

Politechnika Śląska w Gliwicach

Wydział Chemiczny

Polskie Towarzystwo Chemiczne

Gliwice, 20 marca 2010

XVIII Ogólnopolski Konkurs Chemiczny

dla młodzieży szkół średnich

ROZWIĄZANIA ZADAŃ PISEMNYCH

Sponsor Główny



Pozostali Sponsorzy



ZAK

Zakłady Azotowe
Kędzierzyn SA



linegal Chemicals
Sp. z o.o.



Zadanie 1.

a) **Pauli** (PaULi lub PAuLi); Einstein; **Lavoisier** (LaVOISiEr, LaVOISIEr), **Hund** (HUNd), Bohr; Arrhenius; **Planck** (PLaNCK); Dalton

b) (8*0,5 pkt.)

Ne O N; P O Ta S; Ar Se N; Kr Y Pt O N, N I O B (Ni O B), Ru Te N; S Re Br O,
I Nd, C Y Na, K Se No N (K Se N O N), B Ar, La N Ta N, Re N, O Sm, S Am Ar,
Te Rb, Er B, I Te Rb, F Ra N S, U Ra N, Ne Pt U N, Am Er Y K, K Al I F O Rn

Zadanie 2.

[CoF₆]³⁻.

- a) liczba jonów - 7: Co³⁺ + 6 jonów F⁻
b) liczba protonów = 27 + 6*9 = 81
c) liczba neutronów = 32 + 6*10 = 92
d) liczba elektronów = 24 + 6*10 = 84

jon	Liczba protonów	Liczba neutronów	Liczba elektronów
Co ³⁺	27	32	24
F ⁻	9	10	10

Zadanie 3.

- a) Większe promienie mają odpowiednio: Cl⁻; N i Si
b) Aby uzupełnić niedobór jednego elektronu (bor ma 3 elektrony walencyjne, a krzem – cztery), należy wprowadzić pierwiastek z grupy 15, a więc azot, fosfor, arsen lub antymon
c) ZnS – siarczek cynku, H₂S - siarkowodor lub kwas siarkowodorowy, CS₂ – disiarczek węgla, siarczek węgla(IV), CH₃CHS – aldehyd tiooctowy, tioetanol
d) Pierwiastek ten, to fosfor (informacja nie punktowana), ma 5 elektronów walencyjnych, należy do bloku energetycznego p. Inne pierwiastki o tej samej liczbie elektronów walencyjnych, to pierwiastki z grupy 15 i 5, a więc: azot, arsen, antymon, bismut, wanad,.... Należy podać dwa z wymienionych.
e) Tendencję do przyjmowania ujemnego stopnia utleniania tlenu można powiązać z jego dużą elektroujemnością oraz znacznie silniejszym przyciąganiem elektronów walencyjnych (powłoka walencyjna jest bliżej jądra) niż w przypadku jądra.

Zadanie 4.

a) Obliczamy stężenia molowe i liczby ładunki poszczególnych rodzajów jonów:

jony Na⁺ : 0,02 mol/dm³, ładunek +1,

jony Mg²⁺ : 0,01 + 0,02 = 0,03 mol/dm³, ładunek +2,

jony Cl⁻ : 0,02 + 2*0,01 = 0,04 mol/dm³, ładunek -1,

jony SO₄²⁻ : 0,02 mol/dm³, ładunek -2.

Siła jonowa roztworu $I = \frac{1}{2}(1^2*0,02 + 2^2*0,03 + (-1)^2*0,04 + (-2)^2*0,02) = \frac{1}{2}(0,02 + 0,12 + 0,04 + 0,08) = 0,13$ mol/dm³.

b) Udział NaCl w sile jonowej $I_1 = \frac{1}{2}(1^2*0,02 + (-1)^2*0,02) = 0,02$ mol/dm³, udział MgCl₂ w sile jonowej $I_2 = \frac{1}{2}(2^2*0,01 + (-1)^2*2*0,01) = 0,03$ mol/dm³, udział MgSO₄ w sile jonowej $I_3 = \frac{1}{2}(2^2*0,02 + (-2)^2*0,02) = 0,08$ mol/dm³, sumaryczna siła jonowa $I = I_1 + I_2 + I_3 = 0,02 + 0,03 + 0,08 = 0,13$ mol/dm³, jak w punkcie A).

c) Sól typu 1-1: $c_{s11} = 0,02$ mol/dm³, $I_1 = 0,02$ mol/dm³, zatem $I_1 = c_{s11}$.

Sól typu 1-2: $c_{s21} = 0,01$ mol/dm³, $I_2 = 0,03$ mol/dm³, zatem $I_2 = 3*c_{s21}$.

