

専 門 科 目

# 「力学基礎」

## 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は3ページ、解答用紙は3ページあります。試験開始の合図があつてから確かめなさい。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の全てのページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 文字などの印刷に不鮮明なところがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。
- 6 問題用紙の余白は下書きとして利用してかまいません。
- 7 試験終了後、配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

# 問題用紙

## ( 力学基礎 )

### 問題 1

図 1-1・図 1-2 に示すように質量 $m$ の任意の長さの一樣な剛体棒を左右端に接続された 2 本のロープ A, B で吊るしてある。ロープ A は天井に固定されており、ロープ B は摩擦の無い滑車を通り、その先におもりを鉛直に釣り下げている。このとき、棒は天井と平行を保って静止している。ロープ A, B の張力を $T_a$ ,  $T_b$ とし、重力加速度を $g$ 、ロープの質量は無視できるものとし、次の問いに答えなさい。

**問 1** 図 1-1 の系を考える。ロープと棒のなす角度を $\theta$ 、おもりの質量を $M$ とする。

- (1) 棒に対して水平方向、鉛直方向のつり合いの式を問題文中の記号を用いて示しなさい。ただし、 $M$ は用いてはならない。
- (2) ロープ B の張力 $T_b$ を $m$ ,  $\theta$ ,  $g$ を用いて示しなさい。
- (3) おもりの質量 $M$ を $m$ ,  $\theta$ を用いて示しなさい。

**問 2** 図 1-2 の系を考える。棒の中心から右の任意の位置に鉛直下向きの力 $W$ が加わっている。棒が天井と平行を保つためのおもりの質量を $M'$ 、そのときのロープと棒のなす角度を $\theta_1$ ,  $\theta_2$ とする。

- (1) 棒に対して水平方向、鉛直方向のつり合いの式を問題文中の記号を用いて示しなさい。ただし、 $M'$ は用いてはならない。
- (2) おもりの質量 $M'$ を $m$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $g$ ,  $W$ を用いて示しなさい。

