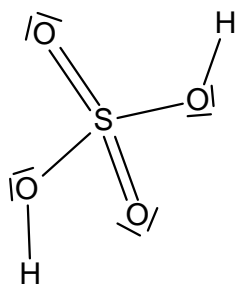


15. A hidrogén, illetve a 16-18. csoportok nemfémeselemei és vegyületeik

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C | 16. A | 31. D | 46. D | 61. C |
| 2. D | 17. D | 32. C | 47. D | 62. D |
| 3. E | 18. D | 33. A | 48. C | 63. A |
| 4. A | 19. A | 34. D | 49. B | 64. B |
| 5. C | 20. C | 35. A | 50. D | 65. D |
| 6. D | 21. C | 36. A | 51. D | 66. B |
| 7. E | 22. C | 37. A | 52. A | 67. C |
| 8. E | 23. D | 38. D | 53. B | 68. C |
| 9. C | 24. B | 39. C | 54. B | 69. A |
| 10. B | 25. B | 40. B | 55. D | 70. B |
| 11. D | 26. C | 41. D | 56. B | 71. B |
| 12. C | 27. C | 42. D | 57. D | 72. A |
| 13. A | 28. A | 43. C | 58. C | 73. D |
| 14. C | 29. A | 44. A | 59. A | 74. C |
| 15. C | 30. C | 45. B | 60. C | 75. A |

76. H₂S
77. V alakú
78. 92,3°
79. poláris
80. dipólus-dipólus kölcsönhatás
81. SO₃
82. 6
83. síkháromszög
84. apoláris
85. diszperziós kölcsönhatás
86. H₂SO₄
87. 6
88. torzult tetraéder
89. a kénatom körül ~109,5°, a H–O–S szögek ~105°
90. poláris
91. 4
92. V alakú
93. 119,5°
94. poláris
95. dipólus-dipólus kölcsönhatás
96. HCl
97. H₂SO₄
98. H—Cl



99. H
100. poláris
101. poláris
102. dipólus-dipólus kölcsönhatás
103. hidrogénkötés
104. színtelen, gáz, kiválóan oldódik vízben
105. színtelen, folyadék, korlátlanul elegyedik vízzel
106. $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
107. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+$
108. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
109. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
110. $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
111. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
112. $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
113. nem játszódik le
114. nem játszódik le
115. $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
116. vizes oldatát háztartási vízkőoldóként használják
117. adott koncentrációjú oldatát ólomakkumulátorok készítésére alkalmazzák
118. A: SO_2
B: H_2O_2
C: H_2S
D: Cl_2
119. erősen poláris molekulákból áll, amelyek között hidrogénkötések alakulnak ki; molekulái képesek a vízmolekulákkal hidrogénkötéseket kialakítani
120. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$
 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$
121. redukáló hatású
122. $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HI}$
 $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightarrow 2 \text{HI} + \text{S}$
123. oxidáló hatású
124. $\text{Cl}_2 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{I}_2$
125. kén
126. $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$
127. oxigéngáz
128. $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
129. $2 \text{Fe} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{FeCl}_3$
 $2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl}$
130. kősót kell választani

131. A hidrogén-klorid-gáz vízben történő oldódása exoterm folyamat. Ennek megfelelően a HCl vízoldhatósága a hőmérséklet emelésével fokozatos csökken.
132. A hidrogén-klorid moláris tömege nagyobb, mint a levegőé, így a HCl nagyobb sűrűségű, mint az azonos állapotú levegő. Emiatt a hidrogén-klorid-gáz lefelé száll, ezért a lombikot szájával felfelé kell tartani.
133. Az indikátorpapír savas kémhatást jelez.
 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
134. A poláris molekulájú hidrogén-klorid közönséges körülmények között kiválóan oldódik a poláris molekulájú vízben. Az oldódás mértéke azért is olyan jelentős, mert a folyamat közben ionok keletkeznek.
135. $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
136. A felső üveghengerben egy kicsit előbb megjelenik a fehér színű füst. Az alsó hengerben található ammónia gyorsabb diffúzióra képes (a kisebb moláris tömeg miatt), mint a felső hengerben található hidrogén-klorid, így az ammónia hamarabb ér a felső hengerbe, mint a hidrogén-klorid az alsóba.
137. Az ammónium-klorid egy szilárd halmazállapotú, ionrácsban kristályosodó vegyület.

138. A)

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{0,400 \text{ g} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{125000 \text{ Pa} \cdot 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 3,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ez a nemesgáz a **hélium**.

B)

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{3,757 \text{ g} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 320 \text{ K}}{98000 \text{ Pa} \cdot 3,000 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 34,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

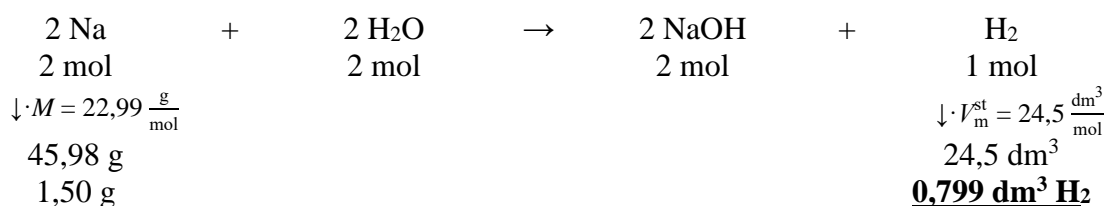
Ez a hidrogénvegyület ilyen hőmérsékleti és nyomásviszonyok között a **kén-hidrogén**, vagyis az összegképlete **H₂S**.

C)

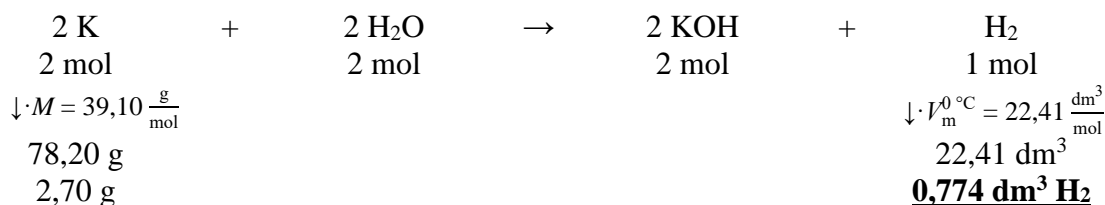
$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{6,146 \text{ g} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 400 \text{ K}}{112000 \text{ Pa} \cdot 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 36,50 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ez a hidrogénvegyület a **hidrogén-klorid**, vagyis az összegképlete **HCl**.

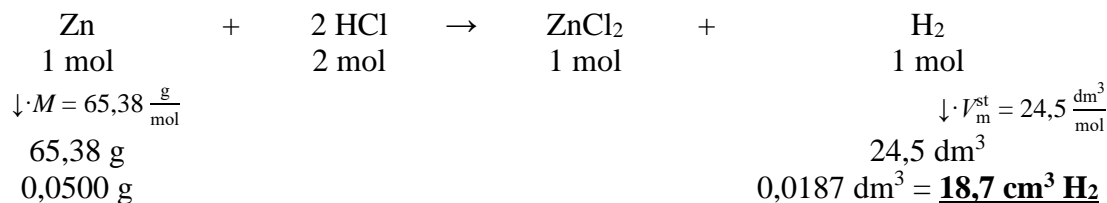
139. A)



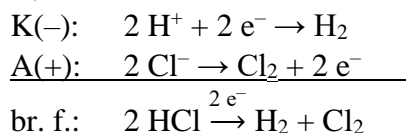
B)



C)



140. A)



Az elektrolízis során az elektródokon áthaladt elektronok anyagmennyisége:

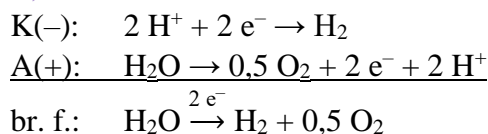
$$Q = I \cdot t = 3,00 \text{ A} \cdot 900 \text{ s} = 2700 \text{ C}$$

$$n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F} = \frac{2700 \text{ C}}{96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,0280 \text{ mol}$$

A bruttó folyamat alapján látható, hogy 2 mol elektron hatására 2 mol gázelegy jön létre, így a 0,0280 mol gázelegy segítségével 0,0280 mol gázelegy keletkezik, amelynek térfogata:

$$V(\text{gázelegy}) = n(\text{gázelegy}) \cdot V_m^{\text{st}} = 0,0280 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0,685 \text{ dm}^3 = \underline{\underline{685 \text{ cm}^3}}$$

B)



Az elektrolízis során az elektródokon áthaladt elektronok anyagmennyisége:

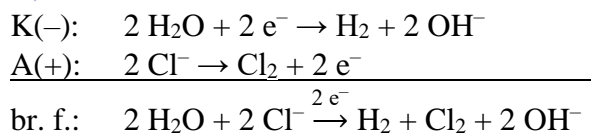
$$Q = I \cdot t = 2,00 \text{ A} \cdot 600 \text{ s} = 1200 \text{ C}$$

$$n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F} = \frac{1200 \text{ C}}{96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,0124 \text{ mol}$$

A bruttó folyamat alapján látható, hogy 2 mol elektron hatására 1,5 mol gázelegy jön létre, így a 0,01240 mol gázelegy segítségével $9,33 \cdot 10^{-3}$ mol gázelegy keletkezik, amelynek térfogata:

$$V(\text{gázelegy}) = n(\text{gázelegy}) \cdot V_m^{\text{st}} = 9,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0,228 \text{ dm}^3 = \underline{\underline{228 \text{ cm}^3}}$$

C)



Az elektrolízis során az elektródokon áthaladt elektronok anyagmennyisége:

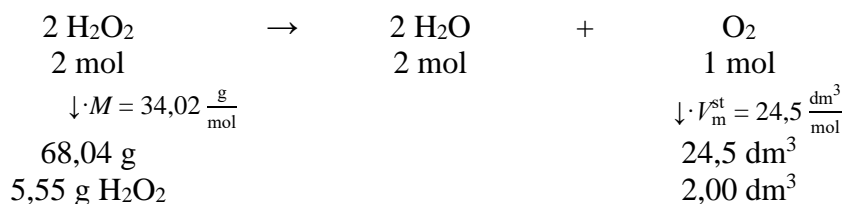
$$Q = I \cdot t = 5,00 \text{ A} \cdot 300 \text{ s} = 1500 \text{ C}$$

$$n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F} = \frac{1500 \text{ C}}{96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,0155 \text{ mol}$$

A bruttó folyamat alapján látható, hogy 2 mol elektron hatására 2 mol gázelegy jön létre, így a 0,0155 mol gázelegy segítségével 0,0155 mol gázelegy keletkezik, amelynek térfogata:

$$V(\text{gázelegy}) = n(\text{gázelegy}) \cdot V_m^{\text{st}} = 0,0155 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0,381 \text{ dm}^3 = \underline{\underline{381 \text{ cm}^3}}$$

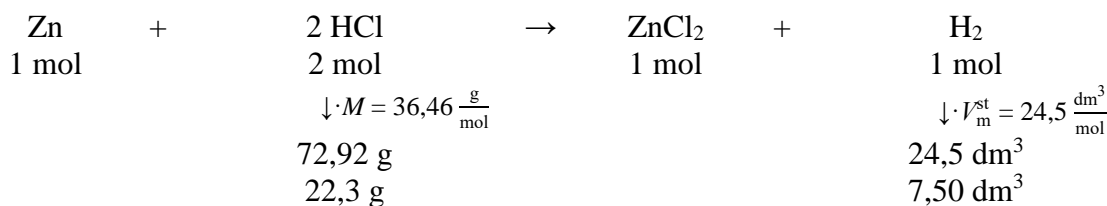
141. A)



Az oldat tömege:

$$m(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldott anyag}) \cdot 100}{w\%} = \frac{5,55 \text{ g} \cdot 100}{15,0} = \underline{\underline{37,0 \text{ g}}}$$

B)



$$m(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldott anyag}) \cdot 100}{w\%} = \frac{22,3 \text{ g} \cdot 100}{20,0} = 111,61 \text{ g} \approx \underline{\underline{112 \text{ g}}}$$

C)

A lejátszódó reakció:



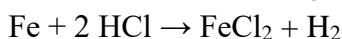
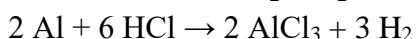
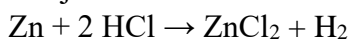
HCl	Cl ₂
16 mol	5 mol
$\downarrow \cdot M = 36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$\downarrow \cdot V_m^{\text{st}} = 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$
583,36 g	122,5 dm ³
35,7 g	7,50 dm ³

$$m(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldott anyag}) \cdot 100}{w\%} = \frac{35,7 \text{ g} \cdot 100}{10,0} = 357,15 \text{ g} \approx \underline{\underline{357 \text{ g}}}$$

142. A)

A standardpotenciálok alapján csak a cink, az alumínium és a vas esetében következik be átalakulás. Ennek megfelelően **0,00 dm³ hidrogén fejlődik a réz esetében.**

A lejátszódó reakciók rendezett egyenlete:



A reakcióra képes fémek anyagmennyisége:

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{7,00 \text{ g}}{65,38 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,107 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{7,00 \text{ g}}{26,98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,259 \text{ mol}$$

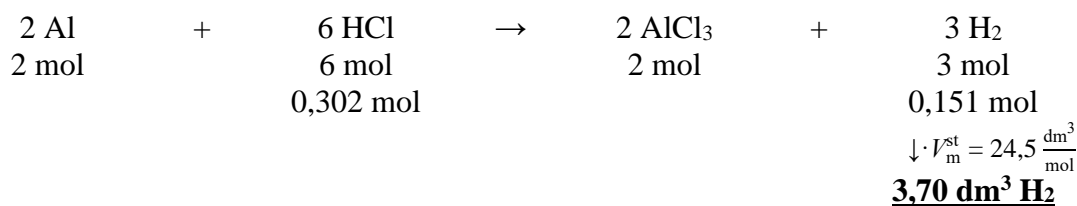
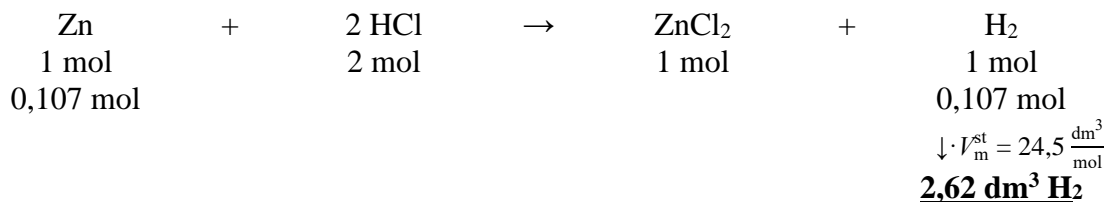
$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{7,00 \text{ g}}{55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,125 \text{ mol}$$

A hidrogén-klorid anyagmennyisége:

$$m(\text{HCl, kezdeti}) = \frac{m(\text{oldat}) \cdot w\%}{100} = \frac{50,0 \text{ g} \cdot 22,0}{100} = 11,0 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{11,0 \text{ g}}{36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,302 \text{ mol}$$

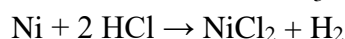
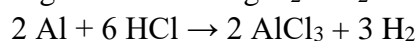
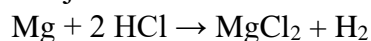
Az anyagmennyiségek alapján látható, hogy a cink és a vas teljes mértékben el tud reagálni, viszont az alumínium teljes reakciójához nincs elegendő sósav.



B)

A standardpotenciálok alapján csak a magnézium, az alumínium és a nikkal esetében következnek be átalakulások. Ennek megfelelően **0,00 dm³ hidrogén fejlődik az ezüst esetében.**

A lejátszódó reakciók rendezett egyenlete:



A reakcióra képes fémek anyagmennyisége:

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{10,0 \text{ g}}{24,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,411 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{10,0 \text{ g}}{26,98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,371 \text{ mol}$$

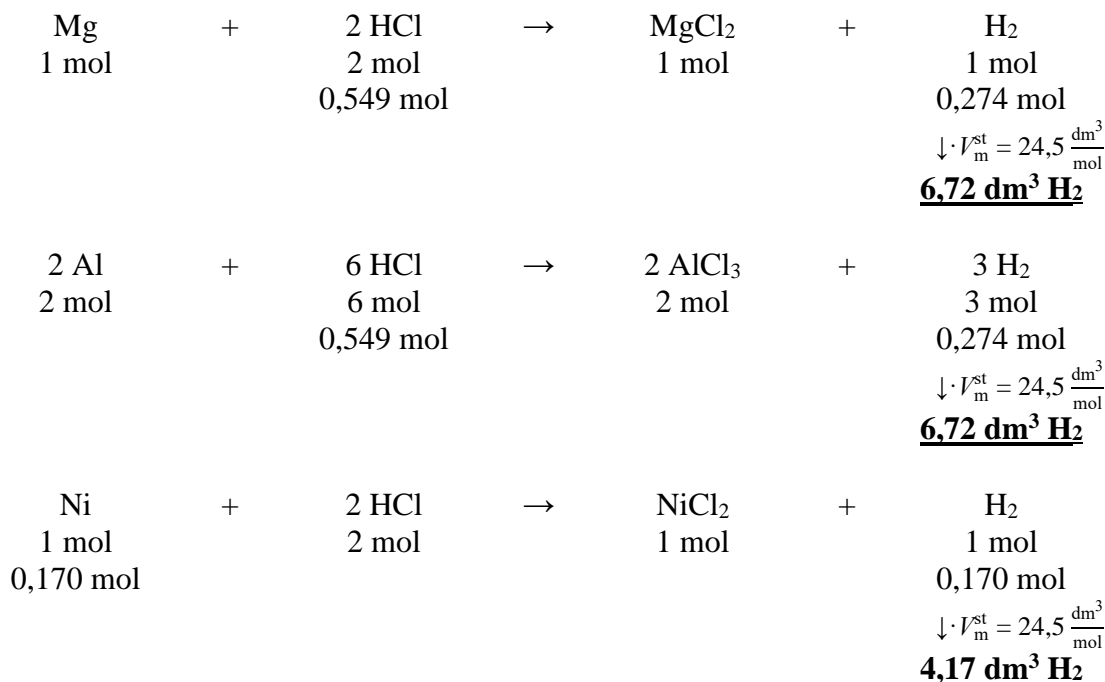
$$n(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{M(\text{Ni})} = \frac{10,0 \text{ g}}{58,69 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,170 \text{ mol}$$

A hidrogén-klorid anyagmennyisége:

$$m(\text{HCl, kezdeti}) = \frac{m(\text{oldat}) \cdot w\%}{100} = \frac{100 \text{ g} \cdot 20,0}{100} = 20,0 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{20,0 \text{ g}}{36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,549 \text{ mol}$$

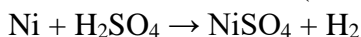
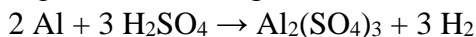
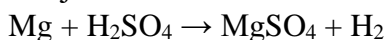
Az anyagmennyiségek alapján látható, hogy a nikkal teljes mértékben el tud reagálni, viszont a magnézium és az alumínium teljes reakciójához nincs elegendő sósav.



C)

A standardpotenciálok alapján csak a magnézium, az alumínium és a nikkal esetében következnek be átalakulások. Ennek megfelelően **0,00 dm³ hidrogén fejlődik az ezüst esetében.**

A lejátszódó reakciók rendezett egyenlete:



A reakcióra képes fémek anyagmennyisége:

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{2,00 \text{ g}}{24,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0823 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{2,00 \text{ g}}{26,98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0741 \text{ mol}$$

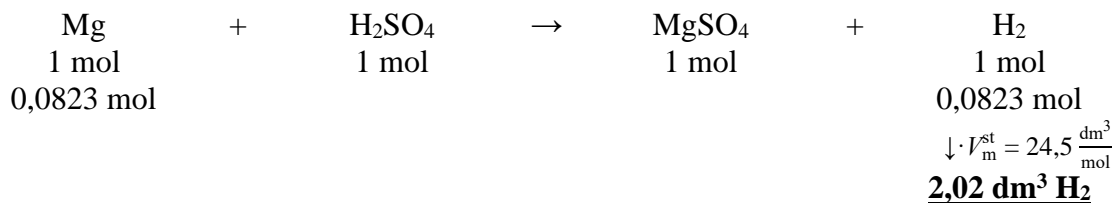
$$n(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{M(\text{Ni})} = \frac{2,00 \text{ g}}{58,69 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0341 \text{ mol}$$

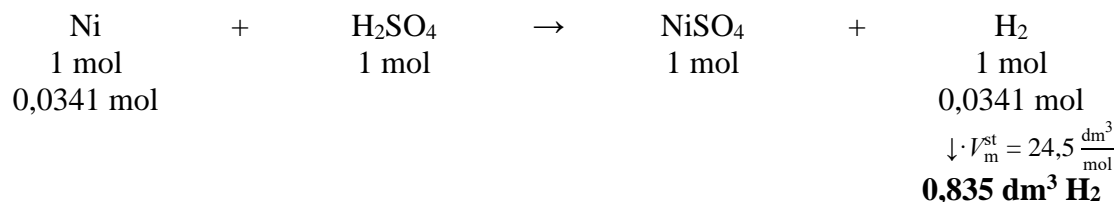
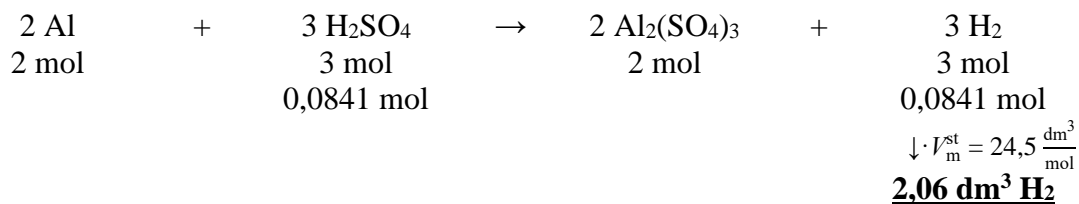
A kénsav anyagmennyisége:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{kezdeti}) = \frac{m(\text{oldat}) \cdot w\%}{100} = \frac{75,0 \text{ g} \cdot 11,0}{100} = 8,25 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{8,25 \text{ g}}{98,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0841 \text{ mol}$$

Az anyagmennyiségek alapján látható, hogy a magnézium és a nikkal teljes mértékben el tud reagálni, viszont az alumínium teljes reakciójához nincs elegendő kénsav.





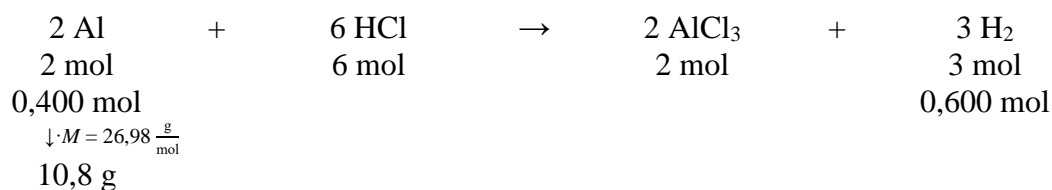
143. A)

Csak az alumínium reagál a sósavval.

A keletkező hidrogéngáz anyagmennyisége:

$$n(\text{gáz}) = \frac{V}{V_m^{\text{st}}} = \frac{14,7 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,600 \text{ mol}$$

A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:



A réz és az ötvözet anyagmennyisége:

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{12,7 \text{ g}}{63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,200 \text{ mol}$$

$$n(\text{ötvözet}) = n(\text{Cu}) + n(\text{Al}) = 0,200 \text{ mol} + 0,400 \text{ mol} = 0,600 \text{ mol}$$

A keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$w\%(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{12,7 \text{ g}}{23,5 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{54,1}$$

$$w\%(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{10,8 \text{ g}}{23,5 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{45,9}$$

$$x\%(\text{Cu}) = \frac{n(\text{Cu})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,200 \text{ mol}}{0,600 \text{ mol}} \cdot 100 = \mathbf{33,3}$$

$$x\%(\text{Al}) = \frac{n(\text{Al})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,400 \text{ mol}}{0,600 \text{ mol}} \cdot 100 = \mathbf{66,7}$$

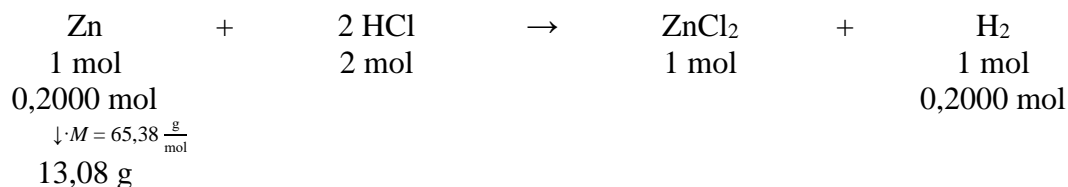
B)

Csak a cink reagál a sósavval.

A keletkező hidrogéngáz anyagmennyisége:

$$n(\text{gáz}) = \frac{V}{V_m^{\text{st}}} = \frac{4,900 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,2000 \text{ mol}$$

A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:



Az ezüst és az ötvözet anyagmennyisége:

$$n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{10,78 \text{ g}}{107,87 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,09997 \text{ mol}$$

$$n(\text{ötvözet}) = n(\text{Ag}) + n(\text{Zn}) = 0,09997 \text{ mol} + 0,2000 \text{ mol} = 0,3000 \text{ mol}$$

A keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$w\%(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{10,78 \text{ g}}{23,86 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{45,20}},$$

$$w\%(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{13,08 \text{ g}}{23,86 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{54,80}},$$

$$x\%(\text{Ag}) = \frac{n(\text{Ag})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,09997 \text{ mol}}{0,3000 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{33,33}},$$

$$x\%(\text{Zn}) = \frac{n(\text{Zn})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,2000 \text{ mol}}{0,3000 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{66,67}}.$$

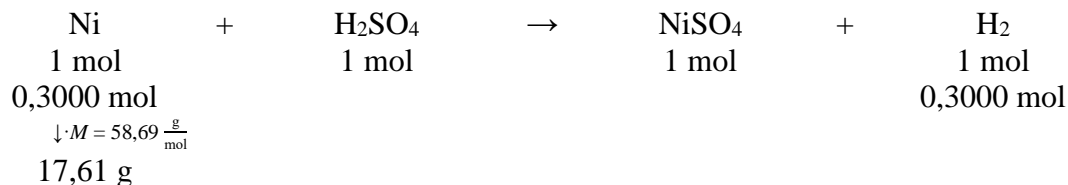
C)

Csak a nikkell reagál a kénsavoldattal.

A keletkező hidrogéngáz anyagmennyisége:

$$n(\text{gáz}) = \frac{V}{V_m^{\text{st}}} = \frac{7,350 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,3000 \text{ mol}$$

A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:



A réz és az ötvözet anyagmennyisége:

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{6,363 \text{ g}}{63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,1001 \text{ mol}$$

$$n(\text{ötvözet}) = n(\text{Cu}) + n(\text{Ni}) = 0,1001 \text{ mol} + 0,3000 \text{ mol} = 0,4001 \text{ mol}$$

A keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$w\%(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{6,363 \text{ g}}{23,97 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{26,55}},$$

$$w\%(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{17,61 \text{ g}}{23,97 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{73,45}},$$

$$x\%(\text{Cu}) = \frac{n(\text{Cu})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,1001 \text{ mol}}{0,4001 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{25,02}},$$

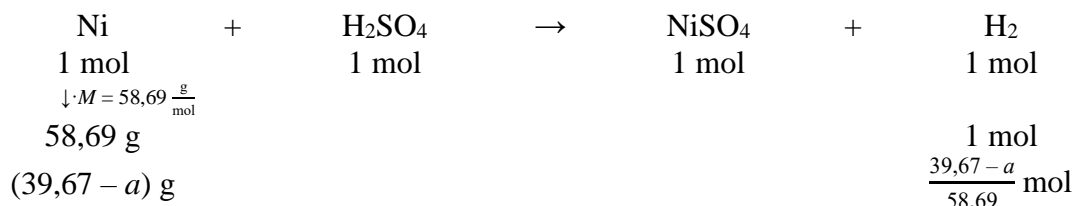
$$x\%(\text{Ni}) = \frac{n(\text{Ni})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,3000 \text{ mol}}{0,4001 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{74,98}}.$$

144. A)

A keletkező hidrogéngáz anyagmennyisége:

$$n(\text{gáz}) = \frac{V}{V_m^{\text{st}}} = \frac{35,53 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 1,450 \text{ mol}$$

Legyen a cink tömege a gramm, míg az alumínium tömege $(59,25 - a)$ gramm!



A fejlődő hidrogéngázra felírható összefüggés:

$$\frac{a}{55,85} + \frac{39,67 - a}{58,69} = 0,7000,$$

amelyből $a = 27,79$ gramm vas,

$$39,67 - a = 11,88 \text{ gramm nikkell.}$$

Az összetevők és az ötvözet anyagmennyisége:

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{27,79 \text{ g}}{55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,4976 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{M(\text{Ni})} = \frac{11,88 \text{ g}}{58,69 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,2024 \text{ mol}$$

$$n(\text{ötvözet}) = n(\text{Fe}) + n(\text{Ni}) = 0,4976 \text{ mol} + 0,2024 \text{ mol} = 0,7000 \text{ mol}$$

A keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$w\%(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{27,79 \text{ g}}{39,67 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{70,05}},$$

$$w\%(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{11,88 \text{ g}}{39,67 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{29,95}},$$

$$x\%(\text{Fe}) = \frac{n(\text{Fe})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,4976 \text{ mol}}{0,7000 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{71,09}},$$

$$x\%(\text{Ni}) = \frac{n(\text{Ni})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,2024 \text{ mol}}{0,7000 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{28,91}}.$$

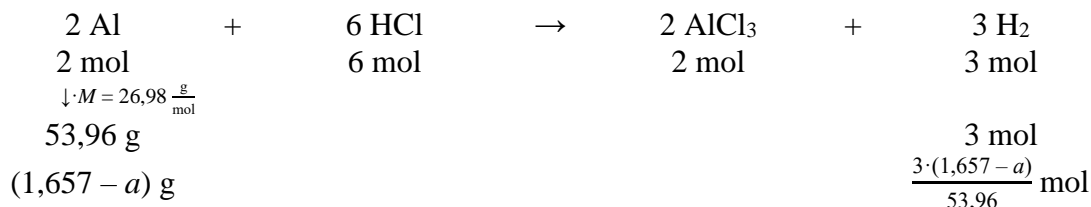
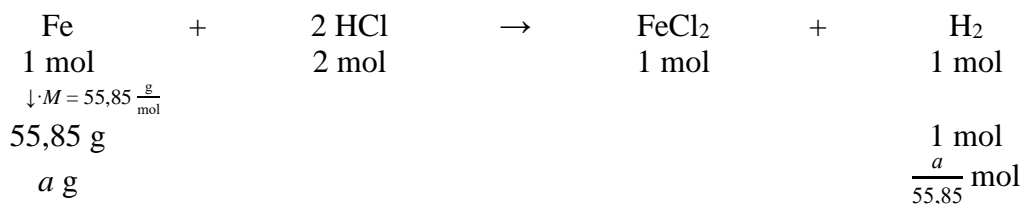
C)

A keletkező hidrogéngáz anyagmennyisége:

$$n(\text{gáz}) = \frac{V}{V_m^{\text{st}}} = \frac{1,225 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,05000 \text{ mol}$$

Legyen a vas tömege a gramm, míg az alumínium tömege $(1,657 - a)$ gramm!

A lejátszódó reakciók rendezett egyenletei:



A fejlődő hidrogéngázra felírható összefüggés:

$$\frac{a}{55,85} + \frac{3 \cdot (1,657 - a)}{53,96} = 0,05000,$$

amelyből $a = 1,118$ gramm vas,

$$1,657 - a = 0,5394 \text{ gramm alumínium.}$$

Az összetevők és az ötvözet anyagmennyisége:

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{1,118 \text{ g}}{55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,02002 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{0,5394 \text{ g}}{26,98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,01999 \text{ mol}$$

$$n(\text{ötvözet}) = n(\text{Fe}) + n(\text{Al}) = 0,02002 \text{ mol} + 0,01999 \text{ mol} = 0,04001 \text{ mol}$$

A keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$w\%(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{1,118 \text{ g}}{1,657 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{67,47}},$$

$$w\%(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,5394 \text{ g}}{1,657 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{32,55}},$$

$$x\%(\text{Fe}) = \frac{n(\text{Fe})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,02002 \text{ mol}}{0,04001 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{50,04}},$$

$$x\%(\text{Al}) = \frac{n(\text{Al})}{n(\text{ötvözet})} \cdot 100 = \frac{0,01999 \text{ mol}}{0,04001 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{49,96}}.$$

145. A)

Legyen 1,00 mol, vagyis 21,0 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol Cl_2 van.

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 70,90 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (70,90 - 70,90a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (70,90 - 70,90a) = 21,0$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{H}_2) = 0,724 \text{ mol } \text{H}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{Cl}_2) = 0,276 \text{ mol } \text{Cl}_2$$

$$m(\text{H}_2) = 2,02a \text{ g} = 1,46 \text{ g}$$

$$m(\text{Cl}_2) = (70,90 - 70,90a) \text{ g} = 19,6 \text{ g}$$

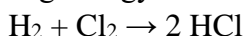
$$w\%(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{1,46 \text{ g}}{21,0 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{6,96}},$$

$$w\%(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{19,6 \text{ g}}{21,0 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{93,3}},$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,724 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{72,4}},$$

$$x\%(\text{Cl}_2) = \frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,276 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{27,6}}.$$

A gázelegy felrobbantása során lejátszódó reakció:



Az egyenletből látható, hogy a hidrogéngáz feleslegben van, vagyis a klórgáz a meghatározó reagens. Ha 1,00 mol elegyben 0,276 mol klórgáz van, akkor 0,500 mol elegyben 0,138 mol klórgáz van.

Ebből az egyenlet alapján $2 \times 0,138 \text{ mol} = 0,276 \text{ mol}$ hidrogén-klorid-gáz keletkezik, amelynek tömege:

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,276 \text{ mol} \cdot 36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 10,06 \text{ g} \approx \underline{\underline{10,1 \text{ g}}}.$$

A hidrogén-klorid-gáz segítségével létrejött oldat anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c(\text{HCl-oldat}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{oldat})} = \frac{0,276 \text{ mol}}{3,00 \text{ dm}^3} = 0,0920 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Mivel a sósav egyértékű sav, az oxóniumion koncentrációja is $0,0920 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, amelyből a pH kiszámítható:

$$\text{pH} = -\lg(0,0920) = \underline{\underline{1,04}}.$$

B)

Legyen 1,00 mol, vagyis 30,0 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol Cl_2 van.

$$m(H_2) = n(H_2) \cdot M(H_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(Cl_2) = n(Cl_2) \cdot M(Cl_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 70,90 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (70,90 - 70,90a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (70,90 - 70,90a) = 30,0$$

amelyből $a = n(H_2) = 0,594 \text{ mol } H_2,$

$$(1 - a) = n(Cl_2) = 0,406 \text{ mol } Cl_2$$

$$m(H_2) = 2,02a \text{ g} = 1,20 \text{ g}$$

$$m(Cl_2) = (70,90 - 70,90a) \text{ g} = 28,8 \text{ g}$$

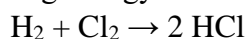
$$w\%(H_2) = \frac{m(H_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{1,20 \text{ g}}{30,0 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{4,00}},$$

$$w\%(Cl_2) = \frac{m(Cl_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{28,8 \text{ g}}{30,0 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{96,0}},$$

$$x\%(H_2) = \frac{n(H_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,594 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{59,4}},$$

$$x\%(Cl_2) = \frac{n(Cl_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,406 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{40,6}}.$$

A gázelegy felrobbantása során lejátszódó reakció:



Az egyenletből látható, hogy a hidrogéngáz feleslegben van, vagyis a klórgáz a meghatározó reagens. Ha 1,00 mol elegyben 0,406 mol klórgáz van, akkor 0,200 mol elegyben 0,0812 mol klórgáz van.

Ebből az egyenlet alapján $2 \times 0,0812 \text{ mol} = 0,162 \text{ mol}$ hidrogén-klorid-gáz keletkezik, amelynek tömege:

$$m(HCl) = n(HCl) \cdot M(HCl) = 0,162 \text{ mol} \cdot 36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{5,92 \text{ g}}}.$$

A hidrogén-klorid-gáz segítségével létrejött oldat anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c(HCl\text{-oldat}) = \frac{n(HCl)}{V(\text{oldat})} = \frac{0,162 \text{ mol}}{5,00 \text{ dm}^3} = 0,0325 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Mivel a sósav egyértékű sav, az oxóniumion koncentrációja is $0,0325 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, amelyből a pH kiszámítható:

$$pH = -\lg(0,0325) = \underline{\underline{1,49}}.$$

C)

Legyen 1,00 mol, vagyis 36,46 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol Cl_2 van.

$$m(H_2) = n(H_2) \cdot M(H_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(Cl_2) = n(Cl_2) \cdot M(Cl_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 70,90 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (70,90 - 70,90a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (70,90 - 70,90a) = 36,46$$

amelyből $a = n(H_2) = 0,5000 \text{ mol } H_2,$

$$(1 - a) = n(Cl_2) = 0,5000 \text{ mol } Cl_2$$

$$m(H_2) = 2,02a \text{ g} = 1,010 \text{ g}$$

$$m(Cl_2) = (70,90 - 70,90a) \text{ g} = 35,45 \text{ g}$$

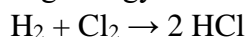
$$w\%(H_2) = \frac{m(H_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{1,010 \text{ g}}{36,46 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{2,770}},$$

$$w\%(Cl_2) = \frac{m(Cl_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{35,45 \text{ g}}{36,46 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{97,23}},$$

$$x\%(H_2) = \frac{n(H_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,5000 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{50,00}},$$

$$x\%(\text{Cl}_2) = \frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,5000 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{50,00.}}$$

A gázelegy felrobbantása során lejátszódó reakció:



Az egyenletből látható, hogy a két gáz sztöchiometrikus mennyiségben van jelen. Ha 1,00 mol elegyben 0,5000 mol hidrogéngáz van, akkor 0,2500 mol elegyben 0,1250 mol hidrogéngáz van.

Ebből az egyenlet alapján $2 \times 0,1250 \text{ mol} = 0,2500 \text{ mol}$ hidrogén-klorid-gáz keletkezik, amelynek tömege:

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,2500 \text{ mol} \cdot 36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{9,115 \text{ g}}}$$

A hidrogén-klorid-gáz segítségével létrejött oldat anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c(\text{HCl-oldat}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{oldat})} = \frac{0,2500 \text{ mol}}{4,500 \text{ dm}^3} = 0,05556 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Mivel a sósav egyértékű sav, az oxóniumion koncentrációja is $0,05556 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, amelyből a pH kiszámítható:

$$\text{pH} = -\lg(0,05556) = \underline{\underline{1,26.}}$$

146. A)

Legyen 1 dm^3 kénsavoldat és 1 dm^3 sósav!

A két oldatban az oldott anyagok anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{oldat}) \cdot V(\text{oldat}) = 0,0100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,0100 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = c(\text{oldat}) \cdot V(\text{oldat}) = 0,0100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,0100 \text{ mol}$$

A kénsav kétértékű sav, ezért az oxóniumion anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,0100 \text{ mol} = 0,0200 \text{ mol}$$

A hidrogén-klorid egyértékű sav, ezért az oxóniumion anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 1 \cdot n(\text{HCl}) = 1 \cdot 0,0100 \text{ mol} = 0,0100 \text{ mol}$$

Az új oldatban az oxóniumionok összes anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,0200 \text{ mol} + 0,0100 \text{ mol} = 0,0300 \text{ mol}$$

Az oxóniumion koncentrációja az összeöntés után:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V(\text{oldat})} = \frac{0,0300 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 0,0150 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Ebből az új oldat pH-ja:

$$\text{pH} = -\lg(0,0150) = \underline{\underline{1,82.}}$$

B)

Legyen 1 dm^3 hidrogén-jodid-oldat és 1 dm^3 hidrogén-bromid-oldat!

A két oldatban az oldott anyagok anyagmennyisége:

$$n(\text{HI}) = c(\text{oldat}) \cdot V(\text{oldat}) = 0,0200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,0200 \text{ mol}$$

$$n(\text{HBr}) = c(\text{oldat}) \cdot V(\text{oldat}) = 0,0100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,0100 \text{ mol}$$

A hidrogén-jodid egyértékű sav, ezért az oxóniumion anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 1 \cdot n(\text{HI}) = 1 \cdot 0,0200 \text{ mol} = 0,0200 \text{ mol}$$

A hidrogén-bromid egyértékű sav, ezért az oxóniumion anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 1 \cdot n(\text{HBr}) = 1 \cdot 0,0100 \text{ mol} = 0,0100 \text{ mol}$$

Az új oldatban az oxóniumionok összes anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,0200 \text{ mol} + 0,0100 \text{ mol} = 0,0300 \text{ mol}$$

Az oxóniumion koncentrációja az összeöntés után:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V(\text{oldat})} = \frac{0,0300 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 0,0150 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Ebből az új oldat pH-ja:

$$\text{pH} = -\lg(0,0150) = \underline{\underline{1,82.}}$$

C)

Legyen 1 dm³ hidrogén-jodid-oldat és 1 dm³ kénsavoldat!

A két oldatban az oldott anyagok anyagmennyisége:

$$n(\text{HI}) = c(\text{oldat}) \cdot V(\text{oldat}) = 0,0150 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,0150 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{oldat}) \cdot V(\text{oldat}) = 0,0250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,0250 \text{ mol}$$

A hidrogén-jodid egyértékű sav, ezért az oxóniumion anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 1 \cdot n(\text{HI}) = 1 \cdot 0,0150 \text{ mol} = 0,0150 \text{ mol}$$

A kénsav kétértékű sav, ezért az oxóniumion anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,0250 \text{ mol} = 0,0500 \text{ mol}$$

Az új oldatban az oxóniumionok összes anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,0150 \text{ mol} + 0,0500 \text{ mol} = 0,0650 \text{ mol}$$

Az oxóniumion koncentrációja az összeöntés után:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V(\text{oldat})} = \frac{0,0650 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 0,0325 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Ebből az új oldat pH-ja:

$$\text{pH} = -\lg(0,0325) = \underline{\underline{1,49.}}$$

147. A)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \rho_{\text{rel}} \cdot M(\text{H}_2) = 25,0 \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 50,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 50,5 g gázelegy! Ebben a mol SO₂ és $(1 - a)$ mol O₂ van.

$$m(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot M(\text{SO}_2) = a \text{ mol} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 64,06a \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (32,00 - 32,00a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$64,06a + (32,00 - 32,00a) = 50,5$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{SO}_2) = 0,577 \text{ mol SO}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{O}_2) = 0,423 \text{ mol O}_2$$

$$m(\text{SO}_2) = 64,06a \text{ g} = 37,0 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = (32,00 - 32,00a) \text{ g} = 13,5 \text{ g}$$

$$w\%(\text{SO}_2) = \frac{m(\text{SO}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{37,0 \text{ g}}{50,5 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{73,3}},$$

$$w\%(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{13,5 \text{ g}}{50,5 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{26,7}},$$

$$x\%(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,577 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{57,7}},$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,423 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{42,3}}.$$

mol	2 SO ₂	+	O ₂	⇌	2 SO ₃
kiindulási	0,577		0,423		–
átalakulási	0,338		0,169		0,338
egyensúlyi	0,239		0,254		0,338

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{SO}_2) + n(\text{O}_2) + n(\text{SO}_3) = 0,239 \text{ mol} + 0,254 \text{ mol} + 0,338 \text{ mol} = 0,831 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,239 \text{ mol}}{0,831 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{28,8}} = \varphi\%(\text{SO}_2),$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,254 \text{ mol}}{0,831 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{30,6}} = \varphi\%(\text{O}_2),$$

$$x\%(\text{SO}_3) = \frac{n(\text{SO}_3)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,338 \text{ mol}}{0,831 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{40,7}} = \varphi\%(\text{SO}_3).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,239 \text{ mol} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,254 \text{ mol} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,338 \text{ mol} \cdot 80,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,831 \text{ mol}} = \underline{\underline{60,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

B)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \rho_{\text{rel}} \cdot M(\text{O}_2) = 0,306 \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 9,79 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 9,79 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol N_2 van.

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 28,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (28,02 - 28,02a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (28,02 - 28,02a) = 9,79$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{H}_2) = 0,701 \text{ mol H}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{N}_2) = 0,299 \text{ mol N}_2$$

$$m(\text{H}_2) = 2,02a \text{ g} = 1,42 \text{ g}$$

$$m(\text{N}_2) = (28,02 - 28,02a) \text{ g} = 8,38 \text{ g}$$

$$w\%(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{1,42 \text{ g}}{9,79 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{14,5}},$$

$$w\%(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{8,38 \text{ g}}{9,79 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{85,6}},$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,701 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{70,1}},$$

$$x\%(\text{N}_2) = \frac{n(\text{N}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,299 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{29,9}}.$$

mol	N_2	+	3 H_2	\rightleftharpoons	2 NH_3
kiindulási	0,299		0,701		–
átalakulási	0,150		0,449		0,299
egyensúlyi	0,150		0,252		0,299

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{N}_2) + n(\text{H}_2) + n(\text{NH}_3) = 0,150 \text{ mol} + 0,252 \text{ mol} + 0,299 \text{ mol} = 0,701 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,150 \text{ mol}}{0,701 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{21,4}} = \varphi\%(\text{H}_2),$$

$$x\%(\text{N}_2) = \frac{n(\text{N}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,252 \text{ mol}}{0,701 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{35,9}} = \varphi\%(\text{N}_2),$$

$$x\%(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,299 \text{ mol}}{0,701 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{42,7}} = \varphi\%(\text{NH}_3).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,150 \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,252 \text{ mol} \cdot 28,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,299 \text{ mol} \cdot 17,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,701 \text{ mol}} = \underline{\underline{17,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

C)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \rho_{\text{rel}} \cdot M(\text{N}_2) = 3,669 \cdot 28,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 102,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 102,8 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol I_2 van.

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(\text{I}_2) = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{I}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (253,8 - 253,8a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (253,8 - 253,8a) = 102,8$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{H}_2) = 0,5997 \text{ mol H}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{I}_2) = 0,4003 \text{ mol I}_2$$

$$m(\text{H}_2) = 2,02a \text{ g} = 1,211 \text{ g}$$

$$m(\text{I}_2) = (253,8 - 253,8a) \text{ g} = 101,6 \text{ g}$$

$$w\%(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{1,211 \text{ g}}{102,8 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{1,178}},$$

$$w\%(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{m(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{101,6 \text{ g}}{102,8 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{\underline{98,83}},$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,5997 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{59,97}},$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,4003 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{40,03}}.$$

mol	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2 HI
kiindulási	0,5997		0,4003		–
átalakulási	0,2099		0,2099		0,4198
egyensúlyi	0,3898		0,1904		0,4198

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{H}_2) + n(\text{I}_2) + n(\text{HI}) = 0,3898 \text{ mol} + 0,1904 \text{ mol} + 0,4198 \text{ mol} = 1,000 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,3898 \text{ mol}}{1,000 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{38,98}} = \varphi\%(\text{H}_2),$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,1904 \text{ mol}}{1,000 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{19,04}} = \varphi\%(\text{I}_2),$$

$$x\%(\text{HI}) = \frac{n(\text{HI})}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,4198 \text{ mol}}{1,000 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{41,98}} = \varphi\%(\text{HI}).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,3898 \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,1904 \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,4198 \text{ mol} \cdot 127,91 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{1,000 \text{ mol}} = \underline{\underline{102,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

148. A)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = \frac{3470 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 700 \text{ K}}{101000 \text{ Pa}} = 199,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 199,9 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol I_2 van.

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(\text{I}_2) = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{I}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (253,8 - 253,8a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (253,8 - 253,8a) = 199,9$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{H}_2) = 0,2141 \text{ mol H}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{I}_2) = 0,7859 \text{ mol I}_2$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,2141 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{21,41}},$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,7859 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{78,59}}.$$

Mivel a zárt edényben a $[\text{H}_2] = 0,5000 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, az anyagmennyiség-százalék alapján a $[\text{I}_2] = 1,835 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

A lejátszódó egyensúlyi reakció:

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
kiindulási	0,5000		1,835		–
átalakulási	b		b		$2b$
egyensúlyi	$0,5000 - b$		$1,835 - b$		$2b$

Ezek alapján felírva a tömeghatás törvényét:

$$K = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{H}_2]_e \cdot [\text{I}_2]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$54,80 = \frac{(2b)^2}{(0,5000 - b) \cdot (1,835 - b)},$$

$$\text{amelyből az egyetlen helyes } b = 0,4871 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{H}_2]_e = \underline{\underline{0,01285 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}},$$

$$[\text{I}_2]_e = \underline{\underline{1,348 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}},$$

$$[\text{HI}]_e = \underline{\underline{0,9742 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}.$$

Az egyensúlyi rendszer anyagmennyiségei:

$$n(\text{H}_2) = [\text{H}_2] \cdot V = 0,01285 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 3,000 \text{ dm}^3 = 0,03855 \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2) = [\text{I}_2] \cdot V = 1,348 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 3,000 \text{ dm}^3 = 4,044 \text{ mol}$$

$$n(\text{HI}) = [\text{HI}] \cdot V = 0,9742 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 3,000 \text{ dm}^3 = 2,923 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{H}_2) + n(\text{I}_2) + n(\text{HI}) = 0,03855 \text{ mol} + 4,044 \text{ mol} + 2,923 \text{ mol} = 7,006 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség-százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,03855 \text{ mol}}{7,006 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{0,5502}} = \varphi\%(\text{H}_2),$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{4,044 \text{ mol}}{7,006 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{57,72}} = \varphi\%(\text{I}_2),$$

$$x\%(\text{HI}) = \frac{n(\text{HI})}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{2,923 \text{ mol}}{7,006 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{41,72}} = \varphi\%(\text{HI}).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,03855 \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4,044 \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2,923 \text{ mol} \cdot 127,91 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{7,006 \text{ mol}} = \underline{\underline{199,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}.$$

B)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = \frac{2673 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 720 \text{ K}}{100000 \text{ Pa}} = 160,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 160,0 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol I_2 van.

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(\text{I}_2) = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{I}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (253,8 - 253,8a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (253,8 - 253,8a) = 160,0$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{H}_2) = 0,3725 \text{ mol H}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{I}_2) = 0,6275 \text{ mol I}_2$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,3725 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{37,25}},$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,6275 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{62,75}}.$$

Mivel a zárt edényben a $[\text{H}_2] = 0,03000 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, az anyagmennyiség-százalék alapján a

$$[\text{I}_2] = 0,05054 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

A lejátszódó egyensúlyi reakció:

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	H ₂	+	I ₂	⇌	2 HI
kiindulási	0,03000		0,05054		–
átalakulási	<i>b</i>		<i>b</i>		2 <i>b</i>
egyensúlyi	0,03000 – <i>b</i>		0,05054 – <i>b</i>		2 <i>b</i>

Ezek alapján felírva a tömeghatás törvényét:

$$K = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{H}_2]_e \cdot [\text{I}_2]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$48,00 = \frac{(2b)^2}{(0,03000 - b) \cdot (0,05054 - b)},$$

$$\text{amelyből az egyetlen helyes} \quad b = 0,02732 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{H}_2]_e = \underline{\underline{0,002679 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}},$$

$$[\text{I}_2]_e = \underline{\underline{0,02322 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}},$$

$$[\text{HI}]_e = \underline{\underline{0,05464 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}.$$

Az egyensúlyi rendszer anyagmennyiségei:

$$n(\text{H}_2) = [\text{H}_2] \cdot V = 0,002679 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 5,000 \text{ dm}^3 = 0,01340 \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2) = [\text{I}_2] \cdot V = 0,02322 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 5,000 \text{ dm}^3 = 0,1161 \text{ mol}$$

$$n(\text{HI}) = [\text{HI}] \cdot V = 0,05464 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 5,000 \text{ dm}^3 = 0,2732 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{H}_2) + n(\text{I}_2) + n(\text{HI}) = 0,01340 \text{ mol} + 0,1161 \text{ mol} + 0,2732 \text{ mol} = 0,4027 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség-százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,01340 \text{ mol}}{0,4027 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{3,328}} = \varphi\%(\text{H}_2),$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,1161 \text{ mol}}{0,4027 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{28,83}} = \varphi\%(\text{I}_2),$$

$$x\%(\text{HI}) = \frac{n(\text{HI})}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,2732 \text{ mol}}{0,4027 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{67,84}} = \varphi\%(\text{HI}).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,01340 \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,1161 \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,2732 \text{ mol} \cdot 127,91 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,4027 \text{ mol}} = \underline{\underline{160,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

C)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = \frac{2570 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 57,6 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 57,6 g gázelegy! Ebben a mol SO_2 és $(1 - a)$ mol O_2 van.

$$m(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot M(\text{SO}_2) = a \text{ mol} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 64,06a \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (32,00 - 32,00a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$64,06a + (32,00 - 32,00a) = 57,6$$

amelyből $a = n(\text{SO}_2) = 0,799 \text{ mol SO}_2$,

$$(1 - a) = n(\text{O}_2) = 0,201 \text{ mol O}_2$$

$$x\%(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,799 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{79,9}},$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,201 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{20,1}}.$$

Mivel a zárt edényben a $[\text{SO}_2] = 0,0123 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, az anyagmennyiség-százalék alapján az

$$[\text{O}_2] = 0,00309 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

A lejátszódó egyensúlyi reakció:

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 SO_2	+	O_2	\rightleftharpoons	2 SO_3
kiindulási	0,0123		0,00309		–
átalakulási	b		$0,5b$		b
egyensúlyi	$0,0123 - b$		$0,00309 - 0,5b$		b

Ezek alapján felírva a tömeghatás törvényét:

$$K = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 \cdot [\text{O}_2]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$1,11 \cdot 10^4 = \frac{b^2}{(0,0123 - b)^2 \cdot (0,00309 - 0,5b)},$$

amelyből az egyetlen helyes $b = 0,00582 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{SO}_2]_e = \underline{\underline{6,48 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}},$$

$$[\text{O}_2]_e = \underline{\underline{1,80 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}},$$

$$[\text{SO}_3]_e = \underline{\underline{5,82 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}}.$$

Az egyensúlyi rendszer anyagmennyiségei:

$$n(\text{SO}_2) = [\text{SO}_2] \cdot V = 6,48 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 3,00 \text{ dm}^3 = 0,0194 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = [\text{O}_2] \cdot V = 1,80 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 3,00 \text{ dm}^3 = 5,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_3) = [\text{SO}_3] \cdot V = 5,82 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 3,00 \text{ dm}^3 = 0,0175 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{SO}_2) + n(\text{O}_2) + n(\text{SO}_3) = 0,0194 \text{ mol} + 5,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol} + 0,0175 \text{ mol}$$

$$n(\text{elegy}) = 0,0374 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség-százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,0194 \text{ mol}}{0,0374 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{51,9} = \varphi\%(\text{SO}_2),$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{5,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,0374 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{1,44} = \varphi\%(\text{O}_2),$$

$$x\%(\text{SO}_3) = \frac{n(\text{SO}_3)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,0175 \text{ mol}}{0,0374 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{46,8} = \varphi\%(\text{SO}_3).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,0194 \text{ mol} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 5,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,0175 \text{ mol} \cdot 80,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,0374 \text{ mol}} = \underline{71,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}.$$

149. A)

A feladat szövege helyesen: „...427,0 °C hőmérsékleten 3031 $\frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ ”.

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = \frac{3031 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 700 \text{ K}}{98000 \text{ Pa}} = 180,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 180,0 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol I_2 van.

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(\text{I}_2) = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{I}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (253,8 - 253,8a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (253,8 - 253,8a) = 180,0$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{H}_2) = 0,2931 \text{ mol H}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{I}_2) = 0,7069 \text{ mol I}_2$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,2931 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{29,31},$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,7069 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{70,69}.$$

Legyen a $[\text{H}_2]$ kezdeti koncentrációja $b \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, amely segítségével az anyagmennyiség-százalék alapján a $[\text{I}_2]_k = 2,41b \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

A lejátszódó egyensúlyi reakció:

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2 HI
kiindulási	b		$2,41b$		–
átalakulási	0,2500		0,2500		0,5000
egyensúlyi	$b - 0,2500$		$2,41b - 0,2500$		0,5000

Ezek alapján felírva a tömeghatás törvényét:

$$K = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{H}_2]_e^1 \cdot [\text{I}_2]_e^1}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$54,80 = \frac{0,5000^2}{(b - 0,2500) \cdot (2,41b - 0,2500)},$$

$$\text{amelyből az egyetlen helyes} \quad b = 0,2620 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{H}_2]_e = \underline{0,01196 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}},$$

$$[\text{I}_2]_e = \underline{0,3814 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}},$$

$$[\text{HI}]_e = 0,5000 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Az egyensúlyi rendszer anyagmennyiségei:

$$n(\text{H}_2) = [\text{H}_2] \cdot V = 0,01196 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 2,500 \text{ dm}^3 = 0,02990 \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2) = [\text{I}_2] \cdot V = 0,3814 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 2,500 \text{ dm}^3 = 0,9535 \text{ mol}$$

$$n(\text{HI}) = [\text{HI}] \cdot V = 0,5000 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 2,500 \text{ dm}^3 = 1,250 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{H}_2) + n(\text{I}_2) + n(\text{HI}) = 0,02990 \text{ mol} + 0,9535 \text{ mol} + 1,250 \text{ mol} = 2,233 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség-százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,02990 \text{ mol}}{2,233 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{1,339}} = \varphi\%(\text{H}_2),$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,9535 \text{ mol}}{2,233 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{42,70}} = \varphi\%(\text{I}_2),$$

$$x\%(\text{HI}) = \frac{n(\text{HI})}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{1,250 \text{ mol}}{2,233 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{55,98}} = \varphi\%(\text{HI}).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,02990 \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,9535 \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1,250 \text{ mol} \cdot 127,91 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{2,233 \text{ mol}} = \underline{\underline{180,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

B)

A feladat szövege helyesen: „...447,0 °C hőmérsékleten 3215 $\frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ ”.

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = \frac{3215 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 720 \text{ K}}{101300 \text{ Pa}} = 190,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 190,0 g gázelegy! Ebben a mol H_2 és $(1 - a)$ mol I_2 van.

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = a \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,02a \text{ g}$$

$$m(\text{I}_2) = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{I}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (253,8 - 253,8a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$2,02a + (253,8 - 253,8a) = 190,0$$

$$\text{amelyből} \quad a = n(\text{H}_2) = 0,2534 \text{ mol H}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{I}_2) = 0,7466 \text{ mol I}_2$$

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,2534 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{25,34}},$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,7466 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{\underline{74,66}}.$$

Legyen a $[\text{H}_2]$ kezdeti koncentrációja $b \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, amely segítségével az anyagmennyiség-százalék alapján a $[\text{I}_2]_k = 2,95b \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

A lejátszódó egyensúlyi reakció:

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2 HI
kiindulási	b		$2,95b$		–
átalakulási	0,01500		0,01500		0,03000
egyensúlyi	$b - 0,01500$		$2,95b - 0,01500$		0,03000

Ezek alapján felírva a tömeghatás törvényét:

$$K = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{H}_2]_e \cdot [\text{I}_2]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$48,00 = \frac{0,03000^2}{(b - 0,01500) \cdot (2,95b - 0,01500)},$$

$$\text{amelyből az egyetlen helyes } b = 0,01560 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{H}_2]_e = \underline{6,042 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}},$$

$$[\text{I}_2]_e = \underline{0,03102 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}},$$

$$[\text{HI}]_e = \underline{0,03000 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}.$$

Az egyensúlyi rendszer anyagmennyiségei:

$$n(\text{H}_2) = [\text{H}_2] \cdot V = 6,042 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1,500 \text{ dm}^3 = 9,063 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2) = [\text{I}_2] \cdot V = 0,03102 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1,500 \text{ dm}^3 = 0,04653 \text{ mol}$$

$$n(\text{HI}) = [\text{HI}] \cdot V = 0,03000 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 1,500 \text{ dm}^3 = 0,04500 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{H}_2) + n(\text{I}_2) + n(\text{HI}) = 9,063 \cdot 10^{-4} \text{ mol} + 0,04653 \text{ mol} + 0,04500 \text{ mol}$$

$$n(\text{elegy}) = 0,09244 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség-százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{9,063 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,09244 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{0,9804} = \varphi\%(\text{H}_2),$$

$$x\%(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,04653 \text{ mol}}{0,09244 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{50,34} = \varphi\%(\text{I}_2),$$

$$x\%(\text{HI}) = \frac{n(\text{HI})}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,04500 \text{ mol}}{0,09244 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{48,68} = \varphi\%(\text{HI}).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{9,063 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,04653 \text{ mol} \cdot 253,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,04500 \text{ mol} \cdot 127,91 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,09244 \text{ mol}} = \underline{189,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}.$$

(Pontosabb adatokkal ez is $190,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ lenne.)

C)

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = \frac{2250 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 50,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Legyen 1,00 mol, vagyis 50,4 g gázelegy! Ebben a mol SO_2 és $(1 - a)$ mol O_2 van.

$$m(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot M(\text{SO}_2) = a \text{ mol} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 64,06a \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = (1 - a) \text{ mol} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (32,00 - 32,00a) \text{ g}$$

Ezek segítségével felírható:

$$64,06a + (32,00 - 32,00a) = 50,4$$

$$\text{amelyből } a = n(\text{SO}_2) = 0,574 \text{ mol SO}_2,$$

$$(1 - a) = n(\text{O}_2) = 0,426 \text{ mol O}_2$$

$$x\%(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,574 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{57,4},$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,426 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{42,6}.$$

Legyen a $[\text{SO}_2]$ kezdeti koncentrációja $b \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, amely segítségével az anyagmennyiség-százalék alapján az $[\text{O}_2]_k = 742b \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

A lejátsszóó egyensúlyi reakció:

$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	2 SO_2	+	O_2	\rightleftharpoons	2 SO_3
kiindulási	b		$0,742b$		–
átalakulási	$0,657$		$0,329$		$0,657$
egyensúlyi	$b - 0,657$		$0,742b - 0,329$		$0,657$

Ezek alapján felírva a tömeghatás törvényét:

$$K = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 \cdot [\text{O}_2]_e}, \text{ amelybe behelyettesítve:}$$

$$1,11 \cdot 10^4 = \frac{0,657^2}{(b - 0,657)^2 \cdot (0,742b - 0,329)},$$

amelyből az egyetlen helyes $b = 0,680 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{SO}_2]_e = \underline{0,0230 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}},$$

$$[\text{O}_2]_e = \underline{0,176 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}},$$

$$[\text{SO}_3]_e = \underline{0,657 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}.$$

Az egyensúlyi rendszer anyagmennyiségei:

$$n(\text{SO}_2) = [\text{SO}_2] \cdot V = 0,0230 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 5,000 \text{ dm}^3 = 0,115 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = [\text{O}_2] \cdot V = 0,176 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 5,000 \text{ dm}^3 = 0,880 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_3) = [\text{SO}_3] \cdot V = 0,657 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 5,000 \text{ dm}^3 = 3,29 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyisége:

$$n(\text{elegy}) = n(\text{SO}_2) + n(\text{O}_2) + n(\text{SO}_3) = 0,115 \text{ mol} + 0,880 \text{ mol} + 3,29 \text{ mol}$$

$$n(\text{elegy}) = 4,28 \text{ mol}$$

Az egyensúlyi elegy anyagmennyiség-százalékos összetétele segítségével megadható az elegy térfogatszázalékos összetétele:

$$x\%(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,115 \text{ mol}}{4,28 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{2,69} = \varphi\%(\text{SO}_2),$$

$$x\%(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{0,880 \text{ mol}}{4,28 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{20,6} = \varphi\%(\text{O}_2),$$

$$x\%(\text{SO}_3) = \frac{n(\text{SO}_3)}{n(\text{elegy})} \cdot 100 = \frac{3,29 \text{ mol}}{4,28 \text{ mol}} \cdot 100 = \underline{76,9} = \varphi\%(\text{SO}_3).$$

Az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M}(\text{elegy}) = \frac{0,115 \text{ mol} \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,880 \text{ mol} \cdot 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3,29 \text{ mol} \cdot 80,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{4,28 \text{ mol}} = \underline{69,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}.$$