

1-1 状態変化と熱

Point!

1 セルシウス温度と絶対温度

- (1) ⁽¹⁾ **セルシウス温度 (セ氏温度)** …日常で用いられている温度。単位は度 (記号: °C)。
 (2) ⁽²⁾ **絶対温度** …-273°C (絶対零度) を原点として、セルシウス温度の目盛りと同じ間隔で表した温度。単位はケルビン (記号: K)。
 ・絶対温度 T [K] とセルシウス温度 t [°C] の間には、⁽³⁾ $T = t + 273$ という関係が成り立つ。

2 状態変化と熱

- (1) 状態変化…物質の、固体↔液体↔気体間の変化。
 (2) 状態変化と熱 (右図)
 ① ⁽⁴⁾ **融解熱** …固体 1 mol を液体にするのに必要な熱量。
 ② ⁽⁵⁾ **蒸発熱** …液体 1 mol を気体にするのに必要な熱量。
 (3) 熱量の求め方

① 状態変化における熱量

融解熱や蒸発熱は、1気圧のもとで、物質 1 mol あたりの熱量 [kJ/mol] で示される。

〈例〉0°Cの水36gを0°Cの水に融解するとき必要な熱量 (水の融解熱を6.0kJ/molとする。)

$$\text{水} 36\text{g} \text{ は } \frac{36\text{g}}{18\text{g/mol}} = 2.0\text{mol}. \quad \bullet \dots\dots\dots \text{水のモル質量は} 18\text{g/mol}$$

$$\text{よって、熱量は、} (14) \quad 6.0 [\text{kJ/mol}] \times 2.0 [\text{mol}] = 12\text{kJ}$$

② 温度変化における熱量

水 1 g の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量 (比熱) は 4.2J/(g・°C)。

〈例〉5°Cの水100gを25°Cにするときの熱量は、

$$(15) \quad 4.2 [\text{J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})] \times 100 [\text{g}] \times (25 - 5) [^\circ\text{C}] = 8400\text{J} = 8.4\text{kJ} \quad \bullet$$

3 粒子間の力と融点・沸点

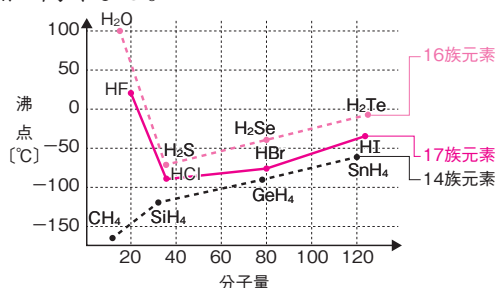
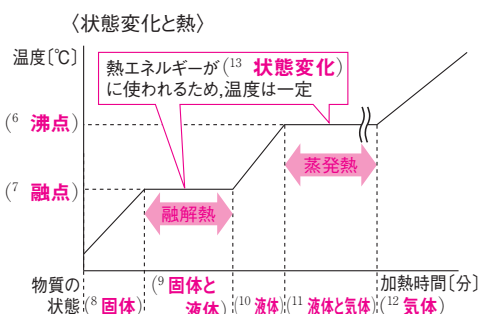
- (1) 分子間力…分子間にはたらく引力。共有結合やイオン結合、金属結合より ⁽¹⁶⁾ **弱い** 力。
 ① ⁽¹⁷⁾ **ファンデルワールス力** …分子間にはたらく弱い引力。分子量が大きいほど ⁽¹⁸⁾ **強い**。
 分子量が同程度の場合、無極性分子より極性分子にはたらく力のほうが ⁽¹⁹⁾ **強い**。
 ② ⁽²⁰⁾ **水素結合** …電気陰性度の大きい原子 (F, O, N など) の間に水素原子が仲立ちしてできる結合。ファンデルワールス力による結合より強い。●

(2) 粒子間の力と融点・沸点

構成粒子間にはたらく引力が大きいほど、融点や沸点は高くなる。

〈例〉右の図で、各物質の沸点について、

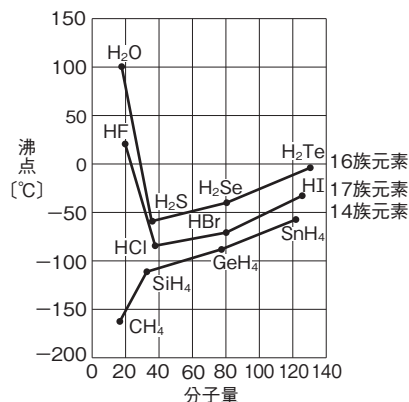
- 分子間に ⁽²¹⁾ **水素結合** が形成されるので、 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$
- ⁽²²⁾ **分子量が大きい** ので、 $\text{HBr} > \text{HCl}$
- ⁽²³⁾ **無極性分子** なので、14族元素の水素化合物は低い。●



