

# 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、質量の無視できる薄い三角形の板ABCがある。板ABCは直角三角形をなして、3辺の長さはそれぞれ $AB = 4$  [m],  $BC = 5$  [m],  $CA = 3$  [m]である。板ABCを鉛直面内(紙面内)におき、点Aをピンで壁に固定し、板ABCを点Aのまわりに鉛直面内で摩擦なく回転できるようにする。辺BC上の点Dから辺AB上に下ろした垂線と辺ABとの交点をEとし、 $AE = x$  [m] ( $1$  [m]  $\leq x \leq 3$  [m])とする。点Bに軽い糸で質量 $M$  [kg]のおもりをつるし、点Dに、図1あるいは図2のように、大きさ $F_1$  [N]あるいは $F_2$  [N]の力を加えると、板ABCは辺ABを水平方向に(辺CAを鉛直方向に)保ったまま静止した。また、重力加速度の大きさを $g$  [m/s<sup>2</sup>]とする。

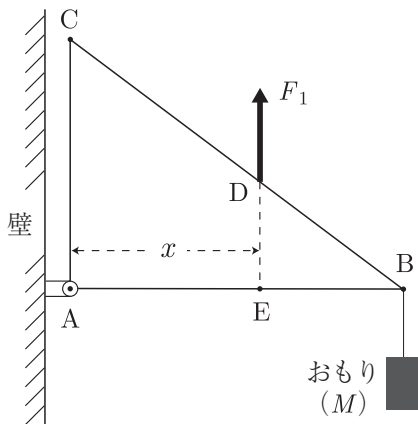


図 1

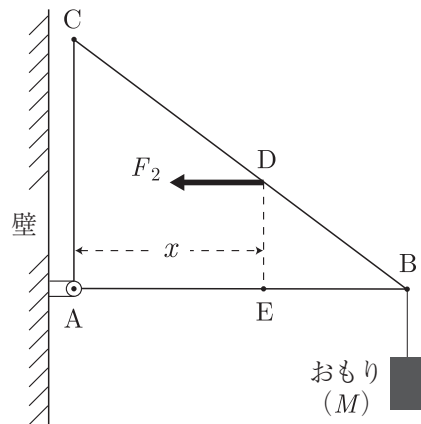


図 2

問1 図1のように、点Dに紙面内で鉛直上向きのみきさ  $F_1$  [N] の力を加えると、板ABCは辺ABを水平方向に保ったまま静止した。このとき  $F_1$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $F_1 = \boxed{1}$  [N]

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

問2 問1において、点Aで板ABCにはたらく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。  $\boxed{2}$  [N]

- ①  $\frac{6-x}{x} Mg$       ②  $\frac{5-x}{x} Mg$       ③  $\frac{4-x}{x} Mg$       ④  $\frac{3-x}{x} Mg$

問3 図2のように、点Dに紙面内で水平左向きのみきさ  $F_2$  [N] の力を加えると、板ABCは辺ABを水平方向に保ったまま静止した。このとき  $F_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $F_2 = \boxed{3}$  [N]

- ①  $\frac{16}{3(4-x)} Mg$       ②  $\frac{16}{3(5-x)} Mg$   
 ③  $\frac{16}{3(6-x)} Mg$       ④  $\frac{16}{3(7-x)} Mg$

問4 問3において、点Aで板ABCにはたらく抗力の鉛直成分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。  $\boxed{4}$  [N]

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

物理 I

問5 問3において、点Aで板ABCにはたらく抗力の大きさ  $T$  [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。  $T = \boxed{5}$  [N]

①  $Mg\sqrt{\frac{256}{9(5-x)^2} + 1}$

②  $Mg\sqrt{\frac{256}{9(4-x)^2} + 1}$

③  $Mg\sqrt{\frac{9(5-x)^2}{256} + 1}$

④  $Mg\sqrt{\frac{9(4-x)^2}{256} + 1}$

問6  $x$  [m] の値を、 $1$  [m]  $\leq x \leq 3$  [m] の範囲で変化させたとき、問5の  $T$  [N] の値の最小値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$\boxed{6}$  [N]

