

XIII. A HIDROGÉN, A NEMESGÁZOK, A HALOGÉNELEMEK...

XIII. 1. FELELETVÁLASZTÁSOS TESZTEK

| | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | | C | D | C | A, D | C | C | C | D | B |
| 1 | B | A | D | D | B | C | C | | | |

XIII. 2. TÁBLÁZATKIEGÉSZÍTÉS

A klór, a hidrogén-klorid és a nátrium-klorid összehasonlítása

| | Klór | Hidrogén-klorid | Nátrium-klorid |
|---|---|--|--|
| Rácstípusa szilárd halmazállapotban | 17. molekulárcsos | 18. molekulárcsos | 19. ionrácsos |
| Színe, szaga, halmazállapota (101 kPa, 25 °C) | 20. sárgászöld, szúrós szagú gáz | 21. színtelen, szúrós szagú gáz | 22. színtelen, szagtalan, szilárd |
| Közülük melyiknek legjobb a vízben való oldhatósága (101 kPa, 25 °C)? | 23. a hidrogén-kloridé | | |
| Közülük melyiknek a legrosszabb a vízben való oldhatósága (101 kPa, 25 °C)? | 24. a klóré | | |
| Vizes oldatának kémhatása | 25. enyhén savas | 26. savas | 27. semleges |
| Melyik fordul elő nagy tömegben a természetben is? Mi az ásvány neve? | 28. NaCl – kősó | | |

A hidrogén-fluorid és a hidrogén-klorid összehasonlítása

| | HF | HCl |
|---|--|--|
| Szilárd állapotban molekulái között működő legerősebb kötés | 29. hidrogénkötés | 30. dipólus-dipólus kölcsönhatás |
| Színe, szaga, halmazállapota 25°C-on, 0,101 MPa nyomáson: | 31. színtelen, szúrós szagú gáz | 32. színtelen, szúrós szagú gáz |
| Melyiknek magasabb a forráspontja? | 33. a hidrogén-fluoridé | |
| Vízben való oldhatósága: | 34. kitűnő | 35. kitűnő |
| Reakciója ammóniával (egyenlet): | 36. $\text{NH}_3 + \text{HF} = \text{NH}_4\text{F}$ | 37. $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ |
| Vizes oldatának reakciója híg ezüst-nitrát-oldattal (tapasztalat és egyenlet is): | | 38. $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$ (vagy: $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$) fehér csapadék képződik |
| Reakciója szilícium-dioxiddal (ahol van reakció, ott egyenlet): | 39. $\text{SiO}_2 + 4 \text{HF} = \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ | 40. nem reagál |
| Vizes oldatának reakciója cinkkel (ha van reakció, akkor egyenlet): | 41. $\text{Zn} + 2 \text{HF} = \text{ZnF}_2 + \text{H}_2$ | 42. $\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ |
| Vizes oldatának reakciója rézzel (ahol van reakció, ott egyenlet): | 43. nincs reakció | 44. nincs reakció |

XIII. 3. EGYÉB FELADATOK

Kísérletek klórral

45. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HOCl}$ 1 pont
Vizek fertőtlenítése. 1 pont
46. Az oldat megbarnul. 1 pont
 $2 \text{KBr} + \text{Cl}_2 = 2 \text{KCl} + \text{Br}_2$ (vagy: $2 \text{Br}^- + \text{Cl}_2 = 2 \text{Cl}^- + \text{Br}_2$). 1 pont
47. (Barna) füst keletkezik. 1 pont
 $2 \text{Fe} + 3 \text{Cl}_2 = 2 \text{FeCl}_3$ 1 pont
48. Mindenütt 0-ból –1 lesz, az első reakcióban +1 is. 1 pont
A klór mindenütt redukálódik, az első esetben oxidálódik és redukálódik is. 1 pont

8 pont

Hidrogén-halogenidek

49.

2 pont

50. A hidrogén-fluorid esetében: hidrogénkötés,

1 pont

a többi hidrogén-halogenidnél: dipólus-dipólus kölcsönhatás.

1 pont

51. a) A hidrogén-fluoridnak az erős hidrogénkötések miatt kiugróan nagy az olvadási- és forráspontja.

1 pont

b) A másodrendű kötés erőssége a moláris tömeg növekedésével nő.

1 pont

52. $-34\text{ }^\circ\text{C}: pV = nRT = \frac{m}{M} RT$

1 pont

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{\rho RT}{p}$$

1 pont

$$M = \frac{8857 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \cdot 239 \text{ K}}{1,10 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 160 \text{ g/mol}$$

1 pont

$$M = xM(\text{HF}) = 160,0 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{HF}) = 20,0 \text{ g/mol} \rightarrow x = 8, (\text{HF})_8$$

1 pont

25 °C, standard nyomáson:

$$M = 4,90 \text{ g/dm}^3 \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 120,0 \text{ g/mol}$$

1 pont

$$M(\text{HF}) = 20,0 \text{ g/mol} \rightarrow x = 6, (\text{HF})_6$$

1 pont

80 °C: $-34\text{ }^\circ\text{C}$ -hoz hasonló módon: $M = 40,0 \text{ g/mol}$

$$M(\text{HF}) = 20,0 \text{ g/mol} \rightarrow x = 2, (\text{HF})_2$$

1 pont

1 pont

13 pont

XIII. 4. SZÁMÍTÁSOK

53. Csak két tartály van! (Az első kiadás szerint három, de az csak elírás.)

– Az azonos hőmérsékletű és nyomású gázok térfogata az anyagmennyiséggel egyenesen arányos. (vagy: $V = nV_m \rightarrow V_1 : V_2 = n_1 V_m : n_2 V_m = n_1 : n_2$)

1 pont

– Az anyagmennyiség a moláris tömeggel fordítottan arányos, tehát **a hidrogén a nagyobb** térfogatú.

1 pont

– Például a 1–1 kg gáz anyagmennyisége:

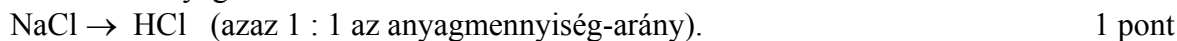
$$n(\text{H}_2) = \frac{1 \text{ kg}}{2 \text{ kg/mol}} = 0,5 \text{ kmol}, n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{71} \text{ kmol} \quad 2 \text{ pont}$$

$$- V(\text{H}_2) : V(\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2) : n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} : \frac{1}{71} = \mathbf{35,5 : 1,00} \quad \underline{\quad 1 \text{ pont}}$$

(Az előzetes becslés nélkül, helyesen levezetett végeredmény is maximális pontszámot ér.)

5 pont

54. – A reakció lényege:



– A szükséges gáz térfogata kb. $4 \cdot 500 \text{ cm}^3 = 2\,000 \text{ cm}^3 = 2,00 \text{ dm}^3$. 1 pont

– anyagmennyisége:

$$n(\text{HCl}) = \frac{2,00 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,0816 \text{ mol}. \quad 1 \text{ pont}$$

– A 0,0816 mol HCl-gázhoz 0,0816 mol NaCl szükséges. 1 pont

– A konyhasó tömege:

$$m(\text{NaCl}) = 0,0816 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = \mathbf{4,77 \text{ g}}. \quad 1 \text{ pont}$$

– A hengert szájával felfelé kell tartanunk, mert a hidrogén-klorid nagyobb sűrűségű a levegőénél (nagyobb a moláris tömege). 1 pont

6 pont

55. – A reakcióegyenlet ($2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{ H}_2\text{O}$) alapján a hidrogén és az oxigén 2 : 1 térfogatarányban reagál egymással. 1 pont

– 100 tf-egységből 70 tf-egység marad: ez vagy hidrogén vagy oxigén. 1 pont

– Az elfogyott 30 tf-egységből az egyenlet alapján 20 tf a hidrogén és 10 tf az oxigén. 1 pont

– Az egyik eset: $70+20 = \mathbf{90 \text{ térfogat\% H}_2}$, $\mathbf{10 \text{ térfogat\% O}_2}$. 1 pont

– A másik lehetőség: $70+10 = \mathbf{80 \text{ térfogat\% O}_2}$, $\mathbf{20 \text{ térfogat\% H}_2}$. 1 pont

– 2,70 g víz: $2,70 \text{ g} : 18 \text{ g/mol} = 0,15 \text{ mol}$. 1 pont

– Az egyenletek alapján 0,15 mol H₂-ből és 0,075 mol O₂-ből keletkezett, ez a 0,225 mol volt a teljes elegy 30%-a: így $0,22 : 0,3 = 0,75 \text{ mol}$ volt. 1 pont

– A gázelegy térfogata: $0,75 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = \mathbf{18,4 \text{ dm}^3}$ volt. 1 pont

8 pont

56. – $\text{pH} = 3,00 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. 1 pont

– A sósav koncentrációja is $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. 1 pont

– A kiszabadult HCl anyagmennyisége:

$$n(\text{HCl}) = \frac{2000 \text{ g}}{36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 54,8 \text{ mol}. \quad 1 \text{ pont}$$

