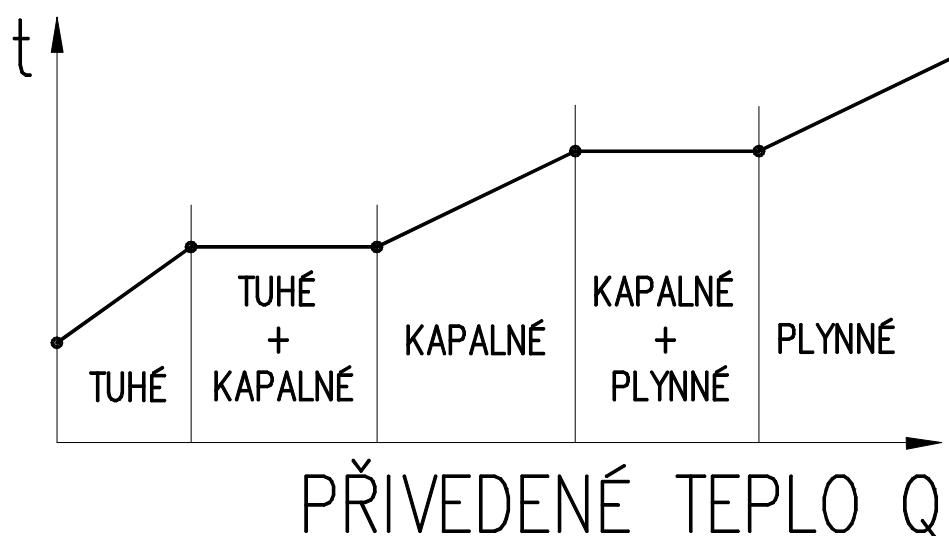


Název a adresa školy:	Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory 1.5
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0129
Název projektu	SŠPU Opava – učebna IT
Typ šablony klíčové aktivity:	III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT (20 vzdělávacích materiálů)
Název sady vzdělávacích materiálů:	MEC IIIb
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Mechanika III – hydrodynamika a termomechanika, 3. ročník.
Sada číslo:	G-21
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	10
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_G-21-10
Název vzdělávacího materiálu:	Změna skupenství
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Iva Procházková

Změna skupenství



$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Přivádíme-li kapalině teplo, roste její teplota a po dosažení určité teploty – **bodu varu**; se při dalším přívodu tepla změní kapalina v páru. Podobně je tomu při ochlazování.

Teplota kapaliny klesá a při určité teplotě (**bod tuhnutí**) se kapalina změní v tuhoun látku. Tlak a teplota se během změny skupenství nemění. Množství tepla potřebného ke změně skupenství nazýváme **skupenským teplem** a označujeme **L**.

Množství skupenského tepla vztažené na 1 kg látky nazýváme **měrným skupenským teplem** a označujeme **l**.

$$l = \frac{L}{m} \left[\frac{J}{kg} \right]$$

$$L = m \cdot l$$

Při ohřevu rozlišujeme **skupenské teplo tání** l_t a **vypařování** l_v

$$l_v = l_t$$

Při ochlazování – odvodu tepla hovoříme o **skupenském teple kondenzace a tuhnutí**.

Př.: Určete množství tepla potřebného k přeměně $m = 10 \text{ kg}$ ledu, $t_1 = -10^\circ\text{C}$ na vodu $t_2 = 50^\circ\text{C}$.

