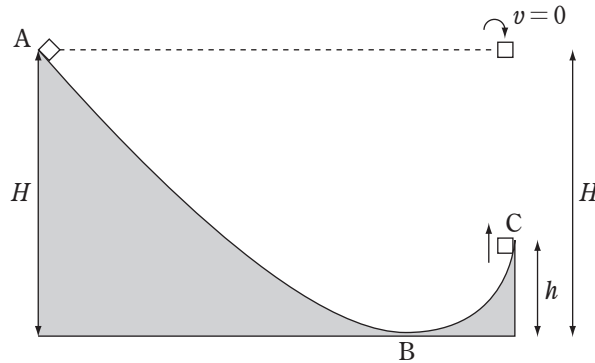


2014 年度大学入試センター試験 解説 〈物理 I〉

第 1 問 小問集合

問 1 小物体は点 C から鉛直上方に飛び出すので、このあと速度の水平成分は持たない。したがって、最高点では速さおよび運動エネルギーはゼロになるから、力学的エネルギー保存則よりこの高さは点 A と等しく H である。



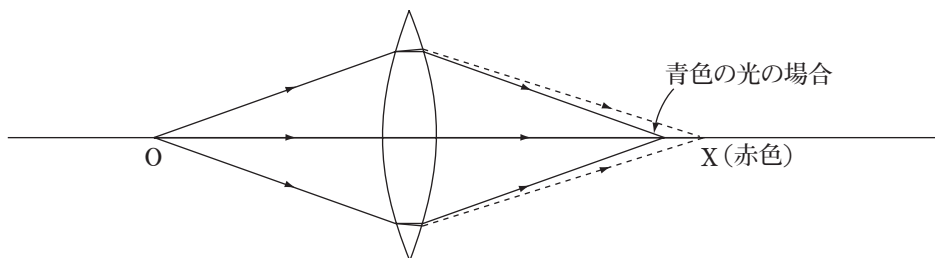
(答) …④

問 2 棒の電気抵抗を $R=1 \times 10^4 \Omega$ 、電流を $I=1 \times 10^3 \text{ A}$ 、電流の流れていた時間を $t=1 \times 10^{-3} \text{ s}$ とする。消費された電気エネルギー E は

$$E = RI^2t = (1 \times 10^4 \Omega) \times (1 \times 10^3 \text{ A})^2 \times (1 \times 10^{-3} \text{ s}) = \underline{1 \times 10^7 \text{ J}}$$

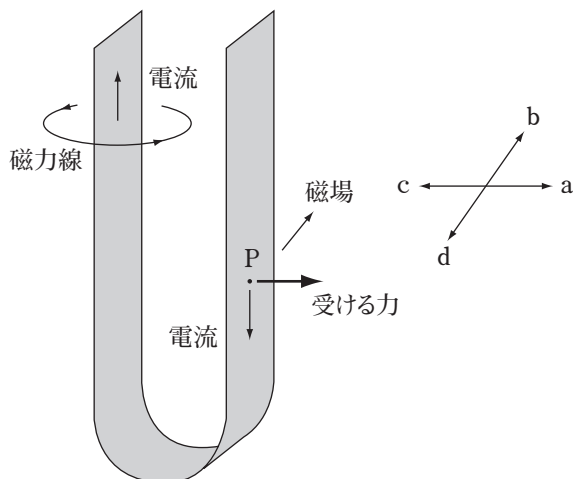
(答) …⑤

問 3 ガラスの屈折率は、青色の光の方が赤色の光より大きく、このため屈折角も大きい。したがって、青色単色光源を点 O に置くと、像は赤色単色光源の場合の点 X よりもレンズに近い位置にできる。



