

Zadanie 1

Podpunkt 1 & 2.

Z – azot; N_2

A – azotek glinu AlN

B – amoniak, azan; NH_3

C – wodorotlenek glinu; $Al(OH)_3$ (lub uwodniony tlenek glinu; $Al_2O_3 \cdot n H_2O$)

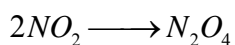
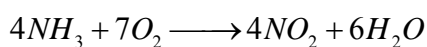
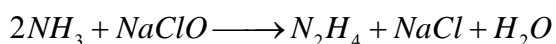
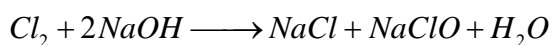
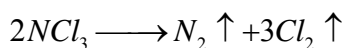
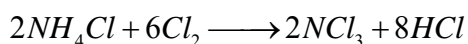
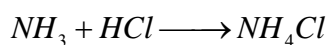
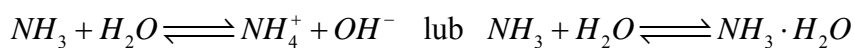
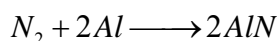
D – chlorek amonu; NH_4Cl

E – trójchlorek azotu (chlorek azotu(III)); NCl_3

F – hydrazyna, diazan; N_2H_4

G – tlenek azotu(IV), ditlenek azotu; NO_2

H – tetratlenek diazotu; N_2O_4



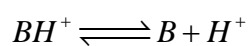
Punktacja: równanie reakcji – 2 p.; nazwa związku/pierwiastka – 1 p.; wzór/symbol związku/pierwiastka – 1 p.

Podpunkt 3.

UWAGA: W treść zadania wkradł się błąd (nieprawidłowa stechiometria reagentów), który został poprawiony podczas trwania zawodów. Na stronie zamieszczono poprawną wersję zadań.

1000 cm³ roztworu N₂H₄ o stężeniu 0,02 M zawiera 0,02 mol hydrazyny.
1,061 cm³ HCl (*d* = 1,147 g/cm³) o stężeniu 30% zawiera 0,01 mol HCl

W mieszaninie mamy zatem 0,01 mol chlorowodoru hydrazyny (BH⁺Cl⁻) oraz 0,01 mola wolnej zasady (B). Uzyskany roztwór jest roztworem buforowym. Wyprowadzamy równanie na *pH* takiego roztworu:



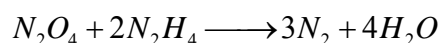
$$K_a = \frac{[B][H^+]}{[BH^+]}$$

$$[H^+] = K_a \frac{[BH^+]}{[B]}$$

$$pH = pK_a - \log \frac{[BH^+]}{[B]}$$

ponieważ [BH⁺] = [B] to *pH* = *pK_a*
pK_a = 8,1, zatem *pK_b* = 14 - *pK_a* = 5,9

Punktacja: 10 p.

Podpunkt 4.

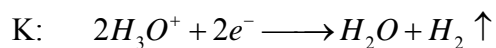
$$\Delta H = 4 \Delta H_{tw}(H_2O) - \Delta H_{tw}(N_2O_4) - 2 \Delta H_{tw}(N_2H_4) = -1252.2 \text{ kJ/mol}$$

Punktacja: 10 p.

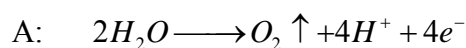
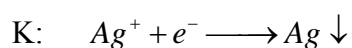
Zadanie 2

Podpunkt a.

Ogniwo:



Elektrolizer:



Punktacja: 2 p. za równanie reakcji

Podpunkt b.

1,2873 g Ag to $1,2873/107,9 = 0,012$ mola

przez elektrolizer przepłynęło zatem $Q = 0,012 \cdot 96500 = 1151,3$ C

natężenie prądu wynosiło $I = Q/t = 1151,3/3600 = 0,32$ A

Punktacja: 5 p.

Podpunkt c.

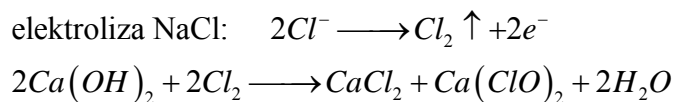
$Q = 1151,3$ C, korozji elektrochemicznej uległo zatem $1151,3/2 = 0,006$ mola Zn, co stanowi 0,3877 g

Korozji chemicznej uległo zatem $0,6647 - 0,3877 = 0,2647$ g Zn, czyli $(0,2647/0,6647) \cdot 100 = 41,3$ %

Punktacja: 5 p.

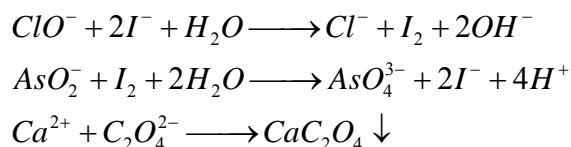
Zadanie 3

Podpunkt a.



