

# NEMZETGAZDASÁGI MINISZTERIUM

**55 524 03 Műszeres analitikus**

**Komplex szakmai vizsga**

**Szóbeli vizsgatevékenység**

**A vizsgafeladat megnevezése: Analitikai elemző módszerek**

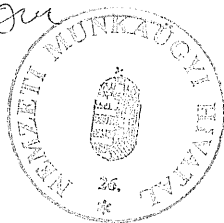
A vizsgafeladat időtartama: 45 perc (felkészülési idő 30 perc, válaszadási idő 15 perc)

A vizsgafeladat értékelési súlyaránya: 40%

A 315/2013. (VIII. 28.) Kormányrendelet 3. § (2) bekezdésében foglaltak alapján a szakmai vizsga szóbeli tételeit a 001138/2014-5522 számon kiadom.

EREDETIVEL MINDENBEN  
MEGEGYEZŐ MÁSOLAT

**Jóváhagyta:**



**2014**

**NEMZETI MUNKAÜGYI HIVATAL  
SZAK- ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI IGAZGATÓSÁG**

Érvényes: 2014. 06. 03-tól

Szakképesítés-ráépülés: 55 524 03 Műszeres analitikus  
Szóbeli vizsgatevékenység  
A vizsgafeladat megnevezése: Analitikai elemző módszerek

A vizsgafeladat ismertetése: A szóbeli központilag összeállított vizsga kérdései a 4. Szakmai követelmények fejezetben megadott modulhoz tartozó témakörök mindegyikét tartalmazzák.

Amennyiben a tétel kidolgozásához segédeszköz szükséges, annak használata megengedett, az erre vonatkozó információkat a tétel tartalmazza. A felhasználható segédeszközöket a vizsgaszervező biztosítja.

A feladatsor első részében található 1–20-ig számozott vizsgakérdéseket ki kell nyomtatni. Ezek lesznek a húzótételek.

A második részben található a tanári példány, amely az értékelést segíti.

***A tételsor a (12/2013. (III. 28.) NGM rendelettel módosított) 27/2012. (VIII. 27.) NGM rendeletben foglalt szakképesítés szakmai és vizsgakövetelménye alapján készült.***

**1. Mintavétel kémiai analízishez. Határozza meg a mintavétel célját és helyét az analitikában!**

- A vizsgálandó objektumok
- A mintavétel korlátai
- A főbb mintavételi technikák
- A minták típusai
- A minta tárolására használt edényekkel kapcsolatos követelmények
- A mintavételi jegyzőkönyv tartalma
- A térfogati és a dúsításos gázmintavétel összehasonlítása
- Folyékony anyagok mintavétele
- A szilárd anyagok mintavételekor jelentkező főbb problémák

**2. Nagy mennyiségű anyagból történő mintavételezés, minta-előkészítés analitikai vizsgálatok céljára**

- A mintamennyiség csökkentése, módja
- Az alapvető fizikai minta-előkészítő műveletek céljának és módjának ismertetése (oldatkészítés, összetétel-változtatás, kivonatkészítés, tisztítási, elválasztási műveletek)
- A kémiai minta-előkészítő műveletek céljának és módjának ismertetése (kémhatás-változtatás, savas-lúgos kivonatok, érélyesebb módszerek, kémiai átalakítási műveletek)

**3. A műszeres analitika optikai módszereinek alapjai. Fénytani alapfogalmak műszeres analitikai alkalmazása**

- A fény kettős természete
- A fény hullámtermészete, jellemzése
- A fény felosztása hullámhossza alapján: az elektromágneses spektrum
- A fény jellemző kölcsönhatásai az anyagi rendszerekkel
- A fény mint energia
- A fény polarizációja, a poláros fény tulajdonságai
- A fény tulajdonságainak analitikai alkalmazása, az analitikai módszerek rövid felsorolása

**4. A fény hullámtermészetének analitikai alkalmazása. A refraktometria elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- A fénysebesség és az optikai közeg kapcsolata
- A Fermat-elv
- A törésmutató fogalma, a Snellius–Descartes-törvény
- A törésmutató analitikai alkalmazása
- A törésmutató műszer elvi felépítése

A tételhez használható segédeszköz:

- refraktométer elvi vázlata

**5. Kiralitáscentrummal rendelkező anyagok optikai vizsgálata. A polarimetria elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- A fény mint tranzverzális hullám, a hullám rezgéssíkja
- A közönséges és a polarizált fény
- Az optikai izoméria, optikai aktivitás és szerkezet kapcsolata
- A polarizált fény kölcsönhatása az optikailag aktív anyagokkal
- Az optikai forgatás mértéke
- A polariméterek felépítése, az egyes részek feladata

A tételhez használható segédeszköz:

- polariméter elvi vázlata

**6. A fény kölcsönhatása anyagi rendszerekkel. A fotometria, spektrofotometria elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- Az elektromágneses spektrum fogalma, felosztása UV, VIS, IR tartományokra
- A fotometria alapfogalmai: transzmittancia és abszorbancia
- A fényelnyelés alaptörvénye a Lambert–Beer-törvény
- Eltérések a Lambert–Beer-törvénytől
- Az abszorpciós spektrum
- A fotométerek felépítése, fontosabb részei
- A fotometriás mérések kiértékelése



