

Stankovics Éva

Térfogatos elemzés



NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Laboratóriumi technikus és vegyipari technikus alapeladatok9

A követelménymodul száma: 2049-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-013-50



TÉRFOGATOS ELEMZÉS 1.

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET



1. ábra. Betacid granulált porkeverék

Az egyik magyar gyógyszergyár alapítója, Richter Gedeon közel száz éve kezdte el gyártani a Betacid nevű étvágytalanság elleni gyógyszert. A szerből vízben való oldáskor – így a gyomorban is – sósav keletkezik. A gyógyszer növeli a gyomor sósav koncentrációját és így fejti ki az étvágyat növelő hatást.

Könnyen felmerülhet mindenkiben a kérdés, hogy hogyan történik a minőségellenőrzés során a Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának meghatározása?

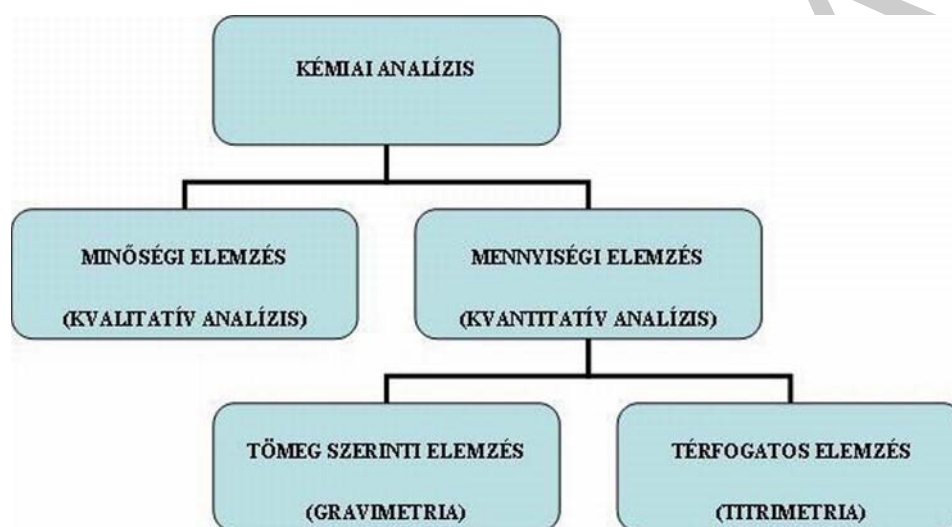
Ígérjük, hogy segíteni fogjuk a tanulását, ezért a tananyagot kisebb részekre bontottuk, összefoglalást és önellenőrző kérdéseket, feladatokat is készítettünk. Hasznos tanácsokat a "Tanulásiirányítóban" talál. Szakmai szókincsének bővítéséhez is kap segítséget. Reméljük, hogy felkészülését eredményesen tudjuk támogatni.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

AZ ANALITIKAI KÉMIA ÉS CSOPORTOSÍTÁSA

Az analitikai kémia az anyagok kémiai összetételével foglalkozik. A kémiai analízis (elemzés) célja a vizsgált anyagok **minőségi elemzése (kvalitatív analízis)** és **mennyiségi meghatározása (kvantitatív analízis)**.

A mennyiségi meghatározásnak két fajtája van a **tömeg szerinti elemzés (gravimetria)** és a **térfogatós elemzés (titrimetria)** elemzés. A gravimetria időigényes, mert sok lépésből áll és éppen ezért kevésbé pontos, ezzel szemben a titrimetria gyors és pontos.



2. ábra. A kémiai analízis felosztása

TÉRFOGATOS ELEMZÉS

1. A térfogatós elemzés fogalma

A titrimetriában a meghatározandó anyag mennyiségére az ismert koncentrációjú mérőoldatnak a reakció során elhasznált térfogatából következtetünk.

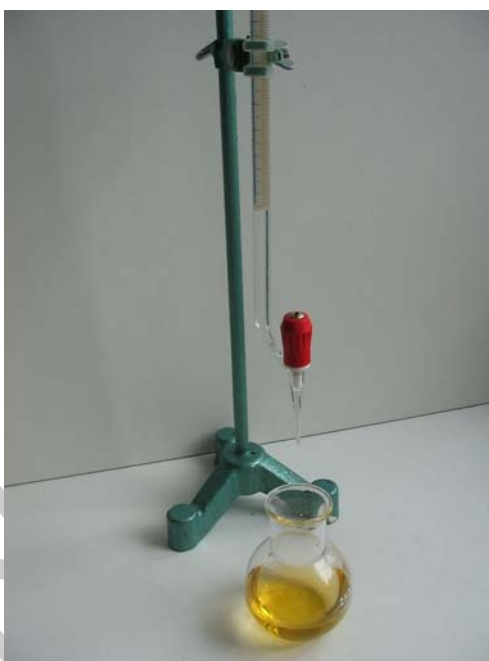
2. Az alkalmazás feltétele

- **A reakció gyors és sztöchiometrikus** (pontos reakcióegyenlettel leírható) legyen. A reakcióegyenlet feltünteti a vegyülő anyagok anyagmennyiség arányát. Például: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ reakcióegyenletben 1 mol kénsav 2 mol nátrium-hidroxiddal reagál.
- **Pontos koncentrációjú mérőoldat:** pl. $c(\text{NaOH}) = 0,1012 \text{ mol/dm}^3$.

- **Módszer**, amely jelzi, a reakció végpontját (azt hogy a meghatározandó anyag egész mennyisége elhasználódott a reakció során), ha az oldat színének változása nem jelzi, jelzőanyagokat, **indikátorokat** használunk. A végpont jelzése elektromos műszerrel is megoldható, pl. sav-bázis mérésnél pH-mérővel.

3. Alapfogalmak

- **Mérőoldat**: ismert, pontos anyagmennyiség-koncentrációjú oldat, amelynek a reakció során elhasznált térfogatából következtetünk a vizsgált anyag mennyiségére.
- **Egyenértékpont vagy ekvivalencia pont**: a reakció végpontja.
- **Titrálás**: maga a művelet, amikor a meghatározandó anyaghoz bürettából adagoljuk a mérőoldatot a reakció végpontjáig.



3. ábra. A titrálás művelete

- **Átcsapás**: a reakció végpontjában a színváltozás.
- **Indikátor (jelzőanyag)**: a reakció végpontját színváltozással jelző anyag.
- **Fogyás**: a reakció során elhasznált mérőoldat térfogat.

4. A térfogatoss analízis felosztása

- **Elektron átmenettel nem járó reakciókon alapuló módszerek**:
 - Acidi-alkalimetria (sav-bázis titrálás)
 - Csapadékos titrálás
 - Komplexometria

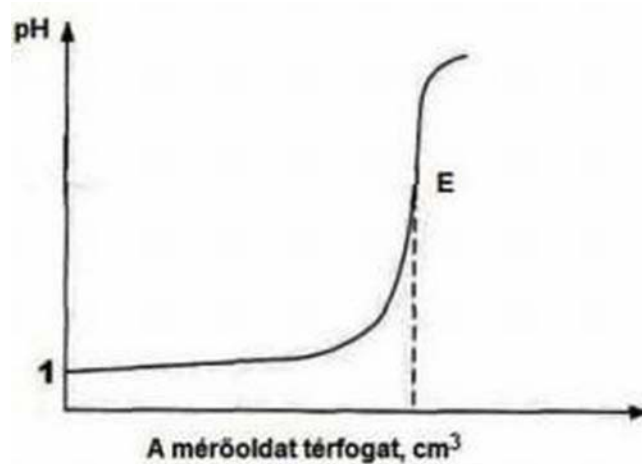
- Elektron átmenettel járó reakciókon alapuló módszerek (oxi-reduktometria):
 - Permanganometria
 - Kromatometria
 - Jodo-jodimetria
 - és egyéb módszerek.

