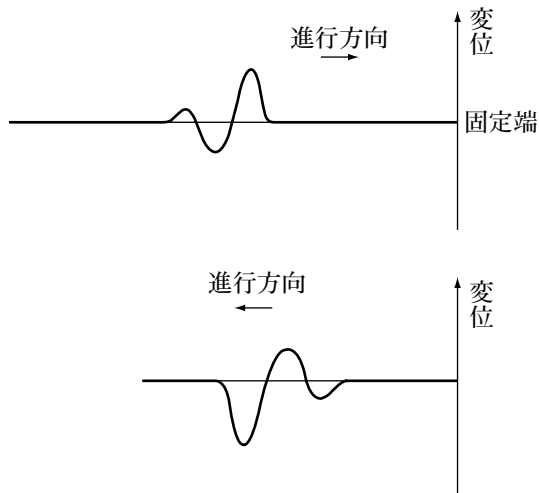


2011年度大学入試センター試験 解説〈物理 I〉

第1問 小問集合

問1 固定端による反射波の波形は、入射波に対して上下を反転させたうえ、固定端を軸に折り返したものになる。



(答) …③

問2 おもりの質量を m とすると、力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgL(1 - \cos\theta) \quad \text{より} \quad v = \sqrt{2gL(1 - \cos\theta)}$$

グラフの概形とともに

$$\begin{cases} \theta = 90^\circ \text{ では } v = \sqrt{2gL} \\ \theta = 180^\circ \text{ では } v = 2\sqrt{gL} \end{cases} \quad \text{に注目する.}$$

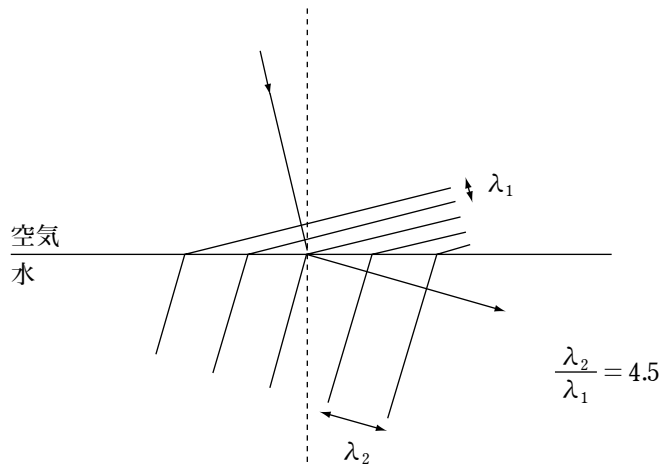
(答) …②

問3 木材片のストローに近い側には、ストローと逆符号の正の分極電荷が現れる。

これとストローに分布した負電荷との間には引力が働くので、端 A は 木材片に近づく。

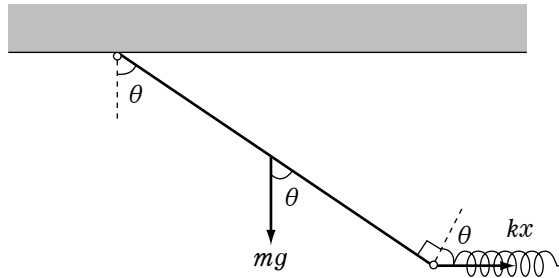
(答) …①

問4 水中では空気中に比べて、音速および波長が 4.5 倍になるから、進行方向に垂直な波面間隔の変化を考慮すると、屈折波の進む向きは図の通り。



(答) …④

問 5 求める伸びを x とすると、棒の下端にはばねから大きさ kx の弾性力が水平右向きに働く。



天井の支点まわりに力のモーメントのつり合いを考えると、

$$L \cdot kx \cos \theta = \frac{L}{2} mg \sin \theta \quad \therefore x = \frac{mg}{2k} \tan \theta$$

(答) …②

問 6 エネルギー、もしくは仕事の単位 (ジュール [J]) で表されるものは、

動摩擦力 \times 距離 ($[\text{N}] \cdot [\text{m}] = [\text{J}]$)

熱容量 \times 温度差 ($[\text{J}/\text{K}] \cdot [\text{K}] = [\text{J}]$)

(答) …①, ⑥ (順不同)

