

Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Chemiczny
Polskie Towarzystwo Chemiczne
Gliwice, 15 marca 2008

Numer startowy:

.....

Nazwisko

Imię

Szkoła (pełna nazwa, miejscowość, adres, telefon, e-mail):
.....
.....
.....

Klasa Liczba punktów

Imię i nazwisko nauczyciela

.....

XVI Ogólnopolski Konkurs Chemiczny

dla młodzieży szkół średnich

Główny Sponsor



Sponsorzy



ZAK
Zakłady Azotowe
Kędzierzyn SA



lineal Chemicals
Sp. z o.o.

Część pisemna

Tabela liczby punktów

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Suma

Uwaga! W razie braku rozwiązania jakiegoś zadania, prosimy wpisać „0” w odpowiedniej rubryce tabelki znajdującej się pod nagłówkiem formularza. Przy rozwiązywaniu można zadań korzystać **jedynie** z układu okresowego. Masy atomowe pierwiastków powinny być użyte z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz **120** minut i możesz w tym czasie zdobyć **100** punktów.

1. Mimo, że pierwiastek A stanowi mniej niż 0,1% skorupy ziemskiej, w organizmie człowieka jest go kilkakrotnie więcej – ok. 0,6%. Wchodzi w skład dwóch aminokwasów białkowych B i C. Pierwiastek A występuje w przyrodzie w postaci elementarnej oraz w wielu związkach chemicznych. Niektóre minerały, np. żelaza (piryt) D zawierają ten pierwiastek połączony bezpośrednio z metalem. Pierwiastek A jest zanieczyszczeniem ropy naftowej i usuwa się go w procesie Clausa wydzielając związek E zawierający wyłącznie A i wodór. W wyniku spalania ropy naftowej (i innych paliw) zawierającej pierwiastek A powstaje gaz F, odpowiedzialny za tworzenie się kwaśnych deszczy. Utlenianie gazu F wobec katalizatora wanadowego prowadzi do powstawania tlenku G, będącego substancją stałą w warunkach normalnych. Tlenek G jest bezwodnikiem ważnego, mocnego kwasu H. Podaj wzory sumaryczne związków A, D-H. Nazwy oraz wzory półstrukturalne aminokwasów B i C oraz podaj ich nazwy. Zapisz reakcję utleniania F do G. 11 punktów

2. Herbatki owocowe ze względu na zawartość wielu dobroczynnych substancji oraz swoje walory smakowe cieszą się dużą popularnością wśród konsumentów. Jednakże owoce, z których powstają te produkty zawierają często pewne ilości metali ciężkich, w tym kadmu, który jest pierwiastkiem bardzo toksycznym i kumuluje się w organizmie człowieka. Komitet Ekspertów FAO/WHO ustalił tzw. wskaźnik PTWI (**provisional tolerable weekly intake** – tymczasowe tolerowane pobranie tygodniowe), który mówi ile mg danego metalu może być dostarczone w ciągu tygodnia na każdy kilogram masy ciała osoby dorosłej bez ryzyka utraty jej zdrowia. Dla kadmu PTWI wynosi 0,007 mg Cd/kg masy ciała. Spożywając napar ze wspomnianej herbatki wprowadzamy do organizmu jedynie tę część zawartego w niej metalu, która wyluguje się do naparu podczas zaparzania. Na podstawie badań stwierdzono, że z herbatki owocowych ługuje się średnio 8,6% kadmu. Czy osoba ważąca 50 kg może bezpiecznie wypijać trzy szklanki wspomnianego naparu dziennie, jeżeli wiadomo, że zawartość Cd w zakupionej mieszance owocowej wynosi 0,625 $\mu\text{g/g}$, a do zaparzenia jednej szklanki herbaty używa się 2 g suszu owocowego? 6 punktów

3. Dwa podobne elektrolizery wyposażone w elektrody platynowe napełniono 10% roztworem azotanu(V) srebra. Elektrolizery połączono równolegle i podłączono do źródła prądu stałego jak na rys. 1. Elektroliza trwała $t_1 = 4$ h, a amperomierz wskazywał przepływ prądu $I_1 = 0,5$ A. Napięcie na zaciskach elektrolizerów wynosiło $U_1 = 2,5$ V. Stwierdzono, że masa katody w pierwszym elektrolizerze (z elektrodami 1 i 2) wzrosła o $m_1 = 3,85$ g. Następnie przełączono źródło prądu jak na rys. 2 i przepuszczano prąd o natężeniu $I_2 = 0,3$ A aż do całkowitego rozтворzenia metalu wydzielonego uprzednio na katodzie drugiego elektrolizera (z elektrodami 3 i 4). Na katodach żadnego z elektrolizerów nie stwierdzono wydzielania gazu.

