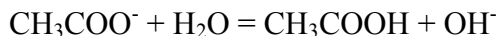
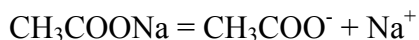


### Zad. 1

Octan sodu, jako sól słabego kwasu i mocnej zasady ulega w roztworach wodnych hydrolizie:



Obecność jonów  $\text{OH}^-$  w roztworze powoduje jego zasadowy odczyn.

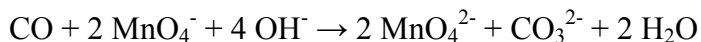
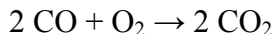
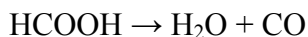
Podgrzanie mieszaniny powoduje przesunięcie równowagi reakcji w stronę produktów – reakcja hydrolizy jest procesem endoenergetycznym. Powoduje to wzrost stężenia jonów  $\text{OH}^-$  i, w efekcie, pojawienie się wyraźnej barwy.

Punktacja:

- poprawny zapis równania reakcji – 1 pkt.
- wskazanie iż za odczyn odpowiada hydroliza octanu sodu – 1 pkt.
- omówienie wpływu temperatury na położenie stanu równowagi – 1 pkt.
- wykazanie endoenergetyczności procesu hydrolizy – 1 pkt.

### Zad. 2

W wyniku zachodzącego w kolbie procesu powstawał bezbarwny, palny gaz, wykazujący właściwości redukujące (zmiana barwy roztworu  $\text{KMnO}_4$ , powstanie metalicznego srebra w próbówce z amoniakalnym roztworem wodorotlenku srebra(I)), nie reagujący z roztworem azotanu(V) ołowiu(II) i wodą wapienną. Biorąc pod uwagę substraty reakcji, powstawać mogły wyłącznie gazowe produkty zawierające S, C, O i H. Ze względu na palność i brak reakcji z wodą wapienną wykluczyć możemy  $\text{CO}_2$  i  $\text{SO}_2$ . Brak reakcji z  $\text{Pb}^{2+}$  wyklucza  $\text{H}_2\text{S}$ , z kolei silne właściwości redukujące – węglowodory. Warunki zadania spełnia CO. Przykładowe zastosowania: składnik gazu syntezowego (otrzymywanie np.: metanolu), metalurgia (jako reduktor) itd.



Punktacja:

- wskazanie, iż powstającym gazem jest CO – 1 pkt.
- uzasadnienie – 1 pkt.
- po 1 pkt. za każde równanie reakcji
- podanie zastosowania CO – 1 pkt.

### Zad. 3

Obliczamy masę molową związku A:

$$d = 3,93 \text{ g/dm}^3$$

$$\begin{array}{rcl} 3,93 \text{ g} & - & 1 \text{ dm}^3 \\ x \text{ g} & - & 22,414 \text{ dm}^3 \end{array}$$

$$x = 88 \text{ g}$$

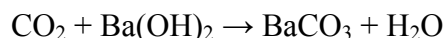
$$M = 88 \text{ g/mol}$$

Ustalamy wzór sumaryczny A:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ g} & - & x \text{ mol} \\ 88 \text{ g} & - & 1 \text{ mol} \end{array}$$

$$x = 0,01136 \text{ mol}$$

z 1 g A powstaje  $1,2272/18 = 0,0682$  mol  $\text{H}_2\text{O}$ , zatem 1 mol A zawiera 12 mol H.



$$M(\text{BaCO}_3) = 197,33 \text{ g/mol}$$

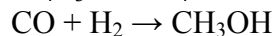
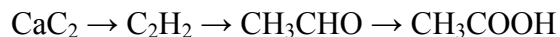
$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol} & - & 197,33 \text{ g} \\ x \text{ mol} & - & 11,2102 \text{ g} \end{array}$$

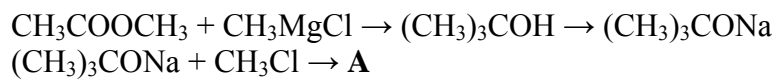
$$x = 0,05681 \text{ mol BaCO}_3, \text{ czyli 1 mol A zawiera 5 mol C}$$

Fragment  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  ma masę 72 g/mol. Z treści zadania wiemy iż resztę stanowi tlen. Wzór sumaryczny ma zatem postać  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ .

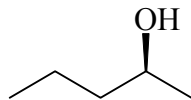
Jak łatwo zauważyć, związek A jest związkiem nasyconym, nie zawiera zatem wiązań podwójnych i pierścieni. Może zatem należeć do alkoholi lub eterów. Pierwsza grupa nie spełnia warunków zadania (reagują ze związkami Grignarda). Szukana struktura ma zatem postać ROR'. Najprostszy rodnik III-rzędowy to 2-metylo-2-propyl ( $\text{Me}_3\text{C}$ -), zawierający 4 atomy węgla. Możemy zatem przypisać A wzór:  $(\text{H}_3\text{C})_3\text{C-O-CH}_3$  lub  $(\text{H}_3\text{C})_2\text{CHCH}_2\text{OCH}_3$ , przy czym tylko pierwszy z nich (eter t-butylo-metylowy) stosowany jest jako dodatek przeciwstukowy.