①  $Mg\sqrt{\frac{265}{256}}$

②  $Mg\sqrt{\frac{73}{64}}$

③  $Mg\sqrt{\frac{25}{9}}$

④  $Mg\sqrt{\frac{337}{81}}$

**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 30)

地球とくらべて月の方が重力が小さいことはよく知られている。正確には、地表での重力加速度の大きさを  $g$  とすると、月面でのそれは  $\frac{1}{6}g$  である。地球上で月面に立った感じを味わうために、図1のような施設を考えた。箱 A とおもり B がロープで結ばれていて、ロープはなめらかに回転できる定滑車 C にかけてられている。なお、ロープや滑車の質量は無視できるものとし、空気抵抗も無視できるものとする。箱 A には人が乗っており、箱と人を合わせた質量を  $M_1$ 、おもり B の質量を  $M_2$  ( $M_2 < M_1$ ) とする。はじめ、おもり B を固定し、箱 A は上方に静止しており、人は質量  $m$  の小球 D を、箱 A の床から高さ  $h$  の位置にささえている。時刻  $t = 0$  に、おもり B の固定を静かに放すと同時に、人は小球 D を静かに放した。その後、小球 D は、時刻  $t_1$  に箱 A の床に達した。

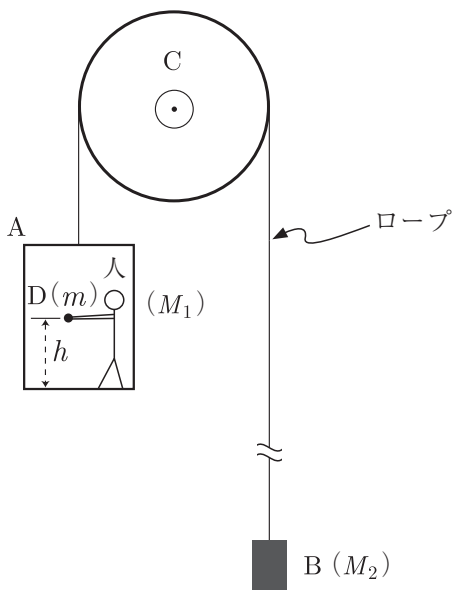


図 1

問1 おもり B を固定し全体が静止しているとき、ロープの張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  $(M_1 - M_2)g$       ②  $(M_1 + m - M_2)g$       ③  $M_1g$       ④  $(M_1 + m)g$

問2 時刻  $t$  ( $0 < t < t_1$ ) における、箱 A の鉛直下向きの加速度はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ①  $\frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2}g$       ②  $\frac{M_1 + m - M_2}{M_1 + m + M_2}g$   
 ③  $\frac{M_1 + M_2}{M_1 - M_2}g$       ④  $\frac{M_1 + m + M_2}{M_1 + m - M_2}g$

問3 問2の時刻において、ロープの張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  $\frac{2(M_1 + m)M_2}{M_1 + m + M_2}g$       ②  $\frac{2M_1M_2}{M_1 + M_2}g$   
 ③  $(M_1 + m)g$       ④  $M_1g$

問4 問2の時刻において、箱 A 内の人から見た小球 D の鉛直下向きの加速度はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ①  $\frac{2M_2}{M_1 + M_2}g$       ②  $\frac{2M_2}{M_1 + m + M_2}g$   
 ③  $\frac{2M_1}{M_1 + M_2}g$       ④  $\frac{2(M_1 + m)}{M_1 + m + M_2}g$

物理 I

問5 問4の箱Aの中での小球Dの落下運動が、月面上での小球Dの落下運動と同じに見えるための、 $M_1$ と $M_2$ の関係はどうなるか。正しいものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ①  $M_1 = 15M_2$     ②  $M_1 = 13M_2$     ③  $M_1 = 11M_2$     ④  $M_1 = 9M_2$

問6 小球Dを地球上で高さ $h$ から静かに落としたときの地上に達するまでの時間を $t_2$ とする。問5の関係を満たすとき、 $\frac{t_1}{t_2}$ はいくらか。正しいものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 $\frac{t_1}{t_2} =$

- ①  $\frac{1}{6}$                       ②  $\frac{1}{\sqrt{6}}$                       ③ 6                      ④  $\sqrt{6}$

物理 I

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 20)

図1のように、空気(絶対屈折率は1)中に、絶対屈折率  $n_1$  の直角プリズムがあり、その頂点を A, B, C とする。面 AB に入射角  $i_1$  で入射した光が、屈折角  $r_1$  でプリズム内に屈折し、面 AC に入射角  $r_2$  で入射し、射出角  $i_2$  で射出した。

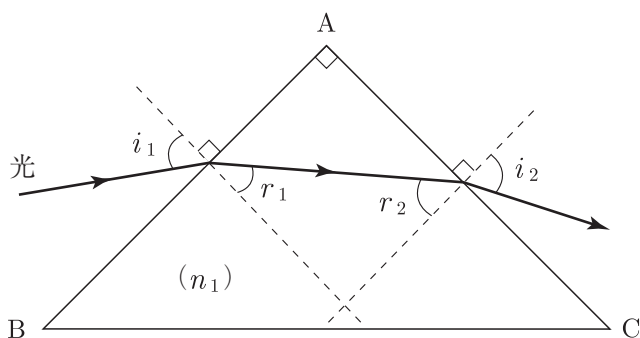


図 1

問1  $r_1 + r_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$r_1 + r_2 =$

- ①  $30^\circ$                       ②  $45^\circ$                       ③  $60^\circ$                       ④  $90^\circ$