5. A mérőoldatok fajtái

- **Közvetlen felhasználású a mérőoldat**, ha a beméréséből lehet pontos koncentrációt ($c_p - t$) számolni, a $c = \frac{n}{V}$ képlet alapján. Ilyen oldat készíthető:
 - a nagy moláris tömegű,
 - a vegytiszta,
 - az állandó összetételű, és
 - a nem higroszkópos anyagokból. Például ilyen mérőoldat készíthető a $K_2Cr_2O_7$ -ből, a NaCl-ből, az EDTA-ból, stb.
- **Közvetett felhasználású a mérőoldat**, ha a mérőoldat készítésére használt anyag nem állandó (párolog, pl. sósav (HCl), vizet és szén-dioxidot köt meg, pl. NaOH, stb.). Ezért csak közelítő pontosságú (névleges koncentrációjú) oldatot tudunk belőle készíteni és egy más módszerrel határozzuk meg a pontos koncentrációját, "kalibráljuk". Ebben az esetben a pontos koncentráció meghatározásához a mérőoldatot reakcióba visszük a **titer alpanyagával**, amely
 - nagy moláris tömegű,
 - vegytiszta,
 - állandó összetételű. A titer alpanyag tömegéből és a reakcióban fogyott mérőoldat térfogatából kiszámolhatjuk a mérőoldat pontos koncentrációját, a $c_p - t$. Tehát a névleges koncentrációjú oldat pontos koncentrációját titrálással határozzuk meg. Régen ezt a módszert faktorozásnak nevezték. Például a sósav mérőoldat titer alpanyaga lehet a kálium-hidrogén-karbonát ($KHCO_3$), mert a sósavval a következő reakcióegyenlet szerint reagál: $KHCO_3 + HCl = KCl + H_2O + CO_2$. A mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása történhet
 - ◆ a titer alpanyagból több beméréssel: pontosabb, időigényesebb módszer.
 - ◆ a titer alpanyag egy beméréséből készített törzsoldatból kivett részletek titrálásával: gyorsabb, kevésbé pontos módszer.

6. A titrálási görbe

A térfogatoss elemzés alkalmazásánál a reakció végpontjában a rendszer valamilyen fizikai kémiai tulajdonsága, például a pH-ja vagy a vezetése ugrásszerűen megváltozik. A rendszer (a vizsgált anyag + az adagolt mérőoldat) tulajdonságainak (pl. a pH-nak vagy a vezetésnek) a változását a titrálási görbe mutatja.



4. ábra. Titrálási görbe

A titrálási görbéről leolvasható az E, inflexiós ponthoz (a reakció végpontjához) tartozó mérőoldat fogyás.

7. A titrálási módok

- **Közvetlen titrálás:** a bürettában lévő mérőoldattal a vizsgálandó oldatot titráljuk, pl. a sósav mérőoldattal a vizsgálandó oldat kálium-hidroxidtartalmát mérjük.
- **Fordított titrálás:** valamilyen ok miatt a mérőoldatot titráljuk a vizsgálandó oldattal.
- **Visszatitrálás:** ismert mennyiségű mérőoldatot adunk a meghatározandó anyaghoz és ennek a mérőoldatnak a feleslegét egy másik, vele reakcióba lépő mérőoldattal mérjük vissza.
- **Közvetett titrálás:** a meghatározandó anyaghoz olyan segédanyagot adunk, amely reakcióba lép vele és a keletkező reakcióterméket titráljuk a mérőoldattal.
- **Kiszorításos titrálás:** pl. gyenge sav erős lúggal alkotott sóját (pl. Na_2CO_3 -ot) titrálni lehet erős savval (pl. sósavval), az erősebb sav kiszorítja sójából a gyengébb savat.

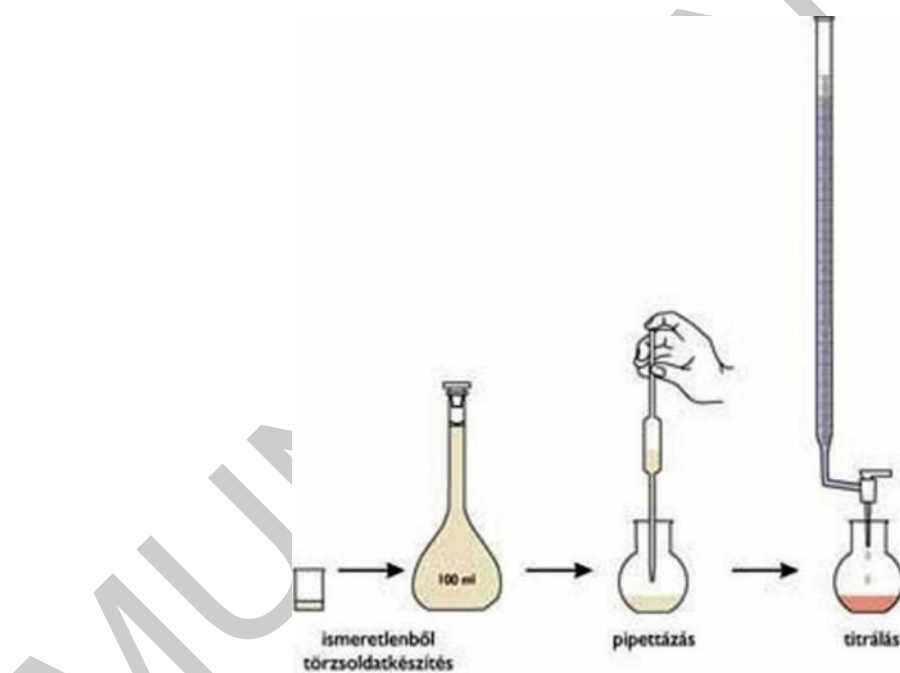
8. A térfogatoss analízis hibaforrásai

- **Véletlen hibák:** Az észlelő pillanatnyi fáradságából, érzékszerveinek tökéletlenségéből adódik, pl. a kétjelű pipettát egy jelűnek nézik. A mérések többszöri ismétlésével és az eredmények átlagolása révén kiküszöbölhető. "Egy mérés nem mérés." Páratlan számú mérést valósítunk meg, általában három vagy öt párhuzamos titrálást végzünk.
- **Rendszeres hibák:**

- Az *eszközökből származó hiba*, a térfogatmérő eszköz nem pontos. Például a bürettán kétszer szerepel a 11,00 cm³ felirat, ha a második 11,00 cm³-nél több a leolvasott fogyás mindig rossz eredményt kapunk.
- *A módszer hibái.*
 - ◆ *Csepphiba.* A titrimetriában a legkisebb adagolható térfogat a csepp és nem biztos, hogy a reakció befejezéséhez az egész csepp kell. Lehet, hogy elegendő lenne a fele, harmada, így a csepp többi részével túltitrálunk.
 - ◆ *Indikátor hiba,* ha az indikátor nem pontosan a reakció végpontjában csap át.

9. A térfogatós analízis kivitelezése

A bemért vizsgálandó mintából törzsoldatot készítünk. A törzsoldat meghatározott részét kipipettázzuk és ezt a részt titráljuk. A titrálás eredményéből, a fogyásból és a mérőoldat pontos koncentrációjából kiszámítható a vizsgált anyag mennyisége.



5. ábra. A térfogatós analízis kivitelezése¹

Összefoglalás

A térfogatós elemzés bevezető részének a végére értünk. A titrimetria legelején megismerkedett a módszer elvével, a feltételeivel, az alapfogalmakkal, a térfogatós analízis csoportjaival, a mérőoldatok fajtáival, a titrálási típusokkal és a hibaforrásokkal.

¹ <http://wikipedia.org> (2010. 08. 02.)

Már itt megválaszolhatta a bevezetőben feltett kérdést: hogy történik a Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának a meghatározása. Természetesen lúg mérőoldattal történő titrálással mérik a sósavtartalmat.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A térfogatos elemzés ismeretanyagában olvashatott a módszer elvéről és feltételeiről. A mérőoldatok és módszerek csoportosításánál találkozott az acidi-alkalimetriás titrálásokkal. A Richter Gedeon által először gyártott Betacid gyógyszer savtartalmát sav-bázistitrálással lehet meghatározni.

Nézzon utána az interneten, hogy Richter Gedeon milyen, még ma is gyártott és forgalmazott gyógyszereket szabadalmaztatott! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

Néhány megoldást talál a "Tanulásirányító" végén a "Megoldás 1." -ben.

Ha most felteszi a kérdést, hogy miért is kell mindezt tanulni, akkor azzal kívánjuk meggyőzni, hogy az áruk minőségellenőrzésénél, például a gyógyszervizsgálatoknál kitüntetett szerepe van a térfogatos elemzésnek. De a különböző környezeti elemek, úgymint a levegő-, a víz- és a talajvizsgálatoknál is a klasszikus analitikai módszereknek, a titrimetriának és a gravimetriának igen fontos szerepe van.

Javasoljuk, hogy kövesse útmutatónkat, fogadja el a tanulásához a tanácsainkat!

Miről is tanultunk? Készítsen tananyagvázlatot! Ehhez célszerű elolvasni a szakmai információtartalmat.

Tananyagvázlat:

Térfogatos elemzés:

1. Fogalma, alkalmazásának feltételei, alapfogalmak, a titrimetria felosztása.
2. Közvetlen és közvetett felhasználású mérőoldatok.
3. Titrálási görbék.
4. Titrálási módok.
5. A titrálás hibaforrásai.

A témában való jártassághoz a térfogat elemzés szakszavait feltétlenül fontos ismerni. Javasoljuk, hogy gyűjtse össze ezeket a kifejezéseket, és próbálja meg mindegyikkel önállóan egy-egy mondatot alkotni.

