



Kémia Mintafeladatsor K és K+ kategória

1. feladat

20,00 cm³ ecetsavoldatot ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$) titrálunk 1 mol/dm³, 1,099 faktorú nátrium-hidroxid oldattal. A fogyások átlaga 15,25 cm³.

- Mennyi az ecetsavoldat koncentrációja?
- Mennyi a kiindulási oldatok pH-ja?
- Mennyi a pH a titrálás végpontjában?
- A függvénytáblázat indikátorai közül melyiket használnátok ehhez a méréshez?

Gyenge szerves bázisok erősségének meghatározása során oldószerként gyakran alkalmaznak tiszta ecetsavat (jégecet), ugyanis egyrészt ebben jobban oldhatóak, másrészt az oldószer „savassága” folytán nő a báziserősségük, és jobban mérhetőek. A vízhez hasonlóan az ecetsav molekulái között is lejátszódik az autoprotolízis, a különbség annyi, hogy a keletkező ionok által meghatározott szorzat értéke $K = 10^{-13}$. A pH-hoz hasonlóan definiálhatjuk a pA fogalmát ($pA = -\log[\text{protonált ecetsav}]$).

- Mennyi lesz a pA a semlegesnek mondható jégecetes oldatokban?
- Mennyi lesz a pA, ha 50 ml jégecetben 0,25 g Na-acetátot oldunk? Az oldódás során bekövetkező térfogatváltozást elhanyagolhatjuk.

2. feladat

Egy egyértékű oxosav – mely szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú és sötétvörös színű – 0,8166 g-jából 50 cm³ oldatot készítettünk, melynek megmértük a pH-ját: ez 1,07-nak adódott.

- Mennyi a sav moláris tömege, ha $pK_s = 0,32$?

A vegyület a savas karakterű hidrogénen kívül nem tartalmaz többet a legkisebb rendszámú elemből. A savmolekula központi atomja egy olyan fém, amelynek nincsen stabil izotópja.

- Mi a vegyület összegképlete? Mennyi a radioaktív fém feladatban szereplő – egyébként legstabilabb – izotópjának relatív atomtömege? (A továbbiakban is ezzel az atomtömeggel számoljatok!)

A sav előállítható a fém egyik oxidjának vízzel való reakciójában. Az oxidban a fém aránya 22,22 $n/n\%$.

- Számítással határozzátok meg az oxid képletét! Írjátok fel a szintézis reakcióegyenletét!

A sav ammóniumsója hevítés hatására elbomlik, ekkor a fém egy másik oxidjához jutunk (a többi bomlástermék: nitrogén és víz). 5,00 g kiindulási anyagból 400 °C-on, 101 325 Pa nyomáson 3,84 dm³ térfogatú gáz keletkezik.



d) Számítással alátámasztva írjátok fel a bomlás reakcióegyenletét!

Az előző pontban meghatározott oxidot 220 °C-on, 300 atm nyomáson CO-dal reagáltatva egy olyan vegyületéhez jutunk a fémnek, melynek moláris tömege 475,92 g/mol. A vegyület oxigéntartalma 33,62 m/m%, anyagmennyisége pedig fele a kiindulási fém-oxidénak.

e) Számítással határozzátok meg a képződő vegyület képletét! Írjátok fel a reakcióegyenletet!

3. feladat

Az **A** vegyület százalékos elemösszetétele a következő: 64,86 % C, 13,51 % H és a maradék pedig oxigén. **A**-t oxidálva **B**-vé egyértékű karbonsavat kapunk 88,10 g/mol-os moláris tömeggel. **B** elemösszetétele a következő: 54,53 % C és 9,15 % H. **A**-t tömény kénsavval főzve a keletkező termékek egyike **C** egy telítetlen szénhidrogén. **C** hidrogén-jodiddal addíciós reakcióba lép (1:1 arányban), a keletkező **D** jodidot lúgban hidrolizálva **E** alkoholt kapjuk, mely a kiindulási **A** vegyület izomere.

a) Határozzátok meg az **A-E** vegyületek szerkezetét, illetve nevezzétek el a vegyületeket!

