

# 物 理 I

(全 問 必 答)

第1問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 35)

図1のように、水平な床の上に、床に対してつねに一定の速さ  $V$  で水平に動いている十分長いベルトコンベアがある。時刻  $t=0$  に、ベルト上の点 A に質量  $m$  の小さなブロックを、初速0で静かにのせる。ブロックはしだいに水平右向きに速さを増し、時刻  $t=t_0$  に、ブロックはベルトに対して静止し、それ以降、ブロックはベルトとともに速さ  $V$  で水平右向きに動いた。ブロックとベルトとの間の静止摩擦係数を  $\mu_0$ 、動摩擦係数を  $\mu$  とし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。なお、ベルトにたるみやゆれは生じないものとし、空気抵抗は無視できるものとする。

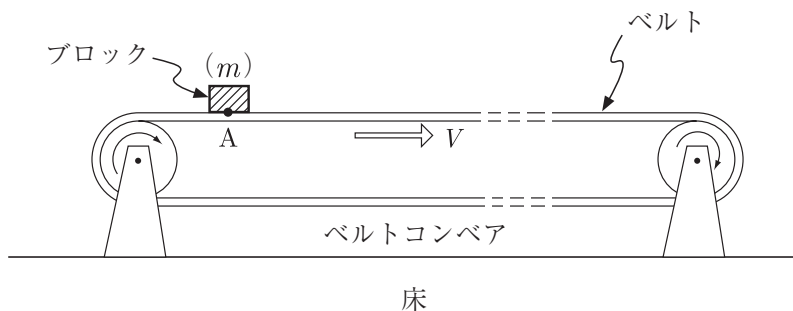


図 1

問1 時刻  $t_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$t_0 = \boxed{1}$$

①  $\frac{V}{2\mu g}$       ②  $\frac{V}{\mu g}$       ③  $\frac{2V}{\mu g}$       ④  $\frac{4V}{\mu g}$

問2 時刻  $t=0$  から  $t=t_0$  までの間に、ブロックが床に対して移動した距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{2}$

①  $\frac{4V^2}{\mu g}$       ②  $\frac{2V^2}{\mu g}$       ③  $\frac{V^2}{\mu g}$       ④  $\frac{V^2}{2\mu g}$

問3 時刻  $t_0$  における、ベルト上の点 A とブロックとの距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{3}$

①  $\frac{4V^2}{\mu g}$       ②  $\frac{2V^2}{\mu g}$       ③  $\frac{V^2}{\mu g}$       ④  $\frac{V^2}{2\mu g}$

問4 問2の間に、ブロックとベルトとの摩擦によって失われた力学的エネルギーはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{4}$

①  $\frac{1}{4}mV^2$       ②  $\frac{1}{3}mV^2$       ③  $\frac{1}{2}mV^2$       ④  $mV^2$

問5 問2の間に、ベルトコンベアが外部にする仕事はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{5}$

①  $mV^2$       ②  $\frac{1}{2}mV^2$       ③  $\frac{1}{3}mV^2$       ④  $\frac{1}{4}mV^2$

物理 I

問 6 時刻  $t_0$  以降 ( $t_0 < t$ ) において、ブロックがベルトから受ける静止摩擦力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。 6

- ①  $\frac{1}{2}\mu_0mg$       ②  $\mu_0mg$       ③  $2\mu_0mg$       ④ 0

物理 I

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 6] (配点 35)

図1, 2において、録音機と一定の振動数  $f_0$  で振動している音源がある。空気中の音速は  $c$  で、風は吹いていない。なお、時刻  $t_1$  に音源を出た波面を  $A_1$ 、時刻  $t_2 = t_1 + \frac{1}{f_0}$  に音源を出た波面を  $A_2$  とする。

