



ARKUSZ ZAWIERA INFORMACJE PRAWNIE CHRONIONE DO MOMENTU  
ROZPOCZĘCIA PRÓBNEGO EGZAMINU!

## ODPOWIEDZI

TUTOR  
CH-RP 201603

Ogólnopolska Próbną Matura

22-03-2016

„CHEMIA Z TUTOREM – 2016”

POZIOM ROZSZERZONY

Czas pracy: 180 minut

### Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz zawiera 24 strony (zadania 1.–32.). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku. Pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w polu oznaczonym jako brudnopis nie podlegają ocenie.
7. W trakcie pracy powinieneś korzystać z karty *Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki* – dopuszczonej przez CKE, jako pomoc egzaminacyjna. Dane, które znajdują się w karcie, są niezbędne do rozwiązania kilku zadań. Możesz także korzystać z linijki oraz prostego kalkulatora.

Za rozwiązanie  
wszystkich zadań  
można otrzymać  
łącznie  
**60 punktów**

Życzymy powodzenia! 😊

Wypełnia zdający przed rozpoczęciem pracy

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

PESEL ZDAJĄCEGO

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

KOD  
ZDAJĄCEGO

**Schemat układu okresowego do zadań 1., 2. i 3.**

|   |          |   |   |   |          |          |   |   |    |    |    |  |    |    |          |    |          |
|---|----------|---|---|---|----------|----------|---|---|----|----|----|--|----|----|----------|----|----------|
| 1 |          |   |   |   |          |          |   |   |    |    |    |  |    |    |          |    | 18       |
|   | 2        |   |   |   |          |          |   |   |    |    |    |  | 13 | 14 | 15       | 16 | 17       |
|   | •        |   |   |   |          |          |   |   |    |    |    |  | •  |    | <b>B</b> |    | •        |
|   | <b>A</b> | 3 | 4 | 5 | 6        | 7        | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |  |    |    |          |    | <b>C</b> |
|   | ↓        |   |   |   | <b>X</b> | <b>Y</b> |   |   |    |    |    |  |    |    |          |    | ↓        |
|   |          |   |   |   |          |          |   |   |    |    |    |  |    |    |          |    |          |
|   |          |   |   |   |          |          |   |   |    |    |    |  |    |    |          |    |          |

**Zadanie 1. (2 pkt)**

Na podstawie schematu układu okresowego uzupełnij tabelę, wpisując odpowiednio **P** – prawda – jeżeli stwierdzenie opisujące zmiany jest prawdziwe, lub **F** – fałsz – w przeciwnym wypadku.

|    | Stwierdzenie   | P/F      |
|----|--|----------|
| 1. | <b>strzałka A</b> wskazuje wzrost aktywności chemicznej pierwiastków w grupie II oraz zwiększanie się promienia atomowego tych pierwiastków  | <b>P</b> |
| 2. | <b>strzałki B i C</b> wskazują wzrost promieni atomowych zaznaczonych pierwiastków   | <b>F</b> |
| 3. | <b>strzałka B</b> wskazuje wzrost elektroujemności oraz zmniejszanie się promieni atomowych tych pierwiastków  | <b>P</b> |
| 4. | <b>strzałka B</b> wskazuje wzrost charakteru kwasowego tlenków tych pierwiastków będących na swoich najwyższych stopniach utlenienia oraz powinowactwa elektronowego tych pierwiastków | <b>P</b> |
| 5. | <b>strzałki A i C</b> wskazują wzrost liczby powłok elektronowych w atomach oraz wzrost liczby elektronów na ostatniej powłoce zaznaczonych pierwiastków                               | <b>F</b> |

**Zadanie 2. (2 pkt)**

a) Uzupełnij tabelkę na podstawie lokalizacji pierwiastków X i Y.

| Symbol      |                  | Liczba cząstek |            |                 |            | Liczba niesparowanych elektronów w atomie | Wzór jonu złożonego pierwiastka**            |
|-------------|------------------|----------------|------------|-----------------|------------|---|--|
|             |                  | w atomie       |            | w jonie prostym |            |   |  |
| pierwiastka | jonu prostego*   | protonów       | elektronów | protonów        | elektronów |   |  |
| X Cr        | Cr <sup>3+</sup> | 24             | 24         | 24              | 21         | 6   | Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> |
| Y Mn        | Mn <sup>2+</sup> | 25             | 25         | 25              | 23         | 5   | MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                |

\* wpisz symbol i ładunek jonu prostego tego pierwiastka

\*\* wpisz wzór anionu złożonego o najwyższym ładunku, który tworzy ten pierwiastek z tlenem i jest w nim na swoim najwyższym stopniu utlenienia

b) Podaj pełną konfigurację elektronową jonu  $\text{Cr}^{3+}$ . Wpisz do zestawienia liczby kwantowe opisujące elektron walencyjny atomu chromu znajdujący się na jego ostatniej powłoce elektronowej.

konfiguracja elektronowa

| $n$ | $l$ | $m$ | $m_s$         |
|-----|-----|-----|---------------|
| 4   | 0   | 0   | $\frac{1}{2}$ |

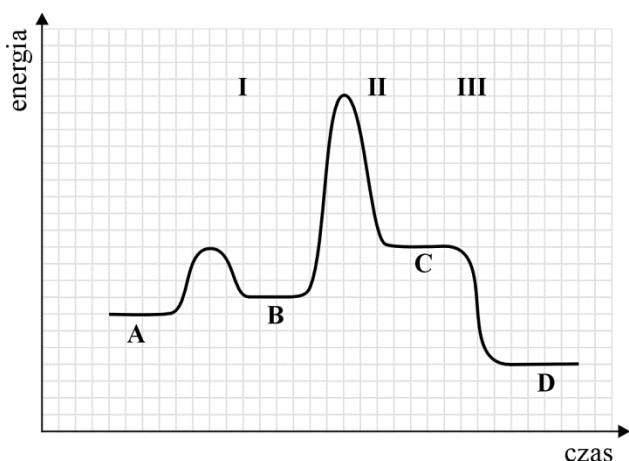
liczby kwantowe

**Zadanie 3. (2 pkt)**

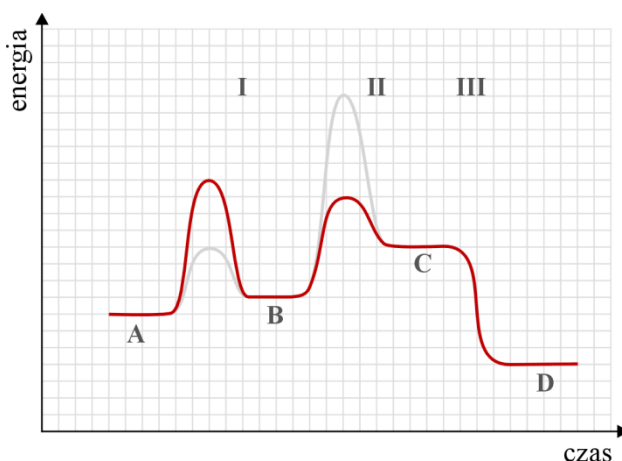
Sól potasowa kwasu tlenowego pierwiastka Y, o intensywnej fioletowej barwie, w której pierwiastek ten jest na swoim najwyższym stopniu utlenienia, ma silne właściwości utleniające. Roztwór tej soli wykorzystano do utlenienia siarczanu(IV) potasu. W wyniku tej reakcji wytrącił się brunatny osad i roztwór odbarwił się.

Zapisz jonowo, w sposób skrócony, równanie reakcji chemicznej, jaka zaszła i dobierz współczynniki metodą bilansu jonowo-elektronowego. Wskaż utleniacz i reduktor w tej reakcji.

**Redukcja****Utlenienie****Równanie**Utleniacz:  $\text{KMnO}_4$ Reduktor:  $\text{K}_2\text{SO}_3$

**Zadanie 4. (2 pkt)**

Rysunek 1.



Rysunek 2.

