

大阪医科薬科大学(前期) 物理

2023年2月10日実施

I

- (1) $\frac{12mg}{5L}$ [N/m] (2) $\frac{1}{4}L$ [m] (3) $\pi\sqrt{\frac{5L}{3g}}$ [s] (4) $\frac{1}{4}L + \frac{3}{10}gt^2$ [m]
 (5) ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{5}$ ③ $\frac{1}{20}L$ ④ $\sqrt{\frac{3g}{L}}$ ⑤ $\frac{1}{5}L$

解説

(1) 求めるばね定数を k とする。力のつりあいより

$$k \cdot \frac{L}{4} = mg \sin \theta$$

$$\text{よって } k = \frac{12mg}{5L}$$

(2) G は AB を 1:4 に内分するので、 $x = \frac{1}{4}L$

(3) B の質量が m 、ばね定数が $\frac{12mg}{5L}$ であるので求める周期は $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \pi\sqrt{\frac{5L}{3g}}$

(4) G は $x = \frac{1}{4}L$ の位置から初速度 0 で加速度の大きさ $\frac{3}{5}g$ の等加速度運動をするので $\frac{1}{4}L + \frac{3}{10}gt^2$

(5)

① (2) と同様に考えて $\frac{1}{4}$ 倍

② L の $\frac{1}{4+1}$ 倍となるので $\frac{1}{5} \times L$

③④⑤ AG 間のばね定数は $k_A = 5k = \frac{12mg}{L}$ 、G からみた A の角振動数は $\sqrt{\frac{k_A}{4m}} = \sqrt{\frac{3g}{L}}$ 、G からみた A の単振動の振幅は

$$\frac{1}{4}L - \frac{1}{5}L = \frac{1}{20}L \text{ である.}$$

$$R(t) = \frac{1}{20}L \times \cos\left(\sqrt{\frac{3g}{L}} \times t\right) + \frac{1}{5}L$$

<次頁につづく>

<< 模試・講座のご案内 >>

受験相談会・後期模試・攻略講座を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

II

① $\frac{Mg}{S}$
⑤ $\frac{Q}{5R}$

② $\frac{Mgh}{R}$
⑥ $\frac{2Q}{5Mg}$

③ $\frac{2Q}{3R}$
⑦ $\frac{3}{5}Q$

④ $\frac{2Q}{3Sh}$
⑧ $\frac{2}{5}Q$

解説

① 求める圧力を P_0 として、ピストンにはたらく力のつり合いより $P_0 = \frac{Mg}{S}$ [Pa]

② 求める温度を T_0 として、理想気体の状態方程式より

$$P_0(2Sh) = 2RT_0 \quad \therefore T_0 = \frac{Mgh}{R} \text{ [K]}$$

③ コック C を閉じた直後、A と B の内部の気体の圧力と温度はそれぞれ等しく、体積も等しい。したがって、A と B の内部の気体の物質も等しく、A と B それぞれに 1 mol ずつ気体が含まれる。B 内の気体は定積変化するので $W_{\text{out}} = 0$ 。求める温度の増加分を ΔT として熱力学第一法則より

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T \quad \therefore \Delta T = \frac{2Q}{3R} \text{ [K]}$$

④ 求める圧力の増加分を ΔP として、B に関する理想気体の状態方程式より

$$(P_0 + \Delta P)Sh = R(T_0 + \Delta T)$$

ここに①～③の答を代入して $\Delta P = \frac{2Q}{3Sh}$ [Pa]

⑤⑥ 十分な時間の後、ピストンにはたらく力のつり合いより圧力は $P_0 = \frac{Mg}{S}$ となる。状態 1 の温度を $T_0 + \Delta T'$ 、ピストンの高さを $h + \Delta h'$ とする。状態 0 から状態 1 の間に気体がピストンからされた仕事は $-Mg\Delta h'$ となる。よって AB 全体の、状態 1 の状態方程式と、状態 0 から状態 1 の間の熱力学第一法則より

$$\begin{cases} P_0S(2h + \Delta h') = 2R(T_0 + \Delta T') \\ Q = \frac{3}{2}(2R)\Delta T' + Mg\Delta h' \end{cases}$$

ここに①、②の答を代入して $\Delta T'$ 、 $\Delta h'$ について解くと、 $\Delta T' = \frac{Q}{5R}$ [K]、 $\Delta h' = \frac{2Q}{5Mg}$ [m]

⑦ $\frac{3}{2}(2R)\Delta T' = \frac{3}{5}Q$ [J]

⑧ $Mg\Delta h' = \frac{2}{5}Q$ [J]

Ⅲ

$$(1) r = \sqrt{\frac{3kV}{4\pi(\alpha - \beta)g}} \text{ [m]}$$

$$(2) \textcircled{1} : \frac{\alpha - \beta}{3k} \quad \textcircled{2} : \frac{qE}{kr}$$

$$(3) q = \frac{kr(V_A + V_B)}{2E} \text{ [C]}$$

$$(4) E = 8.0 \times 10^4 \text{ [N/C]}$$

$$(5) 5$$

解説

(1) 球の体積は $\frac{4}{3}\pi r^3 \text{ [m}^3\text{]}$ なので、重力、浮力、気体による抵抗力のつり合いの式は、

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \alpha g = \frac{4}{3}\pi r^3 \beta g + krV \quad \therefore r = \sqrt{\frac{3kV}{4\pi(\alpha - \beta)g}} \text{ [m]}$$

(2) さらに静電気力を含めた力のつり合いの式はそれぞれ、

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \alpha g + qE = \frac{4}{3}\pi r^3 \beta g + krV_A, \quad \frac{4}{3}\pi r^3 \alpha g + krV_B = \frac{4}{3}\pi r^3 \beta g + qE$$

