

物 理 (全2の1)

1 図1のような仰角  $\theta$  で摩擦の無い斜面上、高さ  $H$  [m] の点 P に質量  $M$  [kg] の物体 A が置かれている。重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] として、以下の問いに答えなさい。解答に際しては、必要な単位を SI 国際単位系を用いて解答欄 [ ] 内に記入すること。

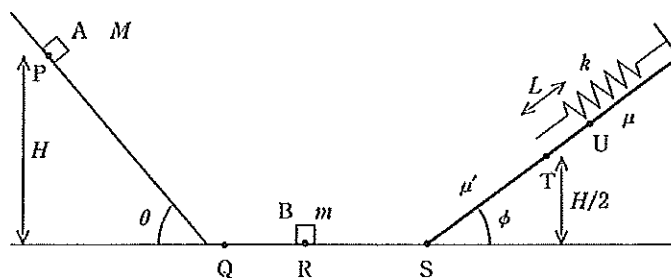
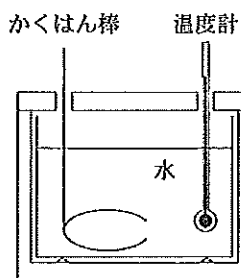


図 1

- (1) 物体 A を支える手を静かに離したところ、物体 A は斜面を滑り始めた。その後物体 A は、斜面となめらかにつながれた、水平で摩擦の無い平面上の点 Q に達した。このときの物体 A の速さはいくらか。
- (2) 物体 A はさらにすべり運動を続け、平面上の点 R で、静止していた質量  $m$  [kg] の物体 B と完全非弾性衝突をした。衝突直後の物体の速さはいくらか。
- (3) その先の点 S からは静止摩擦係数  $\mu$ 、動摩擦係数  $\mu'$  で仰角  $\phi$  の上り坂が続いている。物体はこの坂を上り、高さ  $H/2$  [m] の点 T に達した。この間に摩擦によって失われたエネルギーの大きさはいくらか。また、点 T での物体の速さはいくらか。この速さが正の値を示すためには、動摩擦係数  $\mu'$  の大きさはどのような範囲になければならないか。
- (4) 点 T には、質量が無視でき、自然長  $3L$  [m]、ばね定数  $k$  [N/m] のばねの先端がある。物体はばねを押し縮めながら、坂道を上り、ばねの先端を点 T より  $L$  [m] だけ押し縮め、点 U で止まった。ばねに蓄えられた力学的エネルギーの大きさはいくらか。点 S から点 U に移動する間に物体の得た位置エネルギーはどれほどか。また、静止摩擦係数  $\mu$  の大きさはどれほどか。

2 図2のような熱量計を用いて、金属球の比熱を測定した。水(湯)の比熱を  $4.19 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とし、以下の問いに有効数字3桁で解答せよ。必要な単位は SI 国際単位系を用いて、解答欄 [ ] 内に記入しなさい。



熱量計と水

図 2

- (1) 熱量計に水  $100 \text{ g}$  を入れ、充分時間の経過した後、温度を測ったところ  $20.0^\circ\text{C}$  であった。次に熱量計に温度  $60.0^\circ\text{C}$  の湯  $100 \text{ g}$  を加え、静かにかくはんし温度が一樣になった時の温度を測定したところ  $38.0^\circ\text{C}$  であった。水の得た熱量はどれほどか。湯の失った熱量はどれほどか。また、熱量計の熱容量を求めなさい。
- (2) 熱量計にあらたに水  $200 \text{ g}$  を入れ、充分時間の経過した後、その温度を測定したところ、 $20.0^\circ\text{C}$  であった。その中に  $90.0^\circ\text{C}$  に熱せられた  $80.0 \text{ g}$  の金属球を沈め、静かにかくはんし、温度が一樣になった時の温度を測定したところ、水の温度が  $23.0^\circ\text{C}$  となっていた。水の得た熱量はどれほどか。金属球の失った熱量はどれほどか。金属球の比熱を求めなさい。

物 理 (全2の2)

3 一辺の長さ  $L$  [m] の正方形の 2 枚の金属平板を、間隔  $3d$  [m] に保った平行板コンデンサーがある。空気の誘電率を  $\epsilon$  [F/m] として以下の問いに答えよ。SI 国際単位系による簡潔な形の単位を解答欄の [ ] の中に記入せよ。

- (1) 極板間が空気で満たされているとき、このコンデンサーの電気容量を求めよ。
- (2) 図 3-1 のように、極板と同じ形状で、等しい面積をもつ厚さ  $d$  [m] の金属板を、両極板から  $d$  [m] だけ離して極板に平行に挿入した。次にスイッチ SW を閉じて、極板間に電圧  $V$  [V] の電池を接続した。コンデンサーの電気容量と、十分時間が経過した後のコンデンサーに蓄えられる電気量を求めよ。また、点線 AB に沿った電位の様子を解答欄中のグラフに示せ。
- (3) 続いて、スイッチ SW を開いた後、図 3-2 のように、金属板を極板の 1 つの辺の方向に、極板と平行を保ちながら徐々に引き抜いた。金属板を  $x$  [m] だけ引き抜いたときのコンデンサーの電気容量と、コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。
- (4) 更に続けて、金属板を極板間から完全に引き抜いた。金属板を  $x = 0$  の最初の状態から  $x = L$  の完全に引き抜くまでの間に、外力がした仕事を求めよ。
- (5) 問い(4)で金属板を極板間から完全に引き抜いた後、平行板コンデンサーの極板間隔を広げた。極板間隔を広げるための外力がした仕事が、問い(4)での外力がした仕事と等しかった。広げた分の極板間隔の距離はいくらか。

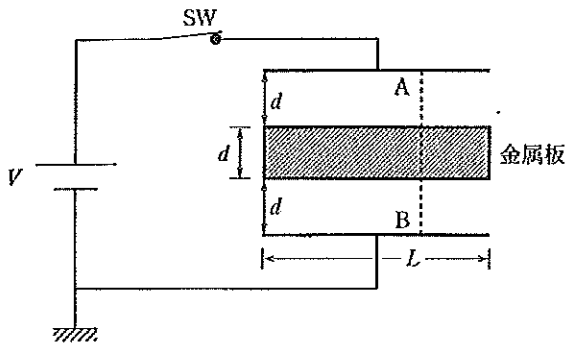


図 3-1

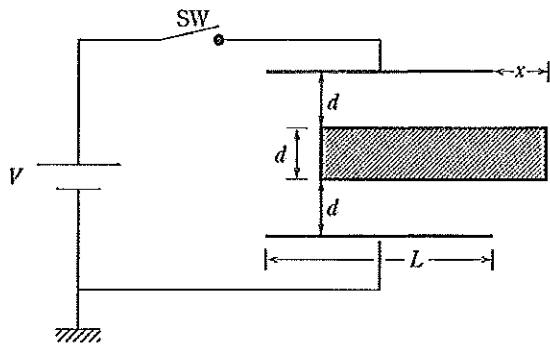


図 3-2