

## SZILÁRD FELÜLETEK

18

## Nagy felület

szemcsés (homok, talaj, kavics)  
pórusos (agyag, téгла, aktív szén)



## Porozitás

$$\varepsilon = \frac{V_p}{V_p + V_{szil}} = \frac{\rho_{abszolút} - \rho_{látszólagos}}{\rho_{abszolút}}$$

Fajlagos felület

$$A_s = \frac{\text{Felület}}{m}$$

egységnyi tömegű anyag felülete

## Néhány anyag fajlagos felülete

anyag	fajlagos felület, m <sup>2</sup> /g
aktív szén	600–1400
szilikagél	300–600
katalizátor	50–300
por, átmérő = 0,1 mm	0,1–0,5
agyag	6-80 (600-800)

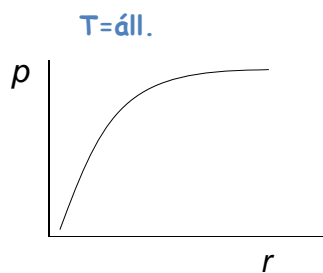
19

Pórusosztályok: mikropórus <2 nm  
 mezopórus 2-50 nm  
 makropórus >50 nm  
 szupermakropórus ~ $\mu\text{m}$

Pórus: gőzreag

Kelvin egyenlet

$$p = p_{r \rightarrow \infty} e^{\frac{-2\gamma V_m}{rRT}}$$

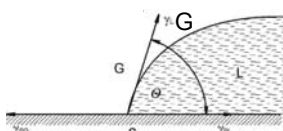
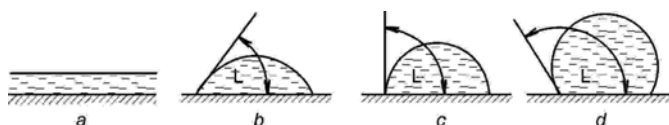


kapilláris kondenzáció

20

### 1. Kontakt nedvesedés

S/G + folyadékcsepp  $\rightarrow$  S/L + L/G



$$\gamma_{SG} = \gamma_{SL} + \gamma_{LG} \cos \theta$$

YOUNG

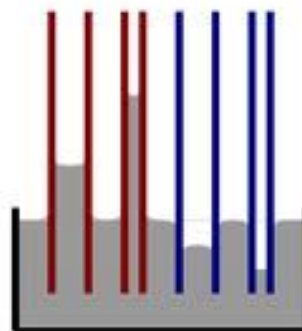
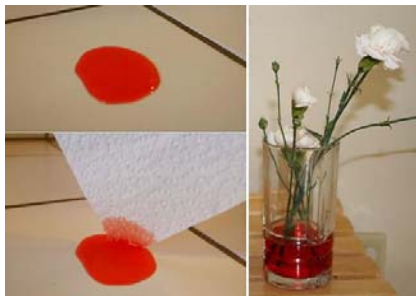
teljes szétterülés  $\theta = 0^\circ$

A nedvesedést befolyásoló tényezők

- 1) Felületkezelés (hidrofil - hidrofób jelleg megváltoztatása)
- 2) A folyadékfázis tulajdonságának megváltoztatása
- 3) Felületi érdesség

21

## 2. Kapillárisemelkedés



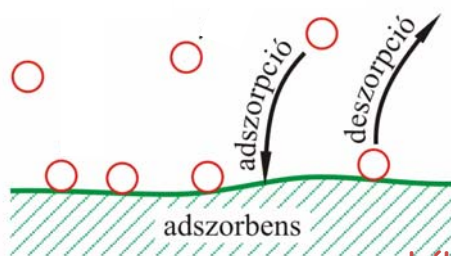
$$\Delta p_{\gamma} = \frac{2\gamma}{r} = h\rho g$$

