

1 図1のように、水平面に対して角度 θ 傾いたなめらかな斜面上の点Oに、長さ l の軽く伸び縮みしない糸の一端を固定し、もう一端に小球をつけた。小球は斜面上のみを運動し、空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g として、次の問(1)~(3)に答えよ。

まず、糸がたるまないように小球を最下点からわずかに持ち上げ、静かに手をはなしたところ、小球は小さく振動した。

(1) このときの振動の周期を求めよ。

次に、図2のように、糸がたるまないように点Oと同じ高さまで小球を持ち上げ、糸に垂直で斜面に沿って下向きに、小球を速さ v_0 で打ち出した。

(2) 小球が最下点を通過するときの小球の速さを求めよ。

(3) 小球が反時計まわりに円運動し続けるために必要な v_0 の条件を求めよ。

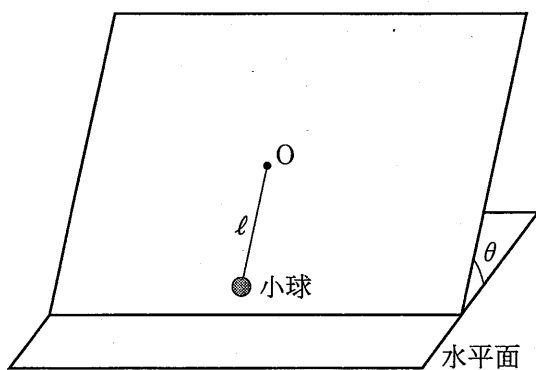


図1

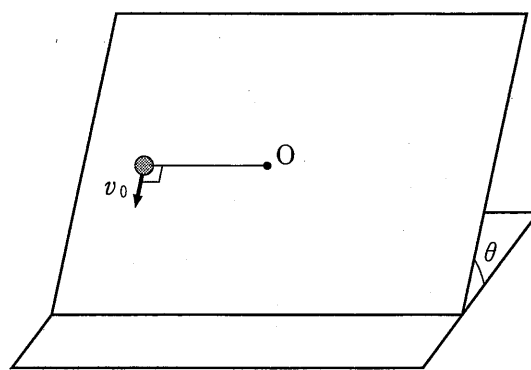
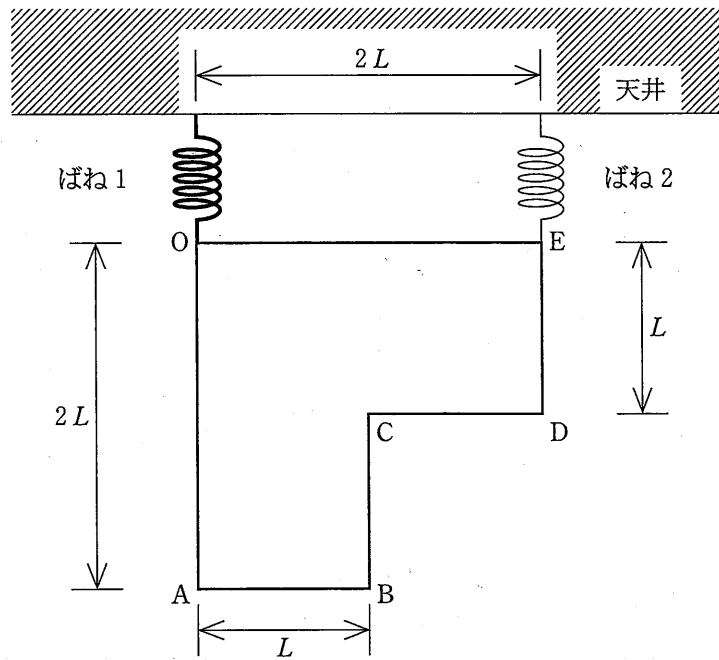


図2

2 図のように、ばね1とばね2が水平な天井に間隔 $2L$ で取り付けられている。これらのばねの自然の長さは等しく、質量は無視できる。また、一辺の長さ $2L$ の薄くて一様な正方形板の一角を、一辺の長さ L の正方形に切り取った板 OABCDE がある。この板の点 O をばね1に、点 E をばね2に取り付けてつるしたところ、両方のばねが伸びて、板は辺 OE が水平な状態で静止した。次の問(1)~(2)に答えよ。

- (1) 点 O と板の重心との間の距離を求めよ。
- (2) ばね1のばね定数は、ばね2のばね定数の何倍か。



3

図のように、1辺の長さ a の正方形極板からなる平行板コンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , スイッチ S_1 , S_2 , S_3 , 電圧 V の電池で構成された回路が真空中に置かれている。 C_1 , C_2 , C_3 の極板の間隔はそれぞれ d , $3d$, $3d$ である。 C_3 には、1辺の長さ a の正方形で、厚さ d , 比誘電率 2 の誘電体が片方の極板と完全に重なるように固定されている。最初、全てのスイッチは開いており、全てのコンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。 a は d に比べて十分に大きく、極板の端の影響は無視できるものとする。真空の誘電率を ϵ_0 として、次の問(1)~(5)に答えよ。