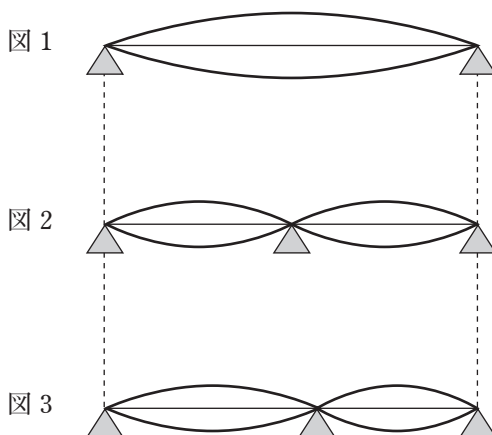
(答) …③

- 問4 (ア) 左側のアルミ箔を上向きに流れる電流の周りに生じる磁力線は、電流に対して右ネジの向きになり、右側のアルミ箔の位置における磁場の向きはその接線方向の b の向きになる。
 (イ) 右側のアルミ箔には下向きの電流が流れており、b の向きの磁場からはフレミングの左手の法則により a の向きに力を受ける。



(答) 4 …③

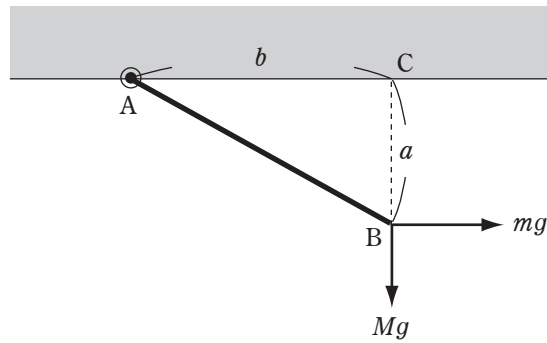
- 問5 はじめ中点のコマがないときに、左右の両端を隣り合う節とする基本振動が生じている (図1)。なお、張力が一定であり、このあと波の速さは変わらない。
 (ウ) 中点 M にコマを置いて、両側の弦をはじめて基本振動が生じたとき (図2)、はじめに比べて波長は $\frac{1}{2}$ 倍になるから、振動数は 2 倍になる。
 (エ) コマを中点 M から右に動かすと、左右の基本振動数の差が大きくなっていく (図3)。これらの重ね合わせで生じるうなりの振動数は次第に大きくなるので、逆にうなりの周期は 短 くなっていく。



(答) 5 …③

問6 容器と砂のつり合いより、点Bから水平に張られた糸の張力の大きさは mg である。また、点Bでは鉛直下向きに大きさ Mg の力も働く。棒に働く重力は無視できるので、点Aのまわりの力のモーメントのつり合いの式は

$$b \times Mg = a \times mg \quad \text{これより } \underline{Mb = ma}$$



(答) …⑥

第 2 問 電磁気

A

問 1 電圧の振幅は約 14 V なので、オシロスコープの画面上では縦軸方向に振動の中心から最大値までは目盛り 3 つ弱ほどになる。また周期 T が $T = \frac{1}{60\text{Hz}} \doteq 0.017\text{ s}$ なので、画面上では横軸方向に繰り返しが目盛り約一つ半 (1.7 目盛り) になるものを選ぶ。

(答) …②

問 2 (a) 電線の抵抗 r は 2 本合わせて $r = 400 \times 2.0 \times 10^{-4} \Omega = 8.0 \times 10^{-2} \Omega$ である。電熱器が電圧 $V = 100\text{ V}$ で消費電力 $P_R = 1.0\text{ kW}$ なので、電流 I は $I = \frac{P_R}{V} = \frac{1.0 \times 10^3\text{ W}}{100\text{ V}} = 10\text{ A}$ とわかり、これと等しい電流が電線にも流れるから、電線の損失電力 P_1 は