Punktacja: 10 p.

Podpunkt b.



$$M(\text{CaC}_2\text{O}_4 \times \text{H}_2\text{O}) = 146,1 \text{ g/mol}$$

$n(\text{CaC}_2\text{O}_4 \times \text{H}_2\text{O}) = 0,093/146,1 = 0,000637 \text{ mol Ca}^{2+}$ w 10 ml, czyli 0,00637 mol w całej objętości próbki.

w reakcji 1 mol ClO^- otrzymujemy 1 mol I_2 , które następnie reagują z 1 mol AsO_2^- , zatem:

$$n(\text{ClO}^-) = 0,0446 \times 0,02 = 0,000892 \text{ mol}$$

$n(\text{Ca}(\text{ClO})_2) = 0,000892/2 = 0,000446 \text{ mol Ca}(\text{ClO})_2$ w 10 cm^3 , czyli 0,00446 mol tej soli w całej objętości próbki

W 1,0000 g technicznego chloranu(I) wapnia zawartych jest 0,00446 mol (0,6377 g) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$,
0,00637 – 0,00446 = 0,00191 mol (0,2120 g) CaCl_2 oraz 1,0000 – 0,6377 – 0,2120 = 0,1503 g H_2O .
Skład procentowy: 63,77% $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, 21,20% CaCl_2 i 15,03% H_2O .

Punktacja: 10 p.

Podpunkt c.

3 m^3 to 3000000 cm^3 , czyli 3000000 g roztworu. Musi się w nim znajdować $0,3 \times 3000000/100 = 9000 \text{ g Ca}(\text{ClO}_4)$.

$$\begin{array}{rcl} 63,77 \text{ g} & - & 100 \text{ g technicznej soli} \\ 9000 \text{ g} & - & x \text{ g} \end{array}$$

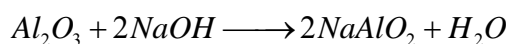
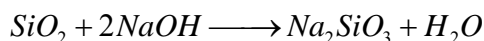
$$x = 14,113 \text{ kg technicznego produktu}$$

Punktacja: 5 p.

Zadanie 4

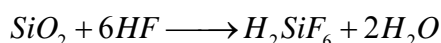
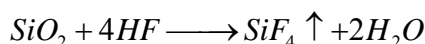
Podpunkt a.

Porcelana jest odmianą ceramiki, otrzymywaną przez spiekanie kaolinu (głównie krzemian glinu), skalenia (glinokrzemiany sodu, potasu i wapnia) i kwarcu (tlenek krzemu(IV)). Dwa z wchodzących w skład porcelany tlenków – tlenek glinu i tlenek krzemu reagują ze stopionym NaOH, tworząc rozpuszczalne w stopie gliniany i krzemiany (w poniższych równaniach reakcji uwzględniono najprostsze możliwe produkty). Naczynia porcelanowe ulegają stopniowemu rozpuszczaniu w NaOH, ulegając w efekcie uszkodzeniu oraz zanieczyszczając stapianą mieszaninę. Naczynia srebrne lub niklowe nie reagują ze stopionymi zasadami.



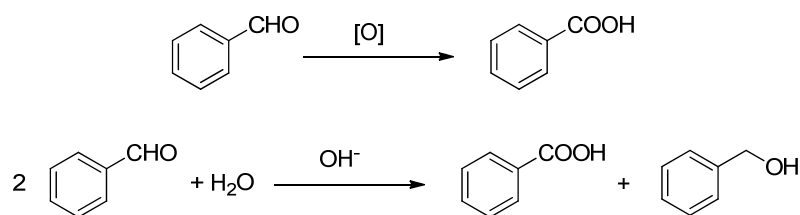
Podpunkt b.

Kwas fluorowodorowy jest słabym kwasem ($pK_a = 3,2$), posiada jednak unikalną właściwość – reaguje ze szkłem, a dokładniej z krzemionką, wchodzącą w skład szkła. Prowadzi to do zniszczenia naczyń i aparatury szklanej. Wiele tworzyw sztucznych jest odpornych na działanie HF.



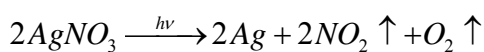
Podpunkt c.

Podczas przechowywania benzaldehyd ulega zanieczyszczeniu na skutek dwóch procesów. Z jednej strony, związek ten ulega utlenieniu tlenem z powietrza (z wytworzeniem kwasu benzoowego). Z drugiej, ulega reakcji Cannizzaro z wytworzeniem kwasu benzoowego i aldehydu benzylowego. Niezbędne do tej reakcji jony OH^- pochodzą z powierzchni szkła bądź wody zaadsorbowanej z powietrza.



