

福岡大学医学部 物理

2023年 2月 2日実施

〔 I 〕

- (1) [2] (2) [3] (3) [1] (4) [1] (5) [4] (6) [3]
 (7) [2] (8) [1] (9) [2] (10) [4] (11) [4] (12) [1]

解説

- (1) 三平方の定理より [2] $\sqrt{L^2 - h^2}$
 (2) $\cos \theta = \frac{L}{h}$ なる θ を考えると求める値は $T \sin \theta =$ [3] $\frac{T\sqrt{L^2 - h^2}}{L}$
 (3) 等速円運動であるから [1] 0
 (4) 回転数と周期の関係より [1] $\frac{1}{n}$
 (5) 回転数と角速度の関係より [4] $2\pi n$
 (6) 回転半径は $\sqrt{L^2 - h^2}$, 角速度 $2\pi n$ であるから [3] $2\pi n\sqrt{L^2 - h^2}$
 (7) 中心方向の運動方程式は

$$m\sqrt{L^2 - h^2}(2\pi n)^2 = \frac{T\sqrt{L^2 - h^2}}{L}$$

となる. これより $T =$ [2] $4\pi^2 n^2 mL$

- (8) 鉛直方向の力のつりあいより $mg - T \cos \theta =$ [1] $mg - 4\pi^2 n^2 mh$
 (9) (8) の答えが 0 となるを考えればよい. よって $n =$ [2] $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{h}}$
 (10) 鉛直方向の力のつりあいより $\frac{1}{2}T = mg$. よって $T =$ [4] $2mg$
 (11) 回転半径は $\frac{\sqrt{3}}{2}L$ となる. また角速度を ω とし, 中心方向の運動方程式

$$m \frac{\sqrt{3}}{2} L \cdot \omega^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} T$$

より $\omega = \sqrt{\frac{2g}{L}}$ となる. よって求める速さは $\frac{\sqrt{3}}{2}L \cdot \sqrt{\frac{2g}{L}} =$ [4] $\sqrt{\frac{3gL}{2}}$

- (12) 回転数と角速度の関係より $\frac{\omega}{2\pi} =$ [1] $\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{g}{2L}}$

<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) [4] (2) [3] (3) [1] (4) [4] (5) [3] (6) [2]
 (7) [3] (8) [4] (9) [3] (10) [2] (11) [1] (12) [2]

解説

- (1) 状態 B の温度を T_B とすれば、状態方程式 $3p_A V_A = nRT_B$ より、

$$T_B = [4] \frac{3p_A V_A}{nR}$$

- (2) 過程①における内部エネルギーの増加量 ΔU_1 は、

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2}(3p_A V_A - p_A V_A) = [3] 3p_A V_A$$

- (3) 過程①は定積変化なので、仕事は [1] 0 である。
 (4) 過程①において吸収した熱量を Q_1 とすれば、熱力学第一法則より、

$$Q_1 = \Delta U_1 = [4] 3p_A V_A$$

- (5) 過程②は等温変化なので、ボイルの法則より、 $3p_A V_A = p_A V_C$ となり、

$$V_C = [3] 3V_A$$

- (6) 過程②において吸収した熱量を Q_2 とすれば、熱力学第一法則より、

$$Q_2 = [2] W_2$$

- (7) 外部からされた仕事 W_3 は $p - V$ グラフの面積より、

$$W_3 = p_A(V_C - V_A) = [3] 2p_A V_A$$

- (8) 単原子分子理想気体の定圧モル比熱は $\frac{5}{2}R$ なので、放出した熱量 Q_3 は

$$Q_3 = \frac{5}{2}nR(T_B - T_A) = [4] 5p_A V_A$$

- (9) このサイクルにおいて気体が吸収した熱量は $Q_1 + Q_2$ で、1 サイクルで外部にした正味の仕事は $W_2 - W_3$ である。したがって、このサイクルの熱効率 e は

$$e = \frac{W_2 - W_3}{Q_1 + Q_2} = [3] \frac{W_2 - 2p_A V_A}{W_2 + 3p_A V_A}$$

- (10) この過程で気体が外部にした仕事 W_{45} は、 $p - V$ グラフの面積より、

$$W_{45} = [2] 6p_A V_A$$

- (11) $p - V$ グラフの面積より、明らかに $W_2 < W_{45}$ なので、[1]

