

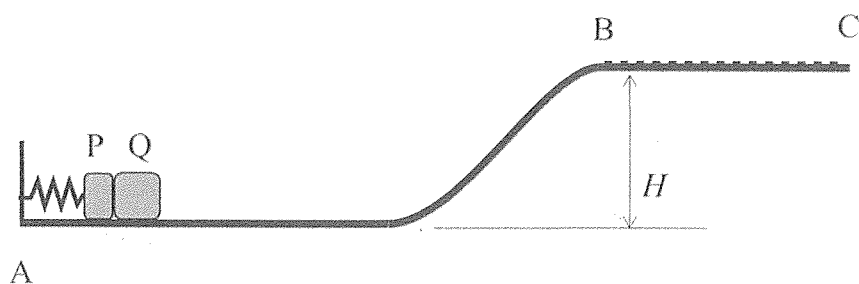
問 1

質量  $m$  の小さいボールを地表面から大きさ  $v_0$  の初速度で投げ上げた際の運動について、以下の(1)~(4)に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。また、運動の際の空気抵抗は考慮しなくてよい。

- (1) このボールを鉛直上方に投げ上げた。ボールが到達する最高点の地表面からの高さを求めよ。
- (2) このボールを鉛直上方に投げ上げた。ボールが地表面に戻ってくるまでの間の、時刻とボールの速度の関係をグラフに描け。ただし、ボールを投げ上げた時刻を 0 とする。
- (3) このボールを水平方向と角度  $\theta$  をなす向きに投げ上げた。ボールが到達する最高点の地表面からの高さ、最高点でのボールの速さと方向を求めよ。
- (4) このボールを水平方向と角度  $45^\circ$  をなす向きに投げ上げる。投げる位置から水平方向に距離  $L$ 、鉛直上方に高さ  $H$  だけ離れた、静止した目標物に当てるための初速度の大きさ  $v_0$  を、 $L$ 、 $H$ 、 $g$  で表せ。ただし、 $H < L$  とする。

## 問 2

図に示すように、物体  $Q$  をばねで水平に射出して、面  $ABC$  にそって移動させる。面  $AB$  は十分に長い水平面と斜面をつなげたなめらかな面であり、面  $BC$  はあらい水平面である。また、面  $BC$  は面  $AB$  の水平面より  $H$  だけ高い位置にある。このとき、以下の(1)~(4)に答えよ。ただし、それぞれの面はなめらかにつながっているものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。また、運動の際の空気抵抗は考慮しなくてよい。



- (1) ばね定数  $k$  の軽いばねには質量  $m$  の物体  $P$  が取り付けられており、質量  $M$  の物体  $Q$  を物体  $P$  に押し付けながらばねを自然長から水平に  $d$  だけ縮めた。その位置で静かに手を放すと、ばねが自然長に戻った時に物体  $Q$  は物体  $P$  から離れた。このときの物体  $Q$  の速さを求めよ。
- (2) 物体  $Q$  が物体  $P$  から離れた後に生じるばねの最大の伸びを求めよ。
- (3) 物体  $Q$  が面  $AB$  の斜面をすべり上がって  $B$  点に到達するために必要な、ばねの縮み  $d$  の最小値を求めよ。ただし、物体  $Q$  は途中で面  $AB$  からはなれることはないものとする。
- (4) 物体  $Q$  は面  $AB$  の斜面をすべり上がり、あらい面  $BC$  を距離  $L$  だけ移動し、停止した。物体  $Q$  と面  $BC$  の間の動摩擦係数を求めよ。

問 3

材質の区別ができなくなった太さが一定の 2 本の金属線がある。これを抵抗 A, 抵抗 B とし, それぞれに直流電源を接続して, 室温のもとで電流—電圧特性を測定したところ, 図 1 のような結果が得られた。以下の(1)~(4)に答えよ。