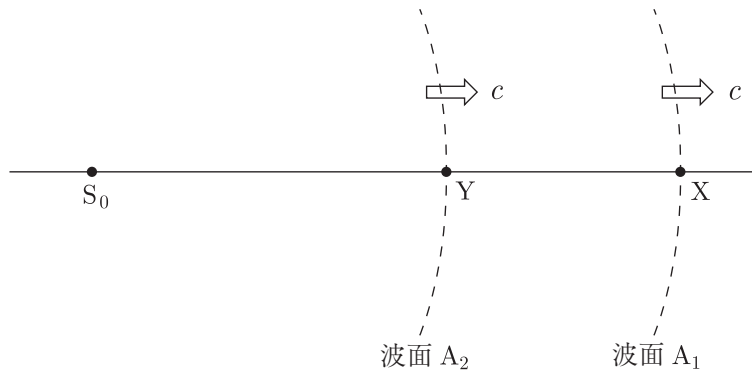


図 1

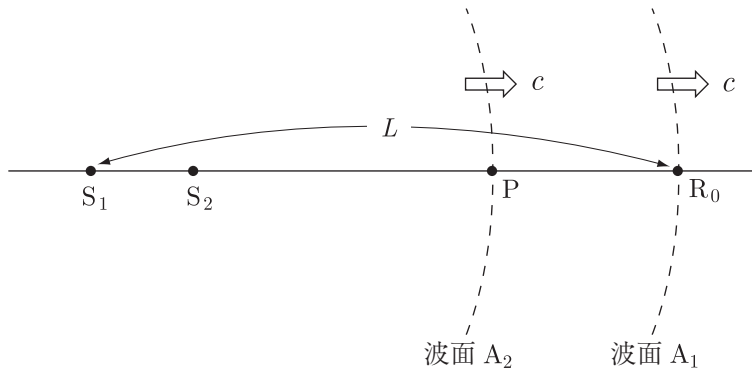


図 2

問1 図1のように、位置  $S_0$  に静止している音源に向かって、録音機が一定の速さ  $v$  ( $v < c$ ) で近づく場合を考える。波面  $A_1$  が録音機と点 X で出あった時刻に、波面  $A_2$  は  $S_0$  と X を結ぶ直線上では点 Y にあった。XY 間の距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- ①  $\frac{c}{4f_0}$       ②  $\frac{c}{2f_0}$       ③  $\frac{c}{f_0}$       ④  $\frac{2c}{f_0}$

問2 問1の場合、録音機が波面  $A_1$  に出あってから、波面  $A_2$  に出あうまでの時間はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ①  $\frac{c}{f_0(c-v)}$       ②  $\frac{c}{f_0(c+v)}$       ③  $\frac{c}{2f_0(c-v)}$       ④  $\frac{c}{2f_0(c+v)}$

問3 問1の場合、録音機に録音された振動数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ①  $\frac{c}{c-v} f_0$       ②  $\frac{c}{c+v} f_0$       ③  $\frac{c-v}{c} f_0$       ④  $\frac{c+v}{c} f_0$

問4 図2のように、位置  $R_0$  に静止している録音機に向かって、音源が一定の速さ  $v$  ( $v < c$ ) で近づく場合を考える。音源は、時刻  $t_1$  に位置  $S_1$  にあり、時刻  $t_2 = t_1 + \frac{1}{f_0}$  に位置  $S_2$  にあった。また、波面  $A_1$  が録音機に達した時刻に、波面  $A_2$  は  $S_2$  と  $R_0$  を結ぶ直線上では、点 P にあった。 $S_1 R_0$  間の距離を  $L$  とすると、 $S_2 P$  間の距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ①  $L - \frac{c}{4f_0}$       ②  $L - \frac{c}{2f_0}$       ③  $L - \frac{c}{f_0}$       ④  $L - \frac{2c}{f_0}$

物理 I

問5 問4の場合， $PR_0$ 間の距離はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 5

①  $\frac{c-v}{f_0}$

②  $\frac{c+v}{f_0}$

③  $\frac{c-v}{2f_0}$

④  $\frac{c+v}{2f_0}$

問6 問4の場合，録音機に録音された振動数はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 6

①  $\frac{c+v}{c} f_0$

②  $\frac{c-v}{c} f_0$

③  $\frac{c}{c+v} f_0$

④  $\frac{c}{c-v} f_0$

**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 3] (配点 15)

図1のように、大気圧  $P_0$  の大気中に、円筒形の容器を鉛直に固定し、気密をたもちながらなめらかに動きうるピストンによって、内部に気体 G を封入した。ピストンの質量は  $m$ 、断面積は  $S$  であり、その中央に質量の無視できる糸の一端を固定し、糸を鉛直の状態にたもった。容器やピストンは、熱を非常によく伝える物質でできており、大気の温度は変化しないものとする。また、重力加速度の大きさを  $g$  とする。はじめ、糸の張力が0の状態ではピストンは静止した。このとき、容器の底からピストンまでの高さは  $h_1$  であった。

