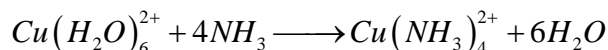
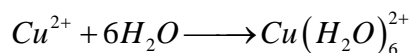
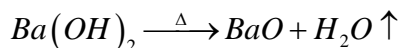
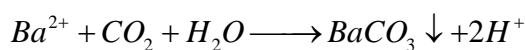


Zadanie 1.

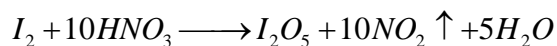
- a. Niebieska barwa roztworu wodnego oraz granatowe zabarwienie, po dodaniu roztworu amoniaku, wskazuje na obecność jonów Cu^{2+} . Jediną rozpuszczalną w wodzie solą miedzi, która w postaci bezwodnej jest biała jest siarczan(VI) miedzi(II).



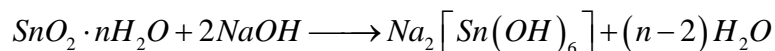
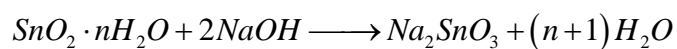
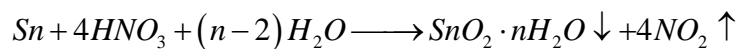
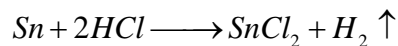
- b. Żółtawozielony kolor płomienia wskazuje na obecność kationów Ba^{2+} . Odczyn roztworu wodnego i jego mętnienie w kontakcie z powietrzem świadczy, że mamy do czynienia z $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Rozpuszczaną substancją może być zatem BaO lub $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – ponieważ jednak związek ten, podczas ogrzewania traci wodę, musi to być wodorotlenek baru.



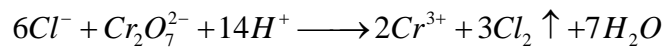
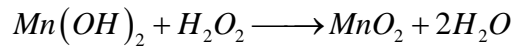
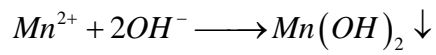
- c. Właściwości fizykochemiczne wskazują na jod. W reakcji z kwasem azotowym(V) powstaje kwas jodowy(V) lub tlenek jodu(V).



- d. Niska temperatura topnienia, srebrzysta barwa i właściwości chemiczne wskazują na cynę. W reakcji z HCl powstaje chlorek cyny(II), natomiast w reakcji z HNO_3 , uwodniony tlenek cyny(IV) (tzw. kwas cynowy). W reakcji z NaOH tworzą się cyniany(IV).



- e. Jasnoróżowe zabarwienie (prawie niewidoczne w roztworach wodnych), strącanie ciałego wodorotlenku który ulega utlenieniu do brunatnego ditlenku jest charakterystyczne dla soli manganu(II). Wydzielanie żółtozielonego, duszącego gazu w środowisku silnie utleniającym jest dowodem obecności jonów chlorkowych. Badana sól to chlorek manganu(II).



Zadanie 2.

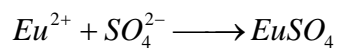
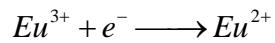
$$M(\text{EuSO}_4) = 248,0 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{EuSO}_4) = 5,2570/248,0 = 0,0211976 \text{ mol}$$

$$Q = 2 * 3600 * 5 = 36000 \text{ C}$$

$$n(e^-) = 36000/96500 = 0,3731 \text{ mol}$$

$$\text{wydajność procesu } (0,0211976/0,3731)*100\% = 5,68\%$$



Amalgamaty to stopy różnych metali z rtęcią. Tworzy je wiele pierwiastków, na przykład Na, K, Zn, Ag, Au, Al etc. W niektórych przypadkach otrzymuje się dokładnie zdefiniowane połączenia międzymetaliczne (K_5Hg_7 i inne).

Zadanie 3.

1.

Masa molowa związku **A** wynosi:

$$n = pV/RT = (102500 \cdot 0,0000456) / ((255+273) \cdot 8,314) = 0,001065 \text{ mola}$$

$$M = m/n = 0,145/0,001065 = 136 \text{ g/mol}$$

Wzór sumaryczny:

$$n(\text{A}) = 0,287/136 = 0,00211 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,742/44 = 0,01686 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,1518/18 = 0,00843 \text{ mol}$$

zatem wzór ma postać $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_x$, gdzie $x = (136 - 8 \cdot 12 - 8) / 16 = 2$; czyli **A** to $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$.

