

EGY FERTŐTLENÍTŐSZER ANALÍZISE

Analitikai módszerek összehasonlítása és validálása

(Eredeti cím: ANALYSING ANTISEPTICS
Comparing and validating analytical methods)



Szerző

Burger Mária, Petrik Lajos Két tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola, H-1146 Budapest, Thököly út 48-54;
Burger@chem.elte.hu

Nyelv

Angol, magyar, szlovén

Összefoglalás

Egy analitikai laboratóriumot működtetsz, amely vény nélkül kapható gyógyhatású készítmények ellenőrzésével foglalkozik. Rajtad múlik, hogy jó, vagy gyenge minőségű áruk kerülnek ki a forgalomba. Alapvető követelmény, hogy a laboratórium csak megbízható analitikai módszereket alkalmazzon. A munkaigényes és/vagy drága eljárások azonban csődbe vihetik az üzleti vállalkozásodat. Meg kell találnod az optimális megoldást.

Ebben a feladatban két problémát kell megoldanod:

1. Egy fertőtlenítő oldat minőségét kell ellenőrizned egy olyan módszerrel, amelyet már évek óta használsz a laborban.
2. Hallottál egy új analitikai eljárásról. Mielőtt ezt a módszert alkalmaznád a "régi" helyett, az új eljárást validálnod kell. Ha megbízhatónak bizonyul, akkor még pénzügyi szempontból is össze kell hasonlítanod a régi és az új módszert. Csak akkor tudsz helyesen dönteni, ha mindkét szempontot figyelembe veszed.

Feladatcsoport típusa F

Természettudományos ismeretek alkalmazása a problémamegoldás során

Csapatmunkával kombinált problémamegoldás

Pénzügyi és anyagi erőforrások kezelése

Idő-, és munkaterv készítés

Mérési technikák

Potenciometria
Titrálás

Alkalmazási terület

Gyógyszeranalitika
Szignifikancia teszt

Idő

Gyakorlati idő:	360 perc
Elméletre szánt idő:	45 perc
Iskolán kívüli idő:	135 perc

StandardBase szabványvizsgálatok

Nincs

StandardBase mérési technikák

Redox titration
Potentiometry

Egyéb források

Richter Gedeon plc, Budapest, Gyömrői u. 19-21; www.richter.hu
G. D. Christian: Analytical Chemistry, 4th Edition, John Wiley & Sons, 1986
D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler: Fundamentals of Analytical Chemistry, 6th Edition, Saunders College Publishing, 1992
<http://en.wikipedia.org/wiki/disinfection> (with iodine)
<http://www.google.co.uk/disinfection> (using iodine)
<http://www.google.co.uk/F> (test)
<http://en.wikipedia.org/wiki/validation>
<http://en.wikipedia.org/wiki/F-test>
<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda359.htm>

Diák feladatleírás

EGY FERTŐTLENÍTŐSZER ANALIZISE

Analitikai módszerek összehasonlítása és validálása

(Eredeti cím: ANALYSING ANTISEPTICS

Comparing and validating new analytical methods)

Egy analitikai laborban dolgozol, amely különféle, vény nélkül kapható gyógyhatású készítmények ellenőrzésével foglalkozik. Ezek egyike egy fertőtlenítő oldat, amelynek alkalmazása csökkenti az élő szövetek/bőr elfertőződésének lehetőségét (Magyarországon *Betadine* néven van forgalomban). Ennek a szernek a főkomponense jód. Jódot régóta használnak fertőtlenítésre. Először 1829-ben készítették a Lugol jódot, más néven Lugol oldatot, amely egy jóddoldat és egy francia orvosról, J. G. A. Lugolról neveztek el. A Lugol oldat 5 g I_2 -ot és 10 g KI-ot tartalmaz 100 cm³ vizes oldatban, teljes jódtartalma 130 mg/cm³. A jódtinktúra általában 100 mg/cm³ elemi jódot tartalmaz etanolban, de kapható 20 mg/cm³, 30 mg/cm³ and 70 mg/cm³ koncentrációban is. A jódtinktúra minden túlélő felszerelésnek elengedhetetlen tartozéka, egyrészt sérülések fertőtlenítésére, másrészt felszíni vizek ivásra alkalmassá tételére használják. Az új, jódot tartalmazó fertőtlenítőszer povidon-jódot tartalmaznak, amely egy vízben oldódó polimer I_3^- anionnal alkotott komplexe. Ennek hatása kedvezőbb, a seb gyógyulási folyamatát nem hátráltatja és az aktív jód egy része "tartalékként" a seben marad, így hosszantartó hatást eredményez. A jódtartalmú fertőtlenítőszer nagy előnye, a széles antimikrobiális spektrum, elpusztítják a legelterjedtebb kórokozók mindegyikét, sőt, ha elegendő időt várunk, még a fertőtlenítőszernek leginkább ellenálló gomba spórákat is.

