



## XV Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

### Etap II

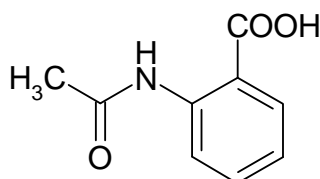
#### Zadanie 1.

Zaproponuj syntezę (podaj równania reakcji) następujących związków nieorganicznych korzystając wyłącznie z czystych pierwiastków (otrzymaj w ten sposób wszystkie potrzebne reagenty):

- węglan srebra(I)
- chromian(VI) cynku
- siarczan(VI) rubidu
- tlenek azotu(I) (podtlenek azotu)

#### Zadanie 2.

Kwas N-acetyloantranilowy (1) (kwas 2-acetamidobenzoesowy) wykazuje zdolność do silnej fraktoluminescencji – świecenia podczas kruszenia kryształów. Zaproponuj drogę syntezy kwasu N-acetyloantranilowego wyłącznie z substancji nieorganicznych.



kwas N-acetyloantranilowy

#### Zadanie 3.

Pod oznaczeniami A-E kryje się pięć popularnych substancji organicznych. Na podstawie zawartych informacji zidentyfikuj te związki, podaj ich nazwy systematyczne i wzory półstrukturalne.

- Związek A jest bezbarwną, palną cieczą o charakterystycznym zapachu. Otrzymywany jest w przemyśle petrochemicznym na drodze hydratacji etylenu lub w przemyśle fermentacyjnym, z sacharydów przy użyciu grzybów, głównie z gatunku *Saccharomyces cerevisiae*. Znajduje zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym, farmaceutycznym, paliwowym i wielu innych. Reaguje z sodem oraz kwaśnym roztworem chromianu(VI) potasu, ale nie ulega reakcji z wodorotlenkiem sodu. Wodne roztwory A mają odczyn obojętny.
- Związek B jest bezbarwną, palną cieczą o charakterystycznym zapachu. Dawniej otrzymywany był na drodze suchej destylacji octanów, na przykład octanu wapnia. Aktualnie produkowany jest głównie, wraz z fenolem, w tzw. procesie kumenowym, na drodze utleniania 2-propylobenzenu. W niewielkich ilościach powstaje w organizmach żywych. Znajduje zastosowanie jako rozpuszczalnik farb i lakierów (dawniej był składnikiem zmywacza do paznokci) oraz tworzyw sztucznych.

Porowaty materiał, nasączony **B**, zawarty w butlach stalowych służy do magazynowania acetylenu. Znajduje także zastosowanie w przemyśle chemicznym, do syntezy organicznych. Wymieszany z suchym lodem zapewnia stałą temperaturę, wynoszącą około  $-78^{\circ}\text{C}$ . Nie reaguje z kwaśnym roztworem chromianu(VI) potasu, reaguje z sodem oraz wodorem (w obecności katalizatora, np.: sproszkowanej platyny).