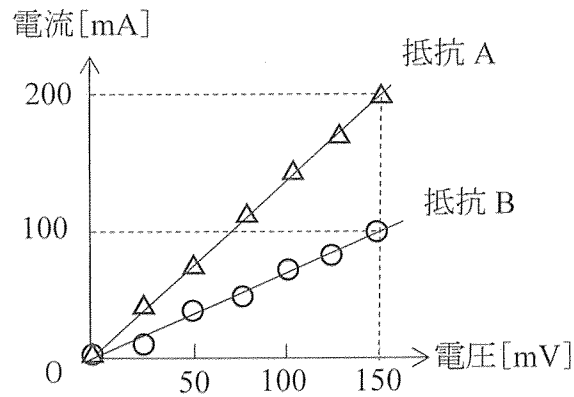


図 1

- (1) 抵抗 A, 抵抗 B のそれぞれの抵抗を求めよ。
- (2) 抵抗 A, 抵抗 B の断面積はそれぞれ  $0.10 \text{ mm}^2$ ,  $0.72 \text{ mm}^2$ , 長さはともに  $1.0 \text{ m}$  であった。抵抗 A, 抵抗 B の材料はアルミニウム, ニッケル, またはニクロムのいずれかであることは確かである。下の表を参考にして, 抵抗 A と抵抗 B の材質を答えよ。またその理由も述べよ。

表 0 °C と 100 °C でのアルミニウム, ニッケル, ニクロムの抵抗率  
 [平成 25 年理科年表 (国立天文台編), 第 86 卷(2012), p.418 より引用]

| 材 質    | 抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ ) |                        |
|--------|---------------------------------|------------------------|
|        | 0 °C                            | 100 °C                 |
| アルミニウム | $2.50 \times 10^{-8}$           | $3.55 \times 10^{-8}$  |
| ニッケル   | $6.2 \times 10^{-8}$            | $1.03 \times 10^{-7}$  |
| ニクロム   | $1.073 \times 10^{-6}$          | $1.083 \times 10^{-6}$ |

- (3) 抵抗 A と抵抗 B をそれぞれ 2 本ずつ用意し、電氣的に絶縁し、図 2 に示すように、抵抗 A と抵抗 B を直列接続した回路と並列接続した回路を作製した。同じ体積の水を入れた 4 つの容器を用意し、回路の抵抗 A, 抵抗 B を水中に沈めて 9 V の電圧を加えると、容器内の水温は上昇した。水温の上昇速度が最も速いのは図 2 中 ①～④のどれか答えよ。またその理由も述べよ。ただし、どの抵抗も  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  を超えることはなく、抵抗 A, 抵抗 B の熱容量は無視できるものとする。

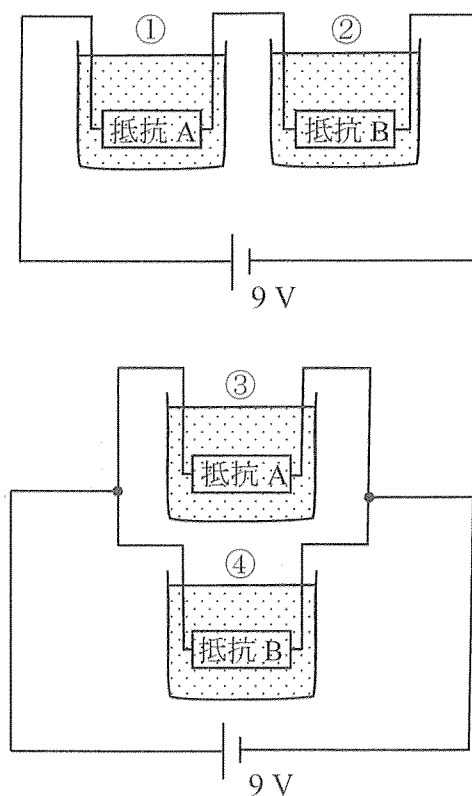


図 2

- (4) 金属には一般に、体積を変えずに長さを引き延ばすことのできる延性という性質があることが知られている。抵抗 A を細く均等に引き延ばし、その抵抗値を抵抗 B と同じ値にしたときの抵抗 A の長さを小数第 1 位まで求めよ。ただし、抵抗 A は引き伸ばせる長さに限界がなく、引き延ばしたときの抵抗率は変化しないものとする。