

# 物理基礎 (その1)

**第1問** 重力加速度の大きさを  $g$  とし、摩擦や空気抵抗はないとして、以下の問い(問1～6)に答えよ。

図1-1のように、高さが  $H$  の斜面の最高点より質量  $m$  の小物体を初速度  $v$  で最大傾斜方向に落下させた。斜面の水平からの傾斜角を  $\theta$  とする。

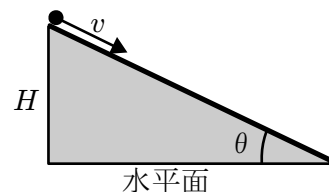


図1-1

問1 斜面を下り終えた瞬間の小物体の速さを求めよ。

問2 斜面を下る小物体の加速度の大きさを求めよ。

問3 斜面を下り終えた瞬間の小物体の速さ  $u$  とし、小物体を落下させてから斜面を下り終えるまでに要する時間を  $v$ ,  $u$ ,  $g$ ,  $\theta$  を使って表せ。

次に、図1-2に示すような高さが  $h$  で水平からの傾斜角  $60^\circ$  の斜面Aと、同じ高さで水平からの傾斜角  $30^\circ$  の斜面Bをそれぞれ複数取り混ぜて連結し、図1-3に例示するような長い下りの斜面を作ること考える。この斜面の最大傾斜方向に長い管を沿わせ、管の最高点から小物体を初速度ゼロで入れて落下させる。小物体は管の傾斜が変わる部分を滑らかに通過し、常に斜面に沿って落下するものとする。出発点の斜面を1番目として、以降、順に斜面に番号をつける。

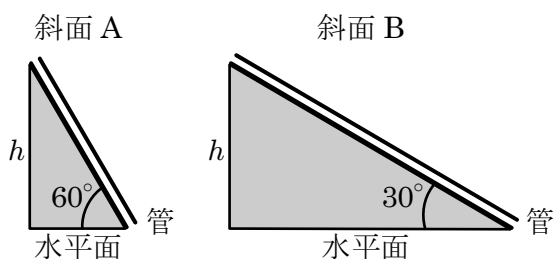


図1-2

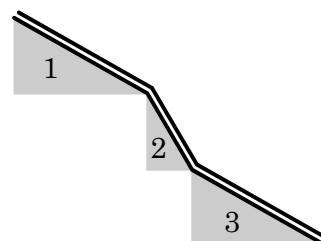


図1-3

問4 小物体が  $n$  番目の斜面に乗った瞬間の速さ  $v_n$  と  $n$  番目の斜面を下り終える瞬間の速さ  $u_n$  の差  $u_n - v_n$  は、斜面AとBをどのような順番で連結しても同じである。 $u_n - v_n$  を  $n$ ,  $g$ ,  $h$  を使って表せ。

問5 斜面AとBを自由に選んで3個連結し、管の入口と出口の高低差が  $3h$  になるような斜面を作る。水平方向の長さは自由でよいとして、管の入り口から入った小物体が出口を出るまでに要する時間が最も短くなる斜面の選び方をしたとき、要する時間を求めよ。

問6 斜面Aを1つ、斜面Bを2つ、計3つ連結する。管の入り口から入った小物体が出口を出るまでに要する時間が最も短くなるのはABB, BAB, BBAの中のどの連結の仕方か。理由とともに答えよ。ただし、例えばABBは1番目がA, 2番目がB, 3番目がBという連結の仕方を意味する。

## 物理基礎 (その2)

**第2問** 以下の問い(問1～4)に答えよ。

**問1** 地表からの高さが  $1.0\text{ km}$  の位置にある質量  $1.1\text{ kg}$  の物体がもっている地表に対する位置エネルギーに等しい熱を使って  $0.0^\circ\text{C}$  の氷を溶かす場合、最大どれだけの質量の氷を溶かすことができるか。ただし、水の融解熱を  $334\text{ J/g}$ 、重力加速度の大きさを  $9.8\text{ m/s}^2$  とする。

**問2** 物体 A の熱容量は  $C_A$ 、物体 B の熱容量は  $C_B$  である。はじめ、物体 A の温度は  $T_A$ 、物体 B の温度は  $T_B$  であった。ただし、 $T_A > T_B$  である。物体 A と物体 B を接触させて十分に時間が経つと物体 A と物体 B は等温になった。以下の2つの量を求めよ。ただし、外部との熱のやり取りはないとする。

1) 等温になった物体 A と B の温度

2) 物体 A と B を接触させてから等温になるまでの間に物体 A から物体 B に移動した熱を  $(T_A - T_B) \cdot x$  と表した場合の  $x$

**問3** 物体 A, B, C の熱容量はそれぞれ  $C_A$ ,  $C_B$ ,  $C_C$  である。はじめ、物体 A の温度は  $T_A$ 、物体 B の温度は  $T_B$ 、物体 C の温度は  $T_C$  であった。ただし、 $T_A > T_B > T_C$  である。物体 A, B, C を接触させて十分に時間が経つとそれぞれの温度は等しくなった。この温度を求めよ。

**問4** 熱容量が未知の2つの物体 A と B がある。これらの物体の熱容量を以下の加熱器と温度計を使って求めることを考える。

加熱器：指示した熱量を物体に与えて温度を上げる装置。使えるのは1回のみとする。

温度計：物体の温度を測定できる。何回でも使用可能とする。

物体 A と B の熱容量を求める手順を考えて説明せよ。ただし、温度計で測定する回数をできる限り少なくすること。

## 物理基礎 (その3)

第3問 以下の問い(問1～5)に答えよ。

問1 長さ  $1.0 \times 10^2 \text{ m}$ 、断面積  $2.0 \times 10^{-7} \text{ m}^2$  の銅線に  $3.0 \text{ mA}$  の電流を  $1.0 \times 10^2 \text{ s}$  流した時に発生するジュール熱を求めよ。ただし、銅の抵抗率は  $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  とする。

問2 銅線を  $3.0 \text{ mA}$  の電流が  $2.0 \times 10^2 \text{ s}$  流れた。この間に銅線の断面を通過した電荷の電気量を求めよ。

問3 抵抗値が  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  の3つの抵抗を合成抵抗の値が最大になるように接続した場合の抵抗値と、最小になるように接続した場合の抵抗値をそれぞれ答えよ。

次に、図3-1のように抵抗値の分からない抵抗に電圧  $V$  の電池を接続した場合に流れる電流を求めたい。そのために図3-2のように電流計を接続したところ、電流計に流れる電流値が  $I$  であった。このとき使った電流計は抵抗をもち、その抵抗値は  $r$  である。また、電池がもつ抵抗は無視できる。

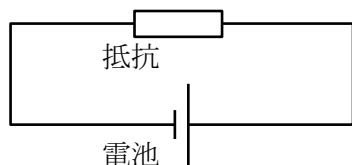


図3-1

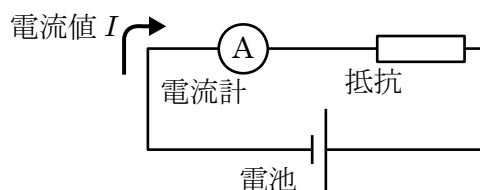


図3-2

問4 抵抗の抵抗値を求めよ。

問5 図3-1のように電流計を接続しない場合に抵抗を流れる電流を求めよ。