

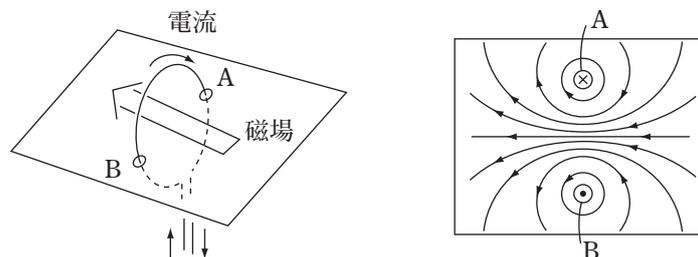
## 2012年度大学入試センター試験 解説 〈物理 I〉

### 第1問 小問集合

問1 波長  $\lambda = 2.0\text{m}$ , 振動数  $f = \frac{5\text{回}}{10\text{s}} = 0.5\text{Hz}$  だから,  
波の伝わる速さ  $V = f\lambda = 0.5\text{Hz} \times 2.0\text{m} = \underline{1.0\text{m/s}}$

(答)  …②

### 問2



電流に対して右ネジの向きに磁場が生じるので、コイル中心付近では  $\odot$  の向き。

また、磁力線は図のようになり、鉄粉はこれに沿って模様を描くので、適切なものは  $\text{c}$ 。

(答)  …⑦

問3 糸の張力の大きさを  $T$ , 物体の加速度の大きさを  $a$  として、運動方程式は

$$\begin{cases} \text{A(鉛直上向き)} : ma = T - mg \\ \text{B(鉛直下向き)} : 3ma = 3mg - T \end{cases}$$

これより  $a = \frac{g}{2}$  を得る。

初速ゼロの等加速運動だから  $\frac{1}{2}at^2 = h$  として,  $t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{4h}{g}}$ 。

(答)  …③

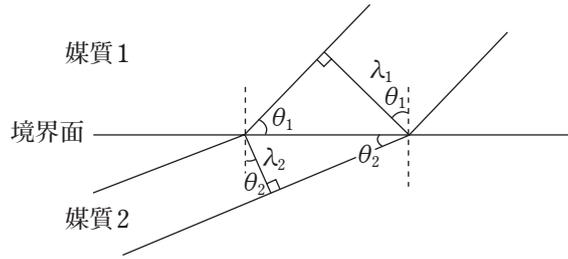
問4 周期は共通なので  $T$  とおくと、媒質1と2での波長をそれぞれ  $\lambda_1, \lambda_2$  として、

$$v_1 = \frac{\lambda_1}{T}, v_2 = \frac{\lambda_2}{T}.$$

ここで図4より  $\lambda_1 > \lambda_2$  がわかるから,  $v_1 > v_2$ 。

また、屈折の法則より  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

(考察)

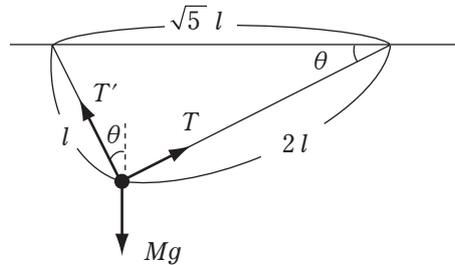


このように確認してもよい。上図において、 $\lambda_1 = v_1 T$ 、 $\lambda_2 = v_2 T$  であり、波面と境界面とからなる直角三角形の共通辺の長さに注目すると、

$$\frac{v_1 T}{\sin \theta_1} = \frac{v_2 T}{\sin \theta_2} \quad \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

(答) 4 …①

問 5



図の角を  $\theta$  とおくと、 $\sin \theta = \frac{1}{\sqrt{5}}$ 、 $\cos \theta = \frac{2}{\sqrt{5}}$  である。長さ  $l$  の糸の張力の大きさを  $T'$  として、つりあいの式は

$$\begin{cases} \text{(水平方向)} : T' \sin \theta = T \cos \theta \\ \text{(鉛直方向)} : T' \cos \theta + T \sin \theta = Mg \end{cases}$$

