

Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Chemiczny
Polskie Towarzystwo Chemiczne
Gliwice, 20 marca 2010

Numer startowy:

Nazwisko	
Imię	
Szkoła (pełna nazwa, miejscowość, adres, telefon, e-mail):	
	
	
	
Klasa	
Liczba punktów	
Imię i nazwisko nauczyciela	
	

XVIII Ogólnopolski Konkurs Chemiczny

dla młodzieży szkół średnich

Główny Sponsor



Pozostali Sponsorzy



ZAK



lineal Chemicals
Sp. z o.o.



Część pisemna

Tabela liczby punktów

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma

Uwaga! W razie braku rozwiązania jakiegoś zadania, wpisz „0” w odpowiedniej rubryce tabelki znajdującej się powyżej. Masy atomowe pierwiastków używaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz **120** minut i możesz w tym czasie zdobyć **100** punktów.

1. Symbole pierwiastków chemicznych

- a) Który z poniżej podanych wielkich uczonych fizyków lub chemików miał „chemiczne” nazwisko (dające się napisać za pomocą symboli pierwiastków chemicznych, bez uwzględnienia wielkości liter)? Podkreśl takie nazwisko. (8·0,5 pkt.)
Pauli (od zakazu); Einstein (od teorii względności); Lavoisier (od prawa zachowania masy); Hund (od reguły); Bohr (od teorii budowy atomu wodoru); Arrhenius (od teorii kwasów i zasad); Planck (od stałej); Dalton (od teorii atomistycznej);
- b) Wymień 8 pierwiastków, które mają w języku polskim „chemiczne” nazwy (dające się napisać za pomocą symboli pierwiastków chemicznych, bez uwzględnienia wielkości liter). (8·0,5 pkt.)
(8 punktów)

2. Jon Co^{3+} tworzy z jonami F^- związek kompleksowy o wzorze $[\text{CoF}_6]^{3-}$. Wiedząc, że kobalt ($Z=27$) występuje naturalnie w przyrodzie wyłącznie w postaci izotopu o liczbie masowej 59, a fluor ($Z=9$) - wyłącznie w postaci izotopu o liczbie masowej 19, oblicz, ile jest w tym jonie kompleksowym: jonów prostych, protonów, neutronów i elektronów.
(7 punktów)

3. Układ okresowy

- a) Który promień atomowy lub jonowy jest większy: Cl czy Cl^- ; O czy N; C czy Si?
- b) Krzem jest stosowany jako półprzewodnik. Aby nadać materiałom właściwości pożądane do zastosowań w urządzeniach półprzewodnikowych, wymienia się atomy krzemu na atomy zawierające mniej lub więcej elektronów. Gdyby więc część atomów krzemu zastąpiono atomami boru, który pierwiastek należało by wprowadzić w miejsce drugiej części atomów krzemu, aby substancja była izoelektronowa w stosunku do czystego krzemu? Pojęcie 'izoelektronowy' należy tu rozumieć jako 'zawierający taką samą liczbę elektronów walencyjnych'.
- c) Korzystając z prawa okresowości podaj wzory związków wywodzących się z wymienionych poniżej, w których atom tlenu został zastąpiony atomem pierwiastka (A), wykazującego największe podobieństwo chemiczne do tlenu. Podaj ich nazwy (wskazówka: w chemii organicznej związki zawierające pierwiastek A w miejscu atomu tlenu zawierają w nazwie cząstkę 'tio'):
 ZnO , H_2O , CO_2 , CH_3CHO
- d) Ile elektronów walencyjnych ma pierwiastek o symbolu: $^{31}_{15}\text{A}$? Do którego bloku energetycznego należy ten pierwiastek? Podaj symbole dwóch innych pierwiastków o tej samej liczbie elektronów walencyjnych.
- e) Krótko wyjaśnij, dlaczego tlen najczęściej występuje w związkach na stopniu utlenienia -2, a siarka, znajdująca się w tej samej grupie często tworzy związki również na +4 i +6 stopniu utlenienia.

(9 punktów)

4. Jedną z wielkości charakteryzujących roztwory elektrolitów jest siła jonowa I , obliczana ze wzoru:

$$I = \frac{1}{2} \cdot (z_1^2 c_1 + z_2^2 c_2 + z_3^2 c_3 + \dots)$$
, gdzie z_i – ładunek i -tego jonu (wyrażony jako całkowita wielokrotność ładunku elementarnego), c_i – stężenie molowe i -tego jonu.

- a) Do kolby miarowej o objętości 1 dm^3 wprowadzono nieco wody, 0,02 mola NaCl , 0,01 mola MgCl_2 oraz 0,02 mola MgSO_4 i po rozpuszczeniu uzupełniono wodą do kreski. Zakładając, że wszystkie te sole są całkowicie zdysocjowane i nie ulegają hydrolizie, oblicz siłę jonową otrzymanego roztworu z podanego wzoru.
- b) Sprawdź, że otrzymamy ten sam wynik, obliczając ile każda z soli wnosi do ogólnej siły jonowej, a następnie sumując te udziały.
- c) Czy można za pomocą prostych wzorów wyrazić zależność siły jonowej roztworu soli typu 1-1 (kation jednowartościowy, anion jednowartościowy), typu 2-1 i typu 2-2 od stężenia molowego soli?
- d) Czy potrafisz uogólnić powyższy wynik na dowolną sól prostą typu $\text{A}^{z+}_x \text{B}^{w-}_y$?

(14 punktów)

5. 50,0 g bezwodnego węglanu sodu rozpuszczono w 250,0 g wody i zobojętniono stechiometryczną ilością kwasu siarkowego(VI) użytego w postaci 30% wag. roztworu. Po odparowaniu 200,0 g wody roztwór ochłodzono do temperatury 20°C, wskutek czego część soli wykryształizowała w postaci dekahydratu ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Wiedząc, że rozpuszczalność siarczanu(VI) sodu w tych warunkach wynosi 19,1 g bezwodnej soli w 100 g wody oblicz, jaka część soli (w %) pozostała w roztworze.

Masy cząsteczkowe: $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 105,99$ u; $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 142,04$ u; $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98,08$ u; $\text{H}_2\text{O} = 18,02$ u.

(14 punktów)

6. Pewien aromatyczny związek chemiczny – jeden z „egzotycznych tlenków węgla” o wzorze sumarycznym C_{12}O_9 , zawiera 4 układy cykliczne w swej cząsteczce, a każdy atom C charakteryzuje się hybrydyzacją sp^2 . Zaproponuj jego budowę, wiedząc dodatkowo, że mógłby on przereagować z etanolem w środowisku kwaśnym w stosunku molowym 1:6. Napisz równanie zachodzącej reakcji.

(7 punktów)

7. Z produktów bromowania fenolu bromem wydzielono pochodną, która zawierała 72,46% wagowych bromu. Oblicz liczbę atomów bromu w cząsteczce produktu bromowania i narysuj jej strukturę uwzględniając wpływ kierujący grupy OH na położenie atomów bromu w cząsteczce.

(6 punktów)

8. Technologia otrzymywania kwasu azotowego(V), wykorzystywanego do produkcji nawozów sztucznych oraz do syntez chemicznych, obejmuje między innymi utlenianie amoniaku na katalizatorze platynowym, dalsze utlenianie NO do NO_2 oraz absorpcję tlenku azotu(IV) wodzie z jednoczesnym wytworzeniem HNO_3 .

- Wiedząc, że podczas utleniania amoniaku zachodzą równolegle dwie reakcje, jedna prowadząca do tlenku azotu(II), druga – do azotu cząsteczkowego, napisz ich równania.
- Oblicz skład procentowy (mol/mol) produktów końcowych tych reakcji wiedząc, że w mieszaninie wchodzącej do reaktora amoniak stanowił 14 % (mol/mol), natomiast tlenu było molowo dwukrotnie więcej niż amoniaku, a resztę stanowił azot. Na skutek działania katalizatora 97 % amoniaku przereagowało do NO, a reszta do N_2 .
- Oblicz, ile ton 60% (wag.) HNO_3 można teoretycznie wyprodukować z jednego wsadu katalizatora, jeżeli wiadomo, że siatki platynowe powinny zostać wymienione po ubytku jego masy wynoszącym 40 kg, a na każdą tonę zsyntezowanego 100% kwasu azotowego(V) straci się 0,35 g katalizatora.

(14 punktów)

9. W komorze katodowej elektrolizera wyposażonego w katodę platynową oraz anodę grafitową umieszczono zawieszinę chlorku srebra w 5% roztworze kwasu solnego. Komorę anodową, oddzieloną od katodowej diafragmą (porowatą przegrodą) napełniono podobnym roztworem kwasu solnego. Elektrolizer podłączono do źródła prądu stałego i prowadzono elektrolizę przez $t = 4$ h, prądem o natężeniu $I = 1,5$ A. Napięcie na zaciskach elektrolizera wynosiło $U = 3,5$ V.

- Jak można sprawdzić doświadczalnie, czy chlorek srebra uległ całkowitej redukcji do metalicznego srebra, wiedząc, że tylko częściowo osadza się ono na odpowiedniej elektrodzie, a większość pozostaje w roztworze w postaci zawiesziny?
- Jaka maksymalnie ilość chlorku srebra mogła ulec redukcji w zastosowanych warunkach?
- Jaką rolę odgrywa w tym doświadczeniu diafragma? Jakie jony przechodzą (migrują) przez diafragmę i w jakich kierunkach?

Masy atomowe $A_g = 107,87$ u, $\text{Cl} = 35,45$ u

Stała Faradaya $F = 96485$ C/mol

(12 punktów)

10. Ognia paliwowe umożliwiają znacznie bardziej efektywne wytwarzanie energii elektrycznej niż klasyczne elektrownie ciepłne.

- Pokaż schematycznie etapy wytwarzania energii elektrycznej w obu tych przypadkach.
- Czy w elektrowni klasycznej opalanej metanem ilość odprowadzanego do środowiska dwutlenku węgla byłaby inna niż gdyby do wytwarzania energii elektrycznej stosować ogniwo paliwowe zasilane metanem? Pokaż odpowiednie reakcje chemiczne.
- jaki ładunek elektryczny (w Ah) można maksymalnie uzyskać w ogniwie zasilanym metanem z każdego mola tego gazu?

(9 punktów)