

Tartalom

Tartalom	1
II. A szakirányú továbbképzési szak tanterve	5
III. Képzési program	6
IV. A résztvevők teljesítményét értékelő rendszer.....	7
V. A tantárgyi programok	8
VI. A képzési program végrehajtásához szükséges tárgyi és személyi feltételek, ezek biztosításának módja	26

Tisztelt Hallgató!

A Műszeres Analitika szakirányú továbbképzés célja a szakterület, a gazdaság és a munkaerőpiac igényeinek megfelelően olyan szakanalitikusok képzése, akik megfelelő szintű alaptudással és az ötéves képzési formákat meghaladó speciális, szakanalitikai kémiai ismeretekkel rendelkeznek, mely alapján alkalmasak összetettebb analitikai kémiai feladatok és problémák önálló tanulmányozására és megoldására elsősorban a kutatás és a műszaki fejlesztés területén.

A képzés során a leggyakrabban alkalmazott analitikai kémiai eljárások oktatása történik, illeszkedve a régióban megvalósuló gyógyszeripari, környezetvédelmi, élelmiszeripari fejlesztésekhez. A négy féléves képzésen az ötéves egyetemi képzésben, vagy mesterképzésben megfelelő szakokon szerzett oklevéllel (kémia, vegyész, vegyészmérnök, gyógyszerész, biológus, biomérnök, anyagmérnök, anyagtudomány és környezettan) rendelkezők vehetnek részt. A képzés során a legkorszerűbb analitikai módszerek oktatására kerül sor, amelyek az egyetemek alapképzési tanterveiben nem, vagy csak érintőlegesen szerepelnek. Ezek a módszerek például a gyógyszergyártásban jelenleg, vagy a közeljövőben várhatóan alkalmazott analitikai és minőségbiztosítási munka során is nélkülözhetetlenek.

A képzésbe bekapcsolódnak a TEVA Gyógyszergyár Zrt. munkatársai is, a Mérések minőségellenőrzése című tárgyat részben a gyógyszergyárban, az ottani szakemberek segítségével oktatjuk.

A képzésről részletesebb és naprakész információkat az inorg.unideb.hu/analitika weblapon találhatnak.

Felsőfokú tanulmányaihoz sok sikert és a végzést követően az elképzelésének mindenben megfelelő állást kívánunk!

Debrecen, 2022. április

Dr. Gáspár Attila
egyetemi tanár
A szakirányú továbbképzési szak
felelőse

Dr. Gyémánt Gyöngyi
egyetemi docens
A DE TTK Kémiai Intézet
oktatási felelőse

I. A Műszeres analitika szakirányú továbbképzési szak szakképzési és kimeneti követelményei

1. A szakirányú továbbképzés megnevezése:

Műszeres analitika szak (Instrumental Analysis)

2. A szakképzettség oklevélben szereplő megnevezése:

szakképzettség: műszeres szakanalitikus (Instrumental Analysis)

3. A szakirányú továbbképzés képzési területe: természettudomány

4. A felvétel feltétele:

Az ötéves egyetemi képzésben, vagy mesterképzésben az alább felsorolt szakokon szerzett oklevél:

- okleveles vegyész, okleveles vegyészmérnök, okleveles biomérnök, okleveles környezetmérnök, okleveles gyógyszerész, okleveles kémia szakos tanár, okleveles környezetkutató, okleveles molekuláris biológus, okleveles biotechnológus
- vegyész MSc., vegyészmérnök MSc., biomérnök MSc., kémia szakos tanár MSc, környezettudomány MSc., anyagtudomány MSc., anyagmérnök MSc., biotechnológus MSc., KLK MSc

5. A képzési idő: 4 félév

6. A szakképzettség megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:

félév: 4, óra: 590, kredit/félév: 29-31, összes kredit: 120

7. A képzés során elsajátítandó kompetenciák, tudáselemek, megszerezhető ismeretek, személyes adottságok, készségek, a szakképzettség alkalmazása konkrét környezetben, tevékenységrendszerben.

7.1. Elsajátítandó kompetenciák

A képzés célja olyan korszerű analitikai ismeretekkel rendelkező szakanalitikusok képzése, akik a napi analitikai gyakorlat minden területén, a vegyiparban, szerves szintetikus iparban, a gyógyszeriparban, a szénhidrogén iparban, a környezetvédelemben, az élelmiszeriparban, a klinikai laboratóriumokban, tudományos intézetekben stb. képesek a kémiai elemzési feladatok megoldására, új módszerek kidolgozására, a meglévő módszerek adaptálására, analitikai laboratóriumok működésének szervezésére, irányítására.

7.2. Tudáselemek, megszerezhető ismeretek

A szakképzettség birtokában a műszeres szakanalitikus

- ismeri a legkorszerűbb műszeres analitikai módszerek (atomspektrometria, elektroanalitika, radioanalitika, gázkromatográfia, tömegspektrometria, folyadékkromatográfia, elektroforetikus technikák, lab-on-a-chip, királis elemzések, környezeti analitika, kemometria) elméletét, a berendezések alapvető felépítését, alkalmazhatóságát,
- képes új ismeretek önálló megszerzésére, és az elsajátított analitikai ismereteket alkalmazására, nagy jártassága kell legyen az analitikai mérőrendszerek tervezésében és alkalmazásában,
- adott analitikai feladatokhoz részletes mérlegelést követően megfelelő műszeres analitikai módszert képes kiválasztani,
- új módszereket, eljárásokat tud kidolgozni, illetve ismert módszereket adaptálni,

- képes a módszerek minősítését (validálását) elvégezni, a laboratórium minőségbiztosítási feladatait megszervezni és irányítani,
- a műszeres analitikai elemzések eredményeinek kiértékeléséhez és tanulmányozásához korszerű kiértékelési módszereket és számítógépes programokat használ.

7.3. Személyes adottságok

Probléma- és gyakorlatorientált látásmód a szakmai problémák megoldása terén; együttműködő-készség és partneri viszony kialakítása a feladatmegoldásban a más szakmai területek szakértőivel, hatóságokkal, gazdasági szférával, civil szervezetekkel.

7.4. A szakképzettség alkalmazása konkrét környezetben, tevékenységrendszerben

A szakképzettség birtokában a műszeres szakanalitikus képes

- a legkorszerűbb analitikai kémiai módszereket kreatív módon alkalmazni,
- új módszereket, eljárásokat kidolgozni, ismert módszereket adaptálni,
- a módszerek minősítését (validálás) elvégezni, ilyen munkát megszervezni és irányítani,
- analitikai laboratóriumok munkáját megszervezni, vezetni, minőségbiztosítási rendszerét kidolgozni és működtetni,
- magas szintű analitikai kémiai szakértői feladatokat ellátni.

