

# 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、なめらかで水平な広い床の上に、質量  $M$  で水平な上面をもつ台があり、台上に質量  $m$  ( $m < M$ ) の小物体 P がおかれている。小物体 P と台の上面との間の静止摩擦係数を  $\mu_0$  とする。小物体 P と台とは、図1のように滑車をへて糸でつながれている。なお、滑車にふれていない糸の部分は、常に水平に保たれているものとする。滑車を一定の大きさ  $F$  の力で水平右向きに引くと、小物体 P と台と滑車は一体となって、一定の加速度  $a$  で床上を水平右向きに運動した。このとき、小物体 P にはたらく静止摩擦力を水平左向きに  $f$  とし、糸の張力の大きさを  $T$  とする。重力加速度の大きさを  $g$  とし、糸および滑車の質量は無視でき、さらに空気抵抗も無視できるものとする。

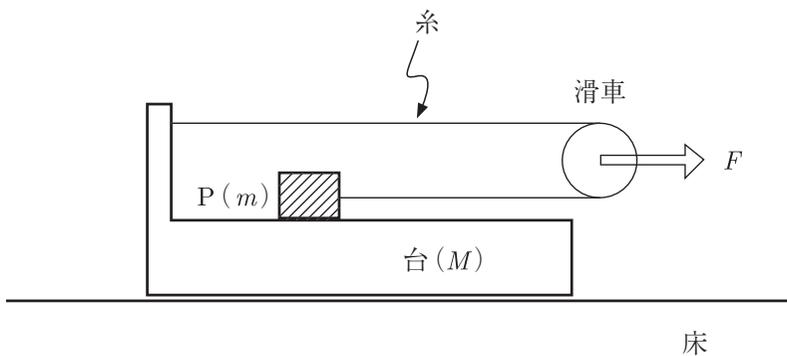


図 1

問1 小物体 P の運動方程式はどのようになるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $ma = \boxed{1}$

- ①  $T + \mu_0 mg$       ②  $T - \mu_0 mg$       ③  $T + f$       ④  $T - f$

問2 台の運動方程式はどのようになるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $Ma = \boxed{2}$

- ①  $T + \mu_0 mg$       ②  $T - \mu_0 mg$       ③  $T + f$       ④  $T - f$

問3 滑車の運動方程式はどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  
 $\boxed{3}$

- ①  $(M+m)a = F - T$       ②  $(M+m)a = F - 2T$   
③  $0 = F - T$       ④  $0 = F - 2T$

問4 加速度の大きさ  $a$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $a = \boxed{4}$

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

問5 静止摩擦力の大きさ  $f$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $f = \boxed{5}$

- ①  $\mu_0 mg$       ②  $\mu_0(M+m)g$       ③  $\frac{M-m}{2(M+m)}F$       ④  $\frac{M-m}{M+m}F$

物理 I

問 6 小物体 P と台と滑車が一体となって運動するための力  $F$  の範囲はどのようになるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $0 < F \leq$  6

①  $\frac{M-m}{M+m} \cdot 2\mu_0 mg$

②  $\frac{M+m}{M-m} \cdot 2\mu_0 mg$

③  $\frac{M-m}{M+m} \cdot \mu_0 mg$

④  $\frac{M+m}{M-m} \cdot \mu_0 mg$

**第2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、同じ振幅、同じ振動数  $f_0$  [Hz] の音波を発するスピーカー  $S_1$  と  $S_2$  を、風のない空気中に遠く離しておいた。 $S_1$  と  $S_2$  を結ぶ直線  $a$  上では定常波が生じている。空気中の音速を  $c$  [m/s] とし、振幅の減衰は無視できるものとする。いま直線  $a$  上を、 $S_1$  へ向かって一定の速さ  $w$  [m/s] ( $w < c$ ) で動く小さなマイクロフォン  $M$  が、 $S_1$ 、 $S_2$  からの音波を受信し、うなりが生じた。

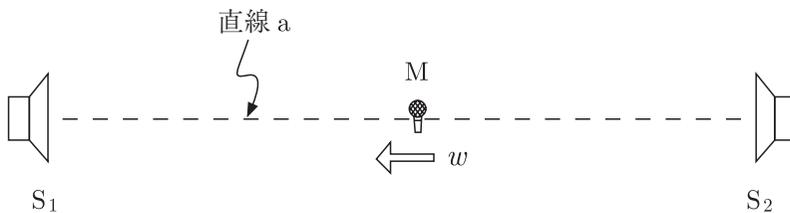


図 1

**問1**  $M$  が受信する  $S_1$  からの音波の振動数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  [Hz]

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

**問2**  $M$  が受信する  $S_2$  からの音波の振動数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  [Hz]

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

問3 生じたうなりの1秒あたりの回数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  [1/s]