2式より  $T'$  を消去して  $T$  を求めると、 $T = Mg \sin \theta = \frac{1}{\sqrt{5}} Mg$

(答) 5 …①

問 6 求める質量を  $m$  とおく。

$$\begin{cases} \text{水が得た熱量} & Q_1 = 4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K}) \times 100\text{g} \times (12.0 - 10.0)\text{K} \\ \text{鉄球が得た熱量} & Q_2 = 0.45\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K}) \times m[\text{g}] \times (96.0 - 12.0)\text{K} \end{cases}$$

$$Q_1 = Q_2 \text{ とおくと, } m = \frac{840\text{J}}{0.45 \times 84\text{J/g}} = 22.2 \dots \text{g} \doteq 22\text{g}$$

(答) 6 …①

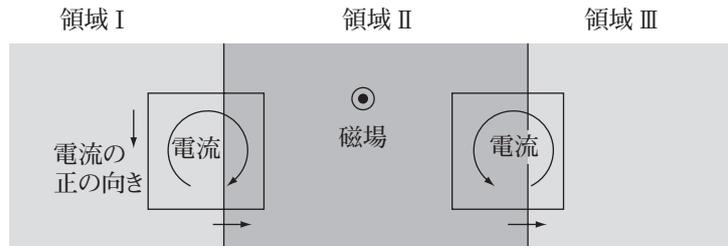
第 2 問 電磁気

A

問 1 フレミングの左手の法則により各辺は、電流から磁場へ右ネジを回してネジの進む向きへ力を受ける。図 1 の場合では、正方形コイルの外側へ向かう向きになる。

(答)  …①

問 2



コイルを貫く磁束が変化するのは、各領域の境界を通過する間である。

領域 I から II に入る間は磁束が増すので、生じる誘導起電力と誘導電流は、レンツの法則により裏向き磁場を作ろうとする負の向き。

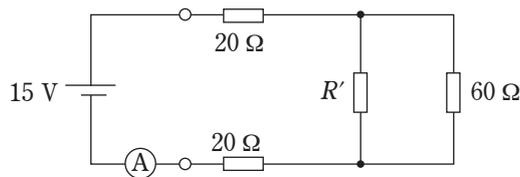
その後、領域 II から III に入る間は磁束が減るので、生じる誘導起電力と誘導電流は表向き磁場を作ろうとする正の向き。

(答)  …④

B

問 3 長さ 25m のニクロム線の全抵抗値は  $R = \frac{15V}{0.15A} = 100\Omega$  である。

抵抗値は長さに比例するので、1m あたりの抵抗値は  $4\Omega$  とわかる。



抵抗を接続したときの全体の合成抵抗は  $\frac{15V}{0.25A} = 60\Omega$  である。

等価な回路は上図のようになるが、このうちニクロム線の 2 箇所 5m の抵抗値が  $4\Omega/m \times 10m = 40\Omega$  なので、求める抵抗 ( $R'$  とおく) と 15m のニクロム線 (抵抗値  $4\Omega/m \times 15m = 60\Omega$ ) の並列合成抵抗が、 $60\Omega - 40\Omega = 20\Omega$  になる。

$$\frac{1}{R'} + \frac{1}{60\Omega} = \frac{1}{20\Omega} \text{ とおくと, } R' = \underline{30\Omega}$$

(答)  …③

問 4 銅線の抵抗値が無視できるから、並列接続部では電流は全て銅線に流れ、ここから右側の抵抗値はゼロとみなせる。

長さ  $L$  の 2 箇所のニクロム線の抵抗値は  $2 \times 4L[\Omega] = 8L[\Omega]$  なので、回路の方程式 (キルヒホッフの法則) は

$$15V = \{(20 + 8L)\Omega\} \times I \quad \text{これより} \quad I = \frac{15}{20 + 8L} \text{ A}$$

グラフとして適切なものは①.

(答) 10 …①

### 第 3 問 波動

A

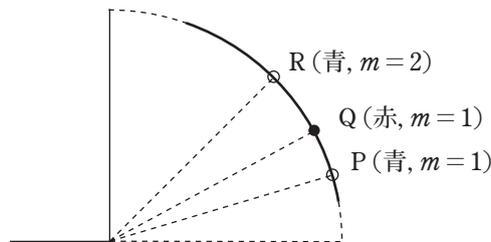
問 1  $m$  を整数として、明線が現れる角度  $\theta$  に関する条件  $d \sin \theta = m\lambda$  より

$$\sin \theta = m \frac{\lambda}{d} = m \frac{6.0 \times 10^{-7} \text{ m}}{1.2 \times 10^{-6} \text{ m}} = 0.5 \times m$$

ここで  $-0.87 < \sin \theta < 0.87$  ( $-60^\circ < \theta < 60^\circ$ ) を満たす整数  $m$  は  $m = -1, 0, 1$  の 3 つである。

(答) 11 …②

問 2  $\sin \theta = \frac{m\lambda}{d}$  において、波長は赤色と青色で  $\lambda_{\text{赤}} > \lambda_{\text{青}}$  なので、同一の次数  $m$  の明線は、青色が内側・赤色が外側に現れる。



最も内側の P は、青色の光の  $m = 1$  にあたる明線である。次の明線 Q は赤色の光の  $m = 1$  か、青色の光の  $m = 2$  にあたるものであるが、 $2\lambda_{\text{青}} > \lambda_{\text{赤}}$  なので、青色の  $m = 2$  が赤色の  $m = 1$  の内側に現れることはありえない。したがって、Q は赤色の光の  $m = 1$ 、R は青色の光の  $m = 2$  にあたる明線である。

∴ 青色の明線は P と R。

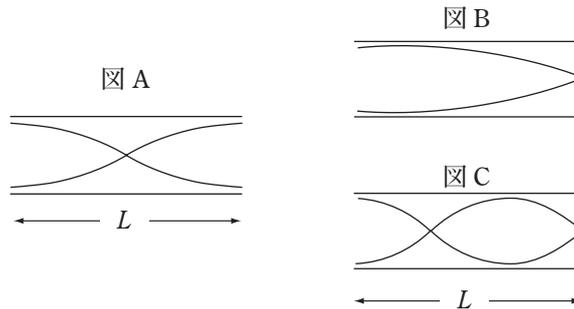
(答) 12 …⑥

(考察) 代表的な数値では  $\lambda_{\text{赤}} = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ ,  $\lambda_{\text{青}} = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$  であり、上述のように

$2\lambda_{\text{青}} > \lambda_{\text{赤}}$  である。

B

問 3



管の長さを  $L$ 、空気中の音速を  $V$  とする。

最初の図 A の共鳴 (振動数  $f = 440\text{Hz}$ ) での波長を  $\lambda_1$  とすると、 $L = \frac{\lambda_1}{2}$  なので  $\lambda_1 = 2L$  である。また、 $V = f\lambda_1$  が成り立つ。

手で閉じた 1 回目の共鳴は図 B のようになる。振動数を  $f_2$ 、波長を  $\lambda_2$  とすると、 $L = \frac{\lambda_2}{4}$  なので  $\lambda_2 = 4L$  である。また、 $V = f_2\lambda_2$  が成り立つ。

手で閉じた 2 回目の共鳴は図 C のようになる。振動数を  $f_3$ 、波長を  $\lambda_3$  とすると、 $L = \frac{3}{4}\lambda_3$  なので  $\lambda_3 = \frac{4}{3}L$  である。また、 $V = f_3\lambda_3$  が成り立つ。

$$f_2\lambda_2 = f\lambda_1 \quad \text{より} \quad f_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} f = \frac{2L}{4L} \times 440\text{Hz} = \underline{220\text{Hz}}$$

$$f_3\lambda_3 = f\lambda_1 \quad \text{より} \quad f_3 = \frac{\lambda_1}{\lambda_3} f = \frac{2L}{4L/3} \times 440\text{Hz} = \underline{660\text{Hz}}$$