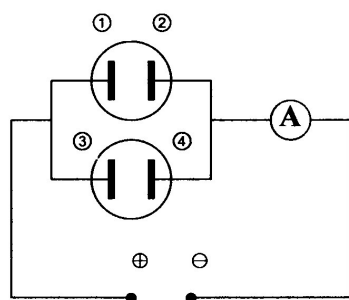
A) Jak długo trwała druga faza eksperymentu (po przełączeniu źródła prądu)?

B) Czy i jak (o ile gramów) zmieniły się masy poszczególnych elektrod?

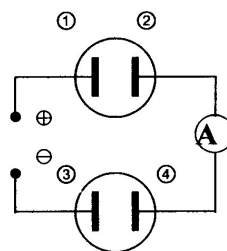
C) Czy napięcie na zaciskach elektrolizerów w drugiej fazie eksperymentu było jednakowe, podobnie jak w jego pierwszej fazie? Uzasadnij odpowiedź (bez obliczeń).

M. at. Ag = 107,87

$F = 96485$ C/mol



Rys. 1.



Rys. 2.

15 punktów

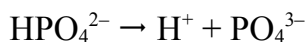
4. Kwas ortofosforowy jest kwasem średniej mocy dysocjującym na jony w trzech stadiach. Równowagę dysocjacji każdego ze stadiów opisać można równaniami:



$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}$$



$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$



$$K_3 = \frac{[\text{H}^+][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$$

Wzory w nawiasach kwadratowych oznaczają stężenia molowe. Stałe dysocjacji K_1 , K_2 i K_3 zachowują swą wartość również w roztworach soli kwasu ortofosforowego. Można przyjąć, że w roztworach wodnych sole sodowe i potasowe kwasu ortofosforowego są w pełni zdysocjowane na jony metalu i odpowiedniej reszty kwasowej.

Roztwór A zawierający równomolową mieszaninę soli KH_2PO_4 i K_2HPO_4 o sumarycznym stężeniu 1 mol/dm^3 ma $\text{pH} = 7,20$, natomiast roztwór B zawierający równomolową mieszaninę soli K_2HPO_4 i K_3PO_4 również o sumarycznym stężeniu 1 mol/dm^3 ma $\text{pH} = 12,36$. Jakie (w przybliżeniu) pH będzie miał roztwór otrzymany przez zmieszanie 20 cm^3 roztworu A i 10 cm^3 roztworu B?

Wskazówka: Można przyjąć, że w roztworach soli kwasu fosforowego dominują dwie formy różniące się o jeden proton.

13 punktów

5. Przy spalaniu węgla w tlenie uwalnia się $393,5 \text{ kJ/mol}$ energii. Gdyby udało się przeprowadzić kontrolowaną syntezę termojądrową zgodnie z równaniem $2 \text{ }^2_1\text{D} \rightarrow \text{}^4_2\text{He}$

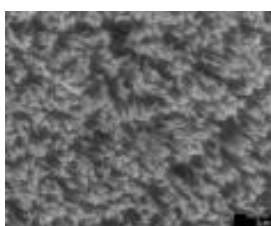
ilość wydzielonej energii byłaby znacznie większa. Uwzględniając, że masy atomowe nuklidów wynoszą odpowiednio:

$$\text{}^2_1\text{D} = 2,0141 \quad \text{}^4_2\text{He} = 4,0026$$

proszę oszacować jaką ilość węgla (w kg) należałoby spalić, aby uzyskać tę samą ilość energii co ze „spalenia” 1 g deuteru.

7 punktów

6. Nanorurki węglowe, wielce obiecująca technologicznie odmiana alotropowa węgla (poniżej schematycznie oraz na mikrofotografii skaningowego mikroskopu elektronowego), mogą zostać zsyntezowane na drodze katalitycznej pirolizy węglowodorów (w temperaturze $700 \text{ }^\circ\text{C}$).

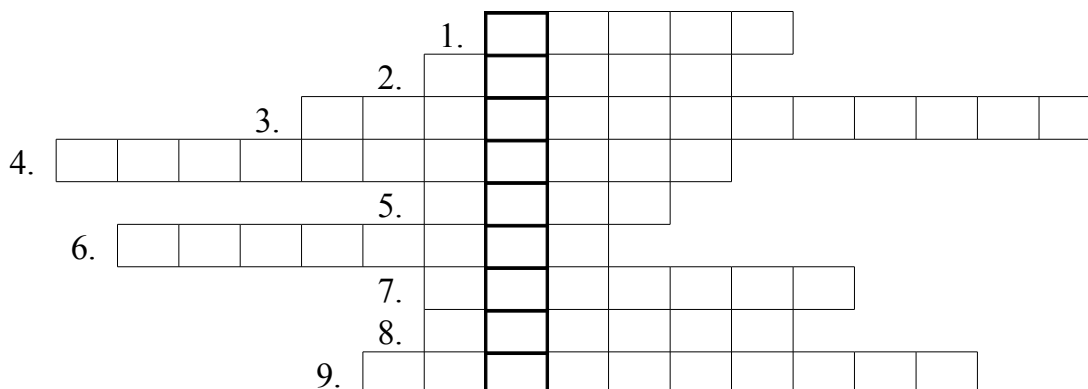


Podczas syntezy, w której substratem jest toluen ($9,80 \text{ g}$), a katalizatorem ferrocen $\text{FeC}_{10}\text{H}_{10}$ ($0,20 \text{ g}$) otrzymano $3,75 \text{ g}$ wielościennych nanorurek węglowych, których analiza elementarna wykazała obecność $0,34 \%$ wodoru (przyłączonego głównie u zamknięcia nanorurek). Przyjmując, że cała ilość żelaza stanowi zanieczyszczenie produktu, oblicz:

- Zawartość Fe w surowych nanorurkach,
- Liczbę atomów wodoru przypadającą na 1000 atomów węgla w produkcie,
- Wydajność syntezy w przeliczeniu na węgiel.

Ponadto zapisz reakcję usuwania metalicznego żelaza z nasady i wnętrza nanorurek za pomocą stężonego kwasu azotowego(V). Czy kwas azotowy(V) w wysokiej temperaturze jest bezpiecznym medium dla węgla pierwiastkowego? Odpowiedź uzasadnij podaniem odpowiedniej reakcji.

7. Krzyżówka chemiczna. Podaj znaczenia haseł poniższej krzyżówki oraz rozwiązanie utworzone z liter wyróżnionej kolumny. Za prawidłowe podanie rozwiązania haseł możesz otrzymać 9 punktów i 1 punkt za podanie rozwiązania krzyżówki.



Znaczenie haseł:

1. Gaz szlachetny
2. Zasada organiczna
3. Proces otrzymywania tworzywa syntetycznego z nienasyconego monomeru
4. Łacińska nazwa azotu
5. Stały produkt odgazowania węgla kamiennego
6. Wąskie, długie naczynie do przeprowadzania prostych testów chemicznych
7. Połączenie chemiczne
8. Odmiana krystaliczna węglanu wapnia
9. Technika oczyszczania cieczy przez odparowanie i skraplanie

10 punktów

8. W wyniku reakcji etenu z wodą w obecności kwasu siarkowego(VI) (jako katalizatora) powstał etanol w ilości 50 kg z wydajnością 84%. Jedną piątą otrzymanego etanolu utleniono do kwasu octowego z wydajnością 95%. Produkt poddano reakcji z pozostałym etanolem i uzyskano octan etylu z wydajnością 86%. Podaj równania wszystkich opisanych reakcji. Oblicz ilość użytego do procesu etenu, ilości powstałego octanu etylu oraz ilości nieprzereagowanego etanolu i kwasu octowego, jakie pozostały po reakcji estryfikacji. Wyniki liczbowe podaj w kilogramach.

8 punktów

9. Średnia odległość Ziemi od Księżyca wynosi 384 000 km. Oblicz ile ważyłaby hipotetyczna napięta złota nić o średnicy atomu złota ($1 \cdot 10^{-8}$ cm) łącząca Ziemię z Księżycem. $A_{\text{Au}} = 197$ g/mol. $N = 6,023 \cdot 10^{23}$

4 punkty

10. Pytania dotyczące wykładu:

- a) jaka jest różnica pomiędzy solą podwójną a związkiem kompleksowym? (podaj przykłady);
- b) jaka jest różnica pomiędzy kompleksem jednordzeniowym a kompleksem wielordzeniowym? (podaj przykłady);
- c) które kompleksy wielordzeniowe są klastrami? (podaj przykłady);
- d) podaj wzory: azotan(V) tetraaminacynku(II), siarczan(VI) tetraakwadichlorochromu(III)
- e) podaj nazwy następujących związków: $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$
- f) co to jest rząd wiązania (RW) i jak wpływa na długość wiązania?
- g) podaj przykłady związków chemicznych, w których występuje rząd wiązania: 1, 2, 3 oraz 4.

16 punktów