



XXXVIII Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, listopad 2022

Zadanie 1 (10 punktów)

1,0 g stopu miedzi z ołowiem roztopiono w kwasie azotowym(V), a następnie otrzymany roztwór poddano elektrolizie między elektrodami platynowymi prądem o natężeniu 1,0 A. Masa katody zwiększyła się o 579 mg, a anody o 112 mg. Zapisz zachodzące równania reakcji w formie jonowej oraz oblicz czas trwania elektrolizy i ułamki molowe Cu i Pb w badanym stopie.

$M/g \cdot mol^{-1}$: Cu – 63,55, Pb – 207,20, Pt – 195,08, N – 14,01, O – 16,00; H – 1,01; $F = 96485 C \cdot mol^{-1}$

Zadanie 2 (10 punktów)

Podczas roztwarzania mieszaniny węglanu wapnia, węglanu baru oraz tlenku baru o łącznej masie 100,0 g w nadmiarze kwasu siarkowego(VI) wydzielilo się 12,75 dm³ ditlenku węgla w przeliczeniu na warunki normalne. Wydzielony w procesie osad przemyto wodą destylowaną i wysuszono w wysokiej temperaturze do stałej masy. Rozważ dwa niezależne przypadki i oblicz:

- skład pierwiastkowy badanej mieszaniny wyrażony w %_{mas.} jeśli założymy, że w procesie powstało 131,44 g bezwodnych siarczanów
- masę suchego osadu siarczanów, jeśli założymy, że mieszanina zawierała 40,00%_{mas.} Ba.

$M/g \cdot mol^{-1}$: Ba – 137,33, Ca – 40,08, C – 12,01, O – 16,00

Zadanie 3. (10 punktów)

W 1,0 dm³ wodnego roztworu amoniaku o stężeniu 0,20 mol·dm⁻³ rozpuszczono 0,50 mola chlorku amonu, a następnie wprowadzono mieszaninę świeżo strąconych wodorotlenków glinu i magnezu i roztwór mieszano do ustalenia się równowagi. Oblicz pH roztworów: początkowe, po dodaniu soli amonowej oraz po dodaniu wodorotlenków oraz oblicz stężenia jonów magnezu i glinu w otrzymanym roztworze.

$pK_b NH_3 = 4,75$; $pK_{s0} Mg(OH)_2 = 11,25$, $pK_{s0} Al(OH)_3 = 33,5$

Zadanie 4. (10 punktów)

Do 10,0 cm³ roztworu LiCl o stężeniu 0,020 mol·dm⁻³ dodano, kolejnymi porcjami po 1,0 cm³, 20,0 cm³ roztworu Na₃PO₄ o stężeniu 0,010 mol·dm⁻³. Przedstaw na papierze milimetrowym wykres iloczynu jonowego soli Li₃PO₄ w funkcji objętości dodawanego roztworu Na₃PO₄. Załóż addytywność objętości. Na podstawie wykresu wyznacz graficznie objętość roztworu Na₃PO₄, przy której osad Li₃PO₄ uległ rozpuszczeniu. Oblicz masę wytrąconego osadu w momencie dodania 3,33 cm³ Na₃PO₄. Określ, czy przy tej objętości ilość wytrąconego osadu jest największa.

$M/g \cdot mol^{-1}$: Li – 6,94, P – 30,97, O – 16,00, $K_{s0} Li_3PO_4 = 3,20 \cdot 10^{-9}$

Zadanie 5 (10 punktów)

Próbkę 20,00 g wysuszonej sody kalcynowanej o zawartości 86,50% Na₂CO₃ zawierającej jedynie chlorek sodu jako lepiej rozpuszczalne zanieczyszczenie oczyszczono przez dwukrotną krystalizację. W pierwszym etapie badaną mieszaninę rozpuszczono na gorąco w 100,0 g wody, a następnie zateżono odparowując 55,23 g wody. Po schłodzeniu roztworu do temperatury 15°C wykryszalizowano część węglanu sodu w postaci dziesięciowodnego hydratu. Otrzymany w pierwszej krystalizacji hydrat odwodniono, a następnie bezwodny Na₂CO₃ ponownie rozpuszczono w 100,0 g wody. Po odparowaniu 67,20 g wody i schłodzeniu roztworu do temperatury 15°C otrzymano podczas drugiej krystalizacji hydrat Na₂CO₃·10H₂O o masie większej o 17,75 g od masy bezwodnego Na₂CO₃ użytego do tej krystalizacji. Oblicz:

- masę hydratu Na₂CO₃·10H₂O otrzymanego w drugiej krystalizacji
- masę bezwodnego Na₂CO₃ otrzymanego po osuszeniu hydratu z pierwszej krystalizacji
- rozpuszczalność węglanu(IV) sodu w temperaturze 15°C wyrażoną w g/100g H₂O

$M (g \cdot mol^{-1})$: C – 12,01, Na – 22,99, H – 1,01, O – 16,00

Zadanie 6 (8 punktów)

W wysokiej temperaturze następuje rozpad poniższych związków na dwa rodniki. Podaj ich struktury, uzasadnij odpowiedź.

- a) pent-2-en; b) 4,4-dimetylocykloheksen; c) 6-metylohept-3-en; d) *n*-propylobenzen

Zadanie 7 (14 punktów)

Jak z benzeny i dowolnych reagentów otrzymać:

- a) 1-*t*-butylo-4-cyjanobenzen; b) 1-chloro-3-jodobenzen; c) 1,3-dibromo-2-fluorobenzen; d) *N*-etylo-2,4-dinitroanilinę; e) 1-benzylo-3-chlorobenzen (w tym punkcie otrzymasz dodatkowe punkty jeśli użyjesz benzeny jako jedyne substratu organicznego, dozwolone rozpuszczalniki organiczne)?

Zadanie 8 (10 punktów)

Z acetyleny jako jedyne substratu organicznego (można stosować rozpuszczalniki organiczne) otrzymać:

- a) 2-bromobut-1-en; b) heksan-2-on; c) pentanal.

Zadanie 9 (8 punktów)

Jak otrzymać racemiczny butano-2,3-diol z but-1-enu i dowolnych innych reagentów?

Zadanie 10 (10 punktów)

- a) Jak z izopropenylobenzenu (α -metylostyrenu) i dowolnych innych reagentów otrzymać 1,1-dicyjano-2-fenyl-2-metyloeten?
- b) Z jakich substratów można otrzymać w maksymalnie trzech etapach kwas 3-metylopentanodiowy – synteza musi zawierać etap tworzenia wiązania węgiel-węgiel? Pomocna może być znajomość podstaw analizy retrosyntetycznej, ale i bez niej można sobie poradzić.

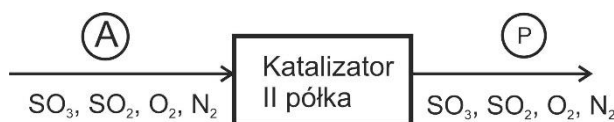
Zadanie 11 (10 punktów)

Utlenianie SO_2 jest jednym z etapów produkcji kwasu siarkowego. Proces prowadzi się na katalizatorze wanadowym w reaktorze 5 półkowym. Na drugą półkę katalizatora wprowadza się gaz, w którym natężenie przepływu SO_3 , SO_2 , tlenu i azotu wynosi odpowiednio 6, 6, 9 i 79 kmol/h.

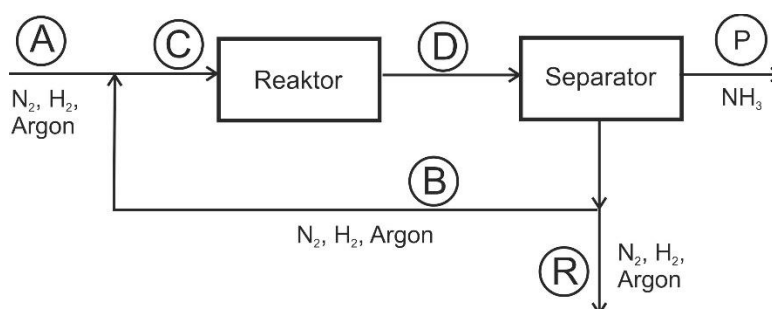
Wyznacz zależność $a = f(x)$, gdzie a (% mol.) zawartość SO_3 w gazach poreakcyjnych, a x stopień przemiany SO_2 w SO_3 uzyskiwany na drugiej półce.

$$x = x_{\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3} = \frac{W_A[\text{SO}_2] - W_P[\text{SO}_2]}{W_A[\text{SO}_2]}$$

Schemat instalacji:

**Zadanie 12 (10 punktów)**

Syntezę amoniaku prowadzi się w instalacji cyrkulacyjnej przedstawionej na rysunku.



Gaz do syntezy (strumień A) zawiera (w % molowych) 73% wodoru, 25% azotu i 2% argonu. Stosunek strumienia zawracanego B do strumienia A wynosi z ($W_B/W_A = z$). Wydajność procesu wynosi:

$$\frac{3W_P[\text{NH}_3]}{2W_A[\text{H}_2]} = 0,95$$

Przyjmując za podstawę bilansu strumień A ($W_A = 100$ kmol/h) obliczyć zależność z od stopnia przemiany wodoru w reaktorze ($z = f(x)$).



Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 24 lutego 2023 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 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>

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

