

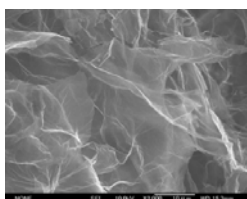
Pórusos anyagok MSc

László Krisztina (463)18-93
klaszlo@mail.bme.hu
F ép. I. lépcsőház 1. emelet 135

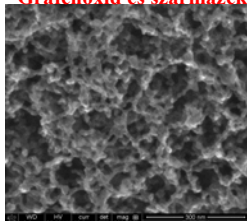
1



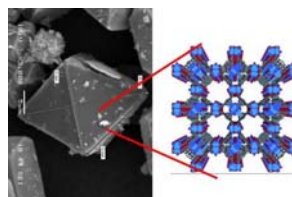
- Pórusos anyagok szintézise
- Felületmódosítás, kölcsönhatások
- Jellemzés, alkalmazási lehetőségek (energia- és gáztárolás)



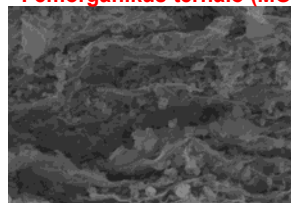
Grafénoxid és származékai



Polimer és szén aerogélek



Fémorganikus térháló (MOF)



Hibrid rendszerek (MOF + GO)

2019.09.15.

Követelmények: 2+0+0 v
Egyéni felkészülés
Házi feladat: esszé 33 %
Kiselőadás 33 %
Vizsga 33 %
Aktivitás

Info:

[http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/fizkem/porusos anyagok](http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/fizkem/porusos_anyagok)

3

Tematika

1. A pórusos rendszerek osztályozása
2. A pórusos rendszerek morfológiai vizsgálatára szolgáló módszerek és modellek
3. Kinetikai megfontolások
4. Modelllezés
5. Pórusos rendszerek

KIINDULÁS:

Kolloidikai alapismeretek

Felületek fizikai kémiája elektronikus jegyzet anyaga

4

2019-20. 1. félév menetrend

Minden kontakt aktivitás időpontja: hétfő 12:15-1:45-ig, CH épület 302.

Esszé témaválasztás határidő: Szeptember 23.

Esszébeadás határidő: November 11.

Kiselőadások I.: December 2.

Kiselőadások II.: December 9.

5

Hallgatói témák (egyéneként)

Témalista kiírása: szept. 15.

Kb. 10 oldalas esszé (2500 leütés/oldal) + irodalomjegyzék

tartalom és forma (korrekt hivatkozás)

alap: 2000 után született review/kv fejezet + későbbi cikkek

feldolgozást segítő kérdések (5 db)

15 perces előadás

Elektronikus beadás:

Nov. 11: Nev_essze: esszé + irodalomjegyzék + irodalmak

Dec 2/9: Nev_Kiseloadas; Nev_Kerdesek

6

Physical sciences

- One of many **small openings** in a solid substance of any kind that contribute to the substance's porosity (typical usage in earth sciences, materials science and construction)
- A small **defect** in the crystal structure that may arise during sintering to form solids from powders, including ceramics
- Pore (bread), an **air pocket** in bread
- Pore **space** in soil
- Void** (composites), a pore that remains unoccupied in a composite material

7

Mi az a pórus ?

Mi lehet az előnyük? Miért?

Mi lehet a hátrányuk? Miért?

Hogyan lehet a hátrányokat kiküszöbölni?

Hogyan tudnánk őket jellemezni?

Hogyan lehet ilyen anyagokat előállítani?

Alkalmazások

8

Pórusos anyagok - példák 1

Riolittufa (horzsakő, habkő)



Tégla



Agyag



Membrán-spirál



Elektród



Montmorillonit rózsza



Pórusos anyagok - példák 2

Csont



Bőr



falevél



Növényi szár



Szivacs



Méhsejt





Pórusos anyagok - példák 3

Kavics



Homok



Aktív szén



Monolit - Részecskehalmaz

11

Különböző pórusos anyagok összehasonlítása

	Polymeric	Carbon	Glass	Alumino-silicate	Oxides	Metal
Pore size	Meso-macro	Micro-meso	Meso-macro	Micro-meso	Micro-meso	Meso-macro
Surface area / Porosity	Low >0.6	High 0.3-0.6	Low 0.3-0.6	High 0.3-0.7	Medium 0.3-0.6	Low 0.1-0.7
Permeability	Low-medium	Low-medium	High	Low	Low-medium	High
Strength	Medium	Low	Strong	Weak	Weak-medium	Strong
Thermal stability	Low	High	Good	Medium-high	Medium-high	High
Chemical stability	Low-medium	High	High	High	Very high	High
Costs	Low	High	High	Low-medium	Medium	Medium
Life	Short	Long	Long	Medium-long	Long	Long

