

# 物理基礎・物理

(全問必答)

第1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、質量  $m$  の物体に斜面 AB に沿った速さ  $v_A$  の初速度を与えて、点 A から斜面 AB と水平面 BC の面に沿って点 C まで滑らせる。水平面 BC からの点 A の高さは  $h$  で、水平面 BC からの斜面 AB の傾斜角度は  $\theta$  である。点 B での面の接続は滑らかで、そこで速度の大きさは変わらず、速度の向きだけが変わるとする。点 C まで達した物体はそのまま水平に飛び出し落下する。点 C の下には鉛直面 CD があり、点 D から水平面 DE が距離  $L$  だけ張り出し、点 E の下に鉛直面が続いている。ただし、物体は紙面の平面内のみ動くとし、重力加速度を  $g$  とする。

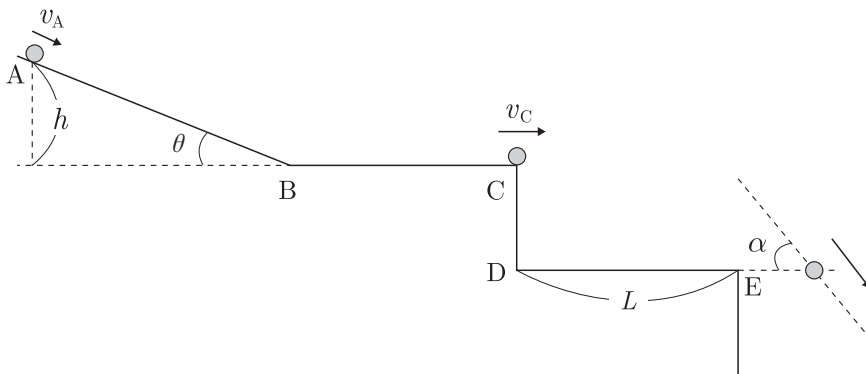


図 1

問1 物体と斜面 AB の間に摩擦がない場合、点 B に来たときの物体の速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- ①  $\sqrt{v_A^2 + gh}$       ②  $\sqrt{v_A^2 + 2gh}$       ③  $v_A + \sqrt{gh}$       ④  $v_A + \sqrt{2gh}$

問2 物体と斜面 AB の間の動摩擦係数が  $\mu'$  である場合、斜面 AB を滑っているときの物体の加速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ①  $(\sin \theta + \mu' \cos \theta)g$       ②  $(\sin \theta - \mu' \cos \theta)g$   
 ③  $(\cos \theta + \mu' \sin \theta)g$       ④  $(\cos \theta - \mu' \sin \theta)g$

問3 問2において、点 A と点 B での速度の大きさが等しい場合、動摩擦係数  $\mu'$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\mu' =$  3

- ①  $\sin \theta$       ②  $\cos \theta$       ③  $\tan \theta$       ④ 0

問4 点 C から水平に速さ  $v_C$  で飛び出した物体が、水平面 DE にぶつからずに落下していくには、鉛直面 CD の高さはある値  $d_0$  より大きくなければならない。 $d_0$  の値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $d_0 =$  4

- ①  $\frac{gL^2}{2v_C^2}$       ②  $\frac{gL^2}{v_C^2}$       ③  $v_C \sqrt{\frac{L}{g}}$       ④  $v_C \sqrt{\frac{2L}{g}}$

問5 問4において、物体が点 E と同じ高さの水平面を横切るとき、水平面に対して角度  $\alpha$  の傾きで横切るとすると、 $\alpha$  はある値  $\alpha_0$  より大きくなければならない。 $\tan \alpha_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  
 $\tan \alpha_0 =$  5

- ①  $\frac{gL}{2v_C^2}$       ②  $\frac{gL}{v_C^2}$       ③  $v_C \sqrt{\frac{2}{gL}}$       ④  $\frac{v_C}{\sqrt{gL}}$

**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のような回路がある。抵抗値  $R_1$  [ $\Omega$ ]、 $R_2$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗、容量  $C$  [F] のコンデンサー、起電力  $E$  [V] の直流電源、スイッチ S が図のように接続されている。はじめ、コンデンサーには電荷がなかったものとする。

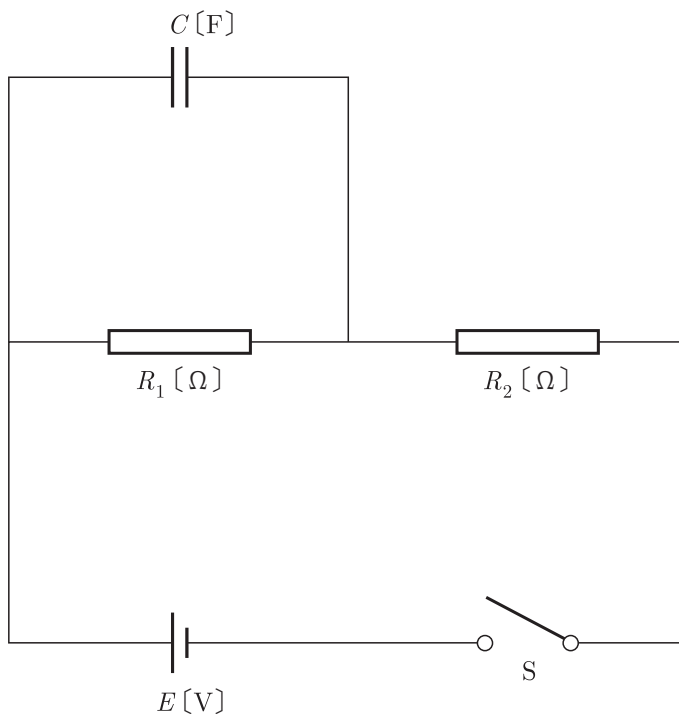


図 1

**問1** スイッチ S を閉じた直後、コンデンサーの電圧はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  [V]

- ①  $\frac{R_1 E}{R_2}$       ②  $\frac{R_1 E}{R_1 + R_2}$       ③  $\frac{R_2 E}{R_1 + R_2}$       ④ 0

