

レポート完成のヒント No.5

1.

- ◎ 物質を構成しているすべての原子や分子は、その温度に応じた熱運動をしています。当然ですが、熱運動は物質の温度が高くなるほど激しくなります。そのため、物質は温度が高くなるにつれて、「固体」→「液体」→「気体」というように状態変化をします。この物質のとり3つの状態を『物質の三態』と呼びましたね。

ただ、物質の中には例えば、ドライアイス(二酸化炭素が固体になったもの)、ヨウ素、ナフタレン(防虫剤に使われます)などのように直接「固体」→「気体」になるものもあり、この状態変化を『昇華』といいます。

この『熱運動』の発見につながった現象が、煙や花粉などの微粒子の不規則な運動である『ブラウン運動』です。

- ◎ コップに入った水の中にインクを数滴落とすと、インクが自然に水の中全体に広がる『拡散』という現象が起こりますね。しかし、この逆(色のついた水が純粋な水とインクに分離する)現象は常識的に起こりえませんよね。このような一方通行の変化を「不可逆変化」と呼んでいます。この事は理論的に証明されています。(「エントロピー」という考え方によります。)

「不可逆変化」は他にも例があります。熱いお湯の入ったヤカンを室内に放置しておく、やがてお湯の温度が下がって、水になります。しかし、この逆(水がお湯になる)はありません。一般に、『熱』に関する変化は「不可逆変化」です。

2.

- ◎ 温度目盛りには、主に2通りがあります。1つは『セルシウス温度』で、もう1つは『絶対温度』です。日本で日常生活に用いられているのは『セルシウス温度』ですね。物理や化学の分野で扱われるのは、『絶対温度』です。

『絶対温度』は何を基準にして定義されているのでしょうか？ 物質を構成する原子や分子は熱運動をしています、その熱運動が「停止する」温度を基準にしています。その時の温度が0 [K]で、『絶対零度』と呼ばれています。この温度は宇宙全体的に見て、最も低い温度で、これよりも低い温度はありません。(もちろん、理論的な結論であり、実際に観測して実証されたものではありません。)

『セルシウス温度』と『絶対温度』では、その温度幅は同じです。(つまり $1[^\circ\text{C}] = 1[\text{K}]$) 違うのは、測りはじめが、約273だけずれているだけです。『絶対温度』を $T[\text{K}]$ 、『セルシウス温度』を $t[^\circ\text{C}]$ とすると、その間に成り立つ関係式は、

$$T = t + 273 \quad \dots \textcircled{1} \quad \text{となります。}$$

①式が『セルシウス温度』と『絶対温度』の「橋渡し」の式になる訳です。

3.

- ◎ 『セルシウス温度』と『絶対温度』の「橋渡し」の ①式を使って計算します。

(1) $T = t + 273$ より
 $T = 27 + 273 = \quad [\text{K}]$

(3) $T = t + 273$ より
 $100 = t + 273$
したがって、 $t = 100 - 273 = \quad [^\circ\text{C}]$

4.

- ◎ 熱いミルクの入った容器を冷たい水の入った鍋に浸しておく、やがて両者の温度が等しくなりますね。この状態を『熱平衡』といいます。(ただし、外部との熱のやり取りが無視できるという理想的な場合を考えます。)

この時、ミルクから水に移動したエネルギーが『熱』あるいは『熱量』です。不可逆変化ですから、逆はありません。

現在では『熱量』の単位には、エネルギーと同じ『ジュール[J]』を用います。一昔前は、『熱量』の単位には『カロリー[cal]』を用いていました。

1[cal]の定義は、「1[g]の水の温度を1[°C]だけ上昇させるのに必要な熱量」です。

現在でも食品のエネルギー表示には「カロリー」が身近に使われていますね。

後でも出てきますが、当然、『エネルギー』と『熱量』の間には、密接な関係があります。結論からいうと、 $1[\text{cal}] = 4.2[\text{J}]$ の関係が成り立ちます。これは、ジュールという物理学者が、「ジュールの実験」という有名な実験により測定したものです。

5.