Przykładowa droga syntezy:





Przykład izomeru, wykazującego czynność optyczną, reagującego ze związkami Grignarda:



Punktacja:

- za ustalenie wzoru sumarycznego – 2 pkt.
- za podanie prawidłowego wzoru strukturalnego – 2 pkt.
- za podanie prawidłowej metody syntezy związku A – 4 pkt.
- za przykład izomeru – 2 pkt.

#### Zad. 4

Obliczamy stężenie początkowe nadtlenku wodoru:

$C_p = 3 \%$  zatem:

w 100 g r-ru zawartych jest 3 g  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ g/mol}$

3 g	-	x mol
34 g	-	1 mol

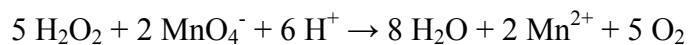
$x = 0,08824 \text{ mol}$

1 $\text{cm}^3$ r-ru	-	1,01 g
x $\text{cm}^3$	-	100 g

$x = 99,01 \text{ cm}^3$

$C_0 = 0,08824/0,09901 = 0,89 \text{ mol/dm}^3$

Równanie reakcji:



$C(\text{KMnO}_4) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$

1000 $\text{cm}^3$ r-ru $\text{KMnO}_4$	-	0,01 mol
8,8 $\text{cm}^3$	-	x mol

$$x = 8,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol KMnO}_4$$

zatem w 1 cm<sup>3</sup> miareczkowanego roztworu zawartych jest:

$$\begin{array}{rcl} 8,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol KMnO}_4 & - & x \text{ mol H}_2\text{O}_2 \\ 2 \text{ mol} & - & 5 \text{ mol} \end{array}$$

$$x = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{czyli } C_1 = 0,22 \text{ mol/dm}^3.$$

$$150 \text{ dni to } 150 \cdot 24 \cdot 3600 = 1,296 \cdot 10^7 \text{ s}$$

Reakcję I rzędu opisuje równanie kinetyczne:

$$\ln(C_0/C) = -kt$$

zatem:

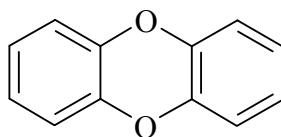
$$k = -1,07 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

Punktacja:

- za wyliczenie stężeń – po 1 pkt.

### Zad. 5

- Azbest to określenie włóknistych minerałów, głównie zasadowych krzemianów magnezu, wapnia i żelaza. Ze względu na dużą odporność termiczną, chemiczną i na ścieranie oraz niskie przewodnictwo cieplne i elektryczne azbest znajdował zastosowanie przy wyrobie izolacji, jako składnik tkanin ogniotrwałych, okładzin ciemnych, pokryć dachowych (i innych materiałów budowlanych). Wykazano szkodliwy wpływ pyłu, powstającego podczas obróbki i użytkowania azbestu, na układ oddechowy – niektóre jego odmiany powodowały tzw. pylicę azbestową i nowotwory płuc.
- Dioksyny – grupa heterocyklicznych związków, zawierających dwa pierścienie benzenowe, połączone mostkami tlenowymi:



podstawione atomami chloru (od 1 do 8). Są wysoce toksyczne i podejrzane o kancerogenność (choć kwestie te są obecnie przedmiotem dyskusji). Powstają w sposób naturalny, podczas spalania materii organicznej zawierającej chlor (np.: drewna) oraz jako produkt uboczny niektórych procesów przemysłowych, np.: produkcji niektórych pestycydów.

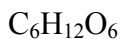
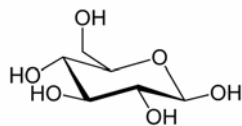
- c. Freony – grupa chlorofluoropochodnych alkanów (głównie metanu i etanu). Dzięki małej reaktywności, dużej pojemności cieplnej i niskiej toksyczności stosowane są (lub były) jako ciecze robocze w systemach chłodzących, gazy nośne w aerozolach i w przemyśle polimerowym jako gazy spieniające. Wykazano ich szkodliwy wpływ na ozonosferę (powstające pod wpływem UV rodniki Cl· działają jako inicjatory rozpadu cząsteczek O<sub>3</sub>).
- d. WWA – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, grupa związków zawierających skondensowane pierścienie aromatyczne (zazwyczaj bez dodatkowych podstawników). Najprostszym przedstawicielem jest naftalen. Wiele z nich, np.: benzopireny, wykazują działanie rakotwórcze. Powstają w wyniku niecałkowitego spalania paliw kopalnych (węgla, ropy naftowej), drewna (głównie iglastego), podczas koksowania węgla, produkcji asfaltu. Są składnikami dymu tytoniowego.
- e. PCB – polichlorowane bifenyle, pochodne bifenilo, zawierającego podstawniki chlorowe w jednym lub obu pierścieniach. Wysoce lipofilowe. Stosowane jako ciecze dielektryczne i oleje transformatorowe, płyny hydrauliczne, smary, plastyfikatory i impregnaty. Powstają również jako produkty uboczne, np.: bielienia chlorem miazgi papierniczej. Podejrzane o kancerogenność i teratogenność. Kumulują się w łańcuchach troficznych.

Punktacja:

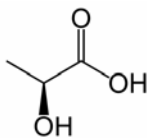
- po 2 pkt. za każdy ze związków

### Zad. 6

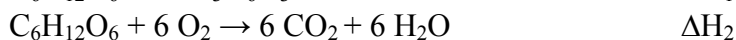
Glukoza:



Kwas mlekowy:



W procesie glikolizy z 1 cząsteczki glukozy powstają dwie cząsteczki kwasu mlekowego.



$$\Delta H_2 = 6(-394-285)-(-1268) = -2806 \text{ kJ/mol}$$

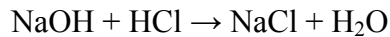
$$\Delta H_1 = \Delta H_{\text{sp}}(\text{glukoza}) - 2 \Delta H_{\text{sp}}(\text{kwas mlekowy}) = -118 \text{ kJ/mol}$$

Zatem podczas glikolizy uzyskujemy tylko  $118/2806 = 4,2\%$  energii, możliwej do uzyskania podczas oddychania tlenowego.

Punktacja:

- obliczenie  $\Delta H_2$  – 2 pkt.

### Zad. 7



$$\text{pH} = 1,76 \text{ zatem } [\text{H}^+] = 10^{-1,76} = 0,0174 \text{ mol/dm}^3$$

$$V = 0,035 + 0,05 = 0,085 \text{ dm}^3$$

Nadmiar niezobojętnionego kwasu wynosi:

$$0,0174 \cdot 0,085 = 1,477 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Wprowadzono:

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$$

50 cm<sup>3</sup> roztworu NaOH, czyli  $50 \cdot 1,02 = 51 \text{ g}$ . Zawierały one  $51 \cdot 0,01 = 0,51 \text{ g NaOH}$ , czyli  $0,51/40 = 0,01275 \text{ mol}$ .

Początkowa zawartość HCl wynosiła więc  $0,01275 + 1,477 \cdot 10^{-3} = 0,01423 \text{ mol}$ . Początkowe stężenie kwasu:  $0,01423/0,035 = 0,4065 \text{ mol/dm}^3$ .

### Zad. 8

$$M(\text{Mo}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 3598 \text{ g/mol}$$

Różnica w zawartości fosforanów wynosiła:

$$\Delta m = 0,3718 - 0,0331 = 0,3387 \text{ g, czyli } 0,3387/3598 = 9,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

ilość fosforu w pobranej próbce:

$$9,4 \cdot 10^{-5} \cdot 2 = 1,88 \cdot 10^{-4} \text{ mol, zatem w „podejrzanej” kadzi znajdowało się o:}$$

$$1,88 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 8240 = 15,51 \text{ mol, to jest } 480,9 \text{ g fosforu więcej.}$$

W ciele człowieka znajduje się:

$$6300 \cdot 73/1000 = 460 \text{ g P}$$

Wartości te są zbliżone.

### Zad. 9

$$E = E^{\circ} + (RT/nF)\ln([\text{ox}]/[\text{red}])$$

ponieważ formą zredukowaną jest metaliczne srebro, przyjmujemy  $[\text{red}] = 1$

$$-0,153 = 0,799 + (8,314 \cdot 298)/(96500) \ln[\text{Ag}^+]$$

$$-0,952 = 0,02567 \cdot \ln[\text{Ag}^+]$$

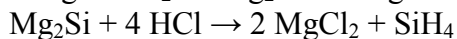
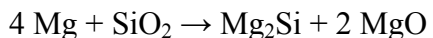
$$\ln[\text{Ag}^+] = -37,08$$

$$[\text{Ag}^+] = e^{-37,08} = 7,9 \cdot 10^{-17} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_{\text{so}}(\text{AgI}) = [\text{Ag}^+][\text{I}^-]$$

Ponieważ w roztworze zawarty jest KI, którego stężenie wynosi  $1 \text{ mol/dm}^3$ , zanedbujemy „przyrost” stężenia jonów  $[\text{I}^-]$ , pochodzący z rozpuszczania się AgI i zakładamy  $[\text{I}^-] = 1 \text{ mol/dm}^3$ . Wobec tego  $K_{\text{so}}(\text{AgI}) = 7,9 \cdot 10^{-17}$ .

### Zad. 10



$765 \text{ cm}^3 \text{ SiH}_4$  stanowi  $0,034 \text{ mol}$ .

Użyto  $5 \text{ g Mg}$ , czyli  $0,21 \text{ mol}$ , teoretyczna wydajność krzemowodoru to  $0,21/4 = 0,052 \text{ mol}$ .

Wydajność reakcji:  $0,034/0,052 = 65\%$

Punktacja:

- za założenie, iż podczas spiekania Mg z  $\text{SiO}_2$  powstaje  $\text{O}_2$  (stechiometria 2:1) – 2 pkt.