Egy ilyen típusú oldatnak a jódtartalmát a laborban egy standard módszerrel határozzátok meg, de hallottál egy új eljárásról, amely előnyösnek látszik. Először ki kell próbálnod és validálnod kell az új eljárást. A validálás szót jó néhány szakterületen használják: általánosan azt az eljárást jelenti, amellyel ellenőrizzük, hogy valami eleget tesz-e egy meghatározott követelménynek. A validálás magában foglalja, hogy egy megoldásról vagy eljárásról tanúsíthatjuk, hogy az korrekt. Az utolsó lépés, hogy összehasonlítsd a két módszer költség- és munkaigényét.

Rövid összefoglaló

A laboratórium már több éve nagy gyakorlattal és jó eredménnyel alkalmazza egy fertőtlenítő oldat jódtartalmának meghatározására a jodometriás titrálást keményítőt használva a végpontjelzésre. Az "új" ötlet egy potenciometriás mérés. Össze kell hasonlítanod a potenciometriás titrálással kapott eredményeket a keményítőt alkalmazó titrálás eredményeivel.

Hogyan lehet megállapítani, hogy a két módszer között szignifikáns-e a különbség? A választ egy erre alkalmas statisztikai kiértékelés, az F-teszt adja meg. Ha az F-teszt eredménye azt mutatja, hogy a két módszer szórásértéke nem különbözik szignifikánsan, akkor az új módszert el lehet fogadni (ha gyorsabb és/vagy olcsóbb). Ebben az utolsó mondatban szerepelt a szórás: mit jelent ez? A szórás a megismételt mérések egyezésének mértékét mutatja meg - az eredmény *reprodukálhatóságára* utal. Ha egy adott módszerrel kapott

eredmény szórása kicsi, még azt is ellenőrizni kell, hogy a "valódi" és a mért érték között mekkora az eltérés – ez mutatja meg a módszer *pontosságát*.

A szórás és a pontosság között azért kell különbséget tenni, mert két különböző típusú hibával kell számolnunk: a szisztematikus és a statisztikus (véletlenszerű) hibával. Például a potenciometriás titrálásnál szisztematikus hibát okozhat a szerves molekula adszorpciója a platinaelektrod felületén. Ez a jelenség a végpont eltolódását okozhatja. Ha az adszorpció reprodukálható, akkor a titrálás eredményének szórása lehet *kicsi*. Ha a keményítő indikátorral kapott eredményt elfogadjuk "valódi" értéknek és a potenciometriás mérés eredménye ehhez képest nagy eltérést mutat, akkor a potenciometriás módszer *pontossága kicsi*.

Ha a potenciometriás módszer eredménye közel esik a "valódi" értékhez, azaz a két módszer pontossága hasonló, akkor a következő lépés a két analitikai eljárás szórásának összehasonlítása.

A statisztikus hibák a kísérleti bizonytalanságokat tükrözik. Ezek minden analitikai módszernél jelen vannak. A párhuzamos mérések számának növelésével ezt a hibát csökkenteni lehet.

