

1

図1のように、なめらかで水平な床上に置かれた、質量  $M$  の薄い板と、質量  $m$  の物体1は、板の上面に立てられた支柱と、ばね定数  $k$  のばねにより、おたがい結び付けられている。同じく床上に置かれている物体2の質量は  $M + m$  である。水平面内の、支柱か

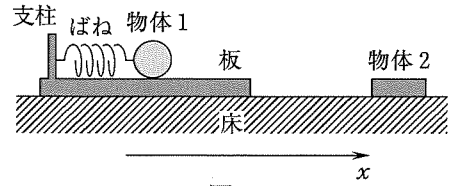


図1

ら物体2に向かう向きを  $x$  軸の正の向きとし、速度、加速度、力もこの向きを正とする。物体1と物体2の大きさ、支柱とばねの質量、物体1と板との摩擦、空気抵抗は無視できるものとして、次の(1)~(4)に答えよ。なお物体1はつねに板上で運動し、支柱に衝突することはない、物体1、物体2、板の運動はすべて図の紙面に平行な面内に限られるものとする。

- (1) 板を床に固定した状態で物体1を  $x$  軸の正の向きに引き、物体1と支柱との間隔をばねの自然の長さよりも大きくしてから静かに手をはなすと、物体1は単振動する。振動の周期を記せ。
- (2) 板と物体1のそれぞれが  $x$  軸の正の向きに一定の速度(速さ  $V_0$ )で運動している際、物体2にこれらと逆向きで同じ速さの速度を与え、床上で板と物体2を完全非弾性衝突させた。
  - (a) 衝突直後の、板と物体1の速度はそれぞれいくらになるか。  
衝突後、板と物体2は合体し、振動を始めた。
  - (b) 支柱から見た物体1の振動の振幅を求めよ。
- (3) 板から物体2を取り除き、板を床に固定した。さらに物体1と支柱との間隔をばねの自然の長さよりも小さくして物体1を固定した。その後、板と物体1の固定を解除すると同時に、板に  $x$  軸の正の向きに一定の大きさの力を与えたところ、板と物体1はともに等しい大きさの一定の加速度  $a_0$  を得た。
  - (a) ばねの長さを、自然の長さよりどれだけ小さくしておく必要があるか。
  - (b) 板と物体1の速さが  $V_0$  になった瞬間に板に与えていた力を0にしたところ、板と物体1は振動を始めた。支柱に対する物体1の振動の振幅を測定したら、(2)(b)で求めた振幅と同じであった。板に与えていた力の大きさを  $M$ 、 $m$ 、 $k$ 、 $V_0$  を用いて表せ。

(4) 図2のように板を角度  $\theta$  ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ) だけ傾けて床に固定した。この結果ばねは自然の長さよりも伸びて、つりあった。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

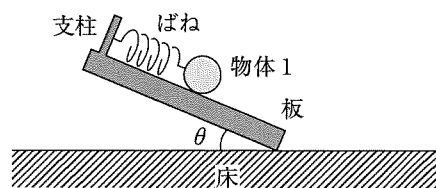


図2

(a) ばねはどれだけ伸びたか。

物体1を板にそって引くことで、ばねをさらに  $A$  だけ伸ばしてから、静かにはなしたところ物体1は単振動した。

(b) 物体1の力学的エネルギーを  $A, k, m, \theta, g$  で表せ。ただし、重力による位置エネルギーは図2の状態、ばねが自然の長さにある位置を基準とする。