Pewien proces, w którym związek A zostaje przekształcony w związek D, przebiega w trzech etapach. Profil energetyczny tych przemian przedstawia rysunek 1.

a) Uzupełnij tekst, podkreślając właściwe wyrażenia.

Proces ten jest egzoenergetyczny / endoenergetyczny. Do etapów endoenergetycznych należą I / II / III. Najniższej energii aktywacji wymaga etap I / II / III.

b) W wyniku zmian technologicznych – wprowadzenia inhibitorów i katalizatorów – energia aktywacji etapu I wzrosła o 100%, natomiast etapu II zmalała o 50%. Narysuj pogrubioną linią na rysunku 2., jak będzie wyglądał po zmianach profil procesu.

Dane do zadań 5. i 6.

| Gęstości roztworów wodnych $\text{H}_2\text{SO}_4$ [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] w temp. 293 K |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
| stężenie  | 10%   | 20%   | 30%   | 60%   |
| gęstość   | 1,066 | 1,139 | 1,219 | 1,498 |
| Gęstości roztworów wodnych $\text{NaOH}$ [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] w temp. 293 K           |       |       |       |       |
| stężenie  | 10%   | 20%   | 40%   | 50%   |
| gęstość   | 1,109 | 1,219 | 1,430 | 1,525 |

Źródło: Poradnik fizykochemiczny, WN-T, Warszawa 1974.

**Zadanie 5. (1 pkt)**

Na szalkach wagi postawiono dwie takie same zlewki o pojemności  $200\text{ cm}^3$ . Do pierwszej wiano  $40\text{ cm}^3$  10% kwasu siarkowego(VI). Ile  $\text{cm}^3$  20% roztworu NaOH należy wlać do drugiej zlewki, żeby zrównoważyć wagę? Wynik podaj z dokładnością do dziesiątych części  $\text{cm}^3$ .

Obliczenia:

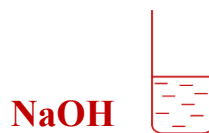


$$V_k = 40\text{ cm}^3$$

$$c_{\%k} = 10\%$$

$$d_k = 1,066\text{ g/cm}^3$$

$$\text{obliczamy: } m_k = 42,64\text{ g}$$



$$m_z = m_k = 42,64\text{ g}$$

$$c_{\%z} = 20\%$$

$$d_z = 1,219\text{ g/cm}^3$$

$$\text{obliczamy: } V_z = 35\text{ cm}^3$$

Odpowiedź: **Należy wlać  $35,0\text{ cm}^3$  roztworu 20% NaOH.**

**Zadanie 6. (2 pkt)**

Zawartości zlewek z zadania 5. ostrożnie przelano do kolby miarowej o pojemności  $1\text{ dm}^3$  i po ustaleniu się temperatury dopełniono wodą destylowaną do kreski. Jaką wartość pH ma roztwór otrzymany w kolbie? Wynik podaj z dokładnością do części dziesiątej.

Obliczenia:

$$\text{obliczamy } n_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$m_k = 42,64\text{ g kwasu } 10\%$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 4,264\text{ g}$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98,09\text{ g/mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,04347\text{ moli}$$

$$n_{\text{H}^+} = 0,08694\text{ moli}$$

$$\text{obliczamy } n_{\text{NaOH}} = n_{\text{OH}^-}$$

$$m_z = 42,64\text{ g zasady } 20\%$$

$$m_{\text{NaOH}} = 8,528\text{ g}$$

$$n_{\text{OH}^-} = 0,2131\text{ moli}$$

$$\text{nadmiar } \text{OH}^- = 0,1262\text{ moli}$$

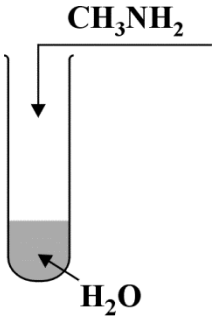
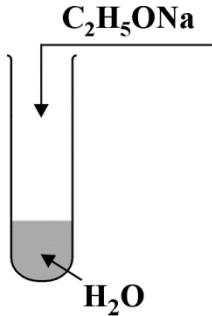
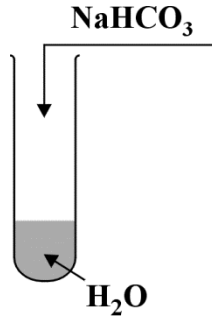
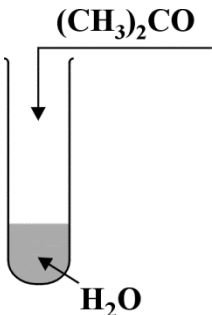
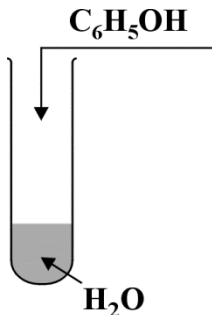
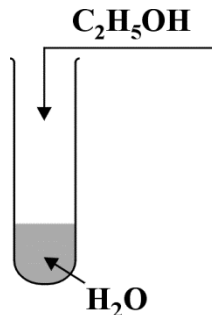
$$C_{\text{OH}^-} = 0,1262\text{ mol/dm}^3 \approx 0,13\text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = 0,89, \text{ pH} = 13,1$$

Odpowiedź: **Roztwór w kolbie ma pH = 13,1.**

**Zadanie 7. (3 pkt)**

a) Wpisz w pola pod probówkami, jaki otrzymano odczyn roztworu wodnego po dodaniu i rozpuszczeniu wskazanych substancji.

|  |  |  |
|--|--|--|
|  <p>1.</p>  |  <p>2.</p>  |  <p>3.</p>  |
| <b>zasadowy</b>  | <b>zasadowy</b>  | <b>zasadowy</b>  |
|  <p>4.</p> |  <p>5.</p> |  <p>6.</p> |
| <b>obojętny</b>  | <b>kwasowy</b>   | <b>obojętny</b>  |

b) Do zestawienia poniżej wpisz dla wybranych roztworów wartość spodziewanego pH oraz równanie skrócone jonowe, które je uzasadni.

|    | pH > 7;<br>pH = 7;<br>pH < 7 | Równanie reakcji  |
|----|------------------------------|---|
| 1. | pH > 7                       | $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$                       |
| 3. | pH > 7                       | $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$                                  |
| 5. | pH < 7                       | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ |

**Zadanie 8. (1 pkt)**

Uzupełnij poniższe zdania. Podkreśl właściwe określenie spośród wymienionych w każdym nawiasie.

Po porównaniu stałych dysocjacji kwasu azotowego(V) i kwasu azotowego(III) można stwierdzić, że w cząsteczce kwasu azotowego(V) wiązanie O–H jest (bardziej / mniej) spolaryzowane niż w cząsteczce kwasu azotowego(III). Wodny roztwór kwasu azotowego(V) ma więc (niższe / wyższe) pH od roztworu kwasu azotowego(III) o tym samym stężeniu molowym. W wodnych roztworach soli sodu kwasu azotowego(V) uniwersalny papierek wskaźnikowy (pozostaje żółty / przyjmuje czerwone zabarwienie / przyjmuje niebieskie zabarwienie).

**Zadanie 9. (3 pkt)**

W roztworze wodnym znajdują się aniony:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  i  $\text{PO}_4^{3-}$  oraz towarzyszące im kationy sodu. Aniony te można wydzielić z roztworu za pomocą reakcji strąceniowych, stosując odpowiednie odczynniki w takiej kolejności, aby jeden odczynnik wytrącał z roztworu w postaci nierozpuszczalnej soli tylko jeden anion. Po przesączeniu osadu, używając innego odczynnika, można wytrącić z przesączu sól zawierającą kolejny anion. Na podstawie masy osadu można obliczyć stężenie anionu w wyjściowym roztworze.

- a) Wpisz do tabeli wzory chemiczne odczynników, których użycie pozwoli w trzech etapach (I, II i III) wytrącić kolejno z roztworu w postaci nierozpuszczalnych soli aniony w nim zawarte. Odczynniki wybierz spośród wymienionych poniżej. Dobierz je tak, żeby było możliwe określenie stężeń anionów w wyjściowym roztworze.