**7. A fény kölcsönhatása anyagi rendszerekkel. Az infravörös spektroszkópia elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- Az IR tartomány
- Molekulán belüli gerjesztési lehetőségek
- Az IR spektroszkópia területe, gyakorlati jelentősége
- Az IR spektroszkópia legfontosabb rezgései
- Az infravörös spektrum értékelési szempontjai
- Az IR készülékek felépítése
- Az IR folyadékküvetta felépítése, anyaga, oldószerek
- Szilárd minta elemzése
- Az FTIR spektrofotométer

A tételhez használható segédeszköz:

- egy IR spektrum, hozzá tartozó elnyelési sávok táblázatos vagy grafikus formában

## **8. Gyakori informatikai alkalmazások a műszeres analitikai méréseknél**

- Mérési adatok ábrázolása analitikus formában ismeretlen függvények esetén, példával
- Függvényillesztési lehetőségek, kalibrációs diagramok készítése
  - = A lineáris illesztés elve, gyakorlati példával
  - = Nem lineáris függvények illesztése, gyakorlati példával
- A kalibrációs görbe felhasználása a mérési adatok kiértékeléséhez
- Fontosabb statisztikai függvények

**9. Határozza meg és magyarázza el a kromatográfia fogalmát, csoportosításait, jellemzőit!**

- A kromatográfias elválasztás alapfogalmai, az elválasztás létrejöttének magyarázata
- A kromatográfia módszereinek csoportosítása: a fázisok és azok halmazállapota, a fázisok közötti kölcsönhatások, a mozgófázis áramoltatása, az állófázis kapacitása és alakja a mintafelviteli módok szerint
- A kromatogramból nyerhető kvalitatív és kvantitatív információk

A tételhez használható segédeszköz:

- egy kromatogram összefoglaló táblázattal

**10. Foglalja össze a gázkromatográfia jellemzőit!**

- A gázkromatográfiásan elválasztható anyagok fajtái, tulajdonságaik
- A gázkromatográfiás oszlopok típusai, az állófázis fajtái, az oszlopválasztás szempontjai
- A gázkromatográfiás készülékek felépítése, részei
- A vivőgázok, segédgázok fajtái, alkalmazhatóságuk, tisztaságuk
- A hőmérsékletprogram célja, fűtött egységek hőmérsékletének beállításai
- Mintabevitel és a mintabevitel eszközei
- A detektorok fajtái, hővezetési, lángionizációs és tömegszelektív detektorok működési elve

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékábrák

**11. Beszéljen a folyadékkromatográfia jellemzőiről!**

- Folyadékkromatográfiásan elválasztható anyagok
- A folyadékkromatográfiás módszerek csoportosítása a fázisok polaritása szerint
- Eluens alkotó oldószerek fajtái, jellemzőik
- A folyadék-kromatográfiás készülékek felépítése, részei
- Az izokratikus és gradiens elúció fogalma, alkalmazása
- Mintabevitel és a mintabevitel eszközei
- A detektorok fajtái: optikai, elektrokémiai, tömegszelektív detektorok működési elve

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékábrák

**12. Fejtse ki a gáz- és folyadékkromatográfiai rendszerek üzemeltetésének jellemzőit!**

- Gáz- és folyadékkromatográfiai oszlopok kiválasztása, minősítésük, selejtezésük, QA/QC biztosítása
- Gáz- és folyadékkromatográfiai oszlopok szerelése, tisztításuk, tárolásuk
- Gáztisztítók használata gázkromatográfiában, eluensek előkészítése és tárolásuk folyadékkromatográfiában
- Üzemeltetési útmutató szerinti üzemszintű karbantartások
- Mérési módszer alkalmazása kromatográfiai rendszeren

A tételhez használható segédeszköz:

- oszloptanúsítvány

**13. Mutassa be az atomspektroszkópai módszerek jellegzetességeit és a lángfotometri-  
ás módszert!**

- Atomspektrumok kialakulásának elektronszerkezeti magyarázata
- Atomemissziós sugárforrások
- A lángatomizálás jellegzetességei, lángtípusok
- Mintabeviteli módok
- Atom- és sugárforrásban lejátszódó folyamatok
- Lángfotometrián meghatározható elemek és a lánghőmérséklet kapcsolata
- Lángfotométerek felépítése, részeik
- Koncentráció és emisszió kapcsolata, kalibráció
- Zavaró hatások

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékábrák

**14. Részletezze az atomabszorpciós módszer jellegzetességeit!**

- Az atomabszorpció fogalma
- Az atomforrások fajtái, jellegzetességeik
- Az atomabszorpciós készülék felépítése, részei
- A vájtkatód lámpa működése
- Abszorbancia-koncentráció összefüggés, kalibráció, zavaró hatások kiszűrése
- A grafitkemencés atomizálás lépései
- Zavaró hatások kiküszöbölése grafitkemencés atomizálásnál

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékrajz

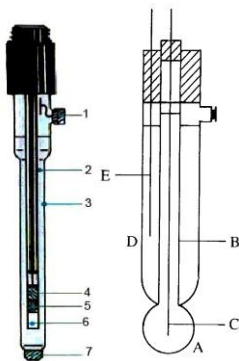


**15. Mutassa be a direkt potenciometria elvét, módszereit, legfontosabb indikátor- és referenciaelektroódjait!**

- A direkt potenciometria elve, egyszerűsített vázlatrajzzal
- Az üvegelektrod és a kombinált üvegelektrod felépítése
- A referenciaelektroódok szerepe (kalomel elektroód felépítése)
- A nernst összefüggés egy sav/bázis, illetve redox mérés esetén
- Az ionszelektív elektroódok elve, fajtái, az ionerősség-beállítás szerepe
- A kalibrációs és a standard addíciós módszer ismertetése