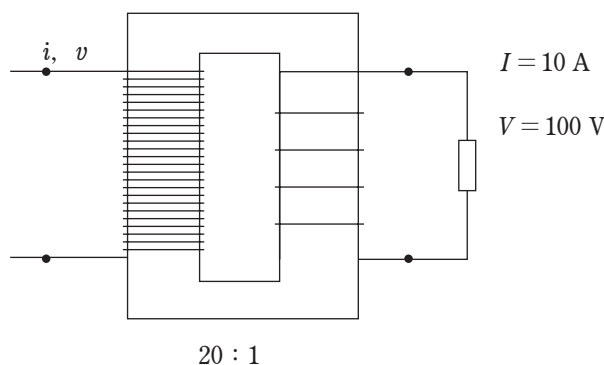
$$P_1 = rI^2 = (8.0 \times 10^{-2} \Omega) \times (10\text{ A})^2 = \underline{\underline{8.0\text{ W}}}$$

(答) …⑥

(b) 電熱器を流れる電流は、やはり $I = 10\text{ A}$ である。変圧器において 1 次コイル側の電流を i 、電圧を v とすると、電力は損失なく等しく伝わるので $iv = IV$ が成り立つ。また、コイルの巻き数比が 1 次コイルと 2 次コイルで 20 : 1 なので、 $v : V = 20 : 1$ すなわち $v = 20\text{ V}$ である。

したがって、 $i = \frac{V}{v} I = \frac{I}{20}$ とわかる。

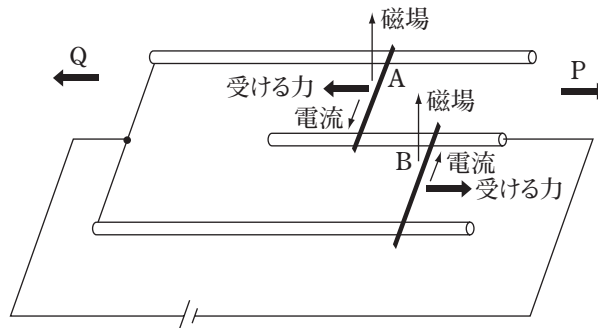
$$P_2 = ri^2 = r\left(\frac{I}{20}\right)^2 \quad \therefore \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{1}{20}\right)^2 = \underline{\underline{0.0025\text{ 倍}}}$$



(答) …①

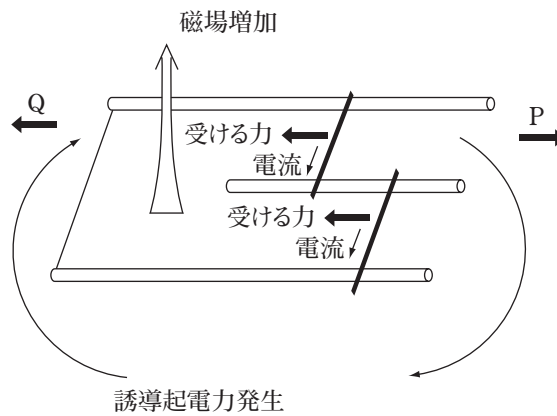
B

問3 金属棒 A と B には、それぞれ下図の向きに電流が流れる。したがって、鉛直上向きの磁場から力を受けて動き出す向きは、A が Q, B が P である。



(答) 10 …③

問4 上向きの磁場が強くなると磁力線の本数が増すので、レンツの法則により鉛直上方から見て時計回りの誘導起電力と誘導電流が発生する。金属棒 A と B には磁場から下図の向きの力が働き、ともに Q の向きに動き出す。



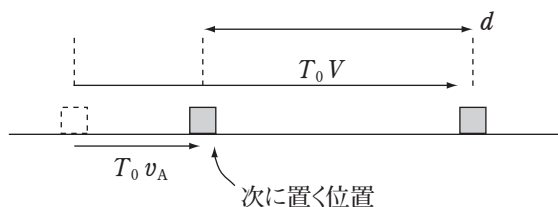
(答) 11 …④

第3問 波動

A

問1 (ア) 作業員 A が一つの箱を置いてから次の箱を置くまでの時間 T_0 の間に、置いた箱は距離 T_0V だけ運ばれ、次に箱を置く位置は $v_A T_0$ だけ同じ向きに移っている。

