

## 物理基礎 (その1)

### 第1問

問1 水平方向と角度  $30^\circ$  をなす粗い斜面上を物体が一定の速度で滑り落ちている。物体と斜面との間の動摩擦係数はいくらか。ただし、空気抵抗は無視でき、物体は斜面上の最大傾斜線にそって動いているものとする。

問2 地球上で小物体をある初速度で地表から鉛直に投げ上げると、地表から高さ  $0.5\text{ m}$  の位置まで達した。今度は月に行って、小物体を同じ初速度で月面から鉛直に投げ上げた。この場合、小物体は月面から高さ何  $\text{m}$  のところまで達するか。ただし、月面での重力加速度の大きさは、地球上での重力加速度の大きさの  $1/6$  であるとする。また、空気抵抗は無視できるものとする。

問3 図1のように、物体1 (質量  $m$ ) と物体2 (質量  $M$ ) が摩擦のない水平な床の上に接触した状態で置いてある。物体2を、物体1と接触しているのとは反対側から、大きさ  $F$  の一定の力で水平に押すと、物体1と2は接触した状態で同じ加速度で直線運動した。この加速度の大きさはいくらか。また、物体2が物体1を押す力の大きさはいくらか。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

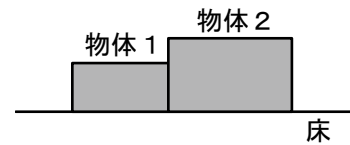


図1

問4 温度  $43^\circ\text{C}$  で質量  $70\text{ kg}$  の水に、温度  $5^\circ\text{C}$  の水を加えて、温度を  $40^\circ\text{C}$  にしたい。何  $\text{kg}$  の水を加えればよいか。ただし、熱が外部に逃げることはないものとする。

## 物理基礎 (その2)

**第2問** 自然の長さが  $d$  で質量が無視できるばねの片端に質量  $m$  の物体1をつけ、別端に同じく質量  $m$  の物体2をつける。物体1と2の大きさは無視できる。**図2**のように、物体1を手で支えて物体2を吊るすと、ばねが自然の長さよりも  $\frac{d}{4}$  だけ伸びた状態で物体2は静止した。この際、ばねは鉛直方向に伸びている。重力加速度の大きさを  $g$ 、空気抵抗は無視できるものとする。

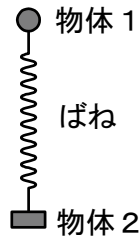


図2

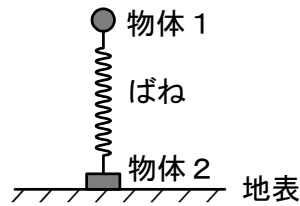


図3

**問1** このばねのばね定数はいくらか。

次に、**図3**のように物体2が地表に接触するようにばねを鉛直に立て、物体1を手で支え、物体1を地表から高さ  $d$  のところで静止させた後、静かに手をはなすと物体1は鉛直方向に振動をはじめた。以下、物体1は同一直線上を運動するものとする。

**問2** 物体1が最も地表に接近したとき、物体1の地表からの高さはいくらか。

**問3** 物体1の速さが最大のとき、物体1の地表からの高さはいくらか。

**問4** 物体1の速さの最大値はいくらか。

今度は、同じく物体2が地表に接触するようにばねを鉛直に立て、地表から高さ  $h$  ( $h < d$ ) のところで物体1を静止させた後、静かに手をはなしたところ、物体1は鉛直上向きに上昇し、しばらくすると物体2が地面から浮かび上がった。

**問5** 物体2が地面から浮かび上がったということから、 $h$ はある値よりも小さいことが分かる。この値はいくらか。

## 物理基礎 (その3)

## 第3問

問1 以下の文章は、2つの電気抵抗を直列接続したときの合成抵抗についての公式を導出するものである。各空欄に当てはまる記号・式を答えよ。

図4のように、抵抗1（抵抗値  $R_1$ ）と抵抗2（抵抗値  $R_2$ ）を直列に接続し、電池（電圧  $V$ ）につないだ回路を考える。このとき回路に流れる電流の大きさを  $I$  とすると、図4の点 AB 間の電位差の大きさは（ア）、点 BC 間の電位差の大きさは（イ）と表わすことができる。このことと、点 AC 間の電位差が電池の電圧と等しいことを考え合わせると、 $V = I \times$ （ウ）…① が成り立つことが分かる。一方、抵抗1と抵抗2を直列接続したときの合成抵抗を  $R$  とすると、 $R, V, I$  についての関係式： $V =$ （エ）…② が成り立つ。式①と②より、2つの抵抗を直列接続したときの合成抵抗の公式： $R =$ （オ）が得られる。

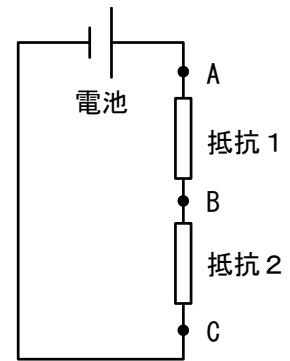


図4

問2 抵抗値  $R_1$  の抵抗1と抵抗値  $R_2$  の抵抗2を並列に接続したときの合成抵抗についての公式を導出せよ。

## 物理基礎 (その4)

**第4問** 「流体中の物体が受ける浮力の大きさは、物体が排除した流体の重さに等しい」というアルキメデスの原理を次の設定を利用して導出せよ。

**設定：**図5のように、底面積  $S$ 、高さ  $h$  の円柱の形をした物体が、底面を水平にして水の中に入っている。水の密度を  $\rho$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

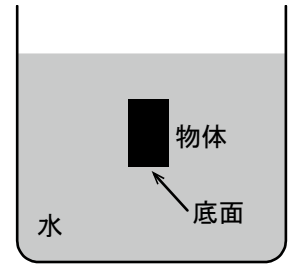


図5