Lu et al 12

Nempórusos vs. pórusos 1



Nempórusos

- kicsi fajlagos felület
- kicsi pórustérfogat



Pórusos

- nagy
- nagy

A pórusos anyagok igen nagy belső porozitással és ennek következtében fajl. felülettel rendelkeznek → különleges funkciók

F. Rouquerol, J. Rouquerol, K. S. W. Sing, Adsorption by Powders and Porous Solids, Academic Press, 1-25, 1999

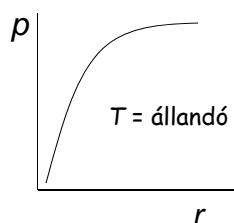
13

Nempórusos vs. pórusos 2

A telítési gőznyomás függ a pórusmérettől

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

tenziógörbe

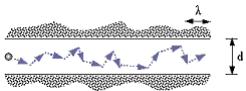


14

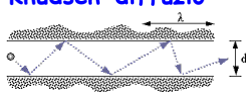
Nempórusos vs. pórusos 3

Transzportmechanizmusok

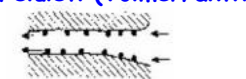
Molekuláris (Fick) diffúzió



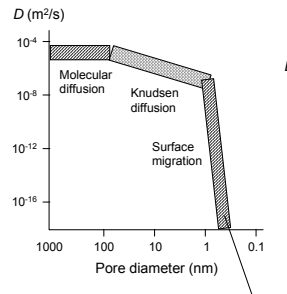
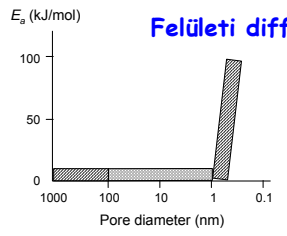
Knudsen-diffúzió



Felületi (Volmer/aktivált)-diffúzió



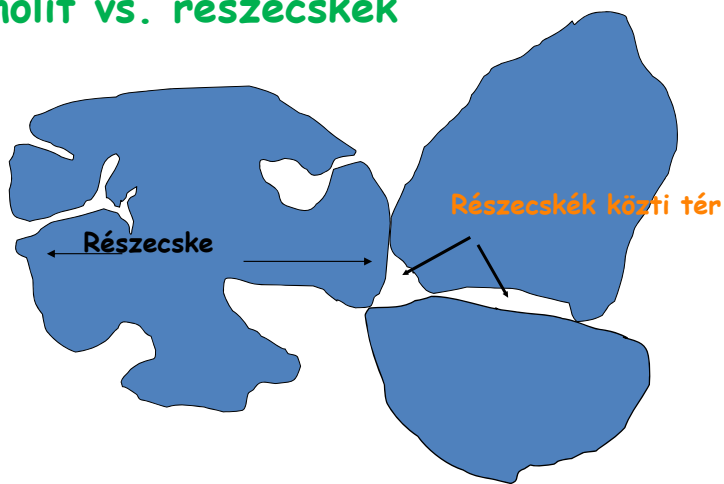
A pórus mérete és alakja meghatározza a diffúziós sajátságokat