8. A szakképzettség szempontjából meghatározó ismeretkörök és azok kreditértékei

Alapozó ismeretek: **19 kredit** (matematika/informatika, kemometria, analitikai elméleti alapjai, mintaelőkészítés, mintakezelés,)

Szakmai törzsanyag: **91 kredit** (atomspektrometria, gázkromatográfia, folyadékkromatográfia, speciális kromatográfias módszerek, elektroforetikus módszerek, környezetanalitika, tömegspektrometria, NMR, fehérjeanalitika, lab-on-a-chip, validálás, laboratóriumok akkreditálása)

9. A szakdolgozat kreditértéke: 10

II. A szakirányú továbbképzési szak tanterve

Tantárgyak	Tantárgy kódja	1.félév	2.félév	3.félév	4.félév	Elm. órák	Gyak. órák	Össz. óra-szám
Kemometria	TKSE0001 TKSG0001	12ea-k + 24gy-gy 2+6 kredit				12	24	36
Analitikai kémia elméleti alapjai, általános összefüggései	TKSA0002	12ea-k + 0 2 kredit				12	0	12
Atomspektrometria	TKSE0003 TKSL0003	16ea- k+8la-gy 3+2 kredit				16	8	24
Elektroanalitika	TKSE0004 TKSL0004	16ea- k+14la-gy 3+3 kredit				16	14	30
Radioanalitika	TKSE0005 TKSL0005	12ea- k+8la-gy 2+2 kredit				12	8	20
Mintaelőkészítés, mintakezelés I-II.	TKSE0006 TKSL0006 TKSE0007 TKSL0007	10ea- k+14la-gy 2+3 kredit	10ea- k+8la-gy 2+2 kredit			20	22	42
Gázkromatográfia	TKSE0008 TKSL0008		20ea- k+18la-gy 4+4 kredit			20	18	38
Tömegspektrometria (ESI, MALDI)	TKSE0009 TKSL0009		24ea- k+12la-gy 5+1 kredit			24	12	36
Folyadékkromatográfia	TKSE0010 TKSL0010		24ea- k+30la-gy 5+7 kredit			24	30	54
Fehérjék analitikája	TKSE0011 TKSL0011			24ea- k+12la-gy 5+3 kr		24	12	36
Új trendek a kromatográfiában	TKSE0012 TKSL0012			12ea- k+4la-gy 2+1 kr		12	4	16
Elektroforetikus technikák	TKSE0013 TKSL0013			24ea- k+12la-gy 5+3 kredit		24	12	36
NMR és más szerkezetvizsgáló módszerek	TKSE0014 TKSL0014			24ea- k+24la-gy 5+6 kr		24	24	48
Tömegspektrometriával kapcsolt technikák (HPLC-MS, GC-MS, CE-MS, ICP-MS)	TKSE0015				24ea-k +16la 5+4 kredit	24	16	40
Mikrofluidika, lab-on-a-chip	TKSE0016 TKSL0016				12ea- k+8la-gy 2+2 kr	12	8	20
Környezeti analitika módszerei	TKSE0017 TKSL0017				12ea- k+20la- gy 2+4 kr	12	20	32
Mérések minőségellenőrzése (validálás), laboratóriumok akkreditálása	TKSE0018 TKSG0018				12ea- k+0gy-gy 2+0 kr	12	0	12
Záródolgozat I-II	TKSL0019 TKSL0020			0+5la-gy 1 kredit	0+50la- gy 9 kredit	0	50	50
Összes óra		78+68	78+68	84+57	64+89	300	282	582
Vizsgák száma		6	4	4	4			
Gyakorlati jegyek		5	4	5	4			
Kredit pontok		30	30	30	30			

ea = előadás, gy = gyakorlat/szeminárium, la-gy = laboratóriumi gyakorlat, kr=kredit
k = vizsga, gy = gyakorlati jegy, a = aláírás, x+y = elm.+gyak. órák száma/félév

III. Képzési program

Képzési cél: A képzés célja a szakterület, a gazdaság és a munkaerőpiac igényeinek megfelelően olyan szakanalitikusok képzése, akik megfelelő szintű alaptudással és az ötéves képzési formákat meghaladó speciális, szakanalitikai ismeretekkel rendelkeznek, mely alapján alkalmasak összetettebb analitikai kémiai feladatok és problémák önálló tanulmányozására és megoldására elsősorban a kutatás és a műszaki fejlesztés területén.

A képzés formája: levelező

A képzés szerkezete: A levelező jellegű képzés kurzusai kötelezők, az elméleti és a (kísérletes laboratóriumi) gyakorlati órák aránya 55%-45%. A képzésben megjelenő 17 tantárgy elkülönített elméleti (előadás), tantermi gyakorlati (szeminárium) és laboratóriumi gyakorlati összetevőkből áll. Ezt egészíti ki a 10 kredit értékű szakdolgozat, melynek megírásával és megvédésével a szükséges 120 kreditet megszerezve a képzésben résztvevők teljesíthetik az oklevél megszerzéséhez szükséges követelményeket.

A képzés módszerei: A képzés módszere levelező. A tanulók az egyes kurzusokhoz fűződő ismereteket a tanórákon elhangzottakon kívül az ajánlott irodalom, a képzést tartók által írt jegyzetek, illetve hangos ppt és más elektronikus oktatási segédanyagok segítségével sajátíthatják el. A levelező foglalkozások során a képzésben résztvevők útmutatást kapnak a tanulás folytatásához. Mivel a képzés alkalmazott ismeretekre koncentrál, s jellegéből adódóan a műveletek bevéssődéséhez hosszú idő és sok gyakorlás kell, a vizsgák előfeltétele laboratóriumi gyakorlati, önálló munkák végzése az adott kurzusokhoz kapcsolódóan. A segítségnyújtást megkönnyítendő, a képzés során folyamatos elektronikus kapcsolattartásra van lehetőség a hallgató és az oktató között.

A korábban szerzett ismeretek beszámítása: A korábbi (MSc., illetve egyetemi szintű) szakirányú képzés során az azonos tematikájú tantárgyból szerzett közepesnél jobb – lecke-könyvvel igazolt – érdemjegyet a továbbképzésben teljes értékkel elfogadhatjuk, mentesítve a hallgatót a vizsgakötelezettség alól.

IV. A résztvevők teljesítményét értékelő rendszer

Az ismeretek ellenőrzési rendszere a tantervben előírt - részben egymásra épülő, részben egymástól független - tantárgyak kollokviumi jegyeinek a megszerzéséből, a választott szakdolgozat elkészítéséből és annak záróvizsgán történő megvédéséből tevődik össze.

A tananyag elsajátítása közben a képzés résztvevőinek különböző, a tantárgyhoz kapcsolódó feladatokat kell megoldaniuk (pl. laboratóriumi gyakorlatok során önálló kísérlet végrehajtás, analitikai mérés, számítási feladat, évközi zárthelyidolgozat írás), amely egyrészt tájékoztatja a képzés résztvevőit arról, hogy milyen mértékben dolgozták fel az addig áttanulmányozott anyagot, másrészt visszacsatolást biztosít az oktató számára a problémás pontokat illetően.

A szakdolgozat:

Tekintettel a szakirányú továbbképzés oktatási formájára és sokoldalú alkalmazási lehetőségeire a hallgatók zöme egy munkahelyi, analitikai kémiai probléma megoldásának kidolgozását választhatja témaként, az Intézet minősített oktatójával/kutatójával (mint konzulens) konzultálva. Azok a hallgatók, akiknek nincs lehetőségük megfelelő munkahelyi téma kiválasztására, az Intézet minősített oktatója/kutatója (mint témavezető) szakmai irányítása mellett dolgoznak ki szakdolgozati témát. A hallgatók téma- és témavezető választását a szakért felelős oktató (Dr. Gáspár Attila tanszékvezető egyetemi tanár) hagyja jóvá.

Az elkészült szakdolgozatok bírálatára az egyes tématerületek ismert szakembereit kérjük fel opponensként. Amennyiben a bíráló megítélése szerint a szakdolgozat valóban igazolja azt, hogy elkészítője képes az elsajátított ismeretanyag önálló, gyakorlati alkalmazására, a dolgot elfogadhatónak minősíti, ellenkező esetben átdolgozásra javasolja.

A hallgatók a záróvizsgán bizottság előtt védik meg szakdolgozatukat.

A záróvizsga:

A záróvizsgára bocsátás feltétele:

- 120 kredit megszerzése a tantervben előírt módon
- a bíráló által elfogadott szakdolgozat.

A záróvizsga részei:

- A szakdolgozat tartalmának szóbeli bemutatása 10 perces előadás keretében a Záróvizsga Bizottság előtt
- A szakdolgozat szóbeli megvédése a Záróvizsga Bizottság előtt a bíráló által feltett - a dolgot témájához kapcsolódó - kérdések megválaszolásával.

