

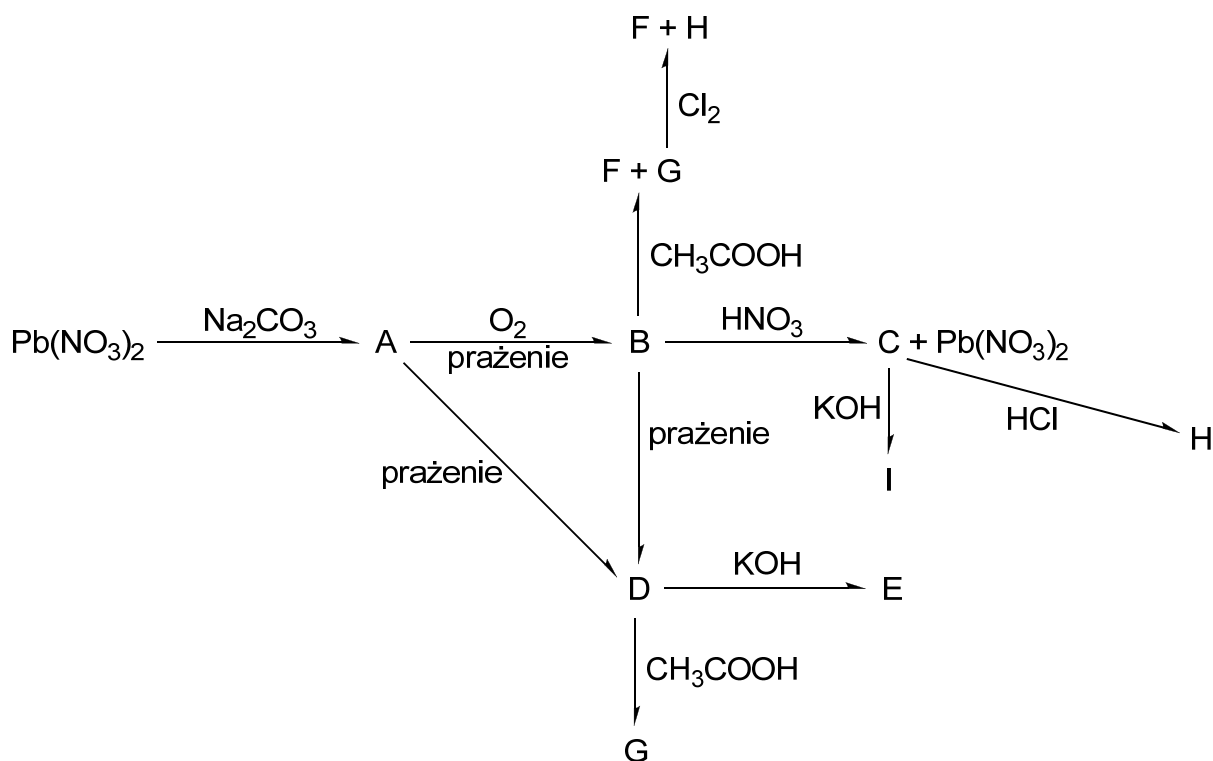


## XXII Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

### Etap II

#### Zadanie 1

Związki A-I zawierają ołów (na schemacie pominięto produkty nie zawierające tego pierwiastka). Wszystkie reakcje (poza prażeniem) zachodzą w środowisku wodnym lub w obecności wody. Ustal wzory sumaryczne i podaj nazwy systematyczne związków A-I. Zapisz równania reakcji zaznaczonych na schemacie.



- Związek A to bezpostaciowy, bezbarwny, nierozpuszczalny w wodzie proszek.
- Związek B ma postać pomarańczowo-czerwonego, nierozpuszczalnego w wodzie proszku, zawierającego 90,7% ołowiu i 9,3% tlenu.
- Związek C to brunatny, nierozpuszczalny w wodzie proszek o masie molowej  $239,2 \text{ g} \times \text{mol}^{-1}$ . Ma właściwości utleniające oraz charakter amfoteryczny (z wyraźną przewagą właściwości kwasowych).
- Związek D ma postać żółtego, nierozpuszczalnego w wodzie proszku.
- Związki E, F, G i I są bezbarwnymi substancjami rozpuszczalnymi w wodzie, łatwo ulegającymi hydrolizie (w szczególności związek F).
- Związek H jest białą, słabo rozpuszczalną w wodzie substancją.

