

TANTÁRGYI TEMATIKA
Anyagmérnöki BSc
nappali/levelező

Tantárgy neve: Nano-jelenségek	Tantárgy neptun kódja: MAKFKT267B(L) Tárgyfelelős intézet: Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet Tantárgyelem: törzsanyag
Tárgyfelelős prof. dr. Kaptay György, egyetemi tanár	
Közreműködő oktató(k): PhD hallgatók (jelenleg Szabó Dávid, Korózs József, Végh Ádám)	
Javasolt félév: 3.	Előfeltétel: Nincs
Óraszám/hét: 2 + 1 Óraszám/félév: 10 + 5	Számonkérés módja: aláírás + kollokvium (= szóbeli vizsga)
Kreditpont: 3	Munkarend: nappali/levelező
<p>Tantárgy feladata és célja: Az eddig tanultak (különös tekintettel a fizikai kémia) kiterjesztése a nano-világra. A hallgatók szemléletének alakítása abból a szempontból, hogy a bármely méretében 100 nm-nél kisebb fázisokat is tartalmazó rendszer (= nano-rendszer) összes moláris (fajlagos) tulajdonsága méretfüggővé válik szemben azzal, hogy a mikro- és makro-rendszerekben a moláris (fajlagos) tulajdonságok nem méretfüggők. Annak megértetése, hogy a tulajdonságok részeként a termodinamikai egyensúlyi tulajdonságok (mint pl. az olvadáspont, az oldhatóság, stb...) is méretfüggők. Annak elmagyarázása, hogy a csíráképződés, minden új fázis kialakulásának első lépése, ami már akkor is nano-jelenség volt, amikor ez a kifejezés még nem is létezett.</p> <p>Fejlesztendő kompetenciák: <i>tudás:</i> BT1;BT2 <i>képesség:</i> BK1 <i>attitűd:</i> BA1;BA2 <i>autonómia és felelősség:</i> BF2</p>	
Tantárgy tematikus leírása – nappali tagozat	
<ol style="list-style-type: none"> 1. A mikro- és nano-tartományok kijelölése és természetes határai, az anyagok fajlagos (moláris) tulajdonságainak méretfüggése 2. A nanotechnológia módszerei. „Top-down”, „bottom-up” és „macro-for-nano” eljárások. 3. A fajlagos felület definíciója; a gömb és a kocka összehasonlítása. 4. A moláris térfogat definíciója, nagyságrendje és modellezése. 5. A moláris felület definíciója, nagyságrendje, modellezése. 6. A felületi atomok részaránya. 7. A tulajdonságok méretfüggése 8. A moláris Gibbs energia méretfüggése és a felületi feszültség modell-egyenlete 9. Folyadékok viselkedése, ha hengeres kapilláris merül beléjük. A kapilláris emelkedést kísérő Gibbs energia képlete és értelmezése. 10. Folyadékok viselkedése, ha hengeres kapilláris merül beléjük. Egyensúlyi folyadék magasság egy kapillárison belül. 11. A felületi feszültség definíciója, mértékegységei és modell egyenlete 12. Független folyadéksepp egyensúlyi alakja és mérete 13. A szemcsedurvulást és az aprítást kísérő moláris Gibbs-energia változás. 14. Kristályok egyensúlyi alakja 15. Folyadéksepp egyensúlyi alakja egy szilárd fázis síkjával kontaktusban. Peremszög és a Young egyenlet. 16. Folyadéksepp egyensúlyi alakja egy szilárd fázis síkjával kontaktusban. Adhéziós energia és a Young-Dupré egyenlet. 17. A felületi feszültség modellje. 18. Különböző folyadéktípusok felületi feszültsége 19. A felületi feszültség hőmérsékletfüggése 20. Különböző típusú folyadék/szilárd párok között fellépő adhéziós energia és peremszög értékek 	

21. Nano-struktúrált felületek nedvesíthetősége (szuperhidrofób és szuferhidrofil felületek)
22. Az olvadáspont méretfüggése
23. A folyadékcsappék körüli egyensúlyi gőznyomás méretfüggése
24. A kristályok körüli egyensúlyi gőznyomás méretfüggése
25. Az egykomponensű fázisdiagram egyensúlyi vonalainak méretfüggése egy és két allotróp módosulat esetén
26. A független állapothatározók és a fázis-szabály makro-, mikro- és nano-rendszerekre.
27. Fázisváltási stratégiák az állapothatározók változásának függvényében makro-, mikro- és nano-méretű, egykomponensű rendszerekben
28. Nano-fázisok egyensúlyi oldhatósága
29. Kétkomponensű eutektikus nano-ötvezetek egyensúlyi likvidusz hőmérsékleteinek és eutektikus pontjának méretfüggése.
30. Kapilláris kondenzáció és kapilláris párolgás
31. Kémiai egyensúly, ha az egyik komponens nano-méretű fázisban van. A Le-Chatelier szabály kiterjesztése olyan kémiai reakciókra, melyekben nano-fázisok szerepelnek
32. Elektrokémiai egyensúly, ha az egyik reakciótermék nano-méretű fázisban van.
33. Az oldáshő függése a szemcsemérettől
34. A Kelvin egyenlet levezetése és kritikája
35. A homogén csíráképződés
36. A heterogén csíráképződés
37. Egykomponensű folyadék túlhűtése által kiváltott csíráképződés
38. Gőzeleg túltelítése által kiváltott csíráképződés
39. Oldat túltelítése által kiváltott csíráképződés

