

Számítások pH-val kombinálva

Bemelegítő, gondolkodtató kérdések

Igaz-e? Indoklással válaszolj!

- A A semleges oldat pH-ja mindig éppen 7.
- B A tömény kénsav pH-ja 0 vagy annál is kisebb.
- C A 0,1 mol/dm³ koncentrációjú sósav pH-ja azonos az ugyanekkora töménységű nátrium-hidroxid pOH-jával.
- D A C pont 2 oldatának összeöntésekor az oldat semleges lesz, benne sem H⁺-ion, sem OH⁻-ion nincs.
- E A 0,1 mol/dm³ koncentrációjú hidrogén-jodid és hidrogén-fluorid – oldatok pH-ja azonos.
- F A 0,1 mol/dm³ koncentrációjú sósav és kénsav azonos pH-jú.

Egyszerű teszt

4. Egy pH = 2,00-es sósavból 4,00-es pH-jú oldatot úgy kapunk, hogy....

- A) kétszeres térfogatra hígítjuk.
- B) négyszeres térfogatra hígítjuk.
- C) százszoros térfogatra hígítjuk.
- D) 1,00 cm³-éhez hozzáöntünk 200 cm³ vizet.
- E) 1,00 cm³-éhez hozzáöntünk 400 cm³ vizet.

5. Milyen szerepe van a hidridionnak a $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{H}_2$ reakcióban?

- A) Csak bázisként viselkedik.
- B) Csak savként és bázisként viselkedik.
- C) Csak oxidálószerként viselkedik.
- D) Csak oxidáló- és redukálószerként viselkedik.
- E) Redukálószerként és bázisként viselkedik.

Számítási feladatok

1) Standard hidrogénelektrod készülhet sósavból vagy kénsavoldatból is. Ezt a savat 100-szorosára hígítva, mekkora pH-jú oldatot nyerünk?

Mekkora az eredeti oldatok anyagmennyiség-koncentrációja?

2) 10,00 cm³ 0,100 mol/dm³-es sósavhoz 1,00 cm³-es részletekben azonos töménységű NaOH-oldatot adagolunk. Mekkora a pH? A táblázatba írjuk a rész- és végeredményt!

| V _{NaOH} (cm ³) | n _{HCl} (mmol) | n _{NaOH} (mmol) | ΣV (cm ³) | [H ⁺] (mol/dm ³) | [OH ⁻] (mol/dm ³) | pH | pOH |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|--|---|----|-----|
| 0,00 | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | |
| 9,00 | | | | | | | |
| 10,00 | | | | | | | |
| 11,00 | | | | | | | |
| 12,00 | | | | | | | |

Számítások pH-val kombinálva

a) Mekkora a pH-változás 1 cseppel az egyenértékpont előtti és utáni állapotváltozás során?
1,00 cm³ 20 csepp.

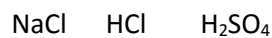
3) 5-ös pH-jú oldatokat készítünk úgy, hogy töményebb oldatokat 100-szorosra hígítunk.

Rendelkezésre álló oldatok: 1,000 · 10⁻³ mol/dm³-es HCl és HF-oldat
 1,017 · 10⁻³ mol/dm³-es HCl és HF-oldat
 0,902 · 10⁻³ mol/dm³-es HCl és HF-oldat

Milyen tömény oldatokból végezzük a hígítást?

$$K_{\text{HF}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

4) Hogyan változik az alábbi vizes oldatok pH-ja elektrolízis során?



250 cm³ oldatokat elektrolizálunk 5,00 A erősségű árammal. A savak pH-ja kezdetben 2.

- Egységnyi pH-változás mekkora pH-t eredményez?
- Ennek eléréséhez mennyi ideig kell elektrolizálni?

5) A perklórsav (HClO₄) erős sav. 100 cm³ 0,500 mol/dm³ koncentrációjú perklórsav-oldathoz öntünk 250 cm³ 10,0 g/dm³-es nátrium-hidroxid-oldatot. A keletkezett oldatot 1,00 dm³-re hígítjuk. Mekkora pH-jú oldatot nyerünk?

