

問1

水平方向と角度  $\theta$  をなす斜面上に置かれた質量  $m$  の物体に、ひもまたはばねをつけて斜面にそって上向きの力を加える。これに関して以下の(1)~(3)に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$ 、あらい斜面の場合、斜面と物体の間の静止摩擦係数を  $\mu$ 、動摩擦係数を  $\mu'$  とする。また、ひもは軽くて伸び縮みせず、ばねも軽いものとする。

(1) 斜面がなめらかな場合、この物体を静止させるのに必要な力の大きさを求めよ。

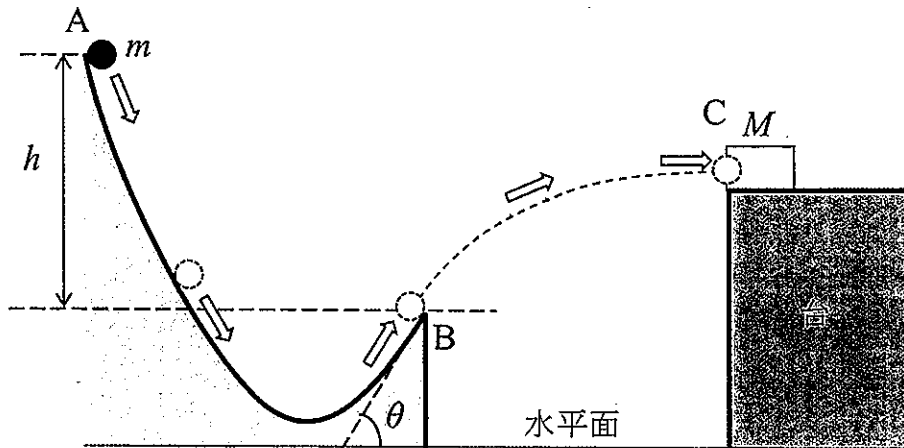
(2) この物体にひもをつけて力を加え、あらい斜面にそって一定速度で上昇させた。

このときに加えた力の大きさを求めよ。

(3) ばね定数  $k$  のばねをつけて、あらい斜面に静止しているこの物体に力を加え、斜面にそって引き上げた。物体が動き始める直前におけるばねの伸びを求めよ。

問 2

図のように、質量  $m$  の小球をなめらかな曲面上の点 A に置き、静かに放して点 A から点 B まですべらせた。小球は点 B を過ぎると曲面から飛び出し、点 C にてなめらかな台の上に静止している質量  $M$  の物体に対して水平に衝突した。点 A と点 B の高さの差を  $h$ 、点 B における曲面の水平面となす角度を  $\theta$  とする。このとき、以下の(1)~(3)に答えよ。なお、空気抵抗は無いものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (1) 点 B から飛び出した直後の小球の速さを求めよ。
- (2) 点 B から点 C までの高さを求めよ。
- (3) 点 C にて小球が物体に衝突した後、小球と物体は一体となって動き出した。衝突直後の一体となった物体の速さを求めよ。

## 問 3

断熱容器内の水の温度を、その中に沈めた電熱線に電流を流して上昇させた。以下の(1)~(3)に答えよ。ただし、電熱線の抵抗は温度に依存しないものとする。

- (1) 断面積  $S$  のニクロム線を電熱線に用いる。長さ  $L$  のニクロム線 1 本を用いた電熱線 A, 電熱線 A の半分の長さ  $L/2$  の電熱線 B, 長さ  $L$  のニクロム線 3 本を並列接続した電熱線 C について、一定の電流  $I$  を流したとき、電熱線 A, B, C の消費電力をそれぞれ求めよ。ただしニクロム線の抵抗率を  $\rho$  とする。
- (2) 実験開始から  $t$  秒間に電熱線 A で消費された電力量を求め、その時間変化をグラフに示せ。ただし、横軸を時間、縦軸を電力量とする。
- (3) 断熱容器に入れた  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $300\text{ g}$  の水に沈めた(1)の電熱線 A に、電流  $10\text{ A}$  を流し水温を測定した。通電開始 7 分後の水温を求めよ。電熱線に用いたニクロム線の断面積  $S$  は  $1.0\text{ mm}^2$ 、長さ  $L$  は  $1.0\text{ m}$ 、抵抗率  $\rho$  は  $1.5 \times 10^{-6}\text{ }\Omega\cdot\text{m}$  であった。ただし、水の比熱  $c$  を  $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とし、電熱線の熱容量は無視できるほど小さいものとする。また、電熱線によって発生した熱は、水の温度を上昇させることのみに使われるものとする。