15

Pórusmorfológia

1. Monolit vs. részecskék



16

2. Nyitott vagy zárt

összefüggő pórusok

zárt pórus

nyitott vs. zárt érdekesség

átmenő pórus

egyik végén zárt pórus

F. Rouquerol, J. Rouquerol, K. S. W. Sing, Adsorption by Powders and Porous Solids, Academic Press, 1-25, 1999

17

3. Kapcsolat a pórusok között

Összefüggő

Zeolit uniform

Network/hálózat

Aerogél random

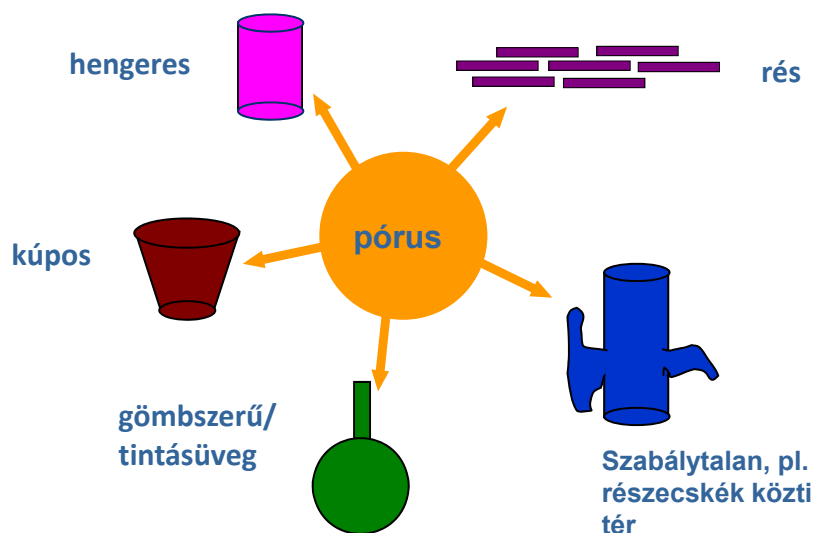
Aktív szén Hierarchikus

Független

SBA-15

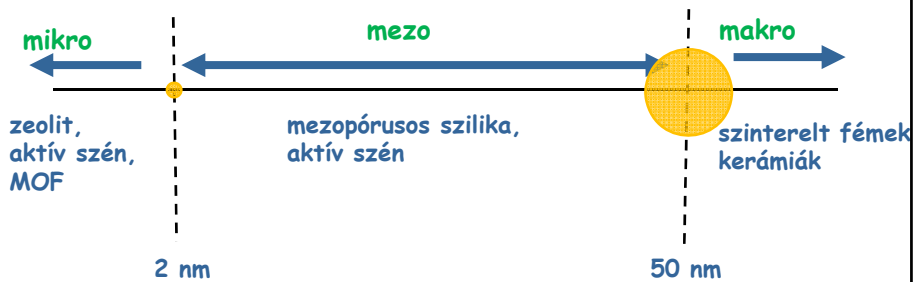
18

3. A pórusok alakja



F. Rouquerol, J. Rouquerol, K. S. W. Sing, *Adsorption by Powders and Porous Solids*, Academic Press, 1-25, 1999

4. A pórusok mérete



IUPAC-osztályozás méret szerint (1984):

- mikropórus $d < 2 \text{ nm}$
további „alosztályok”: ultra- ill. szuper-mikropórus
 - mezopórus $2 \text{ nm} < d < 50 \text{ nm}$
 - makropórus $d > 50 \text{ nm}$ Nanopórusok: max. 100 nm
- további „alosztály”: szuper-makropórus

Sing, K. S. W. et al. *Reporting Physisorption Data for Gas/Solid Systems*. *Pure & Appl. Chem.* 57, 603-619 (1985).
20

Porozitás

ε = pórusok térfogata/teljes térfogat

%-osan is kifejezhető

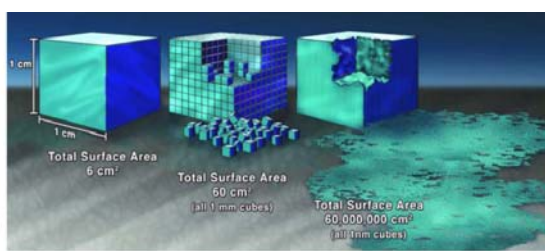
$$\varepsilon = \frac{V_p}{V_p + V_{szil}} = \frac{\rho_{abszolút} - \rho_{látszólagos}}{\rho_{abszolút}}$$

21

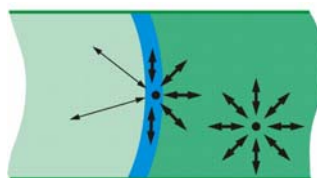
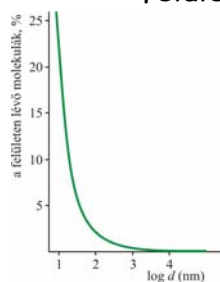
Nagy felület

„God created space, and the devil created surface”

