Skala temperatur

temperatura w skali Kelvina ····· $T = t + 273{,}15$

Liczbę 273,15 dodajesz do temperatury, a nie do jej zmiany: różnica temperatur jest w obu skalach taka sama (ΔT = Δt). Odwrotnie: t = T − 273,15.

Ogrzewanie i przemiany fazowe

ciepło potrzebne do ogrzania ★ ····· $c_w = \dfrac{Q}{m\Delta T}$ $Q = mc_w\Delta T$

Temperatura bezwzględna T [K] = t [°C] + 273,15. Różnica temperatur jest w obu skalach taka sama: ogrzanie z 20 °C do 100 °C to ΔT = 80 K. Liczbę 273,15 dodajesz do temperatury, nie do jej zmiany. Tylko ogrzewanie albo chłodzenie, bez topnienia i wrzenia: ciepło przemiany fazowej liczy się osobno.

ciepło przemiany fazowej ····· $L = \dfrac{Q}{m}$ $Q = mL$

Q to energia samej przemiany masy m w stałej temperaturze topnienia albo wrzenia, bez wcześniejszego ogrzewania. Przy krzepnięciu i skraplaniu ciało oddaje tyle samo energii. L zależy od substancji i od przemiany: dla lodu L ≈ 3,34·10⁵ J/kg (topnienie), dla wody w 100 °C L ≈ 2,26·10⁶ J/kg (parowanie), czyli prawie 7 razy więcej.

pojemność cieplna ····· $C = \dfrac{Q}{\Delta T}$

Bez przemiany fazowej: w czasie topnienia albo wrzenia ciało pobiera ciepło, a jego temperatura się nie zmienia. C dotyczy określonego procesu. Dla gazu rozróżnij ogrzewanie przy stałym ciśnieniu i przy stałej objętości.

bilans cieplny ★ ····· $Q_{\text{odd}} = Q_{\text{pob}}$

W układzie izolowanym ciepło oddane przez ciała cieplejsze jest równe ciepłu pobranemu przez ciała chłodniejsze. W tym bilansie pomijamy pracę oraz zmiany innych niż cieplne postaci energii.

Rozszerzalność temperaturowa

rozszerzalność liniowa ····· $\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$

Przybliżenie dla niewielkiej zmiany temperatury.

rozszerzalność objętościowa ····· $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$

Przybliżenie dla niewielkiej zmiany temperatury przy stałym ciśnieniu. Nie stosuj do wody między 0 °C a 4 °C: woda ogrzewana w tym zakresie zmniejsza objętość.

Mieszanie

temperatura końcowa mieszaniny

$$T_k = \frac{m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2}{m_1c_1 + m_2c_2}$$

Wzór wynika z bilansu cieplnego: ciepło oddane przez cieplejszą ciecz równa się ciepłu pobranemu przez chłodniejszą. Obowiązuje bez strat ciepła i bez topnienia ani parowania. Temperatury możesz podać w °C albo w K, byle wszystkie w tych samych jednostkach. Pomijamy pojemność cieplną naczynia. Gdy zadanie ją podaje, ułóż pełny bilans cieplny.

Transport

prawo Fouriera przewodnictwa cieplnego

$$\mathbf{j}_Q = -\lambda \nabla T$$

Ośrodek jednorodny, bez przepływu samego ośrodka (konwekcji). Ciepło płynie od miejsc cieplejszych do chłodniejszych, stąd minus we wzorze.

pierwsze prawo Ficka ····· $\mathbf{j} = -D\nabla c$

Ośrodek jednorodny, bez przepływu samego ośrodka (konwekcji). Substancja przemieszcza się od większego stężenia do mniejszego, stąd minus we wzorze.

Symbole i jednostki

symbol	znaczenie	jednostka
c	stężenie	$\mathrm{mol/m^3}$
c_1	ciepło właściwe pierwszej cieczy	$\mathrm{J/(kg{\cdot}K)}$
c_2	ciepło właściwe drugiej cieczy	$\mathrm{J/(kg{\cdot}K)}$
c_w	ciepło właściwe, dla wody ≈ 4200	$\mathrm{J/(kg{\cdot}K)}$
C	pojemność cieplna	$\mathrm{J/K}$
D	współczynnik dyfuzji	$\mathrm{m^2/s}$
$\mathbf{j}$	strumień dyfuzyjny	$\mathrm{mol/(m^2{\cdot}s)}$
$\mathbf{j}_Q$	gęstość strumienia ciepła	$\mathrm{W/m^2}$
l_0	długość początkowa	m
Δl	przyrost długości	m
L	ciepło przemiany fazowej: topnienia albo parowania ≈ 3,34 · 10⁵	$\mathrm{J/kg}$
m	masa	kg
m_1	masa pierwszej cieczy	kg
m_2	masa drugiej cieczy	kg

symbol	znaczenie	jednostka
Q	ciepło	J
Q_{odd}	ciepło oddane	J
Q_{pob}	ciepło pobrane	J
t	temperatura w skali Celsjusza	$^\circ\mathrm{C}$
T	temperatura w skali Kelvina	K
T_1	temperatura pierwszej cieczy	K
T_2	temperatura drugiej cieczy	K
T_k	temperatura końcowa mieszaniny	K
ΔT	zmiana temperatury	K
V_0	objętość początkowa	$\mathrm{m^3}$
ΔV	przyrost objętości	$\mathrm{m^3}$
α	współczynnik rozszerzalności liniowej	$\mathrm{1/K}$
β	współczynnik rozszerzalności objętościowej	$\mathrm{1/K}$
λ	współczynnik przewodzenia ciepła	$\mathrm{W/(m{\cdot}K)}$