- C.** Związek **C** jest bezbarwną, palną cieczą o charakterystycznym zapachu. Do II wojny światowej otrzymywany był głównie w procesie koksowania węgla, z tzw. smoły pogazowej. Później głównym producentem **C** był przemysł petrochemiczny, gdzie związek ten otrzymywany był m. in. na drodze krakingu parowego czy reformingu lekkich frakcji ropy naftowej. W naturze powstaje rzadko, głównie jako produkt niepełnego spalania materii organicznej (np.: podczas pożarów lasów). Jest jednym z najważniejszych półproduktów w przemyśle organicznym, służy m. in. do otrzymywania wielu monomerów (np.: styrenu). Przez lata był ważnym, niepolarnym rozpuszczalnikiem. Ze względu na właściwości rakotwórcze, obserwowane przy chronicznej ekspozycji na **C**, został wycofany z wielu procesów i zastąpiony swoją mniej toksyczną monometylową pochodną. **C** pali się żółtym, kopczącym płomieniem. Bardzo słabo rozpuszcza się w wodzie. Jego roztworu mają odczyn obojętny. Nie reaguje z sodem, kwaśnym roztworem chromianu(VI) potasu, wodorotlenkiem sodu i kwasem solnym. Reaguje ze stężonym kwasem siarkowym(VI) oraz mieszaniną stężonego kwasu azotowego(V) i siarkowego(VI). Nie odbarwia wody bromowej ani roztworu manganianu(VII) potasu.
- D.** Związek **D** jest bezbarwną, palną cieczą o charakterystycznym zapachu. Przez tysiąclecia otrzymywany był w procesie fermentacji przy udziale bakterii (np.; *Acetobacter* sp. czy *Clostridium acetobutylicum*). Metoda ta stosowana jest do dziś, w produkcji **D** do zastosowań w przemyśle spożywczym. Do celów przemysłowych produkowany jest w procesie katalitycznym, z metanolu i tlenku węgla(II) w obecności jodkowych kompleksów metali szlachetnych (irydu, rodu, rutenu). Stosowany jest w przemyśle chemicznym do produkcji polimerów używanych w produkcji farb i klejów oraz do syntezy szeregu składników zapachowych dla potrzeb przemysłu perfumeryjnego i spożywczego. Bezwodny **D** krystalizuje w temperaturze około  $17^{\circ}\text{C}$ . Miesza się z wodą w każdym stosunku, jego roztwór barwi oranż metylowy na czerwono. Reaguje z sodem i wodorotlenkiem sodu. Nie reaguje z roztworami kwasów i kwaśnym roztworem chromianu(VI) potasu.
- E.** Związek **E** jest bezbarwną, palną cieczą o charakterystycznym zapachu. Powstaje podczas suchej destylacji węgla, skąd był kiedyś izolowany. Obecnie głównym źródłem **E** jest przemysł chemiczny – otrzymywany jest na przykład z etanal, metanal i amoniaku w tzw. reakcji Cziczibabina. Pochodne **E** stanowią ważną grupę związków naturalnych, zalicza się tu np.: witaminę PP i nikotynę. **E** stanowi ważny półprodukt przemysłu chemicznego, znajduje zastosowanie w syntezie leków, barwników czy środków ochrony roślin. Jest doskonałym rozpuszczalnikiem, miesza się zarówno z wodą jak i heksanem. Wodne roztwory **E** mają odczyn zasadowy. Związek ten reaguje z roztworami kwasów, tworząc krystaliczne pochodne. Tworzy kompleksy z wieloma metalami bloku *d* i *f*. Nie reaguje z wodnym roztworem manganianu(VII) potasu.

**Zadanie 4.**

Płynny nawóz do kukurydzy zawiera, jako jeden ze składników, jony magnezu. W ogólnie przyjętej w agrochemii notacji zawartość tego pierwiastka w nawozach podaje się w % wagowych MgO. Zawartość tego składnika w interesującym nas nawozie wynosi 0,99 %. Wiedząc, że na 1 ha uprawy kukurydzy potrzebne jest 330 l tego nawozu (o gęstości  $1,26 \text{ g/cm}^3$ ) oblicz, ile sześciowodnego azotanu(V) magnezu potrzeba, aby uzyskać nawóz dla 50 ha gospodarstwa uprawiającego kukurydzę.

**Zadanie 5.**

Mosiądz ołowiowy to ważny stop, złożony z miedzi, cynku i ołowiu, znajdujący zastosowanie w produkcji armatury hydraulicznej oraz elementów łożysk. Cechuje się korzystnymi właściwościami mechanicznymi i odpornością chemiczną. Celem analizy składu próbki tego stopu, kawałek metalu o masie 1,0000 g rozpuszczono w nadmiarze kwasu azotowego(V). Nieprzereagowany kwas odparowano, a krystaliczną pozostałość rozpuszczono w wodzie. Do tak otrzymanej próbki wprowadzono nadmiar siarczanu(VI) sodu. Wytrącony biały osad odsączono, wysuszono i zważono uzyskując wynik 0,2300 g. Do uzyskanego wcześniej przesączu wsypano 5,0000 g metalicznego cynku. Po zakończeniu reakcji osad, po przemyciu i wysuszeniu, miał masę 5,0100 g. Oblicz skład procentowy badanego stopu. Zapisz równania zachodzących reakcji.

