

UV-VIS spektrofotometria

Ivóvíz nitrátion tartalmának meghatározása (segédanyag)

1. Az ivóvíz fogalma, alapvető jellemzői:

Az ivóvízzel szemben támasztott egészségügyi, ill. esztétikai követelményeket röviden az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- ne tartalmazzon olyan anyagokat, vagy élőlényeket, amelyek az emberi szervezetet bármilyen módon károsíthatják,
- tartalmazza mindazokat az anyagokat, amelyekre a szervezetnek szüksége van és felvételükben a víz szerepe lényeges,
- legyen színtelen, szagtalan, ne legyen kellemetlen íze, ne tartalmazzon szemmel látható részecskéket, élőlényeket.

Mindezen követelményeket jogi formában a **201/2001.(X.25.) Korm. sz. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről** szabályozza.

A rendelet alkalmazásában az ivóvíz meghatározott minőségű olyan víz:

- amely ivásra, főzésre, élelmiszer-készítésre, vagy egyéb háztartási célra szolgál, tekintet nélkül az eredetére, valamint arra, hogy vízvezetékből, vagy tartályból származik,
- amelyet élelmiszer előállításához használnak fel, beleértve mindazon anyagoknak és termékeknek a gyártását, feldolgozását, konzerválását és forgalmazását, amelyek emberi fogyasztásra szolgálnak;

A víz akkor felel meg az ivóvíz minőségnek, ha

- nem tartalmaz olyan mennyiségben vagy koncentrációban mikroorganizmust, parazitát kémiai vagy fizikai anyagot, amely az emberi egészségre veszélyt jelenthet;
- megfelel az 1. sz. melléklet A és B részében meghatározott követelményeknek;
- minden szükséges intézkedés megtörtént annak érdekében, hogy az ivóvíz minősége megfeleljen a rendeletben meghatározott előírásoknak.

2. Ivóvizek összetétele, szennyezői

A természetben a víz vegyileg tiszta állapotban (ionmentes víz) nem fordul elő. Az esővíz még tiszta levegőjű területen is tartalmaz szén-dioxidot, amely víz a talajjal érintkezve bizonyos ásványi anyagokat oldani képes. Így a tiszta természetes víz legalább kalcium- és magnézium-hidrogénkarbonátot, valamint az ezekkel egyensúlyt tartó oldott széndioxidot (szénsavat) tartalmaz. Az ilyen vizet tekinthetjük ideális ivóvíznek, mivel a szervezetnek nem ionmentes vízre, hanem bizonyos ozmózisnyomást elérő "vizes oldatra" van szüksége és a fenti ionok bizonyos koncentrációig ártalmatlannak tekinthetők.

A természetben lévő víz a fenti ionokon kívül még antropogén szennyezésektől mentes helyen is tartalmaz néhány mg/l klorid, ill. nátriumiont, nem ionos vegyületként néhány 10mg/l metakavasavat, valamint a hőmérséklettől függő mértékben oldott oxigént. Természetes anyagnak tekintjük az ivóvízben továbbá a jodid és a fluorid ionokat is, amennyiben ezek koncentrációja nem haladja meg az ideálisnak tekinthető érték dupláját (fluorid esetén) ill. a 3-4-szeresét (jodid esetén).

A tiszta vizekben is jelenlévő, fentebb felsorolt természetes anyagokon kívül előforduló egyéb anyagokat szennyező anyagoknak tekintjük. Szennyező anyagnak minősülnek a természetes anyagok is, ha koncentrációjuk a szokásos többszörösét éri el.

A szennyező anyagokat egészségügyi szempontból két csoportba sorolják:

1. **természetes szennyezések**, amelyek emberi beavatkozástól mentes környezetben is előfordulnak:
 - természetes szerves anyagok, amelyek növényi vagy állati szervezet anyagcsere-, vagy bomlástermékeként jutnak a vízbe. Jelenlétük átmeneti: oxidatív környezetben lebomlanak

(öntisztulás), a mélyebb rétegekben, anareob körülmények között humifikálódnak, belőlük huminanyagok keletkeznek.

