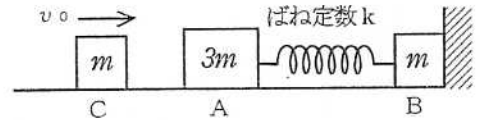


[3] 右の図のように、なめらかで水平な床の上に質量 $3m$ の物体Aと質量 m の物体Bが、ばね定数 k の質量の無視できるばねによってつながれて静止している。また、物体Bは壁に接している。このとき、次の(1)、(2)の問いに答えなさい。



(1) 床の上を、右向きに速さ v_0 で進んできた質量 m の物体Cが、物体Aに完全弾性衝突したとき、次のア～ウの問いに答えよ。

ア 衝突直後の物体Aの速さ v_A と物体Cの速さ v_C を、それぞれ v_0 を用いて表せ。

イ 物体Aが最も右に進んだときのばねの自然長からの縮み x を、 k 、 m 、 v_0 を用いて表せ。

ウ 物体Aが動き出してから、物体Bが壁を離れるまでの時間 t を、 k 、 m を用いて表せ。

(2) 物体Bが壁から離れた後、物体Aと物体Bは、ばねを伸び縮みさせながら左方向へ移動した。このとき、2物体の重心Gは等速直線運動を行い、また、Gから見ると、物体Aと物体Bはそれぞれ同じ振動数 f の単振動を行うように見えた。このとき、次のア～エの問いに答えよ。

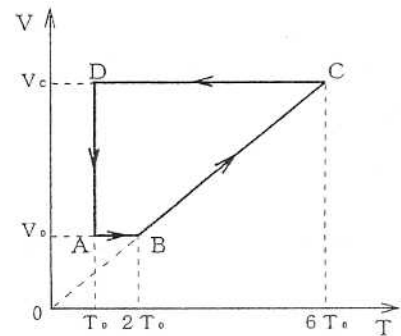
ア 重心Gの速さ v_G を、 v_0 を用いて表せ。

イ ばねの長さが最大になったときの自然長からの伸び y を、 k 、 m 、 v_0 を用いて表せ。

ウ 重心Gから見た、両物体の単振動の振動数 f を、 k 、 m を用いて表せ。

エ 運動中の物体Bの速さの最大値 v_{MAX} を、 v_0 を用いて表せ。

[4] 単原子分子からなる 1 mol の理想気体がある。右の図は、体積 V と温度 T を、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ のように1サイクル変化させたときの状態の変化を表したものである。このとき、次の(1)～(6)の問いに答えなさい。ただし、状態Aのときの気体の絶対温度を T_0 、体積を V_0 とし、気体定数は R とする。



(1) 状態Bにおける気体の圧力 P_B を、 T_0 、 V_0 、 R を用いて表せ。

(2) 状態Cにおける体積 V_C を、 V_0 を用いて表せ。

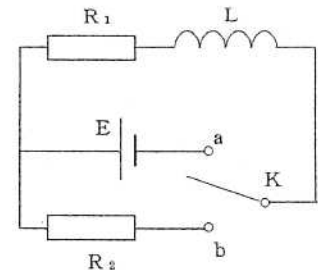
(3) $B \rightarrow C$ 間で気体がした仕事 W_{BC} を、 T_0 、 R を用いて表せ。

(4) $C \rightarrow D$ 間で気体が得た熱量 Q_{CD} を、 T_0 、 R を用いて表せ。

(5) $D \rightarrow A$ 間で気体がした仕事 W_{DA} を、 T_0 、 R を用いて表せ。

(6) 状態Aから気体の体積を断熱的に変化させて V_C にした。このとき、体積 V と温度 T の関係を式で表し、グラフの概形を解答用紙の V - T 図に描け。

[5] 右の図のように、同じ抵抗値 R をもつ抵抗 R_1 、 R_2 、抵抗値が無視できるインダクタンス L のコイル、起電力 E の直流電池およびスイッチ K からなる回路がある。このとき、次の(1)、(2)の問いに答えなさい。ただし、はじめの状態ではスイッチ K は、 a 、 b どちら側にもつながないものとする。



(1) スwitch K を a 側につなぐ時刻を $t=0$ とするとき、時刻 t において、抵抗 R_1 を流れる電流の大きさ I を、 L 、 E 、 t を用いて表せ。また、グラフの概形を解答用紙の I - t 図に描け。

(2) 十分に時間が経過した後、スイッチ K を b 側に切りかえた。このとき、電流が流れなくなるまでの間に、抵抗 R_2 で発生した熱量 Q を、 R 、 L 、 E を用いて表せ。