



.....  
Nazwisko, imię zawodnika;

.....  
Klasa

.....  
Liczba punktów

.....  
Nazwa szkoły, miejscowość

## I Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2008/09

**ETAP III – 28.02.2009 r.      Godz. 10.00-13.00**

### Zadanie 1 (10 pkt.)

(postaw znak X w polu odpowiedzi, którą uważasz za prawidłową)

1. Liczba elektronów sparowanych i niesparowanych w kationie tytanu  ${}_{22}\text{Ti}^{4+}$  wynosi odpowiednio:

1 pkt

- a)  18 i 4  
b)  19 i 3  
c)  18 i 0  
d)  18 i 2

2. Wartościowość i stopień utlenienia atomu Pt w związku  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  wynoszą odpowiednio:

1 pkt

- a)  VI i IV  
b)  0 i IV  
c)  IV i -IV  
d)  IV i 0

3. Kolor substancji często pozwala na jej rozpoznanie. Wskaż w którym szeregu podano poprawne kolory wymienionych soli:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ :

1 pkt

- a)  fioletowy, biały, czerwony, biały  
b)  niebieski, fioletowy, biały, biały  
c)  niebieski, fioletowy, czerwony, biały  
d)  niebieski, fioletowy, żółty, biały

4. Podkreśl błędy w definicji jednostki liczności (1 mola):

3 pkt

Liczność materii występująca, gdy liczba cząstek jest równa liczbie cząsteczek zawartych w masie 0,00012 kg  ${}^{12}\text{C}$  (węgla 14).

5. Zmieszano ze sobą 0,3-molowe roztwory biorąc po 1 dm<sup>3</sup>: NaCl, KNO<sub>3</sub>, KCl, AgNO<sub>3</sub>. Jakie jony będą dominować ( $c_{\text{jonu}} > 0,1 \text{ mol/dm}^3$ ) w roztworze końcowym ? 1 pkt

- a)  Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ag<sup>+</sup>  
b)  Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
c)  Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
d)  K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

6. Octan izopropylu poddano hydrolizie w podwyższonej temperaturze środowiska wodorotlenku potasu. Określ jakie będą produkty tej reakcji: 1 pkt

- a)  kwas octowy i alkohol izopropylowy  
b)  octan potasu i prop-2-olan potasu  
c)  octan potasu i propan-2-ol  
d)  kwas octowy i prop-2-olan potasu

7. Do probówki z bezwodnym alkoholem etylowym wrzucono kawałek sodu. Podaj jakie powstaną produkty reakcji: 1 pkt

- a)  etanolan sodu i wodór  
b)  nie zajdzie żadna reakcja  
c)  etanolan sodu i woda  
d)  wodorotlenek sodu i wodór

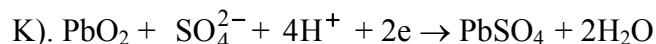
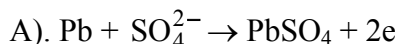
8. Szybkość reakcji przebiegającej według równania kinetycznego:  $v = k[A]^2[B]$  wzrosła ośmiokrotnie przy dwukrotnym zwiększeniu stężenia substratu A. Jak zmieniło się stężenie składnika B. 1 pkt

- a)  nie zmieniło się  
b)  zmalało cztery razy  
c)  wzrosło dwa razy  
d)  wzrosło cztery razy

Suma punktów: **10 pkt**

### Zadanie 2 (12 pkt.)

Podczas pracy akumulatora ołowiowego na elektrodach przebiegają następujące reakcje:



Akumulator napełniony 1 dm<sup>3</sup> elektrolitu, tj. 48% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o gęstości 1,3 g/cm<sup>3</sup>, obciążono prądem o natężeniu 10 A.

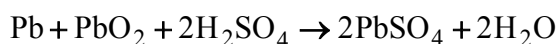
- Podać sumaryczne równanie reakcji zachodzącej w akumulatorze.
- Obliczyć czas pracy akumulatora w tych warunkach, jeżeli jego rozładowanie nastąpi gdy stężenie kwasu spadnie do 30%.
- Obliczyć objętość elektrolitu (cm<sup>3</sup>) po rozładowaniu akumulatora, jeśli jego gęstość wyniesie 1,1 g/cm<sup>3</sup>.

Wyniki obliczeń należy zaokrąglić do jednego miejsca po przecinku.

Masy molowe [g/mol]: H - 1,0; O - 16,0; S - 32,1. Wartość stałej Faradaya:  $F = 96500 \text{ C/mol}$ .

Rozwiązanie:

1. Sumaryczne równanie reakcji:



1 pkt

Ładunek 2F powoduje ubytek 2 moli  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oraz przyrost 2 moli  $\text{H}_2\text{O}$ .