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékrajz



**16. Beszéljen az indirek potenciometria (potenciometriás titrálás) elvéről, típusairól!**

**A titrálási görbe értelmezése, egyenértékpont-meghatározás, automata potenciometrikus titrálás**

- Elvi rajz
- A potenciometriás titrálások főbb típusai (sav/bázis; redox; komplexometriás; csapadékos)
- Egy titrálási görbe rajza és értelmezése
- Egyenértékpont-meghatározási módszerek (grafikus, differenciahányadosok módszere)
- Az automata titrálók elvi rajza

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékrajz

**17. Magyarázza el a vezetési titrálás elvét, mutassa benéhány típusát, rajzolja le a mérési összeállítás egyszerűsített vázlatát!**

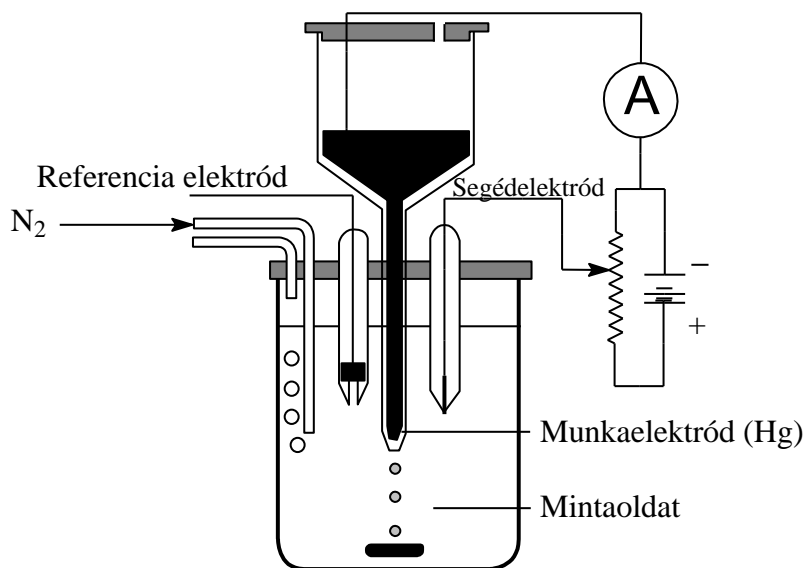
- Vezetés, fajlagos vezetés, cellaállandó
- Erős sav titrálása erős bázissal (rajzmagyarázattal)
- Gyenge sav titrálása erős bázissal és gyenge bázissal (rajzmagyarázattal)
- Csapadékos titrálás
- Egyenérték pont meghatározása grafikusán
- Egyenérték pont meghatározása táblázatkezelő segítségével

**18. Vázolja a voltammetria elvét, mérési módszereit! Rajzoljon le egy egyszerűsített polarográfiás mérési összeállítást!**

- A voltammetria mérési elve (vázlatrajz)
- A munkaelektrod, segédelektrod és a referenciaelektrod szerepe
- A polarográfia elve, a polarográfiás lépcső elemzése
- Polarográfiás értékelő módszerek
- Strippinganalízis

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékrajz



**19. Határozza meg az analitikában használatos fontosabb statisztikai fogalmakat, értékelő módszereket!**

- Véletlen hiba, rendszeres hiba, várható érték
- Átlag, szórás, korrigált tapasztalati szórás
- A normális eloszlás (Gauss-függvény) értelmezése, u-próba
- Student-eloszlás, t-próba
- A mérési eredmény szabályos megadása

A tételhez használható segédeszköz:

- statisztikai táblázatok (normális eloszlás; Student-eloszlás)

**20. Sorolja fel egy analitikai módszer validálási lépéseit!**

- Szelektivitás
- Linearitás
- Torzítatlanság
- Precizitás
- Ismételhetőség és/vagy reprodukálhatóság
- Kimutatási-, meghatározási határ
- Robosztusság
- Egy módszer (pl. linearitás) részletes magyarázata

## AZ ÉRTÉKEKELÉS SZEMPONTJAI

### Tanári példány

#### 1. Mintavétel kémiai analízishez. Határozza meg a mintavétel célját és helyét az analitikában!

- A vizsgálandó objektumok
- A mintavétel korlátai
- A főbb mintavételi technikák
- A minták típusai
- A minta tárolására használt edényekkel kapcsolatos követelmények
- A mintavételi jegyzőkönyv tartalma
- A térfogati és a dúsításos gázmintavétel összehasonlítása
- Folyékony anyagok mintavétele
- A szilárd anyagok mintavételekor jelentkező főbb problémák

