

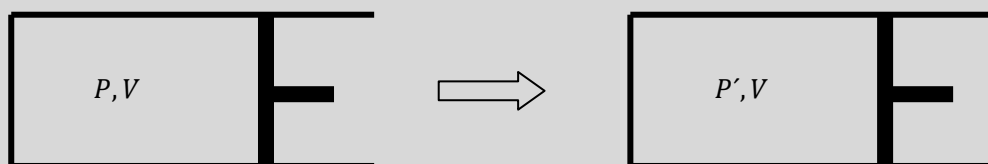
大学入試攻略のための良問(実戦編)

[熱力学 13 題]

[気体の状態変化]

例題 1

下図のように、固定されたピストンのついた容器があり、中に単原子分子理想気体を入れた。このとき気体の圧力は P 、体積は V であった。この気体に熱を加えると、気体の圧力が P から P' になった。加えた熱量を求めよ。



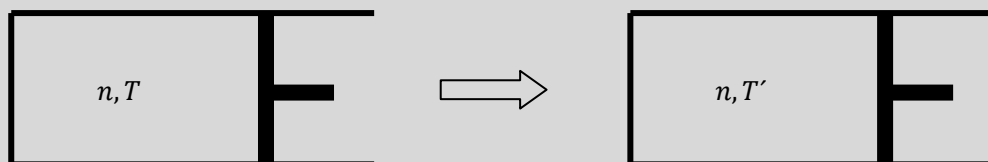
例題 2

下図のように、ピストンのついた容器を水平に置き、中に n (mol) の理想気体を入れた。この気体に熱を加えて温度を T から T' にすることを考える。このとき、

- (1) ピストンが自由に動くとき
- (2) ピストンを固定したとき

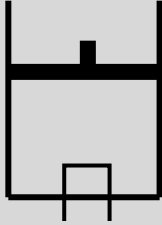
それぞれについて、必要な熱量を求めよ。この気体の定積モル比熱を C_V とし、気体定数は R とする。

また、この結果から気体の定積モル比熱と定圧モル比熱の関係を求めよ。



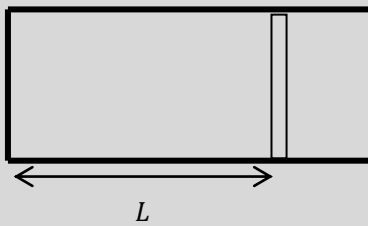
例題 3

図のように、なめらかに動くピストンを取り付けたシリンダーの中に単原子分子理想気体 n (mol) を封入した。ピストンとシリンダーは断熱材でできており、シリンダー内にはヒーターがある。この気体をヒーターによって充分ゆっくり加熱して、熱量 Q を加えた。このときの気体の温度上昇を求めよ。



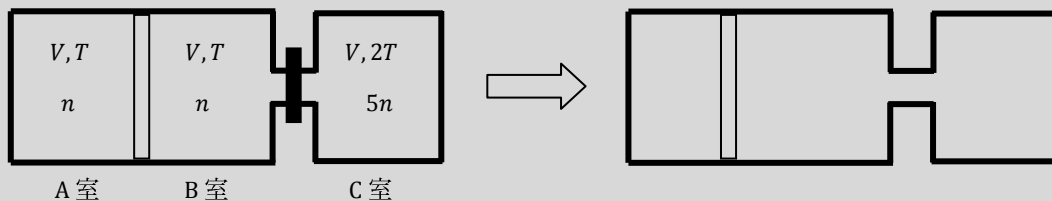
例題 4

下図のように、質量 m で断面積 S の滑らかに動くピストンのついた容器を水平に置き、中に単原子分子理想気体を入れた。このピストンをつりあいの位置から Δx ($\ll L$) だけずらして静かにはなすと、ピストンが単振動した。このとき、中の気体が等温変化する場合と断熱変化する場合のそれぞれについて、単振動の周期を求めよ。容器の底面からピストンのつりあいの位置までの距離は L 、大気圧は P_0 とする。また、気体の圧力変化は微小なので、気体のした仕事 $\cong P_0 \cdot \Delta V$ としてよい。



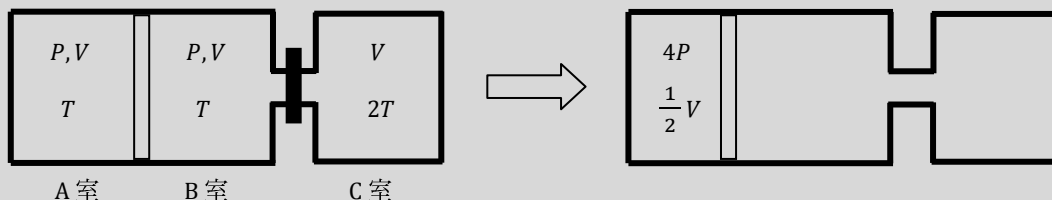
例題 5

断熱材でできた容器があり、A室とB室は滑らかに動くピストンで仕切られていて、B室とC室は容積の無視できる細いコックでつながれている。はじめA、B、Cそれぞれに単原子分子理想気体が入っていて、図1に記すような体積、温度、モル数であった。この状態からコックを開けてじゅうぶん時間が経ったときのA室の圧力を求めよ。気体定数を R とする。