A záróvizsga eredménye (oklevél minősítése):

A Záróvizsga Bizottság által a szakdolgozatra - annak megvédése eredményeként - adott érdemjegy, valamint a megszerzett kollokviumi érdemjegyek számtani középértékének átlaga.

V. A tantárgyi programok

KEMOMETRIA

Óraszám/szemeszter: 12 elmélet + 24 szemináriumi gyakorlat

Kreditszám: 2+6

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A hallgatók kemometriai ismereteinek bővítése elsősorban a statisztika, a többváltozós adatelemzés, a mintázatkeresés, és a kísérlettervezés területén. A megismert kemometriai eljárások és a modern adatelemző szoftverekbe beépített egyéb statisztikai és többváltozós módszerek alkalmazása valós analitikai problémák megoldására a méréstől a kiértékelésig.

A tárgy tematikája:

előadás:

A szükséges matematikai és statisztikai alapismeretek. A leíró statisztika alapjai, a leggyakoribb eloszlások és tulajdonságaik. Statisztikai hipotézisvizsgálatok elmélete és gyakorlata, egyszerű számítások (t-próba, variancia-analízis). A matematikai modellezés és a regresszió-analízis alkalmazása az analitikai kémiában és a kapcsolódó fizikai-kémiai mérésekben. Néhány szoftver alkalmazása regresszióanalízisre. Sokdimenziós adatmátrixok feldolgozása, mintázatkeresés és osztályozás (főkomponens-analízis, klaszteranalízis, lineáris-diszkriminancia analízis). Kalibrációs stratégiák matematikai háttere, mérőgörbék. Többdimenziós kalibráció és alkalmazása komplex analitikai minták elemzésére. Kísérlettervezés statisztikai alapjai. Érzékenységvizsgálat és optimumkeresés.

szemináriumi, számolási gyakorlat:

Statisztikai és kemometriai számításokat végző és grafikus megjelenítést lehetővé tévő szoftverek (MS Excel, SPSS, Scientist, Unscrambler) használata. Lineáris és nemlineáris függvényillesztések (legkisebb-négyzetek módszere) szoftveres számítása valós adatsorokon. Mintázatkeresés (PCA, klaszteranalízis), osztályozás (LDA) és többváltozós kalibráció (PCR, PLS) gyakorlati alkalmazásának alapjai. Különböző összetett analitikai problémák megoldása, mérési stratégiák kidolgozása. Közeleli infravörös-spektroszkópia (NIR) alkalmazása emberi bőrminták elemzésére. Osztályozás NIR spektrumok alapján. Pénzérmék összetételének meghatározása röntgen-fluoreszcencia spektroszkópia (XRF) segítségével. Fémötvözetek elkülönítése és osztályozása elemösszetétel alapján. Kvantitatív spektrofotometria fényképek alapján. Többváltozós kalibrációs eljárások (PCR, PLS) alkalmazása.

Ajánlott irodalom:

1. Lukács O.: *Matematikai statisztika*, Műszaki Kiadó, Budapest, 2006, Bolyai-sorozat
2. Falus I., Ollé J. : *Statisztikai módszerek pedagógusok számára*, Okker Kiadó, 2000.
3. Horvai György (szerkesztő): *Sokváltozós adatelemzés (kemometria)*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2001
4. Matthias Otto: *Chemometrics (Third Edition)*, Wiley-VCH, 2016
5. Rolf Carlson: *Design and optimization in organic chemistry*, Elsevier, 2000

AZ ANALITIKAI KÉMIA ELMÉLETI ALAPJAI, ÁLTALÁNOS ÖSSZEFÜGGÉSEI

Óraszám/szemeszter: 12 elmélet

Kreditszám: 2

Számonkérés módja: kollokvium

A tárgy célja: Bemutatni, hogy az analitikai kémia, mint alkalmazott tudomány milyen logikai elvek szerint működik. Az analitikai információ hogyan kapcsolódik más tudományokhoz, a termelési technológiákhoz és a társadalmi folyamatokhoz.

A tárgy tematikája:

előadás: Az analitikai kémiai módszerek csoportosítása. Az analízis lépéseinek hierarchikus egymásra épülése. A probléma megfogalmazása, célkitűzés. Analitikai stratégiák kidolgozásának elvei. Az analitikai kémiai minőségi és mennyiségi aspektusai, paraméterei. Az abszolút és relatív analitikai módszerek sajátosságai. A standardok típusai, előállításuk, alkalmazásuk. A műszerek és módszerek általános kalibrálási elvei, lehetőségei. A jel/zaj viszony javításának folyamata különböző műszeres módszereknél. Az analitikai információ gyakorlati használhatósága. Az analitikai kémia jelenlegi legfontosabbnak tartott területei és fejlődési irányai.

Ajánlott irodalom:

1. H.H. Willard, L.L. Merritt Jr., J.A. Dean, F.A. Settle Jr.: Instrumental methods of Analysis, Wadsworth Publ., Co., Belmont, CA, U.S.A., 1988.
2. Principles of analytical chemistry, M.Valcarcel, Springer, 2000.
3. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

ATOMSPEKTROMETRIA

Óraszám/szemeszter: 16 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 3 + 2

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A modern elemanalitikai készülékmegoldások elméleti hátterének és gyakorlati alkalmazhatóságának megismertetése, kitérve az analitikai teljesítményjellemzőkre és speciális felhasználási területekre.

A tárgy tematikája:

Előadás:

A makro-és mikroelemek rutinelemzésében alkalmazott atomspektrometriai módszerek elve, a készülékek felépítése, kitérve a modern technikai megoldásokra és azok szerepére az analitikai teljesítményjellemzők javulásában. Az előadás keretében részletesen említett, hagyományosnak tekinthető módszerek a lángatomabszorpciós spektrometria (FAAS), a grafitkemencés atomabszorpciós spektrometria (GFAAS), az induktív csatolású plazma optikai emissziós és tömegspektrometria (ICP-OES és ICP-MS). Kitérünk a hidrid (HG) és hideggőz technikás (CV) atomabszorpciós megoldásokra, valamint ezek multielemes emissziós elemzésben történő megvalósítási lehetőségeire. Az utóbbi évtizedek elemanalitikai készülékfejlesztései között említésre kerül a nagyfelbontású folyamatos fényforrású atomabszorpciós spektrométer (HR-CS-AAS), mint szimultán AAS módszer és alkalmazásai, valamint a magnetron gerjesztett plazmaforrással rendelkező mikrohullámú plazma atomemissziós spektrometria (MP-AES) és applikációs területei. Az előadássorozatban hangsúlyt kapnak az esszenciális és toxikus fémek elemspeciációs analízisére megoldást nyújtó módszerek, valamint ismertetjük a flow injection (FIA) alkalmazási lehetőségeit az atomspektrometriai gyakorlatban. Kitérünk az egyik legdinamikusabban fejlődő, szilárdmintás elemzést biztosító lézer indukált plazmaspektrometriai módszerre (LIBS) és felhasználási területeire.

Laboratóriumi gyakorlat:

A laboratóriumi gyakorlat keretében a hallgatók a legmodernebb atomspektrometriai készülékeken végeznek demonstrációs gyakorlatokat: FAAS és GFAAS duo rendszer, ICP-OES és MP-AES készülék. A rutinelemzésben leggyakrabban előforduló élelmiszer- és gyógyszeripari, valamint környezeti vonatkozású minták elemzésén keresztül megállapítják és összehasonlítják az analitikai teljesítményjellemzőket, valamint elem- és mintaszpecifikus módszervalidálást végeznek. A makrokomponensek és nyomelemek mennyiségi meghatározása közben mintadúsítási és háttérkorrekciós módszerekkel ismerkednek meg.

