

## Tartalomjegyzék

Előszó .....	2
A Vegyészmérnök BSc szakindítás bemutatása.....	3
Vegyészmérnöki alapképzési szak .....	5
Testnevelési követelmények.....	50
Zárvizsga, zárvizsga tantárgyai és a szakdolgozat követelményei.....	50
A zárvizsga rendje .....	52
Az oklevél minősítése .....	52

## Előszó

Tisztelt Vegyészmérnök Hallgató!

Az Európai Felsőoktatási Térség kialakítását célzó – közismert nevén bolognai – folyamat megvalósításaképpen 2006. szeptemberétől a magyar felsőoktatásban is általánosan bevezetésre került a lineáris képzési rendszer: alap-(vagy BSc-) képzés 7 félév (nappali és levelező tagozaton is); mester-(vagy MSc-) képzés 4 félév; doktori (vagy PhD) képzés 6 félév. A vegyészmérnök képzésben a Debreceni Egyetem az első évfolyamot 2005. szeptemberétől indította.

Ennek a nagyarányú átalakulásnak a keretében a Debreceni Egyetem Természettudományi Karán (ma Természettudományi és Technológiai Kar) is elindultak az alapképzési szakok, melyek közül ez a kiadvány a Vegyészmérnök alapszak tantervét és tantárgyi programjait tartalmazza. Ezen túl ismertetjük a képzés kimeneti követelményeit, azaz azokat az ismereteket, készségeket – manapság közkedvelt szóval kompetenciákat –, amelyeket a diploma megszerzéséhez el kell sajátítani.

Kérjük, hogy tanulmányainak megkezdése előtt szánjon időt a tanterv (és a tanulmányokra vonatkozó egyetemi szabályzatok) részletes megismerésére, ugyanis csak így fog tudni önmaga számára felelősen élni az egyetemi oktatás adta szabadsággal. E tájékozódásban természetesen a Kar és a Kémiai Intézet oktatói és munkatársai igyekeznek majd messzemenő segítséget biztosítani.

A Vegyészmérnök alapképzést úgy terveztük meg, hogy az széles körű gyakorlati ismereteket is adjon a végzettséget megszerzőknek. Mindez azonban csak megfelelő elméleti alapozással lehetséges, ezért a tanterv mintegy fele-fele arányban tartalmaz elméleti és gyakorlati foglalkozásokat.

Kérjük, ne feledje, hogy a tudást nem adják ingyen, azért keményen és kitartóan kell dolgozni. Ebben a munkában a kémikus és más szakmabeli oktatók, illetve egyéb dolgozók a partnerei lesznek, együttműködésükre számíthat.

Felsőfokú tanulmányaihoz sok sikert kívánunk.

Debrecen, 2016. április

Dr. Kéki Sándor s. k.  
egyetemi tanár  
A vegyészmérnök alapképzés  
szakfelelőse

Dr. Deák György s. k.  
egyetemi docens  
A vegyészmérnök alapképzés  
szakkoordinátora

Dr. Várnagy Katalin s. k.  
egyetemi docens  
A DE TTK Kémiai Intézete  
oktatási felelőse

## **A Vegyészmérnök BSc szakindítás bemutatása**

**A képzés szakfelelőse:** Dr. Kéki Sándor egyetemi tanár

**A képzés intézményi koordinátora:** Dr. Deák György egyetemi docens

### **A vegyészmérnöki alapszak képzési célja**

A régió műszaki szakember ellátásának javítása, a középiskolát végzettek helybenntartása, továbbtanulási lehetőségek bővítése. A cél olyan szakemberek képzése, akik a választott szak gyakorlati műveléséhez szükséges általános műveltség, műszaki intelligencia, legalább egy idegen nyelv kellő szintű ismerete, természettudományi, műszaki tudományi, biztonságtechnikai, környezetvédelmi és társadalomtudományi alapok, konkrét gyakorlati módszerek és reprodukív mérnöki alkalmazási készség birtokában a munkahelyi sajátosságok megismerése, illetőleg kellő gyakorlat megszerzése után alkalmassá válnak termelési folyamatok, minőségbiztosítási és műszaki szolgáltatások előkészítési, üzemeltetési és irányítási feladatainak, valamint a tervezés és fejlesztés részfeladatainak megoldására.

A hallgatók alapvető jogi, gazdasági és szervezési ismeretek birtokában felkészültek lesznek a termékekkel, azok gyártási és értékesítési folyamataival kapcsolatos menedzselési feladatok ellátására is. Ezenkívül a végző vegyészmérnökök rendelkeznek a vegyipari és rokonipari folyamatok, műveleti egységek, illetve összetett technológiai rendszerek működtetéséhez, azok tervezésének, irányításának, valamint az e területen folytatott kutatás és fejlesztés részfeladatainak megoldásához szükséges elméleti és gyakorlati ismeretekkel.

A végző vegyészmérnökök a gyakorlati megoldásokra specializálódnak, amelyek a különböző vállalatoknál, üzemeknél, cégeknél a művezetői vagy ettől a szinttől magasabb szakmai beosztást jelentenek.

Az ilyen munkakörök képzett szakemberekkel való betöltésére komoly igény merül fel a Kelet-magyarországi gazdálkodó egységeknél, így ezen szakemberek képzése a tényleges, valós igény kielégítését szolgálja.

A képzés beindítása lehetőséget teremt azok továbbtanulására is, akik távolabb levő oktatási intézményekben anyagi okok miatt a továbbtanulást nem tudnák vállalni.

A Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán a vegyészmérnöki alapszakon különböző specializációk indítását továbbra sem tervezzük. A megszerzett BSc diploma alapján ugyanakkor MSc szinten a hallgató közvetlenül folytathatja tanulmányait a következő szakterületeken:

- a. vegyészmérnök (MSc)
- b. vegyész (MSc)
- c. anyagtudomány (MSc)
- d. biomérnök (MSc)
- e. környezetmérnök (MSc)

Vegyészképzés a Debreceni Egyetemen MSc szinten jelenleg is folyik. Az MSc szintű biomérnök, kémia (vegyész és kémia tanár) és anyagtudomány szakokat akkreditálták és a képzés ez év szeptemberétől indítható. Az MSc szintű vegyészmérnök akkreditálása

folyamatban van. Az MSc szinten meghirdetendő szakokon a régió igényeinek megfelelő széles választási lehetőséget biztosító specializációkat fogunk indítani.

A Debreceni Egyetemen a kémia és vegyészmérnök oktatás két kar, a Természettudományi és Technológiai Kar, valamint a Műszaki Kar szoros együttműködésével folyik.

A képzésben a 2 fő akadémikus, 13 fő a tudomány doktora/MTA doktora, 8 fő a tudomány kandidátusa, 26 fő Ph.D. doktor vesz részt.

**A felvételt nyert hallgatói létszám a vegyészmérnöki alapszakon nappali tagozaton: 110 fő**

## **Vegyésmérnöki alapképzési szak (Képzési és kimeneteli követelményei)**

- 1. Az alapképzési szak megnevezése:** vegyésmérnöki (Chemical Engineering)
- 2. Az alapképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése:**
  - végzettségi szint: alapfokozat (baccalaureus, bachelor; rövidítve: BSc)
  - szakképzettség: vegyésmérnök
  - a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Chemical Engineer
- 3. Képzési terület:** műszaki
- 4. Képzési ág:** bio-, környezet- és vegyésmérnöki
- 5. A képzési idő félévekben:** 7 félév
- 6. Az alapfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:** 210 kredit
- 6.1 A képzési ágon belüli közös képzési szakasz minimális kreditértéke:** - ;
- 6.2 A specializációhoz rendelhető minimális kreditérték:** 40 kredit;
- 6.3 A szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték:** 10 kredit;
- 6.4 A szakdolgozathoz rendelt kreditérték:** 15 kredit;
- 6.5 A gyakorlati ismeretekhez rendelhető minimális kreditérték:** 60 kredit;
- 6.6 Intézményen kívüli összefüggő gyakorlati képzésben szerezhető minimális kreditérték:** -
- 7. Az alapképzési szak képzési célja, az elsajátítandó szakmai kompetenciák:**

A képzés célja vegyésmérnökök képzése, akik alkalmasak kémiai technológiai rendszerek és az azokat működtető személyzet irányítására, analitikai vizsgálatok, gyártásközi és végső minőségellenőrzés végzésére, legalább egy idegen nyelven a műszaki dokumentáció megértésére, a technológiai rendszerek fejlesztésében, tervezésében, új eljárások, termékek kifejlesztésében, kutatásban részfeladatok ellátására a munkaerőpiac releváns szakmai igényei szerint, továbbá kellő mélységű elméleti ismeretekkel rendelkeznek a képzés második ciklusban történő folytatásához. Alapfokozat birtokában a vegyésmérnökök - a várható specializációkat is figyelembe véve - képesek:

  - kémiai technológiai rendszerek biztonságos, környezettudatos működtetésére, a szakterülettel kapcsolatos szolgáltatások, kereskedelmi feladatok ellátására,
  - kémiai laboratóriumi, félüzemi, üzemi feladatok elvégzésére, új metodikák elsajátítására, munkavédelmi feladatok megoldására,
  - bonyolultabb feladatok elvégzésére, ismeretek gyakorlati alkalmazására a választott specializációnak megfelelő szakterületen,
  - részfeladatok ellátására a technológiai rendszerek fejlesztésében, tervezésében, új eljárások, termékek kifejlesztésében,
  - az előbbi feladatok ellátásához szükséges számítástechnikai ismeretek, adatbázisok alkalmazására,
  - a korábban nem ismert új folyamatok, termékek, rendszerek megismerésére, megértésére,
  - az egyenlő esélyű hozzáférés elvének alkalmazására,
  - legalább egy idegen nyelven a műszaki dokumentáció megértésére.
- 8. A törzsanyag (a szakképzettség szempontjából meghatározó) ismeretkörök:**
  - természettudományos alapismeretek: 40–50 kredit

matematika (min.12 kredit), fizika, kémia, biokémia, az intézmény hagyományainak és lehetőségeinek megfelelő további természettudományos ismeretek;

– gazdasági és humán ismeretek: 16–30 kredit

mikro- és makroökonómia, menedzsment- és vállalkozásgazdaságtan, üzleti jog;

– szakmai törzsanyag: 70–103 kredit

fizikai kémia alkalmazásai és anyagtudomány; mérés és irányítástechnikai; vegyipari géptan és művelettan; technológia; az intézmény hagyományainak és lehetőségeinek megfelelő további, a törzsanyag részét képező ismeretek.

### **9. Szakmai gyakorlat:**

Az intézményen kívül teljesítendő szakmai gyakorlat kritériumfeltétel. A szakmai gyakorlat külső szakmai gyakorló helyen, intézményben, erre alkalmas szervezetnél, vagy felsőoktatási intézményi gyakorlólhelyen teljesítendő, legalább 6 hétig tartó gyakorlat.

### **10. Idegennyelvi követelmények:**

Az alapfokozat megszerzéséhez legalább egy olyan élő idegen nyelvből, amelyen az adott szakmának tudományos szakirodalma van (angol, német, francia, orosz, spanyol, olasz) államilag elismert, középfokú (B2) komplex típusú nyelvvizsga vagy ezzel egyenértékű érettségi bizonyítvány vagy oklevél szükséges.

**Testnevelés:** A Debreceni Egyetem alapképzésben (BSc, BA) résztvevő hallgatóinak két féléven keresztül heti két óra testnevelési foglalkozáson való részvétel kötelező.

**A képzés szakfelelőse:** Dr. Kéki Sándor egyetemi tanár

**A képzés intézményi koordinátora:** Dr. Deák György egyetemi docens

## Az alapképzési szak tanterve és a tantárgyi programok leírása

### 1. táblázat BSc Vegyészmérnök Szak tanterv (nappali tagozat, 7 félév)

<i>A törzsanyag tantervi hálója</i>								
Modul Tárgycsoport (kredit) Tárgy KÓD – kredit	Félév (óraszám; számonkérés: k – kollokvium, g – gyakorlati jegy, f – félévközi jegy, a – aláírás, z – záróvizsgatárgy)							Előfeltétel
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
<b>Természettudományos és matematikai alapismeretek</b>								
<i>Matematikai modul</i>								
Matematika I. TMBE0606 – 5 kr TMBG0606 – 2 kr	430kg							Nincs
Matematika II. TMBE0607 – 3 kr TMBG0607 – 2 kr		230kg						TMBE0606 TMBG0606
<i>Fizikai modul</i>								
Mérnöki fizika I. TFBE2111 – 3 kr	210k							nincs
Mérnöki fizika II. TFBE2113 – 3 kr		210k						TFBE2111
<i>Kémiai modul</i>								
Általános kémia (előadás, számolási gyakorlat) TKBE0101 – 4 kr TKBG0101 – 1 kr	320kg							A tárgy mindkét elemét egyszerre kell felvenni Az év eleji ismeretfelmérő megírása
TKBL0101 – 3 kr		003g						TKBE0101 TKBG0101
Szervetlen kémia I. (előadás) TKBE0201 – 3 kr		200k						TKBE0101
Szervetlen kémia I. (lab. gyakorlat) TKBL0211 – 1 kr			002g					TKBL0101 TKBE0201
Szervetlen kémia II. TKBE0202 – 3 kr			200k					TKBE0201
Szerves kémia I. TKBE0311 – 4 kr		210k						TKBE0101
Szerves kémia II. TKBE0312 – 4 kr TKBL0312 – 2 kr			213kg					TKBE0311 TKBL0101
Szerves kémia III. TKBE0303 – 3 kr				200k				TKBE0312
Biokémia TBBE0302 – 3 kr					200k			TKBE0303
<b>Gazdasági és humán alapismeretek</b>								
<i>Mikro- és makroökonómiai modul (3 kr)</i>								
Bevezetés a közgazdaságtanba TTBEBVVM-KT1 – 3 kr	200k							nincs
<i>Menedzsment és vállalkozásgazdaságtani modul</i>								

(3 kr)							
Vállalatgazdaságtan TTBEBVVM-KT2 – 3 kr	200k						nincs
<i>Üzleti jogi modul</i>							
Polgári jogi ismeretek I. TTBEBVVM-JA1 – 2 kr		200k					nincs
Polgári jogi ismeretek II. TTBEBVVM-JA2 – 2 kr				200k			TTBEBVVM- JA1
EU ismeretek TTBE0030 – 1 kr	100k						nincs
<i>Gazdasági és humán válaszható ismeretek modul</i>							
Makroökonómia TTBEBVM-KT3 – 3 kr			200k				TTBEBVVM- KT1
Mézőki etika TTBEVEM-MK1 – 3 kr	200f						nincs
Értékteremtő folyamatok menedzsmentje (K+T) TTBEBVM-KT4 – 3 kr		200k					TTBEBVVM- KT2
<b>Szakmai törzsanyag</b>							
<i>Fizikai kémia, analitikai szakterületi és anyagtudományi modul</i>							
<b>Analitikai szakterület</b>							
Analitika (előadás) TKBE0501 – 3 kr			200k				TKBE0201 TFBE2111
Analitika (lab. gyak.) TKBL0501 – 3 kr					004g		TKBL0211 TFBE2111
Műszeres analitika alkalmazásai (előadás) <b>TKBE0512-11 – 2 kr</b>					100k		TKBE0501
Műszeres analitika alkalmazásai <b>TKBL0512-11 – 2 kr</b>						003g	TKBE0512-11 TKBL0501
<b>Fizikai kémiai és anyagtudományi szakterület</b>							
Fizikai kémia I. TKBE0401-16 – 5 kr		220k					TKBE0101 TMBE0606 TFBE2111
Fizikai kémia II. (előadás) TKBE0402-11 – 5 kr			220kz				TKBE0401-16
Fizikai kémia II. (lab. gyakorlat) TKBL0403-11 – 1 kr				002g			TKBL0101 TKBE0402-11
Fizikai kémia III. előadás <b>TKBE0406 – 3 kr</b>				200k			TKBE0402-11
Makromolekuláris kémia TKBE0611 – 3 kr				200k			TKBE0312
Szerkezeti anyagok TKBE1211 – 3 kr					200k		TKBE0611
Műanyagok és feldolgozásuk I. TKBE1212 – 2 kr TKBL1212 – 2 kr						202kg	TKBE0611 vagy TKBE0312
<i>Mérés és irányítástechnikai modul</i>							
<b>Számítástechnikai szakterület</b>							
Mézőki számítástechnika és informatika TKBL0911-11 – 2 kr			002				nincs
<b>Folyamatirányítási szakterület</b>							

Folyamatirányítás I. TKBG0612 – 4 kr				220f				TKBL0911
Folyamatirányítás II. TKBG0613 – 2 kr					020k			TKBG0612
<i>Vegyipari géptani és műveletteni modul</i>								
<b>Gépészeti szakterület</b>								
Vegyipari géptan I. MFVGE31V03 – 3 kr			210f					
Vegyipari géptan II. MFVGE32V03 – 3 kr				210f				MFVGE31V03
Vegyipari géptan III. MFVGE33V03 – 3 kr					210k			MFVGE32V03
<b>Vegyipari műveletteni szakterület</b>								
Vegyipari műveletten I. TKBG0614 – 5 kr			240f					TKBE0401
Vegyipari műveletten II. TKBG0615 – 5 kr				240f				TKBG0614
Vegyipari műveletten III. TKBG0616 – 5 kr					240kz			TKBG0615
<i>Technológiai modul</i>								
<b>Tervezési szakterület</b>								
Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése I. TKBG0912-11 – 2 kr						020g		TKBL0911
Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése II. TKBG0913-11 – 2 kr							020g	TKBG0912
<b>Vegyipari technológiák szakterület</b>								
Kémia technológia I. TKBE1111-11 – 4 kr TKBL1111-11 – 3 kr				224gk				TKBE0401
Kémia technológia II. TKBE1112-11 – 4 kr TKBL1112-11 – 3 kr					224gk z			TKBE1111-11 TKBL1111-11
Környezet technológia TKBE1114-11 – 3 kr TKBL1114-11 – 2 kr						212gk		TKBE1111-11 TKBL1111-11
Kísérleti üzemi gyakorlat TKBL1115 – 4 kr						015g		TKBE1111-11 TKBL1111-11
<b>Biztonságtechnikai szakterület</b>								
Biztonságtechnika TKBE0711 – 3 kr							200k	
<b>Differenciált szakmai ismeretek</b>								
Petrolkémia alapjai TKBE1113 – 3 kr					200k			TKBE1111-11
Hulladékgazdálkodás TKBE1116-11 – 3 kr TKBG1116-11 – 2 kr						220gk		TKBE1111-11
<b>Spektroszkópiai módszerek</b> TKBE0503 – 3 kr						200k		TKBE0312 TFBE2113
Szerkezetvizsgálat I. TKBL0513-11 – 2 kr						002g		TKBE0312
Szerkezetvizsgálat II.							004g	TKBL0513-11

TKBL0514 – 2 kr									
Minőségmenedzsment TTBEBVM-KT6 – 3 kr							200k		TTBEBVM-KT4
Kísérlettervezés TKBE0617 – 3 kr						200f			TKBE0403
Szakdolgozat TKBG2011-15 – 15 kr									177 kr TKBE0402-11
<b>Szabadon választható (10 kr)*</b>									
Felzárk. alapism.** TKBG0008 – 2 kr	0+2g+	0							Az év eleji ismeretfelmérő megírása.
Kémiai technológia III. TKBE1117 – 3 kr							200g		TKBE1112-11 TKBL1112-11
Vegyipari reaktorok modellezése TKBE0618 – 3 kr					200f				TKBE0403-11
Műanyagok és feldolgozásuk II. TKBE1213 – 2 kr							100g		TKBE0611
Műanyagok és feldolgozásuk III. TKBE1214 – 3 kr							200k		TKBE0611
Matematikai módszerek a kémiai és a vegyészmérnöki tudományban TKBE0904 – 3 kr			200k						TMBE0607 TMBG0607
LYX alapú tudományos/műszaki szövegszerkesztés TKBG0916 – 2 kr					002g				TKBL0911-11 – 2 kr
<b>Összesen:</b>	25kr, 22ó, 6k, 2g, 1f	28kr, 24ó 7k,2g	32kr, 29, 5k, 3g, 2f	29kr, 29 ó, 4k, 2g, 3f	33kr, 34 ó, 9k, 2g,1f	28kr, 30ó, 4k, 6g, 1f	10kr+ 15 szd, 10ó, 3k, 3g		200kr+10kr szab. vál.

\* Az Intézet előírja hogy minimum 5 kr szabadon választható tárgyat a táblázatban szereplő kurzusok közül, valamint a Kémia BSc alapképzés bármely szakmai tárgya közül válasszon a hallgató, míg a fennmaradó kreditek a DE bármely képzésén teljesíthetőek.

\*\* *További szabályozás: A felmérésen elért 70 %-nál rosszabb értékelés esetén a tárgy teljesítése óralátogatással kötelező. Az értékelésen elért 90-95 %-os eredmény esetén jó (4), ≥96 %-os eredmény esetén jeles (5) osztályzat kerül megajánlásra. Ha az eredmény 70-89 %-os, a tárgy felvehető, ekkor az óralátogatás nem kötelező, az osztályzat megállapítása a jegymegajánló zárthelyi dolgozat megírása és értékelése alapján történik.. A tárgy csak az első félévben vehető fel.*

<b>Egyéb követelmények</b>									
Üzemlátogatás TKBG1118				002 a					TKBE1111-11 párhuzamos felvétele
Termelési gyakorlat** TKBG1119						a			TKBE1111-11 TKBL1111-11
Idegen nyelv	002a	002a	002a	002 a					
Testnevelés	002a	002a							

\*\* - a 6 hetes kötelező nyári termelési gyakorlatot a 6.-k félév után kell teljesíteni

## 2. táblázat

### BSc Vegyész-mérnök Szak tanterv (levelező tagozat, 7 félév)

A törzsanyag tantervi hálójája (levelező tagozat)								
Modul Tárgycsoport (kredit) Tárgy (Tematika o. szám) KÓD – kredit	Félév (óraszám; számonkérés: k – kollokvium, g – gyakorlati jegy, f – félévközi jegy, a – aláírás, z – záróvizsgatárgy )							Előfeltétel
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
<b>Természettudományos és matematikai alapismeretek</b>								
<i>Matematikai modul (12 kr)</i>								
Matematika I. TMBE0606_L – 5 kr TMBG0606_L – 2 kr	430kg							Nincs
Matematika II. TMBE0607_L – 3 kr TMBG0607_L – 2 kr		230kg						TMBE0606_L TMBG0606_L
<i>Fizikai modul (6 kr)</i>								
Mérnöki fizika I. TFBE2111_L – 3 kr	210k							nincs
Mérnöki fizika II. TFBE2113_L – 3 kr		210k						TFBE2111_L
<i>Kémiai modul</i>								
Általános kémia TKBE0101_L – 4 kr TKBG0101_L – 1 kr TKBL0101_L – 3 kr	323kg							A tárgy mindhárom elemét egyszerre kell felvenni
Szervetlen kémia I. TKBE0201_L – 3 kr TKBL0211_L – 1 kr		202kg						TKBE0101_L TKBL0101_L
Szervetlen kémia II. TKBE0202_L – 3 kr			200k					TKBE0201_L
Szerves kémia I. TKBE0311_L – 4 kr		210k						TKBE0101_L
Szerves kémia II. TKBE0312_L – 3 kr TKBL0312_L – 3 kr			213kg					TKBE0311_L TKBL0101_L
Szerves kémia III. TKBE0303_L – 3 kr				200k				TKBE0312_L
Biokémia TBBE0313_L – 3 kr					200k			TKBE0303_L
<b>Gazdasági és humán alapismeretek</b>								
<i>Mikro- és makroökonómiai modul</i>								
Bevezetés a közgazdaságtanba TTBEBVVM-KT1_L – 3 kr	200k							nincs
<i>Menedzsment és vállalkozásgazdaságtani modul</i>								
Vállalatgazdaságtan (K+T) TTBEBVVM-KT2_L – 3 kr	200k							nincs
<i>Üzleti jogi modul</i>								
Polgári jogi ismeretek I. TTBEBVVM-JA1_L – 2 kr		200k						nincs
Polgári jogi ismeretek II. TTBEBVVM-JA2_L_L – 2 kr					200k			TTBEBVVM- JA1_L
EU ismeretek TTBE0030_L			100k					nincs

<i>Gazdasági és humán választható ismeretek modul</i>							
Makroökonómia (K+T) TTBEVVM-KT3_L – 3 kr			200k				TTBEVVM-KT1_L
Mérnöki etika TTBEVEM-MK1_L – 3 kr	200f						
Értékteremtő folyamatok menedzsmentje TTBEVVM-KT4_L – 3 kr			200k (2. vagy 4. félév)				TTBEVVM-KT2_L
<b>Szakmai törzsanyag</b>							
<i>Fizikai kémia, analitikai szakterületi és anyagtudományi modul</i>							
<b>Analitikai szakterület</b>							
Analitika TKBE0501-11_L – 3 kr TKBL0501-11_L – 3 kr					204kg		TKBE0201_L TKBL0201_L TFBE2111_L
Műszeres analitika alkalmazásai TKBE0512-11_L – 2 kr TKBL0512-11_L – 2 kr						103kg	TKBE0511_L TKBL0511_L
<b>Fizikai kémiai és anyagtudományi szakterület</b>							
Fizikai kémia I. TKBE0401_L 4 kr			220k				TKBE0101_L TFBE2111_L TMBE0606_L
Fizikai kémia II. TKBE0403-11_L – 4 kr TKBL0403-11_L – 1 kr				222gk z			TKBE0401_L TKBL0101_L
Kolloid kémia TKBE0404_L – 3 kr				200k			TKBE0401_L
Makromolekuláris kémia TKBE0611_L – 3 kr				200k			TKBE0312_L
Szerkezeti anyagok TKBE1211_L – 3 kr					200k		TKBE0611_L
Műanyagok és feldolgozásuk I. TKBE1212_L – 2 kr TKBL1212_L – 2 kr						202kg	TKBE0611_L vagy TKBE0312_L
<i>Mérés és irányítástechnikai modul</i>							
<b>Számítástechnikai szakterület</b>							
Mérnöki számítástechnika és informatika TKBL0911-11_L – 2 kr			002				nincs
<b>Folyamatirányítási szakterület</b>							
Folyamatirányítás I. TKBG0612_L – 4 kr				220f			TKBL0911-11_L
Folyamatirányítás II. TTBG0613_L – 2 kr					020k		TKBG0612_L
<i>Vegyipari géptani és művelettani modul</i>							
<b>Gépzeti szakterület</b>							
Vegyipari géptan I. MFVGE41V03 – 3 kr			210f				
Vegyipari géptan II. MFVGE42V03 – 3 kr				210f			MFVGE41V03
Vegyipari géptan III. MFVGE43V04-11_L – 3 kr					210k		MFVGE42V03
<b>Vegyipari művelettani szakterület</b>							
Vegyipari művelettan I. TKBG0614_L – 5 kr			240f				TKBE0401_L

Vegyipari művelet II. TKBG0615_L – 5 kr				240f				TKBG0614_L
Vegyipari művelet III. TKBG0616_L – 5 kr					240kz			TKBG0615_L
<i>Technológiai modul</i>								
<b>Tervezési szakterület</b>								
Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése I. TKBG0912-11_L – 2 kr						020g		TKBL0911-11_L
Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése II. TKBG0913-_L – 2 kr							020g	TKBG0912-11_L
<b>Vegyipari technológiák szakterület</b>								
Kémia technológia I. TKBE1111-11_L – 4 kr TKBL1111-11_L – 3 kr				224gk				TKBE0401_L
Kémia technológia II. TKBE1112-11_L – 4 kr TKBL1112-11_L – 3 kr					224gk z			TKBE1111-11_L TKBL1111-11_L
Környezet technológia TKBE1114-11_L – 3 kr TKBL1114-11_L – 2 kr						212gk		TKBE1111-11_L TKBL1111-11_L
Kísérleti üzemi gyakorlat TKBL1115_L – 4 kr						015g		TKBE1111-11_L TKBL1111-11_L
<b>Biztonságtechnikai szakterület</b>								
Biztonságtechnika TKBE0711_L – 3 kr							200k	nincs
<b>Differenciált szakmai ismeretek</b>								
Petrolkémia alapjai TKBE1113_L – 3 kr					200k			TKBE1111-11_L
Radioaktív izotópok alkalmazása a vegyiparban TKBL0412_L – 3 kr							102g	TKBE0403-11_L
Hulladékgazdálkodás TKBE1116-11_L – 3 kr TKBG1116-11_L – 2 kr						220gk		TKBE1111-11_L
Spektroszkópiai módszerek TKBE0503-11_L – 3 kr						200k		TKBE0312_L TFBE2113_L
Szerkezetvizsgálat I. TKBL0513-11_L – 2 kr						002g		TKBE0503_L
Szerkezetvizsgálat II. TKBL0514_L – 2 kr							004g	
Minőségmenedzsment TTBEBVM-KT6 _L– 3 kr							200k	TTBEBVM-KT4 _L
Kísérlettervezés TKBE0617_L – 3 kr						200f		TKBE0403_L
Szakdolgozat TKBG2011_L-15 – 15 kr								177 kr TKBE0403-11_L
<b>Szabadon választható* (10 kr)</b>								
Kémiai technológia III. TKBE1117_L – 3 kr							200g	TKBE1112_L TKBL1112_L
Vegyipari reaktorok modellezése TKBE0618_L – 3 kr					200f			TKBE0403_L
Műanyagok és feldolgozásuk II. TKBE1213_L – 2 kr						100g		TKBE0611_L
Műanyagok és feldolgozásuk III. TKBE1214_L – 3 kr							200k	TKBE0611_L

Veszélyes és különleges anyagok TKBL0204_L-3 kr	200k páratlan félévben	
--	---------------------------	--

\* Az Intézet javasolja, hogy minimum 5 kr szabadon választható tárgyat a táblázatban szereplő kurzusok közül, valamint a Kémia BSc alapképzés bármely szakmai tárgya közül válasszon a hallgató, míg a fennmaradó kreditek a DE bármely képzésén teljesíthetőek.

