



XX Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

Etap finałowy

Zadanie 1

Pierwiastek **Z** jest bezbarwnym, bezwonnym, niepalnym gazem, występującym w postaci cząsteczek dwuatomowych. W stanie skroplonym jest bezbarwną cieczą o właściwościach diamagnetycznych.

Ogrzewanie metalicznego glinu w atmosferze **Z** prowadzi do powstania białego, drobnokrystalicznego produktu **A**. Z 1 g glinu otrzymuje się 1,519 g związku **A**. Materiał ten reaguje powoli z wodą, w wyniku czego powstaje bezbarwny gaz **B** o przenikliwym zapachu oraz galaretowaty osad **C**.

Związek **B** dobrze rozpuszcza się w wodzie, tworząc roztwory o odczynie zasadowym. **B** reaguje z chlorowodorem, tworząc biały, dobrze rozpuszczalny związek o charakterze soli (**D**).

Nasycanie wodnego roztworu **D** gazowym chlorem powoduje powstawanie oleistej, nierozpuszczalnej w wodzie substancji **E**, rozkładającej się wybuchowo. W wyniku rozkładu 2 g **E** otrzymano 0,7434 dm³ produktów gazowych (warunki normalne). Po przepuszczeniu tej mieszaniny przez roztwór NaOH jej objętość zmalała do 0,1876 dm³. Stwierdzono, że w skład mieszaniny powstającej w wyniku rozkładu **E** wchodzi 2 produkty.

Reakcja **B** z chloranem(I) sodu powoduje powstanie rozpuszczalnej w wodzie cieczy (**F**), zawierającej pierwiastek **Z** na -2 stopniu utlenienia. **F** jest zasadą Brønsteda oraz silnym reduktorem.

W wyniku utleniania **B** nadmiarem tlenu w obecności katalizatora (na przykład siatki platynowej) powstaje brunatny tlenek pierwiastka **Z** (**G**). W niskich temperaturach **G** przechodzi w bezbarwny tlenek **H**.

1. Zidentyfikuj pierwiastek **Z** oraz związki **A-H** o których mowa w treści zadania. Podaj ich nazwy i wzory sumaryczne.
2. Zapisz równania reakcji, o których mowa w zadaniu.
3. Zmieszano 1000 cm³ roztworu **F** o stężeniu 0,02 M z 1,061 cm³ stężonego kwasu solnego (30%, $d = 1,147 \text{ g/cm}^3$). pH tak uzyskanego roztworu wynosiło 8,1 jednostki. Oblicz pK_b związku **F** – tworzy on z chlorowodorem sól o stechiometrii 1:1.
4. Mieszanina **F** i **H** stanowi paliwo raketowe (tzw. paliwo hipergolowe). W wyniku reakcji pomiędzy tymi związkami powstają dwa nietoksyczne produkty. Oblicz ciepło tej reakcji ($\Delta H_{tw}(\mathbf{F}) = 50,6 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_{tw}(\mathbf{H}) = 9,2 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_{tw}(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$).

Zadanie 2

W bieżącym roku obchodzimy 270 rocznice narodzin Alessandro Volty – włoskiego fizyka i wynalazcy, konstruktora ogniwo elektrochemicznych. Klasyczne ogniwo Volty składa się z blaszek cynkowej i miedzianej, zanurzonych w roztworze elektrolitu, na przykład kwasu siarkowego(VI). Zbudowano zestaw złożony z ogniwa Volty oraz zaopatrzonego w elektrody platynowe elektrolizera, wypełnionego roztworem azotanu(V) srebra. Po 1 h trwania elektrolizy stwierdzono, że na elektrodzie wydzieliło się 1,2873 g metalicznego srebra (wydajność procesu wynosi 100%). W tym samym czasie masa blaszki cynkowej zmniejszyła się o 0,6647 g.

- a. Zapisz równania reakcji zachodzących na elektrodach ogniwa i elektrolizera;
- b. Oblicz średnie natężenie prądu płynącego w obwodzie;
- c. Oblicz, jaki procent cynku uległ korozji chemicznej.

Zadanie 3

Chloran(I) wapnia jest wykorzystywany m.in. do sporządzania roztworów dezynfekcyjnych do basenów i do wybielania tkanin. Techniczny produkt jest mieszaniną chloranu(I) wapnia i chlorku wapnia, zawierającą kilka procent wody.