- ◎ **ここでは、『比熱』と『熱容量』という2つの考え方が出てきます。この2つはよく混同されがちですので、注意してください。2つには決定的に違いがあります。**

『比熱』とは、物質1[g]の温度を1[K]上昇させるのに必要な熱量のことです。ですから、物質によって一義的に決まる量になります。

一方、『熱容量』とは、ある物体の塊何[g]かの温度を1[K]上昇させるのに必要な熱量のことです。ですから、『熱容量』は物体の質量によって変わる量です。

※特に、水の比熱は $4.2[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ であり、重要な値ですから、覚えておいて頂きたいです。

- ◎ 「比熱の大きな物質と小さな物質では、どちらの方が温まりにくく、冷めにくいかな？」という問いに関しては、なかなか分かりにくいようですが、『湯たんぽ』をイメージしてください。実は水の比熱の値 $4.2[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ は、金属などに比べると非常に大きな値です。(教科書の表を見てください。)『湯たんぽ』は冷めにくいですよ。ですから、比熱の大きな物質ほど温まりにくく、冷めにくいのです。鉄などの金属は日なたに置いておくとすぐに温まり、また日陰ではすぐに冷めますよね。それは比熱が小さいからです。(この事は、後で出てくる『熱量の式』からもすぐに計算できます。)

- ◎ 「比熱 c 」、「熱容量 C 」、「熱量 Q 」の間に成り立つ関係式
簡潔に式だけ書くと(単位などは教科書で確認をお願いします。)

$$C = mc \quad (C: \text{熱容量}, m: \text{質量}, c: \text{比熱})$$

$$Q = C \Delta T \quad (Q: \text{熱量}, C: \text{熱容量}, \Delta T: \text{温度の変化分})$$

$$Q = C \Delta T = mc \Delta T \quad (Q: \text{熱量}, C: \text{熱容量}, \Delta T: \text{温度の変化分}, m: \text{質量}, c: \text{比熱})$$

の3つを覚えてください。この3つの式を使えば、熱量に関する計算に対処できます。

6.

- ◎ 熱量に関する計算ですが、問題の横に書いてある関係式を使えばできますので、チャレンジしてください。 ※単位をつけて答えるようにしてください。

7.

I. について

- ◎ 『熱量の保存』(あるいは、『熱量保存の法則』ともいいます。)に関する記述です。
高温の物体Aと低温の物体Bを接触させた場合を考えます。ただし、外部との熱のやり取りがないという理想的な場合を想定しています。
熱量は当然、高温の物体Aから低温の物体Bに移動して、やがて両者の温度が等しくなった(熱平衡)とき、止まります。(「不可逆変化」ですね。)
この時、**高温の物体Aが失った熱量=低温の物体Bが得た熱量** が成り立ちます。
ちょっと考えたら、常識的な事ですよ。これを『熱量保存の法則』と呼びます。
これを式にしたら、レポートの①式になります。この式を使うと、熱量に関する計算をする事が出来ます。それがパートIIです。

II. について

- ◎ 要は、①式を各問いについて立てて、その方程式を解く訳です。
ただし、出てくる記号がたくさんあったり、方程式を解くという面倒くささがありますので、**がまんして解いてみてください。 ※結構難しいかも知れません。**

(問1) ①式の各記号にあたる数値を代入できれば、方程式はできあがります。

考えてみてください。

単刀直入に、できる方程式を書きますと、
 $200 \times 4.2 \times (80 - t) = 200 \times 4.2 \times (t - 20)$ (ただし、 t [°C]は熱平衡の温度)
となります。

この方程式を t について解いてください。

(問2) 単刀直入に、できる方程式を書きますと、

$600 \times 4.2 \times (80 - t) = 200 \times 4.2 \times (t - 20)$
となります。

この方程式を t について解いてください。

★何故、(問1)の時の答とちがうのだろう? ⇒ (問1)の場合と何が違うのかが(理由)として書ければ結構です。

(問3) 単刀直入に、できる方程式を書きますと、

$300 \times c \times (100 - 20) = 400 \times 4.2 \times (20 - 10)$ (ただし、 c [J/(g·K)]は金属球の比熱)
となります。

この方程式を c について解いてください。