

# 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** 片道1.2 kmの道を、行きは平均2.4 m/s、帰りは平均4.0 m/sの速さで走った。走った全行程で平均すると平均いくらで走ったことになるか。また、往復にかかった時間はいくらか。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。

|   | 平均の速さ [m/s] | 往復の時間 [s] |
|---|-------------|-----------|
| ① | 3.0         | 750       |
| ② | 3.0         | 800       |
| ③ | 3.2         | 750       |
| ④ | 3.2         | 800       |
| ⑤ | 3.6         | 750       |
| ⑥ | 3.6         | 800       |

問2 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入る語句の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

空中で物体が落下するとき、物体の速さが小さければ、物体の位置エネルギーが **ア** するとともに運動エネルギーは増加する。しかし、落下する速が大きくなると空気抵抗の影響が顕著になる。その結果、力学的エネルギーは **イ**。

|   | ア  | イ       |
|---|----|---------|
| ① | 増加 | 増加する    |
| ② | 増加 | 一定に保たれる |
| ③ | 増加 | 減少する    |
| ④ | 減少 | 増加する    |
| ⑤ | 減少 | 一定に保たれる |
| ⑥ | 減少 | 減少する    |

問3 断熱的な容器に断熱的なピストンを取り付け、内部に理想気体を閉じ込めた。ピストンを押して容器内の気体の体積をゆっくり半分にすると、容器内の気体の圧力はどうなるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3**

- ① 元の圧力の2倍よりも大きくなる
- ② 元の圧力の2倍になる
- ③ 変化しない
- ④ 元の圧力の半分になる
- ⑤ 元の圧力の半分よりも小さくなる

物理基礎・物理

問4 図1は  $x$  軸の正方向に進む正弦波の時刻  $0\text{s}$ における波形(実線)である。時刻  $0.2\text{s}$ に波形は実線から破線の位置に初めて移ったものとする。この波の伝わる速さはいくらか。正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 4 m/s

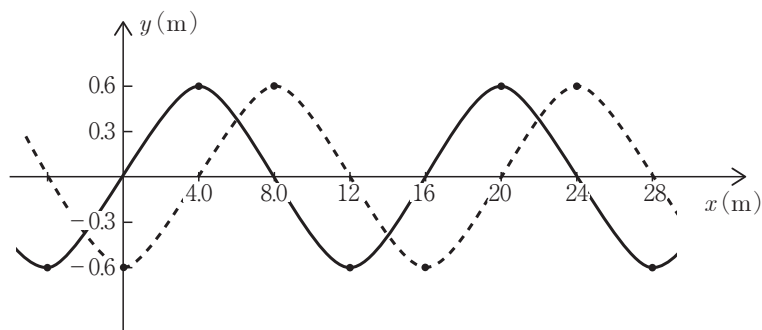


図 1

- ① 20                      ② 40                      ③ 60                      ④ 80

問5 図2のように、十分に長い3本の導線を紙面に垂直に配置し、3本とも紙面の裏から表の向きに同じ大きさの電流を流した。3本の導線から等距離にある点Pに置いた方位磁針のN極はどの方向を向くか。正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、地磁気の影響は無視できるものとする。 5

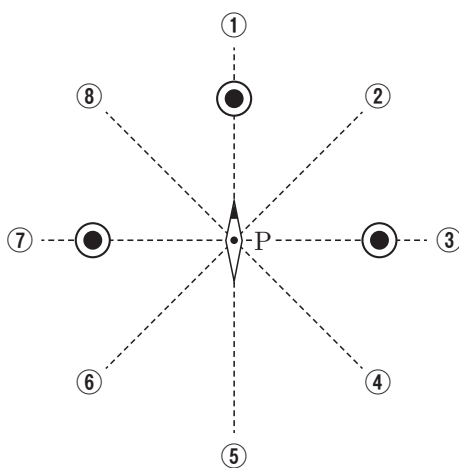


図 2

**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)

図1のように、長さ  $r$  の軽い糸の一端を天井の点Oに固定し、他端に質量  $m$  の小球をつけ、糸がたるまないように、最下点Bから  $h$  の高さまで(点Aまで)小球を持ち上げて静かに放す。

小球は円弧を描いて運動し、点Bで糸が切れて、空中に飛び出し、その後、空中を飛んで床上の点Cに落下した。重力加速度の大きさを  $g$ 、空気抵抗は無視できるものとし、 $OBO'$ は鉛直で、 $O'C$ は水平であるとする。また、 $BO' = H$ 、 $O'C = l$ であるとする。