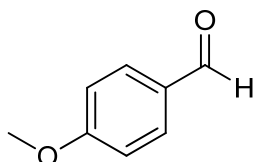
Wzór związku wskazuje na charakter nienasycony. Ponieważ wodne roztwory związku **A** mają odczyn obojętny, **A** nie jest kwasem karboksylowym ani fenolem. Potwierdza to brak reakcji z NaOH (dowodzący również braku ugrupowania estrowego lub bezwodnikowego). Brak reakcji z metalicznym sodem wyklucza ponadto alkohole. Nieodbarwienie wody bromowej świadczy o tym, że **A** nie jest alkenem lub alkinem.

Dodatni wynik reakcji Tollensa wskazuje na obecność grupy aldehydowej.

Ponieważ związek **A** nie jest związkiem heterocyklicznym, musi zawierać pierścień fenyłowy.

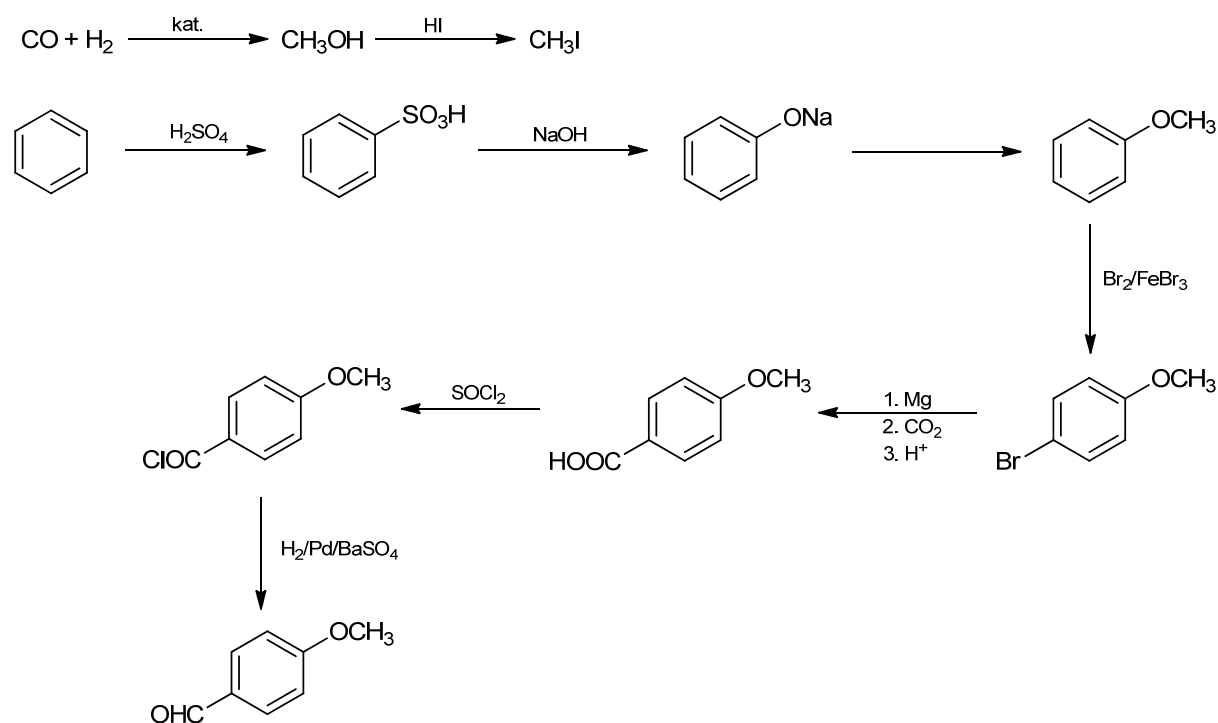
Po uwzględnieniu obecności pierścienia fenyłowego i grupy CHO, pozostaje nam 1 atom C, 1 atom O i 2 (lub więcej, w przypadku pochodnych benzenu di/tri/tetra/penta- lub heksapodstawionych) atomy H.

Można odrzucić monopodstawione pochodne benzenu, które tworzą 3 izomeryczne monochloropochodne w reakcji z Cl_2 w obecności kwasu Lewisa. Pochodne tripodstawione musiałyby być fenolami. Pozostają do rozważenia pochodne dipodstawione. Odrzucić należy 2-(hydroksyfenylo)etanal (fenole), hydroksymetylobenzaldehydy (alkohole), warunki zadania spełniają jedynie metoksybenzaldehydy. Ponieważ w wyniku chlorowania otrzymuje się 2 izomeryczne monochloropochodne, odrzucić można 2-metoksybenzaldehyd oraz 3-metoksybenzaldehyd (4 izomery). Warunki zadania spełnia wyłącznie **4-metoksybenzaldehyd**.