$$\therefore d = T_0V - T_0v_A = T_0(V - v_A)$$



(イ) 静止している作業員 B は、速さ V で近づく箱を回収する。箱の間隔が d なので、取り上げる時間間隔 T は $T = \frac{d}{V}$

(答) …⑤

問2 (ウ) V は波の速さ、 T は観測される波の周期、 d は波の波長に対応する。

(エ) (オ) 波源が運動する場合、変わらないのは波の速さ、発する振動数であり、変わるのは波の波長、受ける振動数である。(ウ) が波長になる選択肢の中で、適切な組み合わせは (エ) が波の速さ、(オ) が受け取る波の振動数となる。

(答) …②

B

問3 波長を λ_1 とおくと、隣り合う共鳴位置間の距離 $(70 - 50) \text{ cm} = 20 \text{ cm}$ が $\frac{\lambda_1}{2}$ に等しい。

$$\frac{\lambda_1}{2} = 0.20 \text{ m} \quad \text{より} \quad \lambda_1 = 0.40 \text{ m} \quad \text{だから,}$$

$$f_1 = \frac{340 \text{ m/s}}{0.40 \text{ m}} = \underline{850 \text{ Hz}}$$

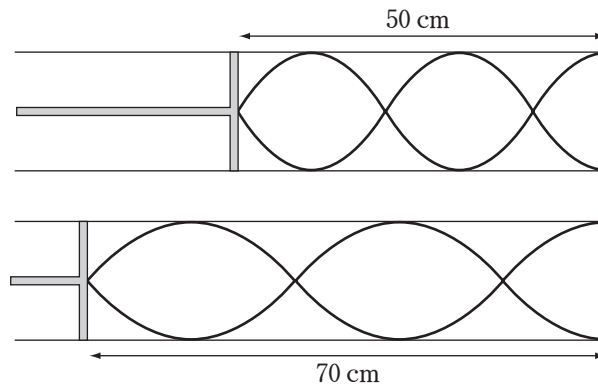
(答) 14 …④

問4 $L = 50 \text{ cm}$ で波長 λ_1 , 振動数 f_1 の共鳴状態と, 同じ腹・節の数を保って $L = 70 \text{ cm}$ にしたときの共鳴状態は下図のようになる。変化後の波長を λ_2 , 振動数を f_2 とすれば,

$$(V =) f_2 \lambda_2 = f_1 \lambda_1 \quad \text{より} \quad \frac{f_2}{f_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \text{である。}$$

ここに $\lambda_2 = \frac{4}{5} \times (70 \text{ cm})$, $\lambda_1 = \frac{4}{5} \times (50 \text{ cm})$ だから

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{50 \text{ cm}}{70 \text{ cm}} = \underline{\frac{5}{7}}$$



(答) 15 …③

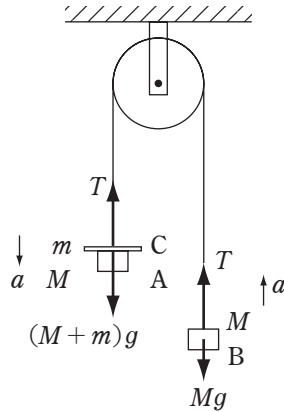
第 4 問 力学, 気体の状態変化

A

問 1 加速度の大きさを a , 糸の張力の大きさを T とすると, 運動方程式は

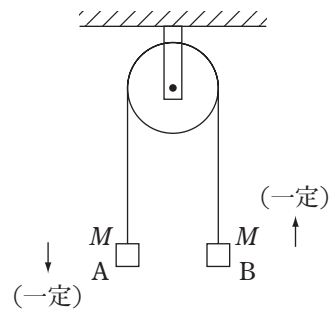
$$\begin{cases} \text{A と C (鉛直下向き)} & : (M+m)a = (M+m)g - T \\ \text{B (鉛直上向き)} & : Ma = T - Mg \end{cases}$$