A következő szavakat, kifejezéseket javasoljuk a szakmai szókincs bővítéséhez: Mérőoldat, titrálás, fogyás, ekvivalenciapont, egyenértékpont, átcsapás, titer alapanyag, indikátor hiba, titrálási görbe.

Egy fontos jó tanács: sohasem kell szó szerint megtanulni a tananyagot, csak a megértés, a logikus gondolkodáson alapuló tanulás a fontos. Így alkalmazni tudja az ismereteit a laboratóriumi gyakorlatok és a számítási feladatok során is.

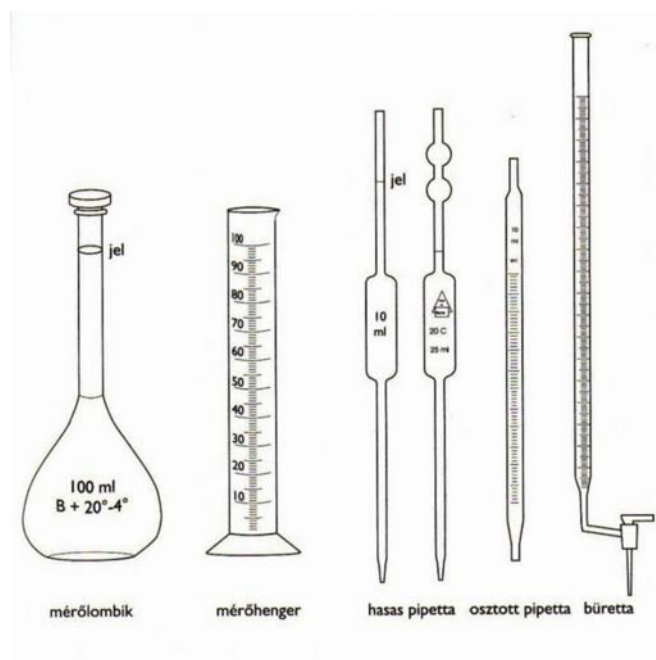
A számítási példák elvégzéséhez és a laboratóriumi munka során feltétlenül fontos **átismételni** az alapméréseknél tanult **tömegmérés** és **térfogtmérés** ismereteit. Javasoljuk, hogy a tanár vezetésével csoportmunkában történjen meg a tananyag felelevenítése.

Tömegmérés ismétlésénél az egyes csoportok témái lehetnek:

1. A tömeg fogalma, jele, mértékegységei, átváltásuk.
2. A gyorsmérleg jellemzése, a terhelhetősége és a pontossága.
3. A az analitikai mérleg jellemzése, a terhelhetősége és a pontossága.
4. A mérési szabályok a gyorsmérlegnél.
5. A mérési szabályok az analitikai mérlegnél.

Térfogtmérésnél az ismétlés témái lehetnek:

1. A térfogat fogalma, jele, mértékegységei, átváltásuk.
2. A térfogtmérő eszközök felsorolása és használatuk.
3. A térfogtmérő eszközök jellemzése:
 - a) hitelesítés (kifolyásra/betöltésre) és b) pontosság (pontos/mérsékeltlen pontos) alapján.
4. A térfogtmérő eszközök szabályos használata.
5. A meniszkusz fogalma és leolvasása átlátszó és átlátszatlan folyadékoknál.
6. A parallaxis hiba és az utánfolyási hiba.



6. ábra. Térfogatmérő eszközök²

Ajánlott irodalom:

Szabó Lászlóné: Természettudományi gyakorlatok I. Vegyipari szakmacsoport számára, A Nemzeti Szakképzési Intézet megbízásából kiadja a Skandi –Wald Könyvkiadó Kft., Budapest, 1999,

vagy

bármely a témában íródott szakirodalom.

Most pedig azt javasoljuk, hogy oldja meg a következő "Önellenőrző feladatok" példáit és értékelje a saját teljesítményét!

MEGOLDÁSOK 1.

Richter Gedeon által szabadalmaztatott és ma is gyártott gyógyszerek, például: a Kalmopyrin, Hiperol, stb.

² Villányi Attila: Kémia I. Bevezetés a kémiába, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Végezze el az átváltásokat! Eredményeit írja le a kipontozott helyre!

A) $570 \text{ cg} = \dots\dots\dots \text{ mg} = \dots\dots\dots \text{ g} = \dots\dots\dots \text{ kg}$

B) $20 \text{ g} = \dots\dots\dots \text{ mg} = \dots\dots\dots \text{ cg} = \dots\dots\dots \text{ kg}$

C) $0,51 \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{ g} = \dots\dots\dots \text{ cg} = \dots\dots\dots \text{ mg}$

D) $330 \text{ ml} = \dots\dots\dots \text{ cm}^3 = \dots\dots\dots \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \text{ liter} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$

E) $45 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \text{ cm}^3 = \dots\dots\dots \text{ ml} = \dots\dots\dots \text{ liter} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$

2. feladat

Döntse el a tömegmérésre vonatkozó megállapításokról, hogy melyik mérleg fajtára igazak! Válaszát írja le a megállapítás előtti kipontozott helyre!

Válasza lehet:

"K" ha csak a gyorsmérlegre igaz.

"L" ha csak az analitikai mérlegre igaz.

"M" ha mindkettőre igaz.

"N" ha egyikre sem igaz.

A) A pontossága 0,1 mg.

B)..... Meleg tárgyat lehet mérni rajta.

C) Közvetlenül nem mérhető rajta vegyszer.

D) Zárt ajtó mellett mérhetünk vele.

E) Terhelhetősége akár 1000 g is lehet.

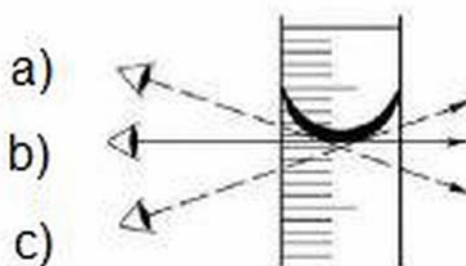
3. feladat

Válaszoljon a kérdésekre és válaszait írja le a táblázat megfelelő cellájába!

	Mérőlombik	Pipetta	Büretta	Mérőhenger
Pontos vagy csak mérsékelten pontos?	A)	B)	C)	D)
Kifolyásra vagy betöltésre hitelesített?	E)	F)	G)	H)
Mire használják az eszközt?	I)	J)	K)	L)

4. feladat

Írja le a kijelölt helyre a parallaxis hiba (leolvasási hiba) elkerülésénél a helyes leolvasás betűjelét!



7. ábra. A parallaxis hiba szemléltetése³

5. feladat

Írja le a kijelölt helyre a térfogatmérő eszközök használatánál az utánfolyási hiba elkerülésének módját!

³ <http://sulinet.hu/kemia/labor/meniszkusz/parallaxis> (2010. 08. 02)

6. feladat

Írja le a kijelölt helyre, hogy minimálisan milyen térfogatú, és melyik térfogatmérő eszközzel lehet legpontosabban kimérni:

- A) 5,6 cm³,
- B) 180 cm³,
- C) 10,00 cm³ térfogatot! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

A) _____

B) _____

C) _____

7. feladat

Írja le röviden a kijelölt helyre az alábbi fogalmak jelentését!

- A) Meniszkusz.
- B) Titer alanyanyag.
- C) Ekvivalencia pont.
- D) Titrálás.
- E) Reagens.

8. feladat

Egészítse ki az alábbi mondatot! Válaszát írja le a kipontozott helyre!

A térfogatosságnál a meghatározandó anyag A) az ismert koncentrációjú B) a reakció során elhasznált C) következtetünk.

9. feladat

Írjon "L" betűt, ha a mérőoldat közvetlen felhasználású, "M" betűt, ha közvetett felhasználású! Válaszát írja le a kipontozott helyre!

- A) NaOH.
- B) NaCl.
- C) EDTA.
- D) HCl.
- E) $K_2Cr_2O_7$.

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- A) 5700 mg, 5,70 g, 0,00570 kg.
B) 20000 g, 2000 cg, 0,020 kg.
C) 510 g, 51000 cg, 510000 mg.
D) 330 cm³, 0,330 dm³, 0,330 liter, 0,000330 m³.
E) 45000 cm³, 45000 ml, 45 liter, 0,045 m³.

2. feladat

- A) L, B) N, C) M, D) L, E) K.

3. feladat

- A) B) C) pontos, D) mérsékelten pontos
E) betöltésre, F) G) H) kifolyásra
I) oldatok készítésére, J) K) L) folyadékok kimérése

4. feladat

- b)

5. feladat

Például a bürettánál, a leolvasás előtt várni kell kb. fél percet, hogy a folyadék utána csorogjon az edény belső faláról.

6. feladat

- A) 10 cm³ térfogatú büretta vagy osztott pipetta.
B) 250 cm³ térfogatú mérőhenger.
C) 10 cm³ térfogatú, hasas pipetta.

