



## XXI Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

### Etap II

#### Zadanie 1

Figury Widmanstättena to wzory widoczne na przekroju poprzecznym meteorytów żelaznych należące do typu oktaedrytów. Aby je ujawnić, wypolerowaną płytkę meteorytu poddaje się działaniu alkoholowego roztworu kwasu azotowego(V). Stosowany roztwór trawiący zawiera 14,8% kwasu azotowego(V), 78,2% etanolu i wodę. Jakie objętości bezwodnego etanolu ( $d = 0,785 \text{ g cm}^{-3}$ ), 75% kwasu azotowego ( $d = 1,434 \text{ g cm}^{-3}$ ) i wody zmieszasz, aby otrzymać 100 g potrzebnej mieszaniny?

#### Zadanie 2

Hiperoksaluria to stan chorobowy, objawiający się wydalaniem z moczem nadmiernych ilości kwasu szczawiowego (kwasu etanodiowego). Przyczyny mogą mieć charakter pierwotny (defekt genetyczny) bądź wtórny (choroby jelit, zaburzenia flory bakteryjnej, nadmierna podaż kwasu szczawiowego w pokarmie). Najpoważniejszą konsekwencją hiperoksalurii jest kamica moczowa, polegająca na powstawaniu złożeń w drogach moczowych. Dobowe wydalanie kwasu szczawiowego u pewnego pacjenta wynosi 65 mg/dobę, natomiast wydzielenie moczu –  $1,85 \text{ dm}^3/\text{dobę}$ . Średnie stężenie jonów wapnia w moczu chorego wynosi  $4,8 \text{ mmol dm}^{-3}$ . Oblicz masę diwodnego szczawianu wapnia, który w podanym przypadku będzie wydalany w formie stałej (bądź będzie się odkładał w drogach moczowych) w ciągu doby. Rozpuszczalność tej soli w moczu w temperaturze  $37^\circ\text{C}$  wynosi 23 mg diwodnego szczawianu wapnia w litrze.

#### Zadanie 3

Bezbarwny i bezwonny gaz **A** powstaje w wyniku termicznego rozkładu azotanu(V) amonu. Gęstość tego gazu wynosi  $0,001937 \text{ g cm}^{-3}$  ( $1000 \text{ hPa}$ ,  $0^\circ\text{C}$ ).

1. Ustal wzór i podaj nazwę związku **A**.
2. Zapisz równanie zachodzącej reakcji.
3. Podaj trzy zastosowania związku **A**.
4. W celu ustalenia rozpuszczalności **A** w tkance mózgowej szczurowi podawano do oddychania mieszanę, zawierającą 30%  $\text{O}_2$  i 70% **A** (% objętościowy). Użyty w doświadczeniu **A** był znakowany izotopowo - zawierał domieszkę cząsteczek **A** z wbudowanym atomem  $^{15}\text{O}$ . Izotop ten jest  $\beta^+$  promieniotwórczy. Ułamek molowy **A** znakowanego do nieznakowanego wynosił  $10^{-8}$ . Po osiągnięciu stanu równowagi stwierdzono aktywność tkanki mózgowej szczura wynoszącą  $6,9 \times 10^6$  rozpadów promieniotwórczych na 1 g w czasie 1 s. Oblicz zawartość **A** w tkance nerwowej. Wynik wyraż w % wagowych. Gęstość tkanki nerwowej wynosi  $0,99 \text{ g cm}^{-3}$ . Czas połowicznego rozpadu izotopu  $^{15}\text{O}$  wynosi 122,2 min.

**Zadanie 4**

Jednym z ważniejszych czynników gwarantujących sukces w pracy eksperymentalnej jest czystość szkła laboratoryjnego. Niestety, w czasie wielu doświadczeń na ściankach naczyń pojawiają się osady niemożliwe do usunięcia przy pomocy wody, detergentów i środków mechanicznych. W takich przypadkach można zastosować sposoby chemiczne. Zaproponuj, jak ze szkła laboratoryjnego usuniesz (zapisz równania zachodzących reakcji):

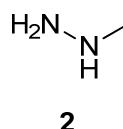
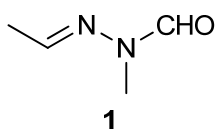
- kamień kotłowy
- lustro srebrne
- osad chlorku srebra
- osad tlenku manganu(IV)
- osad węgla aktywnego