- nitrogénvegyületek (ammónia, ill. ammóniumion, nitrit, nitrát), amelyek az élő szervezetekben lévő fehérjék és nukleinsavak lebomlási termékei.
- a kénhidrogén (szulfidtartalom) felszíni vizekben anareob fehérjebomlás termékeként, mélységi vizekben vulkán utóműködés eredményeként jelenhet meg.
- vas és mangán, amelyek természetes körülmények között akkor kerülnek a vízbe, ha a talaj redukív.
- az arzén a vizekben leggyakrabban előforduló természetes eredetű mikroelem, általában mélységi vízáadó rétegekből oldódik ki.
- a bór szintén mélységi vízáadó rétegekből oldódik ki, néha jelentősebb koncentrációban.

2. **természetidegen szennyezések**, amelyek emberi tevékenység következtében keletkeznek és/vagy kerülnek az ivóvízbe:

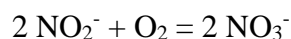
- az emberi tevékenység nyomán megnövekszik a vizek természetes szennyezőinek koncentrációja (pl. a műtrágyázás következtében feldúsulnak a nitrogén vegyületek, a foszfor), ami eutrofizációt eredményez, ennek nyomán a megnövekedett algamennyiségből íz- és szagrontó algatoxinok jelennek meg a vízben.
- bizonyos vegyi anyagok rendeltetészerű felhasználáskor, gyártási melléktermékként, esetleg baleset következtében kerülnek az ivóvízbe, pl. a növényvédőszer, detergens (mosószer) hatóanyagai, szerves oldószerek.
- szennyező anyagok kerülhetnek az ivóvízbe a vízkezelés során is. A higany pl. a felhasznált kálium-permanganát szennyezőjeként jelenik meg, míg a szerves mikroszennyezők a klórozás vagy az ózonos fertőtlenítés melléktermékeként keletkeznek.
- azbeszt kerülhet az ivóvizekbe a régebben alkalmazott azbeszt-cement vízvezetékcsövekből, nehézfémek a fémcövekből (pl. ólom, kadmium), lágyítók, stabilizátorok (szintén ólom), öregedés gátlók (szerves fémvegyületek), szerves oldószerek a ma alkalmazott műanyag csövekből.

3. A különböző N-formák keletkezése, élettani hatásai:

A nitrogén körforgása keretében az élő szervezetben lévő fehérjék és nukleinsavak bomlásakor, mind élő szervezetek anyagcseréje, mind elpusztult szervezetek bomlása eredményeképpen ammónium vegyületek keletkeznek. Ez a folyamat az **ammonifikáció**, amelyet aerob körülmények között heterotróf szervezetek végeznek: pl. karbamidból



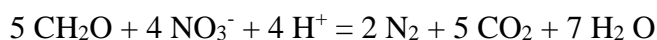
Oxidatív környezetben a **nitrifikáció** során az ammóniumion nitritté, majd nitráttá alakul. A nitritté alakítást a *nitrosomonas*, a nitráttá alakítást a *nitrobacter* nevű baktériumtörzsek végzik, melyek mindegyike autotróf, vagyis életműködésükhöz (ellentétben a heterotróf törzsekkel) nincs szükségük biodegradálható szerves anyagra:



A különböző nitrogénformák jelenléte, ill. hiánya kiváló szennyezés jelző. Amíg a nitrogén ammónia (vagy ammóniumion) alakjában van jelen a vízben friss szennyezéssel van dolgunk, a nitrit jelenléte azt mutatja, hogy megindult az oxidatív öntisztulás, a tovább már nem oxidálható nitrát megjelenése pedig az öntisztulás befejeződésére utal. Mivel tovább nem alakítható a nitrát akár nagyobb mennyiségben is feldúsulhat a felszín közeli vizekben.

Nem érvényesül a szennyezés jelző szerepe a mélységi, levegőtől elzárt vizekben, hiszen ott nitrifikáció nem játszódhat le. Ha mégis nitrát kerül egy ilyen rétegbe abból anareob körülmények

között heterotróf mikroorganizmusok hatására nitrogén gáz keletkezik. Ez a folyamat a **denitrifikáció**:



A fejlett országokban, az utóbbi évtizedekben a felszíni és talajvizek nitrát-tartalma határozottan növekszik, elsősorban a mezőgazdaság fokozott műtrágya-felhasználásának következményeként. Nitrát jelenléte az ivóvízben elsősorban a mesterségesen táplált csecsemők számára jelent veszélyt. Bizonyos körülmények között (magasabb pH, redukáló baktériumflóra, amely jellemző a csecsemők gyomor-bél rendszerére) a gyomorban nitritté alakul, amely felszívódva a vér hemoglobinjának egy részét oxigén szállítására képtelen metahemoglobinná alakítja, így az oxigéntranszport akadályozásával testi és szellemi elmaradást okoz. További egészségkárosító hatás lehet a pajzsmirigy működés gátlása, amelyet a jódhiány (amely gyakran jár együtt magas nitrát-tartalommal) fel is erősít.

