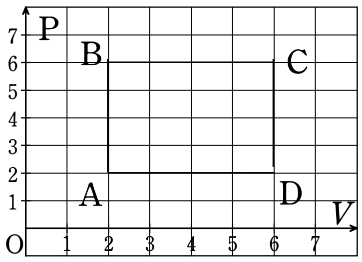
1．

　右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）
単原子分子気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とする。



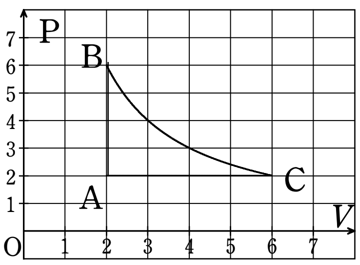

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $2v_0$ | |
| $B$ | $6p_0$ | $2v_0$ | |
| $C$ | $6p_0$ | $6v_0$ | |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | |

| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | | | 0 |
| $BC$ | | | |
| $CD$ | | | 0 |
| $DA$ | | | |

熱効率＝

2．

　右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）
単原子分子気体1molをA→B→C→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とする。BC間は等温変化でこの変化で外部から加えた熱は$14p_0v_0$とする。



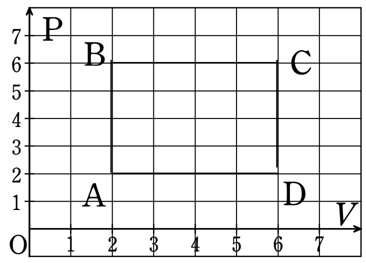

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $2v_0$ | |
| $B$ | $6p_0$ | $2v_0$ | |
| $C$ | $2p_0$ | | |

| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | | | 0 |
| $BC$ | $14p_0v_0$ | 0 | |
| $CA$ | | | |

熱効率＝

(解説)

　右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）
単原子分子気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とする。



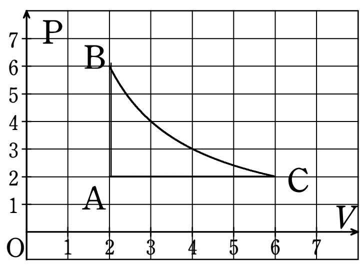

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{4p_0v_0}{R}$ |
| $B$ | $6p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |
| $C$ | $6p_0$ | $6v_0$ | $\dfrac{36p_0v_0}{R}$ |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |

| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | $12p_0v_0$ | $12p_0v_0$ | 0 |
| $BC$ | $60p_0v_0$ | $36p_0v_0$ | $24p_0v_0$ |
| $CD$ | $-36p_0v_0$ | $-36p_0v_0$ | 0 |
| $DA$ | $-20p_0v_0$ | $-12p_0v_0$ | $-8p_0v_0$ |

熱効率$=\dfrac{16p_0v_0}{72p_0v_0}=\dfrac{2}{9}$

(解説)

　右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）
単原子分子気体1molをA→B→C→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とする。BC間は等温変化でこの変化で外部から加えた熱は$14p_0v_0$とする。



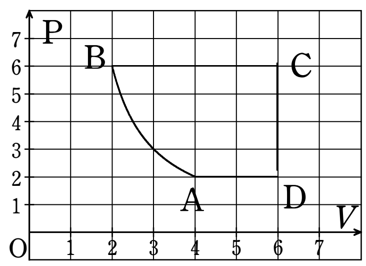

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{4p_0v_0}{R}$ |
| $B$ | $6p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |
| $C$ | $2p_0$ | $6v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |

| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | $12p_0v_0$ | $12p_0v_0$ | 0 |
| $BC$ | $14p_0v_0$ | 0 | $14p_0v_0$ |
| $CA$ | $-20p_0v_0$ | $-12p_0v_0$ | $-8p_0v_0$ |

熱効率$=\dfrac{6p_0v_0}{26p_0v_0}=\dfrac{3}{13}$

3．

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




単原子分子気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とする。AB間は断熱変化である。

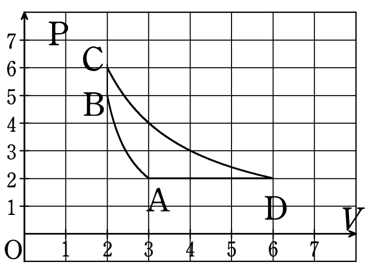
| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $4v_0$ | |
| $B$ | $6p_0$ | $2v_0$ | |
| $C$ | $6p_0$ | $6v_0$ | |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | |

| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | 0 | | |
| $BC$ | | | |
| $CD$ | | | 0 |
| $DA$ | | | |

