



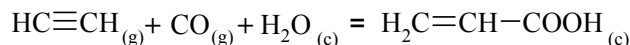
XXVIII Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, listopad 2012

Zadanie 1 (7 punktów)

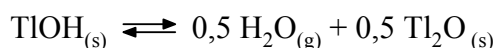
Mając ciepła spalania reagentów oblicz standardowe ciepło reakcji (ΔH°_r) oraz zmianę energii wewnętrznej (wartość standardową ΔU°_r) towarzyszącą reakcji syntezy 1 mola kwasu akrylowego w temperaturze 298K.



Ciepła spalania (kJ/mol):	$\text{HC}\equiv\text{CH}$:	-1300,6
	CO :	-283,2
	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COOH}$:	-1371,2

Zadanie 2 (7 punktów)

Do wywakuowanego naczynia o pojemności 5 dm³ wprowadzono stały wodorotlenek talu i ogrzano do 373K. Ustalił się stan równowagi reakcji:



Ciepłota parowania wody wynosiła 16665 Pa. Oblicz:

- (i) standardową entalpię swobodną reakcji
- (ii) wartość liczby postępu reakcji w stanie równowagi

$$p^\circ = 1 \text{ bar} \quad R = 8,3145 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Liczbę postępu reakcji definiujemy jako:

$$\xi = \frac{\Delta n_1}{\nu_1} = \frac{\Delta n_2}{\nu_2} = \dots = \frac{\Delta n_k}{\nu_k} =$$

gdzie: n – liczba moli; ν – współczynnik stechiometryczny reagentu (ujemny dla substratu, dodatni dla produktu). Dodatnie wartości ξ odpowiadają przebiegowi reakcji ze strony lewej do prawej, ujemne – przebiegowi reakcji w kierunku przeciwnym.

Zadanie 3 (8 punktów)

W 1 dm³ 0,025 molowego wodnego roztworu HCl rozpuszczono 0,020 mola *o*-chloroaniliny. Następnie do roztworu dodano porcję 60 cm³ benzenu i całość wytrząsnięto. Po ustaleniu się stanu równowagi pobrano 30 cm³ fazy benzenowej i strącono chlorowodorem 0,7577g nierozpuszczalnej w benzenie soli. Współczynnik podziału *o*-chloroaniliny między benzen i wodę wynosi 119. Oblicz stałą dysocjacji zasadowej K_b *o*-chloroaniliny.

Zadanie 4 (6 punktów)

Zmieszano 200 cm³ 0,05 molowego roztworu wodorotlenku baru z 50 cm³ 0,02 molowego kwasu siarkowego(VI), a następnie dodano 50 cm³ 3 molowego roztworu amoniaku. Oblicz stężenia wszystkich indywiduów chemicznych w otrzymanym roztworze.

$$pK_b \text{ NH}_3 = 4,8; \quad pK_r \text{ BaSO}_4 = 10,0$$

Zadanie 5 (7 punktów)

Oblicz α_1 i α_2 kwasu *o*-ftalowego [$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$] w roztworze o pH = 3. $pK_{a1} = 2,95$; $pK_{a2} = 5,41$

Zadanie 6 (8 punktów)

przy jakim pH zacznie się strącać osad $\text{Mn}(\text{OH})_2$ z roztworu zawierającego 0,02 mol/dm³ $[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ i 0,2 mol/dm³ $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$. Oblicz masę kompleksu w roztworze (1 dm³), którego pH wynosi 10,5.

$$pK_r \text{ Mn}(\text{OH})_2 = 12,7 \quad \log \beta_2 [\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{2-}] = 4,1$$

Zadanie 7 (9 punktów)

Do 100 cm³ roztworu siarczanu(VI) miedzi dodano 20 cm³ 10% roztworu KI o gęstości 1,0761 g/cm³. Do zredukowania wydzielonego w reakcji jodu zużyto 30 cm³ 0,1 molowego roztworu tiosiarczanu sodu.