Sok kutató szerint összefüggés van az emésztő- és kiválasztószervi daganatok és az ivóvizek magas nitrát-tartalma között. Gyomorsavhiányos személyeknél ui. a nitrátból nitrit, abból pedig daganatkeltő n-nitroso vegyület ($\text{R}_2\text{-N-NO}_2$) keletkezhet. Azonban az ilyen, fokozott kockázatú csoportoknál is nem a néhány 10, hanem a több száz ppm nitrát koncentráció jelent veszélyt.

3. Nitrátion meghatározási lehetőségei

3.1. Spektrofotometriás módszerek

Minőségi azonosítás (tájékoztató vizsgálat): a nitrátokból forró tömény kénsav hatására felszabaduló salétromsav az indigókarmin oldatot szintelen terméké, izatinná oxidálja (MSZ 448/12-82).

Mennyiségi meghatározás:

- nátrium szaliciláttal:** a nitrátokból tömény kénsav hatására keletkező salétromsav és nátrium-szalicilát reakciója során nitroszarmazék keletkezik, melynek Na-sója lúgos közegben sárga színű. Az oldat színintenzitása 410 nm környékén arányos a vízminta nitrát-koncentrációjával (MSZ 448/12-82: ivóvízben, MSZ 12750/18-74: felszíni vizekben, MSZ 260/11-71: szennyvízben, MSZ 21880/11-83: légköri csapadékvízben).
- nitritté redukáva** (pl. kadmiummal), majd a nitrit meghatározása szulfanilsav- α -naftilamminnal vörösesibolya azoszinezék keletkezése közben (lásd az MSZ 448/12-82: NO_2^- meghatározása ivóvízben, MSZ EN ISO 13395: NO_3^- ion meghatározása ivó-, felszíni- és szennyvizekben kadmiumos redukciót követő szulfanilsav- α -naftilammintos módszerrel áramló oldatos injektálásos (FIA) mérés technikával UV-VIS detektálással)
- közvetlen UV spektrofotometriás módszerrel:** az NO_3^- ion a 208-212 nm ultraibolya tartományban abszorbeál, itt a minta minden előkészítés nélkül mérhető. A mérés csak kevés zavaró szerves anyag jelenléte esetén végezhető el.

3.2 Ionkromatográfia: állófázisként kis kapacitású anioncserélő oszlopot, mozgófázisként egy-, vagy kétértékű gyenge savak sóinak vizes oldatát (nátrium-karbonát-nátrium-hidrogénkarbonát), detektorként vezetőképességmérőt, szupresszorként (ionelnyomóként az eluens vezetőképességének csökkentésére) kationcserélő oszlopot alkalmaznak (MSZ EN ISO 10304-1: ivó-, felszíni- és talajvizekben, MSZ EN ISO 10304-2: szennyvizekben)

Melléklet: a 201/2001.(X.25.) Korm. sz. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló kormányrendelet: az ivóvízben található természetes (C táblázat) és mesterséges szennyeződések (A, B táblázat) határértékei:

A) Mikrobiológiai vízminőségi jellemzők

Vízminőségi jellemző	Határérték (szám/100 ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Enterococcusok	0

Tartályban forgalmazott vízre vonatkozó értékek:

Vízminőségi jellemző	Határérték
Escherichia coli (E. coli)	0/250 ml
Enterococcusok	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Telepszám 22 °C-on	100/ml
Telepszám 37 °C-on	20/ml

