2025年度大学入学共通テスト 解説〈物理〉

第 1 問　小問集合

問 1　ペットボトル内の空気の物質量を n，気体定数を R とすると理想気体の状態方程式から，

山頂：$P_0V = nRT_0$

ふもと：$P_1(V - \Delta V) = nRT_1$

両式から nR を消去すれば，

$$P_0 = \frac{P_1(V - \Delta V)T_0}{VT_1}$$

(答) 1 …④

問 2　重力と万有引力がほぼ等しいことから，

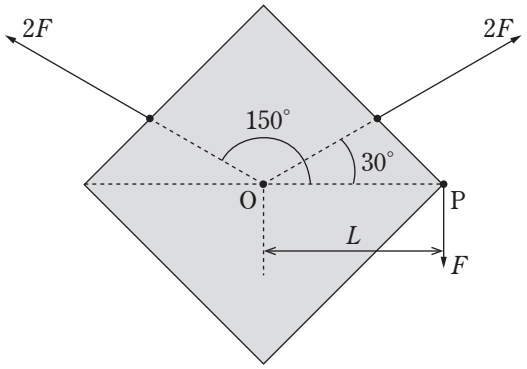
$$mg = G\frac{Mm}{R^2} \qquad \therefore \quad \underline{M = \frac{gR^2}{G}}\ \text{ア}$$

与えられた数値を代入して，

$$M = \frac{9.8\ \mathrm{m/s^2}\cdot(6.4\times10^6\ \mathrm{m})^2}{6.7\times10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2}} = \underline{6\times10^{24}}\ \text{イ}\ \mathrm{kg}$$

(答) 2 …⑨

問 3　大きさ $2F$ の 2 つの力の合力は点 O を作用点とする上向きの大きさ $2F$ の力となる。求める合力はこの大きさ $2F$ の上向きの力と，大きさ F の下向きの力の合力であるから，線分 OP を 1 : 2 に外分する点を作用点として上向きに大きさ F の力となる。



(答) 3 …④

問 4　電子が負の荷電粒子であることに注意する。電場のみのときに電子の軌道が下向きに曲がっていることから，電場から受ける力は下向きであり，これを与える電場の向きは上向きである。磁場のみのときに電子の軌道が上向きに曲がっていることから，磁場から受ける力は上向きであり，これを与える磁場の向きは手前向きである。

電場のみの場合，領域内で電場が電子にした仕事は正であり，電子は加速される。領域内では放物運動である。

磁場のみの場合，領域内で磁場が電子にした仕事は 0 であり，電子は速さを変えない。領

域内では等速円運動である，と言いたいところだが実はそうではない。この問題ではかけた電場が一様であることは述べているが，磁場に関しては「適当な磁場」と述べており，一様とは限らない。電子の入射する直線上では電場から受ける力とつり合うように磁場は手前向きに一様であるが，ひとたび直線上から離れれば磁場がどの向きにどんな大きさでも構わないことになる。したがって等速円運動とは言えないが，磁場が仕事をしないことだけは間違いない事実であるため，電子の速さは入射時から変わらない。軌道は不明としか言いようがない。

電場と磁場を与える場合，電子が電場と磁場から受ける力は互いにつり合っており，電子は速さを変えない。領域内では等速直線運動をする。

(答) 4 …②

問5　ド・ブロイ波長の表式より，電子のド・ブロイ波長は $\underline{\dfrac{h}{mv}}_{\text{ウ}}$ である。隣り合う結晶面で反射された電子の経路差は $2d\sin\theta$ であるから，n を正の整数として電子線が強め合うためのブラッグの条件は，

