

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 ℓ 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。

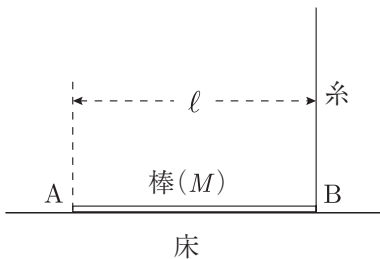


図 1

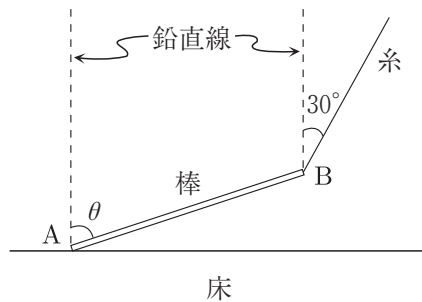


図 2

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。 2

- 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。 3

- 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° 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。 4

- 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 μ とする。 μ 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。 5

- 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 θ 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 50° ② 55° ③ 60° ④ 65°

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° 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。

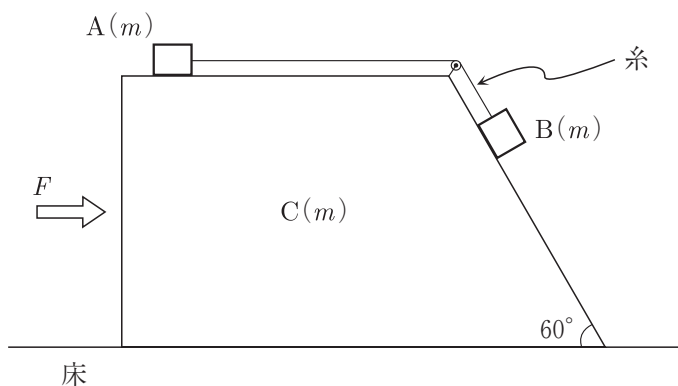


図 1

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 ～] (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。

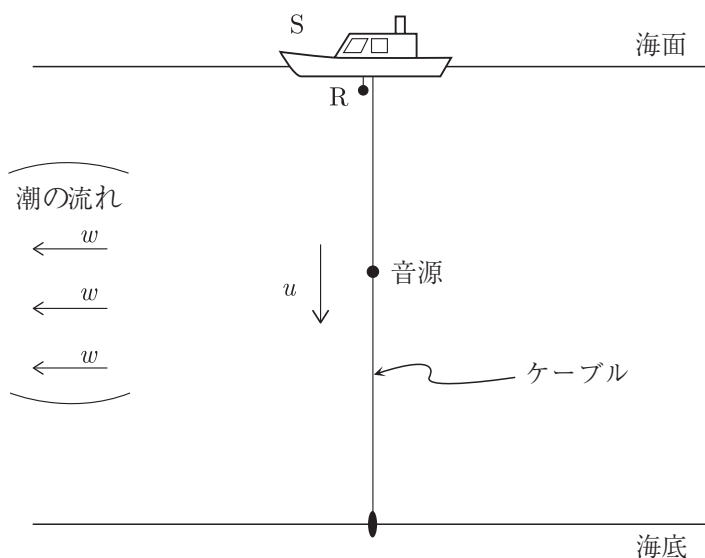


図 1

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 $\frac{c}{c-u} f_0$ 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。

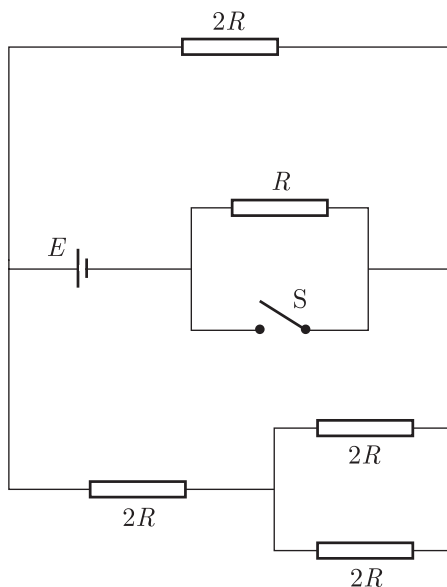


図 1

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 $\frac{3E}{11R}$