

2007 年度大学入試センター試験 解説 〈物理 I〉

第 1 問

問 1 相互誘導により 2 次コイルには 1 次コイルと等しい周波数の交流電圧が発生する。また、交流電圧の比は巻き数の比に等しい。

したがって 2 次コイルに生じる交流電圧は周波数が 25[Hz] で電圧 5[V]

(答) ④

問 2 鉄は磁石に引き付けられやすい性質を持ち (強磁性体と呼ばれる), まず電磁石 A により取り除かれる。アルミニウムは磁石ドラム付近に来ると誘導電流が流れ, 磁石から反発力を受けて容器 B に入る。プラスチックには電流は流れず, 容器 C に落ちる。

∴ ア:鉄, イ:アルミニウム, ウ:プラスチック

(答) ③

問 3 1.0[kW] の電気ストーブでは毎秒 1.0[kJ] のエネルギーが使われる。発電所で生じる熱の 40%がこの電気エネルギーになれば, 廃熱として捨てられる残り 60%のエネルギーは毎秒

$$\frac{60}{40} \times 1.0[\text{kJ}] = 1.5[\text{kJ}]$$

(答) ④

問 4 おもりのつりあいより, 糸の張力の大きさ T は $T = Mg$ 。棒の長さを L とすると, 反時計回りを正の向きとして, ちょうつがいの回転軸を基準とした力のモーメントのつりあいは

$$0 = L \times Mg \sin 30^\circ - \frac{L}{2} \times mg \cos 30^\circ$$

これより

$$M = \frac{\sqrt{3}}{2} m$$

(答) ②

問 5 弦の長さを l , 弦を伝わる波の速さを V とおく。どこも押さえずに弾いたときは基本振動が生じ, 波長 λ は

$$\frac{\lambda}{2} = l \quad \text{より} \quad \lambda = 2l$$

となる。このときの振動数 $f = 330[\text{Hz}]$ との関係は

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{V}{2l}$$

である。

図 4 の場合、波長 λ' は $\frac{\lambda'}{2} = \frac{3}{4}l$ より $\lambda' = \frac{3}{2}l$ になるので、このときの振動数 f' は

$$f' = \frac{V}{\lambda'} = \frac{2V}{3l}$$

したがって

$$\frac{f'}{f} = \frac{2V/3l}{V/2l} = \frac{4}{3} \quad \therefore f' = \frac{4}{3} \times 330[\text{Hz}] = 440[\text{Hz}]$$

(答) ③

図 5 の場合、波長 λ'' は $\frac{\lambda''}{2} = \frac{l}{4}$ より $\lambda'' = \frac{l}{2}$ になるので、このときの振動数 f'' は

$$f'' = \frac{V}{\lambda''} = \frac{2V}{l}$$

したがって

$$\frac{f''}{f} = \frac{2V/l}{V/2l} = 4 \quad \therefore f'' = 4 \times 330[\text{Hz}] = 1320[\text{Hz}]$$

(答) ⑥

問 6 ばねの弾性力は大きさ kl で上向き、重力は大きさ Mg で下向きになるので、加速度を a とすると運動方程式は鉛直上向きを正として

$$Ma = kl - Mg$$

これより

$$a = \frac{kl}{M} - g$$

(答) ④

第 2 問

A

問 1 抵抗の値が R のときの電流の大きさを I とすると、電流と電圧の関係は

$$E = RI$$

これより

$$I = \frac{E}{R}$$

となり、 I は R に反比例する。

また、 $R = R_0$ のとき $I = I_0$ であれば、 $R = 2R_0$ のときは $I = \frac{I_0}{2}$ である。

(答) ⑤

問 2 (a) の場合、二つの並列接続された抵抗の合成抵抗を R' とすると

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_0} = \frac{2}{R_0}$$

より

$$R' = \frac{R_0}{2}$$

となるから、電流と電圧の関係は

$$2E = \frac{R_0}{2} \times I_a$$

これより

$$I_a = \frac{4E}{R_0} = 4I_0$$

(b) の場合、一つの抵抗と電池には $\frac{I_b}{2}$ の電流が流れるから、電流と電圧の関係は

$$E = R_0 \times \frac{I_b}{2}$$

これより

$$I_b = \frac{2E}{R_0} = 2I_0$$

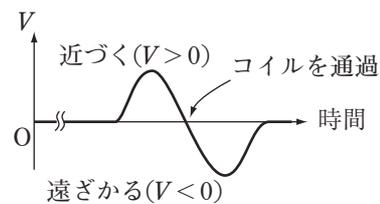
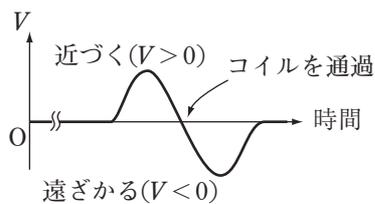
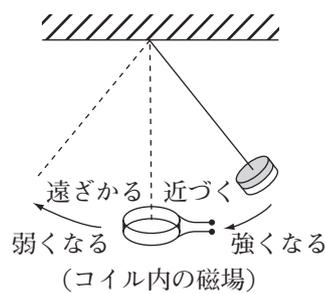
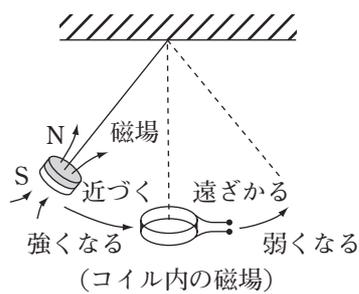
したがって、以上あわせて $I_0 < I_b < I_a$