$$2d\sin\theta = n\frac{h}{mv}$$

この条件を満たす θ の最小の値 θ_0 は $n=1$ のときに実現し，

$$\underline{d = \frac{h}{2mv\sin\theta_0}}_{\text{エ}}$$

(答) 5 …⑤

第２問　力学

単振り子の周期測定実験

問1　小球に働く運動方向の力 F は重力の成分として，

$$F = -mg\sin\theta$$

と表せる。$|\theta|$ が十分に小さいことから近似式 $\sin\theta \fallingdotseq \theta$ が適用できる。ゆえに，

$$F = -mg\theta$$

(答) 6 …②

問2　扇形の中心角と弧の長さの対応関係より $s = L\theta$ であることを用いて，小球の運動方程式を記述すれば，

$$ma = -mg\frac{s}{L} \qquad \therefore \quad a = -\frac{g}{L}s$$

この表式は単振動の方程式であるため，この小球の運動は，

中心：$s=0$（原点），　角振動数：$\underline{\omega = \sqrt{\dfrac{g}{L}}}_{\text{イ}}$

の単振動であることがわかる。

振幅が $L\theta_0$ であることと，$t=0$ で原点を x 軸の負の向きから正の向きに通過することから，小球の振動の解は，

$s = L\theta_0 \underline{\sin \omega t}$ ア

と定まる。

(答) 7 …①

問3　振り子が N 往復する正確な時間は $t_N - \Delta t$ であるから，振り子の正確な周期を τ とすると，

$$\tau = \frac{t_N - \Delta t}{N} = T_N - \frac{\Delta t}{N} \qquad \therefore \quad T_N = \tau + \frac{\Delta t}{N}$$

ゆえに測定された周期 T_N は正確な周期より $\underline{\dfrac{\Delta t}{N}}$ ウ だけ<u>大きく</u> エ 見積もられる。この誤差 $\dfrac{\Delta t}{N}$ は N が大きいほど<u>小さく</u> オ なる。

(答) 8 …⑤

問4　振り子がレーザーを遮る周期は振り子の振動周期の半分である。

(答) 9 …③

問5　回転の中心は点ではなく軸である。遠心力は回転の軸から遠ざかる向きに働いて見える慣性力である。地球の自転による遠心力の場合，回転軸は自転軸であり，北極点と南極点を結ぶ直線である。すなわち，地球の自転による遠心力は赤道上では鉛直上向きとなる（赤道上以外では鉛直上向きとはならない）。大きさは回転軸からの距離である地球半径 R を用いて $f = m\underline{\omega_0^2 R}$ カ と表せる。その物体の大きさが無視できる限り，北極点や南極点では自転による遠心力は働かない。したがって，赤道で測定される重力加速度の大きさ g_e と極で測定される重力加速度の大きさ g_p との関係は，

$$mg_e = mg_p - f \qquad \therefore \quad \underline{g_e = g_p - \frac{f}{m}}$$ キ

(答) 10 …①

第3問　熱力学・波動

A　封入気体の状態変化

問1　状態 A における状態方程式より，

$$2p \cdot 2V = nRT_A \qquad \therefore \quad pV = \frac{1}{4}nRT_A$$

である。気体が外部にした仕事は $P - V$ 図（図1）における曲線と横軸が囲む面積として求められる。図1より定積過程 A → B では気体は外部に仕事をせず，定圧過程 B → C では気体は外部に $p(V - 2V) = -pV$ の仕事をする。したがって，過程 A → B → C で気体が外部にした仕事は，

$$-pV = -\frac{1}{4}nRT_A$$

である。

(答) 11 …⑧

問2　気体の圧力 p，体積 V，温度 T は，ゆっくりとした変化において常に状態方程式 $pV = nRT$ を満たして状態変化する。体積 V を一定に保って圧力 p が半分になる過程 A → B において温

度 T は半分になり，圧力 p を一定に保って体積 V が半分になる過程 B → C においては，$T=\dfrac{p}{nR}V$ より，$T-V$ 図上で原点を通る直線に沿って温度 T が半分になる。これらが $T-V$ 図上に正しく表現されているのは②のみである。