Végül hasonlítsd össze a két módszer költségigényét! Ha a potenciometria mind szakmai, mind pénzügyi szempontból kedvező, akkor a "régi" keményítő módszer helyettesíthető a potenciometriával.

Elvégzendő vizsgálatok

A csoport létszáma: két tanuló.

Mielőtt hozzákezdtek a laboratóriumi munkához, olvassátok el a StandardBase potenciometriára és jodometriára vonatkozó részeit („Redox titration” és „Potentiometry”). A kísérleti munka megtervezéséhez ugyancsak meg kell ismernetek az F-tesztet, és figyelembe kell venni, hogy hány párhuzamos titrálást kell elvégeznetek. Vegyétek figyelembe a rendelkezésekre álló laboratóriumi időt!

Nézzetek utána, hogy a ti országotokban milyen jódtartalmú fertőtlenítő oldat van forgalomban! A jód vízben nagyon kevésbé oldódik: szobahőmérsékleten $3,5 \text{ mg/cm}^3$ az oldhatósága. Régebben a fertőtlenítő oldatok jódtartalmát úgy növelték meg $48\text{--}52 \text{ mg/cm}^3$ -re, hogy $37\text{--}44 \text{ mg/cm}^3$ KI-ot adtak hozzá, és oldószerként etanolt használtak. Újabban egy komplexképző reagens hozzáadásával kellően magas jódkoncentráció érhető el vizes oldatban. A *Betadine*-ban az aktív jódtartalom 10 mg/cm^3 .

Feladatok

Miután gondosan elolvastátok a gyakorlati feladatokat, osszátok fel a munkát egymás között! A kísérleti munkára 360 perc áll majd rendelkezésetekre.

Egyikőtök készítse el a standardizált $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldatot, míg a másikatok a keményítő és a KIO_3 oldatokat (lásd **Tanulói adatlap: Oldatok készítése**). Ezután egyikőtök keményítő indikátor mellett titrálja meg a mintát, mialatt a másikatok elvégzi a potenciometriás mérést. Mindketten 5-5 párhuzamost mérjete.

1. feladat

A **"Tanulói adatlap: A $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mérőoldat standardizálása"** felhasználásával határozd meg a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldat pontos koncentrációját. Ezt minden nap el kell végezni.

2. feladat

A **"Tanulói adatlap: A minta titrálása keményítő indikátorral"** felhasználásával titrálj meg a *Betadine* mintát $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mérőoldattal.

3. feladat

A **"Tanulói adatlap: A minta potenciometriás titrálása"** felhasználásával titrálj meg a *Betadine* mintát $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mérőoldattal.

5-5 párhuzamos mérést végezzetek, hogy a statisztikus hibát csökkentsétek.

A gyakorlati munka megkezdése előtt kockázatbecslést kell végezni.

Mérési eredmények

A kísérleti eredmények kiértékelése

A **"Tanulói adatlap: A kísérleti eredmények kiértékelése"** felhasználásával számoljátok ki

- a mérőoldat koncentrációját
- a jódtartalmat, a kétféle méréssorozatból külön-külön
- a standard deviációt (azaz a „szórást”) mindkét módszer esetében
- az F értéket.

A két módszer szórásának különbségét figyelembe véve, döntsétek el, van-e szignifikáns eltérés a „rég” és az „új” módszer között.

Költségvetés

Számítsátok ki a felhasznált vegyszerek költségét! Az árakat katalógusokban találjátok meg.

Mennyi időt fordítottatok az analízisre, amíg a végső analitikai eredményt megkaptátok? Próbáljátok információt kapni arról, hogy az országokban mennyi egy technikus órábére. Ezt is vegyétek figyelembe.

Hasonlítsátok össze a két módszer költségigényét!

Végső következtetés

Végül milyen döntést hoztok? Áttértek a potenciometriára a hagyományos keményítő indikátoros módszerről?

Önellenőrző feladatok diákoknak

Ez a feladat arról szól, hogyan kell alkalmazni a természettudományos ismereteket problémamegoldás során, megtapasztalni a csapatban való munkát és hogyan kell kezelni az anyagi és pénzügyi erőforrásokat.

