

## Základní pojmy a jednotky

**Tlak:**

$$p = \frac{F}{S} [N \cdot m^{-2}] [kg \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m^{-2}] [kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}] [Pa] \quad (1)$$

Hydrostatický tlak:

$$p = h \cdot \rho \cdot g [m \cdot kg \cdot m^{-3} \cdot m \cdot s^{-2}] [kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}] [Pa] \quad (2)$$

**Převody jednotek tlaku:**

Bar

$$1 [bar] = 1.10^5 [Pa]$$

Technická atmosféra – hydrostatický tlak 10 m vodního sloupce

$$1[at] = 1 [kp \cdot cm^{-2}] = 98066,5 [Pa]$$

Atmosféra – fyzikální veličina – tlak nad hladinou moře

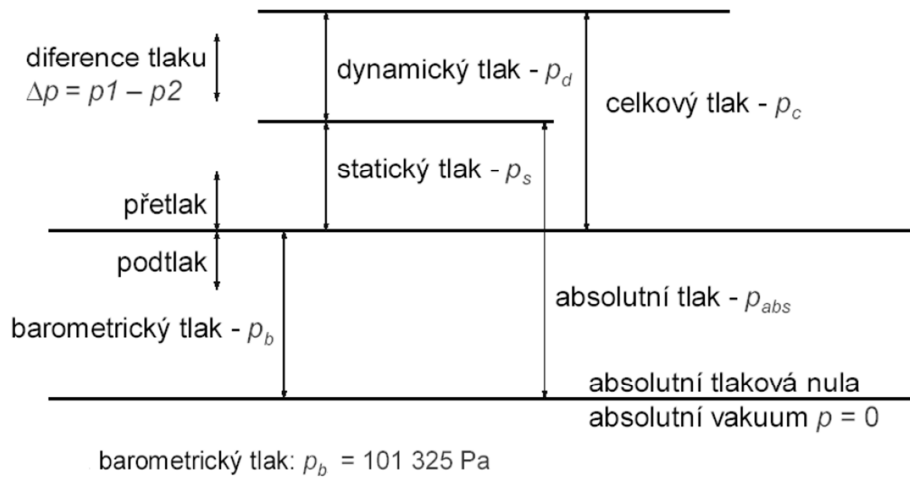
$$1[atm] = 101325 [Pa]$$

Torr – hydrostatický tlak, který vyvine 1 mm sloupce rtuti

$$1 [Torr] = 133,322 [Pa]$$

$$1 [atm] = 760 [Torr]$$

## Značení tlaku:



**Absolutní tlak**,  $p_{abs}$  – tlak měřený od absolutní tlakové nuly.

**Absolutní nulový tlak** (absolutní vakuum) – teoretický nulový tlak v prostoru dokonale zbaveném jakýchkoliv hmotných částic .

**Barometrický (atmosférický) tlak**,  $p_b$  ( $p_a$ ) – absolutní statický tlak zemského ovzduší měřený u zemského povrchu.

Přetlak a podtlak jsou rozdíly měřeného a okamžitého barometrického tlaku.

**Přetlak** – rozdíl barometrického tlaku a tlaku absolutního, který je vyšší než barometrický.

**Podtlak** – rozdíl barometrického tlaku a tlaku absolutního, který je nižší než barometrický.

**Vakuum** je velký podtlak, téměř nulový absolutní tlak.

**Statický tlak**,  $p_s$  – měří se v proudící tekutině a je v celém průtočném průřezu stejný.

**Kinetický tlak**,  $p_k$  – je funkcí rychlosti proudění  $w$  a hustoty tekutiny  $\rho$  podle vztahu

$$p_k = \frac{\rho \cdot w^2}{2} = [Pa]$$

**Dynamický tlak**,  $p_d$  – zahrnuje vliv stlačitelnosti tekutiny  $s$  a je roven

$$p_d = s \cdot p_k.$$

U nestlačitelných tekutin (tj. většiny kapalin) je kinetický tlak roven dynamickému.

**Celkový tlak**,  $p_c$  – je roven součtu statického a dynamického (kinetického) tlaku, tedy

$$p_c = p_s + p_d = p_s + (s \cdot p_k)$$

**Rozdíl tlaku** (diference tlaku, tlaková diference),  $\Delta p$  – rozdíl dvou tlaků, z nichž ani jeden není shodný s tlakem barometrickým.

## Poznámka:

Lety zažité je používání výrazů: "**tlak**" - čímž se rozumí tlak "**absolutní**" a "**přetlak**" - čímž se rozumí tlak nad normálním atmosférickým tlakem (tlak, který zpravidla měří tlakoměry).