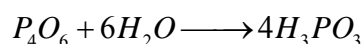
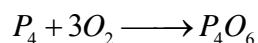
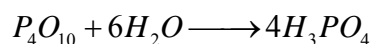
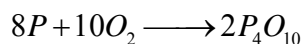
Podpunkt d.

Sole srebra są światłoczułe, pod wpływem światła ulegają rozpadowi z wydzieleniem srebra metalicznego.



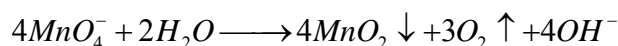
Podpunkt e.

Czerwony fosfor z czasem staje się „lepki” aż w końcu pokrywa się syropowatą cieczą. Jest to efekt powolnego utleniania zarówno czerwonego fosforu jak i fosforu białego, stanowiącego zazwyczaj jego zanieczyszczenie. Powstające tlenki fosforu absorbują wodę z powietrza, przekształcając się w mieszaninę kwasów fosforowych o konsystencji syropu. Płukanie wodą pozwala usunąć produkty utleniania.



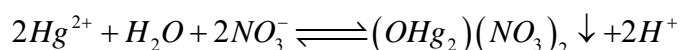
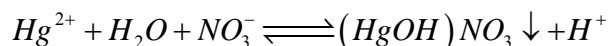
Podpunkt f.

Stężenia roztworów manganianu(VII) potasu ulegają zmianie na skutek dwóch procesów: utleniania zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych obecnych w mieszaninie oraz rozkładu z wytworzeniem tlenu (formalnego utleniania wody).



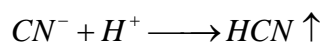
Podpunkt g.

Azotan(V) rtęci(II) jest solą słabej zasady i mocnego kwasu. Z tego powodu bardzo łatwo ulega hydrolizie kationowej. Skutkuje to wytrącaniem osadu różnych hydrokso- oraz oksosoli. Dodatek kwasu azotowego(V) przesuwa równowagę w lewo (cofa hydrolizę).



Podpunkt h.

Cyjanek potasu jest solą słabego kwasu cyjanowodorowego. Dodanie do roztworu KCN kwasu powoduje wyparcie z tej soli HCN, który ulatnia się z roztworu. Powoduje to z jednej strony utratę jonów cyjankowych z mieszaniny, po drugie grozi zatruciem cyjanowodorem.

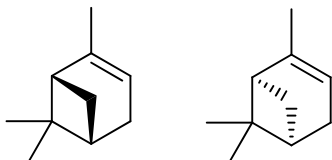


Punktacja: po 5 p. za podpunkt

Zadanie 5

Podpunkt a.

α -Pinen posiada dwa chiralne atomy węgla. Może występować w postaci 2 stereoizomerów (inne są niemożliwe ze względów sterycznych).



Punktacja: 2 p. za podanie liczby chiralnych atomów węgla, 3 p. za podanie liczby stereoizomerów

Podpunkt b.

1 dm³ pary zawiera: $pV/RT = (101300 \times 0,001)/(8,314 \times 410) = 0,0297$ mol, zatem masa molowa wynosi:

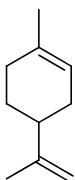
$$\begin{array}{rcl} 0,0297 & - & 6,217 \text{ g} \\ 1 & - & x \text{ g} \end{array}$$

$$x = 209,3 \text{ g/mol}$$

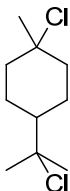
$$(33,9 \times 209,3)/100 = 71 \text{ g}$$

czyli w 1 molu produktu znajdują się 2 mole atomów chloru. Ponieważ α -pinen ulega reakcji addycji, oznacza to, że cząsteczka tego węglowodoru przyłącza 2 cząsteczki HCl.

Limonen:



W wyniku addycji 2 cząsteczek HCl do limonenu otrzymamy 1-chloro-1-metylo-4-(2-chloro-2-propanylo)cycloheksan:



Rozerwanie pierścienia cyklobutanowego w cząsteczce α -pinenu związane jest z dużymi naprężeniami sterycznymi tego układu. Konsekwencją czego jest uleganie przez cyklobutan (i jego pochodne) addycji typu 1,4. W reakcji α -pinenu jedna cząsteczka HCl przyłącza się do wiązania C=C, przyłączenie drugiej związane jest z zerwaniem wiązania C-C.

Punktacja: 10 p. za podanie wzoru produktu, 2 p. za podanie wzoru limonenu, 8 p. za wyjaśnienie reaktywności pinenu

Podpunkt c.