Led: $c_1 = 2,1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

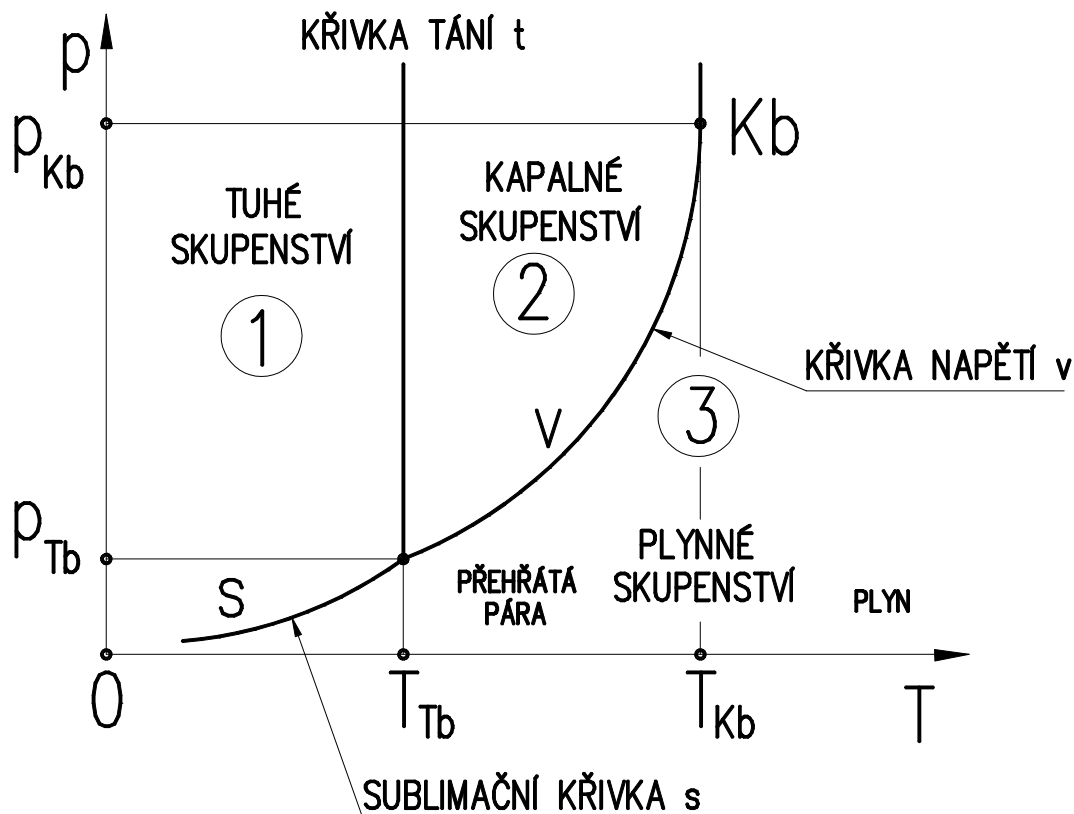
Voda: $c_2 = 4,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

Měrné skupenské teplo tání $l_t = 334 \text{ kJ/kg}$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = m \cdot c_1 \Delta t_1 + m \cdot l_t + m \cdot c_2 \cdot \Delta t_2 = 10 \cdot 2,1 \cdot (0 - (-10)) + 10 \cdot 334 + 10 \cdot 4,2 \cdot (50 - 0) = 5650 \text{ kJ}$$

Rozlišujeme 3 základní skupenství látek: **tuhé**, **kapalné** a **plynné**. V každém skupenství může existovat daná látka jen v určitém rozsahu tlaku a teplot. To je znázorněno v **rovnovážném diagramu (p – T)**.



Kb – kritický bod.

Tb – trojný bod.

Mezi třemi skupenstvími jsou možné 3 dvojice skupenských změn:

- a) Tání – tuhnutí.
- b) Vypařování – kondenzace.
- c) Sublimace – desublimace.

Rovnovážný diagram je podobný pro různé druhy látek. **Skupenství tuhé od kapalného odděluje křivka t** (u běžných látek je vertikální), která spojuje body tání při různých tlacích. Na křivce tání jsou zobrazeny možné současné existence tuhého a kapalného skupenství. Podobně mezi **skupenstvím kapalným a plynným získáme spojením teplot bodů varu pro různé tlaky křivku v**, tzv. **křivku napětí**. **Křivka s – křivka sublimace** odděluje v diagramu skupenství tuhé od plynného.