熱効率＝

4．

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とし，AB間は断熱変化で外部から加えた仕事は$3p_0v_0$である。また，CD間は等温変化で外部から加えた熱は$14p_0v_0$である。

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $3v_0$ | |
| $B$ | $5p_0$ | $2v_0$ | |
| $C$ | $6p_0$ | $2v_0$ | |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | |

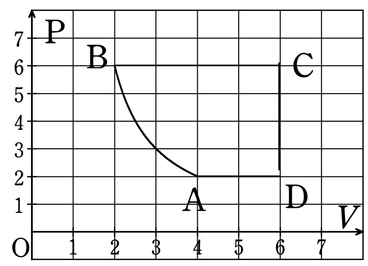
| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | 0 | | |
| $BC$ | | | 0 |
| $CD$ | | 0 | |
| $DA$ | | | |

定積モル比熱

熱効率＝

解説

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




単原子分子気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とする。AB間は断熱変化である。

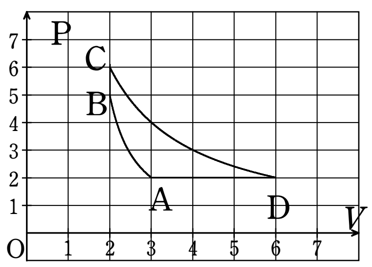
| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $4v_0$ | $\dfrac{8p_0v_0}{R}$ |
| $B$ | $6p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |
| $C$ | $6p_0$ | $6v_0$ | $\dfrac{36p_0v_0}{R}$ |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |

| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | 0 | $6p_0v_0$ | $-6p_0v_0$ |
| $BC$ | $60p_0v_0$ | $36p_0v_0$ | $24p_0v_0$ |
| $CD$ | $-36p_0v_0$ | $-36p_0v_0$ | 0 |
| $DA$ | $-10p_0v_0$ | $-6p_0v_0$ | $-4p_0v_0$ |

熱効率$=\dfrac{14p_0v_0}{60p_0v_0}=\dfrac{7}{30}$

解説

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とし，AB間は断熱変化で外部から加えた仕事は$3p_0v_0$である。また，CD間は等温変化で外部から加えた熱は$14p_0v_0$である。

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $3v_0$ | $\dfrac{6p_0v_0}{R}$ |
| $B$ | $5p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{10p_0v_0}{R}$ |
| $C$ | $6p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |

| | $Q$ | $\Delta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | 0 | $3p_0v_0$ | $-3p_0v_0$ |
| $BC$ | $\dfrac{3}{2}p_0v_0$ | $\dfrac{3}{2}p_0v_0$ | 0 |
| $CD$ | $14p_0v_0$ | 0 | $14p_0v_0$ |
| $DA$ | $-\dfrac{21}{2}p_0v_0$ | $-\dfrac{9}{2}p_0v_0$ | $-6p_0v_0$ |

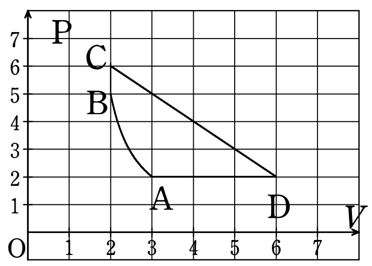
定積モル比熱　$3p_0v_0=C_v\left(\dfrac{10p_0v_0}{R}-\dfrac{6p_0v_0}{R}\right)$

$C_v=\dfrac{3}{4}R$

熱効率$=\dfrac{5p_0v_0}{\dfrac{31}{2}p_0v_0}=\dfrac{10}{31}$

5．

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とすし，AB間は断熱変化で外部から加えた仕事は$3p_0v_0$である。また，CD間は一次関数的変化である。

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $3v_0$ | |
| $B$ | $5p_0$ | $2v_0$ | |
| $C$ | $6p_0$ | $2v_0$ | |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | |

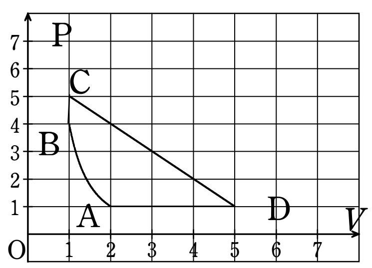
| | $Q$ | $\varDelta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | 0 | | |
| $BC$ | | | 0 |
| $CD$ | | 0 | |
| $DA$ | | | |