2.

Przykładową drogę syntezy zaprezentowano na schemacie.



3.



Głównym produktem jest 3-bromo-4-metoksybenzaldehyd, 2-bromo-4-metoksybenzaldehyd powstaje jako produkt uboczny.

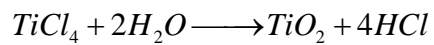
4.

Kwasem Lewisa nazywamy związek chemiczny (obojętna cząsteczka, jon), będąca akceptorem pary elektronowej. Przykładami kwasów Lewisa mogą być: H^+ , Cu^{2+} , BF_3 , AlCl_3 , PCl_5 , tetracyanoetylen, I_2 etc.

5.

Potoczna nazwa związku **A** to aldehyd anyżowy. Zapach tego związku opisywany jest różnie, jedni przyrównują go do anyżu (w olejku którego występuje) inni do zapachu migdałów (podobnego do zapachu benzaldehydu). Lakówka zielonawa ma zapach anyżowy.

Zadanie 4.



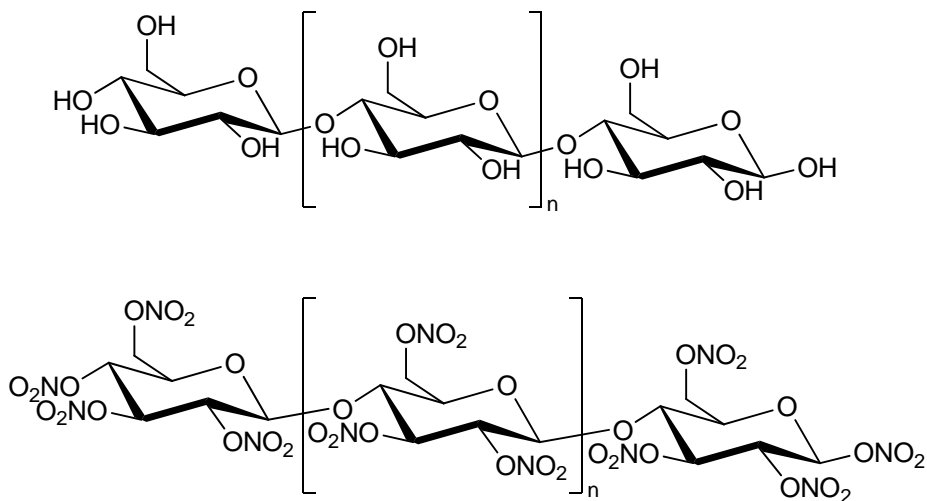
$$M(\text{TiCl}_4) = 189.7 \text{ g/mol}$$

do reakcji użyto $2 \cdot 1,73 = 3,46 \text{ g TiCl}_4$ czyli $0,01824$ mola tego związku.

pH roztworu po reakcji wynosi $1,00$, zatem $[\text{H}^+] = 0,1 \text{ mol/dm}^3$. Całkowita objętość roztworu wynosi 502 cm^3 , zatem w wyniku hydrolizy powstało $0,0502 \text{ mol jonów H}^+$. Odpowiada to hydrolizie $0,01255$ mola TiCl_4 . Wydajność wynosi zatem $(0,01255/0,01824) \cdot 100\% = 68,8\%$.

Zadanie 5.

1.



2.

W 100 g mieszaniny znajdują się 24 g HNO₃, 67 g H₂SO₄ i 9 g H₂O;

67 g H₂SO₄ znajdują się w $67/0,98 = 68,37$ g stężonego (98%) kwasu siarkowego(IV). Stanowi to $68,37/1,84 = 37,16$ ml. Jednocześnie do mieszaniny wprowadzamy $68,37-67 = 1,37$ g H₂O.

Układamy układ równań:

$$\begin{aligned} \text{HNO}_3: & \quad (x \cdot 99,5\% + y \cdot 69\%) / 100\% = 24 \text{ g} \\ \text{H}_2\text{O}: & \quad (x \cdot 0,05\% + y \cdot 31\%) / 100\% = (9 - 1,37) \text{ g} \end{aligned}$$

$$x = 7,13 \text{ g HNO}_3 (99,5\%) \text{ i } y = 24,50 \text{ g HNO}_3 (69\%)$$

Uwzględniając gęstość, uzyskujemy 4.75 cm³ kwasu „dymiącego” i 17.50 cm³ kwasu azotowego stężonego.

3.

