



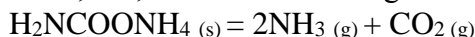
XXXI Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, listopad 2015

Zadanie 1 (10 punktów)

Do naczynia o pojemności $3,5 \text{ dm}^3$, z którego usunięto uprzednio powietrze, wprowadzono stały karbaminian amonu. W temperaturze $20,9^\circ\text{C}$, w stanie równowagi reakcji:



ciśnienie w naczyniu wynosiło 66 mmHg . Oblicz masę rozłożonego karbaminianu. Ile amoniaku należy wprowadzić do naczynia, aby ilość rozłożonego karbaminianu była 2- oraz 5,5-krotnie mniejsza? Jakie będzie wówczas ciśnienie nad stałym karbaminianem?

$$R = 8,31451 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Zadanie 2 (12 punktów)

Fenol wytrząsnięto z wodą i benzenem. Stężenie fenolu w obu warstwach ustalono na podstawie reakcji z bromem. Wynosiło ono (w mol/dm^3): $c_w = 0,101$, $c_b = 0,279$. Współczynnik podziału fenolu pomiędzy benzen i wodę wynosi $k = 0,694$. Oblicz stałą równowagi reakcji dimeryzacji fenolu $2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} = (\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})_2$ zachodzącej w benzenie. Ile wody należy użyć, aby z 500 cm^3 2 molowego roztworu fenolu w benzenie przeprowadzić do warstwy wodnej 0,25 mola fenolu?

Zadanie 3 (7 punktów)

Oblicz pH oraz stopień dysocjacji amoniaku

(a) w roztworze o stężeniu $0,5 \text{ M}$, (b) w roztworze sporządzonym przez rozpuszczenie $1 \text{ g Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ w 100 cm^3 $0,5 \text{ M NH}_3$, (c) roztworze przygotowanym przez zmieszanie 5 cm^3 1 M HCl ze 100 cm^3 $0,5 \text{ M NH}_3$. $\text{pK}_{\text{NH}_3} = 4,8$

Zadanie 4 (12 punktów)

Siarczek miedzi CuS wytrąsano z wodnym roztworem KCN. Jakie musi być jego stężenie, aby w 1 dm^3 roztworu rozpuściło się $1,912 \text{ g CuS}$. Jaki błąd popełnimy, jeśli zaniedbamy istnienie kompleksu Cu(CN)_3^- ? $\text{pK}_{\text{CuS}} = 35,2$, $\lg K_{t_3} = 28,6$, $\lg K_{t_4} = 30,3$

Zadanie 5 (6 punktów)

Oblicz potencjał półogniwa $\text{Cl}^- | \text{Cl}_2 | \text{Pt}$ w 298 K i wskaż kierunek przepływu elektronów w obwodzie zewnętrznym w ogniwie: $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2 | \text{Cl}^- (0,01 \text{ M}) | \text{Cl}_2 | \text{Pt}$ mając dane: standardowe ciepło tworzenia Hg_2Cl_2 $\Delta H^\circ_{\text{tw}} = -264,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, entropie molowe ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$): $S^\circ_{\text{Hg}(\text{c})} = 76,09$, $S^\circ_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s})} = 195,7$, $S^\circ_{\text{Cl}_2(\text{g})} = 223,0$, $E^\circ_{\text{Cl}^- | \text{Hg}_2\text{Cl}_2 | \text{Hg}} = +0,267 \text{ V}$

Zadanie 6 (8 punktów)

Napisz równania procesów elektrodowych i oblicz SEM ogniwa:



Oblicz maksymalną wielkość ładunku jaki przepłynie przez ogniwo oraz średnie natężenie prądu (przy założeniu, że ogniwo pracowało 5 godzin) $F = 96485 \text{ C}$.

Zadanie 7 (20 punktów)

Podczas produkcji cynku metodą hydrometalurgiczną po wstępnym prażeniu można zastosować niewielki dodatek siarczku cynku, który pozwala przeprowadzić obecny w rudzie tlenek ołowiu(II) do siarczku. W produkcji prażenia powinno zostać jak najmniej siarczku, żelazianu i krzemianu cynku, które praktycznie nie rozpuszczają się w rozcieńczonym roztworze kwasu siarkowego podczas procesu

nazywanego ługowaniem. W tych warunkach ZnO przechodzi do roztworu praktycznie całkowicie, natomiast ołów tworzy nierozpuszczalny siarczan, który przechodzi do osadu.

Próbkę 100,0 kg rudy cynku zawierającej mieszaninę ZnO, PbO oraz niereaktywnych zanieczyszczeń utarło w młynie kulowym z porcją 4.0 kg blendy cynkowej (ZnS), a następnie mieszaninę wygrzano bez dostępu tlenu w piecu obrotowym w temperaturze 850°C w celu przeprowadzenia całego ołowiu obecnego w próbce do siarczku ołowiu w myśl reakcji: $\text{PbO} + \text{ZnS} = \text{PbS} + \text{ZnO}$. Następnie tak przygotowany wsad przemyto 3% roztworem kwasu siarkowego(VI) w kaskadzie ługowników roztwarzając cały tlenek cynku. Pozostały po ługowaniu osad odsączono i wysuszono otrzymując 44,644 kg pozostałości. Natomiast w wyniku elektrolizy otrzymanego roztworu siarczanu cynku prądem o napięciu 3,4V powstało 49,154 kg metalicznego cynku.

(i) Oblicz skład procentowy (%_{ow}) przetwarzanej rudy cynku.

(ii) Oblicz procentową zawartość cynku (%_{ow Zn}) w suchym osadzie, który pozostał po ługowaniu

(iii) Oblicz, ile energii elektrycznej (w kWh) zużyto do wydzielenia całego cynku, zakładając, że wydajność prądowa procesu wynosiła 90%.

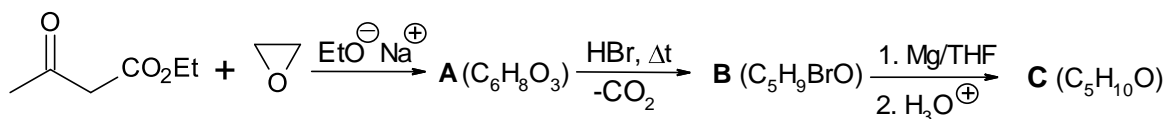
M (g/mol) Zn - 65,4; Pb - 207,2; O - 16; S - 32, 1F = 96500C

Zadanie 8 (8 punktów)

Dowolny enancjomer 1,3-dimetylocykloheksenu uwodorniono w obecności katalizatora platynowego. Ile stereoisomerycznych produktów otrzymano? Narysuj ich wzory, uwzględniając położenie podstawników względem płaszczyzny pierścienia.

Zadanie 9 (10 punktów)

Podaj wzory związków A-C.



Zadanie 10 (10 punktów)

Jak z *m*-ksylenu i odczynników nieorganicznych otrzymać 1-bromo-3,5-dimetylobenzen?

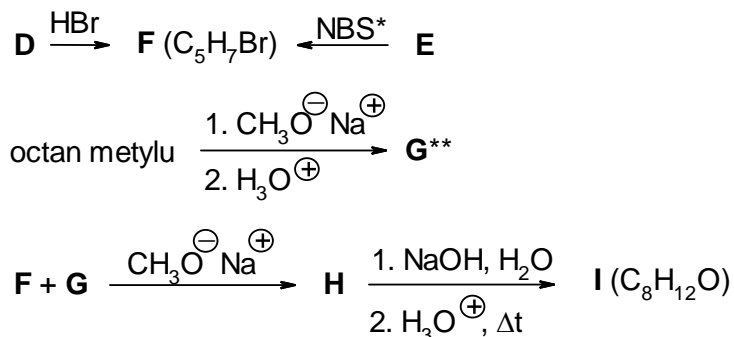
Zadanie 11 (7 punktów)

Jak z butanolu (jedyne substrat organiczny) i odczynników nieorganicznych otrzymać:

a) kwas propanowy, b) kwas butanowy, c) kwas pentanowy?

Zadanie 12 (10 punktów)

Podaj wzory D-I



* NBS – N-bromoimid kwasu bursztynowego (N-bromosukcynimid), ** produkt reakcji Claisena

Zadanie 13 (8 punktów)

Jak z benzenu i dowolnych reagentów otrzymać:

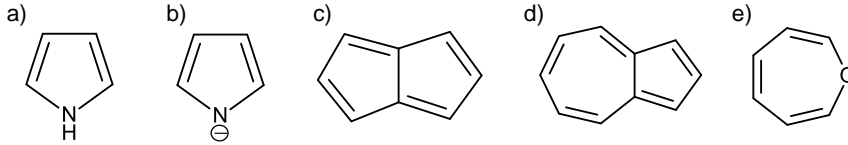
a) deuterobenzen, b) *m*-dideuterobenzen, c) *p*-dideuterobenzen, d) heksadeuterobenzen?

Zadanie 14 (15 punktów)

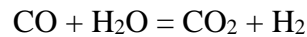
Zaproponuj jednoznaczny syntezę 3-metoksy-2,4-dimetyloheptan-4-olu z substratów zawierających maksymalnie cztery atomy węgla oraz dowolnych nieorganicznych.

Zadanie 15 (7 punktów)

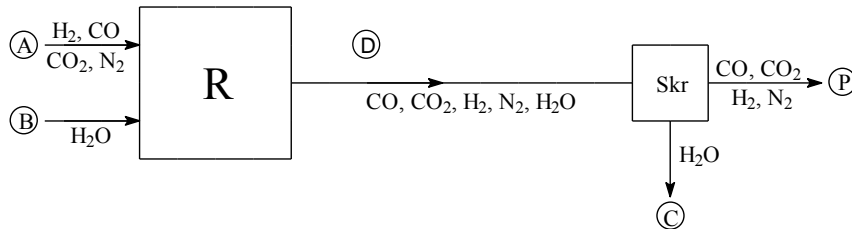
Które związki są aromatyczne? Do każdego przypadku dodaj **jedno** zdanie komentarza.

**Zadanie 16** (5 punktów)

Konwersja tlenku węgla parą wodną zachodzi według reakcji:



Tlenek węgla zawarty w strumieniu A (CO , CO_2 , H_2 i N_2) poddaje się konwersji parą wodną w celu uzyskania większej ilości wodoru. W procesie stosuje się nadmiar pary wodnej.

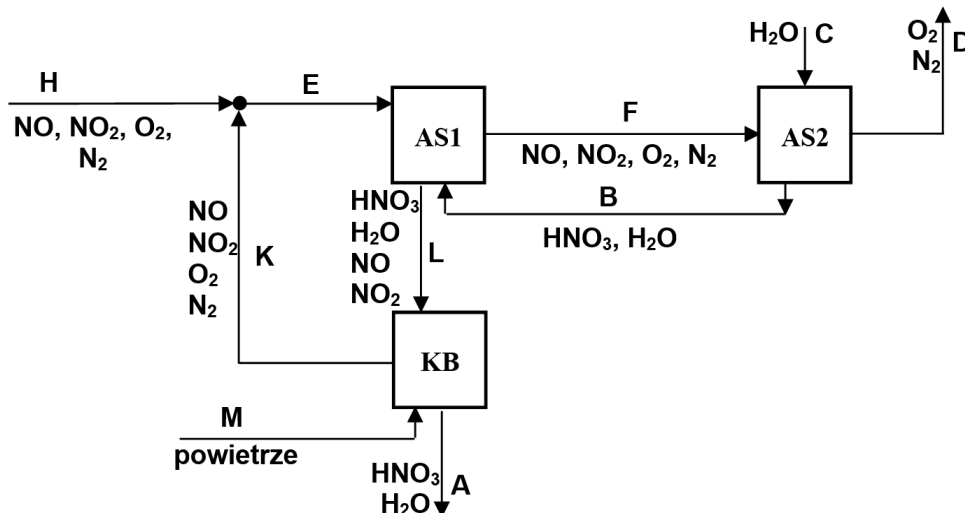
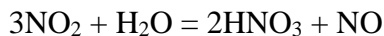
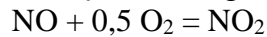


Stosunek tlenku węgla do dwutlenku węgla w strumieniu A wynosi 10. Jak zmieni się stosunek CO do CO_2 w strumieniu D jeżeli stopień przemiany CO w reaktorze wynosi 90%?

$$x - \text{stopień przemiany CO do CO}_2 \quad x = \frac{W_A[\text{CO}] - W_D[\text{CO}]}{W_A[\text{CO}]}$$

Zadanie 17 (15 punktów)

Kwas azotowy(V) otrzymuje się z tlenków azotu w instalacji, której schemat przedstawiono na rysunku. Do instalacji doprowadza się strumień gazów nitrozowych H zawierający tlenki azotu NO i NO_2 , które w wyniku reakcji:



w szeregowo połączonych absorberach AS1 i AS2 zostają całkowicie przetworzone w kwas azotowy(V). Wartość stosunku molowego strumienia tlenków azotu ($\text{NO} + \text{NO}_2$) zawartych w gazach K opuszczających desorber KB do strumienia tlenków azotu ($\text{NO} + \text{NO}_2$) w strumieniu H

$$\frac{W_K[\text{NO} + \text{NO}_2]}{W_H[\text{NO} + \text{NO}_2]} = 0,04$$

Natężenia strumieni tlenków azotu w K i L jest jednakowa: $W_K[\text{NO} + \text{NO}_2] = W_L[\text{NO} + \text{NO}_2]$

Stopień przetworzenia tlenków azotu ($\text{NO} + \text{NO}_2$) w HNO_3 w absorberze AS1:

$$x_1 = \frac{W_E[\text{NO} + \text{NO}_2] - W_F[\text{NO} + \text{NO}_2] - W_L[\text{NO} + \text{NO}_2]}{W_E[\text{NO} + \text{NO}_2]} \quad [\text{mol/mol}]$$

Udział masy kwasu azotowego w strumieniu A (a) odprowadzonym z instalacji wynosi 55%.

$$a = \frac{G_A[\text{HNO}_3]}{G_A[\text{HNO}_3] + G_A[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{63W_A[\text{HNO}_3]}{63W_A[\text{HNO}_3] + 18W_A[\text{H}_2\text{O}]} \quad [\text{g/g}]$$

Udział masy kwasu azotowego w strumieniu B wprowadzanym do absorbera AS1:

$$b = \frac{G_B[\text{HNO}_3]}{G_B[\text{HNO}_3] + G_B[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{63W_B[\text{HNO}_3]}{63W_B[\text{HNO}_3] + 18W_B[\text{H}_2\text{O}]} \quad [\text{g/g}]$$

Wyznaczyć zależność $b = b(x_1)$ między stężeniem kwasu azotowego(V) w strumieniu B wprowadzanym do absorbera AS1 i wielkością stopnia przemiany tlenków azotu ($\text{NO} + \text{NO}_2$) w HNO_3 w absorberze AS1.

Za podstawę obliczeń należy przyjąć $W_A[\text{HNO}_3] = 100 \text{ kmol/h}$.

Masa molowa [kg/kmol]

HNO_3	63
H_2O	18

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 1 lutego 2016 r. na adres:

Dziekanat Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej
ul. Noakowskiego 3
00-664 Warszawa
 tel. 022 629 5714, 022 234 7372

z dopiskiem „**Konkurs chemiczny**” na kopercie.

Prace powinny zawierać na pierwszej stronie napisane **czytelnie drukowanymi literami**:

Imię i nazwisko oraz rok nauki uczestnika

Imię i nazwisko nauczyciela oraz nazwę i adres szkoły.

Prosimy także o **wyraźne** przyłożenie pieczęci szkoły.

Materiały przygotowawcze, zadania konkursowe i dodatkowe informacje znajdują się na stronie www:

<http://reaktor.ch.pw.edu.pl/~elfed/konkurs/>

W tym miejscu będą także umieszczane wyniki kolejnych etapów Konkursu i inne informacje.