Az **A-E** vegyületekre több megoldás adódik. Melyikre gondolhatt a szerző, ha segítségül a következőket is megadta:

X egy alifás szénhidrogén, melyet bázis jelenlétében formaldehiddel kezelve egy telítetlen vegyületet kapunk (**Y**), amelynek 1 molja 2 mol H₂ gáz segítségével **A** vegyületté alakítható. Az **X** és a formaldehid között lejátszódó reakció során a bázis deprotonálja **X**-et, majd az így keletkezett anion "támadja meg" a formaldehid szénatomját, minek következtében a C-O kettős kötés egyszeres kötéssé alakul, a negatív töltés pedig az oxigénatomra kerül. Ez az oxigénatom "szerez" magának egy protont, például a protonált bázistól. Így kapjuk a **Z** vegyületet, mely azonban gyorsan átalakul **Y**-ná. **Y** pedig egy α - β -telítetlen aldehid.

b) Határozzátok meg az **X-Z** vegyületek szerkezetét!

c) Ezek alapján melyik **A** szerkezet megoldása a feladatnak?

4. feladat

Hádész meg akarja mérgezni Herkulest. A kriptonit olyan elem, melynek tömegszáma 310. A proton tömege $1,673 \cdot 10^{-24}$ g, a neutron tömege $1,675 \cdot 10^{-24}$ g, a tömegdefektust elhanyagolhatjuk. A kriptonit α -bomló elem, a bomlás energiája átlagosan 6 MeV, 1 MeV pedig $1,602 \cdot 10^{-13}$ J-lal egyenértékű. Tegyük fel, hogy a kriptonit olyan speciális elem, hogy ha élő szervezetbe kerül, néhány órán belül teljesen elbomlik. Ha Herkulest kriptonittal mérgezzük, szervezete éppúgy reagál a radioaktivitásra, mint egy átlagos emberé, így maximum 10 Sv-nyi (azaz Sievert, jelölése $H = 10$ Sv) sugárterhelést bír ki. A sugárterhelést úgy számoljuk, hogy a bomlás energiáját megszorozzuk az α -bomláshoz tartozó minősítő tényezővel (jele Q , értéke 20), majd elosztjuk az élőlény testének tömegével, és az így kapott J/kg dimenzió a Sieverttel ekvivalens.

Mekkora tömegű kriptonitra van szüksége Hádésznek a sikeres mérgezéshez, ha Herkules tömege 95 kg?



Kémia Mintafeladatsor Megoldókulcs

1. feladat megoldás

a) $c_{\text{ecetsav}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{ecetsav}}} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot f_{\text{NaOH}} \cdot c_{\text{NaOH}}}{V_{\text{ecetsav}}} = 0,838 \text{ mol/dm}^3$

- b) A kiindulási NaOH koncentrációja a faktor alapján $1,099 \text{ mol/dm}^3$. Tehát ennyi az hidroxidionok koncentrációja, azaz $\text{pH} = 14,04$. Az ecetsav esetén a következő másodfokú egyenletet kapjuk:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = K_s = \frac{[H^+]^2}{c_{\text{sav}} - [H^+]} = \frac{[H^+]^2}{0,838 - [H^+]}$$

mely alapján $c_{\text{ecetsav}} = 3,875 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, azaz a $\text{pH} = 2,41$.

(A nevezőben lévő $c_{\text{sav}} - [H^+]$ különbségben a hidrogénionok koncentrációja elhanyagolható, így is $c_{\text{ecetsav}} = 3,884 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ adódik, ami szintén $\text{pH} = 2,41$ -nek felel meg.)

- c) A titrálás végpontjában az összes ecetsavat közönbösítettük, így nátrium-acetát oldatunk marad.

$$n = 0,838 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,02 \text{ dm}^3 = 0,01676 \text{ mol nátrium-acetát van}$$
$$V = 20,00 \text{ cm}^3 + 15,25 \text{ cm}^3 = 35,25 \text{ cm}^3 \text{ azaz } 0,03525 \text{ dm}^3 \text{ oldatunk van.}$$

A nátrium-acetát összes koncentrációja így $0,4755 \text{ mol/dm}^3$. A nátrium-acetát gyenge bázis, koncentrációja nagy, így alkalmazhatjuk a hidrolizáló sókra vonatkozó képletet:

$$\frac{K_v}{K_s} \cdot c_{\text{só}} = [OH^-]^2 \text{ azaz } 2,6417 \cdot 10^{-10} = [OH^-]^2$$

Innen kiszámolható a hidroxidionok koncentrációja, ami alapján a $\text{pH} = 9,21$.