7. feladat

A) Folyadékfelszín B) Az anyag, amellyel a mérőoldat c_p -jét meghatározzák.

C) A reakció végpontja. D) Maga a művelet, a mérőoldat adagolása bürettából a vizsgálandó anyaghoz. E) Kémszer.

8. feladat

A) mennyiségére

B) mérőoldatnak

C) térfogatából.

9. feladat

A) M, B) L, C) L, D) M, E) L.

MUNKANYAG

TÉRFOGATOS ELEMZÉS 2.

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának a meghatározása sav-bázis titrálással történik. Milyen lúg mérőoldat szükséges a meghatározáshoz? Mitől függ a lúg mérőoldat töménysége? Milyen szempont szerint választjuk ki az alkalmas sav-bázis indikátort? Milyen indikátort használhatunk a méréshez?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

ACIDI-ALKALIMETRIA

1. Fogalma

Acidimetria savmérést jelent lúg mérőoldattal, **alkalimetria** lúgmérést jelent sav mérőoldattal.

2. Mérőoldatok

- **Savmérésnél** a meghatározandó anyag töménységétől függően legtöbbször 1 mol/dm³, 0,1 mol/dm³ vagy 0,01 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid mérőoldatot használunk.
- **Lúgmérésnél** a meghatározandó anyag töménységétől függően legtöbbször 1 mol/dm³, 0,1 mol/dm³ vagy 0,01 mol/dm³ koncentrációjú sósav mérőoldattal végezzük a titrálást.

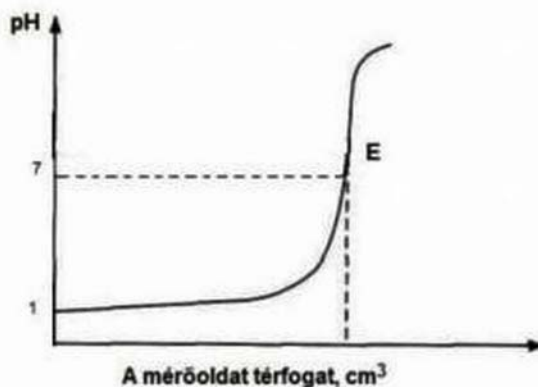
3. Az eljárás kémiai alapja

A módszer kémiai alapja a sav és lúg egymásra hatásakor bekövetkező közömbösítési reakció reakcióegyenlete: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- = 2 \text{H}_2\text{O}$

4. Az acidi-alkalimetriás titrálási görbék

Az acidi-alkalimetriás titrálási görbénél nyomon követhetjük a pH-változást a mérőoldat adagolásának függvényében (vagy a titráltság %-ában):

- Erős sav erős bázissal történő titrálásakor az erős bázis mérőoldat adagolásánál a pH fokozatosan nő. Az E-pont közelében a rendszer igen érzékeny, már 1 csepp erős lúg mérőoldat hozzáadására is ugrásszerűen változik a pH (pH-ugrás). Erős sav és erős bázis reakciójánál (már $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatoknál is) a pH-ugrás igen nagy, akár kb. $\text{pH}_1 = 4$ -től $\text{pH}_2 = 10$ -ig is tart. Itt az E-pontban, az ekvivalencia pont pH-ja 7 lesz, mert a rendszer pH-ját a víz disszociációs egyensúlya határozza meg: $2 \text{ H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$.



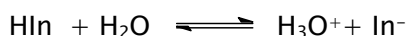
8. ábra. Erős sav erős bázissal történő titrálásának titrálási görbéje

- Erős bázis és erős sav reakciójánál a görbe lefutása ellentétes lesz. Például a görbe indulhat $\text{pH} = 13$ -ról és titrálás közben az erős sav hozzáadására csökken a pH.
- Gyenge sav erős lúg (vagy gyenge lúg erős sav) reakciójánál más pH-ról indul a görbe és a pH-ugrás is kisebb lesz.

A pH-ugrás nagysága függ a koncentrációtól is. Kisebb koncentrációjú oldatoknál a pH-ugrás annál kisebb lesz, minél hígabbak az oldatok.

5. Az acidi-alkalimetria indikátorai

- A **sav-bázis indikátorok** olyan színezékek, amelyek maguk is gyenge savak vagy gyenge bázisok, és más színt mutatnak disszociált és disszociálatlan formában. Például a fenolftalein indikátor gyenge sav, a disszociálatlan molekula (HIn) színtelen, az indikátor anion (In^-) színe piros:



Az indikátor maga is fogyaszthat mérőoldatot, ezért az előírt indikátor mennyiséget be kell tartani.

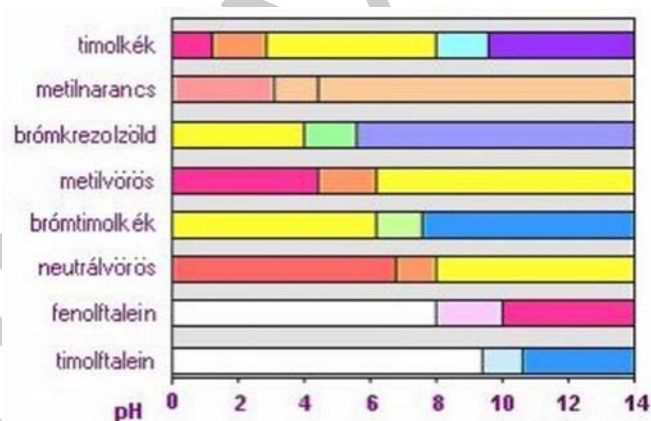
- **Átcsapási pont:** az a pH érték, amelynél az indikátor két alakjának (a disszociált és disszociálatlan alak) színe egyenlő koncentrációban van jelen. Például a fenolftalein átcsapási pontja $\text{pH} = 8,5$.

- **Átcsapási tartomány:** titrálás közben szemünk az új színt már 10% jelenlétében érzékeli, ezért nem átcsapási pontról, hanem átcsapási tartományról (pH tartományról) beszélünk.

Néhány sav-bázis indikátor átcsapási tartománya

	Savas alak	Átcsapási tartomány	Lúgos alak
Fenoltalein	színtelen	pH = 8,2 - 10 rózsaszín	Piros
Metilnarancs	Piros	pH = 3,1 - 4,4 hagymahéj szín	Sárga
Metilvörös	Piros	pH = 4,4 - 6,2 keverékszín	Sárga
Timoltalein	Színtelen	pH = 9,3- 10,6 keverékszín	Kék

A következő ábrán jól láthatóak a legfontosabb sav-bázis indikátorok átcsapási tartományai és színváltozásai.



9. ábra. A legfontosabb sav-bázis indikátorok színátcsapásai⁴

6. A sav-bázis titrálások végpontjai

A reakció végpontjában a pH értéket a reakcióban egymásra ható egyenértékű sav és bázis erőssége határozza meg.

⁴ <http://cheminst.emk.nyne.hu/gyakorlat/10a-11b-sav-bazis.pdf> (2010. 08. 06.)

- Egyenértékű erős sav és erős bázis egymásra hatásakor a $\text{pH} = 7$.
 - Például: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Egyenértékű gyenge sav és erős bázis egymásra hatásakor a $\text{pH} > 7$, mert a gyenge sav erős bázissal alkotott sója (Na_2CO_3) keletkezik, amely lúgosan hidrolizál.
 - Például: $\text{H}_2\text{CO}_3 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Egyenértékű gyenge lúg és erős sav egymásra hatásakor a $\text{pH} < 7$, mert a gyenge lúg erős savval alkotott sója keletkezik, amely savasan hidrolizál.
 - Például: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

Fontos szabály, hogy a reakció végpontját jelző indikátort úgy kell megválasztani, hogy a meghatározás pH-ugrásában legyen az indikátor átcsapási tartománya. Ez azt jelenti, hogy az indikátor a reakció végpontjában vagy annak közelében váltson színt. Ezért mindig az előírt indikátort használjuk.

7. Az acidi-alkalimetriás titrálások típusai:

- **Közvetlen sav-lúg meghatározások:**
 - Erős sav meghatározása erős lúggal. Például: $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$. A végpontban a $\text{pH} = 7$. A nagy pH-ugrás miatt az indikátor lehet például: metilnarancs, metilvörös, fenolftalein, stb.
 - Gyenge sav meghatározása erős lúggal. Például: $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$. A végpontban a $\text{pH} > 7$. Az indikátor lehet, például fenolftalein, timolftalein, stb.
 - Erős lúg meghatározása erős savval. Például: $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$, a végpontban a $\text{pH} = 7$. A nagy pH-ugrás miatt az indikátor ilyen esetben lehet, például: metilnarancs, metilvörös, fenolftalein, stb. Az erős lúg a levegőből szén-dioxidot köthet meg, ezért a titrálás közben a végpont előtt ki kell forralni a titrált oldatot.
 - Gyenge lúgok meghatározása erős savval. Például: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$, a végpontban a $\text{pH} < 7$. Az indikátor lehet, például: metilnarancs, metilvörös, stb.
- **Kiszorítási titrálások:**
 - Ha valamilyen gyenge savnak erős bázissal alkotott sójára (például: Na_2CO_3) erős sav hat, az erős sav kiszorítja sójából a gyenge savat: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} = 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. A zavaró szén-dioxid miatt a reakció végpontban ki kell forralni az oldatot. Az indikátor ebben az esetben lehet metilnarancs.