Sól typu 2-2: $c_{s22} = 0,02$ mol/dm³, $I_3 = 0,08$ mol/dm³, zatem $I_3 = 4*c_{s22}$.

d) Jeśli stężenie soli oznaczmy przez c_s to stężenia kationów i anionów wyniosą odpowiednio $x*c_s$ i $y*c_s$.

Uwzględniając ładunki jonów z_+ i w_- siła molowa roztworu wynosi:

$$I = \frac{1}{2}(z_+^2*x*c_s + w_-^2*y*c_s) = \frac{1}{2}c_s(z_+^2*x + w_-^2*y)$$

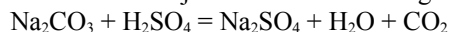
Zależność tę można jeszcze uprościć jeśli zauważy się, że sól musi być elektrycznie obojętna, zatem $z_+*x = |w_-|*y$.

$$I = \frac{1}{2}c_s(z_+*|w_-|*y + |w_-|*z_+*x) = \frac{1}{2}c_s*z_+*|w_-|*(y + x)$$

Zadanie 5.

Wariant I (masowy)

Równanie reakcji wraz z ilościami reagentów:



105,99 g 98,08 g 142,04 g 18,02 g

50,0 g 46,27 g 67,01 g 8,50 g

Ilość wody wprowadzona z kwasem siarkowym = 46,27 g*0,7/0,3 = 107,96 g. Ilość wody w układzie po reakcji i odparowaniu nadmiaru: 250,0 + 107,96 + 8,50 – 200 = 166,46 g. Oznaczmy przez x ułamek ilości produktu, która pozostała w roztworze. Ilość siarczanu(VI) sodu, która wykryształizowała, w przeliczeniu na sól bezwodną, wynosi 67,01*(1 – x) g. Ilość związanej wody krystalizacyjnej = 67,01*(1 – x)*10*18,02/142,04 g = 85,01*(1 – x) g.

Z porównania mas siarczanu(VI) sodu i wody w roztworze wynika proporcja:

19,1 g soli bezw — 100 g wody

$67,01 \cdot x$ g soli — $166,46 - 85,01 \cdot (1 - x)$ g wody.

Rozwiązanie daje $x = 0,3064$, czyli 30,64%.

Wariant II (molowy)

Równanie reakcji wraz z ilościami reagentów:



50,0 g

0,4717 mol 0,4717 mol 0,4717 mol 0,4717 mol

Ilość wody wprowadzona z kwasem siarkowym = $0,4717 \text{ mol} \cdot 98,08 \cdot 0,7/0,3/18,02 = 5,9906 \text{ mol}$. Ilość wody w układzie po reakcji i odparowaniu nadmiaru: $(250,0 - 200)/18,02 + 5,9906 + 0,4717 = 9,237 \text{ mol}$. Oznaczmy przez x ułamek ilości produktu, która pozostała w roztworze. Ilość siarczanu(VI) sodu, która wykrystalizowała, w przeliczeniu na sól bezwodną, wynosi $0,4717 \cdot (1 - x) \text{ mol}$. Ilość związanej wody krystalizacyjnej = $0,4717 \cdot (1 - x) \cdot 10 \text{ mol} = 4,717 \cdot (1 - x) \text{ mol}$.

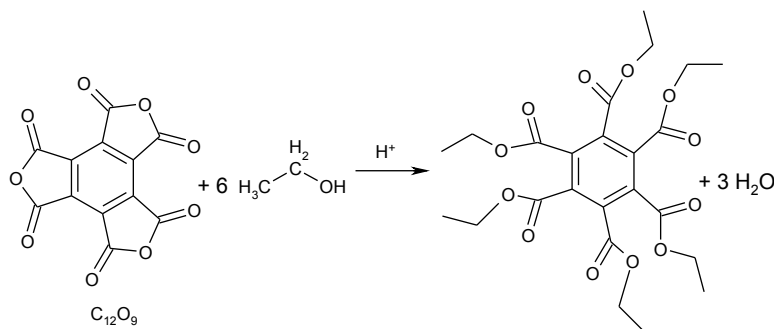
Z porównania ilości siarczanu(VI) sodu i wody w roztworze wynika proporcja:

$19,1/142,04 = 0,1345$ moli soli bezw — $100/18,02 = 5,549$ moli wody

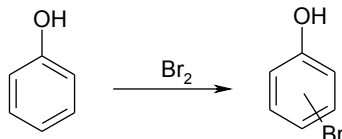
$0,4717 \cdot x$ moli soli — $9,237 - 4,717 \cdot (1 - x)$ moli wody.

Rozwiązanie daje $x = 0,3066$, czyli 30,66%.

Zadanie 6.



Zadanie 7.



