

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ページで、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 に示すように、右側斜面の点  $O$  にある回転支点に長さ  $L$ 、質量  $N$  の一様な棒が設置されており、その先端（点  $P$ ）に質量  $m$  の物体  $A$  がつるされ、静止している。さらに、左側斜面に静止している質量  $M$  の物体  $B$  につながるロープが斜面頂点の滑車を介して、右側斜面の棒の点  $Q$  につながれている。点  $OQ$  間の距離を  $l$ 、水平面と物体  $B$  につながれたロープのなす角を  $\alpha$ 、棒の点  $Q$  につながれたロープと棒のなす角を  $\beta$ 、物体  $A$  につながれたロープと棒のなす角を  $\gamma$  とし、下の問い（問 1～3）に答えなさい。ただし、斜面と物体の間の摩擦およびロープと滑車の質量は無視できるとする。また、重力は鉛直下向きに働くとし、その重力加速度は  $g$  とする。

問 1 棒の点  $Q$  につながれたロープにかかる張力  $T$  を  $M$ 、 $\alpha$ 、 $g$  を用いて表しなさい。

問 2 棒が静止しているとき、点  $O$  まわりのモーメントの釣り合いを式に示しなさい。

このとき、ロープにかかる張力には  $T$  を用いなさい。

問 3 物体  $B$  が斜面を登るための点  $OQ$  間の距離  $l$  の条件を求めなさい。このとき、ロープにかかる張力には  $T$  を用いなさい。

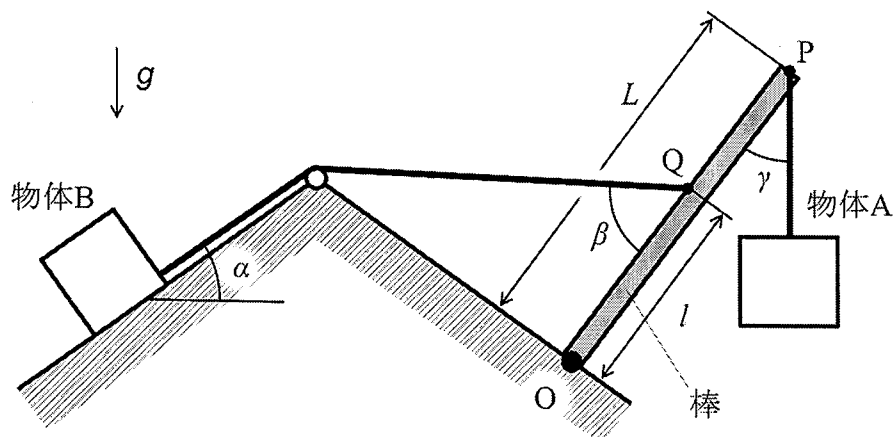


図 1

# 問題用紙

( 力学基礎 )

## 問題 2

質量  $m$  の質点を目標点  $T$  に命中させるための発射装置およびその設置角度を設計するため、下の問い（問 1～4）に答えなさい。ただし、発射装置のばね定数を  $k$  とし、重力加速度を  $g$  とする。空気抵抗およびばねの質量は無視できるとする。

問 1 ばねを自由長から長さ  $s$  だけ縮めたとき、ばねが持つ弾性エネルギーの大きさを求めなさい。

問 2 図 2(a) のように、水平に設置された発射装置のばねの一端は固定されている。ばねを長さ  $s$  だけ手で縮めた状態で質点を装てんする。そして、静かに手を離すと、ばねは伸びはじめ、ばねが自由長に達した瞬間に質点は発射される。発射直後の質点の速度を  $v_0$  としたいとき、ばねを縮める長さ  $s$  を求めなさい。

問 3 発射点を点  $O$  とする。点  $O$  と同じ水平面上に目標点  $T$  があり、図 2(b) のように座標系を設定する。発射後の質点の  $x$  および  $y$  に関する運動方程式を求めなさい。

問 4 発射装置の設置角度によらず、発射直後の質点の速度を  $v_0$  とする。発射装置を水平面に対して角度  $\alpha$  だけ上方に向けて発射したとき、質点は目標点  $T$  から距離  $a$  だけ手前に落ちた。次に、水平面に対して角度  $\beta$  だけ上方に向けて発射したときには、目標点  $T$  から距離  $b$  だけ遠方に落ちた。質点を目標点  $T$  に命中させるとき、水平面に対する発射装置のなす角度  $\theta$  を  $v_0, a, b, \alpha, \beta$  および  $g$  を用いて示しなさい。ただし、 $a$  は  $\beta$  より小さいとする。

