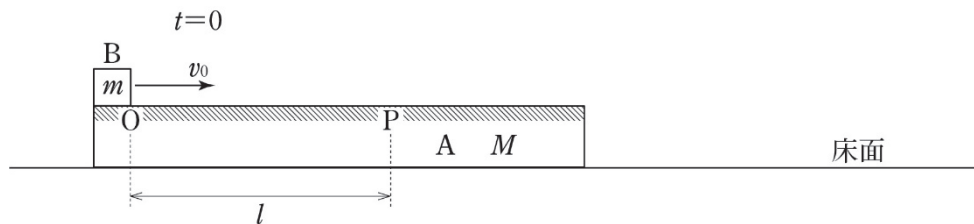


問 1

図のように、水平でなめらかな床面上に質量 M の板 A を置き、板 A の水平な上面の点 O に質量 m の物体 B を置いて、全体を静止させる。時刻 $t=0$ に、物体 B に水平右向きに大きさ v_0 の初速度を与えたところ、板 A も同時に動き出した。その後、物体 B は板 A の上面の点 P まですべり、時刻 $t=t_1$ に板 A から見て静止した。 OP 間の距離を l とする。物体 B が板 A の上面をすべっているとき、板 A と物体 B の間にはたらく動摩擦力の大きさを F とする。また、物体 B の初速度の向き（水平右向き）を速度、加速度の正の向きとする。



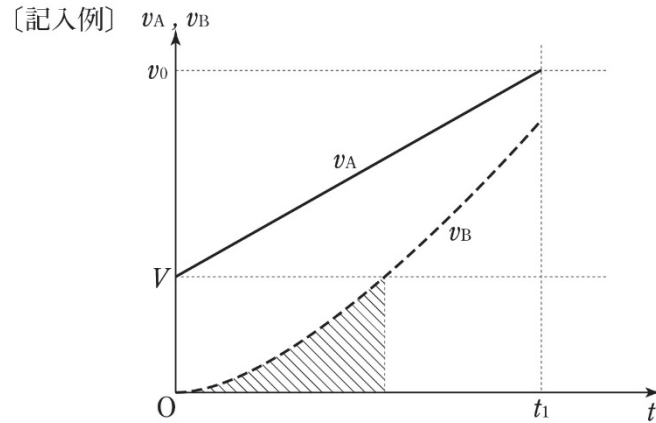
- (1) 物体 B が板 A の上面をすべっているとき、板 A の加速度 a_A 、物体 B の加速度 a_B を、それぞれ m 、 M 、 F のうちから必要なものを用いて表せ。
- (2) 物体 B が板 A の上面をすべっている時刻 t ($0 < t < t_1$) における、板 A の速度 v_A 、物体 B の速度 v_B を、それぞれ a_A 、 a_B 、 v_0 、 t のうちから必要なものを用いて表せ。ただし、 a_A 、 a_B は(1)で求めた加速度である。

令和4年度 システム工学群 総合型選抜

物 理 $\frac{2}{6}$

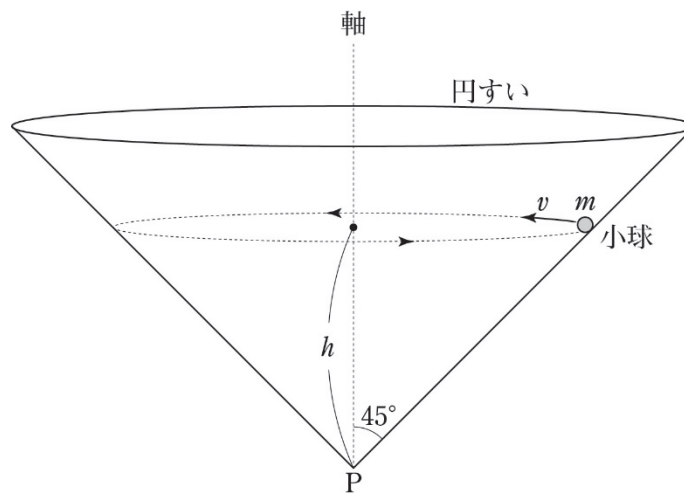
(3) 時刻 t_1 を, m, M, F, v_0 のうちから必要なものを用いて表せ。また, 時刻 t_1 での板 A の速度 V を, m, M, F, v_0 のうちから必要なものを用いて表せ。

