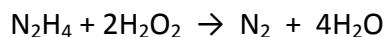


XXIII Ogólnopolski Konkurs Chemiczny
Klucz do zadań 1 etapu

Zadanie 1

mosiądz, izotopy, estry, grafit/grafen, wapno, dekantacja alkohole, metan, mol, hydroliza
Stefan Hell

Zadanie 2



16 g N_2H_4 to $16\text{g}/(32\text{ g/mol}) = 0,5$ mola

34 g H_2O_2 to $34\text{g}/(34\text{g/mol}) = 1$ mol

Substancje wzięto do reakcji w stosunku stechiometrycznym.

Z równania reakcji oraz wziętych do reakcji reagentów wynika, że:

- wydzielilo się w niej $0,5\text{ mol} \cdot 654,5\text{ kJ/mol} = 327,25\text{ kJ}$ ciepła

- powstało w niej 0,5 mola azotu i 2 mole pary wodnej, czyli 2,5 mola gazów uznanych za doskonałe

Pochłaniając wydzieloną ilość ciepła taka liczba moli gazu jest w stanie się ogrzać o:

$$327250\text{J}/(2,5\text{ mola} \cdot 31,34\text{J}/(\text{mol} \cdot ^\circ\text{C})) = 4177\text{ }^\circ\text{C}.$$

Jeśli początkowa temperatura substratów wynosiła $25^\circ\text{C} = 298\text{ K}$, to temperatura gazu po reakcji wyniosła $298 + 4177\text{ K} = 4475\text{ K}$

Te 2,5 mola gazu, w temperaturze 4475 K, zgromadzone w naczyniu o objętości $100\text{ cm}^3 = 0,0001\text{ m}^3$ musi wywierać ciśnienie $p = (nRT/V)$

czyli $[(2,5\text{mol}) \cdot (8,31\text{N} \cdot \text{m}/\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot (4475\text{ K})]/(0,0001\text{ m}^3) = 9,30 \cdot 10^8\text{ N/m}^2 = 9,30 \cdot 10^8\text{ Pa} \approx 930\text{ Mpa} \approx 9180\text{ atm}$

Zadanie 3

Warstwa ochronna ma służyć przez 12 lat, czyli

12 lat = $[9 \cdot 365\text{ dni} + 3 \cdot 366\text{ dni (rok przestępny)}] = 4383\text{ dni}$, czyli

$4383\text{ dni} \cdot (24\text{ godziny/dzień}) \cdot (60\text{ minut/godzina}) \cdot (60\text{ sekund/minuta}) = 378691200\text{ sekund}$

W tym czasie przy średnim natężeniu prądu korozyjnego 3,16 mA przepływie ładunek:

$0,00316\text{ A} \cdot 378691200\text{ sekund} = (0,00316\text{ C/sekunda}) \cdot 378691200\text{ sekund} = 1196664,19\text{ C}$

ładunek 1 mola elektronów wynosi 96500 C (stała Faradaya), czyli

$1196664,19\text{ C}$ stanowi ładunek $1196664,19\text{ C}/(96500\text{ C/mol}) = 12,400$ mola elektronów

Zachodzi reakcja ochrony katodowej przez cynk: $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}$, w której bierze udział

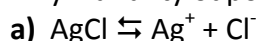
$12,400/2 = 6,200$ moli cynku, czyli $6,200\text{ moli} \cdot 65,39\text{ g/mol} = 405,4\text{ g Zn}$, czyli użyta objętość cynku wynosi $405,4\text{ g}/(7,14\text{ g/cm}^3) = 56,78\text{ cm}^3$.

Taka objętość cynku pokryje powierzchnię $0,5\text{ m} \cdot 2\text{ m} = 1\text{ m}^2 = 10\,000\text{ cm}^2$ stali warstwą ochronną o grubości $56,78\text{ cm}^3 / 10000\text{ cm}^2 = 0,005678\text{ cm} = 0,05678\text{ mm}$.

(0,057 mm po zaokrągleniu, nie jest też konieczne uwzględnianie lat przestępnych)

Zadanie 4

Trzy warianty odpowiedzi:



$$\begin{array}{ccc} s & s & s \\ [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = s \cdot s = s^2 \end{array}$$

$$s_{\text{AgCl}} = \sqrt{I_R} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}} = 1,33 \cdot 10^{-5}\text{ mol/l}$$



$$\begin{array}{ccc} s & 2s & s \\ [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2 \cdot s = 4s^3 \end{array}$$

$$s_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = \sqrt[3]{\frac{1,26 \cdot 10^{-12}}{4}} = 6,8 \cdot 10^{-5}\text{ mol/l}$$

$s_{\text{AgCl}} < s_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4}$ (pierwszy będzie się strącał chlorek, bo jest trudniej rozpuszczalny)

b) $[\text{Ag}^+] = IR/[\text{Cl}^-] = 1,78 \cdot 10^{-10}/0,1 = 1,78 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\frac{1,26 \cdot 10^{-12}}{0,1}} = 3,55 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$$

Chlorek będzie się strącał już przy stężeniu $\text{Ag}^+ = 1,78 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$, a chromian „dopiero” przy stężeniu $\text{Ag}^+ = 3,55 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$. (prawie 2000 razy większym)

c) Po dodaniu niewielkiej ilości roztworu AgNO_3 wytrąci się osad AgCl , a stężenie jonów chlorkowych praktycznie nie zmieni się. Zatem stężenie jonów Ag^+ wyniesie:

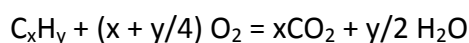
$$[\text{Ag}^+] = 1,78 \cdot 10^{-10}/0,1 = 1,78 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

W tych warunkach iloczyn jonowy Ag_2CrO_4 wynosi:

$$IJ = (1,78 \cdot 10^{-9})^2 \cdot 0,1 = 3,17 \cdot 10^{-19} \ll IR = 1,26 \cdot 10^{-12}$$

więc Ag_2CrO_4 nie może się strącać.

Zadanie 5



$$x + y/2 = 7$$

$$M = 12x + y < 60$$

$$x < 5$$

x	y	wzór	uwagi
1	12	CH_{12}	nie istnieje
2	10	C_2H_{10}	nie istnieje
3	8	C_3H_8	istnieje tylko jeden
4	6	C_4H_6	istnieje kilka

C_4H_6

1,3-butadien

1,2-butadien

1-butyn

2-butyn

cyklobuten

bicyklo[1.1.0]butan

1-metylo-cyklopropen

3-metylo-cyklopropen

metylenocyklopropan

Zadanie 6

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Forma występowania Mg ²⁺	Masa tabletki* [mg]	Wchłanianie jonów Mg ²⁺ [%]	wypełnienie %	masa molowa "formy"	mmole Mg w tabletkach	mmole Mg wchłonięte	mmol Mg w 1 litrze krwi po 2 tabletkach	mmol Mg w 1 litrze krwi po 2 tabletkach z uwzględnieniem początkowej zawartości Mg we krwi
1	MgO	696,5	4	12	=24,3+16	=C3*((100-E3)/100)/F3	=G3*D3/100	=H3*2/5	=I3+0,25
2	Mg ₃ (C ₆ H ₅ O ₇) ₂	415,5	90	12	=3*24,3+12*12+10+14*16	=C4*((100-E4)/100)/F4*3	=G4*D4/100	=H4*2/5	=I4+0,25
3	MgCO ₃	136	30	12	=24,3+12+16*3	=C5*((100-E5)/100)/F5	=G5*D5/100	=H5*2/5	=I5+0,25
4	MgCl ₂	280,8	16	12	=24,3+2*35,45	=C6*((100-E6)/100)/F6	=G6*D6/100	=H6*2/5	=I6+0,25

Wyniki:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Forma występowania Mg ²⁺	Masa tabletki* [mg]	Wchłanianie jonów Mg ²⁺ [%]	wypełnienie %	masa molowa "formy"	mmole Mg w tabletkach	mmole Mg wchłonięte	mmol Mg w 1 litrze krwi po 2 tabletkach	mmol Mg w 1 litrze krwi po 2 tabletkach z uwzględnieniem początkowej zawartości Mg we krwi
1	MgO	696,5	4	12	40,3	15,21	0,61	0,24	0,49
2	Mg ₃ (C ₆ H ₅ O ₇) ₂	415,5	90	12	450,9	2,43	2,19	0,88	1,13
3	MgCO ₃	136,0	30	12	84,3	1,42	0,43	0,17	0,42
4	MgCl ₂	280,8	16	12	95,2	2,60	0,42	0,17	0,42

LIMIT 0,65-1,25 mmol/l

Zadanie 7

X	Y	Z	D	n	m
Al	S	NH ₃	H ₂ O	4	24

Wzór końcowy: Al₂(SO₄)₃* (NH₄)₂SO₄*24H₂O ałun glinowo-amonowy

Zadanie 8

- substancja zawiera pierwiastki CHN oraz X, CHN mają praktycznie jeden izotop, więc obecność 3 izotopomerów musi być konsekwencją składu izotopowego pierwiastka X. Wiemy, że pierwiastek X ma 2 izotopy występujące w porównywalnych ilościach. Obserwujemy jednak trzy sygnały, które odpowiadają izotopomerom: (lekki, lekki), (lekki,

ciężki)=(ciężki, lekki), (ciężki, ciężki)*. **Stosunek wysokości sygnałów wskazuje na udział poszczególnych izotopów bliski 50%**.**

- średnia atomowa: $196,85 \cdot 0,25 + 198,85 \cdot 0,5 + 200,84 \cdot 0,25 = 198,85$

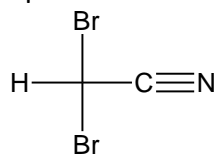
Jeśli jest co najmniej po 1 atomie CHN to masa molowa pierwiastka X musi wynosić co najwyżej:

$(198,85 - (12,01 + 1,01 + 14,01)) / 2 = 85,91$ czyli nie cięższy niż Rb***

Dodatkowo można zauważyć, że cząsteczka organiczna o masie około 198 będzie zawierała łącznie nie więcej niż 14 atomów (tyle miałby odpowiedni węglowodór nasycony, azot może tworzyć mniej wiązań od C i jest cięższy). Skoro dwa z tych atomów to pierwiastek X, to pozostałych jest co najwyżej 12. (Jeśli uwzględnimy, że nie ma innych lekkich pierwiastków niż H to można przyjąć nie więcej niż 10 atomów) Biorąc pod uwagę, że CNH mają masy atomowe o końcówce ,01 (lub mniej) to część dziesiątą masy dwóch atomów pierwiastka X będzie w przedziale od $0,85 - 12 \cdot 0,01$ do $0,85 - 3 \cdot 0,01$ (bo mogą być tylko 3 atomy - po jednym CHN lub więcej aż do 12) czyli musi wynosić od 0,73 do 0,82. Skoro są dwa takie atomy to oznacza część dziesiątą masy atomowej od 0,365 do 0,41 lub 0,865 do 0,91. Przy pomocy układu okresowego możemy ustalić, że taki warunek spełnia tylko Br. (Cl nie mieści się w przedziale). Brom, masa średnia = 79,90. Skoro są dwa atomy Br to mamy $198,85 - 2 \cdot 79,9 - 12,01 - 1,01 - 14,01 = 12,02$ czyli cząsteczka ma wzór C_2HNBr_2 . Pozostaje reszta 0,01, która odpowiada dokładności obliczeń.

C_2HNBr_2 .

Spośród możliwych połączeń najbardziej prawdopodobne jest:



dibromoacetonitryl

*Jakie jest prawdopodobieństwo wylosowania dokładnie jednej reszki w dwóch rzutach monetą?

**Znajomość składu izotopowego pierwiastków może być w tym miejscu pomocna i po założeniu, że pierwiastkiem X jest brom pozwala na przejście od razu do weryfikacji masy cząsteczkowej.

***Z pierwiastków, które mają tylko dwa trwałe izotopy o liczbach masowych mniejszych od 86 (nawet 100) wchodzi w rachubę tylko następujące: Rb, Br, Ga, Cu, V, Cl i Ni, a jedynie Br ma dwa izotopy o udziale bliskim 50%. (udziały izotopów innych pierwiastków wyraźnie różnią się od 50%). Jeśli cząsteczka ma zawierać dwa atomy bromu to masa $C_xH_yN_z$ musi wynosić: $198,85 - 2 \cdot 79,9 = 39,05$.

$z < 2$, gdyż dla $z = 2$ masa C_xH_y musiałaby wynosić $39 - 2 \cdot 14 = 11$, czyli $x = 0$, $y = 11$ (absurd)

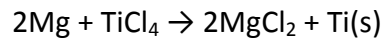
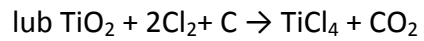
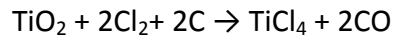
dla $z = 1$ masa C_xH_y wynosi $39 - 14 = 25$, czyli albo $x = 1$, $y = 13$ (absurd) albo $x = 2$, $y = 1$, czyli C_2HNBr_2 .

Zadanie 9

p-ksylen, kwas tereftalowy; styren; polistyren; izopropylbenzen; cykloheksan; cykloksanon/cykloheksanol; kwas adypinowy; ε-kaprolakton

Zadanie 10

Proces Krolla



[T = 800-850 °C]

Metoda jodkowa:

