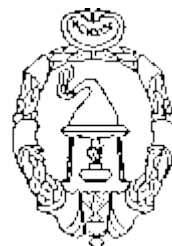




XVII Konkurs Chemiczny Politechniki Warszawskiej

I etap



Warszawa, październik 2001

Zadanie 1 (6 punktów)

Zmieszano 150 g 10% roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), CuSO_4 , o gęstości $d = 1,15 \text{ g/cm}^3$ z 200 cm^3 0,5 molowego roztworu tej samej soli o gęstości $d = 1,1 \text{ g/cm}^3$. Oblicz:

- (a) masę pięciowodnego siarczanu(VI) miedzi(II), $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$, jaką należy dodać, aby otrzymać roztwór jednomolowy,
- (b) stężenie procentowe i molarne otrzymanego roztworu oraz ułamki molowe składników roztworu.

Przyjmujemy, że mieszanie roztworów odbywa się bez zmiany objętości.

Zadanie 2 (10 punktów)

Próbka zawierająca bromowodór i jodowodór o łącznej masie 2,897 g przereagowała całkowicie z nadmiarem stężonego kwasu siarkowego(VI). W wyniku reakcji otrzymano gazowy brom i dwutlenek siarki oraz stały jod. Określ procentową zawartość (w % wagowych) bromowodoru w próbce oraz ciśnienie cząstkowe dwutlenku siarki, jeżeli gazowe produkty reakcji zebrane w naczyniu o pojemności $628,2 \text{ cm}^3$ w temperaturze 298 K wywierały ciśnienie $9,846 \times 10^4 \text{ Pa}$.

Zadanie 3 (5 punktów)

W jakiej ilości 49%_{wag} roztworu kwasu siarkowego(VI) trzeba rozpuścić 200 g SO_3 , aby otrzymać 78,4%_{wag} roztwór tego kwasu?

Zadanie 4 (4 punkty)

Ze 180 cm^3 roztworu zawierającego 5 milimoli siarczanu(VI) żelaza(III) strącono osad $\text{Fe}(\text{OH})_3$ przez dodanie 20 cm^3 roztworu NaOH o stężeniu $2,5 \text{ mol/dm}^3$. Przyjmując, że osad wodorotlenku żelaza jest praktycznie nierozpuszczalny, oblicz stężenia molowe pozostałych w roztworze jonów.

Zadanie 5 (8 punktów)

Do reakcji syntezy metanolu wzięto tlenek węgla i wodór w stosunku molowym 2,5 : 3,0. Po osiągnięciu przez układ stanu równowagi stwierdzono, że w mieszaninie reakcyjnej jest 10%_{obj} wodoru. Ciśnienie wynosiło $5 \times 10^6 \text{ Pa}$. Reakcja przebiega w fazie gazowej. Oblicz stałą równowagi K_p .

Zadanie 6 (8 punktów)

Oblicz stałą dysocjacji kwasu azotowego(III), HNO_2 , jeżeli pH roztworu azotanu(III) sodu, NaNO_2 , o stężeniu $0,02 \text{ mol/dm}^3$ wynosi 7,8.

Zadanie 7 (8 punktów)

Jak zmieni się pH roztworu otrzymanego przez zmieszanie 20 cm^3 0,6 molowego roztworu zasady amonowej z 10 cm^3 1,8 molowego roztworu chlorku amonu, jeśli do tego roztworu

doda się 1 cm³ 1,0 molowego roztworu kwasu chlorowodorowego?

$$K_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 1,78 \times 10^{-5}$$

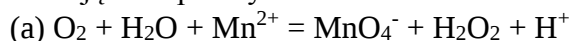
Zadanie 8 (10 punktów)

Przy jakiej wartości pH roztworu zacznie wytrącać się osad wodorotlenku magnezu z nasyconego roztworu węglanu magnezu?

$$K_{\text{MgCO}_3} = 1,99 \times 10^{-4}, K_{\text{Mg(OH)}_2} = 1,26 \times 10^{-11}$$

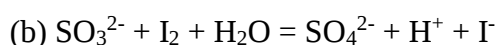
Zadanie 9 (10 punktów)

Podaj kierunek, w którym będą przebiegać następujące reakcje redoks oraz uzupełnij brakujące współczynniki w równaniach:



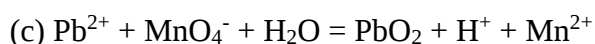
$$E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1,51 \text{ V}$$

$$E^0_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2} = +0,682 \text{ V}$$



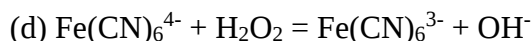
$$E^0_{\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_3^{2-}} = +0,17 \text{ V}$$

$$E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = +0,535 \text{ V}$$



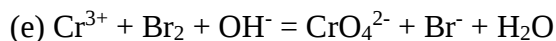
$$E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1,51 \text{ V}$$

$$E^0_{\text{PbO}_2/\text{Pb}^{2+}} = +1,45 \text{ V}$$



$$E^0_{\text{Fe(CN)}_6^{3-}/\text{Fe(CN)}_6^{4-}} = +0,36 \text{ V}$$

$$E^0_{\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = +1,77 \text{ V}$$



$$E^0_{\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = -0,13 \text{ V}$$

$$E^0_{\text{Br}_2/2\text{Br}^-} = +1,087 \text{ V}$$

Zadanie 10 (6 punktów)

Prąd o natężeniu 0,70 A przepływał w ciągu 75 minut przez elektrolizer napełniony stężonym roztworem siarczanu(VI) sodu (przestrzeń anodowa była oddzielona od katodowej przegrodą porowatą) połączony szeregowo z kulometrem srebrowym (zbudowanym z elektrod srebrowych zanurzonych w roztworze azotanu(V) srebra). Zakładając 100% wydajność prądową, oblicz:

(a) ile gramów srebra osadziło się na katodzie kulometru,

(b) objętość powstałego tlenu (w warunkach normalnych),

(c) ile cm³ 0,5 molowego roztworu kwasu chlorowodorowego potrzeba do zobojętnienia roztworu w przestrzeni katodowej elektrolizera.

Zadanie 11 (10 punktów)

Cyklodekano-1,6-dion traktowany zasadą przekształca się w związek o wzorze sumarycznym C₁₀H₁₄O. Jaki to związek?

Zadanie 12 (7 punktów)

Narysuj wzory wszystkich dichloropodstawionych benzenów Ladenburga, uwzględniając stereoizomery.



benzen Ladenburga

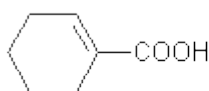
(Wszystkie wiązania węgiel-węgiel są jednakowej długości!)

Zadanie 13 (6 punktów)

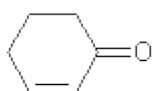
Jakie produkty otrzymamy w reakcji jednego mola 4-hydroksycykloheksanonu z dwoma molami bromku metylomagnezowego?

Zadanie 14 (10 punktów)

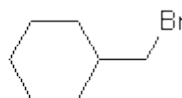
Jak z cykloheksanonu i dowolnych odczynników organicznych i nieorganicznych otrzymać:



(a)



(b)



(c)

Zadanie 15 (12 punktów)

Jaki produkt powstanie w reakcji 5-metyloheksan-2-onu z aldehydem benzoesowym, prowadzonej

- (a) w obecności kwasu,
- (b) w obecności zasady?

Zadanie 16 (12 punktów)

W reakcji ftalanu dietylu z 3,3-dimetylobutan-2-onem, prowadzonej wobec etanolanu sodu, powstaje związek o wzorze sumarycznym $C_{14}H_{14}O_3$, zawierający 3 grupy ketonowe. Jest on stosowany jako trucizna na szczury. Jaki to związek?

Zadanie 17 (8 punktów)

Narysuj wzory przestrzenne wszystkich stereoizomerów 1-fenylo-2-metylooksiranu (inna nazwa: 1-fenylo-1,2-epoksypropan). Zaznacz pary enancjomerów i diastereoizomerów.

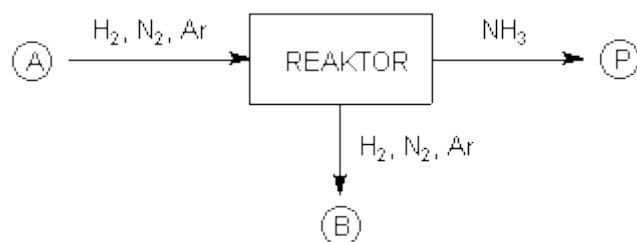
Zadanie 18 (10 punktów)

Zaproponuj syntezę kwasu 3-metylo-2-butenowego ze związków organicznych zawierających nie więcej niż 2 atomy węgla i dowolnych odczynników nieorganicznych.

Zadanie 19 (8 punktów)

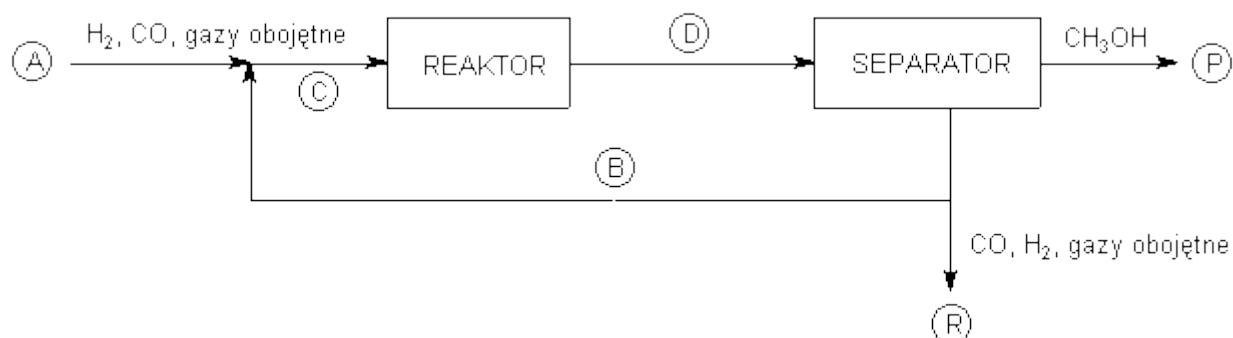
Syntezę amoniaku prowadzi się w reaktorze, do którego doprowadza się gaz będący mieszaniną azotu, wodoru i argonu. Ułamek molowy argonu w tej mieszaninie wynosi 0,04. Stosunek molowy wodoru do azotu w strumieniu A wynosi 3 ($W_A[H_2]/W_A[N_2] = 3$). Przyjmując, że do instalacji doprowadza się 100 kmol/h gazu ($W_A = 100$ kmol/h), oblicz i narysuj zależność ułamka molowego argonu w strumieniu B od stopnia przemiany wodoru w

reaktorze ($a_{Ar} = f(x)$, $0 \leq x \leq 20$).



Zadanie 20 (12 punktów)

Syntezę metanolu prowadzi się w instalacji, którą przedstawiono na rysunku.



Gaz syntezowy (strumień A) zawiera 1% molowy gazów obojętnych. Stosunek molowy wodoru do tlenku węgla wynosi 2 ($W_A[H_2]/W_A[CO] = 2$). Ułamek molowy gazów obojętnych w strumieniu R wynosi 0,25. Stosunek strumienia zawracanego B do strumienia A wynosi k ($W_B/W_A = k$). Stosunek molowy wodoru do tlenku węgla w strumieniu B wynosi 2 ($W_B[H_2]/W_B[CO] = 2$). Przyjmując za podstawę bilansu 100 kmol/h strumienia A, oblicz zależność k od stopnia przemiany tlenku węgla w reaktorze ($k = f(x)$).