Ajánlott irodalom:

1. Záray Gyula (szerk): Az elemanalitika korszerű módszerei, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006.
2. H.H. Willard, L.L. Merritt Jr., J.A. Dean, F.A. Settle Jr.: Instrumental methods of Analysis, Wadsworth Publ., Co., Belmont, CA, U.S.A., 1988.
3. Welz, B., Sperling, M.: Atomic Absorption Spectrometry, Wiley-VCH, Weinheim, 1999.
4. B. Welz, H. Becker-Ross, S. Florek, U. Heitmann: High resolution continuum source AAS, Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
5. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

ELEKTROANALITIKA

Óraszám/szemeszter: 16 elmélet + 14 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 3 + 3

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A tantárgy célja, hogy áttekintést adjon az elektroanalitika módszereiről, elméletének alapjairól és az elemzések gyakorlatáról, hangsúlyt fektetve a legújabb fejlesztések ismertetésére. A rendkívül sokfajta elektroanalitikai módszer megfelelő csoportosítása és az általános összefüggések megértése alapvető cél.

A tárgy tematikája:

előadás:

Elektrokémiai, elektroanalitikai alapfogalmak. Ionszelektív elektródok. Potenciometriás mérési módszerek. pH mérése üvegelektróddal. Elektrokémiai bioszenzorok. Solid-state elektródok. Scanning Probe Microscopy. Elektrogravimetria. Coulometria. Coulometriás titrálás. Amperometria. (személyi vércukormérő, oxigén szenzorok). Dead-stop módszer. Voltammetria. Polarográfia. Stripping analízis. Ciklikus voltammetria. Mikroelektródok, ultramikroelektródok (sejtek belsejében való alkalmazások). Víz meghatározása coulometriás Karl Fischer titrálási módszerrel. Konduktometria. Oszcillometria. Vezetőképességi titrálások.

laboratóriumi gyakorlat:

Ciklikus voltammetria és új típusú ionszelektív elektródok alkalmazása, coulometriás titrálás (Karl-Fischer)

Ajánlott irodalom:

1. J.Wang: Analytical electrochemistry, 2. ed. John Wiley, New York, 2001
2. Pungor E.: Analitikai kémia, 7. kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987
3. az előadás ábraanyaga (hangos power point fájl)

RADIOANALITIKA

Óraszám/szemeszter: 12 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 2 + 2

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

Az atommagsugárzások kémiai analitikai alkalmazásainak megismerése. A modern kémiai gyors analízisben egyre inkább terjedő röntgen-fluoreszcens elemanalitika ismertetése. Bemutatásra kerülnek az iparban, környezet analitikában és az orvostudományok terén alkalmazott radioanalitikai módszerek.

A tárgy tematikája:

előadás:

A mag-, atom- és részecskesugárzások keletkezése és kölcsönhatása az anyaggal. Az atommagsugárzások alkalmazása a kémiai analízisben. Roncsolás mentes és roncsolásos anyagvizsgálatok. Kvalitatív, kvantitatív elemzési módszerek. Radionuklidok azonosítása.

Kémiai formák és az anyagszerkezet vizsgálata radioaktív módszerekkel, ill. sugárzásokkal. Gyakorlati alkalmazások a környezetvédelemben, iparban, mezőgazdaságban, orvosi, biológiai felhasználások.

Karakterisztikus fluoreszcens sugárzás keletkezése és abszorpciója. Rayleigh- és Compton-szórás, polarizáció. Röntgen-fluoreszcenciás elemanalitika. Izotópos kormeghatározás. Izotóphígításos analízis, radiometrikus titrálás, radiogravimetria. Radioizotópos nyomjelzés. In-vitro és in-vivo diagnosztika, RIA módszer, autoradiográfia. Radioaktivitás detektorok, folyadékszintilláció, félvezető detektorok. Gamma-, röntgen-, töltött részecske spektroszkópia. Neutronaktivációs analízis. Röntgen- és neutron diffrakció. Mössbauer-spektroszkópia. Elektronmikroszkópok és mikroszondák. Sugárvédelem.

laboratóriumi gyakorlat:

A gyakorlaton a hallgatók lehetőséget kapnak gamma spektrométerrel végzett analitikai mérések elvégzésére, radioizotópok azonosítására. Jelzett vegyületek elválasztása és mennyiségi meghatározása radio-TLC eljárás segítségével. ¹²⁵I izotóppal történő fehérje-jelzés nyomon követése gammaszámláló segítségével.

Ajánlott irodalom:

1. Tölgyessy J.: Magsugárzás a kémiai analízisben, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.
2. D. De Soete, R. Gijbels, J. Hoste: Neutron activation analysis, Wiley-Interscience, London, 1983.
3. A. Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár: Handbook of nuclear chemistry, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2003.
4. Bernd Kahn: Radioanalytical Chemistry, Springer, New York, NY, 2007.
5. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

MINTAELŐKÉSZÍTÉS, MINTAKEZELÉS I.

Óraszám/szemeszter: 10 elmélet + 14 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 2 + 3

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A szervesetlen komponensek analízisének szűk keresztmetszetét a mintaelőkészítés jelenti. A mintaelőkészítés folyamatának tervezésével, a kritikus és kulcsfontosságú lépések ismertetésével, ill. a mintaelőkészítési hibák elméletének tárgyalása révén egységes képet alakítunk ki az analitikai kémia e tág és sokrétű területéről. A kurzus célja a hagyományos technikák ismertetése mellett a környezetvédelemben, a gyógyszer-, az élelmiszer- és a nehézipari laboratóriumokban alkalmazható legkorszerűbb mintaelőkészítési eljárások ismertetése.

A tárgy tematikája:

A mintaelőkészítés elmélete, különböző halmazállapotú (légnemű, folyadék, szilárd) és eredetű minták oldatbavitelének lehetőségei. Aprítás és homogenizálás. Darálók, malmok és sziták használata. Atmoszférikus nyomású nedves roncsolás. Hamvasztási módszerek. Nagynyomású mintaelőkészítés. Mikrohullámú technika alkalmazása a mintaelőkészítésben. On-line mintaelőkészítés lehetőségei. Milyen megoldások léteznek nagyszámú minta roncsolására? Növényi és állati szövetek, humvánbiológiai és élelmiszerminták sajátosságai. A roncsolás során végbemenő kémiai változások. Geológiai minták feltárásának módszerei. Fémek, ötvözetek előkészítése. Nehezen elroncsolható, különleges és veszélyes anyagok mintaelőkészítési módszerei. Gyógyszeripari minták roncsolása és feltárása. Speciációs analitikai alkalmazások, extrakciós módszerek. Speciális mintaelőkészítési problémák nyomelemek ICP-OES/MS és EDXRF analízisének. Mintaelőkészítési módszerek higany, arzén és szelén vizsgálatára. Leggyakoribb hibák és problémák a mintaelőkészítésben. A mintaelőkészítés minőségbiztosítási kérdései, validálási lehetőségei, CRM anyagok.

laboratóriumi gyakorlat:

A gyakorlat során környezeti-, élelmiszer- és gyógyszeripari vonatkozású minták elemanalitikai célú előkészítésével ismerkednek meg a hallgatók a szilárd minták homogenizálásától (aprítás, őrlés, szitálás) az oldatbaviteli módszerekig. Összehasonlító vizsgálatban száraz hamvasztással, atmoszférikus nedves roncsolással és modern, mikrohullámmal elősegített feltárással előkészített mintákon tapasztalják meg az egyes technikák előnyeit és hátrányait. Projektmunka keretében biztosítunk lehetőséget munkahelyről származó, saját minták feldolgozására.

Ajánlott irodalom:

1. Papp L.: Környezeti minták analitikai kémiai vizsgálata. KLTE jegyzet, Debrecen, 1995
2. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

MINTAELŐKÉSZÍTÉS, MINTAKEZELÉS II.