6) Az ammónia illékony. A tömény ammóniaoldatot tartalmazó palackból már elillanhatott valamennyi gáz. Meghatároztuk töménységét így: sűrűségére 0,89 g/cm³-t mértünk, kis részletét 100-szorosra hígítva 11,2-es pH-jú oldatot nyertünk.

- Hány tömeg%-os a palackban tárolt oldat?
- Hány dm³ 20 °C-os gáz 1,0 dm³ vízben oldásával állítható elő ilyen tömény oldat?

$$K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Számítások pH-val kombinálva

Igaz-e? Indoklással válaszolj!

- A A semleges oldat pH-ja mindig éppen 7. **Nem igaz, a víziionszorzat értéke függ a hőmérséklettől.**
- B A tömény kénsav pH-ja 0 vagy annál is kisebb. **Nem igaz, a tömény sav nem disszociál teljesen, s a pH-t híg vizes oldatra alkalmazzuk.**
- C A 0,1 mol/dm³ koncentrációjú sósav pH-ja azonos az ugyanekkora töménységű nátrium-hidroxid pOH-jával. **Igaz.**
- D A C pont 2 oldatának összeöntésekor az oldat semleges lesz, benne sem H⁺-ion, sem OH⁻-ion nincs. **Semleges, de vannak benne hidrogén- és hidroxidionok, azonos koncentrációban. Nem igaz.**
- E A 0,1 mol/dm³ koncentrációjú hidrogén-jodid és hidrogén-fluorid – oldatok pH-ja azonos. **Nem igaz, a HF gyenge sav, nem teljes a disszociációja.**
- F A 0,1 mol/dm³ koncentrációjú sósav és kénsav azonos pH-jú. **Nem igaz, a sósav 1 értékű, a kénsav 2 értékű sav.**

1

4. Egy pH = 2,00-es sósavból 4,00-es pH-jú oldatot úgy kapunk, hogy....

- A) kétszeres térfogatra hígítjuk.
- B) négyszeres térfogatra hígítjuk.
- C) százszoros térfogatra hígítjuk.
- D) 1,00 cm³-éhez hozzáöntünk 200 cm³ vizet.
- E) 1,00 cm³-éhez hozzáöntünk 400 cm³ vizet.



5. Milyen szerepe van a hidridionnak a $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{H}_2$ reakcióban?

- A) Csak bázisként viselkedik.
- B) Csak savként és bázisként viselkedik.
- C) Csak oxidálószerként viselkedik.
- D) Csak oxidáló- és redukálószerként viselkedik.
- E) Redukálószerként és bázisként viselkedik.



1) Standard hidrogénelektrod készülhet sósavból vagy kénsavoldatból is. Ezt a savat 100-szorosára hígítva, mekkora pH-jú oldatot nyerünk?

Mekkora az eredeti oldatok anyagmennyiség-koncentrációja?

A standard elektród sajátióra nézve 1 mol/dm³ koncentrációjú. Tehát a $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol/dm}^3$.

100-szoros hígítással $[\text{H}^+] = 0,01 \text{ mol/dm}^3$.

$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 10^{-2} = 2$ mindkét oldatban.

$c(\text{HCl}) = [\text{H}^+] = 1 \text{ mol/dm}^3$, mert a sósav egyértékű erős sav.

$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot [\text{H}^+] = 0,5 \text{ mol/dm}^3$, mert a kénsav kétértékű, erős sav.

¹ 2015. május 2. feladat

Számítások pH-val kombinálva

2) 10,00 cm³ 0,100 mol/dm³-es sósavhoz 1,00 cm³-es részletekben azonos töménységű NaOH-oldatot adagolunk. Mekkora a pH? A táblázatba írjuk a rész- és végeredményt!