\*\* A táblázatban szereplő óraszámok konzultációs egységek. 1 konzultációs egység 5 órának felel meg.

## Tantárgyi programok

### FELZÁRKÓZTATÓ ALAPISMERETEK– (TKBG0008)

*Előfeltétel: Az év eleji ismeretfelmérő megírása.*

*További szabályozás: A felmérésen elért 70 %-nál rosszabb értékelés esetén a tárgy teljesítése óralátogatással kötelező. Az értékelésen elért 90-95 %-os eredmény esetén jó (4),  $\geq 96$  %-os eredmény esetén jeles (5) osztályzat kerül megajánlásra. Ha az eredmény 70-89 %-os, a tárgy felvehető, ekkor az óralátogatás nem kötelező, az osztályzat megállapítása a jegymegajánló zárthelyi dolgozat megírása és értékelése alapján történik..*

***A tárgy csak az első félévben vehető fel.***

**Heti óraszám:** 0+2+0

**Kredit:** 0+2+0

**A számonkérés módja:** gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Tóth Zoltán

A kurzus célja a középiskolai alapismeretek és készségek terén hiányokat felmutató hallgatók számára elemi aritmetikai, algebrai, kémiai, fizikai és szövegértési kompetenciák megszerzése önálló munkára alapozott gyakorlati feladatmegoldásokon keresztül.

Rövid tematika: Alapvető aritmetikai és algebrai ismeretek. Mértékegységváltások. Alapvető fizikai és kémiai mennyiségek számolása képlettel és következtetéssel. A kémia jelrendszere és annak jelentése. A részecske és a halmaz viszonya, makro- és részecskeszint kapcsolata. Szabályalkotás, következtetés, rendszerezés, induktív és deduktív gondolkodás fejlesztése. Szövegértelmezés. A kémiai reakciók jellemzése, csoportosítása. Szervetlen anyagok csoportosítása. Szerves vegyületek csoportosítása, homológ sor, általános képlet, funkciós csoportok. Modellalkotás, példák a kémiában használatos elméleti modellekre.

*Ajánlott irodalom:*

Középiskolai matematika, fizika és kémia tankönyvek.

### MATEMATIKA I. (TMBE0606 és TMBG0606, illetve TMBE0606\_L és TMBG0606\_L)

**Heti óraszám:** 4+3+0

**Kredit:** 5+2+0

**A számonkérés módja:** kollokvium, gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Muzsnay Zoltán

**A tantárgy tematikája:**

Valós számok. Komplex számok. Kombinatorikai alapfogalmak. Vektoralgebra, a lineáris tér fogalma. Mátrixok, műveletek mátrixokkal. Determináns és tulajdonságai; a mátrix rangja; lineáris egyenletrendszerek. Számsorozatok, határérték. Függvényfogalom: határérték, folytonosság, differenciálhatóság. Az inverz függvény fogalma. Elemi függvények és inverzeik. A differenciálszámítás alapvető tételei; alkalmazások: linearizáció, függvényvizsgálat, szélsőérték számítás, hibaszámítás. Taylor polinom és sor. A primitív függvény fogalma, határozatlan integrál kiszámítása. A határozott integrál fogalma, alkalmazások. A közönséges differenciálegyenlet fogalma, a Cauchy-féle kezdetiérték feladat; néhány (egyszerűbb) elsőrendű differenciálegyenlet. Az  $n$ -edrendű lineáris differenciálegyenlet; alaprendszer, Wronski-determináns. Kétváltozós függvények differenciálszámítása, parciális deriváltak, szélsőérték keresése, feltételes szélsőérték. Kettős integrál.

**Kötelező és ajánlott irodalom:**

Kozma László: Matematikai alapok, Studium '96 Bt., 1999, Debrecen.

Kovács József, Takács Gábor, Takács Miklós: Analízis, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1998, Budapest.

Denkinger Géza: Analízis, 6. kiad. Nemzeti Tankönyvkiadó, 2002, Budapest.

Scharnitzky Viktor: Vektorgeometria és lineáris algebra, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2000, Budapest.

Denkinger Géza: Matematikai Analízis: feladatgyűjtemény, Tankönyvkiadó, 1978, Budapest.

Elliott Mendelson: 3,000 Solved Problems in Calculus, McGraw-Hill, 1988.

**MATEMATIKA II. (TMBE0607 és TMBG067, illetve TMBE0607\_L és TMBG0607\_L)**

**Heti óraszám:** 2+3+0

**Kredit:** 3+2+0

**A számonkérés módja:** kollokvium, gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Muzsnay Zoltán

**A tantárgy előfeltétele:** Matematika I.

**A tantárgy tematikája:**

Többváltozós függvények: határérték, folytonosság, differenciálhatóság, parciális deriváltak; többváltozós szélsőértékszámítás, többváltozós Taylor polinom. Többszörös integrál; alkalmazások: térfogat, felszín. Görbementi és felületi integrálok. A vektoranalízis elemei. Stokes, Green és Gauss tételei. Potenciálkeresés. A variációszámítás elemei. Parciális differenciálegyenletekre vonatkozó nevezetes problémák, ezek osztályozása. Fourier-módszer. Eseményalgebra, valószínűség, valószínűségi mező. Valószínűségi változók eloszlásfüggvénye, diszkrét eloszlás, nevezetes diszkrét valószínűségi eloszlások, sűrűségfüggvény, nevezetes abszolút folytonos valószínűségi változók, várható érték, szórás, momentumok. Valószínűségi változók együttes eloszlása és függetlensége, feltételes eloszlás és feltételes várható érték, korrelációs együttható. A nagy számok törvényei, a központi határeloszlás tétel. A statisztika elemei.

**Kötelező és ajánlott irodalom:**

Walter Rudin: A matematikai analízis alapjai, Műszaki Könyvkiadó, 1978, Budapest.

Denkinger Géza: Valószínűségszámítás, Tankönyvkiadó, 1999, Budapest.

Czách László, Simon László: Parciális differenciálegyenletek I., Tankönyvkiadó, 1993, Budapest.  
Székelyhidi László: Valószínűségszámítás és matematikai statisztika, EKTF Líceum, 1999, Eger.  
Reimann József, Tóth Julianna: Valószínűségszámítás és matematikai statisztika, Tankönyvkiadó, 1991, Budapest.  
Elliott Mendelson: 3,000 Solved Problems in Calculus, McGraw-Hill, 1988.

## **MÉRNÖKI FIZIKA I. (TFBE2111, illetve TFBE2111\_L)**

### Tantárgy leírása:

Fizikai mennyiségek és mértékegységek. Kinematika. Erő- és impulzus. Munka és energia. Rezgések. Részecskerendszerek. Merev testek dinamikája. Statisztikus mechanika-termodinamika. Transzportjelenségek. Hidro- és aerodinamika.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Gibher János, Sólyom András: Fizika mérnököknek I-II. Bp. 1994.
2. Budó Ágoston: Fizika I-III. Bp. 1970.
3. Charles Kittell: Bevezetés a szilárdtest fizikába. Bp. 1981.
4. Hütte: Mérnöki tudományok kézikönyve, Springer Verlag, Bp. 1993.
5. Feynman: Mai fizika. Bp.

## **MÉRNÖKI FIZIKA II. (TFBE2113, illetve TFBE2113\_L)**

### Tantárgy leírása:

Gravitációs-, elektromos- és mágneses kölcsönhatás. Időben változó elektromágneses terek. Elektromos áramkörök. Elektromos töltés transzportja, vezetési mechanizmusok. Erős- és gyenge kölcsönhatás: atommagok és elemi részecskék. Hullámterjedés. Elektromágneses hullámok. Az elektromágneses sugárzás és az anyag kölcsönhatásai. Visszaverődés és törés, polarizáció. Geometriai optika. Interferencia és elhajlás. Hullámszempontok az optikai leképezésnél. Anyaghullámok.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Gibher János, Sólyom András: Fizika mérnököknek I-II. Bp. 1994.
2. Budó Ágoston: Fizika I-III. Bp. 1970.
3. Charles Kittell: Bevezetés a szilárdtest fizikába. Bp. 1981.
4. Hütte: Mérnöki tudományok kézikönyve, Springer Verlag, Bp. 1993.
5. Feynman: Mai fizika. Bp.

## **ÁLTALÁNOS KÉMIA (ELŐADÁS) – TKBE0101 és TKBE0101\_L – 4 kr**

*Előfeltétel: Nincs. A tárgy két elemét (előadás, számolási gyakorlat) egyszerre kell felvenni.*

A kurzus célja: A tárgy a tanulmányaikat kezdő, különböző alapképzettségű hallgatóknak bevezetést nyújt a kémiába, lehetővé teszi ismereteik összehangolását és előkészíti a további alapozó tárgyak (szervetlen, szerves, fizikai és analitikai kémia) oktatását.

Rövid tematika: A kémia tárgya és fejlődése, kapcsolata más természettudományokkal. Az atom- és molekulafogalom kialakulása, az atomok felépítése, atommodellek. A kémiai kötés különböző formái, a molekulák és halmazok szerkezete. Gázok, folyadékok és szilárd testek jellemzése, halmazállapotváltozások. A sztöchiometria alaptörvényei. A kémiai reakciók energetikai és kinetikai jellemzése. A kémiai egyensúly és alkalmazási lehetőségei. A kémiai reakciók csoportosítása, sav-bázis és redoxi reakciók, az elektrokémiai alapjai.

*Ajánlott irodalom:*

1. Brücher Ernő: Általános kémia (anyagszerkezet), Egyetemi jegyzet, Debrecen, 2002
2. Gergely Pál: Általános és bioszervetlen kémia, Semmelweis Kiadó, Budapest, 2001
3. J. McMurray, R.C. Fay: Chemistry, Pearson Education, Inc., New Jersey, 2004

### **ÁLTALÁNOS KÉMIA (SZÁMOLÁSI GYAKORLAT) – TKBG0101 és TKBG0101\_L – 1 kr**

*Előfeltétel: Nincs. A tárgy két elemét (előadás, számolási gyakorlat) egyszerre kell felvenni.*

A kurzus célja az alapvető sztöchiometriai-, koncentráció- és pH-számítási feladatok megoldási módszereinek, illetve az egyenletrendezés alapelveinek megismertetése.

Rövid tematika: Az alapfogalmak (vegyjel, képlet, anyagmennyiség, relatív- és moláris tömeg) alkalmazása sztöchiometriai számítási feladatokban. Koncentrációegységek (százalékos összetétel, molaritás, molalitás, tömegkoncentráció) megismerése és alkalmazása koncentrációszámítási feladatokban. Az egyenletrendezés alapelvei (láncszabály és oxidációs szám alapján), alkalmazásuk kémiai számítási feladatokban. A gáztörvények megismerése, alkalmazásuk kémiai számítási feladatokban. A pH fogalma, egyértékű erős savak és bázisok pH-jának számítása.

*Ajánlott irodalom:*

1. Farkas E., Fábrián I., Kiss T., Posta J., Tóth I., Várnagy K.: Általános és analitikai kémiai példatár (egyetemi jegyzet, Egyetemi Kiadó, Debrecen)
2. Villányi Attila: Ötösöm lesz kémiából (Műszaki Könyvkiadó, Budapest)

### **ÁLTALÁNOS KÉMIA (LABORATÓRIUMI GYAK.) – TKBL0101 és TKBL0101\_L – 3 kr**

*Előfeltétel: TKBE0101 Általános kémia előadás, TKBG0101 Általános kémia számolási gyakorlat.*

A kurzus célja, hogy a kezdő, különböző előképzettségű hallgatókat bevezesse a laboratórium munkába, ismereteiket egységes szintre hozza és előkészítse a további laboratóriumi gyakorlatok (szervetlen-, szerves-, fizikai- és analitikai kémiai gyakorlatok) oktatását.

Rövid tematika: Az alapvető laboratóriumi (üveg-, fém- és fa-) eszközök használatának, a legegyszerűbb kémiai mérőmódszereknek (tömeg-, térfogat-, hőmérséklet-, sűrűségmérés) és az egyszerű laboratóriumi műveleteknek (melegítés, hűtés, oldatkészítés, hígítás, kristályosítás, dekantálás, szűrés, titrálás, gázfejlesztés, gázpalackok kezelése) a megismerése. Néhány egyszerű szervetlen kémiai preparátum előállításának és a kémiai alapjelenségek vizsgálata egyszerű kísérleteken keresztül az alpműveletek alkalmazását, gyakorlását szolgálja.

*Ajánlott irodalom:*

1. Dr. Lengyel Béla: Általános és szervetlen kémiai praktikum (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest)
2. Kollár György, Kis Júlia: Általános és szervetlen preparatív kémiai gyakorlatok (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest)

**SZERVETLEN KÉMIA I. (előadás) (TKBE0201, TKBE0201\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0101 Általános kémia előadás*

Tantárgy leírása:

A nemfémek elemek, valamint a p- mező félfémek elemeinek fizikai és kémiai tulajdonságai, előfordulásuk, ipari előállításuk alapjai. A vegyületek szerkezete, kémiai (elsősorban sav-bázis és redoxi) tulajdonságainak áttekintése, különös tekintettel a hidridekre, halogenidre, oxidokra, oxosavakra és szulfidokra. A szóban forgó elemek és vegyületeik élettani hatása. A fontosabb vegyületek laboratóriumi előállítása, ipari előállításuk kémiai alapjai. A vegyületek és ionok ligandum tulajdonságainak áttekintése, analitikai kémiájuk alapjai. A fontosabb elemek és vegyületeik alkalmazása a laboratóriumi gyakorlatban és az iparban. Az alkáli- és alkáliföldfémek és fontosabb vegyületeik. A komplexvegyületek képződése, kötésviszonyaik, típusaik, fontosabb tulajdonságaik. A fémionok és ligandumok komplexképző hajlama. Az átmenetifémek általános jellemzése, tulajdonságaik és ismertebb vegyületeik. Az elemorganikus vegyületek legismertebb képviselői, szervetlen kémia biológiai vonatkozásai.

**SZERVETLEN KÉMIA I. (gyakorlat) (TKBE0201, TKBE0201\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0201 Szervetlen kémia előadás, TKBL0101 Általános kémia lab. gyak.*

**GYAKORLAT:** A laboratóriumi munkarend és a legfontosabb laboratóriumi eszközök megismerése. Alapvető mérések: tömeg-, térfogat- és sűrűség-mérés, valamint titrálás elvégzése. Alapvető laboratóriumi módszerek: oldás, hígítás, dekantálás, szűrés, gázfejlesztés, gázpalackok használata, extrakció, közönséges desztilláció. Néhány egyszerű szervetlen kémiai preparátum készítése. Fontosabb kationok és anionok reakciói és kvalitatív kimutatásuk.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Bodor E.: Szervetlen kémia I., Tankönyvkiadó, Budapest (1983)
2. Bodor E.: Szervetlen kémia II., Tankönyvkiadó, Budapest (1983)
3. Papp S.: Szervetlen kémia I., Tankönyvkiadó, Budapest (1988)
4. Papp S.: Szervetlen kémia II., Tankönyvkiadó, Budapest (1988)
5. Greenwood: Elemek kémiája, Tankönyvkiadó, Budapest (1999)

**SZERVETLEN KÉMIA II. (ELŐADÁS) – TKBE0202 és TKBE0202\_L – 3 kr**

*Előfeltétel: TKBE0201 Szervetlen kémia I.*

A kurzus célja: A tárgy az előző félévben a "Szervetlen kémia I." tárgyban elkezdett ismeretek tárgyalásának folytatása és célja a fémek elemekre vonatkozó elméleti és gyakorlati ismeretek elsajátítása.

Rövid tematika: Az alkáli- és alkáliföldfémek általános jellemzése, tulajdonságaik és fontosabb vegyületeik. Az átmenetifémek általános jellemzése, tulajdonságaik, előállításuk és

fontosabb vegyületeik. A komplexvegyületek képződése, típusai, tulajdonságaik. A fémionok és ligandumok komplexképző hajlama. A lantanoidák és aktinoidák általános jellemzése, fontosabb vegyületeik. A kémiai elemek biológiai szerepe, a szervetlen vegyületek környezeti hatásai, a bioszervetlen kémia alapjai. A fémorganikus vegyületek fogalma, típusai és ismertebb képviselőik.

*Ajánlott irodalom:*

1. Brücher Ernő: Szervetlen kémia (A fémek és vegyületeik), Egyetemi jegyzet, Debrecen, 2001
2. N.N. Greenwood, A. Earnshaw: Az elemek kémiája, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004

## **SZERVES KÉMIA I. (TKBE0311, illetve TKBE0311\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0101 Általános kémia előadás*

Tantárgy leírása: TKBE0311

Kötéselméleti alapfogalmak, a szerves vegyületekben előforduló homo- és heteronukleáris kötések jellemzése. Izoméria, a szerves vegyületek konstitúciója, konfigurációja és konformációja. Kiralitás és az azzal összefüggő sztereokémiai alapfogalmak. Funkciós csoportok, a szerves vegyületek nevezéktana. A szerves kémiai reakciók legfontosabb típusai, termodinamikai és kinetikai jellemzésük. Sav-bázis reakciók a szerves kémiában. Szerves vegyületek funkciós csoportok szerinti tárgyalása.

Alkánok és cikloalkánok jellemzése, előfordulása és reakcióik. Gyökös szubsztitúció. Alkének és alkinek jellemzése, előállításuk és reakcióik. Konjugált rendszerek. Elektrofil és gyökös addíciók, polimerizáció.

Aromás vegyületek csoportosítása, homoaromás vegyületek. Heteroaromások, heterociklusos vegyületek Hantzsch-Widman-féle nomenklatúrája. Homoaromás vegyületek előfordulása és előállításuk. Aromacitás és feltételei, homo- és heteroaromás, egy- és többgyűrűs, semleges és töltéses aromás rendszerek jellemzése, aromás jellegük értelmezése.

Aromás vegyületek sav-bázis és szubsztitúciós reakciói. Kondenzált policiklusos, homoaromás vegyületek reakciói. Szubsztituált homoaromás vegyületek elektrofil szubsztitúciós reakciói, irányítási szabályok és értelmezésük. Alkil oldalláncot tartalmazó aromás vegyületek reakciói az oldalláncban.

Heteroaromás vegyületek sav-bázis sajátosságai, elektrofil szubsztitúciós reakcióik jellemzése (reakciókészség és irányítás/regioszelektivitás).

Tantárgy leírása: TKBE0311\_L

Az első két periódus atomjainak elektronszerkezete; a Lewis-Langmuir-féle kötéselmélet. A kémiai kötés kvantummechanikai elmélete. Elektroneltolódási jelenségek; rezonanciaformák. Szerves vegyületek izoméria viszonyai; konstitúció, konfiguráció és konformáció; optikai aktivitás és kiralitás. A szerves kémiai átalakulások mechanizmus- és reakciótípusai; sav-bázis reakciók. A reakciók lefutását meghatározó tényezők; reaktív intermedierek. A szerves kémia rendszerezése; a nevezéktan alapjai. Alkánok. Cikloalkánok. Alkének. Diének. Alkinek. Aromás szénhidrogének elektronszerkezete; az aromaticitás feltételei. Aromás elektrofil szubsztitúció. Az  $S_EAr$  irányítási szabályai. Az aromás vegyületek egyéb reakciói; policiklusos aromás vegyületek.

A halogénvegyületek csoportosítása és elnevezése; előállításuk. A nukleofil szubsztitúció.

Eliminációs reakciók. Fémorganikus vegyületek előállítása; az umpolung. Hidroxivegyületek csoportosítása és elnevezése; alkoholok előállítása. Az alkoholok kémiai tulajdonságai. Fenolok csoportosítása, elnevezése, előállítása. Fenolok kémiai sajátságai. Éterek.

#### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Novák Lajos, Nyitrai József: Szerves kémia, Műegyetemi kiadó (1998)
2. Lempert Károly: Szerves kémia, Műszaki Könyvkiadó (1976)
3. Szántay Csaba: Elméleti szerves kémia, Műegyetemi kiadó (1996)
4. Nógrádi Mihály: Bevezetés a sztereoekémiába, Műszaki Könyvkiadó (1975)
5. Volhard: Organic Chemistry, New York (1987)

### **SZERVES KÉMIA II.** (TKBE0312 és TKBL0312, illetve TKBE0312\_L és TKBL0312\_L)

*Előfeltétel: TKBE0311, TKBE0311\_L Szerves kémia I.előadás és TKBL0101, TKBL0101\_L Általános kémia laboratóriumi gyakorlat*

#### Tantárgy leírása: TKBE0312

Szén-halogén kötést tartalmazó vegyületek csoportosítása, elnevezésük, kémiai reakcióik, alkil- és benzil-halogenidek nukleofil szubsztitúciós reakciói, azok gyakorlati jelentősége. Nukleofil elimináció,  $\beta$ - és  $\alpha$ -elimináció. Aromás halogenidek reakciói. Szén-halogén kötést tartalmazó vegyületek egyéb reakciói (dehalogénezés, reakció fémekkel). Alkil-, benzil- és aromás halogenidek előállítása.

Fémorganikus vegyületek kémiájának alapjai. Kötésrendszerük, az „umpolung” fogalma. Karbanionok, mint bázisok és C-nukleofilek. Jelentőségük C-C kötés kiépítésében. Grignard-vegyületek és alkalmazásuk. Fémorganikus vegyületek előállítása és egymásba alakítása, transzmetallálás.

C-O és C-S kötést tartalmazó vegyületek csoportosítása. Alkoholok, fenolok és enolok fizikai tulajdonságaik, sav-bázis sajátságai, kémiai sajátságai. Savkatalizált reakciók. Oxidációs átalakításaik. Éterek, enoléterek, acetálok kötésrendszere, kémiai jellemzésük és előállításuk. Alkoholok és fenolok előállítása. Tioalkoholok, tiofenolok, tioéterek és oxidált származékaik (szulfoxidok, szulfonok), fizikai és kémiai jellemzésük, előállításuk.

C-N kötésű vegyületek csoportosítása, aminok nevezéktana, kötésrendszere és fizikai sajátságai. Sav-bázis tulajdonságok. Alifás és aromás aminok előállítása, kémiai sajátságai.

Nitrovegyületek csoportosítása és kötésrendszere, kémiai sajátságai jellemzése. Diazovegyületek és diazóniumsók jellemzése és előállításuk (különös tekintettel az aromás diazóniumsókra); azovegyületek, előállításuk és jelentőségük.

Oxovegyületek csoportosítása és nomenklaturája. A karbonilcsoport kötésrendszere, az oxovegyületek fizikai sajátságainak jellemzése. Aldehidek és ketonok kémiai sajátságainak jellemzése. Sav-bázis sajátságok, tautomeria, nukleofil addíciójuk különböző O, S, N és C-nukleofilekkel. Az addíciós reakciók termodinamikai jellemzése. Aldehidek és ketonok kémiai sajátságainak jellemzése. Az  $\alpha$ -helyzetű aktiválásból származó reakciók, oxidációjuk és redukciójuk. Aldehidek és ketonok előállítása.

Karbonsavak és savszármazékok csoportosítása és nomenklaturájuk. Karbonsavak és származékaik kötésrendszerének összehasonlító jellemzése, stabilitási viszonyai. Fizikai sajátságai. Karbonsavak és különböző karbonsavszármazékok sav-bázis sajátságai. Acil nukleofil szubsztitúció. Karbonsavszármazékok egymásba alakítása, a reakciót meghatározó tényezők. Karbonsavszármazékok reakciója C-nukleofilekkel, Claisen-kondenzáció, acetecetészter és malonészter szintézisek. Oldalláncban helyettesített karbonsavak és származékai, reakciók és egymásba alakíthatóságuk.