## Zadanie 2

Tryt jest izotopem  $\beta$  promieniotwórczym o czasie połowicznego zaniku wynoszącym 12,33 lat. Znajduje zastosowanie jako znacznik izotopowy w badaniach chemicznych i biochemicznych, w datowaniu oraz w radioizotopowych źródłach światła. Tzw. *tritium vials* mają postać wypełnionych trytem rurek szklanych, o wewnętrznych ściankach pokrytych luminoforem (np.: aktywowanym siarczkiem cynku). Stosuje się je w zegarkach, celownikach, breloczkach, oznakowaniu ewakuacyjnym etc. Początkowa ilość trytu w rurce wynosiła 67 GBq (1 Bq odpowiada zawartości substancji promieniotwórczej, wykazującej 1 rozpad w ciągu 1 s). Oblicz ile moli trytu znajdowało się początkowo w źródle światła. Zapisz równanie rozpadu jądra trytu.

## Zadanie 3

Sześciowodny azotan(V) kobaltu(II) tworzy silnie higroskopijne, ciemnoróżowe kryształy. Przechowywany w nieuszczelnym pojemniku rozpuszcza się w pochłanianej wodzie, tworząc różowoczerwoną ciecz. W laboratorium znajdował się niedomknięty słoik, zawierający 400 g sześciowodnego azotanu(V) kobaltu(II). Po pewnym czasie stwierdzono, że zamiast kryształów w naczyniu znajduje się syropowata ciecz. W celu ustalenia stężenia pobrano 1,00 g roztworu, rozcieńczono wodą i dodano nadmiar wodorofosforanu(V) amonu. Wytrącony osad jednowodnego fosforanu(V) kobaltu(II) i amonu (jednowodnego fosforanu(V) kobaltowo-amonowego) wysuszono i wyprażono, uzyskując 0,3345 g difosforanu(V) kobaltu(II) (pirofosforanu(V) kobaltu(II)). Kwas difosforowy(V) ma wzór  $H_4P_2O_7$ .

- Oblicz, ile wody pochłonęła substancja znajdująca się w niezamkniętym słoiku.
- Zapisz równania reakcji, o których mowa w treści zadania.

## Zadanie 4

Do roztworu fenolu dodano równomolową ilość wodorotlenku sodu oraz bromek allilu (3-bromopropen). Po reakcji wydzielono produkt **A** o składzie 80,56% C, 7,51% H i 11,92% O. Po ogrzaniu produktu do około 200°C otrzymano związek **B**, będący izomerem związku **A**. Stwierdzono, że 1,0000 g związku **B** reaguje z 0,4183 g wodorotlenku potasu. 1 mol związku **B** reaguje w ciemności z 1 molem  $Br_2$ , tworząc dibromopochodną **C**, będącą mieszaniną dwóch enancjomerów. W wyniku łagodnego uwodornienia **B** powstaje związek **D** o masie molowej  $136,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Nitrowanie **D** prowadzi do powstania mieszaniny czterech mononitropochodnych, przy czym dwa izomery (**E** i **F**) powstają w zdecydowanej przewadze. Związek **E** ma intensywne, żółtopomarańczowe zabarwienie, związek **F** jest białokremowy.

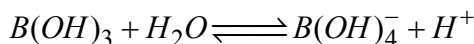
- Narysuj wzory związków **A-F**.
- Która z izomerycznych nitropochodnych, **E** czy **F**, będzie miała niższą temperaturę topnienia. Uzasadnij odpowiedź.
- Narysuj enancjomery związku **C**, określ ich konfigurację absolutną.
- Zaproponuj syntezę 3-bromopropenu z substancji nieorganicznych.