Tantárgy tematikus leírása – levelező tagozat

1. A mikro- és nano-tartományok kijelölése és természetes határai, az anyagok fajlagos (moláris) tulajdonságainak méretfüggése
2. A nanotechnológia módszerei. „Top-down”, „bottom-up” és „macro-for-nano” eljárások.
3. A fajlagos felület definíciója; a gömb és a kocka összehasonlítása.
4. A moláris térfogat definíciója, nagyságrendje és modellezése.
5. A moláris felület definíciója, nagyságrendje, modellezése.
6. A felületi atomok részaránya.
7. A tulajdonságok méretfüggése
8. A Gibbs energia méretfüggése és a felületi feszültség definíciója.
9. A moláris Gibbs energia függése a fázis fajlagos felületétől (Gibbs után)
10. A moláris Gibbs energia függése a fázis görbületétől (Kelvin után)
11. Gömb, vagy kocka alakúak a folyadékcsappék? (Kelvin, illetve Gibbs szerint)
12. A moláris Gibbs energia levezetése a tulajdonságok méretfüggését leíró egyenletből, és a felületi feszültség modell egyenlete
13. A legegyszerűbb felületi feszültség modell és különböző folyadéktípusok jellemző felületi feszültsége.
14. A felületi feszültség hőmérsékletfüggése és az Eötvös szabály.
15. Független folyadékcsappék egyensúlyi alakja és mérete
16. A szemcsedurvulást és az aprítást kísérő moláris Gibbs-energia változás.
17. Folyadékcsappék egyensúlyi alakja egy szilárd fázis síkjával kontaktusban. Peremszög és a Young egyenlet.
18. Folyadékcsappék egyensúlyi alakja egy szilárd fázis síkjával kontaktusban. Adhézions energia és a Young-Dupré egyenlet.
19. Különböző típusú folyadék/szilárd párok között fellépő adhézions energia és peremszög értékek
20. Folyadékok viselkedése, ha hengeres kapilláris merül beléjük. A kapilláris emelkedést kísérő Gibbs energia képlete és értelmezése.
21. Folyadékok viselkedése, ha hengeres kapilláris merül beléjük. Egyensúlyi folyadék magasság egy kapillárison belül.
22. Nano-struktúrált felületek nedvesíthetősége (szuperhidrofób és szuferhidrofil felületek)
23. Az olvadáspont méretfüggése
24. A folyadékcsappék körüli egyensúlyi gőznyomás méretfüggése
25. A kristályok körüli egyensúlyi gőznyomás méretfüggése
26. Az egykomponensű fázisdiagram egyensúlyi vonalainak méretfüggése
27. A független állapothatározók és a fázis-szabály makro-, mikro- és nano-rendszerekre.

1. ZH és annak megoldása
28. A homogén csíráképződés
29. A heterogén csíráképződés
30. Egykomponensű folyadék túlhűtése által kiváltott csíráképződés

Félévközi számonkérés módja:

Összevont előadások és számolási gyakorlat a Káldor teremben keddenként 16-19 órák között. A félév során összesen maximum 100 pontért két ZH-t írnak a hallgatók, az addig leadott anyagból (a ZH-k csak számpéldákat tartalmaznak). Ezen túl az első előadáson való részvételért, és különösen az előadásokon elhangzó építő megjegyzésekért, javításokért, válaszokért plusz pontok járnak. Így a félév során maximum $100 + x$ pont szerezhető. Az a hallgató vizsgálhat, aki a félév során legalább 50 pontot szerzett. Aki 10 pontnál kevesebbet szerzett a félév során, az végleges aláírás-megtagadásban részesül (azaz csak azután szerezhethet aláírást, ha egy következő félévben újra felveszi a tárgyat). Aki 10 és 50 pont között teljesít, az pót-ZH-kkal addig próbálkozhat, amíg a pótló ZH-kra kapott pontszáma a plusz pontokkal együtt el nem éri az 50 pontot (ekkor azonban a vizsgára továbbvitt pontszáma maximum $50 + a$ plusz-pontok).

A kollokvium teljesítésének módja, értékelése:

A tétellista minden héten bővül (lásd a fenti 39 tételt), ezt minden héten elküldöm a hallgatóknak. A szóbeli vizsgán a hallgató két tételt húz a végleges tételsorból, tételenként maximum 50-50 pontot kap. Összeadva a félév során szerzett pontokkal, maximum $200 + x$ pont szerezhető. Értékelés: 100 pont alatt elégtelen (1), 100-119 pontok között elégséges (2), 120 – 139 pontok között közepes (3), 140 – 159 pontok között jó (4), 160 ponttól jeles (5).

Kötelező irodalom:

1. Kaptay Gy.: Határfelületi nano-jelenségek. kézirat, a hallgatóknak PDF-ben elküldve.
2. Kaptay Gy.: Anyagegyensúlyok makro-, mikro- és nano-méretű rendszerekben. Miskolci Egyetem, 2011.
3. Csanády Andrásné, Kálmán Erika, Konczos Géza: Bevezetés a nanoszerkezetű anyagok világába. MTA, ELTE Eötvös Kiadó, 2009.
4. B.Bhushan: Springer Handbook of Nanotechnology, Springer, 2007.

Ajánlott irodalom:

1. M.Hosokawa, K.Nogi, M.Naiot, T.Yokoyama: Nanoparticle Technology Handbook, Elsevier, Amsterdam, 2007.
2. S.A.Edwards: The Nanotech Pioneers- Wiley-VCH, 2006.
3. G.Kaptay: A new paradigm on the chemical potentials of components in multi-component nano-phases within multi-phase systems. RSC Adv, 2017, vol.7, pp.41241-41253. (open access)