



**MISKOLCI EGYETEM**  
**Műszaki Anyag- és Vegyészmérnöki Kar**  
**Kerpely Antal Anyagtudományok és -  
technológiák Doktori Iskola**



# Szorpció és katalízis

Dr. Bacsik Zoltán

**TANTÁRGYLEÍRÁS**

2025.  
Szerző: user

# Szorpció és katalízis

Dr. Bacsik Zoltán

## Tantárgy jegyzője

Dr. Bacsik Zoltán, egyetemi docens, Kémiai Intézet.

szoba: C2 mfszt A-1, E-mail: zoltan.bacsik@uni-miskolc.hu, tel: 46/565111-2746

<https://ki.uni-miskolc.hu/munkatarsak/dr-bacsik-zoltan/>

## Tantárgy célcsoportja

A tárgy a Kerpely Antal doktori iskola azon hallgatóinak ajánlott, akik kutatásaikhoz a szorpció és a katalízis jelenségét felhasználják.

## Tantárgy nyelve

Magyar vagy angol.

## Tantárgy célja

A tantárgy célja, hogy a hallgatók átfogó képet kapjanak a szorpciós folyamatok fizikai-kémiai alapjairól, a jellemző szorpciós modellekről és azok alkalmazásáról. A kurzus kiemelten foglalkozik a gázadszorpciós mérések és adatelemzés módszertanával, a porózus anyagok szerkezetével és a szorpció katalitikus jelentőségével. A hallgatók önállóan legyenek képesek mérési eredmények értelmezésére, a megfelelő modellek kiválasztására, valamint a szorpciós és karakterizálási adatok összekapcsolására

## Tantárgy módszertana

Az oktatás elméleti előadásokból és gyakorlati adatfeldolgozási feladatokból áll. Az elméleti rész bemutatja a szorpció termodinamikai és kinetikai leírását, a különböző izoterma-modelleket és azok korlátait. A gyakorlati rész során a hallgatók valós adszorpciós izotermákat értelmeznek, papíron számítanak BET-felületet, és megvitatják a mérések hibaforrásait és értelmezési lehetőségeit. A kurzus kis létszám esetén konzultációs formában, a hallgatók kutatási témáihoz igazítva is oktatható.

## Tantárgy tematikája

Bevezetés a szorpciós folyamatokba

- Fizikai és kémiai szorpció alapfogalmai
- Szorpció termodinamikája: a folyamat energetikai jellemzése (felületi energia, entalpia, entrópia); az adszorpció önkéntessége és hőmérsékletfüggése

Szorpciós modellek és izotermák

- Langmuir-, BET-, Freundlich- és Dubinin–Radushkevich-modellek: alkalmazhatóság és korlátok
- Egyszerű, közel lineáris izotermák (pl.  $N_2$ ,  $CH_4$  semleges felületen)
- Többkomponensű rendszerek leírása, kompetitív adszorpció
- Hiszterézis és pórusszerkezet-hatás: adszorpciós–deszorpciós görbék viselkedése
- Gyakorlati feladat: izoterma-elemzés, BET-felület számítása papíron

#### Kinetikai és diffúziós folyamatok

- Adszorpció/deszorpció kinetika, diffúziós korlátok
- Többkomponensű rendszerek dinamikája
- Szeparációs és tárolási példák (pl. CO<sub>2</sub>-megkötés, H<sub>2</sub>- és CH<sub>4</sub>-tárolás porózus anyagokban)

#### Porózus anyagok szerkezete és típusai

- Mikropózusos, mezopózusos és makropózusos rendszerek
- Aktív szén, szilikák, zeolitok, fém-organikus (MOF) és kovalens-organikus (COF) hálózatok, valamint egyéb porózus polimerek
- Anyag-előkészítés és aktiválás hatása a szorpciós viselkedésre

#### Anyagjellemzési és karakterizálási módszerek

- Szerkezeti és morfológiai vizsgálatok: röntgendiffrakció (XRD), elektronmikroszkópia (SEM, TEM), valamint termogravimetriás analízis (TGA)
- Felület- és pórusméret-meghatározás gázadszorpcióval
- Spektroszkópiai módszerek (IR, Raman) – a felületi komponensek és funkciók csoportok azonosítása
- Módszerek korlátai és komplementaritása

#### Szorpció és katalízis kapcsolata

- A szorpció szerepe a heterogén katalízisben
- Felület, aktív centrumok, reakciólépések és kinetikai aspektusok
- Katalizátorok hatékonysága, stabilitása és regenerálása

#### Komplex rendszerek és adatértelmezés

- Kombinált módszerek (adszorpció + spektroszkópia + strukturális elemzés)
- Esettanulmányok: többkomponensű rendszerek adszorpciója és a szelektivitás értelmezése (pl. CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> keverékek)
- Hallgatói mérési eredmények feldolgozása és prezentációs feladat

### Tantárgyhoz kapcsolódó irodalmak

1. J. Čejka et al.: Introduction to Zeolite Science and Practice. Elsevier, 2007.
2. Rouquerol, F.; Rouquerol, J.; Llewellyn, P.; Maurin, G.; Thommes, M.: Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and Applications. Revised Edition, Academic Press (Elsevier), 2019.
3. László Krisztina: Felületek fizikai kémiája. Típotex, 2011.
4. Friss tudományos publikációk a szorpció, porózus anyagok és katalízis területéről.

### Tantárgy teljesítése, számonkérés

A tárgy szóbeli vizsgával és egy mérési eredményeken alapuló rövid elemzéssel vagy prezentációval zárul. A hallgató egy kiválasztott szorpciós vagy katalitikus rendszer mérési eredményeit mutatja be, értelmezi azokat, és javaslatot tesz további vizsgálatokra.

### Tantárgyhoz kapcsolódó komplex vizsga kérdések

- A szorpciós folyamatok termodinamikai és kinetikai leírása
- Szorpciós modellek és izotermák (Langmuir-, BET-, Freundlich-modellek)
- Porózus anyagok szerkezete és jellemzése
- A szorpció szerepe a heterogén katalízisben
- Anyagjellemzési és spektroszkópiai módszerek a szorpció vizsgálatában