Napisanie wzoru sumarycznego fenolu – $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ i zauważenie, że wzór sumaryczny produktu można przedstawić jako $\text{C}_6\text{H}_{6-x}\text{Br}_x\text{O}$. Obliczenie masy molowej produktu:

$M_{\text{pr}} = 6 \cdot 12,011 + (6-x) \cdot 1,0079 + x \cdot 79,904 + 15,9994 = 72,066 + 6,0479 - 1,0079x + 79,904x + 15,9994 = 94,1133 + 78,8961x$

Brom stanowi 72,46 % masy – ułożenie poprawnego równania z jedną niewiadomą:

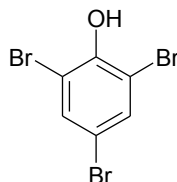
$$0,7246 \cdot (94,1133 + 78,8961x) = 79,904x$$

$$68,1945 + 57,1681x = 79,904x$$

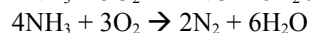
$$22,7359x = 68,1945$$

$$x = 2,9994 \approx 3$$

W cząsteczce produktu znajdują się 3 atomy bromu. Dodatkowo wiadomo, że pochodna ta daje w wyniku monoacylowania tylko jeden produkt, musi więc być skrajnie symetryczna. Jedynym rozwiązaniem jest następująca cząsteczka:



Zadanie 8.

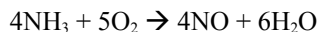


Skład początkowy: Na każde 100 moli: $\text{NH}_3 - 14 \text{ mol}$; $\text{O}_2 - 28 \text{ mol}$; $\text{N}_2 - 100 - (14 + 28) = 58 \text{ mol}$ przy czym:

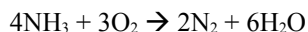
$$14 \cdot 0,97 = 13,58 \text{ mol (reakcja do NO)}$$

$$14 \cdot 0,03 = 0,42 \text{ mol (reakcja do N}_2\text{)}$$

Zmiana liczby moli składników, może być obliczona stechiometrycznie:



13,58 mol/16,98 mol/13,58 mol/20,37 mol



0,42 mol/0,32 mol/0,21 mol/0,63 mol

Stąd liczby moli składników mieszaniny końcowej wynoszą: $n(\text{NO}) = 13,58 \text{ mol}$; $n(\text{H}_2\text{O}) = 20,37 + 0,63 = 21 \text{ mol}$; $n(\text{O}_2) = 28,00 - (16,98 + 0,32) = 10,71 \text{ mol}$; $n(\text{N}_2) = 58,00 + 0,21 = 58,21 \text{ mol}$; Suma: 103,5 mol

Skład procentowy: NO – 13,12 %; H₂O – 20,29 %; O₂ – 10,35 %; N₂ – 56,24 %; Suma: 100,00 %

Ponieważ $40 \text{ kg} = 4 \cdot 10^4 \text{ g}$

,więc proporcjonalnie

0,35 g (straty Pt) – 1 t (HNO₃)

$4 \cdot 10^4 \text{ g (straty Pt)} - x_1 \text{ [t] (HNO}_3\text{)}$

$x_1 = 1,14 \cdot 10^5 \text{ t}$

Stąd ilość kwasu:

60 g – 100 g

$1,14 \cdot 10^5 \text{ t} - x_2 \text{ [t]}$

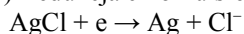
$x_2 = 1,90 \cdot 10^5 \text{ t}$

Do momentu wymiany siatek platynowych można teoretycznie wyprodukować $1,90 \cdot 10^5 \text{ t}$ 60 % kwasu azotowego(V).

Zadanie 9.

a) Należy pobrać próbkę osadu, przemyć wodą do zaniku reakcji na chlorki (brak zmętnienia z AgNO₃), a następnie rozpuścić w kwasie azotowym. Jeżeli próbka rozpuszcza się całkowicie (bez zmętnienia) to znaczy, że jest to czyste srebro.

b) Redukcja chlorku srebra przebiega wg równania:



Ładunek elektryczny, jaki przepłynął przez elektrolizer wyniósł $q = I \cdot t = 1,5 \text{ A} \cdot 4 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} = 21600 \text{ C}$. Ponieważ proces jest jednoelektronowy, liczba moli AgCl, jaka mogła ulec redukcji wynosi $n = 21600/96485 = 0,2239 \text{ mola}$. Odpowiada to masie $m = 0,2239 \cdot 143,32 (M_{\text{AgCl}}) = 32,09 \text{ g}$.

c) Diafragma umożliwia przepływ prądu w elektrolicie między anodą a katodą, a równocześnie zapobiega kontaktowi srebra powstającego na katodzie z anodą, co mogłoby prowadzić do jego ponownego utlenienia do chlorku srebra. Przepływ prądu przez diafragmę odbywa się dzięki migracji jonów wodorowych (hydroniowych) w kierunku katody i jonów chlorkowych w kierunku anody.