Např. „**tlak 0,19 MPa**“ a „**přetlak 0,09 MPa**“, jedná se o stejné hodnoty tlaku (atmosférický tlak je zde brán **0,1 MPa**). Problém nastal při přebírání evropských směrnic, kde je definice

tlaku odlišná oproti zvyklosti u nás (Tlakem se rozumí tlak vztažený k atmosférickému tlaku tj. „přetlak“). V důsledku toho by se pak „**podtlak**“ měl vyjadřovat zápornou hodnotou.

V praxi se setkáváme s tím, že ne vždy se používají jednotky SI, a ne vždy je zcela jasné o jaký tlak se jedná. Například dostaneme odpověď „Tlak v nádobě je 2 bary“. Otázka zní: Je v nádobě přetlak (2 bary) vůči okolní atmosféře (1 bar), tzn. v nádobě je absolutní tlak 3 bary? Nebo je v nádobě absolutní tlak 2 bary a přetlak vůči atmosféře je jen 1 bar?

Pro rychlé určení o jaký tlak se jedná, se proto používá doplňující značení.

abs, a	–	pro absolutní tlak.
gauge, g	–	pro kladný přetlak.
vac, ng	–	pro podtlak, záporný přetlak.
diff	–	pro tlakovou diferenci.

Tlak **1 bar** je pak možno označit **1 bara**, případně **1 bar(a)** pokud se jedná o absolutní tlak. Pokud se jedná o hodnotu relativního tlaku (přetlaku) vůči okolnímu atmosférickému tlaku, pak je použito označení **barg, bar(g)**.

**Měrná hmotnost:**

$$\rho = \frac{m}{V} = [kg \cdot m^{-3}] \quad (3)$$

**Měrný objem:**

$$v = \frac{V}{m} [m^3 \cdot kg^{-1}] \quad (4)$$

*Závislost měrná hmotnost (3) /měrný objem (4)*

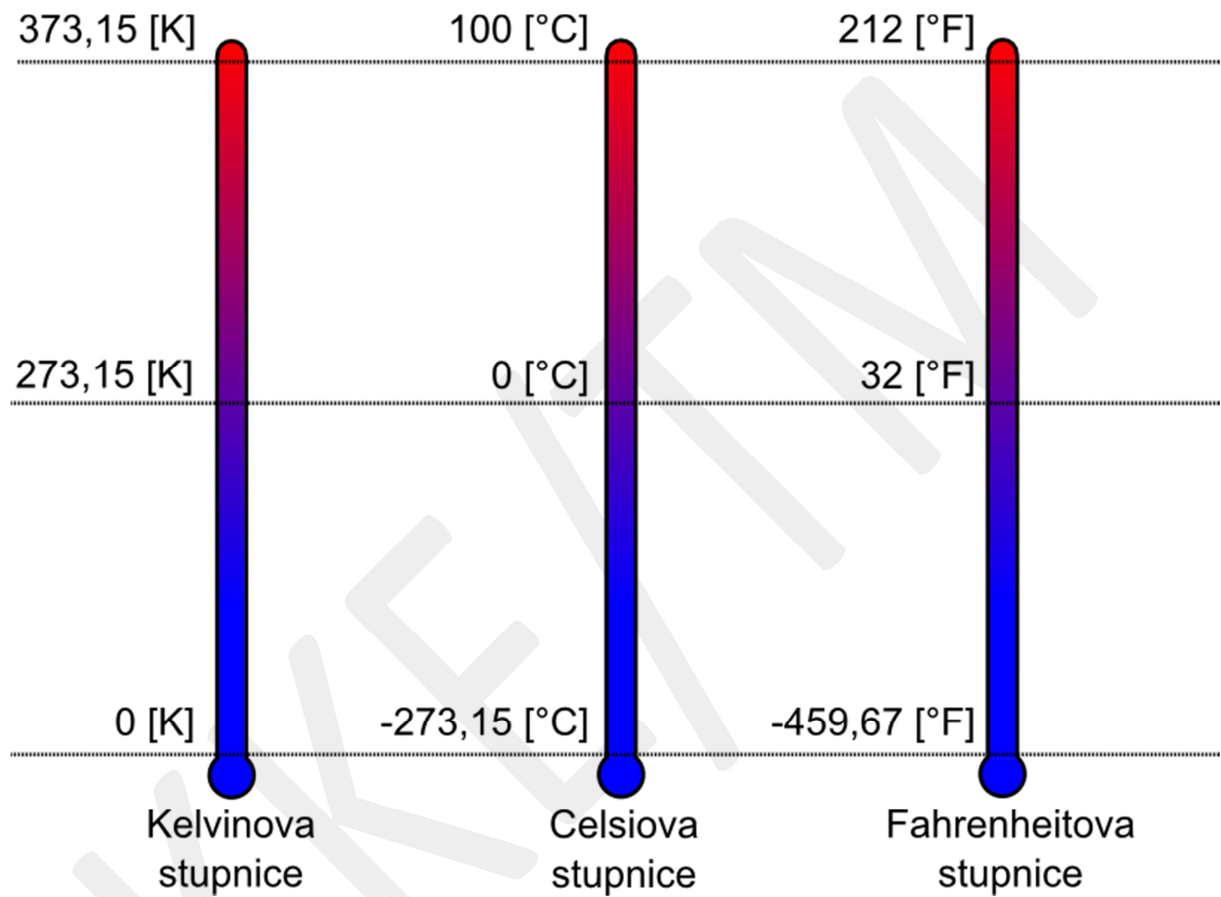
$$\rho = \frac{1}{v}; \quad v = \frac{1}{\rho}$$

