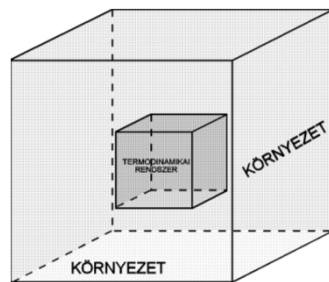


## HATÁRFELÜLETI JELENSÉGEK

1

## A termodinamikai rendszer

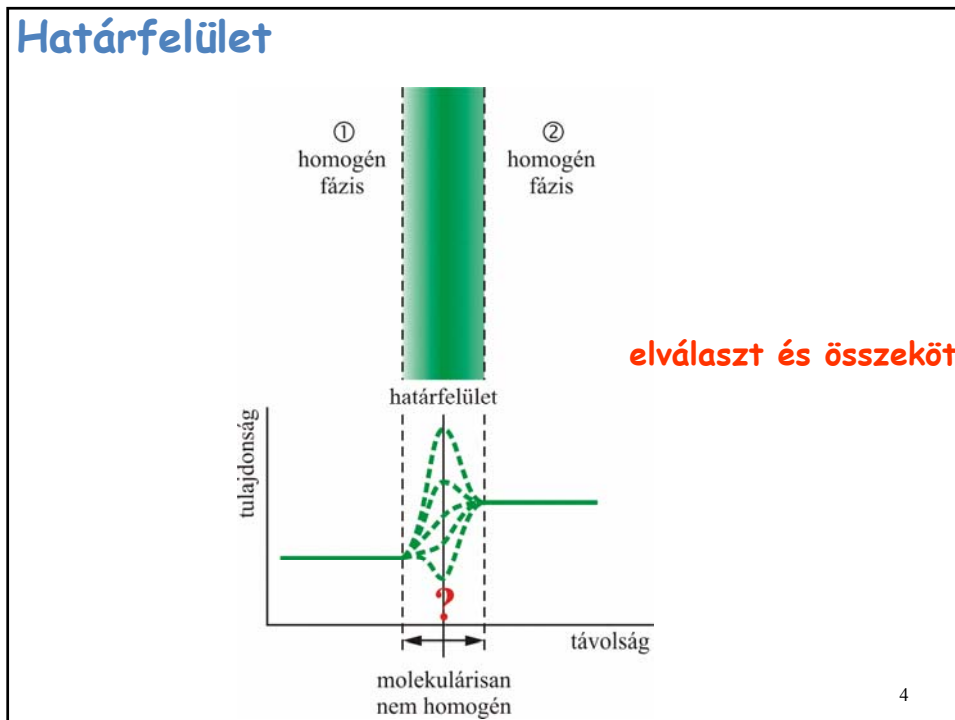
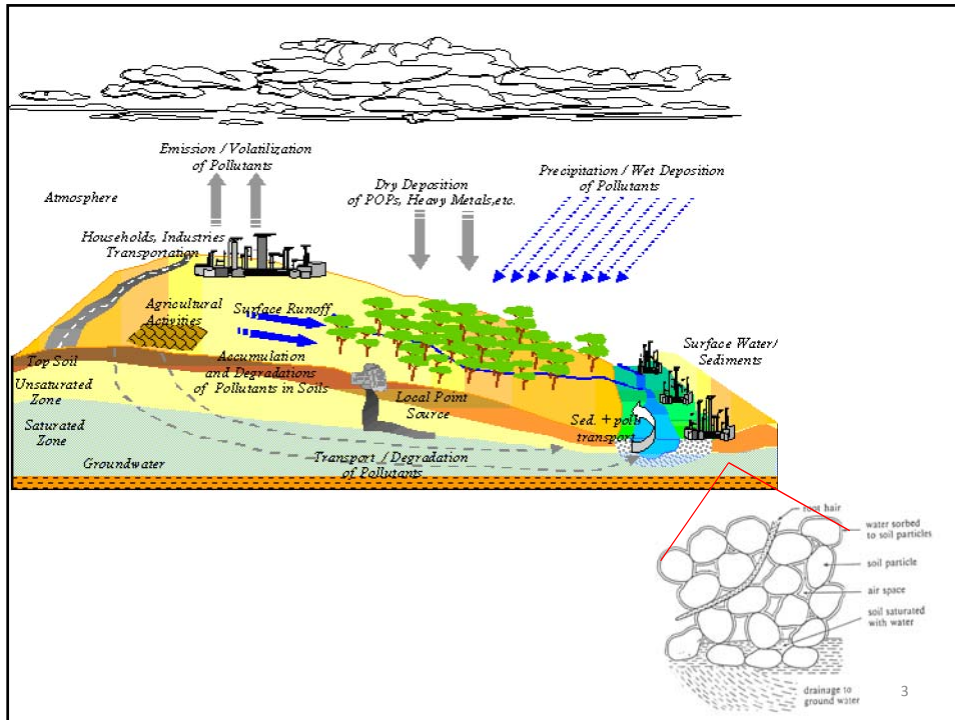
Megfigyeléshez ki kell választanunk egy kezelhető méretű rendszert