Wolfgang Pauli

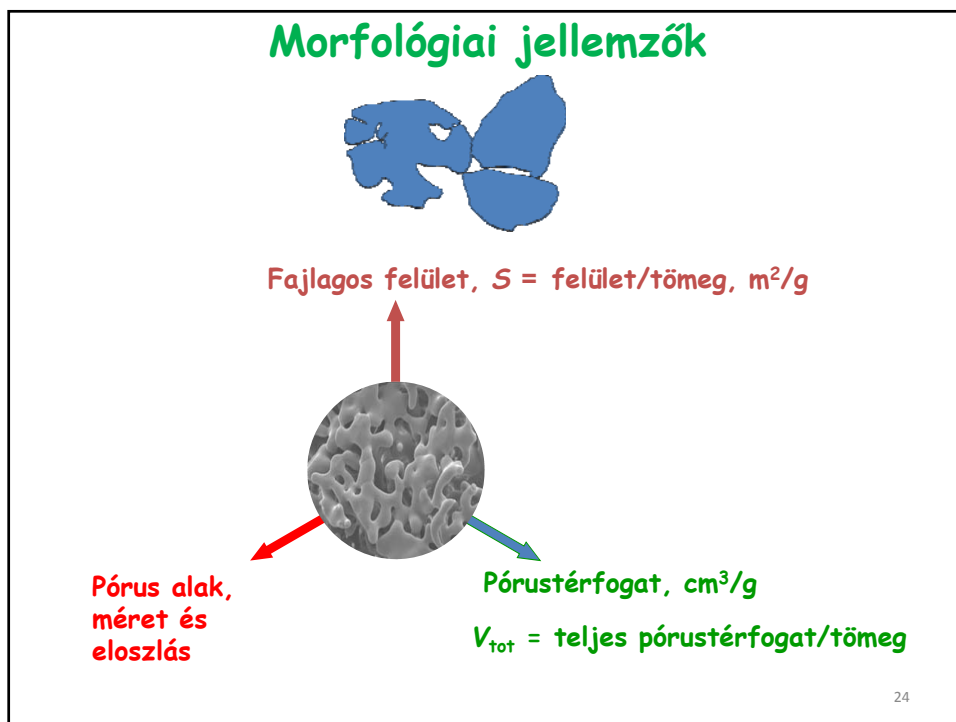
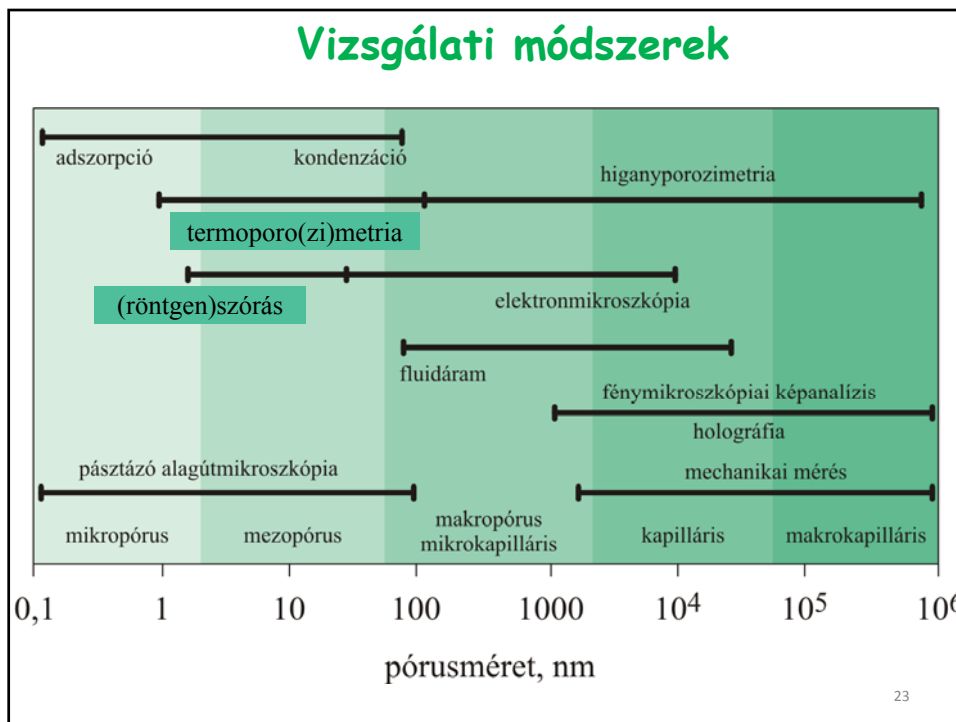


Felületi és tömbfázisbeli részecskék aránya
felület/térfogat arány



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

22



Házi feladat

1 dm élhosszúságú kocka

Helyezzünk el benne szabályosan 2 cm ill. 2 mm átmérőjű
gömböket (=pórusok)

- 1) ? porozitás
- 2) ? fajlagos felület
- 3) ? sűrűség

ε = pórusok térfogata/teljes térfogat