まず、 S_1 を閉じて十分に時間が経過した。

(1) C_1 に蓄えられている電気量を求めよ。

次に、 S_1 を閉じたまま、 S_2 も閉じ、十分に時間が経過した。

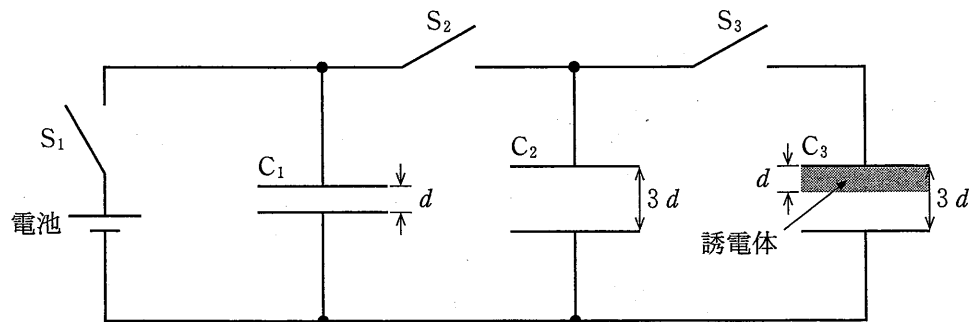
(2) 全てのコンデンサーに蓄えられている電気量の合計を求めよ。

さらに、 S_2 を閉じたまま、 S_1 を開いてから S_3 を閉じた後、十分に時間が経過した。

(3) C_3 の電気容量を求めよ。

(4) C_1 に蓄えられている電気量を求めよ。

(5) C_3 に蓄えられている静電エネルギーは、 C_2 に蓄えられている静電エネルギーの何倍になるか。



4 次の文中の **A** ~ **D** には適切な語句を解答群から選び、**ア** ~ **ク** には適切な式を、それぞれ解答用紙の解答欄に記入せよ。ただし、気体定数を $R[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ とする。

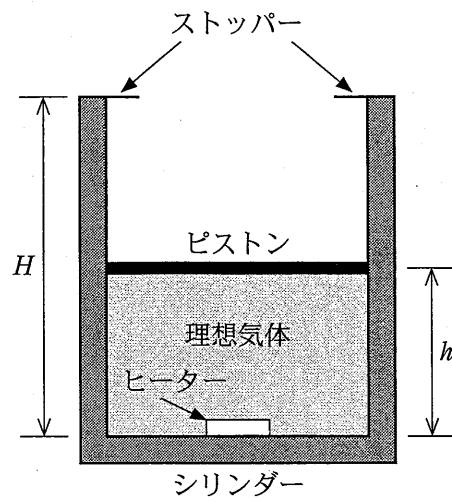
図のように、シリンダー内に、単原子分子理想気体がなめらかに動くピストンで密閉されている。シリンダー内には、大きさの無視できるヒーターが取り付けられている。シリンダー上部にはストッパーが付いており、シリンダー内の断面積は $S[\text{m}^2]$ 、シリンダー内の底面からストッパー下面までの高さは $H[\text{m}]$ である。シリンダーとピストンは断熱材でできており、ピストンの厚さと質量は無視できるものとする。また、外気圧は $p[\text{Pa}]$ で一定である。

はじめ、ピストンはシリンダー内の底面から高さ $h[\text{m}]$ の位置にあった。このときの理想気体の温度は $T[\text{K}]$ であり、理想気体の物質量は **ア** $[\text{mol}]$ である。この状態を状態1とする。

次に、ヒーターで理想気体を一定時間加熱したところ、ピストンはゆっくりと上昇し、ストッパーに接するところで、ストッパーからの抗力を受けることなく静止した。この状態を状態2とする。状態1 → 状態2の過程は **A** 変化なので、状態2での理想気体の温度は **イ** $[\text{K}]$ となる。したがって、この過程での理想気体の内部エネルギーの変化は **ウ** $[\text{J}]$ であり、**B** 法則より、理想気体に加えられた熱量は **エ** $[\text{J}]$ である。

さらに理想気体を加熱したところ、シリンダー内の圧力が $3p$ になった。この状態を状態3とする。状態2 → 状態3の過程は **C** 変化なので、状態3での理想気体の温度は **オ** $[\text{K}]$ となり、この過程で理想気体に加えられた熱量は **カ** $[\text{J}]$ である。

状態1 → 状態2の過程から、この理想気体の **A** モル比熱は **キ** $[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ であり、状態2 → 状態3の過程から、この理想気体の **C** モル比熱は **ク** $[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ である。これらのモル比熱の差が R となる関係を **D** 関係という。



解答群

定積	ボイル・シャルルの	ケルビンの
定圧	熱力学第1	アボガドロの
等温	熱力学第2	マイヤーの
断熱	ポアソンの	ボルツマンの