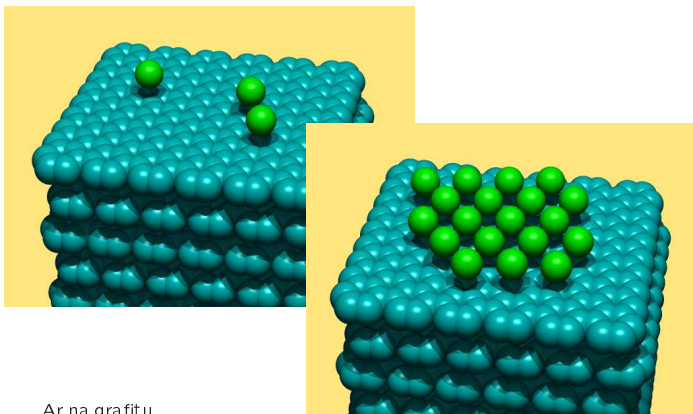


Adsorpce z plynné fáze na tuhých látkách

s.1
m12



Ar na grafitu

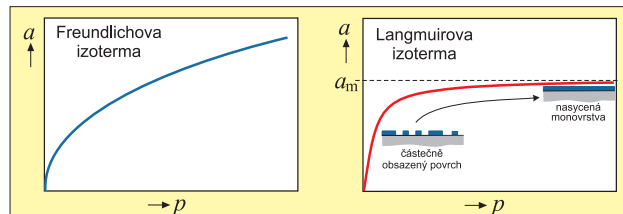
Freundlichova izoterma

s.5
m12

empirická

$$a = k p^{1/n}$$

a je adsorbované množství, k a n jsou konstanty.
 k klesá s rostoucí teplotou, $n > 1$ ($n \approx 1$ pro velké T)



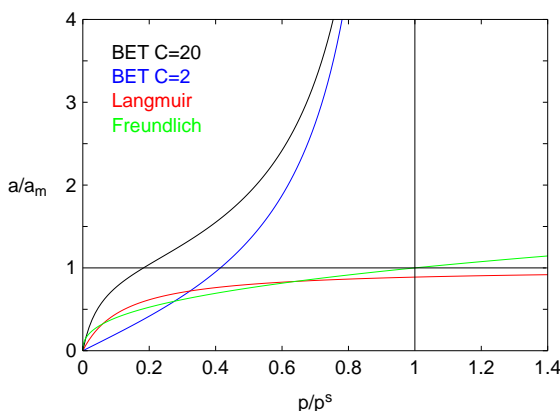
Fyzikální adsorpce a chemisorpce

s.2
m12

| | fyzikální adsorpce | chemisorpce |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| působící síly | fyzikální síly (relativně slabé) (van der Waals, vodíkové vazby) | sdílení elektronů mezi adsorbovanou molekulou a povrchem |
| specifičnost | nespecifická (nejvíce se adsorbují plyny nejnázežte zkapalnitelné) | specifická |
| adsorpční teplo | -20 až -40 kJ mol ⁻¹ (obdobá kondenzačních tepel) | -40 až -400 kJ mol ⁻¹ (obdobá reakčních tepel) |
| počet vrstev | adsorpce ve více vrstvách (jako kondenzace) | adsorpce v jedné vrstvě |
| rychlost | velká (rovnováha se ustavuje v několika sekundách) | při nižších T pomalá, rychlost stoupá exponenciálně s T |
| adsorbované množství | pod T_c značné, s teplotou klesá, nad T_c malé | proti fyzikální adsorpci malé zvláště při nízkých T , rychle roste s T |
| reverzibilita | naadsorbovaný plyn se snadno odstraňuje (evakuací, mírným zahříváním) | odstranění naadsorbovaného plynu je obtížnější (zahřívání ve vakuu na vyšší T) |

Adsorpční izotermy

s.6
m12



Langmuirova adsorpční izoterma

s.3
m12

Stupeň pokrytí jsme již odvodili

$$\theta = \frac{c_A L}{c_{L0}} = \frac{K_{ads} c_A}{1 + K_{ads} c_A}$$

(θ pro adsorpci z kapaliny na tuhé látce)

Opakuji předpoklady (lépe splněny u chemisorpce):

- nezávislá adsorpční centra (molekuly se neovlivňují)
- jedna vrstva molekul

Pro adsorpci z ideální plynné fáze, $p = cRT \Rightarrow$:

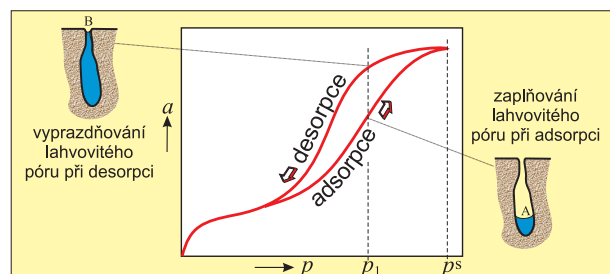
$$\theta = \frac{a}{a_m} = \frac{bp}{1 + bp}$$

a = adsorbované množství

a_m = maximální množství (úplná monovrstva)

Kapilární kondenzace

s.7
m12

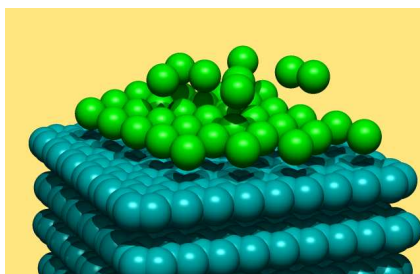


Hystereze – různý průběh izotermy při adsorpci a desorpci

Adsorpční izoterma BET

s.4
m12

Brunauer
Emmet
Teller



- více vrstev molekul
- další vrstvy vázány stejnými silami jako v kapalině

$$a = a_m \cdot \frac{C p_{rel}}{(1 - p_{rel}) [1 + (C - 1) p_{rel}]}$$

$p_{rel} = p/p^s$, a_m = množství adsorbované do monomolekulární vrstvy

Příklad

[xcat octave/langmuir.m Langmuirova izoterma]

s.8
m12

Experimentálně byla sledována adsorpce ethylenu na aktivním uhlí při 273 K. V tabulce je uvedena zjištěná hmotnost naadsorbovaného ethylenu v gramech na jednom gramu uhlí (a) v závislosti na změřeném rovnovážném tlaku (p). Z těchto dat vyhodnoťte konstanty Langmuirovy izotermy a vypočítejte specifický povrch adsorbentu za předpokladu, že molekula ethylenu zaujímá při adsorpci na povrchu uhlí plochu 0.19 nm².

Tabulka experimentálních dat:

| p /MPa | 0.1 | 0.2 | 0.28 | 0.41 | 0.98 | 1.39 | 1.93 | 2.75 | 3.01 | 3.51 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| a | 0.089 | 0.127 | 0.144 | 0.163 | 0.189 | 0.198 | 0.206 | 0.208 | 0.209 | 0.210 |

$$a_{max} = 0.219, b = 6.84 \text{ MPa}^{-1}, \lambda_{spec} = 900 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$$