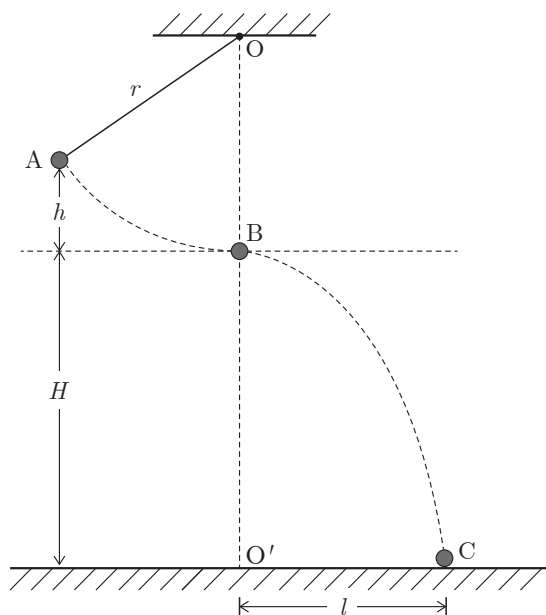


図 1

**問1** 点Aから点Bまで小球にはたらく力は重力と糸が引く力(張力)以外にはない。点Aから点Bまでに、重力がした仕事と張力がした仕事はそれぞれいくらか。(重力がした仕事、張力がした仕事)の組合せとして正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $(mgh, 0)$       ②  $(mgr, 0)$       ③  $(mgh, mgr)$       ④  $(mgr, mgh)$

問2 最下点Bで(空中に飛び出すとき)の小球の速さ $v_0$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ①  $\sqrt{gh}$                       ②  $\sqrt{2gh}$                       ③  $2\sqrt{gh}$                       ④  $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

問3 小球が点Bから点Cへ達するまでにかかる時間 $T$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ①  $\sqrt{\frac{H}{g}}$                       ②  $\sqrt{\frac{2H}{g}}$                       ③  $2\sqrt{\frac{H}{g}}$                       ④  $\sqrt{\frac{H}{2g}}$

問4 点Bと落下点Cとの水平距離 $l$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ①  $\sqrt{hH}$                       ②  $\sqrt{2hH}$                       ③  $2\sqrt{hH}$                       ④  $\sqrt{\frac{hH}{2}}$

問5 小球が点Cで床に衝突するとき、小球の速度が床(水平面)となす角を $\theta$ とする。 $\tan\theta$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ①  $\sqrt{\frac{H}{h}}$                       ②  $\sqrt{\frac{2H}{h}}$                       ③  $2\sqrt{\frac{h}{H}}$                       ④  $\sqrt{\frac{2h}{H}}$

**第3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のように、一定の起電力  $V$  の直流電源と、同一の抵抗値  $R$  の抵抗を三つ含む電気回路を考える。ただし、三つの抵抗以外の箇所の電気抵抗は無視する。

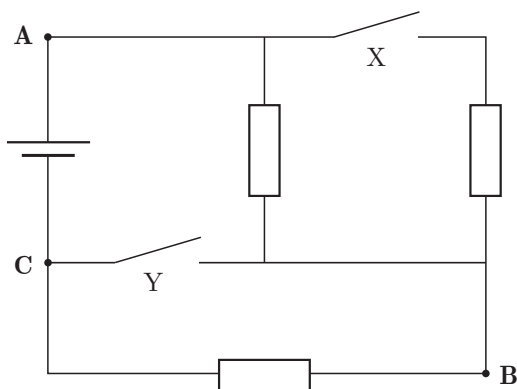


図 1

問1 スイッチX, Yが両方とも開いているとき、図1中の点Bを流れる電流  $i_b$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 0      ②  $\frac{V}{R}$       ③  $\frac{V}{2R}$       ④  $\frac{2V}{3R}$       ⑤  $\frac{2V}{R}$

問2 スイッチYは開いたままスイッチXを閉じたとき、図1中の点Bを流れる電流  $i_b$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 0      ②  $\frac{V}{R}$       ③  $\frac{V}{2R}$       ④  $\frac{2V}{3R}$       ⑤  $\frac{2V}{R}$

問3 スイッチX, Yが両方とも閉じているとき, 図1中の点Bを流れる電流 $i_b$ はいくらか。正しいものを, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 0      ②  $\frac{V}{R}$       ③  $\frac{V}{2R}$       ④  $\frac{2V}{3R}$       ⑤  $\frac{2V}{R}$

問4 問3のとき, 点A, B, Cの電位(それぞれ $\phi_a, \phi_b, \phi_c$ とする)の大小関係はどうなっているか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。 4

- ①  $\phi_a > \phi_b > \phi_c$     ②  $\phi_a = \phi_b > \phi_c$     ③  $\phi_a > \phi_b = \phi_c$     ④  $\phi_a = \phi_b = \phi_c$

問5 回路全体で生じるジュール熱(三つの抵抗で生じる熱の合計)が最大になるのは, スイッチX, Yがどうなっているときか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。 5

- ① スイッチX, Yが両方とも開いているとき。  
 ② スイッチX, Yが両方とも閉じているとき。  
 ③ スイッチXは開いていてYは閉じているとき。  
 ④ スイッチXは閉じていてYは開いているとき。

**第4問** 次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

A 図1のように、媒質1と2の境界面に対して角度 $\theta_1$ の向きに平面波を入射させると、媒質2に入った平面波は角度 $\theta_2$ の向きに進んだ。媒質1において点A'から点B'まで波が進む間に、媒質2においては点Aから点Bまで波が進むが、二つの媒質で波の速さが異なるとA'B'の長さやABの長さに違いが生じる。結果として、波面AA'(これはA'B'に垂直)と波面BB'(これはABに垂直)の向きに違いが生じる。

