

【11 熱とエネルギー】

- ・絶対温度とセルシウス温度

$$T [\text{K}] = t [^{\circ}\text{C}] + 273$$

- ・熱容量

$$C [\text{J/K}]$$

- ・比熱

$$c [\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$$

- ・熱容量と比熱の関係

$$C = mc$$

- ・熱量

$$Q = mc\Delta T [\text{J}]$$

- ・熱平衡

$$\underbrace{mc\Delta T}_{\text{高温の物体}} = \underbrace{mc\Delta T}_{\text{低温の物体}}$$

- ・熱力学第一法則

$$\Delta U = Q + W$$

- ・熱効率

$$e = \frac{W'}{Q_{in}} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$$

()年 ()科 ()組 ()番 名前()

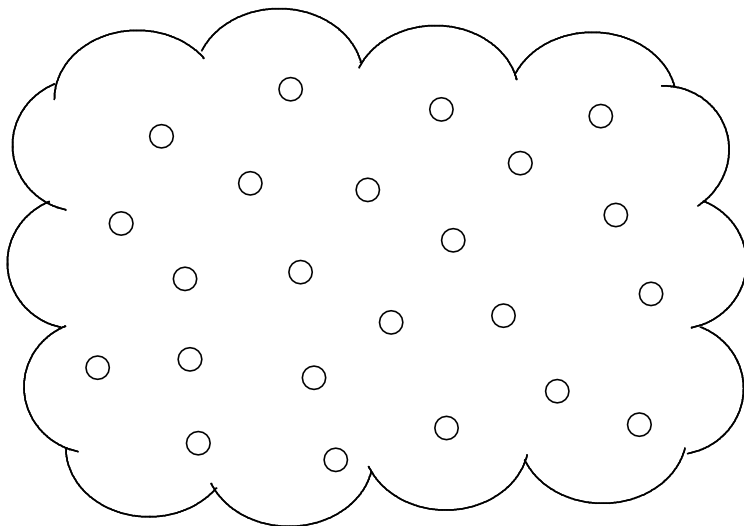
第1章

熱とエネルギー

1 熱と熱量

A 温度

「温度」とは、なにで決まっているのでしょうか？

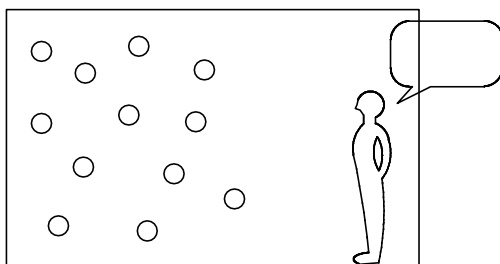


このように空気中の分子は不規則な運動をしているのです。

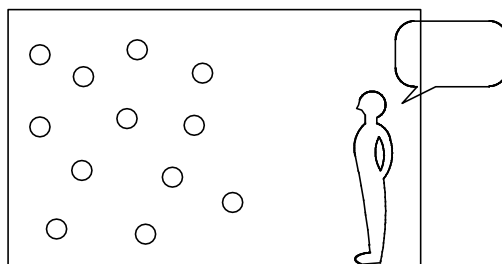
この運動のことを と言います。

そして熱運動の が、温度を表しているのです。

【温度が高いとき】

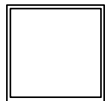


【温度が低いとき】



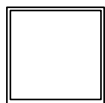
分子の運動が遅くなるほど、温度は低くなる。ということは、
分子が運動をやめたとき、温度は（ ）なります。
このときの温度を（ ）と言います。

温度の表し方には2通りあります。



...

地上において、水が氷になる温度を0、水が水蒸気になる温度を100と定めて、その間を100等分して目盛りを付けた温度の表し方。



...