Ismertesd 50-100 szóban:

- milyen természettudományos készségeket és ismereteket használtál fel, és milyen hatékonyan alkalmaztad ezeket
- milyen előnyeit láttad a csapatmunkának
- hogyan tudtátok megvalósítani az idő- és munkabeosztásra vonatkozó terveket

- hogyan tudtátok megvalósítani a költségvetési terveteket

Tanulói adatlap: Oldatok készítése

Készítsétek el a következő oldatokat:

Na₂S₂O₃ mérőoldat

Mérjetekek be 4,96 g Na₂S₂O₃·5H₂O-t. Oldjátok fel desztillált vízben, mossátok át egy 1000 cm³-es mérőlombikba, töltsétek jelre. Az így kapott oldat koncentrációja kb. 0,02 mol/dm³.

KIO₃ oldat a mérőoldat standardizálásához

Analitikai mérlegen mérjetekek be 0,7133 g KIO₃-ot. Desztillált vízben oldjátok fel, és maradék nélkül mossátok át egy 1000 cm³-es mérőlombikba, majd töltsétek jelre. Az így kapott oldat koncentrációja 1/300 mol/dm³. Tehát 1,00 cm³ oldat 3,1622 × 10⁻³ g Na₂S₂O₃-tal lesz egyenértékű. Ez az oldat hosszú ideig tárolható, anélkül, hogy a koncentrációja változna.

Keményítő indikátor oldat

Mérjetekek le 1,0 g vízzoldható keményítőt. Oldjátok fel 100 cm³ desztillált vízben, adjatok hozzá 0,1 g szalicilsavat és forraljátok fel. Hűtsétek le, öntsétek át egy jól záródó üvegbe. Így pár hétig tárolható.

Tanulói adatlap: A $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mérőoldat standardizálása

Pipettázzatok $10,00 \text{ cm}^3$ KIO_3 oldatot egy 100 cm^3 -es üveg dugós Erlenmeyer lombikba. Adjatok hozzá 30 cm^3 desztillált vizet, 2 cm^3 20%-os HCl -at és $0,3 \text{ g}$ KI -ot. 1-2 perc várakozás után titráljátok meg a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mérőoldattal. Amikor az oldat színe halványsárgára változik, adjatok hozzá 1 cm^3 keményítőt. Elszíntelenedésig titráljátok tovább az oldatot.

Tanulói adatlap: A minta titrálása keményítő indikátorral

A *Betadine* 10 mg/cm³ szabad jódot tartalmaz.

Pipetázzatok 5,00 cm³ *Betadine*-t egy 100 cm³-es Erlenmeyer lombikba. Adjatok hozzá 30 cm³ desztillált vizet és azonnal titráljátok meg a Na₂S₂O₃ mérőoldattal. Amikor a sötétbarna oldat már sárga színű, adjatok hozzá 1 cm³ keményítő indikátort és folytassátok a titrálást, amíg az oldat elszíntelenedik.

Tanulói adatlap: A minta potenciometriás titrálása

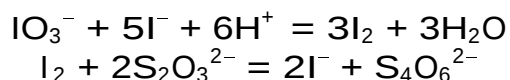
5,00 cm³ *Betadine*-t pipettázzatok egy 250 cm³-es főzőpohárba, adjatok hozzá kb. 50 cm³ desztillált vizet.

Merítsetek az oldatba egy sima platina- és egy kalomelelektódot. Tegyétek a főzőpoharat egy mágneses keverőre, csatlakoztassátok az elektródokat egy mV/pH mérőhöz. Állandó keverés mellett titráljátok a mintát. Amíg a minta színe barna, a mérőoldatot 1,00-1,00 cm³-enként adagoljátok, amikor a szín halványul, a mérőoldat adagolását 0,2-0,2 cm³-re csökkentsetek.