B) Kémiai vízminőségi jellemzők

Vízminőségi jellemző	Határérték	Egység	Megjegyzés
Akrilamid	0,10	µg/l	1. megjegyzés
Antimon**	5,0	µg/l	
Arzén	10	µg/l	2. megjegyzés
Benzol	1,0	µg/l	
Benz(a)pirén	0,010	µg/l	
Bór	1,0	mg/l	3. megjegyzés
Bromát**	10	µg/l	4. megjegyzés
Kadmium	5,0	µg/l	
Króm	50	µg/l	
Réz	2,0	mg/l	5. megjegyzés
Cianid	50	µg/l	
1,2-diklór-etán**	3,0	µg/l	
Epiklórhidrin	0,10	µg/l	1. megjegyzés
Fluorid	1,5	mg/l	3. megjegyzés
Ólom*	10	µg/l	5. megjegyzés
Higany	1,0	µg/l	
Nikkel	20	µg/l	5. megjegyzés
Nitrát	50	mg/l	6. megjegyzés
Nitrit	0,50	mg/l	3., 6. és 7. megjegyzés
Peszticidek*	0,10	µg/l	8. és 9. megjegyzés
Összes peszticid*	0,50	µg/l	8. és 9. és 10. megjegyzés
Policiklusos aromás szénhidrogének	0,10	µg/l	Meghatározott vegyületek koncentrációjának összege; 11. megjegyzés
Szélén	10	µg/l	
Tetraklór-etilén és triklór-etilén	10	µg/l	A két vegyület koncentrációjának összege
Összes trihalo-metán	50	µg/l	Meghatározott vegyületek koncentrációjának összege; 12. megjegyzés
Vinil-klorid	0,50	µg/l	1. megjegyzés
Cisz-1,2-diklór-etilén	50	µg/l	
Klorit	0,20	mg/l	13. megjegyzés
Kötött aktív klór	3,0	mg/l	13. megjegyzés

C) Indikátor vízminőségi jellemzők

Vízminőségi jellemző	Határérték	Egység	Megjegyzés
Alumínium	200	µg/l	
Ammónium	0,50	mg/l	1. megjegyzés
Klorid	250	mg/l	1. és 2. megjegyzés
Clostridium perfringens (spórákkal együtt)	0	szám/100 ml	3. megjegyzés
Szín	A fogyasztók számára elfogadható és nincs szokatlan változás		
Vezetőképesség	2500	µS cm ⁻¹ 20 °C-on	2. megjegyzés
pH	≥6,5 és ≤9,5		2. és 4. megjegyzés
Vas*	200	µg/l	
Mangán*	50	µg/l	
Szag	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás		
Permanganát index (KOIps)	5,0	mg/l O ₂	1. megjegyzés
Szulfát	250	mg/l	2. megjegyzés
Nátrium	200	mg/l	
Íz	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás		
Telepszám 22 °C és 37 °C- on	Nincs szokatlan változás	szám/ml	5. és 6. megjegyzés
Coliform baktériumok	0	szám/100 ml	7. megjegyzés
Pseudomonas aeruginosa	0	szám/100 ml	5. megjegyzés
Összes szerves szén (TOC)	Nincs szokatlan változás		9. megjegyzés
Zavarosság	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás		10. megjegyzés
Keménység	min. 50 max. 350	mg/l CaO	11. megjegyzés
Fenolindex	20	µg/l	12. megjegyzés
Olajszármazékok	50	µg/l	12. megjegyzés
RADIOAKTIVITÁS			
Trícium	100	Bq/l	13. és 14. megjegyzés
Összes indikatív dózis	0,10	mSv/év	14. és 15. megjegyzés

4. Laboratóriumi gyakorlat:

4.1. Nitrit-tartalom tájékoztató mérése (MSZ 448/12-82 magyar szabvány szerint):

4.1.1 **A mérés elve:** a nitrition, mint oxidálószer, savas közegben, a jodidionokat jóddá oxidálja, amely a keményítővel kék színű vegyületet alkot. Az oldat színintenzitása arányos a nitrition koncentrációjával.

4.1.2. A mérés menete:

1. **Referenciaoldat készítése:** Egy 50 ml-es főzőpohárba a nitritionra nézve 100 ppm koncentrációjú törzsoldatból pipettával annyit mérünk be (kiszámítandó!), hogy azt majd 30 ml-re kiegészítve a nitritionra nézve éppen 0,5 ppm-es (szabvány szerinti határérték) oldatot kapjunk. Hozzáadunk 2 ml keményítőt tartalmazó KI-oldatot, kb. 10 csepp (0,5 ml) 1:1 hígítású kénsavat, majd a térfogatát ioncserélt vízzel 30 ml-re egészítjük ki.
2. **Víz minta elkészítése:** Egy 50 ml-es főzőpohárba bemérünk 2 ml keményítőt tartalmazó KI-oldatot és kb. 10 csepp (0,5 ml) 1:1 hígítású kénsavval megsavanyítjuk. Ezután a térfogatot a vizsgálni kívánt csapvízzel 30 ml-re egészítjük ki.

Az elkészített oldatokat sötét helyen 15-20 percig állni hagyjuk, majd színüket (felülről nézve, fehér alapon) szemre összehasonlítjuk.

4.2. Nitrát-tartalom mennyiségi meghatározása (MSZ 448/12-82 magyar szabvány szerint):

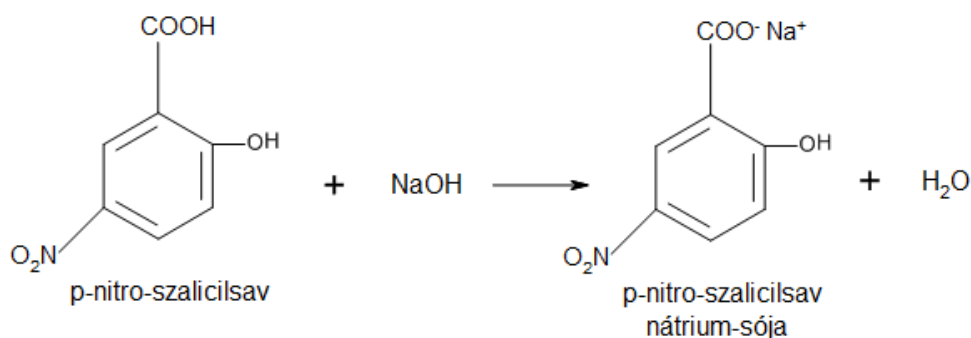
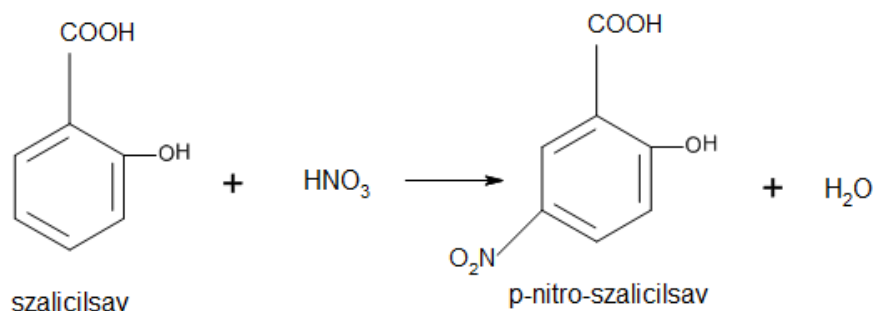
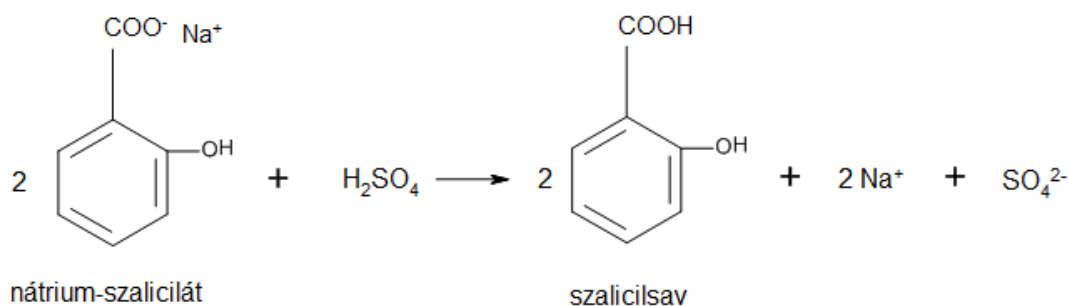
4.2.1 **A mérés elve:** A nitrátióból cc. kénsav hatására keletkező salétromsav és nátrium-szalicilát reakciója (nitrálás) során nitroszarmazék keletkezik, melynek nátriumsója lúgos közegben sárga színű. Az oldat színintenzitása arányos a víz minta nitrátió-koncentrációjával (a reakcióegyenleteket lásd az 1. ábrán)

4.2.2. A mérés menete:

1. **Na-szalicilát oldat (5g/l) készítése :** 0,125 g szilárd Na-szalicilátot ioncserélt vízben feloldunk és 25cm³-es mérőlombikba bemessük, majd a lombikot jelig töltjük.
2. **Kalibráló oldatsor készítése:** 7 db, 50 ml-es normál lombikba annyi ml, NO₃-ra nézve 1000 ppm koncentrációjú törzsoldatot mérünk be, hogy azokat 50 ml-re kiegészítve az alábbi koncentrációjú oldatokat kapjuk: **0, 5, 10, 15, 20, 30, 40 ppm**. Ezután a lombikokat jelig töltjük és jól összerázzuk.
3. **A kalibráló oldatok előkészítése a bepárláshoz:** a kalibráló oldatokból kb. 50 ml-es főzőpoharakba 5,0-5,0 ml-t pipettával kimérünk (egy főzőpohárral megoldható, ha a hígabbtól a töményebb felé haladunk, és közben többször öblítjük a főzőpoharat és a pipettát), és mindegyikhez 1 ml Na-szalicilát oldatot adunk. (Ezek után az 50 ml-es mérőlombikokat el is moshatjuk).
4. **Minta előkészítés:** 3 db 50 ml-es főzőpohárba pipettával 10,0-10,0 ml csapvizet mérünk be (3 párhuzamos mérés) és mindegyikhez 1 ml Na-szalicilát oldatot adunk.
5. **Bepárlás:** A 7 db kalibráló oldatból és a 3 db vízmintából készült Na-szalicilátos oldatokat vízfürdőn szárazra pároljuk (kb. 1 óra)
6. **Nitrálás:** Minden főzőpohárba 1 ml cc. kénsavat mérünk be (**védőkesztyű, védőszemüveg használata kötelező!**). Az edényt óvatosan rázogattva savat az edény alján jól körbeforgatjuk, hogy mindenhol érintkezzen a bepárlási maradékkal, majd 10 percet várakozunk.
7. **Lúgosítás:** A főzőpoharakban lévő cc. kénsavas oldatokat 20 ml ioncserélt vízzel felhígítjuk (védőszemüveg!), majd minden lombikba kb. 7 ml 10 M NaOH oldatot mérünk be (sárga

szín kialakulása – ha nem sárgul be, akkor több kénsav kerülhetett bele, ez esetben több NaOH oldat kell).

8. **A mérendő oldatok elkészítése:** A megsárgult oldatokat a főzőpoharakból a megfelelő 50 ml-es mérőlombikokba töltjük, a maradékot kb. 3x3 ml ioncserélt vízzel bemossuk, végül a lombikokat jelig töltjük és jól összerázzuk. Kb. 20 perc várakozás után (de egy órán belül), miután az oldatok lehűltek a szín állandósul, az oldatok fotometrálnak.
9. **A minta spektrumának felvétele:** Kétutas spektrofotométeren a használni kívánt 1,00 cm-es kvarc küvettákba referencia (vak) oldatot töltünk, a programban beállítjuk a spektrumfelvétel mérési paramétereit, majd alapvonalkorrekciót végzünk. Ezután felvesszük valamelyik mintaoldat UV-látható spektrumát. A spektrumot kiértékelve megállapítjuk a mennyiségi meghatározáshoz alkalmas hullámhossz értékét.
10. **Fotometriás mennyiségi mérés:** A mérést egyutas spektrofotométeren végezzük. Beállítjuk a mérés hullámhosszát, bekalibráljuk a transzmittancia skálát (0 % és 100 %), majd a hígabb oldatoktól a töményebbek felé haladva 1,00 cm-es üveg küvettában megmérjük az oldatok transzmittancia és abszorbancia értékeit. Minden egyes mérés előtt a vakoldat segítségével ellenőrizzük (és ha szükséges korigáljuk) a transzmittancia skálát.



1. ábra. Nitrátion-meghatározása nátrium-szalicilátos módszerrel. Reakcióegyenletek

4. Ellenőrző (és beugró) kérdések

1. Spektroszkópia általános kérdések

- 1.1. Milyen összefüggés van egy foton energiája és a hullámhossza között?
- 1.2. Mi a spektrum? Milyen fajtájú (jellegű) spektrumokat ismer?
- 1.3. Mi a spektrum? Rajzoljon fel egy emissziós atomspektrumot!
- 1.4. Mi a spektrum? Rajzoljon fel egy abszorpciós atomspektrumot!
- 1.5. Mi a spektrum? Rajzoljon fel egy abszorpciós molekulaszpektrumot!

2. UV-VIS minőségi analízis

- 2.1. Mit nevezünk kromofórnak? Írjon rá egy példát is!
- 2.2. Mik az auxokrom csoportok? Milyen hatásuk van a spektrumra? Írjon rá egy példát is!
- 2.3. Írja le milyen elektrongerjesztési lehetőségek vannak egy karbonil csoportnál ($>C=O$)!
- 2.4. Írja le milyen elektrongerjesztési lehetőségek vannak egy nitro csoportnál ($-N=O$)!
- 2.5. Mit értünk konjugáció alatt? Milyen hatással van a konjugáció a spektrumra? Írjon rá egy példát is!
- 2.6. Milyen kötések fordulnak elő π - π^* ill. n - π^* elektronátmenetek? Írjon egy-egy példát is!
- 2.7. Milyen kötések fordulnak elő n - σ^* ill. n - π^* elektronátmenetek? Írjon egy-egy példát is!
- 2.8. Mi az alapja a fémek komplex formában történő fotometriás mennyiségi meghatározásának?

3. UV-VIS mennyiségi analízis

- 3.1. Milyen összefüggés alapján történik a mennyiségi analízis az UV-VIS fotometriában? Nevezze meg az egyes változókat!
- 3.2. Írja fel, hogy milyen összefüggés van az abszorbancia és a koncentráció, ill. a transzmittancia és a koncentráció között! Rajzolja fel a két függvényt!
- 3.3. Egy adott hullámhosszon egy kétkomponensű elegy minkét komponense elnyel. Írja fel az abszorbancia számítását ezen a hullámhosszon!
- 3.4. Hogy határozható meg UV-VIS mérésel egy kétkomponensű elegy összetétele? Írja le a meghatározás lépéseit!
- 3.5. Hogy határozható meg UV-VIS mérésel egy kémiai indikátor egyensúlyi állandója? Írja le a meghatározás lépéseit!

4. Spektrofotométerek felépítése, működése

- 4.1. Rajzoljon fel egy két fényutas spektrofotométert nevezze meg az egységeit!
- 4.2. Hogy működik a halogén izzó? Rajzolja fel a spektrumát!
- 4.3. Mire használhatók a színszűrők: Rajzolja fel, hogy jön létre egy színszűrő spektruma!
- 4.4. Mi a monokromátor szerepe az UV-VIS készülékben? Milyen elven működő monokromátorokat ismer?
- 4.5. Mi a monokromátor ill. a polikromátor? Melyiket hol (milyen készülékben) célszerű használni?
- 4.6. Mi a prizma működésének alapja? Hol és milyen célra használunk prizmat egy UV-VIS készülékben?
- 4.7. Mi az optikai rács működésének alapja? Hol és milyen célra használunk optikai rácsot egy UV-VIS készülékben?
- 4.8. Mi a detektor funkciója egy UV-VIS készülékben? Milyen detektortípusokat ismer?
- 4.9. Ismertesse a fotocella működési elvét!
- 4.10. Ismertesse a fotoelektron-sokszorozó működési elvét!
- 4.11. Ismertesse a fotodióda működési elvét!

5. Alkalmazási lehetőségek, ivóvíz mérés

- 5.1. Mire használható az UV-VIS fotometria az analitikában? Írjon min. 3db gyakorlati alkalmazási lehetőséget!
- 5.2. Írja le milyen nitrogén formák fordulnak elő az ivóvizekben és ezek hogyan alakulnak át egymásba!
- 5.3. Írja le, hogy milyen klasszikus és műszeres analitikai módszereket ismer nitrátion vízben történő meghatározására!
- 5.4. Milyen anyagokat nevezünk az ivóvizek (ivóvíz források) "természetes" szennyezőinek? Honnan származik az elnevezés?