- a. Zaproponuj dowolną metodę otrzymywania chloranu(I) wapnia wykorzystując chlorek sodu jako źródło atomów chloru.
- b. W celu ustalenia składu technicznego chloranu(I) wapnia 1,0000 g produktu rozpuszczono w wodzie, uzyskując 100 cm³ roztworu. 10 cm³ tak przygotowanego roztworu przeniesiono do kolby, a następnie dodano nadmiar jodku potasu. Wydzielony jod odmiareczkowano za pomocą roztworu arsenianu(III) sodu o stężeniu 0,02 M, zużywając 44,6 cm³ titranta. Do kolejnych 10 cm³ roztworu dodano nadmiar roztworu kwasu szczawowego (kwasu etanodiowego). Wytrącony osad odsączono, przemyto małą ilością wody i wysuszono, otrzymując 93,0 mg monowodnego szczawianu wapnia. Podaj procentowy skład technicznego chloranu(I) wapnia.
- c. Stężenie chloranu(I) wapnia w roztworze wybielającym musi wynosić 0,3%. Ile technicznego produktu (o składzie obliczonym w punkcie b) należy użyć, aby otrzymać 3 m³ roztworu ($d = 1 \text{ g/cm}^3$).

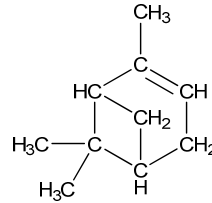
Zadanie 4

Właściwości chemiczne substancji stosowanych w laboratorium wymuszają często na prowadzącym doświadczenia określone postępowanie. Wyjaśnij dlaczego (swoje rozumowanie poprzyj równaniami reakcji):

- a. Stapianie ze stałym NaOH prowadzi się w naczyniach srebrnych lub niklowych nie zaś w porcelanowych?
- b. Roztwory fluorowodoru przechowuje się w butelkach z polietylenu lub polipropylenu a nie w szklanych?
- c. Benzaldehyd (aldehyd benzoesowy) destyluje się każdorazowo przed użyciem?
- d. Roztwory azotanu(V) srebra przechowuje się w naczyniach z ciemnego szkła?
- e. Czerwony fosfor przed użyciem przemywa się wodą destylowaną (a następnie suszy)?
- f. Miano (stężenie) roztworów manganianu(VII) potasu ustala się przed każdym ich użyciem do celów analitycznych?
- g. Przy sporządzaniu wodnych roztworów azotanu(V) rtęci(II) do mieszaniny dodaje się niewielką ilość kwasu azotowego(V)?
- h. Cyjanku potasu nie dodaje się do roztworów kwaśnych?

Zadanie 5

α -Pinen jest głównym składnikiem terpentyny – uzyskiwanego na drodze ekstrakcji bądź destylacji z parą wodną olejku eterycznego różnych gatunków sosen i innych drzew iglastych. Jest przedstawicielem dużej grupy związków pochodzenia naturalnego – terpenów.



- Ile chiralnych atomów posiada α -pinen? Ile istnieje stereoizomerów α -pinenu – narysuj ich wzory.
- Chlorowódor ulega addycji do α -pinenu, tworząc ciekły produkt **A**, zawierający 33,9% chloru. Gęstość par tego związku wynosi $6,217 \text{ g/dm}^3$ ($T = 410 \text{ K}$, $p = 101,3 \text{ kPa}$). Ten sam produkt powstaje w wyniku reakcji chlorowodoru z innym węglowodorem z grupy terpenów – limonenem (1-metylo-4-(1-metyloetenilo)-1-cykloheksenem). Ustal wzór strukturalny związku **A** oraz wytłumacz obserwowaną w tej reakcji reaktywność α -pinenu. Narysuj wzór limonenu.
- Pary α -pinenu przepuszczono nad rozdrobnioną platyną. Z produktów tej reakcji wyizolowano dwa izomeryczne węglowodory **B** i **C**. W wyniku spalenia 1 g **B** otrzymano 0,9388 g wody i 1670 cm^3 tlenku węgla(IV) (warunki normalne). Roztwór **B** o stężeniu 10% jest jednocześnie roztworem 0,5985 M ($d = 0,802 \text{ g/cm}^3$). Związek **B** nie reaguje z bromem w ciemności, łatwo ulega natomiast fotobromowaniu. W wyniku tej reakcji powstają trzy izomeryczne monobromopochodne (**D**, **E**, **F**), przy czym jedna w zdecydowanym nadmiarze. Taką samą reaktywność wykazuje izomer **C** (produkty jego fotobromowania mają jednak inną strukturę). Utlenianie **B** (oraz **C**) za pomocą manganianu(VII) potasu prowadzi do powstania izomerycznych kwasów dikarboksylowych (**G** i **H**). Kwas powstały z izomeru **B** służy do produkcji polimerów (PET). Związek **H** tworzy cykliczny bezwodnik. Narysuj wzory związków **B-H**. Której monobromopochodnej powstanie najmniej, a która będzie głównym produktem fotobromowania?