## Termodynamické stupnice

Celsiova stupnice:  $t$  [ $^{\circ}\text{C}$ ] - Stupeň celsia

Kelvinova stupnice:  $T$  [K] - Kelvin

Fahrenheitova stupnice:  $t_f$  [ $^{\circ}\text{F}$ ] – Stupeň Fahrenheita



### Převody mezi stupnicemi

Kelvinova – Celsiova

$$t = T - 273,15 \quad (5)$$

Příklady

$$0[^{\circ}\text{C}] = 273,15[\text{K}] - 273,15$$

$$-273,15 [^{\circ}\text{C}] = 0[\text{K}] - 273,15$$

$$30[^{\circ}\text{C}] = 303,15[\text{K}] - 273,15$$

### Celsiova – Kelvinova

$$T = 273,15 + t$$

Příklady

$$273,15 [K] = 273,15 + 0[°C]$$

$$0[K] = 273,15 + (-273,15)[°C]$$

$$303,15 [K] = 273,15 + 30[°C]$$

### Celsiova – Fahrenheitova

$$t_f = \frac{180}{100} \cdot t + 32 \quad (6)$$

Příklady

$$32[°F] = \frac{180}{100} \cdot 0[°C] + 32$$

$$0[°F] = \frac{180}{100} \cdot \left(-\frac{160}{9}\right)[°C] + 32$$

$$86[°F] = \frac{180}{100} \cdot 30[°C] + 32$$

### Kelvinova - Fahrenheitova

$$t_f = \frac{180}{100} \cdot T - 459,67$$

Příklady

$$32[°F] = \frac{180}{100} \cdot 273,15[K] - 459,67$$

$$0[°F] = \frac{180}{100} \cdot \frac{459,67}{180} [K] - 459,67$$

$$86[°F] = \frac{180}{100} \cdot 303,15[K] - 459,67$$

### Délková a objemová tepelná roztažnost

$$\Delta l = l_0 \cdot \Delta T \cdot \alpha \quad [m \cdot K \cdot K^{-1}] [m] \quad (7)$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \Delta T \cdot \gamma \quad [m^3 \cdot K \cdot K^{-1}] [m^3] \quad (8)$$

### Koeficient délkové tepelné roztažnosti

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T} \quad [m \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}] [K^{-1}] \quad (9)$$

### Koeficient objemové tepelné roztažnosti

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T} \quad [m^3 \cdot m^{-3} \cdot K^{-1}] [K^{-1}] \quad (10)$$

### Celková délka a objem

$$l = l_0 + \Delta l = l_0 + l_0 \cdot \Delta T \cdot \alpha = l_0 \cdot (1 + \Delta T \cdot \alpha) [m] \quad (11)$$

$$V = V_0 + \Delta V = V_0 + V_0 \cdot \Delta T \cdot \gamma = V_0 \cdot (1 + \Delta T \cdot \gamma) [m^3] \quad (12)$$

Funkční závislost mezi  $\alpha$  a  $\gamma$  :

$$V [m^3] = l^3 [m^3]$$

$$V = l_0^3 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)^3$$

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$V = V_0 \cdot [1 + 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T + 3 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^2 + (\alpha \cdot \Delta T)^3]$$

$$V = V_0 (1 + 3\alpha \Delta T)$$

Pozn.: Mocniny vyšších řádu se mohou zanedbat.

$$\gamma = 3 \cdot \alpha \quad (13)$$