Elhanyagolás nélkül, azaz a $c_{\text{só}}$ helyett $c_{\text{só}} - [OH^-]$ képletet írva másodfokú egyenletet kapunk, melyet megoldva a fenti eredményt kapjuk.

- d) Bármely indikátor jó, melynek átcsapási pH-tartományába beleesik a 9,21. Legismertebb talán a fenolftalein.
- e) Az ecetsavból képződött ionok szorzatának értéke 10^{-13} , semleges pA-n pedig ezen ionok koncentrációja megegyezik. Így a protonált ecetsav koncentrációja $10^{-6,5}$ lesz, ami 6,5-ös pA értéket jelent.
- f) $M(\text{nátrium-acetát}) = 82 \text{ g/mol}$, így az anyagmennyisége 3,05 mmol tehát a koncentrációja $0,061 \text{ mol/dm}^3$. A só hasonlóan viselkedik ecetsavban, mint a nátrium-hidroxid vízben, tehát erős bázis. Így az ecetsav autoprotolízise elhanyagolható, azaz a protonált ecetsav koncentrációja $10^{-13}/0,061 = 1,64 \cdot 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$. Ezek alapján pedig a pA érték 11,79.



2. feladat megoldás

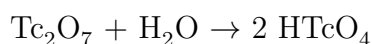
- a) A megadott pH értékből kiszámítható, hogy $[H^+] = 0,0851 \text{ mol/dm}^3$. A pK_s alapján $K_s = 0,4786$. Így felírható a következő egyenlet:

$$K_s = \frac{[H^+]^2}{c_{sav} - [H^+]} \text{ azaz } 0,4786 = \frac{7,244 \cdot 10^{-3}}{c_{sav} - 0,0851}$$

a fenti egyenlet megoldása: $c_{sav} = 0,1003 \text{ mol/dm}^3$

Mivel a térfogatról tudjuk, hogy 50 cm^3 , ezért könnyen kiszámítható, hogy a $0,8166 \text{ g}$ sav 5 mmol -nak felel meg, azaz a sav moláris tömege: $M_{sav} = 162,9 \text{ g/mol}$.

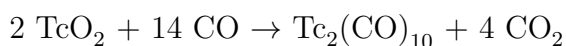
- b) Ha tudjuk, hogy csak 1 db hidrogén van a molekulában, és végigpróbáljuk, hogy mennyi oxigén lehet mellette, akkor 4 oxigénatom esetén a központi fématom moláris tömegére $97,9 \text{ g/mol}$ -t kapunk. Ez megfelel a technéciumnak, amire illik is a feladat leírása, ugyanis nem ismert egyetlen stabil izotópja sem. Így az összegképlet: HTcO_4 , a Tc legstabilabb izotópjának relatív atomtömege pedig $97,9$.
- c) 1 mol oxidban $0,7778 \text{ mol}$ oxigén van és $0,2222 \text{ mol}$ fém. Tehát 1 fématomra $3,5$ oxigénatom jut. Ebből következik, hogy az oxid képlete csak Tc_2O_7 lehet. A szintézis reakcióegyenlete:



- d) 5 g ammóniumsó $0,02778 \text{ mol}$ -nak felel meg, amiből hevítés hatására a gáztörvény alapján $0,06950 \text{ mol}$ gáz keletkezik. Ez azt jelenti, hogy 1 mol ammóniumsóból $2,5 \text{ mol}$ gáz keletkezne, azaz 2 mol sóból 5 mol gáz keletkezik. Tehát a 2 mol sóból pontosan 1 mol nitrogén, illetve 4 mol víz keletkezik bomlás során. Így a visszamaradó oxid képlete csak TcO_2 lehet.