Tanulói adatlap: A kísérleti eredmények kiértékelése

A mérőoldat koncentrációjának kiszámítása

10,00 cm³ KIO₃ oldatból a IO₃⁻ + I⁻ reakcióban keletkező jód 2 x 10⁻⁴ mol Na₂S₂O₃-tal reagál



A mérőoldat koncentrációja tehát

$$c_{\text{mérőoldat}} = \frac{1000 \times 2 \times 10^{-4} \text{ (mol)}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \text{ (cm}^3\text{)}} \quad \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Számoljátok ki a minta jódtartalmát az 5-5 párhuzamosból mindkét módszer esetében, külön-külön.

$$x = \frac{126.90 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right) \times V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \text{ (cm}^3\text{)} \times c_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} \right)}{V_{\text{pipetta}} \text{ (cm}^3\text{)}} \quad \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

A standard deviáció kiszámítása

Határozzátok meg a két módszer esetében a standard deviációt külön-külön.

$$S_{\text{keményítő}} = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(N-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S_{\text{potenciometria}} = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(N-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

ahol

x_i az egyes mérésekre kapott eredmény

$\bar{x}$ az egyes mérések eredményeinek átlaga

N a párhuzamos mérések száma

Az F-teszt alkalmazása

Egy analitikai kémiai tankönyvben nézzetek utána, mit is jelent az F-teszt (például G. D. Christian: Analytical Chemistry, 4th Edition, John Wiley & Sons, 1986). Ha mélyebb ismereteket akartok szerezni az F-teszt elméleti alapjairól, látogassatok az *Egyéb források* címszó alatt felsorolt weboldalakra. A fent említett analitikai kémiai tankönyvben egy példa található arra, hogyan lehet az F-tesztet olyan esetben alkalmazni, amikor egy új analitikai kémiai módszert akarunk összehasonlítani egy elfogadott eljárással.

Az analitikai eredményeitek két sorozatára kiszámított standard deviációkból, $S_{\text{keményítő}}$ és $S_{\text{potenciometria}}$, F úgy definiálható, hogy:

$$F = \frac{S_{\text{keményítő}}^2}{S_{\text{potenciometria}}^2}$$

ha $S_{\text{keményítő}} > S_{\text{potenciometria}}$,
vagy

$$F = \frac{S_{\text{potenciometria}}^2}{S_{\text{keményítő}}^2}$$

ha $S_{\text{potenciometria}} > S_{\text{keményítő}}$

Mivel F értéke mindig 1-nél nagyobb kell legyen.

A kiszámított standard deviációkból F meghatározható.

A statisztikai programcsomagokban az F -értékeket táblázatokban találjátok meg, például 95%-os megbízhatósági szintre a következőképpen:

$(N - 1)_{\text{keményítő}}$	2	3	4	5	6
$(N - 1)_{\text{potenciometria}}$					
2	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33
3	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94
4	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16
5	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95
6	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28

Ebben a feladatban mindkét eljárásnál a párhuzamos mérések számára ötöt javasoltunk, tehát:

$$(N - 1)_{\text{keményítő}} = (N - 1)_{\text{potenciometria}} = 4$$

az ehhez tartozó F -érték a táblázatban 6,39. Ha a számított F -érték kisebb, mint 6,39, akkor 95%-os megbízhatósággal levonhatjuk azt a következtetést, hogy a két eljárás szórása nem különbözik szignifikánsan egymástól.

Tehát eldönthetitek, hogy vajon van-e szignifikáns eltérés a "régi" és az "új" módszer között a szórás szempontjából.

Tanári útmutató

Rövid áttekintés a mérési feladat céljairól

Ennek a feladatnak az a célja, hogy bemutassa, hogyan lehet egy új analitikai módszert validálni. A példában szerepel egy analitikai eljárás, melyet a diákok standardnak fogadhatnak el. Ehhez kell hasonlítaniuk egy másik módszert.