定積モル比熱

熱効率＝

6．

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とし，AB間は断熱変化で外部から加えた仕事は$4p_0v_0$である。また，CD間は一次関数的変化である。

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | | | |
| $B$ | | | |
| $C$ | | | |
| $D$ | | | |

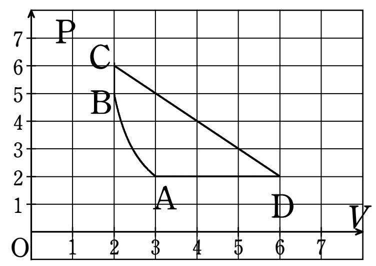
| | $Q$ | $\varDelta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | | | |
| $BC$ | | | |
| $CD$ | | | |
| $DA$ | | | |

定積モル比熱

熱効率＝

解説

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とすし，AB間は断熱変化で外部から加えた仕事は$3p_0v_0$である。また，CD間は一次関数的変化である。

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $2p_0$ | $3v_0$ | $\dfrac{6p_0v_0}{R}$ |
| $B$ | $5p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{10p_0v_0}{R}$ |
| $C$ | $6p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |
| $D$ | $2p_0$ | $6v_0$ | $\dfrac{12p_0v_0}{R}$ |

| | $Q$ | $\varDelta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | 0 | $3p_0v_0$ | $-3p_0v_0$ |
| $BC$ | $\dfrac{3}{2}p_0v_0$ | $\dfrac{3}{2}p_0v_0$ | 0 |
| $CD$ | $16p_0v_0$ | 0 | $16p_0v_0$ |
| $DA$ | $-\dfrac{21}{2}p_0v_0$ | $-\dfrac{9}{2}p_0v_0$ | $-6p_0v_0$ |

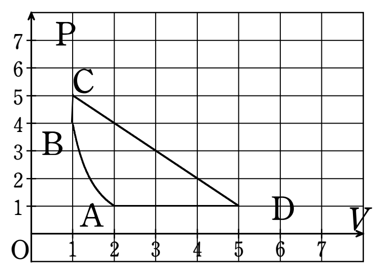
定積モル比熱　$3p_0v_0=C_v\left(\dfrac{10p_0v_0}{R}-\dfrac{6p_0v_0}{R}\right)$

$C_v=\dfrac{3}{4}R$

熱効率＝$\dfrac{7p_0v_0}{\dfrac{35}{2}p_0v_0}=\dfrac{2}{5}$

解説

右図のグラフにおいて横軸は気体の体積を表し，目盛りは$v_0$単位（目盛り2は$2v_0$を意味する）。縦軸は圧力を表し目盛りは$p_0$単位（目盛り3は$3p_0$を意味する。）




気体1molをA→B→C→D→Aと変化させたとき，この熱機関の熱効率を求めよ。気体定数を$R$とし，AB間は断熱変化で外部から加えた仕事は$4p_0v_0$である。また，CD間は一次関数的変化である。

| | $P$ | $V$ | $T$ |
|---|---|---|---|
| $A$ | $p_0$ | $2v_0$ | $\dfrac{2p_0v_0}{R}$ |
| $B$ | $4p_0$ | $v_0$ | $\dfrac{4p_0v_0}{R}$ |
| $C$ | $5p_0$ | $v_0$ | $\dfrac{5p_0v_0}{R}$ |
| $D$ | $p_0$ | $5v_0$ | $\dfrac{5p_0v_0}{R}$ |

| | $Q$ | $\varDelta U$ | $W$ |
|---|---|---|---|
| $AB$ | 0 | $4p_0v_0$ | $-4p_0v_0$ |
| $BC$ | $2p_0v_0$ | $2p_0v_0$ | 0 |
| $CD$ | $12p_0v_0$ | 0 | $12p_0v_0$ |
| $DA$ | $-9p_0v_0$ | $-6p_0v_0$ | $-3p_0v_0$ |

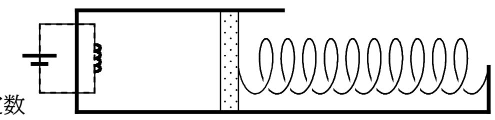
定積モル比熱　$4p_0v_0=C_v\left(\dfrac{4p_0v_0}{R}-\dfrac{2p_0v_0}{R}\right)$

