

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、質量 M 、長さ 2ℓ の一様な細い棒 AB を、水平な床と鉛直な壁に立てかけた。棒 AB は静止している。棒と床のなす角を θ とする。棒が床、壁から受ける垂直抗力の大きさをそれぞれ N_A 、 N_B とし、棒が床、壁から受ける摩擦力の大きさをそれぞれ F_A 、 F_B とする。また、重力加速度の大きさを g とする。

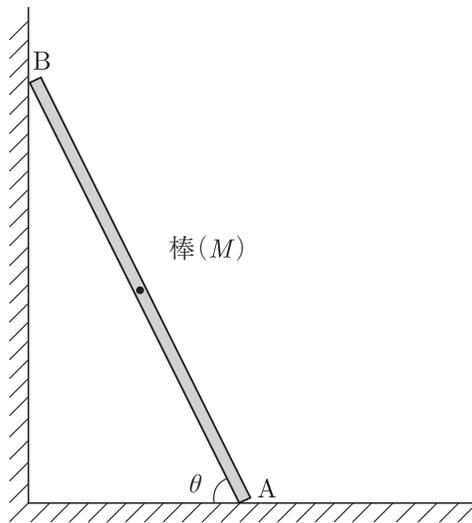


図 1

問1 棒が壁から受ける摩擦力はどちら向きか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 向き

① 上

② 下

③ 左

④ 右

問2 棒 AB の水平方向の力のつりあいの式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

① $N_A + F_B = 0$

② $F_A + N_B = 0$

③ $N_B - F_A = 0$

④ $F_B - N_A = 0$

問3 棒 AB の鉛直方向の力のつりあいの式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

① $N_A + N_B - Mg = 0$

② $N_A + F_B - Mg = 0$

③ $F_A + N_B - Mg = 0$

④ $F_A + F_B - Mg = 0$

問4 B 点のまわりの力のモーメントのつりあいの式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

① $N_A \cdot 2\ell \sin \theta - F_A \cdot 2\ell \cos \theta - Mg \cdot \ell \sin \theta = 0$

② $N_A \cdot 2\ell \cos \theta + F_A \cdot 2\ell \sin \theta - Mg \cdot \ell \cos \theta = 0$

③ $N_A \cdot 2\ell \sin \theta - F_A \cdot 2\ell \cos \theta + Mg \cdot \ell \sin \theta = 0$

④ $N_A \cdot 2\ell \cos \theta - F_A \cdot 2\ell \sin \theta - Mg \cdot \ell \cos \theta = 0$

問5 壁がなめらかであったとする。棒は静止しているとして、棒が床から受ける垂直抗力の大きさ N_A 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。 5

① Mg

② $Mg \cos \theta$

③ $\frac{1}{2}Mg$

④ $\frac{1}{2}Mg \cos \theta$

問6 問5 のとき、棒と床のなす角 θ をゆっくりと小さくしていったところ、 θ が α より小さくなったとき、棒はすべり始めた。棒と床との間の静止摩擦係数を μ とすると、 $\tan \alpha$ 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。 6

① 2μ

② $\frac{\mu}{2}$

③ $\frac{2}{\mu}$

④ $\frac{1}{2\mu}$

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)

重力を使った図1のような射出装置を考える。滑車から糸でつるされている質量 M のおもりが下がると、質量 m の物体 A を載せた箱(図1の斜線部)が水平に左へ移動する。箱は距離にして L だけ動くとストッパーにより止められ、物体 A だけが左へ滑り、地面からの高さが h の点 O から射出される。射出されるまでの物体 A の移動の軌跡は水平で、段差はない。摩擦および空気抵抗は無視する。おもりは、糸以外の物に接触することなく十分下方まで移動できるとする。糸は箱を水平に引くものとし、滑車、糸、箱の質量は無視する。また、重力加速度の大きさを g とする。今、図1の状態からおもりを静かに降下させはじめた。

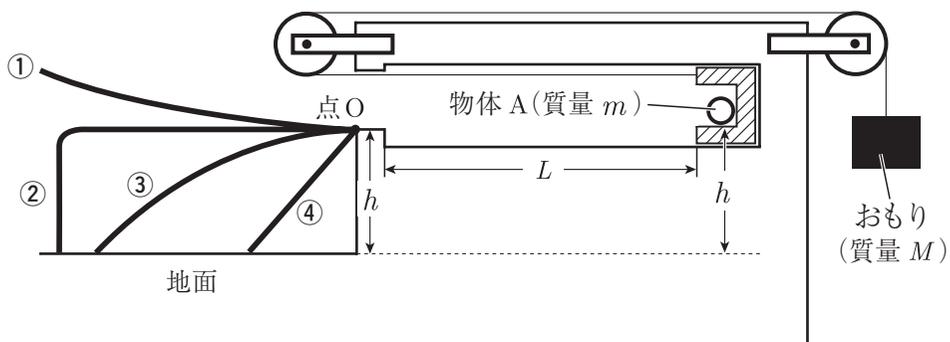


図 1

問1 降下しはじめた直後のおもりの加速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① g ② $\frac{Mg}{M+m}$ ③ $\frac{Mg}{|M-m|}$ ④ $\frac{mg}{M+m}$ ⑤ $\frac{mg}{|M-m|}$