**TD rendszer:** a világ azon **HATÁRFELÜLETTEL** elválasztott része, amelynek tulajdonságait vizsgáljuk

**Környezet:** minden ami a rendszeren kívül van

2



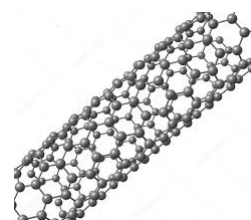
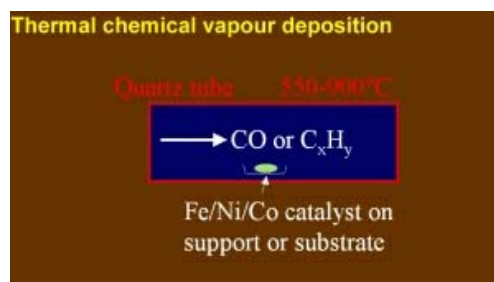
## Határfelületek előállítása

### 1. Diszpergálással (top down)



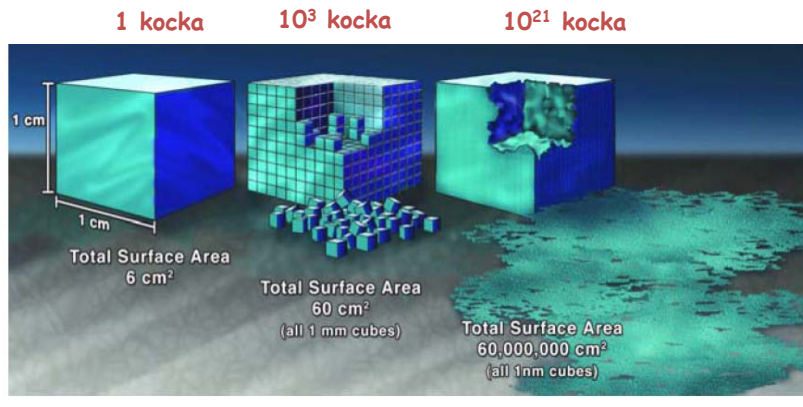
5

### 2. Szintézissel (bottom up): pl. gőzfázisú rétegleválasztás



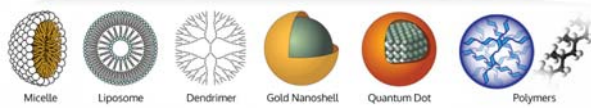
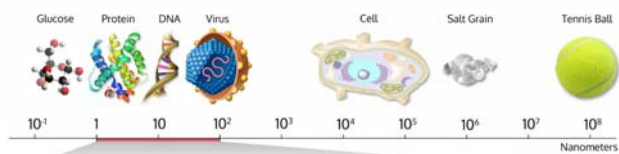
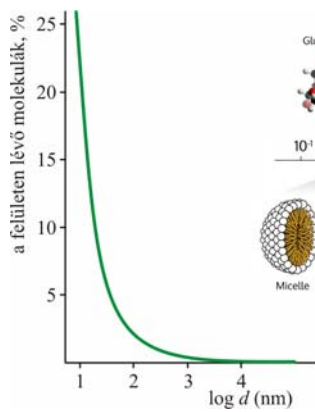
6

## Részecskeméret vs. felület



Felületi és tömbfázisbeli részecskék aránya  
felület/térfogat arány

7



10<sup>-9</sup> m – 10<sup>-6</sup> m  
„kolloid” mérettartomány  
(szubmikroszkópos méret)

Fajlagos felület [m<sup>2</sup>/g]

A felületi és tömbfázisbeli molekulák arányának részecskéátmérő-függése

Gömb:  $A=4\pi r^2$

$$A_s = \frac{\text{felület}}{\text{tömeg}}$$

8

### A részecskék jellemzése

- méret
- tartomány eloszlás
- alak (morfológia)



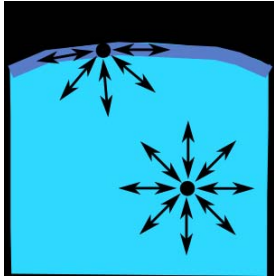

**alaki tényező**

az l/d arány  $1,5 \cdot 10^3$  is lehet (ld. azbeszt)




### Miért kitüntetett a felületi pozíció?

A HATÁRFELÜLETBEN LÉVŐ MOLEKULÁK ENERGIATÖBBLETTEL RENDELKEZNEK




Ha egy folyadékmolekulát a felületi rétegbe akarunk juttatni, akkor annak erőt kell legyőznie.