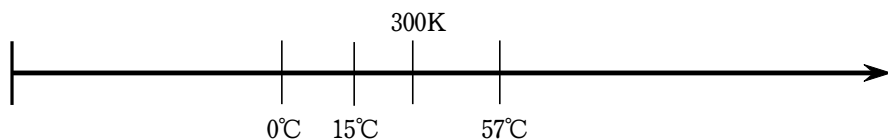
絶対零度を0とした温度の表し方。

ちなみに、絶対零度はセルシウス温度で表すと



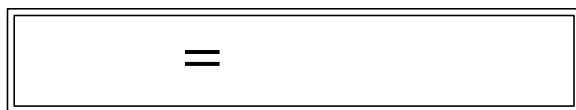
になります。

絶対温度



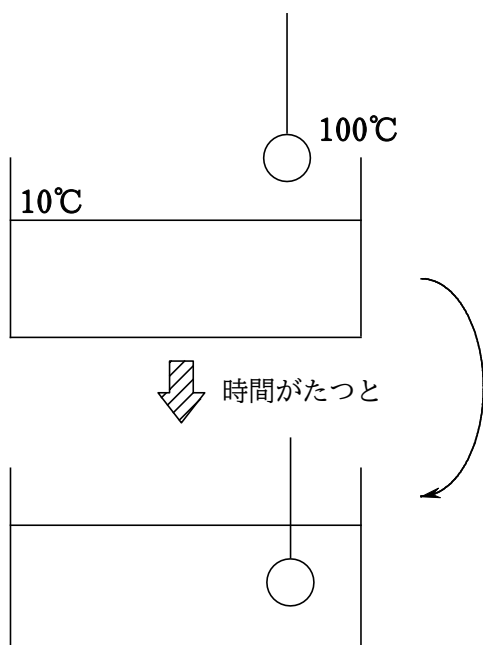
セルシウス温度

絶対温度とセルシウス温度の関係



問1 15°Cは何Kか。また、300Kは何°Cか。

B 熱量



このように同じ温度になることを（ ）と言います。

けれども、ここで疑問が...

銅： $100^{\circ}\text{C} \rightarrow 18^{\circ}\text{C}$ 銅は、

水： $10^{\circ}\text{C} \rightarrow 18^{\circ}\text{C}$ 水は、

温度を 1°C 上げるのに必要な熱量は、物体によって異なります。

ある物体の温度を 1K だけ上昇させるのに必要な熱量を、

その物体の

と言います。

単位の読み方は

です。

つまり、 $\Delta T[\text{K}]$ だけ物体の温度を上げたいときは、

の熱量が必要になります。

問2

ある物体に 500 J の熱量を与えたら、温度が 20 K だけ上昇した。この物体の熱容量は何 J/K か。

また、1gあたりの物質を1℃上げるのに必要な熱量を

と言います。

問3

質量 100 g の鉄球を加熱し、 1.8×10^3 J の熱量を与えたところ、鉄球の温度が 20 °C から 60 °C に上昇した。鉄の比熱は何 J/(g・K) か。

問4

身のまわりの物質の中では、水が特に比熱が大きい(表1)。水は、「温まりやすく冷めやすい」、 「温まりにくく冷めにくい」 のどちらといえるだろうか。

D 熱量の保存

あったかいものとつめたいものを接触させると、熱の移動が起こります。

$$Q_{\text{高温の物質が失った熱量}} = Q_{\text{低温の物質が得た熱量}}$$

例題 1

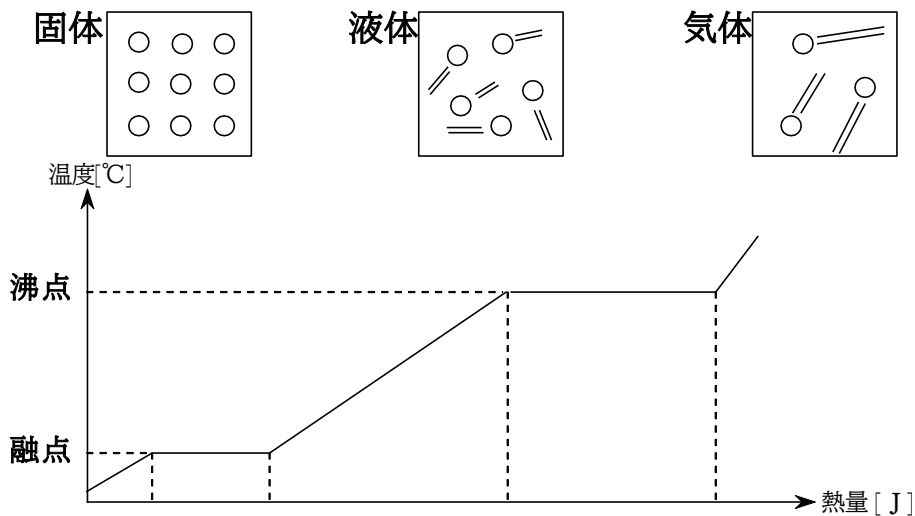
100 °C に熱した 200 g の鉄製の容器に、10 °C の水 50 g を入れた。熱平衡になったときの温度 t [°C] を求めよ。ただし、熱は容器と水の間だけで移動し、鉄の比熱を 0.45 J/(g・K)、水の比熱を 4.2 J/(g・K) とする。