Összefoglalás

Ebben a részben a térfogatoss elemzés egyik legfontosabb fajtáját, a sav-bázis titrálások elméletét tanulmányozhatta.

A fejezet végére választ kapott az esetfelvetésben feltett kérdésekre. A Betacid sósavtartalmát NaOH mérőoldattal lehet meghatározni, a lúg mérőoldat koncentrációját a Betacid bemérése, vagyis a belőle keletkező sósav mennyisége határozza meg. Az alkalmas indikátort a mérés végpontjában, a titrálási görbén a pH-ugrás helyzete határozza meg. Mivel erős savat határozunk meg erős bázissal itt nagy a pH-ugrás (kb. $pH_1 = 4$ -től $pH_2 = 10$ -ig), ilyenkor használhatunk például metilnarancs, vagy metilvörös vagy akár fenolftalein indikátort is.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Az acidi-alkalimetria elméletét ismerhette meg ebben a fejezetben. Őszintén reméljük, hogy nem találja nehéznek eddig a tananyagot. El kell hinnie, hogy mire a tananyag végére ér elégedett lesz és olyan elméleti és gyakorlati ismeretekre tesz szert, amely alkalmassá teszi a nagyon pontos, szakszerű analitikai munkára.

Összefoglaljuk a tárgyalt témát. Így biztosak lehetünk abban, hogy megértett mindent és a továbbiakban tudja alkalmazni a tanultakat.

Miről is tanultunk a sav-bázis titrálások témakörénél? Készítsen tananyagvázlatot! Ehhez célszerű elolvasni az acidi-alkalimetria rész információtartalmát.

Tananyagvázlat:

Acidi-alkalimetria:

1. Fogalma és a közömbösítési egyenlet.
2. A sav-bázis titrálások görbéi.
3. A sav-bázis indikátorok és átcsapási tartományuk.
3. Az acidi-alkalimetria titrálás típusai és a sav-bázis titrálások végpontjai.

A sav-bázis titrálások témakörében való jártassághoz ennek a fejezetnek a szakszavait is feltétlenül fontos megismerni. Javasoljuk, hogy alkossanak a csoportban párokat. Adjanak egymásnak megmagyarázandó szakkifejezéseket, témaköröket!

A páros feladathoz ajánlott témakörök.

Acidimetria és mérőadatai.

Alkalimetria és mérőadatai.

A sav-bázis titrálások kémiai alapja.

A erős sav erős bázissal történő titrálásának titrálási görbéje.

A erős bázis erős savval történő titrálásának titrálási görbéje.

A gyenge sav erős bázissal történő titrálásának titrálási görbéje.

A gyenge bázis erős savval történő titrálásának titrálási görbéje.

A legfontosabb sav-bázis indikátorok, átcsapási tartományaik és színváltozásaik.

A sav-bázis titrálások típusai.

A sav-bázis titrálások végpontjai és lehetséges indikátoraik.

A következőkben pedig azt javasoljuk, hogy válaszoljon az "Önellenző feladatok" kérdéseire és értékelje a saját teljesítményét!

MUNKANYELV

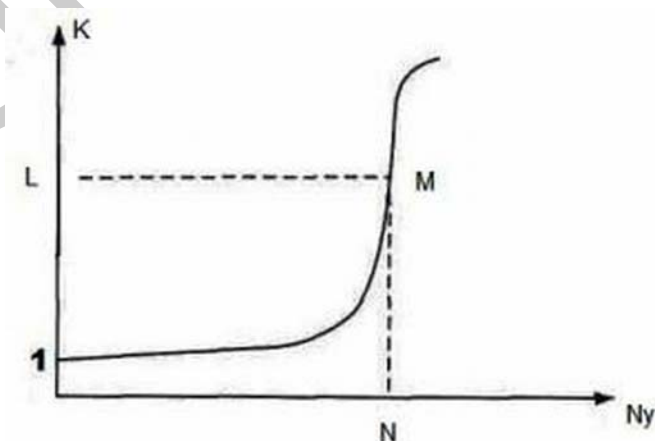
ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

A kijelölt helyre írja le röviden az alábbi fogalmak jelentését!

- A) Acidimetria.
- B) Fogyás.
- C) Egyenérték pont.
- D) Átcsapási pont.
- E) Alkalimetria.

2. feladat



10. ábra. Sav-bázis titrálási görbe

A) Állapítsa meg az acidi-alkalimetriás titrálási görbe alapján, hogy milyen anyagot, milyen mérőoldattal mértünk?

B) Adja meg a betűk jelentését! Válaszait írja le a kijelölt helyre!

3. feladat

Adja meg, hogy milyen mérőoldatot és milyen indikátort használhatunk a következő anyagok titrimetriás meghatározásánál! Adja meg a lejátszódó folyamatok reakcióegyenleteit! Válaszait írja le a táblázat megfelelő celláiba!

	Ecetsav	Kénsav	Kálium-hidroxid	Kalcium-hidroxid
Mérőoldata lehet, pl.	A)	B)	C)	D)
Indikátora, lehet, pl.	E)	F)	g)	H)
A meghatározás reakcióegyenlete:	I)	j)	K)	L)

4. feladat

Törzsoldat KOH-tartalmát határozzunk meg sósav mérőoldattal.

Válasza lehet:

"K" + hiba, többet mér a ténylegeshez képest.

"L" – hiba, kevesebbet mér a ténylegeshez képest

"M" nem okoz hibát.

Válaszát írja le a kipontozott helyre!

A) Túltöltötte a mérőlombikot.

B) A desztillált vizes pipettát nem öblítette át a törzsoldattal.

C) A kétjelű pipettát egyjelűnek nézi.

TÉRFOGATOS ELEMZÉS

- D) Nem várja meg az utánfolyást a pipettánál.
- E) Desztillált víztől nedves a titrálólombik amibe pipettázik.
- F) Desztillált vizes a büretta és nem öblítette át a mérőoldattal.
- G) Túl széles a büretta csőre.
- H) Túltitrál.
- I) Nem várja meg az utánfolyást a bürettánál.
- J) Túl sok lúgos kémhatású indikátort használ.

5. feladat

Ecetsavat ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) határozunk meg NaOH -mérőoldattal.

- A) Írja le a reakcióegyenletet!
- B) Milyen indikátort használhatunk? Indokolja választát! Adja meg a színváltozást?
- C) Miért pontosabb a mérés, ha kiforralt desztillált vizet használunk?

Válaszát írja le a kijelölt helyre!

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- A) Savmérés.
- B) A reakció végpontjáig szükséges mérőoldat térfogat.
- C) A reakció végpontja.
- D) Az a pH érték, ahol az indikátor két alakja, a disszociált és a disszociálatlan alak egyenlő koncentrációban van jelen.
- E) Lúgmérés.

2. feladat

- A) Erős savat határozunk meg erős lúggal.
- B) $K = \text{pH}$, $L = 7$ ($\text{pH} = 7$), $M = \text{egyenértékpont}$, $N = \text{Fogyás}$, $N_y = A$ mérőoldat térfogata.

3. feladat

- A) B) NaOH, C) D) HCl, E) Fenolftalein, F) G) H) pl. Metilnarancs
- I) $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$
- J) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- K) $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- L) $\text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

4. feladat

- A) L, B) L, C) K, D) L, E) M, F) K, G) K, H) K, I) K, J) K.

5. feladat

- A) $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$
- B) Fenolftalein indikátort használhatunk (átcsapási tartománya $\text{pH} = 8,2\text{--}10$), mert a gyenge sav erős lúggal alkotott sója keletkezik a reakció végpontjában és ez lúgosan hidrolizál. A színváltozás: színtelenből rózsaszín lesz.
- C) A kiforralással a zavaró szén-dioxidot távolítjuk el.

TÉRFOGATOS ELEMZÉS 3.

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának meghatározásához szükséges 500 cm³ térfogatú, 0,1 mol/dm³ koncentráció nátrium–hidroxid mérőoldat. A nátrium–hidroxid mérőoldat pontos koncentrációja oxálsavval, mint titer alapanyaggal állapítható meg. Az elkészült NaOH mérőoldattal más savtartalmat is meg lehet határozni, így például mérni lehet vele a koncentrált kénsav hatóanyagtartalmát is.