問2 問1のとき、抵抗  $R_1$  を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2 [A]

- ①  $\frac{E}{R_1}$                       ②  $\frac{E}{R_2}$                       ③  $\frac{E}{R_1 + R_2}$                       ④ 0

問3 問1のとき、抵抗  $R_2$  を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3 [A]

- ①  $\frac{E}{R_1}$                       ②  $\frac{E}{R_2}$                       ③  $\frac{E}{R_1 + R_2}$                       ④  $\frac{(R_1 + R_2)E}{R_1 R_2}$

問4 スイッチ S を閉じてから充分時間が経ったとき、抵抗  $R_1$  を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 [A]

- ①  $\frac{E}{R_1}$                       ②  $\frac{E}{R_2}$                       ③  $\frac{E}{R_1 + R_2}$                       ④  $\frac{(R_1 + R_2)E}{R_1 R_2}$

問5 問4のとき、コンデンサーに蓄えられる電気量はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5 [C]

- ①  $\frac{CER_2}{R_1}$                       ②  $\frac{CER_1}{R_2}$                       ③  $\frac{CER_1}{R_1 + R_2}$                       ④  $\frac{CER_2}{R_1 + R_2}$

**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、 $x$ 軸上の座標が  $X_1$ ,  $X_2$  (ただし,  $X_1 < X_2$ ) の点に、それぞれ同位相で振動数の等しい(振動数を  $f$  とする)音を出す音源を設置する。音速を  $v$  とし、風の影響は無視する。



図 1

**問1**  $x$ 座標が  $x > X_2$  を満たす場所で、音源に向かって走る人が観測する音の振動数は  $f$  と比べてどうなるか。正しいものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

$f$  と比べて

① 小さい

② 等しい

③ 大きい

問2  $x$ 座標が  $X_1 < x < X_2$  を満たす点で静止している観測者に、二つの音源から届く音が互いに強め合う条件はどれか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $n$ は整数( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ )であるとする。 2

- ①  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f}$                       ②  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f}$
- ③  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$                       ④  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$
- ⑤  $X_1 + X_2 - 2x = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$                       ⑥  $X_1 - X_2 = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$

問3  $x$ 座標が  $X_1 < x < X_2$  を満たす点で静止している観測者に、二つの音源から届く音が互いに弱め合う条件はどれか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $n$ は整数( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ )であるとする。 3

- ①  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f}$                       ②  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f}$
- ③  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$                       ④  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$
- ⑤  $X_1 + X_2 - 2x = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$                       ⑥  $X_1 - X_2 = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$

問4  $x$ 座標が  $x > X_2$  を満たす点で静止している観測者に、二つの音源から届く音が互いに強め合う条件はどれか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $n$ は整数( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ )であるとする。 4

- ①  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f}$                       ②  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f}$
- ③  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$                       ④  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$
- ⑤  $X_1 + X_2 - 2x = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$                       ⑥  $X_1 - X_2 = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$

問5  $x$ 座標が  $x > X_2$  を満たす点で静止している観測者に、二つの音源から届く音が互いに弱め合う条件はどれか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $n$  は整数( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ )であるとする。 5

①  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f}$

②  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f}$

③  $X_1 + X_2 - 2x = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$

④  $X_1 - X_2 = \frac{nv}{f} + \frac{1}{2}$

⑤  $X_1 + X_2 - 2x = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$

⑥  $X_1 - X_2 = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$

第4問 各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 100℃に熱した100gの鉄製の容器に、10℃の水100gを入れた。熱平衡になったときの温度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、熱は容器と水との間だけで移動するとし、鉄の比熱は $0.45\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱は $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。  ℃

- ① 19                      ② 23                      ③ 57                      ④ 62

問2  $-10\text{℃}$ の氷100gが溶けて $0\text{℃}$ の水になるために必要な熱量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、氷の比熱は $2.1\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱は $330\text{J/g}$ とする。  J

- ① 2100                      ② 3300                      ③ 12800                      ④ 35100

問3 100℃に熱した1kgの鉄製の容器に、 $-10\text{℃}$ の氷10gを入れた。熱平衡になったときの温度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、熱は容器と水もしくは氷との間だけで移動するとし、鉄の比熱は $0.45\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の比熱は $2.1\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱は $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱は $330\text{J/g}$ とする。  ℃

- ① 25                      ② 38                      ③ 84                      ④ 98

問4 二つの容器に単原子分子理想気体を入れ、容器の間を体積が無視できるほど細かいコックの付いた管で接続して、最初はコックを閉じておく。一つの容器の体積は、 $1\text{m}^3$ で、物質質量20mol、温度100Kの気体が入っており、もう一方の容器の体積は、 $2\text{m}^3$ で、物質質量15mol、温度200Kの気体が入っている。コックを開いて全体の状態が一樣になったときの温度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、容器と周囲との熱のやり取りはないものとし、気体定数を $8.3\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。  K

- ①  $1.1\times 10^2$                       ②  $1.4\times 10^2$                       ③  $1.6\times 10^2$                       ④  $1.8\times 10^3$



問5 問4において、コックを開いて全体の状態が一様になったときの圧力はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 



 Pa

①  $5.6 \times 10^2$

②  $8.6 \times 10^2$

③  $9.3 \times 10^3$

④  $1.4 \times 10^4$