- (12) 過程④で気体が吸収した熱量を Q_4 とすれば、定圧モル比熱を用いて、 $Q_4 = \frac{5}{2}(3p_A V_C - 3p_A V_A) = 15p_A V_A$ となる。このサイクルにおいて気体が吸収した熱量は $Q_1 + Q_4$ で、1 サイクルで外部にした正味の仕事は、 $p - V$ グラフの四角形 ABDC の面積であり、 $4p_A V_A$ となる。したがって、このサイクルの熱効率 e' は

$$e' = \frac{4p_A V_A}{Q_1 + Q_4} = \frac{4p_A V_A}{18p_A V_A} = [2] \frac{2}{9}$$

〔Ⅲ〕

(1) X:コンデンサー Y:抵抗 Z:コイル

$$(3) \frac{I_0}{2\pi f_0 V_0}$$

$$(6) \frac{1-a}{a} RI_0$$

$$(4) \frac{V_0}{2\pi f_0 I_0}$$

$$(7) \frac{3}{4f_0}$$

$$(2) \frac{1-a}{a} R$$

$$(5) V_0$$

$$(8) \frac{(1-a)RI_0^2}{2a}$$

解説

(1) S_2 を閉じてしばらくすると, R を流れる電流が 0 になることから, X はコンデンサーである. また, X と Z を通る回路に振動電流が流れたことから, Z はコイルである. 以上のことから, Y は抵抗となる.

(2) 電源電圧を E とすると, S_2 を閉じた直後のキルヒホッフの第 2 法則より, $E = RI$

また, 求める抵抗値を r とすると, S_3 を閉じて十分に時間が経過したときの, 電池, Y, R を通る回路のキルヒホッフの第 2 法則より,

$$E = (r + R)aI$$

$$\text{これらを解くと, } r = \frac{1-a}{a} R$$

$$(3) V_0 = \frac{I_0}{2\pi f_0 C} \quad \therefore C = \frac{I_0}{2\pi f_0 V_0}$$

(4) X, Y, Z の直列回路のインピーダンス $Z = \sqrt{r^2 + \left(2\pi f_0 L - \frac{1}{2\pi f_0 C}\right)^2}$ が最小であることから,

$$2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C} \quad \therefore L = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C} = \frac{V_0}{2\pi f_0 I_0}$$

$$(5) 2\pi f_0 LI_0 = V_0$$

$$(6) rI_0 = \frac{1-a}{a} RI_0$$

(7) 抵抗における電圧と電流の位相は等しく, コイルにおける電流は電圧より位相が $\frac{\pi}{2}$ 遅れるので, 求める時間は交流の $\frac{3}{4}$ 周期であ

る. したがって, $\frac{3}{4f_0}$

$$(8) \text{平均の消費電力は, } rI_e^2 = \frac{1}{2} rI_0^2 = \frac{(1-a)RI_0^2}{2a}$$

〔I〕 [力学：円錐振り子] (標準)

円錐振り子に関する標準的な問題です。回転数と周期や角速度の関係を間違いなく扱う必要があります。基本事項がきちんと身につけていれば完答することは可能です。

〔II〕 [熱：熱サイクル] (標準)

熱サイクルの標準的な問題です。熱力学第一法則と状態方程式を使いこなせば完答することも可能です。

〔III〕 [電磁気：交流] (やや難)

前半は、直流回路の問題。問題文に書いてある情報を注意深く読む必要があります(2)はつまづき易い問題です。後半は、交流における抵抗・コンデンサー・コイルの基本的性質をしっかり押さえている必要がある問題で完答するのは難しいでしょう。特に、後半では直列共振についてしっかり理解している必要があります。(3)、(4)をなんとか答えて欲しいところですが、手が出なかった受験者も多かったと思われる。

総評

2023年度は2022年度よりも難化しました。大問1および大問2の難易度はそれほど高くはありませんが、大問3の正答率はかなり低いと予想されます。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 ☎0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/	 医学部専門予備校 heart of medicine ☎03-3370-0410 https://yms.ne.jp/	 医学部専門予備校 福岡校 ☎0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/	 登録はこちらから
--	---	--	---

医学部入試攻略ガイド

大阪	2.5(日)	14:00～15:00(ガイドス) 14:00～15:00(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(ガイドス) 14:00～15:00(個別相談) 三宮研修センター
京都	2.12(日)	14:00～15:00(ガイドス) 14:00～15:00(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	2.5(日)	11:00～16:00 オフィスパーク名駅プレミア会議室
広島	2.5(日)	11:00～16:00 TKPガーデンシティPREMIUM 広島駅前

後期模試

金沢医科大学 2.17 関西医科大学 2.22

後期攻略講座

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 2.24 (名古屋)
久留米大学医学部 3.6
大阪医科薬科大学 3.7

詳しくは Web またはお電話で