Szénsavszármazékok csoportosítása és kémiai jellemzése. Szénsavszármazékok egymásba alakíthatósága.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Novák Lajos, Nyitrai József: Szerves kémia, Műegyetemi kiadó (1998)
2. Lempert Károly: Szerves kémia, Műszaki Könyvkiadó (1976)
3. Szántay Csaba: Elméleti szerves kémia, Műegyetemi kiadó (1996)
4. Nógrádi Mihály: Bevezetés a sztereokémiába, Műszaki Könyvkiadó (1975)
5. Volhard: Organic Chemistry, New York (1987)

Tantárgy leírása: TKBE0312\_L

Szerves kénvegyületek. Nitrovegyületek. Aminok csoportosítása, elnevezése, bázicitása, előállítása. Aminok kémiai tulajdonságai. Azo-, diazo-, és diazónium vegyületek. Oxovegyületek csoportosítása, elnevezése, általános előállítási módszereik.

Aromás aldehidek és ketonok előállítása. Oxovegyületek kémiai sajátosságai I: addíciós és kondenzációs reakciók. Oxovegyületek kémiai sajátosságai II: oxidáció, redukció, enolátok átalakításai. Karbonsavak csoportosítása, elnevezése, előállítása. Karbonsavak kémiai tulajdonságai, fontosabb képviselőik.

Karbonsavszármazékok I: savhalogenidek, savanhidridek és észterek. Karbonsavszármazékok II: savamidok, savnitrilek.  $\beta$ -Dikarbonil vegyületek, szintetikus alkalmazásuk. Szénsavszármazékok csoportosítása, előállításuk nem szénsavszármazékokból, általános jellemzésük. Szénsavszármazékok speciális képviselői. Halogénezett- és hidroxikarbonsavak, fontosabb képviselőik. Oxo- és aminokarbonsavak. Peptidek és fehérjék legfontosabb jellemzői. Szénhidrátok legfontosabb jellegzetességei. Öttagú heteroaromás vegyületek. Hattagú heteroaromás vegyületek. Nukleinsavak és alkotórészeik

Tantárgy leírása: TKBL0312

A munkavégzés általános szabályai, egészség- és környezetvédelmi szabályok ismertetése. Balesetelhárítási rendszabályok, elsősegélynyújtás. Néhány veszélyes anyagfajta hatásai és balesetmegelőzési, illetve elsősegélynyújtási teendők összefoglalása. A szerves kémiai laboratóriumi alpműveletek megismerése és elsajátítása: kristályosítás-átkristályosítás vízből, szűrés; desztilláció: légköri nyomáson és vákuumban; fizikai állandók meghatározása, olvadáspontmérés, vékonyréteg- és oszlopkromatográfia.

Hőközlési és szárítási módszerek ismertetése. Két szerves anyag keverékének elválasztása folyadék-folyadék extrakcióval (*m*-dinitrobenzol és *m*-nitroanilin). Halogénszármazékok kimutatási reakciói, *terc*-butil-klorid előállítása. Szénhidrogének kimutatása kémcsökísérletekkel, alkoholok reakciói (Lucas próba, Jones oxidáció). Dibenzilidén-aceton előállítása, oxovegyületek reakciói (2,4-dinitrofenilhidrazinnal,  $\text{KMnO}_4$ -al, Jones reagenssel, ezüsttükör próba). Jodoform előállítása, aminok reakciói (Hinsberg-, salétromosavas-, Rimini próba). Acetanilid, benzotriazol előállítása.

Tantárgy leírása: TKBL0312\_L

A munkavégzés általános szabályai, egészség- és környezetvédelmi szabályok ismertetése. Balesetelhárítási rendszabályok, elsősegélynyújtás. Néhány veszélyes anyagfajta hatásai és balesetmegelőzési, illetve elsősegélynyújtási teendők összefoglalása.

A szerves kémiai laboratóriumi alpműveletek: kristályosítás, szűrés, desztilláció, extrakció, fizikai állandók meghatározása, vékonyréteg- és oszlopkromatográfia megismerése és elsajátítása. Szerves vegyületek előállítására szolgáló legfontosabb preparatív módszerek megismerése, főbb reakciótípusok gyakorlati kivitelezése. Szénhidrogének reakciói (reakció brómmal, telítetlen szénhidrogének Bayer próbája). Halogénszármazékok Belstein próbája, 2-alkanolok jodoform próbája. Fenolok reakciója salétromosavval, többértékű alkoholok reakciója réz (II)-ionokkal, oldékonysági viszonyok. *terc*-Butil-klorid előállítása.

### Ajánlott irodalom:

Somsák László: Szerves Kémiai Praktikum I.

Berényi Sándor, Patonay Tamás: Szerves Kémiai praktikum II.

## **SZERVES KÉMIA III. – TKBL0303 – 3 kr**

*Előfeltétel: TKBE0302 Szerves kémia II.*

### Rövid tematika:

A primer és a szekunder metabolizmus; a természetes anyagok csoportosítási lehetőségei. Biomakromolekulák általános jellemzése. Biomakromolekulák kémiai szintézisének alapvonalai.  $\alpha$ -Aminosavak fizikai és kémiai sajátosságai. A fehérjealkotó  $\alpha$ -aminosavak és peptidek jellemzése; peptidek szekvenálása és szintézise.

Fehérjék csoportosítása és jellemzése, elsődleges és másodlagos szerkezetük. Fehérjék harmadlagos és negyedleges szerkezete példákkal; a terciér struktúra kialakulásáért felelős kölcsönhatások és az aminosav oldalláncok szerepe.

Egyszerű cukrok jellemzése, alapvető konstitúciós, konfigurációs és konformációs sajátosságai; az anomer effektus. Monoszacharidok kémiai tulajdonságai. Di- és oligoszacharidok jellemzése példákkal; mono-, di- és oligoszacharidok bioszintézisének kulcsreakciói. Poliszacharidok csoportosítása, fontosabb poliszacharidok jellemzése, biológiai szerepük, ipari felhasználásuk. Glikoproteinek felépítése, sokféleségük kémiai alapjai; a szénhidrátkód és biológiai jelentősége.

Nukleinsavak összetétele és szerkezete, szekvenálása és szintézise. Nukleinsavak biológiai szerepe; a fehérjék bioszintézise, a genetikai kód.

Lipidek általános jellemzése, csoportosítása; hidrolizálható lipidek sajátosságai és biológiai szerepük. Zsírsavak és trigliceridek bioszintézisének kémiai alapjai.

Terpenoidok felépítése, csoportosítása, bioszintézisük kémiai alapjai. Karotinoidok és szteroidok. Sikimisav, tanninok, fahéjsavak és -alkoholok, lignánok és lignin. Kumarin, kromon, flavonoidok szerkezete, előállítás, biológiai hatásaik.

Alkaloidok meghatározása, főbb csoportjaik bemutatása; alkaloidok, mint gyógyszerek és kábítószer. Antibiotikumok meghatározása, csoportosítási lehetőségei, főbb képviselőik bemutatása.  $\beta$ -Laktám antibiotikumok és működési mechanizmusuk. Porfirinvas vegyületek. Vitaminok.

### *Ajánlott irodalom:*

1. Novák Lajos-Nyitrai József: Szerves Kémia, Műegyetemi Kiadó, 1998
2. Novák Lajos-Nyitrai József-Hazai László: Biomolekulák kémiája, Magyar Kémikusok Egyesülete, 2001
3. Antus Sándor-Mátyus Péter: Szerves Kémia, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2005
4. Furka Árpád: Szerves Kémia, Tankönyvkiadó, 1988

## **BIOKÉMIA (TBBE0302, illetve TBBE0302\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0303 Szerves kémia III.*

A kurzus célja, hogy a megfelelő általános kémiai és szerves kémiai ismeretekre épülő biokémiai ismeretanyag biztosítson lehetőséget a fontos élettani folyamatok megértéséhez és a biotechnológiai, orvosi analitikai, gyógyszeripari területen való elhelyezkedéshez.

Rövid tematika: Fehérjék szerkezete és funkciója. Az enzimek, mint biokatalizátorok. Biológiai membránok. Glikobiológia. Glikolízis. Citrátciklus. Oxidatív foszforiláció. Pentózfoszfát útvonal és glükoneogenezis. Glikogén metabolizmus. Zsírsavmetabolizmus. Aminosavak lebontása és az urea ciklus. A metabolizmus integrációja. A DNS és RNS felépítése. A genetikai információ tárolása, áramlása és kifejeződése.

Ajánlott irodalom:

1. Ádám Veronika: Orvosi biokémia, Medicina, Budapest, 2002
2. Elődi Pál: Biokémia, Tankönyvkiadó, 1994
3. L. Stryer: Biochemistry, W.H. Freeman Co, New York, 1988, 1994

## **BEVEZETÉS A KÖZGAZDASÁGTANBA. (TTBEBVVM-KT1, illetve TTBEBVVM-KT1\_L)**

Tantárgy leírása:

A közgazdaságtan alapösszefüggései, a makrogazdasági szereplők és kapcsolataik. A gazdaság teljesítményének mérése. Árupiac, munkapiac, pénzpiac keresletét és kínálatát meghatározó tényezők. A makrogazdasági kereslet és kínálat, ill. egyensúly meghatározódása

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Samuelson, Nordhaus: Közgazdaságtan I. II. III. kötet
2. Kopányi Mihály: Mikroökonómia
3. Berde, Petró: Mikroökonómia, feladatok
4. Elméleti gazdaságtan I. Mikroökonómia
5. Elméleti gazdaságtan II. Makroökonómia, Nemzetközi gazdaságtan

## **VÁLLALATGAZDASÁGTAN (TTBEBVVM-KT2, illetve TTBEBVVM-KT2\_L)**

**A tantárgy célja:** A legújabb kutatási eredményekre és a fejlett piacgazdaságok vezető vállalatainak tapasztalataira építve átfogó képet adni a vállalatokról és annak működéséről.

**A tantárgy tematikája:** A vállalat érintettjei, célja és formái. A vállalat helye a társadalmi rendszerben. A vállalat tevékenység rendszere. Marketing. Innováció. Emberi erőforrás. Az információ. Anyagi folyamatok. Termelés és szolgáltatás. Vállalati pénzügyek.

**Kötelező irodalom:**

Chickán A.: Vállalatgazdaságtan. Aula Kiadó Budapest, 2004.

**Ajánlott irodalom:**

Fülöp Gy.: Vállalati gazdálkodás az európai integrációban, Aula Kiadó, Budapest, 2004.

## **POLGÁRI JOGI ISMERETEK I. (TTBEBVVM-JA1, illetve TTBEBVVM-JA1\_L)**

**A tárgy oktatásának célja:** A polgári jog tantárgy oktatásának célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a mindennapok jogát jelentő polgári jogi anyagrész alapvető szabályaival, elsajátítsák a polgári anyagi jog legfontosabb alapintézményeit és tanulmányaik befejezése után munkájuk során a polgári jogi ismereteket megfelelő szinten alkalmazni tudják.

### **Részletes tematika:**

A polgári jog tárgyköre, rendszere. A polgári jog viszonya más jogterületekhez. A magyar polgári jog alapelvei. A polgári jog forrásai. A polgári jogi jogviszony jellemzői (alany, tárgy, tartalma). A jogértelmezés fajtái és módszerei. A polgári jogi tények. A jogképesség és cselekvőképesség. A jogi személyek és jogi személyiség nélküli jogalanyok. A személyiségi jogok elvi alapjai, a személyiségi jogok rendszere. A személyiségi jogok megsértésének jogkövetkezményei. Alapfogalmak (egészségügyi adat, személyazonosító adat, orvosi titok, betegellátó, stb.) Az adatvédelem alapelvei. Az önkéntes adatszolgáltatás szabályai, a kötelező adatszolgáltatás esetei. Az egészségügyi adatok összekapcsolása továbbítása. Adatkezelés az egészségügyi alapellátásban. Az adatvédelmi, titoktartási kötelezettség alóli mentesülés egyes esetei és az azokra vonatkozó részletes szabályok. A beteg (érintett) önrendelkezési joga az adatvédelem rendszerében. Más személyek jelenléte a betegek vizsgálata és kezelése során. Az egészségügyi dokumentáció megismerésének joga (általános szabályok, az érintett halálát követően, az érintett felhatalmazása alapján stb.). Nyilvántartások, adatok kötelező őrzése. A szellemi alkotások joga. Szerzői jog és iparjogvédelem. A dologi jog szerkezete, sajátosságai. A tulajdonjog jogviszony jellemzői (alany, tárgy, tartalma). A tulajdonjog korlátai. A tulajdonjog védelmének polgári jogi eszközei. A tulajdonjog megszerzése (eredeti és származékos szerzőmódok). Az ingatlan-nyilvántartás. Korlátolt dologi jogok (haszonélvezeti jog, telki szolgálat, zálogjog). A tulajdonközösség és a társasház-tulajdon. Birtok és birtokvédelem.

### **Követelményrendszer:**

**Az előadásokon a részvétel a tananyag elsajátítása érdekében kötelező.** Aki kettőnél több alkalommal hiányzik, az előadások teljes anyagából, legkésőbb a szorgalmi időszak utolsó hetében az aláírás megszerzése érdekében beszámolni köteles. A pótlás módját és idejét a tárgyjegyző határozza meg.

A kedvezményes tanulmányi rendben tanuló hallgatóknak abban az esetben nem kell az előadásokat látogatni, ha a képzési terv alapján a tanszékvezetővel *előzetesen (!)* egyeztetik tanulmányi rendjüket és abban a tananyag elsajátítására megfelelő képzési megoldást (konzultáció legalább havonta, stb.) vállalnak.

**Vizsgakövetelmény:** A félév kollokviummal zárul. Értékelése ötfokozatú. A számonkérés a hivatkozott jegyzet, az előadások során feldolgozott anyag alapján történik.

### **Tananyag, szakirodalom:**

Kötelező tananyag: az előadásokon elhangzottak, valamint írott tananyagként:

Csécsy Andrea – Csécsy György - Szikora Veronika: Polgári jog I. (Polgári jogi alapok, Személyek joga, Dologi jog) BSc hallgatók számára (kiadás alatt)

## **POLGÁRI JOGI ISMERETEK II. (TTBEBVVM-JA2, illetve TTBEBVVM-JA2\_L\_L)**

*Előfeltétel: TTBEBVVM-JA1, illetve TTBEBVVM-JA1\_L Polgárjogi ismeretek I.*

### **Részletes tematika:**

A szerződési jog alapelvei (különös tekintettel a szerződési szabadság irányaira). A gazdasági társaságok alapítása és megszűnése. A gazdasági társaságok szervezeti felépítése. A korlátolt felelősségű társaság, a részvénytársaság. A közkereseti társaság és a betéti társaság. A non-profit gazdasági társaság. A szerződések közös szabályai. A szerződés keletkezésének folyamata (általában és speciális módozatok). A képviselő szabályai (ügyleti képviselő,

szervezeti és törvényi képviselő). A szerződés érvénytelensége és annak jogkövetkezményei. A szerződés teljesítése (a reális teljesítés elve, a teljesítési idő és hely, a teljesítés módja a pénztartozások teljesítésének speciális szabályai). A szerződési biztosítékok (fogaló, kötbér, zálogjogok). A szerződésszegés jogkövetkezményei általában. A késedelem (jogosulti és kötelezetti késedelem, a késedelmi kamat szabályai és számítása). A hibás teljesítés. Az adásvételi és az ajándékozási szerződés. A kölcsönszerződés. A közüzemi szerződés. A bérleti, a vállalkozási (és speciális vállalkozási szerződések) és a megbízási szerződés. A biztosítási szerződés lényeges szabályai. A polgári jogi felelősség feltételei. A fokozott veszéllyel járó tevékenység. A kár megtérítésének általános szabályai.

### **Követelményrendszer:**

**Az előadásokon a részvétel a tananyag elsajátítása érdekében kötelező.** Aki kettőnél több alkalommal hiányzik, az előadások teljes anyagából, legkésőbb a szorgalmi időszak utolsó hetében az aláírás megszerzése érdekében beszámolni köteles. A pótlás módját és idejét a tárgyjegyző határozza meg.

A kedvezményes tanulmányi rendben tanuló hallgatóknak abban az esetben nem kell az előadásokat látogatni, ha a képzési terv alapján a tanszékvezetővel *előzetesen (!)* egyeztetik tanulmányi rendjüket és abban a tananyag elsajátítására megfelelő képzési megoldást (konzultáció legalább havonta, stb.) vállalnak.

**Vizsgakövetelmény:** A félév kollokviummal zárul. Értékelése ötfokozatú. A számonkérés a hivatkozott jegyzet, az előadások során feldolgozott anyag alapján történik.

### **Felmentési feltételek**

Bármely magyar egyetemen oktatott polgári jog tantárgy közül megfeleltethető az a tárgy, amelynek tematikája legalább 75%-ban lefedi a *Polgári jogi alapismeretek II.* tárgy anyagát. Az utolsó tanév a 2004/2005-ös, amelyben a tárgy teljesítése még egyenértékűnek tekinthető. (Indok: 2003-ban jelentős jogszabály-módosítás.)

### **Tananyag, szakirodalom:**

Kötelező tananyag: az előadásokon elhangzottak, valamint írott tananyagként:

Csécsy Andrea – Csécsy György - Szikora Veronika: Polgári jog II., Kötelmi jogi alapok BSc hallgatók számára, Debrecen, Center Print Nyomda, 2008.

### **EURÓPAI UNIÓS ISMERETEK (TTBE0030, illetve TTBE0030\_L)**

A tantárgy leírása:

A tantárgy keretein belül (integráció elméleti bevezetés után) a hallgatók megismerkednek az Európai Unió történetével, világgazdasági szerepével.

Az EU intézményrendszerének bemutatása során betekintést nyernek az integrációban zajló reformfolyamatokra. Különös hangsúlyt kap az Unió bővítésének folyamata, az ötödik bővítési fázis egyedi vonásai és Magyarország Európai Uniói tagsága.

### **Kötelező és ajánlott irodalom:**

1. Farkas B. - Várnay E.: Bevezetés az Európai Unió tanulmányozásába.

JATE Press Kiadó Szeged, 1997

2. Palánkai T.: Az európai integráció gazdaságtana. Aula Kiadó, Budapest, 2001.

## **MAKROÖKONÓMIA (K+T) (TTBEBVM-KT3, illetve TTBEBVM-KT3\_L)**

*Előfeltétel: TTBEBVVM-KT1, illetve TTBEBVVM-KT1\_L Bevezetés a közgazdaságtanba*

A tárgy leírása:

A tárgy célja az, hogy a hallgatókat megismertesse a makroökonómia alapvető kérdéseivel, tárgyával és a makroökonómiai kérdések megválaszolásához szükséges eszközrendszer alapjaival. A kurzus során a hallgatóknak képessé kell válniuk arra, hogy a zárt gazdaság elemzéséhez szükséges makroökonómiai modelleket használják különböző gazdasági folyamatok elemzésében.

**Rövid tematika:** Bevezetés. Tantárgyi követelmények ismertetése. A közgazdaságtan, mint elméleti struktúra. A makroökonómia fő kérdései. A makroökonómiai aggregátumok. A termelés és felhasználás egyensúlya hosszú távon; A munkapiac és munkanélküliség; Pénz, pénzügyi rendszer, pénzkínálat, pénzkereslet és infláció I.; Pénz, pénzügyi rendszer, pénzkínálat, pénzkereslet és infláció II.; Aggregált kereslet és aggregált kínálat: Aggregált kereslet I.: a keynesi kereszt, az IS-LM-modell; Aggregált kereslet II.: gazdaságpolitika az IS-LM-modellben; Aggregált kínálat; A makroökonómia mikroökonómiai megalapozása; Vita a gazdaságpolitikáról

### **Kötelező irodalom:**

Gregory Mankiw: Makroökonómia. Osiris, Budapest, 1999. (A tematikában megjelölt részek.)

Misz József – Palotai Dániel: Makroökonómia feladatgyűjtemény. Panem, Budapest, 2004.

### **Ajánlott irodalom:**

Pete Péter: Bevezetés a monetáris makroökonómiába. Osiris, Budapest, 1996.

## **MÉRNÖKI ETIKA (TTBEVEM-MK1, illetve TTBEVEM-MK1\_L)**

Tantárgy leírása:

A mérnök szó eredete és a mérnöki foglalkozás fejlődése. A hazai mérnökképzés története. A mérnök feladata, hivatása és szemlélete. A mérnök ismérvei. A mérnöki etika fogalma és tartalma. A technika és etika összefüggései. A mérnök és az életminőség. A mérnök és a társadalom. A mérnök és a környezetvédelem. A mérnök és az energia. Mérnök etikai (fegyelmi) kódexek.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Boda Zs., Radácsi L.: Vállalati etika. Budapest, BKE Vezetőképző Intézet (1996)
2. Farkas E.: Bevezetés az általános etikába, Budapest, Tankönyvkiadó (1983)
3. Gyürk I.: Mérnöki etika. Budapest, Mezőgazda Kiadó (1998)
4. Nagy G.: A mérnök és etikája. Debrecen, Magánkiadás (1997)
5. Nyíri T.: Alapvető etika. Budapest, Szent István Társulat (1994)

## **ÉRTÉKTEREMTŐ FOLYAMATOK MENEDZSMENTJE (K+T) (TTBEBVM-KT4, illetve TTBEBVM-KT4\_L)**

*Előfeltétel: TTBEBVVM-KT2, illetve TTBEBVVM-KT2\_L Vállalatgazdaságtan*

A tárgy leírása:

A tárgy célja, hogy bevezesse a hallgatókat a vállalati működés reálfolyamatainak (termelés, szolgáltatás és logisztika) alapvető fogalmi rendszerével, működési struktúrájával és

menedzsmentjének kérdéseivel. A tárgy áttekintést nyújt a termelési feladat tervezésének legfontosabb elemeiről, és az ezekkel kapcsolatos egyszerű számításokban jártasságot alakít ki. Az aggregált tervezéshez kapcsolódóan a rendszerelméleti alapok átisméltése után felvázolja a gazdasági rendszerek modellezhetőségét, majd a bemutatja a vállalat rendszerelméleti leírását. A hallgatókat megismerteti a vállalat rendszerelméleti leírásával, a vállalati rendszermátrixszal, s annak felhasználásával az egyszerű termékszerkezet optimalizálási feladatokban. Röviden érinti a költségtani ismereteket s ezekre támaszkodva bemutatja a vállalati rendszer működésének gazdasági szimulációját - az ár-költség-fedezetereség (ÁKFN) elemzést, - s a gyakorlati életből vett számpéldák segítségével jártasságot alakít ki a hallgatókban a vállalati árbevétel, fedezet, és nyereség tervezési döntések az ÁKFN struktúra alapján történő előkészítésében. Megismerteti a hallgatókat a készletgazdálkodás, készletszabályozás és anyagszükséglet tervezés legfontosabb témaköreiről, s esettanulmányokon keresztül gyakorlatot ad az ezzel kapcsolatos számítások végzésében. Betekintést nyújt a logisztika, a minőségügy, a karbantartás, az információ- és tudásmenedzsment és a projekttervezés fogalmaiba. Bemutatja a telephelyválasztás, a létesítmény-elhelyezés néhány fontos szempontját és számpéldákkal, esettanulmányokkal gyakorlatot biztosít az ezzel kapcsolatos legfontosabb számítási feladatok elvégzése területén. Végül röviden áttekinti a számítógépes termelésirányítási rendszereket.

#### **Kötelező irodalom és tananyag:**

Az előadásokon és a gyakorlaton elhangzott anyag, s a kötelező irodalom előadáson és gyakorlaton meghatározott részei.

Polónyi István (2007a): Tevékenységmenedzsment. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. Csak az előadásokon megjelölt részek.

Kun András István (2007): Feladatgyűjtemény tevékenység- és termelésmenedzsment kurzusokhoz. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen.

Polónyi István (2007b): Minőségmenedzsment. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. Csak az előadásokon megjelölt részek.

#### **Ajánlott irodalom:**

Chikán Attila – Demeter Krisztina (szerk.) (2003): Az értékteremtő folyamatok menedzsmentje. Aula Kiadó, Budapest.

Demeter Krisztina (1999): Termelés és logisztika. Az elvi alapoktól a napi gyakorlatig. Aula Kiadó, Budapest.

Demeter Krisztina (szerk.) (1993): Termelésmenedzsment I.-II. Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem Vállalatgazdasági Tanszék, Budapest.

Vörös József (1991): Termelés management. JPTE Egyetemi Kiadó, Pécs 1991.

Kocsis József (szerk.) (1993): Menedzsment műszakiaknak. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

Chikán Attila (1984): A vállalati készletezési politika. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

Ladó László (1981): Teljesítmények és ráfordítások. Tervezés, mérés, értékelés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

Zoltán Zoltán (szerk.) (1980): Telephelyválasztás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

Szegedi Zoltán – Prezenszki József (2003): Logisztika – menedzsment. Kossuth Kiadó, Budapest.

Koltai Tamás (2001): A termelésmenedzsment alapjai I.-II. Műegyetemi Kiadó, Budapest.

## **ANALITIKAI KÉMIA (ELŐADÁS) – TKBE0501-11 illetve TKBE0501-11\_L – 3 kr**

*Előfeltétel: TKBE0201, TFBE2111, illetve TKBE0201\_L, TFBE2111\_L, Szervetlen kémia I. előadás és Mérnöki fizika I.*

A kurzus célja: Az analitikai kémia alapjainak megismertetése a hallgatókkal, különös tekintettel az oldatfázisú egyensúlyi rendszerek és a megoszlási egyensúlyok analitikai kémiai alkalmazásaira, illetve a legelterjedtebb műszeres analitikai kémiai módszerek elvi hátterének leírására.

Rövid tematika: Az analitikai kémia alapfogalmai, mérések jellemzése, hibaszámítás alapjai. Oldategyensúlyi rendszerek kvantitatív jellemzése: a pH fogalma, egyensúlyi állandó, oldhatósági szorzat, redoxipotenciálok. A titrimetria alapjai: sav-bázis, redoxi-, csapadékos- és komplexometriás titrálások. A heterogén egyensúlyok analitikai alkalmazásának alapjai: gravimetria, extrakció, kromatográfias módszerek. Az emissziós és abszorpciós atomspektroszkópiás módszerek elvi alapjai, eszközei. Az UV-VIS spektroszkópia eszközei, szervetlen kémiai alkalmazásai. Elektrokémiai módszerek: direkt és indirekt potenciometria, voltammetria, amperometria, konduktometria. Termikus analízis. A röntgensugárzás analitikai kémiai alkalmazásai. Kinetikai analitikai kémiai módszerek. Mintavétel, az analízis előkészítő műveletei. Minőségbiztosítás az analitikai kémiában.