#### Kulcsszavak, fogalmak:

- Elvihető mennyiség, reprezentatív
- Sztatikus – dinamikus, heterogén – homogén, halmazállapot, kémiai stabilitás
- Homogén, inhomogén objektum, homogenizálhatóság, átlagminta
- Kézi (manuális) – mechanizált – automatikus; folytonos – szakaszos – időszakos – alkalmi (egyszeri); kényszeráramlású – diffúziós
- Pontminta, átlagminta, teljes és rész minta, elsődleges és másodlagos minta, párhuzamos minta, ellenminta
- Zárható, tiszta, korrózióálló, ne szennyezzen, törékenységi
- Hely, időpont, objektum neve, mintavétel eszközei, körülményei, tárolóedények, mintavétel módja, minták jelzése, helyszíni mérések, műveletek, mintavevők neve
- Térfogati – teljes minta, minden összetevő; dúsításos: bizonyos összetevők; adszorpció, abszorpció, kondenzáció, kifagyasztás
- Eszközei, tárolóedények, mintavétel módja reaktorból, áramló folyadékból, nem szobahőmérsékletű anyagból
- Inhomogenitás, a szilárd anyag mechanikai tulajdonságai, a minta tárolása

## **2. Nagy mennyiségű anyagból történő mintavételezés, minta-előkészítés analitikai vizsgálatok céljára**

- A mintamennyiség csökkentése, módja
- Az alapvető fizikai minta-előkészítő műveletek céljának és módjának ismertetése (oldatkészítés, összetétel-változtatás, kivonatkészítés, tisztítási, elválasztási műveletek)
- A kémiai minta-előkészítő műveletek céljának és módjának ismertetése (kémhatás-változtatás, savas-lúgos kivonatok, erélyesebb módszerek, kémiai átalakítási műveletek)

### **Kulcsszavak, fogalmak:**

- Vizsgálható mennyiség, inhomogenitás, reprezentatív összetétel megőrzése, aprítás, felezés
- Mérlegelés (bemérés), törzsoldatkészítés, hígítás, koncentrálnás, tisztítás, bepárlás, szárítás, extrakció (folyadék-szilárd, folyadék-folyadék, szilárd-folyadék), szűrés, centrifugálás
- pH-beállítás, kivonatkészítés, feltárás, reagens hozzáadása, kicsapás, származékkészítés, ioncsere



**3. A műszeres analitika optikai módszereinek alapjai. Fénytani alapfogalmak  
műszeres analitikai alkalmazása**

- A fény kettős természete
- A fény hullámtermészete, jellemzése
- A fény felosztása hullámhossza alapján: az elektromágneses spektrum
- A fény jellemző kölcsönhatásai az anyagi rendszerekkel
- A fény mint energia
- A fény polarizációja, a poláros fény tulajdonságai
- A fény tulajdonságainak analitikai alkalmazása, az analitikai módszerek rövid felsorolása

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- A fény meghatározása mint elektromágneses hullám, fényinterferencia, fénytörés
- A fény meghatározása mint anyagi részecske, kölcsönhatás atomi rendszerekkel, fényelnyelés
- A fény jellemzésének fogalmai: hullámhossz, frekvencia, sebesség (ezek közötti összefüggések, mértékegységeik)
- Rezgéssík, aszimmetria-centrumot tartalmazó anyagok és a poláros fény kapcsolata
- Analitikai módszerek:
  - = refraktometria
  - = polarimetria
  - = UV-VIS és IR spektrofotometria

**4. A fény hullámtermészetének analitikai alkalmazása. A refraktometria elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- A fénysebesség és az optikai közeg kapcsolata
- A Fermat-elv
- A törésmutató fogalma, a Snellius–Descartes-törvény
- A törésmutató analitikai alkalmazása
- A törésmutató műszer elvi felépítése

A tételhez használható segédeszköz:

- refraktométer elvi vázlata

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Hullámhossz, frekvencia, fénysebesség és mértékegységeik
- A fénytörés oka az optikai közeg határán, a Fermat-elv megfogalmazása
- A fénytörés függése a hullámhossztól, anyagi minőségtől, hőmérséklettől
- A hullámhossztól való függés kiküszöbölése, az Amici-prizma szerepe
- A refraktométer felépítése (vázlat)

**5. Kiralitáscentrummal rendelkező anyagok optikai vizsgálata. A polarimetria elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- A fény mint tranzverzális hullám, a hullám rezgéssíkja
- A közönséges és a polarizált fény
- Az optikai izoméria, optikai aktivitás és szerkezet kapcsolata
- A polarizált fény kölcsönhatása az optikailag aktív anyagokkal
- Az optikai forgatás mértéke
- A polariméterek felépítése, az egyes részek feladata

A tételhez használható segédeszköz:

- polariméter elvi vázlata

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- A fény rezgéssíkja
- A poláros fény előállítása
- Királis (aszimmetrikus) szénatom
- Balra és jobbra forgató izomerek
- A forgatás mértékének függése hőmérséklettől, hullámhossztól, anyagi minőségtől, koncentrációtól
- Összetétel – forgatás összefüggés, fajlagos forgatás
- A polariméter felépítése

**6. A fény kölcsönhatása anyagi rendszerekkel. A fotometria, spektrofotometria elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- Az elektromágneses spektrum fogalma, felosztása UV, VIS, IR tartományokra
- A fotometria alapfogalmai: transzmittancia és abszorbancia
- A fényelnyelés alaptörvénye a Lambert–Beer-törvény
- Eltérések a Lambert–Beer-törvénytől
- Az abszorpciós spektrum
- A fotométerek felépítése, fontosabb részei
- A fotometriás mérések kiértékelése