22

## 3. Feldúsulás szilárd/gáz vagy szilárd/folyadék határfelületen

Adszorpció: feldúsulás határfelületen

Deszorpció: a feldúsult/megkötött molekulák/atomok eltávolítása



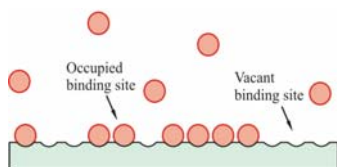
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

gázválasztás és tisztítás  
gáztárolás  
elválasztástechnika (kromatográfia)  
víztisztítás

Egyensúlyra vezető folyamat

23

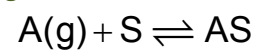
### 3.1. Szilárd/gáz határfelület



- \*Sík felület
- \*Azonos energiájú felületi kötőhelyek
- \*Egymolekulás borítottság

Langmuir

Borítottság:  $\theta = \frac{\text{betöltött}}{\text{összes}}$   $\Theta = \frac{N}{N_t}$



$$v_a = k_a N_t (1 - \Theta) p$$

$$v_d = k_d \Theta N_t$$

egyensúly:  $v_a = v_d$

$$\frac{N_t \Theta}{N_t (1 - \Theta) p} = \frac{k_a}{k_d} = K \quad K: \text{egyensúlyi állandó}$$

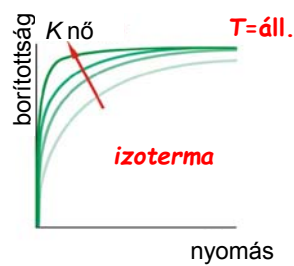
T=áll.

24

### Makroszkopikus mennyiségekkel (pl. mól gáz/g szilárd anyag)

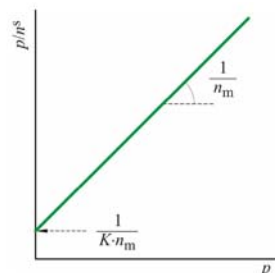
$$\Theta = \frac{n^s}{n_m} = \frac{K \cdot p}{1 + K \cdot p}$$

$$n^s = \frac{n_m \cdot K \cdot p}{1 + K \cdot p}$$



linearizált alak:

$$\frac{p}{n^s} = \frac{1}{K n_m} + \frac{p}{n_m}$$



25

### Fajlagos felület meghatározása

$N_2$  gáz, 77 K

$$A_S = \frac{m_m}{M_{N_2}} \cdot N_A \cdot a_{N_2} = n_m \cdot N_A \cdot a_{N_2}$$

$a_{N_2}$  : egyetlen  $N_2$  helyigénye, 0,162 nm<sup>2</sup>

26

### 3.2. Szilárd/folyadék határfelület

Nemionos rendszerek, gyenge elektrolitok

Kölcsönhatás: diszperziós, van der Waals

oldószer - oldott anyag

oldott anyag - felület  
VERSENGÉS

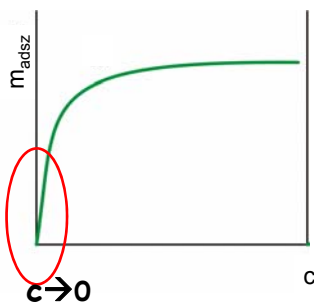
oldószer - felület

T=áll.

$$m^s = \frac{(c_0 - c_e)V}{m}$$

$$m^s = m_m \frac{Kc}{1 + Kc} \quad \text{vagy} \quad n^s = n_m \frac{Kc}{1 + Kc}$$