Korzystając z wyniku z podpunktu 4, możemy policzyć masę molową produktu, o wzorze $C_{12000}H_{14902}O_{20201}N_{5100}$, wynosi ona 553786,7 g/mol. Masa molowa celulozy o średniej długości łańcucha wynoszącej 2000 wynosi 324299,2 g/mol. W 1 g użytej celulozy zawartych było 6%, czyli 0,06 g wody oraz 0,94 g celulozy ($2,89856 \cdot 10^{-6}$ mol). Estryfikacja 1 mola grup $-OH$ powoduje „zużycie” 1 mola HNO_3 i powstanie 1 mola H_2O . W omawianym przykładzie reakcji uległo (podpunkt 4) 85% grup $-OH$. 1 mol użytej celulozy zawiera 6002 mole grup hydroksylowych, reakcji uległo:

$$2,89856 \cdot 10^{-6} \cdot 6002 \cdot 0,85 = 0,014788 \text{ mola grup } -OH$$

W wyniku reakcji przereagowało:

$$0,014788 \cdot 63 = 0,9316 \text{ g } HNO_3 \text{ i powstało:}$$

$$0,014793 \cdot 18 = 0,266 \text{ g } H_2O$$

Mieszanina poreakcyjna zawierała zatem:

67 g H_2SO_4 (ilość nie uległa zmianie)

$$24 - 0,9316 = 23,0684 \text{ g } HNO_3$$

$$9 + 0,2660 + 0,06 = 9,3260 \text{ g } H_2O$$

Skład procentowy mieszaniny poreakcyjnej: $100 \cdot 67 / (67 + 23,0684 + 9,3260) = 67,41\% H_2SO_4$;
 $100 \cdot 14,6804 / (67 + 23,0684 + 9,3260) = 23,21\% HNO_3$ i $100 \cdot 11,7227 / (67 + 23,0684 + 9,3260) = 9,38\% H_2O$.

4.

Cząsteczka celulozy zbudowana z 2000 merów ma wzór $C_{12000}H_{20002}O_{10001}$. Związek ten zawiera 6002 grup $-OH$. Zastąpienie n grup $-OH$ grupami $-ONO_2$ daje produkt o wzorze $C_{12000}H_{(20002-n)}O_{(10001+2n)}N_n$. Zawartość azotu w tym polimerze wynosi:

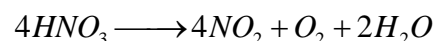
$$\%N = 100 \cdot n \cdot 14 / (12000 \cdot 12 + (20002 - n) + (10001 + 2n) \cdot 16 + n \cdot 14) = 12,9$$

$$\text{zatem } n = 5100$$

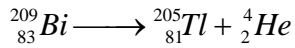
Stopień estryfikacji wynosi zatem $5100 / 6002 = 0,85$

5.

Kwas azotowy żółknie na skutek powstawania tlenku azotu(IV). Proces ten zachodzi szybciej w podwyższonych temperaturach i pod wpływem światła.



Zadanie 6



$$M(\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \times 5\text{H}_2\text{O}) = 485,1 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \times 5\text{H}_2\text{O}) = 1000/485,1 = 2,0614 \text{ mol}$$

obliczamy wartość stałej szybkości rozpadu promieniotwórczego:

$$k = \ln 2 / T_{1/2} = 1,156 \times 10^{-27} \text{ s}^{-1}$$

W ciągu sekundy w 1 kg $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$ rozpadowi ulegnie:

$$\Delta N = N_0 - N_0 \cdot e^{-kt} = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2,0614 - 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2,0614 \cdot e^{-(1,156 \cdot 10^{-27})} = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ rozpadu/s}$$

($1,43 \cdot 10^{-3} \text{ Bq}$)

Uzyskanie powyższego wyniku na kalkulatorze jest niemożliwe (kalkulator zaokrągli wyrażenie $e^{-(1,156 \cdot 10^{-27})}$ do 1. Za niepoprawną uważano odpowiedź „jądra bizmutu nie ulegają rozpadowi” bądź „aktywność wynosi 0”. Akceptowano wynik zapisany w postaci $a \cdot e^{-b}$ lub poprawne zastosowanie (i uzasadnienie) dowolnej metody przybliżonej (na przykład przybliżenie funkcji e^x funkcją liniową). Poprawny wynik można również uzyskać stosując definicję aktywności:

$$A(t) = kN_0 e^{-kt}$$

zatem

$$\ln(A(t)) = \ln(kN_0) - kt = \ln(6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2,0614 \cdot 1,156 \cdot 10^{-27}) - 1,156 \cdot 10^{-27} = \ln(1,43 \cdot 10^{-3}) - 1,156 \cdot 10^{-27}$$
$$\ln(A(t)) \approx \ln(1,43 \cdot 10^{-3})$$

$$A \approx 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ Bq}$$