## Zadanie 5

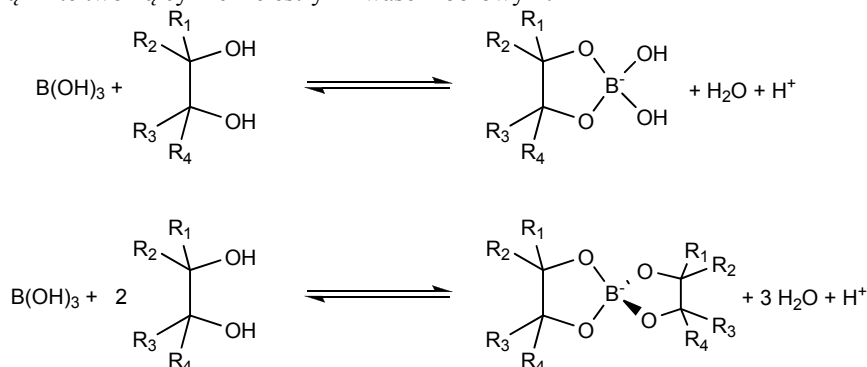
W ostatnich latach przepisy mające na celu zwiększenie oszczędności energii elektrycznej zabroniły stosowania klasycznych, inkandescencyjnych (żarowych) źródeł światła. W zamian zalecono używanie szeregu energooszczędnych rozwiązań, a wśród nich również świetlówek jarzeniowych. Urządzenie takie zbudowane jest z rurki szklanej pokrytej od wewnątrz luminoforem i wypełnionej mieszaniną par rtęci i argonu pod zmniejszonym ciśnieniem. W celu oznaczenia zawartości rtęci w świetlówce dokonano otwarcia komory jarzeniowej w kontrolowanych warunkach rozpuszczając rtęć w  $10 \text{ cm}^3$  rozcieńzonego kwasu azotowego(V). Otrzymany roztwór miareczkowano mianowanym roztworem chlorku sodu zużywając  $13,4 \text{ cm}^3$  titranta. Oblicz zawartość rtęci w badanym urządzeniu, jeżeli roztwór miareczkujący otrzymano poprzez rozpuszczenie  $0,4353 \text{ g}$  odczynnika w  $1 \text{ dm}^3$  wody. Zapisz równania reakcji, o których mowa w zadaniu, a wynik obliczeń wyraż w mg.

**Zadanie 6**

Kwas borowy jest bardzo słabym kwasem. W roztworach wodnych nie zachowuje się jak kwas Brønsteda (nie jest donorem jonu  $H^+$ ), lecz jak kwas Lewisa (jest akceptorem jonów  $OH^-$ ). Wykładnik stałej równowagi reakcji:



wynosi  $pK_a = 9,24$ . Zastosowanie zwykłego miareczkowania alkacymetrycznego (reakcji próbki z roztworem zasady o znanym stężeniu, wobec wskaźnika) w celu oznaczenia zawartości kwasu borowego w roztworach wodnych jest utrudnione, ze względu na tendencję do tworzenia anionów polimerycznych oraz niewielką zmianę  $pH$  w okolicy punktu równoważnikowego miareczkowania. Dlatego, przy oznaczaniu kwasu borowego metodą miareczkową, do próbki dodaje się 20-krotny nadmiar alkoholu poliwdorotlenowego (na przykład gliceryny lub mannitolu). Związki te tworzą cykliczne estry z kwasem borowym:



W konsekwencji tych reakcji kwas borowy obecny w próbce zachowuje się podczas miareczkowania jak jednoprotonowy kwas o  $pK_a$  wynoszącym 4,20. Oblicz  $pH$  wodnego roztworu kwasu borowego o stężeniu 0,1 M oraz roztworu zawierającego 0,1 mola kwasu borowego oraz 2 mole gliceryny w 1 dm<sup>3</sup>.