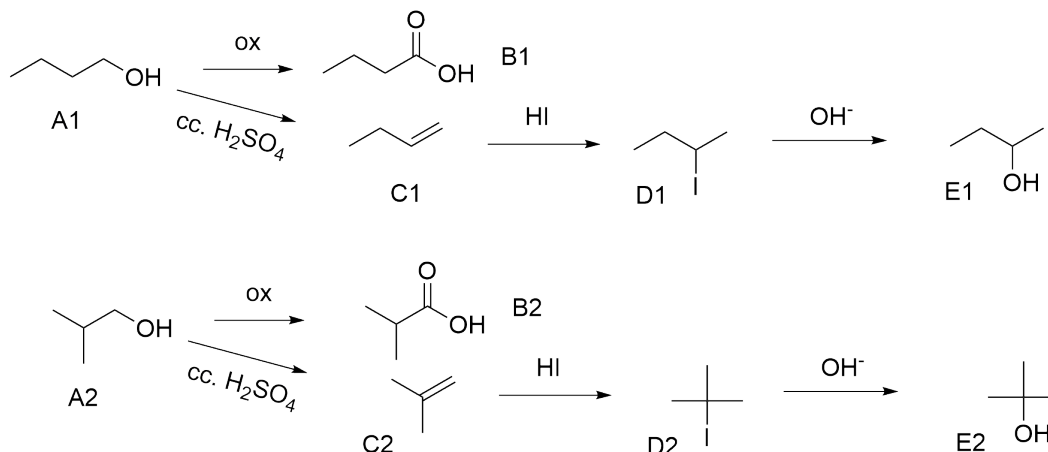


- e) Induljunk ki 2 mol TcO_2 -ből. Ebből 1 mol új vegyület keletkezik, melynek tömege $475,92 \text{ g}$. Tudjuk, hogy ebben $33,62 \text{ m/m}\%$ az oxigén, azaz $160,0 \text{ g}$. Mivel a reakció során a fém mennyisége állandó, ezért ebben a vegyületben 2 mol Tc-t találhatunk, melynek tömege $195,8 \text{ g}$. Tehát a C-atomokra maradó tömeg $120,1 \text{ g}$, aminek alapján elmondható, hogy a vegyület összegképlete $\text{Tc}_2\text{C}_{10}\text{O}_{10}$, vagy $\text{Tc}_2(\text{CO})_{10}$.

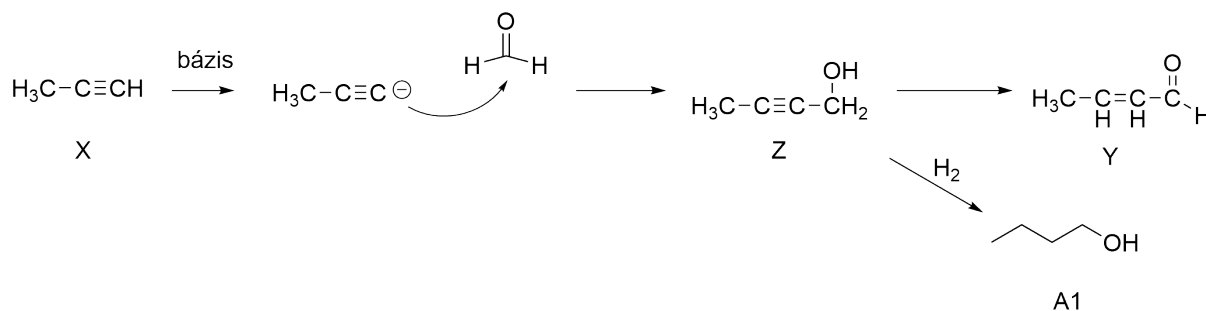


3. feladat megoldás

a)



b)



c) Látható, hogy a feladat valódi megoldása **A**-ra a normál láncú butanol (**A1**).

4. feladat megoldás

A feladat megoldása során először meghatározzuk, hogy egy kriptonit atom bomlása mekkora sugárterheléssel jár, majd ez alapján kiszámoljuk hány bomlás (hány kriptonit atom) szükséges Herkules mérgezéséhez. Ahány bomlás kell, annyi kriptonit atom kell, ezért kiszámoljuk a kriptonit atomtömegét, majd megszorozva a darabszámmal megkapjuk a megoldást.

$$E_{\text{bomlás}} = 6 \text{ MeV} = 9,612 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$H = \frac{Q \cdot E_{\text{bomlás}}}{m_{\text{Herkules}}} = 2,024 \cdot 10^{-13} \text{ Sv}$$

Ha 1 bomlás ekkora sugárterhelést okoz, akkor 10 Sv sugárterhelést $4,942 \cdot 10^{13}$ db kriptonit atom okoz.

$$m_{\text{Kriptonit}} = 126 \cdot m_{\text{proton}} + (310 - 126) \cdot m_{\text{neutron}} = 5,190 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$\text{Így } m_{\text{kriptonit}} = 2,565 \cdot 10^{-8} \text{ g, azaz } 25,65 \text{ ng.}$$

Tehát összesen legalább 25,65 ng kriptonitra van szüksége Hádésznek Herkules ellen.

A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres felkészülést kívánunk!