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- A spektrum fogalma, az UV, VIS, IR tartományok határai
- A transzmittancia és abszorbancia meghatározása és kapcsolata
- Lambert–Beer-törvény matematikai megfogalmazása
- A fotométerek felépítése, fontosabb részei, az ezekkel szemben támasztott követelmények: fényforrások, küvetták, monokromátorok, rések, lencsék, tükrök, detektor, kijelzők, működtető szoftverek
- Jellemző kiértékelési módszerek: kalibrációs diagram felvétele, kétoldatos módszer

**7. A fény kölcsönhatása anyagi rendszerekkel. Az infravörös spektroszkópia elvi alapjai, analitikai alkalmazása**

- Az IR tartomány
- Molekulán belüli gerjesztési lehetőségek
- Az IR spektroszkópia területe, gyakorlati jelentősége
- Az IR spektroszkópia legfontosabb rezgései
- Az infravörös spektrum értékelési szempontjai
- Az IR készülékek felépítése
- Az IR folyadékküvetta felépítése, anyaga, oldószerek
- Szilárd minta elemzése
- Az FTIR spektrofotométer

A tételhez használható segédeszköz:

- egy IR spektrum, hozzá tartozó elnyelési sávok táblázatos vagy grafikus formában

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$
- Elektron-energiaszintek, rezgési (vibrációs) energiaszintek, forgási (rotációs) Energiaszintek
- Szerkezetkutatás, funkciós csoportok azonosítása
- Vegyértékrezgések, deformációs rezgések
- Fényforrás, monokromátor, detektor, erősítő, regisztráló, informatikai háttér
- Alkáli-halogenid küvetta, szerves oldószerek használata
- A Fourier-transzformációs technika előnyei

## 8. Gyakori informatikai alkalmazások a műszeres analitikai méréseknél

- Mérési adatok ábrázolása analitikus formában ismeretlen függvények esetén, példával
- Függvényillesztési lehetőségek, kalibrációs diagramok készítése
  - = A lineáris illesztés elve, gyakorlati példával
  - = Nem lineáris függvények illesztése, gyakorlati példával
- A kalibrációs görbe felhasználása a mérési adatok kiértékeléséhez
- Fontosabb statisztikai függvények

### Kulcsszavak, fogalmak:

- Adatok táblázatkezelőben történő feldolgozása
- Függvények készítése
- Trendvonalak illesztése
- Példa egy lineáris illesztésre
- Példa egy nem lineáris illesztésre
- Korrelációs együttható jelentése
- Fontosabb statisztikai függvények: átlag, szórás, maximum, minimum

**9. Határozza meg és magyarázza el a kromatográfia fogalmát, csoportosításait, jellemzőit!**

- A kromatográfias elválasztás alapfogalmai, az elválasztás létrejöttének magyarázata
- A kromatográfia módszereinek csoportosítása: a fázisok és azok halmazállapota, a fázisok közötti kölcsönhatások, a mozgófázis áramoltatása, az állófázis kapacitása és alakja a mintafelviteli módok szerint
- A kromatogramból nyerhető kvalitatív és kvantitatív információk

A tételhez használható segédeszköz:

- egy kromatogram összefoglaló táblázattal

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Állófázis, mozgófázis, eltérő szorpció, megoszlás
- Csoportosítások:
  - = gázkromatográfia, folyadékkromatográfia
  - = oszlop- és réteg
  - = adszorpció, abszorpció, kémiai kölcsönhatások
  - = analitikai és preparatív kromatográfia
  - = kapilláriserők, kényszeráramoltatás
  - = kiszorítás, elúció
- Retenciós idő, redukált retenciós idő, relatív retenció
- Csúcsmagasság, csúcsterület, anyagmennyiség, koncentráció

### 10. Foglalja össze a gázkromatográfia jellemzőit!

- A gázkromatográfiásan elválasztható anyagok fajtái, tulajdonságaik
- A gázkromatográfiás oszlopok típusai, az állófázis fajtái, az oszlopválasztás szempontjai
- A gázkromatográfiás készülékek felépítése, részei
- A vivőgázok, segédgázok fajtái, alkalmazhatóságuk, tisztaságuk
- A hőmérsékletprogram célja, fűtött egységek hőmérsékletének beállításai
- Mintabevitel és a mintabevitel eszközei
- A detektorok fajtái, hővezetési, lángionizációs és tömegszelektív detektorok működési elve

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékábrák

### Kulcsszavak, fogalmak:

- Termikus stabilitás
- Töltetes és kapilláris oszlopok, adszorpciós és abszorpciós állófázisok, polaritás hasonlóság szerinti választás
- Gázforrások, gáztisztítás, áramlás és nyomásszabályozás, mintabevitel, termosztálás, detektálás, adatfeldolgozás és rögzítés (dokumentálás)
- Nitrogén, hélium, hidrogén, argon, levegő, nagy tisztaság, oxigénmentesség
- Szelektivitás növelése, injektor/detektor és forrásponti hőmérsékletek viszonya
- Gáz- és folyadék állapotú minta, gázhurkok, gáz- és folyadékfecskendők, elpárologtatás, gőztér, oszlop terhelése, szeptum, lefűvátás
- Szelektív és univerzális detektorok, hővezetés, hőátadás, hőmérsékletfüggés, termikus disszociáció, ionizáció, ionképződés, molekula fragmentumok, tömegspektrum



