

# 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, 2のように、水平な床の上に、高さ  $4a$ 、底面の半径  $a$ 、質量  $M$  の一様な円柱が、その中心軸が鉛直となるように置かれている。この円柱の底面から高さ  $2a$  の点に、軽いひもの一端を固定し、円柱の中心軸を含む面内で水平にひもを引っばる実験を行った。これによって円柱底面と床との間の静止摩擦係数  $\mu$  の値の範囲を調べたい。なお、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

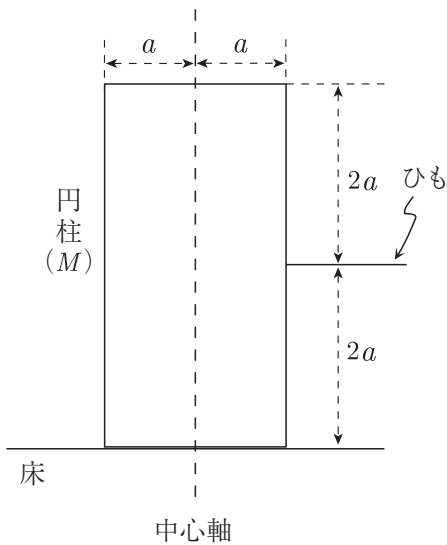


図 1

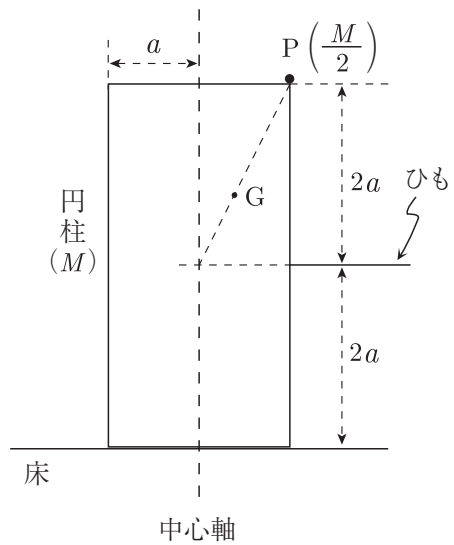


図 2

問1 図1において、ひもを水平に引く力の大きさが  $F_0$  のとき、円柱は動かなかった。このとき、円柱が床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。 1

- ①  $\mu Mg$                       ②  $2\mu Mg$                       ③  $F_0$                       ④  $2F_0$

問2 問1のとき、床が円柱の底面におよぼす垂直抗力の作用点の円柱の中心軸からの距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ①  $\frac{2aF_0}{Mg}$                       ②  $\frac{aF_0}{Mg}$                       ③  $\frac{2aMg}{F_0}$                       ④  $\frac{aMg}{F_0}$

問3 図1において、ひもを水平に引く力を  $F_0$  からゆっくりと大きくしていくと、円柱は傾かないで先に滑り出した。滑り出す直前の、ひもを引く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。 3

- ①  $4\mu Mg$                       ②  $3\mu Mg$                       ③  $2\mu Mg$                       ④  $\mu Mg$

問4 問3の状況を考慮すると、静止摩擦係数  $\mu$  の上限はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\mu \leq$  4

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

問5 図2のように、ひもを固定した点の真上にあたる円柱上面のふちの点に、質量  $\frac{M}{2}$  の質点 P を固定した。そののちひもを水平に引く力をゆっくりと大きくしていくと、円柱は滑り出さないうちに傾いた。このとき、円柱と質点 P の共通の重心 G の円柱の中心軸からの距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ①  $\frac{1}{2}a$                       ②  $\frac{1}{3}a$                       ③  $\frac{1}{4}a$                       ④  $\frac{1}{5}a$

物理 I

問 6 問 5 の状況を考慮すると、静止摩擦係数  $\mu$  の下限はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{6} \leq \mu \leq \boxed{4}$

