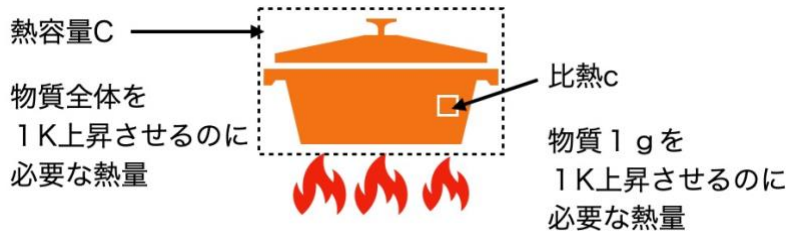


○ 熱の移動と保存

・比熱（比熱容量）

夏の公園で、同じ条件で日光によって温められた滑り台（金属）と水たまりの水では、水はぬるま湯のようですが、滑り台はやけどするような温度になっています。このように物質によって暖まりやすさは異なります。ある物質 1 g を 1 K 上昇させる (= 1 °C 上昇させる) のに必要な熱量 Q を（比熱）（比熱容量）といい c で表します。例えばある質量 m [g] の物体に熱 Q [J] を与えて、その結果温度が ΔT [K] 変化したときの比熱は次の式で表せます。



$$c = \left(\frac{Q}{m\Delta T} \right) \quad \rightarrow \quad Q = (mc\Delta T)$$

比熱の単位は組立単位で（ J/(g · K) ）を使います。比熱が大きい物質ほど、暖まり（ にくい ）ことを示します。力学とは異なり質量の単位を kg ではなく、 g にして使うことがよくあるので注意が必要です。

参考 物質の比熱[J/g · K] 銅 0.38 鉄 0.45 アルミニウム 0.90 水 4.2

・熱容量

物体の温度を 1 K 変化させるのに必要な熱量を（熱容量）といい C で表します。例えばある物体に熱量 Q [J] を加えた時、その物体の温度が ΔT [K] 上昇したとすると、次の式で表せます。

$$C = \left(\frac{Q}{\Delta T} \right) \quad \rightarrow \quad Q = (C\Delta T)$$

熱容量の単位は組立単位で（ J/K ）を使います。なお比熱 c と熱容量 C には次の関係があります。

$$C = mc$$

問題 比熱 0.45 [J/(g · K)] の物体 100g の温度を、20°C から 70°C まで上げるのに必要な熱量 Q [J] を求めなさい。

$$Q = mc\Delta T = 0.45 \times 100 \times (70 - 20) = 2.25 \times 10^4 \text{ [J]}$$

ΔT の計算はセルシウス温度 Δt と同じ。

問題 ある物質 200g に 800J の熱を与えたら、温度が 20°C から 30°C に変わった。

(1) この物質の比熱 c は何 J/(g · K) ですか。

(2) この物質の熱容量 C は何 J/K ですか。

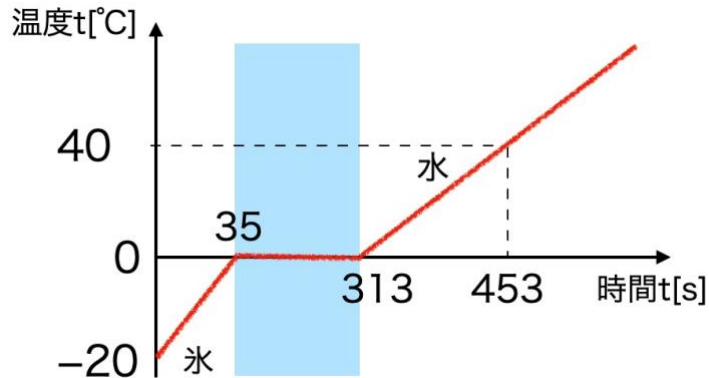
(1)

$$Q = mc\Delta T \quad \text{より} \quad c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{800}{200 \times (30 - 20)} = 0.40[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$$

(2)

$$Q = C\Delta T \quad \text{より} \quad C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{800}{30 - 20} = 80[\text{J}/\text{K}]$$

問題 温度 -20°C の氷に、時刻 0 から毎秒 60J の熱量を加え始めた。氷の温度は 35 秒後に 0°C になり状態変化が起こり、313 秒後に完全に水になった。そして 453 秒後に水の温度は 40°C になり、ここで加熱を止めた。水の比熱を $4.2[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$ 、氷の比熱を $c_{\text{氷}}[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$ とします。