（答） 12 …②

問 3　両過程で気体が外部にした仕事は $P-V$ 図における曲線と横軸が囲む面積で表されるため，気体が外部にした仕事は過程Ⅰより過程Ⅱの方が大きい。過程Ⅰ，Ⅱでは温度変化が等しいため，温度に比例する内部エネルギーの変化は等しい。すなわち $\underline{\Delta U_{\mathrm{I}}=\Delta U_{\mathrm{II}} \text{ かつ } W_{\mathrm{I}}<W_{\mathrm{II}}}$ ア である。

過程Ⅰ，Ⅱで外部から気体に加えられた熱量をそれぞれ Q_{I}，Q_{II} とすると，熱力学第一法則より，

$$Q_{\mathrm{I}}=\Delta U_{\mathrm{I}}+W_{\mathrm{I}}, \qquad Q_{\mathrm{II}}=\Delta U_{\mathrm{II}}+W_{\mathrm{II}}$$

であるから，$Q_{\mathrm{I}}<Q_{\mathrm{II}}$，すなわち，外部から気体に加えられた熱量は<u>過程Ⅱ</u> ア の方が大きい。

（答） 13 …⑧

B　波の重ね合わせ

問 4　図 4 から波の周期 T と振幅 a_{PA} を読み取ると，$T=0.2\ \mathrm{s}$，$a_{\mathrm{PA}}=2\ \mathrm{cm}$ である。したがって，$f=\dfrac{1}{T}=\dfrac{1}{0.2\ \mathrm{s}}=5\ \mathrm{Hz}$ である。

（答） 14 …⑤

問 5　y_{PA} が最大・最小となる時刻と y_{P} が最大・最小となる時刻が一致しており，かつ，重ね合わせの結果である y_{P} の振幅が y_{PA} よりも小さくなっていることから，y_{PB} は y_{PA} と逆位相（最大・最小となる時刻がちょうど逆）となっている。よって，$t=5.25\ \mathrm{s}$，$5.45\ \mathrm{s}$，$5.65\ \mathrm{s}$ で y_{PB} が最大となっていなければならない。また，例えば $t=5.25\ \mathrm{s}$ における変位について，$y_{\mathrm{PA}}+y_{\mathrm{PB}}=y_{\mathrm{P}}$ が成り立つことから，

$$y_{\mathrm{PB}}=y_{\mathrm{P}}-y_{\mathrm{PA}}=-0.5\ \mathrm{cm}-(-2.0\ \mathrm{cm})=1.5\ \mathrm{cm}$$

が成り立つ。これらの条件を満たすグラフは②のみである。

（答） 15 …②

問 6　$f\,|\,t_{\mathrm{PA}}-t_{\mathrm{PB}}\,|=8.0\ \mathrm{Hz}\cdot|\,t_{\mathrm{PA}}-t_{\mathrm{PB}}\,|$ が整数となればよい。この条件を満たすのは，$|\,t_{\mathrm{PA}}-t_{\mathrm{PB}}\,|=0.50\ \mathrm{s}$ のみである。

波の速さを V とすると，$|\,\mathrm{AP}-\mathrm{BP}\,|=|\,Vt_{\mathrm{PA}}-Vt_{\mathrm{PB}}\,|=V\,|\,t_{\mathrm{PA}}-t_{\mathrm{PB}}\,|$ であるから，

$$|\,\mathrm{AP}-\mathrm{BP}\,|=4.0\ \mathrm{m/s}\cdot0.50\ \mathrm{s}=2.0\ \mathrm{m}$$

である。

（答） 16 …⑤

第４問　電磁気学

導体棒による電磁誘導

問１　磁束密度の大きさ B の磁場に対して垂直に速さ v で運動する導体棒の長さ l の区間に生じる誘導起電力の大きさ V_1 は，

$$V_1 = vBl$$

であり，その向きは b → a の向きの電流を促す向きであるから，S を閉じた直後に導体棒に流れる電流の向きは，b → a の向きである。

（答） 17 …⑥

問２　導体棒を b → a の向きに流れる電流を I，コンデンサーの下側極板に蓄えられる電気量を Q としたとき，回路方程式より，

$$vBl = \frac{Q}{C} + RI$$

が成り立つ。導体棒は一定の速度で運動しているから，磁場から受ける力と大きさ F の外力がつり合っている。すなわち，

$$F = IBl$$

が成り立つ。S を閉じた直後には $Q = 0$ であることから $I > 0$ であり，したがって $F > 0$ である。十分な時間が経つとコンデンサーの充電が完了し，$I = 0$ となるため，そのとき $F = 0$ である。この過程で電流 I の時間変化はなめらかであることを考慮すると，正しいグラフは①であることがわかる。

