

入試問題研究 第125回 2005年 センター試験 ③ 気体の変化 ※ 改作(選択肢省略)

図1のように、栓Cが付いた細い管でつながれた二つの円筒形容器A、Bがある。左の容器Aの体積は  $V_0$  で、右の容器Bには、なめらかに動く断面積  $S$  のピストンが取り付けられている。はじめ、栓Cは閉じられており、容器Aには温度  $T_0$  で外部と同じ圧力  $P_0$  の気体が入っている。また、容器Bの内部は真空であり、体積が  $\frac{V_0}{2}$  となるようピストンが固定されている。ただし、円筒容器、栓、ピストンは熱を通さず、細い管の体積は無視してよいものとする。

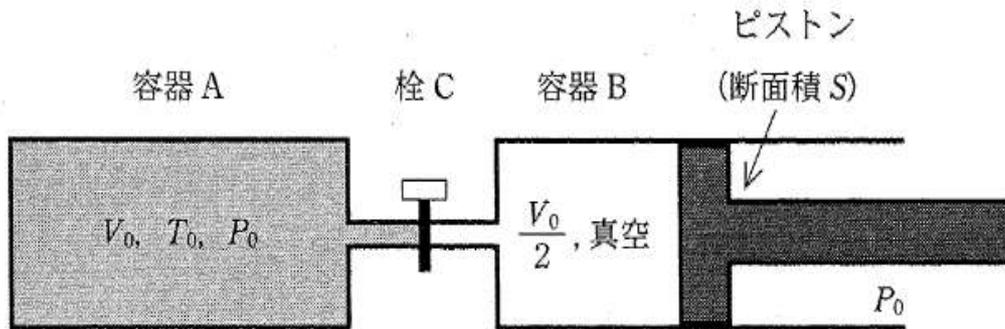


図 1

問1 ピストンの位置を保ったまま栓Cを開くと、気体が容器A、B全体に一樣に広がり、温度は変化しなかった。この過程に関する記述として正しいものはどれか。①から④のうちから選びなさい。

- ① 気体は外部に対して仕事をせず、気体の圧力は減少した。
- ② 気体は外部に対して仕事をせず、気体の圧力は変化しない。
- ③ 気体は外部に対して仕事をし、気体の圧力は減少した。
- ④ 気体は外部に対して仕事をし、気体の圧力は変化しない。

問2 問1で気体が一樣に広がった後も、ピストンの位置を一定に保つために、人がピストンに加えなければならない力はいくらか。力は右向きを正とする。

問3 つづいて、ピストンを静かに動かして容器B内の気体を容器Aに全て戻した。このとき、気体の温度  $T_1$ 、圧力  $P_1$  は  $T_0$ 、 $P_0$  に比べてそれぞれの大小関係を示しなさい。

## 入試問題研究 第125回 2005年 センター試験 ③ 気体の変化 解答・解説

気体の変化の分野は物理ⅠBと物理Ⅱの2つに分かれている。分子運動論的取り扱いをしない範囲が物理ⅠBの範囲であり、物理Ⅱの部分に比べると非常に分かりやすいはずだ。問題文章の赤字の部分が「キーポイント」となる部分だ。

図1のように、栓Cが付いた細い管でつながれた二つの円筒形容器A、Bがある。左の容器Aの体積は  $V_0$  で、右の容器Bには、なめらかに動く断面積  $S$  のピストンが取り付けられている。はじめ、栓Cは閉じられており、容器Aには温度  $T_0$  で外部と同じ圧力  $P_0$  の気体が入っている。また、容器Bの内部は真空であり、体積が  $\frac{V_0}{2}$  となるようピストンが固定されている。ただし、**円筒容器、栓、ピストンは熱を通さず**、細い管の体積は無視してよいものとする。

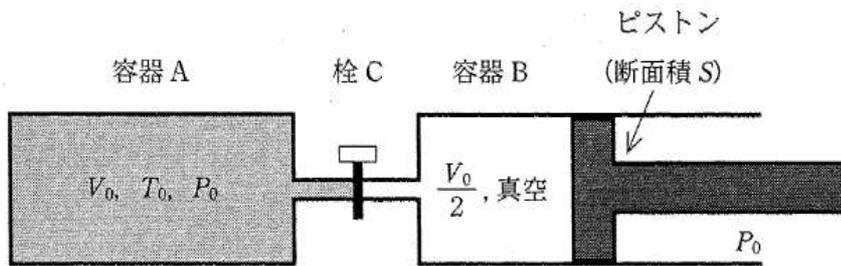


図 1

問1 ピストンの位置を保ったまま栓Cを開くと、気体が容器A、B全体に一樣に広がり、**温度は変化しなかった**。この過程に関する記述として正しいものはどれか。①から④のうちから選びなさい。

[解法] 熱力学第一法則  $Q = \Delta U + W$  を使えばよい。気体の変化に際して**熱の出入りが無い変化(断熱変化)**であるから  $Q = 0$  である。**温度も変化していない**ことから、気体の内部エネルギーの公式  $U = nC_vT$  より、内部エネルギーの変化は  $\Delta U = 0$  である。これを熱力学第一法則に入れると、 $W = 0$  になる。よって、③、④は消えた!

つぎに、温度一定だから、ボイルの法則が成立する。気体は体積が増えているので、圧力は減少する。よって、①が正解だ。

**[受験テクニック] 「真空に対しての自由膨張では外部に仕事をしない」を覚えておく!**

問2 ボイルの法則より  $P_0 \cdot V_0 = P' \cdot \frac{3}{2} V_0$  が成立するから、気体の圧力は  $P' = \frac{2}{3} P_0$  である。

よって、ピストンに加える力を右向きに  $F$  とする。ピストンにかかる力のつりあいを考えると、

$$\frac{2}{3} P_0 \cdot S + F - P_0 \cdot S = 0 \text{ が成立する。これより、加える力は } F = \frac{P_0 \cdot S}{3} \text{ である。}$$

問3 つづいて、ピストンを静かに動かして容器B内の気体を容器Aに全て戻す場合、これも断熱変化(断熱圧縮)であるから、大気圧による仕事分が気体に加わる。熱力学第一法則より、内部エネルギーが増加するので、温度が上昇する。よって、 $T_1 > T_0$  である。この場合、ボ

イルシャルルの法則より  $\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$  が成立する。 $V_1 = V_0$ 、 $T_1 > T_0$  だから

$$P_1 = P_0 \cdot \frac{T_1}{T_0} > P_0 \text{ であるので、 } P_1 > P_0 \text{ である。}$$