Hogyan készíthető el az 500 cm³ térfogatú, 0,1 mol/dm³ koncentráció nátrium–hidroxid mérőoldat? Milyen módszerrel lehet a titer alapanyag, az oxálsav tömegét és a NaOH mérőoldat pontos koncentrációját (c_p-jét) megállapítani? Hogyan történik a mérőoldat fogyásából a hatóanyag tartalom kiszámítása?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A "Szakmai információtartalom"-ban leírt feladatok eredményeit a "Tanulásmegvalósító"-ban a "Megoldás 2."-ben találja.

A TÉRFOGATOS ELEMZÉS SZÁMÍTÁSAINAK ELVÉGZÉSE

1. OLDATKÉSZÍTÉSI SZÁMÍTÁS

A feladat elvégzéséhez először a 0,1 mol/dm³ névleges anyagmennyiség koncentrációjú NaOH oldatot kell elkészíteni. A NaOH-ból felesleget kell venni, mert a levegővel érintkezve, annak nedvesség- és szén-dioxidtartalmát megköti.

3.1. feladat

Számítsa ki, hogy hány gramm NaOH szükséges 500 cm³ térfogatú, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH oldat készítéséhez, ha 5 % felesleget alkalmazunk! Számítását írja le a kijelölt helyre!

$$M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g/mol}$$

2. A TITER ALAPANYAG MENNYISÉGÉNEK KISZÁMÍTÁSA

A titer alapanyag kiszámításához először a mérőoldat és titer alapanyag között lejátszódó reakcióegyenletet kell felírni. Majd a tervezett fogyásból (amelyet a buretta térfogata határoz meg) és a mérőoldat névleges koncentrációjából kiszámolhatjuk a c_p meghatározáshoz a titer alapanyag tömegét.

3.2. Feladat

Írja fel a kijelölt helyre a NaOH és a két kristályvizes oxálsav között lejátszódó folyamat reakcióegyenletét!

3.3. feladat

Számítsa ki, hogy hány gramm oxálsavat $[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}]$ kell bemérni $20,00 \text{ cm}^3$ $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH mérőoldat fogyáshoz! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

Az analitikai moláris tömeg: $M[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}] = 126,04 \text{ g/mol}$

3. A mérőoldat pontos koncentrációjának, c_p -jének számítása

A titer alany (az oxálsav) beméréséből, és az erre fogyott mérőoldat térfogatokból (fogyásokból) a reakcióegyenlet alapján kiszámítható a mérőoldat pontos koncentrációja.

3.4. feladat

Számítsa ki a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ névleges koncentrációjú NaOH mérőoldat pontos koncentrációját, ha a $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ bemérésekre rendre a következő NaOH-oldat fogyásokat kaptuk! Számításait írja le a kijelölt helyre!

$$M[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}] = 126,04 \text{ g/mol}$$

Bemérések az $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ -ból:		Fogyások a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ NaOH oldatból:
1.	0,1279 g	20,00 cm^3
2.	0,1260 g	19,80 cm^3
3.	0,1269 g	19,90 cm^3

4. A hatóanyag-tartalom kiszámítása

A mérőoldat pontos koncentrációjából és a fogyásokból (a reakcióban elhasznált mérőoldat térfogatból) a reakcióegyenlet alapján kiszámítható a hatóanyag-tartalom.

3.5. feladat

Koncentrált kénsav hatóanyag-tartalmát határozzuk meg nátrium-hidroxid mérőoldattal. 0,7787 g koncentrált kénsavból készítettünk 200,0 cm³ térfogatú törzsoldatot. 25,00 cm³ térfogatú részleteire 18,60 cm³, 18,80 cm³ és 18,70 cm³ 0,1006 mol/dm³ koncentrációjú NaOH mérőoldat fogyásokat tapasztalunk. Számítsa ki a koncentrált kénsav tömegszázalékos összetételét! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g/mol}$$

Összefoglalás

Az előzőekben a titrimetriás számításokkal foglalkozhatott. Alaposan, lépésekre bontva ismerkedhetett meg a mérőoldat készítés és a pontos koncentráció meghatározás menetével. Megtanulhatta a térfogatos elemzésnél a hatóanyag-tartalom kiszámításának a módját is.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A térfogatos elemzés számításainak végére értünk. Most ennek a tananyagrésznek a további tanulásához adunk segítséget. Először a tartalmat kell összefoglalni, a tananyagvázlat készítésével. Ezután a térfogatos elemzés számításait kell alaposan átgondolni és gyakorolni.

Miről is tanultunk? Készítsen tananyagvázlatot! Ehhez célszerű elolvasni az információtartalmat.

Tananyagvázlat:

A térfogatos elemzés számításai

1. Mérőoldat készítése, az oldat készítéséhez szükséges bemérés kiszámítása.
2. A mérőoldat c_p -jének meghatározása.
 - A reakcióegyenlet alapján a titer alapananyag tömegének kiszámítása.

- A titer alapanyag beméréseiből és az azokra fogyott mérőoldat fogyásokból a c_p kiszámítása.

3. A reakcióegyenlet alapján a mérőoldat pontos koncentrációjából és a vizsgálandó anyagra fogyott mérőoldat fogyásokból a hatóanyag-tartalom kiszámítása.

A "Szakmai információtartalom" fejezetben leírt feladatok eredményeit a következő "Megoldások 2." részben találja.

MEGOLDÁSOK 2.

3.1. feladat

$$V = 500 \text{ cm}^3$$

$$c = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$$

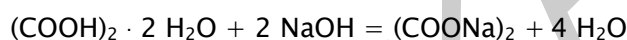
$$M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,0500 \text{ mol}$$

$$m \text{ NaOH} = n \cdot M = 0,0500 \text{ mol} \cdot 40,0 \text{ g/mol} = 2,00 \text{ g}$$

$$\text{Az 5\% felesleggel a NaOH tömege: } m(\text{NaOH}) = 2,00 \text{ g} \cdot 1,05 = 2,10 \text{ g}$$

3.2. feladat



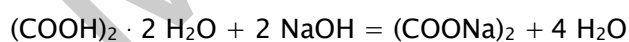
3.3. feladat

$$V = 20,00 \text{ cm}^3$$

$$c = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$$

$$\text{Analitikai moláris tömegeket használunk: } M[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}] = 126,04 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,020 \text{ dm}^3 = 0,002 \text{ mol}$$



Mivel 2 mol NaOH 1 mol oxálsavval reagál:

$$n[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}] = \frac{0,002 \text{ mol}}{2} = 0,001 \text{ mol}$$

$m[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}] = n \cdot M = 0,001 \text{ mol} \cdot 126,04 \text{ g/mol} = 0,1260 \text{ g}$ oxálsav tömeget kell bemérni.

3.4. feladat

A lejátszódó folyamat reakcióegyenlete:



$$M[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}] = 126,04 \text{ g/mol}$$

Bemérések az $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ -ból:	Fogyások a $0,1 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$ oldatból:
0,1279 g	20,00 cm^3
0.1260 g	19,80 cm^3
0,1269 g	19,90 cm^3

Mivel a bemérések nem azonosak, így a fogyások nem átlagolhatók!

Kiszámoljuk rendre az oxálsav anyagmennyiségét:

$$n_1[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}] = m/M = 0,1279 \text{ g}/126,04 \text{ g/mol} = 1,015 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_2[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}] = m/M = 0,1260 \text{ g}/126,04 \text{ g/mol} = 9,997 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_3[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}] = m/M = 0,1350 \text{ g}/126,04 \text{ g/mol} = 1,007 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Mivel 1 mol oxálsav 2 mol NaOH-dal reagál, a NaOH anyagmennyiségei:

$$n_1(\text{NaOH}) = 2,029 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_2(\text{NaOH}) = 1,999 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_3(\text{NaOH}) = 2,014 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Majd kiszámoljuk a három mérésnél a NaOH mérőoldat pontos koncentrációját:

$$c_{p1}(\text{NaOH}) = n/V = 2,029 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/0,02000 \text{ dm}^3 = 0,1015 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_{p2}(\text{NaOH}) = n/V = 1,999 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/0,01980 \text{ dm}^3 = 0,1010 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_{p3}(\text{NaOH}) = n/V = 2,014 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/0,01990 \text{ dm}^3 = 0,1012 \text{ mol/dm}^3$$

Mivel a c_p -ék közeliek így átlagolhatók: $\bar{c}_p(\text{NaOH}) = (c_{p1} + c_{p2} + c_{p3})/3 = 0,1012 \text{ mol/dm}^3$

A NaOH mérőoldat pontos koncentrációja $c_p(\text{NaOH}) = 0,1012 \text{ mol/dm}^3$ lett.

3.5. feladat

$$V_1 = 18,60 \text{ cm}^3$$

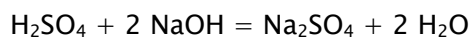
$$V_2 = 18,80 \text{ cm}^3$$

$$V_3 = 18,70 \text{ cm}^3$$

Átlagolhatók a fogyások, mert a bemérés azonos volt és közeliek a fogyások.