### **11. Beszéljen a folyadékkromatográfia jellemzőiről!**

- Folyadékkromatográfiásan elválasztható anyagok
- A folyadékkromatográfiás módszerek csoportosítása a fázisok polaritása szerint
- Eluens alkotó oldószerek fajtái, jellemzőik
- A folyadékkromatográfiás készülékek felépítése, részei
- Az izokratikus és gradiens elúció fogalma, alkalmazása
- Mintabevitel és a mintabevitel eszközei
- A detektorok fajtái: optikai, elektrokémiai, tömegszelektív detektorok működési elve

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékábrák

### **Kulcsszavak, fogalmak:**

- Molekulatömeg, oldhatóság
- Álló- és mozgófázis polaritása, normál- és reverzfázisú kromatográfia, ionkromatográfia
- Eluenstartály, gázatlanító, nagynyomású folyadékpumpa, mintabemérő, detektor, kiértékelő és vezérlő berendezés (számítógép)
- Oldószerarány időbeni változtatása, szelektivitás
- Optikai (abszorpció, refrakció), elektrokémiai (vezetés), tömegszelektív (tömegspektrum) detektorok

**12. Fejtse ki a gáz- és folyadékkromatográfiai rendszerek üzemeltetésének jellemzőit!**

- Gáz- és folyadékkromatográfiai oszlopok kiválasztása, minősítésük, selejtezésük, QA/QC biztosítása
- Gáz- és folyadékkromatográfiai oszlopok szerelése, tisztításuk, tárolásuk
- Gáztisztítók használata gázkromatográfiában, eluensek előkészítése és tárolásuk folyadékkromatográfiában
- Üzemeltetési útmutató szerinti üzemszintű karbantartások
- Mérési módszer alkalmazása kromatográfiai rendszeren

A tételhez használható segédeszköz:

- oszloptanúsítvány

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Oszlop polaritása, felbontóképesség, tányérszám, kapacitás, QA/QC minta
- Oszloptömítés, csőcsatlakozások, tömörségvizsgálat, oszlop tisztítása oldószerekkel, oldószeres feltöltés, dugózás
- Oxigénmentesítés, töltetcsere, regenerálás, gázmentesítés
- Szeptum, injektor betét- és szűrőcserek, pumpatisztítás
- Gázsebesség, hőmérséklet- és gradiens programok beállítása

**13. Mutassa be az atomspektroszkópiai módszerek jellegzetességeit és a lángfotometriás módszert!**

- Atomspektrumok kialakulásának elektronszerkezeti magyarázata
- Atomemissziós sugárforrások
- A lángatomizálás jellegzetességei, lángtípusok
- Mintabeviteli módok
- Atom- és sugárforrásban lejátszódó folyamatok
- Lángfotometriásan meghatározható elemek és a lánghőmérséklet kapcsolata
- Lángfotométerek felépítése, részeik
- Koncentráció és emisszió kapcsolata, kalibráció
- Zavaró hatások

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékábrák

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Diszkrét energiaszintek, vonalas szinkép
- Termikus sugárforrások, láng, induktív csatolású plazma, ív- és szikrakisülés, nem termikus sugárforrások
- Lánghőmérsékletek, alkalmazott gázok, redukzív, sztöchiometrikus és oxidáló lángok
- Indirekt porlasztás, ködkamra, égőfej
- Oldószerpárolgás, disszociáció, gerjesztés, emisszió
- Atomemissziós sugárforrás, monokromátor, detektor
- Elemkoncentráció és linearitásviszony

**14. Részletezze az atomabszorpciós módszer jellegzetességeit!**

- Az atomabszorpció fogalma
- Az atomforrások fajtái, jellegzetességeik
- Az atomabszorpciós készülék felépítése, részei
- A vájtkatód lámpa működése
- Abszorbancia-koncentráció összefüggés, kalibráció, zavaró hatások kiszűrése
- A grafitkemencés atomizálás lépései
- Zavaró hatások kiküszöbölése grafitkemencés atomizálásnál

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékrajz

**Kulcsszavak, fogalmak:**

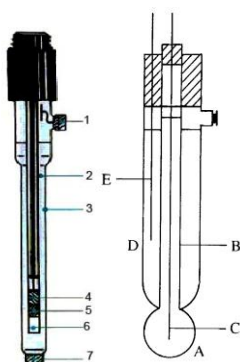
- Fotonaktivált elektrongerjesztés
- Láng- és grafitkemencés atomizálás, higany-hidrid atomizálás
- Vájtkatód lámpa, atomforrás, monokromátor, detektor
- Neongáztöltés, ionizáció, fémgőz, gerjesztés, vonalas emisszió
- Lineáris kapcsolat, másodfokú közelítés, modelloldatok, lámpamoduláció
- Szárítás, hamvasztás, atomizálás, salakozás
- Mártrixmódosítás, háttérkorrekció

**15. Mutassa be a direkt potenciometria elvét, módszereit, legfontosabb indikátor- és referenciaelektroódjait!**

- A direkt potenciometria elve, egyszerűsített vázlatrajzzal
- Az üvegelektrod és a kombinált üvegelektrod felépítése
- A referenciaelektrodok szerepe (kalomel elektrod felépítése)
- A nernst összefüggés egy sav/bázis, illetve redox mérés esetén
- Az ionszelektív elektrodok elve, fajtái, az ionerősség-beállítás szerepe
- A kalibrációs és a standard addíciós módszer ismertetése