類題 1

18 °C, 420 g の金属製の容器に, 70 °C, 130 g の水 (湯) を入れたところ, 熱平衡に達し, 全体の温度が 58 °C で一定になった。容器の金属の比熱 c [J/(g·K)] を求めよ。ただし, 熱は容器と水の間だけで移動し, 水の比熱を 4.2 J/(g·K) とする。

2、熱と物質の状態

A 物質の三態



…… 状態変化に伴う熱のこと
 ()
 ()

問5

融点にある氷 20 g をすべて同温度の水にするために必要な熱量は何 J か。氷の融解熱を 330 J/g とする。

問6

沸点にある水 30 g がすべて同温度の水蒸気になるとき，吸収される熱量は何 J か。水の蒸発熱を 2.3×10^3 J/g とする。

熱膨張

ほぼすべての物質は、温度が上がると膨張します。

3、熱と仕事

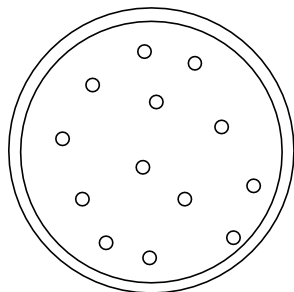
A 熱と仕事の関係

みなさん手をこすってみてください。温かくなりますよね？
仕事や運動エネルギーは熱に変換することができます。

問7

水平な道路を速さ 10 m/s で走っていた質量 $4.2 \times 10^3 \text{ kg}$ のトラックがブレーキをかけて止まった。このとき、運動エネルギーがすべて熱に変化したとすると、発生した熱量は何 J か。

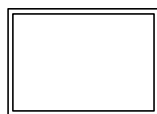
B 内部エネルギー



←これがバレーボールだとしたら、
ボールの内部で気体分子が飛び回
っている。つまり、内部にエネル
ギーがあるわけです。

この章の初めに空気の正体は気体の分子だというお話をしました。そして、その分子は飛び回っているということも伝えました。つまり、分子1つ1つが運動エネルギーを持っています。これらすべてを足しあせたものを
() といいます。

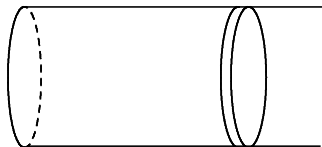
【内部エネルギーの変化】



C 熱力学第一法則

物体に与えた熱量 Q [J]と、物体がされた仕事 W [J] の和は、
物体の内部エネルギーの変化 ΔU に等しい

【熱力学第一法則】



問 8

気体に 4.0×10^2 J の仕事をしたところ、気体が 1.5×10^2 J の熱量を放出したとする。
このとき、気体の内部エネルギーの変化は何 J か。

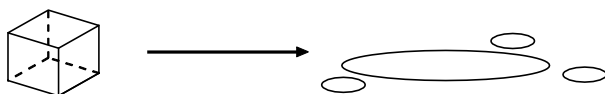
問 9

ピストンがついた容器内に気体を入れて加熱し、 5.0×10^2 J の熱量を与えたところ、
気体は膨張し、ピストンを押して 2.0×10^2 J の仕事をした。このとき、気体の内部エネルギーの変化は何 J か。

