

# 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 30)

図1のように、水平でなめらかな床の上に、傾角 $\theta$ のなめらかな斜面をもつ質量 $M$ の台がおいてある。台の斜面上に質量 $m$ の小物体Pをおき、はじめ全体を静止させておく。重力加速度の大きさを $g$ とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

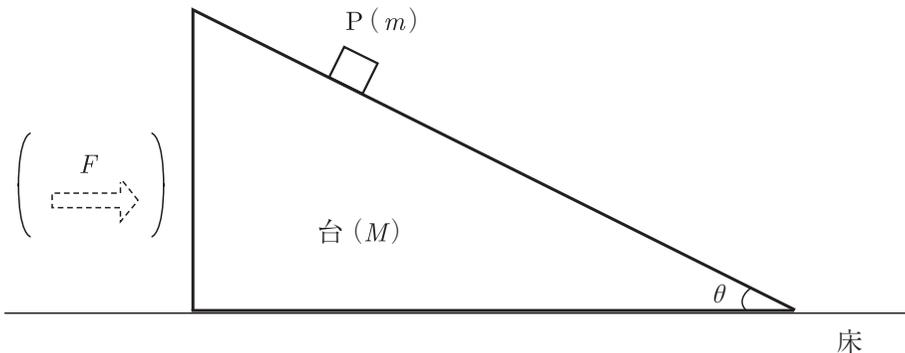


図 1

問1 台を静止させたまま、小物体Pのみを自由にすると、小物体Pは斜面上をすべりはじめた。このとき、小物体Pが斜面から受ける垂直抗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。

①  $mg$

②  $mg \sin \theta$

③  $mg \cos \theta$

④  $\frac{mg}{\cos \theta}$

問2 問1 のとき、台が床から受ける垂直抗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。 2

①  $(M + m \tan^2 \theta)g$

②  $(M + m \cos^2 \theta)g$

③  $(M + m \sin^2 \theta)g$

④  $(M + m)g$

問3 はじめの状態から、台と小物体 P の両方を自由にすると同時に、台に水平右向きに大きさ  $F$  の外力を加えつづけた。このとき、小物体 P は台に対して静止したまま、全体が水平右向きに動いた。台および小物体 P 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。 3

①  $\frac{F}{M + m}$

②  $\frac{F \sin \theta}{M + m}$

③  $\frac{F \cos \theta}{M + m}$

④  $\frac{F \tan \theta}{M + m}$

問4 問3 のとき、小物体 P が斜面から受ける垂直抗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。 4

①  $mg$

②  $mg \sin \theta$

③  $mg \cos \theta$

④  $\frac{mg}{\cos \theta}$

問5 問3 のとき、 $F$  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。  $F =$  5

①  $(M + m)g$

②  $(M + m)g \tan \theta$

③  $(M + m)g \cos \theta$

④  $(M + m)g \sin \theta$

問6 問3 のとき、台が床から受ける垂直抗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  $(M + m \tan^2 \theta)g$

②  $(M + m \cos^2 \theta)g$

③  $(M + m \sin^2 \theta)g$

④  $(M + m)g$

**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 20)

図1のように、密度  $\rho$  の液体中に、断面積  $S$ 、長さ  $h$  の円柱状の物体  $Q$  を浮かべると、その長さの  $\frac{1}{3}$  が水面上に出て物体  $Q$  はつりあった。大気圧を  $P_0$  とし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。なお、物体  $Q$  は常に鉛直な状態をたもつものとする。

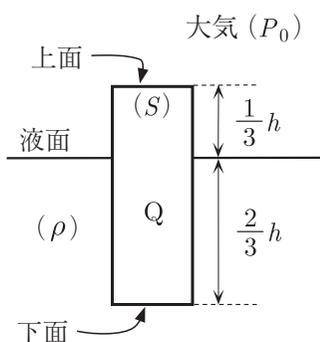


図 1

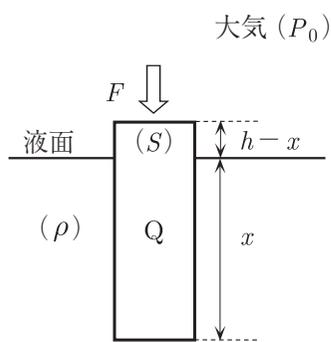


図 2

**問1** 大気が物体  $Q$  の上面を鉛直下向きに押す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。

①  $\frac{P_0}{S}$

②  $P_0 S$

③  $\frac{P_0}{2S}$

④  $2P_0 S$

問2 液体が物体 Q の下面を鉛直上向きに押す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。 2

①  $\left(P_0 + \frac{1}{3}h\rho g\right) \cdot \frac{1}{S}$                       ②  $\left(P_0 + \frac{1}{3}h\rho g\right) S$

