

# 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、まっすぐで密度が一様でない細い棒 AB がある。棒の長さは  $\ell$  で、質量は  $M$  である。さらに棒の B 端に、質量の無視できる伸びぢみしない糸の一端を固定する。なお、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

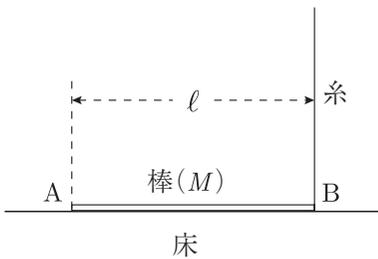


図 1

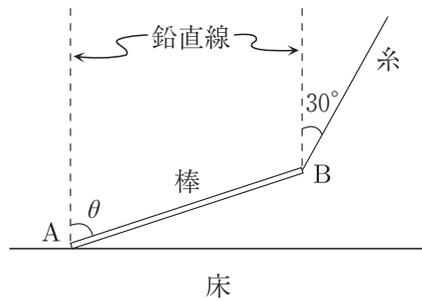


図 2

問1 図1のように、棒 AB を床上に水平に置き、糸を大きさ  $\frac{1}{3}Mg$  の力で鉛直上方に引っ張ったところ、棒の B 端がわずかに持ちあがって棒 AB はつりあった。このとき、棒の A 端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。

①  $Mg$

②  $\frac{2}{3}Mg$

③  $\frac{1}{2}Mg$

④  $\frac{1}{3}Mg$

問2 棒 AB の重心の A 端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。

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

問3 図1において、棒の B 端ではなく A 端に鉛直上向きの力を加えたところ、棒の A 端がわずかに持ちあがって棒 AB はつりあった。このとき、棒の B 端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。

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

問4 図2のように、棒の B 端を持ち上げたら、糸が鉛直上方と  $30^\circ$  をなす角度で棒 AB はつりあい、糸の張力の大きさは  $\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$  であった。このとき、棒の A 端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。

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

問5 棒の A 端と床との間の静止摩擦係数を  $\mu$  とする。  $\mu$  の値の範囲として最も適するものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{2}$                       ②  $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{3}$                       ③  $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{4}$                       ④  $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{5}$

問6 図2において、棒 AB と鉛直上方とのなす角  $\theta$  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  $50^\circ$                       ②  $55^\circ$                       ③  $60^\circ$                       ④  $65^\circ$

**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)

図1のように、水平でなめらかな床の上に、水平な上面と傾斜角  $60^\circ$  の斜面およびなめらかに回転できる滑車をもつ質量  $m$  の台 C が置いてある。さらに、台 C と同じ質量  $m$  の小物体 A と B を糸でつなぎ、滑車を通して台 C の上面に小物体 A を、斜面に小物体 B をそれぞれ置いた。はじめ、台 C および小物体 A, B はすべて静止させてある。台 C および小物体 A, B を同時に静かにはなし、その瞬間から台 C に水平右向きの一一定の大きさの力  $F$  を加え続けるものとする。重力加速度の大きさを  $g$  とし、台 C と小物体 A, B の間の摩擦、糸や滑車の質量および空気の抵抗は無視できるものとする。なお、糸はつねに台 C の上面および斜面にそれぞれ平行であり、小物体 A または B が、滑車または床に達する前について考えるものとする。

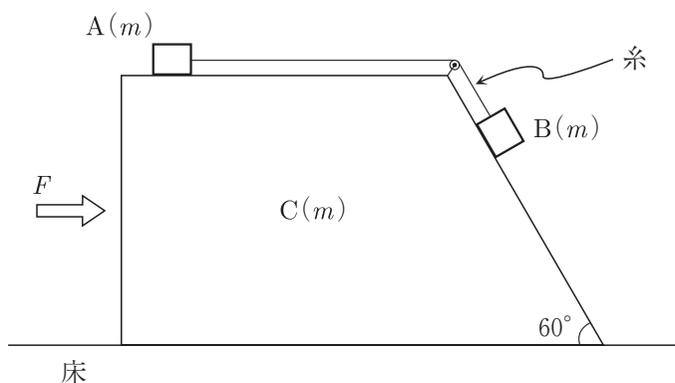


図 1

**問1**  $F = F_1$  にすると、全体を静かにはなしたあと、台 C は静止したままで小物体 A と B は同じ大きさの加速度で動きだした。そ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。

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

問2 問1において、糸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  $\frac{\sqrt{3}}{5}mg$       ②  $\frac{\sqrt{3}}{4}mg$       ③  $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$       ④  $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

問3 問1において、 $F_1$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $F_1 =$

- ①  $\frac{3\sqrt{3}}{2}mg$       ②  $\frac{3\sqrt{3}}{4}mg$       ③  $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$       ④  $\frac{3\sqrt{3}}{8}mg$