$C_v=2R$

熱効率＝$\dfrac{5p_0v_0}{14p_0v_0}=\dfrac{5}{14}$

7．

断面積$2.0\times10^{-2}$[m$^2$]で断熱材でできているシリンダーとピストンを右図のように設置しシリンダー内に電熱線を使って熱を加えられるようにした。ピストンにはばね定数$1.0\times10^4$[N/m]のばねを取り付け、シリンダー内に大気圧$1.0\times10^5$[Pa]、$n$[mol]の気体を閉じ込めたところ、ばねが自然長の状態（状態A）でピストンが静止した。このとき、シリンダー内の気体の体積は$6.0\times10^{-3}$[m$^3$]であった。電熱線を通して熱を加えると、ピストンは右方向にゆっくりと0.20m移動した（状態B）。気体定数を$R$、気体の定積モル比熱を$\frac{5}{2}R$[J/molK]として、電熱線で加えた熱量を求めよ。ただし$nR=2.0$とする。



① 状態Aにおける気体の圧力を$P_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
( )

② 状態Bにおける気体の圧力を$P_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
( )

③ 状態Aにおける気体の絶対温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
( )

④ 状態Bにおける気体の絶対温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
( )

⑤ 加えた熱量を$Q$としたとき，状態A→Bへの熱力学第一法則
( )

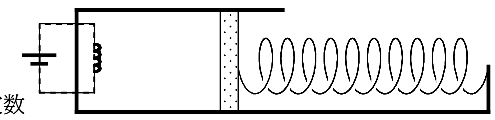
$P_1=$（ ）Pa　$P_2=$（ ）Pa

$T_1=$（ ）K　$T_2=$（ ）K

$Q=$（ ）J

8．

断面積$S$で断熱材でできているシリンダーとピストンを右図のように設置しシリンダー内に電熱線を使って熱を加えられるようにした。ピストンにはばね定数$k$のばねを取り付け、シリンダー内に大気圧$P_0$、$n$[mol]の気体を閉じ込めたところ、ばねが自然長の状態（状態A）でピストンが静止した。このとき、シリンダー内の気体の体積は$Sl$であった。電熱線を通して熱を加えると、ピストンは右方向にゆっくりと移動し、気体の体積が$2Sl$になった（状態B）。気体定数を$R$、気体の定積モル比熱を$\frac{3}{2}R$として、電熱線で加えた熱量を求めよ。



① 状態Aにおける気体の圧力を$P_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
( )

② 状態Bにおける気体の圧力を$P_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
( )

③ 状態Aにおける気体の絶対温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
( )

④ 状態Bにおける気体の絶対温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
( )

⑤ 加えた熱量を$Q$としたとき，状態A→Bへの熱力学第一法則
( )

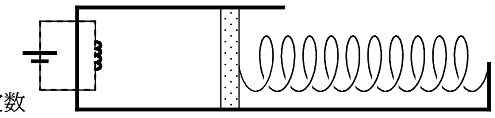
$P_1=$（ ）　$P_2=$（ ）

$T_1=$（ ）　$T_2=$（ ）

$Q=$（ ）

解説

断面積$2.0\times10^{-2}$[m$^2$]で断熱材でできているシリンダーとピストンを右図のように設置しシリンダー内に電熱線を使って熱を加えられるようにした。ピストンにはばね定数$1.0\times10^4$[N/m]のばねを取り付け、シリンダー内に大気圧$1.0\times10^5$[Pa]、$n$[mol]の気体を閉じ込めたところ、ばねが自然長の状態（状態A）でピストンが静止した。このとき、シリンダー内の気体の体積は$6.0\times10^{-3}$[m$^3$]であった。電熱線を通して熱を加えると、ピストンは右方向にゆっくりと0.20m移動した（状態B）。気体定数を$R$、気体の定積モル比熱を$\frac{5}{2}R$[J/molK]として、電熱線で加えた熱量を求めよ。ただし$nR=2.0$とする。



① 状態Aにおける気体の圧力を$P_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
( $2.0\times10^{-2}\times P_1=1.0\times10^5\times2.0\times10^{-2}$ )

② 状態Bにおける気体の圧力を$P_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
( $2.0\times10^{-2}\times P_2=1.0\times10^5\times2.0\times10^{-2}+1.0\times10^4\times0.20$ )

③ 状態Aにおける気体の絶対温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
( $P_1\times6.0\times10^{-3}=2.0\times T_1$ )

④ 状態Bにおける気体の絶対温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
( $P_2\times(6.0\times10^{-3}+2.0\times10^{-2}\times0.20)=2.0\times T_2$ )