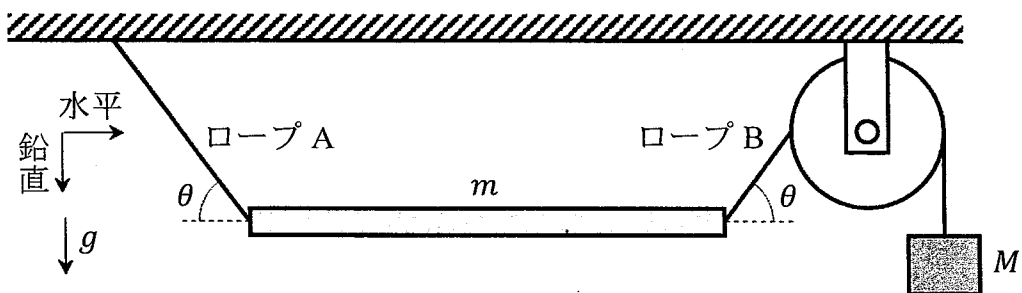


図 1-1

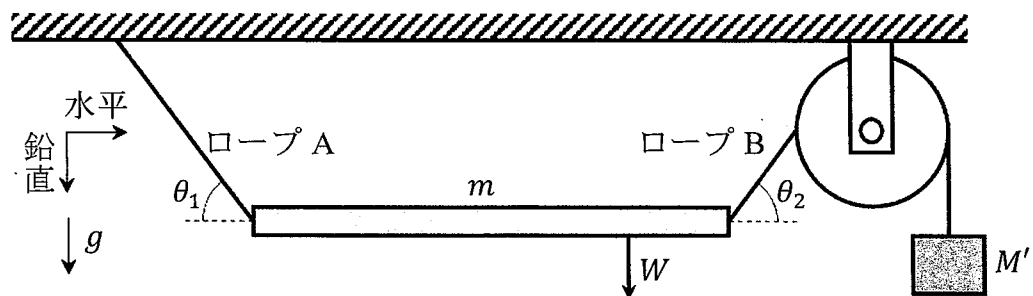


図 1-2

# 問題用紙

## ( 力学基礎 )

### 問題 2

図 2 に示すように、質量  $m$  の質点 A が摩擦のない曲面上にあり、質量  $M$  の質点 B が長さ  $L$  の糸で点 O に吊り下げられている。点 P で質点 A から静かに手を離した（初速はない）とき、質点 A は曲面上をすべり降りて点 Q を通過し、降りきった水平面上の点 R で静止している質点 B と完全弾性衝突した。ただし、点 R の高さを基準として点 P、点 Q の高さをそれぞれ  $H_P$ 、 $H_Q$ 、また点 Q における質点 A の速度を  $v_Q$  とする。また、糸の質量は無視できるものとし、重力加速度  $g$  は鉛直下向きとする。このとき、次の問い（問 1～4）に答えなさい。なお、この系では力学的エネルギーは保存される。

- 問 1 点 P における質点 A の力学的エネルギーは  $mgH_P$  である。点 Q における質点 A の力学的エネルギーを  $m$ 、 $H_Q$ 、 $v_Q$ 、 $g$  を用いて示しなさい。
- 問 2 点 Q における質点 A の速度  $v_Q$  を  $H_P$ 、 $H_Q$ 、 $g$  を用いて示しなさい。
- 問 3 点 R における完全弾性衝突の直前、質点 A の速度は  $v_R$  であり、質点 B は静止していた。衝突直後、質点 A の速度は  $v'_R$  となり、質点 B は速度  $v_B$  で運動を始めた。
- (1) 衝突直前の質点 A の運動量は  $mv_R$  である。衝突直後の質点 A と質点 B の運動量の和を  $M$ 、 $m$ 、 $v'_R$ 、 $v_B$  を用いて示しなさい。
  - (2) 衝突直前の質点 A の力学的エネルギーは  $\frac{1}{2}mv_R^2$  である。衝突直後の質点 A と質点 B の力学的エネルギーの和を  $M$ 、 $m$ 、 $v'_R$ 、 $v_B$  を用いて示しなさい。
- 問 4 質点 B が高さ  $L$  の点 S（最高点）に到達した。点 S で質点 B の速度がゼロとなるとき、質点 A の最初の高さ  $H_P$  を  $M$ 、 $m$ 、 $L$  を用いて示しなさい。

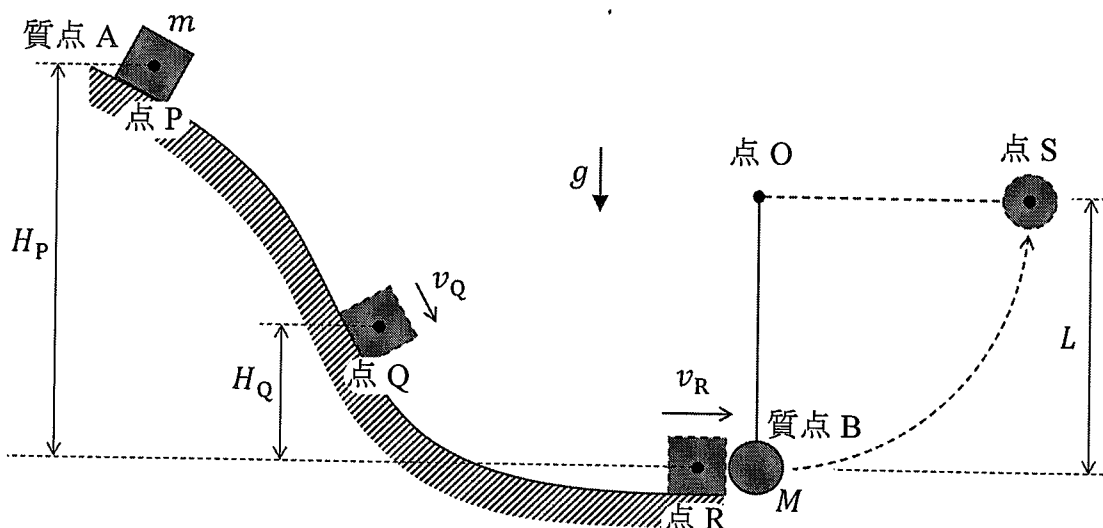


図 2

# 問題用紙

## ( 力学基礎 )

### 問題 3

図 3-1~3 に示すように、ばねを介して壁に接続された物体が床の上で水平方向に運動する。物体の静止位置を点  $O$ 、変位を  $x$ 、質量を  $m$ 、ばね定数を  $k$  とする。ばねの質量、空気抵抗は無視できるとして次の問い (問 1~3) に答えなさい。

