

|                                                                                                                           |  |                                                                  |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>TANTÁRGYLEÍRÁS</b>                                                                                                     |  | <i>A tantárgy kódja:</i> MAKMÖT259B                              |                                    |
| <i>A tantárgy címe:</i> <b>Fémkinyerés és tisztítás</b><br><i>Tantárgyfelelős:</i> <i>Dr. Kékesi Tamás egyetemi tanár</i> |  |                                                                  |                                    |
| <i>A tantárgy előadói:</i><br><b>Dr. Kékesi Tamás egyetemi tanár,</b>                                                     |  | <i>Heti óraszám:</i><br><i>(előadás+gyakorlat)</i><br><b>1+1</b> | <i>Kreditek száma:</i><br><b>2</b> |
| <i>A tantárgy típusa:</i><br><div>BSc fémelőállítási szakirány 4. félév</div>                                             |  |                                                                  |                                    |
| <i>A tantárgy felvételének előfeltétele:</i> a kari /MAK/ szabályzatban rögzítettek szerinti                              |  |                                                                  |                                    |
|                                                                                                                           |  |                                                                  |                                    |

*Tantárgyat gondozó intézmény:*

**MISKOLCI EGYETEM**  
**Kar MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR**  
**Tanszék/Intézet METALLURGIAI ÉS ÖNTÉSZETI INTÉZET**

*A tantárgy célja:*

Az alapvető cél megismertetni a hallgatókkal és rendszerezni a fémek ércekből és hulladékokból történő kinyerésére és tisztítására használható fő technológiákat a nyersanyagban előforduló fém állapotának megfelelő kategóriákat képezve. Továbbá, ki kell alakítani a piro- és hidrometallurgiai előkészítő, és feldolgozó műveletek alapjául szolgáló termodinamikai és kinetikai jellemzők meghatározásához szükséges tudást. Ez képezi a kémiai metallurgiai folyamatok megértéséhez és a technológiák későbbi mélyebb megismeréséhez szükséges elméleti alapokat.

*A tantárgy leírása:*

A fizikai-kémiai összefüggések és folyamatok szerepe a fémek kinyerését és tisztítását lehetővé tevő eljárásokban.

Az oxidos és szulfidos primer nyersanyagokból történő fémkinyerés módszerei. Karbotermikus redukció egyensúlyi feltételei és megvalósítása. Szulfidos koncentrátumok különböző pörkölési módszerei és a kéneskövön keresztül történő fémkinyerés elve.

A fémolvadékok tisztítása szelektív oxidációval, illetve egyéb reagensekkel, valamint a salakképzés szerepe a tiszta fémek előállításában. A gázöblítés szerepe. Az elektrolitos fémtisztítást lehetővé tevő egyensúlyi viszonyok és a gyakorlati körülmények között megvalósítható folyamatok.

A fémek kinyerését lehetővé tevő kémiai reakciók standard szabadentalpia-változási függvényeinek meghatározásához szükséges számítási módszerek elsajátítása. Az egyensúlyi állandó meghatározása és ezen keresztül, a reakciók lehetőségének a vizsgálata a koncentráció-viszonyok szerint.

A reakciók kinetikai vizsgálatához szükséges kísérleti módszerek ismertetése és a kinetikai függvények meghatározása és kiértékelése. A folyamatok sebességét meghatározó tényezők tisztázása.

A nedves közegű eljárásokat megalapozó oldatkémiai egyensúlyok meghatározása. Az oldott ionok szerkezete, stabilitása és elválasztása. A vizes oldatokkal végzett fémkinyerési és tisztítási műveletek kémiai feltételei. A vizes oldatokból történő katódos fémkinyerés folyamatai és korlátai.

Laboratóriumi eljárások és video anyagok bemutatása a hazai viszonylatban is jelentős fémtartalmú hulladékok értékes alkotóinak kinyerésére alkalmas technológiák felhasználásának illusztrálására.

*Követelmények:*

*Oktatási módszer:* előadások, számpéldás gyakorlatok és laboratóriumi mérések, szakmai tanulmányutak.

*Oktatási segédeszközök:* számítógép, projektor, laboratóriumi felszerelések és infrastruktúra.

Az aláírás feltétele:

- Az előadások és a gyakorlatok legalább **60%** -án aktív jelenlét.
- A laboratóriumi gyakorlatok jegyzőkönyveinek elfogadása.
- A tanulmányi kiránduláson aktív részvétel.
- A záró Zh elfogadható szintű teljesítése.

A tárgy vizsgája írásbeli minimumfeladatot követően szóbeli.

*Vizsgáztatási módszer:*

Számpéldás feladatok, illetve egyéni féléves írásbeli feladatok (prezentációval) és szóbeli vizsga.