*Ajánlott irodalom:*

1. Fábrián István: Analitikai kémia, oktatási segédanyag
2. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler: Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders College Publ., New York, 1988
3. H.H. Willard, L.L. Merritt Jr., J.A. Dean, F.A. Settle Jr.: Instrumental methods of Analysis, Wadsworth Publ., Co., Belmont, CA, U.S.A., 1988

## **ANALITIKAI KÉMIA (LABORATÓRIUMI GYAKORLAT) – TKBL0501-11 illetve TKBL0501-11\_L – 3 kr**

*Előfeltétel: TKBL0201, TFBE2111, illetve TKBE0201\_L, TKBL0201\_L, TFBE2111\_L, Szervetlen kémia I. és Mérnöki fizika I.*

A kurzus célja, hogy megismertesse a hallgatókat alapvető klasszikus analitikai módszerekkel, azok gyakorlati megvalósítási technikáival. A kapott kísérleti eredmények értékelése ugyancsak a feladatok részét képezi.

Rövid tematika: A kvantitatív analízis során tömeg és/vagy térfogatmérési műveletek összességéből álló eljárások mérési eredményeiből számítjuk ki a megfelelően előkészített vizsgálati minta egy vagy több komponensének mennyiségét. Fontos feladat a gyakorlat során a tömegmérés analitikában legáltalánosabban használatos technikáinak, a térfogatmérő eszközök tisztításának, használatának, szükség szerinti kalibrálásának elsajátítása. A titrimetria különböző módszereit, azok alkalmazásának feltételeit, lehetőségét, a tematikában meghatározott gyakorlati feladatokon keresztül tanulmányozzák a hallgatók. A nagyobb gyakorlatot, hosszabb időt igénylő gravimetria egy-két konkrét feladat kapcsán foglaltatik benne a tematikában. Végül egy nagyobb önállóságot igénylő komplex feladattal zárul a kurzus.

*Ajánlott irodalom:*

1. Burger Kálmán: Az analitikai kémia alapjai: kémiai és műszeres elemzés, Semmelweis Kiadó, 1999
2. Pokol György, Sztatisz Janisz: Analitikai kémia I., BME Kiadó, 1999

3. Schulek Elemér, Szabó Zoltán László: A kvantitatív analitikai kémia elvi alapjai és módszerei, Tankönyvkiadó
4. Farkas Etelka, Fábíán István, Kiss Tamás, Posta József, Tóth Imre, Várnagy Katalin: Általános és analitikai kémiai példatár, Kossuth Egyetemi Kiadó, 2003

**MŰSZERES ANALITIKA ALKALMAZÁSAI** (TKBE0512-11 és TKBL0512-11, illetve TKBE0512-11\_L és TKBL0512-11\_L)

*Előfeltétel:(előadás) TKBE0501 Analitikai kémia I., (lab. gyakorlat) TKBE0512-11, TKBL0501 Műszeres analitika alkalmazásai ea, Analitikai kémia I. gyakorlat, illetve TKBE0501-11\_L, TKBL0501-11\_L Analitikai kémiai I.*

Tantárgy leírása:

A kémiai analízis lépései: a célkitűzés, stratégiakészítés, mintavétel, minta-előkészítés, műszeres elemzés és az eredmények kiértékelési elvei. Az analitikai módszerek teljesítőképességi jellemzői, az analitikai módszerek validálása és minőségbiztosítása. A műszeres módszerek csoportosítása. Az optikai, elektroanalitikai, mágneses, termikus, radioanalitikai és kromatográfiás módszerek alapelvei.

Az egyes módszercsaládok főbb képviselői és azok alkalmazásai az iparban. Atomspektrometria: lángfotometria (FES), atomabszorpciós (AAS), ICP-AES, ICP-MS, röntgenfluoreszcens (XFS) spektrometria. Molekulaspektroszkópiai módszerek: Ultraibolya és látható (UV/VIS) infravörös (IR) spektrofotometria, fluorimetria. Az elektroanalitika mérési elvei: Potenciometria, pH-metria, konduktrometria, polarográfia elvei és műszerei. Mágneses módszerek: tömegspektrometria (MS), magmágneses rezonancia spektroszkópia (NMR). Termoanalitikai módszerek: Kalorimetria, termoderivatográfia. Radioanalitika: neutronaktivációs analízis. Kromatográfia: gázkromatográfia (GC), folyadékkromatográfia (LC, HPLC), kapilláris elektroforézis (CE) elvei és berendezései.

Kémiai és biológiai érzékelők. Piezoelektromos érzékelők. Optikai szálak alkalmazása. A metrológia elvei. Az ipari, technológiai folyamatok analitikai követése. Folyamatos és automatizált elemzési és adatgyűjtési módszerek. Távérzékelés mérnöki elvei.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Pokol György - Sztatisz Janisz: Analitikai kémia I., Műszaki Egyetem Kiadó, Budapest, 1999.
2. Burger Kálmán: Az analitikai kémia alapjai: kémiai és műszeres elemzés, Semmelweis Kiadó, Gyula, 1999.
3. Posta József: Atomabszorpciós spektrometria, Digitális tankönyv, (2007)
4. Willard H.H., Merritt Jr. L.L., Dean J.A., Settle Jr. F.A.: Instrumental Methods of Analysis, Wadsworth Publ. Co. (1998)
5. Kellner R., Mermet J. M., Otto M., Widmer M. M.: Analytical Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim (1998)

## **FIZIKAI KÉMIA I. (TKBE0401-16, illetve TKBE0401\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0101, TMBE0606, TFBE2111, illetve TKBE0101\_L, TMBE0606\_L, TFBE2111\_L, Ált. kém. ea, Matematika I. ea, Mérnöki fizika I.*

### Tantárgy leírása:

A gázhalmazállapot jellemzése, tökéletes és reális gázok. A termodinamika 0. és I. főtétele, belső energia és entalpia fogalma, hő és munka. A termodinamika II. főtétele, az entrópia definíciója. A termodinamika III. főtétele, az entrópia statisztikus definíciója. Termokémia: az I. főtétel alkalmazása reaktív rendszerekre, a reakcióhő, a képződéshő, az égéshő, a standard állapot. Hess-tétele. Termodinamikai potenciálfüggvények, az I. és a II. főtétel egyesítése. Folyadékok termodinamikája, a Clausius-Clapeyron egyenlet, görbült felületek gőznyomása. Elegyek termodinamikája, kémiai potenciál, Gibbs-Duhem egyenlet. Az illékony folyadékok elegyei, desztilláció. Nagyhígítású oldatok termo-dinamikája. Kolligatív sajátságok. A Gibbs-féle fázistörvény és alkalmazásai. A kémiai egyensúly. Az egyensúlyi állandó hőmérsékletfüggése. Le Chatelier elve.

SZEMINÁRIUM (2 óra): Előadást követő számolási és feladatmegoldó szeminárium a tananyagban való elmélyedés elősegítésére.

### *Ajánlott irodalom:*

- 1) P.W. Atkins: Fizikai Kémia I.
- 2) Gáspár Vilmos: Fizikai Kémia - Instant jegyzetek (DE, Fizikai Kémiai Tanszék, házi jegyzet): [http://fizkem.unideb.hu/oktatas/tkbe0401/instant\\_jegyzet.pdf](http://fizkem.unideb.hu/oktatas/tkbe0401/instant_jegyzet.pdf)
- 3) Fizikai Kémiai Példatár 1. kötet (DE, Fizikai Kémiai Tanszék, házi jegyzet): <http://fizkem.unideb.hu/oktatas/tkbe0401/peldatar1.pdf>
- 4) Fizikai kémia I. fogalomtár (DE, Fizikai Kémiai Tanszék, házi jegyzet): <http://fizkem.unideb.hu/oktatas/tkbe0401/fizkem1.pdf>

## **FIZIKAI KÉMIA II. (TKBE0402-11 és TKBL0403-11, illetve TKBE0403-11\_L és TKBL0403-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0401, illetve TKBE0401\_L Fizikai kémia I.*

### Tantárgy leírása:

Kémiai egyensúly egyfázisú kondenzált reaktív rendszerekben. Komplexyegyensúlyok, egyensúlyok vizes oldatokban. Termodinamikai aktivitás és aktivitási együttható. Elektrolitos disszociáció, erős és gyenge elektrolitok. Debye-Hückel elmélet, aktivitás és aktivitási együttható elektrolitokban. Kémiai egyensúlyok többfázisú reaktív rendszerekben. Homogén redoxi folyamatok egyensúlyi viszonyai. Heterogén redoxi folyamatok egyensúlyi viszonyai, a galvánelemek termodinamikája. A Nernst-egyenlet. A cellapotenciál és kapcsolata a galvánelemben lejátszódó kémiai reakció termodinamikai jellemzőivel. Az elektródok típusai, az elektródfolyamatok jellemzése. Gyakorlati galvánelemek, tüzelőanyag cellák. Az elektrolitok vezetése, az ionok mozgékonyága, az ionok független vándorlásának törvénye. Elektromos áram vezetése gyenge és erős elektrolitokban. Az elektrolízis törvényei. Átviteli szám. Reakciókinetikai alapfogalmak. Kinetikai egyenletek főbb típusai. A sebességi egyenlet meghatározásának módszerei. Egyszerűbb többlépéses reakciók sebességi egyenletei. Elemi és összetett reakciók. Láncreakciók. A sebességi egyenlet és a reakciómechanizmus kapcsolata. A rendűség és a molekularitás. Bodenstein-elv. Katalízis. Enzimreakciók kinetikája, Michaelis-Menten mechanizmus. A reakciósebesség hőmérsékletfüggése,

Arrhenius-egyenlet, az aktiválási energia. Reakciók ütközési elmélete. Az aktivált komplex elmélete. Felületi és oldatreakciók kinetikája. Nem termikus aktiválású folyamatok.

SZEMINÁRIUM: Előadást követő számolási és feladatmegoldó szeminárium a tananyagban való elmélyedés elősegítésére.

LABORATÓRIUMI GYAKORLAT: kalorimetriás mérések, gőz-folyadék egyensúly tanulmányozása és párolgáshő meghatározása a Clausius-Clapeyron-egyenlet alapján: a  $I_2 + I = I_3^-$  reakció termodinamikai egyensúlyi állandójának meghatározása megoszlási egyensúly vizsgálatával: erős elektrolit közepes ionaktivitási együtthatójának meghatározása cellapotenciál mérésével; gyenge elektrolit disszociációs állandójának meghatározása konduktometrián az Ostwald-féle hígítási törvény alkalmazásával; az etilacetát elszappanosításának kinetikai vizsgálata.

*Ajánlott irodalom:*

1. P.W. Atkins: Fizikai Kémia I-III., Nemzeti Tankönyvkiadó, 2002
2. Gáspár Vilmos: Fizikai Kémia - Instant jegyzetek (DE, Fizikai Kémiai Tanszék, házi jegyzet) [http://fizkem.unideb.hu/oktatas/tkbe0401/instant\\_jegyzet.pdf](http://fizkem.unideb.hu/oktatas/tkbe0401/instant_jegyzet.pdf)
3. Póta Gy.: Fizikai kémia gyógyszerészhallgatók számára, 6. kiadás, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2008
4. Fizikai Kémiai Példatár 2. kötet (DE, Fizikai Kémiai Tanszék, házi jegyzet): <http://fizkem.unideb.hu/oktatas/tkbe0402/peldatar2.pdf>
5. Fizikai kémia II. fogalomtár (DE, Fizikai Kémiai Tanszék, házi jegyzet): <http://www.chem.science.unideb.hu/fogtar/fizkem2.html>
6. Dr. Bényei Attila, Dr. Ósz Katalin: Fizikai kémia laboratóriumi gyakorlat II., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2008

### **FIZIKAI KÉMIA III. (TKBE0406), illetve KOLLOID KÉMIA (TKBE0404\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0402-11, illetve TKBE0401\_L Fizikai kémia I.*

A tantárgy leírása: A kolloid állapot, a kolloid rendszerek, intermolekuláris kölcsönhatások. Határfelületi kémia: Tiszta folyadékok felületi feszültsége és az ezzel kapcsolatos jelenségek. Oldatok határfelületi kémiája. Felületi rétegek állapotegyenlete, monomolekuláris hártályak. Folyadék-folyadék határfelület. szétterülés. Gázok és gőzök adszorpciója szilárd testek felületén. adszorpciós hő. Az adszorpció állapotegyenletei. Adszorpciós izotermaegyenletek (Langmuir,- Langmuir-Hückel). A BET izotermaegyenlet.. Adszorpciós hiszterézis és kapilláris kondenzáció. gázelegyek adszorpciója. Határfelületi reakciók. heterogén katalízis. Lioszorpció, kontakt nedvesedés. nedvesedési hő. Nedvesedést befolyásoló tényezők, nedvesítőszerek. Tenzidkémia. Nem elektrolitoldatok adszorpciója. kromatográfia. Elektrolitoldatok adszorpciója, ioncsere, a víztisztítás kolloidkémiaja. Elektromos kettősréteg elméletek. Elektrokinetikai potenciál és meghatározó tényezői, elektrokinetikai jelenségek. A kolloid rendszerek kémiája: A diszperz rendszerek állapotjellemzői, a diszperzítátsfok jellemzése. Részecskemorfológia, a diszperz rendszerek térbeli eloszlása. A kolloid rendszerek állandósága. állapotváltozások. Aerodiszperz rendszerek. Gázdiszperziók és habok. Emulziók, szuszpenziók és szolok. A szolok szerkezete. a koagulálás kinetikája. Szolstabilitási elméletek. Az adhézió. A szuszpenziók állandósága. diszperziós kolloidok optikai tulajdonságai. Reológiai sajátságok, a diszperz rendszerek reológiája. Makromolekulás kolloidok. a lineáris makromolekula mérete, alakja. Makromolekulás oldatok termodinamikája. Polimerek frakcionálása. molekulatömeg meghatározási módszerek. Asszociációs kolloidok. kritikus micellaképződési koncentrációt befolyásoló tényezők. A micellaképződés termodinamikája. micellaszerkezet. szolubilizáció. Koherens rendszerek.

Az atommag és tulajdonságai, a radioaktivitás okai. A radioaktív bomlás törvényei: egyszerű bomlás, genetikusan össze nem függő magkeverékek bomlása, elágazó magbomlás, szukcesszív magbomlás. Radioaktív egyensúlyok: szekuláris, tranziens vagy kurrens egyensúlyok. A radioaktivitás egységei. A magbomlás mechanizmusai: alfa, béta, EX-bomlás, spontán hasadás, izomer átalakulás. A radioaktív sugárzás és az anyag kölcsönhatása. Magreakciók: töltéssel nem rendelkező ill. töltött részecskékkel kiváltott magreakciók, atomreaktorok, ciklotronok. A radioaktív sugárzás mérése. A radioaktív izotópok alkalmazása: elvi alapok, a módszerek csoportosítása, analitikai és ipari alkalmazások. Sugárvédelem és dozimetria.

*Ajánlott irodalom:*

1. Szántó Ferenc: A kolloidkémia alapjai, Gondolat, Budapest, 1987 (JATE Press, utánnomás.)
2. Shaw, D.J.: Bevezetés a kolloid és felületi kémiába, Műszaki Könyvkiadó (1996)
3. Patzkó Ágnes: A kolloidika alapjai, (JATE Press, 2012)
4. Hórvölgyi Zoltán: A nanotechnológia kémiai alapjai ([www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu)), Typotex, 2011
5. Nagy Lajos György: Radiokémia és izotóptechnika, Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
6. Kiss D., Kajcsos Zs.: Nukleáris technika, Tankönyvkiadó Budapest (1984)
7. Kiss István, Vértes Attila: Magkémia, Akadémiai Kiadó, Budapest (1979)
8. G.R. Choppin, J. Rydberg: Nuclear Chemistry, Theory and Applications, Pergamon Press, Oxford (1980)

## **MAKROMOLEKULÁRIS KÉMIA (TKBE0611, illetve TKBE0611\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0312, TKBE0312\_L Szerves kémia II.*

Tantárgy leírása:

Bevezetés a makromolekuláris kémiába: alapfogalmak, műanyagok és a környezet, polimerek finomszerkezete, polimolekularitás, molekulatömeg, molekulatömeg-eloszlás.

Molekulatömeg meghatározási módszerek. Polimerek fizikai állapotai: amorf állapot, kristályos állapot, üvegesedési hőmérséklet, olvadás. Polimerek mechanikai viselkedése: deformáció, megnyúlás feszültség diagram. Makromolekulák előállítás: általános alapelvek, monomerek reaktivitása, gyökös iniciálás. Gyökös polimerizáció: a gyökös polimerizáció kinetikájának alapelvei, a gyökök hosszúság szerinti eloszlása, a gyökös polimerizáció elemi lépései. Gyökös polimerizáció. Kationos polimerizáció: kationosan polimerizálható polimerek, a kationos polimerizáció elemi lépései. Anionos polimerizáció: anionosan polimerizálható polimerek, az anionos polimerizáció elemi lépései. Makromolekuláris molekulatervelés. Gyűrűfelnylásos polimerizáció, sztereospecifikus polimerizáció. Polikondenzáció: alapvető polikondenzációs polimerek, a polikondenzáció mechanizmusa és kinetikájának alapjai, molekulatömeg kontroll.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Dr. Zsuga Miklós: Makromolekuláris Kémia, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2006)
2. Dr. Varga József: Makromolekulák kémiája, Tankönyvkiadó (1990)
3. George Odian: Principles of Polymerization Second Edition, Wiley-Interscience Publication (1981)
4. Hans-Georg Elias: Makromoleküle, Hüthig Wepf Verlag Basel, Heidelberg, New York (1990)

## **SZERKEZETI ANYAGOK (TKBE1211, illetve TKBE1211\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0611, TKBE0611\_L Makromolekuláris kémia*

### Tantárgy leírása:

Szerkezeti anyagok fogalma, mechanikai tulajdonságaik (szakítószilárdság, keménység, merevség, szívósság, kifáradás és kúszás). Szerkezeti anyagok speciális tulajdonságai, feldolgozási módjai. Szerkezeti anyagok csoportosítása. Vas és acél, az acélok hőkezelése. Acél ötvözetek (ötvözött acélok). Nemvasfémek (könnyű- és nehézfémek, fémüvegek). A fa, mint szerkezeti anyag. Szervetlen nemfémes szerkezeti anyagok (üveg, zománc, porcellán gránit, andezit, bazalt, kőagyag, hőálló téglák és műszen). Műanyagok. Szerkezeti anyagok korróziója, a korrózió típusai, korróziós sebesség mérése.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Vegyipari gépészek kézikönyve, MK, Budapest (1987)
2. J.M. Coulson, J.F. Richardson and R.K. Sinnott: Chemical Engineering, Volume 6.
3. Borbély János: Vegyipari géptan 1. KLTE, egyetemi jegyzet (1983)
4. H. Titze: Vegyipari készülékek szerkezeti elemei, MK, Budapest (1966)
5. W.D. Callister, D.G. Rethwisch: Fundamentals of Materials Science and Engineering, Wiley (2008)

## **MŰANYAGOK ÉS FELDOLGOZÁSUK I. (TKBE1212 és TKBL1212, illetve TKBE1212\_L és TKBL1212\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0611, TKBE0611\_L Makromolekuláris kémia vagy TKBE0312, TKBE0312\_L Szerves kémia II.*

### Tantárgy leírása:

A polimerek és a műanyagok fogalma, felosztása, adalékok fajtái és használatuk célja. A polietilén, polipropilén és legfontosabb kopolimerjeik előállításai, tulajdonságai, alkalmazása. Poli-izobutilén, butil gumi, termoplasztikus elasztomerek. Polisztirol, poli-butadién, poli-akril-nitril és kopolimerjei (SAN, SBR, NBR és ABS kopolimerek). Klór és fluor tartalmú polimerek (PVC, utánklórozott PVC, PVDC, PTFE, PTFKE). Poli(vinil-acetát), poli(vinil-alkohol) és származékai, poli(vinil-pirrolidon). A fontosabb poli-diének, elasztomerek (PB, Poliizoprén, Polikloroprén) előállításai és tulajdonságai. Vulkanizálás. Poli-akrilátok és származékaik előállításai, tulajdonságai. Telítetlen és telített poliészterek, polikarbonátok előállításai, tulajdonságai, alkalmazása. Alkidgyanták. Poliéterek (alifás, aromás típusok). Epoxigyanták és térhálósításuk. Poliamidok és poliimidek. Feno- és amino-plasztok előállításai, tulajdonságai. Poliuretánok. Szilikonok. Cellulóz származékok.

Gyakorlatok: Műanyagok azonosítása. Műanyagok préselése, Shore keménység meghatározása. Műanyagok mechanikai tulajdonságainak meghatározása húzóvizsgálat alapján. Polipropilének ütővizsgálata. Benyomódási- és Rockwell-keménység meghatározása.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Dr. Zsuga Miklós: Makromolekuláris Kémia, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2006)
2. Dr. Zsuga Miklós: Műanyagok, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2006)
3. Dr. Kovács Lajos: Műanyag zsebkönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1979)
4. Dr. Borda Jenő: Műanyagok gyártása és feldolgozása, KLTE-TTK (1994)
5. George Odian: Principles of Polymerization, McGraw-Hill, New York (1983)

## **MÉRNÖKI SZÁMÍTÁSTECHNIKA ÉS INFORMATIKA (TKBG0911-11, illetve TKBG0911-11\_L)**

### Tantárgy leírása:

A Windows operációs rendszer használatának és beállításának gyakorlása. Az internet használatának gyakorlása: megadott feltételek szerinti keresés a Weben. A Weben elérhető EISZ adatbázis használatának gyakorlása. A Microsoft Word használatának gyakorlása I: Szöveg formázása (bekezdések, betűtípus, stílus) táblázatok, fejlécek, láblécek készítése. Sablonok használata és készítése. Fejléces formanyomtatvány készítése. A Microsoft Word használatának gyakorlása II: Objektumok importálása, exportálása. A Microsoft Equation Editor használatának gyakorlása. Matematikai képletek összefüggések szerkesztése. A Microsoft Excel használatának gyakorlása: adatok be és kivitele, adatok rendezése, grafikonkészítés, formázás. Az Excel alkalmazásának gyakorlása kémiai problémák megoldására I: Kétértékű sav ill. bázis részecske-eloszlásgörbéinek számítása a pH függvényében. Eloszlásfüggvények számítása komplex rendszerekben. Az Excel alkalmazásának gyakorlása kémiai problémák megoldására II: A Maxwell-Boltzman sebességeloszlás számítása, a görbe alatti terület meghatározása numerikus integrálással. Kezdeti reakciósebesség kezdeti koncentráció közötti összefüggés meghatározása, a paraméterek (reakciósebességi állandók) meghatározása. A Microsoft Powerpoint használatának gyakorlása: Diakészítés. Diakészítés animációval. Objektumok importálása. Szöveget és animált ábrákat tartalmazó diák készítése. A ChemWindow kémia képlet és szerkezet szerkesztő program használatának gyakorlása: Összetett kémiai képletek és szerkezetek szerkesztése. Képletek importálása Microsoft alkalmazásokba (Word, Excel, Powerpoint). Összetett kémiai problémák megoldása és prezentálása Word, Excel, Powerpoint és Chemwindow felhasználásával.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Nógrádi László: PC iskola, Kossuth Könyvkiadó (1997)
2. Nagy Tibor: Az internet alapjai, Szalony Könyvkiadó (1998)
3. Fekete Sándorné: Auto-Cad iskola, Nemzeti Tankönyvkiadó (1996)
4. Pintér Miklós: Auto-Cad Tankönyv, Computer Books (1998)

## **FOLYAMATIRÁNYÍTÁS I. (TKBG0612, illetve TKBG0612\_L)**

*Előfeltétel: TKBL0911-11, TKBL0911-11\_L Mérnöki számítástechnika és informatika*

### Tantárgy leírása:

Szabályozástechnikai alapfogalmak. Nyitott és zárt hatásláncú irányítás, szabályozás és vezérlés. Szakaszos vezérlés. Boole algebrai alapismeretek. Logikai áramkörök. Vezérlés kombinációs és sorrendi áramkörökkel. PLC használata a vezérléstechnikában. Önműködő folyamatos értéktartó szabályozás. Hatáslánc, hatásvázlat. A hatásvázlat lehetséges változatai (jel elágazás, jelösszegzés, stb.). A szabályozási kör elemei. Példák: folyadék mennyiség szabályozása, hőfokszabályozás és szintszabályozás. A vizsgált szakasz leírásának módjai az idő- és frekvencia tartományban. Nyquist- és Bode diagramok értelmezése. Szabályozási kör elemeinek magatartása és azok eredője. Kísérletileg nyert átmeneti függvények kiértékelése. A szabályozó működésének jellemzői. P, I, PI, PD, PID szabályozók. Nyitott szabályozási kör és zárt szabályozási kör vizsgálata. Stabilitás vizsgálat, szabályozók beállítása.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Vajda Sándor: Vegyipari folyamatok dinamikája és irányítása. Tudományszervezési és Informatikai Intézet (1984)
2. Lantos Béla: Irányítási rendszerek elmélete és tervezése. Akadémiai Kiadó. Budapest (2001)
3. Tuschák Róbert: Szabályozástechnika. Műegyetemi Kiadó. Budapest (2001)
4. Hajdú Hajnalka, Borús Andor: Vegyipari szabályozástechnikai számítások. Műegyetemi Kiadó, Budapest (2000)
5. K. Fieger: Szabályozástechnika. Műszaki könyvkiadó, Budapest (1983)

### **FOLYAMATIRÁNYÍTÁS II. (TKBG0613, illetve TKBG0613\_L)**

*Előfeltétel: TKBG0612, TKBG0612\_L, Folyamatirányítás I.*

#### Tantárgy leírása:

Modern szabályozástechnikai alapismeretek vegyipari példákkal, a Matlab Control System Toolbox és a Simulink programrendszer felhasználásával. Lineáris folytonos idejű folyamatok rendszerteknikai leírása. A szabályozott szakasz leírása: differenciálegyenlet, állapotfüggvény, átviteli függvény, átviteli függvény gyöktényező alakja, frekvencia függvény segítségével. Az állapotegyenletek megfogalmazása a szabályozott szakaszt leíró mérlegegyenlet alapján. SISO és MIMO rendszerek Az állapotegyenletek megoldása frekvencia és idő tartományban. Lineáris diszkrét idejű folyamatok rendszerteknikai leírása. Mintavételezés. A szabályozási kör szintézise. Folytonos és diszkrét idejű kompenzáció. Állásos szabályozás.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Lantos Béla: Irányítási rendszerek elmélete és tervezése. Akadémiai Kiadó. Budapest (2001)
2. Vajda Sándor: Vegyipari folyamatok dinamikája és irányítása. Tudományszervezési és Informatikai Intézet (1984)
3. Tuschák Róbert: Szabályozástechnika. Műegyetemi Kiadó. Budapest (2001)
4. K. Fieger: Szabályozástechnika. Műszaki könyvkiadó, Budapest (1983)
5. Dr. Csáki Frigyes: Fejezetek a szabályozástechnikából. Állapot egyenletek. Műszaki Könyvkiadó. Budapest (1973)

