

# 物理基礎・物理

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～ ] (配点 25)

問1 水平面とのなす角が $\theta$ の滑らかな斜面上で、静かに滑りはじめた小物体が高さにして $H$ だけ下るのに要する時間はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを $g$ とし、空気抵抗は無視する。

①  $\sqrt{\frac{2H}{g}}$

②  $\sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \theta}}$

③  $\sqrt{\frac{2H}{g \sin \theta \cos \theta}}$

④  $\sqrt{\frac{2H}{g \cos^2 \theta}}$

⑤  $\sqrt{\frac{2H}{g \tan \theta}}$

問2 図1のように、 $5.0 \times 10^{-7} \text{m}$ の波長をもつ平行な光が回折格子に入射し、 $1.0 \text{m}$ 離れたスクリーン上の点Pに、明線が現れた。入射光とスクリーンの交点を点Oとして、点Oと点Pの距離は $0.26 \text{m}$ であった。回折角 $\theta$ が、十分小さい時は $\sin \theta \doteq \tan \theta$ が成り立つとして、この回折格子では、 $1 \text{mm}$ に何本の溝が刻まれているか。最も近い値を、下の①～⑤うちから一つ選べ。ただし、点Oと点Pの間には、他の明線はなかった。 2 本

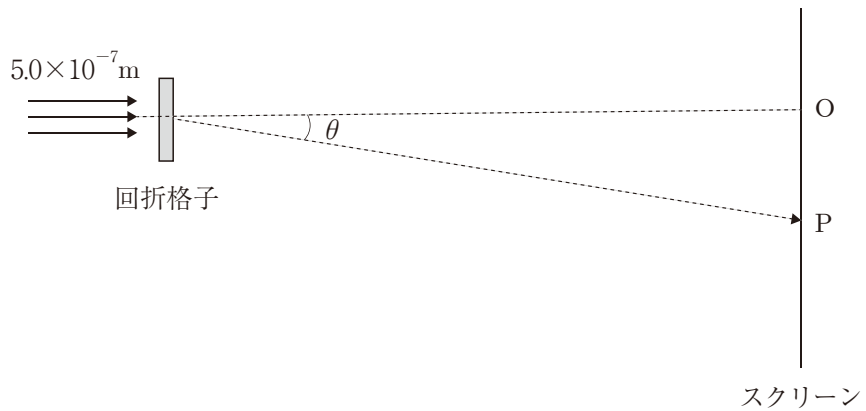


図 1

- ① 50                      ② 250                      ③ 500                      ④ 750                      ⑤ 1,000

物理基礎・物理

問3 図2のように、一様な磁場中で、大きい平面状の二枚の極板を並べ、電池を接続した。電荷 $q$  ( $q < 0$ )の小物体を極板間の隙間で右向きに射出したところ、小物体はその後極板間を右向きに飛び続けた。一様な磁場の向きとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、重力および空気抵抗は無視する。 3



図 2

- ① 右向き      ② 左向き      ③ 上向き      ④ 下向き  
⑤ 紙面に対して垂直で、手前に向かう向き  
⑥ 紙面に対して垂直で、奥へ向かう向き

問4  $5.0 \times 10^2 \text{g}$ の油の入った容器に、抵抗 $50 \Omega$ の電熱線を入れて電流 $2.0 \text{A}$ を10秒流すと油の温度が $2.0^\circ\text{C}$ 上昇した。油の比熱は何 $\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、油の比熱は温度によらず一定であるとすし、容器の熱容量は無視できるとする。また、電熱線から発生する熱はすべて油の温度上昇に使われるとする。 4  $\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$

- ① 1.0      ② 2.0      ③ 5.0      ④  $1.0 \times 10$       ⑤  $2.0 \times 10$

問5 図3のように、円柱状の物体(高さ $h$ 、密度 $\rho$ )が密度 $\rho_0$ の水に浮かんでいる。水に浸かっている高さ $x$ はいくらか。正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

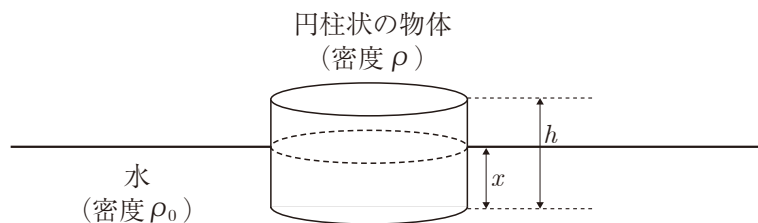


図 3

①  $\frac{\rho_0}{\rho} h$

②  $\frac{\rho}{\rho_0} h$

③  $\frac{\rho_0}{\rho_0 - \rho} h$

④  $\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} h$

**第2問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

物体Aが無限に長い滑らかな直線上を、一定方向に、等加速度直線運動と等速直線運動を交互に繰り返しながら移動している。物体Aのスタート地点を点O、初速度を10m/sとする。また、物体Aは運動の方向を変えることはないとして考えよ。