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékrajz



**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Elvi rajz
- A víz autoprotolízise, a pH definíciója, értelmezése
- A kombinált üvegelektrod (A – érzékeny üvegmembrán; B – Belső üvegszár, klorid tartalmú puffer oldattal; C – Ag/AgCl másodfajú elektrod; D – Külső üvegszár, kerámiacsonkkal, AgCl-dal telített KCl-oldattal; E – Ag/AgCl vonatkozási elektrod
- Kalomel elektrod (1 – töltőnyílás; 2 – belső üvegcső; 3 külső üvegtest; 4 – higany; 5 – kalomel, 6 – üveggyapot; 7 – sóhíd)
- A Nernst-összefüggés

C

$$E = K + \frac{RT}{zF} \ln [H^+] = K + 0,0591 \log [H^+]$$

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{c_{ox}}{c_{red}}$$

- Szilárd membránelektrodok, folyadék membránelektrodok, TISAB
- Kalibrációs módszer: 3-5 ismert koncentrációjú oldat mérése  
(y tengely: mV vagy pH, x tengely: koncentrációk)
- Standard addíciós módszer: minta közvetlen mérése, majd ismert koncentrációjú addíció és potenciálmérés

**16. Beszéljen az indirek potenciometria (potenciometriás titrálás) elvéről, típusairól!  
A titrálási görbe értelmezése, egyenértékpont-meghatározás, automata potenciometrikus titrálás**

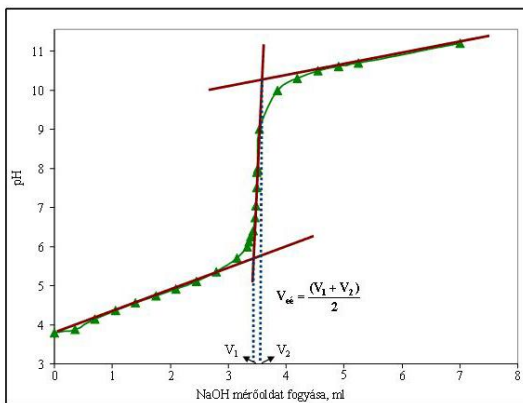
- Elvi rajz
- A potenciometriás titrálások főbb típusai (sav/bázis; redox; komplexometriás; csapadékos)
- Egy titrálási görbe rajza és értelmezése
- Egyenértékpont-meghatározási módszerek (grafikus, differenciahányadosok módszere)
- Az automata titrálók elvi rajza

A tételhez használható segédeszköz:

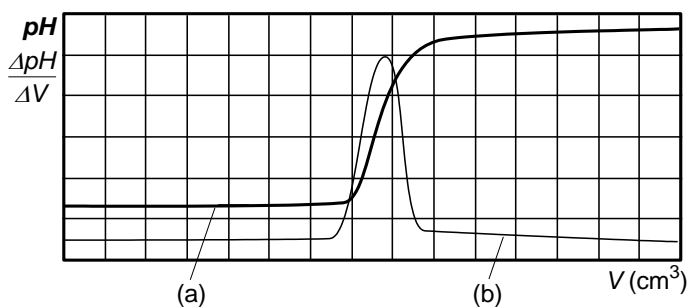
- készülékrajz

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Helyes elvi rajz
- Protonátmenet, elektronátmenet, komplexképződés, csapadékképződés
- A titrálási görbe menete (első deriváltja)



1. ábra. Egyenértékpont meghatározása érintők módszerével



C

Szakképesítés-ráépülés: 55 524 03 Műszeres analitikus  
Szóbeli vizsgatevékenység  
A vizsgafeladat megnevezése: Analitikai elemző módszerek

- Inflexiós pont, egyenérték pont meghatározása
- Automata titrálás elvi rajza (léptetőmotor – automata buretta, vezérlő- és mérő-egység stb.)

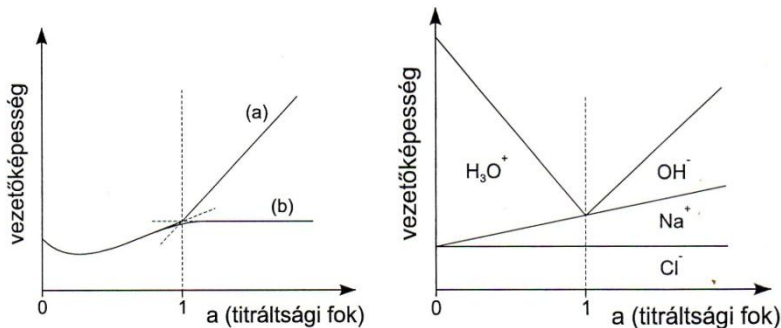


**17. Magyarázza el a vezetési titrálás elvét, mutassa be néhány típusát, rajzolja le a mérési összeállítás egyszerűsített vázlatát!**

- Vezetés, fajlagos vezetés, cellaállandó
- Erős sav titrálása erős bázissal (rajzmagyarázattal)
- Gyenge sav titrálása erős bázissal és gyenge bázissal (rajzmagyarázattal)
- Csapadékos titrálás
- Egyenérték pont meghatározása grafikusán
- Egyenérték pont meghatározása táblázatkezelő segítségével

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Vezetés, fajlagos vezetés, cellaállandó
- $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$  [S, mS,  $\mu$ S]       $\kappa = \frac{1}{\rho} = G \cdot K_{cella} \frac{S}{cm}$
- Titrálási görbék: erős sav titrálása erős bázissal  
 gyenge sav titrálása erős bázissal  
 gyenge bázis titrálása gyenge bázissal