A gyakorlati munka mellett a csoport megismerkedik egy statisztikai módszerrel, amelyet az analitikusok használnak annak eldöntésére, hogy van-e szignifikáns különbség két módszer szórása között. Azonban a pontosság és a szórás vizsgálata nem elegendő. Van még két másik tényező, amely legalább ennyire fontos: egy analitikai eljárás idő- és pénzigénye. A feladat másik része ezekkel a problémákkal foglalkozik.

Készségfejlesztés

Ebben a feladatban a figyelem középpontjában a következő készségek fejlesztése áll

- idő- és munkabeosztás megszervezése
- költségvetés elkészítése.

Mivel a diákok csoportban dolgoznak, meg kell tanulniuk

- hogyan tudják hatékonyan megszervezni a munkájukat
- a kísérleti munkában hogyan tudnak együttműködni egymással.

A gyakorlat során a diákok mélyebb betekintést nyernek az adatok és a hibák kritikus szemléletébe. A tanár hívja fel a diákok figyelmét a validálás fontosságára! Olvassák el figyelmesen a validálásra vonatkozó weboldalakat (lásd *Egyéb források*). Ebből megtudják, hogy a validálás szónak igen sokrétű jelentése van, sok szakterületen van fontos szerepe, nemcsak az analitikai kémiában.

Ha a diákok eddig még nem hallottak a pontosság és a szórás fogalmáról, ez egy jó lehetőség arra, hogy a tanár felhívja ezekre a fogalmakra a diákok figyelmét.

Ha rendelkezésre áll automata titrátor, a diákok rögtön megkapják a potenciometriás titrálás végpontjának a helyét és az analízis eredményét. Ebben az esetben hasznos, ha a tanár megmutatja, hogyan számolta ki a számítógép ezeket az adatokat. Tudatosítani kell a diákokban annak a fontosságát, hogy a kísérleti munkájuk kémiai hátterével teljesen tisztában legyenek.

A diákoknak meg kell tanulniuk helyes gazdasági döntéseket hozni. Itt szembesülhetnek azzal a ténnyel, hogy a vegyszerek ára függ a minőségtől és a kiszárlás nagyságától. Ugyancsak hasznos a csoport számára, ha sikerül egy durva becslést szerezniük arról, hogy mennyi egy technikus órábéré (az iskola vagy egy kutatólaboratórium bérosztályától). Ez ugyancsak fontos tétele egy reális pénzügyi mérlegnek.

Mivel az *Egyéb források*ban felsorolt weboldalak nagyon sok további kapcsolatot is felsorolnak, a tanárnak oda kell figyelnie, hogy a diákok ne töltsenek el túlságosan hosszú időt a számítógép előtt.

A csoportok szervezése és irányítása

Javasolt csoportlétszám: 2

A tanár segíthet a diákoknak a megfelelő fertőtlenítőszer kiválasztásában, amely az országban forgalomban van. Ha a szer jódtartalma eltér a magyar *Betadine*-től, akkor hívja fel a figyelmet arra, hogy a titráláshoz bemért minta térfogatát vagy koncentrációját hígítással változtassák meg.

Óraterv a tanároknak

Javasolt időbeosztás:

- Bevezetés, a felkészülés ellenőrzése és a munka megtervezése (45 perc)
- Kísérleti munka (360 perc)
- A kísérleti eredmények feldolgozása (45 perc)
- A költségvetés elkészítése, a végső következtetés levonása (90 perc)

Gyakorlati tanácsok

▪ Felszerelés és vegyszerek

Vegyszerek és CAS számaik

	CAS number
Kálium-jodát	7758-05-6
Kálium-jodid	7681-11-0
Nátrium-tioszulfát 5H ₂ O	10102-07-7
Sósav	7647-01-0
Keményítő	9005-25-8
Szalicilsav	69-72-7

Felszerelés és üvegeszközök

- Bemérő edény
- 1000 cm³-es mérőlombikok
- 100 cm³-es vegyszerüveg dugóval
- 5,00 és 10,00 cm³-es pipetták
- 1 cm³-es pipetta a keményítőhöz
- 100 cm³-es csiszoltdugós Erlenmeyer lombikok
- büretták
- 250 cm³-es főzőpoharak
- 50 cm³-es mérőhenger
- Analitikai mérleg
- Mágneses keverő
- mV/pH méter
- Platinaelektród
- Kalomelelektrod

Tesztfeladatok

Válaszd ki a helyes választ!