**問1** 物体Aが、点Oから加速度  $1\text{m/s}^2$  で20秒間等加速度直線運動を行った。20秒後の到達速度として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  m/s

- ① 20                      ② 30                      ③ 40                      ④ 70                      ⑤ 410

**問2** 問1での等加速度直線運動終了後、20秒間、問1での到達速度で等速直線運動を行った。次の20秒で、再び、加速度  $1\text{m/s}^2$  で20秒間等加速度直線運動を行った。この60秒間に進んだ距離として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  m

- ① 1,000                      ② 1,200                      ③ 1,600                      ④ 1,800                      ⑤ 2,000

**問3** 問2のように、物体Aが等加速度直線運動(加速度： $1\text{m/s}^2$ )と等速直線運動を20秒ずつ交互に繰り返す時、速度が250m/sとなるのは何秒後か。その時間として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  秒後

- ① 240                      ② 340                      ③ 460                      ④ 480                      ⑤ 520

**問4** 物体Aの速度が250m/sに達するまでに、点Oから進んだ距離として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  m

- ① 49,800                      ② 50,600                      ③ 55,200                      ④ 59,600                      ⑤ 59,800

問5 速度が250m/sに達するとすぐに、物体Aは、一定加速度で減速された。速度が0m/sとなった時、点Oから72,300m進んでいた。進行方向をプラスとすると、減速の際の加速度はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

m/s<sup>2</sup>

- ① -2.50      ② -1.25      ③ -0.50      ④ 1.25      ⑤ 2.50

**第3問** 次の文章を読み、次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～ ] (配点 25)

図1のような電気回路を考える。ただし、電源の起電力  $V$  は一定で、図中に抵抗の値を記した4箇所以外の電気抵抗は全て無視する。また、抵抗  $2R$ ,  $3R$ ,  $4R$  を流れる電流をそれぞれ  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i_4$  とする。

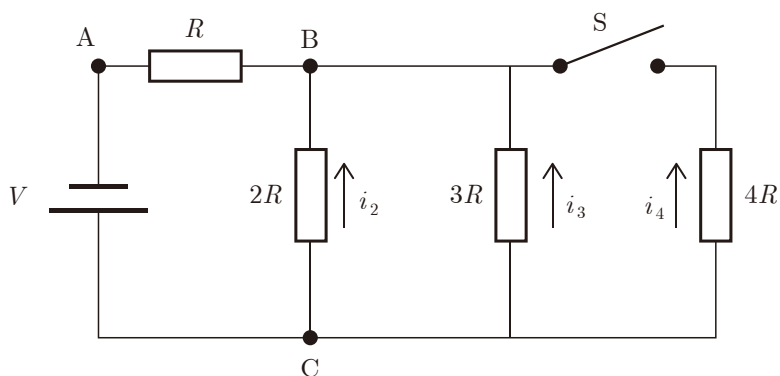


図 1

**問1** 図1の状態からスイッチSを閉じると、点Aを流れる電流の大きさはどうなるか。正しいものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 小さくなる                      ② 変わらない                      ③ 大きくなる

**問2** スイッチSが閉じているとき、電流  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i_4$  の比として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $i_2 : i_3 : i_4 =$

- ① 2 : 3 : 4                      ② 4 : 3 : 2                      ③ 3 : 4 : 6                      ④ 6 : 4 : 3

問3 スイッチSが閉じているとき、図1中の点AB間の電圧と点BC間の電圧ではどちらの方が大きいか。正しいものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

3

- ① AB間の電圧よりもBC間の電圧の方が大きい。
- ② AB間の電圧よりもBC間の電圧の方が小さい。
- ③ AB間の電圧はBC間の電圧と等しい。

問4 スイッチSが閉じた状態で、AB間の抵抗 $R$ をもっと電気抵抗の大きなものに取り換えると、点Aを流れる電流はどうか。次の記述に当てはまる語として正しいものを、下の①～③のうちから一つ選べ。

抵抗を取り換える前と比べて、点Aを流れる電流は 4

- ① 小さくなる
- ② 変わらない
- ③ 大きくなる

問5 問4のとき、点AB間の電圧は抵抗を取り換える前と比べてどうなるか。次の記述に当てはまる語として正しいものを、下の①～③のうちから一つ選べ。

抵抗を取り換える前と比べて、点AB間の電圧は 5

- ① 小さくなる
- ② 変わらない
- ③ 大きくなる



**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

図1は、正弦波が媒質中を左から右へ( $x$ 軸の正方向へ) 速さ  $v$  で進行し、波の先頭がちょうど原点  $O$  の位置に到達した瞬間(時刻  $t = 0$  とする)を表している。原点  $O$  から右に  $d$  だけ離れたところに点  $P$  がある。

