

ジュールの法則

1st. 2016/01/10Lst. 2021/10/25

熱量と熱の仕事当量

3

$$\begin{array}{ccc}
 \text{熱量} & & \text{質量} & & \text{温度} \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 Q & = & m & T
 \end{array}$$

$$[\text{cal}] = [\text{g}] \times [\text{K}] \text{ or } [^{\circ}\text{C}]$$

$$1 \text{ cal} \doteq 4.19 \text{ J} \quad \text{または} \quad 1 \text{ kcal} \doteq 4.19 \times 10^3 \text{ J}$$

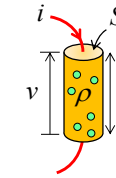
1 g(または1 kg)の水を14.5°C から15.5°Cに加熱するのに必要な熱量
 $c_w = 4.19 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ または $c_w = 4.19 \times 10^3 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

ジュールエネルギー

2

抵抗Rに電流*i*が流れているとき、
ジュールエネルギーは

$$\begin{aligned}
 W_j &= \int_0^t vidt = \int_0^t Ri^2 dt \\
 &= R \int_0^t i^2 dt \quad (1)
 \end{aligned}$$



上式の積分を等価な直流電流*I*_{RMS}で置き換えると

$$W_j = RI_{\text{RMS}}^2 t \text{ [J]} \quad (2)$$

ただし、*I*_{RMS}は以下で定義される値で、これを実効値と呼ぶ。

$$\begin{aligned}
 I_{\text{RMS}}^2 t &= \int_0^t i^2 dt \\
 I_{\text{RMS}} &= \sqrt{\frac{1}{t} \int_0^t i^2 dt} \quad (3)
 \end{aligned}$$

所で、導体内部のオームの法則 $J = \sigma E$ [A/m^2] を使うと、(1)は

$$W_j = \int_0^t vidt = \int_0^t Ri^2 dt \quad (4)$$

$$= R \int_0^t i^2 dt = \frac{l}{\sigma S} \int_0^t (\sigma ES)^2 dt$$

$$= \sigma S l \int_0^t E^2 dt \text{ [J]} \quad (5)$$

従って、単位体積あたりのエネルギーは

$$w_j = \int_0^t \sigma E^2 dt \text{ [J/m}^3] \quad (6)$$

又は、キルヒホッフの電流則より

$$\begin{aligned}
 V(idt) &= Ri^2 dt = \frac{V}{i} i^2 dt = Vidt \\
 &= El \cdot JS \cdot dt = Sl\sigma E^2 dt \text{ [J]} \quad (7)
 \end{aligned}$$

単位体積あたりのエネルギーは $w_j = \sigma E^2 dt \text{ [J/m}^3] \quad (8)$

熱の仕事当量(15°Cカロリー)

4

$$1 \text{ cal} \doteq 4.19 \text{ J}$$

1 gの水を14.5°C から15.5°Cに加熱するのに必要な熱量
 $c_w = 4.19 \text{ J/g}\cdot\text{K}$

$$1 \text{ kcal} \doteq 4.19 \times 10^3 \text{ J}$$

1 kgの水を14.5°C から15.5°Cに加熱するのに必要な熱量
 $c_w = 4.19 \times 10^3 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