⑤ 加えた熱量を$Q$としたとき，状態A→Bへの熱力学第一法則
( $Q=\frac{5}{2}\times2.0(T_2-T_1)+\frac{P_1+P_2}{2}\times2.0\times10^{-2}\times0.20$ )

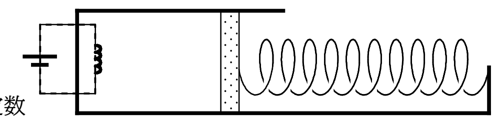
$P_1=$（ $1.0\times10^5$ ）Pa　$P_2=$（ $2.0\times10^5$ ）Pa

$T_1=$（ $3.0\times10^2$ ）K　$T_2=$（ $5.0\times10^2$ ）K

$Q=$（ $1.3\times10^3$ ）J

解説

断面積$S$で断熱材でできているシリンダーとピストンを右図のように設置しシリンダー内に電熱線を使って熱を加えられるようにした。ピストンにはばね定数$k$のばねを取り付け、シリンダー内に大気圧$P_0$、$n$[mol]の気体を閉じ込めたところ、ばねが自然長の状態（状態A）でピストンが静止した。このとき、シリンダー内の気体の体積は$Sl$であった。電熱線を通して熱を加えると、ピストンは右方向にゆっくりと移動し、気体の体積が$2Sl$になった（状態B）。気体定数を$R$、気体の定積モル比熱を$\frac{3}{2}R$として、電熱線で加えた熱量を求めよ。



① 状態Aにおける気体の圧力を$P_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
( $P_1S=P_0S$ )

② 状態Bにおける気体の圧力を$P_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
( $P_2S=P_0S+kl$ )

③ 状態Aにおける気体の絶対温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
( $P_1Sl=nRT_1$ )

④ 状態Bにおける気体の絶対温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
( $P_2\cdot2Sl=nRT_2$ )

⑤ 加えた熱量を$Q$としたとき，状態A→Bへの熱力学第一法則
( $Q=\frac{3}{2}nR(T_2-T_1)+\frac{P_1+P_2}{2}Sl$ )

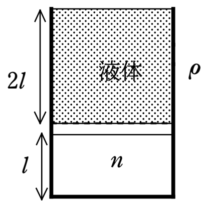
$P_1=$（ $P_0$ ）　$P_2=$（ $P_0+\frac{kl}{S}$ ）

$T_1=$（ $\frac{P_0Sl}{nR}$ ）　$T_2=$（ $\frac{2P_0Sl+2kl^2}{nR}$ ）

$Q=$（ $\frac{5}{2}P_0Sl+\frac{7}{2}kl^2$ ）

９．

断面積0.020[m²]の高さ0.50mの円筒状の容器に単原子分子気体$n$[mol]を質量の無視できる軽い滑らかに動くピストンで閉じ込め，その上を密度$1.0\times10^4$kg/m³の液体で満たし，真空中に設置した。このとき，気体部分の高さは0.30m，液体部分の高さは0.20mであった。（状態A）




この気体に熱を加えていくとピストンはゆっくりと上昇し液体は円筒の上端からあふれ出た。熱を加え続けていくとピストンの位置が最上端に達した（状態B）。内部の液体がすべて出るまでには熱量をいくら加える必要があるか。大気圧を$1.0\times10^5$Paとする。$nR=2.0$とする。

① 状態Aの気体の圧力を$p_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　　　　　　　　　　　=　　　　　　　）

② 状態Bの気体の圧力を$p_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　　　　　　　　　　　　　）

③ 状態Aの気体の温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
（　　　　　　　　　　　）

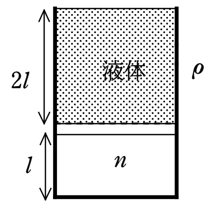
④ 状態Bの気体の温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
（　　　　　　　　　　）

⑤ 熱力学第一法則
（　　　　　　　　　　　　　　　　）

$p_1$=（　　　　　　）Pa　$p_2$=（　　　　　　）Pa
$T_1$=（　　　　）K　$T_2$=（　　　　）K
$Q$=（　　　　）K

解説

断面積0.020[m²]の高さ0.50mの円筒状の容器に単原子分子気体$n$[mol]を質量の無視できる軽い滑らかに動くピストンで閉じ込め，その上を密度$1.0\times10^4$kg/m³の液体で満たし，真空中に設置した。このとき，気体部分の高さは0.30m，液体部分の高さは0.20mであった。（状態A）