linearizált alak:  $c/m^s$  c függvényében;  
ebből K,  $m_m$



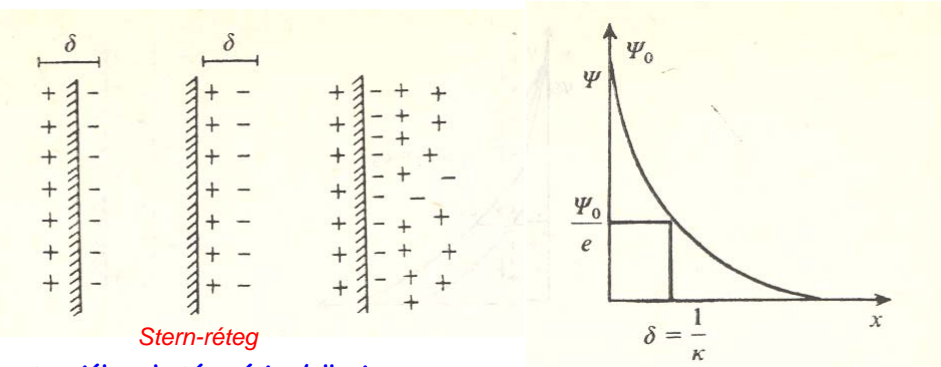
$$m_{\text{adsz}} = K_H \cdot c \quad \text{Henry izoterma}$$

27

### 3.3. Ionos felületek

Kölcsönhatás: elektrosztatikus vonzás/taszítás

Elektromos kettősréteg



The diagram shows two parallel plates with charges, labeled with thickness  $\delta$ . The Stern layer is shown as a thin layer of counterions adjacent to the surface. The graph plots potential  $\Psi$  against distance  $x$ , showing an exponential decay from  $\Psi_0$  at the surface. A point  $\frac{\Psi_0}{e}$  is marked on the y-axis, and the corresponding distance is  $\delta = \frac{1}{\kappa}$ .

**Stern-réteg**

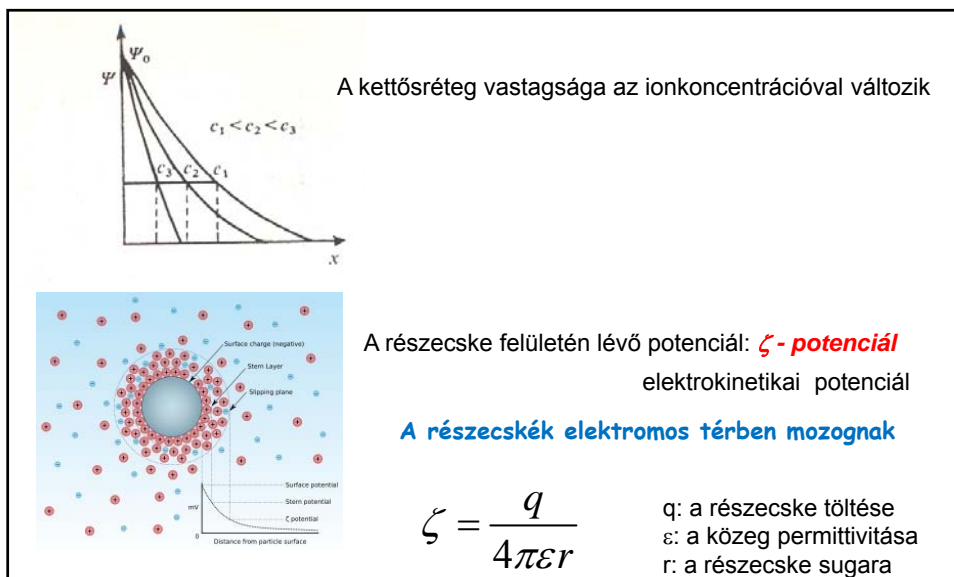
**potenciálmeghatározó ion/ellenion**

$\delta$  rétegvastagság      hőmozgás  
 diffúz kettősréteg

$$\Psi = \Psi_0 e^{-\kappa x}$$

$$\kappa = \text{konst} \cdot z\sqrt{c}$$

$z$  az ellenion töltésszáma (szimmetrikus elektrolit),  $T = \text{áll.}$   
 $1/\kappa$  fiktív rétegvastagság



The graph shows potential  $\Psi$  vs distance  $x$  for three different ion concentrations  $c_1 < c_2 < c_3$ . Higher concentration leads to a steeper potential decay. The diagram below shows a particle with a negative surface charge, a Stern layer, and a slipping plane. The potential profiles are labeled: Surface potential, Stern potential, and  $\zeta$  potential.