**問 1** 図 3-1 の系を考える。床の摩擦は無視できるとすると物体の運動方程式は  $m\ddot{x} = -kx$  と表せる。時刻  $t = 0$  で物体を右に  $A$  だけ移動し静かに手を離れた ( $x(0) = A, \dot{x}(0) = 0$ )。

(1) 解  $x(t)$  として正しいものを次から選びなさい。ただし、 $\omega_1$  は  $m$  と  $k$  によって定まる固有角振動数である。

(a)  $x(t) = A\cos\omega_1 t$       (b)  $x(t) = A\sin\omega_1 t$       (c)  $x(t) = A\cos\left(\omega_1 t + \frac{\pi}{2}\right)$

(2)  $\omega_1$  を求めなさい。

**問 2** 図 3-2 の系を考える。床の摩擦は無視できるとする。

(1) 物体の運動方程式を示しなさい。

(2) 一般解は  $x(t) = C_1\cos\omega_2 t + C_2\sin\omega_2 t$  と表せる。ただし、 $C_1, C_2$  は初期条件  $x(0), \dot{x}(0)$  によって定まる任意定数で、 $\omega_2$  は固有角振動数である。問 1 の固有角振動数  $\omega_1$  との関係について、正しいものを次から選びなさい。

(a)  $\omega_2 = 2\omega_1$       (b)  $\omega_2 = \sqrt{2}\omega_1$       (c)  $\omega_2 = \frac{\omega_1}{\sqrt{2}}$

**問 3** 図 3-1 の床を摩擦のある床に変更した図 3-3 の系を考える。物体には、その動きを妨げる向きに一定の摩擦力  $F$  が働くとする。時刻  $t = 0$  で物体を右に  $A$  だけ移動し静かに手を離れたところ、物体は左へ滑り出し、振動せずに時刻  $t = t_f$ 、変位  $x(t_f) = x_f$  で静止した。  $0 \leq t \leq t_f$  において運動方程式は  $m\ddot{x} = -kx + F$ 、その一般解は  $x(t) = C_3\cos\omega_1 t + C_4\sin\omega_1 t + \frac{F}{k}$  と表せる。ただし、 $C_3, C_4$  は初期条件  $x(0), \dot{x}(0)$  によって定まる任意定数で、 $\omega_1$  は問 1 の固有角振動数である。

(1)  $C_3$  と  $C_4$  を求めなさい。

(2)  $t_f$  と  $x_f$  を求めなさい。

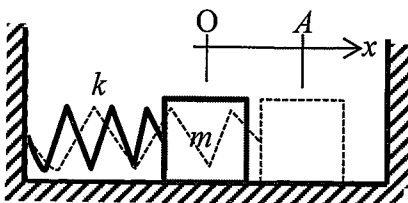


図 3-1

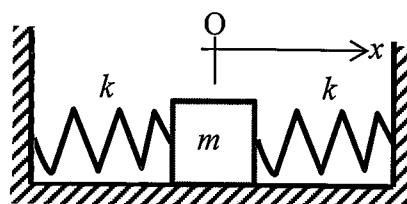


図 3-2

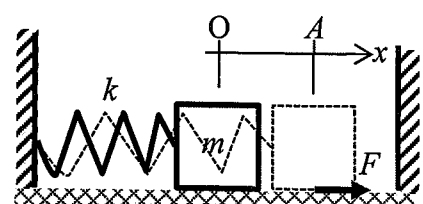


図 3-3