### **VEGYIPARI GÉPTAN I. (MFVGE31V03, illetve MFVGE41V03)**

#### Tantárgy leírása:

A műszaki rajz formai követelményei, ábrázolás vetületekkel. Szöveg és méretmegadás műszaki rajzokon, mérethálózat felépítés szabályai. Tűréstechnikai alapfogalmak. Elemek közötti kapcsolatok rendszerei. Géprendszeren belüli energifolyamat biztosító elemek. Géprendszeren belüli anyagáramot biztosító elemek: csövek, csőszerelvények, tartályok, stb. Vegyiparban használatos szerkezeti anyagok és technológiájuk. Színfémek szerkezete. A Fe-C kétalkotós rendszer, kristályosodás és átalakulás. Ötvözött acélok, színesfémek. Alapvető tulajdonságok módosítása hőkezeléssel. Fémes anyagok szilárdsági és metallográfiai vizsgálata. Az anyagok törése. Roncsolásmentes vizsgálatok. Acélok jelölési rendszere, acélkiválasztás. A hegesztett kötés létrehozása ömlesztő eljárásokkal. A hegesztett kötések

roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálata. Vegyipari gépek üzemtana: A gép fogalma, csoportosítása, üzemtani és szerkezeti lényege. Energiafajták, energiaforrások. Az energia áram szétoosztása térben és időben. Hatásfok.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Dr. László, Gonda, Szalczinger: Gépészeti alapismeretek, Műszaki rajz- géprajz, Gépelemek. Kézirat Veszprémi Egyetem
2. Fábry, Fejes, Tarján: Vegyipari gépek és műveletek I-III. Bp.
3. Dr. László, Gonda, Szalczinger: Gépészeti alapismeretek, Szerkezeti anyagismeretek. Veszprém
4. Fábry: Vegyipari gépészek kézikönyve. Bp.
5. Dr. Jamniczky Árpád: Villamos Gépek üzemtana. (Kézirat), Vegyészeti Egyetem (1996)

**VEGYIPARI GÉPTAN II. (MFVGE32V03, illetve MFVGE42V03)**

*Előfeltétel: MFVGE31V03, illetve MFVGE41V03 Vegyipari géptan I.*

Tantárgy leírása:

*Hőerőgépek:* Erőgépek fogalma, meghatározása, csoportosítása. Belső égésű motorok kialakulása. Ottó-motorok munkafolyamatai. Négyütemű Ottó-motorok működési elve. Kétütemű Ottó-motorok működési elve. Dieselmotorok működési elve. Motorok hatásfoka, teljesítménye, motor-jelleggörbék. Motorok szerkezeti részei: henger, dugattyú, forgattyús hajtómű, motorok vezérlése, tüzelőanyaggal történő ellátása. *Áramlástechnikai gépek:* Energiaközlés folyadékokkal és gázokkal. Volumetrikus gépek működésének alapösszefüggései. Csővezetékek és jelleggörbék. Örvényszivattyúk működési elve. Örvényszivattyúk szerkezeti kialakítása és jellegzetes típusai. A kavitáció. A szivattyúk szívóképessége. Vákuumszivattyúk, sugárszivattyúk. Szellőzők és gázsűrítők. Ventilátorok és üzemi jellemzőik. Kompresszorok és üzemi jellemzőik. *Villamos gépek:* Az egyfázisú transzformátor elve. A háromfázisú transzformátor működési elve. Mérőtranszformátorok. Villamos hajtások. A villamos hajtások kinetikája. Aszinkrongépek. A háromfázisú aszinkrongép működési elve, felépítése. Az aszinkron motorok üzemi viszonyai. Egyenáramú gépek működési elve, felépítése. Az egyenáramú gép állandósult üzeme. Indítás, fékezés, fordulatszám-szabályozás. Egyenáramú hajtások változó feszültséggel. Egyenáramú egyenirányítós hajtások. Villamos motorok kiválasztása, melegegedése. A motor teljesítmény meghatározása.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Fábry, Fejes, Tarján: Vegyipari gépek és műveletek I-III. Bp.
2. Dr. László, Gonda, Szalczinger: Gépészeti alapismeretek, Szerkezeti anyagismeretek. Veszprém
3. Fábry: Vegyipari gépészek kézikönyve. Bp.
4. Dr. Jamniczky Árpád: Villamos Gépek üzemtana. (Kézirat), Vegyészeti Egyetem (1996)

## **VEGYIPARI GÉPTAN III. (MFVGE33V03, illetve MFVGE43V03)**

*Előfeltétel: MFVGE32V03, illetve MFVGE42V03 Vegyipari géptan II.*

### Tantárgy leírása:

Hőcserélők és reaktorok. Hővezetés. Hőkonvekció, hőátvitel és a hőcserélők alapfogalmai. A hőcserélők áttekintése és alapegyenletei. A közepes hőmérséklet-különbség. A hőátviteli együttható. Hőkonvekció. Hőátadás fázisváltozás nélkül. Hőátadás kényszerkonvekcióval. Hőátadás szabad konvekcióval. Hőátadás fázisváltozás közben. Bordáscsövek hőátadása. Hőátadás keverős készülékben. Méretezési alapelvek. Hősugárzás. Csököteges hőcserélők alkalmazásai és típusai. Egyéb hőcserélők. Keverőkondenzátorok. Hűtőtornyok. Vegyi reaktorok. Áramlástechnikailag ideális reaktorok modelljei. Leírómenntisegek és egyenletek. Példák ipari reaktorokra. Nagy hőmérsékletű homogén gázreakciók készülékei. Reaktorok stabilitása és kiválasztása. Szakasos üzemu reaktorok. Kemencék. Forgódobos, forgókaros, fluidizációs kemencék. Vízelektrolizőrök. Vízbontás. Vízelektrolizáló készülékek. Ipari alkalmazások. Hűtőgépek. A hűtés vegyipari alkalmazása. Kompresszoros hűtőgépek. Carnot-hűtőkörfolyamat. Hideggőzös körfolyamatok. Hűtőközegek, közvetítőközegek. A hűtőberendezés gépei, készülékei, szerkezeti elemei. Abszorpciós hűtőberendezések. Gőzsugár-hűtőgépek. Hőszivattyúk.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Fábry, Fejes, Tarján: Vegyipari gépek és műveletek I-III. Bp.
2. Dr. László, Gonda, Szalczinger: Gépészeti alapismeretek, Szerkezeti anyagismeretek. Veszprém
3. Fábry: Vegyipari gépészek kézikönyve. Bp.
4. Dr. Jamniczky Árpád: Villamos Gépek üzemtana. (Kézirat), Vegyészeti Egyetem 1996.

## **VEGYIPARI MŰVELETTAN I. (TKBG0614, illetve TKBG0614\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0401, TKBE0401\_L Fizikai kémia I.*

### Tantárgy leírása:

Művelettani alapfogalmak. A műveletek fizikai-kémiai alapjai. Műveleti egység. A műveleti egységet leíró fizikai mennyiségek. Mérés, mértékegységek. Átszámítás a különböző mértékegység rendszerek között. Egyensúlyi összefüggések. Transzport folyamatok. A Benedek-László mérlegegyenlet. A műveleti egységet alkotó készülékek csoportosítása. Hasonlóságelmélet, dimenzióanalízis. Hidrodinamikai műveletek. Az áramlás alapvető egyenletei. Fluidumok szállítása. Szivattyúk és kompresszorok. Vákuumszivattyúk. Heterogén folyékony rendszerek szétválasztása: Ülepítés, szűrés, centrifugálás, folyadékok keverése, gáztisztítás.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Fonyó Zsolt, Fábry György: Vegyipari művelettani alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
2. Benedek P., László A.: A vegyészmérnöki tudomány alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1964)
3. Sattler K.: Termikus elválasztási módszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1983)
4. J. M. Coulson, J. F. Richardson: Chemical Engineering. Volume 1-6. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New-York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt (1978)

## **VEGYIPARI MŰVELETTAN II. (TKBG0615, illetve TKBG0615\_L)**

*Előfeltétel: TKBG0614, illetve TKBG0614\_L Vegyipari művelettan I.*

### Tantárgy leírása:

Az átadási műveletek általános jellemzése. Az átadási műveletek csoportosítása a Benedek-László mérlegegyenlet alapján. Kalorikus műveletek. Hő átmenet általános jellemzése. A hő átszármaztatási tényező meghatározása. Melegítés és hűtés. Hő átszármaztatás állandó és változó hőfokkülönbség mellett. Szakaszos és folyamatos hőcsere. Az átlagos hőmérséklet különbség. Hőcserélők. Bepárlás és kristályosítás. Bepárló és kristályosító berendezések. Hűtés, hűtőgépek. Anyagátbocsátási műveletek. Az anyagátadási folyamat leírása a két film elmélet alapján. A munkavonal és az egyensúlyi vonal általános tárgyalása. Komponens átadás kolonna típusú berendezésekben, az átviteli egység fogalma. Komponens átadás üstszerű berendezésekben, az egyensúlyi egység fogalma.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Fonyó Zsolt, Fábry György: Vegyipari művelettan alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
2. Benedek P., László A.: A vegyészmérnöki tudomány alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1964)
3. Sattler K.: Termikus elválasztási módszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1983)
4. J. M. Coulson, J. F. Richardson: Chemical Engineering. Volume 1-6. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New-York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt (1978)

## **VEGYIPARI MŰVELETTAN III. (TKBG0616, illetve TKBG0616\_L)**

*Előfeltétel: TKBG0615, illetve TKBG0615\_L Vegyipari művelettan II.*

### Tantárgy leírása:

Komponens átbocsátási műveletek. Abszorpció. Lepárlás. Desztilláció. Rektifikálás. Extrakció. Adszorpció Szárítás. Kristályosítás. Vegyipari reaktorok. Probléma felvetés az iparban. Választási kritériumok. Műszaki reakció kinetika. Az átlagos tartózkodási idő és tartózkodási idő eloszlás. Áramlástan és hőtan reaktor típusok. Mechanikai műveletek. Szilárd anyagok aprítása. Durva-, közepes-, finom- és szuperfinom aprítás. Szilárd anyagok osztályozása és fajtázása. Szilárd anyagok keverése.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Fonyó Zsolt, Fábry György: Vegyipari művelettan alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
2. Benedek P., László A.: A vegyészmérnöki tudomány alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1964)
3. Sattler, K.: Termikus elválasztási módszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1983)
4. J. M. Coulson, J. F. Richardson: Chemical Engineering. Volume 1-6. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New-York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt (1978)

## **VEGYIPARI FOLYAMATOK ÉS TECHNOLÓGIAI RENDSZEREK SZÁMÍTÓGÉPES MODELLEZÉSE I. (TKBG0912-11, illetve TKBG0912-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBL0911-11, TKBL0911-11\_L Mérnöki számítástechnika és informatika*

### Tantárgy leírása:

A Chemcad egy kémiai tervező és folyamatmodellező szoftvercsomag. Lehetővé teszi folyamatábrák szerkesztését és ipari folyamatok modellezését. Nagy előnye, hogy a modellezett folyamaton belül lehetővé teszi az összes paraméter, beleértve az anyagmérleg, hőmérleg és a készülék paraméterek kiszámítását. A tantárgy célja, hogy a vegyészmérnök szakos hallgatók képesek legyenek a Chemcad szoftver készség szintű használatára. Folyamatábra készítés. Egyszerű reakciók szimulációja, az eredmények értékelése. Gőzfolyadék egyensúly vizsgálata. Folyamatos egyensúlyi desztilláció modellezése. Paraméter érzékenység vizsgálata, kontroller használata. Hőcserélők modellezése.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Fonyó Zsolt, Fábry György: Vegyipari műveletani alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
2. J. M. Coulson, J. F. Richardson: Chemical Engineering. Volume 1-6. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New-York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt (1978)
3. ChemCAD tutorial file
4. J.H. Perry: Chemical Engineers Handbook, McGraw-Hill, New York (2007)
5. Warren L. McCabe, Julian Smith, Peter Harriott: Unit Operations of Chemical Engineering McGraw-Hill, New York (2007)

## **VEGYIPARI FOLYAMATOK ÉS TECHNOLÓGIAI RENDSZEREK SZÁMÍTÓGÉPES MODELLEZÉSE II. (TKBG0913-11, illetve TKBG0913-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBL0912-11, TKBL0912-11\_L Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése i.*

### Tantárgy leírása:

A Chemcad kémiai tervező és folyamatmodellező szoftvercsomag használata a komponens átbocsátási műveletek modellezésére (abszorpció, lepárlás, desztilláció, rektifikálás, extrakció). Csővezetékek méretezése. Gazdaságossági számítások. A hallgatóknak lehetőségük nyílik a tanulmányaik során megismert technológiák modellezésére, illetve új folyamatok tervezésére.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Fonyó Zsolt, Fábry György: Vegyipari műveletani alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
2. Vajta, Szabó: Kémiai Technológia, Tankönyvkiadó (1979)
3. J. M. Coulson, J. F. Richardson: Chemical Engineering. Volume 1-6. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New-York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt (1978)
4. ChemCAD tutorial file
5. J.H. Perry: Chemical Engineers Handbook, McGraw-Hill, New York (2007)
6. Warren L. McCabe, Julian Smith, Peter Harriott: Unit Operations of Chemical Engineering McGraw-Hill, New York (2007)

## **KÉMIAI TECHNOLÓGIA I. (TKBE1111-11 és TKBL1111-11, illetve TKBE1111-11\_L és TKBL1111-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0401, TKBE0401\_L Fizikai kémia I.*

### Tantárgy leírása:

Kémiai technológia és alapfogalmai, a kémiai technológia törvényei, kémiai technológiai rendszerek, A kémiai technológia fejlődése, elemi kapcsolási módok, szakaszos – folyamatos gyártás összehasonlítása, energiaforrások és tüzeléstechnika, energiaforrások csoportosítása, jellemzése, tüzeléstechnikai alapfogalmak, tüzelőberendezések csoportosítása, működése, hőmérsékletmérés, energiaátalakítás lehetőségei. A víz technológiája, vízforrások és szennyezései, keménység fogalma, jelentősége, víztisztítás lépései, meszes-szódás vízlágyítás folyamatábrája, az ülepítő reaktor működése, ioncserés vízlágyítás, az ioncserélő oszlop kapcsolása. Kénforrások, a kén kinyerése, kén-dioxidgyártás, pirit és szulfid alapú kén-dioxidgyártás, a kén égetése, kénsavgyártás: egyensúlyi reakciók ipari megvalósítása, kén-dioxid konverziója kén-trioxidá, a kén-trioxid elnyeletése. Ammóniaszintézis, a szintézis problémái és ipari megoldása, szintézisgázgyártás, szintézisgáz tisztítása, finomtisztítása, salétromsavgyártás, az ammónia oxidációja, nitrogén-oxidok elnyeletése, fehérítés, 100 % salétromsav gyártása. Műtrágyák fajtái, jelentősége, foszforpótlás természetes és mesterséges lehetőségei, szuperfoszfátgyártás, nitrogén tartalmú műtrágyák gyártása. Vas- és acélgyártás, vasérc, segédanyagok, nagyolvasztó működése, folyamatai, acélgyártás folyamata, megvalósításai. Alkáli-kloridok elektrolízise, a sólébontás elektrokémiai alapjai, diafragmás és membrános módszer, a higanykatódos cella működése, a sólékör működése. Alumíniumgyártás, Bayer-féle timföldgyártás, az alumíniumkohó működése.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Vajta, Szebényi: Kémiai Technológia, Tankönyvkiadó (1979)
2. Somló György: Vegyipari eljárások, Tankönyvkiadó (1974)
3. Gerecs Árpád: Bevezetés a kémiai technológiába, Tankönyvkiadó (1983)
4. Muhlynov I.: Chemical Technology I-II.

## **KÉMIAI TECHNOLÓGIA II. (TKBE1112-11 és TKBL1112-11, illetve TKBE1112-11\_L és TKBL1112-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBE1111-11 és TKBL1111-11, illetve TKBE1111-11\_L és TKBL1111-11\_L, Kémiai technológia I.*

### Tantárgy leírása:

A kőszén fajtái, keletkezése, feldolgozása, kőszén keletkezése, kőszén alkotói, szénbányászat, szénfeldolgozás (elgázosítás, lepárlás, cseppfolyósítás). Kőolaj és földgáz keletkezése (szerves, szervetlen elmélet), Kőolaj és földgáz összetevői, csoportosítás, a kőolaj és földgáz kinyerése, földgázfeldolgozás módjai, abszorpciós hűtött mosóolajos eljárás, a kőolaj atmoszférikus desztillációja. Motorhajtóanyagok, nagy oktánszámú benzin előállítása, krakkolás, hidrokrakkolás, katalitikus reformálás, pakura vákuumdesztillációja, kenőanyagok tulajdonságai, kenőanyagok típusai, kenőanyagok gyártása, benzinpirolízis, gázsztérválasztás

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Vajta, Szebényi: Kémiai Technológia, Tankönyvkiadó (1979)
2. Somló György: Vegyipari eljárások, Tankönyvkiadó (1974)
3. Gerecs Árpád: Bevezetés a kémiai technológiába, Tankönyvkiadó (1983)
4. Muhlynov I.: Chemical Technology I-II.

## **KÖRNYEZETTECHNOLÓGIA (TKBE1114 -11 és TKBL1114-11, illetve TKBE1114-11\_L és TKBL1114-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBE1111-11 és TKBL1111-11, illetve TKBE1111-11\_L és TKBL1111-11\_L, Kémiai technológia I.*

### Tantárgy leírása:

A termelési folyamatok környezeti hatása. Hulladékszegény technológiák. A hulladékgazdálkodás általános elvei. Hulladékok csoportosítása. Daltoni elv a hulladékokról. Az additív, a termelésbe integrált és a termékbe integrált környezetvédelem. A legfontosabb iparágak környezetszennyezése. Gáz, folyadék, szilárd halmazállapotú ipari hulladékok és kezelésük, illetve csökkentésük legfontosabb technológiai és műveleti megoldásai. Veszélyes hulladékok és kezelésük. Kommunális hulladékok és kezelésük. Hulladékdepóniák.

Hulladékégetők.

Gyakorlatok: Hulladékműanyagok azonosítása. Sómentesítés ioncserélő oszlopon.

Lebegőanyag eltávolítása ülepítéssel. Szennyvizek oldószertartalmának meghatározása.

Szénhidrogén légszennyezők azonosítása és megkötése aktív szénen. Lágýtartalom mérése (kvalitatív és kvantitatív) hulladékműanyagokból.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Dr. Borda Jenő, Dr. Lakatos Gyula, Dr. Szász Tibor: Környezetvédelem (Ipari környezetvédelem, Környezetgazdaságtan), Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2003)
2. Dr. Barótfi István: Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó, Budapest (2000)
3. Dr. Árvai József: Hulladékgazdálkodási kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó (1993)
4. Halász János, Hanus István: A vegyipari és környezettechnikai műveletek alapjai, JatePress (2005)
5. Fonyó Zs., Fábry Gy.: Vegyipari művelettani alapismeretek, Nemzeti Tankönyvkiadó (1998)

## **KÍSÉRLETI ÜZEMI GYAKORLAT (TKBL1115, illetve TKBL1115\_L)**

*Előfeltétel: TKBE1111-11 és TKBL1111-11, illetve TKBE1111-11\_L és TKBL1111-11\_L, Kémiai technológia I.*

### Tantárgy leírása:

Filmbepárlók méretezése. Abszorpció vizsgálata. Aprítás – szemcseméret eloszlás vizsgálata. Folyadék – folyadék extrakció. Vízlágyítás. Desztilláció. PUR lebontás. Vízfelület olajmentesítése. Fluidizáció.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Somló György: Vegyipari eljárások, Tankönyvkiadó (1974)
2. Ciborowski J.: A vegyipari műveletek alapjai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1969)

## **BIZTONSÁGTECHNIKA (TKBE0711, illetve TKBE0711\_L)**

### Tantárgy leírása:

A munkavédelem fogalma, jogi és szervezeti kérdések, Balesetelhárítás és biztonság, Munkaegészségügy és a munkakörülményeket meghatározó tényezők, A környezeti hatások és a személyiség szerepe a munka-biztonságban, Szerszámok, gépek és a villamosság

biztonságtechnikája, Kémiai biztonság és a vegyipari berendezések biztonság-technikája, Munkavédelmi eszközök és felszerelések, A tűzvédelem fogalma, jogi és szervezeti kérések, A tűzvédelem szabályai és eszközei. Kémiai laboratóriumok munka- és tűzvédelmi követelményei, szabályai.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Dr. Kompolthy Tivadar, Szalay László: Tűz- és Robbanásvédelem, Műszaki Könyvkiadó (1990)
2. Dr. Veszprémi Zoltán, Békési László, Nemeskey Károly: A Munkavédelmi Törvényről, Novorg International Kft., Budapest (1993)
3. Gecsey Árpád, Gulybán János, Krizsán József: A Munkavédelem Magyarországon és az EGK-ban, Munkavédelmi és Műszaki Szervezési Szolgáltató GMK (1993)

**PETROLKÉMIA ALAPJAI (TKBE1113, illetve TKBE1113\_L)**

*Előfeltétel: TKBE1111-11 és TKBL1111-11, illetve TKBE1111-11\_L és TKBL1111-11\_L, Kémiai technológia I.*

Tantárgy leírása:

A szénhidrogének bontásának termodinamikája és a bontás technológiájának alapjai. Az etilén, a propilén, a vinil-klorid, és sztírol gyártása. A szerves kémiai nagyipar alapanyagainak, közti- és végtermékeinek gyártástechnológiai petrokkémiai bázison.

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Hobson G.D.: Modern Petroleum Technology (1984)
2. Chanval A., Lefevbre G.: Petrochemical Processes I-II. (1989)
3. Dr. Borda Jenő: Műszaki kémia II., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (1998)

**RADIOAKTÍV IZOTÓPOK ALKALMAZÁSA A VEGYIPARBAN (TKBG041\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0401-11\_L Fizikai kémia I.*

Tantárgy leírása:

Az atommag és tulajdonságai, a radioaktivitás okai. A radioaktív bomlás törvényei: egyszerű bomlás, genetikusan össze nem függő magkeverékek bomlása, elágazó magbomlás, szukcesszív magbomlás. Radioaktív egyensúlyok: szekuláris, tranziens vagy kurrens egyensúlyok. A radioaktivitás egységei. A magbomlás mechanizmusai: alfa, béta, EX-bomlás, spontán hasadás, izomer átalakulás. A radioaktív sugárzás és az anyag kölcsönhatása. Magreakciók: töltéssel nem rendelkező ill. töltött részecskékkel kiváltott magreakciók, atomreaktorok, ciklotronok. A radioaktív sugárzás mérése. A radioaktív izotópok alkalmazása: elvi alapok, a módszerek csoportosítása, analitikai és ipari alkalmazások. Sugárvédelem és dozimetria.

GYAKORLAT: Egy mérés-technikai gyakorlat az alábbiak közül: GM-cső karakterisztikájának és feloldási idejének meghatározása, Folyadékszcintillációs mérés-technika, Béta-sugárzás önabszorpciójának vizsgálata. Két gyakorlat a radioaktív sugárzás gyakorlati alkalmazásainak megismerésére az alábbiak közül: Rétegvastagság meghatározása béta-sugárzás visszaszórásának mérése alapján, Térfogatmeghatározás vagy egyéb hígítási analitikai módszer, Radiometrikus titrálás, Gamma-spektroszkópia, Nehezen oldódó só oldékonyságának meghatározása.

#### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Nagy Lajos György: Radiokémia és izotóptechnika, Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
2. Kiss D., Kajcsos Zs.: Nukleáris technika, Tankönyvkiadó Budapest (1984)
3. Kiss István, Vértes Attila: Magkémia, Akadémiai Kiadó, Budapest (1979)
4. G.R. Choppin, J. Rydberg: Nuclear Chemistry, Theory and Applications, Pergamon Press, Oxford (1980)

#### **HULLADÉKGAZDÁLKODÁS (TKBE1116 -11és TKBL1116-11, illetve TKBE1116-11\_L és TKBL1116-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBE1111-11 és TKBL1111-11, illetve TKBE1111-11\_L és TKBL1111-11\_L, Kémiai technológia I.*

#### Tantárgy leírása:

A hulladékgyártás alapjai. A 2000. évi XLIII. törvény. Hulladékkezelés és hulladékhasznosítás. A települési szilárd és folyékony hulladékok. Veszélyes hulladék. A hulladékgyártás szervezése. Komposztálás. Biológiai szennyvíztisztítás. Biodegradálható műanyagok alkalmazása és jelentősége. Biológiailag lebontható és biokompatibilis polimerek típusai (természetes és szintetikus biopolimerek). Biodegradáció. Biológiailag lebontható polimerek: politejsav, polikaprolakton, stb. Látogatás a TEVA, a Kristály kft és az AKSD telephelyein, ahol a hulladékkezelési technológiákkal ismerkednek a hallgatók.

#### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Barótfi István: Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó, Budapest (2000)
2. 2000. évi XLIII. törvény
3. Árvai József: Hulladékgyártási kézikönyv, MK (1993)
4. Halász János, Hanus István: A vegyipari és környezettechnikai műveletek alapjai, JatePress (2005)
5. George Odian: Principles of Polymerization, Second Edition, Wiley-Interscience Publication (1981)
6. Borda Jenő, Lakatos Gyula, Szász Tibor: Környezetvédelem, Kossuth Egyetemi Kiadó (2003)

#### **SPEKTROSKÓPIAI MÓDSZEREK (TKBE0503-11, illetve TKBE0503-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0312, TKBE0312\_L Szerves kémia II., TFBE2113, TFBE2113\_L Mérnöki fizika II.*

A kurzus célja: A kémiai szerkezetfelfedezés spektroszkópiai módszerei alapelveinek és gyakorlati alkalmazásuknak a bemutatása.

#### Rövid tematika:

Az NMR spektroszkópia alapelve. Az atommagok impulzusmomentuma és mágneses sajátságai. NMR aktív magok. A mágneses mező hatása (Zeeman-kölcsönhatás), az NMR kiválasztási szabály, a rezonanciafeltétel, a Larmor-precesszió. A Zeeman-szintek betöltöttsége, a makroszkópikus mágnesezettség. A kémiai árnyékolás, a kémiai eltolódás. Proton ( $^1\text{H}$ ) kémiai eltolódások és a kémiai szerkezet összefüggései: elektronegativitás, szomszédcsoport-anizotropia, gyűrűáram, H-híd, oldószerhatás. A kémiai eltolódás

empirikus számítása, additivitási szabályok. A spektrumvonalak integrált intenzitása. A spin-spin csatolás, a csatolási állandó. A csatolási állandó és kémiai szerkezet, a Karplus-egyenlet. Kémiai és mágneses egyenértékűség. Homotópia, enantiotópia, diasztereotópia. Gyenge csatolás, az elsőrendű spektrumanalízis szabályai. Erős csatolás, másodrendű spinrendszer. A  $^{13}\text{C}$ -NMR spektroszkópia. A  $^{13}\text{C}$  kémiai eltolódást befolyásoló tényezők ( $\alpha$ -,  $\beta$ - és  $\gamma$ -hatások, induktív, mezomer és szterikus effektusok). Proton-szén csatolási állandók és kémiai szerkezet.

