かる。よってレンズ L_2 から L_2 の像までの変位を b_2 とし、写像公式より

$$\frac{1}{8} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{12} \quad \therefore b_2 = -24 \text{ cm}$$

レンズ L_2 の位置が $x = 58 \text{ cm}$ なので L_2 の像の x 座標は $x = 58 - 24 = \textcircled{3} 34 \text{ cm}$
 また、 $b_2 < 0$ より④イ。虚像ができる。

(2) 電子は磁場から大きさ evB のローレンツ力を受けて、等速円運動を行う。また、電子が原点を通過するときのローレンツ力の向きは与えられた条件とフレミング左手の法則から x 軸正の向きである。円軌道の半径 r は向心方向の運動方程式より

$$m \frac{v^2}{r} = evB \quad \therefore v = \frac{eBr}{m} \dots (*)$$

である。以上より電子は xy 平面上で $(r, 0, 0)$ を中心とした半径 r の円軌道を描く。題意より電子は $(a, b, 0)$ を通るので、

$$(a - r)^2 + b^2 = r^2 \quad \therefore r = \frac{a^2 + b^2}{2a}$$

これを(*)式に代入して $v = \frac{eB(a^2 + b^2)}{2ma}$

(3) $n = 1$ と量子数 n の準位との間の遷移で、エネルギー $\frac{hc}{\lambda_n}$ の光子の吸収または放出が起きるとすると、振動数条件 $E_n - E_1 = \frac{hc}{\lambda_n}$ に問題文中の①式を代入して、

$$\frac{hc}{\lambda_n} = -\frac{A}{n^2} - \left(-\frac{A}{1^2}\right) = A \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

これを与えられた②式と比較して $A = Rhc$

(4) 放射能の強さは放射性同位体の原子核数に比例する。また、放射性同位体 A の半減期が 2 時間であることから、A の数は 2 時間ごとに半分になる。したがって、6 時間後の A の数ははじめの $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$ 倍となるため、A の放射能の強さもはじめの $\frac{1}{8}$ 倍となる。同様に放射性同位体 B の半減期が 6 時間であることから、B の放射能の強さも 6 時間ではじめの $\frac{1}{2}$ 倍となる。以上より、初めの A と B の放射能の強さをそれぞれ、 I_A 、 I_B とすると、

$$I_A + I_B = 42000 \text{ Bq}$$

$$\frac{1}{8} I_A + \frac{1}{2} I_B = 12000 \text{ Bq}$$

が成り立つ。これらを解いて $I_A = 24,000 \text{ Bq}$

講評

I [力学：摩擦のある台上の物体の運動] (標準)

(6)までは摩擦のある2物体の基本的な問題である。(7)はPがBから落下するかどうかについて少し考察が必要であるが、難しくはない。 $v-t$ グラフを用いると考え易く、完答を目指したい問題である。

II [熱：熱気球] (やや易)

気球に関する基本的な問題。気体の物質量が変化する場合の圧力、温度、密度の関係式を覚えているかどうかポイントである。完答したい。

III [電磁気：コンデンサーと抵抗を含む回路] (やや易)

標準的な設定のC, R, 電池とスイッチからなる回路の問題。与えられた条件を整理しながら確実に得点したい。(1)と(3)がコンデンサーの電気量が異なるにもかかわらず同じ答えとなるので、理解に自信がないと正答が導けていても疑心暗鬼になってしまうかも。

IV [小問集合] (やや易～標準)

(1) [波動：組み合わせレンズ] (やや易) 典型問題なので完答したい。

(2) [電磁気：一様な磁場中の荷電粒子の円運動] (標準) 見慣れない問われ方ではあるが、半径を a, b で表せるかどうかポイント。

(3) [原子：ボーアの理論] (標準) 有名な式なので答えを覚えている受験生もいたことだろう。

(4) [原子：放射能の強さ] (標準) 放射能の強さと放射性同位体の原子核の数が比例していることが分かっているかどうかポイント。受験生が手薄になりがちな分野ではあるが大阪医科薬科大学の受験生であれば解けてほしい。

総評

総じて、2023年度前期よりもやや難化。大問1、大問3の最後、および、小問集合の計算はミスが生じやすい。手早く正確な計算ができたかどうかで点差がつく。

目標得点率は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
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

後期入試もチャンスあり! 最後まで諦めない受験生をメビオは応援します

医学部後期模試

2/16(金) 近畿大学医学部
2/19(月) 金沢医科大学



私立 **医学部**

2024年度 一般選抜直前対策

後期 攻略 講座

- 金沢医科大学
- 近畿大学医学部
- 久留米大学医学部
- 関西医科大学



お申込はお電話
HP・QRコード
より承ります

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