

Количина топлоте и топлотна равнотежа

1

Топлота и количина топлоте

Топлота је један од видова енергије тела.

Енергија коју тело прими или отпушта у топлотним процесима назива се количина топлоте.

Количина топлоте се обележава са ΔQ , а јединица јој је џул (J).

Осим џула као јединица за количину топлоте користи се и калорија (cal).

Калорија је количина топлоте која једном граму воде повиси температуру за 1°C ,
и то од $14,5^{\circ}\text{C}$ до $15,5^{\circ}\text{C}$.

$$1 \text{ cal} = 14,9 \text{ J}$$

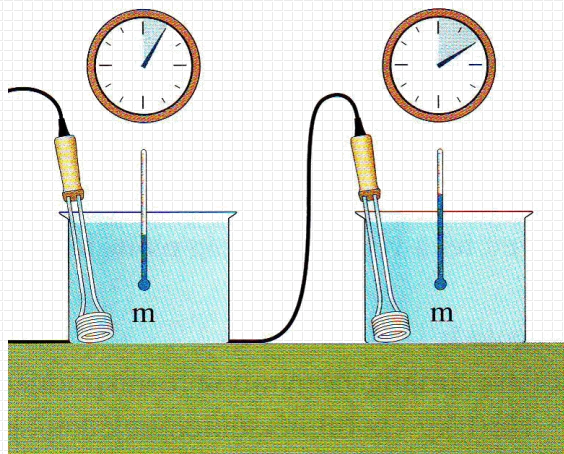
$$1 \text{ J} = \frac{1}{14,9} \text{ cal} = 0,239 \text{ cal}$$

Често се користе и килокалорије (kcal). Где се ове јединице најчешће употребљавају?

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal}$$

2

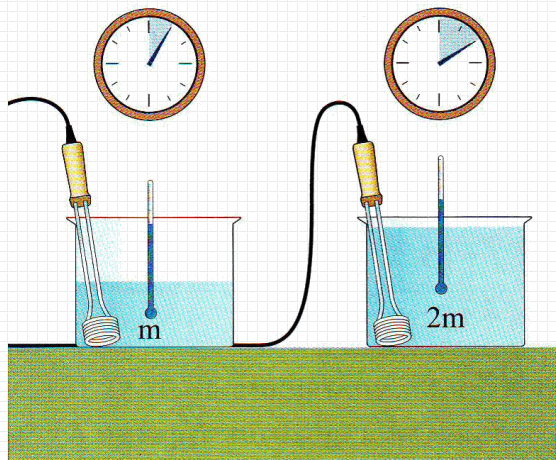
Да бисмо написали израз за количину топлоте анализираћемо три једноставна огледа. У два суда сипамо исте количине воде које се налазе на истој почетној температури. Кад ставимо грејаче у судове температура воде се повећава што можемо видети на термометрима. Из суда са леве стране вадимо грејач после 5 минута, а из суда са десне после 10 минута. Температура воде у суду са десне стране ће бити виша. То је логично, вода се у том суду дуже грејала и примила је већу количину топлоте..



Дакле, можемо закључити да је промена температуре тела сразмерна доведеној количини топлоте.

3

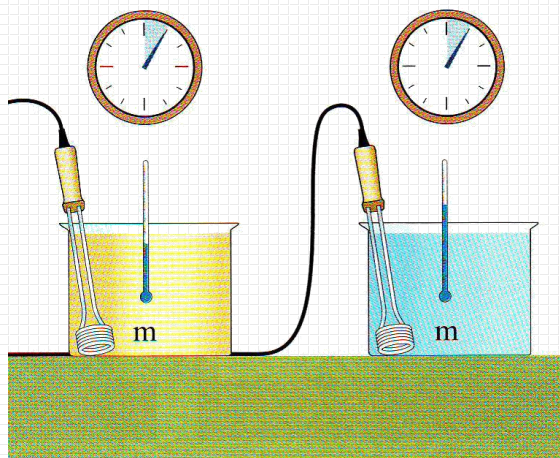
У суд са десне стране сипамо двоструко више воде него у суд са леве стране. Почетне температуре су им исте. Ако у оба суда ставимо грејаче температура воде се повећава што опет можемо видети на термометрима. Из суда са леве стране вадимо грејач после 5 минута, а из суда са десне после 10 минута. Констатоваћемо да су температуре воде у оба суда једнаке. У суду са десне стране води је доведена два пута већа количина топлоте, али је и маса воде у том суду двоструко већа.



Закључујемо да је количина топлоте коју треба довести телу да би му се температура повећала за неки износ сразмерна маси тела.

4

У последњем огледу су масе течности, почетне температуре и време грејања једнаки, али се разликују врсте течности и зато ће термометри показивати различите температуре.



Како су исте количине топлоте које су течности примиле довеле до различитог повећања температуре закључујемо да за исто повећање температуре различитих течности треба довести различите количине топлоте, односно да топлота коју треба довести телу да би му се температура повећала за неки износ зависи и од врсте тела.

5

На основу резултата ових огледа можемо написати израз за количину топлоте:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

где је c карактеристика супстанце и назива се **специфична топлотна капацитивност**.

Из претходне једначине следи:

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta t}$$

Сад можемо написати јединицу за специфичну топлотну капацитивност:

$$[c] = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

6

Специфична топлотна капацитивност неких супстанција дата је у табели.

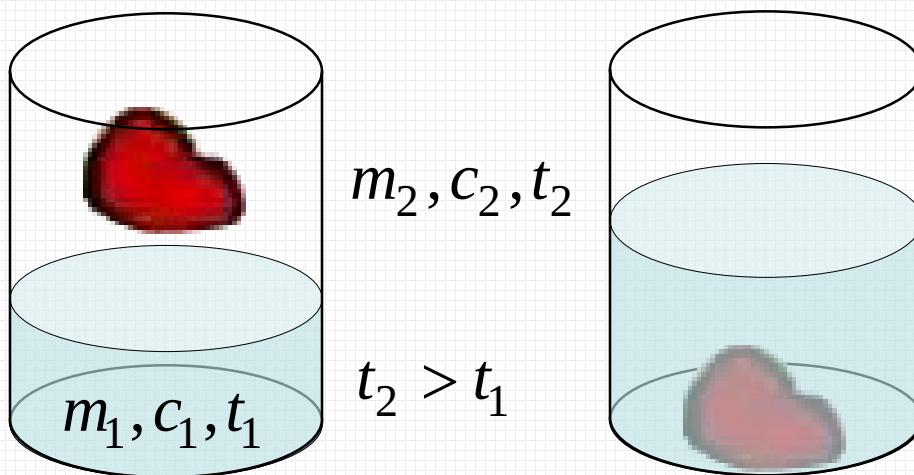
Супстанција	$c \text{ (J/(kg } ^\circ\text{C))}$
вода	4200
алкохол	2500
лед	2100
алуминијум	880
стакло	800
гвожђе	460
цинк	380
бакар	280
жива	140
олово	130

7

Топлотна равнотежа (топлотни биланс)

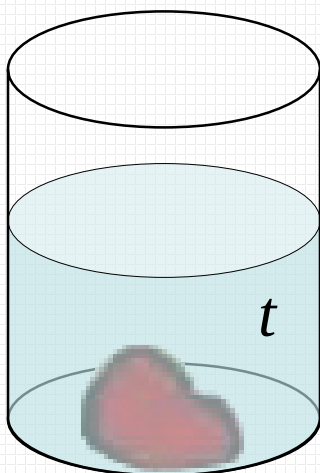
Ако у потпуно изоловани суд са течношћу масе m_1 на температури t_1 , уронимо чврсто тело масе m_2 на температури t_2 доћи ће до размене топлоте.

Како је $t_2 > t_1$ топлота прелази са тела на течност.



8

После неког времена и течност и чврсто тело ће имати наку заједничку температуру (t). Ова температура се назива **равнотежна температура** и њу треба израчунати.



$$t_2 > t > t_1$$

$$t = ?$$

Како је суд потпуно изолован, можемо сматрати да је количина топлоте коју отпусти тело (ΔQ_2) једнака количини топлоте коју прими течност (ΔQ_1).

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_2$$

Ове количине топлоте се рачунају као:

$$\Delta Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1)$$

$$\Delta Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t)$$

9

Сад можемо писати:

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t)$$

Ослободимо се заграда.

$$m_1 \cdot c_1 \cdot t - m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 - m_2 \cdot c_2 \cdot t$$

Како тражимо равнотежну температуру све чланове који имају t пребацимо на леву страну једначине, а остале на десну.

$$m_1 \cdot c_1 \cdot t + m_2 \cdot c_2 \cdot t = m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2$$

Извучемо t са леве стране испред заграда.

$$t \cdot (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2) = m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2$$

10

И на крају добијамо коначни израз за равнотежну температуру.

$$t = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2}{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2}$$

Ово је општи случај. Извешћемо још изразе за равнотежну температуру у два специјална случаја. Прво, кад мешамо две исте течности, које имају различите масе и различите температуре и друго, кад мешамо исте течности истих маса на различитим температурама.

11

Ако мешамо исте течности то значи да је:

$$c_1 = c_2 = c$$

Уврштавањем овог услова у општи израз за равнотежну температуру, добија се:

$$t = \frac{m_1 \cdot c \cdot t_1 + m_2 \cdot c \cdot t_2}{m_1 \cdot c + m_2 \cdot c}$$

И у бројиоцу и у имениоцу извучемо c испред заграде.

$$t = \frac{\cancel{c} \cdot (m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2)}{\cancel{c} \cdot (m_1 + m_2)}$$

12

Коначно добијамо израз за равнотежну температуру у случају кад мешамо две исте течности, које имају различите масе и различите температуре.

$$t = \frac{m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2}{m_1 + m_2}$$

13

Ако мешамо исте течности истих маса на различитим температурама, то значи да је:

$$c_1 = c_2 = c$$

и

$$m_1 = m_2 = m$$

Уврштавањем овог другог услова у једначину

$$t = \frac{m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2}{m_1 + m_2}$$

добија се:

$$t = \frac{m \cdot t_1 + m \cdot t_2}{m + m}$$

14

Извучемо m испред заграде у бројиоцу.

$$t = \frac{\cancel{m} \cdot (t_1 + t_2)}{2 \cdot \cancel{m}}$$

И на крају добијамо израз за равнотежну температуру кад мешамо исте течности истих маса на различитим температурама.

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Ово сте могли да очекујете, зар не?