| V_{NaOH} (cm ³) | n_{HCl} (mmol) | n_{NaOH} (mmol) | ΣV (cm ³) | $[\text{H}^+]$ (mol/dm ³) | $[\text{OH}^-]$ (mol/dm ³) | pH | pOH |
|---|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|---|------|-----|
| 0,00 | 1 | 0 | 10 | 0,1 | 10^{-13} | 1 | 13 |
| 1,00 | 1-0,1=0,9 | (0,1) | 11 | 0,9/11=0,082 | | 1,09 | |
| 2,00 | 0,8 | | | | | 1,18 | |
| 3,00 | 0,7 | | | | | 1,27 | |
| 4,00 | 0,6 | | | | | 1,37 | |
| 5,00 | 0,5 | | | | | 1,48 | |
| 6,00 | 0,4 | | | | | 1,60 | |
| 7,00 | 0,3 | | | | | 1,75 | |
| 8,00 | 0,2 | | | | | 1,95 | |
| 9,00 | 0,1 | | | | | 2,28 | |
| 10,00 | - | - | 20 | 10^{-7} | 10^{-7} | 7 | 7 |
| 11,00 | | 1,1-1=0,1 | 21 | | $4,76 \cdot 10^{-3}$ | 11,7 | 2,3 |
| 12,00 | | 0,2 | 22 | | $9,09 \cdot 10^{-3}$ | 12,0 | 2,0 |

A megoldáshoz szükséges fogalmak, összefüggések:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] \text{ és } \text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-]$$

$$K_v = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

A feladat „mechanikusan” oldható, de figyelni kell a reakcióra és a hígításra is. Nagyobb figyelmet az egyenértékpontra kell majd fordítani!

Érdeemes egy pH- $V_{\text{mérőoldat}}$ grafikont felvázolni ez után. Ezzel a feladattal a sav-bázis titrálás lényegét fogalmazhatjuk meg.

a) Mekkora a pH-változás 1 cseppel az egyenértékpont előtti és utáni állapotváltozás során?
1,00 cm³ 20 csepp.

$$V_{1 \text{ csepp}} = 1/20 \text{ cm}^3 = 0,05 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{NaOH}} = 9,95 \text{ cm}^3$$

$$c_{\text{HCl}} = 5 \cdot 10^{-3} / 19,95 \text{ mmol/cm}^3 = 2,506 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 3,6$$

$$V_{\text{NaOH}} = 10,05 \text{ cm}^3$$

$$c_{\text{NaOH}} = 5 \cdot 10^{-3} / 20,05 \text{ mmol/cm}^3 = 2,49 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 10,4$$

$$\Delta \text{pH} = \underline{6,8}$$

Számítások pH-val kombinálva

3) 5-ös pH-jú oldatokat készítünk úgy, hogy töményebb oldatokat 100-szorosra hígítunk.

Rendelkezésre álló oldatok: $1,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es HCl és HF-oldat
 $1,017 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es HCl és HF-oldat
 $0,902 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es HCl és HF-oldat

Milyen tömény oldatokból végezzük a hígítást?

$$K_{\text{HF}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A sósav erős, a hidrogén-fluorid gyenge (középerős) sav.

A HCl teljes mértékben ionokra bomlik, azaz ha $1,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es HCl-oldatot hígítunk 100-szorosra, akkor éppen $1,000 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ lesz a H^+ -ion koncentrációja, a $\text{pH} = 5$.

A HF-nak ennél töményebbnek kell lenni, tehát a lehetőségek közül a $1,017 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es HF-oldat lehet jó. Ezt azért ellenőrizzük.

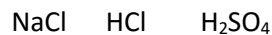
$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Az 5 pH-jú oldatban $[\text{H}^+] = [\text{F}^-] = 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$, K -val $[\text{HF}] = 1,667 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$, azaz

$c_{\text{HF}} = 1,017 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ a hígított oldatban. A 100-szor töményebb HF-oldat tehát $1,017 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú.

Számítások pH-val kombinálva

4) Hogyan változik az alábbi vizes oldatok pH-ja elektrolízis során?

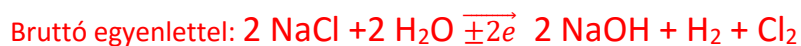


250 cm³ oldatokat elektrolizálunk 5,00 A erősségű árammal. A savak pH-ja kezdetben 2.

- Egységnyi pH-változás mekkora pH-t eredményez?
- Ennek eléréséhez mennyi ideig kell elektrolizálni?