Warm Up

次の問いに答えなさい。

- (1) 30℃の水90gを加熱して、すべて110℃の水蒸気にする。このとき吸収される熱量は何kJか。有効数字2桁で答えなさい。ただし、水1gを1K上昇させるために必要な熱量は4.2J/(g・K)、水蒸気1gを1K上昇させるために必要な熱量は2.1J/(g・K)であり、蒸発熱は41kJ/molとする。(H=1.0, O=16)
- (2) 下の図は、14族、16族、17族の水素化合物の沸点を示している。この図を参考に、次の文章の下線部が正しい場合は○を書き、間違っている場合は正しく書き直しなさい。
- ① 第3～5周期の同じ族の水素化合物で、分子量が小さくなると沸点が高くなる。
- ② 14族の水素化合物は極性分子であるため、同一周期の中で14族元素の水素化合物の沸点が低い。
- ③ HFの分子間には水素結合が形成されるため、HFの沸点がHClに比べて高い。
- (3) CO₂とSiO₂とでは、どちらの物質の沸点が高いか。化学式で答えなさい。



解説

- (1) 状態変化が起こっていることに注意して、

- ① 水の温度変化における熱量
- ② 水から水蒸気へ状態変化における熱量
- ③ 水蒸気の温度変化における熱量

をそれぞれ求める。

- ① まず、30℃の水90gを100℃の水にするのに必要な熱量は、

$$4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K}) \times 90\text{g} \times (100 - 30)\text{K} = 26460\text{J} = 26.46\text{kJ}$$

- ② 次に、水の水蒸気にするのに必要な熱量を求める。

水のモル質量は18g/molより、水90gは、 $\frac{90\text{g}}{18\text{g/mol}} = 5.0\text{mol}$ である。

よって、100℃の水5.0molを100℃の水蒸気にするのに必要な熱量は、 $41\text{kJ/mol} \times 5.0\text{mol} = 205\text{kJ}$

- ③ 最後に、100℃の水蒸気90gを110℃の水蒸気にするのに必要な熱量は、

$$2.1\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K}) \times 90\text{g} \times (110 - 100)\text{K} = 1890\text{J} = 1.89\text{kJ}$$

よって、吸収される熱量は、 $26.46\text{kJ} + 205\text{kJ} + 1.89\text{kJ} = 233.35\text{kJ} \approx 2.3 \times 10^2\text{kJ}$

- (2) ① 図より、第3～5周期の同じ族の化合物は、分子量が大きいくほど沸点が高いことがわかる。

大きく ●…………… 構造が似た分子では、分子量が大きいくほどファンデルワールス力が強い

- ② 14族の水素化合物は無極性分子。無極性分子は、極性分子に比べて、はたらくファンデルワールス力が弱いので、沸点が低くなる。無極性分子

- ③ ○

- (3) CO₂は分子結晶、SiO₂は共有結合の結晶である。共有結合の結晶やイオン結晶、金属結晶では、粒子間にはたらく力が分子間力に比べて大きいので、融点や沸点は高くなる。

よって、SiO₂



温度差を表す場合、絶対温度 [K] とセルシウス温度 [°C] は同じ数値になる

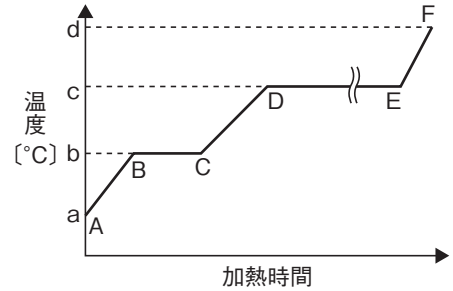
状態変化における熱量は、物質質量 [mol] で考える

Try

1 50℃の水36gを110℃の水蒸気にするのに吸収される熱量は何kJか。有効数字2桁で答えなさい。ただし、水（液体）1gを1℃上昇させるために必要な熱量は4.2J/(g・℃)、水蒸気1gを1℃上昇させるために必要な熱量は2.1J/(g・℃)、水の100℃での蒸発熱を41kJ/molとする。(H = 1.0, O = 16)