Óraszám/szemeszter: 10 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 2 + 2

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A szerves analitikai vizsgálatokat megelőző mintaelőkészítés folyamatának tervezésével, a kritikus és kulcsfontosságú lépések ismeretével, ill. a mintaelőkészítési hibák elméletének tárgyalása révén egységes képet alakítunk ki az analitikai kémia e tág és sokrétű területéről. Célunk a hagyományos technikák ismertetése mellett a környezetvédelemben, gyógyszer- és élelmiszeripari laboratóriumokban alkalmazható legkorszerűbb mintaelőkészítési eljárások ismertetése.

A tárgy tematikája:

előadás:

Biológiai minták analitikai mérésének tervezése és előkészítése. Mintavétel, mintaelőkészítés szempontjai, lépések csoportosítása. Fizikai műveletek: bepárlás, liofilezés, szűrés, centrifugálás. Extrakció: folyadék-folyadék, SFE, MAE, ASE, ATPS, SPE, SPME, MSPD. Kémiai műveletek: Aktív komponensek kezelése. Biopolimerek (fehérjék, poliszacharidok, nukleinsavak) analitikai célú kémiai vagy enzimes lebontása. Származékképzés célja, típusai, kémiai reakciói. Származékképzés GC, HPLC, CE és MS módszerekhez.

Mintaelőkészítés fehérjék vizsgálataihoz.

laboratóriumi gyakorlat:

1. Méretkizárási kromatográfia alkalmazása mintaelőkészítésre (sómentesítés)
2. Neutrális zsírok összetételének származékképzés utáni GC meghatározása

Ajánlott irodalom:

1. S. Mitra: Sample preparation techniques in analytical chemistry
2. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

GÁZKROMATOGRÁFIA

Óraszám/szemeszter: 24 elmélet + 24 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 4 + 6

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A hallgatók megismerkednek a gázkromatográfiás technika elméleti alapjaival, a készülékek működési elvével és az alkalmazási lehetőségekkel. A gyakorlatok során alkalmazzák az elméleti órán tanultakat.

A tárgy tematikája:

előadás:

Mérföldkövek a kromatográfia történetében: klasszikus GC, SCF kromatográfia, kapcsolt technikák. Számítógépes adatfeldolgozás, készülékvezérlés és módszerfejlesztés. Hordozható rendszerek.

A gázkromatográfia elméleti alapjai. Az elúciós görbe jellemzése. Felbontóképesség. Kolonnatípusok, hordozók, nedvesítő folyadékok. A készülék felépítése, gázrendszer, mintabevitel, detektor típusok. A minőségi és mennyiségi meghatározás lehetőségei, kalibrálás. Nagysebességű GC. Kapcsolt rendszerek: GC-MS, GC-FTIR. Mintaelőkészítés. Analitikai alkalmazások. Pirolízis GC.

laboratóriumi gyakorlat:

Déligyümölcs alapú illóolaj elemzése kapilláris kolonnán (Shimadzu GCMS 2010 plus) módszerfejlesztés, módszeroptimalás. n-alkánok sorozat alapján retenciós indexek számítása és azok alkalmazása minőségi azonosítás céljából nem izoterm körülmények között. Fűszernövény extraktok vizsgálata, a komponensek azonosítása referencia anyag és retenciós indexek segítségével. Ftalát lágyítók minőségi és mennyiségi elemzése különböző tárgyaktól.

Ajánlott irodalom:

1. Az előadás ábraanyaga (power point fájl)
2. Balla József: A gázkromatográfia analitikai alkalmazásai. Abigél Bt. (1997)
3. Dr. Szepesy László: Gázkromatográfia, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1970)
4. V.G. Berjozkin: A gázkromatográfia kémiai módszerei, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1984)

TÖMEGSPEKTROMETRIA

Óraszám/szemeszter: 28 elmélet + 12 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 4 + 1

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A tantárgy célja, hogy áttekintést adjon a tömegspektrometria módszereiről, elméletének alapjairól és az elemzések gyakorlatáról, hangsúlyt fektetve a legújabb fejlesztések ismertetésére.

A tárgy tematikája:

előadás:

A tömegspektrométerek felépítése. Ionforrások (EI, CI, FAB, LDI, MALDI, ESI, APCI, APPI, DESI, DART). Tömeganalizátorok (E, B, Q, IT, TOF, Orbitrap, ICR): Detektorok. Vákuumrendszer. Pontos tömegmérés, összetétel meghatározás. Tandem tömegspektrometria. Spektrumértelmezés, spektrumkönyvtárak. Elválasztástechnikai eszközök kapcsolása a tömegspektrométerhez (GC-MS, LC-MS, GPC-MS, CZE-MS). A tömegspektrometria alkalmazási lehetőségei peptidok, fehérjék nukleinsavak, szénhidrátok és szintetikus polimerek szerkezetvizsgálatára. Gyógyszeripari alkalmazások (metabolitvizsgálatok, szennyezésprofil meghatározása). Célvegyületek vizsgálata különböző eredetű mintákban (multi-target screening) tömegspektrometriás módszerekkel: biotechnológiai, gyógyszeripari, orvosi és környezetvédelmi alkalmazások. Ionmozgékonyosság-MS, 2D és 3D tömegspektrometria (tissue imaging and profiling).

laboratóriumi gyakorlat:

Móltömegmeghatározás MALDI és ESI technikákkal (kis molekulatömegű anyagok, természetes és szintetikus makromolekulák.) Szerkezetmeghatározás (LIFT-TOF-MS, MS², pseudo-MS³). Kapcsolt technikák bemutatása és alkalmazása (GC-MS, LC-MS, GFC-MS).

Ajánlott irodalom:

1. Wilfried M.A. Niessen: Liquid-Chromatography – Mass Spectrometry, Chromatographic Science Series, Vol. 97. CRC Press (2006), ISBN:0824740823
2. Franz Hillenkamp, Jasna Peter-Katalinic: MALDI-MS: A Practical Guide to Instrumentation, Methods and Application, Wiley-VCH (2007), ISBN:3527314407
3. Wilfried M.A. Niessen: Current Practice of Gas Chromatography – Mass Spectrometry, Chromatographic Science Series, Vol. 86. CRC Press (2001), ISBN:0824704738.
4. Előadás jegyzetek

FOLYADÉKKROMATOGRÁFIA

Óraszám/szemeszter: 24 elmélet + 30 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 4 + 7

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A hallgatók megismertetése a folyadékkromatográfia kezdetétől a legutóbbi időkig lezajlott fejlődésével, a modern folyadékkromatográfia elméletével és gyakorlatával, a folyadékkromatográfiák eszközeivel és eljárásaival.

A tárgy tematikája:

előadás:

A folyadékkromatográfia története, főbb típusai, fordított és normál fázisú kromatográfia, gélpermeációs kromatográfia, ionkromatográfia. A folyadékkromatográfias elválasztások mechanizmusa, azok matematikai leírása. A kromatogramok kiértékelése során használt paraméterek, azok jelentősége és megjelenése a szabványokban. A van Deemter egyenlet és alkalmazási köre. A folyadékkromatográfok szerkezeti felépítése általános áttekintésben. Az egyes részegységek részletes tárgyalása, a velük szemben támasztott követelmények, szerkezeti felépítési elvek, oldószertároló egység, csővezetékek, gázmentesítés, gradiensképzési lehetőségek, pumpák, automata és manuális mintaadagolók és injektorok, előtétkolonnák, analitikai kolonnák. Az analitikai kolonnák típusai, speciális kolonnatöltetek, normál és microbore kolonnák, a kolonnakiválasztás szabályai. A kolonnák más gyártótól származó kolonnával történő minél tökéletesebb helyettesítésére használható kísérleti és számítógépes módszer ismertetése. Az eluens megfelelő megválasztásának az alapvető elvei. A mintaelőkészítés fontossága, manuális és automatikus dúsítási módszerek. A származékképzés szükségessége, elmélete és gyakorlata. A folyadékkromatográfias detektorok típusai, működési elvük, szerkezeti felépítésük, érzékenységük, stabilitásuk. A kapcsolt folyadékkromatográfias technikák áttekintése, több detektor egyidejű használata, a tömegspektrometria szerepe a folyadékkromatográfiában.

