

## 【演示】断熱変化（実験書）

【目的】 断熱膨張や断熱圧縮と温度変化の関係について理解する。

【理論】

(1) 熱力学第1法則

理想気体は、分子どうしが離れていて分子間力がきわめて小さいことから、分子間力による位置エネルギーが無視でき、内部エネルギーは個々の分子の運動エネルギーの総和と考えてよい。気体は温度が高くなると分子運動が激しくなることから、内部エネルギー  $U$  は温度に比例する。物質量を  $n$ 、気体定数  $R$ 、温度を  $T$  として、

$$U = \sum_{N} (1/2)mu^2 = \textcircled{1} \quad (3/2)nRT \quad (\text{単原子分子})$$

である。

「気体に加えた熱  $Q$  は、気体の膨張によって外部にした仕事  $W$  と内部エネルギーの変化  $\Delta U$  に使われる」というエネルギーの関係を熱力学第1法則といい、次式で表される。

$$Q = \textcircled{2} \quad \Delta U + W$$

なお、圧縮された場合、外部からされた仕事を  $W'$  とすると、 $W' = -W$  であるので

$$\Delta U = \textcircled{3} \quad Q + W'$$

なお、仕事  $W$  は圧力  $p$  の定圧変化では、体積変化を  $\Delta V$  として、 $W = p \Delta V$  と表せるが、一般に圧力  $p$  が変化し、 $V$  の関数として表される場合は、 $W = \int p dV$  である。

(2) 断熱変化

一定体積の気体が急激に圧縮されたり、膨張したりする気体の変化を断熱変化という。断熱変化だから  $Q = 0$  である。単原子分子理想気体が断熱圧縮をすると、 $\Delta U = (3/2)nR \Delta T = W > 0$  となり、温度が  $\textcircled{4}$  上昇 する。また、断熱膨張では、 $\Delta U = (3/2)nR \Delta T = -W < 0$  となり温度は  $\textcircled{5}$  下降 する。

### 実験1 圧気発火器（断熱圧縮）

【準備物】 アクリルパイプ内径 11 mm  $\phi$  (28cm)、木製丸棒外径 10 mm  $\phi$  (34cm)、14号ゴム栓、0号ゴム栓、0号シリコン栓、シリコングリース、雑巾、手袋、ティッシュペーパー

【実験の方法】

#### 1 圧気発火器の製作

- ① 14号ゴム栓をコルクボーラーで厚みの2/3位まで8mm  $\phi$ 程度の穴を空ける。
- ② 丸棒は、先端の1.5cm程度を切り落とし（スペーサーとして使う）、残りをゴム栓に押し込んでピストンの棒を作る。
- ③ 0号ゴム栓はアクリルパイプの先端に押し込み空気が漏れないように、きつめに押し込むことができるようにカットする。0号シリコン栓はアクリルパイプ内をピストンとして動けるよう、かつ空気が漏れないように少しゆるめのカットをする。

#### 2 実験方法

- ① アクリルパイプの先端に、0号ゴム栓を押し込み、さらにスペーサーを押し込む。
- ② 反対側から、ティッシュペーパー片をほぐして入れ、0号シリコン栓にグリースを塗って押し込む。
- ③ アクリルパイプを立て、シリコン栓の方からピストンを押し込み空気を一気に圧縮する。



【結果と考察】

シリンダー内でどんなことが起こったか。結果を理論を参考に説明せよ。

## 実験2 雲の発生 (断熱膨張)

【準備物】 500ml ペットボトル (炭酸飲料用), 炭酸用圧縮栓, 液晶温度計

【実験の方法】

- ① ペットボトル内を水で洗い, 乾かさずに炭酸用圧縮栓をする。多少水が残っている方がよい。
- ② 圧縮栓を押し, 空気圧を上昇させる。途中, 水を蒸発させるために, ペットボトルを振る。
- ③ 十分圧力が高くなったら, 栓を抜いて, 中のようすを観察する。
- ④ つぎに, 液晶温度計を入れ, 栓を抜く前と抜いた直後の温度を比較する。