Elektromágneses sugárzás, az elektromágneses sugárzás tartományai és energiája. Infravörös színeképek keletkezésének feltételei. Rotációs spektrum, rotációs rezgési spektrumok. Erőállandók invarianciájának elve. Karakterisztikus kötési frekvenciák, karakterisztikus csoportrezgés. Felhangsávok. Vegyértékrezgések jellemző tartományai és függésük a kötési energiától és a kötésiállandótól. Alkénok, alkének alkinek, aromás vegyületek IR spektrumai. Alkoholok azonosítása, a hidrogén kötés hatása alkoholok IR spektrumára. A karbonil csoport  $\text{C}=\text{O}$  vegyértékrezgését befolyásoló intra- és intermolekuláris hatások. Karbonsavak és karbonsavszármazékok IR spektrumai. Abszorpciós molekula színeképek (UV, IR, Raman) képződése. A Bauger-Lambert-Beer törvény és analitikai alkalmazásai. Elektrongerjesztési átmenetek. Kromoforok UV átmeneteinek maximumhelyei és  $\epsilon$  értékei. Kiválasztási szabályok. A Jablonski diagram. Frank-Condon elv, batokróóm, hipszokróóm, hipokróóm és hiperkróóm eltolódások. Konjugáció, szterikus gát hatása a kromofor koplánaritására. Polién rendszerek konformációja és geometriája. Az oldószer polaritásának hatása az UV színeképekre.

A tömegspektrometria alapfogalmai. A szerves tömegspektrometria főbb ionizációs módszerei. Molekulák ionizációja. A molekulaion általános szétbontása, fragmentációja: a tömegspektrum. Az EI előnyei, hátrányai. A tömegspektrométer felépítése. Mintabeviteli szempontok, többkomponensűminták optimális technikai igényei. Ionforrások, EI ionforrás, KI ionforrás. Molekulák ionizációja: ESI ionforrás, APCI ionforrás. Tömeganalizátorok, típusai. A felbontás. Jelfeldolgozás-detektorok.

A szerves tömegspektrometria alapfogalmai, mólcsúcs, molekulaion. A nitrogén-szabály; természetes izotópok. A tömegspektrumok értelmezésének általános szempontjai. Fő fragmentációs folyamatok: az  $\alpha$  -, benzil-, allil- hasadás. A McLafferty átrendeződés.

*Irodalom:*

1. Szilágyi László: Mágneses rezonancia, 252 old., Tankönyvkiadó, Budapest, 1977., 1987., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2001
2. Szilágyi László:  $^1\text{H}$  NMR spektrumok", 160 old., Tankönyvkiadó, Budapest, 1979
3. P.J.Hore: Mágneses magrezonancia, 97 old., Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest, 2003
4. Dinya Z.: Elektronspektroszkópia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1979
5. Dinya Z.: Infravörös spektroszkópia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981
6. Dinya Z.: Szerves tömegspektrometria, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2002

## **SZERKEZETVIZSGÁLAT I. (TKBL0513-11, illetve TKBL0513-11\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0312, TKBE0312\_L Szerves kémia II.*

Tantárgy leírása:

UV-VIS fotometria I.: Az UV-VIS fotometria alapjai. UV-VIS spektrumok felvétele ferroin és  $\text{KMNO}_4$ -oldatokról. A kapott spektrumok értékelése. A Lambert-Beer törvény érvényességének vizsgálata ferroin oldatok felhasználásával: kalibrációs oldatsorozat készítése, ismeretlen koncentrációjú ferroin oldat koncentrációjának meghatározása. UV-VIS fotometria II.: Többkomponensű rendszerek alkotói koncentrációjának meghatározása UV-

VIS fotometria felhasználásával, A Lambert-Beer törvény érvényességének vizsgálata. Kétkomponensű keverék koncentrációjának meghatározása. Infravörös spektroszkópia: Karbonsavak, észterek, alkoholok, aminok és amidok IR-spektrumainak felvétele. A kapott spektrumok értékelése. Ismeretlen minta IR spektrumának tanulmányozása, a funkciós csoportok meghatározása. UV-VIS fotometria III.: A fotometria felhasználása kémia reakciók időbeli követésére. A  $\text{KMnO}_4$  és az oxálsav között lejátszódó reakció vizsgálata. A reakció nyomon követése diódasoros fotométerrel. Fényszórás fotometria I.: Sztatikus fényszórás fotometria (SLS). Polisztirol minta ( $M_n=200000$  g/mol) tömegátlag molekulatömegének, az  $R_G$  és  $A_2$  értékeinek meghatározása sztatikus fényszórás mérések segítségével. Polisztirol oldatsorozatok készítése és szűrése fényszórás mérésekhez. Dinamikus fényszórás fotometria (DLS): latex részecskék átlagos hidrodinamikai átmérőjének és részecskeméret-eloszlásának meghatározása:

#### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Szilágyi László: Mágneses rezonancia, Kossuth Egyetemi Kiadó (1998)
2. P.J. Hore: Nuclear Magnetic Resonance, Oxford, New York, Tokyo, Oxford University Press. (1995)
3. Eberhard Breitmaier: Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry, John Wiley & Sons (1995)
4. Dinya Zoltán: Elektron spektroszkópia, Tankönyvkiadó, Budapest (1995)

### **SZERKEZETVIZSGÁLAT II. (TKBL0514, illetve TKBL0514\_L)**

*Előfeltétel: TKBL0513-11, illetve TKBL0513-11\_L Szerkezetvizsgálat I.*

#### Tantárgy leírása:

Tömegspektrometria I. MALDI-TOF MS: poli(etilén-glikol), poli(propilén-glikol), polisztirol és poli(metil-metakrilát) MALDI-TOF MS spektrumának felvétele. Az ismétlődő egység és a végcsoportok meghatározása a felvett spektrumok alapján. Tömegspektrometria II. ESI-TOF MS. Kis (lágýtók) és nagy molekulatömegű anyagok (Citokrom C, poli(etilén-glikol)) ESI MS spektrumának felvétele. A kapott spektrumok elemzése. A számított és a mért molekulatömegek összehasonlítása. A felbontás és a tömegpontosság meghatározása. A molekulatömeg számítása többszörös töltésű ionok esetében. Folyadék-kromatográfia (HPLC). Különböző lágýtók (DOP, DUP, TOTM) HPLC-UV kromatogramjának felvétele. A kapott kromatogramok tanulmányozása. Kalibrációs oldatok készítése. Ismeretlen lágýtókeverék kvantitatív és kvalitatív meghatározása. Méretkiszorításos kromatográfia (SEC): poli(etilén-glikol), poli(propilén-glikol), polisztirol és poliizobutilén minták SEC-kromatogramjainak felvétele. A számátatlag- ( $M_n$ ) és a tömegátlag ( $M_w$ ) molekulatömeg, valamint a polidiszperzitás (MWD) meghatározása a kapott kromatogramokból.

#### Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Szilágyi László: Mágneses rezonancia, Kossuth Egyetemi Kiadó (1998)
2. P.J. Hore: Nuclear Magnetic Resonance, Oxford, New York, Tokyo, Oxford University Press. (1995)
3. Eberhard Breitmaier: Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry, John Wiley & Sons (1995)
4. Dinya Zoltán: Elektron spektroszkópia, Tankönyvkiadó, Budapest (1995)

## **MINŐSGMENEDEZSMENT (TTBEBVM-KT6, illetve TTBEBVM-KT6\_L)**

*Előfeltétel: TTBEBVM-KT4, TTBEBVM-KT4\_L Értékteremtő folyamatok menedzsmentje*

**A tantárgy tematikája:** A minőség fogalma; A minőség menedzsmentjének történelmi előzményei; A minőségkonceptiók történelmi fejlődése; A teljes körű minőségmenedzsment, a TQM logikai sémája, folyamatai; Minőségirányítási rendszerek

### **Ajánlott irodalom:**

Perry L. Johnson: ISO 9000 Hogyan feleljünk meg az új nemzetközi szabványoknak? Panem-McGraw-Hill (Második javított kiadás) 1997.

A minőségről. Az 1996. évi magyar Nemzeti Minőségi Díj nyerteseinek bemutatkozásával (Szerk.: Szilvássy Erika) CO-NEX Könyvkiadó Kft., 1997. Benne: Lazur Lajos: Bevezetés a minőségügybe

Tenner, Arthur R.- DeToro, Irving J.: Teljeskörű minőség-menedzsment. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1996.

## **KÍSÉRLETTERVEZÉS (TKBE0617, illetve TKBE0617\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0403-11, TKBE0401-11\_L Fizikai kémia II.*

### Tantárgy leírása:

A tantárgyat a MATLAB programrendszer segítségével dolgozzuk fel, és gyakorlati példákon keresztül mutatjuk be. Valószínűség számítás és matematikai statisztika alapfogalmai. Véletlen kísérlet, véletlen esemény. Gyakoriság, relatív gyakoriság, valószínűség. Valószínűségi változó és eloszlásai. Matematikai statisztika. Osztályközökbe sorolás. A minta jellemzése, középérték, tapasztalati szórás. Statisztikai próbák. Korreláció- és regresszió analízis. Egyváltozós regresszió. Lineáris és nemlineáris regresszió. Többváltozós regresszió. Hagyományos és faktoriális kísérlettervezés. Teljes kétszintű faktorterv. Rész faktortervek. Másodrendű kompozíciós tervek. Másodrendű ortogonális tervezés. Másodrendű rotabilis tervek. Optimáló kísérletek tervezése: gradiens módszer, Kísérlettervezés és optimumkeresés szimplex módszerrel.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. J. P. Adler, E. V. Markov, J. V. Granovszkij: Kísérletek tervezése optimális feltételek meghatározása. Műszaki Könyvkiadó. Budapest (1977)
2. Kemény Sándor, Deák András: Kísérletek tervezése és értékelése. Műszaki Könyvkiadó. Budapest (2002)
3. Izsák János, Juhász-Nagy Pál, Varga Zoltán: Bevezetés a biometriába. Tankönyvkiadó. Budapest (1981)

## **KÉMIAI TECHNOLÓGIA III. (TKBE1117, illetve TKBE1117\_L)**

*Előfeltétel: TKBE1112-11 és TKBL1112-11, illetve TKBE1112-11\_L és TKBL1112-11\_L  
Kémiai technológia II.*

### Tantárgy leírása:

Szilikátipar, szilikátipari termékek csoportosítása, üveggyártás folyamata, termékei, kerámiagyártás folyamata, termékei, mikrobiológiai iparok jelentősége, fermentációs iparok, fermentáció fajtái, fermentáció körülményei, élesztő, alkohol és ecetsav gyártás, finomszesz gyártás, felhasználás, biológiai ecetgyártás, felhasználás, antibiotikumok gyártása, fermentlé

feldolgozása, sörgyártás, növényolajipar: olajtartalmú növények, napraforgóolaj kinyerése, cukorgyártás: cukor fajtái, répacukor kinyerése, cukor tisztítása, melléktermék hasznosítása

Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Moser Miklós, Szabó Imre: Műszaki kémia, Műegyetemi Kiadó, Budapest (1995)
2. Dr. Lásztity Radomir, Dr. Órsi Ferenc: Biológiai és élelmiszeripari technológia I-II., Műegyetemi Kiadó, Budapest (1994)
3. Dr. Palotás László, Dr. Balázs György: Beton – habarcs – kerámia – műanyag, Akadémiai Kiadó, Budapest (1980)

**VEGYIPARI REAKTOROK MODELLEZÉSE (TKBE0618, illetve TKBE0618\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0403-11, TKBE0401-11\_L Fizikai kémia II.*

Tantárgy leírása:

Reaktortechnika és a vegyészmérnöki tudomány. Az ipari problémák megfogalmazása. Kémiai reaktor és kémiai folyamat. A Benedek-László mérlegegyenlet. Komponens mérlek a különböző reaktor típusok esetében. Konverzió és a reaktorok mérete. Reakció sebessége és a sztöchiometria. Izotermikus reaktorok tervezése. Nyomás csökkenés és instacionaritás. Reaktorok matematikai modelljei összetett reakciók esetében. Nem izotermikus reaktorok tervezése. Több munkapontú reaktorok. Reaktorok stabilitása.

Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. H. Scott Fogler: Elements of Chemical Reaction Engineering. 3rd Edition (2001)
2. J. M. Coulson, J. F. Richardson: Chemical Engineering. Volume 1-6. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New-York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt (1978)
3. Savinsky János: Vegyipari műveleti számítások III. Reaktorok. Műegyetemi Kiadó. Budapest (1999)

**MŰANYAGOK ÉS FELDOLGOZÁSUK II. (TKBE1213, illetve TKBE1213\_L)**

*Előfeltétel: TKBE0611, TKBE0611\_L Makromolekuláris kémia*

Tantárgy leírása:

A világ és a hazai műanyaggyártás és felhasználás helyzete, távlatok. A polietilén gyártása I. (nagy nyomású eljárás). A polietilén gyártása II. (nagy nyomású csőreaktoros és közepnyomású eljárás) és felhasználása. A polipropilén gyártása, a gyártástechnológia fejlődése. A polipropilén hazai gyártása (tömbpolimerizációs és gázfázisú eljárás), a polipropilén felhasználása. A polisztirol gyártása (nagy ütésszilárdságú és habosítható polisztirol) és felhasználása. A PVC gyártásának lehetőségei. A PVC hazai gyártása, felhasználása. A poliamidok előállításának lehetőségei. A poliamid-6 gyártása és felhasználása. A poli-akril-nitril gyártása és felhasználása. Poliészterek gyártása, felhasználásuk. A műanyagipar adalékanyagai.

Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Dr. Zsuga Miklós: Makromolekuláris Kémia, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2006)
2. Dr. Zsuga Miklós: Műanyagok, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2006)
3. Dr. Kovács Lajos: Műanyag zsebkönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1979)
4. Dr. Borda Jenő: Műanyagok gyártása és feldolgozása, KLTE-TTK (1994)
5. George Odian: Principles of Polymerization, McGraw-Hill, New York (1983)

## MŰANYAGOK ÉS FELDOLGOZÁSUK III. (TKBE1214, illetve TKBE1214\_L)

*Előfeltétel: TKBE0611, TKBE0611\_L Makromolekuláris kémia*

### Tantárgy leírása:

Az extrudálás elmélete. Az extrudálás technikai megvalósítása (cső, rúd, szalag, üregeztet készítés). Szálképzés, fóliahúzás, kalanderezés. A fröccsöntés elmélete. A fröccsöntés technikai megvalósítása. A sajtolás. Melegalakító eljárások (hajlítás, mélyhúzás, nyomás alatti formázás, vákuum formázás). Nyomás nélküli alakító eljárások (öntés, rotációs öntés mártó eljárás). Műanyagbevonatok készítése. Műanyaghabok. Műanyagalkatrészek egyesítése.

### Kötelező és ajánlott szakirodalom:

1. Dr. Zsuga Miklós: Makromolekuláris Kémia, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2006)
2. Dr. Zsuga Miklós: Műanyagok, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2006)
3. Dr. Kovács Lajos: Műanyag zsebkönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1979)
4. Dr. Borda Jenő: Műanyagok gyártása és feldolgozása, KLTE-TTK (1994)
5. George Odian: Principles of Polymerization, McGraw-Hill, New York (1983)

## MATEMATIKAI MÓDSZEREK A KÉMIÁBAN ÉS A VEGYÉSZMÉRNÖKI TUDOMÁNYBAN (TKBE0904)

*Előfeltétel: TMBE0607 és TMBG0607 Matematika II. előadás és gyak.*

A kurzus célja az alapozó matematikára építve olyan speciális matematikai módszerek és készségek elsajátíttatása, amelyek közvetlenül alkalmazhatók a kémiában, a vegyészmérnöki tudományban illetve az ezeket megalapozó fizikai ismeretkörben. Hasznos lehet azok számára, akik BSc végzettséggel nagyműszeres vagy mérnöki jellegű munkát szándékoznak vállalni vagy MSc képzésre kívánnak jelentkezni.

Rövid tematika: Görbék, felületek, gradiens, divergencia, rotáció, Laplace-operátor, felületi és vonalintegrál, integrálredukciós tételek, görbevonalú koordinátarendszerek. Alkalmazások a mechanikában, elektromosságtanban, áramlástanban és a transzportfolyamatok területén. A komplex függvénytan elemei, Fourier- és Laplace-transzformáció, nagyműszeres alkalmazások, speciális differenciálegyenletek megoldása. Közönséges és parciális differenciálegyenletek, analitikus és numerikus megoldás, kvalitatív elmélet, reakciókinetikai, kvantummechanikai, anyag- és energiaátadási alkalmazások.

### Ajánlott irodalom:

1. Ja. B. Zeldovics, A. D. Miskisz: Az alkalmazott matematika elemei, Gondolat, Bp. 1978.
2. Műszaki Matematikai gyakorlatok, BME jegyzetsorozat: Vektoranalízis, Közönséges differenciálegyenletek I- II, Parciális differenciálegyenletek.
3. A. N. Tyihonov, A. A. Szamarszkij: A matematikai fizika differenciálegyenletei, AK, Bp. 1956
4. Bazsa György (szerk.): Nemlineáris dinamika és egzotikus kinetikai jelenségek kémiai rendszerekben, egyetemi jegyzet, Debrecen-Budapest-Gödöllő, 1992

## LYX ALAPÚ TUDOMÁNYOS/MŰSZAKI SZÖVEGSZERKESZTÉS (TKBG0916)

*Előfeltétel: TKBL0901-11 Kémiai informatikai alapok.*

A kurzus célja az LATEX/LYX alapú tudományos/műszaki szövegszerkesztő alapjainak megismertetése a hallgatókkal.

Rövid tematika: A LATEX és LYX installálása; A LYX alapjai. A dokumentum típusának, sajtóságainak és szerkezetének megadása. Gépelés, adatbevitel, nyomtatás. Cím, szerző, dátum, összefoglalás, számozott és számozatlan rész, szakasz, alszakasz, bekezdés, albekezdés. Számozott, számozatlan és definíciós lista készítése. Listák egymásba ágyazása. Idézet, versszak. Latex-parancsok a Lyxben, a RedEvil-Text szövegdoboz. Speciális hatások. Egyenletszerkesztés. A beépített egyenletszerkesztő alkalmazása. Hasznos billentyűsorozatok. Táblázat- és kép beillesztése. Úsztatott táblázat és kép. Táblázat- és képaláírások. Képek előkészítése. A GIMP program, konverzió .eps formátumra, a határolódoboz (bounding box) beállítása. Hivatkozások. Irodalomjegyzék és irodalmi hivatkozások beillesztése. Hivatkozás környezetre, egyenletre, ábrára, táblázatra. Szerzői jegyzetek, lábjegyzetek, végjegyzetek. Függelék, tartalomjegyzék, tárgymutató. A Beamer-dokumentumosztály alapjai. Prezentáció vázlat, dia eleje, vége és címe, egyszerű prezentáció készítése, vetítése. Beamer-listák, szövegdobozok gyakorlása. Fokozatos megjelenítés. Oszlopok. A dia tartalmának oszlopokba rendezése, oszlopok illesztése. Képek beillesztése.

### Idegennyelvoktatás és vizsgakövetelmények a TTK alapszakjain

A Természettudományi és Technológiai Kar alapképzési szakos hallgatói számára az oklevél megszerzéséhez legalább egy olyan élő idegen nyelvből, amelyen az adott szakmának tudományos szakirodalma van (angol, német, francia, orosz, spanyol, olasz) államilag elismert, középfokú (B2) komplex típusú nyelvvizsga vagy ezzel egyenértékű érettségi bizonyítvány vagy oklevél szükséges.

Képesítési követelmény a **szaknyelvi félév** teljesítése is.

A Kar finanszírozott formában kínál hallgatói részére **két középfokú (B2) nyelvvizsgára előkészítő félévet** (írásbeli és szóbeli nyelvvizsgára előkészítő nyelvi féléveket), valamint **egy kötelező szaknyelvi félévet**.

A Kar hallgatói számára a nyelvi képzést a DE TTK Nyelvtanári Csoport biztosítja angol és német nyelvből.

A diploma megszerzésének előfeltételeként előírt idegennyelvi kritérium teljesítését segítő a Kar az alábbi kurzusokat kínálja a hallgatók számára:

1. modul: kezdő szint (A1) (térítéses)
2. modul: középhaladó (A2) (térítéses)
3. modul: középhaladó (B1) (térítéses)
4. modul: szóbeli nyelvvizsga előkészítő (B2) (finanszírozott)
5. modul: írásbeli nyelvvizsga előkészítő (B2) (finanszírozott)
6. modul: szaknyelvi félév (B2) (finanszírozott, kötelező)

Az idegennyelvi képzésbe az első félév elején megírandó szintfelmérő teszt kitöltése után lehet bekapcsolódni. A teszt eredménye alapján kerülnek a hallgatók besorolásra az első öt szint megfelelőjére.

- A teljesen kezdő szintről induló 1. modul, angol, német, francia, orosz, olasz nyelvekből a páratlan félévekben indul és három modulon keresztül továbbmenő, egymásra épülő rendszerben, térítéses formában folyik.
- Nyelvtanulásnál célszerű már a középiskolában is tanult nyelvet választani, mivel az egyetem által finanszírozott nyelvoktatás középszinten indul (4. modul). A TTK-n finanszírozott formában **angol és német** nyelvi kurzusok választhatók.
- A finanszírozott formában szervezett nyelvvizsga előkészítő kurzusokra (4., 5. modul) a hallgatók szintfelmérő teszt sikeres megírásával kerülhetnek be.
- Amennyiben a hallgatók további nyelvvizsga előkészítő kurzust kívánnak igénybe venni, azt a 4. vagy az 5. modul térítés ellenében történő újbóli felvételével tehetik meg.
- A nyári hónapokban (július közepéig és augusztus 20. után) igény szerint, térítésmentesen vehetnek részt a Kar nyelvvizsgával még nem rendelkező hallgatói intenzív nyelvvizsga felkészítő kurzusokon.

Azon hallgatók, akik a diploma megszerzéséhez szükséges nyelvvizsga érdekében vesznek fel a fentiek közül nyelvi kurzus(oka)t, a sikeres teljesítésért maximum 3 féléven keresztül (4 óra/hét) gyakorlati jegyet, valamint a szabadon választható kreditek terhére 2-2 kreditet kaphatnak.

Az egy nyelvből már nyelvvizsgával rendelkezők számára csak másik idegen nyelvből szerezhető kredit (a szabadon választott tárgyak kreditkeretének terhére és kreditkeretéig).

Az egy féléves szaknyelvi kurzus (6. modul) teljesítése (2 kredit) az alapképzésben résztvevő minden TTK-s hallgató számára kötelező. A szaknyelvi kurzus felvétele a 3. félévnel előbb nem lehetséges. A szaknyelvi félév finanszírozott formában zajlik, az óralátogatás kötelező.

## **Testnevelési követelmények**

A Debreceni Egyetem alapképzésben (BSc, BA) résztvevő hallgatóinak két féléven keresztül heti két óra testnevelési foglalkozáson való részvétel kötelező.

## **Záróvizsga, záróvizsga tantárgyai és a szakdolgozat követelményei**

A szak hallgatói végbizonyítványt (abszolutóriumot) kapnak, ha a tantervben előírt tanulmányi és vizsgakötelezettségeinek mindenben eleget tettek. A hallgatóknak a 6. félév után szakdolgozatot kell készíteniük. A szakdolgozat eredményes elkészítése a záróvizsgára bocsátás feltétele. A szakdolgozatot a záróvizsga bizottság osztályzattal értékeli. Ha a jelölt szakdolgozatára elégtelen osztályzatot kap, a záróvizsgát nem kezdheti meg. A záróvizsga a vegyészmérnök (BSc) végzettség megszerzéséhez szükséges számonkérés. A záróvizsgát a záróvizsga bizottság előtt kell letenni.

### A záróvizsga tantárgyai:

- a., Fizikai kémia I-II.
- b., Kémiai technológia I-II.
- c., Vegyipari művelettan I-III.

### Szakedolgozat követelményei

A szakdolgozat olyan vegyészmérnöki feladat megoldása, amelyet a hallgató a tanulmányaira támaszkodva, kiegészítő irodalom tanulmányozásával, konzulens irányításával egy félév alatt elvégezhet. A szakdolgozattal a hallgatónak igazolnia kell, hogy képes a tanult ismeretek gyakorlati alkalmazására.

A hallgató a Kar által ajánlott vagy - esetenként - a saját maga által választott és a tanszékvezető által jóváhagyott témát dolgozza fel szakdolgozatként. Szakedolgozatként csak olyan feladatot lehet kiadni, amely - a képzés tanterve alapján megszerzett ismeretek birtokában - a feladat elvégzésére előírt időben teljesíthető. A szakdolgozat feladatai teljesen egységes formában és követelményrendszer szerint kerülnek kiírásra, melyet az intézet igazgatója és a specializációért felelős tanszék vezetője ír alá. A szakdolgozati kiírást a hallgatóknak legkésőbb az utolsó félév első hetében ki kell adni. A szakdolgozat készítése során a témavezető a hallgatót folyamatosan segíti és irányítja.

A szakdolgozat formai követelményeit az „Útmutató a projektmunka/szakedolgozat/diplomamunka készítéséhez” rögzíti, melyet a jelöltek a Kémiai Intézet honlapjáról letölthetnek. A szakdolgozat elektronikus feltöltésére, a Tanulmányi Osztályon való beadására és a vizsgabizottsághoz való eljuttatására vonatkozó eljárási rendet a mindenkori Tanulmányi és Vizsgaszabályzat rögzíti. A szakdolgozatot szövegesen és érdemjeggyel – a bírálati szempontok alapján – egyetemi oklevéllel rendelkező szakember értékeli. A szakdolgozat minősítésére - a bírálat alapján - az illetékes tanszék vezetője tesz javaslatot. A szakdolgozatot a záróvizsga bizottság osztályzattal értékeli.

### A szakdolgozat értékelése

A „Szakedolgozat” kurzusok gyakorlati jeggyel zárulnak, amit a témavezető állapít meg a félév alatt végzett munka alapján, és vagy a témavezető vagy a konzulens rögzít a Neptun rendszerben.

A szakdolgozatról a témavezető, illetve konzulens írásbeli értékelést ad a záróvizsga bizottság részére: ez az értékelő lap (ld. alább) kitöltését, és fél-egyoldalas szöveges vélemény megfogalmazását jelenti.