- (1) 氷の質量はいくらか。
 - (2) 氷の比熱は温度によらず一定であるとして、その値はいくらか。
 - (3) 0°C 、1g の氷が、すべて水になるまでに必要な熱量はいくらか。
- (1)(2) 氷の質量を $m[\text{g}]$ とすると

$$Q = mc\Delta T$$

$$60 \times 35 = m \times c_{\text{氷}} \times (0 - (-20))$$

となり、氷の比熱がわからないと求めることができません。ここで、水が 313 秒から 453 秒の間に得た熱量の関係を使うと、

$$Q = mc\Delta T$$

$$60 \times (453 - 313) = m \times 4.2 \times (40 - 0)$$

$$60 \times 140 = 168m$$

$$m = 50[\text{g}]$$

となります。これを上の式に代入すると、

$$60 \times 35 = 50 \times c_{\text{氷}} \times 20$$

$$c_{\text{氷}} = 2.1[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$$

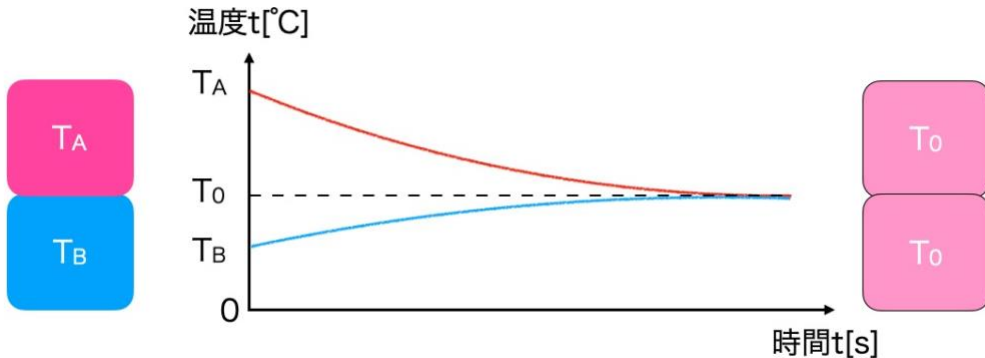
- (3) 50g の氷がすべて水になるのに必要な熱量は、

$$60 \times (313 - 35) = 16680$$

$$\frac{16680}{50} = 333.6 = 3.3 \times 10^2 [J]$$

・ 熱量の保存

温度の異なる物質を接触させると、高温の物質から低温の物質へと熱が移動します。このとき高温の物体が得る熱量と、低温の物体が得る熱量は同じです。これを（ 熱量の保存 ）といいます。



最終的には、温度は等しくなります。この状態を（ 熱平衡 ）といいます。

問題 水 A (80°Cの 50g) と水 B(20°Cの水 150g)を混合すると、熱平衡に達し、全体の温度は t[°C]になった。この温度を求めなさい。外部に熱が逃げないものとします。

熱量の保存より

$$50 \times c \times (80 - t) = 150 \times c \times (t - 20)$$

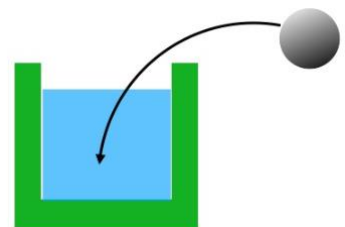
$$\text{水 A が失った熱量} = \text{水 B が得た熱量}$$

$$4000 - 50t = 150t - 3000$$

$$200t = 7000$$

$$t = 35 [^\circ\text{C}]$$

問題 熱容量 126J/K の容器の中に 170g の水を入れて熱平衡に達したときの温度を測ると、20.0°Cになった。ここに 100°Cに熱した質量 100g の鉄球を入れて、熱平衡になると 24.0°Cになった。水の比熱を 4.2J/(g·K)とする。鉄の比熱 c[J/(g·K)]を求めなさい。



熱量の保存より

$$126 \times (24 - 20) + 170 \times 4.2 \times (24 - 20) = 100 \times c \times (100 - 24)$$

$$(126 + 714) \times 4 = 7600c$$

$$c = \frac{3360}{7600} = 0.442 = 0.44 [\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$$