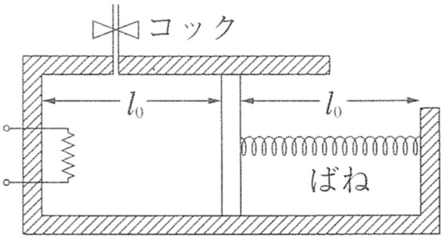
ハイレベル物理　基礎力確認テスト⑪

1



図のような，シリンダーとなめらかに動くピストンからなる断熱容器があり，ピストンにばねが付けられている。また，シリンダーにはヒーターが付けられており，断熱容器に閉じ込められた単原子分子の理想気体に外部から熱を加えることができる。さらに，シリンダーにはコックが付けられている。

最初にコックは開かれており，容器内の気体の圧力は大気圧と同じであった。このとき，シリンダーの気体の部分の長さとばねの長さはともにl_0であり，ばねは自然長であった。また，シリンダーの断面積をS，大気圧をp_0，室温をT_0とする。

(1) コックを閉じ，ヒーターによって熱を与えて容器内の気体を膨張させる。容器内の気体の圧力が$\frac{3}{2}p_0$となったとき，ばねの長さは$\frac{1}{2}l_0$となった。ばね定数を求めよ。

ア．$\frac{p_0S}{l_0}$　イ．$\frac{2p_0S}{l_0}$　ウ．$\frac{p_0S}{2l_0}$　エ．$\frac{4p_0S}{l_0}$

(2) このとき，容器内の気体の温度を求めよ。

ア．$\frac{3T_0}{2}$　イ．$\frac{3T_0}{4}$　ウ．$\frac{9T_0}{2}$　エ．$\frac{9T_0}{4}$

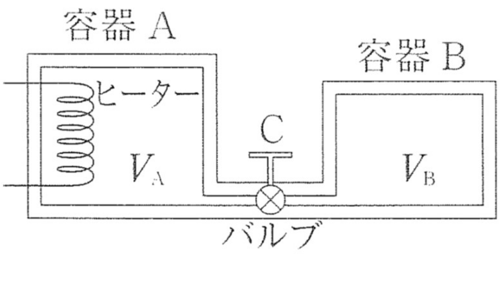
(3) この間に容器内部の気体が，外部に対してした仕事を求めよ。

ア．$\frac{5}{8}p_0Sl_0$　イ．$\frac{5}{4}p_0Sl_0$　ウ．$\frac{5}{2}p_0Sl_0$　エ．p_0Sl_0

(4) この間にヒーターが与えた熱量を求めよ。

ア．$\frac{5}{8}p_0Sl_0$　イ．$\frac{5}{4}p_0Sl_0$　ウ．$\frac{5}{2}p_0Sl_0$　エ．p_0Sl_0

2



図に示すように，A，B２つの容器が，バルブ C のついた細い管でつながれている。A，B の容積はそれぞれ$V_A[m^3]$，$V_B[m^3]$である。はじめ，バルブは閉められており，容器 A の中にはn[mol] の単原子分子理想気体が，温度T_0[K]の状態にあり，容器 B は真空である。

容器 A の内部にはヒーターが取り付けてある。容器 A，B とバルブおよび細い管は断熱材でできている。また，バルブと細い管の容積とヒーターの体積および熱容量は無視できるものとし，気体定数をR[J/mol・K] として，次の問いに答えよ。

(5) バルブ C を開いて全体の状態が一様になったときの気体の圧力を求めよ。

ア．$\frac{nRT_0}{V_A+V_B}$　イ．$\frac{2nRT_0}{V_A+V_B}$　ウ．$\frac{nR\ \ _0}{2V_A+V_B}$　エ．$\frac{nRT_0}{V_A+2V_B}$

次にバルブを閉じて容器 A 内の気体をヒーターで，温度T_A[K]になるまで加熱した後，再びバルブを開いて，全体を一様な状態にした。

(6) このときの気体の温度を求めよ。

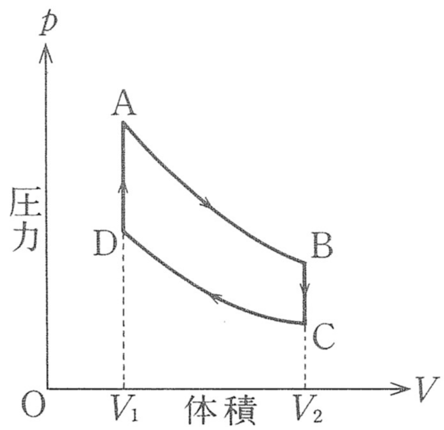
ア．$\dfrac{V_A T_A + V_B T_0}{V_A + V_B}$　イ．$\dfrac{V_A T_A + V_B T_0}{2V_A + V_B}$　ウ．$\dfrac{V_A T_A + V_B T_0}{V_A + 2V_B}$　エ．$\dfrac{V_A T_A + V_B T_0}{2(V_A + V_B)}$

(7) このときの気体の圧力を求めよ。

ア．$\dfrac{nR(V_A T_A + V_B T_0)}{(V_A + V_B)^2}$　イ．$\dfrac{nR(V_A T_A + V_B T_0)}{V_A + V_B}$　ウ．$\dfrac{nR(V_A T_A + V_B T_0)}{2(V_A + V_B)^2}$　エ．$\dfrac{nR(V_A T_A + V_B T_0)}{2(V_A + V_B)}$

3

理想気体 n [mol]をなめらかに動くピストンのついたシリンダー内に封入し，体積 V [m³]と圧力 p [N/m²]を図のように，A→B→C→D→A と変化させる。この熱機関で，A→B の過程は断熱膨張，B→C の過程は定積放熱，C→D の過程は断熱圧縮，D→A の過程は定積加熱である。断熱過程では pV^{γ} ＝一定 の関係がある（γ＝定数)。



状態 A，B，C，D での温度をそれぞれ T_A，T_B，T_C，T_D とし，定積モル比熱を C_V とすると，B→C の過程で外部へ放出する熱量は $\boxed{(8)}$ [J]であり，D→A の過程で外部から加えられる熱量は $\boxed{(9)}$ [J]である。また，A→B の過程で，T_B は T_A，V_1，V_2，γ を用いて $T_B = \boxed{(10)}$ [K]と表わされ，C→D の過程で，T_C は T_D，V_1，V_2，γ を用いて $T_C = \boxed{(11)}$ [K]と表わされる。これらのことから，熱効率は V_1，V_2 と γ を用いて $\boxed{(12)}$ と表される。

(8)(9)の選択肢

ア．$nC_V(T_B - T_C)$　イ．$nC_V(T_C - T_B)$　ウ．$nC_V(T_D - T_A)$　エ．$nC_V(T_A - T_D)$

(10)(11)の選択肢

ア．$T_A\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$　イ．$T_A\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$　ウ．$T_D\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$　エ．$T_D\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$

(12)の選択肢

ア．$1-\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$　イ．$1-\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$　ウ．$\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}-1$　エ．$\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}-1$