Zadanie 6

Oliwa z oliwek jest jednym z najczęściej fałszowanych produktów spożywczych. Proceder ten polega bądź na jej mieszaniu z innymi, mniej szlachetnymi tłuszczami roślinnymi (na przykład olejem słonecznikowym lub z pestek winogron), bądź na sprzedaży gorszych gatunkowo odmian oliwy z oliwek jako tzw. oliwy *extra vergin*. Odmiana *extra vergin* otrzymywana jest na drodze jednokrotnego tłoczenia owoców oliwek na zimno. Z kolei olej z wycłoczyn uzyskuje się z odpadów po produkcji oliwy *extra vergin*. Otrzymuje się go na drodze tłoczenia w wysokiej temperaturze bądź ekstrakcji rozpuszczalnikami (na przykład heksanem). Obok różnic organoleptycznych, produkty te cechuje odmienny skład i parametry chemiczne (Tabela 1).

Tabela 1. Przykładowy skład różnych gatunków oleju z oliwek

	Oliwa <i>extra vergin</i>	Olej z wycłoczyn oliwek
kwasy palmitynowy	10%	10%
kwasy stearynowy	2%	3%
kwasy oleinowy	62%	71%
kwasy linolowy (kwasy <i>cis,cis</i> -9,12-oktadekadienowy)	14%	5,8%
kwasy linolenowy (kwasy <i>cis,cis,cis</i> -9,12,15-oktadekatrienowy)	2%	0,4%

Jednym z parametrów charakteryzujących tłuszcze jest tak zwana liczba jodowa, wyrażana jako ilość moli (lub gramów) jodu, reagującą ze 100 g badanego tłuszczu. Dla pewnej próbki oliwy wyznaczono liczbę jodową na wynoszącą 87 g I₂ na 100 g próbki. Czy analizowany tłuszcz odpowiada składowi oliwy *extra vergin*, czy oleju z wycłoczyn? Odpowiedź poprzyj odpowiednimi obliczeniami.

Punktacja:

Zadanie 1	58 pkt.
Zadanie 2	20 pkt.
Zadanie 3	25 pkt.
Zadanie 4	40 pkt.
Zadanie 5	65 pkt.
Zadanie 6	15 pkt.
Łącznie	223 pkt.

Czas trwania zawodów: 180 min.**UWAGA: Masy atomowe należy zaokrąglić do pierwszego miejsca po przecinku!**

H 1,008																	He 4,003
Li 6,941	Be 9,012											B 10,811	C 12,011	N 14,067	O 15,999	F 18,998	Ne 20,180
Na 22,990	Mg 24,305											Al 26,982	Si 28,086	P 30,974	S 32,066	Cl 35,453	Ar 39,948
K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,867	V 50,941	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,845	Co 58,933	Ni 58,693	Cu 63,546	Zn 65,39	Ga 69,723	Ge 72,61	As 74,922	Se 78,96	Br 79,904	Kr 83,80
Rb 85,468	Sr 87,62	Y 88,906	Zr 91,224	Nb 92,906	Mo 95,94	Tc 98,906	Ru 101,07	Rh 102,905	Pd 106,42	Ag 107,868	Cd 112,411	In 114,818	Sn 118,710	Sb 121,760	Te 127,60	I 126,904	Xe 131,29
Cs 132,905	Ba 137,327	La 138,906	Hf 178,49	Ta 180,948	W 183,84	Re 186,207	Os 190,23	Ir 192,217	Pt 195,078	Au 196,967	Hg 200,59	Tl 204,383	Pb 207,2	Bi 208,980	Po 208,982	At 209,987	Rn 222,018
Fr 223,020	Ra 226,025	Ac 227,028															

Lantanowce

Ce 140,116	Pr 140,908	Nd 144,24	Pm 146,915	Sm 150,36	Eu 151,964	Gd 157,25	Tb 158,925	Dy 162,50	Ho 164,930	Er 167,26	Tm 168,934	Yb 173,04	Lu 174,967
Th 232,038	Pa 231,036	U 238,029	Np 237,048	Pu 244,064	Am 243,061	Cm 247,070	Bk 247,070	Cf 251,080	Es 252,083	Fm 257,095	Md 258,098	No 259,101	Lr 260,105

Aktynowce