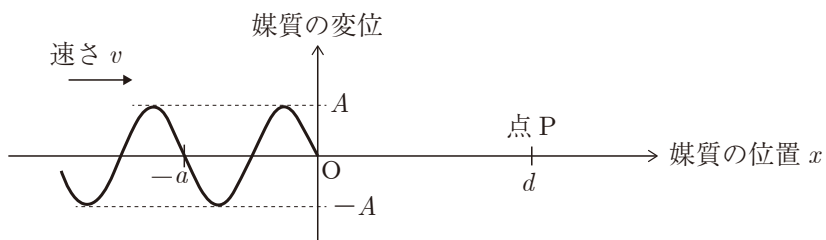


図 1

**問1** 原点  $O$  を一波長分だけ通り過ぎるのにかかる時間  $T$  を表す式はどうか。また、この  $T$  のことを意味する用語は何か。その組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	$T$ の式	$T$ の用語
①	$\frac{a}{v}$	周波数
②	$\frac{a}{v}$	周 期
③	$\frac{v}{a}$	周波数
④	$\frac{v}{a}$	周 期
⑤	$av$	周波数
⑥	$av$	周 期

問2 原点Oでの媒質の変位を考える。時刻  $t$  ( $t \geq 0$ ) の関数として媒質の変位  $u_0(t)$  を表すとどうなるか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

$u_0(t) =$  2

- ①  $A \sin\left(2\pi \frac{t}{T}\right)$       ②  $-A \sin\left(2\pi \frac{t}{T}\right)$       ③  $A \sin(2\pi Tt)$
- ④  $-A \sin(2\pi Tt)$       ⑤  $A \sin(2\pi(T-t))$       ⑥  $-A \sin(2\pi(T-t))$

問3 波の先頭が点Pに到達する時刻  $t_1$  はいくらか。また、点Pでの媒質の変位  $u_P(t)$  は問2で得た関数  $u_0(t)$  を使って表すとどうなるか。その組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

	時刻 $t_1$	変位 $u_P(t)$
①	$\frac{d}{v}$	$u_0(t + t_1)$
②	$\frac{d}{v}$	$u_0(t - t_1)$
③	$\frac{v}{d}$	$u_0(t + t_1)$
④	$\frac{v}{d}$	$u_0(t - t_1)$
⑤	$vd$	$u_0(t + t_1)$
⑥	$vd$	$u_0(t - t_1)$

**問4** 図1で表す波に加え、図2のように、左へ( $x$ 軸の負方向へ)速さ $v$ で進む正弦波が点Pより右の方から進んで来て、波の先頭がちょうど時刻 $t_1$ に図2のように点Pに到達し、その後もそのまま左へ進む。この左へ進む正弦波と図1で表す右へ進む正弦波とが重なり合って定常波ができる。原点Oが定常波の節(ずっと変位がゼロのままの地点)になるとき、どのような条件が成立しているか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $n$ を正の整数とする。

$$\boxed{4} = n \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

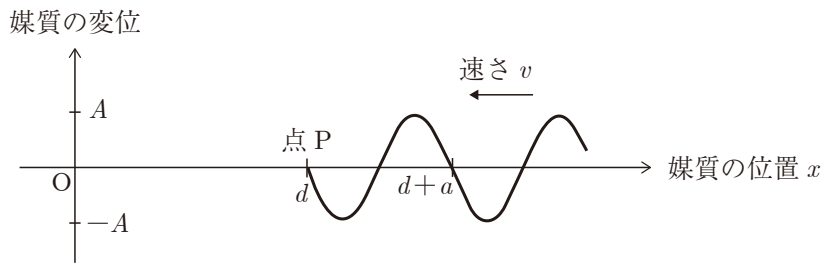


図 2

- ①  $\frac{d}{a}$                       ②  $\frac{d}{a} + \frac{1}{2}$                       ③  $\frac{2d}{a}$   
 ④  $\frac{2d}{a} + \frac{1}{2}$                       ⑤  $\frac{d}{2a}$                       ⑥  $\frac{d}{2a} + \frac{1}{2}$

**問5** 問4において、定常波の生じた領域で節以外のところでも、2方向からの波が重なってお互いに打ち消しあうのは時刻 $t$ がいつのときか。正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、 $m$ を0以上の整数とする。

$$t = t_1 + \boxed{5} \times T \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

- ①  $m + 1$                       ②  $\frac{2m+1}{2}$                       ③  $\frac{4m+1}{4}$   
 ④  $\frac{m+1}{2}$                       ⑤  $\frac{2m+1}{4}$