

図 1-1 のように、鉛直に固定した透明な管がある。ばね定数  $k$  のばねの下端を管の底面に固定し、上端を質量  $m$  の物体 1 に接続する。質量が同じく  $m$  の物体 2 を、物体 1 の上に固定せずにのせる。地面上の一点  $O$  を原点として鉛直上向きに  $x$  軸をとる。ばねが自然長になっている時の物体 1 の  $x$  座標は  $h$  であり、重力加速度の大きさは  $g$  である。

なお、物体の大きさは小さく、管との摩擦や空気抵抗は無視でき、 $x$  方向以外の運動は考えない。ばねの質量は無視できる。また、管は十分長く、実験中に物体が飛び出すことはないものとする。

I 物体 1 と物体 2 を、互いに接した状態で、物体 1 の  $x$  座標が  $x_A$  となる位置まで押し下げ、時刻  $t = 0$  に初速度 0 で放したところ、物体 1 と物体 2 は互いに接した状態で単振動を開始した。

- (1) この時の、物体 1 の単振動の中心の  $x$  座標を答えよ。
- (2) 物体 1 と物体 2 の  $x$  方向の運動方程式をそれぞれ書け。各物体の加速度を  $a_1, a_2$ 、物体 1 の位置を  $x$ 、互いに及ぼす抗力の大きさを  $N$  ( $N \geq 0$ ) とせよ。
- (3)  $x_A$  の値によっては、運動中に物体 1 と物体 2 が分離することがある。図 1-2 はこのような場合の物体の位置の時間変化を示す。運動方程式を使って、分離の瞬間の物体 1 の  $x$  座標を求めよ。なお、図 1-2 では物体の大きさは無視されており、接している間の物体 1 と物体 2 の位置を 1 本の実線で表している。
- (4) 分離の瞬間の物体 1 の速度を答えよ。また、分離が起こるのは、時刻  $t = 0$  における物体 1 の位置がどのような条件を満たす場合に答えよ。

II 物体 1 と物体 2 が分離した後の運動について考える。分離後、物体 1 は単独で単振動する。物体 2 は重力のために、分離後ある時間が経過した後に必ず物体 1 に衝突する。分離から衝突までの時間は時刻  $t = 0$  における物体 1 の位置  $x_A$  に依存する。ここで、分離から衝突までの時間が、物体 1 が単独で単振動する際の周期  $T$  に等しくなるように  $x_A$  の値を設定した。衝突の時刻を  $T_1$  とする。

- (1) 物体 1 が単独で単振動する際の周期  $T$  を答えよ。また、物体 1 と物体 2 が衝突する瞬間（時刻  $T_1$ ）の物体 1 の  $x$  座標を答えよ。
- (2) 分離の瞬間の物体 2 の速度を  $V$  とする。分離から衝突までの時間が  $T$  となるための  $V$  の満たす式を書け。
- (3) 物体 1 と物体 2 の間のはねかえり係数は 1 であるとし、時刻  $T_1$  における衝突以降の運動を考える。物体 1 と物体 2 が、 $T_1$  以降に再び接触する時刻  $T_2$  と、その時の物体 1 の  $x$  座標を答えよ。また、時刻  $t = 0$  から  $2T_1$  までの間で、横軸を時刻、縦軸を物体の位置とするグラフの概形を描け。物体の大きさは無視し、物体 1 と物体 2 が接した状態で運動している部分は実線、分離している部分は点線を用いよ。なお、縦軸、横軸共に、値や式を記入する必要はない。
- (4) この場合の  $x_A$  を  $h, m, k, g$  を用いて表せ。

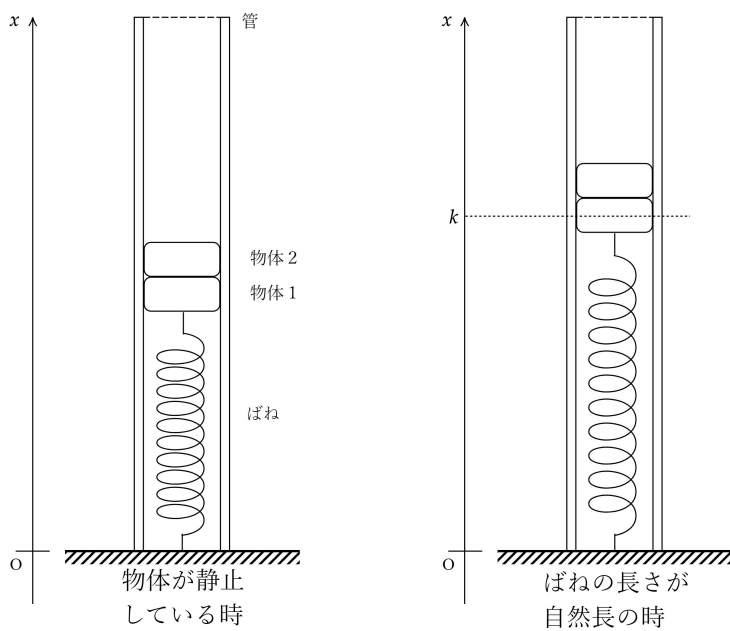


図 1-1