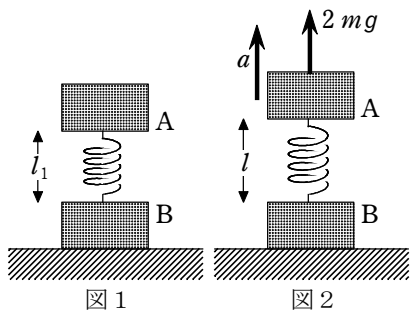


1.

等しい質量  $m$  をもった 2 つの物体 A, B を、自然の長さ  $l_0$ 、ばね定数  $k$  の質量が無視できる丈夫なばねで連結し、図 1 のように B を下にして静かに水平面上に置いた。重力加速度の大きさを  $g$  とし、以下の問題に答えよ。



[A] 物体 A, B とばねは、図 1 のようなつりあい状態にある。

- (1) このときのばねの長さ  $l_1$  を求めよ。
- (2) ばねにたくわえられている弾性力の位置エネルギーはいくらか。
- (3) B にはたらく垂直抗力はいくらか。

[B] 次に、鉛直上向きの一一定の力  $2mg$  をはたらかせて物体 A を引っぱりあげると、A は初速度 0 で運動を始める。

- (4) 図 2 は、A が加速度  $a$  で運動していて B はまだ静止の状態にある状況を示したものである。このときのばねの長さを  $l$  とし、A に対するニュートンの運動方程式を書け。
- (5) このとき、B にはたらくしている垂直抗力はいくらか。

[C] 力を加えつづけていると、やがて B が動き始める。

- (6) B が動き出す瞬間のばねの長さ  $l_2$  はいくらか。
- (7) A に  $2mg$  の力を加え始めてから B が動き出す瞬間までに、この力が A にする仕事  $W$  はいくらか。
- (8) A に力を加え始めてから B が動き出す瞬間までの、重力による A の位置エネルギーの増加量  $\Delta V_A$  を求めよ。
- (9) A に力を加え始めてから B が動き出す瞬間までの、ばねにたくわえられた弾性力の位置エネルギーの増加量  $\Delta V$  はいくらか。
- (10) B が動き出す瞬間の A の速さを  $v_0$  とするとき、文字  $W$ ,  $\Delta V_A$ ,  $\Delta V$  等を使って、力学的エネルギーの変化と A に加えた力がした仕事との間になりたつ関係式を書け。

$$(10) \quad 0 + W = \Delta V_A + \Delta V + \frac{1}{2}mv_0^2$$

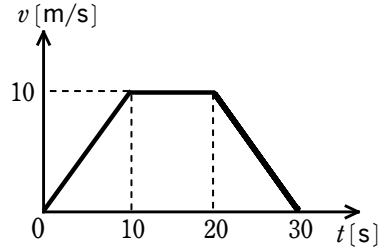
[解答] [A] (1)  $l_0 - \frac{mg}{k}$  (2)  $\frac{m^2g^2}{2k}$  (3)  $2mg$

[B] (4)  $ma = 2mg + k(l_0 - l) - mg$  (5)  $mg + k(l_0 - l)$

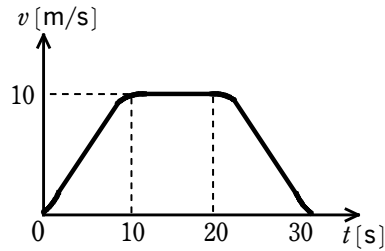
[C] (6)  $l_0 + \frac{mg}{k}$  (7)  $\frac{4m^2g^2}{k}$  (8)  $\frac{2m^2g^2}{k}$  (9) 0

2.

内部に乗っている人を含めて質量  $2000 \text{ kg}$  のエレベーターが、鉛直に上昇し始めてから止まるまで、速度  $v$  が時間  $t$  とともに1図に示すように変化したとして、以下の問い(1)~(6)に答えよ。重力加速度は  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  として計算せよ。さらに、最後の問い(7)は2図を参照して答えよ。



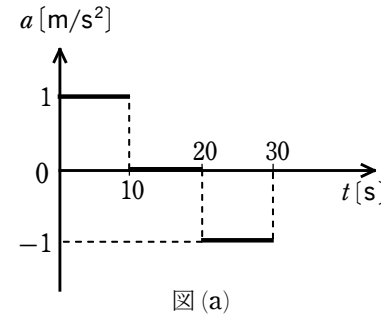
1図



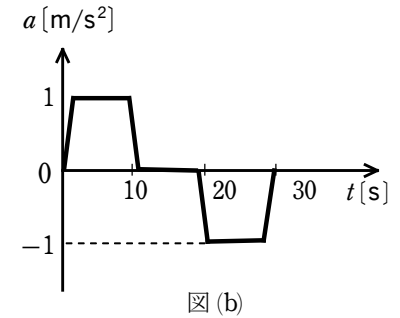
2図

- (1) エレベーターの加速度  $a$  と時間  $t$  の関係をグラフに表せ。グラフの縦軸には目盛と単位をつけること。
- (2) 動き始めてから止まるまでにエレベーターが登った距離  $h$  を求めよ。
- (3) エレベーターを引き上げるロープにかかる張力を、はじめの10秒間は  $F_1$ 、次の10秒間は  $F_2$ 、最後の10秒間は  $F_3$  とする。 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  を求めよ。
- (4) 上昇し始めてから止まるまでにエレベーターのモーターが行った仕事量  $W$  を求めよ。
- (5) エレベーターを1図のような速度で上昇させるためには、モーターの仕事率は最低どれほど必要か。kW の単位で答えよ。
- (6) エレベーター内の一定の高さからボールを静かにはなして落下させる。ボールがエレベーターの床に達するまでの時間を、上昇のはじめの10秒、次の10秒、最後の10秒の間に観測するとそれぞれ  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  であった。またエレベーターが静止しているときには  $t_0$  であった。 $t_0$ 、 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  の大小関係について説明せよ。このなかの最も長い時間は最も短い時間の何倍か。四捨五入して小数点以下1桁まで求めよ。
- (7) もう少し正確に速度変化を観測すると2図のようであった。  
 $t = 0 \text{ s}$ 、 $10 \text{ s}$ 、 $20 \text{ s}$ 、 $30 \text{ s}$  の付近の差異に注目せよ。この場合の加速度の時間変化を概略でよいから(1)の要領でグラフに表せ。

- 解答** (1) 下図(a) (2)  $2.0 \times 10^2 \text{ m}$   
 (3)  $F_1 = 2.2 \times 10^4 \text{ N}$ 、 $F_2 = 2.0 \times 10^4 \text{ N}$ 、 $F_3 = 1.8 \times 10^4 \text{ N}$   
 (4)  $3.9 \times 10^6 \text{ J}$  (5)  $2.2 \times 10^2 \text{ kW}$  (6) 1.1 倍 (7) 下図(b)



図(a)



図(b)