第 2 問 電磁気学

A

問 1 1 個の電灯には、電圧 $50[\text{V}]$ が加わる。

与えられた電圧-電流のグラフより、このときそれぞれの電灯には電流 $0.45[\text{A}]$ が流れるとわかるから、消費電力の和は

$$0.45[\text{A}] \times 50[\text{V}] \times 2 = 45[\text{W}]$$

(答) …④

(答) …④

問2 流れる電流を I 、電灯にかかる電圧を V 、抵抗と電灯の全体にかかる電圧を V' とする。

図1のグラフで計算しやすい数値の何点かを利用すると、

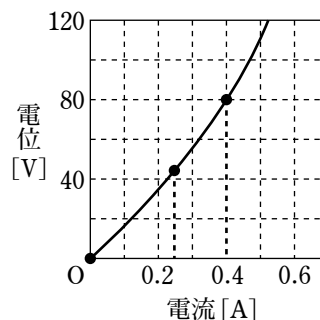
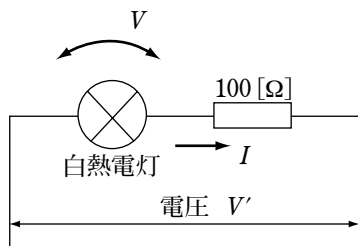
$$V = 0 \text{ [V]} \text{ では } I = 0 \text{ [A]} \quad \therefore V' = 0 \text{ [V]}$$

$$V = 20 \text{ [V]} \text{ では } I = 0.25 \text{ [A]} \quad \therefore V' = 20 \text{ [V]} + 100 \text{ [\Omega]} \times 0.25 \text{ [A]} = 45 \text{ [V]}$$

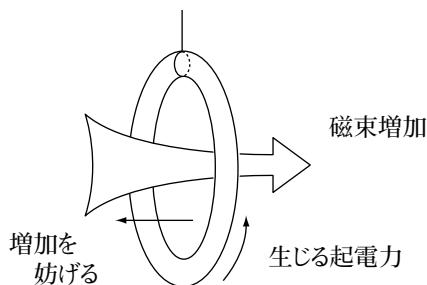
$$V = 40 \text{ [V]} \text{ では } I = 0.4 \text{ [A]} \quad \therefore V' = 40 \text{ [V]} + 100 \text{ [\Omega]} \times 0.4 \text{ [A]} = 80 \text{ [V]}$$

横軸を I 、縦軸を V' としたグラフで適切なものは③

(答) ...③



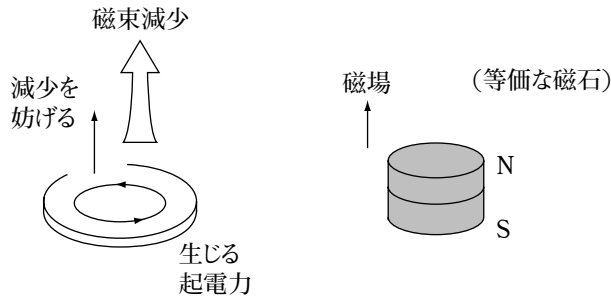
B
問3



リング内には右向き磁場ができており、磁石を近づけると磁束が増加する。電磁誘導の法則により、リングには左向き磁場を生む向き誘導起電力および電流が生じるので、電流は A の向き。また、近づける速さを大きくすると磁束の時間変化率が大きくなるので、誘導電流も 大きくなる。

(答) ...①

問 4



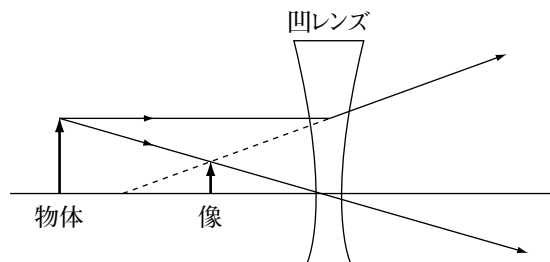
1円玉の位置には磁石による上向きの磁場ができており、磁石を上向きに動かすと磁束は減少する。電磁誘導の法則により1円玉には上向きの磁場を生む向きの誘導起電力および電流が生じるので、電流は A の向き。これは N 極が上側にある磁石と同じ効果を有するから、磁石の S 極に引かれ1円玉は 上向き に力を受ける。