1. Mik a termékei a tioszufátion + jód kémiai reakciónak?
 - a. szulfátion + jodidion
 - b. elemi kén + jodidion
 - c. tetracionátion + jodidion
 - d. szulfidion + jodátion
2. Miért változik a sötétkék oldat színtelenné a jód tioszulfáttal való titrálásának végpontjában, ha keményítőt használunk indikátorként?
 - a. Mert megváltozik a redoxipotenciál
 - b. Mert a kék szín a jód és a keményítő között kialakuló komplexnek a színe
 - c. Mert a tioszulfátion reagál a keményítővel, amikor a jód már elfogyott
3. 0,7133 g KIO_3 -ot 1000 cm^3 desztillált vízben feloldunk. Ennek az oldatnak 10,00 cm^3 -ét $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mérőoldattal megtitráljuk. A mérőoldatból 10,17 cm^3 fogyott. Mennyi a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldat koncentrációja?
 - a. 0,0204 mol/dm³
 - b. 0,0211 mol/dm³
 - c. 0,0187 mol/dm³
 - d. 0,0197 mol/dm³
4. Platina- és kalomelelektrodot használunk a titrálás végpontjának jelzésére. Miért változik a két elektroddel között mért elektromotoros erő értéke?
 - a. Mert változik a kalomelektroddal potenciálja
 - b. Mert mindkét elektroddal potenciálja megváltozik
 - c. Mert a platinaelektroddal potenciálja változik
5. Miért változik a platinaelektroddal potenciálja a titrálás során?
 - a. Mert változik a redoxipotenciál a titrálás során
 - b. Mert változik a pH a titrálás során
 - c. Mert a platinaelektroddal érzékeli a tetracionátion koncentrációjának változását

A helyes válaszokat pirossal írtuk a szövegbe.

Tesztfeladatok

Válaszd ki a helyes választ!

1. Mik a termékei a tioszufátion + jód kémiai reakciónak?
 - a. szulfátion + jodidion
 - b. elemi kén + jodidion
 - c. tetracionátion + jodidion
 - d. szulfidion + jodátion
2. Miért változik a sötétkék oldat színtelenné a jód tioszulfáttal való titrálásának végpontjában, ha keményítőt használunk indikátorként?
 - a. Mert megváltozik a redoxipotenciál
 - b. Mert a kék szín a jód és a keményítő között kialakuló komplexnek a színe
 - c. Mert a tioszulfátion reagál a keményítővel, amikor a jód már elfogyott
3. $0,7133\text{ g KIO}_3$ -ot 1000 cm^3 desztillált vízben feloldunk. Ennek az oldatnak $10,00\text{ cm}^3$ -ét $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mérőoldattal megtitráljuk. A mérőoldatból $10,17\text{ cm}^3$ fogyott. Mennyi a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldat koncentrációja?
 - a. $0,0204\text{ mol/dm}^3$
 - b. $0,0211\text{ mol/dm}^3$
 - c. $0,0187\text{ mol/dm}^3$
 - d. $0,0197\text{ mol/dm}^3$
4. Platina- és kalomelelektrodot használunk a titrálás végpontjának jelzésére. Miért változik a két elektród között mért elektromotoros erő értéke?
 - a. Mert változik a kalomelektrod potenciálja
 - b. Mert mindkét elektród potenciálja megváltozik
 - c. Mert a platinaelektrod potenciálja változik
5. Miért változik a platinaelektrod potenciálja a titrálás során?
 - a. Mert változik a redoxipotenciál a titrálás során
 - b. Mert változik a pH a titrálás során
 - c. Mert a platinaelektrod érzékeli a tetracionátion koncentrációjának változását

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.