(答) 13 …②

問 4 共鳴の状態は図 A と変わらず、波長は  $\lambda_1 = 2L$  である。このときの振動数を  $f'$  とすると音速が  $3V$  になっているので、

$$3V = f'\lambda_1 \quad \therefore f' = \frac{3f\lambda_1}{\lambda_1} = 3 \times 440\text{Hz} = \underline{1320\text{Hz}}$$

(答) 14 …④

#### 第 4 問 力学・気体の状態変化

A

問 1 求める運動エネルギーを  $K$  とすると、ばねが自然の長さに達したときと、手を離れた直後とで、力学的エネルギー保存則より

$$K = \underline{mgd + \frac{1}{2}kd^2}$$

(答) 15 …③

問2 鉛直下向きを正として加速度を  $a$  とおく。ばねに接している間の運動方程式

$$ma = mg + k(d-x) \quad \text{より} \quad a = g + \frac{k}{m}(d-x)$$

これは  $x=0$  から  $x=d$  まで 1 次関数的に減少して、 $x=d$  で  $a=g$  となる。

$x=d$  でばねから離れてからは重力だけが働くので  $a=g$  (一定)

以上で適切なグラフは②

(答) 16 …②

B

問3 求める速さを  $v$  とし、力学的エネルギー保存則  $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$  より  $v = \sqrt{2gh}$

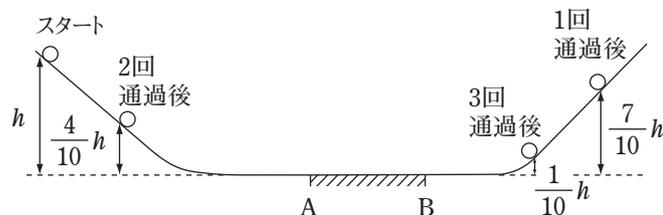
(答) 17 …⑥

問4 P から Q までの間に失われた力学的エネルギーは  $\frac{3}{10}mgh$ 。これが AB 間で動摩擦力からなされた仕事の大きさ  $\mu'mgL$  に等しいから、

$$\mu'mgL = \frac{3}{10}mgh \quad \therefore \mu' = \frac{3h}{10L}$$

(答) 18 …①

問5 小物体は AB 間を通過するごとに  $\frac{3}{10}mgh$  の力学的エネルギーを失い、斜面上の静止位置は  $\frac{3}{10}h$  ずつ低くなる。

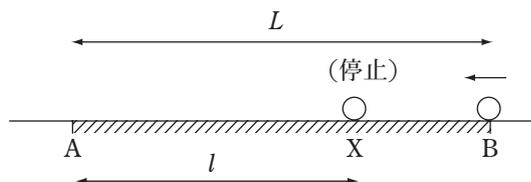


A を 1 回目に通過した後は、右斜面上の高さ  $\frac{7}{10}h$  の点 Q に達する。

次に右から左向きに A を通過 (2 回目) した後は、左斜面上の高さ  $\frac{4}{10}h$  の点に達する。

次に左から右向きに A を通過 (3 回目) した後は、右斜面上の高さ  $\frac{1}{10}h$  の点に達する。

この後は AB 間を完全に通過することはできず、B から A に向かう途中の点 X で停止する。



AX 間の距離を  $l$  とすると, B から X までの力学的エネルギーと摩擦による仕事の関係

$$\mu' mg(L-l) = \frac{1}{10} mgh \quad \text{より} \quad \frac{3h}{10L}(L-l) = \frac{h}{10} \quad \therefore l = \frac{2}{3}L$$

(答)  …③

(答)  …④

C

問6 操作 (ア) では温度が一定であり, ボイルの法則が成り立つ. 求める体積を  $V_A$  とすると,

$$P_A V_A = P_0 V_0 \quad \text{より} \quad V_A = \frac{P_0}{P_A} V_0$$

(答)  …③

問7 熱力学第1法則を考える.

操作 (ア) では内部エネルギーが変化しないので, 外からなされた仕事に等しい大きさの熱量が内部から外部へ移動する.

操作 (イ) では気体が仕事をしないが内部エネルギーが増加する. これに等しい大きさの熱量が外部から内部へ移動する.

(答)  …②