– A keletkező savas eső térfogata:

$$V = \frac{n}{c} = \frac{54,8 \text{ mol}}{1,00 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3/\text{mol}} = 54\,800 \text{ dm}^3 = \mathbf{54,8 \text{ m}^3}. \quad \underline{\quad 2 \text{ pont}}$$

5 pont

57. a) Vegyünk pl. 1000 cm^3 oldatot, amelynek tömege 1085 g. 1 pont

– Ebben 5,00 mol, azaz: $5,00 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 182,5 \text{ g HCl}$ van. 1 pont

– Az oldat:

$$\frac{182,5 \text{ g}}{1085 \text{ g}} \cdot 100\% = \mathbf{16,8 \text{ tömeg\%-os}}. \quad 1 \text{ pont}$$

- b) 500 cm^3 oldatban $2,50 \text{ mol HCl}$ van. Ennek tömege $91,25 \text{ g}$. 1 pont
- Ez $\frac{91,25 \text{ g}}{0,37} = 246,6 \text{ g}$ $37,0\%$ -os sósavban van, 1 pont
- amelynek térfogata: $\frac{246,6 \text{ g}}{1,185 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 208 \text{ cm}^3$. 1 pont
- **208 cm^3 37 tömeg%-os cc. sósavat 500 cm^3 -es mérőlombikban 500 cm^3 -re hígítunk.** 1 pont
- 500 cm^3 $5,00 \text{ mol/dm}^3$ -es sósav tömege $542,5 \text{ g}$. A cc. sósavhoz adandó víz: $542,5 \text{ g} - 246,6 \text{ g} = 295,9 \text{ g}$, ami $295,9 \text{ cm}^3$. 1 pont
- II. módszer: **208 cm^3 cc. sósavat és 296 cm^3 desztillált vizet keverünk össze.** 1 pont
- c) A reakció: $\text{CaO} + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont
- 100 cm^3 sósavban van $0,500 \text{ mol HCl}$ 1 pont
- A reakcióhoz $0,250 \text{ mol CaO}$ szükséges. 1 pont
- Ennek tömege: $0,250 \text{ mol} \cdot 56,0 \text{ g/mol} = 14,0 \text{ g}$. 1 pont
- $0,250 \text{ mol CaCl}_2$ keletkezik, ennek tömege: $0,250 \text{ mol} \cdot 111 \text{ g/mol} = 27,75 \text{ g}$. 1 pont
- A keletkező oldat: $100 \text{ cm}^3 \cdot 1,085 \text{ g/cm}^3$: $\begin{array}{r} 108,5 \text{ g (sósav)} \\ + \quad 14,0 \text{ g (mész)} \\ \hline 122,5 \text{ g} \end{array}$ 1 pont
- Az oldat: $\frac{27,75 \text{ g}}{122,5 \text{ g}} \cdot 100\% = 22,7$ **tömeg% CaCl_2 -t** tartalmaz. 1 pont

16 pont

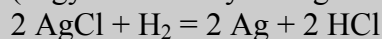
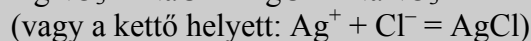
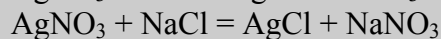
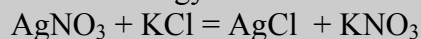
58. – Az átlagos moláris tömegből és a moláris tömegekből:
 $2x + 71(1-x) = 57,2 \rightarrow x = 0,2$
 20 térfogat% hidrogént és 80 térfogat% klórt tartalmaz a gázelegy. 2 pont
- A felrobbantás során:
- | | | | | | |
|----------------|---|----------------|---|-----------------|--------|
| H_2 | + | Cl_2 | = | 2 HCl | |
| 20 térfogat | | 80 térfogat | | - | |
| -20 térfogat | | -20 térfogat | | $+ 40$ térfogat | |
| - | | 60 térfogat | | 40 térfogat | 2 pont |
- Végül: **60 térfogat% klórt és 40 térfogat% HCl -ot** tartalmaz az elegy. 1 pont
- A gázelegy átlagos moláris tömege nem változik, mert sem a molekulák száma, sem a rendszer össztömege nem változik.
 [Ki is számítható: $M = 0,6 \cdot 71 \text{ g/mol} + 0,4 \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 57,2 \text{ g/mol}$.]
 (Ebből az is következik, hogy felesleges volt kiszámolni a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét, csak azt kellett volna eldönteni, hogy melyik komponens fogy el: mivel $57,2 > \frac{2 + 71}{2}$, ezért a klór van feleslegben, így: $36,5y + 71(1 - y) = 57,2$, amelyből $y = 0,40$ adódik.) 1 pont
- 6 pont**
59. – A maradék gáz moláris tömege:
 $M = 0,0892 \text{ g/dm}^3 \cdot 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2 \text{ g/mol}$, ez a hidrogén. 1 pont
- Ha pl. 100 cm^3 gázelegyből indulunk ki, akkor 70 cm^3 hidrogén maradt. 1 pont
- A reakcióegyenlet: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}$
 alapján az elfogyott 30 cm^3 gázból 20 cm^3 a hidrogén, 10 cm^3 az oxigén. 1 pont

- A gázelegy: **90 térfogat% hidrogént és 10 térfogat% oxigént** tartalmazott. 1 pont
- A gázelegy sűrűsége:

$$\rho = \frac{\overline{M}}{V_m} = \frac{0,9 \cdot 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,1 \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{22,41 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = \mathbf{0,223 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}}.$$

5 pont

60. - A reakciók egyenlete:



2 pont

- 3,00 g keverékben x g KCl-t és $(3,00 - x)$ g NaCl-t feltételezve:

$$x \text{ g KCl} \rightarrow \frac{x}{74,6} \text{ mol KCl} \rightarrow \frac{x}{74,6} \text{ mol Ag} \quad 2 \text{ pont}$$

$$(3,00 - x) \text{ g NaCl} \rightarrow \frac{(3,00 - x)}{58,5} \text{ mol NaCl} \rightarrow \frac{(3,00 - x)}{58,5} \text{ mol Ag} \quad 2 \text{ pont}$$

- A keletkező 5,40 g ezüst: $\frac{5,40 \text{ g}}{108 \text{ g/mol}} = 0,0500 \text{ mol}.$ 1 pont

- A felírható egyenlet:

$$\frac{x}{74,6} + \frac{(3,00 - x)}{58,5} = 0,0500 \quad 1 \text{ pont}$$

- Ebből: $x = 0,3475.$ 1 pont

- Az anyagmennyiség-arány:

$$n(\text{KCl}) : n(\text{NaCl}) = \frac{x}{74,6} : \frac{(3,00 - x)}{58,5} = \frac{0,3475}{74,6} : \frac{2,6525}{58,5} = 0,004658 : 0,04534$$

$$n(\text{KCl}) : n(\text{NaCl}) = \mathbf{1,00 : 9,73.} \quad 1 \text{ pont}$$

[A feladat úgy is megoldható, hogy közvetlenül anyagmennyiségekre vezetünk be ismeretlent: y mol KCl és z mol NaCl.

Ekkor a felírható két egyenlet:

$$74,6y + 58,5z = 3,00 \quad (3 \text{ pont})$$

$$y + z = 0,0500 \quad (3 \text{ pont})$$

$$\text{ebből: } y = 0,004658 \text{ és } z = 0,04534 \quad (1 \text{ pont})$$

$$\text{ebből } y : z = 0,004658 : 0,04534 = 1,00 : 9,73 \quad (1 \text{ pont})]$$

10 pont

61. - $\text{pH} = 2,00 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3,$
 $\text{pH} = 3,00 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3.$ 1 pont

- $\text{pH} = 12,00 \rightarrow \text{pOH} = 2,00 \rightarrow [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3.$ 2 pont

- Azonos, pl. V térfogatokat véve:

$1,00 \cdot 10^{-2} V \text{ mol H}^+, 1,00 \cdot 10^{-3} V \text{ mol H}^+$ és $1,00 \cdot 10^{-2} V \text{ mol OH}^-$ kerül az új oldatba. 2 pont

- A $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ egyenlet szerint:

$1,00 \cdot 10^{-2} V \text{ mol H}^+$ és $1,00 \cdot 10^{-2} V \text{ mol OH}^-$ semlegesíti egymást. 1 pont

- Marad $1,00 \cdot 10^{-3} V \text{ mol H}^+.$ 1 pont

- Az új oldat térfogata $3V.$ 1 pont

- Az új oldatban: $[\text{H}^+] = \frac{1,00 \cdot 10^{-3} V}{3V} = \mathbf{3,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3}.$ 1 pont

- Az oldat pH-ja ebből számítható: $\text{pH} = -\lg(3,33 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{3,5}.$ 1 pont

(Megjegyzés: ez utóbbi lépés az érettségiben nem követelmény, csak ha egész számú pH jön ki.)

10 pont