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  (aq),  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (aq),  $\text{MgCl}_2$  (aq),  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  (aq),

$\text{NaOH}$  (aq),  $\text{AgNO}_3$  (aq),  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  (aq),  $\text{PbCl}_2$  (aq)

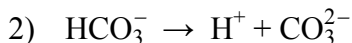
|          |  |
|----------|--|
| Etap I   | <b><math>\text{MgNO}_3</math></b>            |
| Etap II  | <b><math>\text{Cu}(\text{NO}_3)_2</math></b> |
| Etap III | <b><math>\text{AgNO}_3</math></b>            |

- b) Napisz wzory nierozpuszczalnych soli powstałych w każdym etapie doświadczenia.

|          |  |
|----------|--|
| Etap I   | <b><math>\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2</math></b> |
| Etap II  | <b><math>\text{CuS}</math></b>                 |
| Etap III | <b><math>\text{AgCl}</math></b>                |

**Informacja do zadania 10.**

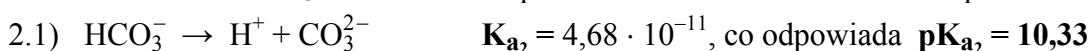
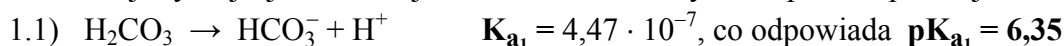
Jeżeli chcemy oszacować pH roztworu wodorosoli, np.:  $\text{NaHCO}_3$ , to musimy wziąć pod uwagę dwa procesy. Amfiprotyczny anion  $\text{HCO}_3^-$  znajdujący się w roztworze tej soli może być akceptorem lub donorem jonu  $\text{H}^+$ , co pokazują poniższe dwa równania.



Przyjmujemy, że przybliżeniu obie reakcje zachodzą w takim samym stopniu.

Wtedy  $[\text{H}_2\text{CO}_3] = [\text{CO}_3^{2-}]$ .

Dla reakcji dysocjacji kwasowej  $\text{H}_2\text{CO}_3$  wartości stałych  $K_a$  podano poniżej:



Wyznaczając zależności na  $K_{a1}$  oraz  $K_{a2}$  i wprowadzając wcześniejsze przybliżenie,

że  $[\text{H}_2\text{CO}_3] = [\text{CO}_3^{2-}]$ , otrzymujemy wyrażenie na stężenie jonów wodorowych w roztworze wodorosoli, na podstawie którego obliczymy pH tego roztworu.

Wyrażenie  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_{a1} \cdot K_{a2}}$ , jest równoważne zależności  $\text{pH} = \frac{1}{2}(pK_{a1} + pK_{a2})$ .

Podstawiając podane w treści wartości  $pK_{a1}$  oraz  $pK_{a2}$ , otrzymujemy  $\text{pH} = 8,34$  – wartość ta wskazuje na odczyn zasadowy roztworu tej soli.

Na podstawie: *Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej*, red. Z. Galus, Warszawa 1993.

Tabela. Wartości  $K_{a1}$  i  $K_{a2}$  oraz  $pK_{a1}$  i  $pK_{a2}$  dla wybranych kwasów.

| kwas                    | $K_{a1}$             | $pK_{a1}$ | $K_{a2}$            | $pK_{a2}$ | sól              | pH          | odczyn          |
|-------------------------|----------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-------------|-----------------|
| $\text{H}_2\text{SO}_3$ | $1,23 \cdot 10^{-2}$ | 1,91      | $6,6 \cdot 10^{-8}$ | 7,18      | $\text{NaHSO}_3$ | <b>4,5</b>  | <b>kwasowy</b>  |
| $\text{H}_2\text{S}$    | $1,29 \cdot 10^{-7}$ | 6,89      | $10^{-19}$          | 19        | $\text{NaHS}$    | <b>12,9</b> | <b>zasadowy</b> |

**Zadanie 10. (1 pkt)**

Oszacuj wartości pH roztworów wodorosoli podanych w tabeli. Wykorzystaj metodę przedstawioną w informacji do zadania. Przedstaw obliczenia oraz wpisz do tabeli oszacowane wartości pH z dokładnością do 0,1 oraz określ, jaki będzie odczyn roztworu każdej z tych soli.

Obliczenia:



$$\text{pH} = \frac{1}{2}(1,91 + 7,18) \approx 4,5$$



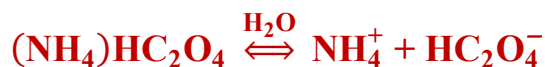
$$\text{pH} = \frac{1}{2}(6,89 + 19) \approx 12,9$$

Odpowiedź:  **$\text{NaHSO}_3$  (pH = 4,5) kwasowy;  $\text{NaHS}$  (pH = 12,9) zasadowy**



**Zadanie 11. (2 pkt)**

Zapisz równanie dysocjacji  $(\text{NH}_4)\text{HC}_2\text{O}_4$ . Zakwalifikuj otrzymane jony zgodnie z teorią Brønsteda do kwasów, zasad lub jonów amfiprotycznych. Swój wybór uzasadnij odpowiednimi reakcjami chemicznymi.



$\text{NH}_4^+$  – kwas Brønsteda



$\text{HC}_2\text{O}_4^-$  – jon amfiprotyczny



– kwas Brønsteda

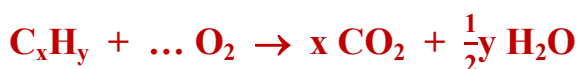


– zasada Brønsteda

**Zadanie 12. (1 pkt)**

W wyniku spalania 100 gramów pewnego węglowodoru otrzymano 338,5 g tlenku węgla(IV). Oblicz, ile gramów wody otrzymano w trakcie tego procesu. Podaj, z dokładnością do części dziesiątej, zawartość procentową węgla w tym węglowodorze.

Obliczenia:



100 g                      338,5 g

obliczamy masę C:    44,01 g — 12,01 g C  
                                  338,5 g —  $m_c = 92,37$  g  
                                  stąd  $c\% = 92,4\%$

obliczamy masę H:  $100 \text{ g} - 92,37 \text{ g} = 7,63 \text{ g}$

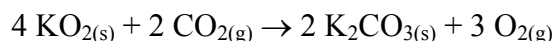
obliczamy masę wody:    2 g H — 18 g  $\text{H}_2\text{O}$   
                                  7,63 g H —  $m_{\text{H}_2\text{O}} = 68,67 \text{ g}$

Odpowiedź: **Masa wody 68,67 g,  $\%C = 92,4\%$ .**

**Zadanie 13. (4 pkt)**

Litowce są bardzo aktywnymi metalami. Z uwagi na charakter silnie elektrododatni, litowce we wszystkich połączeniach występują na stopniu utlenienia +1. Jednak nie wszystkie reakcje pierwiastków z tej grupy przebiegają podobnie. Reakcją, która je odróżnia jest utlenianie w strumieniu tlenu. Lit w tej reakcji tworzy tlenek litu ( $\text{Li}_2\text{O}$ ), sód utlenia się do nadtlenu sodu ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) – natomiast utleniając potas otrzymujemy nadtlenek potasu ( $\text{KO}_2$ ).

Reakcję nadtlenu z tlenkiem węgla(IV) wykorzystuje się do jego usuwania w układach zamkniętych i regeneracji tlenu, np. w łodziach podwodnych:



Reakcje litowców z chlorem, wodorem i siarką przebiegają podobnie – produktami są odpowiednio chlorki, wodoroki i siarczki.