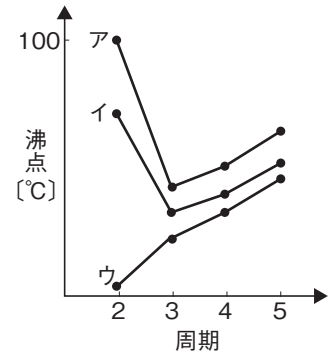
2 温度a[℃]の物質Xの固体を一様に加熱し、d[℃]の気体になるまでの温度変化を図に示した。次の問いに答えなさい。

- (1) 温度一定のBC間で起こる現象を何というか。また、そのときの物質Xの状態を答えなさい。
- (2) b[℃], c[℃]の温度のことをそれぞれ何というか。
- (3) BC間, DE間で熱が加えられていても温度が上がらないのは、熱が何に使われているからか。
- (4) BC間, DE間で加えられた熱量をそれぞれ何というか。



3 右の図は、14族元素の水素化合物、16族元素の水素化合物、17族元素の水素化合物の沸点と元素の周期との関係を、模式的に表したものである。次の問いに答えなさい。(H = 1.0, N = 14, F = 19, Cl = 35.5)

- (1) 16族元素の水素化合物の沸点に該当するグラフは、ア～ウのどれか。
- (2) ア, イで第2周期の水素化合物の沸点が特に高いのはなぜか。15字以内で答えなさい。
- (3) 次の①～③の2つの物質で、沸点の高い方の物質を化学式で答えなさい。
 - ① H₂とN₂ ② F₂とHCl ③ HFとHCl

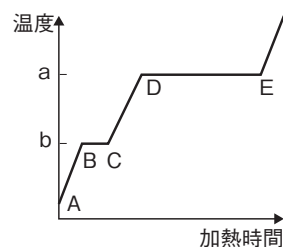


Exercise

1 P.32の **Point!** を赤シートでかくして、番号順にノートにテストしなさい。

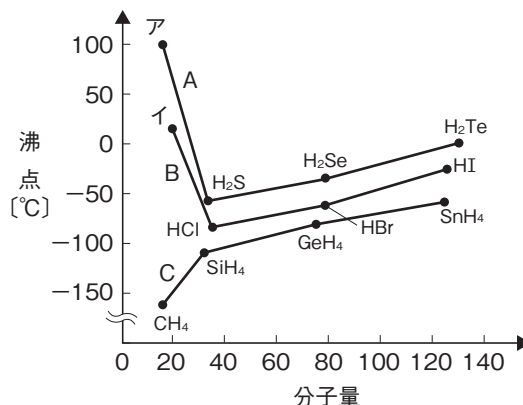
2 0℃の水9.0gを加熱して80℃の水にするのに何kJの熱量が必要か。有効数字2桁で答えなさい。ただし、氷の融解熱を6.0kJ/mol、水1gの温度を1K上げるのに必要な熱量を4.2J/(g・K)とする。
(H = 1.0, O = 16)

3 右のグラフは、氷を加熱したときの、温度と加熱時間の関係を表している。次の問いに答えなさい。



- (1) 加熱を始めたAの状態ではすべて「氷」である。BC間、CD間、DE間は、「氷」、「水」、「水蒸気」の用語を使うと、どのような状態といえるか。(用語は何度使ってもよいし、組み合わせて使ってもよい)
- (2) aの温度は何℃か。(気圧は1気圧とする)
- (3) bの温度は何℃か。(気圧は1気圧とする)
- (4) BC間で吸収される熱を何というか。漢字で書きなさい。
- (5) DE間で吸収される熱を何というか。漢字で書きなさい。

4 図は、分子量と沸点の関係を表したものであり、A～Cのグループは、同族元素の水素化合物である。次の問いに答えなさい。



- (1) **ア**、**イ**にあてはまる分子の化学式を書きなさい。
- (2) Cのグループのような化学的性質のよく似た分子では、一般に、分子量が大きいほど融点、沸点が高くなる。その理由を述べなさい。
- (3) A、B、Cのグループの分子量の最も小さい3つの化合物を比較すると、CのCH₄に比べてAの**ア**、Bの**イ**の沸点がかなり高い。そのような違いが生じる理由を述べなさい。