(答) …②

第3問 波動

A

問 1



凹レンズは、物体の 虚像 を作る。虚像の位置は物体と 同じ側 で、レンズから物体までの距離よりレンズから像までの距離の方が 小さい。

(答) …⑥

問 2 レンズの結像公式 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ を考えると、凸レンズが実像を作る配置において、レンズから物体までの距離 a が大きくなる時、像までの距離 b を一定にするには、焦点距離 f を大きくすればよい。

焦点距離を大きくできないと、像が網膜の 前方 にできてしまう。凹レンズによって光束を広げることで、像を網膜に結ばせることが可能である。

(答) …①

B

問 3 グラフより周期 T が $T = 2 \times 10^{-3}$ [s] とわかるので、波長 λ は

$$\lambda = 340 [\text{m/s}] \times 2 \times 10^{-3} [\text{s}] = \underline{0.68} [\text{m}]$$

(答) ...④

問 4 同位相の 2 波源から発した波が弱めあう条件は、経路差が波長 λ の半整数倍になる場合であ

る. $\therefore \underline{\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda}$

(答) ...④

問 5 図 2 より $\overline{S_1P} - \overline{S_2P} = 3.5\lambda - 3\lambda = 0.5\lambda$ であり、この場合は音波が弱めあう。振動数を 2 倍にすると波長は新たに $\lambda' = \frac{\lambda}{2}$ となるので、 $\overline{S_1P} - \overline{S_2P} = 0.5 \times 2\lambda' = \lambda'$ で、経路差は λ' の整数倍になる。したがってこの場合は、2 波源が同位相だと音波は強めあい、逆位相だと弱めあう。

(答) ...⑥

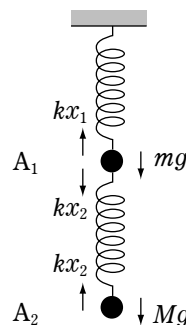
第 4 問 力学・気体の状態変化

A

問 1 力のつりあいの式

$$\begin{cases} \text{おもり } A_1 & kx_1 = kx_2 + mg \\ \text{おもり } A_2 & kx_2 = Mg \end{cases}$$

より $x_1 = \underline{\frac{(m+M)g}{k}}$, $x_2 = \underline{\frac{Mg}{k}}$



(答) ...⑥

(答) ...⑤

問 2 求める速さ v とすると、力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgx_1 = \frac{1}{2}kx_1^2 \quad \text{より} \quad v = \underline{\sqrt{\frac{k}{m}x_1^2 - 2gx_1}}$$

(答) ...④

B

問 3 左向きに床から働く動摩擦力の大きさは、物体 A に対して $\mu'_A Mg$ 、物体 B に対して $\mu'_B mg$ である。速さが一定のとき加速度ゼロなので、A と B が一体で運動中の力のつりあいより

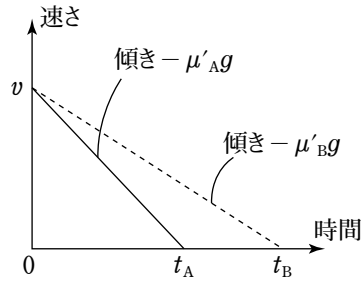
$$F = \underline{(\mu'_A M + \mu'_B m)g}$$

(答) ...③

問 4 糸がゆるむから加速度の大きさについて $\mu'_A g > \mu'_B g$ であり、 $\underline{\mu'_A > \mu'_B}$ がわかる。

また、速さ v から減速して静止するまでの時間は、加速度の大きさの違いから $t_A < t_B$ とわかる。

(答) ...⑤



C

問5 円筒は静止したままなので、鉛直方向の力のつり合いが成り立っており、したがって円筒内の気体の圧力は一定である。変化後の気柱の高さを l' とすると、シャルルの法則により

$$\frac{Sl'}{(273+43)[K]} = \frac{Sl}{(273+15)[K]}$$

$$\therefore \frac{l'}{l} = \frac{316}{288} = 1.097 \dots \approx \underline{1.1}$$

(答) ...③

問6 円筒内の気体の圧力を P_1 とすると、液柱のつり合いを考え

$$P_1S + \rho Shg = P_0S \quad \text{より} \quad P_1 = P_0 - \rho gh$$

手が支える力の大きさを F とすると、円筒のつり合いの式

$$F + P_1S = P_0S + Mg \quad \text{より}$$

$$F = P_0S + Mg - (P_0 - \rho gh)S = \underline{Mg + \rho ghS}$$

(答) ...①

