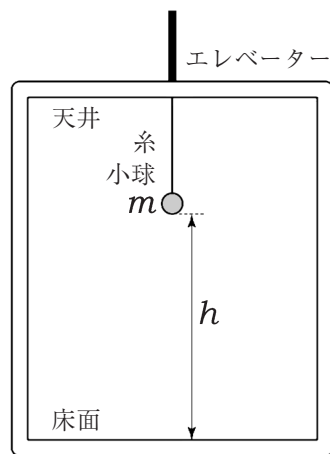


問 1

図に示すように、エレベーターの天井から軽くて伸び縮みしない糸で質量 m の小球をつり下げる。エレベーターの水平な床面から小球までの距離を h とする。以下の(1)～(4)に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、運動の際の空気抵抗は考慮しなくてよい。また、鉛直上向きを速度の正の向きとする。



- (1) エレベーターが静止している場合、小球にはたらいっている糸の張力の大きさを求めよ。また、小球をつり下げている糸を静かに切ったとき、糸を切ってから小球がエレベーターの床面に衝突するまでの時間を求めよ。
- (2) エレベーターが大きさ a で鉛直上向きの一定の加速度で上昇している場合、小球にはたらいっている糸の張力の大きさを求めよ。

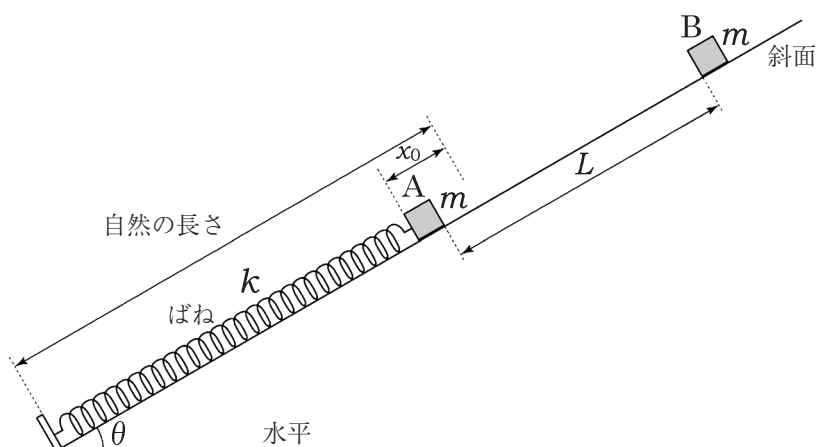
エレベーターが大きさ a で鉛直上向きの一定の加速度で上昇しているとき、小球をつり下げている糸を静かに切った。糸を切る直前と直後でエレベーターと小球の速度は変化せず、その速度を V_0 とする。また、糸を切った後もエレベーターの加速度は大きさ a で鉛直上向きのまま変化しないものとする。

(3) 糸を切った時刻を 0 として時刻を t とする。糸を切ってから小球が初めて床面に衝突する直前までの間の任意の時刻 t における、小球の速度とエレベーターの速度をそれぞれ求めよ。

(4) 小球がエレベーターの床面に初めて衝突する直前の小球の速度を求めよ。

問 2

図に示すように、水平となす角 θ のなめらかな斜面にばね定数 k の軽いばねを置き、一端を斜面の下部に固定し、他端に質量 m の物体 A を取り付けると、ばねが自然の長さから距離 x_0 だけ縮んだ位置で全体が静止した。この位置にある物体 A から斜面に沿って上方に距離 L だけ離れた位置に質量 m の物体 B を置き、静かにはなすと、物体 B は斜面をすべって物体 A に衝突し、その後、物体 A と物体 B は一体となって運動した。以下の(1)～(4)に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、物体の運動は同一鉛直面内で行われ、運動の際の空気抵抗は考慮しなくてよい。



- (1) x_0 を, k , m , g , θ を用いて表せ。
- (2) 物体 A に衝突する直前の物体 B の速さ v を, g , L , θ を用いて表せ。
- (3) 物体 B が物体 A に衝突して一体となった直後の速さ V を, v を用いて表せ。また、この衝突によって失われた物体 A, B 全体の力学的エネルギーを, m , v を用いて表せ。
- (4) 一体となった物体 A, B が最下点に到達して一瞬静止したときのばねの自然の長さからの縮みを, x_0 , m , k , V を用いて表せ。

問 3

抵抗率が同じ材質でできた太さが一様な円柱形の抵抗 R_A , R_B , R_C がある。抵抗 R_A の抵抗値は 2.0Ω , 抵抗 R_B の抵抗値は 3.0Ω , 抵抗 R_C の抵抗値は 6.0Ω である。以下の(1)～(4)に答えよ。ただし, 抵抗 R_A , R_B , R_C 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 R_A の断面積を S , 長さを l とすると, 抵抗 R_B , R_C の断面積はともに $\frac{1}{3}S$ である。抵抗 R_B , R_C の長さはそれぞれいくらか。 l を用いて答えよ。
- (2) 図 1 に示すように, 抵抗 R_A , R_B , R_C と内部の抵抗が無視できる電圧 $24V$ の直流電源を用いて電気回路をつくった。図 1 の bc 間の合成抵抗と ac 間の合成抵抗はそれぞれ何 Ω か。

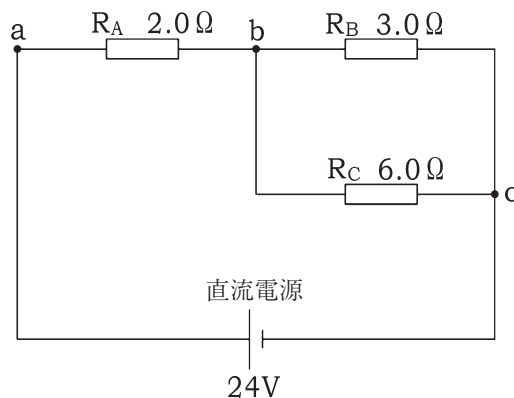


図 1

- (3) 図 1 の抵抗 R_B を流れる電流は何 A か。

- (4) 図2に示すように、断熱容器に質量 100g 、温度 20°C の水が入っており、水中に沈めた抵抗に直流電源をつないで毎秒 210J のジュール熱が抵抗で発生するように電流を流して水の温度を上昇させた。電流を流し始めてから 60 秒までの時間と水温の関係をグラフに示せ。ただし、水の比熱を $4.2\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とし、抵抗や導線の熱容量は無視できるものとする。また、抵抗で発生した熱はすべて水に吸収され、水から外部に熱が伝わることはないものとし、水の温度は場所によらず一様であるとする。

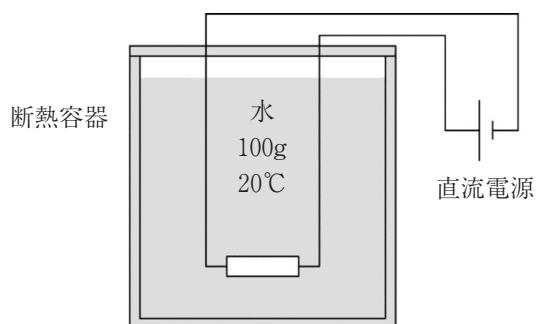


図2

下 書 用 紙