laboratóriumi gyakorlat:

Különböző gyártóktól származó folyadékkromatográfias rendszerekkel történő megismerkedés, a szerkezeti felépítéstől az alapvető üzemeltetésig. Alap folyadékkromatográfias mérések kivitelezése, az adatok kiértékelése. Kromatográfias szoftverek. Azonos típusú, de különböző gyártótól származó kolonnák tesztelése és összehasonlítása, pontos helyettesítőjük megtalálásához szükséges mérések, helyettesítők keresése adatbázisból. Standard minták elemzése különböző típusú kolonnákon, a kolonna típusának és az eluensnek a hatása az elúcióra. Közvetlen és származékképzéses folyadékkromatográfias mérések. Ismeretlen elegy elemzése, komponensek számának, minőségének és mennyiségének meghatározása. Peszticidek és gyógyszer-hatóanyagok/maradványok kimutatása és analízise bonyolult mátrixban LC-MS technikával. Molekulasúly és molekulaméret-eloszlás meghatározása gélpermeációs kromatográfival. Anionok és kationok meghatározása ionkromatográfias technikával.

Ajánlott irodalom:

1. Dr. Fekete Jenő: A folyadékkromatográfia elmélete és gyakorlata, Edison House Kft., Dabas, 2007
2. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

TÖMEGSPEKROMETRIÁVAL KAPCSOLT TECHNIKÁK (HPLC-MS, GC-MS, CE-MS, HPLC-ICP-MS)

Óraszám/szemeszter: 24 elmélet + 16 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 4 + 4

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A tantárgy célja, hogy áttekintést adjon a tömegspektrometriával kapcsolt technikákról és az elemzések gyakorlatáról, hangsúlyt fektetve a legújabb fejlesztések ismertetésére.

A tárgy tematikája:

előadás:

A GC-MS módszereknél alkalmazott tömegspektrométerekkel szemben támasztott követelmények, azok alkalmazásának előnyei és hátrányai. Nagy felbontású tömegspektrométerek alkalmazása a GC-MS rendszerekben. A GC-MS alkalmazása összetett rendszerek vizsgálatára (metabolomika, petroleomika), retenciós indexek alkalmazása. 2D gázkromatográfia és tömegspektrometria kapcsolása.

A HPLC-MS összekapcsolás bemutatása, illetve az erre alkalmas ionforrások ismertetése, részletesen kitérve arra, hogy a különböző vegyületcsaládok kromatográfiás és tömegspektrometriás elválasztására, illetve azonosítására, melyek a legalkalmasabb konfigurációk (kolonna, ionforrás, eluens stb.)

Kapilláris elektroforézissel történő elválasztások tömegspektrometriás detektálással. A CE-MS kapcsolások megvalósításának módszerei (Agilent/Bruker rendszereknél a kapcsolás módja az ESI-MS-hez, a Sciex/Beckman cégek CESI kapcsolóeleme). Kiegészítő folyadék (sheath liquid) szerepe, kiválasztásának általános elvei. CE-MS főbb alkalmazási területei. Több detektálási módszer egymást követő alkalmazása a tömegspektrometria mellett.

Az elem/izotóp szelektív detektorként alkalmazott ICP-MS technika HPLC/GC készülékekhez kapcsolt lehetőségeinek bemutatása (HPLC-ICP-MS, GC-ICP-MS), az elemspeciációs céllal kapcsolt technikák kialakításának elméleti megfontolásai és alkalmazási területeik ismertetése. Arzén- és szelénspeciációs elemzés.

laboratóriumi gyakorlat:

1. Dízel üzemanyag összetételének elemzése GC-MS módszerrel (6 óra)
2. Kapszaicin tartalom meghatározása paprikából HPLC-MS módszerrel (5 óra)
3. Aminosavak elválasztása és meghatározása élelmiszermintákban CE-MS módszerrel (5 óra).

Ajánlott irodalom:

1. Wilfried M.A. Niessen: Liquid-Chromatography – Mass Spectrometry, Chromatographic Science Series, Vol. 97. CRC Press (2006), ISBN:0824740823
2. Wilfried M.A. Niessen: Current Practice of Gas Chromatography – Mass Spectrometry, Chromatographic Science Series, Vol. 86. CRC Press (2001), ISBN:0824704738.
3. Előadás jegyzetek

FEHÉRJÉK ANALITIKÁJA

Óraszám/szemeszter: 24 elmélet + 12 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 4 + 3

Számonkérés módja: vizsga + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A kurzus célja, hogy áttekintést adjon a fehérjék minőségi és mennyiségi vizsgálatának műszeres analitikai lehetőségeiről, a módszerek elméletének alapjairól és az elemzések gyakorlatairól, hangsúlyt fektetve a legújabb fejlesztések ismertetésére.

A tárgy tematikája:

előadás:

Fehérjék felépítése, szerkezeti szintjei. Időben és térben változó poszt-transzlációs módosítások és szerepük a fehérjék biológiai aktivitásában. A proteomika gyakorlata: bottom up és top down proteomika. Expressziós proteomika módszerei: 2D –PAGE, MudPIT. Kvalitatív és kvantitatív proteomika (stabil izotóp jelzéses technikák). Funkcionális proteomika - fehérje kölcsönhatások kimutatása. Immunoanalitikai módszerek.

Fehérjék elválasztására alkalmas kromatográfiai módszerek: SEC, HIC, ioncserélő, affinitás kromatográfia. Fehérjék molekulatömegének meghatározása kromatográfiai, elektroforetikus és lágy ionizációs tömegspektrometriai módszerekkel. Bioanalizátor. Peptid, fehérje szekvenálás. Fehérje-ligand kötődési vizsgálatok: Mikrok calorimetria ITC, DSC. Felületi plazmon rezonancia (SPR). Az SPR rendszerek felépítése. Fehérjék (enzimek) és gyógyszervegyületek, illetve antitestek és antigének közötti kölcsönhatások vizsgálata. Az SPR szenzor kémiai érzékenyítése fehérjék vizsgálatához (komponensek immobilizálása fizikai, kémiai módszerekkel).

Fehérjeelemzések kapilláris elektroforézissel. Sajátosságok kapilláris zónaelektroforézisnél, izoelektromos fókuszálásnál, kapilláris gélelektroforézisnél és mikrocsip gélelektroforézisnél. Fehérjék detektálása UV és lézer indukált fluoreszcens (LIF) detektorral. Származékképzési lehetőségek LIF detektáláshoz. CE-UV és CE-LIF alkalmazások.

A fehérjék tömegspektrometriás analízisének lehetőségei: a peptidkép vizsgálatok és a shotgun proteomika kialakulása, a módszerek alapelve. Fehérjék emésztésének lehetőségei. Fehérjeazonosítási módszer fejlesztése LC-MS és CE-MS készülékre. Fehérjeszekvenálás LC (vagy CE)-MS/MS módszerrel. Peak picking, adatbázisok használata. Bioinformatikai alapok gyakorlatának elsajátítása (UniProt, ExPaSy): fehérjeszekvenciák keresése, pI, MW számolása. Monoklonális antitestek analitikája, vizsgálata. Biológikum fogalma, típusai. Biológikumok előállítása (hazai és nemzetközi példák, technológiák). Bioszimiláris és a generikus gyógyszerek közötti különbségek és az ebből következő gyógyszerbiztonsági megfontolások. Biológikumok analitikájában használatos analitikai módszerek.

laboratóriumi gyakorlat:

1. Fehérjék emésztése tripszinnel és elemzése CE-MS/MS módszerrel (6 órás gyakorlat)
2. Fehérjék elválasztása méretkizárási kromatográfiával (6 órás gyakorlat)

Ajánlott irodalom:

1. Az előadás ábraanyaga (power point fájl)

ÚJ TRENDK A KROMATOGRÁFIÁBAN

Óraszám/szemeszter: 12 elmélet + 4 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 3 + 1

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A hallgatók megismertetése a kromatográfiás fázisok, módszerek és készülékek fejlesztésének legújabb irányzataival, azok lehetséges felhasználási körével.