問2 問1のときの糸の張力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

① 0 ② $\frac{M^2g}{M+m}$ ③ $\frac{M^2g}{|M-m|}$ ④ $\frac{Mmg}{M+m}$ ⑤ $\frac{Mmg}{|M-m|}$

問3 点Oから射出された直後の物体Aの速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

① $\sqrt{2gL}$ ② $\sqrt{\frac{2gML}{M+m}}$ ③ $\sqrt{\frac{2gML}{|M-m|}}$
 ④ $\sqrt{\frac{2gmL}{M+m}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{2gmL}{|M-m|}}$

問4 点Oより射出されてから地面に到達するまでの間、空中で物体Aが受けている力の向きとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4 向き

- ① 鉛直下 ② 斜め左下 ③ 斜め左上 ④ 水平左

問5 点Oから射出された後の物体Aの運動の軌跡として最も適当なものを、図1中の太線①～④のうちから一つ選べ。 5

問6 地面に接触する直前の物体Aの速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

① $\sqrt{2g(h+L)}$ ② $\sqrt{2g\left(\frac{hM+(h+L)m}{M+m}\right)}$
 ③ $\sqrt{2g\left(\frac{hM+(h+L)m}{|M-m|}\right)}$ ④ $\sqrt{2g\left(\frac{hm+(h+L)M}{M+m}\right)}$
 ⑤ $\sqrt{2g\left(\frac{hm+(h+L)M}{|M-m|}\right)}$

問2 速さ v [m/s] ($v < V$) の風が x 軸に沿って正の方向に吹いているとき、二つのスピーカーを同時に発した音波の先端がお互いに出会う場所 (x_0 [m] とする) はどこか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $x_0 =$ 2

① $\frac{VL}{V+v}$ ② $\frac{L}{2}$ ③ $\frac{(V+v)L}{2V}$ ④ $\frac{(V-v)L}{V}$

問3 問2において、 x_0 [m] の位置で S_1 からの音波だけを受信すると、受信する振動数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

① f ② $\frac{Vf}{V-v}$ ③ $\frac{(V+v)f}{V}$ ④ $\frac{Vf}{V+v}$

問4 1 波長を「波の数が1」とかぞえることにすると、問2において、 $x = 0 \sim x_0$ [m] の範囲にある S_1 からの波の数はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

① $\frac{x_0 f}{V+v}$ ② $\frac{2x_0 f}{V+v}$ ③ $\frac{x_0}{(V+v)f}$
 ④ $\frac{2x_0}{(V+v)f}$ ⑤ $\frac{x_0(V+v)}{f}$ ⑥ $\frac{2x_0(V+v)}{f}$

問5 問2において、二つのスピーカーからの音波が強め合う場所はどこか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $m = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$ とする。 $x = x_0 +$ 5 $\times m$

① $\frac{V^2 - v^2}{2Vf}$ ② $\frac{V+v}{2f}$ ③ $\frac{V-v}{2f}$ ④ $\frac{V}{2f}$

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 3] (配点 15)

図1のように、 R [Ω] の電気抵抗3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。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。はじめ、スイッチ S は開かれている。

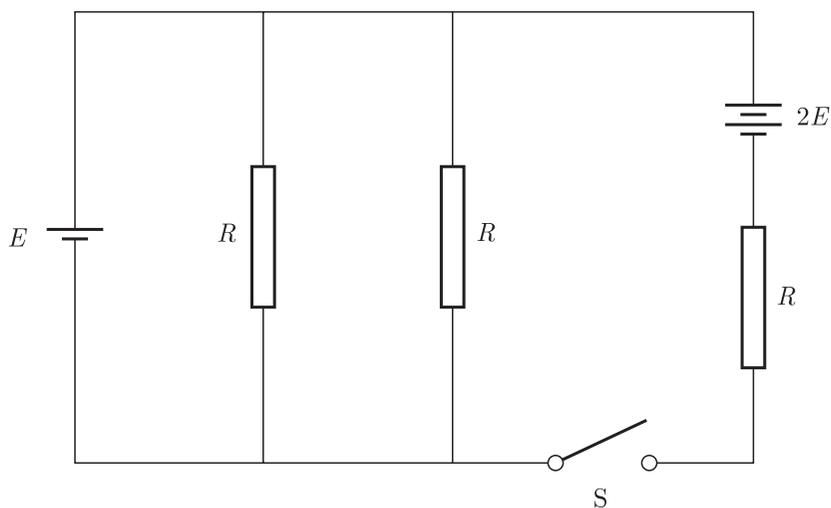


図 1

問1 スイッチ S が開いているとき，起電力 E [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 $\frac{E}{R}$ ② $\frac{2E}{R}$ ③ $\frac{E}{2R}$ ④ $\frac{3E}{R}$

問2 問1において，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。 2 [W]

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

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