

## Záróvizsga tételek (Vegyészmérnök BSc levelező képzés)

### I. Fizikai Kémia

**1. Gázok:** Ideális és reális gázok leírása. Állapotjelzők, állapotegyenletek, Boyle–Mariotte törvény, Gay-Lussac törvények, van der Waals-egyenlet, viriál-egyenletek. Kritikus állapot. A kinetikus gázelmélet alapjai.

**2. Termodinamika:** A termodinamika alapelvei: rendszerek, falak típusai. A termodinamika főtételei. Hő, munka, entrópia, entalpia, szabadentalpia. Állapot- és útfüggvények. Fajhő típusai, jelentőségük és meghatározásuk. Hőerőgépek, hűtőgépek és hőszivattyúk. Termokémia.

**3. Fázisegyensúlyok:** A fázistörvény és fogalomrendszere. Fázisátalakulások, fázisdiagramok, fázisegyensúlyok jellemzése. Egy- és többkomponensű rendszerek fázisátalakulásai.

**4. A kémiai egyensúly:** A kémiai reakciók szabadentalpia profilja. A kémiai potenciál. A kémiai egyensúlyok jellemzése, reakcióhányados, egyensúlyi állandó típusai. Egyensúlyt befolyásoló tényezők. Egyensúlyok kémiai rendszerekben.

**5. Transzportfolyamatok:** Diffúzió, hővezetés, viszkozitás. A Fick-törvények. Einstein-egyenlet, Nernst–Einstein-egyenlet, Stokes–Einstein-egyenlet a diffúziós együttható kiszámítására.

**6. Reakciókinetika alapjai:** A reakciósebesség és sebességi egyenlet fogalma. A termikus aktiválás, a sebességi együttható hőmérsékletfüggése. Aktiválási energia, pre-exponenciális tényező jelentése.

**7. A reakciók mechanizmusa:** elemi lépések. Egyszerűsítő eljárások: a steady-state és előegyensúlyos közelítés. Unimolekuláris reakciók Lindemann–Hinshelwood-féle mechanizmusa. A katalízis és fontossága. Heterogén reakciók kinetikája, izotermák (BET, Langmuir). Enzimreakciók kinetikája. Nemtermikus aktiválás.

**8. A radiokémia alapjai:** Az atommag szerkezete és stabilitása. Radioaktivitás, magreakciók. A nukleáris energiatermelés jelen formái gazdasági és környezeti kérdései.

**9. Kolloidok fizikai kémiája:** A kolloidok fogalma, típusai és stabilitásuk. A hátrétegek típusai, jellemzésük, adszorpció. A nanotechnológia alapjai.

**10. Elektrokémia:** Az elektromos áram kémiai hatása, elektrolízis. Az elektródpotenciál és cellapotenciál. Az elektródok típusai. Áramtermelés kémiai reakcióval, a galvánelemek termodinamikájának és az áramtermelő folyamat kinetikájának alapjai.

## II. Vegyipari Művelettan

**1. Fizikai mennyiségek, a mérlegegyenletek és a hasonlóságelmélet:** Az SI mértékegység rendszer. A dimenzió definíciója, és a mértékegység fogalma. Az egy és a kétfázisú műveleti egységre felírható mérlegegyenletek differenciális és integrális alakjai. A stacionárius és instacionárius állapot. Dimenziómentes számok képzése, típusai. A hasonlóságelmélet és a méretnövelés. Az extenzív és az intenzív fizikai mennyiségek.

**2. Áramlás töltet nélküli csőben és csővezeték rendszerekben:** Fluidumok nyugalmi állapotban, Pascal törvény. A Bernoulli egyenlet. A kavitáció értelmezése. Newtoni és nem newtoni folyadékok. A Newton-féle viszkozitási törvény. Az áramlás alapvető típusai. Reynolds kísérlet. A Hagen-Poiseuille egyenlet. A módosított Bernoulli egyenlet. A Fanning egyenlet. A Moody-diagram. A fluidum szállításának energiaszükséglete. A szivattyúk típusai.

**3. Áramlás szilárd testek mellett, töltetes csőben és töltetes oszlopokban:** Körüláramlott testek közegellenállási ereje. A Re szám értelmezése. A gömb körüli áramlás típusai. A Stokes-féle súrlódási törvény. A közegellenállási tényező a lamináris, az átmeneti és a turbulens tartományban. Az Ergun-egyenlet. Töltetes oszlopok, a töltetek jellemzői. Néhány töltet típus megnevezése. Az áramlásmérés módszerei.

**4. A hőtranszport típusai, hőátzármaztatás térben változó hőfokkülönbség mellett:** A hőtranszport típusai, számításuk. Stacionárius hőátzármaztatás állandó hőfokkülönbség mellett sík és hengeres falon keresztül. A hőáram és a termikus ellenállások meghatározása. A direkt és az indirekt hőcsere. A stacionárius működésű rekuperatív hőcserélő teljesítményének meghatározása. Az egyenáramú és az ellenáramú hőcserélő hőmérséklet-hely függvénye. A logaritmikus hőmérsékletkülönbség. A Chilton-Colburn összefüggés. A hőcserélő berendezések típusai, berendezései.

**5. Fizikai elválasztási műveletek: Ülepítés, szűrés, centrifugálás, membrán szeparáció:** Az ülepedési határsebesség. A Stokes-féle ülepedési törvény. A közegellenállási tényező az ülepedési Re szám függvényében. Ülepítő berendezések, porleválasztók, ciklonok. A szűrés elve. A szűrés Darcy-féle sebességi egyenlete. Szakaszos szűrés állandó nyomáskülönbség mellett, folyamatos szűrés állandó szűrősebesség mellett. Szűrőberendezések. Szűrés centrifugális erőterben. A centrifugák típusai. A membránszűrés elve. A koncentráció polarizáció fogalma.