**Zadanie 6.**

W elektrolizerze zaopatrzonym w katodę ręciową i anodę platynową znajduje się  $1 \text{ dm}^3$  wodnego roztworu chloranu(VII) sodu o  $\text{pH} = 7$ . Przez elektrolizer przepuszczono prąd elektryczny. Po pewnym czasie stwierdzono, że odczyn roztworu uległ zmianie i wynosi 5 jednostek pH. Zakładając, że wydajność prądowa procesu wynosi 80% oblicz, jak długo trwała elektroliza, jeśli natężenie prądu wynosiło 0,1 A. Zaniedbaj wpływ siły jonowej na pH oraz przyjmij, że produkt reakcji katodowej nie reagował ze składnikami roztworu.

**Zadanie 7.**

Materiały humusowe (HM) to złożone, polimeryczne substancje organiczne, powstające podczas rozkładu materii organicznej. W zależności od wielkości cząsteczek występować mogą bądź jako frakcja nierozpuszczalna (humina) bądź rozpuszczalna (kwasy huminowe i fulwinowe). Obecność licznych grup donorowych (karboksylanowych, hydroksylowych, ketonowych) powoduje, iż wykazują one zdolność do tworzenia trwałych kompleksów z wieloma jonami metali. W efekcie związki te są odpowiedzialne za magazynowanie i transport szeregu jonów metali ciężkich (zarówno naturalnego jak i antropogenicznego pochodzenia) w hydrosferze. Przyjmuje się, że zdolność wiązania jonów dwuwartościowych wynosi ok.  $5 \text{ mmol M}^{2+}$  na 1 g kwasu huminowego/fulwinowego ( $5 \text{ mmol}$  miejsc wiązania na 1 g HM). Oblicz procent wolnych jonów  $\text{Ni}^{2+}$  w wodzie, zanieczyszczonej ściekami z galwanizerni, zawierającej  $85 \text{ }\mu\text{g}$  niklu w  $1 \text{ dm}^3$  oraz  $8 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  kwasów humusowych. Stała trwałości kompleksu  $\text{Ni}^{2+}$  z kwasem humusowym wynosi  $1,6\cdot 10^4 \text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$  (ze względu na złożoną i nie do końca ustaloną strukturę kwasów huminowych i fulwinowych wartość ta dotyczy każdego miejsca wiązania; rozpatrywane są one niezależnie, jako osobne molekuly tworzące kompleksy o stechiometrii 1:1). Gęstość zanieczyszczonej wody przyjmij za równą  $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

**Punktacja:**

**Zadanie 1**      8 pkt.

**Zadanie 2**      10 pkt.

**Zadanie 3**      5 pkt.

**Zadanie 4**      4 pkt.

**Zadanie 5**      6 pkt.

**Zadanie 6**      5 pkt.

**Zadanie 7**      5 pkt.

---

**Łącznie**      43 pkt.

**Czas trwania zawodów: 150 min.**

<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 substancji nieorganicznych w wodzie*

	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	SCN <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	(COO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup>	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup>
Na <sup>+</sup>																		
K <sup>+</sup>																		
Rb <sup>+</sup>																		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>																		
Mg <sup>2+</sup>						C					B	B				B	A	
Ca <sup>2+</sup>						D					A	B	C	A	A	B	C	
Ba <sup>2+</sup>						D	A					B	B	D	C	B		A
Al <sup>3+</sup>	H					A	H		H	H	B	H				C		
Cr <sup>3+</sup>	H						H		H	H	B	H	A		B	C		
Zn <sup>2+</sup>							B		C		B	B	B			B	B	B
Mn <sup>2+</sup>							B		B		B	B	A			B	D	B
Co <sup>2+</sup>							B		C		B	B	B		B	B	D	D
Fe <sup>2+</sup>							B		B		B	B	B			B	D	D
Fe <sup>3+</sup>	H						B		B	H	B	H	B			C		D
Ag <sup>+</sup>	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	C	B	D	D
Pb <sup>2+</sup>			B	C	C	B	B	A	C		B	B	B	B	B	B	A	B
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	B	B		
Hg <sup>2+</sup>			A	A	D				D		B	B	B		C	B	D	
Cu <sup>2+</sup>						B	B	B	C		B	B	B			B		D
Bi <sup>3+</sup>	H		H	H	B				C	H	B	H	B	H	B	C	D	D
Cd <sup>2+</sup>							B	A	C		B	B	B		B	B	B	B
Sn <sup>2+</sup>	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 w wodzie