Z danych obliczamy że 1 dm³ roztworu ma masę 802 g. Zawiera on 10%, czyli 80,2 g związku B. Masa molowa związku B wynosi:

$$\begin{array}{rcl} 80,2 \text{ g} & - & 0,5985 \text{ mol} \\ x \text{ g} & - & 1 \text{ mol} \end{array}$$

$$x = 134 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ g B to } 1/134 = 0,007462 \text{ mol}$$

$$\begin{array}{l} 0,9388 \text{ g H}_2\text{O to } 0,0522 \text{ mola (czyli } 0,1044 \text{ mola atomów wodoru)} \\ 1670 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2 \text{ to } 0,0745 \text{ mola CO}_2 \end{array}$$

Wynika z tego, że wzór B to C₁₀H₁₄.

Związek B i C nie mogą być alkenami (lub alkinami), ponieważ nie reagują z bromem w ciemności, muszą być to zatem węglowodory aromatyczne – alkilowe pochodne benzenu.

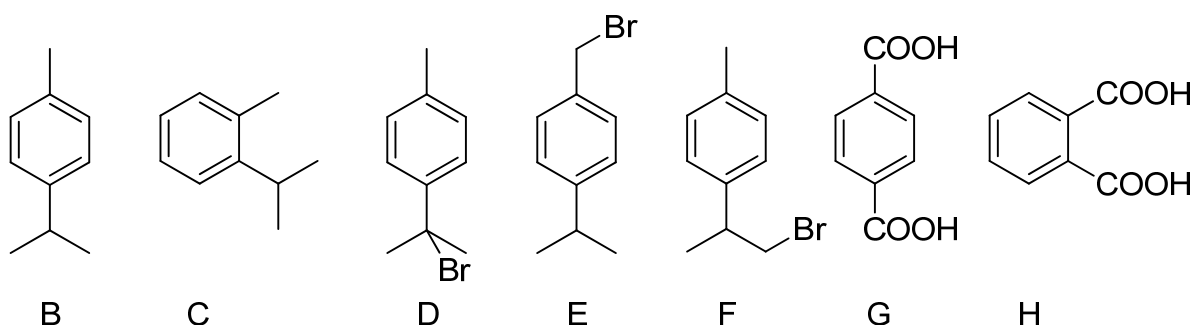
Fakt powstawania kwasów dikarboksylowych w wyniku utleniania B lub C świadczy o tym, że są to dipodstawione pochodne benzenu.

Po „odjęciu” fragmentu C₆H₄ od obliczonego wzoru, na podstawniki alkilowe pozostają nam 4 atomy C i 10 atomów H. Możliwe są następujące kombinacje podstawników:

$$\begin{array}{l} 2 \times -\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ 1 \times -\text{CH}_3, 1 \times -\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ 1 \times -\text{CH}_3, 1 \times -\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$$

Pierwszy przypadek odrzucamy, gdyż dietylobenzeny tworzą 2 monobromopochodne podczas fotobromowania. W drugim przypadku spodziewamy się 4 izomerów. Warunki spełnia wyłącznie przypadek trzeci (pierścień benzenowy podstawiony grupą metylową i izopropylową).

Kwas **H** tworzy cykliczny bezwodnik – jest to zatem kwas ftalowy (1,2-benzenodikarboksylowy). Kwas **G** to kwas tereftalowy (kwas 1,4-benzenodikarboksylowy).



Główny produkt fotobromowania to pochodna **D** (pozycja benzyłowa, III-rzędowy atom węgla), najmniej powstanie produktu **F** (bromowanie węgla I-rzędowego). Większy udział **E** w stosunku do **F** wynika z tego, że powstanie produktu **E** wiąże się z podstawieniem w pozycji benzyłowej.

Punktacja: po 5 p. za identyfikację każdego ze związków, 5 p. za wskazanie udziału poszczególnych monobromopochodnych

Zadanie 6

Kwasy palmitynowy i stearynowy nie reagują z jodem (są kwasami nasyconymi).

Kwas oleinowy ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$; 282 g/mol) posiada 1 wiązanie podwójne w cząsteczce, jego cząsteczka przyłącza 1 cząsteczkę I_2 .

Kwas linolowy ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$; 280 g/mol) posiada 2 wiązania podwójne w cząsteczce, jego cząsteczka przyłącza 2 cząsteczki I_2 .

Kwas linolenowy ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$; 278 g/mol) posiada 3 wiązania podwójne w cząsteczce, jego cząsteczka przyłącza 3 cząsteczki I_2 .

Oliwa *extra vergin* zawiera w 100 g:

$(62/282) + 2 \times (14/280) + 3 \times (2/278) = 0,341$ mol wiązań podwójnych, zatem reaguje z $0,341 \times 254 = 86,6$ g jodu.

Oliwa z wytłoczn zawiera w 100 g:

$(71/282) + 2 \times (5,8/280) + 3 \times (0,4/278) = 0,341$ mol wiązań podwójnych, zatem reaguje z $0,298 \times 254 = 75,7$ g jodu.

Badana próbka cechuje się liczbą jodową charakterystyczną dla oliwy *extra vergin*.