$$\gamma = \left( \frac{\partial G}{\partial A_s} \right)_{p,T}$$


felületi feszültség

$$dW_{fel} = \gamma dA_s$$

felületi munka



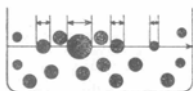
	$\gamma_{293\text{ K}}$ mJ/m <sup>2</sup> vagy mN/m	kölcsönhatás
He(l)	0,308	diszperziós
n-hexán	18	diszperziós
víz	72	H-híd
Hg(l)	472	fémek kötés
BaSO <sub>4</sub>	10 <sup>3</sup>	ionrács



## DISZPERZ RENDSZEREK CSOPORTOSÍTÁSA

### 1. A HALMAZ SZERKEZETE SZERINT

INKOHERENS



összefüggő közeg,  
fluid jellegű

KOHERENS



összefüggő váz,  
szilárd/rugalmas

11

### 2. HALMAZÁLLAPOT SZERINT

Gázközegű:  
aeroszolok

Folyékonyközegű:  
lioszolok

Szilárdközegű:  
xeroszolok  
+ összetett rendszerek

L/G folyadék aeroszol:  
köd, permet

S/G szilárd aeroszol:  
füst, kolloid por, légköri  
aeroszolok, **szmog**

G/L gázlioszol, hab  
L/L folyadék lioszol,  
emulzió  
S/L kolloid  
szuszpenzió, szolok

G/S szilárd hab:  
polisztírol hab

L/S szilárd emulzió: opál,  
igazgyöngy

S/S szilárd szuszpenzió: pigmentált  
polimerek



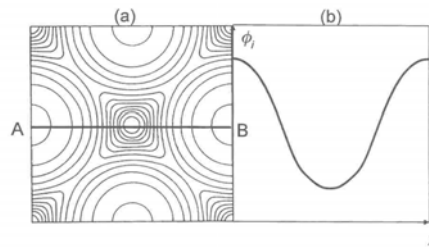
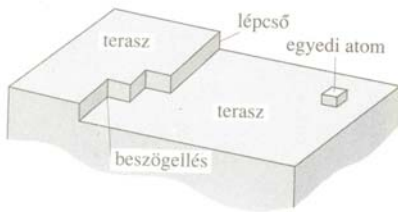
12

3. AZ ÉRINTKEZŐ FÁZISOK HALMAZÁLLAPOTA SZERINT: S/S; S/L; S/G; L/L; L/G



13

4. A FELÜLET GEOMETRIÁJA SZERINT: SÍK VS GÖRBÜLT

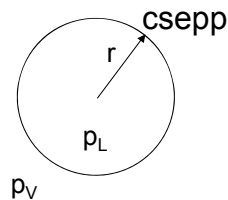


He atom szilárd Xe (100) felületen

14

## A felületi többletenergiával kapcsolatos jelenségek

### 1. Görbült felületek tenziója



A felületi feszültség miatt a csepp belsejében többletnyomás van

$$p_L = p_v + \frac{2\gamma LV}{r}$$

$$\Delta p = p_L - p_v$$

Young-Laplace

Buborék átmérő (2r) (μm)	$\Delta p$ (Pa)	$\Delta p$ (atm)
1000	288	0.00284
3.0	96000	0.947
0.3	960000	9.474

15

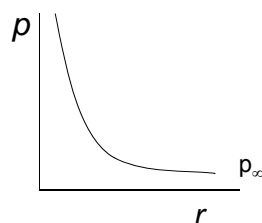
### Folyadékcsépp

Telítési gőznyomás az  $r$  görbületi sugarú folyadékcsépp felszín közelében

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

$p_\infty$  a sík felület feletti telítési gőznyomás  
T hőmérsékleten

$V_m$  a folyadék móltérfogata  
 $r$  a csepp sugara



izoterm desztilláció jelensége

16

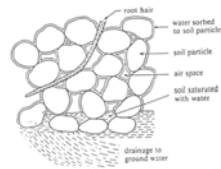
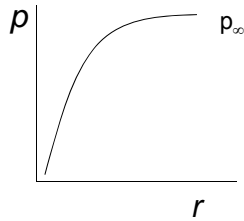


**Gőzűreg (buborék, pórus)**

Telítési gőznyomás az  $r$  görbületi sugarú buborék felszín közelében

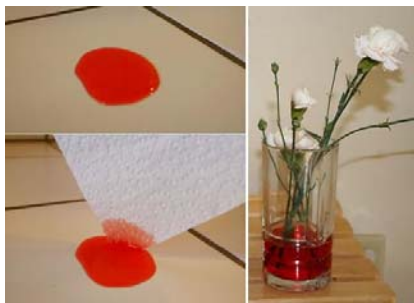
$$p = p_{\infty} e^{\frac{-2\gamma V_m}{rRT}}$$