(4) 時刻 t が $0 \leq t \leq t_1$ の範囲で, 板 A の速度 v_A のグラフを実線で, 物体 B の速度 v_B のグラフを破線で描け。また, 距離 l は, 描いたグラフのある部分の面積と等しい。その面積の部分を斜線で示せ。



問2

図のように，軸が鉛直で半頂角が 45° の円すいが頂点 P を下にして固定されている。その円すいのなめらかな内側の面に沿って，質量 m の小球が速さ v で等速円運動をしている。小球の円軌道は水平で，その円軌道の頂点 P からの高さは h であり，重力加速度の大きさを g とする。



- (1) 小球の等速円運動の角速度 ω と周期 T を，それぞれ v ， h ，円周率 π のうちから必要なものを用いて表せ。

- (2) 小球が円すいの内側の面から受ける垂直抗力の大きさ N を， m ， g を用いて表せ。

令和4年度 システム工学群 総合型選抜

物 理 $\frac{4}{6}$

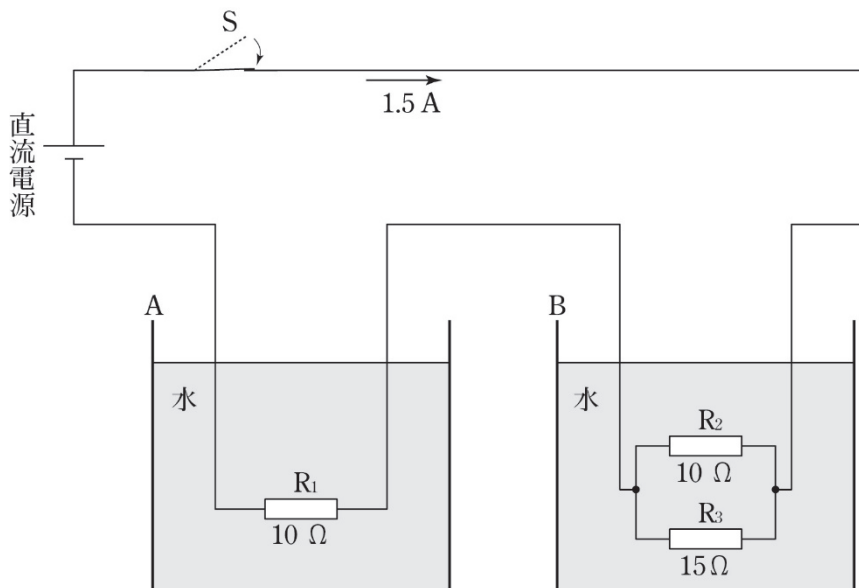
(3) 小球の等速円運動の向心力 F を、図を描いて示し、その大きさを、 m 、 g を用いて表せ。

(4) 小球の等速円運動の速さ v を、 g 、 h を用いて表せ。

問3

図のように、抵抗値が $10\ \Omega$ の2本の同じ抵抗線 R_1 , R_2 , 抵抗値が $15\ \Omega$ の抵抗線 R_3 , スイッチ S を、内部の抵抗が無視できる直流電源に接続して、電気回路をつくる。抵抗線 R_1 , 抵抗線 R_2 と R_3 は、それぞれ同じ温度、同じ質量の水の入った容器 A , B 内に沈めてある。

開いてあったスイッチ S を閉じたところ、直流電源を流れる電流は $1.5\ \text{A}$ になった。ただし、抵抗線の抵抗値は一定で、温度によって変化しないものとする。



- (1) 抵抗線 R_1 と R_3 は同じ材質でできており、それぞれ一様な太さである。抵抗線 R_3 の断面積は抵抗線 R_1 の断面積の2倍であるとする、抵抗線 R_3 の長さは抵抗線 R_1 の長さの何倍か。

- (2) 抵抗線 R_3 を流れる電流は何 A か。
- (3) 直流電源の電圧は何 V か。
- (4) スイッチ S を閉じてある時間が経過したとき、容器 A 内の水の温度はスイッチ S を閉じてから $20\text{ }^\circ\text{C}$ だけ上昇していた。このとき、容器 B 内の水の温度はスイッチ S を閉じてから何 $^\circ\text{C}$ 上昇しているか。ただし、容器 A 、 B および抵抗線の熱容量は無視でき、抵抗線で発生した熱はすべて容器内の水の温度上昇に使われ、外部に熱は伝わらないものとする。