**a) Uzupełnij równania reakcji i podaj nazwy produktów.**

**Spalanie w strumieniu tlenu:**



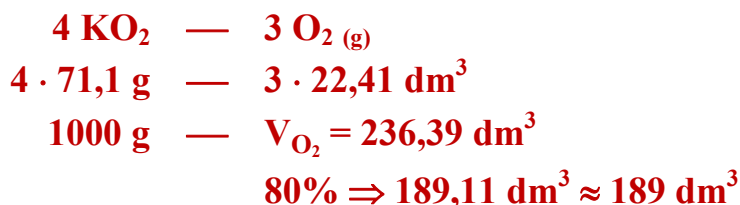
**Reakcja z wodorem:**



**Reakcja z chlorem:**

**b) Oblicz, jaką objętość tlenu, w warunkach normalnych, może wytworzyć w wyniku regeneracji 1 kg nadtlenu potasu przy założeniu, że wydajność tego procesu wyniesie 80%. Objętość podaj z dokładnością do 1 dm<sup>3</sup>.**

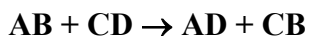
Obliczenia:



Odpowiedź: **Można wytworzyć 189 dm<sup>3</sup> tlenu.**

**Zadanie 14. (3 pkt)**

W celu wyznaczenia równania kinetycznego reakcji chemicznej



oraz wartości stałej szybkości ( $k$ ) wykonano pięć pomiarów szybkości reakcji ( $V$ ) zachodzącej przy różnych stężeniach substratów  $[\text{AB}]$  i  $[\text{CD}]$ .

Podaj równanie kinetyczne dla tej reakcji – równanie ogólne ma postać  $V = k [\text{AB}]^n [\text{CD}]^m$ .

Na podstawie eksperymentalnych danych z tabeli wyznacz wartości  $k$ ,  $n$  i  $m$ .

Wartość stałej szybkości  $k$  podaj z dokładnością do części dziesiątych wraz z właściwą jednostką.

| Pomiar | $[\text{AB}]$<br>[mol · dm <sup>-3</sup> ] | $[\text{CD}]$<br>[mol · dm <sup>-3</sup> ] | $V$<br>[mol · dm <sup>-3</sup> · s <sup>-1</sup> ] |
|--------|--|--|--|
| 1.     | 0,1  | 0,1  | 0,04   |
| 2.     | 0,1  | 0,2  | 0,04   |
| 3.     | 0,2  | 0,1  | 0,08   |
| 4.     | 0,2  | 0,2  | 0,08   |
| 5.     | 1  | 1  | 0,4  |

Obliczenia:

**Z danych dla pomiarów 1., 2. i 3. wynika, że  $V$  nie zależy od  $[\text{CD}]$ ,  
stąd w równaniu  $V = k [\text{AB}]^n [\text{CD}]^m$ ,  $m = 0$ .**

**Na podstawie pomiarów 1. i 3. wnioskujemy, że  $n = 1$ .**

**Na podstawie 5. wyznaczamy:  $k = 0,4 \frac{1}{\text{s}}$ .**

Odpowiedzi: **Równanie  $V = 0,4 \cdot [\text{AB}]^1 [\text{CD}]^0 = 0,4 \cdot [\text{AB}]$ ,  $k = 0,4 \frac{1}{\text{s}}$ .**

.....  
 .....  
 .....

**Informacje do zadań: 15., 16. i 17.**

Do badania kinetyki reakcji estryfikacji użyto 100% czystego jednoprotowego kwasu organicznego oraz roztworu wodnego etanolu. Objętość mieszaniny reakcyjnej dopełniona obojętnym rozpuszczalnikiem wynosiła 1 dm<sup>3</sup>. W trakcie badania kinetyki reakcji estryfikacji stwierdzono, że w reaktorze w czasie  $t_0$  – znajduje się 0,2 mola estru, 0,6 mola etanolu, 0,4 mola kwasu oraz 0,3 mola wody.

Za pomocą mikrostrzykawkę pobierano od czasu  $t_0$  przez pięć minut, w odstępach co jedną minutę, próbkę mieszaniny reakcyjnej i oznaczano metodą chromatografii gazowej stężenie estru w roztworze. Po upływie pięciu minut nie stwierdzono już wzrostu stężenia estru w mieszaninie.

Reakcja przebiegała według schematu: **etanol + kwas  $\rightleftharpoons$  ester + woda**.

Odczytane wartości stężenia estru wpisano do tabeli.

Tabela. Stężenia reagentów w czasie trwania reakcji.

| Czas [min]                           | $t_0$      | $t_0 + 1$   | $t_0 + 2$   | $t_0 + 3$   | $t_0 + 4$   | $t_0 + 5$   |
|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Ester</b> [mol/dm <sup>3</sup> ]  | 0,2        | 0,24        | 0,28        | 0,30        | 0,32        | 0,32        |
| <b>Woda</b> [mol/dm <sup>3</sup> ]   | <b>0,3</b> | <b>0,34</b> | <b>0,38</b> | <b>0,40</b> | <b>0,42</b> | <b>0,42</b> |
| <b>Etanol</b> [mol/dm <sup>3</sup> ] | <b>0,6</b> | <b>0,56</b> | <b>0,52</b> | <b>0,50</b> | <b>0,48</b> | <b>0,48</b> |
| <b>Kwas</b> [mol/dm <sup>3</sup> ]   | <b>0,4</b> | <b>0,36</b> | <b>0,32</b> | <b>0,30</b> | <b>0,28</b> | <b>0,28</b> |

**Zadanie 15. (2 pkt)**

Na podstawie informacji zawartych w tekście oraz odczytanych stężeń estru zapisanych w tabeli, uzupełnij tę tabelę, wpisując stężenia pozostałych reagentów.

**Zadanie 16. (2 pkt)**

a) Oblicz stałą stężeniową dla tej reakcji.

b) Oblicz, jakie było stężenie procentowe użytego w tym badaniu etanolu.

Obliczenia:

$$\text{a) } K_c = \frac{0,32 \cdot 0,42}{0,48 \cdot 0,28} = 1$$

**b) w stanie wyjściowym było 0,8 mola etanolu i 0,1 mola wody, stąd**

$$c\% = \frac{0,8 \cdot 46,08}{0,8 \cdot 46,08 + 1,802} \Rightarrow 95,34\%$$

Odpowiedź a):  **$K_c = 1$**  .....

Odpowiedź b):  **$c\%$  etanolu wynosiło 95,34%** .....

**Zadanie 17. (1 pkt)**

Na podstawie informacji do zadania i danych z tabeli oblicz, ile moli kwasu i ile moli etanolu wykorzystano w trakcie tego badania.

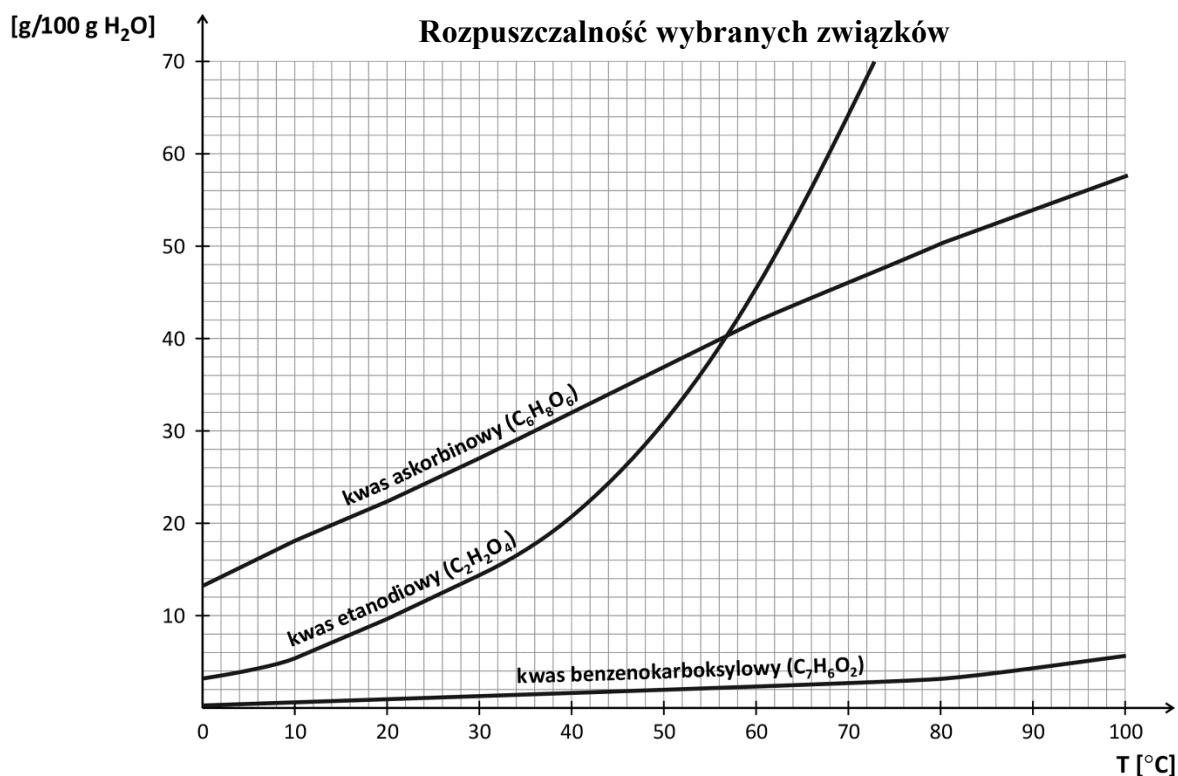
Obliczenia:

**Na podstawie stanu równowagowego:**

|                 | etanol | kwas  | ester | woda  |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|
| stan początkowy | 0,8    | 0,6   | 0     | 0,10  |
| reakcja         | -0,32  | -0,32 | +0,32 | +0,32 |
| stan równowagi  | 0,48   | 0,28  | 0,32  | 0,42  |

Odpowiedź: **0,6 moli kwasu, 0,8 moli etanolu**

**Informacja do zadań 18. i 19.**



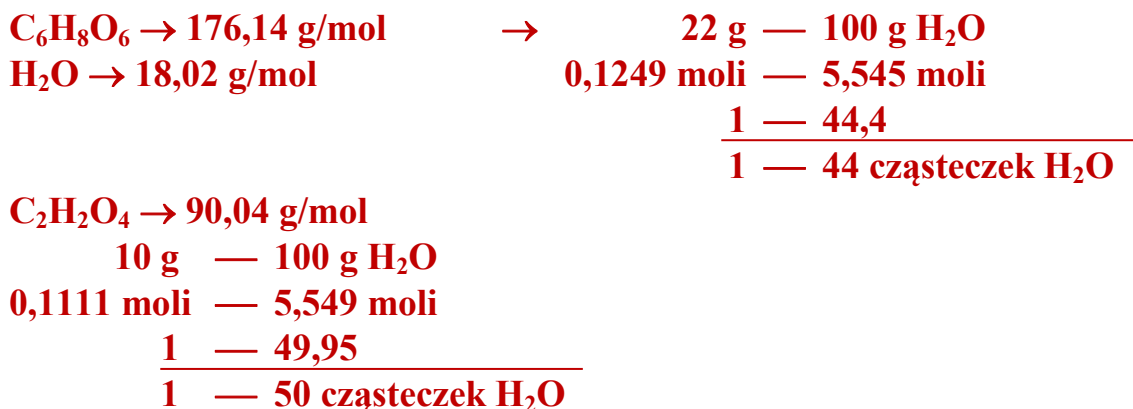
**Rozpuszczalność soli uwodnionej: MgSO<sub>4</sub> · 6 H<sub>2</sub>O [g/100g H<sub>2</sub>O]**

|                            | MgSO <sub>4</sub> · 6 H <sub>2</sub> O |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T [°C]                     | 0                                      | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 80   | 100  |
| [g/100 g H <sub>2</sub> O] | 29                                     | 29,7 | 30,8 | 31,2 | 32,4 | 33,5 | 35,5 | 39,1 | 42,5 |

**Zadanie 18. (1 pkt)**

Oblicz, ile cząsteczek wody przypada na jedną cząsteczkę kwasu askorbinowego (witaminy C –  $C_6H_8O_6$ ) oraz, ile cząsteczek wody przypada na jedną cząsteczkę kwasu etanodiowego ( $C_2H_2O_4$ ) w roztworach nasyconych tych kwasów o temperaturze 20°C. Wyniki podaj z dokładnością do jednej cząsteczki.

Obliczenia:

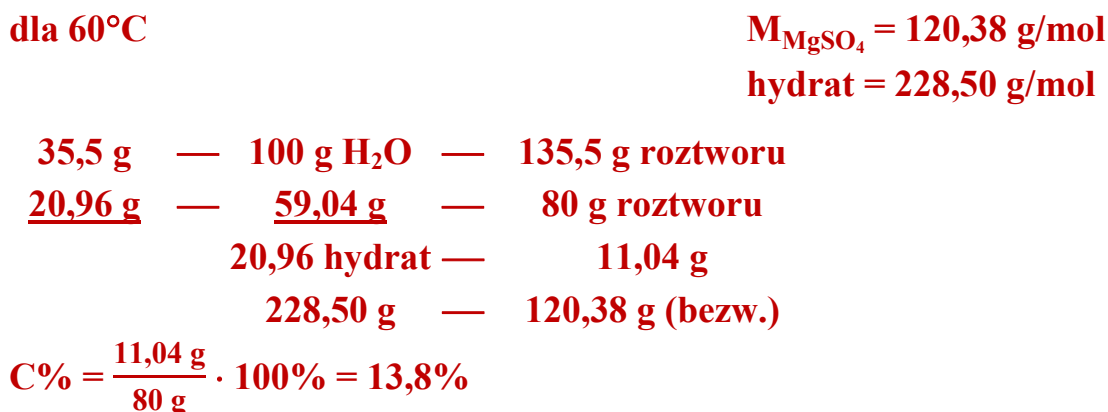


Odpowiedź: **Witamina C – 1 na 50 cząsteczek wody,**  
**kwas etanodiowy 1 na 44 cząsteczki wody.**

**Zadanie 19. (1 pkt)**

W temperaturze 60°C otrzymano 80 g nasyconego roztworu sześciowodnego hydratu siarczanu(VI) magnezu. Jakie jest stężenie procentowe siarczanu(VI) magnezu w tym roztworze? Wynik podaj z dokładnością do 0,1%.

Obliczenia:

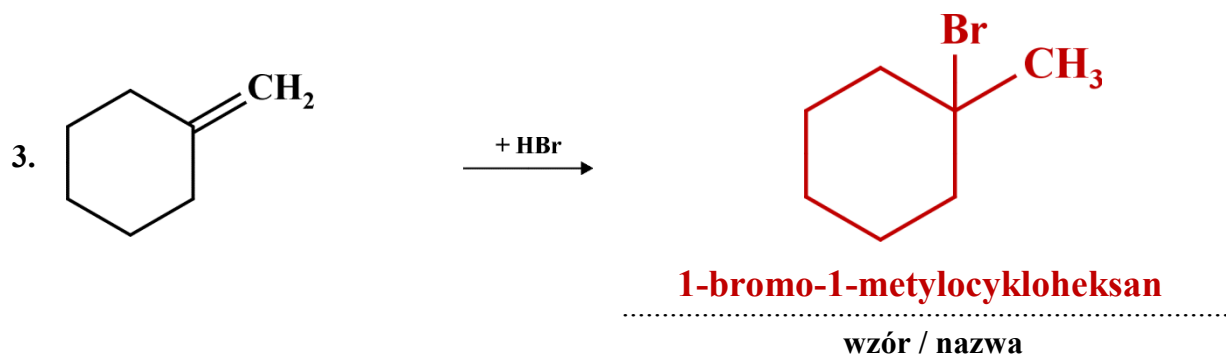
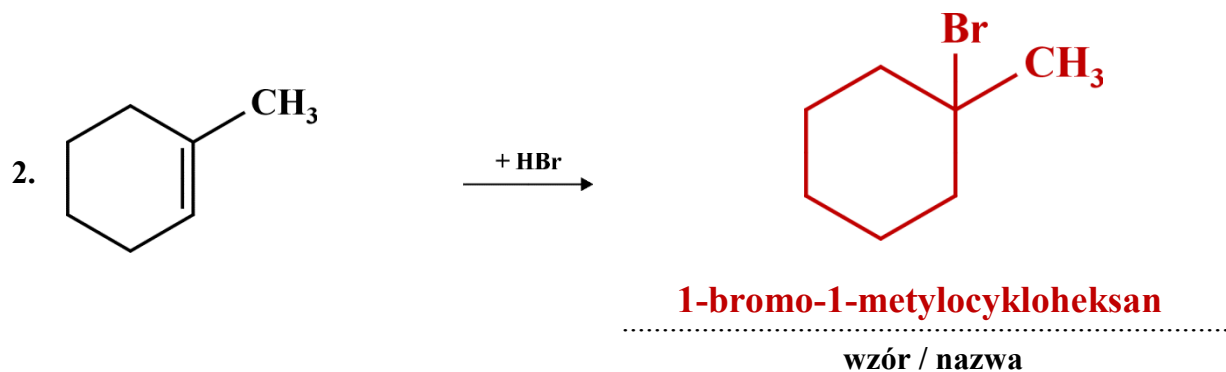
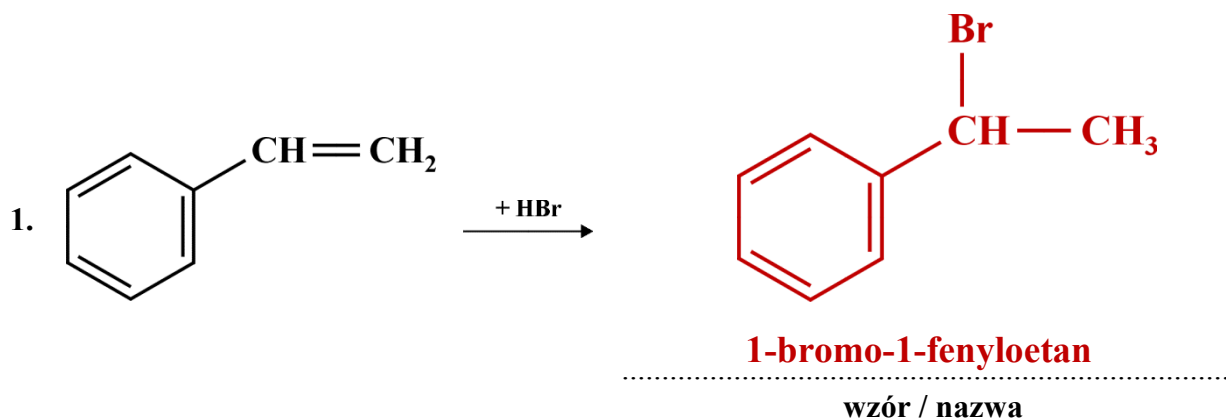


Odpowiedź: **Stężenie procentowe  $MgSO_4$  wynosi 13,8%.**

**Zadanie 20. (3 pkt)**

Przeprowadzono reakcję addycji bromowodoru do związków o podanych niżej wzorach półstrukturalnych.

a) Narysuj wzory półstrukturalne głównych produktów tych reakcji chemicznych i podaj ich nazwy systematyczne.



b) Uzupełnij zdanie podkreślając właściwy wybór.

Powyższe reakcje addycji zachodzą według mechanizmu elektrofilowego / nukleofilowego / rodnikowego. Miejsce przyłączenia się atomu wodoru do atomu węgla przy podwójnym wiązaniu, w produktach głównych tego typu addycji, można wskazać w oparciu o regułę Kuczerowa / Markownikowa / Zajcewa.

**Zadanie 21. (2 pkt)**

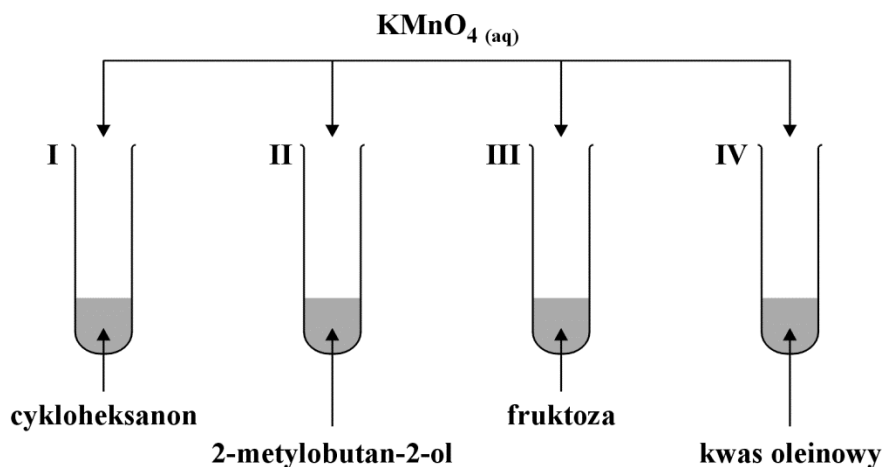
Przeprowadzono cztery reakcje chemiczne. Scharakteryzowano je w tabeli. Do pierwszej kolumny tabeli wpisano substraty i rodzaj reakcji chemicznej.

**Wpisz do drugiej kolumny nazwę systematyczną głównego organicznego produktu, który otrzymano w każdej z tych reakcji.**

|    | Substraty/rodzaj reakcji                                     | Nazwa systematyczna głównego organicznego produktu |
|----|--|--|
| 1. | addycja wody do 2-metylopropenu                              | <b>2-metylopropan-2-ol</b>                         |
| 2. | kondensacja kwasu propanowego i fenolu w obecności $H_2SO_4$ | <b>propanian fenylu</b>                            |
| 3. | eliminacja chlorowodoru z 2-chloro-2,3-dimetylobutanu        | <b>2,3-dimetylobut-2-en</b>                        |
| 4. | kondensacja kwasu etanowego i metyloaminy                    | <b>N-metylooctanoamid</b>                          |

**Zadanie 22. (1 pkt)**

**Wskaż, w których probówkach nastąpiło odbarwienie fioletowego roztworu  $KMnO_4$ .**



**Otocz kółkiem numery wybranych probówek.**

I

II

III

IV



## Informacja do zadań 23., 24. i 25.

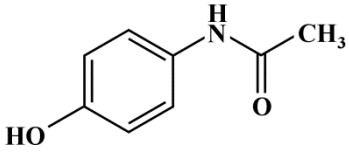
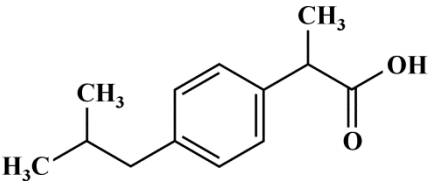
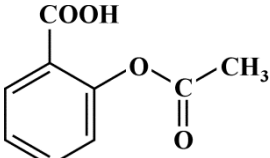
### Leki przeciwbólowe

Lek o wzorze sumarycznym  $C_9H_8O_4$  jest najbardziej popularnym środkiem o działaniu przeciwbólowym, przeciwgorączkowym i przeciwzapalnym. Przy stosowaniu długotrwałym wykazuje działanie przeciwzakrzepowe. Jest składnikiem wielu leków złożonych. Drugim równie często stosowanym lekiem o działaniu przeciwbólowym i przeciwgorączkowym jest paracetamol (nazwa systematyczna: *N*-(4-hydroksyfenylo)etanoamid). W handlu znajduje się od 1955 roku. W Polsce stał się popularny w latach 90. XX wieku, wypierając z rynku powszechnie wówczas używany lek przeciwgorączkowy – piramidon, który obecnie jest wycofywany i uznawany za silnie toksyczny.

Trzeci lek – ibuprofen należy do niesteroidowych leków o działaniu przeciwzapalnym, przeciwbólowym i przeciwgorączkowym. Zmniejsza obrzęk, poprawia ruchomość stawów i usuwa uczucie zdrętwienia w stawach. Działanie przeciwbólowe występuje po około 30 minutach i utrzymuje się przez 4 do 6 godzin. Ibuprofen jest wydalany z moczem w 60–90% w postaci metabolitów. Nie kumuluje się w organizmie.