Az átlagfogyás: $V(\text{átlag, NaOH}) = 18,70 \text{ cm}^3 = 0,01870 \text{ dm}^3$.

A lejátszódó folyamat reakcióegyenlete:



1 mol 2 mol

$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g/mol}$

Első lépésként kiszámoljuk az elreagált NaOH anyagmennyiségét:

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,1006 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0187 \text{ dm}^3 = 1,881 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Mivel 2 mol NaOH 1 mol H₂SO₄-val reagál:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,881 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 2 = 9,405 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

A kénsav tömege:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 9,405 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 98,08 \text{ g/mol} = 0,09224 \text{ g}$$

Ez van a törzsoldat vizsgált 25,00 cm³-ében, az egész 200,0 cm³ törzsoldat:

$$\frac{0,09224 \text{ g} \cdot 200,0 \text{ cm}^3}{25,00 \text{ cm}^3} = 0,7379 \text{ g kénsavat tartalmaz.}$$

Tehát a vizsgált 200,0 cm³ térfogatú törzsoldatban 0,7379 g H₂SO₄ van.

A koncentrált kénsav tömegszázalékos összetétele:

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,7380 \text{ g}}{0,7787 \text{ g}} \cdot 100 = 94,7\%$$

A továbbiakban javasoljuk, hogy végezze el a következő "Önellenző feladatok" példáit és értékelje a saját teljesítményét!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

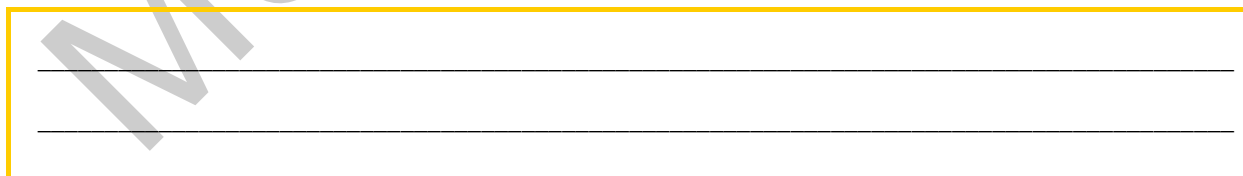
Számítsa ki, hogy 500 cm^3 térfogatú $0,1 \text{ mol/dm}^3$ névleges koncentrációjú sósav készítéséhez, hány cm^3 cc. HCl szükséges, ha a cc. HCl 37 tömegszázalékos és $1,18 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű! Számításait írja le a kijelölt helyre!

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$$



2. feladat

Adja meg a sósav mérőoldat készítéséhez szükséges egyéni és kollektív védőeszközök listáját! Válaszát írja le a kijelölt helyre!



3. feladat

Adja meg a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ névleges koncentrációjú sósav mérőoldat pontos koncentrációját, ha $0,2001 \text{ g}$, $0,2006 \text{ g}$ és $0,2010 \text{ g}$ KHCO_3 bemérésre $19,80 \text{ cm}^3$, $19,90 \text{ cm}^3$ és $20,00 \text{ cm}^3$ sósav mérőoldat fogyásokat tapasztalunk! Írja fel a lejátszódó folyamat reakcióegyenletét! Számításait írja le a kijelölt helyre!

$$M(\text{KHCO}_3) = 100,12 \text{ g/mol}$$

4. feladat

Számítsa ki, hogy $2,1000 \text{ g}$ oltott mész hány tömegszázalék Ca(OH)_2 -ot tartalmaz, ha oldás után $250,0 \text{ cm}^3$ térfogatú törzsoldatot készítettünk és $25,00 \text{ cm}^3$ -es részleteire rendre $18,9 \text{ cm}^3$, $18,8 \text{ cm}^3$, $19,0 \text{ cm}^3$ $0,1011 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósav mérőoldat fogyást tapasztalunk! Írja le a lejátszódó folyamat reakcióegyenletét! Számításait írja le a kijelölt helyre!

$$M[(\text{Ca(OH)}_2)] = 74,1 \text{ g/mol}$$



MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. Feladat

$$V = 500 \text{ cm}^3$$

$$C = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \text{ HCl}$$

$$n(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,05 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M = 0,05 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 1,825 \text{ g}$$

$$m_{\text{o.a.}} = 1,825 \text{ g}$$

a $w(\text{HCl}) = 37\%$ -ból:

$$37 = \frac{1,825 \text{ g}}{m(\text{oldat})} \cdot 100$$

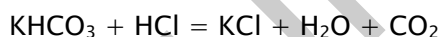
Összefüggésből az $m(\text{oldat}) = 4,93 \text{ g}$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{4,93 \text{ g}}{1,18 \text{ g/cm}^3} = 4,2 \text{ cm}^3 \text{ cc. HCl-t kell bemérni.}$$

2. feladat

Védőkesztyű, védőszemüveg, vegyi fülke.

3. feladat



1 mol 1 mol

Analitikai moláris tömeg: $M(\text{KHCO}_3) = 100,12 \text{ g/mol}$

A fogyásokat átlagolni nem lehet, mert nem azonosak a bemérések!

Kiszámoljuk rendre a KHCO_3 anyagmennyiségeit:

$$n_1(\text{KHCO}_3) = m/M = 0,2001 \text{ g} / 100,12 \text{ g/mol} = 1,999 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_2(\text{KHCO}_3) = 0,2006 \text{ g} / 100,12 \text{ g/mol} = 2,003 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_3(\text{KHCO}_3) = 0,2010 \text{ g} / 100,12 \text{ g/mol} = 2,008 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Mivel 1 mol HCl 1 mol KHCO_3 -mal reagál a KHCO_3 anyagmennyiségeivel megegyezik a HCl anyagmennyisége:

$$n_1(\text{HCl}) = 1,999 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_2(\text{HCl}) = 2,003 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_3(\text{HCl}) = 2,008 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Majd kiszámoljuk a három pontos koncentrációt:

$$c_{p1}(\text{HCl}) = n / V = 1,999 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,01980 \text{ dm}^3 = 0,1010 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_{p2}(\text{HCl}) = n / V = 2,003 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,01990 \text{ dm}^3 = 0,1007 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_{p3}(\text{HCl}) = n / V = 2,008 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,02000 \text{ dm}^3 = 0,1004 \text{ mol/dm}^3$$

Mivel a c_p -ék közeliek így átlagolhatók: $\bar{c}_p(\text{HCl}) = (c_{p1} + c_{p2} + c_{p3}) / 3 = 0,1007 \text{ mol/dm}^3$.

A sósav mérőoldat pontos koncentrációja $c_p(\text{HCl}) = 0,1007 \text{ mol/dm}^3$ lett.

4. feladat

$$M[(\text{Ca}(\text{OH})_2)] = 74,10 \text{ g/mol}$$

$$V_1 = 18,9 \text{ cm}^3$$

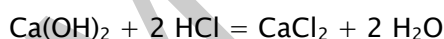
$$V_2 = 18,8 \text{ cm}^3$$

$$V_3 = 19,0 \text{ cm}^3$$

Átlagolhatók a fogyások, mert azonosak a bemérések és közeliek a fogyások!

$$\bar{V}(\text{HCl}) = 18,9 \text{ cm}^3$$

$$c_p(\text{HCl}) = 0,1011 \text{ mol/dm}^3$$



$$1 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,1011 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0189 \text{ dm}^3 = 1,911 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Mivel 2 mol HCl 1 mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -val reagál.

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,911 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 2 = 9,556 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n \cdot M = 9,556 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 74,10 \text{ g/mol} = 0,07080 \text{ g}$$

Ennyi található a törzsoldat vizsgált $25,00 \text{ cm}^3$ -ében, az egész $250,0 \text{ cm}^3$ -ben:

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,07080 \text{ g} \cdot 10 = 0,7080 \text{ g}$$

$$\text{Az oltott mész } [\text{Ca}(\text{OH})_2] \text{ tömegszázaléka: } w(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{0,7080\text{g}}{2,1000\text{g}} \cdot 100 = 33,7\%.$$

MUNKANYAG

TÉRFOGATOS ELEMZÉS 4.

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A laboratóriumokban dolgozó technikus mindennapi feladatai közé tartozik a különböző vegyi anyagok, az élelmiszerek, a gyógyszerek stb. készítmények hatóanyag-tartalmának meghatározása. A Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának mérése pontos koncentrációjú nátrium-hidroxid mérőoldattal történik.