問題文中の、 V_A 、 V_B の式に形式を揃えると、

$$V_A = 4\pi r^2 \times \left(\textcircled{1} : \frac{\alpha - \beta}{3k}\right) \times g + \left(\textcircled{2} : \frac{qE}{kr}\right), \quad V_B = -4\pi r^2 \times \left(\frac{\alpha - \beta}{3k}\right) \times g + \left(\frac{qE}{kr}\right)$$

(3) (2) の 2 つの式を辺々足し合わせると、

$$V_A + V_B = \frac{2qE}{kr} \quad \therefore q = \frac{kr(V_A + V_B)}{2E} \text{ [C]}$$

$$(4) E = \frac{400 \text{ V}}{5.0 \times 10^{-3} \text{ m}} = 8.0 \times 10^4 \text{ [N/C]}$$

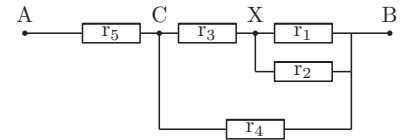
$$(5) \frac{q}{e} = \frac{1.4 \times 10^{-10} \times (5.2 + 4.0) \times 10^{-4}}{2 \times 8.0 \times 10^4 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 5.03 \dots \quad \text{答 : 5}$$

IV

- (1) $\frac{1}{8}E$ [V]
 (2) 屈折率： $\sqrt{2} \doteq 1.4$, 角度： 30° (ガラス球を最初に抜け出した光であると仮定)
 (3)
 (a) 圧力： $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ (b) エネルギー： $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ (c) 電圧： $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
 (d) 磁束密度： $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$ (e) モル比熱： $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (f) 放射能の強さ： s^{-1}

解説

(1) まず、各抵抗の抵抗値を R とし、右図のように $r_1 \sim r_5$ と名前をつける。XB の両端の電圧を V とおくと、 r_1, r_2 に流れる電流は $\frac{V}{R}$ となるので、 r_3 に流れる電流は $\frac{2V}{R}$ 。したがって、 r_3 にかかる電圧は $2V$ となるので、CB 間の電圧は $3V$ 。よって、 r_4 に流れる電流は $\frac{3V}{R}$ となり、 r_5 には $\frac{2V}{R} + \frac{3V}{R} = \frac{5V}{R}$ の電流が流れる。 r_5 にかかる電圧は $5V$ となるので、AB 間の電圧は、 $5V + 3V = 8V = E$ 、よって、 $V = \frac{1}{8}E$



- (2) 屈折の法則より、 $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2} \doteq 1.4$ 。また、ガラス球への入射と抜け出るときに、それぞれ 15° ずつ左回りに回転する。したがって、 30°
- (3) 重力の式 mg から、力の単位は $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ のように求められる。これを利用して、
 (a) 圧力の単位 $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
 (b) エネルギーの単位 $\text{J} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
 (c) 電荷の単位 $\text{C} = \text{A} \cdot \text{s}$ であることに注意すると、電圧の単位 $\text{V} = \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
 (d) 長さ l の導体棒を流れている電流 I が導体棒に垂直な磁場 (磁束密度を B) から受ける力 F の式 $F = IBl$ より、 $B = \frac{F}{Il}$ 。したがって、磁束密度の単位 $\text{T} = \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
 (e) モル比熱の単位は $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 (f) 放射能の強さは 1 秒間に崩壊する原子核の個数だから、放射能の強さの単位 $\text{Bq} = \text{s}^{-1}$

講評

- I [力学：ばねでつながれた2つの小球の運動] (標準)
単振動および、重心からみた単振動の問題である。重心とともに運動する観測者から見た場合、AとBが逆位相で単振動するという知識を持っていれば完答することも難しくない。
- II [熱：理想気体の状態方程式、熱力学第一法則] (標準)
気体の状態変化に関する標準的な問題である。後半はやや難易度が高いが、ミスなく解答したい。
- III [力学+電磁気：ミリカンの油滴実験] (標準)
ミリカンの油滴実験を下敷きにした、重力、浮力、気体の抵抗力、静電気力のつりあいに関する出題。問題設定を確実に読み取り、あまり時間をかけず完答したい。
- IV [小問集合] (標準)
(3)の単位の問題は大阪医科薬科大学の小問集合でよく取り上げられるテーマ。問題数が多いが手早く処理をしたい。

総評

2023年度前期は2022年度前期より易化した。大問1、大問2の後半の計算はミスが生じやすく難易度がやや高い。手早く正確な計算ができたかどうかで点差がつく。

目標は80%

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 ☎0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/	 医学部専門予備校 ☎03-3370-0410 https://yms.ne.jp/	 医学部専門予備校 ☎0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/
--	--	---



医学部入試攻略ガイド

大阪	2.12(日)	14:00～15:00(ガイド) 15:00～16:00(個別相談) 阪急梅田グランドビル会議室
神戸	2.11(土)	14:00～15:00(ガイド) 15:00～16:00(個別相談) 三宮研修センター
京都	2.12(日)	14:00～15:00(ガイド) 15:00～16:00(個別相談) 京都経済センター (四条烏丸)

医学部受験相談会

名古屋	2.19(日)	11:00～16:00 オフィスパーク名駅プレミア会議室
岡山	2.19(日)	11:00～16:00 第一セントラルビル2号館 Central Forest

大阪医科薬科大学後期テストゼミ
英語・数学・解説授業 2.28

後期攻略講座
 大阪医科薬科大学 3.7
 近畿大学医学部 2.18・23
 関西医科大学 2.20・3.2
 金沢医科大学 2.21・27/2.24 (名古屋)
 藤田医科大学 2.25 (名古屋)
 久留米大学医学部 3.6

詳しくは Web またはお電話で