

IV. ANYAGI HALMAZOK

IV. 1–2. FELELETVÁLASZTÁSOS TESZTEK

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		B	B	D	C	B	A	B	D	A
1	C	C	C	E	C	A	B	C	C	D
2	C	E	C	D	D	E(D*)	D	C	A	A
3	B	D	C	A	B	A	B	D	B	C
4	B	C	A	D	A	B	A	D	D	C
5	A	D	B	A	C					

*A D helyén. (A második kiadásban már D.)

IV. 3. TÁBLÁZATKIEGÉSZÍTÉS

A magnézium, az oxigén és vegyülete

Vegyjel	Mg	O
Vegyértékelektronok száma	55. 2	56. 6
Párosítatlan elektronok száma alapállapotban	57. 0	58. 2
Halmazállapot (25 °C, 101 kPa)	59. szilárd	60. gáz
Szilárd állapotban a kristályrács típusa	61. fémrács	62. molekularács
A rácspontokon lévő részecskék (kémiai jel)	63. Mg (Mg^{2+})	64. O_2
A rácsösszetartó erő típusa	65. fémes kötés	66. másodrendű (diszperziós) kötés
A két elem alkotta vegyület képlete	67. MgO	
A vegyület rács típusa	68. ionrács	
Halmazállapot (25 °C, 101 kPa)	69. szilárd	
A rácspontokon lévő részecskék (kémiai jel)	70. Mg^{2+} , O^{2-}	

A szén, a klór és vegyülete

Vegyjel	C	Cl
Vegyértékelektronok száma	71. 4	72. 7
Párosítatlan elektronok száma alapállapotban	73. 2	74. 1
Halmazállapot (25 °C, 101 kPa)	75. szilárd	76. gáz
Szilárd állapotban a kristályrács típusa	77. atomrács (gyémánt)	78. molekularács
A rácspontokon lévő részecskék (kémiai jel)	79. C	80. Cl ₂
A rácsösszetartó erő típusa	81. kovalens kötés (gyémánt)	82. másodrendű (diszperziós) kötés
A két elem alkotta vegyület képlete	83. CCl ₄	
A vegyület rács típusa	84. molekularács	
A rácspontokon lévő részecskék (kémiai jel)	85. CCl ₄	
A rácsösszetartó erő típusa	86. másodrendű (diszperziós) kötés	

Gázok összehasonlítása

Képlet	CH ₄	He	SO ₂
Moláris tömeg	87. 16 g/mol	88. 4 g/mol	89. 64 g/mol
Anyagmennyiség	90. 0,5 mol	91. 2 mol	92. 0,125 mol
Térfogat (25 °C, 101 kPa)	93. 12,2 dm ³	94. 49,0 dm ³	95. 3,06 dm ³
Sűrűség (25 °C, 101 kPa)	96. $\frac{16 \text{ g/mol}}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}}$ = <u>0,653 g/dm³</u>	97. 0,163 g/dm ³	98. 2,61 g/dm ³
Oxigéngázhoz viszonyított relatív sűrűség	99. $\frac{16 \text{ g/mol}}{32 \text{ g/mol}} = \underline{0,5}$	100. 0,125	101. 2,0

Gáz-halmazállapotú elemek összehasonlítása

Képlet	102. N ₂	103. O ₂	104. Ne
Moláris tömeg	105. $\frac{21 \text{ g}}{4,5 \cdot 10^{23}} \cdot \frac{6 \cdot 10^{23}}{\text{mol}}$ = <u>28 g/mol</u>	106. $16 \cdot 2 \text{ g/mol} =$ <u>32 g/mol</u>	107. $0,816 \text{ g/dm}^3 \cdot$ $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} =$ <u>20 g/mol</u>
Tömeg		108. 0,64 g	109. 40 g
Molekulák száma		110. $1,2 \cdot 10^{22}$	
Térfogat (25 °C, 101 kPa)	111. $\frac{4,5 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} \text{ mol} \cdot$ $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} =$ <u>18,4</u> <u>dm³</u>	490 cm ³	112. 49,0 dm ³
Sűrűség (25 °C, 101 kPa)	113. $\frac{28 \text{ g/mol}}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}}$ = <u>1,14 g/dm³</u>	114. 1,31 g/dm ³	
Hidrogéngázhoz viszonyított relatív sűrűség	115. $\frac{28 \text{ g/mol}}{2 \text{ g/mol}} =$ <u>14</u>		116. 10

IV. 4. EGYÉB FELADATOK

Ionvegyületek oldódása vízben

117. A NaOH esetében. 1 p
118. A lombikban levő gáz melegszik, tágul (vagy: nő a nyomása), és kiszorítja a folyadékot. 2 p
119. Exoterm az oldáshő (hőtermelő folyamat). 1 p
120. A rácsenergia kisebb, mint a hidratációs hőök összege (abszolút értékben). 1 p

5 pont

Oldhatóság vizsgálata

121. Az etil-alkohol elegyedik a vízzel, a benzín és a szén-tetraklorid nem. 1 p
Az apoláris molekulákat tartalmazó szerves vegyületek nem elegyednek a dipólusos vízzel. 1 p
Az alkohol poláris molekulájú (és hidrogénkötést is ki tud alakítani), ezért oldódik vízben. 1 p
122. A szén-tetraklorid és a benzín sűrűségéről. 1 p
A szén-tetraklorid sűrűsége nagyobb, a benziné pedig kisebb mint a vize (1 g/cm³). 1 p
123. A jód apoláris molekulájú, ezért az apoláris fázisban helyezkedik el (ha van olyan). 1 p
124. A szén-tetraklorid és a benzín elegyednek egymással, mert mindkettő apoláris molekulákat tartalmaz. 1 p
Az etil-alkohol apoláris jellegű etilcsoportja (CH₃-CH₂) ad lehetőséget az apoláris molekulájú anyagokkal való jó elegyedésre. 1 p

8 pont

Szilárd anyagok vizsgálata

125.	A dipólusmolekulájú vagy az ionos anyagok („hasonló hasonlót old” elv alapján).	2 p
126.	Az apoláris molekulájú anyagok.	1 p
127.	Atomrácsos lehet.	1 p
128.	1. kémcső: naftalin	1 p
	3. kémcső: kvarchomok	1 p
129.	2. kémcső: karbamid, 4. kémcső: kálium-klorid	1 p
	Indoklás: a kálium-klorid ionos, ezért vizes oldata vezeti az áramot, a karbamidé nem	1 p
130.	a) szublimáció	1 p
	b) 1. kémcső	1 p
	c) gyenge másodrendű kötések a molekulák között (kis rácsenergia)	1 p
		11 pont

Az oldhatóság hőmérsékletfüggése

131.	a) Igen, a B sóé [mert ebből maradt a legtöbb feloldatlanul (B_2)].	1 p
	b) Igen, az A sóé [mert ebből maradt egyedül feloldatlanul (A_3)].	1 p
132.	a) Igen, a C sóé [mert ebből maradt a legkevesebb feloldatlanul (C_2)].	1 p
	b) Nem [mert sem B -ből sem C -ből nem maradt feloldatlanul].	1 p
133.	Magasabb hőmérsékleten gyorsabb az oldódás.	1 p
134.	A_2, B_2, C_2, A_3	1 p
135.	$A - IV. \quad B - III. \quad C - II.$	$3 \times 1 p$
		9 pont

IV. 5. SZÁMÍTÁSOK

136.	a) A gázelegy térfogata: $5,00 \text{ dm}^3 + 3,00 \text{ dm}^3 = 8,00 \text{ dm}^3$	1 p
	Az összetétel: $\frac{5,00 \text{ dm}^3}{8,00 \text{ dm}^3} \cdot 100\% = \mathbf{62,5 \text{ térfogat\% O}_2}$ és $\mathbf{37,5 \text{ térfogat\% H}_2}$.	1 p
	b) A térfogat és az anyagmennyiség-százalék mérőszáma Avogadro törvénye miatt megegyezik: $62,5 \text{ x\% O}_2$ és $37,5 \text{ x\% H}_2$ van az elegyben.	1 p
	1,00 mol gázelegy $0,625 \text{ mol O}_2$ -t és $0,375 \text{ mol H}_2$ -t tartalmaz, ezek tömegei: $0,625 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 20,0 \text{ g}$ $0,375 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} = 0,75 \text{ g}$ Összesen: $20,75 \text{ g}$.	2 p
	Az összetétel: $\frac{20,0 \text{ g}}{20,75 \text{ g}} \cdot 100\% = \mathbf{96,4 \text{ w\% O}_2}$ és $\mathbf{3,6 \text{ w\% H}_2}$.	1 p
	(A feladat úgy is megoldható, hogy az $5,00 \text{ dm}^3$ és $3,00 \text{ dm}^3$ gáz térfogatából önkényesen választott – de azonos – körülményeket feltételezve kiszámítjuk a tömeget, majd abból az összetételt.)	
	c) A fenti számolási módszer alapján automatikusan adódik: $\mathbf{M(\text{elegy}) = 20,8 \text{ g/mol}}$.	2 p
	d) A gázelegy sűrűsége csak a hőmérséklet és nyomás ismeretében határozható meg.	2 p
	e) A CO-CH_4 gázelegy átlagos moláris tömege is $20,8 \text{ g/mol}$.	1 p
	Ha pl. 1 mol gázelegyet veszünk, annak tömege $20,8 \text{ g}$, benne pedig $x \text{ mol CO}$ és $(1-x) \text{ mol CH}_4$ esetében a moláris tömegekkel felírható összefüggés: $28x + 16(1-x) = 20,8$	3 p
	Ebből: $x = 0,40$,	1 p
	Vagyis $\mathbf{40 \text{ x\%} = \text{térfogat\% CO}}$ és $\mathbf{60 \text{ x\%} = \text{térfogat\% CH}_4}$ van a gázelegyben.	1 p
		16 pont

137. a) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{M}{V_m}$,

– $\overline{M}(\text{elegy}) = \rho \cdot V_m = 0,2239 \text{ g/dm}^3 \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = \mathbf{5,49 \text{ g/mol}}$, 3 pont

b) $\rho_r = \frac{\overline{M}(\text{elegy})}{M(\text{CH}_4)} = \frac{5,49 \text{ g/mol}}{16,0 \text{ g/mol}} = \mathbf{0,343}$ 2 pont

c) Ha 1,00 mol elegyet veszünk, abban:

$5,49 \text{ g} / 3 = 1,83 \text{ g}$ hidrogén, oxigén, illetve ismeretlen vegyület van. 2 pont

– 1,83 g hidrogén anyagmennyisége: $n = \frac{1,83 \text{ g}}{2,00 \text{ g/mol}} = 0,915 \text{ mol}$, 1 pont

– 1,83 g oxigén anyagmennyisége: $n = \frac{1,83 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0,0572 \text{ mol}$, 1 pont

– az ismeretlen vegyület anyagmennyisége:

$n = 1 \text{ mol} - (0,915 + 0,0572) = 0,0278 \text{ mol}$, 1 pont

– ebből a moláris tömege: $M = \frac{1,83 \text{ g}}{0,0278 \text{ mol}} = \mathbf{65,8 \text{ g/mol}}$. (A behelyettesített

adatok pontosságától függően 64,6 – 65,8 közötti értékeket kapunk, így lehet szó például a kén-dioxidról, amelynek 64 g/mol a moláris tömege.) 2 pont

d) A térfogat%-os összetétel számértékben a mólszázalékossal egyezik meg:

91,5 térfogat% H₂, 5,72 térfogat% O₂, 2,78 térfogat% vegyület 3 pont

15 pont

138. a) Ha a sűrűségük azonos, akkor Avogadro törvénye alapján az átlagos moláris tömegük is azonos, vagyis a gázelegy átlagos moláris tömege: $M = 32,0 \text{ g/mol}$. 1 pont

– A gázelegy sűrűsége standard nyomáson, 25 °C-on:

$$\rho = \frac{M}{V_m} = \frac{32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = \mathbf{1,31 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}}$$
 2 pont

b) A héliumra vonatkoztatott sűrűség:

$$\rho_r = \frac{\overline{M}}{M(\text{He})} = \frac{32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{4,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \mathbf{8,00}$$
 2 pont

c) Legyen például 1,00 mol gázelegyünk, abban: $x \text{ mol CO}$ és $(1,00-x) \text{ mol CO}_2$. 1 pont

– A moláris tömegek alapján:

$28,0x + 44,0(1,00-x) = 32,0$ 2 pont

– ebből: $x = 0,750$ 1 pont

– A térfogat- és mól%-os összetétel megegyezik, így:

75,0 térfogat% CO és 25,0 térfogat % CO₂. 1 pont

d) A metán moláris tömege 16 g/mol, vagyis fele a gázelegy átlagos moláris tömegének, így azonos tömeg esetén kétszeres anyagmennyiséget kever a gázelegyhez. 2 pont

– A gázelegy anyagmennyisége, ennek következtében (azonos állapotban) a térfogata is háromszorosára nő, aminek következtében a mól%-os, így a

térfogat%-os CO-tartalma is a harmadára csökken: **25,0 térfogat% CO** lesz benne. 2 pont

14 pont

139. a) A normál moláris gáztérfogat: $V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$ 1 pont

– A sűrűségből és a normál moláris gáztérfogatból:

$$\overline{M}(\text{elegy}) = \rho \cdot V_m = 1,071 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \cdot 22,41 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 24,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}. \quad 1 \text{ pont}$$

– A levegőre vonatkoztatott sűrűség:

$$\rho_r = \frac{\overline{M}(\text{elegy})}{\overline{M}(\text{levegő})} = \frac{24,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \mathbf{0,83}. \quad 1 \text{ pont}$$

b) A gázelegy 1,000 mólja tartalmaz: x mol CH_4 -t és így $(1,000-x)$ mol O_2 -t, ezek tömege: $16,00x$ gramm, illetve $32,00(1,000-x)$ g. 1 pont

– Ebből az átlagos moláris tömeg alapján az összefüggés:

$$16,00x + 32,00(1,000-x) = 24,00, \quad 2 \text{ pont}$$

amelyből $x = 0,5000$.

– A gázelegy **50,00–50,00 mól%, azaz térfogat% metánt**, illetve **oxigént** tartalmaz. 1 pont

c) A tömeg%-os metántartalom:

$$\frac{0,5000 \text{ mol} \cdot 16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{24,00 \text{ g}} = \frac{1}{3} \longrightarrow \mathbf{33,33 \text{ tömeg\% CH}_4, 66,67 \text{ w\% O}_2}. \quad 2 \text{ pont}$$

d) Tegyük fel, hogy 1,000 mol elegyhez még y mol H_2 -t kell keverni. Ha ekkor a sűrűsége a felére csökken, akkor az átlagos moláris tömege is az eredeti fele lesz: $12,00 \text{ g/mol}$. 1 pont

– Az új gázelegyre felírható:

$$\frac{24,00 + 2y}{1,000 + y} = 12,00 \quad 2 \text{ pont}$$

ebből: $y = 1,200$ 1 pont

– A gázelegyhez tehát **1,200-szeres térfogatú** hidrogént kell keverni. 1 pont

– A gázelegyhez:

$$\frac{1,20 \text{ mol} \cdot 2,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{24,00 \text{ g}} = \mathbf{0,100\text{-szeres tömegű}} \text{ hidrogént kell keverni.} \quad 1 \text{ pont}$$

15 pont

140. a) A vegyület képlete: $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, ahol $x : y : z = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O})$. 1 p

– A tapasztalati képlet:

$$x : y : z = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} : \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} \quad 1 \text{ p}$$

$$x : y : z = \frac{40 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} : \frac{6,67 \text{ g}}{1 \text{ g/mol}} : \frac{53,3 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 3,33 : 6,67 : 3,33 = 1,00 : 2,00 : 1,00,$$

CH_2O . 2 p

b) A vegyület moláris tömege a relatív sűrűségből:

$$M = \rho_r \cdot M(\text{O}_2) = 1,875 \cdot 32,0 \text{ g/mol} = 60,0 \text{ g/mol}. \quad 1 \text{ p}$$

– A vegyület molekulaképlete $(\text{CH}_2\text{O})_n$, ahol $n \geq 1$, egész szám,

$M(\text{CH}_2\text{O}) = 30,0 \text{ g/mol}$, ezért:

$$n \cdot 30,0 \text{ g/mol} = 60,0 \text{ g/mol} \rightarrow n = 2,$$

tehát a molekulaképlet: **$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$** .

1 p
6 pont

141. $50,0 \text{ dm}^3$ ammóniagáz anyagmennyisége: $n = \frac{50,0 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 2,23 \text{ mol}$. 1 p
- A gáz tömege: $m = 2,23 \text{ mol} \cdot 17,0 \text{ g/mol} = 37,9 \text{ g}$. 1 p
- A 20,0 tömeg%-os oldat tömege: $m(\text{oldat}) = \frac{37,9 \text{ g}}{0,200} = 189,5 \text{ g}$,
- a víz tömege pedig: $m(\text{víz}) = 189,5 \text{ g} - 37,9 \text{ g} = 151,6 \text{ g} \cong 152 \text{ g}$ 2 p
 152 g víz térfogata kb. 152 cm^3 , tehát **152 cm^3 vízben** nyelettük el az $50,0 \text{ dm}^3$ gázt. 1 p
5 pont
142. a) 100 cm^3 10,0%-os oldat tömege: 105 g , amelyben $10,5 \text{ g}$ HCl van. 2 pont
- A végső oldat 20,0 tömeg%-os, ehhez még x gramm HCl-t használunk:
az oldat tömege $(105 + x) \text{ g}$, az oldott anyagé $(10,5 + x) \text{ g}$ lesz. 1 pont
- A keletkező oldat 20,0 tömeg%-os, így:
 $\frac{10,5 + x}{105 + x} = 0,200$ 1 pont
- Ebből: $x = 13,1 \text{ g}$ [a $10,5 \text{ g}$ HCl elvi hiba.] 1 pont
(Más levezetés, például a keverési egyenlet is elfogadható:
 $105 \cdot 10,0\% + x \cdot 100\% = (105 + x) \cdot 20,0\% \rightarrow x = 13,1$.)
- A feloldandó HCl-gáz anyagmennyisége:
 $n(\text{HCl}) = \frac{13,1 \text{ g}}{36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,359 \text{ mol}$, 1 pont
- a térfogata pedig:
 $V(\text{HCl}) = 0,359 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = \mathbf{8,79 \text{ dm}^3}$. 1 pont
- b) A keletkező oldat tömege: $105 \text{ g} + 13,1 \text{ g} = 118,1 \text{ g}$, 1 pont
- térfogata pedig:
 $V = \frac{118,1 \text{ g}}{1,10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 107,4 \text{ cm}^3$. 1 pont
- Az egész oldat térfogata (csupán) **$7,4 \text{ cm}^3$** -rel nőtt. 1 pont
10 pont
143. a) Vegyünk pl. 1000 cm^3 oldatot, amelynek tömege 1080 g . 1 pont
- Ebben $5,00 \text{ mol}$, azaz: $5,00 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 182,5 \text{ g}$ HCl van. 1 pont
- Az oldat:
 $\frac{182,5 \text{ g}}{1080 \text{ g}} \cdot 100\% = \mathbf{16,9 \text{ tömeg}\%}$ -os. 1 pont
- [Alternatív megoldási menet: $w = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{oldat})} = \frac{n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{\rho \cdot V(\text{oldat})} = \frac{c \cdot M(\text{HCl})}{\rho}$
- $$w = \frac{5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{1080 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}} = 0,169.$$
- (A mértékegységek egységesítése miatt a sűrűséget át kellett váltani:
 $1,08 \text{ g/cm}^3 = 1080 \text{ g/dm}^3$.)]
- b) 500 cm^3 oldatban $2,50 \text{ mol}$ HCl van. Ennek tömege $91,25 \text{ g}$. 2 pont
- Ez $\frac{91,25 \text{ g}}{0,370} = 246,6 \text{ g}$ 37,0%-os sósavban van, 1 pont

– amelynek térfogata: $\frac{246,6 \text{ g}}{1,18 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 209 \text{ cm}^3$, tehát **209 cm³ 37 tömeg%-os** sósavból

kell kiindulnunk.

1 pont

c) 500 cm³ 5,00 mol/dm³-es sósav tömege a sűrűség alapján 540 g.

1 pont

A cc. sósavhoz adandó víz: 540 g – 246,6 g = 293,4 g (ami kb. 293,4 cm³.)

1 pont

Tehát a tömény sósavhoz **293 cm³ vizet** kell keverni.

1 pont

10 pont

144. a) 100 cm³ tömény kénsavoldat tömege:

$$m(\text{oldat}) = 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,84 \text{ g/cm}^3 = 184 \text{ g},$$

1 pont

– az ebben lévő kénsav tömege:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 184 \text{ g} \cdot 0,98 = 180,32 \text{ g},$$

1 pont

– a keletkező oldat tömege:

$$m(\text{hígabb oldat}) = 184 \text{ g} + 100 \text{ g} = 284 \text{ g},$$

1 pont

– tömeg%-os kénsavtartalma:

$$\frac{180,32 \text{ g}}{284 \text{ g}} \cdot 100\% = \mathbf{63,5 \text{ tömeg\%}}.$$

1 pont

b) a keletkező oldat térfogata:

$$V(\text{hígabb oldat}) = \frac{284 \text{ g}}{1,54 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 184,4 \text{ cm}^3,$$

1 pont

– a benne oldott kénsav anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{180,32 \text{ g}}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,84 \text{ mol},$$

2 pont

– az oldat koncentrációja:

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1,84 \text{ mol}}{0,1844 \text{ dm}^3} = \mathbf{9,98 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}.$$

2 pont

9 pont

145. a) A tömegkoncentráció: $c \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 16,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 98 \text{ g/mol} = 1568 \text{ g/dm}^3$, azaz **1,57 kg/dm³**.

2 p

b) Tudjuk, hogy például 100 g oldatban 90 g foszforsav van, így 10 g víz van.

1 p

– A foszforsav, illetve a víz anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{90 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 0,918 \text{ mol},$$

1 p

– A koncentráció adat felhasználásával kiszámíthatjuk a 0,918 mol foszforsavat tartalmazó oldat térfogatát:

$$V(\text{oldat}) = \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{c} = \frac{0,918 \text{ mol}}{16,0 \text{ mol/dm}^3} = 0,0574 \text{ dm}^3 = 57,4 \text{ cm}^3.$$

2 p

– Ezek alapján az oldat sűrűsége:

$$\rho = \frac{m(\text{oldat})}{V(\text{oldat})} = \frac{100 \text{ g}}{57,4 \text{ cm}^3} = \mathbf{1,74 \text{ g/cm}^3}.$$

1 p

c) 100 cm³ oldat így 174 g tömegű,

– amelyben $174 \cdot 0,900 = 156,6 \text{ g}$ foszforsav van.

1 p

– Ugyanennyi foszforsavat tartalmaz a hígított, 50,0 tömeg%-os oldat is, melynek tömege egyszerűen meghatározható: $m(\text{oldat}) = 2 \cdot 156,6 \text{ g} = 313,2 \text{ g}$.

1 p

– A keletkező oldat térfogata:

$$V(\text{oldat}) = \frac{313,2 \text{ g}}{1,335 \text{ g/cm}^3} = 234,6 \text{ cm}^3 \cong \mathbf{235 \text{ cm}^3}. \quad 1 \text{ p}$$

- Az oldathoz hozzákeverendő víz: $m(\text{víz}) = 313,2 - 174 = 139,2 \text{ g}$, azaz kb. $\mathbf{139 \text{ cm}^3}$. 2 p
 (Elvileg hibás a $235 \text{ cm}^3 - 100 \text{ cm}^3 = 135 \text{ cm}^3$ eredmény, mivel a tömény oldatok térfogatai nem additív mennyiségek.)

12 pont

(Természetesen minden más, elvileg helyes levezetés is maximális pontszámot ér!)

146. a) $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on az $50,0 \text{ cm}^3$ (azaz $50,0 \text{ g}$) vízből és 100 g sóból készített oldat:

$$\frac{100 \text{ g}}{50,0 \text{ g} + 100 \text{ g}} \cdot 100\% = 66,6 \text{ tömeg}\% \text{-os lenne.} \quad 1 \text{ pont}$$

- Ez töményebb a megadott $65,8\%$ -os telített oldatnál, vagyis **nem oldódik fel** az összes ammónium-nitrát. 2 pont

- b) $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz 344 g ammónium-nitrátot old, vagyis az $50,0 \text{ cm}^3$ ($50,0 \text{ g}$) vizünk fele ennyit, azaz 172 g -ot. 1 pont

- Ezek szerint még:
 $172 \text{ g} - 100 \text{ g} = \mathbf{72,0 \text{ g ammónium-nitrát}}$ kell a főzőpohárba szórni. 1 pont

- c) A lehűtésekor számolhatunk pl. a keverési egyenlettel. Legyen x a kikristályosodó só tömege (aminek $w = 1,00$ a tömegtörtje):

$$m \cdot w(50 \text{ }^\circ\text{C}) = x \cdot 1,00 + (m - x) \cdot w(20 \text{ }^\circ\text{C}). \quad 1 \text{ pont}$$

- Az $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -os oldat tömege: $m = 50,0 \text{ g} + 172 \text{ g} = 222 \text{ g}$. 1 pont

- Kiszámíthatnánk az $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -os oldat tömegtörtjét, de ez esetben feleslegesen járnánk el, mert $m \cdot w(50 \text{ }^\circ\text{C})$ éppen az oldott anyag, azaz a 172 g . 1 pont

- A keverési egyenlet így a következőképpen alakul:
 $172 = x + (222 - x) \cdot 0,658$ 1 pont

- Ebből: $x = 75,8$,
 tehát $\mathbf{75,8 \text{ g ammónium-nitrát}}$ kristályosodik ki a hűtés során. 1 pont

10 pont

147. a) A telített oldat tömeg%-os ammónium-bromid-tartalma:

$$20 \text{ }^\circ\text{C}: \frac{75,5}{175,5} \cdot 100\% = 43,0 \text{ tömeg}\%,$$

$$100 \text{ }^\circ\text{C}: \frac{145,6}{245,6} \cdot 100\% = 59,3 \text{ tömeg}\%. \quad 2 \text{ pont}$$

- 100 g sóból $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on készíthető oldat tömege:
 $m(100 \text{ }^\circ\text{C}) = 100 : 0,593 = 168,6 \text{ g}$. 1 pont

- $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtve x gramm só válik ki, így például a keverési egyenlet alapján:
 $168,6 \cdot 0,593 - x \cdot 1,00 = (168,6 - x) \cdot 0,430$ 2 pont

- ebből: $x = 48,2$, vagyis $\mathbf{48,2 \text{ g só}}$ válik ki. 1 pont

- b) Ahhoz, hogy feloldódjon a só, még y gramm ($0,00$ tömegtörtű) vizet kell hozzákeverni. A $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -os rendszert – az egyszerűség kedvéért – tekinthetjük $59,3$ tömegszázalékos oldatnak is, így a például a keverési egyenlettel számolva:
 $168,6 \cdot 0,593 + y \cdot 0,00 = (168,6 + y) \cdot 0,430$. 3 pont

(Természetesen tekinthetjük úgy, hogy $48,2 \text{ g}$ só és $120,4 \text{ g}$ $43,0$ tömeg%-os oldatról van szó, és akkor az egyenlet a következőképpen alakul:

$$48,2 \cdot 1,000 + 120,4 \cdot 0,430 + y \cdot 0,00 = (168,6 + y) \cdot 0,430.)$$

- Ebből: $y = 63,9$, vagyis $63,9 \text{ g}$, azaz $\mathbf{63,9 \text{ cm}^3}$ vizet kell a rendszerhez keverni. 1 pont

(Természetesen minden más, elvileg helyes levezetés is maximális pontszámot ér!)

10 pont

148. a) A 80°C-on telített oldat:

$$\frac{60,0 \text{ g}}{160 \text{ g}} \cdot 100\% = 37,5 \text{ tömeg\% oldott anyagot tartalmaz.}$$

1 pont

– Induljunk ki x (gramm) sóból, akkor az így:

$$\frac{x}{0,375} \text{ g } 80 \text{ °C-on telített oldatban lesz.}$$

2 pont

– A hűtés után az oldatban:

$(x-150)$ g só van,

1 pont

$\left(\frac{x}{0,375} - 150\right)$ g az oldat tömege.

1 pont

A lehűtés során 20°C-os telített oldat keletkezik (amely 25 %-os):

$$\frac{x - 150}{\left(\frac{x}{0,375} - 150\right)} = 0,25$$

2 pont

– Ebből: $x = 337,5$, vagyis kb. **338 g sóból kell kiindulni.**

1 pont

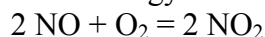
b) A visszanyerhető só az eredetinek:

$$\frac{150 \text{ g}}{337,5 \text{ g}} \cdot 100\% = \mathbf{44,4\%-a.}$$

2 pont

10 pont

149. – A reakcióegyenlet:



1 pont

– Az egyenlet és Avogadro törvénye alapján:

3,00 dm³ NO 1,50 dm³ O₂-nel reagál, és **3,00 dm³ NO₂**-gáz keletkezik.

2 pont

– A reakcióban az összes **NO** átalakul: **100%-os** az átalakulás.

1 pont

– A reakcióban a 3,00 dm³ **O₂** fele alakul át: **50%-os** az átalakulás.

1 pont

5 pont

150. 2,45 dm³ standardállapotú hidrogéngáz 0,100 mol.

1 pont

A reakcióegyenlet: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2 \text{ HCl}$

1 pont

Az egyenlet alapján ugyanakkora, vagyis **2,45 dm³** térfogatú **klórgáz** szükséges a maradéktalan reakcióhoz.

1 pont

A reakcióegyenlet alapján 0,200 mol HCl keletkezik.

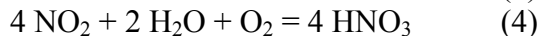
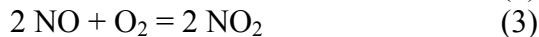
1 pont

A 150 cm³ sósav koncentrációja: $c(\text{HCl}) = \frac{0,200 \text{ mol}}{0,150 \text{ dm}^3} = \mathbf{1,33 \text{ mol/dm}^3}$.

1 pont

5 pont

151. a) Az egyenletek:



5 pont

b) 8,000 tonna, azaz 8000 kg pétisó **mész-kő tartalma**: $0,400 \cdot 8000 \text{ kg} = \mathbf{3200 \text{ kg}}$.

1 pont

– Az ammónium-nitrát-tartalom: $8000 \text{ kg} - 3200 \text{ kg} = 4800 \text{ kg}$.

Ennek anyagmennyisége $[M(\text{NH}_4\text{NO}_3)] = 80,0 \text{ g/mol} = 80,0 \text{ kg/kmol}$:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4800 \text{ kg}}{80,0 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 60,0 \text{ kmol.}$$

1 pont

– 60,0 kmol ammónium-nitráthoz 60,0 kmol NH₃ és 60,0 kmol HNO₃ szükséges [(5) egyenlet].

1 pont

- A 60,0 kmol HNO₃-t is ammóniából kell előállítani. A (2)–(4) egyenletből kiderül, hogy 1 mol HNO₃-hoz elvileg 1 mol NH₃, így 60,0 kmol-hoz 60,0 kmol NH₃ kellene. 1 pont
 - A termelés azonban csak 90%-os, így: $\frac{60,0 \text{ kmol}}{0,9} = 66,7 \text{ kmol NH}_3\text{-ből}$
kell kiindulni. 1 pont
 - A teljes folyamathoz: 60 kmol + 66,7 kmol = 126,7 kmol NH₃ kell. Ehhez az (1) egyenlet alapján fele ennyi, azaz 63,3 kmol N₂-re lenne szükség. 1 pont
 - A termelés azonban csak 95,0%-os, így ennél több nitrogénből kell kiindulni:
 $n(\text{N}_2) = \frac{63,3 \text{ kmol}}{0,950} = 66,6 \text{ kmol},$ 1 pont
 - $V(\text{N}_2) = nV_m = 66,6 \text{ kmol} \cdot 24,5 \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}} = \mathbf{1632 \text{ m}^3}.$ 1 pont
 - A szükséges nitrogén térfogata [a (3) egyenlet és Avogadro törvénye alapján] ennek háromszorosa: $V(\text{H}_2) = \mathbf{4896 \text{ m}^3}.$ 2 pont
- (A megadott adatok pontossága alapján $\mathbf{1,63 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \text{ N}_2}$ és $\mathbf{4,90 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \text{ H}_2}$.) **15 pont**

- 152.** – A reakcióegyenlet:
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} = 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 1 pont
- A nátrium-karbonát-oldat tömege:
 $m = \rho \cdot V = 200 \text{ cm}^3 \cdot 1,06 \text{ g/cm}^3 = 212 \text{ g}.$ 1 pont
 - A benne oldott nátrium-karbonát:
 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 212 \text{ g} \cdot 0,200 = 42,4 \text{ g},$ 1 pont
 - $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{42,4 \text{ g}}{106 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,400 \text{ mol}.$ 1 pont
 - A reakcióhoz az egyenlet szerint kétszer annyi, azaz 0,800 mol HCl szükséges. 1 pont
 - Ennek tömege:
 $m = n \cdot M = 0,800 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 29,2 \text{ g}.$ 1 pont
 - A szükséges sósav térfogata két lépésben:
 $29,2 \text{ g HCl} \xrightarrow{0,200} 146 \text{ g sósav} \xrightarrow{1,10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \mathbf{133 \text{ cm}^3}.$ 1 pont
 - A reakció során fejlődő – és eltávozó – CO₂ 0,400 mol, ami:
 $m(\text{CO}_2) = 0,400 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 17,6 \text{ g}$ 1 pont
 - A visszamaradó oldat tömege:
 $m(\text{oldat}) = 212 \text{ g} + 146 \text{ g} - 17,6 \text{ g} = 340,4 \text{ g}$ 1 pont
 - A benne lévő nátrium-klorid 0,800 mol:
 $m(\text{NaCl}) = 0,800 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 46,8 \text{ g}$ 1 pont
 - Az oldat konyhasótartalma:
 $\frac{46,8 \text{ g}}{340,4 \text{ g}} \cdot 100\% = \mathbf{13,8 \text{ tömeg\%}}.$ 1 pont

