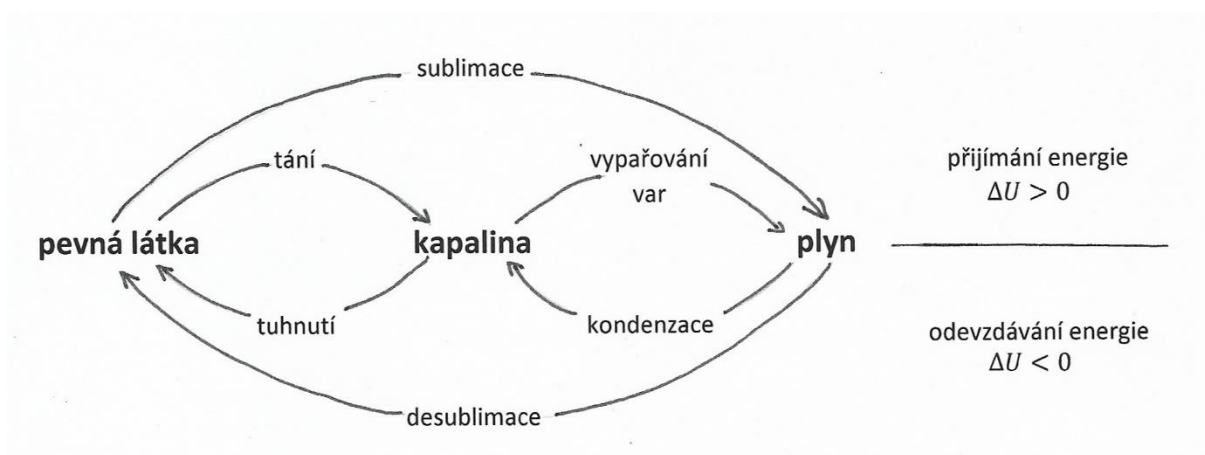


# Změny skupenství

Jsou změny vnitřní struktury látek vzniklé jako důsledek zvyšování nebo snižování vnitřní energie. Těchto změn můžeme dosáhnout změnami teploty či tlaku.



Změna struktury látky nastává pouze za určité teploty a určitého tlaku, které jsou pro každou látku specifické. Skupenská změna trvá (u krystalických látek) tak dlouho, dokud celý objem látky nezmění své skupenství, přičemž se nemění teplota látky.

Energii potřebnou ke skupenské změně charakterizuje veličina zvaná *skupenské teplo*.

*Měrné skupenské teplo* (tání, tuhnutí, vypařování...) udává množství tepla, které musíme dodat (odebrat) jednomu kilogramu dané látky při daném tlaku, aby se beze zbytku změnilo její skupenství

$$l = \frac{Q}{m} [\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}].$$

Měrná skupenská tepla vzájemně opačných skupenských změn jsou si číselně rovna.

## Tání

- Při zahřívání tělesa z krystalické látky se zvyšuje jeho teplota až po teplotu tání/tuhnutí  $t_t$ . Dodáváme-li teplo dále, narušují se vazby mezi mikročásticemi a pevná látka se mění v kapalinu téže teploty (teplota se během tání nemění).
- Pro danou látku závisí teplota tání na vnějším tlaku.
- Amorfnní látky nemají určitou teplotu tání; při zahřívání postupně měknou, až se přemění v kapalinu.
- Látka během tání přijímá skupenské teplo tání od okolí  $\Rightarrow$  okolí se ochlazuje.

## Tuhnutí

- Dosáhne-li kapalina teploty tuhnutí/tání  $t_t$ , začnou se uvnitř vytvářet tzv. krystalizační jádra. K nim se pak začnou vázat další částice látky a dochází k růstu krystalků. Postupně tak ztuhne celá látka.
- Po celou dobu se nemění teplota (u krystalických látek).

- Látka během tuhnutí odevzdává skupenské teplo tuhnutí do svého okolí. Skupenské teplo tuhnutí i teplota tuhnutí při daném tlaku jsou stejné jako pro tání.

## Sublimace

- Pevná látka se mění přímo v páru (plynné skupenství). Při tom přijímá skupenské teplo sublimace. Sublimace je závislá na vnějším tlaku.
- Opačný děj se nazývá **desublimace**. Plynná látka se mění v pevnou (např. jinovatka, námraza na oknech, vznik sněhových vloček, antireflexní a hydrofobní úpravy na brýlových čočkách – vakuové napařování...).
- Látka odevzdává skupenské teplo do okolí.

