

# Úvod a bilance - Teoretický přehled

Fyzika - opakování a prohloubení

## 1 Základní pojmy

### 1.1 Teplota (Temperature)

**Definice:**

Teplota je stavová veličina vyjadřující průměrnou kinetickou energii molekul látky. Je nezávislá na množství látky.

**Jednotky:**

- °C (stupeň Celsia) - nejběžnější v Evropě
- K (Kelvin) - základní jednotka SI, absolutní teplota
- °F (stupeň Fahrenheita) - používá se v USA

**Převody:**

$$T[K] = T[C] + 273,15$$

$$T[F] = T[C] \times \frac{9}{5} + 32$$

### 1.2 Teplo (Heat)

**Definice:**

Teplo je dějová veličina - forma energie, která se přenáší mezi tělesy s různou teplotou. Závisí na množství látky, teplotním rozdílu a druhu látky.

**Jednotka:** J (Joule)

### 1.3 Tepelný tok (Heat Flow)

**Definice:**

Tepelný tok udává množství tepla přenášeného za jednotku času.

**Rovnice:**

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t}$$

**Jednotka:** W (Watt) = J/s

### 1.4 Entalpie (Enthalpy)

**Definice:**

Entalpie je fyzikální veličina rozměru energie, která vyjadřuje celkovou energii systému včetně vnitřní energie a energie spojené s tlakem a objemem.

**Symbol:** H

**Jednotka:** J (Joule)

## 2 Základní rovnice

### 2.1 Diskontinuální provoz (bez průtoku v čase)

Ohřev nebo ochlazení látky:

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
$Q$	Teplo	J (Joule)
$m$	Hmotnost	kg
$c_p$	Měrná tepelná kapacita	J/(kg·K)
$T_1$	Počáteční teplota	°C nebo K
$T_2$	Konečná teplota	°C nebo K

### 2.2 Kontinuální provoz (s průtokem v čase)

Ohřev nebo ochlazení tekutiny:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
$\dot{Q}$	Tepelný tok	W (Watt)
$\dot{m}$	Hmotnostní tok	kg/s
$c_p$	Měrná tepelná kapacita	J/(kg·K)
$T_1$	Teplota na vstupu	°C nebo K
$T_2$	Teplota na výstupu	°C nebo K

### 2.3 S fázovou změnou (var/kondenzace)

Kompletní rovnice s odpařováním:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_{p,kapaliny} \cdot (T_{var} - T_1) + \dot{m} \cdot l_v + \dot{m} \cdot c_{p,pry} \cdot (T_2 - T_{var})$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
$c_{p,kapaliny}$	Měrná tepelná kapacita kapaliny	J/(kg·K)
$c_{p,pry}$	Měrná tepelná kapacita páry	J/(kg·K)
$l_v$	Měrné skupenské teplo varu	J/kg
$T_{var}$	Teplota varu	°C nebo K

Fyzikální význam:

- První člen: Ohřev kapaliny na teplotu varu
- Druhý člen: Energie potřebná ke změně skupenství (odpařování)
- Třetí člen: Ohřev páry nad teplotu varu

## 3 Zákony zachování

### 3.1 Zákon zachování hmoty

Obecná bilance:

$$\text{Vstup} = \text{Výstup} + \text{Akumulace}$$

Pro ustálený stav (akumulace = 0):

$$\dot{m}_{vstup} = \dot{m}_{vystup}$$

Fyzikální význam:

- Hmota nemůže vzniknout ani zaniknout
- V uzavřeném systému je celková hmotnost konstantní
- Hmotnostní toky do systému se rovnají hmotnostním tokům ze systému

### 3.2 Zákon zachování energie

První termodynamický zákon:

$$\text{Energie vstupující} - \text{Energie vystupující} = \text{Akumulace energie}$$

Pro ustálený stav:

$$\dot{Q}_{vstup} + \dot{W}_{vstup} = \dot{Q}_{vystup} + \dot{W}_{vystup}$$

Fyzikální význam:

- Energie nemůže vzniknout ani zaniknout, pouze se přeměňuje
- Celková energie izolovaného systému je konstantní
- Energetická bilance zahrnuje teplo i práci

### 3.3 Obecná bilance

Univerzální rovnice bilance:

$$\text{Vstup} + \text{Výroba} = \text{Výstup} + \text{Spotřeba} + \text{Akumulace}$$

Aplikace:

- **Hmotnostní bilance:** Výroba = 0, Spotřeba = 0
- **Energetická bilance:** Energie se nemění na hmotu
- **Látkové bilance:** Pro jednotlivé složky směsi

## 4 Měrné tepelné kapacity běžných látek

Látka	$c_p$ [J/(kg·K)]	Poznámka
Voda (kapalná)	4 186	Nejvyšší ze společných látek
Vzduch	1 005	Při konstantním tlaku
Led	2 050	Při 0°C
Vodní pára	2 010	Při 100°C
Hliník	897	Kovy obecně nízká hodnota
Měď	385	
Železo	449	
Olovo	129	
Ethanol	2 440	
Rtuť	140	

### Důležité poznatky:

- Voda má jednu z nejvyšších měrných tepelných kapacit
- Kovy mají obecně nízké hodnoty  $c_p$
- Vyšší  $c_p$  znamená větší schopnost akumulovat teplo

## 5 Měrná skupenská tepla

### 5.1 Voda

Děj	Symbol	Hodnota	Jednotka
Tání ledu	$l_t$	334 000	J/kg
Tuhnutí vody	$l_t$	334 000	J/kg
Var vody	$l_v$	2 260 000	J/kg
Kondenzace páry	$l_v$	2 260 000	J/kg

**Fyzikální význam:**

- Skupenské teplo je energie potřebná ke změně skupenství bez změny teploty
- Při varu a kondenzaci se přenáší velké množství energie
- Proto je vodní pára efektivní pro přenos tepla (parní topení)

### 5.2 Další látky

Látka	Tání $l_t$ [J/kg]	Var $l_v$ [J/kg]
Ethanol	108 000	838 000
Hliník	397 000	10 900 000
Olovo	23 000	858 000
Rtuť	11 800	272 000

## 6 Praktické aplikace

### 6.1 Výpočet tepla pro ohřev vody

Bez fázové změny:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

**Příklad:** Ohřát 2 kg vody z 20°C na 80°C

$$Q = 2 \cdot 4186 \cdot (80 - 20) = 502,320 \text{ J} = 502,3 \text{ kJ}$$

### 6.2 Výpočet výkonu pro var vody

S fázovou změnou:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot (c_p \cdot \Delta T + l_v)$$

**Příklad:** Odpařit 0,1 kg/s vody při 100°C (již horká voda)

$$\dot{Q} = 0,1 \cdot 2,26 \times 10^6 = 226,000 \text{ W} = 226 \text{ kW}$$

### 6.3 Směšování látek

**Zákon zachování energie při směšování:**

$$m_1 \cdot c_{p1} \cdot (T_1 - T_{vsl}) = m_2 \cdot c_{p2} \cdot (T_{vsl} - T_2)$$

Kde:

- $T_1 > T_{vsl} > T_2$
- Teplejší látka odevzdává teplo, chladnější přijímá
- Výsledná teplota  $T_{vsl}$  leží mezi  $T_1$  a  $T_2$

## 7 Souhrn jednotek v SI

Veličina	Jednotka SI	Další jednotky	Převody
Teplota	K (Kelvin)	°C, °F	$K = ^\circ C + 273,15$
Teplo	J (Joule)	kJ, MJ, cal	$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$
Tepelný tok	W (Watt)	kW, MW	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
Entalpie	J (Joule)	kJ, MJ	-
Hmotnost	kg (kilogram)	g, t	$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$
Hmotnostní tok	kg/s	kg/h, t/h	$1 \text{ kg/h} = 0,000278 \text{ kg/s}$
Měrná tepelná kapacita	J/(kg·K)	kJ/(kg·K)	-
Měrné skupenské teplo	J/kg	kJ/kg, MJ/kg	-
Čas	s (sekunda)	min, h	$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

## Poznámky

- **Teplota vs. Teplo:** Teplota je stavová veličina (nezávisí na množství), teplo je dějová (závisí na množství)
- **Uzavřený systém:** Systém, který nevyměňuje hmotu s okolím (ale může vyměňovat energii)
- **Izolovaný systém:** Systém, který nevyměňuje ani hmotu, ani energii s okolím
- **Ustálený stav:** Stav, kdy se veličiny v systému nemění v čase (akumulace = 0)
- **Fázová změna:** Změna skupenství probíhá při konstantní teplotě (bod varu, bod tání)
- **Měrná vs. celková veličina:** Měrná veličina je vztažena na jednotku hmotnosti (J/kg), celková na celkové množství (J)