2 式より T を消去して a を求めると $a = \frac{mg}{2M+m}$



(答) 16 …④

問 2 時刻 t_0 までは加速度 a で一定であり, 速さは時間に対して一定の割合で増加する。時刻 t_0 より後では物体 C が A から離れるため, 滑車の左右で物体 A と B がつり合って, 加速度の大きさはゼロとなる。したがって, 速さは t_0 以降変化しない。

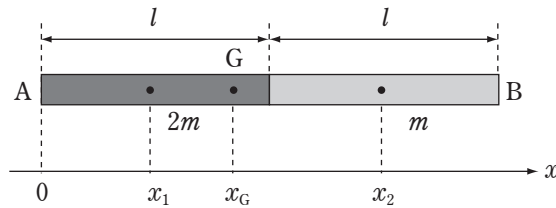


(答) 17 …②

B

問3 A を原点に、B へ向かう向きを正とする x 座標を定める。左半分の質量 $2m$ の部分は $x_1 = \frac{l}{2}$ が、右半分の質量 m の部分は $x_2 = \frac{3}{2}l$ がそれぞれの重心位置になるので、さらにこれら全体の重心位置 G の座標 x_G を決めればよい。

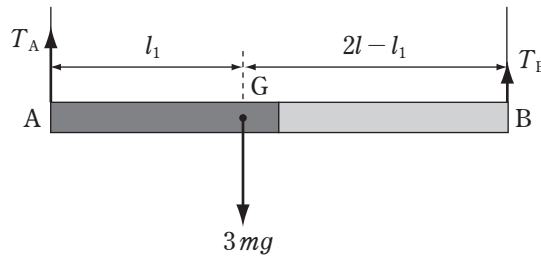
$$l_1 = x_G = \frac{2m \cdot x_1 + m \cdot x_2}{2m + m} = \frac{ml + \frac{3}{2}ml}{3m} = \frac{5}{6}l$$



(答) ...④

問4 重心 G のまわりの力のモーメントのつり合いは

$$l_1 \times T_A = (2l - l_1) \times T_B \quad \therefore \frac{T_A}{T_B} = \frac{2l - l_1}{l_1}$$

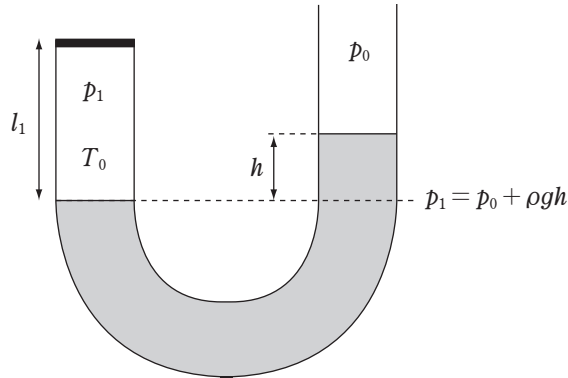


(答) ...⑤

C

問5 状態 B において、左の液面と同じ高さの位置における右の液体内の圧力が p_1 に等しいから、

$$p_1 = p_0 + \rho gh$$



(答) ...④

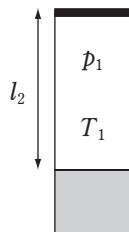
問6 管の断面積を S とする。気体の温度は T_0 で変化しないので、状態 A と比較して、ボイルの法則

$$p_1 S l_1 = p_0 S l_0 \quad \text{より} \quad \frac{p_1}{p_0} = \frac{l_0}{l_1}$$

(答) ...②

問7 問5 と同様に、右の液面から h だけ下方での圧力は $p_1 = p_0 + \rho gh$ と決まるから、閉じられた内部の気体の圧力は p_1 のままである。温度が T_1 になった状態 C では状態 B と比べて、シャルルの法則

$$\frac{S l_2}{T_1} = \frac{S l_1}{T_0} \quad \text{が成り立つ。} \quad \therefore l_2 = \frac{T_1}{T_0} l_1$$



(答) ...②