

# KÖRNYEZETI ELJÁRÁSTAN

## Záróvizsga témavázlata

### I. BEVEZETÉS

1. A Környezeti Eljárastan tárgy oktatásának célja, programja. Eljárástani példák: felszíni vizek kezelése, szennyvíztisztítás elsődleges, másodlagos és harmadlagos tisztítási lépcsői, ipari szennyvizek tisztítása, kénhidrogén kimosása ipari gázból, talajtisztítás. Termelésintegrált környezetvédelem. Hidrodinamikai, hőtani, anyagátadási műveletek, kémiai reaktorok.

### II. HIDRODINAMIKAI MŰVELETEK

2. Körüláramlott testek áramlási ellenállása, közegellenállási tényező.  $C_D$ - $Re$  függvény, Stokes-, átmeneti- és Newton-tartományok.
3. Ülepítés. Szilárd részecskékre ható erők, közegellenállás és tömegerők. Közegellenállási erő (lamináris) Stokes törvénye, Stokes-féle ülepedési határsebesség. Ülepedés gázfázisban. Ülepitők kapacitása. Együttülepedés, falhatás, szomszédos testek kölcsönhatása. Ülepedés centrifugális erőterben. Centrifuga jelzőszáma.
4. Ülepitő berendezések. Howard és filtrex kamra, ütközőlemezes, elektrosztatikus ülepitők, ciklon, ülepitő kád, ülepitő csatorna, Rheo mosó, Dorr ülepitő. Ülepedés centrifugális erőterben. Centrifugák.
5. Áramlás töltött csőben. Szemcsehalmazon áthaladó fluidumok áramlási ellenállása. Fajlagos töltetfelület, relatív hézagterfogat, részecske fajlagos töltetfelülete. Carman-Kozeny egyenlet. Ergun-képlet töltött oszlop nyomásesésnek számítására. Alaktényező. Nyomásesés száraz és nedves tölteten.
6. Fluidizáció jelensége. Nyomásesés az áramlási sebesség függvényében. Rácsnyomás, pneumatikus szállítás. Homogén és inhomogén fluidizáció, gejzír jelenség, alkalmazások.
7. Szűrés, Darcy egyenlete. A Carman-féle szűrés egyenlet integrálása, szűrés konstansok meghatározása. Optimális szűrés idő. Berendezések: szívó- és nyomó nuccs, táskás szűrők, keretes szűrőprések, Forgódobos vákuumszűrő, szűrőcentrifugák.
8. Hasonlóságelmélet, dimenzióanalízis. Buckingham-féle  $\Pi$ -tétel. Hidrodinamikai hasonlóság és alkalmazása
9. Keverés és kavarási fogalma, keverő- és kavarástípusok (horgony, kalodás, lapátos, centrifugális, propeller, szalag, csiga). Keverők teljesítményfelvétele.

### III. HŐTANI MŰVELETEK

10. Hőtranszport alapjai: a hőátvitel megnyilvánulási formái. Hővezetés sík és hengeres falon keresztül. Konvektív hőátadás. Filmelmélet. Hőátbocsátás. Logaritmikus közepes hőmérséklet-különbség.
11. A konvektív hőátadás dimenziómentes (kritériális) egyenlete. Hőátadás kényszerkonvekciónál és szabadkonvekciónál.
12. Hőcserélők számítása: kilépési hőmérsékletek, egyenáram, ellenáram. Hőmérsékletlefutás áramló rendszerekben. A tervezés lépései. A sebesség és az átlagos hőmérséklet-különbség optimalizálása.
13. Hőcserélő készülékek: direkt hőcsere, rekuperátorok, regenerátorok. Cső a csőben, kanyarcsőves, csőköteges (egyszeres és többszörös átömléssel) hőcserélők.
14. Bepárlás alapjai, anyag- és hőmérleg. Forráspont emelkedés és a hidrosztatikus effektus. Fűtőgőz-szükséglet. Többtestes bepárlók.
15. Bepárlók típusai és üzemeltetési módjai: Robert, felfüggesztett ill. külső fűtőterű, hosszúcsőves, ferde fűtőcsőves, esőfilmes, kavarási és filmbepárlók.

#### IV. ANYAGÁTADÁS ALAPJAI, ABSZORPCIÓ

16. Anyagátadási műveletek típusai. Abszorpció. Fázisegyensúlyok, egy- és többfokozatú abszorpciós egyensúlyi egységek: egyensúlyi egységek száma: Kremser-egyenlet.
17. Anyagátbocsátás: koncentrációprofil, koncentráció-hajtóerők, fázishatár-koncentrációk, munkavonalak és egyensúlyi görbék helyzete. Az abszorpció minimális folyadék-árama.
18. Az abszorpció megvalósítása, típusai, hőjelenségek, oldószerregenerálás.

#### V. DESZTILLÁCIÓ, REKTIFIKÁLÁS

19. Desztilláció, rektifikálás alapjai. Gőz-folyadék fázisegyensúly, gőznyomás, egyensúlyi arány és relatív illékonyosság. Antoine-egyenlet, Cox-diagram.
20. Forráspontdiagram, egyensúlyi diagram. Buborékpont és harmatpont számítása, adott kiindulási elegy egyensúlyi fázisai relatív mennyiségének számítása.
21. Rektifikálás alapjai, elméleti tényér, többszörös elpárologatás és kondenzálás.
22. Biner elegyek rektifikálása, állandó moláris túlfolyás tétele, felső és alsó munkavonal egyenletek, a betáplálás hőállapotai.
23. Elméleti tényérszám meghatározása McCabe és Thiele módszerével.
24. Minimális refluxarány, minimális tényérszám: Fenske-egyenlet, Underwood-egyenlet, optimális refluxarány. Short cut módszerek; Gilliland-korreláció.
25. Rektifikálóoszlopok belső szerkezete (Harangsapkás, szita, szelepes tényérok, túlfolyó nélküli szerkezetek. Rendezetlen és rendezett töltetek. Egyéb tartozékok).

#### IRODALOM

1. Fonyó Zsolt, Fábry György: Vegyipari művelettani alapismeretek, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest, 2004
2. McCabe W., Smith J.C., Harriott, P.: Unit Operations of Chemical Engineering. McGraw Hill Inc. New York, 1993.
3. Coulson J.M., Richardson J.F.: Chemical Engineering. Volume 2 and 6. Pergamon Press, Oxford, 1991.
4. Weiss S., Militzer K.E., Gramlich K.: Thermische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1993