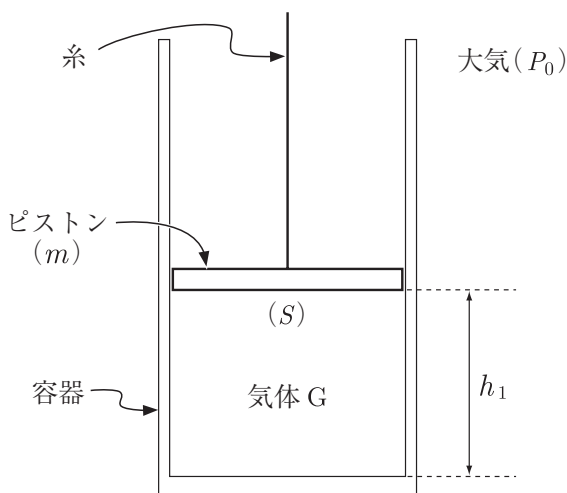


図 1

問1 はじめの状態で、気体 G の圧力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

①  $P_0 + \frac{mg}{S}$       ②  $P_0 + \frac{2mg}{S}$       ③  $P_0 - \frac{2mg}{S}$       ④  $P_0$

問2 はじめの状態から糸を鉛直上向きに引き、その張力をしだいに大きくしていくと、ピストンは容器内をゆっくりと上昇した。張力の大きさがちょうど  $mg$  になったとき、ピストンは静止した。このときの気体 G の圧力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

①  $P_0 + \frac{mg}{S}$       ②  $P_0 + \frac{2mg}{S}$       ③  $P_0 - \frac{2mg}{S}$       ④  $P_0$

問3 問2 のとき、容器の底からピストンまでの高さはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

①  $\frac{P_0 S + mg}{2P_0 S} h_1$       ②  $\frac{P_0 S - mg}{2P_0 S} h_1$   
 ③  $\frac{P_0 S + mg}{P_0 S} h_1$       ④  $\frac{P_0 S - mg}{P_0 S} h_1$



**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 15)

図1のように、 $R[\Omega]$ の電気抵抗2個と $2R[\Omega]$ の電気抵抗と起電力 $E_1[\text{V}]$ 、 $E_2[\text{V}]$ の直流電源と切り替えスイッチSとを接続した。3個の電気抵抗以外の回路の抵抗は、すべて無視できるものとする。

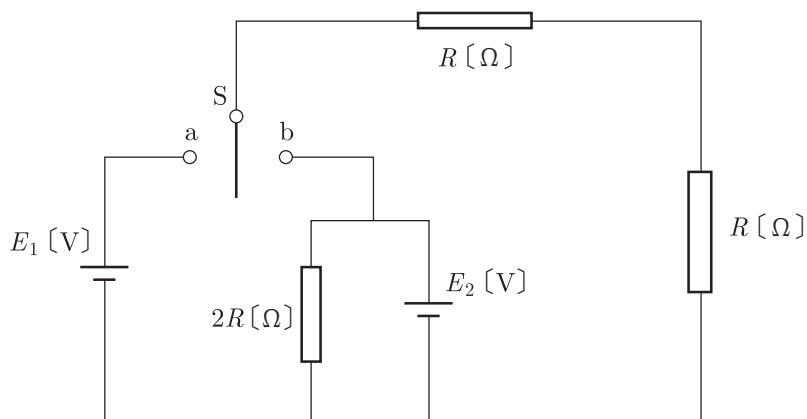


図 1

問1 切り替えスイッチ S を端子 a に入れたとき、 $2R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗を流れる電流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 [A]

- ①  $\frac{E_1 + E_2}{2R}$       ②  $\frac{E_1}{2R}$       ③  $\frac{E_2}{2R}$       ④ 0

問2 切り替えスイッチ S を端子 b に入れたとき、 $2R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗を流れる電流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 [A]

- ①  $\frac{E_1}{2R}$       ②  $\frac{E_2}{2R}$       ③  $\frac{E_1 + E_2}{2R}$       ④ 0

問3 問2 のとき、 $E_2$  [V] の直流電源が供給する電力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  3 [W]

- ①  $\frac{E_2^2}{4R}$       ②  $\frac{E_2^2}{2R}$       ③  $\frac{E_2^2}{R}$       ④  $\frac{2E_2^2}{R}$