(答) 2 ⑧

B

問 3 振れはじめてから磁石が最下点に達するまではコイル内の上向きの磁場 (磁界) が強くなる。このときコイルに正の電圧 V が生じたとすると、最下点から反対側まで振れきる間は磁場が弱くなるので、負の電圧が生じる。

はじめの位置に戻る途中では、最下点までは磁場が強くなっていき、最下点からは弱くなっていくので、同様にして正の向き・負の向きの順に電圧 V が生じる。



これをもう 1 往復繰り返すから、2 往復全体の間には生じる電圧 V の波形は、

正・負、正・負、正・負、正・負

の順で得られる。

(答) 3 ③

問 4 スイッチを入れるとコイルに誘導電流が流れてこれが磁場を作るため、磁石が力を受けて振り子の振幅が減衰する。速やかに減衰させるには磁石が受ける力が強ければ、すなわちコイルが強い磁場を生むように大きな誘導電流が流れればよい。

ニクロム線の長さ（電気抵抗）が同じであれば大きな電圧が生じればよいから、コイルの巻き数を多くする。

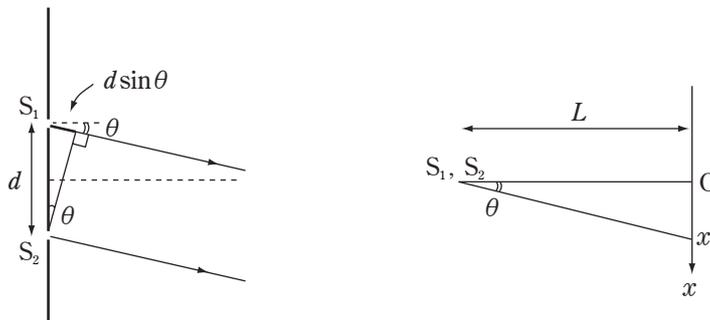
巻き数が同じで生じる電圧が変わらないのであれば、抵抗を小さくするためにニクロム線の長さを短くする。

(答) 4 ②

第 3 問

A

問 1 S_1 と S_2 が同位相の 2 波源であり、スクリーン上の座標 x の点までの経路差 ΔL は、 L が d や $|x|$ に比べて十分大きければ、図の角度を θ として、



$$\Delta L \doteq d \sin \theta \doteq d \tan \theta \doteq d \frac{x}{L}$$

これが波長 λ の整数倍ならば光が強め合って明るく見える。整数 m を用いてこの条件は

$$d \frac{x}{L} = m \lambda \quad \therefore \quad x = m \frac{L \lambda}{d}$$

したがってスクリーン上では一定の間隔 $\frac{L \lambda}{d}$ おきに明るい縞模様が見られる。

(答) 1 ①

問 2 O で光が弱め合って暗く見えるためには全体での経路差、すなわち S_0 から S_1 を経て O に至る経路の長さ、 S_0 から S_2 を経て O に至る経路の長さの差が波長 λ の半整数 ($\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$ など、整数 + $\frac{1}{2}$ で表される数) 倍になっていなければならない。

O においては $\overline{S_1O} = \overline{S_2O}$ なので、 l_1 と l_2 の差が λ の半整数倍であればよく、選択肢の中で適切なものは

$$l_2 - l_1 = \frac{3}{2}\lambda$$

(答) ③

B

問 3 水面波の速さを浅い部分で $v_1 = 0.30$ [m/s]、深い部分で $v_2 = 0.40$ [m/s]、水面波の波長を浅い部分で λ_1 、深い部分で λ_2 とおく。振動数 $f = 3.0$ [Hz] はどちらの部分でも等しいので、 $v_1 < v_2$ を考慮すると

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{f}$$

よりも

$$\lambda_2 = \frac{v_2}{f} = \frac{0.40[\text{m/s}]}{3.0[\text{Hz}]} = 0.133 \dots [\text{m}]$$

の方が長い。

∴ 波長の長い部分：深い部分、波長 $\lambda_2 \approx 0.13$ [m]

(答) ④

問 4 屈折の法則は

$$\frac{v_1}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{\sin \theta_2}$$

とできるので、表 1 の数値を用いると

$$\sin \theta_2 = \frac{v_2}{v_1} \times \sin 35^\circ = \frac{0.40[\text{m/s}]}{0.30[\text{m/s}]} \times 0.57 = 0.76$$