A dolgozat érdemjegyet a záróvizsga bizottság állapítja meg.

### **BSc szakdolgozat értékelő lapja**

**Hallgató neve:**.....

**Témavezető neve:**.....

**Szakedolgozat címe:**.....

1.	A szakdolgozat szerkesztése, nyelvezete, stílusa:	1-5 pont	
2.	A téma irodalmának feldolgozása:	1-5 pont	
3.	Az eredmények értékelése:	1-5 pont	
4.	A tanult ismeretek alkalmazása:	1-5 pont	

5.	A szakdolgozat megírása során végzett munka általános értékelése (hozzáállás, önállóság):	1-5 pont	
	<b>Összesített pontszám:</b>		

A szakdolgozat szöveges értékelése, esetleges kérdések (min. 1000, max. 2000 karakter szóközökkel):

#### **A szakdolgozat javasolt minősítése a pontozás alapján:**

0 - 11 pont	elégtelen	(1)
12 - 14 pont	elégséges	(2)
15 - 18 pont	közepes	(3)
19 - 22 pont	jó	(4)
23 - 25 pont	jeles	(5)

### **A záróvizsga rendje**

#### A záróvizsgára bocsátás feltételei:

- a végbizonyítvány (abszolutórium) megszerzése
- a szakdolgozat leadása
- a szakdolgozat bírálatának leadása és legalább elégséges minősítése

#### A záróvizsga részei:

- tételhúzás és felkészülés (30 perc)
- a szakdolgozat eredményeinek rövid (6 perc) bemutatása powerpoint prezentációval
- felelet a szakdolgozathoz kapcsolódó kérdésekre (6 perc)
- felelet a három záróvizsga tantárgy tételsoraiból húzott témakörök alapján (3 \* 6 perc)

### **Az oklevél minősítése**

A (BSc) alapképzésben az oklevél minősítésének megállapítása:

- a tanulmányok egészére számított (halmozott) súlyozott tanulmányi átlag;
- a szakdolgozat bírálati jegy és a védés alapján a záróvizsga bizottság által adott jegy,
- a záróvizsgán szerzett jegy számtani átlaga.

A Debreceni Egyetem Tanulmányi- és Vizsgaszabályzata alapján az oklevél minősítése:

kiváló	4,81 – 5,00
jeles	4,51 – 4,80
jó	3,51 – 4,50
közepes	2,51 – 3,50
megfelelt	2,00 – 2,50

Az oklevél kiadásának feltétele az előírt nyelvvizsga bizonyítvány bemutatása.

## Záróvizsga tételek (Vegyészmérnök BSc, nappali képzés)

### Kémiai technológia (TKBE1111, TKBE1112, TKBE1114)

1. Kémiai technológiai rendszerek. A kémiai technológia törvényei, a technológia fejlődése, kémiai technológiai rendszerek, szakaszos és folyamatos gyártás.
2. Energetika. Természetben előforduló energiaforrások, energia igények, energia átalakítási lehetőségek, energiagazdálkodás.
3. Tüzeléstechnika. Tüzeléstechnika alapfogalmai, hőmérsékletmérés lehetőségei. A kőszén feldolgozás módszerei, termékei.
4. Korrózió. Korróziós károk, a korrózió fajtái, kialakulása. Korrózióvédelem. Aktív és passzív korrózióvédelem, korróziós problémák és megoldások a tanult technológiáknál.
5. Víztechnológia. A víz előfordulása, felhasználása, tisztítása. Vízlágyítás. Vízkeménység, csapadékos és nem csapadékos vízlágyítási módszerek.
6. Kénipar. A kén felhasználása, kénforrások, Claus-eljárás, kén-dioxid gyártás.
7. Az ipari kén-trioxid gyártás problémái, megoldásai, kontakt kénsavgyártás.
8. Nitrogénipar. A nitrogénipar felépítése. Szintézisgáz gyártás, szintézisgáz tisztítás. Az ammóniaszintézis problémái, technológiai megoldásai. Ammónia égetése, salétromsav gyártás.
9. Műtrágyázás, a műtrágyák szerepe, jelentősége. Szuperfoszfátgyártás alapanyagai, szuperfoszfát gyártás, melléktermék hasznosítása.
10. Nitrogén tartalmú műtrágyák. Ammónium-nitrát és karbamid gyártás.
11. Kősó alapú technológiák. Ikertermékek felhasználása, higanykatódos és membráncellás elektrolízis.
12. Alumíniumipar. Alumínium előfordulása, Bayer-féle timföld gyártás, a timföld elektrolízise, az alumínium tisztítása.
13. Vas- és acélgyártás. Vas előfordulása, ércei, ércpótlók. A vas fajtái, a nagyolvasztó működése. Acélgyártás. Az acél fajtái, előállításuk.
14. Kőolaj és földgáz. A kőolaj és földgáz keletkezése, csoportosítása, alkotói. Földgázfeldolgozás módszerei. Abszorpciós hűtött mosóolajos feldolgozás.
15. Új motorhajtóanyagok: bioetanol és biodízel előállítása.
16. Kenőanyagok. A pakura vákuumdesztillációja, kenőanyagok típusai, előállítása, felhasználása.
17. 2. generációs monomerek. Vinil-klorid gyártás.
18. Aromás alapanyagok és előállításuk. BTX frakció és termékei.

19. Szén-monoxid alapú szintézisek.
20. Kőolaj feldolgozás. A korszerű kőolajfinomító blokk-sémája. A fontosabb termékcsoporthok.
21. Finomítói technológiák: kénmentesítés. A kénmentesítés feladata, alapanyagai, termékei. Jellemző technológiai paraméterek. Tipikus katalizátorok.
22. Finomítói technológiák: a katalitikus krakkolás feladata, alapanyagai, termékei. Jellemző technológiai paraméterek. Tipikus katalizátorok.
23. Olefingyártás. Fontosabb pirolízis alapanyagok és rangsorolásuk etilénhozam szempontjából. Az olefingyártás fő és melléktermékei. Az etilén és a propilén ipari felhasználása.
24. Poliolefinok. Polietilén (PE) és polipropilén (PP) típusok. PE típusok osztályozása sűrűség és szerkezet szerint. PP szerkezetek. PE és PP jellemzők: melt-flow index, sűrűség, molekulatömeg eloszlás, ESCR, mechanikai tulajdonságok.
25. LDPE gyártás. A technológiák és a jellemző technológiai paraméterek: autoklávus és csőreaktoros eljárások összehasonlítása. Az LDPE felhasználása.
26. HDPE gyártás. A lineáris polietilének előállítására szolgáló technológiák. Katalizátorok. Bimodális HDPE előállítása. A HDPE felhasználása.
27. A PP technológiák fejlődése: a korai és a korszerű eljárások összehasonlítása. A Spheripol technológia bemutatása. A PP felhasználása.
28. Biotechnológia: fogalma, az eljárások típusai, célok és lehetőségek a biotechnológiában. A szintetikus és fermentációs eljárások összehasonlítása. Az ipari fermentáció fázisai. A fermentációs eljárás fejlesztésének lépései. Fermentációk típusai. Kevert tartályreaktorok követelményei a biotechnológiában. Kiszolgáló és segédrendszerek. A keverés funkciói, levegőztetés, fermentációs paraméterek. Léptéknövelés.
29. Gyógyszerhatóanyagok kinyerése fermentléből: fermentlé feldolgozás célja, technológiai lépései. A gyógyszerhatóanyag jellemzői. A fermentléből történő gyógyszerhatóanyag kinyerés főbb gépei, berendezései működési elvük.
30. Szilárd gyógyszerformák ipari előállítása: szilárd gyógyszerformák fajtái. A granulátumok jellemzése, előnyei. A granulálás és tablettázás segédanyagai. A tablettázásra szánt granulátummal szembeni követelmények. A granulálás, mint művelet, fajtái. Tabletták fogalma csoportosításuk, és mint gyógyszerforma előnyei. A tabletták bevonásának célja, követelményei, módszerei. A kapszula, mint gyógyszerforma előnyei, hátrányai, fajtái. A szilárd gyógyszerformák vizsgálata.

## Fizikai Kémia

(TKBE0401, TKBE0403, TKBL0403 és TKBE0401\_L, TKBE0403\_L, TKBL0403\_L)

1. *A tökéletes és reális gázok tulajdonságai.* A tökéletes gáz és állapotegyenlete. A kompresszibilitási tényező és nyomásfüggése tökéletes és reális gázok esetén. A reális gázok van der Waals-egyenlete, a nyomás- és térfogatkorrekció molekuláris magyarázata. A kinetikus gázelmélet alapjai.
2. *A termodinamika 0. és I. főtétele.* A belső energia, hő (hőkapacitás) és munka fogalma és alkalmazásuk az I. főtétele megfogalmazásában. Az entalpia fogalma és bevezetésének indoklása. A tökéletes és reális gázok termodinamikai jellemzése a Joule- illetve a Joule–Thomson-kísérlet alapján. Gázok cseppfolyósítása.
3. *Termokémia.* Az I. főtétele alkalmazása reaktív rendszerekre. A képződés- és égéshő fogalma, alkalmazásuk a reakcióhő meghatározására és számítására. A Hess-tétel. A reakcióhő hőmérsékletfüggése: Kirchoff-tétel.
4. *A termodinamika II. főtétele.* Az önként lejátszódó folyamatok iránya. Az entrópia termodinamikai és statisztikus definíciója. A hőerőgépek és hűtőgépek működésének termodinamikai alapjai.
5. *A termodinamika III. főtétele.* Az abszolút zérus fok fogalma és elérhetetlensége. Az entrópia abszolút és standard értéke. Az entrópia hőmérsékletfüggése. A standard reakcióentrópia fogalma és számítása.
6. *Termodinamikai potenciálfüggvények.* A Helmholtz-féle szabadenergia (maximális munka) és a Gibbs-féle szabadentalpia (maximális hasznos munka) fogalma és alkalmazásuk a spontán folyamatok irányának megítélésében. A standard reakció-szabadentalpia fogalma és számítása.
7. *A kémiai potenciál.* A kémiai potenciál számítása egy- és kétkomponensű gáz- és folyadék-elegyekben, valamint ideális és reális oldatokban. A Raoult- és Henry-törvény. Az aktivitás fogalma és a termodinamikai standard állapot.
8. *Egykomponensű rendszerek termodinamikája.* A fázisstabilitás és a fázisátmenetek jellemzése. A Clapeyron- és Clausius–Clapeyron-egyenletek. A szén-dioxid és a víz fázisdiagramjának elemzése.
9. *Kétkomponensű rendszerek termodinamikája.* Ideális és reális elegyek valamint nagyhígítású oldatok termodinamikája. A kolligatív sajátságok (fagyáspontcsökkenés, forráspontemelkedés és ozmózis) termodinamikai értelmezése és gyakorlati alkalmazása.
10. *Illékony folyadékok elegyei.* Gőznyomás–összetétel, forráspont–összetétel és gőz–folyadék egyensúlyi összetétel diagramok ideális és reális elegyekre. Desztilláció; azeotrop elegyek. Megoszlási egyensúly. Vízgőzdesztilláció.
11. *Többfázisú, többkomponensű rendszerek termodinamikája.* Komponens, fázis, szabadsági fok fogalma. A Gibbs-féle fázistörvény megfogalmazása. Korlátozottan elegyedő folyadékok fázisdiagramja. Eutektikumot képező rendszerek fázisdiagramja.
12. *Az egyensúly termodinamikai jellemzése kémiai rendszerekben.* A reakció-szabadentalpia fogalma és alkalmazása az egyensúly jellemzésére. A termodinamikai egyensúlyi állandó definíciója és kapcsolata a standard reakció-szabadentalpiával. Az egyensúlyi állandó

meghatározása termodinamikai adatokból.

13. *A kémiai termodinamika alkalmazása sav-bázis egyensúlyokra.* A Brønsted-elmélet alapjai. A savi disszociációs állandó és a protonálódási állandó fogalma és alkalmazása savak illetve bázisok erősségének jellemzésére. A víz ionszorzata és a pH fogalma. Sav-bázis titrálási görbék. Pufferek és alkalmazásaik.

14. *Az egyensúly dinamikus jellege és a legkisebb kényszer elve.* A Le Chatelier-elv alkalmazása a nyomás-, hőmérséklet- és mólszámváltoztatás egyensúlyra gyakorolt hatásának kvalitatív értelmezésére. Az egyensúlyi állandó hőmérsékletfüggése: a van't Hoff-egyenlet. Gyakorlati alkalmazás.

15. *Egyensúlyok elektrolitokban.* Ionok képződésének termodinamikai függvényei. A standard állapot. Az aktivitás definíciója elektrolitokban. A közepes aktivitási együttható fogalma. Az ionerősség fogalma. A Debey-Hückel-határtörvény. Sók oldékonysági egyensúlya és az ionerősség hatása az oldhatóságra.

16. *Egyensúlyi elektrokémia.* Az elektród és elektródreakció fogalma. Az elektródok fontosabb típusai: gázelektrodok, első- és másodfajú elektródok, redoxi elektródok. A Nernst-egyenlet. A standard elektródpotenciál. Az üvegelektrod működési elve.

17. *Galvánelemek termodinamikája.* A galvánelemek típusai, a bennük lejátszódó folyamatok kémiája. A cellareakció és termodinamikája. Kapcsolat a cellapotenciál és a reakciószabaddentalpia között. A cellareakció termodinamikai függvényeinek meghatározása elektrokémiai mérésekből.

18. *Gyakorlati elektrokémia.* Az elektrolízis törvényei és ipari jelentősége. A gyakorlatban alkalmazott galvánelemek típusai és működésük kémiai alapjai. Az ólomakkumulátor kémiája. A korrózió fogalma és elektrokémiai leírása.

19. *Transzportfolyamatok: diffúzió, hővezetés és viszkozitás.* A fluxus fogalma. Fick I. törvénye, a diffúziós együttható. Fick II. törvénye, a kémiai erő fogalma. A diffúziós együttható kiszámítása: az Einstein-összefüggés, a Nernst-Einstein-egyenlet, és a Stokes-Einstein-egyenlet. A hővezetés, hővezetési együttható. A viszkozitás modellje. A gázok viszkozitása.

20. *Elektrolitoldatok vezetése és az ionok vándorlása.* Fajlagos vezetés, moláris fajlagos vezetés és változásuk a koncentrációval gyenge és erős elektrolitok esetén. Kohlrausch-törvény: az ionok független vándorlása. Ionok mozgása elektromos erőterben: vándorlási sebesség, mozgékonyosság és kapcsolata a vezetéssel. Az átviteli szám fogalma és meghatározása.

21. *A kémiai reakciók sebessége, formálkinetika.* A reakciósebesség definíciója. A sebességi egyenlet kísérleti meghatározása: pszeudo-zérusrend és kezdeti sebességek módszere. Első- és másodrendű reakciók sebességi egyenletei, és ezek integrált alakja. A felezési idő fogalma és diagnosztikus értéke.

22. *Összetett reakciók kinetikája.* Az elemi reakció fogalma, molekularitása és sebessége. Sorozatos és párhuzamos reakciók kinetikája, a sebességmeghatározó lépés fogalma. Egyensúlyra vezető reakciók kinetikai leírása.

23. *Összetett reakciók mechanizmusa.* A mechanizmus fogalma. A mechanizmusok redukciója: a kvázistacionárius (steady-state) közelítés és az előegyensúly. Az unimolekuláris

reakciók Lindemann-Hinshelwood-féle mechanizmusa.

24. *Enzimreakciók kinetikája.* Az enzimreakciók Michaelis–Menten mechanizmusa. A Michaelis–állandó fogalma és meghatározása. Az enzimreakciók maximális sebessége és a maximális katalitikus ciklusszám kapcsolata.

25. *Láncreakciók.* A láncreakció fogalma és legjellemzőbb lépései: láncindítás, láncterjedés, késleltetés, lánclágazás, lánctörés. A HBr képződése. Termikus robbanások és lánicrobbanások.

26. *Fotokémiai reakciók, katalízis és autokatalízis.* A fotokémia alaptörvényei. Kvantumhasznosítási tényező. A katalízis fogalma, redoxi-, sav- és báziskatalízis. Az autokatalízis fogalma és jellemzői. Periodikus reakciók, egy jellemző modell.

27. *A reakciósebesség hőmérsékletfüggése.* A reakciósebesség hőmérsékletfüggésének leírása az Arrhenius-egyenlettel. Az ütközési elmélet alapjai: a hatásos ütközés, az aktiválási energia és a preexponenciális tényező fogalma. Az aktivált komplex elmélet alapjai. Az Eyring-egyenlet és alkalmazása az aktiválási szabadentalpia, entrópia és entalpia meghatározására.

28. *Kémiai reakciók oldatokban.* Oldatreakciók mechanizmusa. Energiagátolt és diffúziógátolt reakciók. A diffúziógátolt reakciók sebességi állandója.

29. *Gázok megkötődése szilárd felületen.* Fiziszorpció és kemiszorpció. A Langmuir-izoterma. Az adszorpció sebessége és aktiválási energiája. A deszorpció sebessége és aktiválási energiája.

30. *Kémiai reakciók szilárd felületeken.* A felületek katalitikus aktivitása. A heterogén katalízis Eley–Rideal- és Langmuir–Hinshelwood-mechanizmusa. Néhány gyakorlati példa: hidrogénezés, oxidáció, krakkolás és reformálás.

## Vegyipari művelettan

**(TKBG0614, TKBG0615, TKBG0616 és TKBG0614\_L, TKBG0615\_L, TKBG0616\_L)**

1. *A vegyészmérnöki tudomány kialakulása.* A kémiai technológia és a vegyipari művelettan kapcsolata. A vegyipari művelettan tárgya. A technológiai folyamatábrák, és a műveleti egység fogalma. A munka eszköze, a munka tárgya, és az emberi tevékenység minőségi és mennyiségi tényezői.
2. *Műveleti egységben előforduló mennyiségek mérése.* Mértékegység, dimenziók, dimenzióanalízis. Carnap kritériumok. A mérés fogalma. A vegyészmérnöki tudomány alapmértékegységei. Származtatott mértékegységek. Mértékegység rendszerek. Átszámítás a különböző mértékegység rendszerek között. A legfontosabb származtatott mértékegységek: erő-, munka-, teljesítmény-, nyomás, stb. mértékegységei SI és nem SI mértékegység rendszerekben. A dimenzió fogalma. A rendszer tulajdonságainak leírása dimenziómentes csoportok segítségével.
3. *A vegyészmérnöki tudomány termodinamikai alapjai.* Rendszer és a rendszer állapota, állapotfüggvények. Az anyag-, az energia- és az impulzus megmaradásának törvénye. Termodinamika első és második főtétele. Extenzív és intenzív mennyiségek. A vegyipari művelettanban előforduló extenzív mennyiségek.

4. *A vegyipari termelés alapvető jellemzése, műveleti egységek kapcsolatai.* Egyensúlyi összefüggések. Egyensúly fogalma és feltételei. Az egyensúly megadása termodinamikai potenciálfüggvényekkel, például a Gibbs féle szabad entalpia függvényvel. A termikus-, mechanikai- és a fázisegyensúly feltételei. Rault-, Dalton-, Rault-Dalton-, Nernst-, Henry- és Henry-Dalton törvények.
5. *Transzportfolyamatok.* Tömeg-, anyag-, hő- és impulzus áram. Az áramsűrűség fogalma. Az áram hajtóereje. A sűrűség általánosítása, és a potenciál fogalma. Konvektív-, vezetési- és az átadási áram.
6. *Megmaradási tételek zárt és áramló rendszerekben.* A megmaradási tétel, áramló, forrásmentes stacionárius esetben. A klasszikus kontinuitási tétel Euler és Damköhler megfogalmazása szerint. A forrás fogalma. Benedek-László transzportegyenlet. Az integrális mérlegegyenlet.
7. *A műveleti egységet alkotó készülékek csoportosítása.* Csoportosítás a fázisok áramlása és benntartózkodása alapján. Szakaszos és folyamatos üzemű készülékek jellemzése. A folyamatos működésű készülékek jellemzése a tartózkodás időeloszlás függvények alapján. A vegyipari műveletek csoportosítása a Benedek-László transzportegyenlet alapján. A műveleti egységek szabadsági foka.
8. *Modellezés a vegyiparban.* A modellek osztályozása. Matematikai modellek. A vegyész-mérnöki tudomány matematikai modelljei. A poszteriori és a priori modellek. A vegyipari műveleti egységek mérlegegyenletes matematikai modelljei. Egyszerű és kombinált modellel. Folytonos és kaszkád modellek.
9. *Hasonlóságelmélet és dimenzióanalízis.* Fizikai modellezés, hasonlóság, dimenziómentes számok. Modell és prototípus. Formai és viselkedésszerű hasonlóság. Szimplexek, komplexek és határfok jellegű mennyiségek. A dimenziómentes számok egységes értelmezése. Matematikai modell meghatározása dimenzióanalízissel.
10. *Fluidumok és a fluidumok áramlása.* Fluidumok tulajdonságai az összenyomhatóság szempontjából és a nyírófeszültséggel szembeni ellenállás alapján. Viszkozitás és konzisztencia. Newtoni és nem newtoni fluidumok. Stacionárius áramlás jellemzői, az átlagsebesség. Fluidum áramlás alapvető típusai, Reynolds kísérlet. Lamináris- és turbulensáramlás jellemzői. Az áramló fluidum energia megmaradásának törvénye, Bernouilli egyenlet.
11. *A fluidumok áramlása csőben, a szivattyú teljesítményének a meghatározása.* Reális fluidumok áramlása, a módosított Bernoulli egyenlet. Lamináris áramlás alapegyenlete. Csősúrlódási tényező és ellenállási koefficiens. Az energiavesztés meghatározása dimenzióanalízissel. Csövek és csőszerelvények. A fluidum szállításának energiaszükséglete.
12. *Ülepítés. Részecskék mozgása fluidumban. Körüláramlott test.* Közegellenállási tényező, közegellenállási erő és az ülepedési határsebesség. Az ülepedési határsebesség lamináris esetben. Ülepedési Reynolds szám. A közegellenállási tényező az ülepedési Re-szám függvényében. Az ülepedő részecske átmérőjének számítása. Ülepedés centrifugális erőterben. Ülepítő berendezések, Door ülepítők, porleválasztók, ciklonok és hidrociklonok.
13. *Keverés.* A keverés célja. Az ipar probléma megfogalmazása. Gázok keverése. Folyadékok keverése. A keverés, mint körüláramlott test problémája. A közegellenállási erő és a keverő teljesítményigénye. A keverési Euler szám. A teljesítmény szükségletének meghatározása dimenzióanalízissel. Keverők típusai.

14. *Fluidizáció.* Áramlás szilárd szemcsés rétegen. Ipari alkalmazások. A töltött oszlop jellemzői: fajlagos hézag térfogat, fajlagos felület, hidraulikus átmérő. Re-szám értelmezése a töltött oszlopon. A töltött oszlopon fellépő nyomásesés. A súrlódási tényező. Az Ergun egyenlet. Fluidizáció. A fluidizáció ipari alkalmazása. Áramlási sebesség hatása a töltött rétegre. A fluidizáció egyenlete. A minimális fluidizációs sebesség.
15. *Szűrés.* A szűrés elve. A szűrés, mint az áramlás szilárd szemcsés rétegen művelet speciális esete. A szűrés sebességi egyenlete. A szűrési állandók és meghatározásai. A szűrési idő kiszámítása. Szűrőberendezések. Szűrés centrifugális erőterben. Szűrőcentrifugák.
16. *Hőátadás és a hő átszármaztatása.* A hőtranszport legfontosabb esetei: konvektív-, vezetési- és átadási hőáram. A hőátadási tényező meghatározása dimenzióanalízissel. Stacionárius hő átszármaztatás állandó hőfokkülönbség mellett, sík és hengeres falon. Kevert-kevert típusú modellel leírható hőcsere.
17. *Hő átszármaztatás változó hőfokkülönbség mellett.* Hő átszármaztatás időben változó hőfokkülönbség mellett, melegítés, hűtés. Az átlagos hőmérsékletkülönbség. Hő átszármaztatás térben változó hőmérsékletkülönbség mellett. Vegyes hidrodinamikai modellű hőcsere. Egye-, ellen- és keresztáramú hőcsere.
18. *Hőcserélők.* Felületi hőcserélők. Csöves-, csőköteges – és lemezes hőcserélők. Duplikátorok és autoklávok. Keverő hőcserélők méretezése. Hűtőtornyok, kondenzátorok és egyéb közvetlen hőcserélők.
19. *Hűtés.* Hűtőközvetítő közegek. A hűtőgépek termodinamikai körfolyamatai. Abszorpciós és kompresszoros hűtőgépek működése és szerkezetük. Az abszorpciós és kompresszoros hűtőgépek energiamérlege.
20. *Komponensátadással járó műveletek.* Az egyensúlyi összefüggés és a munkavonal fogalma. Komponensátadás kolonna típusú berendezésben, az átviteli egység és az átviteli egységmagasság fogalma. Komponensátadás üstszerű berendezésben, az egyensúlyi egység (tányér) és az egyensúlyi egységmagasság fogalma.
21. *Desztilláció.* A gőz-folyadék rendszer egyensúlya. Relatív illékonyság. Egyszerű folyamatos desztilláció. Egyszerű szakaszos differenciális desztilláció. Többfokozatú desztilláció. Ellenáramú desztilláció. A rektifikálás elve.
22. *Rektifikáció.* A rektifikáló berendezés részei. Folyamatos tányéros rektifikáció. A rektifikáló torony fő méretei. A szükséges tányérszám meghatározása. A dúsító- és a szegényítő szakasz munkavonalainak az egyenlete. A betáplálás vonal egyenlete. A reflux arány és az elméleti tányérszám kapcsolata. A minimális- és az optimális reflux arány meghatározása. A szükséges tányérszám. A torony magasságának és átmérőjének kiszámítása. Szakaszos rektifikálás.
23. *Abszorpció és adszorpció.* Az abszorpció kivitelezése. Töltött tornyos abszorber. Munkavonal és az egyensúlyi görbe. A munkavonal tipikus esetei. Az abszorpciós torony magasságának meghatározása. Abszorpció tányéros berendezésben. A tányéros abszorber és a rektifikálás összehasonlítása. Adszorpció. Adszorpciós berendezések. Az adszorbensek regenerálása.
24. *Extrahció.* Folyadék-folyadék extrahció. Az alkalmazás indokai. Az extraháló szerrel szemben támasztott követelmények. A folyadék-folyadék extrahció egyensúlyi viszonyai. Egyfokozatú extrahció. Többfokozatú keresztáramú extrahció.

Többfokozatú ellenáramú extrakció. Szilárd-folyadék extrakció. Szuperkritikus extrakció. Extrakció készülékei.