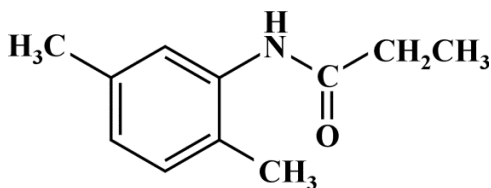
#### Zadanie 23. (2 pkt)

W tekście opisano trzy leki przeciwbólowe. Na podstawie tych informacji, uzupełnij dane brakujące w poniższej tabeli. Odszukaj je w tekście lub wyznacz i wpisz we właściwe pola do tabeli.

|    |   |                                    |   |
|----|---|------------------------------------|---|
| A. |  | Masa molowa<br><b>151,18 g/mol</b> | Wzór sumaryczny<br><b>C<sub>8</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>N</b>  |
|    | Nazwa systematyczna: .....  |                                    |   |
| B. |  | Masa molowa<br><b>206,28 g/mol</b> | Wzór sumaryczny<br><b>C<sub>13</sub>H<sub>18</sub>O<sub>2</sub></b> |
|    | Nazwa: .....  |                                    |   |
| C. |  | Masa molowa<br><b>180,17 g/mol</b> | Wzór sumaryczny<br><b>C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub></b>   |
|    | Nazwa: <b>kwas acetylosalicylowy</b>  |                                    |   |

**Zadanie 24. (2 pkt)**

a) Podaj nazwę systematyczną i wzór sumaryczny cząsteczki o wzorze półstrukturalnym:

Wzór sumaryczny  **$C_{11}H_{15}ON$** 

Nazwa systematyczna

***N*-(2,5-dimetylofenylo)propanoamid**

b) Dokończ stwierdzenie i jego uzasadnienie.

Wszystkie wymienione w tabeli leki wykazują właściwości kwasowe.

Spośród nich najsilniejsze właściwości kwasowe będzie wykazywał lek oznaczony literą **C**o nazwie **kwas acetylosalicylowy**, ponieważ**w pozycji *orto* do grupy karboksylowej znajduje się wiązanie estrowe,****które wzmacnia właściwości kwasowe polaryzując wiązanie O–H w grupie****karboksylowej. W związku B nie ma grupy wzmacniającej właściwości****kwasowe grupy karboksylowej. Związek A jest fenolem o bardzo słabych****właściwościach kwasowych.****Zadanie 25. (2 pkt)**

Oceń prawdziwość stwierdzeń wpisanych do tabeli. Wpisz literę P, jeżeli stwierdzenie jest prawdziwe, lub literę F, jeżeli jest fałszywe.

|    | Stwierdzenie  | P/F      |
|----|---|----------|
| 1. | Lek oznaczony A jest aminokwasem.   | <b>F</b> |
| 2. | Wszystkie leki wymienione w tabeli są związkami aromatycznymi i ulegają reakcji addycji z wodą bromową. | <b>F</b> |
| 3. | Jedynie lek oznaczony B jest chiralny i może występować w postaci dwóch enancjomerów.                   | <b>P</b> |
| 4. | Lek A można wykryć w reakcji z roztworem wodnym $FeCl_3$ .  | <b>P</b> |
| 5. | W cząsteczce leku A występuje wiązanie estrowe a w cząsteczce leku C wiązanie peptydowe.                | <b>F</b> |
| 6. | Najwięcej atomów węgla o hybrydyzacji $sp^2$ zawiera cząsteczka C.                                      | <b>P</b> |

**Informacja do zadań 26., 27. i 28.**

W tabeli podano wartości temperatur topnienia i temperatur wrzenia dla kilku wybranych amin zmierzonych pod ciśnieniem 1013 hPa.

|    | Wzór aminy                                    | Temp. topnienia [°C] | Temp. wrzenia [°C] | Stała dysocjacji $K_b$ | Stan skupienia T = 298 K |
|----|---|----------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|
| 1. | NH <sub>3</sub>                               | -77                  | -33                | $1,8 \cdot 10^{-5}$    | <b>gazowy</b>            |
| 2. | CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>               | -93                  | -6                 | $4,3 \cdot 10^{-4}$    | <b>gazowy</b>            |
| 3. | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH            | -93                  | 7                  | $7,4 \cdot 10^{-4}$    | <b>gazowy</b>            |
| 4. | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> | -6                   | 184                | $4,3 \cdot 10^{-10}$   | <b>ciekły</b>            |

**Zadanie 26. (2 pkt)**

- a) Korzystając z Karty wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny uzupełnij w tabeli wartości  $K_b$  dla wybranych amin 1.–4.
- b) Wpisz do tabeli, jaki będzie stan skupienia tych amin w temperaturze 298 K.

**Zadanie 27. (3 pkt)**

- a) Wpisz do wiersza I. poniższej tabeli nazwy systematyczne amin podanych w informacji, szeregując je zgodnie z ich wzrastającymi właściwościami zasadowymi. Natomiast do wiersza II. wpisz wzory kwasów Brønsteda sprzężonych z tymi aminami, a do wiersza III. wzory zasad sprzężonych z aminami z wiersza I. Zwróć uwagę, że wybrane aminy mają właściwości amfiprotyczne.

|      |                  |   |                                   |   |   |
|------|------------------|---|-----------------------------------|---|---|
| I.   | amina            | <b>fenyloamina</b>  | <b>amoniak</b>                    | <b>metryloamina</b>                             | <b>dimetyloamina</b>  |
| II.  | sprzężony kwas   | <b>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup></b> | <b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b> | <b>CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup></b> | <b>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH<sub>2</sub><sup>+</sup></b> |
| III. | sprzężona zasada | <b>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sup>-</sup></b>             | <b>NH<sub>2</sub><sup>-</sup></b> | <b>CH<sub>3</sub>NH<sup>-</sup></b>             | <b>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N<sup>-</sup></b>              |

- b) Amina o wzorze  $C_6H_5NH_2$  i nazwie zwyczajowej anilina jest aminą aromatyczną. Wyjaśnij, jaki wpływ ma pierścień aromatyczny na właściwości zasadowe amin. Uzupełnij zdanie.

Właściwości zasadowe grup aminowych przyłączonych bezpośrednio do układu aromatycznego są **niższe**

w odniesieniu do grup aminowych przyłączonych do podstawników alkilowych. Powodem tego jest **sprężenie i delokalizacja pary elektronowej z atomu azotu**

**do pierścienia aromatycznego, przez co para ta słabiej wiąże proton, dlatego jest słabą zasadą.**

#### Zadanie 28. (2 pkt)

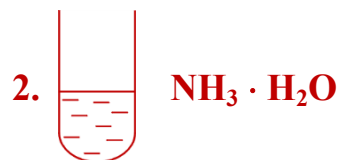
W dwóch kolbach miarowych przygotowano dwa różne wodne roztwory o jednakowym stężeniu  $0,01 \text{ mol/dm}^3$ . W kolbie nr 1 znajdował się roztwór NaOH, w kolbie nr 2 woda amoniakalna.

Oblicz, jakie wartości pH mają te roztwory. Wyniki podaj z dokładnością do części dziesiątych.