NaCl-oldat: kezdetben pH=7

Elektrolízis során az oldat lúgos kémhatású lesz, tehát pH-ja 8 lesz. pOH = 6



$$[\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

Ha a víz disszociációjától és az oldat esetleges térfogatváltozásától eltekintünk, akkor

a $2,5 \cdot 10^{-7}$ mol OH⁻-ion a reakció során képződött, → ugyanennyi elektron haladt át a rendszeren az elektrolízis során.

Faraday II. törvénye szerint $Q = n_e \cdot F = 0,0241 \text{ C} = I \cdot t$ alapján $t = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ (egy pillanat töredéke elegendő ehhez).

HCl-oldat:



$$[\text{H}^+]: \quad 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \quad \rightarrow \quad 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{H}^+): \quad 0,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad \rightarrow \quad 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$2,25 \cdot 10^{-3}$ mol H⁺-ion alakult át, ugyanennyi elektron hatására

$$Q = 217 \text{ C} \quad \underline{t = 43,4 \text{ s}}$$

H₂SO₄-oldat:



az oldat töményedik, tehát pH-ja 2-ről 1-re csökken.

$$[\text{H}^+]: \quad 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \quad \rightarrow \quad 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{H}^+): \quad 0,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad \rightarrow \quad 0,25 \cdot 10^{-1} \text{ mol ez nem lehet! Az előbbi minta mechanikus követése tévútra vezet. Ui. a kénsav mennyisége nem változott.}$$

A kénsav mennyisége – teljes disszociációt feltételezve – $1,25 \cdot 10^{-3}$ mol.

Tehát az oldat térfogának jelentős csökkenése okozhatja H⁺-ion-koncentráció növekedését. $V' = 0,025 \text{ dm}^3$, tehát $\Delta V = 0,225 \text{ dm}^3$. Ilyen híg oldatoknál sűrűségváltozással nem kell számolni (l. függvénytáblázat). Az elbomlott víz 225 g, ez 12,5 mólnak felel meg, azaz a szükséges elektron 25 mol.

$Q = 2,41 \cdot 10^6 \text{ C} \quad \underline{t = 4,825 \cdot 10^5 \text{ s} = 134 \text{ h}}$ azaz majd egy hétig tart a folyamat ☺ Ez a feladat is megerősíti, hogy a pH-változás mögött logaritmikus koncentrációváltozás áll.

Készítette: Nagy Mária

Számítások pH-val kombinálva

- 5) A perklórsav (HClO_4) erős sav. 100 cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú perklórsav-oldathoz öntünk 250 cm^3 $10,0 \text{ g/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldatot. A keletkezett oldatot $1,00 \text{ dm}^3$ -re hígítjuk. Mekkora pH-jú oldatot nyerünk?

Közömbösítés után marad $0,0125 \text{ mol NaOH}$ \rightarrow a hígított oldat $0,0125 \text{ mol/dm}^3$ - es a hidroxidionra nézve $\rightarrow \text{pOH} = 1,9 \rightarrow \text{pH} = 12,1$

- 6) Az ammónia illékony. A tömény ammóniaoldatot tartalmazó palackból már elillanhatott valamennyi gáz. Meghatároztuk töménységét így: sűrűségére $0,89 \text{ g/cm}^3$ -t mértünk, kis részletét 100-szorosra hígítva 11,2-es pH-jú oldatot nyertünk.

a) Hány tömeg%-os a palackban tárolt oldat?

b) Hány dm^3 20°C -os gáz $1,0 \text{ dm}^3$ vízben oldásával állítható elő ilyen tömény oldat?

$$K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{a, pOH} \rightarrow [\text{OH}^-] = 1,585 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = [\text{NH}_4^+]$$

$$K \rightarrow [\text{NH}_3] = 0,1395 \text{ mol/dm}^3 \rightarrow c(\text{NH}_3) = 0,1411 \text{ mol/dm}^3$$

az eredeti 100-szor töményebb

a sűrűséggel is számolva 27 tömeg% adódik (a feladat eredményei elég érzékenyek a pontosságra)

b, 1 dm^3 oldatban $(890-14,11 \cdot 17) \text{ g} = 650 \text{ g}$ víz van és 240 g ammónia

1 dm^3 vízben 217 mol ammóniát kell oldani, s ez 520 dm^3 térfogatú 20°C -on, standard nyomáson.