③  $\left(P_0 + \frac{2}{3}h\rho g\right) \cdot \frac{1}{S}$                       ④  $\left(P_0 + \frac{2}{3}h\rho g\right) S$

問3 物体 Q 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。

3

①  $\frac{4}{3}hS\rho$               ②  $hS\rho$               ③  $\frac{2}{3}hS\rho$               ④  $\frac{1}{3}hS\rho$

問4 図1の状態から、物体 Q の上面に鉛直下向きの外力  $F$  を加えて十分ゆっくりと沈め、図2のように、液中の長さが  $x$  ( $\frac{2}{3}h \leq x \leq h$ ) になった。このときの  $F$  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。

$F =$  4

①  $\left(x - \frac{2}{3}h\right)S\rho g$                       ②  $\left(x - \frac{1}{3}h\right)S\rho g$

③  $\left(x + \frac{2}{3}h\right)S\rho g$                       ④  $\left(x + \frac{1}{3}h\right)S\rho g$

問5 図1の状態から、 $x = h$  となるまでに、外力  $F$  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。 5

①  $\frac{1}{3}h^2S\rho g$               ②  $\frac{1}{6}h^2S\rho g$               ③  $\frac{1}{9}h^2S\rho g$               ④  $\frac{1}{18}h^2S\rho g$

**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 30)

図1のように、水深が一定で十分に広い水面上に  $x$ ,  $y$  座標を固定する。速さ  $V$  が  $2.8\text{m/s}$  である波が  $x$  軸に斜めに入射し、その波の山が  $x$  軸となす角は  $30^\circ$  であった。原点  $O$  に静止している小船から見て、波の山が通過してから次の山が通過するまでの時間が  $5.0\text{s}$  であった。

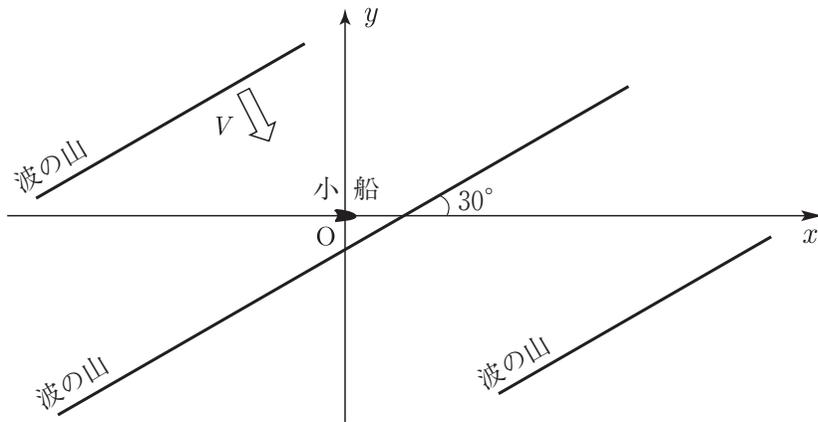


図 1

問1 波の波長はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

m

① 8.0

② 10

③ 12

④ 14

問2 原点 O にいた小船が  $x$  軸の正の向きに速さ  $1.6\text{m/s}$  で進むとき、小船から波を見て、波の山に出会う時間間隔はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  s

① 6.0

② 7.0

③ 8.0

④ 9.0

問3 小船が速さ  $9.1\text{m/s}$  で  $x$  軸の正の向きに進むときには、波の山に出会う時間間隔はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  s

① 6.0

② 7.0

③ 8.0

④ 9.0

物理 I

図2のように、直線  $y = d$  を境に水深が異なる場合を考える。領域 I ( $y < d$ ) での水深を  $h_1$  [m]、領域 II ( $y > d$ ) での水深を  $h_2$  [m] とする。周期 5.0s の波が  $x$  軸に斜めに入射し、水深の変化するところで波が屈折している。領域 I では波の山と  $x$  軸とのなす角が  $30^\circ$ 、領域 II では波の山と  $x$  軸と平行な線とのなす角が  $60^\circ$  となり、領域 I での波の速さ  $V_1$  は 2.8m/s であった。