問2  $i_1$  と  $i_2$  の関係はどうなるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$\sin i_2 = \boxed{2}$$

①  $\sqrt{n_1^2 - \sin^2 i_1}$       ②  $\sqrt{n_1^2 + \sin^2 i_1}$       ③  $\sqrt{n_1^2 - \cos^2 i_1}$       ④  $\sqrt{n_1^2 + \cos^2 i_1}$

問3  $n_1 = \sqrt{3}$ ,  $i_1 = 60^\circ$  のとき,  $r_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $r_2 = \boxed{3}$

①  $30^\circ$                       ②  $45^\circ$                       ③  $60^\circ$                       ④  $90^\circ$

問4 問3において、プリズム内から面 AC へ入射する場合の臨界角  $r_3$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\sin r_3 = \boxed{4}$

①  $\frac{\sqrt{3}}{2}$                       ②  $\frac{\sqrt{3}}{3}$                       ③  $\frac{\sqrt{3}}{4}$                       ④  $\frac{\sqrt{3}}{5}$

問5 同じく  $n_1 = \sqrt{3}$  とし、プリズムの周囲を絶対屈折率  $n_2$  の透明な液体で満たした。次に入射角  $i_1$  を  $0^\circ$  からだんだん大きくしていったところ、 $i_1$  が  $45^\circ$  を越えたとき、はじめて光が面 AC からプリズムの外に射出された。 $n_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $n_2 = \boxed{5}$

①  $\sqrt{5}$                       ②  $2$                       ③  $\sqrt{3}$                       ④  $\sqrt{2}$



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  $2R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗と起電力  $E$  [V] と  $2E$  [V] の直流電源とを接続した。それぞれの電気抵抗を矢印の向きに流れる電流を、図1のように  $I_1$  [A]、 $I_2$  [A]、 $I_3$  [A] とする。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。

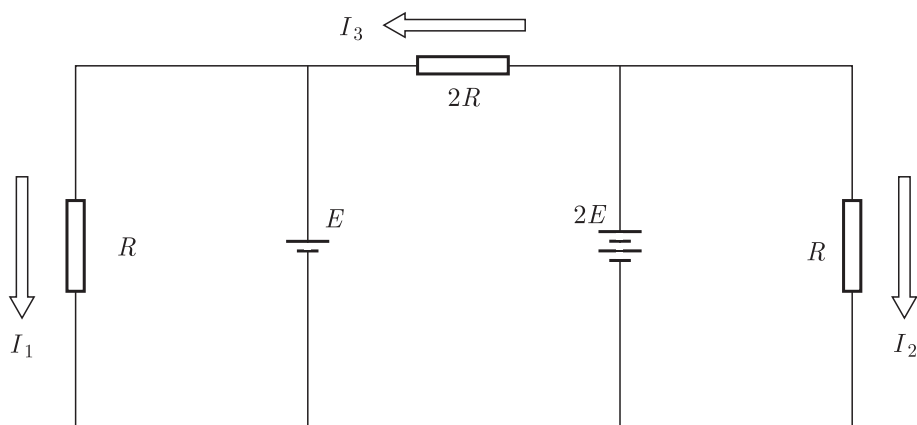


図 1

問1  $I_1$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$I_1 = \boxed{1} \text{ [A]}$$

①  $\frac{E}{2R}$                       ②  $\frac{E}{R}$                       ③  $\frac{3E}{2R}$                       ④  $\frac{2E}{R}$

問2  $I_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$I_2 = \boxed{2} \text{ [A]}$$

①  $\frac{E}{2R}$                       ②  $\frac{E}{R}$                       ③  $\frac{3E}{2R}$                       ④  $\frac{2E}{R}$

問3  $I_3$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$I_3 = \boxed{3} \text{ [A]}$$

①  $\frac{E}{2R}$                       ②  $\frac{E}{R}$                       ③  $\frac{3E}{2R}$                       ④  $\frac{2E}{R}$

問4 起電力  $E$  [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。  $\boxed{4}$  [W]

①  $\frac{2E^2}{R}$                       ②  $\frac{3E^2}{2R}$                       ③  $\frac{E^2}{R}$                       ④  $\frac{E^2}{2R}$