

# Szigorlati tételek BSc képzés

## Vegyipari Műveletek I. és II. tárgyból

### ALAPFOGALMAK

**Áramlástan alapfogalmak.** Tömeg-mérlegegyenlet: folytonossági tétel (kontinuitási egyenlet). Bernoulli egyenlet, Hagen-Poiseuille törvény.

**Hasonlóságelmélet:** modellemélet, dimenzióanalízis. Buckingham-féle  $\Pi$ -tétel. Hidrodinamikai hasonlóság. Áramlási ellenállás kör keresztmetszetű csőben, Fanning egyenlet, súrlódási tényező. Lamináris és turbulens áramlás, érdesség hatása, nem körkeresztmetszetű áramlás.

**Körüláramlott testek áramlási ellenállása,** közegellenállási tényező.  $C_D$ -**Re** függvény, Stokes-, átmeneti- és Newton-tartományok.

### HIDRODINAMIKAI MŰVELETEK

**Ülepítés.** Szilárd részecskékre ható erők, közegellenállás és tömegerők. Közegellenállási erő (lamináris) Stokes törvénye, Stokes-féle ülepedési határsebesség. Ülepedő részecske átmérője. Ülepítők kapacitása. Együttülepedés, falhatás, szomszédos testek kölcsönhatása.

**Ülepítő berendezések.** Howard és filtrex kamra, ütközőlemezes, elektrosztatikus ülepítők, ciklon, gőzdóm, ülepítő kád, ülepítő csatorna, Rittinger féle csúcskád, Rheo mosó, Dorr ülepítő, hidrociklon.

**Ülepedés centrifugális erőtérben.** Centrifuga jelzőszáma. Centrifugák: laboratóriumi (kilendülőfejű), szög, dob-, kamrás(sörgyári)-, csigás, cső- vagy szupercentrifuga. Szuszpenzió-, emulzióbontó szeparátorok, önürítő (fúvókás) szeparátor. Folyadék kiemelése a forgó doból. Centrifugák alkalmazási területe.

**Áramlás töltött csőben.** Szemcsehalmozon áthaladó fluidumok áramlási ellenállása (lamináris és turbulens tartományban: Blake-kozeny ill. Burke-Plummer egyenletek). Fajlagos töltetfelület, relatív hézagterefogat, részecske fajlagos töltetfelülete. Ergun-képlet.  $f_m Re_m - Re_m$  diagram használata töltött oszlop nyomásesésnek számítására. Alaktényező.

**Fluidizáció** jelensége. Nyomásesés az áramlási sebesség függvényében. Rácsnyomás, kezdeti fluidizációs és kihordási sebesség számítása. Pneumatikus szállítás. Homogén és inhomogén fluidizáció, alkalmazások.

**Szűrés,** Darcy egyenlete. A Carman-féle szűrés egyenlet integrálása, szűrés konstanstok meghatározása. Optimális szűrés idő. Berendezések: szívó- és nyomó nuccs, táskás szűrők, Vallez és Funda szűrők, keretes szűrőprés. Forgódobos vákuumszűrő (Oliver szűrő), szűrőcentrifugák: függőleges ill. vízszintestengelyű (önürítő cukorgyári), tolólapos, kúpos önürítő.

**Membránszűrés** elve, permszelektivitás, retenciófaktor, vágási érték. Mikro-, ultra- és nanoszűrés. Reverz ozmózis. Membránmodulok. Áteresztőképesség (átlagos sebesség) a mikroszűrésnél, ill. az ultra és nanoszűrésnél, koncentrációpolarizáció.

**Keverés** fogalma, keverőtípusok (horgony, kalodás, lapátos, centrifugális, propeller, szalag, csiga, zárt centrifugál). Keverők teljesítményfelvétele. Keverőberendezések méretnövelése, átdimenzionálása.

## HŐTANI MŰVELETEK

**Hőtranszport alapjai:** a hőátvitel megnyilvánulási formái. Hővezetés sík és hengeres falon keresztül. Hősugárzás. Stefan-Boltzmann tv. Fekete test fogalma. Kirchhoff tv. Effektív sugárzás. Hőcsere sugárzás útján. Ernyőhatás. Konvektív hőátadás. Filmelmélet. Hőátbocsátás. Logaritmikus közepes hőmérséklet-különbség.

**Hő-mérlegegyenlet.** Hőtani hasonlóság: konvektív hőátadás dimenziómentes (kritériális) egyenlete. Hőátadás kényszerkonvekciónál (csőben lamináris és turbulens áramlásnál, keverős tartályban), és szabadkonvekciónál.

**Hőcserélők számítása:** kilépési hőmérsékletek, egyenáram, ellenáram. Hőmérsékletlefutás álló és áramló rendszerekben (levezetés csak az álló rendszer, egyik hőkapacitása végtelen esetre). Az  $F_G$  - geometriai faktor többjártatú hőcserélőkre.

**Hőcserélő készülékek:** barbotőr, keverő ill felületi kondenzátorok, barometrikus elvételi elv, duplikátor, cső a csőben, kanyarcsőves, csőköteges (egyszeres és többszörös átömléssel), különleges hőcserélők. Hőcserélők tervezésének lépései.

**Hőátadás fázisváltozással.** Hőátadási tényező fázisváltozásnál. Kondenzáció Nusselt un. "vízhártya" elmélete: függőleges és vízszintes felületre. Forrásos hőátadás álló és áramló rendszerekre. A forrásos hőátadás tartományai: szabad konvekció, buborékoló forrás, átmeneti tartomány, film-elpárolgás.

**Bepárlás alapjai,** anyag- és hőmérleg. Merkel diagram. Forráspont emelkedés és a hidrosztatikus effektus. Fajlagos gőzfogyasztás. Fojtás, önelpárolgás fogalma, szerepe a bepárlásnál. Hőfokviszonyok a bepárlókban, fűtőfelület számítása.

**Bepárlók típusai és üzemeltetési módjai:** Robert, felfüggesztett ill. külső fűtőterű, hosszúcsöves, ferde fűtőcsöves, kúszó- és esőfilmes (Kestner), kaváros és filmbepárlók. Bepárlók kiválasztása. Bepárlók üzemeltetési módozatai (szakaszos, folyamatos).

**Hőenergia-gazdálkodás bepárlásnál.** Többtestes bepárló (egyen-, ellenáram), párakompressziós (hőszivattyús), expanziós bepárlók.

## Anyagátadási műveletek

**Az anyagátadás alapjai:** molekuláris diffúzió fluidumokban (ekvimoláris szembediffúzió, egyirányú diffúzió), anyagátadás szállítással (filmelmélet, kétfilm elmélet, anyagátadási- és anyagátbocsátási tényező), anyagátadási tényező kísérleti meghatározása (szilárd – folyadék, gáz – folyadék, folyadék – folyadék), anyagátadási együttható becslése.

**Desztilláció, rektifikálás:** gőz – folyadék egyensúly (Antoine-egyenlet, Dalton-törvény, Raoult-törvény), szakaszos desztilláció, folyamatos egyensúlyi desztilláció, rektifikálás (mérlegegyenletek, minimális refluxarány és minimális elméleti tányérszám meghatározása, munkavonalak, a betáplálás hőállapota, elméleti tányérszám meghatározás McCabe-Thiele módszerrel), oszlopmagasság és átmérő számítása, energiaigény számítása, tányérszerkezetek, töltött oszlopok (NTU – HTU módszer, rendezetlen és rendezett töltetek).

**Abszorpció:** fizikai abszorpció és kemisorpció, gáz – folyadék egyensúly (Henry-törvény), tányéros abszorberek (Kremser-egyenlet, szerkesztés X – Y diagramon), töltött oszlopok (NTU – HTU módszer), deszorpció (sztrippelés), abszorberek (tányéros, töltött, buborékoltató és keverős oszlopok).

**Extrakció (folyadék – folyadék extrakció):** folyadék – folyadék egyensúlyi diagramok (kétkomponensű és háromkomponensű rendszerek), megoszlási hányados, szakaszos extrakció (egyszeri ill. többszöri, anyagmérlegek, szerkesztés x – y egyensúlyi diagramon ill.

háromszög diagramon), folyamatos ellenáramú extrakció (Kremser-egyenlet, szerkesztés  $x - y$  diagramon), ekstraktorok (keverő-ülepítő, oszlopok (energia bevitel nélkül: üres, töltött, szitatányéros; energia bevitellel: keverős, pulzáltatott)).

### Kémiai reaktorok

**Fizikai-kémiai alapfogalmak:** sztöchiometriai egyenlet, reakciósebesség, reakcióentalpia, egyensúlyi állandó, konverzió, hozam, szelektivitás.

**Szakaszos kevert tartályreaktor:** komponens- és hőmérleg, izoterm és adiabatikus üzemeltetés (reakcióidő meghatározása), hűtött szakaszos reaktor (nulladrendű reakció, Szemjonov-diagram, paraméter-érzékenység, hűtési megoldások).

**Folyamatos kevert tartályreaktor:** komponens- és hőmérleg, izoterm üzemeltetés (koncentráció meghatározás grafikusan), adiabatikus üzemeltetés (hőmérséklet meghatározás grafikusan, stabilitás vizsgálat), hűtött tartályreaktor (hőmérséklet meghatározás grafikusan, stabilitás vizsgálat).

**Keverős tartályreaktor kaszkád:** kilépő koncentráció számítása (elsőrendű reakció, grafikus módszer).

**Csőreaktor:** komponens- és hőmérleg, izoterm és adiabatikus üzemeltetés (tartózkodási idő meghatározása), hűtött csőreaktor (hőmérleg, paraméter-érzékenység), csőreaktorok.

**Ideális reaktormodellek:** tökéletesen kevert tartály, homogenizálási idő, reakció időállandója, dugattyúszerű áramlás, impulzuszavarás, eltérés a dugattyúszerű áramlástól a koncentráció válaszgörbék alapján, modellválasztás lépései.

Budapest, 2013. április.

Simándi Béla