①  $\frac{1}{6}$

②  $\frac{1}{5}$

③  $\frac{1}{4}$

④  $\frac{1}{3}$

**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 30)

超高層タワーの内部に、地上から初速  $0 \text{ m/s}$  で上昇をはじめ、地上からの高さ  $630 \text{ m}$  の位置で停止するエレベーターがある。エレベーターは、はじめの  $10 \text{ 秒間}$  は一定の加速度  $a \text{ [m/s}^2\text{]}$  で、次の  $24 \text{ 秒間}$  は一定の速さで上昇して地上からの高さ  $580 \text{ m}$  まで達し、あとは一定の加速度  $b \text{ [m/s}^2\text{]}$  で減速しながら上昇して、地上からの高さ  $630 \text{ m}$  の位置でちょうど停止した。なお、加速度は鉛直上向きを正とする。

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

$$a = \text{  } \text{ m/s}^2$$

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4

**問2** 一定の速さで上昇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。  m

- ① 300                      ② 360                      ③ 420                      ④ 480

**問3** 加速度  $b$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$b = \text{  } \text{ m/s}^2$$

- ①  $-4$                       ②  $-3$                       ③  $-2$                       ④  $-1$

**問4** エレベーターが、地上から、高さ  $630 \text{ m}$  の位置まで上昇するのに要した時間はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  s

- ① 45                      ② 42                      ③ 39                      ④ 36

問5 このエレベーターの床の上に、質量  $50\text{ kg}$  の物体 A が置いてある。エレベーターが一定の速さで上昇しているとき、物体 A 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。ただし、重力加速度の大きさを一定値  $10\text{ m/s}^2$  とする。 5 N

- ① 300                      ② 400                      ③ 500                      ④ 600

問6 このエレベーターが加速度  $b$  で減速しているとき、物体 A 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 N

- ① 300                      ② 400                      ③ 500                      ④ 600

第3問 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

図1のように、真空中に光の干渉実験装置がある。Sは光源で任意の波長の単色光をとりだせるものとする。L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>はレンズ、M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>は光線に垂直におかれた平面反射鏡、Aは光の一部を反射し一部を透過するような厚さの無視できる平面膜である。光源Sからでた単色光は、L<sub>1</sub>で平行にされてから、Aを透過してM<sub>1</sub>に向かうものと、Aで反射されてM<sub>2</sub>に向かうものとなる。このうち、M<sub>1</sub>で反射されてからAでも反射されてL<sub>2</sub>でDに集められる光線と、M<sub>2</sub>で反射されてからAを透過してL<sub>2</sub>でDに集められる光線の間干渉が生じる。はじめ二つの光線の光路差は0で、両光線はDで強めあっていた。

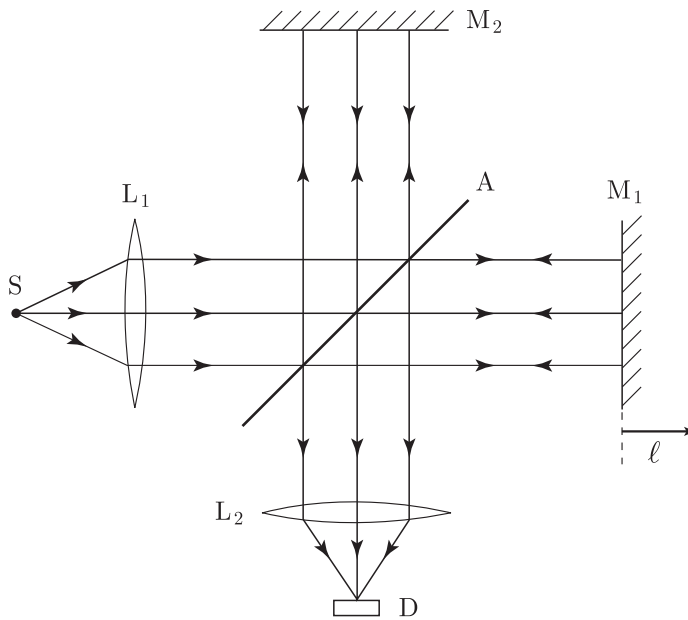


図 1

問1 はじめの状態から図1のように、 $M_1$ のみを $\ell$ だけ右へ平行に移動させた。  
 $\ell = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}$  のとき、波長  $6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$  の光が D で強めあった。次に波長をゆっくり増していったとき、波長  $\lambda_1 [\text{m}]$  でふたたび強めあった。 $\lambda_1$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\lambda_1 = \boxed{1} \times 10^{-7} \text{ m}$