Milyen műveleti lépésekből áll a Betacid hatóanyag-tartalmának meghatározása? Hogyan kell elvégezni a mérést?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

GYAKORLATI FELADAT: BETACID GYÓGYSZERPOR SÓSAVTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA NÁTRIUM-HIDROXID MÉRŐOLDATTAL

1. 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH mérőoldat készítése és pontos koncentrációjának meghatározása

A) Oldatkészítés: mérőlombikban 2,10 g NaOH-ból kiforralt és lehűtött desztillált vízzel készítsen 500,0 cm³ térfogatú oldatot!

Kivitelezés:

- 2,10 g NaOH bemérése, oldása főzőpohárban kiforralt, lehűtött desztillált vízzel. Átöntése, átmosása 500 cm³ térfogatú mérőlombikba. Jelig töltés, homogenizálás.

Munkavédelem:

- A NaOH maró, mérgező.
- A forralásnál el kell kerülni az égési sérülést.

B) Pontos koncentráció meghatározása: Határozza meg a NaOH mérőoldat pontos koncentrációját (COOH)₂ · 2 H₂O-ra fenolftalein indikátor mellett!

Kivitelezés:

- **Bemérés:** megszámozott titrálólombikba mérjen 0,1100 g – 0,1300 g közötti tömegű $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ -at.
- **A titrálás előkészítése:** kb. 40 cm³ kiforralt, lehűtött desztillált vizes hígítás után adjon az oldatokhoz 1–2 csepp fenolftalein indikátort.
- **Titrálás:** 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH mérőoldattal halvány rózsaszínig, amely kb. fél percig megmarad.
- **A mérési adatok dokumentálása.**
- **A NaOH mérőoldat pontos koncentrációjának kiszámítása.**

Szükséges adat:

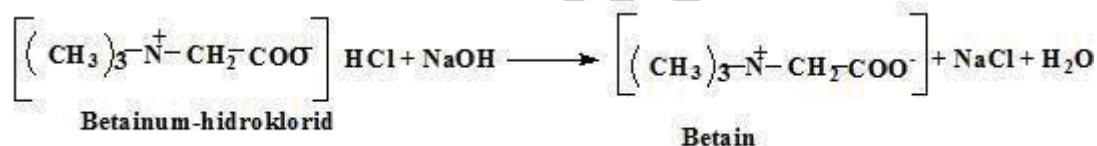
$$M[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}] = 126,04 \text{ g/mol}$$

Munkavédelem:

- Az oxálsav mérgező.
- A NaOH maró és mérgező.
- A forralásnál el kell kerülni az égési sérülést.

2. Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának meghatározása

A meghatározás reakcióegyenlete:



11. ábra. Betacid meghatározás reakcióegyenlete

Kivitelezése:

- **Bemérés:** mérjen be analitikai mérlegen 4 adagoló kanál (a gyógyszerhez csomagolják) gyógyszerport!
- **Törzsoldat készítés:** oldás után mossa át az oldatot egy 250,0 cm³ térfogatú mérőlombikba! Töltse jelig, majd homogenizálja a törzsoldatot!
- **A titrálás előkészítése:** pipetázzon ki egy titrálólombikba 25,00 cm³ térfogatú oldatot, adjon hozzá kb. 40 cm³ desztillált vizet és 1–2 csepp fenolftalein indikátort!
- **Titrálás:** a pontos koncentrációjú NaOH mérőoldattal titrálja kb. fél percig megmaradó rózsaszínű színig!
- **Jegyezze fel a mérési adatokat!**
- **Számítás:** számítsa ki a Betacid gyógyszerpor tömegszázalékos sósavtartalmát!

Munkavédelem: A NaOH maró és mérgező.

Szükséges adat: $M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g/mol}$

A feleslegessé vált oldatokat szelektíven kell gyűjteni:

- A tanárral konzultálva a feleslegessé vált oldatokat a megfelelő hulladékgyűjtőbe kell gyűjteni.



12. ábra. Szelektív hulladékgyűjtők

3. Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának meghatározása után töltsé ki a jegyzőkönyvet és végezze el a számításokat!

BETACID GYÓGYSZERPOR VIZSGÁLATÁNAK JEGYZŐKÖNYVE		
NaOH mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása		
A c_p meghatározás reakcióegyenlete:		
Bemért $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ tömegek:	1.	
	2.	
	3.	
$M[(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}]$:		
NaOH mérőoldat fogyásai:	1.	
	2.	
	3.	
Átlag fogyás:		
Betacid gyógyszerpor HCl-tartalmának meghatározása		
A meghatározás reakcióegyenlete:		
Betacid gyógyszerpor bemérés:		

A törzsoldat térfogata:		
$M(\text{HCl})$		
A titrált térfogat:		
NaOH fogyások:		1.
		2.
		3.
Átlag fogyás:		
A felhasznált vegyszerek R- és S- mondatai:		
NaOH mérőoldat pontos koncentrációjának számítása:		
$c(\text{NaOH}) = \dots\dots\dots$		

Betacid gyógyszerpor HCl-tartalmának számolása:

Betacid HCl-tartalma w%:.....

Összefoglalás

Ennek a tananyagrésznek a legfontosabb része a gyakorlati feladat lépéseinek megértése, elvégzése és az eredményének a kiszámítása.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A térfogatos elemzés gyakorlatának a végére értünk. Kiemelten fontos a "Gyakorlati feladat" megértése, elvégzése és mérés eredményének kiszámítása.

Hogyan is végeztük a mérést? Milyen műveleti lépések követték egymást? Készítsen tananyagvázlatot! Ehhez célszerű elolvasni az információtartalmat.

Tananyagvázlat:

Betacid gyógyszerpor sósavtartalmának meghatározása

1. A NaOH mérőoldat készítése, a NaOH bemérés kiszámítása.
2. A NaOH mérőoldat c_p meghatározása oxálsavra.
 - A titer alapanyag, az oxálsav bemérésének kiszámítása.
 - A c_p számítás a bemérésekből és a fogyásokból.
3. A sósavtartalom kiszámítása a reakcióegyenlet alapján a Betacid bemérésből, a mérőoldat pontos koncentrációjából és a mérésnél tapasztalt fogyásokból.

A továbbiakban javasoljuk, hogy végezze el a következő "Önellenző feladatok" példáit és értékelje a saját teljesítményét!

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Írja le a kijelölt helyre a Betacid gyógyszerpor vizsgálatához szükséges anyagokat!

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

2. feladat

Állítsa logikai sorrendbe a NaOH mérőoldat készítésének felsorolt lépéseit! Írja a művelet sorszámát a kipontozott helyre!

- A) A mérőlombikba átmoszuk az oldatot.
- B) Főzőpohárba bemérjük a NaOH-ot.
- C) Homogenizáljuk az oldatot.
- D) Kiforralt desztillált vízben oldjuk a NaOH-ot.
- E) Jelig töltjük a mérőlombikot.

3. feladat

Fordítsa le a következő angol nyelvű szöveget! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

Glossary

Alcohol: any organic compound in which an OH group is linked to a carbon atom which bears no other oxygen. Examples: methyl alcohol, $\text{CH}_3\text{-OH}$, ethyl alcohol, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$.

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

NaOH, kiforralt lehűtött desztillált víz, $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, fenolftalein indikátor, Betacid gyógyszerpor.

2. feladat

A) 3. B) 1. C) 5. D) 2. E) 4.

3. feladat

Szójegyzet

Alkohol: olyan szerves vegyület, amelyben OH-csoport kapcsolódik egy olyan szénatomhoz, amelyen nincs oxigén. Példák: metil-alkohol, $\text{CH}_3\text{-OH}$, etil-alkohol, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$.

IRODALOMJEGYZÉK**FELHASZNÁLT IRODALOM**

Szabó Lászlóné: Természettudományi gyakorlatok I. A Nemzeti Szakképzési Intézet megbízásából kiadja a Skandi-Wald Könyvkiadó Kft. Budapest, 1999.

Szabó Lászlóné: Természettudomány gyakorlatok III. A Munkaügyi Minisztérium megbízásából kiadja a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Rt. Budapest, 1997.

Szabó Lászlóné: Szakmai gyakorlatok III. évfolyam, A Munkaügyi Minisztérium megbízásából kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1994.

Villányi Attila: Kémia I. Bevezetés a kémiába, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.

<http://sulinet.hu> (2010. 08. 02.)

<http://wikipedia.org> (2010. 08. 02.)

AJÁNLOTT IRODALOM

Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998.

A(z) 2049–06 modul 013–as szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 524 01 0010 54 01	Általános vegyipari laboratóriumi technikus
54 524 01 0010 54 02	Drog és toxikológiai laboratóriumi technikus
54 524 01 0010 54 03	Élelmiszerminősítő laboratóriumi technikus
54 524 01 0010 54 04	Gyógyszeripari laboratóriumi technikus
54 524 01 0010 54 05	Környezetvédelmi és vízminőségi laboratóriumi technikus
54 524 01 0010 54 06	Mezőgazdasági laboratóriumi technikus
54 524 02 1000 00 00	Vegyipari technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

20 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató