



XXXIV Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, listopad 2018

Zadanie 1. (7 punktów)

Oblicz jakie objętości wody i 8,0 M roztworu NaOH ($d = 1,231 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) należy mieszać ze sobą aby otrzymać $200,0 \text{ cm}^3$ roztworu NaOH o stężeniu 1,5 M ($d = 1,078 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$). $M_{\text{NaOH}} = 40,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Zadanie 2. (9 punktów)

Wodny roztwór znakowanego izotopowo amoniaku $^{13}\text{NH}_3$ o gęstości $0,977 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ stosowanego w pozytonowej tomografii emisyjnej zawiera 3,82%_{mas} azotu. Oblicz, przyjmując odpowiednie masy molowe, stężenie procentowe i molowe roztworu oraz ułamek molowy amoniaku w tym roztworze.

Zadanie 3. (9 punktów)

4,50 g stali zawierającej siarkę w postaci FeS rozтворzono w kwasie solnym. Powstający H_2S oznaczono poprzez dodanie $50,0 \text{ cm}^3$ 0,050 M roztworu I_2 , a następnie zredukowanie nadmiaru I_2 0,10 M roztworem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Oblicz % zawartość siarki oraz masę FeS w badanej próbce, wiedząc, że do zredukowania nadmiaru I_2 potrzeba 570,75 mg $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$. $M/\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: H – 1,01, Fe – 55,85, I – 126,91, S – 32,07, Na – 22,99, O – 16,00

Zadanie 4. (10 punktów)

Oblicz, jak zmieni się pH 0,020 M roztworu soli NaH_2AsO_4 , który został rozcieńczony 100 razy. Przedstaw zasadność zastosowanych w trakcie obliczeń założeń. Zaniedbaj autodysocjację wody. Stałe dysocjacji kwasu arsenowego(V) wynoszą kolejno: $\text{p}K_{a1}=2,19$, $\text{p}K_{a2}=6,94$, $\text{p}K_{a3}=11,50$

Zadanie 5. (10 punktów)

Stwierdzono, że w 100 cm^3 kwasu szczawowego o stężeniu $0,010 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, który przechowywany był wcześniej w stalowym naczyniu zawiera 5,529 mg jonów Fe^{2+} . Oblicz, pH, do jakiego należy doprowadzić ten roztwór, tak, aby zaczął wytrącać się osad FeC_2O_4 ? Oszacuj, czy możliwe jest całkowite strącenie żelaza z tego roztworu ($[\text{Fe}^{2+}] < 10^{-5} \text{ mol}/\text{dm}^3$) jedynie poprzez zmianę odczynu. Zaniedbaj zmianę stężenia $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

$$\text{p}K_{\text{SO FeC}_2\text{O}_4} = 6,7 \quad \text{p}K_{a1 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 1,3 \quad \text{p}K_{a2 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 4,3 \quad M_{\text{Fe}} = 55,85 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Zadanie 6. (10 punktów)

W temperaturze $23,4^\circ\text{C}$ zmierzono wartości konduktancji czujnika konduktometrycznego zanurzonego w 0,010 M wzorcowym roztworze KCl i roztworze całkowicie zdysocjowanej, nieznannej substancji, o stężeniu 0,025 M, które wyniosły odpowiednio 1,26 mS i 6,42 μS . Oblicz przewodność właściwą i molową nieznanego roztworu wiedząc, że zależność przewodności właściwej ($\kappa/\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) 0,010 M roztworu KCl od temperatury ($t/^\circ\text{C}$) opisuje równanie: $\kappa = (26,535\cdot t + 752,23) \cdot 10^{-6}$.

Zadanie 7. (10 punktów)

Do $150,0 \text{ cm}^3$ 0,050M roztworu AgNO_3 zanurzono elektrodę chlorosrebrową oraz blaszkę srebrną. SEM tak zbudowanego ogniwa zmierzono w temperaturze 25°C wynosi 0,525 V.



Następnie do roztworu wdroplono $50,0 \text{ cm}^3$ stężonego roztworu amoniaku i wody destylowanej otrzymując $250,0 \text{ cm}^3$ roztworu o pH = 9,31. Potencjał ogniwa zmniejszył się o 0,466V. Oblicz stałą trwałości tworzącego się kompleksu diaminasrebra $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$, zakładając, że stężenie innych aminokompleksów jest pomijalne.

$$R = 8,3145 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\text{p}K_{\text{b NH}_3} = 4,75$$

Standardowe potencjały elektrod w temperaturze 25°C wynoszą: $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = +0,799 \text{ V}$ $E^\circ_{\text{Cl}^-/\text{AgCl}/\text{Ag}} = +0,222 \text{ V}$

Zadanie 8. (10 punktów)

Do 20,0 cm³ roztworu PbNO₃ o stężeniu 0,150 mol·dm⁻³ dodano, kolejnymi porcjami po 2,0 cm³, 20,0 cm³ roztworu CaCl₂ o stężeniu 0,020 mol·dm⁻³. Przedstaw na papierze milimetrowym wykres iloczynu jonowego PbCl₂ w funkcji objętości dodawanego roztworu CaCl₂. Załóż addytywność objętości. Na podstawie wykresu wyznacz graficznie objętość roztworu CaCl₂, przy której zaczął strącać się osad PbCl₂. Zweryfikuj otrzymaną wartość, obliczając ją w sposób analityczny na podstawie iloczynu rozpuszczalności. $K_{SO\ PbCl_2} = 1,60 \cdot 10^{-5}$

Zadanie 9. (8 punktów)

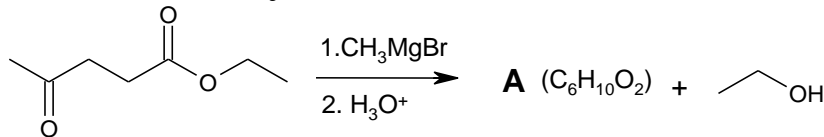
Podaj wzór głównego produktu reakcji

a) *cis*-1-chloro-2-hydroksycyklopentanu z 0,5 mola NaH

b) *trans*-1-chloro-2-hydroksycyklopentanu z 1 molem NaH

Zadanie 10. (8 punktów)

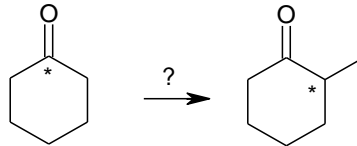
Podaj wzór związku **A** i mechanizm reakcji

**Zadanie 11.** (8 punktów)

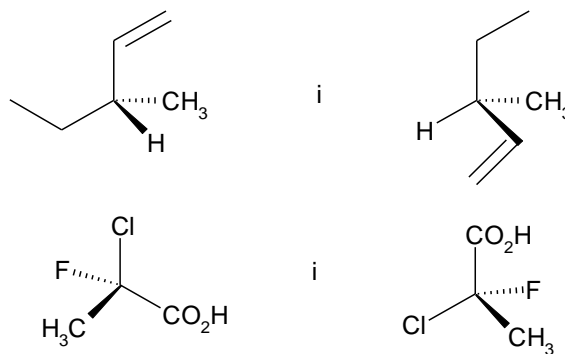
W reakcji (3-bromopropyl)oksidanu z metanolanem sodu powstaje pochodna tetrahydrofuranu, niezawierająca bromu. Podaj wzór produktu i mechanizm jego powstawania.

Zadanie 12. (10 punktów)

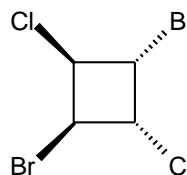
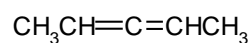
Dysponując znaczoną izotopowo cykloheksanonem-1-¹³C i dowolnymi, nieznanymi izotopowo reagentami, zaproponuj syntezę 2-metylocykloheksanonu-2-¹³C.

**Zadanie 13.** (8 punktów)

a) Czy poniższe wzory przedstawiają identyczne związki czy pary enancjomerów?



b) Czy poniższe związki są chiralne?

**Zadanie 14.** (10 punktów)

W reakcji 6-metylohepta-1,5-dienu z kwasem octowym, prowadzonej wobec katalitycznej ilości kwasu siarkowego, powstaje octan cyklicznego alkoholu. Narysuj wzór tego estru i przedstaw mechanizm reakcji.

Zadanie 15. (8 punktów)

W reakcji pewnego węglowodoru z jednym molem HBr powstają dwa produkty, jednym z nich jest 3-bromo-3-metylocykloheksen. Podaj wzór węglowodoru (istnieje kilka możliwości, wystarczy, jeśli podasz jedną) oraz drugiego produktu.

Zadanie 16. (15 punktów)

Z benzenu i dowolnych reagentów otrzymać: a) 1,3-dibromobenzen, b) 2-chlorofenol, c) 2-bromo-4-nitroanizol. Sugestia: w przypadku c) korzystne będzie zastosowanie reakcji nukleofilowego podstawienia aromatycznego. We wszystkich przypadkach unikaj reakcji prowadzących do domieszek izomerów.

Zadanie 17. (7 punktów)**WYTWARZANIE KWASU AZOTOWEGO Z AMONIAKU**

Proces, w którym z amoniaku wytwarza się kwas azotowy(V), składa się z kilku etapów. Pierwszy z nich polega na katalitycznym utlenianiu amoniaku tlenem z powietrza w celu otrzymania tlenków azotu. Proces ten prowadzi się w reaktorze przepływowym R pod zwiększonym ciśnieniem, stosując katalizator w postaci siatek wykonanych ze stopów platyny z rodem.

Stosując odpowiednie warunki procesu: katalizator, temperaturę i czas przebywania reagentów w stanie reakcji, uzyskuje się stopień przemiany NH_3 w NO (0,95 – 0,98). Pozostała część amoniaku utlenia się do N_2 , a częściowo także do N_2O .

Do reaktora R doprowadza się mieszaninę amoniaku z powietrzem (strumień W_E) zawierającą 10% mol NH_3 . Cały strumień amoniaku ulega przetworzeniu w produkty reakcji.

Zakładając stopień przemiany amoniaku w NO $x = \frac{W_Y[\text{NO}]}{W_E[\text{NH}_3]}$ [mol/mol] oraz stopień przemiany

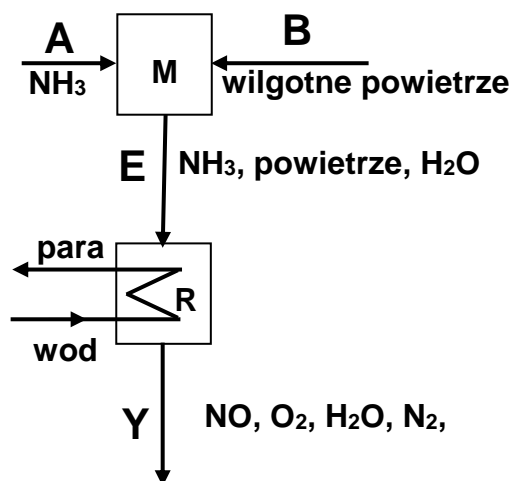
amoniaku w N_2O $x_1 = \frac{2W_Y[\text{N}_2\text{O}]}{W_E[\text{NH}_3]} = 0,02$ [mol/mol] wyznaczyć zależność $a=f(x)$ ($a = \frac{W_Y[\text{NO}]}{W_Y}$ [mol/mol])

między udziałem molowym tlenku azotu NO (strumień Y) i wielkością stopnia przemiany amoniaku w tlenek azotu NO .

Obliczenia przeprowadzić przyjmując za podstawę bilansu natężenie strumienia reagentów doprowadzanych

do reaktora $W_E = 1000 \text{ kmol/h}$ oraz, że stosunek molowy azotu do tlenu: $\frac{W_E[\text{N}_2]}{W_E[\text{O}_2]} = 3,76 \text{ mol/mol}$, a udział

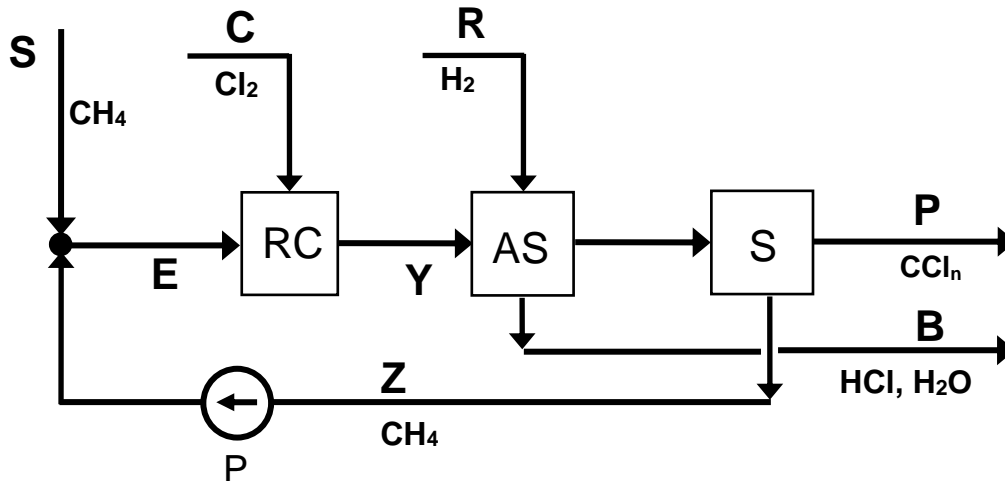
molowy pary wodnej w strumieniu E wprowadzanym do reaktora wynosi 0,008 mol/mol.

**Zadanie 18. (13 punktów)****PROCES CHLOROWANIA METANU**

Produktem reakcji CH_4 z chlorem jest mieszanina pochodnych metanu zawierających chlor, zwanych ogólnie chlorometanami. W toku procesu, który prowadzi się w temp. 350–450°C powstaje CH_3Cl , CH_2Cl_2 , CHCl_3 i CCl_4 oraz chlorowódór. Otrzymane produkty rozdziela się przez destylację. Jeżeli stosuje się znaczny nadmiar metanu, chlor ulega całkowitemu przetworzeniu w reaktorze RC. Do reaktora wprowadza się chlor (strumień C) i metan (strumień E). Nieprzetworzony metan, po oddzieleniu od

produktów reakcji, przesyła się w strumieniu powrotnym Z do reaktora. Stopień przemiany metanu w reaktorze RC wynosi $x = \frac{W_Y[\text{CCl}_n]}{W_E[\text{CH}_4]}$ [mol/mol], a stosunek natężenia przepływu metanu w strumieniu powrotnym Z do natężenia przepływu metanu w strumieniu doprowadzanym do instalacji S wynosi $z = \frac{W_Z[\text{CH}_4]}{W_S[\text{CH}_4]}$ [mol/mol].

W strumieniu Y odprowadzonym z reaktora RC znajduje się mieszanina chlorometanów oznaczona symbolem CCl_n , w której stosunek molowy chloru do węgla $\text{Cl}:\text{C} = n$. W strumieniu Y znajdują się także chlorowódz i nieprzetworzony metan. Chlorowódz zostaje usunięty z gazów przez absorpcję w wodzie w absorberze AS. Chlorometany po skropleniu wydzielają się w postaci ciekłej w separatorze S (strumień P).



Przyjmując za postawę bilansu: natężenie strumienia produktów P zawierającego mieszaninę chlorometanów $W_P[\text{CCl}_n] = 1 \text{ kmol/h}$ wyznaczyć zależność $z = z(x)$ między stosunkiem wielkości strumieni metanu z i stopniem przemiany metanu x w reaktorze RC.

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 6 lutego 2019 r. na adres:

Dziedkanat 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 oraz **wyraźnie** przyłożoną pieczęć szkoły

Prosimy także o umieszczenie rozwiązań każdego zadania na osobnej kartce, co ułatwi i przyspieszy sprawdzanie prac.

Materiały przygotowawcze, zadania konkursowe i dodatkowe informacje znajdują się na stronie [www: http://konkurschemiczny.ch.pw.edu.pl](http://konkurschemiczny.ch.pw.edu.pl)

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