## Vypařování

- Kapalina se mění v páru.
- Vypařování probíhá pouze z volného povrchu kapaliny a za každé teploty, při které kapalné skupenství existuje.
- Rychlost vypařování ovlivňuje:
  - teplota – čím vyšší teplota, tím rychleji se kapalina vypařuje
  - velikost volného povrchu – čím větší povrch, tím rychlejší vypařování
  - povrchové napětí – čím menší povrchové napětí, tím rychlejší vypařování
  - vnější tlak – čím menší tlak, tím rychlejší vypařování
  - odstraňování vzniklé páry nad kapalinou (např. foukáním, odsáváním, větrem...)
- Látka od okolí přijímá skupenské teplo vypařování => okolí se ochlazuje. Toto teplo klesá s rostoucí teplotou kapaliny.

## Var

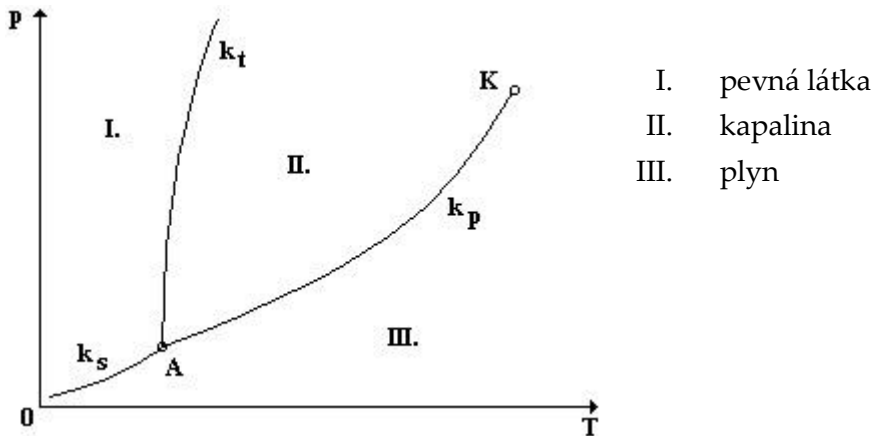
- Přeměna kapaliny v páru, ale oproti vypařování probíhá za určité teploty a v celém objemu kapaliny. Teplota varu  $t_v$  je závislá na okolním tlaku – čím vyšší tlak, tím vyšší teplota varu.
- Látka přijímá skupenské teplo varu.

## Kondenzace (kapalnění)

- Obrácený děj k vypařování => pára přechází v kapalinu.
- Látka uvolňuje skupenské teplo kondenzační (je stejné jako skupenské teplo vypařování při dané teplotě).
- Kondenzace může nastat:
  - na povrchu pevného tělesa (např. rosa, zamlžené brýle, orosená poklice na hrnci, zamlžené zrcadlo v koupelně...)
  - ve volném prostoru (např. vznik dešťových kapek v oblacích, mlha...)
  - na povrchu kapaliny

# Fázový diagram

Je grafickým znázorněním závislosti skupenských změn na teplotě a tlaku. Každý bod fázového diagramu znázorňuje určitý rovnovážný stav dané látky při zvolené termodynamické teplotě a odpovídajícímu tlaku.



$k_s$  – sublimační křivka; znázorňuje rovnovážný stav mezi pevnou látkou a plynem

$k_t$  – křivka tání; znázorňuje rovnovážný stav mezi pevnou látkou a kapalinou

$k_p$  – křivka sytých par; znázorňuje rovnovážný stav mezi kapalinou a plynem; je zakončena kritickým bodem K (při vyšších teplotách, než je kritická teplota, existuje látka pouze v plynném skupenství)

A – trojný bod; všechna tři skupenství jsou v rovnováze (např. při tlaku  $p_A = 611,7$  Pa a teplotě  $T_A = 273,16$  °C mohou vedle sebe v izolované nádobě existovat voda, led a sytá vodní pára)

*Sytá pára* je pára, která je v rovnovážném stavu se svou kapalinou; tzn. za určitý čas se stejný počet molekul změní z kapaliny v páru a naopak.

- vzniká v uzavřeném prostoru
- tlak syté páry nezávisí při dané teplotě na objemu páry
- tlak syté páry nad kapalinou roste s rostoucí teplotou

*Přehřátá pára* je pára, která má nižší tlak a hustotu než sytá pára téže teploty (např. vzduch za normálních podmínek).