**Zadanie 5**

Reakcja bromowania pierścienia aromatycznego toluenu jest znanym procesem, zachodzącym bez dostępu światła w obecności kwasu Lewisa jako katalizatora. Prace badawcze z ostatnich kilkunastu lat wykazały, iż proces ten zachodzi również bez udziału katalizatora, po zmieszaniu bromu i toluenu w czterochlorku węgla (tetrachlorometanie). Ponadto, jeżeli pierwsza faza reakcji prowadzona jest w obniżonej temperaturze (około  $-80^{\circ}\text{C}$ ) możliwe jest wyizolowanie stabilnego produktu pośredniego **X** w postaci pomarańczowych kryształów, które podczas podnoszenia temperatury stopniowo przekształcają się w produkty reakcji bromowania, wydzielając przy tym bezbarwny gaz o charakterystycznym, drażniącym zapachu, dymiący na powietrzu, dobrze rozpuszczalny w wodzie z wytworzeniem roztworu o odczynie kwaśnym. W celu ustalenia składu produktu pośredniego **X** wyizolowano 10 g kryształów, po czym umieszczono je w kolbie i poddano powolnemu rozkładowi, a wydzielający się gaz wprowadzono do roztworu azotan(V) srebra. Podczas wprowadzania gazu do tego roztworu następuje wytrącanie osadu. Po odsączeniu i wysuszeniu uzyskano 7,4551 g białej, ciemniejącej na świetle substancji. Pozostała w kolbie ciecz (6,7871 g) była mieszaniną dwóch związków organicznych, które po rozdzieleniu poddano analizie elementarnej stwierdzając, iż zawartość węgla i wodoru w obu substancjach jest równa i wynosi odpowiednio 49,15% i 4,10% masy. Podaj wzór sumaryczny produktu pośredniego **X**, oraz zaproponuj jakie typy wiązań występują w tym związku. Narysuj i nazwij produkty organiczne otrzymane w wyniku opisywanej procedury. Zapisz równania reakcji, o których mowa w zadaniu.

**Zadanie 6**

Hydrazyna to związek nieorganiczny azotu i wodoru, w którym występuje wiązanie N-N. Posiada silne właściwości redukujące, dzięki czemu znajduje szereg zastosowań, na przykład jako składnik paliwa raketowego, czy do napędzania okrętów podwodnych, ale także jako odczynnik w syntezie organicznej czy sekwencjonowaniu DNA. Niestety jej właściwości powodują również, iż jest wybuchowa w kontakcie z utleniaczami, ma właściwości żrące, a przy długotrwałej ekspozycji również rakotwórcze. W większych stężeniach wykazuje silną toksyczność. Pochodne hydrazyny występują w naturze. Wiosenny grzyb – piestrzenica kasztanowata (*Gyromitra esculenta*) zawiera silnie toksyczny składnik, gyromitrynę (**1**). Związek ten jest lotny z parą wodną. Znanе są przypadki zatrucia związane zarówno ze spożyciem owocników piestrzenicy, jak i z wdychaniem oparów ulatniających się z garnka podczas przygotowywania potraw z tego grzyba. Gyromitryna hydrolizuje z wytworzeniem metylohydrazyny (**2**). Aby oznaczyć zawartość gyromitryny w owocnikach piestrzenicy kasztanowatej, 100 g grzybów poddano destylacji z parą wodną. Obecną w destylacie toksynę zhydrolizowano. Powstałą metylohydrazynę miareczkowano za pomocą roztworu bromianu(I) sodu o stężeniu  $0,15867 \text{ mol dm}^{-3}$ . Zużyto  $30,2 \text{ cm}^3$  roztworu bromianu(I). Oblicz zawartość gyromitryny w owocnikach piestrzenicy. W reakcji metylohydrazyny z jonami bromianowymi(I) powstają jony bromkowe, tlenek węgla(II), woda i azot. Zapisz równania reakcji, o których mowa w treści zadania.



**Zadane 7**

Gaz koksowniczy jest mieszaniną otrzymywaną przez wygrzewanie węgla kamiennego bez dostępu powietrza. W skład gazu koksowniczego wchodzi wodór, metan, tlenek węgla(II), azot i tlenek węgla(IV). Aby ustalić skład gazu koksowniczego przeprowadzono następujące testy:

- 1 dm<sup>3</sup> badanej mieszaniny gazowej przepuszczono przez 100 cm<sup>3</sup> wody. pH tak uzyskanego roztworu wynosi 4,142.
  - 1 dm<sup>3</sup> mieszaniny gazowej spalono w nadmiarze tlenu. Po ochłodzeniu spalin do temperatury 298 K i wykropleniu wody stwierdzono, że w wyniku spalania wydzielilo się 16,683 kJ ciepła.
  - W wyniku spalania 1 dm<sup>3</sup> gazu koksowniczego powstało 0,7727 g wody. Spaliny przepuszczono przez wodny roztwór wodorotlenku baru. W wyniku reakcji wytrąciło się 3,0659 g osadu.
1. Oblicz skład gazu koksowniczego. Wyniki podaj jako % objętościowy i % wagowy.
  2. W skład gazu koksowniczego wchodzi często niewielkie ilości siarkowodoru. Zaproponuj test chemiczny, pozwalający wykryć jego obecność w mieszaninie.
  3. Produktem ubocznym produkcji gazu koksowniczego jest smoła pogazowa. Stanowi ona mieszaninę ponad 300 związków chemicznych. W jej skład wchodzi między innymi wielopierścieniowe związki aromatyczne (WWA). Podaj trzy przykłady (nazwę i wzór strukturalny) przedstawicieli WWA. Dlaczego ich obecność w produktach przemysłowych i środowisku jest niepożądana?

Wartości stałych dysocjacji kwasu węglowego:  $pK_{a1} = 6,37$ ;  $pK_{a2} = 10,25$ .

Standardowe entalpie tworzenia:  $\Delta H_{tw}(H_2O) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_{tw}(CO_2) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_{tw}(CH_4) = -74,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_{tw}(CO) = -110,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

Wszystkie wartości podane w zadaniu dotyczą temperatury standardowej (298 K) i ciśnienia normalnego (1013 hPa).

**Punktacja:**

<b>Zadanie 1</b>	<b>15 pkt.</b>
<b>Zadanie 2</b>	<b>20 pkt.</b>
<b>Zadanie 3</b>	<b>30 pkt.</b>
<b>Zadanie 4</b>	<b>25 pkt.</b>
<b>Zadanie 5</b>	<b>30 pkt.</b>
<b>Zadanie 6</b>	<b>20 pkt.</b>
<b>Zadanie 7</b>	<b>45 pkt.</b>
<b>Łącznie</b>	<b>185 pkt.</b>

**Czas trwania zawodów: 180 min.**

**UWAGA: Masy atomowe należy zaokrąglić do pierwszego miejsca po przecinku!**

Poznań, 5.12.2015

<b>H</b> 1,008																	<b>He</b> 4,003
<b>Li</b> 6,941	<b>Be</b> 9,012											<b>B</b> 10,811	<b>C</b> 12,011	<b>N</b> 14,007	<b>O</b> 15,999	<b>F</b> 18,998	<b>Ne</b> 20,180
<b>Na</b> 22,990	<b>Mg</b> 24,305											<b>Al</b> 26,982	<b>Si</b> 28,086	<b>P</b> 30,974	<b>S</b> 32,066	<b>Cl</b> 35,453	<b>Ar</b> 39,948
<b>K</b> 39,098	<b>Ca</b> 40,078	<b>Sc</b> 44,956	<b>Ti</b> 47,867	<b>V</b> 50,941	<b>Cr</b> 51,996	<b>Mn</b> 54,938	<b>Fe</b> 55,845	<b>Co</b> 58,933	<b>Ni</b> 58,693	<b>Cu</b> 63,546	<b>Zn</b> 65,39	<b>Ga</b> 69,723	<b>Ge</b> 72,61	<b>As</b> 74,922	<b>Se</b> 78,96	<b>Br</b> 79,904	<b>Kr</b> 83,80
<b>Rb</b> 85,468	<b>Sr</b> 87,62	<b>Y</b> 88,906	<b>Zr</b> 91,224	<b>Nb</b> 92,906	<b>Mo</b> 95,94	<b>Tc</b> 98,906	<b>Ru</b> 101,07	<b>Rh</b> 102,905	<b>Pd</b> 106,42	<b>Ag</b> 107,868	<b>Cd</b> 112,411	<b>In</b> 114,818	<b>Sn</b> 118,710	<b>Sb</b> 121,760	<b>Te</b> 127,60	<b>I</b> 126,904	<b>Xe</b> 131,29
<b>Cs</b> 132,905	<b>Ba</b> 137,327	<b>La</b> 138,906	<b>Hf</b> 178,49	<b>Ta</b> 180,948	<b>W</b> 183,84	<b>Re</b> 186,207	<b>Os</b> 190,23	<b>Ir</b> 192,217	<b>Pt</b> 195,078	<b>Au</b> 196,967	<b>Hg</b> 200,59	<b>Tl</b> 204,383	<b>Pb</b> 207,2	<b>Bi</b> 208,980	<b>Po</b> 208,982	<b>At</b> 209,987	<b>Rn</b> 222,018
<b>Fr</b> 223,020	<b>Ra</b> 226,025	<b>Ac</b> 227,028															

**Lantanowce**

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

**Aktynowce**