$p_{\infty}$  a sík felület feletti telítési gőznyomás  
 $T$  hőmérsékleten  
 $V_m$  a folyadék móltérfogata  
 $r$  a buborék sugara

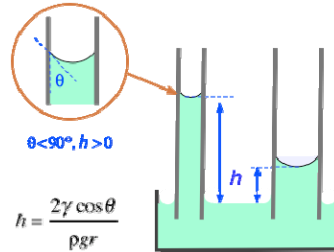


17

**2. Kapillárisemelkedés**



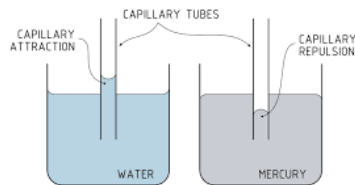
$\theta$  peremszög



$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

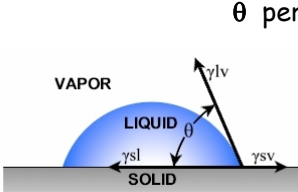
$$2r\pi\gamma \cos \theta = r^2\pi h\rho g$$

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



18

### 3. Kontakt nedvesedés




$\theta$  peremszög

Young egyenlet

$$\gamma_{sv} = \gamma_{sl} + \gamma_{lv} \cos\theta$$

szétterülés  $\theta = 0$



19

### A NEDVESEDÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

- FELÜLETKEZELÉS (hidrofil - hidrofób jelleg megváltoztatása)**  
pl. festés  
zsírtalanítás
- A FOLYADÉKFÁZIS TULAJDONSÁGÁNAK MEGVÁLTOZTATÁSA**  
Oldott anyagokkal

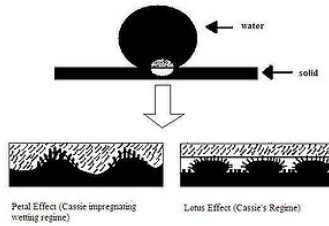


**felületaktív anyagok: kettős természet (amfifil)**

**LIOFIL (hidrofil)                      LIOFÓB (hidrofób)**

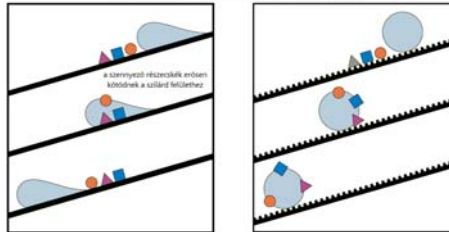
20

### 3. A FELÜLETI ÉRDESSÉG SZEREPE



**Lótusz-effektus:** mikrostrukturált, hidrofób (víztaszító) felületek öntisztuló képessége

#### A "lótusz-effektus" mechanizmusa



sima neutrális felület: a szennyező részecskéken átgördül a vízcepp

érdes hidrofób felület: a legördülő vízcepp lemossa és magával viszi a szennyező részecskéket

21

### AZ AMFIFIL ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSUK

- A hidrofób rész töltése alapján

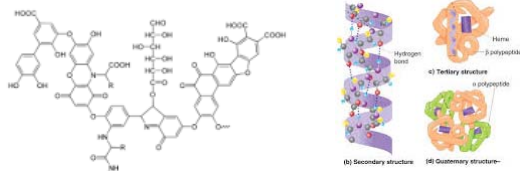
**Anionos**  $R-COO^- X^+$  Pl. karbonsavak sói (szappanok)

**Kationos**  $R-N^+(CH_3)_3 Y^-$  Kvaterner ammónium sók

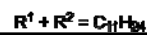
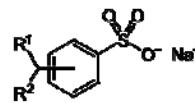
**Nemionos**  $R-Z-(CH_2-CH_2-O)_n H$  Z = pl. O, S, NH

- Eredetük szerint

**Természetes pl. huminsavak, fehérje**



**Szintetikus pl. szappan, alkil-benzol szulfonátok Na sója**



22

**Viselkedésük levegő/oldat határfelületen** T=áll.

oldat  $\rightleftharpoons$  felület  $n$   $\rightleftharpoons$  micella

itt: vizes oldat

$c_M$  Kritikus micellakonzentráció

tenzidkoncentráció  $\rightarrow$

csökken felületi feszültség

állandó

felületi többletkonzentráció, mol/m<sup>2</sup>

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \frac{d\gamma}{dc}$$

dúsulás a felületen

23

Micella Inverz (fordított) micella

akár több-100 molekula is alkothat egy micellát

Na-sztearát vízben Ca-sztearát olajban

24