*Értékelés:*

40%-ban az írásbeli feladat és 60%-ban a vizsga eredménye alapján

### Tantárgyi program

#### 1. hét

Ea: A fizikai-kémiai fogalmak fémkinyerés és –tisztítás szempontjából történő rendszerezése és konkretizálása. A piro-és hidrometallurgiai eljárásokat lehetővé tevő kémiai jellemzők. A fő fémtartalmú nyersanyagok és a fémkinyerési és tisztítási folyamatok átfogó jellemzése.

Gy: Videoanyag..

#### 2. hét

Ea: Az oxidos ércek feldolgozására, a fémtartalom folyékony, illetve gáznemű kinyerésére alkalmas redukciós technikák folyamatai és termodinamikai feltételei.

Gy: Az Ellingham-diagramok kezelése.

#### 3. hét

Ea: A szulfidos ércek fizikai és tűzi dúsítása, valamint a dúsítmány feldolgozása. A részleges oxidáló pörkölést követő elsalakító olvasztás és a kéneskő konverterezésével történő több lépéses fémkinyerés elve. A tökéletes oxidáló pörkölést követő redukáló olvasztás jellemzése.  
Gy: Stabilitásterületi diagramok a Me-S-O rendszerben.

#### 4. hét

Ea: Az olvadéktisztítás lehetőségei. Szelektív reakciók oxigénnel és egyéb nemfémes reagensekkel. Inert- és aktív gázos öblítés szerepe.

Gy: Extrakciós és ioncserés oldatkezelés.

#### 5. hét

Ea: Az elektrolitos raffinálás folyamatai és elektrodikai feltételei. .

Gy: Az oldható anódos elektrolízis jellemzőinek meghatározása.

#### 6. hét

Ea: A fémvegyületek redukciójának feltételeit meghatározó termodinamikai jellemzők számítása.

Gy: A standard szabadentalpia-változás hőmérsékleti függvényének számítása. Az egyensúlyi állandó és a reakció lehetőségének a meghatározása.

#### 7. hét

Ea: A több reakciólépésből álló folyamatok standard szabadentalpia-változásának meghatározása. A reakciók lehetősége a normáltól eltérő viszonyok mellett.

Gy: Termodinamikai függvények meghatározása.

#### 8. hét.

Ea: A reakciók kinetikai vizsgálatánál alkalmazható kísérleti eljárások. A kinetikai függvények meghatározása és kiértékelése.

Gy: Az aktiválási energia meghatározása és a sebesség-meghatározó tényező megállapítása.

#### 9. hét.

Ea: A fémvegyületek oldhatósága, a vizes oldatokban kialakuló egyensúlyok. Oldódás és hidrolízis. Redox egyensúlyok. Pourbaix-diagramok.

Gy: Precipitációs és cementálási folyamatok egyensúlyainak számítása.

#### 10. hét

Ea: Nedves közegű elválasztás-technika. Az oldott ionok szerkezete és egyensúlyai.

Hagyományos és modern oldattisztítási folyamatok kémiai alapjai.

Gy: Precipitációs egyensúlyok számítása.

#### 11. hét

Ea: Komplex ionok képződése és stabilitása kloridos közegben. Fémoldatok anioncserés tisztítása.

Gy: Anioncserés elválasztások vizsgálata.

#### 12. hét

Ea: Az elektrolitos fémkinyerés folyamatai és technikája. Az elektródpotenciálok és a polarizáció jelentősége az elektrolízises eljárás megvalósításában.

Gy: Az elektródfolyamatok értékelése a polarizációs görbék vizsgálata alapján.

13. hét

Ea: Az elektrokristályosodás, illetve az anódpasszíválódás jellemzői és befolyásolása. Az elektrolízis fajlagos energiafogyasztása.

Gy: A katódos áramhatásfok meghatározása.

14. hét

Záró ZH.

*Ajánlott irodalom:*

Gilchrist, J.D.: Extraction Metallurgy, 2nd ed. Pergamon Press, Oxford, 1980.

Kubaschewski, O., Alcock, C.B.: Metallurgical Thermochemistry, 5th ed. Pergamon press, Oxford, 1979.

Pásztor Gedeon – Szepessy Andrásné - Kékesi Tamás: Színesfémek metallurgiája, Tankönyvkiadó, Budapest 1990

Horváth Zoltán – Sziklavári Károly – Mihalik Árpád: Elméleti kohászat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986

Fathi Habashi: Textbook of Hydrometallurgy, Métallurgie Extractive Québec, 1999

Fathi Habashi: Principles of Extractive of Extractive Metallurgy Volume 4 Amalgam and Electrometallurgy, Métallurgie Extractive Québec, 1998

A készülő digitális jegyzetek közül a kapcsolódóak (Kékesi Tamás: Kémiai metallurgia; kézirat), és a Szerzők által évközi feldolgozásra kiadott szakmai anyagok.