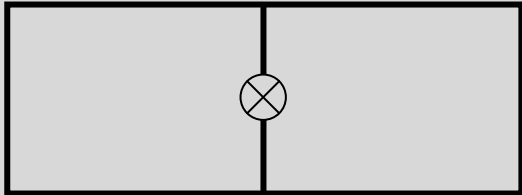
例題 6

断熱材でできた容器があり、A室とB室は滑らかに動くピストンで仕切られていて、B室とC室は容積の無視できる細いコックでつながれている。はじめA、B、Cそれぞれに単原子分子理想気体が入っていて、図1に記すような圧力、体積、温度であった(C室の圧力は不明だった)。この状態からコックを開けてじゅうぶん時間が経つと、図2のようにA室の体積が $\frac{1}{2}V$ 、圧力が $4P$ となった。はじめにC室に入っていた単原子分子理想気体のモル数を求めよ。気体定数を R とする。



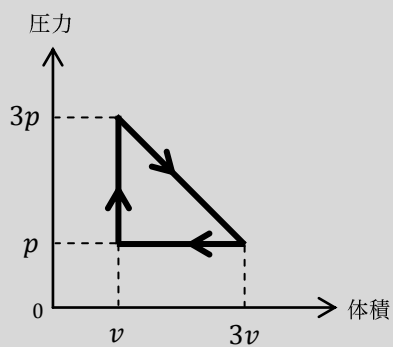
例題 7

コックによって 2 室に分けられたシリンダーの片側にのみ、温度 T の理想気体が入っており、もう一方は真空となっている。コックを開いて十分時間が経ったときの気体の温度を求めよ。2 室の体積は等しく、シリンダーは断熱材でできているものとする。



例題 8

次の図のように気体が状態変化する間の、最高温度と最低温度とを求めよ。気体の物質量を n 、気体定数を R とする。

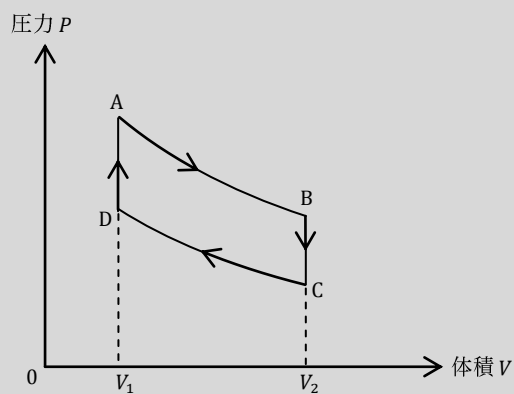


例題 9

断熱材でできたピストンとシリンダー中に封入された理想気体を圧縮して、体積を半分にした。このとき、気体の温度は何倍になったか。この気体の定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_v の比 $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ を用いてよい。

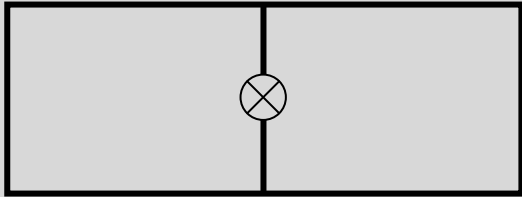
例題 10

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 と圧力 P を図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化させる。この熱機関で $A \rightarrow B$ 、 $C \rightarrow D$ の過程は断熱変化、 $B \rightarrow C$ 、 $D \rightarrow A$ の過程は定積変化である。 A, D のときの体積を V_1 、 B, C のときの体積を V_2 として、このときの熱効率を求めよ。この気体の定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_v の比 $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ を用いてよい。



例題 11

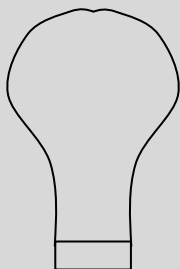
コックによって 2 室に分けられたシリンダーの片側には温度 T の理想気体が入っており、もう一方には温度 $2T$ の理想気体が入っている。コックを開いて十分時間が経ったときの気体の温度を求めよ。2 室の体積と圧力は等しく、シリンダーは断熱材でできているものとする。また、2 室の気体は同じ種類であり、この気体の定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_v の比 $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ を用いてよい。



例題 12

内部が外気と通じている熱気球がある。気球内部にはヒーターがあり、温度を自由に調整できる。また、気球自体の質量を M 、気球の容積を V_0 とする。これについて以下の各問いに答えよ。重力加速度の大きさを g とする。

- (1) 地表にある気球を浮上させるには、気球内の温度をいくら以上にしなければならぬか。ただし、地表での外気の圧力を P_0 、温度を T_0 、密度を ρ_0 とする。
- (2) 気球内部から質量 m の積荷をおろして軽くすると、気球はある高度に達して静止する。その高度での外気の圧力を求めよ。ただし、気球内の温度は(1)で求めた値に保つものとする。



例題 13

体積を変化させることができる断熱膜で密閉された熱気球がある。この中には自動運転する加熱および冷却装置がある。この装置を用いて熱気球内の気体に熱を与えたり気体から熱を奪ったりという操作をして、熱気球を充分ゆっくりと上下させた。このとき、熱気球内の気体はどのような変化をするか。次の中から選べ。ただし、外気圧は高度によって変化するが、外気温は高度によらず一定であるとする。

- ① 定積変化 ② 定圧変化 ③ 等温変化