**Zadanie 7**

Chromowanie jest jednym z szeroko stosowanych procesów galwanicznych wykorzystywanych do wytwarzania na elementach stalowych, i nie tylko, powłok o właściwościach antykorozyjnych, antyściernych, chroniących przed uszkodzeniami mechanicznymi itp. Proces chromowania elementów stalowych prowadzi się najczęściej metodami elektrolitycznymi umieszczając dany element w elektrolizerze zawierającym kąpiel chromującą, stanowiącą roztwór tlenku chromu(VI) ( $c \approx 2$  M) w kwasie siarkowym(VI) ( $c \approx 0,02$  M). Anodą jest elektroda wykonana z metalicznego chromu, natomiast katodą - powlekany element. Proces elektrolizy prowadzi się w różnych warunkach natężenia prądu, co znacząco wpływa na jakość uzyskanej powłoki. Oblicz wydajność procesu chromowania elektrolitycznego blachy stalowej o masie 10,0000 g, prowadzonego w czasie 20 minut przy natężeniu prądu wynoszącym 5 A, jeżeli masa pokrywanego elementu po zakończeniu procesu wynosiła 10,3772 g.

**Punktacja:**

<b>Zadanie 1</b>	<b>40 pkt.</b>	Uwaga: w pierwotnej wersji podano błędną ilość punktów za Zadanie 1 (38 pkt.)
<b>Zadanie 2</b>	<b>25 pkt.</b>	
<b>Zadanie 3</b>	<b>14 pkt.</b>	
<b>Zadanie 4</b>	<b>33 pkt.</b>	
<b>Zadanie 5</b>	<b>14 pkt.</b>	
<b>Zadanie 6</b>	<b>15 pkt.</b>	
<b>Zadanie 7</b>	<b>15 pkt.</b>	
<b>Łącznie</b>	<b>156 pkt.</b>	

**Czas trwania zawodów: 180 min.**

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

<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> 14,067	<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**

## TABELA ROZPUSZCZALNOŚCI

	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{Br}^-$	$\text{I}^-$	$\text{F}^-$	$\text{CN}^-$	$\text{SCN}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{OH}^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$(\text{COO})_2^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$
$\text{Na}^+$																		
$\text{K}^+$																		
$\text{NH}_4^+$																		
$\text{Mg}^{2+}$						C					B	B				B	A	
$\text{Ca}^{2+}$						D					A	B	C	A	A	B	C	
$\text{Ba}^{2+}$						D	A					B	B	D	C	B		A
$\text{Al}^{3+}$	H					A	H		H	H	B	H				C		
$\text{Cr}^{3+}$	H						H		H	H	B	H	A		B	C		
$\text{Zn}^{2+}$							B		C		B	B	B			B	B	B
$\text{Mn}^{2+}$							B		B		B	B	A			B	D	B
$\text{Co}^{2+}$							B		C		B	B	B		B	B	D	D
$\text{Fe}^{2+}$							B		B		B	B	B			B	D	D
$\text{Fe}^{3+}$	H						B		B	H	B	H	B			C		D
$\text{Ag}^+$	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	C	B	D	D
$\text{Pb}^{2+}$			A	C	C	B	B	A	C		B	B	B	B	B	B	A	B
$\text{Hg}_2^{2+}$	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	B	B		
$\text{Hg}^{2+}$			A	A	D				D		B	B	B		C	B	D	
$\text{Cu}^{2+}$						B	B	B	C		B	B	B			B		D
$\text{Bi}^{3+}$	H		H	H	B				C	H	B	H	B	H	B	C	D	D
$\text{Cd}^{2+}$							B	A	C		B	B	B		B	B	B	B
$\text{Sn}^{2+}$	H					B			B		B	B	B		B	B	D	D

A – trudno rozpuszczalny w wodzie

B – nierozpuszczalny w wodzie, rozpuszczalny w kwasach organicznych i nieorganicznych

C – nierozpuszczalny w wodzie i kwasach organicznych, rozpuszczalny w kwasach nieorganicznych

D – nierozpuszczalny w wodzie i kwasach

H – związek ulega hydrolizie

brak oznaczenia oznacza dobrą rozpuszczalność