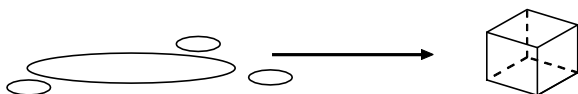
4 不可逆変化と熱機関

A 不可逆変化

氷が周りの熱を吸収して勝手に水にとけることはあっても、



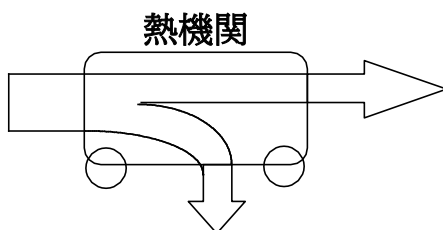
水が周りに熱を放出しながら勝手に氷になることはありませんよね。



これを（ ） ）、基本的に熱がからむと不可逆です。

B 熱機関

熱機関とは、高温の物体から熱を取り出して、その熱の一部を仕事に変換し、残りの熱を低温の物体に放出する装置のことです。



熱機関の性能のよさは、「熱効率： e 」という次の式で表されます。

【熱効率】

問 10

熱機関が、高温の物体から熱量 500 J を吸収し、低温の物体に熱量 425 J を放出した。得られた仕事 $W'[\text{J}]$ と、熱効率 e を求めよ。

演習問題

1、熱量の保存・物質の三態

熱容量が無視できる容器の中に、 -10.0°C の氷 14.0 g がある。ここに 50.0°C の水(湯) 36.0 g を加えてしばらく置いたところ、氷はすべてとけて一定温度の水になった。氷の比熱を $2.10\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱を $4.20\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱を 330 J/g とし、熱は氷と水の間だけでやりとりされたとする。

- (1) 氷が -10.0°C から 0°C になるまでに得る熱量 $Q_1[\text{J}]$ を求めよ。ただし、氷は 0°C になるまですべて融解しなかったとする。
 - (2) 0°C の氷がすべて融解し、 0°C の水になるまでに得る熱量 $Q_2[\text{J}]$ を求めよ。
 - (3) 熱平衡の状態になったときの温度 $t[^{\circ}\text{C}]$ を求めよ。
-

2、熱と仕事

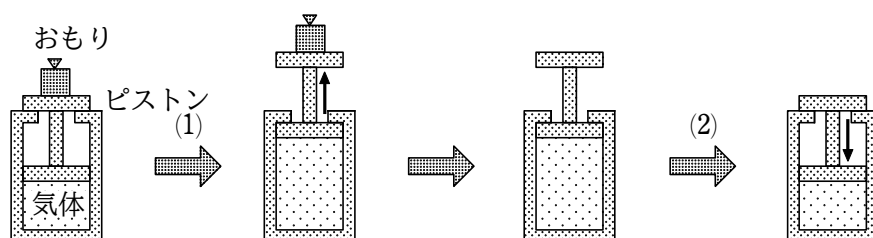
粒状の金属 2.0 kg を詰めた袋がある。この袋を、高さ 1.0 m の位置からくり返し 50 回落下させたところ、金属の温度が 1.4°C 上昇した。この金属の熱容量 $C[\text{J/K}]$ と比熱 $c[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ を求めよ。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、落下する際に重力がする仕事はすべて金属の温度上昇に使われたとする。空気の抵抗は無視する。

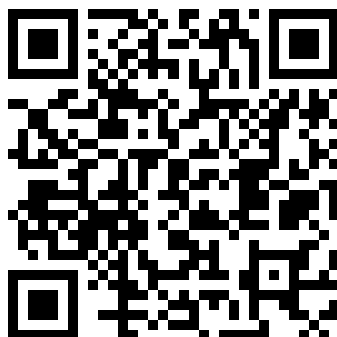
演習問題

3、熱力学第一法則・熱効率

なめらかに動くピストンがついた容器に，気体を閉じこめた。

- (1) ピストンにおもりをのせた状態で気体を加熱したところ，気体は膨張し，おもりは上昇した。この過程で気体が吸収した熱量を $7.2 \times 10^2 \text{ J}$ ，気体が外部にした仕事を $2.4 \times 10^2 \text{ J}$ とする。このときの気体の内部エネルギーの変化 $\Delta U_1 [\text{J}]$ を求めよ。
- (2) 次に，おもりをピストンから下ろして容器を放置したところ，気体は熱を放出しながら収縮し，やがて初めと同じ状態 (同じ圧力・体積・温度) にもどったとする。この過程で気体が外部からされた仕事を $2.0 \times 10^2 \text{ J}$ とするとき，気体が放出した熱量 $Q_{\text{out}} [\text{J}]$ を求めよ。
- (3) (1)，(2) の過程のくり返しを熱機関とみなしたときの熱効率 e を求めよ (分数で答えてよい)。





「不屈不撓の物理」