【結果と考察】

栓を抜いた後, ペットボトル内はどのような変化が起きたか。また, 温度はどうなったか。

## 【演示】断熱変化 (レポート)

【実験結果】

### 実験1 圧気発火器

【結果】 紙が燃える。

【考察】 断熱圧縮により,  $\Delta T > 0$ , 温度が上昇。



### 実験2 雲発生器

【結果】 ペットボトル内の様子 ; 白い霧のようなものが発生する。

温度変化 ; 少し低下する。

【考察】 断熱膨張により,  $\Delta T < 0$ , 気体の温度が下がる。  
そのため, 飽和水蒸気圧を越えた水蒸気が水滴となって霧が発生した。



【感想】

- ・ 火がつくほど高温になるのは驚いた。
- ・ 断熱膨張では断熱圧縮ほど温度変化がないのはなぜか。 など

月	日	曜	限	気温	℃	気圧	hPa	湿度	%
				講座	年	組	席	名前	

## 【演示】断熱変化（実験書）

【目的】 断熱膨張や断熱圧縮と温度変化の関係について理解する。

【理論】

(1) 熱力学第1法則

理想気体は、分子どうしが離れていて分子間力がきわめて小さいことから、分子間力による位置エネルギーが無視でき、内部エネルギーは個々の分子の運動エネルギーの総和と考えてよい。気体は温度が高くなると分子運動が激しくなることから、内部エネルギー  $U$  は温度に比例する。物質量を  $n$ 、気体定数  $R$ 、温度を  $T$  として、

$$U = \sum_{N} (1/2)mu^2 = \text{①} \quad \text{) (単原子分子)}$$

である。

「気体に加えた熱  $Q$  は、気体の膨張によって外部にした仕事  $W$  と内部エネルギーの変化  $\Delta U$  に使われる」というエネルギーの関係を熱力学第1法則といい、次式で表される。

$$Q = \text{②} \quad \text{)}$$

なお、圧縮された場合、外部からされた仕事を  $W'$  とすると、 $W' = -W$  であるので

$$\Delta U = \text{③} \quad \text{)}$$

なお、仕事  $W$  は圧力  $p$  の定圧変化では、体積変化を  $\Delta V$  として、 $W = p \Delta V$  と表せるが、一般に圧力  $p$  が変化し、 $V$  の関数として表される場合は、 $W = \int p dV$  である。

(2) 断熱変化

一定体積の気体が急激に圧縮されたり、膨張したりする気体の変化を断熱変化という。断熱変化だから  $Q = 0$  である。単原子分子理想気体が断熱圧縮をすると、 $\Delta U = (3/2)nR \Delta T = W > 0$  となり、温度が ④ ) する。また、断熱膨張では、 $\Delta U = (3/2)nR \Delta T = -W < 0$  となり温度は ⑤ ) する。

### 実験1 圧気発火器（断熱圧縮）

【準備物】 アクリルパイプ内径 11 mm  $\phi$  (28cm)、木製丸棒外径 10 mm  $\phi$  (34cm)、14号ゴム栓、0号ゴム栓、0号シリコン栓、シリコングリース、雑巾、手袋、ティッシュペーパー

【実験の方法】

#### 1 圧気発火器の製作

- ① 14号ゴム栓をコルクボーラーで厚みの2/3位まで8mm  $\phi$ 程度の穴を空ける。
- ② 丸棒は、先端の1.5cm程度を切り落とし（スペーサーとして使う）、残りをゴム栓に押し込んでピストンの棒を作る。
- ③ 0号ゴム栓はアクリルパイプの先端に押し込み空気が漏れないように、きつめに押し込むことができるようにカットする。0号シリコン栓はアクリルパイプ内をピストンとして動けるよう、かつ空気が漏れないように少しゆるめのカットをする。

#### 2 実験方法

- ① アクリルパイプの先端に、0号ゴム栓を押し込み、さらにスペーサーを押し込む。
- ② 反対側から、ティッシュペーパー片をほぐして入れ、0号シリコン栓にグリースを塗って押し込む。
- ③ アクリルパイプを立て、シリコン栓の方からピストンを押し込み空気を一気に圧縮する。



【結果と考察】

シリンダー内でどんなことが起こったか。結果を理論を参考に説明せよ。

**実験2 雲の発生 (断熱膨張)**

【準備物】 500ml ペットボトル (炭酸飲料用), 炭酸用圧縮栓, 液晶温度計

【実験の方法】

- ① ペットボトル内を水で洗い, 乾かさずに炭酸用圧縮栓をする。多少水が残っている方がよい。
- ② 圧縮栓を押し, 空気圧を上昇させる。途中, 水を蒸発させるために, ペットボトルを振る。
- ③ 十分圧力が高くなったら, 栓を抜いて, 中のようすを観察する。
- ④ つぎに, 液晶温度計を入れ, 栓を抜く前と抜いた直後の温度を比較する。



【結果と考察】

栓を抜いた後, ペットボトル内はどのような変化が起きたか。また, 温度はどうなったか。

**【演示】断熱変化 (レポート)**

【実験結果】

**実験1 圧気発火器**

【結果】

【考察】



**実験2 雲発生器**

【結果】 ペットボトル内の様子 ;

温度変化 ;

【考察】



【感想】

月	日	曜	限	気温	℃	気圧	hPa	湿度	%
				講座	年	組	席	名前	