2. Masy  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i  $\text{H}_2\text{O}$  w elektrolicie przed obciążeniem akumulatora:

masa 1 dm<sup>3</sup> elektrolitu o  $d = 1,3 \text{ g/cm}^3$  wynosi 1300 g

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 48\% \text{ z } 1300 \text{ g} = 0,48 \cdot 1300 \text{ g} = 624 \text{ g}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1300 \text{ g} - 624 \text{ g} = 676 \text{ g}$$

2 pkt

3. Liczba moli (x) kwasu zużytego podczas pracy akumulatora, równoważna liczbie moli wydzielonej wody po rozładowaniu akumulatora:

$$c_p = 30\% = \frac{m_s}{m_{r-ru}} \cdot 100\% = \frac{624 - x \cdot 98,1}{(624 - x \cdot 98,1) + (676 + x \cdot 18)} \cdot 100\%$$

$$\text{stad: } x = 3,2 \text{ mola}$$

3 pkt

4. Ładunku, który przepłynął przez akumulator:

$$2 \cdot 96500 \text{ C} \text{ — } 2 \text{ mole } (\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ i } \text{H}_2\text{O})$$

$$Q \text{ — } 3,2 \text{ mola}$$

$$Q = 308800 \text{ C}$$

2 pkt

5. Czas pracy akumulatora:

$$Q = I \cdot t \quad \text{stad} \quad t = \frac{308800 \text{ A} \cdot \text{s}}{10 \text{ A}} = 30880 \text{ s} = 8 \text{ godz } 34 \text{ min } 40 \text{ s}$$

2 pkt

6. Objętość elektrolitu po rozładowaniu:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{(624 - x \cdot 98,1) + (676 + x \cdot 18)}{1,1} \text{ cm}^3 = 948,8 \text{ cm}^3$$

2 pkt

Suma punktów: **12 pkt**

### Zadanie 3 (12 pkt.)

Analiza węglowodoru wykazała, że zawiera on 92,3% C i 7,7% H. Jego pochodna (amina aromatyczna) o masie 0,1862 g w wyniku spalania dała 0,5290 g  $\text{CO}_2$  i 0,1259 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Objętość azotu uzyskana z próbki aminy o masie 0,1550 g wynosi 18,71 cm<sup>3</sup> (warunki normalne). Próbkę tej samej aminy o masie 0,1250 g przeprowadzono w stan pary uzyskując objętość 55,50 cm<sup>3</sup> w temperaturze 470 K i pod ciśnieniem 944,3 hPa.

Znaleźć wzór elementarny (najprostszy) węglowodoru oraz wzór elementarny i rzeczywisty jego pochodnej (aminy).

Masy molowe [g/mol]: C - 12,0; H - 1,0; N - 14,0.

## Rozwiązanie

Stosunek moli atomów węgla i wodoru w węglowodorze:

$$n_C : n_H = 92,3/12,0 : 7,7/1,0 = 7,7 : 7,7 = 1 : 1 \quad 2 \text{ pkt}$$

Wzór elementarny (najprostszy) węglowodoru:

$$\text{CH}, \quad M_E = 13,0 \text{ [g/mol]} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zawartość węgla, wodoru i azotu w aminie:

44 g CO<sub>2</sub> zawiera 12 g C

$$0,5290 \text{ g CO}_2 \text{ zawiera } x \text{ g C, stąd } x = 0,1440 \text{ g C} \quad 1 \text{ pkt}$$

18 g H<sub>2</sub>O zawiera 2 g H

$$0,1259 \text{ g H}_2\text{O} \text{ zawiera } x \text{ g H, stąd } x = 0,014 \text{ g H} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$0,1862 \text{ g próbki} - 0,144 \text{ g C} - 0,014 \text{ g H} = 0,0282 \text{ g N} \quad 1 \text{ pkt}$$

Stosunek moli atomów w aminie:

$$n_C : n_H : n_N = 0,144/12,0 : 0,014/1,0 : 0,0282/14,0 = 0,012 : 0,014 : 0,002 = 6 : 7 : 1 \quad 2 \text{ pkt}$$

Wzór elementarny (najprostszy) aminy:

$$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}, \text{ oraz } M_E = 93,0 \text{ [g/mol]} \quad 1 \text{ pkt}$$

Ponieważ jest to amina aromatyczna uzyskany wzór wskazuje na feniloaminę (anilinę), C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>

Obliczanie masy molowej (M) aminy z równania Clapeyrona:

$$pV = nRT = (m/M)RT$$

$$M = 0,1250 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol} \cdot 470\text{K} / 944,4 \text{ hPa} \cdot 55,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 93 \text{ g/mol} \quad 2 \text{ pkt}$$

Ustalenie wzoru rzeczywistego aminy:

$$n = M/M_E = 93/93 = 1, \quad \text{stąd wzór rzeczywisty: } \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \quad 1 \text{ pkt}$$

**Suma punktów: 12 pkt**

## Zadanie 4 (10 pkt.)

Dwa naczynia o objętościach 3,5 dm<sup>3</sup> i 9,0 dm<sup>3</sup> połączono kranem i każde z nich napełniono innym gazem doskonałym o takiej samej temperaturze. W pierwszym był gaz A pod ciśnieniem 1,3·10<sup>5</sup> Pa, a w drugim gaz B pod ciśnieniem 9,0·10<sup>4</sup> Pa. Po otwarciu kranu gazy wymieszały się, ale temperatura nie uległa zmianie.

Obliczyć w mieszaninie: a/ ciśnienia cząstkowe [Pa] gazów A i B,

b/ ciśnienie całkowite [hPa] mieszaniny gazów,

c/ ułamki molowe gazów A i B.

W obliczeniach pośrednich należy podawać jednostki.

## Rozwiązanie

$$V_A = 3,5 \text{ dm}^3 \\ p_A = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_B = 9,0 \text{ dm}^3 \\ p_B = 9,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

a/ Dla  $T = \text{const}$  według prawa Boyle'a:  $pV = \text{const}$

Po wymieszaniu gazów całkowita objętość mieszaniny wynosi:

$$V_k = V_A + V_B = 3,5 \text{ dm}^3 + 9,0 \text{ dm}^3 = 12,5 \text{ dm}^3 = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad 1 \text{ pkt}$$

$$p_{A,p} \cdot V_{A,p} = p_{A,k} \cdot V_k$$

$$p_{A,k} = (p_{A,p} \cdot V_{A,p}) / V_k = (1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) / 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 3,64 \cdot 10^4 \text{ Pa} \quad 2 \text{ pkt}$$

$$p_{B,p} \cdot V_{B,p} = p_{B,k} \cdot V_{B,k}$$

$$p_{B,k} = (p_{B,p} \cdot V_{B,p}) / V_k = (9 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) / 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 6,48 \cdot 10^4 \text{ Pa} \quad 2 \text{ pkt}$$

b/ Ciśnienie całkowite :

$$p_{\text{całk}} = p_{A,k} + p_{B,k} = 3,64 \cdot 10^4 \text{ Pa} + 6,48 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1010 \text{ hPa} \quad 1 \text{ pkt}$$

c/ ułamki molowe w mieszaninie wynoszą:

$$x_A = p_{A,k} / p_{\text{całk}} = 3,64 \cdot 10^4 \text{ Pa} / 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0,36 \quad 2 \text{ pkt}$$

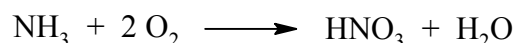
$$x_B = p_{B,k} / p_{\text{całk}} = 6,48 \cdot 10^4 \text{ Pa} / 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0,64 \quad \text{lub} \quad x_B = 1 - x_A = 0,64 \quad 2 \text{ pkt}$$

Suma punktów: **10 pkt**

### Zadanie 5 (10 pkt.)

Kwas azotowy(V) powstaje z amoniaku w procesie wieloetapowym. Obliczyć (dla warunków normalnych) objętość [ $\text{m}^3$ ] amoniaku i objętość powietrza [ $\text{m}^3$ ] potrzebne do wyprodukowania 1000 kg 65% kwasu azotowego(V), jeżeli wydajność utleniania amoniaku do NO wynosi 97%. Tlenki azotu (w jednym z etapów) absorbowane są w 98%. Zawartość amoniaku w mieszaninie z powietrzem stanowi 10,5% obj.

Do celów obliczeniowych przyjąć uproszczony, sumaryczny zapis procesu:



Wynik obliczeń należy zaokrąglić do pełnych jednostek.

Masy molowe [g/mol]: N -14,0; O -16,0, H -1,0.

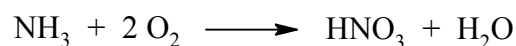
Rozwiązanie

$$m_{100\% \text{HNO}_3} = 1000 \cdot 0,65 = 650 \text{ kg} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$M_{\text{NH}_3} = 17 \text{ kg/kmol}$$

$$M_{\text{HNO}_3} = 63 \text{ kg/kmol}$$

Masa amoniaku z uwzględnieniem 100% wydajności całego procesu:



$$17 \text{ kg} \qquad \qquad \qquad 63 \text{ kg}$$

$$x \qquad \qquad \qquad 650 \text{ kg}$$

$$m_{\text{NH}_3} = x = (17 \cdot 650) / 63 = 175 \text{ kg} \quad 2 \text{ pkt}$$

Masa amoniaku z uwzględnieniem 97%-wego przereagowania  $\text{NH}_3$  do  $\text{NO}$ :

$$m = 175/0,97 = 180 \text{ kg}$$

1 pkt

Masa amoniaku z uwzględnieniem 98%-wej absorpcji tlenków azotu:

$$m = 180/0,98 = 184 \text{ kg}$$

1 pkt

Objętość amoniaku:

$$17 \text{ kg} - 22,4 \text{ m}^3$$

$$184 \text{ kg} - x$$

$$x = (22,4 \cdot 184)/17 = 242 \text{ m}^3$$

Obliczona objętość stanowi 10,5% mieszaniny  $\text{NH}_3$  i powietrza

2 pkt

Zawartość powietrza:

$$100\% - 10,5\% = 89,5\%$$

1 pkt

Objętość powietrza:

$$242 \text{ m}^3 - 10,5\%$$

$$x - 89,5\%$$

$$x = (242 \cdot 89,5)/10,5 = 2063 \text{ m}^3 \text{ powietrza}$$

2 pkt

Suma punktów: **10 pkt**