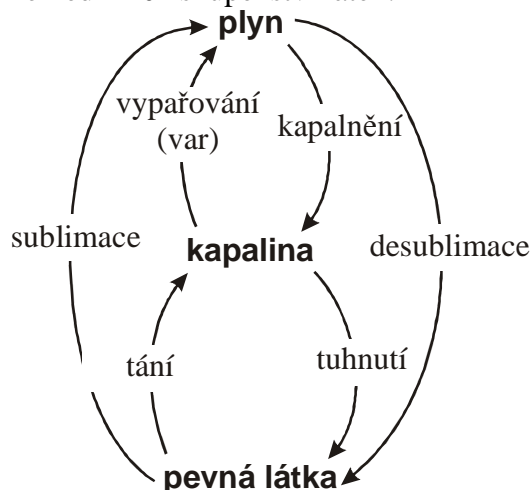


2.6.1 Tání a tuhnutí I

Předpoklady: 2103, 2401, 2504

Přehled změn skupenství látek:



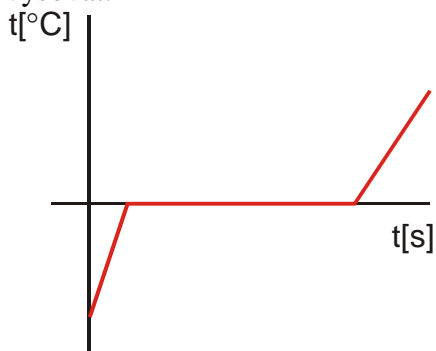
Tání

Zahříváme pevnou látku (led, vosk, olovo) \Rightarrow zvyšuje se její teplota \Rightarrow po určité době se promění v kapalinu (roztaje).

Dva možné průběhy:

Tání ledu

Zahříváme led -10°C \Rightarrow zvyšuje se jeho teplota, ale jinak se nemění (stále stejné vlastnosti) $\Rightarrow 0^{\circ}\text{C}$ \Rightarrow ohřívání se zastaví a led se mění ve vodu (vždy při stejné teplotě 0°C), dokud se všechny led nezmění na vodu, teplota se nemění \Rightarrow po přeměně všeho ledu na kapalinu se její teplota začne opět zvyšovat.



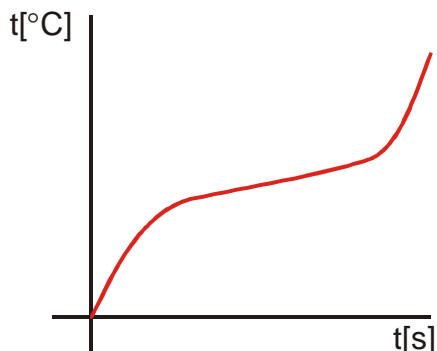
Existuje teplota tání $t_f = 0^{\circ}\text{C}$.

Proč se zastavilo ohřívání?

Dodávané teplo se spotřebovává na rušení vazeb mezi částicemi \Rightarrow nezvyšuje se kinetická, ale potenciální energie částic.

Tání vosku

Vosk 20°C je tvrdý, zahříváme ho \Rightarrow teplota se zvyšuje, kromě teploty se mění i vosk, začíná měknout \Rightarrow vosk se postupně změní v kapalinu, ohřívání se na rozdíl od ledu nezastaví, pouze se zpomalí \Rightarrow po přeměně vosku v kapalinu se ohřívání opět zrychlí.



Vosk nemá teplotu tání.

Proč se zpomalilo ohřívání?

Dodávané teplo se spotřebovává na zvyšování kinetické energie částic i na rušení vazeb mezi částicemi \Rightarrow zvyšuje se nejen kinetická, ale i potenciální energie částic.

Proč se chovají jinak?

Krystalická látka \Rightarrow všechny vazby stejné
 \Rightarrow rozpadají se při stejné teplotě.

Amorfní látka \Rightarrow vazby se liší \Rightarrow různé
vazby se rozpadají při různých teplotách.

Částice v různých pevných látkách vážou různé vazby \Rightarrow různé teploty tání.

Dodatek: Situaci částic při tání si můžeme představit na příkladu kuličky. Částice vázaná v krystalu má určitou potenciální energii (jako kulička na dně důlku) a určitou kinetickou energii (kulička se na dně důlku kutálí sem tam). Zrušení vazeb částice se zbytkem krystalu si můžeme představit jako vyndání kuličky z důlku (zvýšení potenciální energie kuličky). Kinetická energie kuličky se tím změnit nemusí (kutálí se stále stejnou rychlostí).

Teplotu tání ovlivňuje:

- vnější tlak (více později),
- chemické přísady (sůl snižuje teplotu tání vody \Rightarrow solení silnic, voda taje už při -6°C).

Př. 1: Najdi výhody a nevýhody solení silnic.

Výhody: Snadné a dokonalé odstranění sněhu ze silnice.

Nevýhody: Zvětšená koroze aut, poškozování přírody solí, metoda funguje pouze při teplotách, které nejsou příliš nízké (přibližně do -6°C , i když s vyšším obsahem soli je možné se dostat až k -21°C).

Množství tepla, které musíme dodat tající látce, je přímo úměrné její hmotnosti:

$$Q = L_t = m \cdot l_t$$

l_t - **měrné skupenské teplo tání** (teplo nutné k roztátí 1 kg látky zahřáté na teplotu tání)

látka	led (voda)	NaCl	olovo	železo	cín
l_t [kJ · kg ⁻¹]	334	500	23	279	59
t_t [°C]	0	801	327	1535	232

Př. 2: Urči, o kolik stupňů by se zahřála voda, které bychom dodali teplo potřebné na roztátí stejného množství ledu o teplotě 0°C .

$$l_t = 334000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}, \quad c = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \quad \Delta t = ?$$

$$Q_t = Q_o$$

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

$$l_t = c \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{l_t}{c} = \frac{334000}{4200} \text{ }^\circ\text{C} = 79,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Voda by se ohřála o $79,5^\circ\text{C}$.