問4  $F = F_2$ にすると、全体を静かにはなしたあと、台Cと小物体A、Bは一体となって、一定の加速度で水平右向きに動いた。そ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。

- ①  $\frac{\sqrt{3}}{3}g$       ②  $\frac{\sqrt{3}}{4}g$       ③  $\frac{\sqrt{3}}{5}g$       ④  $\frac{\sqrt{3}}{6}g$

問5 問4において、糸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  $\frac{\sqrt{3}}{6}mg$       ②  $\frac{\sqrt{3}}{5}mg$       ③  $\frac{\sqrt{3}}{4}mg$       ④  $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

問6 問4において、 $F_2$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $F_2 =$

- ①  $mg$       ②  $\sqrt{3}mg$       ③  $3mg$       ④  $2\sqrt{3}mg$

第3問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 1 ~ 5] (配点 25)

図1のように、海面上に船Sが停船している。船底から海底までケーブルを鉛直に張り、そのケーブルに沿って振動数  $f_0$  の連続超音波を発信する音源が一定の速さ  $u$  で海底に向かって移動する。船底のケーブルのすぐそばに超音波受信装置Rが取り付けられている。静止した海中での超音波の速さは、深さによらず一定値  $c$  ( $c > u$ ) である。なお、船Sやケーブルは、つねに静止しているものとする。

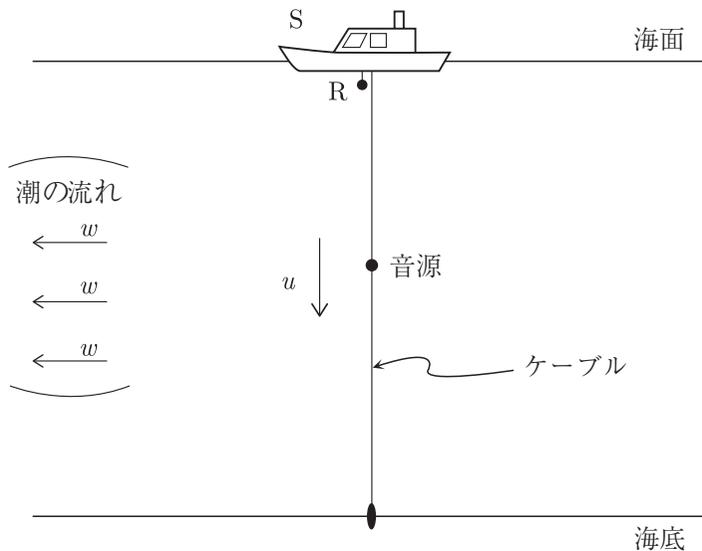


図 1

問1 海水が静止しているとき、Rで観測される音源からの直接音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。 1

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

問2 問1において、Rで観測される海底での反射音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。 2

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

問3 問1において、Rで観測される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。 3

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

問4 一様な潮の流れがあり、図1の水平左向きに深さによらず一定の速さ  $w$  ( $w < c$ ) であるとする。このとき、音源から直接Rに達する音波の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

①  $c - w$       ②  $\sqrt{c^2 - w^2}$       ③  $c + w$       ④  $\sqrt{c^2 + w^2}$

問5 問4において、音源から直接Rに達する音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。 5

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

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、 $R[\Omega]$ の電気抵抗と $2R[\Omega]$ の電気抵抗4個と起電力 $E[V]$ の直流電源とスイッチ $S$ とを接続した。5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。

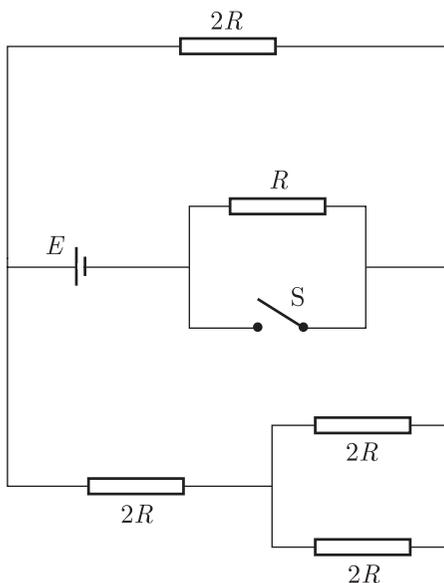


図 1

問1 スイッチ S を閉じているとき， $R$  [ $\Omega$ ] 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 0                      ②  $\frac{E}{4R}$                       ③  $\frac{E}{2R}$                       ④  $\frac{E}{R}$

問2 問1 のとき，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  $\frac{4E^2}{3R}$                       ②  $\frac{7E^2}{6R}$                       ③  $\frac{E^2}{R}$                       ④  $\frac{5E^2}{6R}$

問3 スイッチ S を開いたとき，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  $\frac{6E}{11R}$                       ②  $\frac{5E}{11R}$                       ③  $\frac{4E}{11R}$                       ④  $\frac{3E}{11R}$