

平成26年度入試【推薦入試Ⅰ】

小論文

[物理]

(総合理工学部 物質科学科)

注 意

- 1 問題紙は、指示があるまで開いてはならない。
- 2 問題紙 3 ページ，解答用紙 3 枚である。
指示があってから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入すること。
- 3 解答は，すべて解答用紙の所定のところに記入すること。
- 4 解答用紙は持ち帰ってはいけない。
- 5 問題紙は，持ち帰ること。

物質科学科 小論文(物理) 問題

- 1 ばね定数が k の十分に長い重さが無視できるばねの左端を固定し、右端に大きさの無視できる質量 m の小球をつけて静かに床に置いた。以下では、床にそって右方向を x 軸の正の方向とし、自然長での小球の位置を x 軸の原点 ($x = 0$) とする (図 1 参照)。ばねが自然長より短い時 ($x < 0$ の領域)、小球と床の間には摩擦は無いものとする。また、ばねが自然長より長い時 ($x > 0$ の領域)、小球と床の間には摩擦があり、静止摩擦係数と動摩擦係数はそれぞれ、 μ と μ' とする。ただし、空気の抵抗はなく、ばねと床の間には摩擦は無いものとする。重力加速度を g として以下の問いに答えよ。

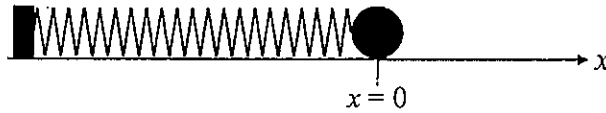


図 1

- (1) 小球を左側に移動させ、ばねを自然長から d_1 だけ縮めた状態から時刻 $t = 0$ で静かに手を離れた (図 2 参照)。小球が初めて x 軸の原点を通過する時刻、およびそのときの小球の速さをそれぞれ求めよ。

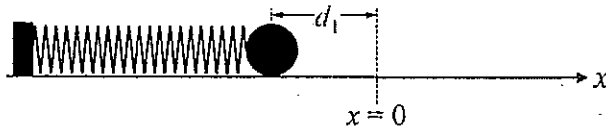


図 2

- (2) 小球は原点を通過した後、 $x = d_2$ まで移動すると (図 3 参照)、再び x 軸の負の方向に移動し始めた。原点から d_2 に到達するまでに摩擦により小球が失うエネルギーを求めよ。さらに、小球が失うエネルギーと、図 2 および図 3 の状態のばねの弾性力による位置エネルギーとの間にはどのような関係式が成り立つか示せ。

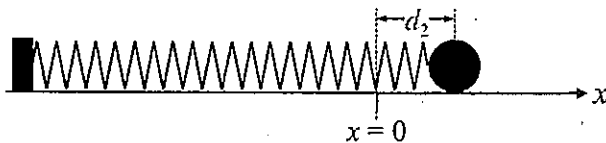


図 3

- (3) (1) において、小球の初めの移動距離 d_1 (図 2 参照) がある値より小さいと、小球は $x = d_2$ まで移動した後、図 3 の状態で静止する。この時、小球に働く全ての力を解答用紙に描け。
- (4) (3) において、図 3 の状態で静止する場合の d_1 の最大値を求めよ。

物質科学科 小論文 (物 理) 問題

2 図1のように、電圧 V_0 の電池、抵抗値 R の抵抗、電気容量 C の2つの平行板コンデンサー、及び2つのスイッチ S_1 , S_2 により構成された回路がある。最初スイッチ S_1 , S_2 は開いた状態であり、2つのコンデンサーには電荷が蓄えられていないものとして、以下の問いに答えよ。ただし、 R 以外の回路抵抗は無視できるものとする。

- (1) スイッチ S_1 を閉じた直後に回路に流れる電流 I を求めよ。
- (2) スイッチ S_1 を閉じて十分に時間が経過した後に、コンデンサー1に蓄えられている電荷 Q_1 と静電エネルギー U_1 を求めよ。
- (3) この間に電池がした仕事 W と(2)で求めた静電エネルギー U_1 の間の大小関係を答えよ。また、その理由を説明せよ。

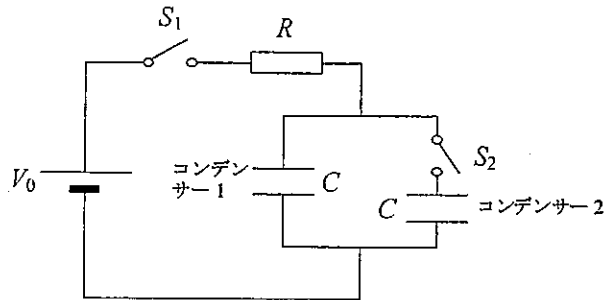


図 1

次に、スイッチ S_1 を開いた後に、コンデンサー1の極板間隔を $2d$ から d に変化させた (図2参照)。以下の問いに答えよ。

- (4) 極板間隔を変化させた後のコンデンサー1の電気容量 C_1 と極板間の電圧 V_1 を求めよ。
- (5) 次にスイッチ S_2 を閉じた。 S_2 を閉じて十分に時間が経過した後に、コンデンサー2に蓄えられている電荷 Q_2 を求めよ。また、コンデンサー1と2に蓄えられている静電エネルギーの和 U を求めよ。

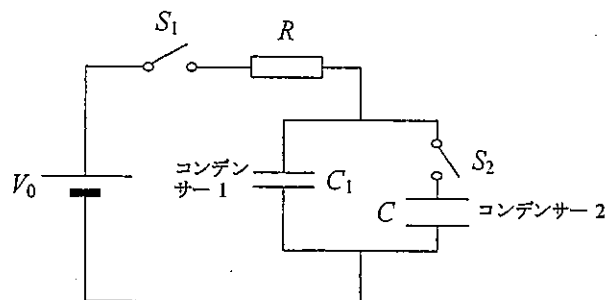


図 2

物質科学科 小論文(物理) 問題

3 自由に動けるピストン付きのシリンダーに入った物質量 1.60 mol の気体の圧力と体積を、下の $p-V$ 図の $A \rightarrow B$ の順に変化させた場合(過程1)と $A \rightarrow C$ の順に変化させた場合(過程2)を考える。状態Bと状態Cをつなぐ曲線は等温線である。この気体は理想気体と見なせるとして以下の問いに答えよ。解答では気体定数 R の値を $R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ とせよ。

- (1) 過程1において、ピストンを固定したまま気体を加熱したところ、状態Bに達するまでに気体の温度は 20.0 K だけ上昇した。この間、気体に加えられた熱量は 640 J であった。この気体の定積モル比熱 C_V [$\text{J/mol}\cdot\text{K}$] を求めよ。
- (2) 過程1において、気体の内部エネルギーはどれだけ変化するか。
- (3) 過程2においては、ピストンを自由に動けるようにして気体を加熱した。この時、気体に加えられた熱量は、過程1において気体に加えられた熱量より大きいか、小さいか、等しいかを答え、その理由を、熱力学第1法則を使って説明せよ。
- (4) (1)の結果を用いて、過程2において気体に加えられた熱量を具体的に計算せよ。
- (5) (2)と(4)の結果を用いて、過程2において気体が外部にした仕事を求めよ。