- ① 7.0                      ② 7.5                      ③ 8.0                      ④ 8.5

問2  $\ell = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}$  のままで、波長を  $6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$  からゆっくり減らしていったとき、波長  $\lambda_2 [\text{m}]$  でふたたび強めあった。 $\lambda_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\lambda_2 = \boxed{2} \times 10^{-7} \text{ m}$

- ① 4.0                      ② 4.5                      ③ 5.0                      ④ 5.5

問3  $\ell = 0 \text{ m}$  とし、A と  $M_1$  の間に絶対屈折率  $n$ 、厚さ  $d [\text{m}]$  の透明な薄い平行平板を光線に垂直に入れた。負でない整数を  $m (= 0, 1, 2, 3, \dots)$  とするとき、波長  $\lambda [\text{m}]$  の光が D で強めあう条件はどうなるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\lambda m = \boxed{3}$

- ①  $d(n+1)$               ②  $d(n-1)$               ③  $2d(n+1)$               ④  $2d(n-1)$

問4 問3 の状況において、 $d = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}$  とすると、 $\lambda = 4.0 \times 10^{-7} \text{ m}$  の光が D で強めあった。次に波長をゆっくり増していったとき、波長  $6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$  の光にたいしふたたび強めあった。絶対屈折率  $n$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $n = \boxed{4}$

- ① 1.2                      ② 1.4                      ③ 1.6                      ④ 1.8

物理 I

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

図1のように、 $R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗2個と起電力  $E$  [V] と  $2E$  [V] の直流電源とスイッチ  $S$  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。

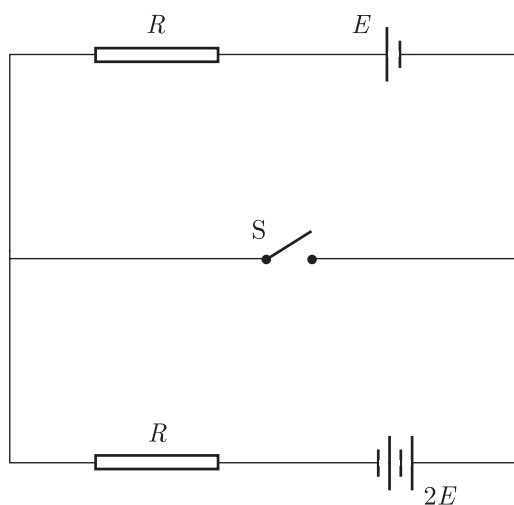


図 1



問1 スイッチ S が開いているとき，起電力  $2E$  [V] の直流電源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  $\frac{3E}{R}$

②  $\frac{5E}{2R}$

③  $\frac{2E}{R}$

④  $\frac{3E}{2R}$

問2 問1において，起電力  $2E$  [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。 2 [W]

①  $\frac{3E^2}{R}$

②  $\frac{4E^2}{R}$

③  $\frac{5E^2}{R}$

④  $\frac{6E^2}{R}$

問3 スイッチ S を閉じたとき，起電力  $2E$  [V] の直流電源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。 3 [A]

①  $\frac{4E}{R}$

②  $\frac{3E}{R}$

③  $\frac{2E}{R}$

④  $\frac{E}{R}$

問4 問3において，スイッチ S 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。 4 [A]

①  $\frac{4E}{R}$

②  $\frac{3E}{R}$

③  $\frac{2E}{R}$

④  $\frac{E}{R}$