Obliczenia:



$$\begin{aligned} c &= 0,01 \text{ mol/dm}^3 \\ [\text{NaOH}] &= [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \\ \text{pOH} &= 2 \\ \text{pH} &= 12,0 \end{aligned}$$

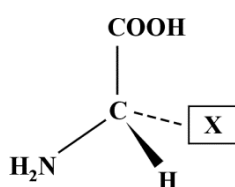
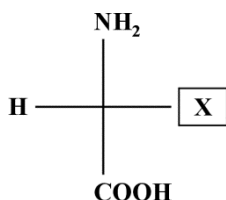
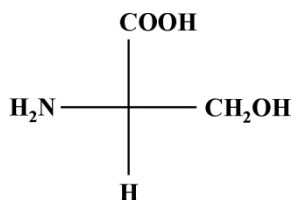
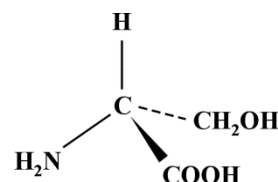


$$\begin{aligned} c &= 0,01 \text{ mol/dm}^3 \\ K_b &= 1,8 \cdot 10^{-5} \\ K_b &= \frac{[\text{OH}^-]^2}{c} \\ [\text{OH}^-] &= 4,24 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \\ \text{pOH} &= 3,38 \approx 3,4 \\ \text{pH} &= 10,6 \end{aligned}$$

Odpowiedź: **Roztwór 1. pH = 12,0, roztwór 2. pH = 10,6.**

**Zadanie 29. (2 pkt)**

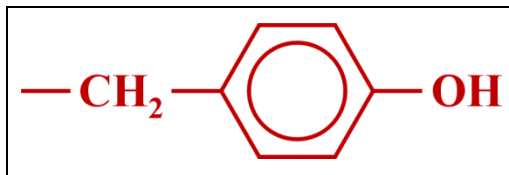
Rysunki przedstawiają wzory przestrzenne i wzory w projekcji Fischera dwóch aminokwasów. Rysunki A i B przedstawiają aminokwas o nazwie systematycznej kwas 2-amino-3-(4-hydroksyfenylo)propanowy. Natomiast nazwa zwyczajowa aminokwasu przedstawionego na rysunkach C i D to seryna.

**A****B****C****D**

a) Podaj nazwę zwyczajową aminokwasu przedstawionego na rysunkach A i B.

**tyrozyna**

b) Narysuj w okienku grupę, która powinna znajdować się w polu oznaczonym literą X.



c) Zapisz systematyczną nazwę aminokwasu przedstawionego na rysunkach C i D.

**kwas 2-amino-3-hydroksypropanowy**

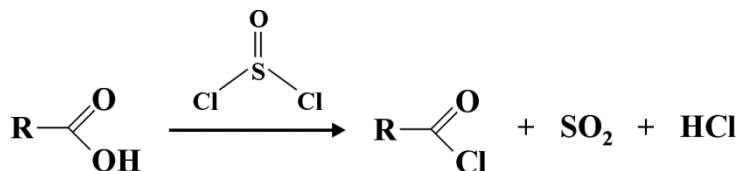
d) Wskaż, które aminokwasy należą do szeregu konfiguracyjnego L, a które do D.

**Cząsteczka A należy do szeregu L, pozostałe do szeregu D.**

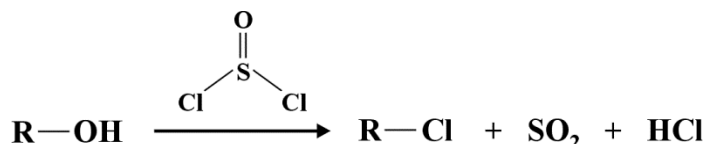
**Informacja do zadań 30. i 31.**

Chlorek tionylu,  $\text{SOCl}_2$  – nieorganiczny związek chemiczny z grupy chlorków kwasowych, pochodna kwasu siarkowego(IV). W temperaturze pokojowej jest bezbarwną cieczą, dymiąca na powietrzu. Cząsteczka chlorku tionylu ma budowę piramidalną, wskazującą na obecność wolnej pary elektronowej (w przeciwieństwie do fosgenu –  $\text{COCl}_2$  o budowie płaskiej).

Chlorek tionylu jest szeroko stosowany w reakcjach chlorowania związków organicznych, np. do przekształcania kwasów karboksylowych w chlorki kwasowe.

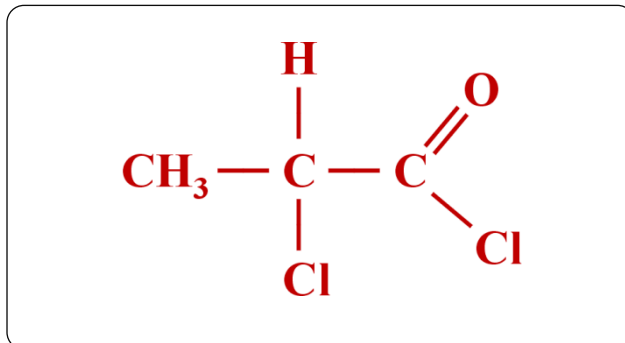


Reaguje z alkoholami dając odpowiednie chlorki alkilowe. Jest bardzo dogodnym odczynnikiem, gdyż oddzielenie powstałych chlorków od gazowych produktów ubocznych jest bardzo łatwe.

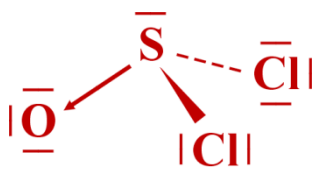
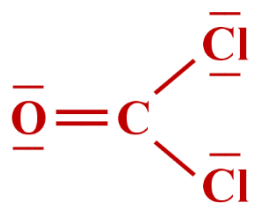
**Zadanie 30. (1 pkt)**

Przeprowadzono reakcję kwasu mlekowego z nadmiarem chlorku tionylu.

Narysuj, w okienku poniżej, wzór półstrukturalny produktu tej reakcji.

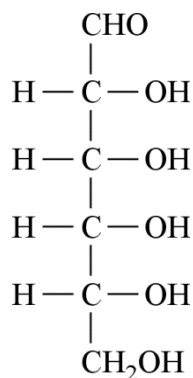
**Zadanie 31. (1 pkt)**

Narysuj, w okienkach poniżej, wzory strukturalne (kreskowe – Lewisa)  $\text{SOCl}_2$  i  $\text{COCl}_2$  pokazujące geometrię tych cząsteczek.

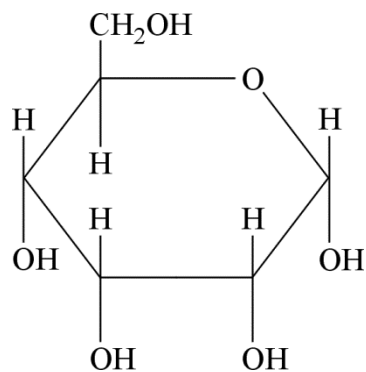
 $\text{SOCl}_2$  $\text{COCl}_2$

**Zadanie 32. (1 pkt)**

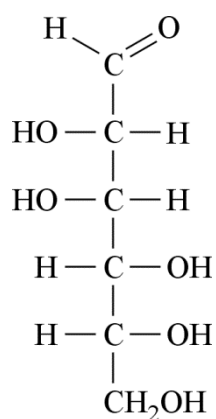
Rysunek poniżej przedstawia wzory D-allozy w projekcji Fischera i Hawortha.



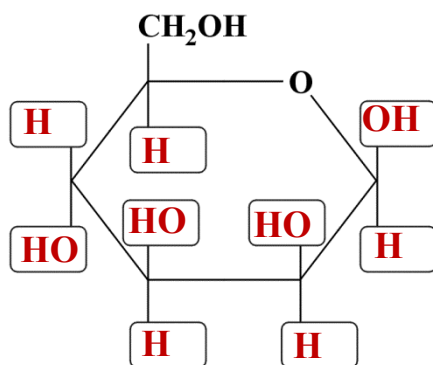
D-alloza

D-allozopiranoza  
anomer  $\alpha$ 

Przeanalizuj wzór D-mannozy w projekcji Fischera i uzupełnij schemat cząsteczki, tak aby przedstawiał on wzór anomeru  $\beta$  D-mannozopiranozy w projekcji Hawortha.



D-mannoza

D-mannozopiranoza  
anomer  $\beta$ 

To już koniec zmagania 😊. Dziękujemy!

Oficyna Wydawnicza TUTOR © dr inż. Zdzisław Głowacki

e-mail: tutor@tutor.torun.pl

Nasza strona na Facebooku – „Chemia z Tutorem” – Polub nas!

## **BRUDNOPIS**