Pedagogická poznámka: V předchozím příkladu bude opět nejvíce problémů se vzpomínáním na vzorec $Q = mc\Delta t$.

Měrné skupenské teplo vody je poměrně velké:

- Sníh na jaře odtává pomalu (pokud do něj neprší).
- Kvůli zahánání žízně se nemá jíst sníh (nebezpečí umrznutí).

Př. 3: Urči, kolik tepla je potřeba k roztátí 2 kg olova o teplotě 20°C.

$$t_i = 327^\circ\text{C}, l_i = 23000\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}, c = 129\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}, t_0 = 20^\circ\text{C}, Q = ?$$

Olovo musíme nejprve teplem ohřát na teplotu tání a pak dalším teplem roztát.

$$Q = Q_{\text{ohřátí}} + Q_{\text{tání}}$$

$$Q = mc\Delta t + ml_i$$

$$Q = 2 \cdot 23000 + 2 \cdot 129(327 - 20) = 120000\text{ J}$$

K roztátí 2 kg olova o teplotě 20°C je třeba 120000 J.

Př. 4: Před nástupem lednic se pivo ve sklepech chladilo ledem nasbíraným z rybníků.

Urči, kolik Kč ušetří svým roztátím ve sklepě ledová kra o ploše 10 m² a průměrné tloušťce 40 cm. 1 kWh stojí 5,20 Kč, na 2 J tepla, které lednička přesune ze sklepa do okolí, spotřebuje 1 J elektrické energie. Hustota ledu je $\rho = 917\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

$$l_i = 334000\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}, S = 10\text{ m}^2, h = 40\text{ cm} = 0,4\text{ m}, \rho = 917\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}, Q = ?$$

Hmotnost nasbíraného ledu: $m = V\rho = Sh\rho = 10 \cdot 0,4 \cdot 917\text{ kg} = 3668\text{ kg}$

Teplu přijaté ledem během tání: $Q = ml_i = 3668 \cdot 334000\text{ J} = 1,23 \cdot 10^9\text{ J}$.

Energie odebraná ledničkou ze sítě: $W = \frac{Q}{2} = 6,13 \cdot 10^8\text{ J}$.

1 kWh (odebíráme výkon 1000 W po dobu jedné hodiny): $E = 1000 \cdot 3600\text{ J} = 3,6 \cdot 10^6\text{ J}$.

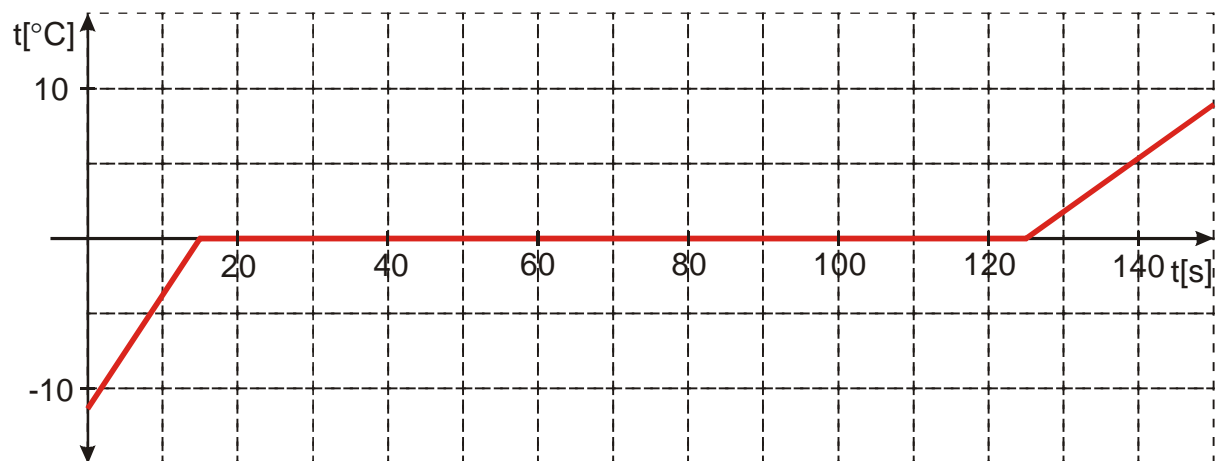
Počet spotřebovaných kWh: $\frac{6,13 \cdot 10^8}{3,6 \cdot 10^6} = 170$.

Zaplacená částka: $170 \cdot 5,2\text{ Kč} = 885\text{ Kč}$

Ledová kra o hmotnosti 10 t by ušetřila 885 Kč (to se zřejmě nevyplatí).

Pedagogická poznámka: Předchozí příklad je pro studenty těžký kvůli velkému množství kroků, které musejí k jeho vyřešení udělat (jejich jednoduchost studentům situaci příliš neusnadňuje). Dalším problémem je převádění kWh na Joule.

Př. 5: Na grafu je zachyceno ohřívání 0,5 kg ledu. Urči tepelný výkon vaříče.



$l_t = 334000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, doba tání $\Delta t = t_2 - t_1 = 125 - 15 \text{ s} = 110 \text{ s}$, $m = 0,5 \text{ kg}$, $P = ?$

Teplo dodané vaříčem se spotřebovalo na roztátí ledu.

$$W = Q$$

$$Pt = ml_t$$

$$P = \frac{ml_t}{t} = \frac{0,5 \cdot 334000}{110} \text{ W} = 1520 \text{ W}$$

Tepelný výkon vaříče je 1520 W.

Shrnutí: