

## KONKRETIZÁLT KÉPZÉSI PROGRAM

a

24. VEGYIPAR ágazathoz tartozó

**5 0711 24 08**

### **Okleveles Vegyész technikus SZAKMÁHOZ**

*Készült a képzési és kimeneti követelmények (KKK) és a programterv (PTT), továbbá a 2021.07.09. napján a Debreceni Szakképzési Centrum, a Debreceni SZC Vegyipari Technikum, valamint a Debreceni Egyetem által aláírt együttműködési megállapodás alapján, amelyben a Felek megállapodtak, hogy a szakképző intézményben az Szkr. 33. § (2) bekezdésében meghatározottak szerint közösen kidolgozott program alapján zajló szakmai oktatást (okleveles technikusképzés) valósítanak meg.*

*A jóváhagyott Képzési program a Felek által aláírt együttműködési megállapodás elválaszthatatlan mellékletét, illetve a szakképző intézmény szakmai programjának részét képezi.*

*A Képzési program nyilvános, elérhető az együttműködő felek honlapján.*

## **Az okleveles technikusképzésbe történő felvétel/belépés feltételei**

### **1.1. Alapfokú iskolai végzettséggel (5 képzési év)**

- Középfokú felvételi eljárás keretében. Ebben az esetben a tanulók már 9. évfolyamtól részt vesznek az okleveles technikusképzésben (azzal, hogy az első két évben ugyanazokat az ágazati alapismereteket tanulják, mint a nem okleveles osztályokban)
- Felvétel a tanulmányi eredmények, a magyar nyelvi és a matematika központi írásbeli vizsga eredménye (Oktatási Hivatal KIFIR egyeztetett felvételi jegyzéke) alapján.
- Foglalkozássegységügyi alkalmassági vizsgálat: szükséges.
- Pályaalkalmassági vizsgálat: nem szükséges.

### **1.2. Vegyipari ágazati alapoktatást követően (3 képzési év)**

- A szabad férőhelyek függvényében és tanuló tanulmányi eredménye, előmenetele alapján az átvételről az iskola igazgatója dönt.

## **A szakmai oktatás megszervezéséhez szükséges tárgyi feltételek**

### **1.3. Eszközjegyzék ágazati alapoktatásra**

- vegyifülke, elszívó berendezés;
- egyéni védőfelszerelések;
- tűzvédelmi és munkabiztonsági eszközök;
- biztonsági adatlapok és GHS kódok;
- tömegmérő eszközök: tára és analitikai mérlegek;
- térfogatmérő eszközök: pipetta, automata pipetta, pipettalabda büretta, mérőhenger, mérőlombik;
- sűrűségmérésre alkalmas eszközök: digitális sűrűségmérő, areométer, piknométer;
- hőmérsékletmérésre alkalmas eszközök: digitális vagy nem higanyos hőmérők;
- olvadáspont mérő, forráspontmérő, viszkozitásmérő, törésmutató mérő: refraktométer, pH mérő;
- laboratóriumi műveletek eszközei: desztilláló berendezés, különböző üvegeszközök, vízfürdők, elektromos melegítőlapok, exsikkátorok, laboratóriumi mikrohullámú sütők; fémeszközök: fogók, állványok;
- nyomás-, mennyiség-, és hőmérséklet mérésére, áramlás beállítására alkalmas egyszerű csőhálózat szivattyúval, vízre; és laboratóriumi műszerlevegő kompresszorral előállított levegőre.

- IKT eszközök: számítógépek, nyomtatók, projektorok;
- számítógépes programok, szövegszerkesztő, táblázatkezelő szoftverek;
- kémiai táblázatok.

### 1.3.1. Eszközjegyzék: Általános laboráns szakmairányra

- Optikai mérőműszerek: polariméter; lángfotométer, atomabszorpciós spektrométer láng- és grafitatomizálással, illetve Hg- és hidridgenerátorral felszerelve; folytonos sugárforrású atomabszorpciós rendszer.
- Potenciosztát SPE (Screen printed electrode) elektródokkal, mikromérleg, mikrohullámú roncsoló, rotációs vákuumbepárló, liofilizátor.
- Kromatográfiához: nagyhatékonyságú vékonyréteg-kromatográf, denzitometriás kiértékelővel.
- Induktív csatolású plazmaemissziós spektrométer; hordozható Raman-spektrométer; energiadisperzív röntgenspektroszkóp; Fourier-transzformációs infravörös spektroszkóp, különféle mérőfeltétekkel; spektrofluoriméter.
- Tömegszelektív detektorral, automata mintaadagolóval és szoftverrel; gázkromatográf hődeszorpciós mintabevitelrel és gőztér-analizátorral; ultrahatékony (vagy ultragyors) folyadékkromatográfiás rendszer, diódasoros, fluoreszcens, refrakciós detektorral, szoftverrel; folyadékkromatográfiás rendszer tömegszelektív detektorral; preparatív folyadékkromatográfiás rendszer; szuperkritikus fluid-kromatográfiás rendszer.
- Laboratóriumi helyiség: kiscsoportos gyakorlati foglalkozások megtartására alkalmas, ami lehetővé teszi interaktív órák megvalósítását is. A laboratórium kiszolgálóhelyiségei: előkészítő, raktár, öltöző, pihenő.
- A vegyszerek tárolására vegyszerszekrény, az anyagok és az eszközök tárolására zárható szekrények és falipolcok.
- Infrastruktúra: megfelelő teljesítményű elektromos hálózat. Vákuumvezeték csapdával egybeépített vákuumgéppel. Gázok vételezésére alkalmas gázhálózat, az azokhoz csatlakozó gázpalackokkal. Ioncserélt víz előállítás. Vegyifülke, szemmosó, vészzuhany, elsősegélynyújtáshoz szükséges anyagok és eszközök.
- Helyiségenként legalább egy kézi tűzoltó készülék.
- Jól látható helyen vagy elektronikusan hozzáférhető módon legyenek elérhetők a laboratóriumban használt anyagok biztonsági adatlapjai és a GHS-kódok.
- Általános eszközök: főzőpohár, tölcserék, kémcsövek, csiszolatos gömblombikok; fémeszközök: fogók, állványok; tára- és analitikai mérlegek, exszikkátorok, óraüvegek,

porüvegek, folyadéküvegek, üvegbotok, méregpipetták, kristályosítótálak, mérőhengerek, hőmérők (digitális), szívópalack, Büchner-tölcsér, üvegszűrő, vegyszeradagolók, spricc flaskák.

- Általános berendezések: vákuum-szárítószekrény, ultrahangos fürdő, mikrohullámú melegítő, vízfürdő, melegítőlapok, vegyszertároló hűtőszekrény, rotációs vákuumbepárló, fűthető mágneses keverők keverőbabával, a mintavétel eszközei.
- Klasszikus analitikai eszközök: buretta, automata buretta, digitális buretta, titrátor, automata pipetta, pipetta, pipettalabda, diszpenzer, mérőlombik.
- Műszeres analitikai vizsgálatok elvégzésére alkalmas eszközök: elektroanalitikai mérőeszközök: pH/mV-mérő műszer kombinált üvegelektóddal, Pt-vonatkozási elektróddal, pH/mV/ionmérő készülék ionszelektív elektródokkal (pl.: klorid-, jodid-, nitrát-, fluorid-), elektródaállványok keverővel; konduktométer mérőcellával, keverőállvánnyal; automata mintaadagolók, automata titrálók (EP/IP) adatgyűjtő szoftverrel.
- Optikai mérőműszerek: polariméter, refraktométer, fotométer, spektrofotométer (UV-VIS), atomabszorpciós spektrométer.
- Kromatográfiás mérések elvégzésére alkalmas eszközök: gázkromatográf, folyadékkromatográf, vékonyréteg-kromatográfiás felszerelés.
- Analitika kiegészítő eszközei: táramérleg, analitikai mérleg, ultrahangos mosó, mágneses keverő, fűthető mágneses keverő, fűtőlap, mikrohullámú melegítő, vízfürdő.
- Preparatív labor felszerelése: többnyakú csiszolatos gömblombik, talpas gömblombik, rázó-tölcsér, Liebig-hűtő, spirálhűtő, golyós hűtő, Vigreux-kolonna, nagyteljesítményű léghűtő, Soxhlet-extraktor, desztilláló feltétek, gázmosó palackok, quickfit feltét, oldalszáras csepegtetőfeltétek, vízleválasztó feltét (Dien-Stark-feltét), melegítőkráterek mágneses kevertetéssel.
- Preparátumok ellenőrzéséhez szükséges eszközök: VRK-futtatókádak, UV-előhívó, olvadáspontmérő készülék, fotométer, digitális refraktométer, kromatográfiás oszlopok, flash kromatográfia, digitális sűrűségmérő készülék.
- Vegyipari műveleti laboratórium (ún. félüzem vagy kisüzem) – legalább egy tanulócsoporthoz egyidejű foglalkoztatására – a vegyipari műveletek és technológiai alapeszközök működtetésének és vizsgálatának elvégzésére alkalmas modellezett körülmények között való gyakorláshoz, anyagtároló, szállító-, keverő- és hőcserélő berendezésekkel. A laboratórium az alaphálózati kiépítés mellett vákuumvételi lehetőséggel, energiaellátó hálózattal rendelkezzen.

- Biotechnológiai vizsgálatokhoz: mikroszkópok a mikroorganizmusok vizsgálatához, táptalaj, előre elkészített metszetek; biokémiai vizsgálatokhoz szükséges laboratóriumi anyagok (pl. fehérje, lipid, szénhidrát, sejtfestékek, indikátorok) és eszközök (pl. kémcső, főzőpohár, Petri-csésze); anyagsere-folyamatok vizsgálatához növényi részek (pl. magok) és állati szövetek.
- IKT- és számítástechnikai felszereltség: asztali számítógép, notebook, nyomtató, szövegszerkesztő és táblázatkezelő szoftverek, projektorok és táblák.

### 1.3.2. Eszközjegyzék Termelési folyamatirányító szakmairányra

- Keverő-, szűrő-, centrifuga-, bepárló-, szárító-, extraháló-, desztilláló- és sztrippelő berendezések, fluidizációs berendezés.
- Anyagelválasztás és anyagátadás műveletének berendezései.
- Vegyipari mérés- és irányítástechnikai eszközökkel, mérési adatgyűjtővel felszerelt mérés-technikai laboratórium – legalább egy tanulócsoporthoz egyidejű foglalkoztatására – az alaphálózati kiépítés mellett számítógépes ipari adatgyűjtő működtetésére alkalmas hálózati rendszerrel.
- Vegyipari reaktorok, alapanyag-előkészítő és termékkiszerező berendezések tanműhelyben vagy üzemben.
- Gyógyszergyártó és -kiszerező gépek, -gépsorok: pl. tablettázók, ampullázók üzemben.
- Egyéb speciális gépek: pl. nagynyomású reaktorok. üzemben.
- OTS (Operator Training System) rendszer: számítógépes oktatási rendszer, amely egy ipari folyamat dinamikus szimulációs modelljét használja.
- Laboratóriumi helyiség: kiscsoportos gyakorlati foglalkozások megtartására alkalmas, ami lehetővé teszi interaktív órák megvalósítását is. A laboratórium kiszolgálóhelyiségei: előkészítő, raktár, öltöző, pihenő.
- A vegyszerek tárolására vegyszerszekrény, az anyagok és az eszközök tárolására zárható szekrények és falipolcok.
- Infrastruktúra: megfelelő teljesítményű elektromos hálózat. Vákuumvezeték csapdával egybeépített vákuumgéppel. Gázok vételezésére alkalmas gázhálózat, az azokhoz csatlakozó gázpalackokkal. Ioncserélt víz előállítása. Vegyifülke, szemmosó, vészzuhany, elsősegélynyújtáshoz szükséges anyagok és eszközök.
- Helyiségenként legalább egy kézi tűzoltó készülék.
- Jól látható helyen vagy elektronikusan hozzáférhető módon legyenek elérhetők a laboratóriumban használt anyagok biztonsági adatlapjai és a GHS-kódok.

- Általános eszközök: főzőpohár, tölcsérek, kémcsövek, csiszolatos gömblombikok; fémeszközök: fogók, állványok; tára- és analitikai mérlegek, exszikkátorok, óraüvegek, porüvegek, folyadéküvegek, üvegbotok, méregpipetták, kristályosítótálak, mérőhengerek, hőmérők (digitális), szívópalack, Büchner-tölcsér, üvegszűrő, vegyszeradagolók, spricc flaskák.
- Általános berendezések: vákuum-szárítószekrény, ultrahangos fürdő, mikrohullámú melegítő, vízfürdő, melegítőlapok, vegyszertároló hűtőszekrény, rotációs vákuumbepárló, fűthető mágneses keverők keverőbabával, a mintavétel eszközei.
- Klasszikus analitikai eszközök: buretta, automata buretta, digitális buretta, titrátor, automata pipetta, pipetta, pipettalabda, diszpenzer, mérőlombik.
- Műszeres analitikai vizsgálatok elvégzésére alkalmas eszközök: elektroanalitikai mérőeszközök: pH/mV-mérő műszer kombinált üvegelektóddal, Pt-vonatkozási elektróddal, pH/mV/ionmérő készülék ionszelektív elektródokkal (pl.: klorid-, jodid-, nitrát-, fluorid-), elektródaállványok keverővel; konduktométer mérőcellával, keverőállvánnyal; automata mintaadagolók, automata titrálók (EP/IP) adatgyűjtő szoftverrel.
- Optikai mérőműszerek: polariméter, refraktométer, fotométer, spektrofotométer (UV-VIS), atomabszorpciós spektrométer.
- Kromatográfias mérések: gázkromatográf, folyadékkromatográf, vékonyréteggromatográfias felszerelés.
- Analitika kiegészítő eszközei: táramérleg, analitikai mérleg, ultrahangos mosó, mágneses keverő, fűthető mágneses keverő, fűtőlap, mikrohullámú melegítő, vízfürdő.
- Preparatív labor felszerelése: többnyakú csiszolatos gömblombik, talpas gömblombik, rázó-tölcsér, Liebig-hűtő, spirálhűtő, golyós hűtő, Vigreux-kolonna, nagyteljesítményű léghűtő, Soxhlet-extraktor, desztilláló feltétek, gázmosó palackok, quickfit feltét, oldalszáras csepegtetőfeltétek, vízleválasztó feltét (Dien-Stark-feltét), melegítőkráterek mágneses kevertetéssel.
- Preparátumok ellenőrzéséhez szükséges eszközök: VRK-futtatókádák, UV-előhívó, olvadáspontmérő készülék, fotométer, digitális refraktométer, kromatográfias oszlopok, flash kromatográfia, digitális sűrűségmérő készülék.
- Vegyipari műveleti laboratórium (ún. félüzem vagy kisüzem) – legalább egy tanulócsoporthoz egyidejű foglalkoztatására – a vegyipari műveletek és technológiai alapeszközök működtetésének és vizsgálatának elvégzésére alkalmas modellezett körülmények között való gyakorláshoz, anyagtaroló, szállító-, keverő- és hőcserélő

berendezésekkel. A laboratórium az alaphálózati kiépítés mellett vákuumvételi lehetőséggel, energiaellátó hálózattal rendelkezzen.

- Biotechnológiai vizsgálatokhoz: mikroszkópok a mikroorganizmusok vizsgálatához, táptalaj, előre elkészített metszetek; biokémiai vizsgálatokhoz szükséges laboratóriumi anyagok (pl. fehérje, lipid, szénhidrát, sejtfestékek, indikátorok) és eszközök (pl. kémcső, főzőpohár, Petri-csésze); anyagcsere-folyamatok vizsgálatához növényi részek (pl. magok) és állati szövetek.
- IKT- és számítástechnikai felszereltség: asztali számítógép, notebook, nyomtató, szövegszerkesztő és táblázatkezelő szoftverek, projektorok és táblák.

### **Kimeneti követelmények, tudásbeszámítás az egyetemi tanulmányok alatt**

Az ágazati alapoktatás szakmai követelményeinek leírását, továbbá a szakmai vizsga leírását, mérésének, értékelésének szempontjait a képzési és kimeneti követelmények tartalmazzák, melyek az alábbi helyről érhetők el:

[https://api.ikk.hu/storage/uploads/files/kkk\\_vegy\\_vegyesztechnikus\\_altalanoslaborans\\_termel\\_esifolyamatiran-1589449342050.pdf](https://api.ikk.hu/storage/uploads/files/kkk_vegy_vegyesztechnikus_altalanoslaborans_termel_esifolyamatiran-1589449342050.pdf)

A felsőoktatási intézmény által – az oklevél mellékletét képező – igazolás kiállításának feltétele: valamennyi előírt képzési évfolyam és a szakmai vizsga legalább jó (4) minősítésű teljesítése.

A felsőoktatási intézmény által kiállított igazolással tanúsított ismeretek egyetemi tanulmányok során való beszámítása (kreditbeszámítás) a Debreceni Egyetem által meghatározott kreditelismerési eljárásban történik a lentebb megnevezett alapképzési szakokon és tudásbeszámítással elérhető össz.-kreditértékkel.

### **A képzés szerkezete és tartalma**

Az ágazati alapoktatás közös ágazati tartalommal folyik, vagyis az első két évben ugyanazon az ágazati alapismereteket sajátítják el az okleveles és a nem okleveles technikusképzésben résztvevő tanulók.

Az adott szakma képzési és kimeneti követelményeiben foglaltakat meghaladóan, vagy magasabb szinten elsajátítandó szakmai ismeretek, oktatási tartalom a szakmaválasztást követően, a szakirányú oktatás során épül be a képzésbe. A képzésbe beépített többlet ismeretanyag elsődlegesen felsőfokú alapozó ismeretek elsajátítására irányul.

**A DEBRECENI EGYETEM TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI  
KARA GYÓGYSZERÉSZTUDOMÁNYI KARA ÉS A DSZC VEGYIPARI  
TECHNIKUM KÖZÖS KÉPZÉSI PROGRAMJA**

**AZ OKLEVELES VEGYÉSZ TECHNIKUS KÉPZÉS SZAKMAI TARTALMAINAK  
EGYETEMI TANULMÁNYOKBA TÖRTÉNŐ BESZÁMÍTÁSÁRÓL**

A kormány szakképzésről szóló 2019. évi LXXX. törvénye értelmében a technikumokban a szakképzés mind szerkezetében és tartalmában, mind módszertanában és támogatási rendszerében megújult. A megújítás keretében bevezetésre kerül az okleveles technikus képzés, mely a technikumi tanulmányok szakirányú egyetemi tanulmányokba történő beszámítását, a tanulmányi idő lerövidítését célozza.

Az Európai Felsőoktatási Térség kialakítását célzó – közismert nevén bolognai – folyamat megvalósításaként 2006 szeptemberétől a magyar felsőoktatásban a lineáris képzési rendszer szerint folyik az oktatás: alap-(vagy BSc-) képzés 6-8 félév; mester-(vagy MSc-) képzés 4 félév; doktori (vagy PhD) képzés 6 félév. Az egyetemi hallgatók oktatása kreditrendszerű.

Az okleveles technikusok képzés bevezetésével a technikumban tanulók számára lehetővé válik meghatározott számú kredit megszerzése a középfokú és felsőfokú tanulmányok összehangolásával, közös szakmai tartalmak meghatározásával.

Jelen kiadvány a DE TTK Kémia, Vegyész-mérnök, Biológia és Biomérnök alapszakok és a Gyógyszerész szak tantervének elemeiből, és a Vegyész technikus képzés programtantervéből kiindulva összegzi az egyetemi és technikus tanterveket, programtanterveket, rámutat a közös szakmai tartalmakra, kialakítva ezzel az okleveles vegyésztechnikus képzés alapjait, és megteremtve ezen tartalmak beszámításának lehetőségét az egyetemi tanulmányokba.

A Közös Képzési Program megalkotásakor figyelembe vettük a gazdaság szakképzéssel, felsőfokú végzettséggel rendelkező szakember utánpótlással kapcsolatos igényeit. A debreceni vállalatok, gyárak (TEVA, Richter Gyógyszergyárak, az épülő Nemzeti Oltóanyaggyár) igényei mellett kiemelt jelentőségűnek gondoljuk a régió (MOL Petrolkémia) munkaerő igényének kielégítését is. Partnereink elvárásait beépítjük Közös Képzési Programunkba, a petrolkémia és a gyógyszeripar által preferált területeket – beruházások, eszközbeszerzések révén – igyekszünk erősíteni.

A DE TTK, Gyógyszerésztudományi Kar és a DSZC Vegyipari Technikum közös törekvése a tudásmegosztás, egymás kölcsönös támogatása az oktatás személyi és tárgyi feltételeinek biztosítása, és a képzések sikeres megvalósítása érdekében.

# I. A Kémia és a Vegyészmérnök alapszakok alapadatai, képzési és kimeneti követelményei

A felsőoktatási intézmény neve, címe: **Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.**

A képzésért felelős kar megnevezése: **Természettudományi és Technológiai Kar**

**Az alapszakok megnevezése:** kémia (Chemistry), vegyészmérnöki (Chemical Engineering)

**A képzések szakfelelősei:**

Prof. Dr. Somsák László, egyetemi tanár (Szerves Kémiai Tanszék, Kémiai Intézet) /

Prof. Dr. Kéki Sándor, egyetemi tanár, tanszékvezető (Alkalmazott Kémiai Tanszék, Kémiai Intézet)

**A képzések intézményi koordinátorai:**

Dr. Juhászné Dr. Tóth Éva, egyetemi adjunktus (Szerves Kémiai Tanszék, Kémiai Intézet) /

Dr. Lakatos Csilla, egyetemi adjunktus (Alkalmazott Kémiai Tanszék, Kémiai Intézet)

**Az alapszakokon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése:**

**kémia :**

végzettségi szint:      alapfokozat (baccalaureus, bachelor; rövidítve: BSc),

szakképzettség:      vegyész (Chemist)

**vegyészmérnöki:**

végzettségi szint: alapfokozat (baccalaureus, bachelor, rövidítve: BSc)

szakképzettség: vegyészmérnök (Chemical Engineer)

**Képzési terület:      természettudomány / műszaki**

**A képzési idő félévekben:              6 félév / 7 félév**

### **Az alapképzési szakképzési célja és a szakmai kompetenciák (Kémia BSc)**

A képzés célja vegyészek képzése, akik elméleti és gyakorlati kémiai ismeretekkel, a rokon szakterületeken elfogadható alapismeretekkel rendelkeznek, és az alapfokozat birtokában alkalmassá válnak elsősorban gyakorlati feladatok és problémák felismerését és önálló megoldását igénylő munkakörök ellátására a vegyipari termelésben, analitikai, minőségbiztosítási laboratóriumokban, valamint igazgatási, környezetgazdálkodási és környezetvédelmi területeken. Felkészültek tanulmányaik mesterképzésben történő folytatására.

### **Az alapképzési szakképzési célja és a szakmai kompetenciák (vegyésmérnöki BSc)**

A képzés célja vegyésmérnökök képzése, akik alkalmasak vegyipari folyamatok, berendezések üzemeltetésére és fenntartására, vegyipari technológiák bevezetésére, alkalmazására, a munka szervezésére és irányítására, a műszaki fejlesztés, kutatás és tervezés átlagos bonyolultságú feladatainak ellátására, a technológiai rendszerek egészséget nem veszélyeztető és biztonságos működtetésére, az emberi egészségre kifejthető hatásainak felismerésére, a szükséges prevenciók tevékenység eszköztárának alkalmazására. Felkészültek tanulmányaik mesterképzésben való folytatására.

### **Az elsajátítandó szakmai kompetenciák (kémia BSc)**

#### **a) tudása**

- Ismeri a kémia alapvető kvalitatív és kvantitatív összefüggéseit, törvényszerűségeit, és az ezekre alapozott alapvető kémiai módszereket.
- Ismeri a kémia tudományos eredményein alapuló, az atomok és molekulák szerkezetére, a kémiai kötés kialakulására vonatkozó legfontosabb igazolt elméleteket, modelleket.
- Rendelkezik azokkal a kémiai alapismeretekkel, amelyek lehetővé teszik az alapvető kémiai reakciók leírását, az erre épülő gyakorlati elemek megismerését, az ismeretek rendszerezését.
- Ismeri és alkalmazza a kémiai laboratóriumokban használt anyagokat, eszközöket és módszereket, valamint a vonatkozó biztonságtechnikai ismereteket.
- Birtokában van annak a tudásnak, amelynek alkalmazása szükséges természeti folyamatok, természeti erőforrások, élő és élettelen rendszerek kémiai vonatkozású alapvető gyakorlati problémáinak megoldásához.

- Anyanyelvén tisztában van a természeti folyamatokat megnevező fogalomrendszerrel és terminológiával.
- Rendelkezik azokkal az ismeretekkel, amelyek (megfelelő szakmai irányítással) lehetővé teszik számára a vizsgálható kémiai folyamatok, rendszerek, tudományos problémák tudományos gyakorlatban elfogadott módszerekkel történő tesztelését, a mérési eredmények számítógépes feldolgozását.
- Tisztában van a kémia és a vegyipar lehetséges fejlődési irányjaival és határaival.

## **b) képességei**

- Képes a természeti és az ezekkel összefüggésben lévő antropogén kémiai folyamatok megértésére, az azokkal kapcsolatos adatgyűjtésre, az adatok feldolgozására, valamint a feldolgozáshoz szükséges kémiai szakirodalom használatára.
- Képes a természeti és antropogén kémiai folyamatokkal kapcsolatos törvényszerűségek ismeretében gyakorlati problémák megoldására.
- Képes a természettudományi elméletek, paradigmák és elvek (ezen belül elsősorban a kémia területét érintő elméletek és alapelvek) gyakorlati alkalmazására, kémiai laboratóriumi vizsgálatok elvégzésére.
- A kémia szakterületen szerzett tudása alapján képes a szakjával adekvát egyszerűbb kémiai jelenségek laboratóriumi körülmények között történő megvalósítására, mérésekkel történő bemutatására, igazolására.
- Képes a mérési eredmények kiértékelésére, értelmezésére, dokumentálására.
- Képes a kémia szakterületen szerzett tudását alapvető gyakorlati (kémiai laboratóriumi, vegyipari, környezetgazdálkodási és környezetvédelmi) problémák megoldására alkalmazni, beleértve azok számításokkal történő alátámasztását is.
- A kémia szakterületen képes azon releváns adatok összegyűjtésére és értelmezésére, amelyek alapján megalapozott véleményt tud alkotni társadalmi, tudományos vagy etikai kérdésekről.
- Ismeretei alapján rendelkezik a természettudományos alapokon nyugvó érvelés képességével.
- Képes elsajátítani azt az idegen nyelvű szókincset, amellyel ismeretanyagát idegen nyelvű közegben is kommunikálni tudja.

### **c) attitűdje**

- Megszerzett kémiai ismereteinek alkalmazásával törekszik a természet - ezen belül hangsúlyozottan a kémiai jelenségek - és az ember viszonyának megismerésére, törvényszerűségeinek leírására.
- A kémiai laboratóriumi munkája során környezettudatosan jár el, törekszik a kis környezetterheléssel járó módszerek alkalmazására.
- Nyitott a szakmai eszmecserére mind a kémiai szakterületen, mind a kapcsolódó területeken dolgozó szakemberekkel.
- Szemléletmódja révén nyitott a szélesebb szakmai együttműködésre, befogadó a gazdaságtudomány és a környezetvédelem újabb kémiai vonatkozásai iránt.
- Hitelesen képviseli a természettudományos világnézetet, és közvetíteni tudja azt a szakmai és nem szakmai közönség felé.
- Nyitott a természettudományos és nem természettudományos továbbképzés irányában.
- Elkötelezett új kompetenciák elsajátítására és világgépének bővítésére.
- Tudatosan vállalja szakmája etikai normáit.
- Tisztában van a szakmai kijelentések jelentőségével és következményeivel.

### **d) autonómiája és felelőssége**

- Laboratóriumi munkája során képes önállóan végiggondolni alapvető szakmai kérdéseket, képes erről felettesének érdemi összeállításokat készíteni, amelyek döntések alapjául szolgálhatnak.
- Vegyipari tevékenység esetén képes a kémiai technológiai folyamatok alapeszközeinek önálló működtetésére.
- A természettudományos világnézetet szakmai megbeszélések, viták során felelősséggel vállalja.
- Szakmai irányítás mellett felelősséggel együttműködik más szakterületek (kiemelten a környezetgazdálkodási és környezetvédelmi területek) szakembereivel.
- Saját munkájának eredményét reálisan értékeli, azokat hasonló szakmai beosztásban dolgozó munkatársak eredményeivel összeveti.
- A laboratórium vagy üzem (gyárrészleg) szélesebb kört érintő döntéseinek meghozatalában csak kellő tapasztalat megszerzése után vesz részt.
- Laboratóriumi vagy ipari tevékenysége során a beosztott vegyésztechnikusok és laboránsok munkáját felelősséggel értékeli. Munkájukról felelősen beszámol felettesének.

- Folyamatos témavezetői irányítás mellett vesz részt tudományos kutatásban.

## **Az elsajátítandó szakmai kompetenciák (vegyésmérnöki BSc)**

### **A vegyésmérnök**

#### **a) tudása**

- Ismeri a vegyipar és a kapcsolódó iparágak területén alkalmazott folyamatok matematikai és természettudományos (kémiai és fizikai) hátterét.
- Ismeri a vegyiparban leggyakrabban használt anyagokat, előállításuk alapjait és alkalmazásuk feltételeit.
- Ismeri a kémiai és vegyipari folyamatokra vonatkozó alapvető elveket, tervezési és irányítástechnológiai eljárásokat.
- Ismeri a vegyiparban és a kémiai technológiákban és a kapcsolódó laboratóriumokban használt berendezések, eszközök működési elveit, szerkezeti egységeiket, tervezésük alapjait.
- Ismeri a vegyiparban és általában a kémiai folyamatokban használatos mérési és elemzési módszereket, eszközöket és mérőberendezéseiket, és azok alkalmazhatósági körülményeit.
- Ismeri a szakterületéhez kapcsolódó biztonsági, egészségvédelmi és környezetvédelmi követelményeket.
- Ismeri a vegyiparhoz, illetve a kémiai technológiákhoz szervesen kapcsolódó gazdasági, menedzsment, környezetvédelmi, minőségbiztosítási (QC/QA), információtechnológiai, szellemi tulajdon védelmi és egyéb jogi szabályok és eljárások alapjait.
- Ismeri a vegyésmérnöki szakterület ismeretszerzési, adatgyűjtési módszereit, azok etikai korlátait.

#### **b) képességei**

- Képes alkalmazni a kémiai folyamatokhoz és kémiai technológiákhoz kapcsolódó elemzés és tervezés számítási, modellezési elveit és módszereit.
- Képes értelmezni és jellemezni a vegyipari és kémiai technológiai rendszerek szerkezeti egységeinek, elemeinek felépítését, működését, az alkalmazott rendszerelemek kialakítását és kapcsolatát.

- Képes alkalmazni a vegyipari és kémiai technológiai rendszerek egészséget nem veszélyeztető üzemeltetéséhez kapcsolódó műszaki és biztonsági előírásokat, a folyamatok és berendezések beállításának, üzemeltetésének elveit és gazdaságossági összefüggéseit.
- Képes irányítani és ellenőrizni a vegyipari gyártási és egyéb technológiai folyamatokat, a minőségbiztosítás és minőség szabályozás szempontjait figyelembe véve.
- Képes a meghibásodások, technológiai problémák diagnosztizálására, az elhárítási műveletek kiválasztására.
- Képes megérteni és használni szakterületének jellemző online és nyomtatott műszaki dokumentációit, szakirodalmát magyar, és legalább egy idegen nyelven.
- Képes a korábban nem ismert új folyamatok, termékek, rendszerek megismerésére, új módszerek elsajátítására és bevezetésére, az emberi egészséggel kapcsolatos hatásmechanizmusuk felismerésére.
- Képes laboratóriumi, félüzemi és üzemi szintű mérések elvégzésére, értékelésre és a fejlesztés részfeladatainak elvégzésére.
- Képes alapszintű vegyészmérnöki vezetői feladatok ellátására.
- Képes az egészségmegőrzéssel kapcsolatos információk értelmezésére, hasznosítására, a korszerű vezetői ismeretek és készségek alkalmazására az egészséget és hatékonyságot támogató munkahelyi környezet kialakítása érdekében.

### **c) attitűdje**

- Törekszik arra, hogy önképzése a vegyészmérnöki szakterületen folyamatos és szakmai céljaival megegyező legyen.
- Nyitott és fogékony a környezettudatos technológiákkal, gazdálkodással kapcsolatos új, korszerű és innovatív eljárások, módszerek alkalmazására.
- Munkájának végzésében, az új technológiai folyamatok, eljárások bevezetésében mindig szem előtt tartja a fenntarthatóság szempontjait.
- Törekszik a szakterületén alkalmazott legjobb gyakorlatok, újabb szakmai ismeretek, módszerek megismerésére és alkalmazására.
- Munkája végzésében mindig érvényesíti a minőségi szemléletet és alkalmazza egyúttal a korszerű minőségügyi eljárásokat.
- Törekszik arra, hogy feladatainak megoldása, vezetési döntései az irányított munkatársak véleményének megismerésével, lehetőleg együttműködésben történjenek meg.

- A technológiai és laboratóriumi feladatok végzése és megtervezése során érvényesíti a biztonságot, az egészség- és környezetvédelem követelményeit és szempontjait.

**d) autonómiája és felelőssége**

- Munkahelyi vezetőjének útmutatása alapján önállóan, a minőség, a biztonság követelményeit betartva végzi szakmai munkáját.
- Szükség, lehetőség esetén új szakmai megoldások kidolgozását, bevezetését kezdeményezi.
- Munkahelyi vezetőjének útmutatása alapján irányítja a rábízott személyi állomány munkavégzését, felügyeli a technológiai berendezések és mérőműszerek üzemeltetését.
- Rendszeresen értékeli a beosztottak munkavégzésének hatékonyságát, eredményességét és biztonságosságát, az értékelés eredményei alapján adja ki a további feladatokat.
- Figyelemmel kíséri és értékeli beosztottjai szakmai fejlődését, ösztönzi és segíti ilyen irányú törekvéseiket.
- Megosztja tapasztalatait munkatársaival, így segítve fejlődésüket.
- Hatáskörének megfelelően dönt, illetve tesz javaslatot munkatársai minősítésére, elismerésére, illetve előléptetésére.

## II. A vegyész technikus szakma alapadatai, képzési és kimeneti követelményei

A technikumi képzés 2 nagy egységre tagolódik. A 9-10. évfolyamon az ágazati alapoktatás során az ágazatra jellemző tevékenységek gyakorlatorientált, projekt alapú oktatása folyik. Ezt követi a szakirányú oktatás, amely 3 éves, a 11-12-13. évfolyamokon zajlik. A 13. évfolyamon szakmairányok szerinti képzés történik. A vegyész technikus képzés esetén két szakmairány közül lehet választani. Az *Általános laboráns és a Termelési folyamatirányító megnevezésű szakmairányokon* az erre vonatkozó előírások, ajánlásai szerint szervezzük meg az oktatást.

[https://api.ikk.hu/storage/uploads/files/ptt\\_vegyipar\\_vegyesztechnikus\\_2020pdf1591696106063.pdf](https://api.ikk.hu/storage/uploads/files/ptt_vegyipar_vegyesztechnikus_2020pdf1591696106063.pdf).

### **A képzés alapadatai:**

Az ágazat megnevezése: Vegyipar

A szakma megnevezése: Vegyész technikus

A szakma azonosító száma: 5 0711 24 08

A szakma szakmairányai: Általános laboráns, Termelési folyamatirányító

A szakma Európai Képesítési Keretrendszer szerinti szintje: 5

A szakma Magyar Képesítési Keretrendszer szerinti szintje: 5

Egybefüggő szakmai gyakorlat időtartama: Technikumi oktatásban: 70 óra

A képző intézmény neve, címe: Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum,

4024 Debrecen, Csapó utca 29-35.

### **A szakma keretében ellátható legjellemzőbb tevékenység, valamint a munkaterület leírása**

**Szakmairány:** *Általános laboráns*

Az általános laboráns vegyipari üzemi-, minőségellenőrző, minőségbiztosító és kutató laboratóriumokban előírások, szabványok szerint, magasabb képzettségű munkatárs szakmai irányítása és felügyelete mellett, önállóan végzi munkáját.

Kémiai és fizikai vizsgálatokat, klasszikus mennyiségi és minőségi analitikai és műszeres elemzéseket készít elő, végez és dokumentál. Közreműködik utasítások, előírások alapján laboratóriumi műveletek, kísérletek önálló végrehajtásában, ellenőrzésében, vegyi anyagok előállításában; szerves és szervetlen preparatív laboratóriumi vagy félüzemi munkát végez.

Elvégzi a vizsgálatokhoz szükséges mintavételezést, a mintákat előkészíti a vizsgálatokhoz. Kezeli a vegyszereket, és előkészíti a vizsgálatokhoz a szükséges anyagokat, eszközöket és műszereket. Elvégzi és kiértékeli a laboratóriumi szabványok szerinti vizsgálatokat, az eredményeket dokumentálja. Gondoskodik a laboratórium általános rendjéről. Munkáját munkavédelmi és környezetvédelmi előírások szerint végzi.

### **Szakmairány:** *Termelési folyamatirányító*

A termelési folyamatirányító önállóan vagy mérnöki irányítással részt vesz nagyüzemi vegyi folyamatok végrehajtásában, ellenőrzésében, részleges vagy teljes irányításában, készülékek, berendezések üzemeltetésében.

Munkája során részt vesz a folyamatosan vagy szakaszosan működő vegyipari technológiák üzemeltetésében, a működés közben esetlegesen fellépő hibákat felismeri, és a hibaforrás elhárításával kapcsolatos biztonsági intézkedéseket és beavatkozásokat megteszi. Folyamatosan figyeli, ellenőrzi és biztosítja a technológiák működési paramétereit, a technológiákban előforduló anyagáramok előírt specifikációnak megfelelő minőségét. Ellenőrzi a berendezések, tárolók tisztaságát és a helyiségek gyártásra megfelelő állapotát, részt vesz a karbantartási munkákban. Üzemi minőségellenőrzési vizsgálatokat végez.

Munkáját a vegyipari munkavédelmi és speciális környezetvédelmi előírások betartásával végzi.

### **Kimeneti követelmények az ágazati alapoktatásra**

#### **Készségek, képességek:**

- Gondoskodik a különböző halmazállapotú anyagok tárolási, felhasználási és megsemmisítési feltételeinek megteremtéséről.
- A tömeg, térfogat, hőmérséklet, sűrűség, nedvességtartalommal kapcsolatosan számításokat és mértékegység átváltásokat végez.
- Anyagi rendszerek jellemzőit (tömeg, térfogat, hőmérséklet, sűrűség, olvadás és forráspont, viszkozitás, törésmutató, nedvességtartalom) méri.
- Laboratóriumi műveletekhez eszközöket - szűrők, állványok, hűtő- és fűtő eszközök, vákuum eszközök - kiválaszt és összeállít.

- Alapvető laboratóriumi elválasztó és tisztító műveleteket (ülepítés, szűrés, desztillálás, adszorpció, kristályosítás, szublimálás) leírás alapján végrehajt.
- Összehasonlítja a szerkezeti anyagokat (fémek, gumi, műanyag, üveg, papír) tulajdonságaik (korrózió, szilárdság, keménység, ütésállóság, elektromos és hővezetés) alapján.
- Laboratóriumi hőcserélő eszközöket - vízfürdő, elektromos melegítő, desztilláló hűtője, szárító eszközök - működtet.
- Egyszerű szállító berendezéseket (szivattyú, ventilátor) működtet.
- Egyszerű műszaki ábrákat olvas.
- Gépelemeket, vegyipari gépszerkezeteket működési módjuk és felhasználási területük szerint összehasonlít.
- Egyszerű ipari mérésekhez és szerelésekhez eszközöket kiválaszt.
- Egyszerű ipari szerelvényeket (csap, szelep, tolózár) kezel.
- Nyomás-, hőmérséklet- és mennyiség-értékeket beállít.
- Számításait felhasználva oldatokat és keverékeket készít.
- Értelmezi megfigyeléseit, és ez alapján mérési eredményeit jegyzőkönyvben, manuálisan vagy digitálisan dokumentálja. Eligazodik a világhálón és kritikusan értékeli a megszerezhető információkat.
- Előkészíti a vizsgálatokhoz, méréshez szükséges vegyszereket, anyagokat, eszközöket, azok tisztítását szakszerűen végzi. Munkahelyét tisztán, rendezetten adja át.
- Munkája során a munkaeszközöket, felszereléseket és berendezéseket szakszerűen és biztonságosan használja, a gázpalackokat megkülönbözteti. A minőségbiztosítási, higiénés, munka-, tűz-, környezetvédelmi- és biztonságtechnikai szabályokat betartja.

### **Ismeretek:**

- Ismeri a vegyszerek tárolására, kezelésére, megsemmisítésére vonatkozó szabályokat.
- Tudja értelmezni a tömeg, térfogat, hőmérséklet, sűrűség, olvadás- és forráspont, viszkozitás, törésmutató, nedvességtartalom fogalmát, mértékegységét, számítási összefüggéseit.
- Magabiztosan ismeri a tömeg, sűrűség, olvadás és forráspont, viszkozitás, törésmutató, nedvességtartalom mérési eljárásait, mérési szabályait és a mérési hibalehetőségeket.

- Ismeri és azonosítja a laboratóriumi műveletekhez szükséges eszközöket, felismeri szerelvényeiket, alkatrészeit. Tudja az összeszerelésük szabályait.
- Részletesen ismeri a laboratóriumi műveletek, pl. az ülepítés, szűrés, desztillálás, kristályosítás, szublimáció végrehajtását, és a hibalehetőségeket.
- Azonosítja a szerkezeti anyagokat tulajdonságaik alapján. Érti az összefüggéseket az anyagszerkezet és tulajdonságaik között. Ismeri a szerkezeti anyagok felhasználási területeit a tulajdonságaik alapján.
- Alapszinten ismeri a hőcsere célját, fogalmát. Azonosítja a laboratóriumban használt hőcserélő eszközöket.
- Azonosítja a különböző halmazállapotú anyagok szállítására alkalmas berendezéseket, anyagáramlási irányokat. Ismeri alapszinten a szállításra alkalmas egyszerű berendezéseket és azok üzemeltetését.
- Felismeri a metszeti és nézeti ábrázolást, azonosítja a jelöléseket, méreteket és a folyamat ábrák jelöléseit.
- Műszaki ábrájuk azonosítja a fontosabb gépelemeket, megnevezi az összetett gépelemek alkatrészeit.
- Alkalmazói szinten ismeri a vegyiparban használt alaplécek, és csőszerelvények típusait.
- Azonosítja és megnevezi a mérőberendezéseken található szerelvényeket és műszereket.
- Felismeri és azonosítja a műszereken mért fizikai mennyiségeket.
- Érti az oldatkészítéshez szükséges számolási összefüggéseket. Magabiztosan tudja az oldat és keverékkészítés munkamenetét.
- A munkafolyamat során felismeri az ok-okozati kapcsolatot. Részletesen ismeri a jegyzőkönyv kötelező tartalmi elemeit. Felhasználói szinten ismeri a szövegszerkesztő és táblázatkezelő szoftvereket, amelyeket a dokumentáció készítésében használ.
- Átfogóan ismeri az elvárt munkakörnyezet kialakításának feltételeit.
- Ismeri a munkaeszközök, felszerelések és berendezések szakszerű és biztonságos használatát.
- Felismeri a gázpalackok és vezetékek színjelölését.

#### **Elvárt viselkedésmódok, attitűdök:**

- Szem előtt tartja a szaknyelv pontos és szakszerű használatát.

- Törekszik, hogy a számításait és feladatmegoldásait kellő részletességgel, a szakmai jelölés- és fogalomrendszer alkalmazásával írja le.
- Kész a pontos és precíz munkavégzésre.
- Munkája során szem előtt tartja a vegyiparhoz kapcsolódó természettudományos ismeretek alkalmazását.
- Elkötelezett a munkavédelmi szabályok betartására.
- Hajlandó az igényes munkavégzésre, közreműködő egyéni, páros vagy csoportfeladatokban.
- Figyelemmel kíséri a munkafolyamatokat és kritikusan szemléli a mérési eredményeket.

### **Önállóság és felelősség mértéke:**

- Önállóan használja a H, P kódokat, mondatokat.
- Önállóan, de másokkal együttműködve alakítja ki a munkakörnyezetét.
- Önállóan és kreatívan választja ki a feladatához szükséges eszközöket.
- Méréseit önállóan, felelősen, leírás alapján végzi.
- Segítséggel és irányítással végzi az eszközök kiválasztását. Önállóan végzi el a készülékek összeállítását, képes az önellenőrzésre és a hibák kijavítására.
- Leírás alapján, irányítás mellett hajtja végre a műveleteket.
- A felidézett ismereteit útmutatással használja fel a szerkezeti anyagok összehasonlítása és azonosítása során.
- Felügyeli a hőátadási és anyagszállítási folyamatokat.
- Segítséggel és irányítással értelmezi a műszaki rajz tartalmát.
- Segítséggel elemzi és azonosítja a gépelemeket, műszaki megoldásokat, képes az önellenőrzésre.
- Betartja a készülékek és szerelvényeik kezelésével kapcsolatos munkavédelmi szabályokat.
- Önállóan végez alapvető számításokat és szükség esetén segítséggel korrigálja hibáit. Az oldat és keverékkészítést önállóan, felelősen, leírás alapján végzi.
- Képes az önellenőrzésre és a mérési vagy kezelési hibák önálló javítására.
- Felelősséggel dokumentálja a munkáját, és betartja az előírt adatkezelési szabályokat. Felelősséget vállal a saját, illetve a csoport munkájának minőségéért.
- Munkáját a vonatkozó minőségbiztosítási, higiénés, munka-, tűz-, környezetvédelmi- és biztonságtechnikai szabályok betartásával végzi.

## **SZAKMAIRÁNYOK KÖZÖS SZAKMAI KÖVETELMÉNYEI**

### **Készségek, képességek:**

- Vegyipari folyamatokat valósít meg a szerves és szervesetlen anyagok kémiai reakcióinak, tulajdonságainak és az anyagi rendszerek jellemzőinek figyelembe vételével.
- Biotechnológiai folyamatokat valósít meg.
- Szakszerűen használja a vegyipari, természettudományos és műszaki fogalmakat és jelölésrendszert.
- Vegyipari folyamatokkal kapcsolatos elemzéseket, számításokat végez.
- Kémiai, fizikai, biológiai és környezetvédelmi vizsgálatokat készít elő és végez klasszikus mennyiségi és minőségi analitikai módszerekkel.
- Vegyipari hatóanyagot határoz meg műszeres analitikai méréssel.
- Kiszámítja a mérési eredményeket matematikai statisztikai módszerek figyelembevételével. A mérésekről dokumentációt.
- Laboratóriumban vegyi anyagokat állít elő.
- Hőátadásra alkalmas berendezéseket alkalmaz.
- Folyadék-, gáz- és szilárdanyag-szállító berendezéseket üzemeltet.
- Munkája során a vonatkozó minőségbiztosítási, higiénés, munka-, tűz-, környezetvédelmi és biztonságtechnikai szabályokat alkalmazza.

### **Ismeretek:**

- Ismeri a szerves és szervesetlen anyagok tulajdonságait, az anyagi rendszereket, a kémiai reakciókat, tisztában van összefüggésekkel és a törvényekkel.
- Ismeri a biotechnológiai folyamatokat, azok alapjait.
- Kémiai, műszaki, irányítástechnikai ismeretekkel rendelkezik.
- Vegyipari, kémiai és műszaki ismeretekkel rendelkezik.
- Ismeri a vizsgálatokhoz szükséges laboratóriumi eszközöket, és módszereket. Tisztában van a módszerek elvével.
- Ismeri az analitikai módszereket, érti azok működési elvét. Ismeri a mérési módszereket.
- Ismeri a mérési dokumentáció előírásait. Érti mérési adatokból a mérési eredmények kiszámításának módját. Alkalmazói szinten ismeri a számításhoz szükséges összefüggéseket, matematikai statisztikai módszereket.

- Alkalmazói szinten ismeri a szükséges laboratóriumi műveleteket és eszközöket. Ismeri az adott preparátumhoz szükséges vegyszerek minőségét, mennyiségét. Átfogóan ismeri a preparátumkészítés menetét.
- Ismeri a hőátadás, hűtés, fűtés, halmazállapot-változás fizikai és kémiai jellemzőit, számításuk módját. Azonosítja az ipari hőcserélőket felhasználási terület és működési mód alapján.
- Ismeri az üzemben belüli, üzemek közötti és földrajzi távolsági szállítás elvét. Azonosítja a különböző halmazállapotú anyagok szállítására alkalmas berendezéseket, anyagáramlási irányokat.
- Érti és tudja a vegyipari üzemeltetés munka-, tűz-, és környezetvédelmi szabályait. Alkalmazói szinten ismeri a kollektív és az egyéni védőeszközöket.

#### **Elvárt viselkedésmódok, attitűdök:**

- A vegyipari folyamatok megvalósítása során szem előtt tartja a szerves és szervetlen anyagok kémiai reakcióinak, tulajdonságainak az anyagi rendszereknek a jellemzőit.
- Figyelemmel kíséri a legújabb biotechnológiai megoldásokat. Törekszik azok megértésére.
- Figyelemmel kíséri a műszaki és folyamatirányítási rendszer jelzéseit.
- Törekszik a számítások pontos, szakszerű elvégzésére.
- Kész a pontos és precíz munkavégzésre, a másokkal való együttműködésre. Kritikusan szemléli az eredményeket.
- Kész a pontos és precíz munkavégzésre, a másokkal való együttműködésre. Kritikusan szemléli az eredményeket.
- Szem előtt tartja az adatok pontos precíz megadását, az eredmények pontosságának helyességét. Figyelembe veszi a mérési hibákat.
- Törekszik a mérési leírások pontos betartására. Szem előtt tartja a biztonságos munkavégzés szabályait.
- Figyelemmel kíséri a legújabb technológiai megoldásokat, szabványok változását. Törekszik a szerelési szabványok pontos betartására, minőségorientáltan végzi munkáját. Szem előtt tartja a biztonságos üzemvitel követelményeit.
- Figyelemmel kíséri a legújabb technológiai megoldásokat, szabványok változását. Törekszik a szerelési szabványok pontos betartására, minőségorientáltan végzi munkáját. Szem előtt tartja a biztonságos üzemvitel követelményeit.

- Elkötelezett a környezettudatos tevékenység mellett. Érdeklődik az új technológiai megoldások iránt.

### **Önállóság és felelősség mértéke:**

- Másokkal együttműködve, tudását kamatoztatva állít elő anyagokat, törekszik az új megoldások megismerésére.
- Másokkal együttműködve, vagy önállóan részt vesz a biotechnológiai folyamatok megvalósításában.
- Önállóan értékeli a kapott jelzéseket, információkat.
- Képes az önellenőrzésre és a számítási hibák kijavítására.
- Másokkal együttműködve, de önállóan végzi a munkáját. Felelősséget vállal az eredményekért. Szükség esetén korigálja saját vagy mások hibáit.
- Önállóan kezeli a műszereket. Felelősséget vállal a munkájáért, a biztonságos munkavégzés betartásáért.
- Önállóan készíti el a mérési dokumentációt, Felelősséget vállal az eredményekért szükség esetén a levont következtetése- kért. Szükség esetén korigálja saját vagy mások hibáit.
- Önállóan végzi az anyagok előállítását. Felelősséget vállal a munkájáért, a biztonságos munkavégzés betartásáért.
- Önállóan és másokkal együttműködve működteti a felügyelete alá tartozó hőcserélő berendezéseket.
- Önállóan és másokkal együttműködve működteti a felügyelete alá tartozó szállító berendezéseket.
- Betartja és betartatja a vegyipari üzem biztonságtechnikai előírásait. Felügyeli a munkavédelmi eszközök használatát.

## **SZAKMAIRÁNYOK SZAKMAI KÖVETELMÉNYEI**

### *Általános laboráns szakmairány szakmai követelményei*

#### **Készségek, képességek:**

- Gondoskodik a laboratórium általános rendjéről.
- Elvégezi a laboratóriumi eszközök, berendezések rá vonatkozó karbantartási, tisztítási feladatait.

- Kémiai, fizikai, biológiai és környezetvédelmi vizsgálatokhoz mintát vesz. Mintavételi jegyzőkönyvet készít.
- Elvégzi a szükséges minták előkészítését a vizsgálatokhoz.
- Munkája során kémiai, fizikai, analitikai vizsgálatokat végez különböző módszerekkel.
- Előkészíti a vizsgálatokhoz szükséges vegyszereket, anyagokat, eszközöket és műszereket. Reagenset készít.
- Közreműködik utasítások, előíratok alapján laboratóriumi műveletek, kísérletek végrehajtásában, ellenőrzésében, vegyi anyagok laboratóriumi körülmények közötti előállításában.
- Félüzemi körülmények között vegyi anyagok előállításában vesz részt.
- Előírások alapján mikrobiológiai vizsgálatokat végez.
- Alapanyagok, intermedierek és termékek minőségének ellenőrzéséhez szükséges gyártásközi ellenőrzést végez.
- Mérési adatok kiértékelését és dokumentálását végzi a vonatkozó előírások szerint.
- Használja a műszerek szoftvereit. Számítógépes adatnyilvántartást vezet. Szövegszerkesztővel, táblázatkezelővel, adatbáziskezelővel dolgozik.
- A laboratóriumok megfelelő működési rendjéhez igazodva összeállítja azok eszköz- és vegyszerigényét.
- Munkája során alkalmazza a laboratóriumok minőségbiztosítására vonatkozó előírásokat.
- Munkája során a vonatkozó higiénés, munka-, tűz-, környezetvédelmi és biztonságtechnikai szabályokat alkalmazza.

### **Ismeretek:**

- Ismeri a laboratórium rendjére vonatkozó külső és belső előírásokat, szabályokat, utasításokat.
- Ismeri a laboratóriumi eszközöket, tisztában van azok karbantartási és tisztítási módjával.
- Ismeri a mintavételezés szabályait, eszközeit, a mintavételi jegyzőkönyv tartalmi előírásait.
- Ismeri a minta előkészítés módszereit.
- Ismeri az anyagok fizikai, kémiai jellemzőit, azok meghatározásának módjait. Magabiztosan ismeri a klasszikus és műszeres analitikai és egyéb mérési eljárásokat, mérési szabályokat és a mérési hibalehetőségeket, az analitikai eszközöket.

- Ismeri és azonosítja a vizsgálatokhoz szükséges eszközöket, műszereket. Ismeri a szükséges vegyszerek tulajdonságait, a szükséges mennyiségüket, minőségüket, koncentrációjukat. Ismeri és alkalmazza a mérések előkészítéséhez szükséges számításokat
- Alkalmazói szinten ismeri a szükséges laboratóriumi műveleteket és eszközöket, az előállítás lehetőségeit. Ismeri az adott preparátumhoz szükséges vegyszerek minőségét, mennyiségét. Átfogóan ismeri a preparátumkészítés menetét. Ismeri az ellenőrzés lehetőségeit.
- Ismeri a szükséges vegyipari műveleteket és folyamatokat.
- Ismeri a mikrobiológiai vizsgálatok módszereit.
- Alkalmazói szinten ismeri a méréshez szükséges eszközöket, ki tudja választani a megfelelő módszert.
- Látja az összefüggéseket a mérési adatok kiértékeléséhez. Ismeri a dokumentálás előírásait.
- Rendelkezik a szoftverek működéséhez szükséges számítástechnikai ismerettel.
- Átfogóan ismeri a laboratórium feladatait, az azokhoz szükséges eszköz és vegyszerigényt.
- Ismeri a minőségbiztosítási rendszereket. Tisztában van az helyes laboratóriumi gyakorlat (GLP) alapelveivel.
- Ismeri a munkavédelmi, tűzvédelmi és balesetvédelmi fogalmakat, szabályokat, biztonsági adatlapokat. Ismeri az egyéni és kollektív munkavédelmi eszközök használatát. Alkalmazói szinten ismeri a vegyi anyagokkal való munkavégzés szabályait. Ismeri a környezetvédelmi fogalmakat, a vegyi anyagok környezetre gyakorolt hatásait. Ismeri a környezetkárosító anyagok, veszélyes hulladékok gyűjtésének, tárolásának és ártalmatlanításának.

**Elvárt viselkedésmódok, attitűdök:**

- Feladata során szem előtt tartja minőségbiztosítási, higiénés, munka-, tűz-, környezetvédelmi és biztonságtechnikai szabályokat és helyi elvárásokat.
- Törekszik a munka- és egészségvédelmi szabályok betartására.
- Belátja, és szem előtt tartja a tisztítási és karbantartási munka szükségességét, azok rendszerességét.
- Törekszik a pontos mintavételezésre, szem előtt tartja a mintavételezés szabályait és a szakszerű jegyzőkönyvvezetést.

- Törekszik a megfelelő módszer kiválasztására. Szem előtt tartja a vonatkozó szabványokat, előírásokat, utasításokat.
- Törekszik a pontos munkavégzésre. Szem előtt tartja a vonatkozó szabványokat, előírásokat, utasításokat.
- Szem előtt tartja az adatok pontos precíz megadását, az eredmények pontosságának helyességét. Figyelembe veszi a mérési hibákat.
- Nyitott a folyamatos fejlődésre az informatika terén.
- Törekszik az igények dokumentált felmérésére és teljesítésére.
- Elfogadja a vonatkozó minőségbiztosítási elveket, eljárásokat. Szem előtt tartja a minőségorientált munkavégzést.
- Szem előtt tartja a veszélyes anyagok kezelésével kapcsolatos hazai és nemzetközi szabályokat. Vállalja a környezettudatos munkavégzést és elfogadja a technológiai változásokat.

#### **Önállóság és felelősség mértéke:**

- Önállóan, de másokkal együttműködve végzi a munkáját. Betartja és betartatja a laboratóriumi rendet.
- Önállóan, de a laborban dolgozókkal és a felettesével együttműködve végzi a munkáját.
- Önállóan, de másokkal együttműködve végzi a karbantartási és tisztítási feladatát.
- Önállóan az útmutatók, szabványok betartásával végzi a munkáját.
- Munkáját üzemvezető mérnök irányításával, önállóan végzi. Betartja és betartatja az üzemeltetési, gyártási és biztonságtechnikai előírásokat.
- Képes az önellenőrzésre és a hibák javítására.
- Betartja és betartatja a minőségbiztosítással kapcsolatos elvárásokat.
- Felelősséget vállal a saját és a beosztottjai szabálykövetéséért. Betartja és betartatja a veszélyes anyagok kezelésével kapcsolatos hazai és nemzetközi előírásokat. Felügyeli a veszélyes anyagokkal kapcsolatos biztonságos munkavégzést.

#### *Termelési folyamatirányító szakmairány szakmai követelményei*

#### **Készségek, képességek:**

- Fogadja és feldolgozásra előkészíti a különböző termékek előállításához szükséges beszállított hatóanyagokat és gyártási segédanyagokat. Szállító és tároló berendezéseket kezel.

- Termelési folyamatokban vesz részt. Reaktorokat üzemeltet. Vegyi anyagokat állít elő.
- A technológiai utasítások és gyártási előírások szerint kezeli a nagy értékű gyártó és analitikai vizsgáló berendezéseket.
- Vegyipari műveleti berendezéseket működtet. Megszervezi és irányítja a vegyipari műveleti berendezések (hőcserélők, duplikátorok, keverők és egyéb anyagelválasztó rendszerek) ellenőrzését és karbantartását.
- Ellenőrzi a gyártás folyamata közben az előírt technológia betartását, ellenőrzi és biztosítja a technológiák működési paramétereit, a technológiákban előforduló anyagáramok előírt specifikációnak megfelelő minőségét. Gyártásközi ellenőrzést végez.
- Alkalmazza a technológiák üzemeltetésére vonatkozó gazdasági- és üzemszervezési alapismereteket.
- Ellenőrzi a gyártás berendezéseit, tárolók tisztaságát és a helyiségek gyártásra megfelelő állapotát.
- Részt vesz új berendezés üzembe helyezésében. Hatósági vizsgálatot előkészít. Nyomáspróba eredményét diagnosztizálja.
- Gondoskodik a felügyelete alá tartozó gépek, gyártó berendezések vagy laboratóriumi eszközök termék- vagy műszakváltást megelőző beállításáról.
- Folyamirányítási feladatokat lát el.
- Szakszerű információt ad a gyártott termékről.
- Használja a műszerek szoftvereit. Számítógépes adatnyilvántartást vezet. Szövegszerkesztővel, táblázatkezelővel, adatbázis kezelővel dolgozik.
- Alkalmazza, és beosztottjaitól/kollégáitól is elvárja az alapvető minőségbiztosítási elveket, eljárásokat.
- Munkáját a gyártó üzemekre és gyártási folyamatokra vonatkozó szigorú higiénés, munka-, tűz-, környezetvédelmi és biztonságtechnikai szabályok betartásával végzi.

### **Ismeretek:**

- Ismeri az anyagraktározás szabályait, az anyag- és eszközforgalom gyakorlatát, dokumentumait, a raktár kezelését. Ismeri a tároló- és szállítóberendezéseket és ezek kiegészítőit.
- Ismeri a vegyipari technológiai eljárásokat. A technológia alapelveit. Ismeri a reaktorok főbb típusait, alkalmazási körüket. Ismeri a végtermék-feldolgozó és -kiszerező berendezések főbb típusait, alkalmazásuk körét.

- Ismeri a vegyiparban és a gyógyszeriparban a leggyakoribb technológiákat, a leggyakrabban használt gyártóberendezések alapvető működési elvét, az előírások pontos betartása mellett megbízhatóan kezeli őket.
- Ismeri az ipari gyakorlatban használt szakaszos és folyamatos desztilláló, extraháló és szorpciós készülékeket. Az ülepítés, szűrés, centrifugálás és gáztisztítás jellemző készülékeit, tulajdonságaikat. A szállítás, tárolás eszközeit.
- Technológiai, műszaki, irányítástechnikai és vegyipari műveleti ismeretekkel rendelkezik. Ismeri az üzemanalitikai vizsgálatok menetét, az üzemi mintavételezést, felismeri a mérési eredményeket, az elvárttól való eltéréseket.
- Rendelkezik gazdasági és üzemszervezési ismeretekkel.
- Ismeri a gyártás berendezéseit, tisztában van az előírt tisztasági követelményekkel.
- Ismeri a vegyipari berendezések telepítésének és üzembe helyezésének szabályait. Érti a hatósági vizsgálatok előírásait.
- Ismeri a felügyelete alá tartozó gépeket, gyártó berendezéseket és laboratóriumi eszközöket. Tisztában van azok beállításával.
- Ismeri a korszerű vezérlés- és szabályozástechnikai elveket, műszeres megoldásokat, fontosabb típuseszközöket. Érti az analóg és digitális szabályozási körök műszereit, működésüket, alkalmazási lehetőségeiket.
- Behatóan ismeri a termék fizikai és kémiai tulajdonságát. Tisztában van a termék biztonsági adatlapjában levő információkkal. Ismeri a termék előállításának technológiáját.
- Rendelkezik a szoftverek működéséhez szükséges számítástechnikai ismerettel.
- Ismeri a minőségbiztosítási rendszereket. Tisztában van a helyes gyógyszergyártási gyakorlat (Good Manufacturing Practice, GMP) alapelveivel.
- Alkalmazói szinten ismeri a vegyi anyagokkal való munkavégzés szabályait. Ismeri az anyagok fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságait, azonosítja veszélyességüket. Ismeri a biztonságtechnikai és minőségirányítási dokumentumokat.

**Elvárt viselkedésmódok, attitűdök:**

- Képviseli az általa irányított munkahely szakmai érdekeit, figyelemmel kíséri munkatársai munkáját. Törekszik a partnerekkel való együttműködésre.
- Szem előtt tartja a technológiai utasításokat. Elkötelezett a környezettudatos tevékenység mellett. Figyelemmel kíséri a folyamatirányítási rendszer jelzéseit. Érdeklődik az új eljárások iránt.

- Motivált a minőségi munkavégzésben, és hajlandó elfogadni, tiszteletben tartani munkatársai javaslatát, véleményüket. Érdeklődik a hazai alapanyag, köztes anyag és végtermék gyártás technológiai folyamatai iránt.
- Szem előtt tartja a gyártás érdekeit, a minőségirányítási szabályok betartásának fontosságát. Kész a team-munkára a gyártási tevékenység során.
- Kész a különböző szakterületek munkáiban érintett partnerekkel való együttműködésre, közös munkára.
- Szem előtt tartja a vonatkozó utasításokat.
- Kritikusan szemléli a vizsgálat eredményeit. Motivált a hibák okának feltárásában.
- Törekszik a gépek, gyártó berendezések vagy laboratóriumi eszközök termék-, vagy műszakváltás előtti szabályos beállításáról.
- Törekszik a vegyipari folyamatábrák, folyamatirányítási eszközök, P&ID technológiák szakszerű használatára, a gyártási paraméterek pontos betartására.
- Figyelemmel kíséri a változásokat, hogy ismeretei naprakészek legyenek.
- Nyitott a folyamatos fejlődésre az informatika terén.
- Elfogadja a vonatkozó minőségbiztosítási elveket, eljárásokat.
- Szem előtt tartja a veszélyes anyagok kezelésével kapcsolatos hazai és nemzetközi szabályokat. Vállalja a környezettudatos munkavégzést.

### **Önállóság és felelősség mértéke:**

- Felelősséget vállal a saját és az együttműködő partnerek munkájáért, a munka minőségéért.
- Felelősséget vállal a saját és munkatársai munkájáért, a munka minőségéért.
- Munkáját önállóan, vagy közvetlen munkahelyi vezetője, üzemvezető mérnöke útmutatásai alapján végzi. Betartja és betartatja a vegyipari üzem üzemeltetési, gyártási és biztonságtechnikai előírásait. Felügyeli a folyamatirányító rendszereket, ellenőrzi a munkavédelmi eszközök használatát. Önálló javaslatokat fogalmaz meg és új megoldásokat kezdeményez a minőségi munkavégzés érdekében.
- Munkáját a más szakterületi szakemberekkel, csoportban végzi; felelősséget vállal az általa végzett munka minőségéért.
- Műszerek kezelését önállóan végzi. Méréseit utasítás alapján, részben önállóan végzi, eredményeit segítséggel értékeli.
- Önállóan, felelősséggel tud tájékoztatást adni feletteseinek, beosztottjainak, munkatársainak a gyártott termékről.

- Betartja a szabványutasításokat, korrigálja a nyomáspróba közben elkövetett hibáit.
- Betartja és betartatja a minőségbiztosítással kapcsolatos elvárásokat.
- Betartja és betartatja a veszélyes anyagok kezelésével kapcsolatos hazai és nemzetközi előírásokat. Felügyeli a veszélyes anyagokkal kapcsolatos biztonságos munkavégzést.

### III. A Kémia alapszak tanterve

Modul Tárgycsoport (Előírt kr.) Tárgy	Félév (óraszám; számonkérés: k – kollokvium, g – gyakorlati jegy)						Összesen	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	óra/ hét	Kredit
<b>Term. tud. alap. (15-25)</b>							26	<b>26</b>
<i>Matematika</i>							(12)	<b>(12)</b>
Matematika I.	4k+3g+0						7	7
Matematika II.		2k+3g+0					5	5
<i>Fizika</i>							(6)	<b>(6)</b>
Mérnöki fizika I.	(2+1)k+0						3	3
Mérnöki fizika II.		(2+1)k+0					3	3
<i>Informatika</i>							(4)	<b>(4)</b>
Kém. inform. alapok	0+2g+0						2	2
Kémiai informatika		0+2g+0					2	2
<i>Ált. Tárgyak</i>							(4)	<b>(4)</b>
Ált. gazdasági és menedzsment ism.	1k+0+0						1	1
Minőségbiztosítási ism.	1k+0+0						1	1
Környezettani alapism.	1k+0+0						1	1
EU ismeretek	1k+0+0						1	1
<b>Szakmai törzsanyag</b>							105	<b>123</b>
<i>Általános kémia (≥8)</i>							(9)	<b>(10)</b>
Általános kémia I.	3k+3g+0						6	7
Általános kémia II.		0+0+3g					3	3
<i>Szervetlen kémia (≥12)</i>							(13)	<b>(15)</b>
Szervetlen kémia I.		2k+0+0					2	3
Szervetlen kémia II.			2k+0+0				2	3
Szervetlen kémia III.			0+(1+4)g				5	5
Szervetlen kémia IV.				0+(1+3)g			4	4
<i>Fizikai kémia (≥12)</i>							(22)	<b>(27)</b>
Fizikai kémia I.		2k+2g+0					4	5
Fizikai kémia II.			2k+2g+0				4	5
Bev. fiz.kém. mérés.			0+0+4g				4	4
Fizikai kémia III.				2k+0+0			2	3
Fizikai kémia IV.					(2+2)k+0		4	5
Fizikai kémia V.					0+0+4g		4	5
<i>Szerves kémia (≥12)</i>							(24)	<b>(29)</b>
Szerves kémia I.		(2+1)k+0					3	4
Szerves kémia II.			(2+1)k+0				3	4
Szerves kémia III.				2k+0+0			2	3
Szerves kémia IV.				0+1g+4g			5	5
Szerves kémia V.					0+(2+4)g		6	7
Biokémia I.					2k+0+0		2	3
Biokémia II.						0+(1+2)g	3	3
<i>Analitikai kémia (≥12)</i>							(23)	<b>(26)</b>
Analitikai kémia I.			2k+2g+4g				8	9

Modul Tárgycsoport (Előírt kr.) Tárgy	Félév (óraszám; számonkérés: k – kollokvium, g – gyakorlati jegy)						Összesen	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	óra/ hét	Kredit
Elválasztástechnika I.			1k+0+0				1	<b>1</b>
Elválasztástechnika II.				0+0+3g			3	<b>3</b>
Analitikai kémia II.				0+0+6g			6	<b>6</b>
Spektroszkópiai mód. I.				2k+0+0			2	<b>3</b>
Spektroszkópiai mód. II.						0+3g+0	3	<b>4</b>
<i>Alkalmazott kémia (≥8)</i>							(14)	<b>(17)</b>
Kémiai technol. I.				2k+1g+0			3	<b>4</b>
Kémiai technol. II.					3k+2g+0		5	<b>6</b>
Makromol. kémia					2k+1g+0		3	<b>4</b>
Körny. kém. techn.						2k+0+0	2	<b>3</b>
<b>Óra- és kredit számok</b>	<b>22, 23</b>	<b>22, 25</b>	<b>27, 30</b>	<b>27, 31</b>	<b>21, 26</b>	<b>11, 14</b>	<b>130</b>	<b>150</b>
<b>Számonkérések</b>	<b>7k, 3g</b>	<b>5k,4g</b>	<b>5k, 5g</b>	<b>4k, 6g</b>	<b>3k, 3g</b>	<b>2k,3g</b>	<b>26k, 24g</b>	
<b>Speciális szakmai ismeretek (15-65)</b>								<b>30</b>
<b>Gyakorlati modul</b>								
Üzemlátogatás (Ü)				1 hét (aláírás)				<b>(Ü)</b>
<i>Záró gyakorlati blokk<sup>1</sup></i>								
Szakedolgozat I.					0+(2+3)g		5	<b>5</b>
Szakedolgozat II.						0+0+10g	10	<b>10</b>
<b>elmélet / gyakorlati kreditek</b>								<b>75 / 90</b>
<b>Szabad. vál. Kémia</b>	2-3					2-3	4-6	<b>6</b>
<b>Szabad. vál. Egyéb</b>	2-3	2-3				2-3	6-9	<b>9</b>
<b>Óra- és kredit számok</b>	<b>26(8), 29</b>	<b>24(5), 28</b>	<b>27, 31</b>	<b>27, 31</b>	<b>26, 35</b>	<b>25(7), 26</b>	<b>155 (60)</b>	<b>180</b>
<b>Számonkérések</b>	<b>7(9)k, 3g</b>	<b>5(6)k,4g</b>	<b>5k, 5g</b>	<b>4k, 6g + Ü</b>	<b>3k, 4g</b>	<b>2(4)k, 4g</b>	<b>26(30)k, 26g + Ü</b>	

<sup>1</sup>A EuroBachelor védjegy diplomakövetelménye. Automatikusan érvényesül a kémia BSc szak elvégzésével.

## IV. A Vegyészmérnök alapszak tanterve

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>								
<b>Matematikai modul</b>								
Matematika I. TTMBE0808 – 5 kr TTMBG0808 – 2 kr	430kg							Nincs
Matematika II. TTMBE0809 – 3 kr TTMBG0809 – 2 kr		230kg						TTMBE0808 TTMBG0808
<b>Fizikai modul</b>								
Mérnöki fizika I. TTFBE2111 – 3 kr	210k							Nincs
Mérnöki fizika II. TTFBE2113 – 3 kr		210k						TTFBE2111
<b>Kémiai modul</b>								
Általános kémia I. (előadás, számolási gyakorlat) TTKBE0101 – 4 kr TTKBG0101 – 3 kr	330kg							Nincs
Általános kémia II. (laboratóriumi gyakorlat) TTKBL0101 – 3 kr		003g						TTKBE0101 TTKBG0101
Szervetlen kémia I. (előadás) TTKBE0201 – 3 kr		200k						TTKBE0101
Szervetlen kémia II. TTKBE0202 – 3 kr			200k					TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401
Szerves kémia I. TTKBE0301 – 4 kr		210k						TTKBE0101
Szerves kémia II. (előadás és laboratóriumi gyakorlat) TTKBE0302 – 4 kr TTKBL0311 – 2 kr			213kg					TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401 TTKBL0101
Szerves kémia III. TTKBE0303 – 3 kr				200k				TTKBE0302
Biokémia I. TTBBE2035 – 3 kr					200k			TTKBE0303
<b>Gazdasági és humán alapismeretek</b>								
Mikro- és makroökonómiai modul (3 kr)								

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.	
Bevezetés a közgazdaságtanba TTBEBVVM-KT1 – 3 kr	200k							Nincs
Menedzsment és vállalkozásgazdaságtani modul (3 kr)								
Vállalatgazdaságtan TTBEBVVM-KT2 – 3 kr	200k							Nincs
Üzleti jogi modul								
Polgári jogi ismeretek I. TTBEBVVM-JA1 – 2 kr		200k						Nincs
Polgári jogi ismeretek II. TTBEBVVM-JA2 – 2 kr			200k					TTBEBVVM-JA1
EU ismeretek TTTBE0030 – 1 kr	100k							Nincs
Gazdasági és humán választható ismeretek modul								
Mérnöki etika TTBEVEM-MK1 – 3 kr	200f							Nincs
Értékteremtő folyamatok menedzsmentje TTBEBVM-KT4 – 3 kr		200k						TTBEBVVM-KT2
Szakmai törzsanyag								
Fizikai kémia, analitikai szakterületi és anyagtudományi modul								
Analitikai szakterület								
Analitikai kémia I. TTKBE0501 – 3 kr			200k					TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401
Szervetlen és kvantitatív analitikai kémia (lab. gyak.) TTKBL0511 – 4 kr			004g					TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401 TTKBL0101
Műszeres analitika alkalmazásai TTKBE0512 – 1 kr					100k			TTKBE0501
Műszeres analitika alkalmazásai TTKBL0512 – 3 kr						003g		TTKBE0501 TTKBL0511
Fizikai kémiai és anyagtudományi szakterület								
Fizikai kémia I. (előadás és szeminárium) TTKBE0401 – 3kr TTKBG0401 – 2kr		220kg						TTKBE0101 TTMBE0808 TTFBE2111
Fizikai kémia II. (előadás és szeminárium) TTKBE0402 – 3 kr TTKBG0402 – 2 kr			220kgz					TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401 TTKBG0401

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.	
Fizikai kémia II. (lab. gyakorlat) TTKBL0411 – 2 kr				002g				TTKBL0101 TTKBE0402
Fizikai kémia III. TTKBE0403 – 3 kr				200k				TTKBE0402
Makromolekuláris kémia TTKBE0611 – 3 kr				200k				TTKBE0301 TTKBE0401 TTKBE0201
Szerkezeti anyagok TTKBE1211 – 3 kr					200k			TTKBE0611
Műanyagok és feldolgozásuk I. TTKBE1212 – 2 kr TTKBL1212 – 2 kr						202kg		TTKBE0611 vagy TTKBE0302
<b>Mérés és irányítástechnikai modul</b>								
<b>Számítástechnikai szakterület</b>								
Mérnöki számítástechnika és informatika TTKBG0911 – 2 kr			020g					Nincs
<b>Folyamatirányítási szakterület</b>								
Folyamatirányítás I. TTKBG0612 – 4 kr				210f				TTKBG0911
Folyamatirányítás II. TTKBG0613 – 3 kr					030f			TTKBG0612
<b>Vegyipari géptani és műveletti modul</b>								
<b>Gépészeti szakterület</b>								
Vegyipari géptan I. MFVGE31V03 – 3 kr			210f					TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401 TTFBE2111
Vegyipari géptan II. MFVGE32V03 – 3 kr				210f				MFVGE31V03
Vegyipari géptan III. MFVGE33V03 – 3 kr					210f			MFVGE32V03
<b>Vegyipari műveletti szakterület</b>								
Vegyipari műveletti I. TTKBG0614 – 6 kr			230f					TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401
Vegyipari műveletti II. TTKBG0615 – 6 kr				230f				TTKBG0614
Vegyipari műveletti III. TTKBE0616 – 6 kr					230kz			TTKBG0615
<b>Technológiai modul</b>								
<b>Tervezési szakterület</b>								

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.	
Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése I. TTKBG0912 – 2 kr						020g		TTKBG0911
Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése II. TTKBG0913 – 2 kr							020g	TTKBG0912
<b>Vegyipari technológiák szakterület</b>								
Kémia technológia I. TTKBE1111 – 3 kr TTKBL1111 – 4 kr				222kg				TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401
Kémia technológia II. TTKBE1112 – 3 kr TTKBL1112 – 4 kr					222kgz			TTKBE1111 TTKBL1111
Környezettechnológia TTKBE1114 – 3 kr TTKBL1114 – 2 kr						202kg		TTKBE1111 TTKBL1111
Kísérleti üzemi gyakorlat TTKBL1115 – 5 kr						014g		TTKBL1111 TTKBE0616
<b>Biztonságtechnikai szakterület</b>								
Biztonságtechnika TTKBE0711 – 3 kr							200k	TTKBE1112
<b>Differenciált szakmai ismeretek</b>								
Petrolkémia alapjai TTKBE1113 – 3 kr					200k			TTKBE1111
Hulladékgazdálkodás TTKBE1116 – 3 kr						200k		TTKBE1111
Spektroszkópiai módszerek I. TTKBE0503 – 3 kr						200k		TTKBE0302 TTFB2113
Minőségmenedzsment TTBEBVM-KT6 – 3 kr							200k	TTBEBVM-KT4
Kísérlettervezés TTKBE0617 – 3 kr						200f		TTKBE0403
Szakdolgozat I. TTKBG2011 – 2 kr						2g		140 kr
Szakdolgozat II. TTKBG2012 – 13 kr							13g	TTKBG2011

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.	
Szabadon választható (10 kr) <sup>2</sup>								
A kémia TTKBE0001 – 3 kr	200k							Nincs
Kristálytan TTGBE5104– 3 kr	200k (páratlan félév)							Nincs
Környezettani alapismeretek TTTBE0040 – 1 kr	100k (páratlan félév)							Nincs
A kémia története TTKBE0007 – 3 kr		200k páros félév						TTKBE0101
Makroökonómia TTBEBVM-KT3– 3 kr		200k (páratlan félév)						TTBEBVVM -KT1
Veszélyes és különleges anyagok TTKBE0204 – 3 kr		200k páratlan félév						TTKBE0201 TTKBE0301 TTKBE0401
Számítógépes kvantumkémia TTKBG0903 – 3 kr				020g (páros félév)				TTMBE0809 TTMBG0809 TTKBG0911
A folyadékromatográfia alapjai – gyógyszeripari alkalmazások TTKBE0310– 3 kr					200k		200k	TTKBE0501
Alkalmazott radiokémia TTKBE0504 – 3 kr					200k (páratlan félév)			TTKBE0403
Műanyagok és feldolgozásuk II. TTKBE1213 – 2 kr						020g		TTKBE0611
Biokémia III. TTBBE0304 – 3 kr						200k		TTBBE2035
Biokolloidika TTKBE0405 – 3 kr				200k (páros félév)				TTKBE0403
NMR op. gyak. I. TTKBL0004 – 2 kr							002g	TTKBE0503
Műanyagok és feldolgozásuk III. TTKBE1214 – 3 kr							030g	TTKBE0611
Kémiai technológia III. TTKBE1117 – 3 kr							200g	TTKBE1112 TTKBL1112
Szerves kémia szem. I.		010g						TTKBE0101

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.	
TTKBG0311 -1 kr								Általános kém.ea.
Szerves kémia szem. II. TTKBG0312 -1 kr			010g					TTKBE0201 Sztlen kém. I. ea. TTKBE0301 Szerves kém. I. ea TTKBE0401 Fizkém I. ea
Haladó szerves kémia szem. TTKBG0313 -2 kr				020g				TTKBE0302 Szerves kém. II. ea
Molekulamodellezés TTKBE0516 -2kr			1k+0+0					TTKBE0201 Sztlen kémia I. ea TTKBE0301 Szerves kémia I. a TTKBE0401 Fizkém I. ea
Összesen:	27kr, 23ó, 6k, 2g, 1f	28kr, 24ó 7k,3g	35kr, 30ó 5k, 4g, 2f	28kr, 25ó, 4k, 2g, 3f	32kr, 24ó, 7k, 1g, 1f	28kr, (24+2)ó, 4k, 6g, 1f	24kr, 6+13ó, 2k, 2g	200kr+10kr szab. vál. 156+15(szd)ó +8-10 szab.vál.
Elmélet/gyakorlat	22/5	21/7	14/19	12/19	22/7	15/16	6/15	112/(88) (56 % / 44 %)

## V. A vegyész technikus képzés programterve

### *Általános laboráns és Termelési folyamatirányító szakmairányoknál*

#### *Általános laboráns szakmairány*

Évfolyam	9.	10.	11.	12.	13.	A képzés összes óraszám	1/13.	2/14.	A képzés összes óraszám
Évfolyam összes óraszám	<b>252</b>	<b>324</b>	<b>432</b>	<b>450</b>	<b>713</b>	<b>2171</b>	<b>1150</b>	<b>868</b>	<b>2018</b>
Munkavállalói ismeretek	<b>Munkavállalói ismeretek</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>18</b>
	Álláskeresés	5				5	5		5
	Munkajogi alapismeretek	5				5	5		5
	Munkaviszony létesítése	5				5	5		5
	Munkanélküliség	3				3	3		3
Munkavállalói idegen nyelv (technikus)	<b>Munkavállalói idegen nyelv</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
	Az álláskeresés lépései, álláshirdetések				11	11		11	11
	Önéletrajz és motivációs levél				20	20		20	20
	„Small talk” – általános társalgás				11	11		11	11
	Állásinterjú				20	20		20	20
Vegyipari ágazati alapozás	<b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b>	<b>180</b>	<b>252</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>432</b>	<b>324</b>	<b>0</b>	<b>324</b>
	A laboratóriumi munka általános szabályai	20				20	18		18
	A kémiai jelölésrendszer	30				30	18		18
	Fizikai jellemzők és méréstük	112				112	88		88
	Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk		105			105	88		88
	Kémiai anyagok elemzése		77			77	76		76
	Kémia az iparban		42			42	18		18
	Műszerismeret és dokumentáció	18	28			46	18		18
<b>Műszaki és digitális alapok</b>	<b>54</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>126</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>108</b>

	Ipari anyagok jellemzői, felhasználásuk, azonosításuk és kiválasztásuk	18					18	20		20
	Műszaki dokumentációk tartalma, felépítése, elemzése	36					36	36		36
	Vegyipari berendezéspark jellemző készü- lékei, szerkezeti elemeik		36				36	26		26
	Anyagmozgatás vegyipari berendezések között		36				36	26		26
	Tanulási terület összórászáma	234	324	0	0	0	558	432	0	432
Kémiai technológiai alapok	<b>Általános kémia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>144</b>
	Részecskék, kölcsönhatások, halmazok			20			20	20		20
	Oldatok és elegyek			20			20	20		20
	Kémiai reakciók			32			32	32		32
	Homogén többkomponensű rendszerek				22		22	22		22
	Kémiai egyensúlyok				40		40	40		40
	Elektrokémia				10		10	10		10
	<b>Szervetlen és szerves kémia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>144</b>
	Nemfémek és vegyületeik jellemzői			30			30	30		30
	Tulajdonságokkal és összetétellel kapcsolatos feladatok – szervetlen kémia			12			12	12		12
	Fémek és vegyületeik jellemzői			30			30	30		30
	Szénhidrogének alkalmazása				21		21	21		21
	Oxigéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása				20		20	20		20
	Nitrogéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása				10		10	10		10
	Tulajdonságokkal és összetétellel kapcsolatos feladatok – szerves kémia				15		15	15		15
Projektfeladat				6		6	6		6	

<b>Biotechnológia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>88</b>
Biológiai rendszerezés			46			46	36		36
A biotechnológia és alkalmazási területei				46		46	36		36
Projektfeladat			8	8		16	16		16
<b>Vegyipari műszaki feladatok</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>126</b>	<b>72</b>	<b>62</b>	<b>134</b>
Folyadék- és gázszállító berendezések			22			22	28		28
Szilárd anyagok szállítása			8			8	12		12
Az anyagszállítás, raktározás, áruforgalom dokumentációja			6			6	8		8
Vegyipari alpműveletek folyadékokkal, gázokkal és szilárd anyagokkal			18			18	24		24
A hőátadás alapjai, az ipari hőcsere jellemzői, típusai				16		16		14	14
A hőátadás folyamatának jellemzői és vizsgálata, forralás és kondenzáció				26		26		24	24
Ipari hűtéstechnika				12		12		10	10
Projektfeladat				18		18		14	14
<b>Alkalmazott kémia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
A mindennapok és a környezet kémiája					19	19		19	19

	Szervetlen és szerves kémia alkalmazása a műszaki gyakorlatban					18	18		18	18
	Fizikai kémiai ismeretek a műszaki gyakorlatban					19	19		19	19
	Projektfeladat					6	6		6	6
	Tanulási terület összórászama	0	0	252	270	62	584	448	124	572

Kémiai anyagok előállítása és összetételének minőségellenőrzése	<b>Analitika gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>180</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>144</b>
	Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába			16			16	16		16
	Laboratóriumi mérések előkészítése			20			20	16		16
	Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel			108			108	88		88
	Mérési dokumentáció			16			16	8		8
	Projektfeladat			20			20	16		16
	<b>Szerves preparatív gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>108</b>
	Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába				10		10	12		12
	Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése				18		18	24		24
	Szerves preparátumok előállítása				44		44	54		54
	Dokumentáció készítése				6		6	6		6
	Projektfeladat				12		12	12		12

	<b>Analitikai szabványvizsgálatok</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
	Bevezetés a laboratóriumi munkába				4		4		4	4
	Vegyipari termékek hatóanyag-tartalmának meghatározása				32		32		26	26
	Környezeti analitikai vizsgálatok				24		24		26	26
	Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal				20		20		25	25
	Mérések dokumentálása				5		5		6	6
	Projektfeladat				5		5		6	6
	<b>Műszeres analitika gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>186</b>	<b>186</b>	<b>0</b>	<b>186</b>	<b>186</b>
	Bevezetés a műszeres analitikai laboratóriumi munkába					6	6		6	6
	Mintavételezés, minta-előkészítés					18	18		18	18
	Spektrofotometriás mérések					49	49		49	49
	Elektroanalitikai mérések					49	49		49	49
	Kromatográfiás mérések					45	45		45	45
	Mérési adatok rögzítése, dokumentálása, eredmények grafikus ábrázolása					7	7		7	7
	Projektfeladat					12	12		12	12
	Tanulási terület összórászama	0	0	180	180	186	546	252	279	531

<b>Laboránsi feladatok (Általános laboráns szakmairány)</b>	<b>Laboratóriumok működtetése</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
	Katalógusismeret					6	6		6	6
	Laboratóriumi és raktározási rend					14	14		14	14
	Laboratóriumi munka előkészítése					14	14		14	14
	Laboratóriumok minőségbiztosítása					20	20		20	20
	Projektfeladat					8	8		8	8
	<b>Termékek ipari és laboratóriumi előállítása</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
	Előállítások elvi alapjai, energiaellátás					2	2		2	2
	Ipari és laboratóriumi vízellátás					3	3		3	3
	Gázok előállítása					8	8		8	8
	Szervetlen anyagok előállítása					12	12		12	12
	Kőolajalapú termékek előállítása					8	8		8	8
	Szerves anyagok előállítása					15	15		15	15
	Műanyagok jellemzői és előállításuk					3	3		3	3
	Gyógyszerek jellemzői és előállítási lehetőségeik					3	3		3	3
	Projektfeladat					8	8		8	8
	<b>Preparatív gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>93</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
	Szervetlen preparátumok előállítása					26	26		26	26
	Szerves preparátumok előállítása					36	36		36	36
	Preparatív feladatok dokumentálása					15	15		15	15
	Projektfeladat					16	16		16	16

<b>Környezet- és munkavédelem</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
Munkavédelem					20	20		20	20
Biztonságtechnika					8	8		8	8
Tűzvédelem					4	4		4	4
Környezetvédelem					18	18		18	18
Hulladékgazdálkodás					4	4		4	4
Projektfeladat					8	8		8	8
<b>Biotechnológia gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
Bevezetés a biológiai laboratóriumi munkába, laboratóriumi eszközök					8	8		8	8
Mikrobiológiai eljárások					22	22		22	22
Az élő sejtet felépítő anyagok és enzimek vizsgálata					20	20		20	20
Elválasztási eljárások					6	6		6	6
Projektfeladat					6	6		6	6
<b>Laboratóriumi és vegyipari műveletek és szabályozásuk</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
Vegyipari kísérleti, termékfejlesztő üzem felépítése, jellemző berendezései					10	10		10	10
Folyadék- és gázhalmazállapotú anyagokkal végzett műveletek					10	10		10	10
Hőátadási feladatok					12	12		12	12
Anyagátadási feladatok					12	12		12	12

A képzőhely speciális termelőberendezések kezelési feladatai					12	12		12	12
Projektfeladat					6	6		6	6
Tanulási terület összóraszám	0	0	0	0	403	403	0	403	403
Egybefüggő szakmai gyakorlat:	0	0	80	0			80		

Termelési folyamatirányító szakmairány

Évfolyam		9.	10.	11.	12.	13.	A képzés összes óraszám	1/13.	2/14.	A képzés összes óraszám
Évfolyam összes óraszám		<b>252</b>	<b>324</b>	<b>432</b>	<b>450</b>	<b>713</b>	<b>2171</b>	<b>1150</b>	<b>899</b>	<b>2049</b>
Munkavállalói ismeretek	<b>Munkavállalói ismeretek</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>18</b>
	Álláskeresés	5					5	5		5
	Munkajogi alapismeretek	5					5	5		5
	Munkaviszony létesítése	5					5	5		5
	Munkanélküliség	3					3	3		3
Munkavállalói idegen nyelv (technikus szakmák esetén)	<b>Munkavállalói idegen nyelv</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
	Az álláskeresés lépései, álláshirdetések					11	11		11	11
	Önéletrajz és motivációs levél					20	20		20	20
	„Small talk” – általános társalgás					11	11		11	11
	Állásinterjú					20	20		20	20
Vegyipari ágazati alapozás	<b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b>	<b>180</b>	<b>252</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>432</b>	<b>324</b>	<b>0</b>	<b>324</b>
	A laboratóriumi munka általános szabályai	20					20	18		18
	A kémiai jelölésrendszer	30					30	18		18
	Fizikai jellemzők és méréstük	112					112	88		88
	Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk		105				105	88		88

	Kémiai anyagok elemzése		77				77	76		76
	Kémia az iparban		42				42	18		18
	Műszerismeret és dokumentáció	18	28				46	18		18

	<b>Műszaki és digitális alapok</b>	<b>54</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>126</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>108</b>
	Ipari anyagok jellemzői, felhasználásuk, azonosításuk és kiválasztásuk	18					18	20		20
	Műszaki dokumentációk tartalma, felépítése, elemzése	36					36	36		36
	Vegyipari berendezéspark jellemző készülékei, szerkezeti elemeik		36				36	26		26
	Anyagmozgatás vegyipari berendezések között		36				36	26		26
	Tanulási terület összórászama	234	324	0	0	0	558	432	0	432
Kémiai technológiai alapok	<b>Általános kémia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>144</b>
	Részecskék, kölcsönhatások, halmazok			20			20	20		20
	Oldatok és elegyek			20			20	20		20
	Kémiai reakciók			32			32	32		32
	Homogén többkomponensű rendszerek				22		22	22		22
	Kémiai egyensúlyok				40		40	40		40
	Elektrokémia				10		10	10		10
	<b>Szervetlen és szerves kémia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>144</b>

Nemfémes elemek és vegyületeik jellemzői			30			30	30		30
Tulajdonságokkal és összetétellel kapcsolatos feladatok – szervetlen kémia			12			12	12		12
Fémek és vegyületeik jellemzői			30			30	30		30
Szénhidrogének alkalmazása				21		21	21		21
Oxigéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása				20		20	20		20
Nitrogéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása				10		10	10		10
Tulajdonságokkal és összetétellel kapcsolatos feladatok – szerves kémia				15		15	15		15
Projektfeladat				6		6	6		6

<b>Biotechnológia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>88</b>
Biológiai rendszerezés			46			46	36		36
A biotechnológia és alkalmazási területei				46		46	36		36
Projektfeladat			8	8		16	16		16
<b>Vegyipari műszaki feladatok</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>126</b>	<b>72</b>	<b>62</b>	<b>134</b>
Folyadék- és gázszállító berendezések			22			22	28		28
Szilárd anyagok szállítása			8			8	12		12
Az anyagszállítás, raktározás, áruforgalom dokumentációja			6			6	8		8

Vegyipari alpműveletek folyadékokkal, gázokkal és szilárd anyagokkal			18			18	24		24
A hőátadás alapjai, az ipari hőcsere jellemzői, típusai				16		16		12	12
A hőátadás folyamatának jellemzői és vizsgálata, forralás és kondenzáció				26		26		22	22
Ipari hűtéstechnika				12		12		10	10
Projektfeladat				18		18		18	18
<b>Alkalmazott kémia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
A mindennapok és a környezet kémiája					19	19		19	19
A szerves és a szerves kémia alkalmazása a műszaki gyakorlatban					18	18		18	18
Fizikai kémiai ismeretek a műszaki gyakorlatban					19	19		19	19
Projektfeladat					6	6		6	6
Tanulási terület összórászáma	0	0	252	270	62	584	448	124	572

Kémiai anyagok előállítása és összetételének minőség-ellenőrzése	<b>Analitika gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>180</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>144</b>
	Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába			16			16	16		16
	Laboratóriumi mérések előkészítése			20			20	16		16
	Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel			108			108	88		88
	Mérési dokumentáció			16			16	8		8
	Projektfeladat			20			20	16		16
	<b>Szerves preparatív gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>108</b>
	Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába				10		10	12		12
	Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése				18		18	24		24
	Szerves preparátumok előállítása				44		44	54		54
	Dokumentáció készítése				6		6	6		6
	Projektfeladat				12		12	12		12
	<b>Analitikai szabványvizsgálatok</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
	Bevezetés a laboratóriumi munkába				4		4		4	4
	Vegyipari termékek hatóanyag-tartalmának meghatározása				32		32		26	26
	Környezeti analitikai vizsgálatok				24		24		26	26

Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal				20		20		25	25
Mérések dokumentálása				5		5		6	6
Projektfeladat				5		5		6	6
<b>Műszeres analitika gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>186</b>	<b>186</b>	<b>0</b>	<b>186</b>	<b>186</b>
Bevezetés a műszeres analitikai laboratóriumi munkába					6	6		6	6
Mintavételezés, mintaelőkészítés					18	18		18	18

Spektrofotometriás mérések					49	49		49	49
Elektroanalitikai mérések					49	49		49	49
Kromatográfiás mérések					45	45		45	45
Mérési adatok rögzítése, dokumentálása, eredmények grafikus ábrázolása					7	7		7	7
Projektfeladat					12	12		12	12
Tanulási terület összóraszáma	0	0	180	180	186	546	252	279	531
<b>Technológiai folyamatok és minőségbiztosításuk</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>93</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
Kémiai technológiák és jellemzői					3	3		3	3
Üzemek energia- és vízellátása					7	7		7	7
Szervetlen vegyipar					18	18		18	18
Szerves vegyipar					20	20		20	20
Műanyagipar					6	6		6	6
Gyógyszeripar					11	11		11	11

	Elemző és számítási feladatok					10	10		10	10
	Minőségbiztosítás					13	13		13	13
	Projektfeladat					5	5		5	5
	<b>Környezet- és munkavédelem a vegyiparban</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
	Munkavédelem					20	20		20	20
	Biztonságtechnika					9	9		9	9
	Tűzvédelem					3	3		3	3
	Környezetvédelem					16	16		16	16
	Hulladékgazdálkodás					4	4		4	4
	Projektfeladat					10	10		10	10
	<b>Vegyipari műveletek és irányításuk</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
	A vegyi üzem felépítése, jellemző berendezései és biztonságtechnikája					8	8		8	8
	Ipari folyamatirányítás, korszerű folyamatirányító rendszerek					18	18		18	18
	Mechanikus anyagválasztási műveletek					10	10		10	10
	Anyagátadási műveletek					10	10		10	10
Termelés, üzemeltetés, logisztika	Vegyipari reaktorok					6	6		6	6
	Vegyipari végtermékek kiserelése					5	5		5	5
	Projektfeladat					5	5		5	5
	<b>Vegyipari műveletek és irányításuk gyakorlat</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>186</b>	<b>186</b>	<b>0</b>	<b>217</b>	<b>217</b>
	A vegyi üzem berendezéseinek azonosítása és biztonságtechnikája					24	24		21	21

Vegyipari kiszolgáló rendszerek működtetése					34	34		42	42
Folyadék- és gázhalmazállapotú anyagokkal végzett műveletek					26	26		40	40
Hőátadási feladatok, vegyipari reaktorok működtetése					44	44		30	30
Anyagátadási feladatok					28	28		30	30
Folyamatellenőrzéssel és folyamatirányítással kapcsolatos feladatok					12	12		25	25
A képzőhely speciális termelőberendezéseinek kezelési feladatai					12	12		15	15
Projektfeladat					6	6		14	14
Tanulási terület összóraszáma	0	0	0	0	403	403	0	434	434
Egybefüggő szakmai gyakorlat:	0	0	70	0			80		

VI. Tantárgyi programok beszámítható elemei Kémia BSc és  
Vegyészmérnök BSc szakok esetében\*

DSZC	Kémia BSc	Óraszám	Kredit
<b>Általános kémia</b> Részecskék, kölcsönhatások, halmazok Oldatok és elegyek Kémiai reakciók Homogén többkomponensű rendszerek Kémiai egyensúlyok Elektrokémia	<b>Általános kémia I. (szeminárium)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Vegyipari alapoó gyakorlat</b> A laboratóriumi munka általános szabályai A kémiai jelölésrendszer Fizikai jellemzők és mérések Kémia az iparban Műszerismeret és dokumentáció  <b>Analitika gyakorlat</b> Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába Laboratóriumi mérések előkészítése Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel Mérési dokumentáció Projektfeladat	<b>Általános kémia II. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Vegyipari alapoó gyakorlat</b> Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk Kémiai anyagok elemzése  <b>Analitikai szabványvizsgálatok gyakorlat</b> Környezeti analitikai vizsgálatok Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal	<b>Szervetlen kémia IV. (szeminárium és laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 1+3 óra (14+42 óra)	4
<b>Szerves preparatív gyakorlat</b> Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése Szerves preparátumok előállítása Dokumentáció készítése Projektfeladat	<b>Szerves kémia IV. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 4 óra (56 óra)	4
<b>Analitikai szabványvizsgálatok</b> Bevezetés a laboratóriumi munkába Vegyipari termékek hatóanyagtartalmának meghatározása Mérések dokumentálása Projektfeladat	<b>Analitikai kémia I. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 4 óra (56 óra)	3
<b>Kiváltható kreditek száma összesen</b>			<b>17</b>

\* A táblázatokban a DSZC-s tárgyak témakörei közül kizárólag az egyetemi tárgy megfeleltetése szempontjából releváns témakörök kerültek feltüntetésre.

<b>DSZC</b>	<b>Vegyészmérnök BSc</b>	<b>Óraszám</b>	<b>Kredit</b>
<b>Általános kémia</b> Részecskék, kölcsönhatások, halmazok Oldatok és elegyek Kémiai reakciók Homogén többkomponensű rendszerek Kémiai egyensúlyok Elektrokémia	<b>Általános kémia I. (szeminárium)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b> A laboratóriumi munka általános szabályai A kémiai jelölésrendszer Fizikai jellemzők és mérések Kémia az iparban Műszerismeret és dokumentáció  <b>Analitika gyakorlat</b> Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába Laboratóriumi mérések előkészítése Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel Mérési dokumentáció Projektfeladat	<b>Általános kémia II. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b> Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk Kémiai anyagok elemzése  <b>Analitikai szabványvizsgálatok gyakorlat</b> Környezeti analitikai vizsgálatok Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal	<b>Szervetlen és kvantitatív analitikai kémia (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 4 óra (56 óra)	4
<b>Szerves preparatív gyakorlat</b> Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése Szerves preparátumok előállítása Dokumentáció készítése Projektfeladat	<b>Szerves kémia II. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	2
<b>Termékek ipari és laboratóriumi előállítása</b> Előállítások elvi alapjai, energiaellátás Ipari és laboratóriumi vízellátás Gázok előállítása Szervetlen anyagok előállítása Kőolajalapú termékek előállítása Szerves anyagok előállítása Műanyagok jellemzői és előállításuk Gyógyszerek jellemzői és előállítási lehetőségeik Projektfeladat	<b>Kémiai technológia I. (gyakorlat)</b>	14 hét, heti 4 óra (56 óra)	4
<b>Kiváltható kreditek száma összesen</b>			<b>16</b>

## A Kémia BSc és a Vegyészmérnök BSc esetén beszámításra kerülő tárgyak részletes követelményeinek összevetése

### DSZC

#### Általános kémia - 72 hét, heti 2 óra (144 óra)

Részecskék, kölcsönhatások, halmazok.

A kémia részecskék csoportosítása. Az atomok, ionok és molekulák felépítése. A periódusos rendszer és a belőle leolvasható tulajdonságok. A kötések, kötéstípusok. A három halmazállapot jellemzése.

A gázhalmazállapot leírása (ideális és reális gáz, az egyszerű gáztörvények áttekintése, az egyesített gáztörvény és az állapotegyenlet alkalmazása). A folyadékok viszkozitása. A szilárd állapot jellemzése, a rács típusok jellemzői és a belőlük adódó alkalmazási lehetőségek. Allotropia és polimorfia. Amorf anyagok Halmazszerkezet és kapcsolata a fizikai tulajdonságokkal. Párolgás-kondenzáció nyílt és zárt térben, a tenzió. A forrás, a forráspont és befolyásoló tényezői Az olvadás és a kristályosodás. Szublimáció. A halmazállapot-változást kísérő látens hő.

Oldatok és elegyek.

Anyagi rendszerek és jellemzőik. Homogén, heterogén és kolloid rendszerek. Az elegyek fogalma, jellemzői, csoportosítása. Elegyek összetételének jellemzése, összetételének megadása. Gázelegyek, a gázelegyek általános jellemzése, a Dalton-törvény. A parciális nyomás fogalma és számítása. Móltört, átlagos moláris tömeg számítása. Szilárd anyagok oldódása folyadékban Oldatkészítés, összetételtípusok. Gázok oldódása folyadékban. Az oldhatóság értelmezése és megadása.

Kémiai reakciók.

Reakciókinetikai alapok. A reakciók létrejöttének feltétele. A reakciósebesség és befolyásolása. Aktív állapot és aktiválási energia. Katalizátorok működése. A kémiai reakciók csoportosítása: a résztvevő anyagok száma, részecskeátmenet, reverzibilitás és hőszínezet szerint. Elektronátmenettel járó reakciók, redoxireakciók. Egyenletrendezés oxidációs szám alapján. Oxidáló- és redukálószerkezetek. Oxidáló- és redukálóképesség jellemzése: a standard elektródpotenciál fogalma és alkalmazása. Önként végbemenő redoxifolyamatok. Protonátmenettel járó folyamatok. Sav-bázis elméletek: Arrhenius, Brønsted. Sav-bázis

folyamatok: közömbösítés, semlegesítés, kémhatás. Savak és bázisok reakciói. A sók hidrolízise, vizes oldatuk kémhatása. Számítási feladatok megoldása, erős savak, erős bázisok és a reakciójuk során keletkező oldatok kémhatásának kiszámítása. Termokémia. A reakcióhő fogalma, exoterm és endoterm reakciók kvantitatív értelmezése. A képződéshő értelmezése. A termokémiai reakcióegyenlet felírása. Termokémiai számítások (Hess-tétel, kötési energia). A körfolyamatok energetikája.

Homogén többkomponensű rendszerek.

A folyadékelegyek általános jellemzése, párolgásuk, a parciális tenzió. Tenziógörbék típusai, forráspont- és harmatpontgörbék. A Konovalov-törvények. Folyadékelegyek szétválasztása: desztilláció.

Kémiai egyensúlyok.

A dinamikus egyensúly, egyensúlyi koncentrációk. A tömeghatás törvényének matematikai alakja és megfogalmazása. Az egyensúlyi reakciók befolyásolási lehetőségei. Homogén egyensúlyok, gázegyensúlyok. Az egyensúlyi állandó típusai. Számítási feladatok megoldása. Disszociációs egyensúlyok. A gázok termikus disszociációja. Az elektrolitos disszociáció fogalma, jellemző mennyiségei, disszociációs állandó, gyenge és erős elektrolitok jellemzői. A disszociációfok és a van't Hoff-tényező. Elektrolit-egyensúlyok. Sav-bázis egyensúlyok, sav- és bázisállandók értelmezése. Erős és gyenge savak, erős és gyenge bázisok pH-ja. Sók hidrolízisének leíró értelmezése Számítási feladatok megoldása.

Elektrokémia.

Az elektródpotenciál fogalma, kialakulásának értelmezése. A standard elektródpotenciál. Galvánelemek és jelentőségük. Az elektromotoros erő fogalma, számítása standard elektródpotenciál alapján. Az elektrolízis és gyakorlati jelentősége. Elektrodfolyamatok. Az elektrolízis mennyiségi törvényei és azok alkalmazása elektro-kémiai feladatokban. A Nernst-képlet fém- és gázelektrodra.

Kémia BSc / Vegyészmérnök BSc

**Általános kémia I. – Szeminárium - TTKBG0101**

Számok normál alakja. Műveletek törtekkel. Hatványozás azonosságai. A számolás pontossága. Értékes számjegyek. Az értékes jegy fogalma és alkalmazása a számítási eredmények megadásában. Egyenes és fordított arányosság. Elsőfokú, egyismeretlenes egyenlet megoldása. Elsőfokú, kétismeretlenes egyenletrendszer megoldása. Másodfokú egyenlet megoldása. Százalékszámítás. Mennyiségek és mértékegységek. Mértékegységek átváltása.

Elemi részecskék és kémiai részecskék. A kémiai részecskék összetétele. A vegyjelek, képletek. Elemek és vegyületek, atomok és molekulák. A legfontosabb molekulák és ionok képlete. Ionos és kovalens vegyületek képletének szerkesztése. Fontosabb funkciós csoportok és a hozzájuk tartozó szerves vegyületek. Tömeg, térfogat, részecskeszám, anyagmennyiség fogalma, jelentése, és kapcsolatuk egymással. Sűrűség, moláris tömeg, moláris térfogat, részecskeszám számolása képlettel és következtetéssel.

Tömegszázalék, tömegtört fogalma, számítása. Ionos és kovalens vegyületek képletének meghatározása számítással. Térfogat- és anyagmennyiség-százalék fogalma, számítása. Koncentrációs számítás: anyagmennyiség- és tömegkoncentráció. Oldatkészítés szilárd (nem kristályvizes) anyagból. Reakcióegyenletek típusai: molekulaegyenletek, ionegyenletek. Reakciók csoportosítása (klasszikus csoportosítás, részecskeátmenet szerinti csoportosítás, szerves reakciók csoportosítása). Redoxireakciók. Oxidáció, redukció, oxidációs szám fogalma, az oxidációs számok változása. Egyszerű- és összetett ionok, elemek, semleges vegyületek atomjai oxidációs számának meghatározása. Reakcióegyenletek rendezése láncszabállyal. Reakcióegyenletek rendezése az oxidációs szám-változás módszerével.

Redoxi és nem redoxi reakcióegyenletek rendezésének gyakorlása. Egyszerű sztöchiometriai számítások reakcióegyenlet alapján (meghatározó reagens meghatározása, egyszerű számítások csapadékképződési, gázfejlődési reakciók, szerves kémiai reakciók alapján). Sav-bázis reakciók. Vizes oldatok kémhatása.

I.zárthelyi dolgozat írása az 1-4 hét anyagából.

#### *Sztöchiometriai számítások*

Anyagmennyiség fogalma, az Avogadro állandó jelentése, alkalmazásuk sztöchiometriai feladatok megoldásában. Moláris térfogat alkalmazása sztöchiometriai feladatok

megoldásában. Vegyületek százalékos összetétele. Tapasztalati- és molekulaképlet meghatározása tömegszázalékos összetétel és a megadott egyéb adatok alapján.

### *Koncentrációsámítások*

Az oldatok, elegyek, oldott anyag, oldószer, komponens fogalmának átisméltése, elmélyítése. Az oldatok, elegyek összetételének legfontosabb megadási lehetőségei: anyagmennyiség-koncentráció (molaritás), molalitás, tömegkoncentráció, tömeg-, anyagmennyiség- és térfogatszázalak, tömegtört, mólórt, térfogattört, Raoult-koncentráció (molalitás). A különböző módon megadható összetételek jelentése, alkalmazásuk a koncentrációsámítási feladatok megoldásában. Koncentrációegységek átsámítása.

### *Oldatkészítéssel kapcsolatos számítások*

Szilárd anyagból oldással történő oldatkészítéssel kapcsolatos számítások. Tömény oldatból hígítással történő oldatkészítéssel kapcsolatos számítások. A kétféle oldatkészítéssel kapcsolatos számítások jelentősége, fontossága a laboratóriumi gyakorlatban. Oldatok keverése.

### *Oldhatósággal, kristályosítással kapcsolatos számítások*

Oldhatóság, telített, telítetlen oldat fogalma. Telített oldatok készítésével kapcsolatos számítások. Kristályvízmentes és kristályvizes sók kristályosításával kapcsolatos számítások. A kristályosítással kapcsolatos számítások jelentősége, fontossága a gyakorlati munkában szennyezett anyagok átkristályosításával, tisztításával kapcsolatban.

### *Reakcióegyenletek rendezése, reakcióegyenletekkel kapcsolatos számítások*

Egyszerű (elsősorban nem redoxi) reakcióegyenletek felírásának, rendezésének gyakorlása. Sztöchiometriai feladatok megoldása reakcióegyenletek alapján. A reaktánsok és a termékek tömegével, térfogatával kapcsolatos számítások. A mindennapi élettal kapcsolatos számítások, kitermelés, veszteség fogalma, figyelembe vétele a számítások során. Redoxireakciók rendezésének gyakorlása oxidációszám-változás alapján. A reakcióegyenletek rendezésének jelentősége a kémia minden területén, alkalmazásuk a szervetlen és szerves kémiában. Reakcióegyenletek alapján történő számítások alkalmazása összetett feladatokban.

### *Gáztörvények*

Az általános gáztörvény és alkalmazása sztöchiometriai számításokban.

#### *Szilárd keverékek, folyadék- és gázelegyek összetételének meghatározása*

Átlagos moláris tömeg fogalma, meghatározása szilárd keverékekben, folyadék- és gázelegyekben. Szilárd keverékek, folyadék- és gázelegyek összetételének meghatározása átlagos moláris tömeg alapján. Szilárd keverékek, folyadék- és gázelegyek összetételének meghatározása a komponensek reakciói alapján. A sztöchiometriai- és koncentrációs számítással, gáztörvényekkel kapcsolatos összefüggések alkalmazása a keverékekkel kapcsolatos feladatok megoldása során.

### II. zárthelyi dolgozat írása az 5-8. hét anyagából

#### *Sav-bázis titrálással kapcsolatos számítások*

Oldatok hígításával kapcsolatos számítások ismétlése, gyakorlása. Sav-bázis titrálások elvi alapjai, oldatok koncentrációjának meghatározása titrálási eredmények alapján. A sav-bázis titrálások felhasználásának lehetőségei egyéb meghatározásokban: moláris tömeg, tisztaság, savak, bázisok értékűségének megadása.

#### *A pH-számítás alapjai.*

Savak, bázisok, kémhatás, pH, pOH, vízionszorzat fogalma. pH, pOH számítása, a vízionszorzat alkalmazása a pH és pOH számítás során.

#### *Egyértékű erős savak és bázisok pH-ja*

Egyértékű erős savak és bázisok pH-jának számítása koncentrációból, koncentráció számítása a pH ismeretében. Különböző koncentrációjú, pH-jú erős sav- és lúgodatok készítésével, elegyítésével kapcsolatos számítások.

#### *Egyértékű gyenge savak és bázisok pH-ja.*

Gyenge savak és bázisok pH-jának számítása egyszerű és összetett feladatokban.

#### *Sóoldatok pH-jának számítása*

Sók fogalma. Különböző egyértékű savak és bázisok reakciója során keletkező sóoldatok kémhatásának megbecsülése. Sóoldatok (gyenge Brønsted savak vagy bázisok) pH-jának számítása.

#### *Pufferoldatok pH-jának számítása*

Pufferoldatok fogalma, pufferoldatok készítésének gyakorlati lehetőségei, jelentőségük.  
Pufferoldatok pH-jának számítása.

Vegyes feladatok a pH számítás témakörében.

III. zárthelyi dolgozat írása az 9-12. hét anyagából

## DSZC

**Vegyipari alapozó gyakorlat - 36 hét heti 5 óra, és 36 hét heti 7 óra (180, 252 óra, összesen 432 óra)**

A laboratóriumi munka általános szabályai.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok (HSE). A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A laboratórium beépített felszerelései (vegyszerfülke, közművek, egyéb gázellátás). Az alapvető laboratóriumi eszközök, berendezések csoportosítása és használatuk. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók: az anyagok és keverékek osztályozása, címkézése és csomagolása (CLP rendelet) és a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló rendelet (REACH). Veszélyes hulladék keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. Biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a bennük levő adatok értelmezése – BT (SDS). Szilárd, folyékony és gáz-halmazállapotú anyagok jellemzői, kezelésük és tárolásuk. Vegyszerek tulajdonságainak megfigyelése: szín, szag, halmazállapot, higroszkóposság. A mérés fogalma, jellemzői. Mérési módszer, mérendő mennyiség, mért mennyiség, mérési eredmény, mérési pontosság, mérési eredmények megismételhetősége, reprodukálhatósága, szórás. A mérési hiba fogalma, osztályozása eredet és jelleg szerint. A munka dokumentálása: jegyzőkönyv vezetése digitális technikák alkalmazásával, adat-gyűjtés és az adatok megjelenítése adatbázisrendszerben vagy Excel-táblában.

A kémiai jelölésrendszer.

A vegyjel és a képlet jelentése. Eligazodás a periódusos rendszerben (rendszer, tömegszám, relatív atomtömeg, izotóp, radioaktivitás, főcsoport és periódus, vegyértékelektronok száma).

Fontos elemek (hidrogén, nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, szén, szilícium, nitrogén, oxigén, kén, klór, bróm, jód, hélium, neon, vas, cink, réz, higany) jelölése vegyjellel vagy szerkezeti, illetve molekulaképlettel. Egyszerű vegyületek képlete, szerkezete: hidridek: ammónia, víz, hidrogén-peroxid, hidrogén-klorid; nemfém-oxidok: szén-dioxid és szén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid; fém-oxidok: kalcium-oxid, magnézium-oxid, alumínium-oxid, cink-oxid; savak: sósav, kénsav, salétromsav; bázisok: ammónia vizes oldata, nátrium-hidroxid; sók: kősó, szódabikarbóna, rézgálic, trisó és szóda. Mennyiségi alapismeretek (moláris tömeg, relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg). A kémiai reakció leírása egyenlettel. Egyszerű kémiai reakciók képlettel történő felírása és a kapott kémiai egyenletek rendezése anyagmérleg alapján. Egyesülési reakciók, bomlási reakciók. Helyettesítési reakciók: fém + sav, illetve lúg + sav.

Fizikai jellemzők és mérések.

Fizikai mennyiségek és állapotjelzők. Mértékegységek, SI alap- és származtatott egységek, SI-prefixumok. A mérési hibák keletkezése és megelőzése. Mérőeszközök kalibrálása. Mérési feladatra vonatkozó szabványok ismerete. A tömegmérés és a mérlegek (típus, érzékenység, méréshatár). A térfogatmérés és a térfogatmérő eszközök. A hőmérséklet és mérése. A szilárd, a folyékony és a gázhalmazállapot. Halmazállapotok és halmazállapot-változások vizsgálata és értelmezése. Az olvadás, a lágyulás és a forráspont mérése. Szilárd anyag és folyadék sűrűségének mérése. A keverékek jellemzői, szilárd keverékek, a komponensek fogalma. Az oldat jellemzői és a különböző oldószerek. Keverékek és oldatok összetételének megadása. Sűrűségméréshez oldatkészítés, keverékkészítés. Viskozitás, törésmutató és nedvességtartalom mérése. A vegyipari ágazat szakmáihoz tartozó speciális mérések. Mérések alkalmazása és kivitelezése az ipari gyakorlatban.

Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk.

Hőátadási műveletek és alkalmazásuk. A laboratóriumi melegítés módszerei, eszközei, közvetlen és közvetett melegítés. A laboratóriumi hűtés lehetőségei. Olvadáspont, forráspont és meghatározásuk. Endoterm és exoterm folyamatok hőmérsékletének mérése, adatgyűjtés, az adatok ábrázolása digitálisan, a mérési görbe értelmezése. A hőátadás gyakorlati alkalmazása. Keverékek komponenseinek szétválasztási lehetőségei ipari és hétköznapi példákkal. Elválasztó műveletek: ülepítés, szűrés, desztillálás, szublimáció. Elegyek (gázelegy, folyadékelegy) és összetételük, oldatok ipari és hétköznapi példákkal. Összetétellel

kapcsolatos számítások gázelegyekre, oldatok és szilárd keverék összetételének számítása (tömegszázalék, térfogatszázalék, anyagszükséglet). Tisztítási eljárások: szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással, folyadékok tisztítása adszorpcióval Az oldószer és az oldhatóság vizsgálata. Anyagmegoszlás két, egymással nem elegyedő oldószer között, az oldhatóság vizsgálata. Keverékek szétválasztása, folyadékelegyek szétválasztása. Egyszerű kémiai anyagok előállítása a fenti műveletek alkalmazásával.

### Kémiai anyagok elemzése

Anyagok egymásba alakulása: Fizikai és kémiai változások jellemzői, megkülönböztetésük Kémiai reakciók alaptípusai: egyesülés, bomlás, helyettesítés . A kémiai reakciók hőszínezete, a kémiai reakciók iránya, részecskeátmenet szerinti csoportosítása. Közömbösítési reakciók. Vizes oldatok, a pH fogalma. Indikátorok vizsgálata: sav-bázis reakciók megfigyelése térfogatossal módszerrel, indikátor jelenlétében. Savak, lúgok, sók jellemzői (sósav, vízkőoldó, rozsdoldó foszforsav, ecetsav, nátrium-hidroxid, Domestos, nátrium-klorid, szódabikarbóna, szóda, Hypo) és biztonságos használatuk. Egyszerű redoxireakciókban (égések, egyesülési reakciók) oxidáció és redukció, oxidálószer és redukálószer azonosítása. A hidrogén tulajdonságainak, redukáló képességének vizsgálata. Légköri gázok (nitrogén, oxigén, szén-dioxid, vízgőz és nemesgázok) fizikai tulajdonságai és az ózonpajzs. Feladatok a következő tulajdonságokra: a nitrogén és a nemesgázok alacsony reakcióképessége; az oxigén oxidáló képessége és égésben betöltött szerepe; a szén-dioxid redukáló képessége. A víz fizikai és kémiai jellemzői: szín, szag, íz, halmazállapot; olvadási- és forráspont jelentősége; a jég és a vízgőz előfordulása; a víz mint oldószer és hőátadó közeg. A víz fizikai és kémiai jellemzői: a vízmolekula képlete, szerkezete, alakja; szerepe sav-bázis folyamatokban (amfoter jelleg, közömbösítés); az ivóvíz, az ioncserélt és a desztillált víz összetétele. Környezetünk védelme: levegőszennyezés (monitoring rendszerek, megelőzés, védekezés), a természetes vizek jellemzői és összetételük, vízszennyezés (nitrát, foszfát). Ásványok, ércek, hegységképző kőzetek (mészkö, dolomit, szilikátok), kvarc, kőszén, grafit, gyémánt. A természeti környezet vizsgálatára vonatkozó feladatok: a szén-oxidok, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid, az ózon és a szálló por fizikai tulajdonságai, ipari és kommunális eredete és környezetkárosító hatása. Talajminták szikessége, mészkőtartalma, nedvességtartalma. Egyszerű ionok kimutatása reagensekkel: klorid-, szulfát-, ammónium-, vas(III)ion. Fémionok kimutatása lángfestéssel. A szakmának megfelelően, vegyész technikusoknál részletesebb minőségi analízis szükséges. Mosószer, szappan. A felületaktív anyagok viselkedésének vizsgálata. Polimerek azonosítása. Háztartási hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása.

Kémia az iparban.

Fosszilis és megújuló energiaforrások. A szerves kémia és a vegyipar kapcsolata. Szénhidrogének előfordulása a természetben: a földgáz és a kőolaj jellemzői, desztillációs termékei, felhasználásuk energiatermelésre, üzemanyagként és vegyipari alapanyagként. Fontos szerves oldószerek és összehasonlításuk: hexán, kloroform, szén-tetraklorid, benzol, toluol, sztirol, metanol, etanol, aceton, ecetsav és etil-acetát. Polimerkémia: a műanyag- és a gumiipar története. A polimerek jellemzői, a monomer fogalma, a szénlánc összekapcsolódásának lehetőségei polimerizációval, polikondenzációval. Mesterségesen előállított vagy átalakított polimerek. A polietilén és a PVC keletkezése. A kaucsuk és a gumi jellemzői. A gyógyszeripar és a szerves kémia: a gyógyszeripar története, gyógyhatású természetes anyagok. Gyógyszeripari alapanyagok a felsorolás szintjén: természetes (növényi eredetű, pl. mák– morfín; állati eredetű, pl. hasnyálmirigy – inzulin; fermentációs, pl. penicillin; szintetikus szerves molekulák, pl. aszpirin). Papíripar: a papíripar története, a papír nyersanyaga, papírgyártás házilag. Az építőipar jellegzetes anyagai: gipsz, cement, mész kémiai összetétele, jellemzői, felhasználásuk. Katalizátorok: biokatalizátorok és autokatalizátor. A katalízis jelentősége a vegyiparban. Projektfeladat vegyiparhoz kapcsolódó témában, a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

Műszerismeret és dokumentáció.

Általános, minden szakképesítésnél előforduló műszerek: például pH-mérő, nyomásmérő koloriméter használata. A pH-méréssel kapcsolatos javasolt feladatok: esővíz pH-ja, szénsavas ásványvíz pH-ja, kiforralt ásványvíz pH-ja. A szakképesítésnek megfelelő speciális műszerek megismerése, használata. Alkalmazott digitális ismeretek: Microsoft Office programok (Word, Excel, PowerPoint) használata. Excel-táblázat készítése alapműveletekkel és egyszerűbb függvényekkel, prezentáció összeállítása PowerPoint alkalmazásával. Word szövegszerkesztési ismeretek. Az internet értő használata adatgyűjtésre, forráskeresésre. Elektronikus jegyzőkönyvek elkészítése: Word-szövegszerkesztéssel, Excel-táblázat és rajzolóprogramok segítségével. A dokumentációban megadott szempontok alapján készített jegyzőkönyv az elvégzett mérésekre és vizsgálatokra. Általános felépítés: leírás, kapott adatok és tapasztalatok, műszerek, eszközök megnevezése, a berendezés vázlata, vegyszerekkel történő munka estén H és P mondatok. A mérési dokumentáció sajátosságai: a kapott adatok és azok rendszerezése. A vizsgálati dokumentáció sajátosságai: a tapasztalatok részletes és pontos megadása, szükség esetén rögzítése, illetve magyarázata. Projektfeladat műszerismerethez kapcsolódó témában: a

feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

### **Analitika gyakorlat – összesen 180 óra**

Térfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis titrálások.

Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénias előírások betartása. A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. Az eszközök szabályos használata. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása, a belső kalibrálások rendszeres elvégzése. A labormérések során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

Laboratóriumi mérések előkészítése

Vegyipari alapanyagok mintavétele. Környezeti elemek mintavétele. A minták előkészítése az analitikai vizsgálatokhoz: szárítási módszerek, homogenizálási eljárások, tisztítási eljárások. Az eszközök kifogástalan működésének ellenőrzése

Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel

Titrimetria: Térfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis, komplexometriás, argentometriás, permanganometriás, jodometriás elemzések kivitelezése konkrét feladatokban. Gravimetria: Különböző típusú gravimetriás mérések kivitelezése, legalább egy konkrét meghatározás elvégzése, például környezeti mintából szárazanyag-tartalom és összes sótartalom meghatározása

Mérési dokumentáció

A mérési adatok rögzítése, a mérésekhez kapcsolódó számítások elvégzése Excel-tábla segítségével elektronikusan vagy papíralapon, a mérési eredmények megfelelő pontossággal történő megadása. Megadott szempontok alapján mérési jegyzőkönyvek naprakész vezetése és elkészítése az adott feladatról elektronikus formában vagy papíralapon. Javasolt a digitális szerkesztés eszközzel és kémiai képlettel kezelő szoftver használatával.

## Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projekt munka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

## Kémia BSc / Vegyészmérnök Bsc

### **Általános kémia II. - Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0101**

Laboratóriumi munkaszabályok ismertetése. Bevezetés a laboratóriumi munkába. Balesetvédelem (olvasmány). Laboratóriumi eszközök (olvasmány, bemutatás). Üvegmegmunkálás, gázégő használata (olvasmány, bemutatás). Dugófúrás, gumi- és parafadugók (olvasmány). Felszerelés átvétele.

*Laboratóriumi alapműveletek: Tömeg- és térfogatmérés, oldatkészítés.*

Tömegmérés tára- és analitikai mérlegen (bemutatás). Térfogatmérés, oldatkészítés bemutatása: pipetta, buretta, mérőlombik használata, porítás (bemutatás). Pipetta kalibrálása.

*Tömeg- és térfogatmérés, oldatkészítés szilárd anyagból kiindulva.*

Oldatkészítés: Adott koncentrációjú oldat készítése kristályos sóból kiindulva. Sűrűségmérés: a készített oldat sűrűségének meghatározása mérőlombikkal vagy piknométerrel és a készített oldat tömegszázalékos összetételének megadása. Dekantálás, centrifugálás, szűrés (bemutatás).

*Laboratóriumi alapműveletek, preparátum készítése.*

Melegítés, hűtés, hőmérsékletmérés, a vízfürdő használata (bemutatás, olvasmány). Keverékek, elegyek szétválasztása, szilárd anyagok tisztítása. Kristályosítás, átkristályosítás (olvasmány). Átkristályosítás, tisztítás: szennyezett só tisztítása, átkristályosítása. Oldatkészítés hígítással: adott koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat készítése tömény oldatból.

### *Sav-bázis titrálások*

A sav-bázis titrálás bemutatása. A készített nátrium-hidroxid-oldat hígítása tízszeresére. A készített lúgoldat koncentrációjának meghatározása. Megadott titrálási feladat elvégzése. Az átkristályosított só beadása.

### *Hőmérsékletmérés, halmazállapotváltozások*

Olvadáspont meghatározás. Sztöchiometria: Szilárd keverék ( $\text{KClO}_3\text{-KCl}$ ) tömeg%-os összetételének meghatározása. I. preparátum készítése.

### *Gáztörvények alkalmazása, laboratóriumi gázfejlesztés.*

Műveletek gázokkal (bemutatás). Gázok laboratóriumi előállítása: gázpalack kezelése, laboratóriumi gázfejlesztés (Kipp-készülékben, csiszolatos gázfejlesztő készülékben). Oxigén előállítása csiszolatos gázfejlesztő készülékben, kén égetése oxigénben (négyesével). Moláris tömeg meghatározása az ideális gáztörvény alapján (kettesével). I. preparátum beadása.

II. Preparátum: fémvegyületek előállítása fémből kiindulva. Kísérleti adatok ábrázolása, grafikonok elemzése: A reakciósebesség függése a kiindulási anyagok koncentrációjától.

Csapadékképződéssel és gázfejlődéssel járó reakciók tanulmányozása. Fakultatív gyakorlat: Kísérleti adatok ábrázolása, grafikonok elemzése.

- Csapadékképződéssel járó reakciók mennyiségi viszonyainak tanulmányozása
- Abszolút hőmérsékleti skála alsó pontjának közelítő meghatározása.

II. preparátum befejezése, beadása.

Folyadék-folyadék extrakció (bemutatás). Sóoldatok kémhatása, sók hidrolízise. Pufferoldatok vizsgálata. Ecetsav-nátriumacetát és ammónia-ammóniun-klorid pufferoldat vizsgálata.

Zárthelyi dolgozat az 1-11 gyakorlat anyagából (max. 60 perc). Elektrokémia: A standardpotenciál táblázat alapján értelmezhető reakciók. Daniell-elem összeállítása (négyesével). A felszerelés leadása.

## DSZC

**Vegyipari alapozó gyakorlat – 36 hét heti 5 óra, és 36 hét heti 7 óra (180, 252 óra, összesen 432 óra)**

A laboratóriumi munka általános szabályai.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok (HSE). A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A laboratórium beépített felszerelése (vegyifülke, közművek, egyéb gázellátás). Az alapvető laboratóriumi eszközök, berendezések csoportosítása és használatuk. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók: az anyagok és keverékek osztályozása, címkézése és csomagolása (CLP rendelet) és a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló rendelet (REACH). Veszélyes hulladék keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. Biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a bennük levő adatok értelmezése – BT (SDS). Szilárd, folyékony és gázhalmazállapotú anyagok jellemzői, kezelésük és tárolásuk. Vegyszerek tulajdonságainak megfigyelése: szín, szag, halmazállapot, higroszkóposság. A mérés fogalma, jellemzői. Mérési módszer, mérendő mennyiség, mért mennyiség, mérési eredmény, mérési pontosság, mérési eredmények megismételhetősége, reprodukálhatósága, szórás. A mérési hiba fogalma, osztályozása eredet és jelleg szerint. A munka dokumentálása: jegyzőkönyv vezetése digitális technikák alkalmazásával, adatgyűjtés és az adatok megjelenítése adatbázisrendszerben vagy Excel-táblába.

A kémiai jelölésrendszer.

A vegyjel és a képlet jelentése. Eligazodás a periódusos rendszerben (rendszám, tömegszám, relatív atomtömeg, izotóp, radioaktivitás, főcsoport és periódus, vegyértékelektronok száma). Fontos elemek (hidrogén, nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, szén, szilícium, nitrogén, oxigén, kén, klór, bróm, jód, hélium, neon, vas, cink, réz, higany) jelölése vegyjellel vagy szerkezeti, illetve molekulaképlettel. Egyszerű vegyületek képlete, szerkezete: hidridek: ammónia, víz, hidrogén-peroxid, hidrogén-klorid; nemfém-oxidok: szén-dioxid és szén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid; fém-oxidok: kalcium-oxid, magnézium-oxid, alumínium-oxid, cink-oxid; savak: sósav, kénsav, salétromsav; bázisok: ammónia vizes oldata, nátrium-hidroxid; sók: kősó, szódabikarbóna, rézgálic, trisó és szóda. Mennyiségi alapismeretek (moláris tömeg, relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg). A kémiai reakció leírása egyenlettel. Egyszerű kémiai reakciók képlettel történő felírása és a kapott kémiai

egyenletek rendezése anyagmérleg alapján Egyesülési reakciók, bomlási reakciók. Helyettesítési reakciók: fém + sav, illetve lúg + sav.

Fizikai jellemzők és mérések.

Fizikai mennyiségek és állapotjelzők. Mértékegységek, SI alap- és származtatott egységek, SI-prefixumok. A mérési hibák keletkezése és megelőzése. Mérőeszközök kalibrálása. Mérési feladatra vonatkozó szabványok ismerete. A tömegmérés és a mérlegek (típus, érzékenység, méréshatár). A térfogatmérés és a térfogatmérő eszközök. A hőmérséklet és mérése. A szilárd, a folyékony és a gázhalmazállapot. Halmazállapotok és halmazállapot-változások vizsgálata és értelmezése. Az olvadás, a lágyulás és a forráspont mérése. Szilárd anyag és folyadék sűrűségének mérése. A keverékek jellemzői, szilárd keverékek, a komponensek fogalma. Az oldat jellemzői és a különböző oldószerek. Keverékek és oldatok összetételének megadása. Sűrűségméréshez oldatkészítés, keverékkészítés. Viskozitás, törésmutató és nedvességtartalom mérése. A vegyipari ágazat szakmáihoz tartozó speciális mérések. Mérések alkalmazása és kivitelezése az ipari gyakorlatban.

Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk.

Hőátadási műveletek és alkalmazásuk. A laboratóriumi melegítés módszerei, eszközei, közvetlen és közvetett melegítés. A laboratóriumi hűtés lehetőségei. Olvadáspont, forráspont és meghatározásuk. Endoterm és exoterm folyamatok hőmérsékletének mérése, adatgyűjtés, az adatok ábrázolása digitálisan, a mérési görbe értelmezése. A hőátadás gyakorlati alkalmazása. Keverékek komponenseinek szétválasztási lehetőségei ipari és hétköznapi példákkal. Elválasztó műveletek: ülepítés, szűrés, desztillálás, szublimáció. Elegyek (gázelegy, folyadékelegy) és összetételük, oldatok ipari és hétköznapi példákkal. Összetétellel kapcsolatos számítások gázelegyekre, oldatok és szilárd keverék összetételének számítása (tömegszázalék, térfogatszázalék, anyagszükséglet). Tisztítási eljárások: szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással, folyadékok tisztítása adszorpcióval. Az oldószerek és az oldhatóság vizsgálata. Anyagmegoszlás két, egymással nem elegyedő oldószer között, az oldhatóság vizsgálata. Keverékek szétválasztása, folyadékelegyek szétválasztása. Egyszerű kémiai anyagok előállítása a fenti műveletek alkalmazásával.

Kémiai anyagok elemzése.

Anyagok egymásba alakulása: Fizikai és kémiai változások jellemzői, megkülönböztetésük. Kémiai reakciók alaptípusai: egyesülés, bomlás, helyettesítés. A kémiai reakciók hőszínezete,

a kémiai reakciók iránya, részecskeátmenet szerinti csoportosítása. Közömbösítési reakciók. Vizes oldatok, a pH fogalma. Indikátorok vizsgálata: sav-bázis reakciók megfigyelése térfogatos módszerrel, indikátor jelenlétében. Savak, lúgok, sók jellemzői (sósav, vízkőoldó, rozsdoldó foszforsav, ecetsav, nátrium-hidroxid, Domestos, nátrium-klorid, szódabikarbóna, szóda, Hypo) és biztonságos használatuk. Egyszerű redoxireakciókban (égések, egyesülési reakciók) oxidáció és redukció, oxidálószer és redukálószer azonosítása. A hidrogén tulajdonságainak, redukáló képességének vizsgálata. Légköri gázok (nitrogén, oxigén, szén-dioxid, vízgőz és nemesgázok) fizikai tulajdonságai és az ózonpajzs. Feladatok a következő tulajdonságokra: a nitrogén és a nemesgázok alacsony reakcióképessége; az oxigén oxidáló képessége és égésben betöltött szerepe; a szén-dioxid redukáló képessége. A víz fizikai és kémiai jellemzői: szín, szag, íz, halmazállapot; olvadás- és forráspont jelentősége; a jég és a vízgőz előfordulása; a víz mint oldószer és hőátadó közeg. A víz fizikai és kémiai jellemzői: a vízmolekula képlete, szerkezete, alakja; szerepe sav-bázis folyamatokban (amfoter jelleg, közömbösítés); az ivóvíz, az ioncserélt és a desztillált víz összetétele. Környezetünk védelme: levegőszennyezés (monitoring rendszerek, megelőzés, védekezés), a természetes vizek jellemzői és összetételük, vízszennyezés (nitrát, foszfát). Ásványok, ércek, hegységképző kőzetek (mészkö, dolomit, szilikátok), kvarc, kőszén, grafit, gyémánt. A természeti környezet vizsgálatára vonatkozó feladatok: a szén-oxidok, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid, az ózon és a szálló por fizikai tulajdonságai, ipari és kommunális eredete és környezetkárosító hatása. Talajminták szikessége, mészkőtartalma, nedvességtartalma. Egyszerű ionok kimutatása reagensekkel: klorid-, szulfát-, ammónium-, vas(III)ion. Fémionok kimutatása lángfestéssel. A szakmának megfelelően, vegyész technikusoknál részletesebb minőségi analízis szükséges. Mosószeres, szappan. A felületaktív anyagok viselkedésének vizsgálata Polimerek azonosítása Háztartási hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása.

Kémia az iparban.

Fosszilis és megújuló energiaforrások. A szerves kémia és a vegyipar kapcsolata. Szénhidrogének előfordulása a természetben: a földgáz és a kőolaj jellemzői, desztillációs termékei, felhasználásuk energiatermelésre, üzemanyagként és vegyipari alapanyagként. Fontos szerves oldószerek és összehasonlításuk: hexán, kloroform, szén-tetraklorid, benzol, toluol, sztirol, metanol, etanol, acetone, ecetsav és etil-acetát. Polimerkémia: a műanyag- és a gumiipar története. A polimerek jellemzői, a monomer fogalma, a szénlánc összekapcsolódásának lehetőségei polimerizációval, polikondenzációval. Mesterségesen előállított vagy átalakított polimerek. A polietilén és a PVC keletkezése. A kaucsuk és a gumi

jellemzői. A gyógyszeripar és a szerves kémia: a gyógyszeripar története, gyógyhatású természetes anyagok. Gyógyszeripari alapanyagok a felsorolás szintjén: természetes (növényi eredetű, pl. mák – morfin; állati eredetű, pl. hasnyálmirigy – inzulin; fermentációs, pl. penicillin; szintetikus szerves molekulák, pl. aszpirin). Papíripar: a papíripar története, a papír nyersanyaga, papírgyártás házilag. Az építőipar jellegzetes anyagai: gipsz, cement, mész kémiai összetétele, jellemzői, felhasználásuk. Katalizátorok: biokatalizátorok és autokatalizátor. A katalízis jelentősége a vegyiparban. Projektfeladat vegyiparhoz kapcsolódó témában, a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

Műszerismeret és dokumentáció.

Általános, minden szakképesítésnél előforduló műszerek: például pH-mérő, nyomásmérő koloriméter használata. A pH-méréssel kapcsolatos javasolt feladatok: esővíz pH-ja, szénsavas ásványvíz pH-ja, kiforralt ásványvíz pH-ja. A szakképesítésnek megfelelő speciális műszerek megismerése, használata. Alkalmazott digitális ismeretek: Microsoft Office programok (Word, Excel, PowerPoint) használata. Excel-táblázat készítése alapl műveletekkel és egyszerűbb függvényekkel, prezentáció összeállítása PowerPoint alkalmazásával. Word szövegszerkesztési ismeretek. Az internet értő használata adatgyűjtésre, forráskeresésre. Elektronikus jegyzőkönyvek elkészítése: Word-szövegszerkesztéssel, Excel-táblázat és rajzolóprogramok segítségével. A dokumentációban megadott szempontok alapján készített jegyzőkönyv az elvégzett mérésekre és vizsgálatokra. Általános felépítés: leírás, kapott adatok és tapasztalatok, műszerek, eszközök megnevezése, a berendezés vázlata, vegyszerekkel történő munka estén H és P mondatok. A mérési dokumentáció sajátosságai: a kapott adatok és azok rendszerezése. A vizsgálati dokumentáció sajátosságai: a tapasztalatok részletes és pontos megadása, szükség esetén rögzítése, illetve magyarázata. Projektfeladat műszerismerethez kapcsolódó témában: a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

### **Analitikai szabványvizsgálatok gyakorlat- összesen 90 óra**

Bevezetés a laboratóriumi munkába.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok. A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. A veszélyesség

jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók. A biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a benne lévő adatok értelmezése BT (SDS). A használt eszközök kezelése, tárolása. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. Az eszközök szabályos használata. Az analitikai vizsgálatok során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. Veszélyes hulladékok keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. A laboratóriumban keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. Szabványok felépítésének ismerete, alkalmazásuk.

Vegyipari termékek hatóanyag-tartalmának meghatározása.

A vegyipari anyagok mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. A meghatározás menete. Szabványos vizsgálatok esetén a szabvány alkalmazása. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó hatóanyag-tartalom kiszámítása. Javasolt meghatározások, amelyek a helyi ipari jellemzők szerint változtathatók:

- Az aszpirintabletta acetil-szalicilsav tartalmának meghatározása sav-bázis titrálással
- Vasgalic vastartalmának meghatározása permanganometrián
- C-vitamin-tabletta aszkorbinsav-tartalmának meghatározása jodometrián
- Fertőtlenítőszeres aktív klórtartalmának meghatározása jodometrián.

Környezeti analitikai vizsgálatok.

Környezeti elemek mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. Szabványok alapján elvégzett vizsgálatok. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó komponens kiszámítása, összehasonlítása a szabvány által megadott határértékekkel. Javasolt meghatározások:

- A víz összes keménységének meghatározása
- A víz lúgosságának meghatározása
- A ivóvízminta kémiai oxigénigényének meghatározása permanganometrián
- A víz oldott oxigéntartalmának meghatározása jodometrián.

Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal.

Vizes oldatok kémhatásának vizsgálata:

- Az elektródpotenciál fogalma és mérése
- Az elektromotoros erő fogalma
- Elektrokémiai pH-mérés konkrét gyakorlati feladatban
- Potenciometrikus titrálás (sav-bázis titrálás) kivitelezése, a titrálási görbék lefutása, a végpont meghatározása. Pl. mosószóda nátriumkarbonát-tartalmának meghatározása
- Elektrolitok fajlagos vezetéseinek mérése
- Direkt konduktometria alkalmazása konkrét gyakorlati feladatban.

Mérések dokumentálása.

Mérési adatok felvétele hagyományos papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési adatok alapján az eredmények kiszámítása papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési eredmények grafikus ábrázolása. Mérési eredmények alapján a minta jellemzőinek megadása, annak értékelése, a határértéknek való megfeleléssége. Jegyzőkönyv elkészítése megadott szempontok alapján.

Projektfeladat.

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a probléma megoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

Kémia BSc

**Szervetlen kémia IV. – Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0202**

Az alkáli- és alkáliföldfémek tulajdonságai, előállításuk, reakcióik és fontosabb vegyületeik.

A p-mező fontosabb fémek elemeinek az általános jellemzése, tulajdonságaik, előállításuk, reakcióik és fontosabb vegyületeik.

A d-mező legfontosabb fémek elemeinek az általános jellemzése, tulajdonságaik, előállításuk, reakcióik és fontosabb vegyületeik.

A fenti elemek valamint a belőlük származtatható legfontosabb ionok egyszerű minőségi analízisének lehetőségei.

A fémek képviselői valamint legfontosabb vegyületeik előállítási lehetőségei, preparátumok készítése.

## DSZC

### **Szerves preparatív gyakorlat – összesen 90 óra**

Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénia előírások betartása.

A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. A szerves kémiai anyagok előállítása során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése

Készülékek összeszerelése az adott feladathoz. Desztillálóberendezések összeállítása: légköri desztilláló, vákuumdesztilláló, vízgőzdesztilláló. Reaktorok (reakcióedények) felszerelése. Hűtési, melegítési eszközök. Szűrők, elválasztásra alkalmas eszközök.

Szerves preparátumok előállítása

Kiindulási anyagok veszélyességi és biztonsági jellemzőinek megismerése. Kiindulási anyagok előkészítése. Az adott preparátumhoz a készülék összeszerelése. Mérési leírás alapján egyszerű preparátum elkészítése alapfolyamatok és laboratóriumi műveletek alkalmazásával.

Dokumentáció készítése

Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Javasolt a digitális szerkesztés eszközzel és kémiai képletrajzoló szoftver használatával. Vegyipari folyamatokra, szerves preparátumokra vonatkozó számítások, tisztaság, kitermelés, anyagszükséglet számítása. Szerves laboratóriumi számítások, preparátumokhoz szükséges adatok, reagensek készítéséhez szükséges számítások.

### Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése, kifejtése.

## Kémia BSc

### **Szerves kémia IV. – Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0301**

Feladatok ismertetése, eszközök átvétele, balesetvédelmi oktatás. Az átkristályosításhoz szükséges készülék bemutatása. A gravitációs- és vákuumszűrő berendezés bemutatása. A rotációs vákuumbepárló működésének ismertetése Acetanilid átkristályosítása vízből.

A vékonyrétegkromatográfia (VRK) bemutatása. Olvadáspont meghatározás bemutatása. Az előző gyakorlaton átkristályosított vegyület tisztaságának ellenőrzése olvadáspontmérés és VRK segítségével. Az átkristályosítás hozamának kiszámítása. Benzanilid átkristályosítása metanolból. Az átkristályosított benzanilid tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével.

Folyadék-folyadék extrakció kivitelezésének ismertetése. Az előző gyakorlaton átkristályosított vegyület tisztaságának ellenőrzése olvadáspontmérés segítségével. Az átkristályosítás hozamának kiszámítása. Folyadék-folyadék extrakció alkalmazása a m-dinitrobenzol és a m-nitroanilin keverékének elválasztására. Az elválasztás sikerességének ellenőrzése VRK segítségével.

Légköri és csökkentett nyomáson végzett desztillációnál alkalmazott berendezés bemutatása. Aceton desztillálása  $\text{KMnO}_4$ -ról légköri nyomáson. Víz desztillációja vákuumban.

A vízgőzdesztilláció bemutatása. Karvon izolálása fűszerköményből és 2,4-dinitrofenilhidrazon származékának előállítása.

4-Klór-benzoésav és 4-klór-benzil-alkohol előállítása. A termékek tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével és olvadáspontméréssel.

Többnyakú lombikban végrehajtott reakciónál alkalmazott készülék bemutatása. Benzamid előállítása és a termék átkristályosítása vízből. Jodoform előállítása.

Az oszlopkromatográfia bemutatása. A jodoform olvadáspontjának meghatározása, hozamszámítás. A benzamid tisztaságának ellenőrzése VRK-val és olvadáspontméréssel. Acetanilid és m-dinitrobenzol keverékének oszlopkromatográfias elválasztása.

Acetil-szalicilsav előállítása és a termék tisztítása átkristályosítással. A termék tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével és olvadáspontméréssel. Hozamszámítás.

Szénhidrogénekkal és halogénezett szénhidrogénekkal kapcsolatos kémcsőkísérletek:

- Szénhidrogének reakciója brómmal
- Szénhidrogének reakciója brómmal UV fény jelenlétében
- Aromás szénhidrogének Friedel-Crafts próbája
- Telítetlen szénhidrogének Baeyer próbája
- Halogénszármazékok Beilstein- és alkoholos ezüst-nitrát-próbája
- Ismeretlen meghatározása
- 2,6-Dibenzilidén-ciklohexanon előállítása (kémcsőváltozat). A termék tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével és olvadáspontméréssel. Hozamszámítás

Szénhidrogének hidroxiszármazékaival kapcsolatos kémcsőkísérletek:

- Alkoholok és fenolok oldékonysági viszonyai
- Alkoholok rendűségének meghatározása Lucas próbával
- Alkoholok oxidációja Jones-reagenssel
- Többértékű alkoholok reakciója réz(II)-ionokkal
- Fenolok és enolok komplexképzése vas(III)-ionokkal
- 2-Alkanolok jodoform próbája
- Ismeretlen meghatározása
- Benzoésav előállítása (kémcsőváltozat)

Szénhidrogének aminoszármazékaival kapcsolatos kísérletek:

- Aminok rendűségének meghatározása Hinsberg próbával
- Primer és tercier aminok reakciója salétromossavval
- Alifás primer aminok Rimini-próbája
- Aminok komplexképzési reakciója réz(II)-ionokkal tiocianátionok jelenlétében
- Ismeretlen meghatározása
- Benzotriazol előállítása (kémcsőváltózat)

Szénhidrogének oxoszármazékaival kapcsolatos kémcsőkísérletek:

- Aldehydelek kimutatása 2,4-dinitrofenil-hidrazinos próbával
- Oxovegyületek oxidációja káliumpermanganáttal és Jones-reagenssel
- Oxovegyületek reakciója Tollens reagenssel
- Oxovegyületek jodoform próbája
- Ismeretlen meghatározása
- Ciklohexanon előállítása (kémcsőváltózat)

A kimaradt azonosítási feladatok elvégzése (olvadáspont, VRK) hozamszámítás. A felszerelés tisztítása, leadása, eredményhirdetés.

## DSZC

### **Analitikai szabványvizsgálatok – összesen 90 óra**

Bevezetés a laboratóriumi munkába.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok. A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók. A biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a benne lévő adatok értelmezése BT (SDS). A használt eszközök kezelése, tárolása. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. Az eszközök szabályos használata. Az analitikai vizsgálatok során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. Veszélyes hulladékok keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. A laboratóriumban keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. Szabványok felépítésének ismerete, alkalmazásuk.

Vegyipari termékek hatóanyag-tartalmának meghatározása.

A vegyipari anyagok mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. A meghatározás menete. Szabványos vizsgálatok esetén a szabvány alkalmazása. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó hatóanyag-tartalom kiszámítása. Javasolt meghatározások, amelyek a helyi ipari jellemzők szerint változtathatók:

- Az aszpirintabletta acetil-szalicilsav tartalmának meghatározása sav-bázis titrálással
- Vasgálic vastartalmának meghatározása permanganometrián
- C-vitamin-tabletta aszkorbinsav-tartalmának meghatározása jodometrián
- Fertőtlenítőszeres aktív klórtartalmának meghatározása jodometrián.

Környezeti analitikai vizsgálatok.

Környezeti elemek mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. Szabványok alapján elvégzett vizsgálatok. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó komponens kiszámítása, összehasonlítása a szabvány által megadott határértékekkel. Javasolt meghatározások:

- A víz összes keménységének meghatározása
- A víz lúgosságának meghatározása
- A ivóvízminta kémiai oxigénigényének meghatározása permanganometrián
- A víz oldott oxigéntartalmának meghatározása jodometrián.

Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal.

Vizes oldatok kémhatásának vizsgálata:

- Az elektródpotenciál fogalma és mérése
- Az elektromotoros erő fogalma
- Elektrokémiai pH-mérés konkrét gyakorlati feladatban

- Potenciometrikus titrálás (sav-bázis titrálás) kivitelezése, a titrálási görbék lefutása, a végpont meghatározása. Pl. mosószóda nátriumkarbonát-tartalmának meghatározása
- Elektrolitok fajlagos vezetéseinek mérése
- Direkt konduktometria alkalmazása konkrét gyakorlati feladatban.

Mérések dokumentálása.

Mérési adatok felvétele hagyományos papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési adatok alapján az eredmények kiszámítása papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési eredmények grafikus ábrázolása. Mérési eredmények alapján a minta jellemzőinek megadása, annak értékelése, a határértéknek való megfelelése. Jegyzőkönyv elkészítése megadott szempontok alapján.

Projektfeladat.

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a probléma megoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

Kémia BSc

### **Analitikai kémia I. - Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0501**

A laboratóriumi munkaszabályok ismertetése, balesetvédelmi oktatás, a felszerelések átvétele. 0,1 mol/dm<sup>3</sup> HCl mérőoldat készítése (500 cm<sup>3</sup>). A HCl mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása KHCO<sub>3</sub>-ra. NaOH mérőoldat (0,1 mol/dm<sup>3</sup>) készítése (500 cm<sup>3</sup>). A NaOH mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása pontosan ismert koncentrációjú HCl oldatra.

Szilárd porminta bórax-tartalmának meghatározása (ismeretlen). Bórsav és kénsav egymás melletti mérése (ismeretlen).

Oxálsav meghatározása (ismeretlen).  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  meghatározása brómos oxidációval (ismeretlen).

$\text{NaCl/KBr}$  porkeverék klorid- és bromid-tartalmának meghatározása Mohr-szerint indirekt módszerrel (egyedi minták készítésével),  $0,05 \text{ mol/dm}^3 \text{ AgNO}_3$  mérőoldatot használva (ismeretlen). C-vitamin hatóanyagtartalmának meghatározása  $0,02 \text{ mol/dm}^3 \text{ BrO}_3^-$  mérőoldattal (ismeretlen).  $0,02 \text{ mol/dm}^3 \text{ KMnO}_4$  oldat készítése ( $250 \text{ cm}^3$ ).

A  $\text{KMnO}_4$  pontos koncentrációjának meghatározása.  $\text{Fe(II)}$ -oxalát meghatározása (ismeretlen).  $\text{H}_2\text{O}_2$  permanganometriás meghatározása (ismeretlen).

$0,02 \text{ mol/dm}^3 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  mérőoldat készítése ( $500 \text{ cm}^3$ ) és koncentrációjának meghatározása  $0,003 \text{ mol/dm}^3 \text{ KIO}_3$ -ra.  $\text{Cu(II)}$  meghatározása jodometriásan (ismeretlen).

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  mérőoldat készítése koncentrációjának újrameghatározása  $0,003 \text{ mol/dm}^3 \text{ KIO}_3$ -ra.  $\text{I}^-$ -meghatározás jódsokszorozó eljárással (ismeretlen).

$0,01 \text{ mol/dm}^3 \text{ Na}_2\text{EDTA}$  mérőoldat készítése ( $500,00 \text{ cm}^3$ ).  $\text{Ca(II)}$  és  $\text{Mg(II)}$  meghatározása egymás mellett komplexometriásan (ismeretlen).  $\text{Bi(III)}$  meghatározása komplexometriásan (ismeretlen).

$\text{Cu(II)}$  és  $\text{Zn(II)}$  meghatározása egymás mellett komplexometriásan (ismeretlen).

$\text{Al(III)}$  meghatározása komplexometriásan (ismeretlen).

A felszerelések leadása, eredményhirdetés.

**DSZC**

**Vegyipari alapozó gyakorlat – 36 hét heti 5 óra, és 36 hét heti 7 óra (180, 252 óra, összesen 432 óra)**

A laboratóriumi munka általános szabályai.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok (HSE). A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív

védőfelszerelések. A laboratórium beépített felszerelései (vegyifülke, közművek, egyéb gázellátás). Az alapvető laboratóriumi eszközök, berendezések csoportosítása és használatuk. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók: az anyagok és keverékek osztályozása, címkézése és csomagolása (CLP rendelet) és a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló rendelet (REACH). Veszélyes hulladék keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. Biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a bennük levő adatok értelmezése – BT (SDS). Szilárd, folyékony és gázhalmazállapotú anyagok jellemzői, kezelésük és tárolásuk. Vegyszerek tulajdonságainak megfigyelése: szín, szag, halmazállapot, higroszkóposság. A mérés fogalma, jellemzői. Mérési módszer, mérendő mennyiség, mért mennyiség, mérési eredmény, mérési pontosság, mérési eredmények megismételhetősége, reprodukálhatósága, szórás. A mérési hiba fogalma, osztályozása eredet és jelleg szerint. A munka dokumentálása: jegyzőkönyv vezetése digitális technikák alkalmazásával, adatgyűjtés és az adatok megjelenítése adatbázisrendszerben vagy Excel-táblába.

A kémiai jelölésrendszer.

A vegyjel és a képlet jelentése. Eligazodás a periódusos rendszerben (rendszám, tömegszám, relatív atomtömeg, izotóp, radioaktivitás, főcsoport és periódus, vegyértékelektronok száma). Fontos elemek (hidrogén, nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, szén, szilícium, nitrogén, oxigén, kén, klór, bróm, jód, hélium, neon, vas, cink, réz, higany) jelölése vegyjellel vagy szerkezeti, illetve molekulaképlettel. Egyszerű vegyületek képlete, szerkezete: hidridek: ammónia, víz, hidrogén-peroxid, hidrogén-klorid; nemfém-oxidok: szén-dioxid és szén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid; fém-oxidok: kalcium-oxid, magnézium-oxid, alumínium-oxid, cink-oxid; savak: sósav, kénsav, salétromsav; bázisok: ammónia vizes oldata, nátrium-hidroxid; sók: kősó, szódabikarbóna, rézgálic, trisó és szóda. Mennyiségi alapismeretek (moláris tömeg, relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg). A kémiai reakció leírása egyenlettel. Egyszerű kémiai reakciók képlettel történő felírása és a kapott kémiai egyenletek rendezése anyagmérleg alapján Egyesülési reakciók, bomlási reakciók. Helyettesítési reakciók: fém + sav, illetve lúg + sav.

Fizikai jellemzők és mérések.

Fizikai mennyiségek és állapotjelzők. Mértékegységek, SI alap- és származtatott egységek, SI-prefixumok. A mérési hibák keletkezése és megelőzése. Mérőeszközök kalibrálása. Mérési feladatra vonatkozó szabványok ismerete. A tömegmérés és a mérlegek (típus, érzékenység, méréshatár). A térfogatmérés és a térfogatmérő eszközök. A hőmérséklet és mérése. A szilárd,

a folyékony és a gázhalmazállapot. Halmazállapotok és halmazállapot-változások vizsgálata és értelmezése. Az olvadás, a lágyulás és a forráspont mérése. Szilárd anyag és folyadék sűrűségének mérése. A keverékek jellemzői, szilárd keverékek, a komponensek fogalma. Az oldat jellemzői és a különböző oldószerek. Keverékek és oldatok összetételének megadása. Sűrűségméréshez oldatkészítés, keverékkészítés. Viskozitás, törésmutató és nedvességtartalom mérése. A vegyipari ágazat szakmáihoz tartozó speciális mérések. Mérések alkalmazása és kivitelezése az ipari gyakorlatban.

Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk.

Hőátadási műveletek és alkalmazásuk. A laboratóriumi melegítés módszerei, eszközei, közvetlen és közvetett melegítés. A laboratóriumi hűtés lehetőségei. Olvadáspont, forráspont és meghatározásuk. Endoterm és exoterm folyamatok hőmérsékletének mérése, adatgyűjtés, az adatok ábrázolása digitálisan, a mérési görbe értelmezése. A hőátadás gyakorlati alkalmazása. Keverékek komponenseinek szétválasztási lehetőségei ipari és hétköznapi példákkal. Elválasztó műveletek: ülepités, szűrés, desztillálás, szublimáció. Elegyek (gázelegy, folyadékelegy) és összetételük, oldatok ipari és hétköznapi példákkal. Összetétellel kapcsolatos számítások gázelegyekre, oldatok és szilárd keverék összetételének számítása (tömegszázalék, térfogatszázalék, anyagszükséglet). Tisztítási eljárások: szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással, folyadékok tisztítása adszorpcióval. Az oldószerek és az oldhatóság vizsgálata. Anyagmegoszlás két, egymással nem elegyedő oldószer között, az oldhatóság vizsgálata. Keverékek szétválasztása, folyadékelegyek szétválasztása. Egyszerű kémiai anyagok előállítása a fenti műveletek alkalmazásával.

Kémiai anyagok elemzése.

Anyagok egymásba alakulása: Fizikai és kémiai változások jellemzői, megkülönböztetésük. Kémiai reakciók alaptípusai: egyesülés, bomlás, helyettesítés. A kémiai reakciók hőszínezete, a kémiai reakciók iránya, részecskeátmenet szerinti csoportosítása. Közömbösítési reakciók. Vizes oldatok, a pH fogalma. Indikátorok vizsgálata: sav-bázis reakciók megfigyelése térfogatos módszerrel, indikátor jelenlétében. Savak, lúgok, sók jellemzői (sósav, vízkőoldó, rozsdoldó foszforsav, ecetsav, nátrium-hidroxid, Domestos, nátrium-klorid, szódabikarbóna, szóda, Hypo) és biztonságos használatuk. Egyszerű redoxireakciókban (égések, egyesülési reakciók) oxidáció és redukció, oxidálószer és redukálószer azonosítása. A hidrogén tulajdonságainak, redukáló képességének vizsgálata. Légköri gázok (nitrogén, oxigén, széndioxid, vízgőz és nemesgázok) fizikai tulajdonságai és az ózompajzs. Feladatok a következő

tulajdonságokra: a nitrogén és a nemesgázok alacsony reakcióképessége; az oxigén oxidáló képessége és égésben betöltött szerepe; a szén-dioxid redukáló képessége. A víz fizikai és kémiai jellemzői: szín, szag, íz, halmazállapot; olvadás- és forráspont jelentősége; a jég és a vízgőz előfordulása; a víz mint oldószer és hőátadó közeg. A víz fizikai és kémiai jellemzői: a vízmolekula képlete, szerkezete, alakja; szerepe sav-bázis folyamatokban (amfoter jelleg, közömbösítés); az ivóvíz, az ioncserélt és a desztillált víz összetétele. Környezetünk védelme: levegőszennyezés (monitoring rendszerek, megelőzés, védekezés), a természetes vizek jellemzői és összetételük, vízszennyezés (nitrát, foszfát). Ásványok, ércek, hegységképző kőzetek (mészkö, dolomit, szilikátok), kvarc, kőszen, grafit, gyémánt. A természeti környezet vizsgálatára vonatkozó feladatok: a szén-oxidok, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid, az ózon és a szálló por fizikai tulajdonságai, ipari és kommunális eredete és környezetkárosító hatása. Talajminták szikessége, mészkőtartalma, nedvességtartalma. Egyszerű ionok kimutatása reagensekkel: klorid-, szulfát-, ammónium-, vas(III)ion. Fémionok kimutatása lángfestéssel. A szakmának megfelelően, vegyész technikusoknál részletesebb minőségi analízis szükséges. Mosószeres, szappan. A felületaktív anyagok viselkedésének vizsgálata Polimerek azonosítása Háztartási hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása.

#### Kémia az iparban.

Fosszilis és megújuló energiaforrások. A szerves kémia és a vegyipar kapcsolata. Szénhidrogének előfordulása a természetben: a földgáz és a kőolaj jellemzői, desztillációs termékei, felhasználásuk energiatermelésre, üzemanyagként és vegyipari alapanyagként. Fontos szerves oldószerek és összehasonlításuk: hexán, kloroform, szén-tetraklorid, benzol, toluol, sztirol, metanol, etanol, aceton, ecetsav és etil-acetát. Polimerkémia: a műanyag- és a gumiipar története. A polimerek jellemzői, a monomer fogalma, a szénlánc összekapcsolódásának lehetőségei polimerizációval, polikondenzációval. Mesterségesen előállított vagy átalakított polimerek. A polietilén és a PVC keletkezése. A kaucsuk és a gumi jellemzői. A gyógyszeripar és a szerves kémia: a gyógyszeripar története, gyógyhatású természetes anyagok. Gyógyszeripari alapanyagok a felsorolás szintjén: természetes (növényi eredetű, pl. mák – morfin; állati eredetű, pl. hasnyálmirigy – inzulin; fermentációs, pl. penicillin; szintetikus szerves molekulák, pl. aszpirin). Papírpar: a papírpar története, a papír nyersanyaga, papírgyártás házilag. Az építőipar jellegzetes anyagai: gipsz, cement, mész kémiai összetétele, jellemzői, felhasználásuk. Katalizátorok: biokatalizátorok és autokatalizátor. A katalízis jelentősége a vegyiparban. Projektfeladat vegyiparhoz kapcsolódó

témában, a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

Műszerismeret és dokumentáció.

Általános, minden szakképesítésnél előforduló műszerek: például pH-mérő, nyomásmérő koloriméter használata. A pH-méréssel kapcsolatos javasolt feladatok: esővíz pH-ja, szénsavas ásványvíz pH-ja, kiforralt ásványvíz pH-ja. A szakképesítésnek megfelelő speciális műszerek megismerése, használata. Alkalmazott digitális ismeretek: Microsoft Office programok (Word, Excel, PowerPoint) használata. Excel-táblázat készítése alapl műveletekkel és egyszerűbb függvényekkel, prezentáció összeállítása PowerPoint alkalmazásával. Word szövegszerkesztési ismeretek. Az internet értő használata adatgyűjtésre, forráskeresésre. Elektronikus jegyzőkönyvek elkészítése: Word-szövegszerkesztéssel, Excel-táblázat és rajzolóprogramok segítségével. A dokumentációban megadott szempontok alapján készített jegyzőkönyv az elvégzett mérésekre és vizsgálatokra. Általános felépítés: leírás, kapott adatok és tapasztalatok, műszerek, eszközök megnevezése, a berendezés vázlata, vegyszerekkel történő munka estén H és P mondatok. A mérési dokumentáció sajátosságai: a kapott adatok és azok rendszerezése. A vizsgálati dokumentáció sajátosságai: a tapasztalatok részletes és pontos megadása, szükség esetén rögzítése, illetve magyarázata. Projektfeladat műszerismerethez kapcsolódó témában: a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

### **Analitikai szabványvizsgálatok gyakorlat- összesen 90 óra**

Bevezetés a laboratóriumi munkába.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok. A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók. A biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a benne lévő adatok értelmezése BT (SDS). A használt eszközök kezelése, tárolása. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. Az eszközök szabályos használata. Az analitikai vizsgálatok során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. Veszélyes hulladékok keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. A laboratóriumban keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. Szabványok felépítésének ismerete, alkalmazásuk.

Vegyipari termékek hatóanyag-tartalmának meghatározása.

A vegyipari anyagok mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. A meghatározás menete. Szabványos vizsgálatok esetén a szabvány alkalmazása. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó hatóanyag-tartalom kiszámítása. Javasolt meghatározások, amelyek a helyi ipari jellemzők szerint változtathatók:

- Az aszpirin-tabletta acetil-szalicilsav tartalmának meghatározása sav-bázis titrálással
- Vasgálic vastartalmának meghatározása permanganometrián
- C-vitamin-tabletta aszkorbinsav-tartalmának meghatározása jodometrián
- Fertőtlenítőszeres aktív klórtartalmának meghatározása jodometrián.

Környezeti analitikai vizsgálatok.

Környezeti elemek mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. Szabványok alapján elvégzett vizsgálatok. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó komponens kiszámítása, összehasonlítása a szabvány által megadott határértékekkel. Javasolt meghatározások:

- A víz összes keménységének meghatározása
- A víz lúgosságának meghatározása
- A ivóvízminta kémiai oxigénigényének meghatározása permanganometrián
- A víz oldott oxigéntartalmának meghatározása jodometrián.

Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal.

Vizes oldatok kémhatásának vizsgálata:

- Az elektródpotenciál fogalma és mérése
- Az elektromotoros erő fogalma
- Elektrokémiai pH-mérés konkrét gyakorlati feladatban
- Potenciometrikus titrálás (sav-bázis titrálás) kivitelezése, a titrálási görbék lefutása, a végpont meghatározása. Pl. mosószóda nátriumkarbonát-tartalmának meghatározása

- Elektrolitok fajlagos vezetése mérése
- Direkt konduktometria alkalmazása konkrét gyakorlati feladatban.

Mérések dokumentálása.

Mérési adatok felvétele hagyományos papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési adatok alapján az eredmények kiszámítása papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési eredmények grafikus ábrázolása. Mérési eredmények alapján a minta jellemzőinek megadása, annak értékelése, a határértéknek való megfelelése. Jegyzőkönyv elkészítése megadott szempontok alapján.

Projektfeladat.

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a probléma megoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

Vegyésszérménők BSc

**Szervetlen és kvantitatív analitikai kémia – Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0511**

A laboratóriumi munkarend és a gyakorlati követelmények ismertetés. Tűzrendészeti és balesetvédelmi oktatás. A felszerelés átvétele.

Hidrogén fejlesztése Kipp-készülékben, tisztítása és meggyújtása. A klór laboratóriumi előállítása oxidálószeres és sósav reakciójával. Klór reakciója fémekkel. Kísérletek jóddal, jód oldódása vízben és NaI oldatban. A hidrogén égése klórban. Az anionok osztályozása és reakcióik. Fluoridion kimutatása. Ezüst halogenidek képződése és oldódása. Bromid- és jodidion egymás melletti kimutatása klóros vízzel. Kloridionok kimutatása bromid- és jodidionok mellett (Berg-reakció). 1. sz. ismeretlen.

Kálium-klorát reakciója vörös foszforral, kénnel, ill. porcukorral cc. kénsav jelenlétében. A hidrogén-peroxid kimutatása. Kén-hidrogén és kén-hidrogénes víz előállítása és a  $\text{H}_2\text{S}$  kimutatása. Szulfít- és szulfátionok reakciói, ill. ezek megkülönböztetése. Az ortofoszfátionok kimutatása. A nitrit- és nitrátionok kimutatása. Az ammóniumion és az ammónia kimutatása. Az alkáli- és alkáliföldfémek lángfestése. Vízben rosszul oldódó alkálifém-sók vizsgálata. Rosszul oldódó alkáliföldfém-sók. Alkálifémionok korona-éter komplexei. Fémionok osztályozása. Az első kationosztályba tartozó ionok reakciói.  $\text{Hg}_2^{2+}$ -,  $\text{Pb}^{2+}$ -,  $\text{Ag}^+$  -,  $\text{Hg}^{2+}$ -,  $\text{Cd}^{2+}$ -,  $\text{Bi}^{3+}$ - és  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok reakciói jodidionokkal (kémcsőreakciók és szűrőpapíron végrehajtott reakciók). 3. sz. ismeretlen.

A kationok 3. osztályának reakciói. A 3d átmenetifémek oxidációs állapotai vizes oldatban. Átmenetifém-hidroxidok és hidroxidokomplexek képződése és tulajdonságaik. Átmenetifémhidroxidok leválása és oldása ammónia vizes oldatával. Átmenetifém-szulfidok képződése és vizsgálata. Néhány fémion kimutatása szerves reagensekkel. 4. sz. ismeretlen.

0,1 mol/dm<sup>3</sup> HCl mérőoldat készítése (250 cm<sup>3</sup>), A HCl mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása  $\text{KHCO}_3$ -ra. Szilárd porminta bórax-tartalmának meghatározása (ismeretlen). NaOH mérőoldat (0,1 mol/dm<sup>3</sup>) készítése (250 cm<sup>3</sup>).

A NaOH mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása pontosan ismert koncentrációjú HCl oldatra. Oxálsav meghatározása (ismeretlen). Bórsav és kénsav egymás melletti mérése (ismeretlen).

NaCl/KBr porkeverék klorid- és bromid-tartalmának meghatározása Mohr-szerint indirekt módszerrel (egyedi minták készítésével), 0,05 mol/dm<sup>3</sup>  $\text{AgNO}_3$  mérőoldat segítségével (ismeretlen). C-vitamin hatóanyagtartalmának meghatározása 0,02 mol/dm<sup>3</sup>  $\text{BrO}_3^-$  mérőoldattal (ismeretlen). 0,02 mol/dm<sup>3</sup>  $\text{KMnO}_4$  oldat készítése (250 cm<sup>3</sup>). 0,05 mol/dm<sup>3</sup> Na-oxalát mérőoldat készítése (100,00 cm<sup>3</sup>).

A  $\text{KMnO}_4$  pontos koncentrációjának meghatározása. Fe(II)-oxalát meghatározása (ismeretlen).  $\text{H}_2\text{O}_2$  permanganometriás meghatározása (ismeretlen).

0,02 mol/dm<sup>3</sup>  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  mérőoldat készítése (500 cm<sup>3</sup>) és koncentrációjának meghatározása 0,003 mol/dm<sup>3</sup>  $\text{KIO}_3$ -ra. Cu(II) meghatározása jodometriásan (ismeretlen).

A készített  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  mérőoldat koncentrációjának ismételt meghatározása  $0,003 \text{ mol/dm}^3 \text{ KIO}_3$ -ra.  $\text{I}^-$ -meghatározás jódsokszorozó eljárással (ismeretlen).

$0,01 \text{ mol/dm}^3 \text{ Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$  mérőoldat készítése ( $500,00 \text{ cm}^3$ ).  $\text{Bi(III)}$  meghatározása komplexometriásan (ismeretlen).  $\text{Al(III)}$  meghatározása komplexometriásan (ismeretlen).

$\text{Cu(II)}$  és  $\text{Zn(II)}$  meghatározása egymás mellett komplexometriásan (ismeretlen). A felszerelések leltározása és leadása.

## DSZC

### Szerves preparatív gyakorlat – összesen 90 óra

Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénias előírások betartása. A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. A szerves kémiai anyagok előállítása során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése

Készülékek összeszerelése az adott feladathoz. Desztillálóberendezések összeállítása: légekri desztilláló, vákuumdesztilláló, vízgőzdesztilláló. Reaktorok (reakcióedények) felszerelése. Hűtési, melegítési eszközök. Szűrők, elválasztásra alkalmas eszközök.

Szerves preparátumok előállítása

Kiindulási anyagok veszélyességi és biztonsági jellemzőinek megismerése. Kiindulási anyagok előkészítése. Az adott preparátumhoz a készülék összeszerelése. Mérési leírás alapján egyszerű preparátum elkészítése alapfolyamatok és laboratóriumi műveletek alkalmazásával.

Dokumentáció készítése

Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Javasolt a digitális szerkesztés eszközzel és kémiai képletrajzoló szoftver használatával. Vegyipari folyamatokra, szerves preparátumokra vonatkozó számítások, tisztaság, kitermelés,

anyagszükséglet számítása. Szerves laboratóriumi számítások, preparátumokhoz szükséges adatok, reagensek készítéséhez szükséges számítások.

### Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projekt munka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése, kifejtése.

### Vegyésszmérnök BSc

#### **Szerves kémia II. – Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0311**

Feladatok ismertetése, eszközök átvétele, balesetvédelmi oktatás. Az átkristályosításhoz szükséges készülék bemutatása. A gravitációs- és vákuumszűrő berendezés bemutatása. A rotációs vákuumbepárló működésének ismertetése Acetanilid átkristályosítása vízből.

A vékonyrétegekromatográfia (VRK) bemutatása. Olvadáspont meghatározás bemutatása. Az előző gyakorlaton átkristályosított vegyület tisztaságának ellenőrzése olvadáspontmérés és VRK segítségével. Az átkristályosítás hozamának kiszámítása. Benzanilid átkristályosítása metanolból. Az átkristályosított benzanilid tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével.

Folyadék-folyadék extrakció kivitelezésének ismertetése. Az előző gyakorlaton átkristályosított vegyület tisztaságának ellenőrzése olvadáspontmérés segítségével. Az átkristályosítás hozamának kiszámítása. Folyadék-folyadék extrakció alkalmazása a m-dinitrobenzol és a m-nitroanilin keverékének elválasztására. Az elválasztás sikerességének ellenőrzése VRK segítségével.

Légköri és csökkentett nyomáson végzett desztillációnál alkalmazott berendezés bemutatása. Aceton desztillálása  $\text{KMnO}_4$ -ról légköri nyomáson. Víz desztillációja vákuumban.

A vízgőzdesztilláció bemutatása. Karvon izolálása fűszerköményből és 2,4-dinitrofenilhidrazon származékának előállítása.

Az oszlopkromatográfia bemutatása. A benzamid tisztaságának ellenőrzése VRK-val és olvadáspontméréssel. Acetanilid és m-dinitrobenzol keverékének oszlopkromatográfiás elválasztása.

*Szénhidrogénekkal és halogénezett szénhidrogénekkal kapcsolatos kémcsőkísérletek:*

Szénhidrogének reakciója brómmal

Szénhidrogének reakciója brómmal UV fény jelenlétében

Aromás szénhidrogének Friedel-Crafts próbája

Telítetlen szénhidrogének Baeyer próbája

Halogénszármazékok Beilstein- és alkoholos ezüst-nitrát-próbája

Ismeretlen meghatározása

Többnyakú lombikban végrehajtott reakcióknál alkalmazott készülék bemutatása. Benzamid előállítása és a termék átkristályosítása vízből.

Benzamid tisztaságának ellenőrzése olvadáspontméréssel és VRK segítségével. Ciklohexanon és ciklohexanon-(2,4-dinitrofenil)-hidrazon előállítása (kémcsőváltozat). Benzotriazol előállítása (kémcsőváltozat).

Acetil-szalicilsav előállítása és a termék tisztítása átkristályosítással. A termék tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével és olvadáspontméréssel. Hozamszámítás.

4-Klór-benzoésav és 4-klór-benzil-alkohol előállítása. A termékek tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével és olvadáspontméréssel.

*Szénhidrogének hidroxiszármazékaival kapcsolatos kémcsőkísérletek:*

Alkoholok és fenolok oldékonysági viszonyai

Alkoholok rendűségének meghatározása Lucas próbával

Alkoholok oxidációja Jones-reagenssel

Többértékű alkoholok reakciója réz(II)-ionokkal

Fenolok és enolok komplexképzése vas(III)-ionokkal

2-Alkanolok jodoform próbája

Ismeretlen meghatározása

*Szénhidrogének aminoszármazékaival kapcsolatos kísérletek:*

Aminok rendűségének meghatározása Hinsberg próbával

Primer és tercier aminok reakciója salétromossavval

Alifás primer aminok Rimini-próbája

Aminok komplexképzési reakciója réz(II)-ionokkal tiocianátionok jelenlétében

Ismeretlen meghatározása

A kimaradt azonosítási feladatok elvégzése (olvadáspont, VRK) hozamszámítás. A felszerelés tisztítása, leadása, eredményhirdetés.

DSZC

**Termékek ipari és laboratóriumi előállítása tantárgy – összesen 62 óra**

Előállítások elvi alapjai, energiaellátás

Kémiai anyagok reakcióba vitele, termék előállítása. A reakciók aktiválása, katalizátorok alkalmazása, azok működése, a reakciók hőszínezete. A kémiai reakciókat befolyásoló tényezők elemzése. Kémiai reakciók ipari alkalmazása, technológiai fogalma, alapelvei. Technológiai folyamatok és laboratóriumi előállítások berendezései, eszközei közötti különbségek, a léptékhatás törvénye. Üzemek, laboratóriumok energiaellátása. Megújuló és nem megújuló energiaforrások. Az energiatermelés környezetterhelése.

Ipari és laboratóriumi vízellátás

Természetes vizek jellemzői, összetételük, előfordulásuk. A felhasználásuk alapján támasztott minőségi követelmények. Víz tisztítás, vízkezelés, keménység, vízlágyítási módok. Szennyvíz, szennyvízkezelés. Kapcsolódó számítási feladatok.

Gázok előállítása

Ipari gázok kinyerése levegőből: oxigén, nitrogén, nemesgázok. Oxigén laboratóriumi előállítása. Hidrogén keletkezése kémiai reakciókban. Hidrogén ipari előállítása szintézisgázgyártással, elektrolízissel. Ammónia laboratóriumi előállítása. Ammónia ipari

előállítás. Klór laboratóriumi előállítása. Klór ipari előállítása. Kapcsolódó számítási feladatok.

#### Szervetlen anyagok előállítása

Sósav, kénsav, salétromsav gyártása. Nátrium-hidroxid előállítása kősó-elektrolízissel. A fémek előállításának elvi alapjai. Vasgyártás termitreakcióval és szénredukciós módszerrel. Alumínium-előállítás elektrolízissel. Kapcsolódó számítási feladatok.

#### Kőolajalapú termékek előállítása

Kőolaj-feldolgozás, petrokémia. A kőolaj kitermelése. Kőolaj atmoszférikus és vákuumdesztillációja. Desztillációs termékek felhasználása motorhajtóanyagként, energiatermelésre, petrokémiai alapanyagként. Etén előállítása laboratóriumban. Etén ipari előállításának elméleti háttere, a hőbontás fogalma, folyamatai, befolyásoló paraméterek, benzinpirolízis. Aromás anyagok előállításának lehetőségei. Kapcsolódó számítási feladatok.

#### Szerves anyagok előállítása

Szerves alapfolyamatok alkalmazása laboratóriumi és ipari folyamatok esetén: halogénezés, nitrálás, szulfonálás, oxidáció, redukció, észterezés, diazotálás, kapcsolás. Alkohokok előállítása: metanol, etanol. Ketonok előállítása. Karbonsavak előállítása. Észterek előállítása. Kapcsolódó számítási feladatok.

#### Műanyagok jellemzői és előállításuk

A műanyagok jellemzői, felhasználási területei, jelentősége és veszélyei mindennapi életünkben. Természetes és mesterséges műanyagok. Etén alapú polimerek: polietilén, PVC, PET, polisztirol. Poliamid, poliuretán elvi előállítása. Műanyagok újrahasznosítása. Modern műanyagok, bioműanyagok.

#### Gyógyszerek jellemzői és előállítási lehetőségeik

A gyógyszerek fogalma, jellemzői, felhasználási területeik. Aszpirin, jodoform előállítása laboratóriumi és ipari körülmények között. Zöld technológiák a gyógyszeriparban.

#### Projektfeladat

Adott témakörhöz kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást,

amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete:

Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása

Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása

A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával

A projekt értékelése

## Vegyésszmérnök BSc

### **Kémiai technológia I. - gyakorlat - TTKBL1111**

Balesetvédelmi oktatás, általános laboreszközök, vegyszerek ismertetése munkavédelmi és tűzvédelmi szempontból.

Vízkeménység meghatározása

Vízlágyítás ioncserés és csapadékos módszerekkel

Szitalás

Desztilláció

Rektifikáció, etanol-víz elegy elválasztása

Keverés

Keverés kritikus teljesítményszükséglete

Aprított mészkő méret szerinti osztályozása szitasor segítségével

Szárítás, szárítószekrényben és nedvességtartalom meghatározó készülékkel

Szűrés

Ülepítés

Stokes törvény alkalmazása ülepedő szemcsékre

# I. A Biológia és a Biomérnök alapszakok alapadatai, képzési és kimeneti követelményei

## **Biológia alapszak**

A felsőoktatási intézmény neve, címe: **Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.**

A képzésért felelős kar megnevezése: **Természettudományi és Technológiai Kar**

**Az alapképzési szak megnevezése:** biológia alapképzési szak (biology)

**Az alapképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése:**

végzettségi szint: alapfokozat (baccalaureus, bachelor, rövidítve: BSc)

szakképzettség: biológus

a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Biologist

**Hallgatói tanácsadó:** Kaszáné Dr. Kiss Magdolna (Hidrobiológiai Tanszék, Ökológia Épület)  
Gyulai István (Hidrobiológia Tanszék)

**Képzési ciklus:** alapképzés

**A szak indításának időpontja:** 2006. szeptember

**A szakért felelős kar:** Természettudományi és Technológiai Kar

**A szakért felelős oktató:** Dr Tökölyi Jácint, egyetemi docens (Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék, Biológiai és Ökológiai Intézet)

**Képzési terület:** természettudomány

**Képzési ág:** élő természettudomány

**A képzési idő:** 6 félév

**Az alapfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:** 180 kredit

összes kontaktóra száma: 1800-1900

- a szak orientációja: gyakorlatorientált (60-70 százalék)

- a szakdolgozat elkészítéséhez rendelt kreditérték: 12 kredit

- a szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték: 9 kredit

## **A szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása: 421/0511**

### **Az alapképzési szak képzési célja, az elsajátítandó szakmai kompetenciák**

A képzés célja biológusok képzése, akik rendelkeznek a biológia szakterület ismeretrendszerének és összefüggéseinek átfogó tudásával, ismerik a különböző elméleti megközelítéseket és az ezeket felépítő terminológiákat, az élő szervezeteket, rendszereket és a problémamegoldás speciális módjainak alkalmazását. Felkészültek tanulmányaik mesterképzésben történő folytatására.

### **Az elsajátítandó szakmai kompetenciák**

#### **A biológus**

##### **a) tudása**

- Rendelkezik az élő rendszerek egyed alatti és egyed feletti szintjeihez kapcsolódó alapismeretekkel, és rendszerezni, alkalmazni tudja azokat.
- Rendelkezik rendszerszerű alapvető természettudományos ismeretekkel.
- Ismeri és használja azokat a terepi, laboratóriumi és gyakorlati eszközöket és módszereket, melyekkel a biológia szakterületekhez kapcsolódó vizsgálati, mérési módszereket alapszinten gyakorolni tudja.
- A biológia alapvető részterületeinek (rendszertan, szervezettan, sejttan, ökológia, mikrobiológia, élettan, genetika, evolúció, biotechnológia, bioetika, biostatisztika, humánbiológia, biokémia, biofizika, molekuláris biológia) ismeretköreivel, alapfogalmaival és terminológiájával tisztában van.
- Ismeri az összefüggéseket a különböző tárgyak keretében elsajátított ismeretkörök között.
- Az élő anyag evolúciójának elméleteit és a földtörténeti, tudománytörténeti vonatkozásokat ismeri.
- Tisztában van a modern biológiai vizsgálati módszerek alapvető alkalmazási területeivel.

##### **b) képességei**

- Képes a különböző természettudományos szakterületek tudás- és ismeretanyaga közötti összefüggések felismerésére, integrációjára.

- Képes a természet, élő rendszerek és az ezekkel összefüggésben lévő társadalmi folyamatokkal kapcsolatos törvényszerűségek feltárására, megfogalmazására.
- Képes a biológia alapszakon elsajátított tudás és megismerés alkalmazására, közreműködni a tudományos kutatásban és új tudományos eredmények létrehozásában.
- Képes alapvető vizsgálati módszerek és eszközök alkalmazására és használatára, a nyert eredmények értelmezésére.
- Képes interdiszciplináris gondolkodásra, meg tudja határozni a kollaborációs munkákba bevonandók körét.
- Képes minőségorientált gondolkodásra, a minőségfejlesztés elveinek folyamatos szem előtt tartására.
- Képes a munkakörnyezetet fenntartható módon megtervezni és működtetni, a környezet- és természettudatos szemléletet a napi gyakorlatba átültetni.
- Képes a biológia témakörében szakszerűen kifejezni magát mind szóban, mind írásban, rendelkezik együttműködő, kapcsolatteremtő képességgel, kommunikációs készséggel.
- Birtokolja a szakterület műveléséhez szükséges idegennyelv-tudást.
- Tudományos szempontok szerint képes rendszerezni adatokat, ismerethalmazokat.

### **c) attitűdje**

- Törekszik a természet és az ember viszonyának, az ember és más élő szervezetek testfelépítésének, működésének megismerésére.
- Terepi és laboratóriumi tevékenysége, tanulási folyamatai során környezettudatos magatartást mutat.
- Nyitott az újabb biológiai és más természettudományos kutatási eredmények megismerésére, a szakmai együttműködésre.
- Törekszik arra, hogy környezetében a természet és az ember viszonyának témakörében felelős véleményt nyilvánítson, annak létfontosságú elemeit a lehető legszélesebb körben megismertesse.
- Példamutató környezet- és természettudatos magatartást tanúsít, másokat ennek követésére ösztönöz.
- Nyitott az új ismeretek befogadására, tanulásra és művelődésre, a más szakmai csoportokkal történő folyamatos együttműködésre.
- Elkötelezett a biológia szakterületén tudása folyamatosan gyarapítására és tanulmányainak magasabb szinten történő folytatására, szakirányú továbbképzésben való részvételre.

#### **d) autonómiája és felelőssége**

- Rendelkezik kisebb gyakorlati munkacsoportok irányításához, munkájuk megszervezéséhez szükséges önállósággal.
- Szakmai és nem szakmai körökben felelősen nyilvánít véleményt biológiai, kutatásetikai és bioetikai kérdésekről.
- Biztonságos munkavégzést biztosít, és igényel mind terepi, mind biológiai laboratóriumi körülmények között.
- Rendelkezik a kisebb munkaközösségek munkájának megszervezéséhez szükséges önállósággal.
- Ismeri a biztonságos munkavégzés törvényi feltételeit, másokat is felhív a munkabiztonságot növelő jogkövető magatartásra.
- Szakmai gyakorlat megszerzése után eligazodik a munka világában, segíti partnereit a tudatos, célorientált feladat-végrehajtásban.

#### **Biomérnök alapszak**

**Az alapképzési szak megnevezése:** biomérnöki (Biochemical Engineering)

**Az alapképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése:**

- végzettségi szint: alap- (baccalaureus, bachelor, rövidítve: BSc-) fokozat
- szakképzettség: biomérnök
- a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Biochemical Engineer

**A szakért felelős oktató:** Prof. Dr. Karaffa Levente, egyetemi tanár, tanszékvezető (TTK Biomérnöki Tanszék)

**Hallgatói tanácsadó:** Dr Ág Norbert egyetemi adjunktus (TTK Biomérnöki Tanszék)

**A szakért felelős kar:** Természettudományi és Technológiai Kar

**A specializáció(k) megnevezése:** nincs specializáció

**Képzési terület:** műszaki

**A képzési idő félévekben:** 7 félév

**Az alapközzat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:**

210 kredit összes kontaktóra száma: ~2295 + a szabadon választható tárgyak óraszámái

- a szak orientációja: kiegyensúlyozott (40-60 százalék)

- a szakdolgozat készítéséhez rendelt kreditérték: 15 kredit

- a szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték: 10 kredit

**A szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása:** 524/0711

**Az alapképzési szak képzési célja és a szakmai kompetenciák**

A képzés célja biomérnökök képzése, akik alkalmasak a széles körűen értelmezett biotechnológiai rendszerek, és az azokat működtető személyzet irányítására, analitikai vizsgálatok, gyártásközi és végső minőségellenőrzés végzésére, valamint legalább egy idegen nyelven a műszaki dokumentáció megértésére. A képzés lezárultával a biomérnök részt vehet technológiai rendszerek fejlesztésében, tervezésében, új eljárások, termékek kifejlesztésében, részfeladatokat láthat el kutatásokban, a munkaerőpiac igényeinek megfelelően. Felkészültek tanulmányaik mesterképzésben történő folytatására.

**Az elsajátítandó szakmai kompetenciák**

**A biomérnök**

**a) tudása**

- Ismeri a biológiai rendszerek felépítését, működését és ezek szabályozási lehetőségeit.
- Ismeri a kémiai, biokémiai és mikrobiológiai folyamatok alapvető törvényszerűségeit és az ezekre épülő vizsgálati módszereket.
- Ismeri a modern molekuláris biológiai elveket, technikákat és azok összefüggéseit.
- Ismeri az általános és bioipari művelettan elveit, összefüggéseit, eljárásait.
- Ismeri a széles körűen értelmezett biotechnológiai műveleteket, berendezéseit és ezek irányítását.
- Ismeri a biológiai, biotechnológiai ipar fő termékeit, a gyártási technológiákat és a tervezési alapelveket.

- Ismeri a szakterületéhez kapcsolódó munka- és tűzvédelmi, biztonságtechnikai területek alapvető elvárásait, követelményeit, a környezetvédelem és a biológiai biztonság, vonatkozó előírásait.
- Ismeri a szakterülethez szervesen kapcsolódó minőségbiztosítási, információtechnológiai, jogi, közgazdasági és menedzsment szakterületek alapjait, azok határait és követelményeit.
- Ismeri a biomérnöki szakterület tanulási, ismeretszerzési, adatgyűjtési módszereit, azok etikai korlátait és problémamegoldó technikáit.
- Ismeri a környezetvédelem és környezetvédelmi technológiák alapelveit, összefüggéseit és a környezetvédelmi szabályozás főbb elveit.

### **b) képességei**

- Képes biológiai, biotechnológiai és mikrobiológiai rendszerek biztonságos, környezettudatos működtetésére, a szakterülettel kapcsolatos szolgáltatások, kereskedelmi feladatok ellátására.
- Képes biotechnológiai jellegű laboratóriumi, félüzemi, üzemi feladatok elvégzésére, új vizsgálati módszerek, metodikák elsajátítására, munkavédelmi feladatok megoldására.
- A laboratóriumi gyakorlati tevékenységhez megfelelő manualitással rendelkezik.
- Alkalmazni tudja a szakterülethez kapcsolódó számítási, biometriai és modellezési módszereket, képes számítástechnikai ismeretek, adatbázisok alkalmazására.
- Képes a szakmai adatbázisok és szakirodalom felhasználására és feldolgozására.
- Képes önállóan végrehajtani laboratóriumi vagy technológiai részfolyamatokat. Képes felismerni a felmerülő problémákat és döntéseket hozni megoldásukra.
- Képes irányítani és ellenőrizni a széles körűen értelmezett biotechnológiai gyártási folyamatokat, a minőségbiztosítás és minőség szabályozás elemeit szem előtt tartva.
- Képes részfeladatok ellátására a technológiai rendszerek fejlesztésében, tervezésében, új eljárások, termékek kifejlesztésében, biológiai és rokon tudományok kutatásában.
- Képes bonyolultabb feladatok elvégzésére, ismeretek gyakorlati alkalmazására a választott specializációnak megfelelő szakterületen.
- Képes biotechnológiai, bioipari munkavédelmi feladatok megoldására.
- Képes legalább egy idegen nyelven a műszaki dokumentáció megértésére.
- Képes együttműködni és megfelelően kommunikálni más szakterület szakembereivel (más irányultságú mérnök, jogász, informatikus, menedzser stb.)

- Képes korábban nem ismert új folyamatok, termékek, rendszerek megismerésére, megértésére.

### **c) attitűdje**

- Törekszik arra, hogy önképzése és továbbképzése a biomérnöki szakterületen folyamatos és szakmai céljaival megegyező legyen.
- Nyitott a biotechnológiai, bioipari területeken zajló szakmai, technológiai fejlesztés és innováció megismerésére, elfogadására, hiteles közvetítésére.
- Érdeklődik a bioipari, biotechnológiai szakterülettel összefüggő új ismeretek, módszerek és eszközök iránt.
- Betartja a biotechnológiai területre speciálisan fontos munkavégzés biológiai biztonsággal kapcsolatos szabályait, valamint munkajogi szabályait.
- Törekszik arra, hogy feladatainak megoldása, vezetési döntései az irányított munkatársak véleményének megismerésével, lehetőleg együttműködésben történjen meg.
- Gyakorlati tevékenységek elvégzéséhez megfelelő kitartással és monotoniatűréssel rendelkezik.
- Igényli és munkatársaitól elvárja a minőségi munkát.
- Érzékeny a mikro- és makrokörnyezet szempontjaira.

### **d) autonómiája és felelőssége**

- Döntéseiért és beosztottjaiért felelősséget vállal, felelősséggel irányít és önirányít.
- Jellemzője a kezdeményezés, személyes felelősségvállalás és döntéshozatal.
- Képes a személyes motiváció és a csoportmunka összeegyeztetésére.
- Autonóm módon képes a biotechnológiai területen átfogó szakmai kérdések értelmezésére.
- Törekszik a jogkövető magatartásra és az etikai, bioetikai szabályok betartására.
- Igényli és támogatja az eredményesség és biztonságosság folyamatos ellenőrzését.

## VI. A Biológia alapszak tantervi hálója

TANTÁRGY / OKTATÓ(K)		TÁRGYKÓD	ELŐ-FELTÉTEL	FÉLÉV / ÓRASZÁM						KRE-DIT	KÖ-VE-TEL-MÉNY	
				1	2	3	4	5	6			
Közismereti tárgyak	Európai Unió ismeretek Dr. Teperics Károly	TTTBE0030		1+0+0						1	V	
	Környezettani alapismeretek Dr. Nagy Sándor Alex	TTTBE0040		1+0+0						1	V	
I.modul: Általános természet-tudományi alapismeretek	Bevezetés a biológiába Revákné Dr. Markóczi Ibolya	TTBBG1010		0+2+0						3	G	
	Az evolúciobiológia alapjai Dr. Lendvai Ádám Zoltán	TTBBE1003		2+0+0						2	V	
	Bevezetés a fizikába Dr. Schram Zsolt	TTFBE3101		2+0+0						2	V	
	Bevezetés a fizikába szeminárium Dr. Schram Zsolt	TTFBG3101		0+1+0						2	G	
	Bevezetés a kémiába Dr. Várnagy Katalin	TTKBE0141		2+0+0						2	V	
	Biomatematika és informatika alapjai Dr. Bérczes Attila	TTMBE0801		2+0+0						2	G	
	Biomatematika és informatika alapjai szeminárium Dr. Bérczes Attila	TTMBG0801		0+2+0						3	V	
	A biológia kémiai alapjai Kalmár László	TTBBE1005			1+0+0					2	G	
	Bevezetés a kémiába gyakorlat Dr. Sebestyén Annamária	TTKBL0141	TTKBE0141		0+1+2					3	V	
	Földtan alapjai Dr. Rózsa Péter	TTGBG5103			0+2+0					2	G	
	A biológia kémiai alapjai gyakorlat Dr. Kerékgyártó János, Dr. Barna Teréz, Kalmár László	TTBBL1005				0+0+2				3	V	
	Biostatisztika Dr. Tóthmérész Béla	TTBBE1001					2+0+0			2	G	
	Biostatisztika gyakorlat Dr. Tóthmérész Béla	TTBBL1001					0+0+3			4	G	
	<b>KREDITEK I.modul és közismereti tárgyak</b>				<b>18</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20G/34</b>	
	<b>VIZSGASZÁM I.modul és közismereti tárgyak</b>				<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

TANTÁRGY / OKTATÓ(K)	TÁRGYKÓD	ELŐ-FELTÉTEL	FÉLÉV / ÓRASZÁM						KRE-DIT	KÖ-VE-TEL-MÉNY			
			1	2	3	4	5	6					
II. modul Szakmai alapozó tárgyak	Növényrendszertan Dr. Matus Gábor	TTBBE2005	A kollokvium előfeltétele a gyakorlati jegy (TTBBL2005) megszerzése	2+0+0							2	V	
	Növényrendszertan gyakorlat Dr. Matus Gábor, Dr. Molnár V. Attila, Dr. Takács Attila	TTBBL2005		0+0+2							4	G	
	Növény szervezeten Mikóné Dr. Hamvas Márta, Dr. Máthé Csaba	TTBBE2001		2+0+0							2	V	
	Növény szervezeten gyakorlat Mikóné Dr. Hamvas Márta, Dr. Máthé Csaba	TTBBL2001	A kollokvium előfeltétele a gyakorlati jegy (TTBBL2001) megszerzése	0+0+3							4	G	
	Állatanatómia Dr. Juhász Edit	TTBBL2030			0+0+3						4	G	
	Állattan I Dr. Barta Zoltán, Dr. Juhász Edit	TTBBE2010			2+0+0						2	V	
	Biokémia I Dr. Kerékgyártó János	TTBBE2035			2+0+0						2	V	
	Biokémia I szeminárium Dr. Kerékgyártó János	TTBBG2035			0+1+0						1	G	
	Sejtbiológia Dr. Szemán-Nagy Gábor	TTBBE2045			2+0+0						2	V	
	Állatrendszertan I Dr. Tartally András	TTBBL2020	TTBBE2010			0+0+2					3	G	
	Állattan II Dr. Tökölyi Jácint	TTBBE2015	TTBBE2010			2+0+0					2	V	
	Hidrobiológia Dr. Nagy Sándor Alex	TTBBE2065				2+0+0					2	V	
	Hidrobiológia gyakorlat Dr. Nagy Sándor Alex	TTBBL2065				0+0+1					2	G	
	Hidrobiológia szeminárium Dr. Nagy Sándor Alex	TTBBG2065				0+1+0					2	G	
	Sejtbiológia szeminárium Dr. Szemán-Nagy Gábor	TTBBG2045	TTBBE2045			0+2+0					2	G	
	Állatrendszertan II Dr. Tartally András	TTBBL2025	TTBBE2010				0+0+2				3	G	
	Biokémia II Dr. Barna Teréz	TTBBE2040	TTBBE2035				1+0+0				2	V	
	Terepgyakorlat Dr. Molnár V. Attila	TTBBG2055	TTBBE2005 és TTBBE2010				++				5	G	
	Bevezetés az immunológiába Dr. Koncz Gábor	TTBBE2050						2+0+0			2	V	
	Bioinformatika Dr. Sipiczki Mátyás	TTBBE2060	TTBBE3020					1+0+0			2	V	
	Bioinformatika szeminárium Dr. Csoma Hajnalka	TTBBG2060						0+2+0			3	G	
	<b>KREDITEK II. modul</b>			<b>12</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>0</b>		<b>33G/53</b>		
	<b>VIZSGASZÁM II.modul</b>			<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>				

TANTÁRGY / OKTATÓ(K)	TÁRGYKÓD	ELŐ-FELTÉTEL	FÉLÉV / ÓRASZÁM						KRE-DIT	KÖ-VE-TEL-MÉNY
			1	2	3	4	5	6		
III. modul Szakmai törzsanyag	<b>Általános mikrobiológia és mikológia</b> Dr. Pócsi István, Dr. Jakab Ágnes	TTBBE3030		2+0+0					2	V
	<b>Genetika</b> Dr. Batta Gyula	TTBBE3020		3+0+0					4	V
	<b>Ökológia alapjai</b> Dr. Magura Tibor	TTBBE3045		2+0+0					2	V
	<b>Ökológia alapjai szeminárium</b> Dr. Tóthmérész Béla, Dr. Magura Tibor, Dr. Simon Edina, Dr. Török Péter, Dr. Nagy Dávid, Dr. Tóth-Szabó Edina, Dr. Horváth Roland	TTBBG3045		0+3+0					4	G
	<b>Általános mikrobiológia és mikológia szeminárium</b> Dr. Emri Tamás	TTBBG3030	TTBBE3030		0+2+0				2	G
	<b>Biodiverzitás</b> Dr. Tóthmérész Béla	TTBBE3050			2+0+0				1	V
	<b>Biodiverzitás szeminárium</b> Dr. Nagy Dávid, Dr. Tóth-Szabó Edina	TTBBG3050			0+2+0				3	G
	<b>Biotechnológia</b> Dr. Pócsi István	TTBBE3035			2+0+0				2	V
	<b>Genetika gyakorlat</b> Dr. Batta Gyula	TTBBL3020			0+0+2				3	G
	<b>Növényélettan I</b> Dr. Mészáros Ilona, Dr. Surányi Gyula, Dr. Máthé Csaba	TTBBE3010			2+0+0				2	V
	<b>Növényélettan I gyakorlat</b> Dr. Mészáros Ilona, Dr. Surányi Gyula, Dr. Máthé Csaba, Dr. Oláh Viktor	TTBBL3010			0+0+2				3	G
	<b>Állatélettan</b> Máthéné Dr. Szigeti Zsuzsa, Dr. Lendvai Ádám Zoltán, Dr. Németh Zoltán	TTBBE3001				2+0+0			2	V
	<b>Biotechnológia szeminárium</b> Dr. Pócsi István	TTBBG3035	TTBBE3035			0+2+0			2	G
	<b>Etológia</b> Dr. Barta Zoltán	TTBBE3075				2+0+0			1	V
	<b>Etológia szeminárium</b> Dr. Barta Zoltán	TTBBG3075				0+1+0			2	G
	<b>Molekuláris biológiai módszerek és alkalmazásuk</b> Dr. Miklós Ida	TTBBE3025				2+0+0			2	V
	<b>Molekuláris biológiai módszerek és alkalmazásuk szeminárium</b> Dr. Miklós Ida	TTBBG3025				0+2+0			3	G
	<b>Növényélettan II</b> Dr. Mészáros Ilona, Dr. Surányi Gyula, Dr. Máthé Csaba	TTBBG3015				0+3+0			4	G
	<b>Állatélettan szeminárium</b> Máthéné Dr. Szigeti Zsuzsa, Dr. Lendvai Ádám Zoltán, Dr. Németh Zoltán	TTBBG3001	TTBBE3001				0+2+0		2	G
	<b>Biotechnológia és általános mikrobiológia gyakorlat</b> Dr. Pfliegler Walter	TTBBL3040	TTBBG3030 és TTBBG3035				0+0+4		4	G
	<b>Evolúcióbíológia, populációgenetika és humánbiológia</b> Nagy Nikoletta	TTBBE3060	TTBBE3020				4+0+0		4	V
	<b>Evolúcióbíológia, populációgenetika és humánbiológia szeminárium</b> Nagy Nikoletta	TTBBG3060					0+2+0		3	G
	<b>Ökológiai vizsgáló módszerek</b> Dr. Török Péter	TTBBE3055					2+0+0		1	V
	<b>Ökológiai vizsgáló módszerek szeminárium</b> Dr. Simon Edina, Dr. Horváth Roland	TTBBG3055					0+2+0		3	G

<b>Állatélettan és sejtbiológia gyakorlat</b> Máthéné Dr. Szigeti Zsuzsa, Dr. Szemán-Nagy Gábor, Dr. Lendvai Ádám Zoltán, Dr. Németh Zoltán	TTBBL3005	TTBBE3001 és TTBBG2045							0+0+4	4	G
<b>Biogeográfia</b> Dr. Molnár V. Attila	TTBBE3065								2+0+0	2	V
<b>Környezet- és természetvédelem</b> Kaszáné Dr. Kiss Magdolna, Gyulai István	TTBBE3070								2+0+0	2	V
<b>Környezet- és természetvédelem szeminárium</b> Kaszáné Dr. Kiss Magdolna, Gyulai István	TTBBG3070								0+2+0	3	G
<b>KREDITEK III. modul</b>			0	12	16	16	17	11	45G/72		
<b>VIZSGASZÁM III.modul</b>			0	3	3	3	2	2			

TANTÁRGY / OKTATÓ(K)	TÁRGYKÓD	ELŐ-FELTÉTEL	FÉLÉV / ÓRASZÁM						KRE-DIT	KÖ-VE-TEL-MÉNY	
			1	2	3	4	5	6			
Szakdolgozat, szakmai gyakorlat és szabadon választható tárgyak	Nyári szakmai gyakorlat	TTBBG4000					++		4	G	
	Szabadon választható							++	9	V/G	
	Szakdolgozat I	TTBBG0001				++			4	G	
	Szakdolgozat II	TTBBG0010	TTBBG0001					++	4	G	
	Szakdolgozat III	TTBBG0020	TTBBG0010					++	4	G	
	<b>KREDITEK ÖSSZESEN</b>			30	30	32	36	32	20	Σ180	
	<b>VIZSGASZÁM ÖSSZESEN</b>			8	7	5	5	4	2		

## VII. A Biomérnök alapszak tantervi hálója

TANTÁRGY	TÁRGYKÓD	ELŐFELTÉTEL	FÉLÉV							KREDIT
			1	2	3	4	5	6	7	
<b>Gazdasági és humán alapismeretek</b>										<b>17</b>
<i>Mikro- és makroökonomiai modul</i>										<b>3</b>
<b>Bevezetés a közgazdaságtanba</b> Dr. Kapás Judit	TTBEBVVM-KT1		200 k							3
<i>Menedzsment és vállalkozásgazdaságtani modul</i>										<b>6</b>
<b>Vállalatgazdaságtan</b> Dr. Nábrádi András	TTBEBVVM-KT2								200 k	3
<b>Minőségmenedzsment</b> Dr. Kotsis Ágnes	TTBEBVM-KT6								200 k	3
<i>Üzleti jogi modul</i>										<b>5</b>
<b>Polgári jogi ismeretek I.</b> Dr. Szikora Veronika	TTBEBVVM-JA1			200 k						2
<b>Európai Uniói ismeretek</b> Dr. Teperics Károly	TTTBE0030		100 k							1
<b>Polgári jogi ismeretek II.</b> Dr. Szikora Veronika	TTBEBVVM-JA2						200 k			2
<i>Gazdasági és humán választható ismeretek modul</i>										<b>3</b>
<b>Makroökönómia</b> Dr. Czeglédi Pál	TTBEBVM-KT3	TTBEBVVM-KT1			200 k					3
<b>Értékteremtő folyamatok menedzsmentje</b> Dr. Pakurár Miklós	TTBEBVM-KT4			200 k						3
<b>Marketing</b> Dr. Kontor Enikő	TTBEBVVM-KT5						200 k			3
<b>Természettudományos és matematikai alapismeretek</b>										<b>48</b>
<i>Matematikai modul</i>										<b>12</b>
<b>Matematika I</b> Dr. Muzsnay Zoltán	TTMBE0802/ TTMBG0802		430 k,gy							5+2
<b>Matematika II</b> Dr. Muzsnay Zoltán	TTMBE0803/ TTMBG0803	TTMBE0802 TTMBG0802		230 k,gy						3+2
<i>Fizikai modul</i>										<b>4</b>
<b>Bevezetés a fizikába</b> Dr. Schram Zsolt	TTFBE3101/ TTFBG3101		210 k,gy							2+2
<i>Kémiai modul</i>										<b>14</b>
<b>Általános kémia I.</b> Dr. Kalmár József Dr. Várnagy Katalin	TTKBE0101 TTKBG0101		330 k,gy							4+3

TANTÁRGY	TÁRGYKÓD	ELŐFELTÉTEL	FÉLÉV							KREDIT	
			1	2	3	4	5	6	7		
Általános kémia II. Dr. Sebestyén Annamária	TTKBL0101	TTKBE0101 TTKBG0101		003 gy							3
Szerves kémia I. Dr. Kurtán Tibor	TTKBE0301	TTKBE0101		210 k							4
<b>Biokémiai modul</b>											<b>5</b>
Biokémia I. Dr. Kerékgyártó János	TTBBE2035/ TTBBG2035	TTKBE0101		210 k gy							2+1
Biokémia II. Dr. Barna Terézia	TTBBE2040	TTBBE2035				100 k					2
<b>Biológiai modul</b>											<b>13</b>
Sejtani alapismeretek Revákné Dr. Markóczi Ibolya	TTBBE5000		200 k								3
Környezettani alapismeretek Dr. Nagy Sándor Alex	TTTBE0040		100 k								1
Általános mikrobiológia és mikológia Dr. Leiter Éva Julianna	TTBBE3030/ TTBBG3030	-/ TTBBE3030		200 k	020 gy						2+2
Bioinformatika Dr. Sipiczki Mátyás	TTBBE2060/ TTBBG2060	TTBBE3020							120 k,gy		2+3
<b>Szakmai törzsanyag</b>											<b>82</b>
<b>Biológiai rendszerek működése modul</b>											<b>28</b>
Szerves kémia II. Dr. Kurtán Tibor	TTKBE0302	TTKBE0301			210 k						4
Szerves kémia III. Dr. Juhászné Dr. Tóth Éva	TTKBE0303	TTKBE0302				200 k					3
Szerves kémia IV. Dr. Juhászné Dr. Tóth Éva	TTKBL0301-L	TTKBE0302/ TTKBL0101						013 gy			3
Mikrobiológia Dr. Pfliegler Valter Péter	TTBBG2053	TTBBE3030/ TTBBG3030					020 gy				2
Mikrobiális élettan Dr. Fekete Erzsébet	TTBBE0525/ TTBBL0525	TTBBE3030/ TTBBG2053						202 k,gy			3+1
Genetika ifj. Dr. Batta Gyula Gábor	TTBBE3020/ TTBBL3020					300 k	002 gy				4+3
Molekuláris biológiai módszerek és alkalmazásuk Dr. Miklós Ida	TTBBE3025/ TTBBG3025					220 k,gy					2+3
<b>Fizikai kémia alkalmazásai és anyagtudomány modul</b>											<b>10</b>
Fizikai kémia Dr. Horváth Henrietta Dr. Udvardy Antal	TTKBE0431/ TTKBG0431	TTKBE0101/ TTMBE0802/ TTMBG0802/				220 k,f					2+2

TANTÁRGY	TÁRGYKÓD	ELŐFELTÉTEL	FÉLÉV							KREDIT
			1	2	3	4	5	6	7	
<b>Bio-fizikai kémia</b> Dr. Horváth Henrietta	TTKBE0419	TTKBE0431/ TTKBG0431						200 k		3
<b>Kolloidkémia</b> Dr. Novák Levente	TTKBE0406	TTKBE0431/ TTKBG0431 /					200 k			3
<b>Mérés- és irányítástechnika modul</b>										<b>21</b>
<b>Mérnöki számítástechnika és informatika</b> Dr. Kuki Ákos	TTKBG0911		020 g							2
<b>Vegyipari folyamatok és technológiai rendszerek számítógépes modellezése I.</b> Dr. Kuki Ákos	TTKBG0912	TTKBG0911						020 gy		2
<b>Analitikai kémia I. (előadás)</b> Dr. Fábán István	TTKBE0501	TTKBE0101/ TTKBE0301			200 k					3
<b>Analitikai kémia I. (laboratóriumi gyakorlat)</b> Dr. Kállay Csilla	TTKBL0501	TTKBE0101 TTKBL0101			004g					3
<b>Folyamatirányítás I.</b> Dr. Nagy Lajos	TTKBG0612	TTKBG0911				210 f				4
<b>Matematika III.</b> Dr. Pintér Ákos	TTMBG0804	TTMBE0803/ TTMBG0803			120 gy					3
<b>Műszeres analitika alkalmazásai</b> Dr. Lázár István Dr. Gáspár Attila	TTKBE0512/ TTKBL0512	TTKBE0501/ TTKBE0512 TTKBL0501					100 k	003 gy		1+3
<b>Géptan és művelettan I modul</b>										<b>19</b>
<b>Biomérnöki műveletek és folyamatok I.</b> Dr. Karaffa Levente	TTBBE0571					200 k				3
<b>Biomérnöki műveletek és folyamatok II.</b> Dr. Karaffa Levente	TTBBE0572/ TTBBL0572	TTBBE0571					203 k,f			6
<b>Mérnöki ismeretek I.</b> Dr. Kocsis Dénes	MK3MEISK04KX17		220 k							4
<b>Vegyipari művelettan I.</b> Dr. Kéki Sándor	TTKBG0614	MK3MEISK04KX17 / TTKBE0301			230f					6
<b>Technológiai modul</b>										<b>4</b>
<b>Biztonságtechnika</b> Dr. Nagy Tibor	TTKBE0711	MK3MEISK04KX17							200 k	3
<b>Üzemlátogatás</b> Dr. Ág Norbert Dr. Molnár Ákos Péter	TTBBG0550							002 gy		1

TANTÁRGY	TÁRGYKÓD	ELŐFELTÉTEL	FÉLÉV							KREDIT
			1	2	3	4	5	6	7	
<b>Differenciált szakmai ismeretek *</b>										<b>60</b>
<b>Növény- és állatbiológiai modul</b>										<b>15</b>
<b>Növényélettan I.</b> Dr. Mészáros Ilona Dr. Surányi Gyula Dr. Máthé Csaba	TTBBE3010						200 k			5
<b>Növényélettan II.</b> Dr. Mészáros Ilona Dr. Surányi Gyula Dr. Máthé Csaba	TTBBG3015	TTBBE3010						030gy		4
<b>Sejtbológia</b> Dr. Szemán-Nagy Gábor	TTBBE2045/ TTBBG2045			200k	020 gy					2+2
<b>Állatélettan</b> Dr. Máthéné Dr. Szigeti Zsuzsa	TTBBE3001			200k						2
<b>Biomatematika modul</b>										<b>15</b>
<b>Matematikai modellezés</b> Dr. Pintér Ákos	TTMBE0805/ TTMBG0805	TTMBG0804				320 k,gy				4+2
<b>Numerikus matematika</b> Dr. Mészáros Fruzsina	TTMBE0806/ TTMBG0806	TTMBG0804						220 k, gy		3+2
<b>Biomatematika számítógéppel</b> Dr. Pintér Ákos	TTMBG0807	TTMBE0805/ TTMBG0805						102 gy		4
<b>Környezetbiológiai modul</b>										<b>15</b>
<b>Környezet- és természetvédelem</b> Kaszáné Dr. Kiss Magdolna	TTBBE3070/ TTBBL3070					200 k	002 gy			2+3
<b>Biodiverzitás</b> Dr. Tóthmérész Béla Valkó Orsolya	TTBBE3050/ TTBBG3050				220 k, gy					2+3
<b>Környezettchnológia</b> Dr. Lakatos Csilla Illyésné Dr. Czifrák Katalin	TTKBE1114/ TTKBL1114	TTKBL0101			202 k,gy					3+2
<b>Géptan és művelettan II modul</b>										<b>15</b>
<b>Vegyipari művelettan II.</b> Illyésné Dr. Czifrák Katalin	TTKKG0615	TTKKG0614				230 f				6
<b>Vegyipari művelettan III.</b> Illyésné Dr. Czifrák Katalin	TTKBE0616	TTKKG0615					230 k			6
<b>Folyamatirányítás II.</b> Dr. Nagy Lajos	TTKKG0613	TTKKG0612					030 f			3

TANTÁRGY	TÁRGYKÓD	ELŐFELTÉTEL	FÉLÉV							KREDIT
			1	2	3	4	5	6	7	
Szakdolgozat**	TTBBG1001-BM								gy	15
Szabadon választható tantárgyak***										18
Szerves kémia szem. I. Dr. Juhász László	TTKBG0311	TTKBE0101		010 gy						1
Szerves kémia szem. II. Dr. Juhász László	TTKBG0312	TTKBE0301			010 gy					1
Haladó szerves kémia szem. Dr. Juhász László	TTKBG0313	TTKBE0302				010 gy				2
Növényélettan I. Dr. Mészáros Ilona Dr. Surányi Gyula Dr. Máthé Csaba	TTBBL3010						002 gy			3
Egyéb követelmények										
Termelési gyakorlat****	TTBBG0560									
Idegen nyelv			002a	002a	002a	002a				
Testnevelés			002a	002a						
<b>ÖSSZESEN</b>										<b>210</b>

\* Differenciált szakmai ismeretek esetében két modul maradéktalan teljesítése kötelező.

\*\* Egy féléven át, témavezető irányításával végzett kutatómunka.

\*\*\* Szabadon választható tárgyakat a Differenciált szakmai ismeretek másik két moduljából javasoljuk teljesíteni, valamint más TTK-s kurzus felvétele is lehetséges (Biotechnológiai Intézet, Biológiai és Ökológiai Intézet, Fizikai Intézet, Kémiai Intézet, és a Matematika Intézet kurzusai közül).

\*\*\*\* Hat hét időtartamú, a VI. és a VII. félév között, esetleg (külön engedéllyel) a VII. félév során. (felelős: Dr. Ág Norbert, Biomérnöki Tsz.; E-mail: ag.norbert@science.unideb.hu)

**Jelmagyarázat:** a = aláírás; gy = gyakorlati jegy; f = félévközi ellenőrzés; k = kollokvium (vizsga).

VIII. Tantárgyi programok beszámítható elemei Biológia BSc és Biomérnök BSc szakok esetében\*

DSZC	Biológia BSc	Óraszám	Kredit
<p><b>Általános kémia</b>  Részecskék, kölcsönhatások, halmazok  Oldatok és elegyek  Kémiai reakciók  Homogén többkomponensű rendszerek  Kémiai egyensúlyok  Elektrokémia</p>	<p><b>Bevezetés a kémiába (előadás)</b></p>	<p>14 hét,  heti 2 óra  (28 óra)</p>	<p>2</p>
<p><b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b>  A laboratóriumi munka általános szabályai  A kémiai jelölésrendszer  Fizikai jellemzők és mérésük  Kémia az iparban  Műszerismeret és dokumentáció</p> <p><b>Analitika gyakorlat</b>  Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába  Laboratóriumi mérések előkészítése  Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel  Mérési dokumentáció  Projektfeladat</p>	<p><b>Bevezetés a kémiába (laboratóriumi gyakorlat)</b></p>	<p>14 hét,  heti 3 óra  (42 óra)</p>	<p>3</p>
<p><b>Szervetlen és szerves kémia</b>  Szénhidrogének alkalmazása  Oxigéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása  Nitrogéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása  Tulajdonságokkal és összetétellel kapcsolatos feladatok – szerves kémia  Projektfeladat</p>	<p><b>A biológia kémiai alapjai (előadás)</b></p>	<p>14 hét,  heti 1 óra  (14 óra)</p>	<p>2</p>
<p><b>Biotechnológia</b>  Biológiai rendszerezés  A biotechnológia és alkalmazási területei  Projektfeladat</p> <p><b>Biotechnológia gyakorlat</b>  Bevezetés a biológiai laboratóriumi munkába, laboratóriumi eszközök  Mikrobiológiai eljárások  Az élő sejtet felépítő anyagok és enzimek vizsgálata  Elválasztási eljárások  Projektfeladat</p>	<p><b>A biológia kémiai alapjai (laboratóriumi gyakorlat)</b></p>	<p>14 hét,  heti 2 óra  (28 óra)</p>	<p>3</p>
<p><b>Kiváltható kreditek száma összesen</b></p>			<p><b>10</b></p>

<b>DSZC</b>	<b>Biomérnök BSc</b>	<b>Óraszám</b>	<b>Kredit</b>
<b>Általános kémia</b> Részecskék, kölcsönhatások, halmazok Oldatok és elegyek Kémiai reakciók Homogén többkomponensű rendszerek Kémiai egyensúlyok Elektrokémia	<b>Általános kémia I. (szeminárium)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b> A laboratóriumi munka általános szabályai A kémiai jelölésrendszer Fizikai jellemzők és mérések Kémia az iparban Műszerismeret és dokumentáció  <b>Analitika gyakorlat</b> Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába Laboratóriumi mérések előkészítése Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel Mérési dokumentáció Projektfeladat	<b>Általános kémia II. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Analitikai szabványvizsgálatok</b> Bevezetés a laboratóriumi munkába Vegyipari termékek hatóanyagtartalmának meghatározása Mérések dokumentálása Projektfeladat	<b>Analitikai kémia I. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 4 óra (56 óra)	3
<b>Szerves preparatív gyakorlat</b> Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése Szerves preparátumok előállítása Dokumentáció készítése Projektfeladat	<b>Szerves kémia IV. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 4 óra (56 óra)	3
<b>Kiváltható kreditek száma összesen</b>			<b>12</b>

\*A táblázatokban a DSZC-s tárgyak témakörei közül kizárólag az egyetemi tárgy megfeleltetése szempontjából releváns témakörök kerültek feltüntetésre

# A Biológia BSc és a Biomérnök BSc esetén beszámításra kerülő tárgyak részletes követelményeinek összevetése

## DSZC

### Általános kémia - 72 hét, heti 2 óra (144 óra)

Részecskék, kölcsönhatások, halmazok.

A kémia részecskék csoportosítása. Az atomok, ionok és molekulák felépítése. A periódusos rendszer és a belőle leolvasható tulajdonságok. A kötések, kötéstípusok. A három halmazállapot jellemzése.

A gázhalmazállapot leírása (ideális és reális gáz, az egyszerű gáztörvények áttekintése, az egyesített gáztörvény és az állapotegyenlet alkalmazása). A folyadékok viszkozitása. A szilárd állapot jellemzése, a rács típusok jellemzői és a belőlük adódó alkalmazási lehetőségek. Allotropia és polimorfia. Amorf anyagok Halmazszerkezet és kapcsolata a fizikai tulajdonságokkal. Párolgás-kondenzáció nyílt és zárt térben, a tenzió. A forrás, a forráspont és befolyásoló tényezői Az olvadás és a kristályosodás. Szublimáció. A halmazállapot-változást kísérő látens hő.

Oldatok és elegyek.

Anyagi rendszerek és jellemzőik. Homogén, heterogén és kolloid rendszerek. Az elegyek fogalma, jellemzői, csoportosítása. Elegyek összetételének jellemzése, összetételének megadása. Gázelegyek, a gázelegyek általános jellemzése, a Dalton-törvény. A parciális nyomás fogalma és számítása. Móltört, átlagos moláris tömeg számítása. Szilárd anyagok oldódása folyadékban Oldatkészítés, összetétel típusok. Gázok oldódása folyadékban. Az oldhatóság értelmezése és megadása.

Kémiai reakciók.

Reakciókinetikai alapok. A reakciók létrejöttének feltétele. A reakciósebesség és befolyásolása. Aktív állapot és aktiválási energia. Katalizátorok működése. A kémiai reakciók csoportosítása: a résztvevő anyagok száma, részecskeátmenet, reverzibilitás és hőszínezet szerint. Elektronátmenettel járó reakciók, redoxireakciók. Egyenletrendezés oxidációs szám alapján. Oxidáló- és redukálószerkezet. Oxidáló- és redukálóképesség jellemzése: a standard elektródpotenciál fogalma és alkalmazása. Önként végbemenő redoxifolyamatok.

Protonátmenettel járó folyamatok. Sav-bázis elméletek: Arrhenius, Brönsted. Sav-bázis folyamatok: közömbösítés, semlegesítés, kémhatás. Savak és bázisok reakciói. A sók hidrolízise, vizes oldatuk kémhatása. Számítási feladatok megoldása, erős savak, erős bázisok és a reakciójuk során keletkező oldatok kémhatásának kiszámítása. Termokémia. A reakcióhő fogalma, exoterm és endoterm reakciók kvantitatív értelmezése. A képződéshő értelmezése. A termokémiai reakcióegyenlet felírása. Termokémiai számítások (Hess-tétel, kötési energia). A körfolyamatok energetikája.

Homogén többkomponensű rendszerek.

A folyadékelegyek általános jellemzése, párolgásuk, a parciális tenzió. Tenziógörbék típusai, forráspont- és harmatpontgörbék. A Konovalov-törvények. Folyadékelegyek szétválasztása: desztilláció.

Kémiai egyensúlyok.

A dinamikus egyensúly, egyensúlyi koncentrációk. A tömeghatás törvényének matematikai alakja és megfogalmazása. Az egyensúlyi reakciók befolyásolási lehetőségei. Homogén egyensúlyok, gázegyensúlyok. Az egyensúlyi állandó típusai. Számítási feladatok megoldása. Disszociációs egyensúlyok. A gázok termikus disszociációja. Az elektrolitos disszociáció fogalma, jellemző mennyiségei, disszociációs állandó, gyenge és erős elektrolitok jellemzői. A disszociációfok és a van't Hoff-tényező. Elektrolit-egyensúlyok. Sav-bázis egyensúlyok, sav- és bázisállandók értelmezése. Erős és gyenge savak, erős és gyenge bázisok pH-ja. Sók hidrolízisének leíró értelmezése Számítási feladatok megoldása.

Elektrokémia.

Az elektródpotenciál fogalma, kialakulásának értelmezése. A standard elektródpotenciál. Galvánelemek és jelentőségük. Az elektromotoros erő fogalma, számítása standard elektródpotenciál alapján. Az elektrolízis és gyakorlati jelentősége. Elektródfolyamatok. Az elektrolízis mennyiségi törvényei és azok alkalmazása elektro-kémiai feladatokban. A Nernst-képlet fém- és gázelektrodra.

Biológia BSc

**Bevezetés a kémiába – Előadás - TTKBE0141**

Az atomok szerkezete, kvantumszámok jelentése. Az elemek elektronszerkezete és a periódusos rendszer. A periódikus tulajdonságok: az ionizációs energia, az elektronaffinitás, az elektronegativitás; az atomok és ionok mérete. A kémiai kötés fajtái és rövid jellemzésük. Az anyagi rendszerek. Halmazállapotok és halmazállapot-változások. Az oldódás, az oldatok. A termokémia alapjai. Megoszlási egyensúly. A reakciókinetika alapjai. A kémiai egyensúlyok általános jellemzése. Savak és bázisok, a pH számolások alapjai. Redoxi folyamatok. A komplexek és képződésük. Radiokémiai alapismeretek. Az elemek előfordulása és gyakorisága. A legfontosabb elemek és néhány, gyakorlati jelentőségű vegyületük jellemzése.

## DSZC

### **Vegyipari alapozó gyakorlat - 36 hét heti 5 óra, és 36 hét heti 7 óra (180, 252 óra, összesen 432 óra)**

A laboratóriumi munka általános szabályai.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok (HSE). A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A laboratórium beépített felszerelése (vegyifülke, közművek, egyéb gázellátás). Az alapvető laboratóriumi eszközök, berendezések csoportosítása és használatuk. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók: az anyagok és keverékek osztályozása, címkézése és csomagolása (CLP rendelet) és a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló rendelet (REACH). Veszélyes hulladék keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. Biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a bennük levő adatok értelmezése – BT (SDS). Szilárd, folyékony és gáz-halmazállapotú anyagok jellemzői, kezelésük és tárolásuk. Vegyszerek tulajdonságainak megfigyelése: szín, szag, halmazállapot, higroszkóposság. A mérés fogalma, jellemzői. Mérési módszer, mérendő mennyiség, mért mennyiség, mérési eredmény, mérési pontosság, mérési eredmények megismételhetősége, reprodukálhatósága, szórás. A mérési hiba fogalma, osztályozása eredet és jelleg szerint. A munka dokumentálása: jegyzőkönyv vezetése digitális technikák alkalmazásával, adat-gyűjtés és az adatok megjelenítése adatbázisrendszerben vagy Excel-táblában.

A kémiai jelölésrendszer.

A vegyjel és a képlet jelentése. Eligazodás a periódusos rendszerben (rendszám, tömegszám, relatív atomtömeg, izotóp, radioaktivitás, főcsoport és periódus, vegyértékelektronok száma). Fontos elemek (hidrogén, nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, szén, szilícium, nitrogén, oxigén, kén, klór, bróm, jód, hélium, neon, vas, cink, réz, higany) jelölése vegyjellel vagy szerkezeti, illetve molekulaképlettel. Egyszerű vegyületek képlete, szerkezete: hidridek: ammónia, víz, hidrogén-peroxid, hidrogén-klorid; nemfém-oxidok: szén-dioxid és szén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid; fém-oxidok: kalcium-oxid, magnézium-oxid, alumínium-oxid, cink-oxid; savak: sósav, kénsav, salétromsav; bázisok: ammónia vizes oldata, nátrium-hidroxid; sók: kősó, szódabikarbóna, rézgálic, trisó és szóda. Mennyiségi alapismeretek (moláris tömeg, relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg). A kémiai reakció leírása egyenlettel. Egyszerű kémiai reakciók képlettel történő felírása és a kapott kémiai egyenletek rendezése anyagmérleg alapján. Egyesülési reakciók, bomlási reakciók. Helyettesítési reakciók: fém + sav, illetve lúg + sav.

Fizikai jellemzők és mérések.

Fizikai mennyiségek és állapotjelzők. Mértékegységek, SI alap- és származtatott egységek, SI-prefixumok. A mérési hibák keletkezése és megelőzése. Mérőeszközök kalibrálása. Mérési feladatra vonatkozó szabványok ismerete. A tömegmérés és a mérlegek (típus, érzékenység, méréshatár). A térfogatmérés és a térfogatmérő eszközök. A hőmérséklet és mérése. A szilárd, a folyékony és a gázhalmazállapot. Halmazállapotok és halmazállapot-változások vizsgálata és értelmezése. Az olvadás, a lágyulás és a forráspont mérése. Szilárd anyag és folyadék sűrűségének mérése. A keverékek jellemzői, szilárd keverékek, a komponensek fogalma. Az oldat jellemzői és a különböző oldószerek. Keverékek és oldatok összetételének megadása. Sűrűségméréshez oldatkészítés, keverékkészítés. Viskozitás, törésmutató és nedvességtartalom mérése. A vegyipari ágazat szakmáihoz tartozó speciális mérések. Mérések alkalmazása és kivitelezése az ipari gyakorlatban.

Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk.

Hőátadási műveletek és alkalmazásuk. A laboratóriumi melegítés módszerei, eszközei, közvetlen és közvetett melegítés. A laboratóriumi hűtés lehetőségei. Olvadáspont, forráspont és meghatározásuk. Endoterm és exoterm folyamatok hőmérsékletének mérése, adatgyűjtés, az adatok ábrázolása digitálisan, a mérési görbe értelmezése. A hőátadás gyakorlati alkalmazása. Keverékek komponenseinek szétválasztási lehetőségei ipari és hétköznapi példákkal.

Elválasztó műveletek: ülepités, szűrés, desztillálás, szublimáció. Elegyek (gázelegy, folyadékelegy) és összetételük, oldatok ipari és hétköznapi példákkal. Összetétellel kapcsolatos számítások gázelegyekre, oldatok és szilárd keverék összetételének számítása (tömegszázalék, térfogatszázalék, anyagszükséglet). Tisztítási eljárások: szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással, folyadékok tisztítása adszorpcióval Az oldószer és az oldhatóság vizsgálata. Anyagmegoszlás két, egymással nem elegyedő oldószer között, az oldhatóság vizsgálata. Keverékek szétválasztása, folyadékelegyek szétválasztása. Egyszerű kémiai anyagok előállítása a fenti műveletek alkalmazásával.

### Kémiai anyagok elemzése

Anyagok egymásba alakulása: Fizikai és kémiai változások jellemzői, megkülönböztetésük Kémiai reakciók alaptípusai: egyesülés, bomlás, helyettesítés . A kémiai reakciók hőszínezete, a kémiai reakciók iránya, részecskeátmenet szerinti csoportosítása. Közömbösítési reakciók. Vizes oldatok, a pH fogalma. Indikátorok vizsgálata: sav-bázis reakciók megfigyelése térfogatós módszerrel, indikátor jelenlétében. Savak, lúgok, sók jellemzői (sósav, vízkőoldó, rozsaoldó foszforsav, ecetsav, nátrium-hidroxid, Domestos, nátrium-klorid, szódabikarbóna, szóda, Hypo) és biztonságos használatuk. Egyszerű redoxireakciókban (égések, egyesülési reakciók) oxidáció és redukció, oxidálószer és redukálószer azonosítása. A hidrogén tulajdonságainak, redukáló képességének vizsgálata. Légköri gázok (nitrogén, oxigén, szén-dioxid, vízgőz és nemesgázok) fizikai tulajdonságai és az ózonpajzs. Feladatok a következő tulajdonságokra: a nitrogén és a nemesgázok alacsony reakcióképessége; az oxigén oxidáló képessége és égésben betöltött szerepe; a szén-dioxid redukáló képessége. A víz fizikai és kémiai jellemzői: szín, szag, íz, halmazállapot; olvadás- és forráspont jelentősége; a jég és a vízgőz előfordulása; a víz mint oldószer és hőátadó közeg. A víz fizikai és kémiai jellemzői: a vízmolekula képlete, szerkezete, alakja; szerepe sav-bázis folyamatokban (amfoter jelleg, közömbösítés); az ivóvíz, az ioncserélt és a desztillált víz összetétele. Környezetünk védelme: levegőszennyezés (monitoring rendszerek, megelőzés, védekezés), a természetes vizek jellemzői és összetételük, vízszennyezés (nitrát, foszfát). Ásványok, ércek, hegységképző kőzetek (mészkö, dolomit, szilikátok), kvarc, kőszén, grafit, gyémánt. A természeti környezet vizsgálatára vonatkozó feladatok: a szén-oxidok, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid, az ózon és a szálló por fizikai tulajdonságai, ipari és kommunális eredete és környezetkárosító hatása. Talajminták szikessége, mészkőtartalma, nedvességtartalma. Egyszerű ionok kimutatása reagensekkel: klorid-, szulfát-, ammónium-, vas(III)ion. Fémionok kimutatása lángfestéssel. A szakmának megfelelően, vegyész technikusoknál részletesebb minőségi analízis szükséges.

Mosószeres, szappan. A felületaktív anyagok viselkedésének vizsgálata. Polimerek azonosítása. Háztartási hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása.

Kémia az iparban.

Fosszilis és megújuló energiaforrások. A szerves kémia és a vegyipar kapcsolata. Szénhidrogének előfordulása a természetben: a földgáz és a kőolaj jellemzői, desztillációs termékei, felhasználásuk energiatermelésre, üzemanyagként és vegyipari alapanyagként. Fontos szerves oldószeres és összehasonlításuk: hexán, kloroform, szén-tetraklorid, benzol, toluol, sztirol, metanol, etanol, aceton, ecetsav és etil-acetát. Polimerkémia: a műanyag- és a gumiipar története. A polimerek jellemzői, a monomer fogalma, a szénlánc összekapcsolódásának lehetőségei polimerizációval, polikondenzációval. Mesterségesen előállított vagy átalakított polimerek. A polietilén és a PVC keletkezése. A kaucsuk és a gumi jellemzői. A gyógyszeripar és a szerves kémia: a gyógyszeripar története, gyógyhatású természetes anyagok. Gyógyszeripari alapanyagok a felsorolás szintjén: természetes (növényi eredetű, pl. mák– morfin; állati eredetű, pl. hasnyálmirigy – inzulin; fermentációs, pl. penicillin; szintetikus szerves molekulák, pl. aszpirin). Papíripar: a papíripar története, a papír nyersanyaga, papírgyártás házilag. Az építőipar jellegzetes anyagai: gipsz, cement, mészkémiai összetétele, jellemzői, felhasználásuk. Katalizátorok: biokatalizátorok és autokatalizátor. A katalízis jelentősége a vegyiparban. Projektfeladat vegyiparhoz kapcsolódó témában, a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

Műszerismeret és dokumentáció.

Általános, minden szakképesítésnél előforduló műszerek: például pH-mérő, nyomásmérő koloriméter használata. A pH-méréssel kapcsolatos javasolt feladatok: esővíz pH-ja, szénsavas ásványvíz pH-ja, kiforralt ásványvíz pH-ja. A szakképesítésnek megfelelő speciális műszerek megismerése, használata. Alkalmazott digitális ismeretek: Microsoft Office programok (Word, Excel, PowerPoint) használata. Excel-táblázat készítése alapműveletekkel és egyszerűbb függvényekkel, prezentáció összeállítása PowerPoint alkalmazásával. Word szövegszerkesztési ismeretek. Az internet értő használata adatgyűjtésre, forráskeresésre. Elektronikus jegyzőkönyvek elkészítése: Word-szövegszerkesztéssel, Excel-táblázat és rajzolóprogramok segítségével. A dokumentációban megadott szempontok alapján készített jegyzőkönyv az elvégzett mérésekre és vizsgálatokra. Általános felépítés: leírás, kapott adatok és tapasztalatok,

műszerek, eszközök megnevezése, a berendezés vázlata, vegyszerekkel történő munka estén H és P mondatok. A mérési dokumentáció sajátosságai: a kapott adatok és azok rendszerezése. A vizsgálati dokumentáció sajátosságai: a tapasztalatok részletes és pontos megadása, szükség esetén rögzítése, illetve magyarázata. Projektfeladat műszerismerethez kapcsolódó témában: a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

### **Analitika gyakorlat – összesen 180 óra**

Térfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis titrálások.

Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénias előírások betartása. A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. Az eszközök szabályos használata. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása, a belső kalibrálás rendszeres elvégzése. A labormérések során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

Laboratóriumi mérések előkészítése

Vegyipari alapanyagok mintavétele. Környezeti elemek mintavétele. A minták előkészítése az analitikai vizsgálatokhoz: szárítási módszerek, homogenizálási eljárások, tisztítási eljárások. Az eszközök kifogástalan működésének ellenőrzése

Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel

Titrimetria: Térfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis, komplexometriás, argentometriás, permanganometriás, jodometriás elemzések kivitelezése konkrét feladatokban. Gravimetria: Különböző típusú gravimetriás mérések kivitelezése, legalább egy konkrét meghatározás elvégzése, például környezeti mintából szárazanyag-tartalom és összes sótartalom meghatározása

Mérési dokumentáció

A mérési adatok rögzítése, a mérésekhez kapcsolódó számítások elvégzése Excel-tábla segítségével elektronikusan vagy papíralapon, a mérési eredmények megfelelő pontossággal történő megadása. Megadott szempontok alapján mérési jegyzőkönyvek naprakész vezetése és elkészítése az adott feladatról elektronikus formában vagy papíralapon. Javasolt a digitális szerkesztés eszközzel és kémiai képletrajzoló szoftver használatával.

### Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

## Biológia BSc

### **Bevezetés a kémiába - Gyakorlat - TTKBL0141**

A laboratóriumi munkarend és a legfontosabb laboratóriumi eszközök megismerése. Alapvető mérések: tömeg-, térfogat- és sűrűségmérés elsajátítása. Alapvető laboratóriumi módszerek: oldás, hígítás, dekantálás, szűrés, gázpalackok használatának elsajátítása. Sav-bázis titrálások végzése, alap laboratóriumi mérések elvégzése.

## DSZC

### **Szervetlen és szerves kémia – összesen 144 óra**

#### Nemfémes elemek és vegyületeik jellemzői

Nemfémes elemek és vegyületeik jellemzői. A hidrogén és tulajdonságainak alkalmazása a vegyiparban. Nemesgázok jellemzői és alkalmazási lehetőségeik. A halogénelemek és vegyületeik jellemzői. Szervetlen halogénvegyületek a laborban és az iparban. Az oxigéncsoport elemei (O, S) és azok tulajdonságai. Kénvegyületek a laborban és az iparban. A nitrogéncsoport elemei (N, P) és fontosabb vegyületei. Nitrogén- és foszforvegyületek a laborban és az iparban. A szén és fontosabb szervetlen vegyületei, alkalmazási lehetőségeik.

Tulajdonságokkal és összetétellel kapcsolatos feladatok - szerves kémia

Egyszerű számítási feladatok (relatív atom- és molekulatömeg, anyagmennyiség, részecskeszám, sűrűség, tömeg, térfogat). Elemi összetételre vonatkozó feladatok. Keverékek, elegyek és ötvözetek anyagmennyiség-százalékos és tömegszázalékos összetétele. Kristályvíztartalom meghatározása és alkalmazása. Oldatokkal és oldhatósággal kapcsolatos alkalmazási és számítási feladatok. A sav-bázis, a redoxi-, a csapadékképződési és gázfejlődési reakciókkal kapcsolatos ismeretek alkalmazása a feladatmegoldás során. Tisztaság, kitermelés és anyagszükséglet számítása.

Fémek és vegyületeik jellemzői

A fémek általános jellemzői, csoportosítási lehetőségek (standard potenciál, korrózióra való hajlam, sűrűség, fémrács típusa). Fémvegyületek csoportosítása. A fontosabb alkáli- és alkáliföldfémek és vegyületeik jellemzői. A p-mező fémek: alumínium, ón, ólom és vegyületeik. A d-mező fémek atomszerkezete és ebből adódó tulajdonságaik: vas, kobalt, nikkel, króm, réz, arany, ezüst, platina, cink, higany. Ötvözetek.

Szénhidrogének alkalmazása

A szénhidrogének összetétele és csoportosítása. Az izoméria fogalma és típusai a szénhidrogének esetén. Jellemző reakciótípusok a szénhidrogének körében. A vegyipari szempontból jelentős telített szénhidrogének (C1-C8 alkánok, ciklohexán) fizikai és kémiai tulajdonságai. A vegyipari szempontból jelentős telítetlen alifás szénhidrogének (etilén, propilén, butadién, izoprén, acetilén) fizikai és kémiai tulajdonságai. Aromás szénhidrogének, fizikai és kémiai tulajdonságaik. Irányítási szabályok. Halogéntartalmú szénvegyületek és reakcióik. Gyakorlati szempontból fontos halogénezett szénhidrogének.

Oxigéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása

Oxigéntartalmú funkciós csoportok és egymásba alakulásuk. Az izoméria megjelenése az egyes vegyületcsaládokban. Jellemző reakciótípusok az oxigéntartalmú szerves vegyületek körében. A vegyipari szempontból jelentős hidroxivegyületek és származékaik jellemzői és alkalmazási lehetőségei. A vegyipari szempontból jelentős oxovegyületek jellemzői és alkalmazási lehetőségei. A vegyipari szempontból jelentős szacharidok jellemzői és alkalmazási lehetőségei. A vegyipari szempontból jelentős karbonsavak és származékaik jellemzői és alkalmazási lehetőségei.

## Nitrogéntartalmú szerves vegyületek alkalmazása

Nitrogéntartalmú funkciós csoportok és származtatásuk. Az izoméria megjelenése az egyes vegyületcsaládokban. Jellemző reakciótípusok a nitrogéntartalmú szerves vegyületek körében. A vegyipari szempontból jelentős aminok és jellemzőik. A vegyipari szempontból jelentős nitrovegyületek. A vegyipari szempontból jelentős nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek. A vegyipari szempontból jelentős amidok és jellemzőik. Aminosavak és fehérjék jellemzői, szerkezetük, tulajdonságuk, élettani jelentőségük. A vegyipar szempontjából jelentős heterociklusos aromás vegyületek.

## Tulajdonságokkal és összetétellel kapcsolatos feladatok - szerves kémia

Elemösszetételre vonatkozó feladatok. Vegyület azonosítása jellemzők, illetve reakción alapuló számítások alapján. Gázelegyek anyagmennyiség-százalékos és tömegszázalékos összetétele reakció alapján. Nem vizes oldatokkal és oldhatósággal kapcsolatos alkalmazási és számítási feladatok. A sav-bázis, redoxi-, csapadékképződési és gázfejlődési reakciók a szerves kémiában. Vegyipari folyamatokra, preparátumokra vonatkozó számítások (tisztaság, kitermelés, anyagszükséglet, szükséges oldatok, reagensek készítéséhez szükséges számítások).

## Projektfeladat

Adott témához kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, a csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és a digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

## Biológia BSc

### **A biológia kémiai alapjai – Előadás - TTBBE1005**

A tantárgy keretében a hallgatók elsajátítják a szerves kémia alapjait; valamint célja, hogy a biológus hallgatók megismerkedjenek a biológiai makromolekulák és építőelemeik szerkezetével, tulajdonságaival. Szénhidrogének, aromás vegyületek, szerves halogéntartalmú vegyületek, alkoholok és fenolok, éterek, szerves kénvegyületek, aldehidek és ketonok,

nitrogéntartalmú szerves vegyületek, karbonsavak és származékai. Sztereoekémia. Aminosavak, peptidek és fehérjék. Szénhidrátok, lipidek és nukleinsavak.

## DSZC

### **Biotechnológia – összesen 108 óra**

#### Biológiai rendszerezés

Az élővilág rendszere. A rendszerezés alapjai – rendszertani kategóriák, vírusok mérete, felépítése, működése és az élőlényekre gyakorolt hatása. A fizikai, a kémiai és a biológiai evolúció főbb lépései. Prokarióták: a prokarióta sejt mérete, felépítése, morfológiai tulajdonságai. Baktériumok szaporodása, baktériumok csoportosítása, kékbaktériumok, baktériumsejt felépítése, morfológiai tulajdonságai, plazmidok. Egyszerűbb eukarióták: eukarióta sejt kialakulása, jellemzői. Gombák: gombasejtek jellemzői, gombák felépítése, fontosabb valódi gomba csoportok. A növényi sejt jellemzői. Az állati sejt jellemzői. A biokémia alapjai: biogén elemek, víz (diszperz rendszerek), lipidek, szénhidrátok, aminosavak-fehérjék, nukleotidok-nukleinsavak, enzimek, fehérjeszintézis (gén, transzkripció, transláció), operon modell, DNS-szintézis. A sejtbiológia alapjai: prokarióta-eukarióta sejt, membránok felépítése, sejtalkotók, kromoszóma, diploid, haploid, genom fogalma, a sejtosztódás típusai.

#### A biotechnológia és alkalmazási területei

A biotechnológia definíciója és tárgyköre. Fermentáció. Fermentációs termékek, fermentációs technológiák, szakaszos és folyamatos fermentációk. A bioreaktorok/fermentorok típusai, felépítése, működése, léptéknövelés. A fermentációs közeg Mikroba, állati és növényi sejt kultúrák. „Down-stream” processing. A mikrobiális metabolitok termelése. A törzsfeljesztés. Primer és szekunder metabolitok előállítása. Enzimtechnológia. Fontosabb enzimek és ezek ipari felhasználása. Az enzimtermelés technológiája. Géntechnológia. Idegen DNS bevitel baktériumokba, élesztőgombákba. Idegen fehérjék termeltetése baktériumokban, élesztőkben, növényi és állati sejtekben. Az inzulin előállítása. A fehérjék kromatográfiás elválasztása, tisztítási és sterilizációs folyamatok. Biotechnológia és orvostudomány. Antitestek, vakcinák. Monoklonális antitestek előállítása. Biztonság a biotechnológiában, veszélyesség és kockázat. Géntechnológiai szabályozás, biológiai anyagokra vonatkozó rendeletek, irányelvek. Biológiai anyagok és szennyezések hulladékkezelése.

#### Projektfeladat

Biotechnológiához kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, a csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és a digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

### **Biotechnológia gyakorlat - összesen 62 óra**

Bevezetés a biológiai laboratóriumi munkába, laboratóriumi eszközök

A laboratóriumi rend általános és a biológiai laboratóriumra vonatkozó speciális rendszabályok megismerése. A mikrobiológiai, laboratóriumi eszközök megismerése. A mikroszkóp részei, használata. A mikroszkópban látott kép alapján a valós méret meghatározása. Alapvető mikroszkópi eljárások: metszet, nyúzat, macerátum, kaparéék, szórat/szuszenzió. Készítmények, eljárások, festések.

Mikrobiológiai eljárások

A mikrobiológiai eljárások alapjai:

- A kenetkészítés technikája, eukarióta sejtek vizsgálatának módszerei: élő készítmény (natív és vitális festés); prokarióta sejtek vizsgálatának módszerei: rögzített készítmény – összetett festés (Gram-festés, Japán Gram-próba)
- Mikrobiológiai előkészítő munkák: táptalajkészítés, eszközök sterilizálása és csomagolása

Mikrobiológiai eljárások alkalmazása:

- Mikroorganizmusok tenyésztése, átoltása
- Táptalajok készítése, mikroorganizmusok növekedésének vizsgálata aerob, anaerob körülmények között
- Alkoholos erjedés vizsgálata, tejsavas erjedés vizsgálata

Az élő sejtet felépítő anyagok és enzimek vizsgálata

Diffúzió, ozmózis, plazmolízis, deplazmolízis.

Szerves anyagok kimutatása és vizsgálata:

- Fehérjék: reverzibilis és irreverzibilis kicsapás, Biuret-reakció, Xantoproteinpróba
- Zsírok, olajok: festés Szudán-III-mal
- Szénhidrátok: Ag-tükör próba, Fehling-reakció, Lugol-próba
- DNS kinyerése

Növényi festékanyagok kimutatása:

- Fotoszintetikus színyanyagok kinyerése
- Az antocián jellegének kimutatása (vöröskáposzta, gyümölcsstea, virágok)
- Enzimek vizsgálata (enzimaktivitás mérése, enzimkinetika, az enzimaktivitást befolyásoló tényezők)

Elválasztási eljárások

Vékonyréteg-kromatográfiás, oszlopkromatográfiás, papírkromatográfiás elválasztás. Gél elektroforézis.

Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése, kifejtése.

Biológia BSc

### **A biológia kémiai alapjai – Gyakorlat - TTBBL1005**

Az aminosavak, peptidek és fehérjék tulajdonságai, a fehérjék tisztítása. A szénhidrátok szerkezeti és kémiai tulajdonságai, azok biológiai szerepe. A vitaminok szerepe. Nukleotidok, nukleinsavak. Aminosavak és fehérjék színreakciói, fehérjék hidrolízise, a hidrolizátum kromatográfiás vizsgálata. A fehérjék tisztítása és denaturációja. Szénhidrátok kimutatási reakciói, kromatográfiás módszerek a szénhidrátok azonosításában. Redukáló és nemredukáló diszacharidok azonosítása. Fontosabb poliszacharidok és azok színreakciói. Gyümölcslevek és

növényi minták C-vitamin tartalmának mennyiségi meghatározása titrálással. A nukleotidok építőegységeinek kimutatása.

## DSZC

### **Általános kémia - 72 hét, heti 2 óra (144 óra)**

Részecskék, kölcsönhatások, halmazok.

A kémia részecskék csoportosítása. Az atomok, ionok és molekulák felépítése. A periódusos rendszer és a belőle leolvasható tulajdonságok. A kötések, kötéstípusok. A három halmazállapot jellemzése.

A gázhalmazállapot leírása (ideális és reális gáz, az egyszerű gáztörvények áttekintése, az egyesített gáztörvény és az állapotegyenlet alkalmazása). A folyadékok viszkozitása. A szilárd állapot jellemzése, a rács típusok jellemzői és a belőlük adódó alkalmazási lehetőségek. Allotropia és polimorfia. Amorf anyagok Halmazszerkezet és kapcsolata a fizikai tulajdonságokkal. Párolgás-kondenzáció nyílt és zárt térben, a tenzió. A forrás, a forráspont és befolyásoló tényezői Az olvadás és a kristályosodás. Szublimáció. A halmazállapot-változást kísérő látens hő.

Oldatok és elegyek.

Anyagi rendszerek és jellemzőik. Homogén, heterogén és kolloid rendszerek. Az elegyek fogalma, jellemzői, csoportosítása. Elegyek összetételének jellemzése, összetételének megadása. Gázelegyek, a gázelegyek általános jellemzése, a Dalton-törvény. A parciális nyomás fogalma és számítása. Móltört, átlagos moláris tömeg számítása. Szilárd anyagok oldódása folyadékban Oldatkészítés, összetételtípusok. Gázok oldódása folyadékban. Az oldhatóság értelmezése és megadása.

Kémiai reakciók.

Reakciókinetikai alapok. A reakciók létrejöttének feltétele. A reakciósebesség és befolyásolása. Aktív állapot és aktiválási energia. Katalizátorok működése. A kémiai reakciók csoportosítása: a résztvevő anyagok száma, részecskeátmenet, reverzibilitás és hőszínezet szerint. Elektronátmenettel járó reakciók, redoxireakciók. Egyenletrendezés oxidációs szám alapján. Oxidáló- és redukálószerkezet. Oxidáló- és redukálóképesség jellemzése: a standard elektródpotenciál fogalma és alkalmazása. Önként végbemenő redoxifolyamatok.

Protonátmenettel járó folyamatok. Sav-bázis elméletek: Arrhenius, Brönsted. Sav-bázis folyamatok: közömbösítés, semlegesítés, kémhatás. Savak és bázisok reakciói. A sók hidrolízise, vizes oldatuk kémhatása. Számítási feladatok megoldása, erős savak, erős bázisok és a reakciójuk során keletkező oldatok kémhatásának kiszámítása. Termokémia. A reakcióhő fogalma, exoterm és endoterm reakciók kvantitatív értelmezése. A képződéshő értelmezése. A termokémiai reakcióegyenlet felírása. Termokémiai számítások (Hess-tétel, kötési energia). A körfolyamatok energetikája.

Homogén többkomponensű rendszerek.

A folyadékelegyek általános jellemzése, párolgásuk, a parciális tenzió. Tenziógörbék típusai, forráspont- és harmatpontgörbék. A Konovalov-törvények. Folyadékelegyek szétválasztása: desztilláció.

Kémiai egyensúlyok.

A dinamikus egyensúly, egyensúlyi koncentrációk. A tömeghatás törvényének matematikai alakja és megfogalmazása. Az egyensúlyi reakciók befolyásolási lehetőségei. Homogén egyensúlyok, gázegyensúlyok. Az egyensúlyi állandó típusai. Számítási feladatok megoldása. Disszociációs egyensúlyok. A gázok termikus disszociációja. Az elektrolitos disszociáció fogalma, jellemző mennyiségei, disszociációs állandó, gyenge és erős elektrolitok jellemzői. A disszociációfok és a van't Hoff-tényező. Elektrolit-egyensúlyok. Sav-bázis egyensúlyok, sav- és bázisállandók értelmezése. Erős és gyenge savak, erős és gyenge bázisok pH-ja. Sók hidrolízisének leíró értelmezése Számítási feladatok megoldása.

Elektrokémia.

Az elektródpotenciál fogalma, kialakulásának értelmezése. A standard elektródpotenciál. Galvánelemek és jelentőségük. Az elektromotoros erő fogalma, számítása standard elektródpotenciál alapján. Az elektrolízis és gyakorlati jelentősége. Elektródfolyamatok. Az elektrolízis mennyiségi törvényei és azok alkalmazása elektro-kémiai feladatokban. A Nernst-képlet fém- és gázelektrodra.

Biomérnök BSc

**Általános kémia I. – Szeminárium - TTKBG0101**

Számok normál alakja. Műveletek törtekkel. Hatványozás azonosságai. A számolás pontossága. Értékes számjegyek. Az értékes jegy fogalma és alkalmazása a számítási eredmények megadásában. Egyenes és fordított arányosság. Elsőfokú, egyismeretlenes egyenlet megoldása. Elsőfokú, kétismeretlenes egyenletrendszer megoldása. Másodfokú egyenlet megoldása. Százalékszámítás. Mennyiségek és mértékegységek. Mértékegységek átváltása.

Elemi részecskék és kémiai részecskék. A kémiai részecskék összetétele. A vegyjelek, képletek. Elemek és vegyületek, atomok és molekulák. A legfontosabb molekulák és ionok képlete. Ionos és kovalens vegyületek képletének szerkesztése. Fontosabb funkciós csoportok és a hozzájuk tartozó szerves vegyületek. Tömeg, térfogat, részecskeszám, anyagmennyiség fogalma, jelentése, és kapcsolatuk egymással. Sűrűség, moláris tömeg, moláris térfogat, részecskeszám számolása képlettel és következtetéssel.

Tömegszázalék, tömegtört fogalma, számítása. Ionos és kovalens vegyületek képletének meghatározása számítással. Térfogat- és anyagmennyiség-százalék fogalma, számítása. Koncentrációs számítás: anyagmennyiség- és tömegkoncentráció. Oldatkészítés szilárd (nem kristályvizes) anyagból. Reakcióegyenletek típusai: molekulaegyenletek, ionegyenletek. Reakciók csoportosítása (klasszikus csoportosítás, részecskeátmenet szerinti csoportosítás, szerves reakciók csoportosítása). Redoxireakciók. Oxidáció, redukció, oxidációs szám fogalma, az oxidációs számok változása. Egyszerű- és összetett ionok, elemek, semleges vegyületek atomjai oxidációs számának meghatározása. Reakcióegyenletek rendezése láncszabállyal. Reakcióegyenletek rendezése az oxidációs szám-változás módszerével.

Redoxi és nem redoxi reakcióegyenletek rendezésének gyakorlása. Egyszerű sztöchiometriai számítások reakcióegyenlet alapján (meghatározó reagens meghatározása, egyszerű számítások csapadékképződési, gázfejlődési reakciók, szerves kémiai reakciók alapján). Sav-bázis reakciók. Vizes oldatok kémhatása.

I.zárthelyi dolgozat írása az 1-4 hét anyagából.

#### *Sztöchiometriai számítások*

Anyagmennyiség fogalma, az Avogadro állandó jelentése, alkalmazásuk sztöchiometriai feladatok megoldásában. Moláris térfogat alkalmazása sztöchiometriai feladatok

megoldásában. Vegyületek százalékos összetétele. Tapasztalati- és molekulaképlet meghatározása tömegszázalékos összetétel és a megadott egyéb adatok alapján.

### *Koncentrációsámítások*

Az oldatok, elegyek, oldott anyag, oldószer, komponens fogalmának átisméltése, elmélyítése. Az oldatok, elegyek összetételének legfontosabb megadási lehetőségei: anyagmennyiség-koncentráció (molaritás), molalitás, tömegkoncentráció, tömeg-, anyagmennyiség- és térfogatszázalak, tömegtört, mólórt, térfogattört, Raoult-koncentráció (molalitás). A különböző módon megadható összetételek jelentése, alkalmazásuk a koncentrációsámítási feladatok megoldásában. Koncentrációegységek átsámítása.

### *Oldatkészítéssel kapcsolatos számítások*

Szilárd anyagból oldással történő oldatkészítéssel kapcsolatos számítások. Tömény oldatból hígítással történő oldatkészítéssel kapcsolatos számítások. A kétféle oldatkészítéssel kapcsolatos számítások jelentősége, fontossága a laboratóriumi gyakorlatban. Oldatok keverése.

### *Oldhatósággal, kristályosítással kapcsolatos számítások*

Oldhatóság, telített, telítetlen oldat fogalma. Telített oldatok készítésével kapcsolatos számítások. Kristályvízmentes és kristályvizes sók kristályosításával kapcsolatos számítások. A kristályosítással kapcsolatos számítások jelentősége, fontossága a gyakorlati munkában szennyezett anyagok átkristályosításával, tisztításával kapcsolatban.

### *Reakcióegyenletek rendezése, reakcióegyenletekkel kapcsolatos számítások*

Egyszerű (elsősorban nem redoxi) reakcióegyenletek felírásának, rendezésének gyakorlása. Sztöchiometriai feladatok megoldása reakcióegyenletek alapján. A reaktánsok és a termékek tömegével, térfogatával kapcsolatos számítások. A mindennapi élettal kapcsolatos számítások, kitermelés, veszteség fogalma, figyelembe vétele a számítások során. Redoxireakciók rendezésének gyakorlása oxidációszám-változás alapján. A reakcióegyenletek rendezésének jelentősége a kémia minden területén, alkalmazásuk a szervetlen és szerves kémiában. Reakcióegyenletek alapján történő számítások alkalmazása összetett feladatokban.

### *Gáztörvények*

Az általános gáztörvény és alkalmazása sztöchiometriai számításokban.

#### *Szilárd keverékek, folyadék- és gázelegyek összetételének meghatározása*

Átlagos moláris tömeg fogalma, meghatározása szilárd keverékekben, folyadék- és gázelegyekben. Szilárd keverékek, folyadék- és gázelegyek összetételének meghatározása átlagos moláris tömeg alapján. Szilárd keverékek, folyadék- és gázelegyek összetételének meghatározása a komponensek reakciói alapján. A sztöchiometriai- és koncentrációs számítással, gáztörvényekkel kapcsolatos összefüggések alkalmazása a keverékekkel kapcsolatos feladatok megoldása során.

## II. zárthelyi dolgozat írása az 5-8. hét anyagából

### *Sav-bázis titrálással kapcsolatos számítások*

Oldatok hígításával kapcsolatos számítások ismétlése, gyakorlása. Sav-bázis titrálások elvi alapjai, oldatok koncentrációjának meghatározása titrálási eredmények alapján. A sav-bázis titrálások felhasználásának lehetőségei egyéb meghatározásokban: moláris tömeg, tisztaság, savak, bázisok értékűségének megadása.

#### *A pH-számítás alapjai.*

Savak, bázisok, kémhatás, pH, pOH, vízionszorzat fogalma. pH, pOH számítása, a vízionszorzat alkalmazása a pH és pOH számítás során.

### *Egyértékű erős savak és bázisok pH-ja*

Egyértékű erős savak és bázisok pH-jának számítása koncentrációból, koncentráció számítása a pH ismeretében. Különböző koncentrációjú, pH-jú erős sav- és lúgodatok készítésével, elegyítésével kapcsolatos számítások.

### *Egyértékű gyenge savak és bázisok pH-ja.*

Gyenge savak és bázisok pH-jának számítása egyszerű és összetett feladatokban.

### *Sóoldatok pH-jának számítása*

Sók fogalma. Különböző egyértékű savak és bázisok reakciója során keletkező sóoldatok kémhatásának megbecsülése. Sóoldatok (gyenge Brønsted savak vagy bázisok) pH-jának számítása.

### *Pufferoldatok pH-jának számítása*

Pufferoldatok fogalma, pufferoldatok készítésének gyakorlati lehetőségei, jelentőségük.  
Pufferoldatok pH-jának számítása.

Vegyes feladatok a pH számítás témakörében.

III. zárthelyi dolgozat írása az 9-12. hét anyagából

## DSZC

**Vegyipari alapozó gyakorlat - 36 hét heti 5 óra, és 36 hét heti 7 óra (180, 252 óra, összesen 432 óra)**

A laboratóriumi munka általános szabályai.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok (HSE). A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A laboratórium beépített felszerelése (vegyifülke, közművek, egyéb gázellátás). Az alapvető laboratóriumi eszközök, berendezések csoportosítása és használatuk. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók: az anyagok és keverékek osztályozása, címkézése és csomagolása (CLP rendelet) és a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló rendelet (REACH). Veszélyes hulladék keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. Biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a bennük levő adatok értelmezése – BT (SDS). Szilárd, folyékony és gáz-halmazállapotú anyagok jellemzői, kezelésük és tárolásuk. Vegyszerek tulajdonságainak megfigyelése: szín, szag, halmazállapot, higroszkóposság. A mérés fogalma, jellemzői. Mérési módszer, mérendő mennyiség, mért mennyiség, mérési eredmény, mérési pontosság, mérési eredmények megismételhetősége, reprodukálhatósága, szórás. A mérési hiba fogalma, osztályozása eredet és jelleg szerint. A munka dokumentálása: jegyzőkönyv vezetése digitális technikák alkalmazásával, adat-gyűjtés és az adatok megjelenítése adatbázisrendszerben vagy Excel-táblában.

A kémiai jelölésrendszer.

A vegyjel és a képlet jelentése. Eligazodás a periódusos rendszerben (rendszám, tömegszám, relatív atomtömeg, izotóp, radioaktivitás, főcsoport és periódus, vegyértékelektronok száma). Fontos elemek (hidrogén, nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, szén, szilícium,

nitrogén, oxigén, kén, klór, bróm, jód, hélium, neon, vas, cink, réz, higany) jelölése vegyjellel vagy szerkezeti, illetve molekulaképlettel. Egyszerű vegyületek képlete, szerkezete: hidridek: ammónia, víz, hidrogén-peroxid, hidrogén-klorid; nemfém-oxidok: szén-dioxid és szén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid; fém-oxidok: kalcium-oxid, magnézium-oxid, alumínium-oxid, cink-oxid; savak: sósav, kénsav, salétromsav; bázisok: ammónia vizes oldata, nátrium-hidroxid; sók: kősó, szódabikarbóna, rézgálic, trisó és szóda. Mennyiségi alapismeretek (moláris tömeg, relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg). A kémiai reakció leírása egyenlettel. Egyszerű kémiai reakciók képlettel történő felírása és a kapott kémiai egyenletek rendezése anyagmérleg alapján. Egyesülési reakciók, bomlási reakciók. Helyettesítési reakciók: fém + sav, illetve lúg + sav.

Fizikai jellemzők és mérések.

Fizikai mennyiségek és állapotjelzők. Mértékegységek, SI alap- és származtatott egységek, SI-prefixumok. A mérési hibák keletkezése és megelőzése. Mérőeszközök kalibrálása. Mérési feladatra vonatkozó szabványok ismerete. A tömegmérés és a mérlegek (típus, érzékenység, méréshatár). A térfogatmérés és a térfogatomérő eszközök. A hőmérséklet és mérése. A szilárd, a folyékony és a gázhalmazállapot. Halmazállapotok és halmazállapot-változások vizsgálata és értelmezése. Az olvadás, a lágyulás és a forráspont mérése. Szilárd anyag és folyadék sűrűségének mérése. A keverékek jellemzői, szilárd keverékek, a komponensek fogalma. Az oldat jellemzői és a különböző oldószerek. Keverékek és oldatok összetételének megadása. Sűrűségméréshez oldatkészítés, keverékkészítés. Viskozitás, törésmutató és nedvességtartalom mérése. A vegyipari ágazat szakmáihoz tartozó speciális mérések. Mérések alkalmazása és kivitelezése az ipari gyakorlatban.

Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk.

Hőátadási műveletek és alkalmazásuk. A laboratóriumi melegítés módszerei, eszközei, közvetlen és közvetett melegítés. A laboratóriumi hűtés lehetőségei. Olvadáspont, forráspont és meghatározásuk. Endoterm és exoterm folyamatok hőmérsékletének mérése, adatgyűjtés, az adatok ábrázolása digitálisan, a mérési görbe értelmezése. A hőátadás gyakorlati alkalmazása. Keverékek komponenseinek szétválasztási lehetőségei ipari és hétköznapi példákkal. Elválasztó műveletek: üleptetés, szűrés, desztillálás, szublimáció. Elegyek (gázelegy, folyadékelegy) és összetételük, oldatok ipari és hétköznapi példákkal. Összetétellel kapcsolatos számítások gázelegyekre, oldatok és szilárd keverék összetételének számítása

(tömegszázalék, térfogatszázalék, anyagszükséglet). Tisztítási eljárások: szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással, folyadékok tisztítása adszorpcióval Az oldószer és az oldhatóság vizsgálata. Anyagmegoszlás két, egymással nem elegyedő oldószer között, az oldhatóság vizsgálata. Keverékek szétválasztása, folyadékelegyek szétválasztása. Egyszerű kémiai anyagok előállítása a fenti műveletek alkalmazásával.

### Kémiai anyagok elemzése

Anyagok egymásba alakulása: Fizikai és kémiai változások jellemzői, megkülönböztetésük Kémiai reakciók alaptípusai: egyesülés, bomlás, helyettesítés . A kémiai reakciók hőszínezete, a kémiai reakciók iránya, részecskeátmenet szerinti csoportosítása. Közömbösítési reakciók. Vizes oldatok, a pH fogalma. Indikátorok vizsgálata: sav-bázis reakciók megfigyelése térfogatos módszerrel, indikátor jelenlétében. Savak, lúgok, sók jellemzői (sósav, vízkőoldó, rozsdoldó foszforsav, ecetsav, nátrium-hidroxid, Domestos, nátrium-klorid, szódabikarbóna, szóda, Hypo) és biztonságos használatuk. Egyszerű redoxireakciókban (égések, egyesülési reakciók) oxidáció és redukció, oxidálószer és redukálószer azonosítása. A hidrogén tulajdonságainak, redukáló képességének vizsgálata. Légköri gázok (nitrogén, oxigén, szén-dioxid, vízgőz és nemesgázok) fizikai tulajdonságai és az ózonpajzs. Feladatok a következő tulajdonságokra: a nitrogén és a nemesgázok alacsony reakcióképessége; az oxigén oxidáló képessége és égésben betöltött szerepe; a szén-dioxid redukáló képessége. A víz fizikai és kémiai jellemzői: szín, szag, íz, halmazállapot; olvadás- és forráspont jelentősége; a jég és a vízgőz előfordulása; a víz mint oldószer és hőátadó közeg. A víz fizikai és kémiai jellemzői: a vízmolekula képlete, szerkezete, alakja; szerepe sav-bázis folyamatokban (amfoter jelleg, közömbösítés); az ivóvíz, az ioncserélt és a desztillált víz összetétele. Környezetünk védelme: levegőszennyezés (monitoring rendszerek, megelőzés, védekezés), a természetes vizek jellemzői és összetételük, vízszennyezés (nitrát, foszfát). Ásványok, ércek, hegységképző kőzetek (mészkö, dolomit, szilikátok), kvarc, kőszén, grafit, gyémánt. A természeti környezet vizsgálatára vonatkozó feladatok: a szén-oxidok, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid, az ózon és a szálló por fizikai tulajdonságai, ipari és kommunális eredete és környezetkárosító hatása. Talajminták szikessége, mészkőtartalma, nedvességtartalma. Egyszerű ionok kimutatása reagensekkel: klorid-, szulfát-, ammónium-, vas(III)ion. Fémionok kimutatása lángfestéssel. A szakmának megfelelően, vegyész technikusoknál részletesebb minőségi analízis szükséges. Mosószeres, szappan. A felületaktív anyagok viselkedésének vizsgálata. Polimerek azonosítása. Háztartási hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása.

Kémia az iparban.

Fosszilis és megújuló energiaforrások. A szerves kémia és a vegyipar kapcsolata. Szénhidrogének előfordulása a természetben: a földgáz és a kőolaj jellemzői, desztillációs termékei, felhasználásuk energiatermelésre, üzemanyagként és vegyipari alapanyagként. Fontos szerves oldószerek és összehasonlításuk: hexán, kloroform, szén-tetraklorid, benzol, toluol, sztirol, metanol, etanol, aceton, ecetsav és etil-acetát. Polimerkémia: a műanyag- és a gumiipar története. A polimerek jellemzői, a monomer fogalma, a szénlánc összekapcsolódásának lehetőségei polimerizációval, polikondenzációval. Mesterségesen előállított vagy átalakított polimerek. A polietilén és a PVC keletkezése. A kaucsuk és a gumi jellemzői. A gyógyszeripar és a szerves kémia: a gyógyszeripar története, gyógyhatású természetes anyagok. Gyógyszeripari alapanyagok a felsorolás szintjén: természetes (növényi eredetű, pl. mák– morfín; állati eredetű, pl. hasnyálmirigy – inzulin; fermentációs, pl. penicillin; szintetikus szerves molekulák, pl. aszpirin). Papíripar: a papíripar története, a papír nyersanyaga, papírgyártás házilag. Az építőipar jellegzetes anyagai: gipsz, cement, mész kémiai összetétele, jellemzői, felhasználásuk. Katalizátorok: biokatalizátorok és autokatalizátor. A katalízis jelentősége a vegyiparban. Projektfeladat vegyiparhoz kapcsolódó témában, a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

Műszerismeret és dokumentáció.

Általános, minden szakképesítésnél előforduló műszerek: például pH-mérő, nyomásmérő koloriméter használata. A pH-méréssel kapcsolatos javasolt feladatok: esővíz pH-ja, szénsavas ásványvíz pH-ja, kiforralt ásványvíz pH-ja. A szakképesítésnek megfelelő speciális műszerek megismerése, használata. Alkalmazott digitális ismeretek: Microsoft Office programok (Word, Excel, PowerPoint) használata. Excel-táblázat készítése alapműveletekkel és egyszerűbb függvényekkel, prezentáció összeállítása PowerPoint alkalmazásával. Word szövegszerkesztési ismeretek. Az internet értő használata adatgyűjtésre, forráskeresésre. Elektronikus jegyzőkönyvek elkészítése: Word-szövegszerkesztéssel, Excel-táblázat és rajzolóprogramok segítségével. A dokumentációban megadott szempontok alapján készített jegyzőkönyv az elvégzett mérésekre és vizsgálatokra. Általános felépítés: leírás, kapott adatok és tapasztalatok, műszerek, eszközök megnevezése, a berendezés vázlata, vegyszerekkel történő munka estén H és P mondatok. A mérési dokumentáció sajátosságai: a kapott adatok és azok rendszerezése. A vizsgálati dokumentáció sajátosságai: a tapasztalatok részletes és pontos megadása, szükség esetén rögzítése, illetve magyarázata. Projektfeladat műszerismerethez kapcsolódó témában: a

feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

### **Analitika gyakorlat – összesen 180 óra**

Térfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis titrálások.

#### Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénias előírások betartása. A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. Az eszközök szabályos használata. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása, a belső kalibrálások rendszeres elvégzése. A labormérések során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

#### Laboratóriumi mérések előkészítése

Vegyipari alapanyagok mintavétele. Környezeti elemek mintavétele. A minták előkészítése az analitikai vizsgálatokhoz: szárítási módszerek, homogenizálási eljárások, tisztítási eljárások. Az eszközök kifogástalan működésének ellenőrzése

#### Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel

Titrimetria: Térfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis, komplexometriás, argentometriás, permanganometriás, jodometriás elemzések kivitelezése konkrét feladatokban. Gravimetria: Különböző típusú gravimetriás mérések kivitelezése, legalább egy konkrét meghatározás elvégzése, például környezeti mintából szárazanyag-tartalom és összes sótartalom meghatározása

#### Mérési dokumentáció

A mérési adatok rögzítése, a mérésekhez kapcsolódó számítások elvégzése Excel-tábla segítségével elektronikusan vagy papíralapon, a mérési eredmények megfelelő pontossággal történő megadása. Megadott szempontok alapján mérési jegyzőkönyvek naprakész vezetése és elkészítése az adott feladatról elektronikus formában vagy papíralapon. Javasolt a digitális szerkesztés eszközzel és kémiai képletrajzoló szoftver használatával.

## Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

## Biomérnök BSc

### **Általános kémia II. - Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0101**

Laboratóriumi munkaszabályok ismertetése. Bevezetés a laboratóriumi munkába. Balesetvédelem (olvasmány). Laboratóriumi eszközök (olvasmány, bemutatás). Üvegmegmunkálás, gázégő használata (olvasmány, bemutatás). Dugófúrás, gumi- és parafadugók (olvasmány). Felszerelés átvétele.

*Laboratóriumi alapműveletek: Tömeg- és térfogatmérés, oldatkészítés.*

Tömegmérés tara- és analitikai mérlegen (bemutatás). Térfogatmérés, oldatkészítés bemutatása: pipetta, büretta, mérőlombik használata, porítás (bemutatás). Pipetta kalibrálása.

*Tömeg- és térfogatmérés, oldatkészítés szilárd anyagból kiindulva.*

Oldatkészítés: Adott koncentrációjú oldat készítése kristályos sóból kiindulva. Sűrűségmérés: a készített oldat sűrűségének meghatározása mérőlombikkal vagy piknométerrel és a készített oldat tömegszázalékos összetételének megadása. Dekantálás, centrifugálás, szűrés (bemutatás).

*Laboratóriumi alapműveletek, preparátum készítése.*

Melegítés, hűtés, hőmérsékletmérés, a vízfürdő használata (bemutatás, olvasmány). Keverékek, elegyek szétválasztása, szilárd anyagok tisztítása. Kristályosítás, átkristályosítás (olvasmány). Átkristályosítás, tisztítás: szennyezett só tisztítása, átkristályosítása. Oldatkészítés hígítással: adott koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat készítése tömény oldatból.

### *Sav-bázis titrálások*

A sav-bázis titrálás bemutatása. A készített nátrium-hidroxid-oldat hígítása tízszeresére. A készített lúgoldat koncentrációjának meghatározása. Megadott titrálási feladat elvégzése. Az átkristályosított só beadása.

### *Hőmérsékletmérés, halmazállapotváltozások*

Olvadáspont meghatározás. Sztöchiometria: Szilárd keverék ( $\text{KClO}_3\text{-KCl}$ ) tömeg%-os összetételének meghatározása. I. preparátum készítése.

### *Gáztörvények alkalmazása, laboratóriumi gázfejlesztés.*

Műveletek gázokkal (bemutatás). Gázok laboratóriumi előállítása: gázpalack kezelése, laboratóriumi gázfejlesztés (Kipp-készülékben, csiszolatos gázfejlesztő készülékben). Oxigén előállítása csiszolatos gázfejlesztő készülékben, kén égetése oxigénben (négyesével). Moláris tömeg meghatározása az ideális gáztörvény alapján (kettesével). I. preparátum beadása.

II. Preparátum: fémvegyületek előállítása fémből kiindulva. Kísérleti adatok ábrázolása, grafikonok elemzése: A reakciósebesség függése a kiindulási anyagok koncentrációjától.

Csapadékképződéssel és gázfejlődéssel járó reakciók tanulmányozása. Fakultatív gyakorlat: Kísérleti adatok ábrázolása, grafikonok elemzése.

- Csapadékképződéssel járó reakciók mennyiségi viszonyainak tanulmányozása
- Abszolút hőmérsékleti skála alsó pontjának közelítő meghatározása.

II. preparátum befejezése, beadása.

Folyadék-folyadék extrakció (bemutatás). Sóoldatok kémhatása, sók hidrolízise. Pufferoldatok vizsgálata. Ecetsav-nátriumacetát és ammónia-ammóniun-klorid pufferoldat vizsgálata.

Zárthelyi dolgozat az 1-11 gyakorlat anyagából (max. 60 perc). Elektrokémia: A standardpotenciál táblázat alapján értelmezhető reakciók. Daniell-elem összeállítása (négyesével). A felszerelés leadása.

## DSZC

### **Analitikai szabványvizsgálatok gyakorlat- összesen 90 óra**

Bevezetés a laboratóriumi munkába.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok. A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók. A biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a benne lévő adatok értelmezése BT (SDS). A használt eszközök kezelése, tárolása. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. Az eszközök szabályos használata. Az analitikai vizsgálatok során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. Veszélyes hulladékok keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. A laboratóriumban keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. Szabványok felépítésének ismerete, alkalmazásuk.

Vegyipari termékek hatóanyag-tartalmának meghatározása.

A vegyipari anyagok mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. A meghatározás menete. Szabványos vizsgálatok esetén a szabvány alkalmazása. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó hatóanyag-tartalom kiszámítása. Javasolt meghatározások, amelyek a helyi ipari jellemzők szerint változtathatók:

- Az aszpirintabletta acetyl-szalicilsav tartalmának meghatározása sav-bázis titrálással
- Vasgalic vastartalmának meghatározása permanganometrián
- C-vitamin-tabletta aszkorbinsav-tartalmának meghatározása jodometrián
- Fertőtlenítőszeres aktív klórtartalmának meghatározása jodometrián.

Környezeti analitikai vizsgálatok.

Környezeti elemek mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. Szabványok alapján elvégzett vizsgálatok. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok

betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó komponens kiszámítása, összehasonlítása a szabvány által megadott határértékekkel  
Javasolt meghatározások:

- A víz összes keménységének meghatározása
- A víz lúgosságának meghatározása
- A ivóvízminta kémiai oxigénigényének meghatározása permanganometrián
- A víz oldott oxigéntartalmának meghatározása jodometrián.

Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal.

Vizes oldatok kémhatásának vizsgálata:

- Az elektródpotenciál fogalma és mérése
- Az elektromotoros erő fogalma
- Elektrokémiai pH-mérés konkrét gyakorlati feladatban
- Potenciometrikus titrálás (sav-bázis titrálás) kivitelezése, a titrálási görbék lefutása, a végpont meghatározása. Pl. mosószóda nátriumkarbonát-tartalmának meghatározása
- Elektrolitok fajlagos vezetéseinek mérése
- Direkt konduktometria alkalmazása konkrét gyakorlati feladatban.

Mérések dokumentálása.

Mérési adatok felvétele hagyományos papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési adatok alapján az eredmények kiszámítása papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési eredmények grafikus ábrázolása. Mérési eredmények alapján a minta jellemzőinek megadása, annak értékelése, a határértéknek való megfeleléssége. Jegyzőkönyv elkészítése megadott szempontok alapján.

Projektfeladat.

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a probléma megoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó

összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

## Biomérnök BSc

### **Analitikai kémia I. - Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0501**

A laboratóriumi munkaszabályok ismertetése, balesetvédelmi oktatás, a felszerelések átvétele. 0,1 mol/dm<sup>3</sup> HCl mérőoldat készítése (500 cm<sup>3</sup>). A HCl mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása KHCO<sub>3</sub>-ra. NaOH mérőoldat (0,1 mol/dm<sup>3</sup>) készítése (500 cm<sup>3</sup>). A NaOH mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása pontosan ismert koncentrációjú HCl oldatra.

Szilárd porminta bórax-tartalmának meghatározása (ismeretlen). Bórsav és kénsav egymás melletti mérése (ismeretlen).

Oxálsav meghatározása (ismeretlen). Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> meghatározása brómos oxidációval (ismeretlen).

NaCl/KBr porkeverék klorid- és bromid-tartalmának meghatározása Mohr-szerint indirekt módszerrel (egyedi minták készítésével), 0,05 mol/dm<sup>3</sup> AgNO<sub>3</sub> mérőoldatot használva (ismeretlen). C-vitamin hatóanyagtartalmának meghatározása 0,02 mol/dm<sup>3</sup> BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> mérőoldattal (ismeretlen). 0,02 mol/dm<sup>3</sup> KMnO<sub>4</sub> oldat készítése (250 cm<sup>3</sup>).

A KMnO<sub>4</sub> pontos koncentrációjának meghatározása. Fe(II)-oxalát meghatározása (ismeretlen). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> permanganometriás meghatározása (ismeretlen).

0,02 mol/dm<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mérőoldat készítése (500 cm<sup>3</sup>) és koncentrációjának meghatározása 0,003 mol/dm<sup>3</sup> KIO<sub>3</sub>-ra. Cu(II) meghatározása jodometriásan (ismeretlen).

Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mérőoldat készítése koncentrációjának újrameghatározása 0,003 mol/dm<sup>3</sup> KIO<sub>3</sub>-ra. I<sup>-</sup>-meghatározás jód-szokszorozó eljárással (ismeretlen).

0,01 mol/dm<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>EDTA mérőoldat készítése (500,00 cm<sup>3</sup>). Ca(II) és Mg(II) meghatározása egymás mellett komplexometriásan (ismeretlen). Bi(III) meghatározása komplexometriásan (ismeretlen).

Cu(II) és Zn(II) meghatározása egymás mellett komplexometriásan (ismeretlen).

Al(III) meghatározása komplexometriásan (ismeretlen).

A felszerelések leadása, eredményhirdetés.

## DSZC

### **Szerves preparatív gyakorlat – összesen 90 óra**

Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénias előírások betartása. A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. A szerves kémiai anyagok előállítása során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése

Készülékek összeszerelése az adott feladathoz. Desztillálóberendezések összeállítása: légköri desztilláló, vákuumdesztilláló, vízgőzdesztilláló. Reaktorok (reakcióedények) felszerelése. Hűtési, melegítési eszközök. Szűrők, elválasztásra alkalmas eszközök.

Szerves preparátumok előállítása

Kiindulási anyagok veszélyességi és biztonsági jellemzőinek megismerése. Kiindulási anyagok előkészítése. Az adott preparátumhoz a készülék összeszerelése. Mérési leírás alapján egyszerű preparátum elkészítése alapfolyamatok és laboratóriumi műveletek alkalmazásával.

Dokumentáció készítése

Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Javasolt a digitális szerkesztés eszközzel és kémiai képletrajzoló szoftver használatával. Vegyipari folyamatokra, szerves preparátumokra vonatkozó számítások, tisztaság, kitermelés, anyagszükséglet számítása. Szerves laboratóriumi számítások, preparátumokhoz szükséges oldatok, reagensek készítéséhez szükséges számítások.

## Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése, kifejtése.

## Biomérnök BSc

### **Szerves kémia IV. – Laboratóriumi gyakorlat - TTKBL0301-L**

A gyakorlat célja a szerves kémiai laboratóriumi alpműveletek elsajátítása, az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazása, a funkciós csoportok reakciókészségének megismerése egyszerű preparátumok félmikro léptékben történő szintézise és kémcsökísérletek révén. További célunk, hogy a hallgatók megfelelő anyagismeretre tegyenek szert, valamint megismerjék és alkalmazzák a tisztítási és azonosítási műveleteket, mint jellemző szerves kémiai tevékenységeket. A laboratóriumi gyakorlathoz egy heti 1 órás laborelőkészítő szeminárium is kapcsolódik, melynek keretében célunk a gyakorlati feladatok elméleti hátterének áttekintése.

Az átkristályosításhoz szükséges készülék bemutatása

A gravitációs- és vákuumszűrő berendezés bemutatása

A rotációs vákuumbepárló működésének ismertetése

Acetanilid átkristályosítása vízből

A vékonyrétegkromatográfia (VRK) bemutatása

Olvadáspont meghatározás bemutatása

Benzanilid átkristályosítása metanolból

Az átkristályosított benzanilid tisztaságának ellenőrzése VRK segítségével.

Folyadék-folyadék extrakció kivitelezésének ismertetése

Folyadék-folyadék extrakció alkalmazása a m-dinitrobenzol és a m-nitroanilin keverékének elválasztására. Az elválasztás sikerességének ellenőrzése VRK segítségével.

Szénhidrogénekkal és halogénezett szénhidrogénekkal kapcsolatos kémcsökísérletek:

Szénhidrogének reakciója brómmal; szénhidrogének reakciója brómmal UV fény jelenlétében  
Aromás szénhidrogének Friedel-Crafts próbája  
Telítetlen szénhidrogének Baeyer próbája  
Halogénszármazékok Beilstein- és alkoholos ezüst-nitrát-próbája  
Ismeretlen meghatározása  
Légköri és csökkentett nyomáson végzett desztillációnál alkalmazott berendezés bemutatása  
Aceton desztillálása  $\text{KMnO}_4$ -ról légköri nyomáson  
Víz desztillációja vákuumban  
Szénhidrogének hidroxiszármazékaival kapcsolatos kémcsőkísérletek:  
Alkoholok és fenolok oldékonysági viszonyai  
Alkoholok rendűségének meghatározása Lucas próbával  
Alkoholok oxidációja Jones-reagenssel  
Többértékű alkoholok reakciója réz(II)-ionokkal  
Fenolok és enolok komplexképzése vas(III)-ionokkal  
2-Alkanolok jodoform próbája  
Ismeretlen meghatározása  
4-Klór-benzoészav és 4-klór-benzil-alkohol előállítása. A termékek tisztaságának ellenőrzése  
VRK segítségével és olvadáspontméréssel  
Szénhidrogének aminoszármazékaival kapcsolatos kémcsőkísérletek:  
Aminok rendűségének meghatározása Hinsberg próbával  
Primer és tercier aminok reakciója salétromossavval  
Alifás primer aminok Rimini-próbája  
Aminok komplexképzési reakciója réz(II)-ionokkal tiocianátionok jelenlétében  
Ismeretlen meghatározása  
A vízgőzdesztilláció bemutatása  
Karvon izolálása fűszerköményből és 2,4-dinitrofenilhidrazon származékának előállítása  
Szénhidrogének oxoszármazékaival kapcsolatos kémcsőkísérletek:  
Aldehydelek kimutatása 2,4-dinitrofenil-hidrazinos próbával  
Oxovegyületek oxidációja káliumpermanganáttal és Jones-reagenssel  
Oxovegyületek reakciója Tollens reagenssel  
Oxovegyületek jodoform próbája  
Ismeretlen meghatározása  
Többnyakú lombikban végrehajtott reakciónál alkalmazott készülék bemutatása  
Benzamid előállítása és a termék átkristályosítása vízből

Kémcsőkísérletek szénhidrátokkal, aminosavakkal és fehérjékkel

Szénhidrátok redukáló sajátosságainak vizsgálata Fehling-, Tollens-próbával

Aminosavak és fehérjék komplexképzési reakciói (Biuret-próba)

$\alpha$ -Aminosavak kimutatása (Ninhidrin-próba)

Az aromás gyűrűvel rendelkező  $\alpha$ - aminosavakat tartalmazó fehérjék kimutatása (Xantoprotein reakció)

Benzamid tisztaságának ellenőrzése olvadáspontméréssel és VRK segítségével

Benzotriazol előállítása (kémcsőváltózat)

Az oszlopkromatográfia bemutatása

Acetanilid és m-dinitrobenzol keverékének oszlopkromatográfiás elválasztása

## IX. A Gyógyszerész szak tantervi hálója (kötelező kurzusok)

### Kötelező kurzusok az 1. évre

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
1	Általános kémia elmélet	GYAKE01G1	42	28		K	5	Nincs feltétel
1	Általános kémia gyakorlat	GYAKE02G1			42	5 fgy	3	Nincs feltétel
1	Fizika	GYFIZ01G1	14		28	K	5	Nincs feltétel
1	Gyógyszerészeti tudománytörténet és propedeutika	GYPPO01G1	28			K	2	Nincs feltétel
1	Gyógyszerészi biológia I.	GYBIO01G1	21		28	K	6	Nincs feltétel
1	Gyógyszerészi latin I.	GYLAT01G1			28	5 fgy	1	Nincs feltétel
1	Matematika	GYMAT01G1	28		28	K	5	Nincs feltétel

### Kötelező kurzusok az 1. évre

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
2	Biofizika	GYBIF05G2	14	13	15	K	4	Matematika, Fizika
2	Fizikai kémia I.	GYFKE01G2	28	28		K	4	Fizika, Általános kémia elmélet, Matematika
2	Gyógyszerészi anatómia	GYANA01G2	42		28	K	3	Gyógyszerészi biológia I.
2	Gyógyszerészi biológia II.	GYBIO02G2	35		28	Sz	4	Gyógyszerészi biológia I.
2	Gyógyszerészi latin II.	GYLAT02G2			28	5 fgy	1	Gyógyszerészi latin I.
2	Szerves kémia elmélet I.	GYKSZ01G2	56			K	3	Általános kémia elmélet, Általános kémia gyakorlat
2	Szerves kémia gyakorlat I.	GYKSZ02G2		14	42	5 fgy	3	Általános kémia elmélet, Általános kémia gyakorlat
2	Szervetlen és kvalitatív analitikai kémia elmélet	GYSZK01G2	42			K	3	Általános kémia elmélet
2	Szervetlen és kvalitatív analitikai kémia gyakorlat	GYSZK02G2		14	70	5 fgy	3	Általános kémia elmélet, Általános kémia gyakorlat

**Kötelező kurzusok a 2. évre**

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
1	Fizikai kémia II.	GYFKE02G3			28	5 fgy	2	Fizikai kémia I., Általános kémia gyakorlat
1	Gyógyszerészeti növénytan elmélet	GYGYN01G3	28			K	2	Gyógyszerészi biológia I.
1	Gyógyszerészeti növénytan gyakorlat	GYGYN02G3			28	5 fgy	1	Gyógyszerészi biológia I.
1	Gyógyszerészi biokémia I.	GYBIK05G3	36		4	K	4	Biofizika, Szerves kémia elmélet I., Gyógyszerészi biológia II.
1	Humán Élettan I.	GYHEL01G3	28	14		K	4	Gyógyszerészi biológia I., Gyógyszerészi anatómia
1	Kolloid kémia elmélet	GYKOL01G3	28			K	2	Fizikai kémia I.
1	Kolloid kémia gyakorlat	GYKOL02G3			28	5 fgy	1	Fizikai kémia I., Általános kémia gyakorlat
1	Kvantitatív analitikai kémia I.	GYKVA01G3	28	28		K	4	Szervetlen kémia és kvalitatív analitika elmélet, Fizikai kémia I.
1	Szerves kémia elmélet II.	GYKSZ03G3	56			Sz	4	Szerves kémia elmélet I., Szerves kémia gyakorlat I.
1	Szerves kémia gyakorlat II.	GYKSZ04G3			56	5 fgy	3	Szerves kémia elmélet I., Szerves kémia gyakorlat I.

**Kötelező kurzusok a 2. évre**

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
2	Gyógynövény- és drogismeret elmélet I.	GYGND01G4	28			K	2	Szerves kémia II. elmélet és gyakorlat, Gyógyszerészet i növénytan elmélet és gyakorlat
2	Gyógynövény- és drogismeret gyakorlat I.	GYGND02G4			56	5 fgy	3	Szerves kémia II. elmélet és gyakorlat, Gyógyszerészet i növénytan elmélet és gyakorlat
2	Gyógyszerészi biokémia II.	GYBIK06G4	44		5	Sz	6	Gyógyszerészi biokémia I.
2	Gyógyszer technológia elmélet I.	GYTEC01G4	28			K	2	Kolloid kémia elmélet, Kolloid kémia gyakorlat, Fizikai kémia II.
2	Gyógyszer technológia gyakorlat I. (Recepturái gyógyszerkészítés I.)	GYTEC17G4			56	5 fgy	2	Kolloid kémia elmélet, Kolloid kémia gyakorlat, Fizikai kémia II.
2	Humán Élettan II.	GYHEL05G4	28	9		Sz	4	Humán élettan I.
2	Humán Élettan gyakorlat II.	GYHEL06G4			22	5 fgy	2	Humán élettan I.
2	Kvantitatív analitikai kémia elmélet II.	GYKVA03G4	14			Sz	3	Kvantitatív analitikai kémia I., Szervetlen és kvalitatív analitikai kémia gyakorlat
2	Kvantitatív analitikai kémia gyakorlat II.	GYKVA02G4			70	5 fgy	3	Kvantitatív analitikai kémia I., Általános kémia gyakorlat
2	Gyógyszerészi szakmai gyakorlat II. évfolyam után	GY_NYGY_2 EVF			120	A	0	a III. évfolyamra történő regisztráció feltétele a II. éves gyógyszer-tári nyári gyakorlat teljesítése

**Kötelező kurzusok a 3. évre**

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
1	Gyógynövény- és drogismeret elmélet II.	GYGND03G5	28			Sz	4	Gyógynövény- és drogismeret I. elmélet és gyakorlat
1	Gyógynövény- és drogismeret gyakorlat II.	GYGND04G5			56	5 fgy	3	Gyógynövény- és drogismeret I. elmélet és gyakorlat
1	Gyógyszerészi kémia I. gyakorlat	GYGKE02G5			28	5 fgy	2	Szerves kémia II. elm. és gyak.
1	Gyógyszerészi kémia I. elmélet	GYGKE01G5	42			K	4	Szerves kémia II. elm. és gyak.
1	Gyógyszerészeti neurobiológia	GYNEB01G5	38	14	14	KK	3	Humán élettan II., Gyógyszerészi biokémia II.
1	Gyógyszerészi pszichológia	GYPSY03G9	28			K	2	Humán Élettan II.
1	Gyógyszertechnológia elmélet II.	GYTEC03G5	28			K	3	Gyógyszertechnológia elmélet I., Gyógyszertechnológia gyakorlat I. (Recepturái gyógyszerkészítés I.)
1	Gyógyszertechnológia gyakorlat II. (Recepturái gyógyszerkészítés II.)	GYTEC19G5			56	5 fgy	2	Gyógyszertechnológia elmélet I., Gyógyszertechnológia gyakorlat I. (Recepturái gyógyszerkészítés I.)
1	Gyógyszertechnológia gyakorlat II. (Üzemi gyógyszerkészítés I.)	GYTEC21G5			56	5 fgy	2	Gyógyszertechnológia elmélet I., Gyógyszertechnológia gyakorlat I. (Recepturái gyógyszerkészítés I.)
1	Klinikai biokémia I.	GYKPA01G5	28		14	5 fgy	4	Gyógyszerészi biokémia II., Humán élettan II.

**Kötelező kurzusok a 3. évre**

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
2	Gyógyszerészi kémia II. elmélet	GYGKEO3G6	56			Sz	6	Gyógyszerészi kémia I. elmélet és Gyógyszerészi kémia I. gyakorlat
2	Gyógyszerészi kémia II. gyakorlat	GYGKEO4G6			28	5 fgy	2	Gyógyszerészi kémia I. elmélet és Gyógyszerészi kémia I. gyakorlat
2	Gyógyszertechnológia elmélet III.	GYTEC05G6	28			K	3	Gyógyszertechnológia elmélet II., Gyógyszertechn. gyak. II. (Recepturái gyógyszerkészítés II.), Gyógyszertechn. gyak. II. (Üzemi gyógyszerkészítés I.)
2	Gyógyszertechnológia gyakorlat III. (Recepturái gyógyszerkészítés III.)	GYTEC23G6			56	5 fgy	2	Gyógyszertechnológia elmélet II., Gyógyszertechn. gyak. II. (Recepturái gyógyszerkészítés II.), Gyógyszertechn. gyak. II. (Üzemi gyógyszerkészítés I.)
2	Gyógyszertechnológia gyakorlat III. (Üzemi gyógyszerkészítés II.)	GYTEC25G6			56	5 fgy	2	Gyógyszertechnológia elmélet II., Gyógyszertechn. gyak. II. (Recepturái gyógyszerkészítés II.), Gyógyszertechn. gyak. II. (Üzemi gyógyszerkészítés I.)
2	Immunológia	GYIMM05G6	28	6	14	KK	4	Klinikai biokémia I.
2	Klinikai biokémia II.	GYKPA02G6	56	8	28	Sz	8	Klinikai biokémia I.
2	Gyógyszerészi szakmai gyakorlat III. évfolyam után	GY_NYGY_3 EVF			120	A	0	a IV. évfolyamra történő regisztráció feltétele a III. éves gyógyszerészi nyári gyakorlat teljesítése

**Kötelező kurzusok a 4. évre**

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
1	Gyógyszerészi bioanalitika és biotechnológia I.	GYBTEC01G7	28			K	5	Kvantitatív analitikai kémia elm. II., Gyógyszerészi kémia elmélet II.
1	Gyógyszerészi műszeres és bioanalitika I.	GYGMB11G7	28	14		K	4	Kvantitatív analitikai kémia elm. II., Gyógyszerészi kémia elmélet II.
1	Gyógyszerhatástan gyakorlat I.	GYHAT02G7			56	5 fgy	2	Gyógyszerészi kémia elm. és gyak. II. , Klinikai biokémia II., Gyógynöv. és drogism. elm. és gyak. II.
1	Gyógyszerhatástan I. elmélet	GYHAT01G7	56			K	4	Gyógyszerészi kémia II. elm. és gyak., Klinikai biokémia II., Gyógynöv. és drogism. II. elm. és gyak.
1	Gyógyszertechnológia elmélet IV.	GYTEC07G7	28			Sz	3	Gyógyszertechnológia elmélet III., Gyógyszertechn. gyak. III. (Receptúrai gyógyszerkészítés III.), Gyógyszertechn. gyak. III. (Üzemi gyógyszerkészítés II.)
1	Gyógyszertechnológia gyakorlat IV. (Üzemi gyógyszerkészítés III.)	GYTEC27G7			42	5 fgy	2	Gyógyszertechnológia elmélet III., Gyógyszertechn. gyak. III. (Receptúrai gyógyszerkészítés III.), Gyógyszertechn. gyak. III. (Üzemi gyógyszerkészítés II.)
1	Megelőző orvostan és népegészségtan	GYMEG08G7	28	22	8	K	3	Immunológia, Klinikai biokémia II.
1	Orvosi mikrobiológia I.	GYMIK07G7	28	10	10	K	5	Klinikai biokémia II., Immunológia

**Kötelező kurzusok a 4. évre**

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
2	Bioetika	GYETI05G8	28			K	1	Gyógyszertechnológia IV. elmélet és gyakorlat
2	Gyógyszerészi bioanalitika és biotechnológia II.	GYBTEC03G8	28		56	Sz	5	Gyógyszerészi műszeres és bioanalitika I., Gyógyszerészi bioanalitika és biotechnológia I.
2	Gyógyszerészi műszeres és bioanalitika II.	GYGMB12G8	28		56	Sz	6	Gyógyszerészi műszeres és bioanalitika I.
2	Gyógyszerhatástan II. elmélet	GYHAT03G8	56			Sz	3	Gyógyszerhatástan I. elmélet és gyakorlat
2	Gyógyszerhatástan II. gyakorlat	GYHAT07G8			56	5 fgy	3	Gyógyszerhatástan I. elmélet és gyakorlat
2	Gyógyszerügyi szervezés és management	GYMAN01G8	28			K	2	Gyógyszertechnológia IV. elmélet és gyakorlat
2	Ipari gyógyszerészet	GYIPGY01G8	28		14	K	2	Gyógyszertechnológia IV. elmélet és gyakorlat
2	Klinikai alapismeretek	GYKLI03G8	56	28		K	3	Megelőző orvostan és népegészségtan
2	Orvosi mikrobiológia II.	GYMIK08G8	14	14		Sz	5	Orvosi mikrobiológia I.

**Kötelező kurzusok az 5. évre**

Félév	Tantárgyak	Neptun kód	Ea.	Sz.	Gy.	Vizsga	Kredit	Tantárgyfelvétel feltétele
1	Biofarmácia	GYBFA01G9	28		28	KK	6	Gyógyszertechnológia IV. elm. és gyak., Gyógyszerhatástan II. elm. és gyak., Orvosi mikrobiológia II.
1	Farmakovigilancia	GYFAV01G9	19	9		K	2	Gyógyszerhatástan elmélet II.
1	Gyógyszeres interakciók	GYINT01G9	28			K	4	Gyógyszerhatástan II. elmélet és gyakorlat, Orvosi mikrobiológia II.
1	Gyógyszerészi gondozás	GYGYG01G9	28			K	3	Gyógyszertechnológia IV. elmélet, Gyógyszerhatástan II. elmélet és gyakorlat
1	Gyógyszerészi kommunikáció	GYGK01G9	14	4		K	2	Gyógyszerhatástan II. elmélet és gyakorlat, Gyógyszertechnológia IV. elmélet
1	Klinikai farmakológia	GYKFA03G9	28			KK	2	Gyógyszerhatástan II. elmélet és gyakorlat
1	Klinikai gyógyszerészet	GYKGY03G9	28	42		KK	4	Megelőző orvostan és népegészségtan
1	Minőségbiztosítási ismeretek	GYMIN01G9	28			K	2	Gyógyszerügyi szervezés és menedzsment, Gyógyszertechnológia IV. elmélet és gyakorlat
1	Radiógyszerészet elmélet	GYRAD05G9	14			K	1	Gyógyszertechnológia IV. elmélet és gyakorlat
1	Radiógyszerészet gyakorlat	GYRAD06G9			14	5 fgy	1	Gyógyszertechnológia IV. elmélet és gyakorlat

## X. Tantárgyi programok beszámítható elemei Gyógyszerész szak esetében\*

DSZC	Gyógyszerész	Óraszám	Kredit
<b>Általános kémia</b> Részecskék, kölcsönhatások, halmazok Oldatok és elegyek Kémiai reakciók Homogén többkomponensű rendszerek Kémiai egyensúlyok Elektrokémia	<b>Általános kémia I. (szeminárium)</b>	14 hét, heti 2 óra (28 óra)	2
<b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b> A laboratóriumi munka általános szabályai A kémiai jelölésrendszer Fizikai jellemzők és mérések Kémia az iparban Műszerismeret és dokumentáció  <b>Analitika gyakorlat</b> Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába Laboratóriumi mérések előkészítése Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel Mérési dokumentáció Projektfeladat	<b>Általános kémia gyakorlat</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Vegyipari alapozó gyakorlat</b> A laboratóriumi munka általános szabályai A kémiai jelölésrendszer Fizikai jellemzők és mérések Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk Kémiai anyagok elemzése Kémia az iparban Műszerismeret és dokumentáció  <b>Analitikai szabványvizsgálatok gyakorlat</b> Környezeti analitikai vizsgálatok Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal	<b>Szervetlen és kvalitatív analitikai kémia (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 6 óra (84 óra)	3
<b>Szerves preparatív gyakorlat</b> Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése Szerves preparátumok előállítása Dokumentáció készítése Projektfeladat	<b>Szerves kémia gyakorlat I. (laboratóriumi gyakorlat)</b>	14 hét, heti 3 óra (42 óra)	3
<b>Kiváltható kreditek száma összesen</b>			<b>11</b>

\* A táblázatokban a DSZC-s tárgyak témakörei közül kizárólag az egyetemi tárgy megfeleltetése szempontjából releváns témakörök kerültek feltüntetésre

# A Gyógyszerész szak esetén beszámításra kerülő tárgyak részletes követelményeinek összevetése

## DSZC

### Általános kémia - 72 hét, heti 2 óra (144 óra)

Részecskék, kölcsönhatások, halmazok.

A kémia részecskék csoportosítása. Az atomok, ionok és molekulák felépítése. A periódusos rendszer és a belőle leolvasható tulajdonságok. A kötések, kötéstípusok. A három halmazállapot jellemzése.

A gázhalmazállapot leírása (ideális és reális gáz, az egyszerű gáztörvények áttekintése, az egyesített gáztörvény és az állapotegyenlet alkalmazása). A folyadékok viszkozitása. A szilárd állapot jellemzése, a rács típusok jellemzői és a belőlük adódó alkalmazási lehetőségek. Allotropia és polimorfia. Amorf anyagok Halmazszerkezet és kapcsolata a fizikai tulajdonságokkal. Párolgás-kondenzáció nyílt és zárt térben, a tenzió. A forrás, a forráspont és befolyásoló tényezői Az olvadás és a kristályosodás. Szublimáció. A halmazállapot-változást kísérő látens hő.

Oldatok és elegyek.

Anyagi rendszerek és jellemzőik. Homogén, heterogén és kolloid rendszerek. Az elegyek fogalma, jellemzői, csoportosítása. Elegyek összetételének jellemzése, összetételének megadása. Gázelegyek, a gázelegyek általános jellemzése, a Dalton-törvény. A parciális nyomás fogalma és számítása. Móltört, átlagos moláris tömeg számítása. Szilárd anyagok oldódása folyadékban Oldatkészítés, összetétel típusok. Gázok oldódása folyadékban. Az oldhatóság értelmezése és megadása.

Kémiai reakciók.

Reakciókinetikai alapok. A reakciók létrejöttének feltétele. A reakciósebesség és befolyásolása. Aktív állapot és aktiválási energia. Katalizátorok működése. A kémiai reakciók csoportosítása: a résztvevő anyagok száma, részecskeátmenet, reverzibilitás és hőszínezet szerint. Elektronátmenettel járó reakciók, redoxireakciók. Egyenletrendezés oxidációs szám alapján. Oxidáló- és redukálószerkezet. Oxidáló- és redukálóképesség jellemzése: a standard elektródpotenciál fogalma és alkalmazása. Önként végbemenő redoxifolyamatok. Protonátmenettel járó folyamatok. Sav-bázis elméletek: Arrhenius, Brönsted. Sav-bázis

folyamatok: közömbösítés, semlegesítés, kémhatás. Savak és bázisok reakciói. A sók hidrolízise, vizes oldatuk kémhatása. Számítási feladatok megoldása, erős savak, erős bázisok és a reakciójuk során keletkező oldatok kémhatásának kiszámítása. Termokémia. A reakcióhő fogalma, exoterm és endoterm reakciók kvantitatív értelmezése. A képződéshő értelmezése. A termokémiai reakcióegyenlet felírása. Termokémiai számítások (Hess-tétel, kötési energia). A körfolyamatok energetikája.

Homogén többkomponensű rendszerek.

A folyadékelegyek általános jellemzése, párolgásuk, a parciális tenzió. Tenziógörbék típusai, forráspont- és harmatpontgörbék. A Konovalov-törvények. Folyadékelegyek szétválasztása: desztilláció.

Kémiai egyensúlyok.

A dinamikus egyensúly, egyensúlyi koncentrációk. A tömeghatás törvényének matematikai alakja és megfogalmazása. Az egyensúlyi reakciók befolyásolási lehetőségei. Homogén egyensúlyok, gázegyensúlyok. Az egyensúlyi állandó típusai. Számítási feladatok megoldása. Disszociációs egyensúlyok. A gázok termikus disszociációja. Az elektrolitos disszociáció fogalma, jellemző mennyiségei, disszociációs állandó, gyenge és erős elektrolitok jellemzői. A disszociációfok és a van't Hoff-tényező. Elektrolit-egyensúlyok. Sav-bázis egyensúlyok, sav- és bázisállandók értelmezése. Erős és gyenge savak, erős és gyenge bázisok pH-ja. Sók hidrolízisének leíró értelmezése Számítási feladatok megoldása.

Elektrokémia.

Az elektródpotenciál fogalma, kialakulásának értelmezése. A standard elektródpotenciál. Galvánelemek és jelentőségük. Az elektromotoros erő fogalma, számítása standard elektródpotenciál alapján. Az elektrolízis és gyakorlati jelentősége. Elektródfolyamatok. Az elektrolízis mennyiségi törvényei és azok alkalmazása elektro-kémiai feladatokban. A Nernst-képlet fém- és gázelektrodra.

Gyógyszerész szak

**Általános kémia I. – Szeminárium GYAKE01G1 (szem)**

Sztöchiometriai számítások

## Koncentrációs számítások

Oldatkészítéssel kapcsolatos számítások: Szilárd anyagból oldással történő oldatkészítéssel kapcsolatos számítások. Tömény oldatból hígítással történő oldatkészítéssel kapcsolatos számítások. A kétféle oldatkészítéssel kapcsolatos számítások jelentősége, fontossága a laboratóriumi gyakorlatban. Oldatok keverése.

Oldhatósággal, kristályosítással kapcsolatos számítások: Oldhatóság, telített, telítetlen oldat fogalma. Telített oldatok készítésével kapcsolatos számítások. Kristályvízmentes és kristályvizes sók kristályosításával kapcsolatos számítások. A kristályosítással kapcsolatos számítások jelentősége, fontossága a gyakorlati munkában szennyezett anyagok átkristályosításával, tisztításával kapcsolatban.

Reakcióegyenletek: Egyszerű (elsősorban nem redoxi) reakcióegyenletek felírása, rendezése. Sztöchiometriai feladatok megoldása reakcióegyenletek alapján. A reaktánsok és a termékek tömegével, térfogatával kapcsolatos számítások. A reakcióegyenletek alapján történő számítások gyakorlati felhasználásának lehetősége keverékek, elegyek összetételének meghatározásában. A gyakorlati étellel kapcsolatos számítások, kitermelés, veszteség fogalma, figyelembe vétele a számítások során.

Oxidációs szám, redoxireakciók rendezése: Oxidáció, redukció, oxidációs szám fogalma, az oxidációs számok változása. Egyszerű- és összetett ionok, elemek, semleges vegyületek atomjai oxidációs számának meghatározása. Redoxireakciók rendezése oxidációsszámváltozás alapján. A reakcióegyenletek rendezésének jelentősége a kémia minden területén, alkalmazásuk a szervetlen és szerves kémiában. Redoxireakció-egyenletek alapján történő számítások. Összetett feladatokban annak felismerése, hogy milyen eddig megtanult fogalmak, összefüggések felhasználásával, alkalmazásával lehet a feladatot megoldani.

Szilárd keverékek, folyadék- és gázelegyek összetételének meghatározása.

Gáztörvények: Az általános gáztörvény és alkalmazása sztöchiometriai számításokban. A sztöchiometriai- és koncentrációs számítással, gáztörvényekkel kapcsolatos összefüggések alkalmazása a keverékekkel kapcsolatos feladatok megoldása során.

Sav-bázis titrálásokkal kapcsolatos számítások. Oldatok hígításával kapcsolatos számítások. Savbázis titrálások elvi alapjai, oldatok koncentrációjának meghatározása titrálási eredmények alapján. A sav-bázis titrálások felhasználásának lehetőségei egyéb meghatározásokban: moláris tömeg, tisztaság, savak, bázisok értékűségének megadása. Erős savak és bázisok pH-ja: Savak, bázisok, kémhatás, pH, pOH, vízionszorzat fogalma. Egyértékű erős savak és bázisok pH-jának számítása koncentrációból, koncentráció számítása a pH ismeretében. Különböző koncentrációjú, pH-jú erős sav- és lúgoldatok készítésével, elegyítésével kapcsolatos számítások.

Gyenge savak és bázisok pH-ja. Sóoldatok pH-jának számítása: Gyenge savak és bázisok pH-jának számítása. Sók fogalma. Különböző egyértékű savak és bázisok reakciója során keletkező sóoldatok kémhatásának megbecslése. Sóoldatok (gyenge Brönsted savak vagy bázisok) pH-jának számítása.

Pufferoldatok pH-ja: Pufferoldatok fogalma, pufferoldatok készítésének gyakorlati lehetőségei. Pufferoldatok pH-jának számítása. Vegyes feladatokban annak felismerése, hogy milyen eddig megtanult fogalmak, összefüggések felhasználásával, alkalmazásával lehet a feladatot megoldani.

Vegyes feladatok a pH számítás témakörében.

## DSZC

**Vegyipari alapozó gyakorlat - 36 hét heti 5 óra, és 36 hét heti 7 óra (180, 252 óra, összesen 432 óra)**

A laboratóriumi munka általános szabályai.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok (HSE). A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A laboratórium beépített felszerelése (vegyifülke, közművek, egyéb gázellátás). Az alapvető laboratóriumi eszközök, berendezések csoportosítása és használatuk. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók: az anyagok és keverékek osztályozása, címkézése és csomagolása (CLP rendelet) és a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló

rendelet (REACH). Veszélyes hulladék keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. Biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a bennük levő adatok értelmezése – BT (SDS). Szilárd, folyékony és gáz-halmazállapotú anyagok jellemzői, kezelésük és tárolásuk. Vegyszerek tulajdonságainak megfigyelése: szín, szag, halmazállapot, higroszkóposság. A mérés fogalma, jellemzői. Mérési módszer, mérendő mennyiség, mért mennyiség, mérési eredmény, mérési pontosság, mérési eredmények megismételhetősége, reprodukálhatósága, szórás. A mérési hiba fogalma, osztályozása eredet és jelleg szerint. A munka dokumentálása: jegyzőkönyv vezetése digitális technikák alkalmazásával, adat-gyűjtés és az adatok megjelenítése adatbázisrendszerben vagy Excel-táblában.

A kémiai jelölésrendszer.

A vegyjel és a képlet jelentése. Eligazodás a periódusos rendszerben (rendszer, tömegszám, relatív atomtömeg, izotóp, radioaktivitás, főcsoport és periódus, vegyértékelektronok száma). Fontos elemek (hidrogén, nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, szén, szilícium, nitrogén, oxigén, kén, klór, bróm, jód, hélium, neon, vas, cink, réz, higany) jelölése vegyjellel vagy szerkezeti, illetve molekulaképlettel. Egyszerű vegyületek képlete, szerkezete: hidridek: ammónia, víz, hidrogén-peroxid, hidrogén-klorid; nemfém-oxidok: szén-dioxid és szén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid; fém-oxidok: kalcium-oxid, magnézium-oxid, alumínium-oxid, cink-oxid; savak: sósav, kénsav, salétromsav; bázisok: ammónia vizes oldata, nátrium-hidroxid; sók: kősó, szódabikarbóna, rézgálic, trisó és szóda. Mennyiségi alapismeretek (moláris tömeg, relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg). A kémiai reakció leírása egyenlettel. Egyszerű kémiai reakciók képlettel történő felírása és a kapott kémiai egyenletek rendezése anyagszám alapján. Egyesülési reakciók, bomlási reakciók. Helyettesítési reakciók: fém + sav, illetve lúg + sav.