この気体に熱を加えていくとピストンはゆっくりと上昇し液体は円筒の上端からあふれ出た。熱を加え続けていくとピストンの位置が最上端に達した（状態B）。内部の液体がすべて出るまでには熱量をいくら加える必要があるか。大気圧を$1.0\times10^5$Paとする。$nR=2.0$とする。

① 状態Aの気体の圧力を$p_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　$1.0\times10^5\times0.020+1.0\times10^4\times0.20\times0.020\times10=p_1\times0.020$　）

② 状態Bの気体の圧力を$p_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　$p_2\times0.020=0.020\times1.0\times10^5$　）

③ 状態Aの気体の温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
（　$0.020\times0.30p_1=2.0\times T_1$　）

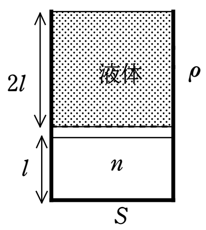
④ 状態Bの気体の温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
（　$0.020\times0.50p_2=2.0\times T_2$　）

⑤ 熱力学第一法則
（　$Q=\frac{3}{2}\times2.0(T_2-T_1)+0.020\times\frac{p_1+p_2}{2}\times0.20$　）

$p_1$=（　$1.2\times10^5$　）Pa　$p_2$=（　$1.0\times10^5$　）Pa
$T_1$=（　360　）K　$T_2$=（　500　）K
$Q$=（　640　）K

10．

断面積$S$の高さ$3l$の円筒状の容器に単原子分子気体$n$[mol]を質量の無視できる軽い滑らかに動くピストンで閉じ込め，その上を密度$\rho$の液体で満たし，真空中に設置した。このとき，気体部分の高さは$l$，液体部分の高さは$2l$であった。（状態A）




この気体に熱を加えていくとピストンはゆっくりと上昇し液体は円筒の上端からあふれ出た。熱を加え続けていくとピストンの位置が最上端に達した（状態B）。内部の液体がすべて出るまでには熱量をいくら加える必要があるか。大気圧を$p_0$とする。

① 状態Aの気体の圧力を$p_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　　　　　　　　　　）

② 状態Bの気体の圧力を$p_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　　　　　　　　）

③ 状態Aの気体の温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
（　　　　　　　）

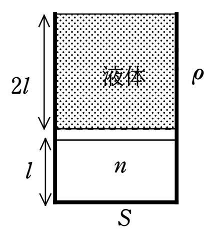
④ 状態Bの気体の温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
（　　　　　　　）

⑤ 熱力学第一法則
（　　　　　　　　　　　　　）

$p_1$=（　　　　　　）　$p_2$=（　　　　）
$T_1$=（　　　　　　）　$T_2$=（　　　　）
$Q$=（　　　　　　）

解説

断面積$S$の高さ$3l$の円筒状の容器に単原子分子気体$n$[mol]を質量の無視できる軽い滑らかに動くピストンで閉じ込め，その上を密度$\rho$の液体で満たし，真空中に設置した。このとき，気体部分の高さは$l$，液体部分の高さは$2l$であった。（状態A）




この気体に熱を加えていくとピストンはゆっくりと上昇し液体は円筒の上端からあふれ出た。熱を加え続けていくとピストンの位置が最上端に達した（状態B）。内部の液体がすべて出るまでには熱量をいくら加える必要があるか。大気圧を$p_0$とする。

① 状態Aの気体の圧力を$p_1$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　$p_0S+2\rho lSg=p_1S$　）

② 状態Bの気体の圧力を$p_2$とするとき，ピストンのつり合いの式
（　$p_2S=p_0S$　）

③ 状態Aの気体の温度を$T_1$とするとき，状態Aの状態方程式
（　$p_1Sl=nRT_1$　）

④ 状態Bの気体の温度を$T_2$とするとき，状態Bの状態方程式
（　$3p_2Sl=nRT_2$　）

⑤ 熱力学第一法則
（　$Q=\frac{3}{2}nR(T_2-T_1)+\frac{p_1+p_2}{2}S\times2l$　）

$p_1$=（　$p_0+2\rho lg$　）　$p_2$=（　$p_0$　）
$T_1$=（　$\frac{p_0Sl+2\rho Sl^2g}{nR}$　）　$T_2$=（　$\frac{3p_0Sl}{nR}$　）
$Q$=（　$-p_0Sl+5\rho Sl^2g$　）