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

問4 生じたうなりの周期はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  [s]

- ①  $\frac{c}{4wf_0}$       ②  $\frac{c}{2wf_0}$       ③  $\frac{c}{wf_0}$       ④  $\frac{2c}{wf_0}$

問5 直線 a 上に生じている定常波の腹と腹の間隔はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  [m]

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

問6 M が定常波の腹から隣の腹まで移動する時間はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  [s]

- ①  $\frac{c}{2wf_0}$       ②  $\frac{c}{wf_0}$       ③  $\frac{2c}{wf_0}$       ④  $\frac{4c}{wf_0}$

**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 15)

図1のように、密度  $\rho$  の水に、断面積  $S$ 、長さ  $\ell$  の円柱状の物体 A を浮かべると、その長さの  $\frac{1}{4}$  が水面上に出てつり合った。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

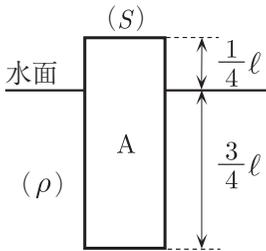


図 1

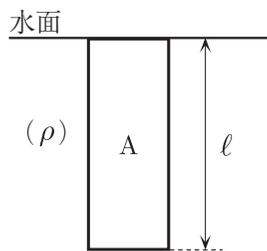


図 2

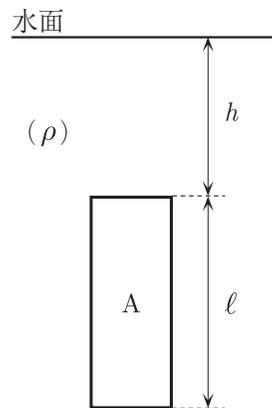


図 3

**問1** 物体 A の質量はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $\ell S \rho$                       ②  $\frac{3}{4} \ell S \rho$                       ③  $\frac{1}{2} \ell S \rho$                       ④  $\frac{1}{4} \ell S \rho$

**問2** 図1の状態から、外力を鉛直下向きに加え、物体 A をゆっくりと沈めていき、図2のように上面が水面すれすれになるまで沈めた。この間に、外力がした仕事はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{1}{4} \ell^2 S \rho g$                       ②  $\frac{1}{8} \ell^2 S \rho g$                       ③  $\frac{1}{16} \ell^2 S \rho g$                       ④  $\frac{1}{32} \ell^2 S \rho g$

問3 図2の状態から、外力を鉛直下向きに加え、物体Aをさらにゆっくりと沈めていき、図3のように上面の深さが $h$ になるまで沈めた。この間に、外力がした仕事はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ①  $\frac{1}{4} h l S \rho g$       ②  $\frac{1}{8} h l S \rho g$       ③  $\frac{1}{16} h l S \rho g$       ④  $\frac{1}{32} h l S \rho g$

物理 I

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6個と起電力  $E[V]$ の直流電源とを接続した。  
6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。

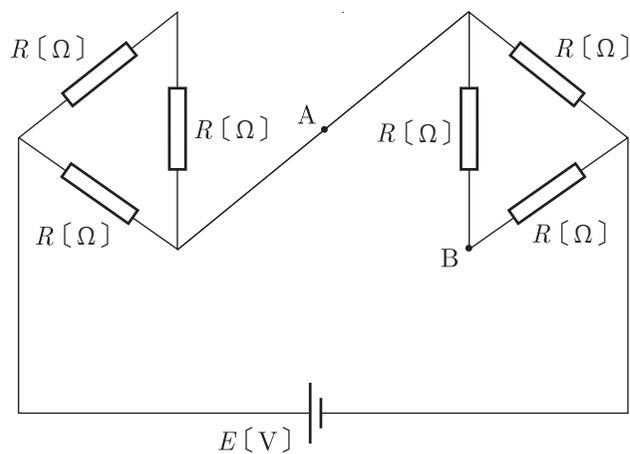


図 1

問1 回路上の A 点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。  [A]

①  $\frac{E}{R}$

②  $\frac{3E}{4R}$

③  $\frac{E}{2R}$

④  $\frac{E}{4R}$

問2 回路上の B 点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。  [A]

①  $\frac{E}{R}$

②  $\frac{3E}{4R}$

③  $\frac{E}{2R}$

④  $\frac{E}{4R}$

問3 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。  [W]

①  $\frac{E^2}{4R}$

②  $\frac{E^2}{2R}$

③  $\frac{3E^2}{4R}$

④  $\frac{E^2}{R}$