11 pont

- 153. a)** A reakcióegyenlet:
 $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2 \text{NaCl}$ 2 pont
- 111 g/mol 106 g/mol 100 g/mol 58,5 g/mol
- $m(\text{NaCl}) = 224 \text{ g} \cdot 0,1306 = 29,25 \text{ g}$ 1 pont
 - ennek anyagmennyisége: $n = 0,500 \text{ mol}$
 - $m(\text{CaCO}_3) = \frac{0,500 \text{ mol}}{2} \cdot 100 \text{ g/mol} = \mathbf{25,0 \text{ g csapadék}}$ képződött. 7 pont

$$b) m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,500 \text{ mol}}{2} \cdot 106 \text{ g/mol} = 26,5 \text{ g} \quad 2 \text{ pont}$$

$$m(\text{oldat}) = \frac{26,5 \text{ g}}{0,2} = 132,5 \text{ g} \text{ vagyis kb. } \mathbf{132 \text{ g Na}_2\text{CO}_3\text{-oldatot reagáltattunk.} \quad 2 \text{ pont}$$

$$c) m(\text{CaCl}_2) = \frac{0,500 \text{ mol}}{2} \cdot 111 \text{ g/mol} = 27,75 \text{ g.} \quad 1 \text{ pont}$$

– A CaCl_2 -oldat oldat tömege: $25,0 \text{ g} + 224 \text{ g} - 132,5 \text{ g} = 116,5 \text{ g.}$ 2 pont

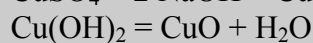
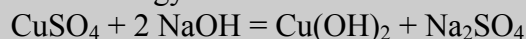
– A víz tömege $116,5 \text{ g} - 27,75 \text{ g} = 88,75 \text{ g.}$ 1 pont

– Az oldhatóság:

$$\frac{27,75 \text{ g}}{88,75 \text{ g víz}} = \frac{x}{100 \text{ g}}, \text{ ebből } x = \mathbf{31,3 \text{ g CaCl}_2} \text{ 100 g vízben.} \quad \underline{2 \text{ pont}}$$

15 pont

154. – A reakcióegyenletek:



2 pont

– 50,0 g réz-oxid: $\frac{50,0 \text{ g}}{79,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,629 \text{ mol,}$ 1 pont

– az egyenlet alapján ebből az következik, hogy

0,629 mol CuSO_4 -ból és

1,258 mol NaOH -ból keletkezett,

közben 0,629 mol Na_2SO_4 keletkezett. 3 pont

– A tömegek a moláris tömegek segítségével ($m = nM$):

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,629 \text{ mol} \cdot 159,5 \text{ g/mol} = 100 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}) = 1,258 \text{ mol} \cdot 40,0 \text{ g/mol} = 50,3 \text{ g}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,629 \cdot 142 \text{ g/mol} = 89,3 \text{ g}$$

3 pont

– A keletkezett oldat 20,0 tömeg%-os, és 89,3 g Na_2SO_4 -t tartalmaz, ebből:

$$\frac{89,3 \text{ g}}{0,200} = 446,5 \text{ g az oldat tömege.} \quad 1 \text{ pont}$$

– A tömegmegmaradás elve szerint a kiindulási oldatok össztömege megegyezik

a termékek össztömegével. Az oldat mellett 0,629 mol Cu(OH)_2 képződött:

$$0,629 \text{ mol} \cdot 97,5 \text{ g/mol} = 61,3 \text{ g.}$$

1 pont

– A rendszer összes tömege: $446,5 \text{ g} + 61,3 \text{ g} = 507,8 \text{ g,}$ 1 pont

– a két kiindulási, azonos tömegű oldat így ennek a fele: $253,9 \text{ g} \cong \mathbf{254 \text{ g.}}$ 1 pont

– A réz(II)-szulfát-tartalom: $\frac{100 \text{ g}}{254 \text{ g}} \cdot 100w\% = \mathbf{39,4 \text{ tömeg\%}}$. 1 pont

– A NaOH -oldat: $\frac{50,3 \text{ g}}{254 \text{ g}} \cdot 100w\% = \mathbf{19,8 \text{ tömeg\%-os}}$. 1 pont

15 pont