（答） 18 …①

問３　回路全体のエネルギー収支に着目すると，W は外部からされた仕事，J は外部へと失われた熱，U は回路に蓄えられたエネルギーであるから，

$$J + U = W \qquad \therefore \quad W - J - U = 0$$

が成り立つ。

S を閉じてから十分な時間が経つまでに導体棒に生じた誘導起電力が回路にした仕事は，導体棒を起電力の向きに通過した電気量（Q_1 とする）に誘導起電力をかけた Q_1V_1 である。Q_1 はコンデンサーが最終的に蓄える電気量に等しく，$Q_1 = CV_1$ である。S を閉じてから十分な時間が経つまでの導体棒のエネルギー収支を考えると，

$$W = CV_1^{\,2}$$

が成り立つ。これが，問題文で述べられている「外力のした仕事の大きさ W は，十分な時間が経ったときにコンデンサーに蓄えられている電荷を，導体棒の両端に生じる電位差 V_1 に逆らって運ぶ仕事の大きさに等しくなる」の意味である。

十分な時間が経ったときにコンデンサーに蓄えられているエネルギー U は，$U = \frac{1}{2}CV_1^{\,2}$ であるため，

$$J = W - U = CV_1^{\,2} - \frac{1}{2}CV_1^{\,2} = \frac{1}{2}CV_1^{\,2}$$

（答） 19 …④

（答） 20 …②

問4　導体棒を静止させてからSを閉じたとき，コンデンサーには下側極板を高電位としてV_1の電圧がかかっている。Sを閉じた直後に導体棒に流れる電流をa → bの向きを正としてI_1とし，導体棒の加速度を右向きに正をとりaとする。導体棒に誘導起電力は発生していないため，回路方程式より，

$$V_1 - RI_1 = 0$$

が成り立つ。また，導体棒の運動方程式より，

$$ma = I_1 Bl$$

が成り立つ。これらより，

$$I_1 = \frac{V_1}{R} > 0, \qquad a = \frac{V_1 Bl}{mR} > 0$$

であることがわかる。したがって，Sを閉じた直後において，導体棒にはa → bの向きに電流が流れ，導体棒は右向きに動き始める。

（答）[21]…⑥

問5　図3より，十分に時間が経ったときコイルに流れる電流Iは変化しなくなり，$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$となる。コイルに発生する誘導起電力の大きさは$L\frac{\Delta I}{\Delta t}$で表されるため，0である。

（答）[22]…⑦

問6　導体棒は一定の速度で運動しているから，磁場から受ける力と大きさFの外力がつり合っている。すなわち，

$$F = IBl$$

が成り立つ。FはIに比例するため，正しいグラフは図3と同じ形の②である。

（答）[23]…②

問7　この場合も，問1と同様に，導体棒ab間に発生する誘導起電力はb → aの向きの電流を促す向きに大きさvBlであるから，問題で定義されているV_2に関して$V_2 = V_1 = vBl$が成り立つ。導体棒をb → aの向きに流れる電流をI，その時間変化率を$\frac{\Delta I}{\Delta t}$とすると，回路方程式より，

$$V_2 = L\frac{\Delta I}{\Delta t} + RI$$

である。$I = 0$のときの$\frac{\Delta I}{\Delta t}$の値が図3の傾き$a$であるから，

$$V_2 = La \qquad \therefore \quad L = \frac{V_2}{a}$$

（答）[24]…④