なお、ごく浅い水深  $h$  [m] のところでの波の速さ  $V$  [m/s] は

$$V = \sqrt{gh} \quad , \quad (g = 9.8\text{m/s}^2)$$

と表されることが知られている。 $(h_1, h_2$  のとき、上式は成立する)

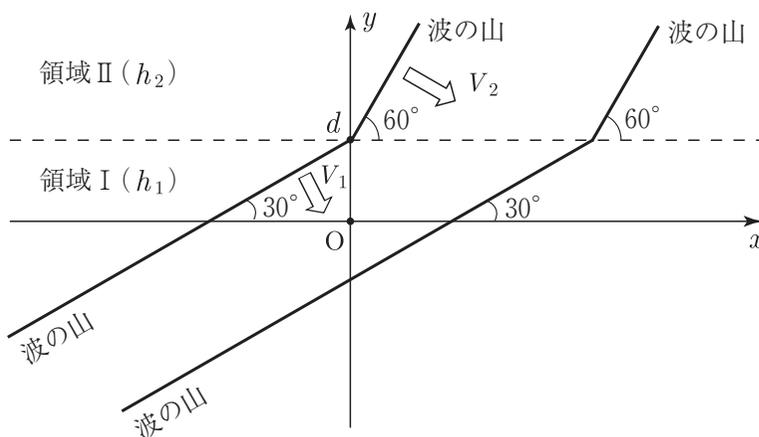


図 2

問4 領域 II での波の速さ  $V_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $\sqrt{3} \doteq 1.7$  とせよ。 $V_2 = \boxed{4}$  m/s

- ① 4.8                      ② 4.6                      ③ 4.4                      ④ 4.2

問5 水深  $h_1$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$h_1 = \boxed{5} \text{ m}$$

- ① 1.4                      ② 1.2                      ③ 1.0                      ④ 0.80

問6 水深  $h_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$h_2 = \boxed{6} \text{ m}$$

- ① 2.8                      ② 2.4                      ③ 2.0                      ④ 1.6

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 4] (配点 20)

図1のように、 $r[\Omega]$ の抵抗と可変抵抗  $X$  と起電力  $E[V]$  の直流電源とを接続した。2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。 $X$  の値をいろいろ変化した場合、回路の電流の大きさを  $I[A]$  と端子 A, B 間の電圧  $V[V]$  との関係を図2の直線で示してある。

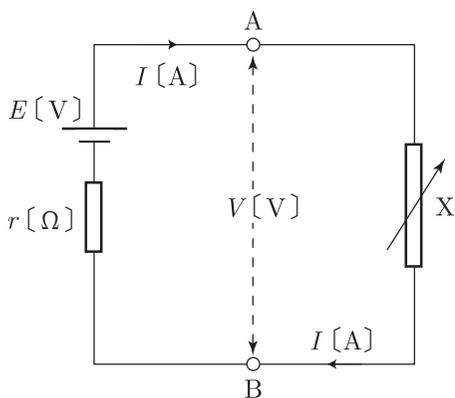


図 1

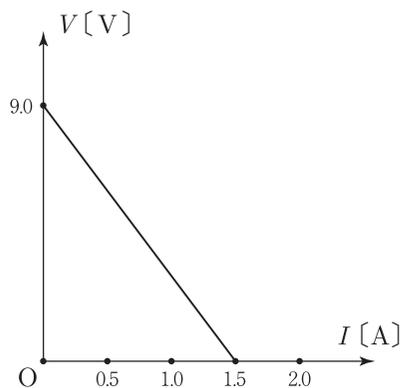


図 2

問1 直流電源の起電力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$E = \boxed{1} \text{ V}$$

- ① 11                      ② 10                      ③ 9.0                      ④ 8.0

問2 電気抵抗  $r$  [ $\Omega$ ] 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。  $r = \boxed{2} \Omega$

- ① 6.0                      ② 7.0                      ③ 8.0                      ④ 9.0

問3 可変抵抗  $X$  の値をいろいろ変化させた場合、 $X$  での消費電力が最大になるときの  $X$  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。

$$\boxed{3} \Omega$$

- ① 9.0                      ② 8.0                      ③ 7.0                      ④ 6.0

問4 可変抵抗  $X$  での消費電力の最大値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{4} \text{ W}$

- ① 3.0                      ② 3.4                      ③ 3.8                      ④ 4.2