A kettősréteg vastagsága az ionkoncentrációval változik

A részecske felületén lévő potenciál:  **$\zeta$ -potenciál**  
 elektrokinetikai potenciál

**A részecskék elektromos térben mozognak**

$$\zeta = \frac{q}{4\pi\epsilon r}$$

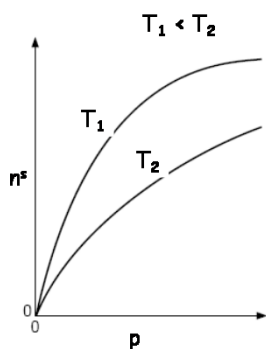
$q$ : a részecske töltése  
 $\epsilon$ : a közeg permittivitása  
 $r$ : a részecske sugara (nyírési sugár)

HATÁRFELÜLETI JELENSÉGEK A KÖRNYEZETBEN  
NÉHÁNY PÉLDA

30

üvegházhatást okozó gázok koncentrációjának növekedése a légkörben  
antropogén  
természetes

globális felmelegedés 3 °C/40 év



GWP (global warming potential):  
CH<sub>4</sub>:CO<sub>2</sub> 23:1



Nyugat-Szibéria „örök fagy” 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup>  
30 - 40 cm tőzeg  
20 - 40 m laza lősz (A<sub>5</sub>≈10 m<sup>2</sup>/g)  
7·10<sup>10</sup> tonna metán

metán  
normál forráspont: 111.55 K  
kritikus pont: 190.5 K, 4.6 MPa (45 atm)  
légkörben: 1,745 ppmv  
E<sub>L</sub>=8,9 kJ/mol

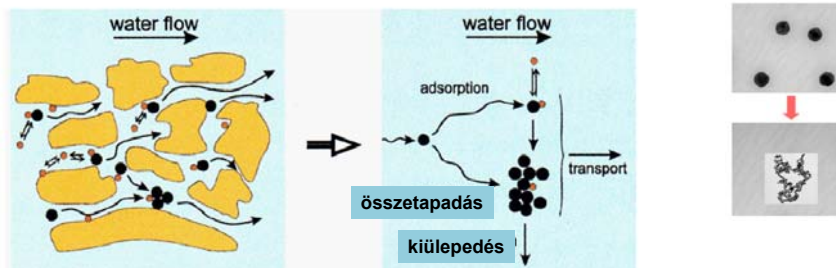
Üvegházhatás: CH<sub>4</sub> ≈ 105 \* CO<sub>2</sub> /20 év

31

**Kolloid részecskék szerepe hasznos és toxikus anyagok ko-transzportjában**

Pórusos közegben, felszíni vizekben

A kolloid szállító részecske: szerves (nano)részecske, szerves makromolekula, biológiai anyagok (baktérium, biológiai szemét, plankton) vagy ezek aggregátumai



Baalousha et al. 2009

● Toxikus vegyület

● Kolloid szállító

Anyagi minőség

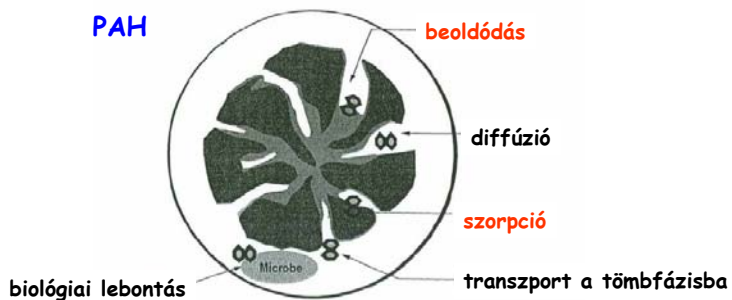
Hőmérséklet (oldhatóság, mobilitás)

A vizes fázis tulajdonságai

(oldott sók ionjai, szerves anyagok jelenléte és tulajdonságai, pH)

32

**A KÖRÜLMÉNYEK VÁLTOZÁSÁNAK HATÁSA A TALAJSZENNYEZŐKRE**



hőmérséklet  
koncentráció  
pH  
biológiai környezet

33



„TALAJMOSÁS”