**6. Termikus elválasztási műveletek, a lepárlás, a bepárlás és a kristályosítás:** A szakaszos és folyamatos desztilláció. A munkapont fogalma. A rektifikálás elve, a szakaszos és a folyamatos rektifikáció. A folyamatos rektifikáló berendezés típusai, részei. A rektifikáló berendezés munkavonalai. A q-vonal. Az egyensúlyi egység fogalma, számának meghatározása szerkesztéssel. A bepárlás célja. A Robert-féle bepárló elvi felépítése. A többfokozatú bepárlók és kapcsolásuk. Kristályosítás. A kristályosítás fázisdiagramja. A kristályosítás készülékei.

**7. Abszorpció-deszorpció, extrakció:** A komponensátadás kétfilm elmélete. A folytonos érintkeztetésű ellenáramú abszorpciós műveleti egység koncentráció-hely diagramja. A munkavonal egyenlete. Az átviteli egység fogalma, számának meghatározása szerkesztéssel. A kemisorpció fogalma. Abszorpciós-deszorpciós berendezések típusai, kapcsolásuk. A folyadék-folyadék extrakció. A háromkomponensű egyensúlyi elegyedési diagram. A kulcskomponens megoszlási diagramja. A szakaszos és a folyamatos extrakció. A folyamatos üzemű egyfokozatú keverő-ülepítő extraktor. Folyadék-szilárd extrakció. A folyadék-szilárd extrakció készülékei.

**8. Szárítás, adszorpció és ioncsere:** A fizikai adszorpció, a kemisorpció és az ioncsere jellemzője. A nedvesség kötődésének típusai. A szárítási folyamat sebessége. A nedves levegő entalpiája. A szárítóberendezések típusai, anyag- és energiamérlege. Egy kulcskomponensre vonatkozó egyensúlyi adszorpciós izotermák típusai. Az adszorpciós egyensúlyi szelektivitási koefficiens kétkomponensű esetben. Az adszorpciós mechanizmust leíró elméletek. Az adszorbensekkel szemben támasztott követelmények, példák ipari adszorbensekre. A félfolyamatos működésű, nyugvóréteges, izoterm frontális adszorpciót megvalósító oszlop áttörési görbéi. A nyomásváltoztatásos gázadszorpció. A fluidizációs adszorpciós berendezés. Ioncserélő oszlopok működésének ismertetése.

**9. Az anyag-előkészítés és a felületnövelés módszerei. Aprítás, osztályozás, porlasztás, bemérés, homogenizálás (keverés):** Szilárd anyagok törő és aprítóberendezései. Az aprítás energiaigénye. A szilárd anyagok osztályozása, fajtázása, berendezései. A szitaanalízis. Szilárd anyagok bemérése. A szilárd anyagok keverése, berendezései. Folyadékok bemérése. Folyadékok keverése. A keverőre felírható impulzus mérlegegyenlet. A keverő teljesítménye. A folyadékok keverésére használt berendezések típusai. Folyadékok porlasztása. A porlasztás célja, berendezései. Gázmennyiségek és áramok mérése. Gázok keverése.

**10. A kémiai reaktorok:** A kémiai reaktorok áramlástanai csoportosítása, jellemzésük. A műveleti idő és a tartózkodási idő és az átlagos tartózkodási idő fogalma. A kémiai reaktorok csoportosítása az üzemvitelük alapján. A szakaszos és a folyamatos üzemvitelű reaktor koncentráció-idő illetve koncentráció-hely függvényei. A reaktorok felosztása a komponensáram szerint. A reaktor hőmérlege. A reaktorok osztályozása hőtani szempontból, a reaktorok stabilitása.

### III. Kémiai technológia

- 1. Víztechnológia:** A víz előfordulása, felhasználása, tisztítása. Vízlágyítás. Vízkeménység, csapadékos és nem csapadékos vízlágyítási módszerek.
- 2. Kénipar:** Alapanyagok, Claus-eljárás, a kén-dioxid gyártása, kétkamrás kontakt kénsavgyártás. Szuperfoszfátgyártás.
- 3. Nitrogénipar:** Szintézisgázgyártás, szintézisgáz tisztítás. Ammóniaszintézis. Az ammónia égetése, salétromsavgyártás. Nitrogéntartalmú műtrágyák.
- 4. Kősó alapú technológiák:** Ikertermékek felhasználása, higanykatódos és membráncellás elektrolízis.
- 5. Alumínium- és vasgyártás:** Bayer-féle timföldgyártás, a timföld elektrolízise. A vasgyártás ércei. Nagyolvasztó működése, a salakképzők szerepe.
- 6. Kőolaj és földgáz:** A kőolaj és földgáz fontosabb alkotói. A földgázfeldolgozás módszerei. Abszorpciós hűtött mosóolajos feldolgozás.
- 7. Motorhajtóanyagok:** A kőolaj atmoszférikus desztillációja, termékei. A jó minőségű benzin és gázolaj tulajdonságai, oktánszám, cetánszám.
- 8. Kenőanyagok:** A pakura vákuumdesztillációja, a kenőanyagok típusai, előállítása, felhasználása.
- 9. Benzinpirolízis:** A pirolizáló kemence felépítése, pirolízis, gázsztétválasztás, etilén- és propiléngyártás.
- 10. Aromás alapanyagok és előállításuk.** A BTX frakció és termékei.