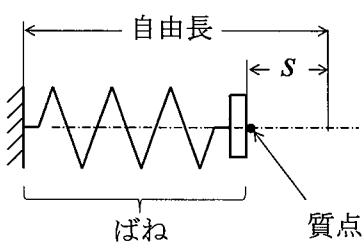


図 2(a)

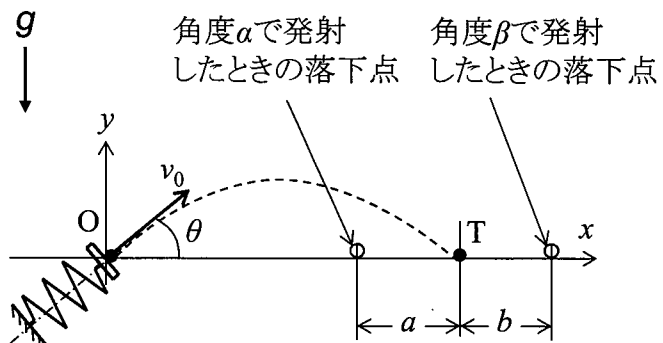


図 2(b)

# 問題用紙

## ( 力学基礎 )

### 問題 3

図 3(a) に示すように、長さ  $2L$ 、質量  $M$  の一様な棒の中心  $O$  がピン支持され、中心からの距離  $l$  の点  $A$  がばね定数  $k$  のばねで支持された状態で棒は水平に静止している。この状態から、図 3(b) に示すように棒右端の点  $B$  に質量  $m$  の物体をつるしたところ、棒は角度  $\theta_0$  だけ傾いて静止した。次に、時刻  $t = 0$  において、物体をつるしているひもを静かに切ったところ、棒は点  $O$  を中心に回転振動をした。その際の棒の水平方向との角度を  $\theta$  とする。点  $O$  まわりの棒の慣性モーメントを  $I$ 、重力加速度を  $g$  とおいて下の問い (問 1 ~ 4) に答えなさい。なお、棒の太さと物体の大きさ、ひもとばねの質量、ひもの伸び、空気抵抗は無視できるとする。また、回転角  $\theta_0$ 、 $\theta$  は微小であるとして、図 3(b) のばねの伸びを  $l\theta_0$ 、 $\cos\theta_0$  を  $1$ 、 $\sin\theta_0$  を  $\theta_0$  と近似して良い ( $\theta$  についても同様) とする。

問 1  $I$  を、 $M$ 、 $L$  を用いて表しなさい。

問 2  $\theta_0$  を、 $k$ 、 $g$ 、 $m$ 、 $l$ 、 $L$  を用いて表しなさい。

問 3 棒の回転振動に関する運動方程式を求めなさい。慣性モーメントには  $I$  を用いること。

問 4 運動方程式の解は  $\theta(t) = C_1 \cos \omega_n t + C_2 \sin \omega_n t$  と表される。 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $\omega_n$  を、 $I$ 、 $\theta_0$ 、 $k$ 、 $l$  を用いて表しなさい。

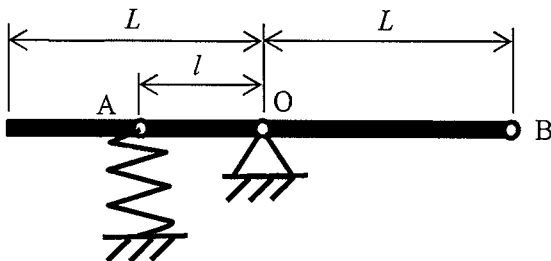


図 3(a)

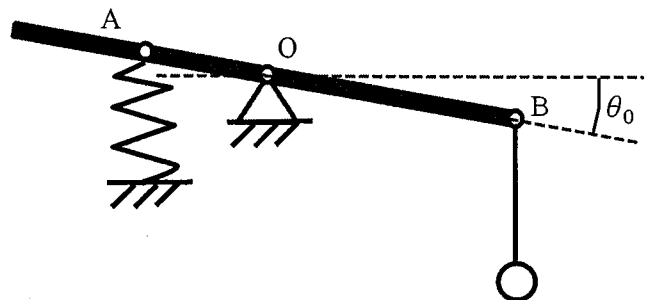


図 3(b)