Fizikai jellemzők és mérések.

Fizikai mennyiségek és állapotjelzők. Mértékegységek, SI alap- és származtatott egységek, SI-prefixumok. A mérési hibák keletkezése és megelőzése. Mérőeszközök kalibrálása. Mérési feladatra vonatkozó szabványok ismerete. A tömegmérés és a mérlegek (típus, érzékenység, méréshatár). A térfogatmérés és a térfogatmérő eszközök. A hőmérséklet és mérése. A szilárd, a folyékony és a gázhalmazállapot. Halmazállapotok és halmazállapot-változások vizsgálata és értelmezése. Az olvadás, a lágyulás és a forráspont mérése. Szilárd anyag és folyadék

sűrűségének mérése. A keverékek jellemzői, szilárd keverékek, a komponensek fogalma. Az oldat jellemzői és a különböző oldószerek. Keverékek és oldatok összetételének megadása. Sűrűségméréshez oldatkészítés, keverékkészítés. Viskozitás, törésmutató és nedvességtartalom mérése. A vegyipari ágazat szakmáihoz tartozó speciális mérések. Mérések alkalmazása és kivitelezése az ipari gyakorlatban.

Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk.

Hőátadási műveletek és alkalmazásuk. A laboratóriumi melegítés módszerei, eszközei, közvetlen és közvetett melegítés. A laboratóriumi hűtés lehetőségei. Olvadáspont, forráspont és meghatározásuk. Endoterm és exoterm folyamatok hőmérsékletének mérése, adatgyűjtés, az adatok ábrázolása digitálisan, a mérési görbe értelmezése. A hőátadás gyakorlati alkalmazása. Keverékek komponenseinek szétválasztási lehetőségei ipari és hétköznapi példákkal. Elválasztó műveletek: ülepités, szűrés, desztillálás, szublimáció. Elegyek (gázelegy, folyadékelegy) és összetételük, oldatok ipari és hétköznapi példákkal. Összetétellel kapcsolatos számítások gázelegyekre, oldatok és szilárd keverék összetételének számítása (tömegszázalék, térfogatszázalék, anyagszükséglet). Tisztítási eljárások: szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással, folyadékok tisztítása adszorpcióval Az oldószerek és az oldhatóság vizsgálata. Anyagmegoszlás két, egymással nem elegyedő oldószer között, az oldhatóság vizsgálata. Keverékek szétválasztása, folyadékelegyek szétválasztása. Egyszerű kémiai anyagok előállítása a fenti műveletek alkalmazásával.

Kémiai anyagok elemzése

Anyagok egymásba alakulása: Fizikai és kémiai változások jellemzői, megkülönböztetésük Kémiai reakciók alaptípusai: egyesülés, bomlás, helyettesítés . A kémiai reakciók hőszínezete, a kémiai reakciók iránya, részecskeátmenet szerinti csoportosítása. Közömbösítési reakciók. Vizes oldatok, a pH fogalma. Indikátorok vizsgálata: sav-bázis reakciók megfigyelése térfogatós módszerrel, indikátor jelenlétében. Savak, lúgok, sók jellemzői (sósav, vízkőoldó, rozsdoldó foszforsav, ecetsav, nátrium-hidroxid, Domestos, nátrium-klorid, szódabikarbóna, szóda, Hypo) és biztonságos használatuk. Egyszerű redoxireakciókban (égések, egyesülési reakciók) oxidáció és redukció, oxidálószer és redukálószer azonosítása. A hidrogén tulajdonságainak, redukáló képességének vizsgálata. Légköri gázok (nitrogén, oxigén, széndioxid, vízgőz és nemesgázok) fizikai tulajdonságai és az ózonpajzs. Feladatok a következő tulajdonságokra: a nitrogén és a nemesgázok alacsony reakcióképessége; az oxigén oxidáló

képessége és égésben betöltött szerepe; a szén-dioxid redukáló képessége. A víz fizikai és kémiai jellemzői: szín, szag, íz, halmazállapot; olvadás- és forráspont jelentősége; a jég és a vízgőz előfordulása; a víz mint oldószer és hőátadó közeg. A víz fizikai és kémiai jellemzői: a vízmolekula képlete, szerkezete, alakja; szerepe sav-bázis folyamatokban (amfoter jelleg, közömbösítés); az ivóvíz, az ioncserélt és a desztillált víz összetétele. Környezetünk védelme: levegőszennyezés (monitoring rendszerek, megelőzés, védekezés), a természetes vizek jellemzői és összetételük, vízszennyezés (nitrát, foszfát). Ásványok, ércek, hegységképző kőzetek (mészkö, dolomit, szilikátok), kvarc, kőszén, grafit, gyémánt. A természeti környezet vizsgálatára vonatkozó feladatok: a szén-oxidok, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid, az ózon és a szálló por fizikai tulajdonságai, ipari és kommunális eredete és környezetkárosító hatása. Talajminták szikessége, mészkötartalma, nedvességtartalma. Egyszerű ionok kimutatása reagensekkel: klorid-, szulfát-, ammónium-, vas(III)ion. Fémionok kimutatása lángfestéssel. A szakmának megfelelően, vegyész technikusoknál részletesebb minőségi analízis szükséges. Mosószeres, szappan. A felületaktív anyagok viselkedésének vizsgálata. Polimerek azonosítása. Háztartási hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása.

Kémia az iparban.

Fosszilis és megújuló energiaforrások. A szerves kémia és a vegyipar kapcsolata. Szénhidrogének előfordulása a természetben: a földgáz és a kőolaj jellemzői, desztillációs termékei, felhasználásuk energiatermelésre, üzemanyagként és vegyipari alapanyagként. Fontos szerves oldószeres és összehasonlításuk: hexán, kloroform, szén-tetraklorid, benzol, toluol, sztirol, metanol, etanol, acetone, ecetsav és etil-acetát. Polimerkémia: a műanyag- és a gumiipar története. A polimerek jellemzői, a monomer fogalma, a szénlánc összekapcsolódásának lehetőségei polimerizációval, polikondenzációval. Mesterségesen előállított vagy átalakított polimerek. A polietilén és a PVC keletkezése. A kaucsuk és a gumi jellemzői. A gyógyszeripar és a szerves kémia: a gyógyszeripar története, gyógyhatású természetes anyagok. Gyógyszeripari alapanyagok a felsorolás szintjén: természetes (növényi eredetű, pl. mák– morfín; állati eredetű, pl. hasnyálmirigy – inzulin; fermentációs, pl. penicillin; szintetikus szerves molekulák, pl. aszpirin). Papíripar: a papíripar története, a papír nyersanyaga, papírgyártás házilag. Az építőipar jellegzetes anyagai: gipsz, cement, mész kémiai összetétele, jellemzői, felhasználásuk. Katalizátorok: biokatalizátorok és autokatalizátor. A katalízis jelentősége a vegyiparban. Projektfeladat vegyiparhoz kapcsolódó témában, a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

Műszerismeret és dokumentáció.

Általános, minden szakképesítésnél előforduló műszerek: például pH-mérő, nyomásmérő koloriméter használata. A pH-méréssel kapcsolatos javasolt feladatok: esővíz pH-ja, szénsavas ásványvíz pH-ja, kiforralt ásványvíz pH-ja. A szakképesítésnek megfelelő speciális műszerek megismerése, használata. Alkalmazott digitális ismeretek: Microsoft Office programok (Word, Excel, PowerPoint) használata. Excel-táblázat készítése alapműveletekkel és egyszerűbb függvényekkel, prezentáció összeállítása PowerPoint alkalmazásával. Word szövegszerkesztési ismeretek. Az internet értő használata adatgyűjtésre, forráskeresésre. Elektronikus jegyzőkönyvek elkészítése: Word-szövegszerkesztéssel, Excel-táblázat és rajzolóprogramok segítségével. A dokumentációban megadott szempontok alapján készített jegyzőkönyv az elvégzett mérésekre és vizsgálatokra. Általános felépítés: leírás, kapott adatok és tapasztalatok, műszerek, eszközök megnevezése, a berendezés vázlata, vegyszerekkel történő munka estén H és P mondatok. A mérési dokumentáció sajátosságai: a kapott adatok és azok rendszerezése. A vizsgálati dokumentáció sajátosságai: a tapasztalatok részletes és pontos megadása, szükség esetén rögzítése, illetve magyarázata. Projektfeladat műszerismerethez kapcsolódó témában: a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

### **Analitika gyakorlat – összesen 180 óra**

Térfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis titrálások.

Bevezetés az analitikai laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénias előírások betartása. A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. Az eszközök szabályos használata. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása, a belső kalibrálások rendszeres elvégzése. A labormérések során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

Laboratóriumi mérések előkészítése

Vegyipari alapanyagok mintavétele. Környezeti elemek mintavétele. A minták előkészítése az analitikai vizsgálatokhoz: szárítási módszerek, homogenizálási eljárások, tisztítási eljárások. Az eszközök kifogástalan működésének ellenőrzése

Vizsgálatok elvégzése klasszikus analitikai módszerekkel

Titrimetria: Tértfogatos analízishez indikátorok kiválasztása, titeralapanyagok kiválasztása, mérőoldatok készítése, meghatározandó anyagok mennyiségének kiszámítása. Sav-bázis, komplexometriás, argentometriás, permanganometriás, jodometriás elemzések kivitelezése konkrét feladatokban. Gravimetria: Különböző típusú gravimetriás mérések kivitelezése, legalább egy konkrét meghatározás elvégzése, például környezeti mintából szárazanyag-tartalom és összes sótartalom meghatározása

Mérési dokumentáció

A mérési adatok rögzítése, a mérésekhez kapcsolódó számítások elvégzése Excel-tábla segítségével elektronikusan vagy papíralapon, a mérési eredmények megfelelő pontossággal történő megadása. Megadott szempontok alapján mérési jegyzőkönyvek naprakész vezetése és elkészítése az adott feladatról elektronikus formában vagy papíralapon. Javasolt a digitális szerkesztés eszközzel és kémiai képletraajzoló szoftver használatával.

Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszhető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

Gyógyszerész szak

**Általános kémia gyakorlat - GYAKE02G1**

Tájékoztató, bevezetés a laboratóriumi munkába

Laboratóriumi munkaszabályok ismertetése

Bevezetés a laboratóriumi munkába

Balesetvédelem (olvasmány)

Laboratóriumi eszközök (olvasmány, bemutatás)

Üvegmegmunkálás, gázégő használata (olvasmány, bemutatás)

Dugófúrás, gumi- és parafadugók (olvasmány)

Számonkérés témaköre a kémiai alapismeretekből: Az elemek neve és vegyjele. Laboratóriumi alpműveletek

Tömeg- és térfogatmérés, oldatkészítés

Tömegmérés tára- és analitikai mérlegen (bemutatás)

Térfogatmérés, oldatkészítés bemutatása: pipetta, büretta, mérőlombik használata, porítás(bemutatás)

Pipetta kalibrálása

A leggyakoribb fizikai alpmennyiségek mértékegységei, ezek átváltása, SI prefixumok.

Tömeg- és térfogatmérés, oldatkészítés szilárd anyagból kiindulva: Oldatkészítés: Adott koncentrációjú oldat készítése kristályos sóból kiindulva.

Sűrűségmérés

A készített oldat sűrűségének meghatározása mérőlombikkal vagy piknométerrel.

A készített oldat tömegszázalékos összetételének megadása.

Dekantálás, centrifugálás, szűrés (bemutatás)

Számonkérés témaköre a kémiai alapismeretekből: A leggyakoribb fizikai származtatott mennyiségek mértékegységei, ezek átváltása, SI prefixumok.

Laboratóriumi alpműveletek, preparátum készítése

Melegítés, hűtés, hőmérsékletmérés, a vízfürdő használata (bemutatás, olvasmány)

Keverékek, elegyek szétválasztása, szilárd anyagok tisztítása

Kristályosítás, átkristályosítás (olvasmány)

Átkristályosítás, tisztítás: szennyezett benzoésav tisztítása

I. preparátum előállítása(az egyik feladatot kell elvégezni a gyakorlatvezető útmutatása szerint)

vas(III)-ammónium-szulfát előállítása

alumínium-kálium-szulfát előállítása

króm(III)-kálium-szulfát előállítása

ammónium-cink-szulfát előállítása

bázisos réz(II)-karbonát előállítás  
bázisos cink(II)-karbonát előállítás  
kalcium-karbonát előállítás

A leggyakoribb szerves savak és a belőlük származtatható anionok neve, képlete.

Hőmérsékletmérés, halmazállapotváltozások

A nátrium-tioszulfát olvadáspontjának meghatározása

A megtisztított benzoésav olvadáspontjának meghatározása

Az I. preparátum befejezése, beadása

Sztöchiometria: Szilárd keverék tömeg%-os összetételének meghatározása: Kálium-klorát - kálium-klorid összetételének meghatározása

Oldatkészítés hígítással: Adott koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat készítése.

Egyszerű szerves vegyületek elnevezése, képlete.

A sav-bázis titrálás bemutatása (bemutatás)

Sav-bázis titrálások

A készített nátrium-hidroxid-oldat hígítása tízszeresére

A készített lúgoldat koncentrációjának meghatározása

Az átkristályosított benzoésav molekulatömegének meghatározása sav-bázis titrálással

Az átkristályosított benzoésav beadása

Számonkérés témaköre a kémiai alapismeretekből: Egyszerű szerves vegyületek elnevezése, képlete.

Gáztörvények alkalmazása, laboratóriumi gázfejlesztés

Műveletek gázokkal (bemutatás)

Gázok laboratóriumi előállítása: gázpalack kezelése, laboratóriumi gázfejlesztés (Kipp-készülékben, csiszolatos gázfejlesztő készülékben)

Oxigén előállítása csiszolatos gázfejlesztő készülékben, kén égetése oxigénben (négyesével)

Moláris tömeg meghatározása az ideális gáztörvény alapján (kettesével)

Számonkérés témaköre a kémiai alapismeretekből: Oxidációs számok meghatározása.

II. Preparátum: fémvegyületek előállítása fémből kiindulva (az egyik feladatot kell elvégezni a gyakorlatvezető útmutatása szerint)

ólom(II)-klorid előállítása

vas(II)-ammónium-szulfát előállítása

cink(II)-szulfát előállítása

alumínium(III)-szulfát előállítása

cink(II)-nitrát előállítása

magnézium(II)-szulfát előállítása

Kísérleti adatok ábrázolása, grafikonok elemzése: A reakciósebesség függése a kiindulási anyagok koncentrációjától.

Számonkérés témaköre a kémiai alapismeretekből: Kémiai reakcióegyenletek rendezése.

Fakultatív gyakorlat: Kísérleti adatok ábrázolása, grafikonok elemzése (az egyik feladatot kell elvégezni, de mindkét gyakorlat lényegét tudni kell!)

Csapadékképződéssel járó reakciók mennyiségi viszonyainak tanulmányozása

Abszolút hőmérsékleti skála alsó pontjának közelítő meghatározása

II. preparátum befejezése, beadása

Kémiai reakcióegyenletek rendezése

Folyadék-folyadék extrakció (bemutatás)

Csapadékképződéssel és gázfejlődéssel járó reakciók tanulmányozása

Elektrokémia:

A standardpotenciál táblázat alapján értelmezhető reakciók

Daniell-elem összeállítása (négyesével)

Zárthelyi dolgozat az 1-11 gyakorlat anyagából (max. 60 perc)

Sóoldatok kémhatása, sók hidrolízise

Pufferoldatok vizsgálata

Ecetsav-nátriumacetát pufferoldat vizsgálata

Ammónia-ammónium-klorid pufferoldat vizsgálata

**DSZC**

**Vegyipari alapozó gyakorlat - 36 hét heti 5 óra, és 36 hét heti 7 óra (180, 252 óra, összesen 432 óra)**

A laboratóriumi munka általános szabályai.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok (HSE). A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A laboratórium beépített felszerelése (vegyifülke, közművek, egyéb gázellátás). Az alapvető laboratóriumi eszközök, berendezések csoportosítása és használatuk. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók: az anyagok és keverékek osztályozása, címkézése és csomagolása (CLP rendelet) és a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló rendelet (REACH). Veszélyes hulladék keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. Biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a bennük levő adatok értelmezése – BT (SDS). Szilárd, folyékony és gáz-halmazállapotú anyagok jellemzői, kezelésük és tárolásuk. Vegyszerek tulajdonságainak megfigyelése: szín, szag, halmazállapot, higroszkóposság. A mérés fogalma, jellemzői. Mérési módszer, mérendő mennyiség, mért mennyiség, mérési eredmény, mérési pontosság, mérési eredmények megismételhetősége, reprodukálhatósága, szórás. A mérési hiba fogalma, osztályozása eredet és jelleg szerint. A munka dokumentálása: jegyzőkönyv vezetése digitális technikák alkalmazásával, adat-gyűjtés és az adatok megjelenítése adatbázisrendszerben vagy Excel-táblában.

A kémiai jelölésrendszer.

A vegyjel és a képlet jelentése. Eligazodás a periódusos rendszerben (rendszer, tömegszám, relatív atomtömeg, izotóp, radioaktivitás, főcsoport és periódus, vegyértékelektronok száma). Fontos elemek (hidrogén, nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, szén, szilícium, nitrogén, oxigén, kén, klór, bróm, jód, hélium, neon, vas, cink, réz, higany) jelölése vegyjellel vagy szerkezeti, illetve molekulaképlettel. Egyszerű vegyületek képlete, szerkezete: hidridek: ammónia, víz, hidrogén-peroxid, hidrogén-klorid; nemfém-oxidok: szén-dioxid és szén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid; fém-oxidok: kalcium-oxid, magnézium-oxid, alumínium-oxid, cink-oxid; savak: sósav, kénsav, salétromsav; bázisok: ammónia vizes oldata, nátrium-hidroxid; sók: kősó, szódabikarbóna, rézgálic, trisó és szóda. Mennyiségi alapismeretek (moláris tömeg, relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg). A kémiai reakció leírása egyenlettel. Egyszerű kémiai reakciók képlettel történő felírása és a kapott kémiai egyenletek rendezése anyagsmérleg alapján. Egyesülési reakciók, bomlási reakciók. Helyettesítési reakciók: fém + sav, illetve lúg + sav.

Fizikai jellemzők és mérések.

Fizikai mennyiségek és állapotjelzők. Mértékegységek, SI alap- és származtatott egységek, SI-prefixumok. A mérési hibák keletkezése és megelőzése. Mérőeszközök kalibrálása. Mérési feladatra vonatkozó szabványok ismerete. A tömegmérés és a mérlegek (típus, érzékenység, méréshatár). A térfogatmérés és a térfogatmérő eszközök. A hőmérséklet és mérése. A szilárd, a folyékony és a gázhalmazállapot. Halmazállapotok és halmazállapot-változások vizsgálata és értelmezése. Az olvadás, a lágyulás és a forráspont mérése. Szilárd anyag és folyadék sűrűségének mérése. A keverékek jellemzői, szilárd keverékek, a komponensek fogalma. Az oldat jellemzői és a különböző oldószerek. Keverékek és oldatok összetételének megadása. Sűrűségméréshez oldatkészítés, keverékkészítés. Viskozitás, törésmutató és nedvességtartalom mérése. A vegyipari ágazat szakmáihoz tartozó speciális mérések. Mérések alkalmazása és kivitelezése az ipari gyakorlatban.

Laboratóriumi műveletek és alkalmazásuk.

Hőátadási műveletek és alkalmazásuk. A laboratóriumi melegítés módszerei, eszközei, közvetlen és közvetett melegítés. A laboratóriumi hűtés lehetőségei. Olvadáspont, forráspont és meghatározásuk. Endoterm és exoterm folyamatok hőmérsékletének mérése, adatgyűjtés, az adatok ábrázolása digitálisan, a mérési görbe értelmezése. A hőátadás gyakorlati alkalmazása. Keverékek komponenseinek szétválasztási lehetőségei ipari és hétköznapi példákkal. Elválasztó műveletek: ülepités, szűrés, desztillálás, szublimáció. Elegyek (gázelegy, folyadékelegy) és összetételük, oldatok ipari és hétköznapi példákkal. Összetétellel kapcsolatos számítások gázelegyekre, oldatok és szilárd keverék összetételének számítása (tömegszázalék, térfogatszázalék, anyagszükséglet). Tisztítási eljárások: szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással, folyadékok tisztítása adszorpcióval. Az oldószerek és az oldhatóság vizsgálata. Anyagmegoszlás két, egymással nem elegyedő oldószer között, az oldhatóság vizsgálata. Keverékek szétválasztása, folyadékelegyek szétválasztása. Egyszerű kémiai anyagok előállítása a fenti műveletek alkalmazásával.

Kémiai anyagok elemzése

Anyagok egymásba alakulása: Fizikai és kémiai változások jellemzői, megkülönböztetésük. Kémiai reakciók alaptípusai: egyesülés, bomlás, helyettesítés. A kémiai reakciók hőszínezete, a kémiai reakciók iránya, részecskeátmenet szerinti csoportosítása. Közömbösítési reakciók. Vizes oldatok, a pH fogalma. Indikátorok vizsgálata: sav-bázis reakciók megfigyelése

térfogatos módszerrel, indikátor jelenlétében. Savak, lúgok, sók jellemzői (sósav, vízkőoldó, rozsooldó foszforsav, ecetsav, nátrium-hidroxid, Domestos, nátrium-klorid, szódabikarbóna, szóda, Hypo) és biztonságos használatuk. Egyszerű redoxireakciókban (égések, egyesülési reakciók) oxidáció és redukció, oxidálószer és redukálószer azonosítása. A hidrogén tulajdonságainak, redukáló képességének vizsgálata. Légköri gázok (nitrogén, oxigén, szén-dioxid, vízgőz és nemesgázok) fizikai tulajdonságai és az ózonpajzs. Feladatok a következő tulajdonságokra: a nitrogén és a nemesgázok alacsony reakcióképessége; az oxigén oxidáló képessége és égésben betöltött szerepe; a szén-dioxid redukáló képessége. A víz fizikai és kémiai jellemzői: szín, szag, íz, halmazállapot; olvadás- és forráspont jelentősége; a jég és a vízgőz előfordulása; a víz mint oldószer és hőátadó közeg. A víz fizikai és kémiai jellemzői: a vízmolekula képlete, szerkezete, alakja; szerepe sav-bázis folyamatokban (amfoter jelleg, közömbösítés); az ivóvíz, az ioncserélt és a desztillált víz összetétele. Környezetünk védelme: levegőszennyezés (monitoring rendszerek, megelőzés, védekezés), a természetes vizek jellemzői és összetételük, vízszennyezés (nitrát, foszfát). Ásványok, ércek, hegységképző kőzetek (mészkö, dolomit, szilikátok), kvarc, kőszén, grafit, gyémánt. A természeti környezet vizsgálatára vonatkozó feladatok: a szén-oxidok, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid, az ózon és a szálló por fizikai tulajdonságai, ipari és kommunális eredete és környezetkárosító hatása. Talajminták szikessége, mészkőtartalma, nedvességtartalma. Egyszerű ionok kimutatása reagensekkel: klorid-, szulfát-, ammónium-, vas(III)ion. Fémionok kimutatása lángfestéssel. A szakmának megfelelően, vegyész technikusoknál részletesebb minőségi analízis szükséges. Mosószeres, szappan. A felületaktív anyagok viselkedésének vizsgálata. Polimerek azonosítása. Háztartási hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása.

Kémia az iparban.

Fosszilis és megújuló energiaforrások. A szerves kémia és a vegyipar kapcsolata. Szénhidrogének előfordulása a természetben: a földgáz és a kőolaj jellemzői, desztillációs termékei, felhasználásuk energiatermelésre, üzemanyagként és vegyipari alapanyagként. Fontos szerves oldószerek és összehasonlításuk: hexán, kloroform, szén-tetraklorid, benzol, toluol, sztirol, metanol, etanol, aceton, ecetsav és etil-acetát. Polimerkémia: a műanyag- és a gumiipar története. A polimerek jellemzői, a monomer fogalma, a szénlánc összekapcsolódásának lehetőségei polimerizációval, polikondenzációval. Mesterségesen előállított vagy átalakított polimerek. A polietilén és a PVC keletkezése. A kaucsuk és a gumi jellemzői. A gyógyszeripar és a szerves kémia: a gyógyszeripar története, gyógyhatású természetes anyagok. Gyógyszeripari alapanyagok a felsorolás szintjén: természetes (növényi

eredetű, pl. mák– morfín; állati eredetű, pl. hasnyálmirigy – inzulin; fermentációs, pl. penicillin; szintetikus szerves molekulák, pl. aszpirin). Papíripar: a papíripar története, a papír nyersanyaga, papírgyártás házilag. Az építőipar jellegzetes anyagai: gipsz, cement, mész kémiai összetétele, jellemzői, felhasználásuk. Katalizátorok: biokatalizátorok és autokatalizátor. A katalízis jelentősége a vegyiparban. Projektfeladat vegyiparhoz kapcsolódó témában, a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

Műszerismeret és dokumentáció.

Általános, minden szakképesítésnél előforduló műszerek: például pH-mérő, nyomásmérő koloriméter használata. A pH-méréssel kapcsolatos javasolt feladatok: esővíz pH-ja, szénsavas ásványvíz pH-ja, kiforralt ásványvíz pH-ja. A szakképesítésnek megfelelő speciális műszerek megismerése, használata. Alkalmazott digitális ismeretek: Microsoft Office programok (Word, Excel, PowerPoint) használata. Excel-táblázat készítése alapl műveletekkel és egyszerűbb függvényekkel, prezentáció összeállítása PowerPoint alkalmazásával. Word szövegszerkesztési ismeretek. Az internet értő használata adatgyűjtésre, forráskeresésre. Elektronikus jegyzőkönyvek elkészítése: Word-szövegszerkesztéssel, Excel-táblázat és rajzolóprogramok segítségével. A dokumentációban megadott szempontok alapján készített jegyzőkönyv az elvégzett mérésekre és vizsgálatokra. Általános felépítés: leírás, kapott adatok és tapasztalatok, műszerek, eszközök megnevezése, a berendezés vázlata, vegyszerekkel történő munka estén H és P mondatok. A mérési dokumentáció sajátosságai: a kapott adatok és azok rendszerezése. A vizsgálati dokumentáció sajátosságai: a tapasztalatok részletes és pontos megadása, szükség esetén rögzítése, illetve magyarázata. Projektfeladat műszerismerethez kapcsolódó témában: a feladathoz kapcsolódó internetes adatgyűjtés, projektfeladat elkészítése, bemutatása prezentáció támogatásával, a projekt értékelése.

### **Analitikai szabványvizsgálatok gyakorlat- összesen 90 óra**

Bevezetés a laboratóriumi munkába.

Munkavédelmi és tűzvédelmi szabályok. Egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi szabályok. A laboratóriumi munka során használatos egyéni és kollektív védőfelszerelések. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata. Vegyszerek minősége, kezelése és tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. A veszélyesség jelölése és a vonatkozó jogi szabályozók. A biztonsági adatlapok felépítésének ismerete, a

benne lévő adatok értelmezése BT (SDS). A használt eszközök kezelése, tárolása. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. Az eszközök szabályos használata. Az analitikai vizsgálatok során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. Veszélyes hulladékok keletkezése, kezelése, HAK (EWC) kód. A laboratóriumban keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. Szabványok felépítésének ismerete, alkalmazásuk.

Vegyipari termékek hatóanyag-tartalmának meghatározása.

A vegyipari anyagok mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. A meghatározás menete. Szabványos vizsgálatok esetén a szabvány alkalmazása. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó hatóanyag-tartalom kiszámítása. Javasolt meghatározások, amelyek a helyi ipari jellemzők szerint változtathatók:

- Az aszpirin-tabletta acetyl-szalicilsav tartalmának meghatározása sav-bázis titrálással
- Vasgalic vastartalmának meghatározása permanganometrián
- C-vitamin-tabletta aszkorbinsav-tartalmának meghatározása jodometrián
- Fertőtlenítőszeres aktív klórtartalmának meghatározása jodometrián.

Környezeti analitikai vizsgálatok.

Környezeti elemek mintavétele. A mintavétel szabályai, eszközei, mintavételi jegyzőkönyv. A minta előkészítése a vizsgálathoz. A vizsgálandó anyag meghatározásának elvi alapjai. Szabványok alapján elvégzett vizsgálatok. Az eszközök kiválasztása, kalibrálása, mérésre alkalmassá tétele. A szükséges vegyszerek kiválasztása. A mérés elvégzése a szabályok betartásával. Dokumentáció elkészítése javasolt elektronikus formában. Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Mérési adatok rögzítése. A feladatra vonatkozó komponens kiszámítása, összehasonlítása a szabvány által megadott határértékekkel. Javasolt meghatározások:

- A víz összes keménységének meghatározása
- A víz lúgosságának meghatározása
- A ivóvízminta kémiai oxigénigényének meghatározása permanganometrián
- A víz oldott oxigéntartalmának meghatározása jodometrián.

Fizikai és kémiai tulajdonság mérése műszeres vizsgálatokkal.

Vizes oldatok kémhatásának vizsgálata:

- Az elektródpotenciál fogalma és mérése
- Az elektromotoros erő fogalma
- Elektrokémiai pH-mérés konkrét gyakorlati feladatban
- Potenciometrikus titrálás (sav-bázis titrálás) kivitelezése, a titrálási görbék lefutása, a végpont meghatározása. Pl. mosószóda nátriumkarbonát-tartalmának meghatározása
- Elektrolitok fajlagos vezetéseinek mérése
- Direkt konduktometria alkalmazása konkrét gyakorlati feladatban.

Mérések dokumentálása.

Mérési adatok felvétele hagyományos papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési adatok alapján az eredmények kiszámítása papíralapú és/vagy elektronikus formában. Mérési eredmények grafikus ábrázolása. Mérési eredmények alapján a minta jellemzőinek megadása, annak értékelése, a határértéknek való megfeleléssége. Jegyzőkönyv elkészítése megadott szempontok alapján.

Projektfeladat.

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszthető a probléma megoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk. A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése.

Gyógyszerész szak

**Szervetlen és kvalitatív analitikai kémia gyakorlat**

A laboratóriumi munkarend megbeszélése. Balesetvédelmi oktatás. A felszerelések átvétele. Hidrogén előállítása Kipp-készülékben, a hidrogén meggyújtása (bemutatás). Kálium-klorát reakciója kénnel és vörösfoszforral (bemutatás). Kén-hidrogén reakciója kén-dioxiddal (bemutatás, olvasmány). Kén oldódása ammónium-szulfidban (bemutatás).

A klór előállítás (2 g  $\text{KMnO}_4$ -ból kiindulva) és reakciója fémekkel (négyesével). Alkáli-klorid, -bromid és -jodid reakciója tömény kénsavval. A hipoklorit ion reakciói. Oxigén előállítása csiszolatos gázfejlesztő készülékben. Elemek égése oxigénben (oxigén gázpalackból) (négyesével). A hidrogén-peroxid reakciói. A hidrogén-peroxid kimutatása. Kén-hidrogén és kén-hidrogén víz előállítása, a  $\text{H}_2\text{S}$  kimutatása (olvasmány). A kénsav kémiai tulajdonságai.

Nitrogén előállítása. Az ammónia oxidálása halogénekkal. (négyesével). Ammónia oldódása vízben (szökőkút kísérlet) (bemutatás). Nitrogén-monoxid előállítása és tulajdonságai (bemutatás). Ammónia cseppfolyósítása, anyagok oldódásacseppfolyós ammóniában (bemutatás). Salétromossav előállítása és tulajdonságai. Kísérletek salétromsavval.

Foszfor-pentaoxid reakciója vízzel. Kísérletek vörös és fehér foszforral. A szén-dioxid tulajdonságai négyesével. A szén-monoxid előállítása és tulajdonságai (kb. 20 g  $\text{HCOONa}$ -ból) (négyesével). Kísérletek bórsavval. Alkáli-fémek és alkáliföldfémek reakciója vízzel (négyesével). Az alumínium, ón és ólom kölcsönhatása savakkal és lúgokkal. A vas, réz és cink kölcsönhatása savakkal és lúgokkal. A kálium-permanganát oxidáló tulajdonsága.

A reakciók gyakorlati csoportosítása (olvasmány) 2) Az ionok csoportosítása (olvasmány). Az anionok reakciói (olvasmány). Az anionok I. osztálya (olvasmány). A karbonát-, hidrogén-karbonát-, a szilikát-, a szulfid-, polyszulfid- és a szulfitionok reakciói. Halogénionok megkülönböztetése. Tisztasági vizsgálat kémiai módszerekkel (olvasmány). Tisztasági vizsgálat: Bromát szennyezés vizsgálata kálium-bromidban.

Az anionok II. osztálya (olvasmány). A foszfát-, a szulfát-, a fluorid-, a bromát- és a jodátionok reakciói. Ortofoszfátionok eltávolítása vizes oldatokból. Az anionok III. osztálya (olvasmány). A klorid-, a bromid- és a jodidionok reakciói. Ismeretlen: Szilárd formában kiadott alkálifémsó ismeretlen anionjának kimutatása az anionok I-II. osztályából. A lehetséges ionok köre: karbonát-, hidrogén-karbonát-, szulfid-, szulfit-, szulfát-, foszfát- (hidrogén-foszfát-, dihidrogén-foszfát-), fluorid-, bromát-, jodátionok. (Nincs kiadva együtt szulfit- és szulfátion.). Szorgalmi ismeretlen: Egy anion kimutatása oldatból az anionok I-II. osztályából. A lehetséges ionok köre: karbonát- (hidrogénkarbonát-), szulfid-, szulfit-, szulfát-, foszfát- (hidrogén-

foszfát-, dihidrogén-foszfát-), fluorid-, bromát-, jodát-ionok. (Nincs kiadva együtt szulfit- és szulfátion.)

Bromid-és jodidionok egymás melletti kimutatása klórosvízzel 2) Kloridionok kimutatása bromid-és jodidionok mellett (Berg-reakció). Ismeretlen: Két anion kimutatása egymás mellett oldatból az anionok I–III. osztályából A lehetséges ionok köre: karbonát-, szulfid-, szulfit-, szulfát-, foszfát- (hidrogén-foszfát-, dihidrogén-foszfát-), fluorid-, bromát-, jodát-, klorid-, bromid-, jodid-ionok.(Nincs kiadva együtt szulfit- és szulfátion.). Szorgalmi ismeretlen: 1 vagy 2 anion kimutatása egymás mellett oldatból az anionok I–III. osztályából A lehetséges ionok köre: karbonát-, szulfid-, szulfit-, szulfát-, foszfát- (hidrogénfoszfát-, dihidrogén-foszfát-), fluorid-, bromát-, jodát-, klorid-, bromid-, jodid-ionok.(Nincs kiadva együtt szulfit- és szulfátion.).

Az anionok IV. osztálya (olvasmány). A nitrit-, a nitrát-és a klorátionok (A klorátionok 5. próbája bemutatás) Nitrit-és nitrátionok kimutatása Griess–Ilosvay reagenssel. Ismeretlen: Szilárd formában kiadott alkálifémsó keverék 2 ismeretlen anionjának kimutatása. A lehetséges ionok köre:karbonát-, szulfid-, szulfit-, szulfát-, foszfát- (hidrogén-foszfát-, dihidrogén-foszfát-), fluorid-, bromát-, jodát-, klorid-, bromid-, jodid-, nitrit-, nitrát-ionok.(A következő anionpárok nincsenek kiadva: szulfit- és szulfátion; bromid- és nitrátion; jodid- és nitrátion.). Szorgalmi ismeretlen: 1 vagy 2 anion kimutatása oldatból az előbbieket figyelembevételével.

A kationok I. osztálya (olvasmány). A kationok I. osztályának reakciói: A réz(II)-, az ezüst(I)-, a kadmium(II)-, a higany(II)-, a higany(I)-, az ólom(II)-és a bizmut(III)ionok reakciói. Ismeretlen: 2 kation kimutatása egymás mellett oldatból a kationok I. osztályából. A lehetséges ionok köre: réz(II)-, az ezüst(I)-, a kadmium(II)-, a higany(II)-, a higany(I)-, az ólom(II)-és a bizmut(III)ionok(Nincs együtt kiadva : higany(I)- és higany(II)ion; réz(II)- és higany(I)ion). Szorgalmi ismeretlen: I.osztálybeli 1 vagy 2 kation kimutatása oldatból (Nincs együtt kiadva : higany(I)- és higany(II)ion; réz(II)- és higany(I)ion).

A kationok III. osztálya (olvasmány). A kationok III. osztályának reakciói:A nikkell(II)-, a kobalt(II)-, a vas(II)-, a vas(III)-, a mangán(II)-, a króm(III)-, a cink(II)-és az alumínium(III)ionok reakciói. Átmenetifém-cianidokés cianokomplexek képződésének vizsgálata. Néhány ion kimutatása szerves reagenssel. Kromát- és dikromátionok képződése és tulajdonságai. Permanganátionok képződése. A 3d átmenetifémek oxidációs állapotai vizes

oldatokban (olvasmány). Tisztasági vizsgálat: Ólom szennyezés vizsgálata bórsavban. Tisztasági vizsgálat: Ezüst szennyezés vizsgálata bázisos bizmut(III)-nitrátban.

Arzén szennyezés kimutatása Sanger-Black-próbával (bemutatás). Tisztasági vizsgálat: Vas szennyezés vizsgálata citromsavban. Ismeretlen: 2 egymás melletti komponens kimutatása oldatból a kationok III. osztályából. A lehetséges ionok köre: nikkell(II)-, kobalt(II)-, vas(III)-, mangán(II)-, króm(III), cink(II)-, alumínium(III)ion. Szorgalmi ismeretlen: 1 vagy 2 egymás melletti komponens kimutatása oldatból a kationok III. osztályából. A lehetséges ionok köre: nikkell(II)-, kobalt(II)-, vas(III)-, mangán(II)-, króm(III), cink(II)-, alumínium(III)ion.

A kationok IV. osztálya (olvasmány). A kationok IV. osztályának reakciói: A kalcium(II)-, a stroncium(II)- és a bárium(II)ionok reakciói. A stroncium(II)- és a bárium(II)ionok kimutatása nátrium-rodizonáttal. A kationok V. osztálya (olvasmány). A kationok V. osztályának reakciói: A lítium-, a nátrium-, a kálium-, az ammónium- és a magnéziumionok reakciói. Vízben rosszul oldódó alkálifém sók vizsgálata. Nyomnyi mennyiségű ammónia kimutatása (bemutatás). Ismeretlen: 2 egymás melletti komponens kimutatása oldatból a kationok I., III., IV. és V. osztályából. Az egyik komponens réz(II)-, ezüst(I)-, kadmium(II)-, higany(I)-, higany(II)-, ólom(II)-, bizmut(III)-, nikkell(II)-, kobalt(II)-, vas(II)-, vas(III)-, mangán(II)-, króm(III)-, cink(II)- vagy alumínium(III)ion, míg a másik kalcium(II)-, stroncium(II)-, bárium(II)-, ammónium-, lítium-, nátrium- vagy káliumion lehet. Szorgalmi ismeretlen: Megegyező összetételű az ismeretlennel.

A csoportreakciók összefoglalása (olvasmány). Összetett anyagok analízise a csoportreakciók segítségével (olvasmány). Ismeretlen anyagok azonosítása (olvasmány). Ismeretlen: Összetett kvalitatív analitikai feladat önálló végrehajtása: Kétkomponensű szilárd keverék összetevőinek kimutatása (kation és anion; A két komponensben vagy a kation, vagy az anion azonos, így összesen 3 ion mutatandó ki. A kationok lehetséges köre: réz(II)-, ezüst(I)-, kadmium(II)-, higany(II)-, ólom(II)-, bizmut(III)-, nikkell(II)-, kobalt(II)-, vas(III)-, mangán(II)-, króm(III)-, cink(II)-, alumínium(III)-, kalcium(II)-, stroncium(II)-, bárium(II)-, ammónium-, lítium-, nátrium- vagy káliumion, de nincs kiadva együtt két IV., vagy két V. osztálybeli kation. Az anionok lehetséges köre: karbonát- (hidrogén-karbonát-), szulfát-, foszfát- (hidrogén-foszfát-, dihidrogén-foszfát-), fluorid-, klorid-, bromid-, jodid-, nitrát-ionok, de a feltüntetett deprotonált és protonált formák között nem kell különbséget tenni. A felszerelések leadása.

## DSZC

### **Szerves preparatív gyakorlat – összesen 90 óra**

Bevezetés a szerves laboratóriumi munkába

A laboratórium munkarendje. Munka- és tűzvédelem a laboratóriumban. A minőségbiztosítási, munkavédelmi, biztonságtechnikai, valamint személyi és üzemi higiénias előírások betartása. A használt eszközök, vegyszerek kezelése, tárolása. A felhasznált vegyszerek nyilvántartásának vezetése elektronikusan. Eszközök, készülékek, berendezések tisztítása. A szerves kémiai anyagok előállítása során felmerülő hibák felismerése, elhárítása és dokumentálása. A keletkezett hulladék anyagok szelektív tárolása. A szükséges védőfelszerelések kiválasztása és használata.

Szerves laboratóriumi gyakorlatok előkészítése

Készülékek összeszerelése az adott feladathoz. Desztillálóberendezések összeállítása: léggöri desztilláló, vákuumdesztilláló, vízgőzdesztilláló. Reaktorok (reakcióedények) felszerelése. Hűtési, melegítési eszközök. Szűrők, elválasztásra alkalmas eszközök.

Szerves preparátumok előállítása

Kiindulási anyagok veszélyességi és biztonsági jellemzőinek megismerése. Kiindulási anyagok előkészítése. Az adott preparátumhoz a készülék összeszerelése. Mérési leírás alapján egyszerű preparátum elkészítése alapfolyamatok és laboratóriumi műveletek alkalmazásával.

Dokumentáció készítése

Megadott szempontok alapján jegyzőkönyv készítése az elvégzett feladatról. Javasolt a digitális szerkesztés eszköztároló és kémiai képlettároló szoftver használatával. Vegyipari folyamatokra, szerves preparátumokra vonatkozó számítások, tisztaság, kitermelés, anyagszükséglet számítása. Szerves laboratóriumi számítások, preparátumokhoz szükséges oldatok, reagensek készítéséhez szükséges számítások.

Projektfeladat

Adott módszerekhez kapcsolódó projektfeladat csoportos munka formájában. A tanulók a projektmunka során elsajátíthatják azt a feladatmegoldó képességet, látásmódot, gondolkodást, amelyet a szakma birtokában leendő munkahelyükön elvárnak majd tőlük. A projekt által fejleszhető a problémamegoldó képességük, csapatban való együttműködési, munkamegosztási, kommunikációs készségük és digitális kompetenciájuk.

A projektfeladat általános menete: Megadott vagy a tanuló által választott téma kiadása. Problémamegoldó feladat irodalmazása internet segítségével, a probléma gyakorlati megoldása, a problémához kapcsolódó összefüggések feltárása. A projektfeladat dokumentálása, bemutatása prezentáció támogatásával. A projekt értékelése, kifejtése.

Gyógyszerész BSc

### **Szerves kémia gyakorlat I. (laboratóriumi gyakorlat) – GYKSZ02G2**

Balesetvédelem. A szerves vegyületekben előforduló főbb funkciós csoportok

Átkristályosítás. Szűrési módszerek. Szilárd anyagok és folyadékok szárítása.

Acetanilid átkristályosítása vízből. Gravitációs és vákuumszűrés. Szilárd anyag szárítása.

Alkánok, alkének, alkinek nevezéktana.

Benzanilid átkristályosítása metanolból. Gravitációs és vákuumszűrés. Szilárd anyag szárítása.

Olvadáspontmérés és vékonyrétegkromatográfia (VRK). Az átkristályosított vegyületek tisztaságának ellenőrzése olvadáspontméréssel és vékonyrétegkromatográfiával (VRK). Hozamszámítás.

Desztilláció légköri nyomáson és vákuumban.

Víz desztillációja légköri nyomáson és vákuumban.

Nikotin kinyerése dohánylevélből. Vízgőzdesztilláció, sóképzés.

Koffein izolálása tealevélből. Extrakciós módszerek.

Extrakció, folyadékok szárítása. A rotációs vákuumbebárló készülék használatának elsajátítása.

Folyadék-folyadék extrakció alkalmazása am-dinitrobenzol és am-nitroanilin keverékének elválasztásában. Folyadékok szárítása. Az elválasztás sikerességének ellenőrzése VRK-val.

Szennyezett benzooesav tisztítása folyadék-folyadék extrakcióval. Az elválasztás sikerességének ellenőrzése VRK-val.

Oszlopkromatográfia. Dinitrobenzol és acetanilid oszlopkromatográfiás elválasztása.

Az elválasztás sikerességének ellenőrzése VRK-val.

Szénhidrogének kémcsőkísérletei: Szénhidrogének reakciója brómmal. Szénhidrogének reakciója brómmal UV fény jelenlétében. Aromás szénhidrogének Friedel-Crafts-próbája. Telítetlen szénhidrogének Baeyer-próbája. Ismeretlen meghatározása.

Halogénezett szénhidrogének előállítása és reaktivitása. terc-Butil-klorid előállítása és frakcionálása.

Szénhidrogének halogénszármazékai (kémcsőkísérletek):

Halogénszármazékok Beilstein-próbája.

Halogénszármazékok alkoholos ezüst-nitrát-próbája.

Az alapvető laboratóriumi műveletek összefoglaló áttekintése.