(i) Oblicz stężenie roztworu CuSO₄

(ii) Uzasadnij, że miedź(II) utlenia jony jodkowe do jodu (skorzystaj z danych z zadania)

(iii) Napisz równania wszystkich reakcji

$$E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+} = +0,153 \text{ V}$$

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

$$\text{p}K_{\text{r CuI}} = 12$$

Zadanie 8 (9 punktów)

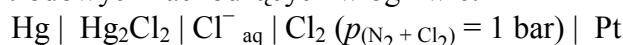
Próbkę krzemionki (SiO₂) zanieczyszczoną nielotnymi substancjami utarto z 200 g czystego Na₂CO₃. Tak przygotowaną mieszaninę stopiono w reaktorze ciśnieniowym. Po reakcji, która zaszła ze 100% wydajnością stwierdzono, że masa stopionej mieszaniny zmniejszyła się o 19,5%, a powstały gaz o temperaturze 350°C pod ciśnieniem 32 barów zajął 2 dm³. Następnie reaktor otworzono, a otrzymany stop krzemianu sodu rozтворzono na gorąco w wodzie otrzymując 950 cm³ roztworu szkła wodnego. Oblicz:

(i) jaki % wagowy stanowiły zanieczyszczenia użytej w próbce krzemionki

(ii) stężenie molowe otrzymanego roztworu Na₂SiO₃.

Zadanie 9 (7 punktów)

Napisz równania reakcji elektrodowych zachodzących w ogniwie:



Oblicz SEM ogniwa, gdy $p_{\text{Cl}_2} = 15150 \text{ Pa}$. Kiedy wartość SEM ogniwa będzie największa?

$$E^\circ_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}} = +0,268 \text{ V}$$

$$E^\circ_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = +1,359 \text{ V}$$

Zadanie 10 (7 punktów)

W elektrolizerze, w którym przestrzeń anodowa i katodowa były oddzielone porowatą przegrodą przeprowadzono elektrolizę wodnego roztworu Na₂SO₄ prądem o natężeniu 2,5 A w ciągu 1 godziny przy użyciu elektrod platynowych.

(i) Napisz równania reakcji zachodzących na elektrodach

(ii) Oblicz masy produktów powstałych w wyniku elektrolizy. Wydajność prądowa wynosiła 95%. $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

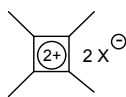
Zadanie 11 (7 punktów)

Narysuj wzory kreskowe (bez zaznaczania atomów węgla i wodoru) wszystkich acyklicznych izomerów konstytucyjnych benzenu. Nie zastanawiaj się nad ich trwałością.

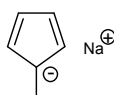
Przykład: 

Zadanie 12 (6 punktów)

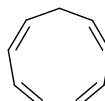
Które z poniższych związków są aromatyczne? Krótko uzasadnij odpowiedzi.



A



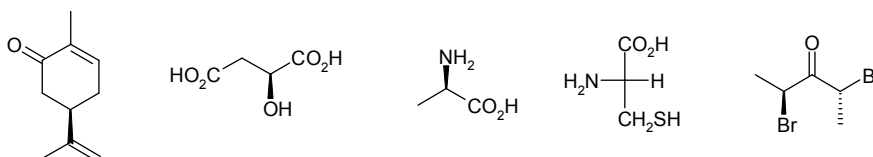
B



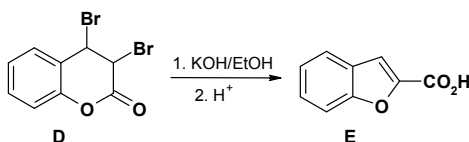
C

Zadanie 13 (9 punktów)

Określ absolutne (R,S) konfiguracje asymetrycznych atomów węgla w poniższych związkach. Które z nich są chiralne?

**Zadanie 14** (8 punktów)

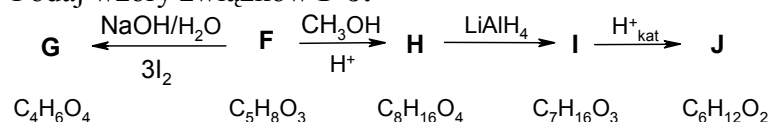
Przedstaw etapy pośrednie przekształcenia związku **D** w **E**.

**Zadanie 15** (8 punktów)

Do pewnego alkenu przyłączono brom, otrzymując produkt $C_6H_{12}Br_2$. 1H NMR produktu: 0.9 (triplet, 3H), 1.4 (singlet, 6H), 1.8 (multiplet, 2H), 4.6 (triplet, 1H). Podaj nazwy systematyczne alkenu i produktu.

Zadanie 16 (10 punktów)

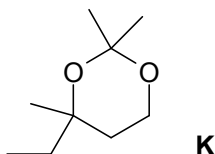
Podaj wzory związków **F-J**.



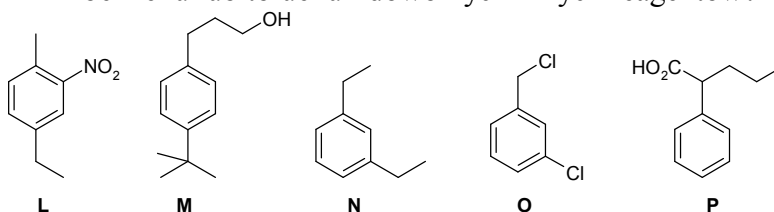
1H NMR związku **G**: 2.3 (singlet), 12.0 (singlet), stosunek powierzchni sygnałów 2:1.

Zadanie 17 (12 punktów)

Zaproponuj syntezę związku **K** z substratów zawierających najwyżej cztery atomy węgla. Być może przyda ci się znajomość reakcji Reformatskiego.

**Zadanie 18** (15 punktów)

Jak otrzymać związki **L-P** z benzenu lub toluenu i dowolnych innych reagentów?

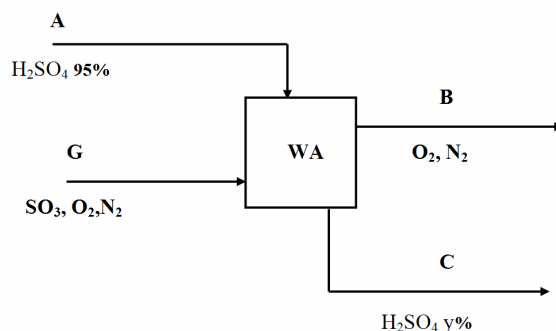


Uwaga odnośnie **N**: nie uda się przeprowadzić dwukrotnego acylowania benzenu chlorkiem acetylu w obecności chlorku glinu!

Zadanie 19 (7 punktów)

Otrzymywanie kwasu siarkowego z SO_3 prowadzi się w wieży absorpcyjnej WA. Do wieży doprowadza się strumień gazów zawierający 10% mol. SO_3 (strumień G) oraz strumień kwasu siarkowego zawierający 95% wag. H_2SO_4 (strumień A). Gaz opuszczający wieżę (strumień B) nie zawiera SO_3 . Kwas siarkowy odprowadzany z wieży zawiera y% wag. H_2SO_4 (strumień C). Wyznaczyć zależność y od stosunku strumieni G_A/W_G :

$$y = f(G_A/W_G), \quad G_A \text{ [kg/s]}, \quad W_G \text{ [kmol/s]}$$

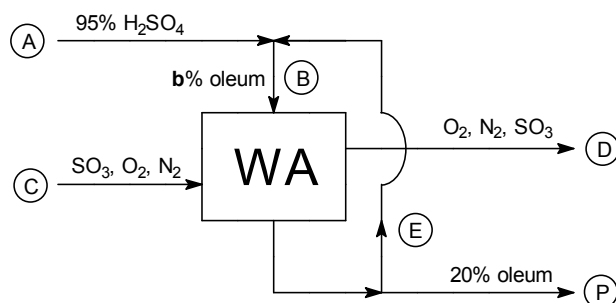


Oblicz dla jakiej wartości G_A/W_G otrzymamy 100% kwas siarkowy?

Zadanie 20 (13 punktów)

Roztwór SO_3 w kwasie siarkowym nosi nazwę oleum lub dymiącego kwasu siarkowego. 20-procentowe oleum (20 % mas. SO_3 i 80 % mas. H_2SO_4) otrzymuje się przez absorpcję SO_3 w wieży zasilanej oleum zawierającym b % mas. SO_3 (strumień B). Strumień B otrzymywany jest przez rozcieńczenie kwasem siarkowym (95 % mas.) części produkowanego 20-procentowego oleum (strumień E). Stosunek wagowy

natężenia strumienia zawracanego do strumienia produkowanego oleum $\frac{G_E}{G_P} = n \left[\frac{\text{kg/h}}{\text{kg/h}} \right]$



Przyjmując za podstawę bilansu 100 kg 20 % oleum ($G_P = 100 \text{ kg/h}$) znajdź zależność pomiędzy stężeniem oleum zasilającego wieżę a stosunkiem n, tj. $b = f(n)$.

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 7 lutego 2013 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://www.ch.pw.edu.pl/~elfed/konkurs/):

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

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