25. *Bepárlás és kristályosítás.* A bepárlási művelet. A bepárlás célja. A bepárlókészülékek elvi felépítése. A bepárlókészülékek mérlegegyenletei. Forráspont emelkedés okai. A bepárlókészülék gazdaságossági mutatója. Bepárlókészülékek. Többtestes bepárlók. Kristályosítás. A kristályosítás célja. Oldatból és olvadékból történő kristályosítás. Kristályosítás készülékei..
26. *Szárítás.* Szárítás célja. A szárítás folyamata. A szárítóberendezések csoportosítása. Szakaszos üzemű konvekciós szárító berendezés. Fluidizációs szárító. Porlasztva szárító berendezések. Porlasztó és fluidizációs összetett szárítók. Szublimációs szárítás. Fagyasztva szárítás (Liofilizálás). A liofilizálás ipari megvalósítása.
27. *Mechanikai műveletek.* Szilárd anyagok aprítása. Durva, közepes, finom és szuperfinom aprítás. Törő- és aprító berendezések. Malmok. Szilárd anyagok osztályozása és fajtázása. Szilárd anyagok keverése. Homogenizáló berendezések.
28. *Vegyipari reaktorok.* Az ipari probléma felvetése. Választható kritériumok. A reakció megismerésének fokozatai. A műszaki reakció kinetika alapjai, A reakció sebességi egyenlete. A reakció sebesség általános megfogalmazása. A reakció sebesség koncentráció- és hőmérséklet függése. Arrhenius típusú reakciók. A reaktorok csoportosítása.
29. *Áramlástan reaktor típusok.* Szakaszos reaktorok. Szakaszos reaktorok matematikai modelljei elsőrendű és másodrendű reakciók esetén. Folyamatos reaktorok. Ideális csőreaktor. Az ideális csőreaktor és a szakaszos reaktor összehasonlítása. Tökéletesen kevert üst reaktor. Kaszkád reaktor. A tökéletesen kevert üst- és a kaszkádreaktor teljesítményének összehasonlítása.
30. *Hőtani reaktor típusok.* A reaktorok osztályozása hőtani szempontból. Izoterm-, adiabatikus és politróp reaktorok. Adiabatikus reaktorok. Adiabatikus szakaszos és adiabatikus folyamatos ideális csőreaktor. Adiabatikus folyamatos tökéletesen kevert üst reaktor.

## Záróvizsga tételek (Vegyészmérnök BSc, levelező képzés)

### Kémiai technológia

(TKBE1111\_L, TKBE1112\_L, TKBE1113\_L)

1. Kémiai technológiai rendszerek. A kémiai technológia törvényei, a technológia fejlődése, kémiai technológiai rendszerek, szakaszos és folyamatos gyártás.
2. Energetika. Természetben előforduló energiaforrások, energia igények, energia átalakítási lehetőségek, energiagazdálkodás
3. Tüzeléstechnika. Tüzeléstechnika alapfogalmai, hőmérsékletmérés lehetőségei.
4. Korrózió. Korróziós károk, a korrózió fajtái, kialakulása.
5. Korrózióvédelem. Aktív és passzív korrózióvédelem, korróziós problémák és megoldások a tanult technológiáknál.
6. Víztechnológia. A víz előfordulása, felhasználása, tisztítása
7. Vízlágyítás. Vízkeménység, csapadékos és nem csapadékos vízlágyítási módszerek.
8. Kénipar I. A kén felhasználása, kénforrások, Claus-eljárás, kén-dioxid gyártás
9. Kénipar II. Az ipari kén-trioxid gyártás problémái, megoldásai, kontakt kénsavgyártás.
10. Műtrágyázás, műtrágyagyártás. Műtrágyák szerepe, jelentősége. Szuperfoszfátgyártás alapanyagai, szuperfoszfát gyártás, melléktermék hasznosítása.
11. Nitrogénipar I. A nitrogénipar felépítése. Szintézisgáz gyártás, szintézisgáz tisztítás.
12. Nitrogénipar II. Az ammóniaszintézis problémái, technológiai megoldásai.
13. Nitrogénipar III. Ammónia égetése, salétromsav gyártás
14. Nitrogén tartalmú műtrágyák. Ammónium-nitrát és karbamid gyártás.
15. Kősó alapú technológiák. Ikertermékek felhasználása, higanykatódos és membráncellás elektrolízis.
16. Alumíniumipar. Alumínium előfordulása, Bayer-féle timföld gyártás, a timföld elektrolízise, az alumínium tisztítása.
17. Vas- és acélgyártás. Vas előfordulása, ércei, ércpótlók. A vas fajtái, a nagyolvasztó működése.
18. Acélgyártás. Az acél fajtái, előállítás.
19. Kőszén. A kőszének csoportosítása, keletkezése, feldolgozása, alkotói. Szénfeldolgozás módszerei, termékei.
20. Kőolaj és földgáz. A kőolaj és földgáz keletkezése, csoportosítása, alkotói.

21. Földgázfeldolgozás módszerei. Földgázfeldolgozás módszerei. Abszorpciós hűtött mosóolajos feldolgozás.
22. Motorhajtóanyagok I. A kőolaj atmoszférikus desztillációja, termékei. Jó minőségű benzin és gázolaj tulajdonságai, oktánszám cetánszám.
23. Motorhajtóanyagok II. Motorhajtó anyagok mennyiségének növelése és minőségi javítása.
24. Motorhajtóanyagok III. MTBE gyártás, biodízel előállítása
25. Kenőanyagok. A pakura vákuumdesztillációja, kenőanyagok típusai, előállítása, felhasználása.
26. Benzinpirolízis I. A szénhidrogének bontásának termodinamikai és technológiai alapjai.
27. Benzinpirolízis II. A pirolizáló kemence felépítése, pirolízis, gázzétválasztás, etilén- és propilénygyártás.
28. 2. generációs monomerek. Vinil-klorid gyártás.
29. Aromás alapanyagok és előállításuk. BTX frakció és termékei.
30. Szén-monoxid alapú szintézisek.

### **Fizikai Kémia**

**(TKBE0401, TKBE0403, TKBL0403 és TKBE0401\_L, TKBE0403\_L, TKBL0403\_L)**

1. *A tökéletes és reális gázok tulajdonságai.* A tökéletes gáz és állapotegyenlete. A kompresszibilitási tényező és nyomásfüggése tökéletes és reális gázok esetén. A reális gázok van der Waals-egyenlete, a nyomás- és térfogatkorrekciónak molekuláris magyarázata. A kinetikus gázelmélet alapjai.
2. *A termodinamika 0. és I. főtétele.* A belső energia, hő (hőkapacitás) és munka fogalma és alkalmazásuk az I. főtétele megfogalmazásában. Az entalpia fogalma és bevezetésének indoklása. A tökéletes és reális gázok termodinamikai jellemzése a Joule- illetve a Joule–Thomson-kísérlet alapján. Gázok cseppfolyósítása.
3. *Termokémia.* Az I. főtétele alkalmazása reaktív rendszerekre. A képződés- és égéshő fogalma, alkalmazásuk a reakcióhő meghatározására és számítására. A Hess-tétel. A reakcióhő hőmérsékletfüggése: Kirchoff-tétel.
4. *A termodinamika II. főtétele.* Az önként lejátszódó folyamatok iránya. Az entrópia termodinamikai és statisztikus definíciója. A hőerőgépek és hűtőgépek működésének termodinamikai alapjai.
5. *A termodinamika III. főtétele.* Az abszolút zérus fok fogalma és elérhetetlensége. Az entrópia abszolút és standard értéke. Az entrópia hőmérsékletfüggése. A standard reakcióentrópia fogalma és számítása.
6. *Termodinamikai potenciálfüggvények.* A Helmholtz-féle szabadenergia (maximális munka) és a Gibbs-féle szabadentalpia (maximális hasznos munka) fogalma és alkalmazásuk a spontán folyamatok irányának megítélésében. A standard reakció-szabadentalpia fogalma és számítása.

7. *A kémiai potenciál.* A kémiai potenciál számítása egy- és kétkomponensű gáz- és folyadék-elegekben, valamint ideális és reális oldatokban. A Raoult- és Henry-törvény. Az aktivitás fogalma és a termodinamikai standard állapot.
8. *Egykomponensű rendszerek termodinamikája.* A fázisstabilitás és a fázisátmenetek jellemzése. A Clapeyron- és Clausius–Clapeyron-egyenletek. A szén-dioxid és a víz fázisdiagramjának elemzése.
9. *Kétkomponensű rendszerek termodinamikája.* Ideális és reális elegyek valamint nagyhígítású oldatok termodinamikája. A kolligatív sajátságok (fagyáspontcsökkenés, forráspontemelkedés és ozmózis) termodinamikai értelmezése és gyakorlati alkalmazása.
10. *Illékony folyadékok elegyei.* Gőznyomás–összetétel, forráspont–összetétel és gőz–folyadék egyensúlyi összetétel diagramok ideális és reális elegyekre. Desztilláció; azeotrop elegyek. Megoszlási egyensúly. Vízgőzdesztilláció.
11. *Többfázisú, többkomponensű rendszerek termodinamikája.* Komponens, fázis, szabadsági fok fogalma. A Gibbs-féle fázistörvény megfogalmazása. Korlátozottan elegyedő folyadékok fázisdiagramja. Eutektikumot képező rendszerek fázisdiagramja.
12. *Az egyensúly termodinamikai jellemzése kémiai rendszerekben.* A reakció-szabadentalpia fogalma és alkalmazása az egyensúly jellemzésére. A termodinamikai egyensúlyi állandó definíciója és kapcsolata a standard reakció-szabadentalpiával. Az egyensúlyi állandó meghatározása termodinamikai adatokból.
13. *A kémiai termodinamika alkalmazása sav-bázis egyensúlyokra.* A Brønsted-elmélet alapjai. A savi disszociációs állandó és a protonálódási állandó fogalma és alkalmazása savak illetve bázisok erősségének jellemzésére. A víz ionszorzata és a pH fogalma. Sav-bázis titrálási görbék. Pufferek és alkalmazásaik.
14. *Az egyensúly dinamikus jellege és a legkisebb kényszer elve.* A Le Chatalier-elv alkalmazása a nyomás-, hőmérséklet- és mólszámváltoztatás egyensúlyra gyakorolt hatásának kvalitatív értelmezésére. Az egyensúlyi állandó hőmérsékletfüggése: a van't Hoff-egyenlet. Gyakorlati alkalmazás.
15. *Egyensúlyok elektrolitokban.* Ionok képződésének termodinamikai függvényei. A standard állapot. Az aktivitás definíciója elektrolitokban. A közepes aktivitási együttható fogalma. Az ionerősség fogalma. A Debey–Hückel-határtörvény. Sók oldékonysági egyensúlya és az ionerősség hatása az oldhatóságra.
16. *Egyensúlyi elektrokémia.* Az elektród és elektródreakció fogalma. Az elektródok fontosabb típusai: gázelektrodok, első- és másodfajú elektródok, redoxi elektródok. A Nernst-egyenlet. A standard elektródpotenciál. Az üvegelektrod működési elve.
17. *Galvánelemek termodinamikája.* A galvánelemek típusai, a bennük lejátszódó folyamatok kémiája. A cellareakció és termodinamikája. Kapcsolat a cellapotenciál és a reakciószabadentalpia között. A cellareakció termodinamikai függvényeinek meghatározása elektrokémiai mérésekből.
18. *Gyakorlati elektrokémia.* Az elektrolízis törvényei és ipari jelentősége. A gyakorlatban alkalmazott galvánelemek típusai és működésük kémiai alapjai. Az ólomakkumulátor kémiája. A korrózió fogalma és elektrokémiai leírása.
19. *Transzportfolyamatok: diffúzió, hővezetés és viszkozitás.* A fluxus fogalma. Fick I. törvénye, a diffúziós együttható. Fick II. törvénye, a kémiai erő fogalma. A diffúziós együttható kiszámítása: az Einstein-összefüggés, a Nernst-Einstein-egyenlet, és a Stokes-Einstein-egyenlet. A hővezetés, hővezetési együttható. A viszkozitás modellje. A gázok

viszkozitása.

20. *Elektrolitoldatok vezetése és az ionok vándorlása.* Fajlagos vezetés, moláris fajlagos vezetés és változásuk a koncentrációval gyenge és erős elektrolitok esetén. Kohlrausch-törvény: az ionok független vándorlása. Ionok mozgása elektromos erőterben: vándorlási sebesség, mozgékonyág és kapcsolata a vezetéssel. Az átviteli szám fogalma és meghatározása.
21. *A kémiai reakciók sebessége, formálkinetika.* A reakciósebesség definíciója. A sebességi egyenlet kísérleti meghatározása: pszeudo-zérusrend és kezdeti sebességek módszere. Első- és másodrendű reakciók sebességi egyenletei, és ezek integrált alakja. A felezési idő fogalma és diagnosztikus értéke.
22. *Összetett reakciók kinetikája.* Az elemi reakció fogalma, molekularitása és sebessége. Sorozatos és párhuzamos reakciók kinetikája, a sebességhatározó lépés fogalma. Egyensúlyra vezető reakciók kinetikai leírása.
23. *Összetett reakciók mechanizmusa.* A mechanizmus fogalma. A mechanizmusok redukciója: a kvázistacionárius (steady-state) közelítés és az előegyensúly. Az unimolekuláris reakciók Lindemann-Hinshelwood-féle mechanizmusa.
24. *Enzimreakciók kinetikája.* Az enzimreakciók Michaelis–Menten mechanizmusa. A Michaelis–állandó fogalma és meghatározása. Az enzimreakciók maximális sebessége és a maximális katalitikus ciklusszám kapcsolata.
25. *Láncreakciók.* A láncreakció fogalma és legjellemzőbb lépései: láncindítás, láncterjedés, késleltetés, láncelágazás, lánctörés. A HBr képződése. Termikus robbanások és lánicrobbanások.
26. *Fotokémiai reakciók, katalízis és autokatalízis.* A fotokémia alaptörvényei. Kvantumhasznosítási tényező. A katalízis fogalma, redoxi-, sav- és báziskatalízis. Az autokatalízis fogalma és jellemzői. Periodikus reakciók, egy jellemző modell.
27. *A reakciósebesség hőmérsékletfüggése.* A reakciósebesség hőmérsékletfüggésének leírása az Arrhenius-egyenlettel. Az ütközési elmélet alapjai: a hatásos ütközés, az aktiválási energia és a preexponenciális tényező fogalma. Az aktivált komplex elmélet alapjai. Az Eyring-egyenlet és alkalmazása az aktiválási szabadentalpia, entrópia és entalpia meghatározására.
28. *Kémiai reakciók oldatokban.* Oldatreakciók mechanizmusa. Energiagátolt és diffúziógátolt reakciók. A diffúziógátolt reakciók sebességi állandója.
29. *Gázok megkötődése szilárd felületen.* Fiziszorpció és kemiszorpció. A Langmuir-izoterma. Az adszorpció sebessége és aktiválási energiája. A deszorpció sebessége és aktiválási energiája.
30. *Kémiai reakciók szilárd felületeken.* A felületek katalitikus aktivitása. A heterogén katalízis Eley–Rideal- és Langmuir–Hinshelwood-mechanizmusa. Néhány gyakorlati példa: hidrogénezés, oxidáció, krakkolás és reformálás.

## Vegyipari műveletek

(TKBG0614, TKBG0615, TKBG0617 és TKBG0614\_L, TKBG0615\_L, TKBG0617\_L)

1. *A vegyészmérnöki tudomány kialakulása.* A kémiai technológia és a vegyipari művelettan kapcsolata. A vegyipari művelettan tárgya. A technológiai folyamatábrák, és a műveleti egység fogalma. A munka eszköze, a munka tárgya, és az emberi tevékenység minőségi és mennyiségi tényezői.
2. *Műveleti egységben előforduló mennyiségek mérése.* Mértékegység, dimenziók, dimenzióanalízis. Carnap kritériumok. A mérés fogalma. A vegyészmérnöki tudomány alpmértékegységei. Származtatott mértékegységek. Mértékegység rendszerek. Átszámítás a különböző mértékegység rendszerek között. A legfontosabb származtatott mértékegységek: erő-, munka-, teljesítmény-, nyomás, stb. mértékegységei SI és nem SI mértékegység rendszerekben. A dimenzió fogalma. A rendszer tulajdonságainak leírása dimenziómentes csoportok segítségével.
3. *A vegyészmérnöki tudomány termodinamikai alapjai.* Rendszer és a rendszer állapota, állapotfüggvények. Az anyag-, az energia- és az impulzus megmaradásának törvénye. Termodinamika első és második főtétele. Extenzív és intenzív mennyiségek. A vegyipari művelettanban előforduló extenzív mennyiségek.
4. *A vegyipari termelés alapvető jellemzése, műveleti egységek kapcsolatai.* Egyensúlyi összefüggések. Egyensúly fogalma és feltételei. Az egyensúly megadása termodinamikai potenciálfüggvényekkel, például a Gibbs féle szabad entalpia függvényvel. A termikus-, mechanikai- és a fázisegyensúly feltételei. Rault-, Dalton-, Rault-Dalton-, Nernst-, Henry- és Henry-Dalton törvények.
5. *Transzportfolyamatok.* Tömeg-, anyag-, hő- és impulzus áram. Az áramsűrűség fogalma. Az áram hajtóereje. A sűrűség általánosítása, és a potenciál fogalma. Konvektív-, vezetési- és az átadási áram.
6. *Megmaradási tételek zárt és áramló rendszerekben.* A megmaradási tétel, áramló, forrásmentes stacionárius esetben. A klasszikus kontinuitási tétel Euler és Damköhler megfogalmazása szerint. A forrás fogalma. Benedek-László transzportegyenlet. Az integrális mérlegegyenlet.
7. *A műveleti egységet alkotó készülékek csoportosítása.* Csoportosítás a fázisok áramlása és benttartózkodása alapján. Szakaszos és folyamatos üzemű készülékek jellemzése. A folyamatos működésű készülékek jellemzése a tartózkodás időeloszlás függvények alapján. A vegyipari műveletek csoportosítása a Benedek-László transzportegyenlet alapján. A műveleti egységek szabadsági foka.
8. *Modellezés a vegyiparban.* A modellek osztályozása. Matematikai modellek. A vegyészmérnöki tudomány matematikai modelljei. A poszteriori és a priori modellek. A vegyipari műveleti egységek mérlegegyenletes matematikai modelljei. Egyszerű és kombinált modellel. Folytonos és kaszkád modellek.
9. *Hasonlóságelmélet és dimenzióanalízis.* Fizikai modellezés, hasonlóság, dimenziómentes számok. Modell és prototípus. Formai és viselkedésbeli hasonlóság. Szimplexek, komplexek és hatások jellegű mennyiségek. A dimenziómentes számok egységes értelmezése. Matematikai modell meghatározása dimenzióanalízissel.
10. *Fluidumok és a fluidumok áramlása.* Fluidumok tulajdonságai az összenyomhatóság szempontjából és a nyírófeszítéssel szembeni ellenállás alapján. Viszkózitás és konzisztencia. Newtoni és nem newtoni fluidumok. Stacionárius áramlás jellemzői, az

átlagsebesség. Fluidum áramlás alapvető típusai, Reynolds kísérlet. Lamináris- és turbulensáramlás jellemzői. Az áramló fluidum energia megmaradásának törvénye, Bernouilli egyenlet.

11. *A fluidumok áramlása csőben, a szivattyú teljesítményének a meghatározása.* Reális fluidumok áramlása, a módosított Bernouilli egyenlet. Lamináris áramlás alapegyenlete. Csősúrlódási tényező és ellenállási koefficiens. Az energiaveszteség meghatározása dimenzióanalízissel. Csövek és csőszerelvények. A fluidum szállításának energiaszükséglete.
12. *Ülepítés. Részecskék mozgása fluidumban. Körüláramlott test.* Közegellenállási tényező, közegellenállási erő és az ülepedési határsebesség. Az ülepedési határsebesség lamináris esetben. Ülepedési Reynolds szám. A közegellenállási tényező az ülepedési Re-szám függvényében. Az ülepedő részecske átmérőjének számítása. Ülepedés centrifugális erőterben. Ülepítő berendezések, Door ülepítők, porleválasztók, ciklonok és hidrociklonok.
13. *Keverés.* A keverés célja. Az ipar probléma megfogalmazása. Gázok keverése. Folyadékok keverése. A keverés, mint körüláramlott test problémája. A közegellenállási erő és a keverő teljesítményigénye. A keverési Euler szám. A teljesítmény szükségletének meghatározása dimenzióanalízissel. Keverők típusai.
14. *Fluidizáció.* Áramlás szilárd szemcsés rétegen. Ipari alkalmazások. A töltött oszlop jellemzői: fajlagos hézag térfogat, fajlagos felület, hidraulikus átmérő. Re-szám értelmezése a töltött oszlopon. A töltött oszlopon fellépő nyomásesés. A súrlódási tényező. Az Ergun egyenlet. Fluidizáció. A fluidizáció ipari alkalmazása. Áramlási sebesség hatása a töltött rétegre. A fluidizáció egyenlete. A minimális fluidizációs sebesség.
15. *Szűrés.* A szűrés elve. A szűrés, mint az áramlás szilárd szemcsés rétegen művelet speciális esete. A szűrés sebességi egyenlete. A szűrési állandók és meghatározásai. A szűrési idő kiszámítása. Szűrőberendezések. Szűrés centrifugális erőterben. Szűrőcentrifugák.
16. *Hőátadás és a hő átszármaztatása.* A hőtranszport legfontosabb esetei: konvektív-, vezetési- és átadási hőáram. A hőátadási tényező meghatározása dimenzióanalízissel. Stacionárius hő átszármaztatás állandó hőfokkülönbség mellett, sík és hengeres falon. Kevert-kevert típusú modellel leírható hőcsere.
17. *Hő átszármaztatás változó hőfokkülönbség mellett.* Hő átszármaztatás időben változó hőfokkülönbség mellett, melegítés, hűtés. Az átlagos hőmérsékletkülönbség. Hő átszármaztatás térben változó hőmérsékletkülönbség mellett. Vegyes hidrodinamikai modellű hőcsere. Egye-, ellen- és keresztáramú hőcsere.
18. *Hőcserélők.* Felületi hőcserélők. Csöves-, csőköteges – és lemezes hőcserélők. Duplikátorok és autoklávok. Keverő hőcserélők méretezése. Hűtőtornyok, kondenzátorok és egyéb közvetlen hőcserélők.
19. *Hűtés.* Hűtőkövetítő közegek. A hűtőgépek termodinamikai körfolyamatai. Abszorpciós és kompresszoros hűtőgépek működése és szerkezetük. Az abszorpciós és kompresszoros hűtőgépek energiamérlege.
20. *Komponensátadással járó műveletek.* Az egyensúlyi összefüggés és a munkavonal fogalma. Komponensátadás kolonna típusú berendezésben, az átviteli egység és az átviteli egységmagasság fogalma. Komponensátadás üstszerű berendezésben, az egyensúlyi egység (tányér) és az egyensúlyi egységmagasság fogalma.

21. *Desztilláció.* A gőz-folyadék rendszer egyensúlya. Relatív illékonyság. Egyszerű folyamatos desztilláció. Egyszerű szakaszos differenciális desztilláció. Többfokozatú desztilláció. Ellenáramú desztilláció. A rektifikálás elve.
22. *Rektifikáció.* A rektifikáló berendezés részei. Folyamatos tányéros rektifikáció. A rektifikáló torony fő méretei. A szükséges tányérszám meghatározása. A dúsító- és a szegényítő szakasz munkavonalainak az egyenlete. A betáplálás vonal egyenlete. A reflux arány és az elméleti tányérszám kapcsolata. A minimális- és az optimális reflux arány meghatározása. A szükséges tányérszám. A torony magasságának és átmérőjének kiszámítása. Szakaszos rektifikálás.
23. *Abszorpció és adszorpció.* Az abszorpció kivitelezése. Töltött tornyos abszorber. Munkavonal és az egyensúlyi görbe. A munkavonal tipikus esetei. Az abszorpciós torony magasságának meghatározása. Abszorpció tányéros berendezésben. A tányéros abszorberek és a rektifikálás összehasonlítása. Adszorpció. Adszorpciós berendezések. Az adszorbensek regenerálása.
24. *Extrakció.* Folyadék-folyadék extrakció. Az alkalmazás indokai. Az extraháló szerrel szemben támasztott követelmények. A folyadék-folyadék extrakció egyensúlyi viszonyai. Egyfokozatú extrakció. Többfokozatú keresztáramú extrakció. Többfokozatú ellenáramú extrakció. Szilárd-folyadék extrakció. Szuperkritikus extrakció. Extrakció készülékei.
25. *Bepárlás és kristályosítás.* A bepárlási művelet. A bepárlás célja. A bepárlókészülékek elvi felépítése. A bepárlókészülékek mérlegegyenletei. Forráspont emelkedés okai. A bepárlókészülék gazdaságossági mutatója. Bepárlókészülékek. Többtestes bepárlók. Kristályosítás. A kristályosítás célja. Oldatból és olvadékból történő kristályosítás. Kristályosítás készülékei..
26. *Szárítás.* Szárítás célja. A szárítás folyamata. A szárítóberendezések csoportosítása. Szakaszos üzemű konvekciós szárító berendezés. Fluidizációs szárító. Porlasztva szárító berendezések. Porlasztó és fluidizációs összetett szárítók. Szublimációs szárítás. Fagyasztva szárítás (Liofilizálás). A liofilizálás ipari megvalósítása.
27. *Mechanikai műveletek.* Szilárd anyagok aprítása. Durva, közepes, finom és szuperfinom aprítás. Törő- és aprító berendezések. Malmok. Szilárd anyagok osztályozása és fajtázása. Szilárd anyagok keverése. Homogenizáló berendezések.
28. *Vegyipari reaktorok.* Az ipari probléma felvetése. Választható kritériumok. A reakció megismerésének fokozatai. A műszaki reakció kinetika alapjai, A reakció sebességi egyenlete. A reakció sebesség általános megfogalmazása. A reakció sebesség koncentráció- és hőmérséklet függése. Arrhenius típusú reakciók. A reaktorok csoportosítása.
29. *Áramlástanai reaktor típusok.* Szakaszos reaktorok. Szakaszos reaktorok matematikai modelljei elsőrendű és másodrendű reakciók esetén. Folyamatos reaktorok. Ideális csőreaktor. Az ideális csőreaktor és a szakaszos reaktor összehasonlítása. Tökéletesen kevert üst reaktor. Kaszkád reaktor. A tökéletesen kevert üst- és a kaszkádreaktor teljesítményének összehasonlítása.
30. *Hőtani reaktor típusok.* A reaktorok osztályozása hőtani szempontból. Izoterm-, adiabatikus és politróp reaktorok. Adiabatikus reaktorok. Adiabatikus szakaszos és adiabatikus folyamatos ideális csőreaktor. Adiabatikus folyamatos tökéletesen kevert üst reaktor.