A tárgy tematikája:

előadás:

A gázkromatográfia legújabb készülékei, kolonnatípusai, azok jellemzői, felhasználási körük, dúsítási eljárások, automatikus mintaelőkészítő rendszerek. Nagy felbontású kétdimenziós gázkromatográfia. Ionmobilitás tömegspektrometriával kapcsolt gyors gázkromatográfiás rendszerek. A folyadékkromatográfiás állófázisok legújabb típusai, fejlesztési irányok. Magas hőmérsékletű folyadékkromatográfia. Ultranagynyomású folyadékkromatográfia, előnyök és hátrányok. Mikroméretekben használható kromatográfiás rendszerek. Hordozható gáz- és folyadékkromatográfiás rendszerek. Szuperkritikus folyadékkromatográfia. Királis komponensek elválasztása. Optikai forgatás és cirkuláris dikroizmus detektorok alkalmazásának lehetőségei a királis vegyületek meghatározásában.

laboratóriumi gyakorlat:

Királis elválasztás. A hallgatók a gyakorlaton optikailag aktív állófázisú HPLC elválasztást alkalmaznak a reakció enantiomerjeinek, vagy több kiralitáscentrum esetén a sztereoizomerjeinek elválasztására és az organokatalitikus enantioszelektív reakció diasztereo- és enantioszelektivitásának vizsgálatára. A HPLC elválasztást UV detektáláson kívül optikai forgatás és cirkuláris dikroizmus detektorokkal is követik.

Ajánlott irodalom:

1. Balla József: A gázkromatográfia analitikai alkalmazásai, Abigél Bt., Budapest, 1997, vagy Edison House kft, Dabas, 2007
2. Fekete Jenő: A folyadékkromatográfia elmélete és gyakorlata, Edison House Kft., Dabas, 2007
3. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

ELEKTROFORETIKUS TECHNIKÁK

Óraszám/szemeszter: 24 elmélet +12 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 4+3

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A tantárgy célja, hogy áttekintést adjon az elektroforézis történetéről, módszereiről, elméletének alapjairól és az elemzések gyakorlatáról, hangsúlyt fektetve a legújabb fejlesztések ismertetésére. A kapilláris elektroforézis, és újabban a chip elektroforézis olyan, napjainkban rendkívül gyorsan fejlődő analitikai kémiai elválasztási módszerek, melyek egyesítik a klasszikus elektroforézis technikáját a modern kromatográfiás detektálás és automatizálás műszeres lehetőségeivel, illetve a mikrofluidika legújabb eredményeivel.

A tárgy tematikája:

előadás:

Elektroforézis elmélete, klasszikus elektroforetikus technikák (papírelektroforézis, agaróz gél elektroforézis, PAGE, izoelektromos fókuszálás). Kapilláris elektroforézis és legfontosabb technikái (kapilláris zónaelektroforézis (CZE), micelláris elektrokinetikus kapilláris kromatográfia (MEKC), kapilláris gélelektroforézis (CGE), kapilláris izoelektromos fókuszálás (CIEF), kapilláris izotachoforézisről (CTIP) kapilláris gélelektroforézis (CGE), affinitás kapilláris elektroforézis (ACE), elektrokromatográfia (EC)). Az elektroforetikus módszerek kifejlesztésének lépései. Az elektroforézis legújabb fejlődési irányai (mikrofluidikai analitikai eszközök, chip elektroforézis, lab-on-a-chip technológia). Jelöléses módszerek, származékképzés fluoreszcenciás detektáláshoz. Az elektroforetikus készülékek általános felépítése és működése. Minőségi és mennyiségi analízis módszerei. Gyógyszerészeti, klinikai, biotechnológiai, molekuláris biológiai alkalmazások. Speciális alkalmazási területek (királis elválasztások, szénhidrátok elválasztása, single cell analysis, molekulák kölcsönhatásainak vizsgálata, molekuláris felismerés). Újabb detektorok (C4D, LIF, LEDIF). Kapcsolt technikák (CE-MS, CE-ICP/MS). Az elektroferogramok kiértékelése.

laboratóriumi gyakorlat:

1. gyakorlat (6 óra): Fehérjék CZE elválasztása LPA bevonatos kapillárisban

2. gyakorlat (6 óra): Inzulin és deamidációs formáinak elválasztása és meghatározása CE-MS módszerrel

Ajánlott irodalom:

1. Rathore, A. and Guttman, A. (2003): Electrokinetic Phenomena: Principles and Applications in Analytical Chemistry and Microchip Technology. New York, Marcel Dekker.
2. Gáspár A.: Kapilláris zónaelektroforézis, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2000.
3. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

NMR ÉS MÁ S SZERKEZETVIZSGÁLÓ MÓDSZEREK

Óraszám/szemeszter: 24 elmélet + 24 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 4 + 6

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A mágneses magrezonancia spektroszkópia (NMR) és Raman spektroszkópia valamint a röntgendiffrakción alapuló szerkezetvizsgáló módszerek korszerű analitikai alkalmazási lehetőségeinek ismertetése.

A tárgy tematikája:

előadás:

Az NMR spektroszkópia klasszikus analitikai alkalmazásai. 2D homo- és heteronukleáris NMR kísérletek: COSY, TOCSY, NOESY, ROESY, HSQC, HMBC gyógyszeripari alkalmazásai. Kvantitatív NMR elmélete és gyakorlata. NMR metabolomika, az anyagcsere-termékek szisztematikus vizsgálatának alapjai. LC-NMR-(MS) kapcsolt technikák és analitikai alkalmazásai. NMR gyógyszeripari alkalmazásai: enantiomer tisztaság és molekuláris kölcsönhatások vizsgálata. Ligandum-fehérje kölcsönhatások tanulmányozása NMR spektroszkópiával. Terápiás fehérjék NMR vizsgálata.

A Raman-spektroszkópia alapelve, hasonlóság és különbség más a rezgési (és forgási) spektroszkópiai módszerekkel, különösen az IR-spektroszkópiával. A Raman-spektrum létrejötte, a készülék részei. A minőségi és mennyiségi analízis alapjai.

A röntgendiffrakció elméleti alapjai. A röntgendiffrakcióval kapott szerkezeti adatok értelmezése publikációk alapján. Az egykristály röntgendiffrakció alkalmazása gyógyszeripari problémák megoldására, polimorfizmus értelmezésére. Abszolút konfiguráció meghatározása röntgendiffrakcióval. Pordiffrakció fázisok azonosítására. Szilárd fázisú szerkezet pordiffrakciós adatokból.

laboratóriumi gyakorlat:

- 1D ^1H és ^{13}C , 2D homo- és heteronukleáris (COSY, TOCSY, NOESY, ROESY, HSQC, HMBC) NMR kísérletek kivitelezése és kiértékelése (spektrális és szerkezeti paraméterek meghatározása, összetett analitikai feladatok megoldása) (12 óra).
2. Szerkezeti izomerek megkülönböztetésére és osztályzására szolgáló eljárás fejlesztése Raman-spektrumok alapján. (6 óra)
3. Mérés egykristály röntgen diffraktométeren, ismeretlen fémkomplex teljes szerkezetének meghatározása (6 óra).

