医学部専門予備校 YMS

医学部進学予備校 メビオ　医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校

解答速報

東北医科薬科大学　物理

2024年 1月20日実施

[I]

1	5	2	6	3	2	4	4	5	1	6	1	7	1	8	5
9	6	10	2	11	1	12	6								

[II]

13	2	14	3	15	5	16	5	17	1	18	6	19	2	20	4
21	7	22	6	23	1	24	3	25	4						

[III]

26	3	27	4	28	1	29	4	30	5	31	1	32	6	33	1
34	1	35	7												

【講評】

［Ⅰ］（浮力と単振動）

典型問題。時間をかけずに完答したい。

［Ⅱ］（コンデンサーの極板配置）

問４までは正解したい。

［Ⅲ］（気体とピストン）

時間的にも内容的にも完答は難しい。取れるところで得点をかき集めて半分程度正解できれば十分。

【総評】

全体としての難易度は昨年と同様。一般枠の正規合格ラインは，［Ⅰ］８割，［Ⅱ］６割，［Ⅲ］５割の「合計６割前半」と思われる。一般枠の１次通過ラインは「合計５割」程度か。

【ポイント解説】

［Ⅰ］

問 1　力のつりあい　$0=\rho' SLg-\rho Slg$

問 2　運動方程式　$\rho' SL\cdot\ddot{\delta}=-\rho S\delta g \Leftrightarrow \ddot{\delta}=-\dfrac{\rho g}{\rho' L}\delta$

したがって，周期 $T=\dfrac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\dfrac{\rho' L}{\rho g}}$

問 3　$\underbrace{\left(m+\rho' SL\right)g}_{\text{重力}} \leqq \underbrace{\rho SLg}_{\text{浮力の最大値}}$

問 4　力のつりあい　$0=\left(m+\rho' SL\right)g-\rho Sl' g$

問 5　運動方程式　$\left(m+\rho' SL\right)\ddot{\delta}=-\rho S\delta g \Leftrightarrow \ddot{\delta}=-\dfrac{\rho Sg}{m+\rho' SL}\delta$

したがって，周期 $T'=\dfrac{2\pi}{\omega'}=2\pi\sqrt{\dfrac{m+\rho' SL}{\rho Sg}}$

問 6　運動方程式（小物体）　$m\ddot{\delta}=N-mg \Leftrightarrow N=m\left(\ddot{\delta}+g\right)$　に $\ddot{\delta}$ を代入

［Ⅱ］

問 1　導体板 D は「無い」と同じ

問 2　回路の式　$V+RI_0+\dfrac{0}{C_0}=0$

問 3　回路の式　$V+R\cdot 0+\dfrac{Q_0}{C_0}=0$

静電エネルギーの和 $U_0=\dfrac{C_0}{2}V^2+\dfrac{C_0}{2}V^2$

◆問 4〜問 6 については，導体板 D を動かし始めた瞬間，導体板 D 上面の電荷はゼロ，導体板 D 下面の電荷は $+C_0V$ であることに注意。以下，導体板 D を x だけ動かしたあとの，極板 A2 の電荷を $+q_{\mathrm{A}}$，導体板 D 下面の電荷を $+q_{\mathrm{B}}$，極板 A1 の電荷を $+q_1$ とおく。

問 4　電気容量は極板間隔に反比例する。

問 5　電荷保存　$q_{\mathrm{A}}+q_1=C_0V$，$\left(-q_{\mathrm{B}}\right)+\left(-q_1\right)=-2C_0V$

電位の関係　$\dfrac{q_1}{C_0}=\dfrac{q_{\mathrm{A}}}{C_{2\mathrm{A}}}+\dfrac{q_{\mathrm{B}}}{C_{2\mathrm{B}}}$

これら 3 式に $C_{2\mathrm{A}}$ と $C_{2\mathrm{B}}$ を代入する。

問 6　静電エネルギーの和 $U_1=\dfrac{{q_1}^2}{2C_0}+\dfrac{{q_{\mathrm{A}}}^2}{2C_{2\mathrm{A}}}+\dfrac{{q_{\mathrm{B}}}^2}{2C_{2\mathrm{B}}}$

それぞれの物理量に $x=d$ を代入する（そのとき第 3 項はゼロ）。

［Ⅲ］

◆以下，ピストンAとおもりAからなる系を「系A」，ピストンBとおもりBからなる系を「系B」とよぶ。また，初期状態における内気の圧力と温度をそれぞれ p_0，T_0 とする。

問1　力のつりあい（系A）　$0 = M_A g + P_0 \cdot 2S - p_0 \cdot 2S$

状態方程式　$p_0(2Sz_0 + Sz_0) = 1 \cdot RT_0$

問2　つりあいを保つ系A，Bをゆっくり動かすために必要な外力は（ほぼ）ゼロなので，外力の仕事は（ほぼ）ゼロ。また，系Aについての力のつりあいから，内気の圧力は一定であることがわかる。また内気の温度も一定ゆえ，内気の体積は一定。

問3　力のつりあい（系B）　$0 = (M_B + m)g + P_0 S - P_2 S$

後の状態の内気の体積を V_2 とすると，前後で内気の温度は一定ゆえ $p_0 \cdot (2Sz_0 + Sz_0) = P_2 V_2$

求める l_1 は　$l_1 = \dfrac{(2Sz_0 + Sz_0) - V_2}{S}$

問4　内気についての熱力学第一法則　$-Q = 0 + (-W_2)$　より，$W_2 = Q$

ピストンをゆっくりと移動させる際に手で支える力の大きさは変化するため，その間の内気の圧力は p_0 から P_2 の間で変化する。したがって，内気が外部からされた W_2（＝内気が外部にした仕事の大きさ）は $p_0 S l_1$ と $P_2 S l_1$ の間の値をとる。また，内気は圧縮されるため明らかに $W_2 > 0$。

問5　与えられたポアソンの式と状態方程式から $\dfrac{T^5}{p^2} =$ 一定 が成り立つ。

問6　内気についての熱力学第一法則　$0 = \dfrac{3}{2} \cdot 1 \cdot R\Delta T + W_3$