これに近い数値を持つものとして、表 1 の中で適切なものは

$$\sin 50^\circ = 0.77 \quad \therefore \theta_2 = 50^\circ$$

(答) ⑧

- 問 5 ①：砂浜近くで水深が浅くなるにつれて波長が短くなり、屈折が起こり波面が海岸線に平行になる。→ 正
- ②：凸レンズでは厚い中心部へ向かう方へ光が屈折する。→ 正
- ③：水中からの光は空気中へ出る際に屈折し、それを目で受けると見かけの光源が実際より浮き上がって見える。→ 正
- ④：風下では音が空気全体の流れとあわせて伝わるので拡散しにくくよく聞こえるが、屈折と関係はない。→ 誤

- ⑤：冬の晴れた夜などでは上空に比べて地表近くが冷えて温度が下がり，音速が遅く波長が短くなるため屈折により遠くの音が聞こえる。→ 正

(答) ④

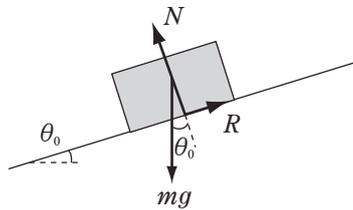
第 4 問

A

問 1 重力加速度の大きさを g とする。 $\theta = \theta_0$ において，静止摩擦力 $R = mg \sin \theta_0$ が最大摩擦力

$\mu N = \mu mg \cos \theta_0$ (N は垂直抗力) になるので，

$$mg \sin \theta_0 = \mu mg \cos \theta_0 \quad \therefore \tan \theta_0 = \mu$$



(答) ③

問 2 B を基準にすると A での重力による位置エネルギーは $mgl \sin \theta$ 。また，A から B へ至るまでに大きさ $\mu' N = \mu' mg \cos \theta$ の動摩擦力がする仕事は $-\mu' mg \cos \theta \times l$ なので，

(力学的エネルギー変化) = (動摩擦力がした仕事)

の関係を作ると

$$\frac{1}{2} m v^2 - mgl \sin \theta = -\mu' mgl \cos \theta$$

これより

$$v = \sqrt{2gl(\sin \theta - \mu' \cos \theta)}$$

(答) ①

問 3 B に達するまでは動摩擦力の大きさが一定なので加速度も一定であり $v-t$ グラフは正の傾きの直線となる。B を通過後は動摩擦力の大きさが変わるが，加速度とともに一定値である点は共通であり，静止して $v=0$ になるまでは $v-t$ グラフは負の傾きの直線となる。また，B を通過するとき v が不連続に変化することはない。

(答) ①

B

問 4 高低差 h の 2 点における水圧の差 Δp は h に比例して

$$\Delta p = \rho hg$$

で表される。 $h = 200 - 100[\text{m}] = 100[\text{m}]$ であれば与えられた数値を用いて

$$\begin{aligned}\Delta p &= 1.0 \times 10^3 [\text{kg/m}^3] \times 100[\text{m}] \times 9.8[\text{m/s}^2] \\ &= 9.8 \times 10^5 [\text{Pa}]\end{aligned}$$

(答) ⑤

問 5 潜水艇が受ける浮力は大きさ ρVg で上向きである。バラストタンク内の水の体積を V' とすると、下向きに受ける力の大きさは、潜水艇自身が受ける重力 Mg に加え内部の水が受ける重力 $\rho V'g$ があるので、鉛直方向のつりあいの式は上向きを正として

$$0 = \rho Vg - \rho V'g - Mg$$

これより

$$V' = V - \frac{M}{\rho}$$

(答) ③

問 6 潜水艇が受ける力は、上向きに大きさ ρVg の浮力、下向きに大きさ Mg の重力と大きさ bv の抵抗力である。速さが一定、すなわち加速度が 0 になった状態では力がつりあっているので、

$$0 = \rho Vg - Mg - bv$$

より

$$v = \frac{(\rho V - M)g}{b}$$

(答) ②

C

問 7 Q_A と Q_B は A, B それぞれの方法で一つ目の湯飲みが受け取った熱量であるが、お茶を多く注いだ A の方が受け取る熱量が多く

$$Q_A > Q_B$$

の関係がある。次に二つ目の湯飲みに移すと、方法 A ではここでも熱量がお茶から湯飲みへと奪われるが、方法 B ではお茶を温度が等しくなった別の湯飲みに移すので熱量の流出はない。したがってお茶が奪われる熱量の総和は方法 A で大きくなり、最終的な温度 T_A と T_B の関係は

$$T_A < T_B$$

となる。

(答) ③

問 8 温度が下がるにつれて熱量が次第に空気中へ放出されていくが、温度が一定になるとそれ以降の放出はおこらず、総量 Q は時間とともに 0 からある一定値へ漸近していく。

(答) ①