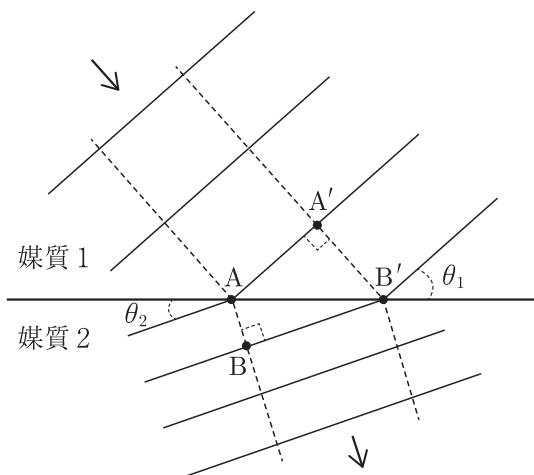


図 1

問1 媒質1と2を進む平面波の速さを、それぞれ $v_1$ 、 $v_2$ とおく。速さの比 $\frac{v_1}{v_2}$ は、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ とどのような式で関係づけられるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\frac{v_1}{v_2} =$

①  $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

②  $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$

③  $\frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$

④  $\frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1}$



問2 問1の  $\frac{v_1}{v_2}$  を  $n_{12}$  とおく ( $n_{12} = \frac{v_1}{v_2}$ )。媒質1と2を進む平面波の振動数を、それぞれ  $f_1$ ,  $f_2$  とおき、同様に波長を、それぞれ  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  とおくと、比  $\frac{f_1}{f_2}$  および比  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  はどのように表されるか。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。 2

|   | $\frac{f_1}{f_2}$  | $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ |
|---|--------------------|-------------------------------|
| ① | $n_{12}$           | 1                             |
| ② | $n_{12}$           | $\frac{1}{n_{12}}$            |
| ③ | 1                  | $n_{12}$                      |
| ④ | 1                  | $\frac{1}{n_{12}}$            |
| ⑤ | $\frac{1}{n_{12}}$ | 1                             |
| ⑥ | $\frac{1}{n_{12}}$ | $n_{12}$                      |

B 図 2 のように、空气中で 2 枚のガラス板 A, B を距離  $d$  だけ離して平行に置き、真上から波長  $\lambda$  の単色光を入射すると、ガラス板 A の下面で反射した光とガラス板 B の上面で反射した光が干渉する。反射に際し、屈折率の小さい媒質の方から入射して屈折率の大きい媒質との境界面で反射する場合には、反射のとき位相が反転する。空気に対するガラス板(A, Bとも)の屈折率を 1.5 とする。

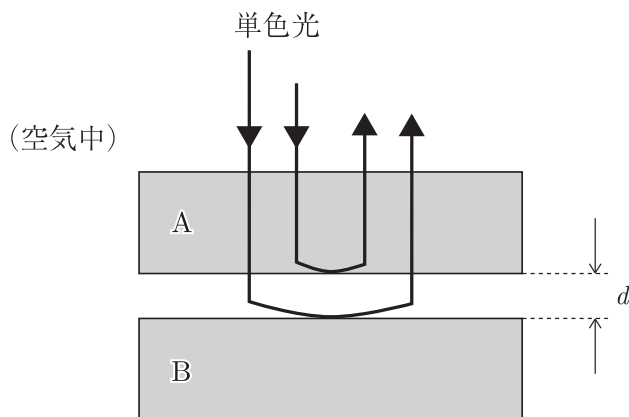


図 2

問 3 反射光が干渉により弱め合うのはどのような条件式が成り立つときか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $m$  は自然数 ( $m = 1, 2, \dots$ ) とする。 3

①  $2d = m\lambda$

②  $2d = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$

③  $d = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$

④  $d = (2m - 1)\lambda$

問 4 入射する単色光の波長を  $0.40 \times 10^{-6} \sim 0.70 \times 10^{-6} \text{m}$  の範囲で変えていくと、波長が  $0.45 \times 10^{-6} \text{m}$  と  $0.60 \times 10^{-6} \text{m}$  のときだけ反射光が弱めあった。ガラス板 A, B の間の距離  $d$  はいくらか。最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 m

①  $0.45 \times 10^{-6}$

②  $0.90 \times 10^{-6}$

③  $1.2 \times 10^{-6}$

④  $1.4 \times 10^{-6}$

問5 問4において、ガラス板A、Bの間の距離 $d$ はそのまま、空気の代わりに厚さ $d$ の媒質Cを入れ、あとは問4と同様に波長を変えていくと、波長が $0.48 \times 10^{-6} \text{m}$ と $0.60 \times 10^{-6} \text{m}$ のときだけ反射光が弱めあった。空気に対する媒質Cの屈折率はいくらか。最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

① 1.0

② 1.1

③ 1.2

④ 1.3