- Grafikus meghatározásnál: illesztett egyenesek metszéspontja
- Egyenérték pont meghatározása táblázatkezelő segítségével: egyenesekre illesztett két egyenlet megoldása

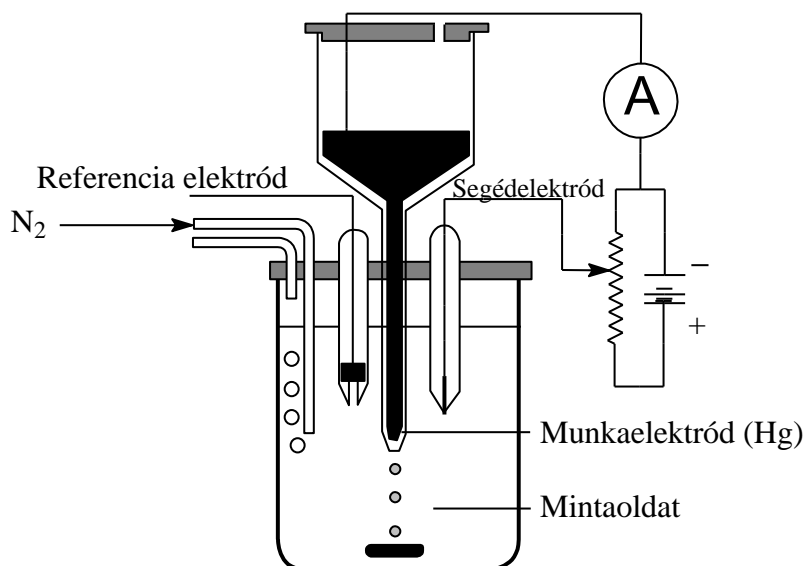
C

**18. Vázolja a voltammetria elvét, mérési módszereit! Rajzoljon le egy egyszerűsített polarográfiás mérési összeállítást!**

- A voltammetria mérési elve (vázlatrajz)
- A munkaelektrod, segédelektrod és a referenciaelektrod szerepe
- A polarográfia elve, a polarográfiás lépcső elemzése
- Polarográfiás értékelő módszerek
- Strippinganalízis

A tételhez használható segédeszköz:

- készülékrajz



**Kulcsszavak, fogalmak:**

- A voltammetriás mérési elv – potenciosztát, elektrolízis, félérték-potenciál, diffúziós áram
- A polarográf elvi felépítése
- Polarográfiás értékelő módszerek: kalibráció, standard addíció
- Stripping analízisdúsítás egy higanycseppen (redukció), visszaoldás (oxidáció)

**19. Határozza meg az analitikában használatos fontosabb statisztikai fogalmakat, értékelő módszereket!**

- Véletlen hiba, rendszeres hiba, várható érték
- Átlag, szórás, korrigált tapasztalati szórás
- A normális eloszlás (Gauss-függvény) értelmezése, u-próba
- Studenteloszlás, t-próba
- A mérési eredmény szabályos megadása

A tételhez használható segédeszköz:

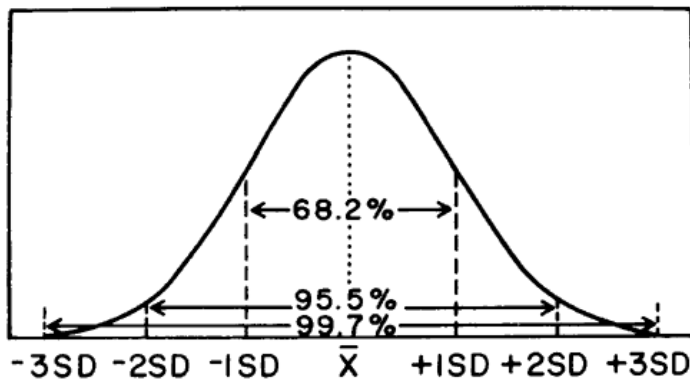
- statisztikai táblázatok (normális eloszlás; Student-eloszlás)

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- A hibafajták értelmezése, átlag, szórás, korrigált tapasztalati szórás

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

- A Gauss-függvény (Normális eloszlás) értelmezése



- Kis mintaszám – Student-eloszlás
- A mérési eredmények szabályos megadása

$$c_{\text{átlag}} = \bar{c} \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

C

**20. Sorolja fel egy analitikai módszer validálási lépéseit!**

- Szelektivitás
- Linearitás
- Torzítatlanság
- Precizitás
- Ismételhetőség és/vagy reprodukálhatóság
- Kimutatási-, meghatározási határ
- Robosztusság
- Egy módszer (pl. linearitás) részletes magyarázata

**Kulcsszavak, fogalmak:**

- Elfogadási kritériumok
- Linearitás – legkisebb négyzetek módszere, illesztett egyenes – tengelymetszet, meredekség
- Regressziós koeficiens ( $R^2$ )
- Torzítatlanság – független bemérések, visszanyerés
- Precizitás – független bemérések, átlag, szórás, RSD
- Ismételhetőség és/vagy reprodukálhatóság (2 analitikus koncentráció és szórás adatainak összehasonlítása, F-próba, páros t-próba)
- Kimutatási, meghatározási határ
- Robosztusság, állékonyság