Ajánlott irodalom:

1. T. D. W. Claridge, High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry (Third Edition), Elsevier Ltd. 2016
2. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

MIKROFLUIDIKA, LAB-ON-A-CHIP

Óraszám/szemeszter: 14 elmélet + 6 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 2 + 3

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerhessék az analitikai kémiában legújabban kidolgozott eljárásokat, módszereket és azok alkalmazási területeit. A tárgy elsősorban azokra a módszerekre koncentrál, melyeket 2000 után fejlesztettek ki, és amelyek várhatóan nagy jelentőségre tesznek szert a következő évtizedekben alkalmazott analitikai vizsgálatok során. Az előadásokon következő témakörökről lesz szó:

A tárgy tematikája:

előadás:

Analitikai mérőrendszerek miniaturizálása. μ -TAS. Mikrofluidikai chipok előállítása (kemény és lágy technikák, litográfiás, rétegeképzési eljárások, száraz és nedves maratásos módszerek). Lab-on-a-chip technológia. Pikoliter-attoliter térfogatú mintaoldatok analitikája. (Bioanalyzer 2100, Agilent). Automatizált chip analitikai rendszerek DNS, RNS, fehérjék, sejtek vizsgálatához. Flow injection – kapilláris elektroforézis mikrofluidikai megvalósításai: (mintaelőkészítés, mintakezelés, kromatográfiás, elektroforetikus elválasztások chipen, chipek kapcsolása tömegspektrométerekkel). Single cell analysis: vírusok, baktériumok elemzése, egyetlen sejt belső térfogata elemzésének lehetőségei. Bioszenzorok alkalmazása mikrofluidikai chipben.

Affinitás elektroforézis alkalmazása chipben (kötődési állandók meghatározása számítógépes szimulációval és kísérletesen gyógyszervegyületek és fehérjék, illetve vírusok és ligandumok közötti kölcsönhatások vizsgálata).

laboratóriumi gyakorlat:

Mikrofluidikai chip előállítása (csatorna mintázat tervezése AutoCAD programmal, PDMS chip elkészítése meglévő öntőformáról. Festékminta injektálása és elektroforetikus elválasztása a chipben nagyfeszültségű tápegység alkalmazásával. Az elválasztás követése mikroszkóppal.

Ajánlott irodalom:

1. P.Tabeling: Introduction to microfluidics, Oxford UP, 2005.
2. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

KÖRNYEZETI ANALITIKA MÓDSZEREI

Óraszám/szemeszter: 16 elmélet + 16 laboratóriumi gyakorlat

Kreditszám: 3 + 4

Számonkérés módja: kollokvium + gyakorlati jegy

A tárgy célja:

Komplex környezeti állapotfelmérésekhez szükséges környezetanalitikai vizsgálatok tervezése, a hipotézisnek megfelelő mintavételi és analitikai technikák kiválasztása. Atmoszférát, hidroszférát, geoszférát és bioszférát érintő minták analízise, monitorozási technikák. Környezetanalitikai módszerek validálása, mérési eredmények kiértékelése.

A tárgy tematikája:

előadás:

Környezeti esettanulmányok feldolgozásán keresztül mutatjuk be a környezetanalitikai vizsgálatok tervezésének, kivitelezésének, valamint az eredmények értékelésének legfontosabb szempontjait. Részletesen foglalkozunk a mintavételi tervek kidolgozásának, a megfelelő analitikai módszerek kiválasztásának problémakörével, valamint az eredmények kiértékelésének statisztikai módszereivel. Tárgyaljuk a levegő, a víz és a talaj szerves és szervetlen komponenseinek vizsgálati módszereit. Ismertetésre kerülnek a környezetanalitikában használatos klasszikus és műszeres analitikai módszerek. Bemutatjuk a terepen is használható analitikai eszközöket, hordozható műszereket és gyorseszteket. Tárgyaljuk a mérési módszerek validálását, az eredmények közlését és értékelését.

laboratóriumi gyakorlat:

A környezetanalitikai célú mintavétellel, a minták előkészítésével és analízisével kapcsolatos gyakorlat során a hallgatónak irányítottan, de önállóan kell egy környezetanalitikai vizsgálatot megtervezniük. Össze kell gyűjteniük és fel kell dolgozniuk a téma irodalmát. A terv megvitátását követően végre kell hajtani a kiválasztott feladatot. A feladat a mintavételt, minta-előkészítést, a klasszikus és műszeres elemzést és az eredmények kiértékelését foglalja magában, melyből írásos és szóbeli beszámoló készül.

Ajánlott irodalom:

Papp L.: Környezeti minták analitikai kémiai vizsgálata. KLTE jegyzet, Debrecen, 1995
az előadás ábraanyaga (power point fájl)

MÉRÉSEK MINŐSÉGELLŐRZÉSE (VALIDÁLÁS), LABORATÓRIUMOK AKKREDITÁLÁSA

Óraszám/szemeszter: 12 elmélet

Kreditszám: 2

Számonkérés módja: kollokvium

A tárgy célja:

A tárgy célja, hogy áttekintést adjon a minőségbiztosításról és annak szerepéről, a termelés és szolgáltatás területén, továbbá a GLP-ről és GMP-ről, illetve a vizsgáló és kalibráló laboratóriumokkal szembeni követelményekről, a laboratóriumok akkreditálásáról és az ezzel kapcsolatos jogszabályokról, rendeletekről, szabványokról. A gyógyszergyártás minden szempontból szigorúan szabályozott tevékenység. Az előírások lehetnek jogszabályi eredetűek, hatóságoktól származók ill. akár egyéb, szakmai szervezetek által kibocsájtott szabályozások. A gyógyszer bizalmi termék. Annak érdekében, hogy a termék hatásosságát, ártalmatlanságát és minőségét bizonyítsuk, komoly vizsgálati háttérre – ebből következően komoly dokumentációs háttérre – van szükség.

A tárgy tematikája:

előadás:

A minőségbiztosítás története: az integrált ISO rendszer bevezetése, jelentősége főbb jellemzői. A GLP, helye, szerepe, alkalmazási területei. Minőségbiztosítás a gyógyszeriparban, a GMP alapjai.

A GMP (Helyes Gyógyszergyártási Gyakorlat) törvényi szabályozása, GMP alapfogalmak. A GMP alkalmazása a gyógyszeripari gyakorlatban. Stabilitási vizsgálatok. Dokumentáció a minőség-ellenőrző laboratóriumokban; Specifikáción kívüli eredmények kivizsgálása; Referenciaanyagok. Műszerek kvalifikációja. Analitikai módszerek fejlesztésének és validálásának szerepe. Gyógyszeripari minőségbiztosítás általános kérdései, a gyógyszeripari minőségbiztosítás illeszkedése az általánosan alkalmazott minőségbiztosítási rendszerekhez, elvekhez.

Ajánlott irodalom:

1. az előadás ábraanyaga (power point fájl)

VI. A képzési program végrehajtásához szükséges tárgyi és személyi feltételek, ezek biztosításának módja

A képzésért felelős kar megnevezése: Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar

A szakért felelős oktató: Dr. Gáspár Attila tanszékvezető egyetemi tanár, DE Szervetlen és Analitikai Kémiai tanszék

A képzésben résztvevő oktatók döntően a Debreceni Egyetem oktatói, de a szakmai munkában külső tagok is részt vesznek (pl. TEVA ZRt (Gyógyszeripari Kihelyezett Tanszék)).

A Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék feladata:

- a képzési program végrehajtásához szükséges marketing-feladatok, reklámanyagok készítése,
- oktatáskoordináció, kapcsolattartás a hallgatókkal, órarend szervezése,
- az oktatás tárgyi feltételeinek (tanterem konzultációkhoz, előadásokhoz, laboratóriumok) biztosítása.

A szak indításának tervezett időpontja: 2021. szeptember 1.

A képzés költsége: 350.000.-Ft/félév