Na plochách mimo křivky je možná existence jen jednoho skupenství. Společný bod všech tří křivek nazýváme **trojný bod Tb**. Pro každou látku má trojný bod určitou hodnotu tlaku p_{Tb} . Jedině při této hodnotě se daná látka může vyskytovat ve všech 3 skupenstvích.

Křivka napětí (vypařování) v končí v tzv. **kritickém bodě Kb**. Tady mizí rozdíl mezi kapalným a plynným skupenstvím látky. Nad kritickým tlakem přechází kapalně skupenství v plynné bez náhlé změny svých vlastností.

Látka při nadkritické teplotě se nazývá plyn, při podkritické přehřátá pára.

Obojí jsou plynná skupenství.

Voda:

$$T_{Tb} = 273,16K \cong 0,01^{\circ}C$$

$$T_{Kb} = 647K \cong 374^{\circ}C$$

$$p_{Tb} = 6,1 \cdot 10^2 Pa$$

$$p_{Kb} = 2,21 \cdot 10^7 Pa$$

Teplota trojného bodu vody $T_{Tb} = 273,16K$ je základním bodem mezinárodní teplotní stupnice. Bod byl zvolen proto, že se dá v laboratořích přesně realizovat.

Př.: Určete množství tepla, potřebného k přeměně 5 kg ledu teploty -15°C na vodu teploty 30°C .

$$m = 5\text{ kg}, \quad \text{Led:} \quad t_1 = -15^{\circ}\text{C}, \quad c_1 = 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, \quad l_t = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Voda:} \quad t_2 = 30^{\circ}\text{C}, \quad c_2 = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = m \cdot c_1 \cdot \Delta t_1 + m \cdot l_t + m \cdot c_2 \cdot \Delta t_2 = m \cdot (c_1 \cdot (0 - (-15)) + l_t + c_2 \cdot (30 - 0)) = 5 \cdot (2,1 \cdot 15 + 334 + 4,2 \cdot 30) = 2457,5 \text{ kJ}$$

Termodynamika plynů

Zavádíme jednoduchou pracovní látku, které říkáme ideální plyn. Je to látka ideálně stlačitelná s jednoduchými termofyzikálními vlastnostmi. Její základní vlastností je, že v neomezeném rozsahu tlaku a teplot zůstává v plynném stavu.

Termodynamický stav plynu je zpravidla určen tlakem p [Pa] a teplotou T [K].

Při daném tlaku a teplotě má množství m [kg] plynu celkový objem V , tzv. **měrný objem** v je objem 1 kg plynu;

$$\text{měrný objem } v = \frac{V}{m} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right] \quad v = \frac{1}{\rho}$$

Základní fyzikální veličiny jsou p , T , v .

Změny stavu plynu, tj. změny tlaku, teploty a měrného objemu, dosáhneme sdílením tepla mezi plynem a okolím.

Pro zjednodušení předpokládáme, že plyn během změny stavu je v každém okamžiku v rovnovážném stavu tzn., že v celém prostoru má plyn stejný tlak a stejnou teplotu.

Idealizované děje, při kterých plyn prochází jen rovnovážnými stavy, nazýváme v termodynamice **vratné**. Skutečné děje jsou nevratné.

Seznam použité literatury:

- MRŇÁK L. – DRDLA A.: *MECHANIKA – Pružnost a pevnost pro střední průmyslové školy strojnické*. Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA II – Kinematika pro střední průmyslové školy strojnické*, Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA III – Dynamika pro střední průmyslové školy strojnické*, Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA IV – Mechanika tekutin a termomechanika pro střední průmyslové školy strojnické*, Praha: SNTL, 1977.
- TUREK, I., SKALA, O., HALUŠKA J.: *MECHANIKA – Sbírka úloh*. Praha: SNTL, 1982.
- LEINVEBER, J. – VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. 5. doplněné vydání. Praha: Albra, 2011. ISBN 80-7361-033-7.