



---

---

# ETAP I

## 23.11.2019

### *Rozwiązania zadań teoretycznych*

---

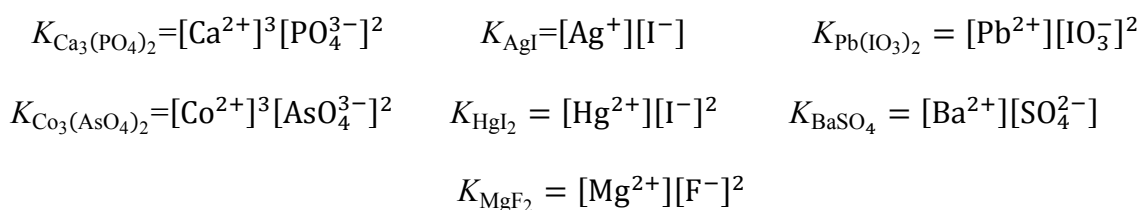
---

#### ROZWIĄZANIE ZADANIA 1

a. Ścisły zapis iloczynu rozpuszczalności (na przykładzie pierwszej soli) ma następującą postać:

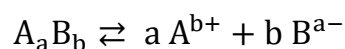
$$K_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = \frac{[\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2}{c_0^5}$$

w której nawiasy kwadratowe oznaczają stężenie danego indywiduum w stanie równowagi między osadem i (nasyconym) roztworem. Ze względu na podzielenie każdego stężenia przez stężenie standardowe  $c_0 = 1 \text{ mol dm}^{-3}$  jest to wielkość bezwymiarowa. Dopuszczalny jest także i uznawany za prawidłowy zapis pomijający  $c_0$ :



ponieważ wartość liczbową iloczynu rozpuszczalności nie ulegnie zmianie, jeśli stężenia wszystkich indywiduów będą wyrażone w  $\text{mol dm}^{-3}$ . Wtedy także obliczane rozpuszczalności molowe będą miały wymiar  $\text{mol dm}^{-3}$ .

b. Równanie reakcji dysocjacji soli o stechiometrii  $\text{A}_a\text{B}_b$  ma postać:



której odpowiada następujące uproszczone wyrażenie na iloczyn rozpuszczalności:

$$K_{\text{A}_a\text{B}_b} = [\text{A}^{b+}]^a [\text{B}^{a-}]^b$$

Jeżeli rozpuszczalność  $S$  oznacza liczbę moli zdysocjowanej soli trudno rozpuszczalnej na  $1 \text{ dm}^3$  roztworu, to  $[\text{A}^{b+}] = a \cdot S$  oraz  $[\text{B}^{a-}] = b \cdot S$ , tym samym  $K_{\text{A}_a\text{B}_b} = (a \cdot S)^a \cdot (b \cdot S)^b$ .

Na przykładzie fosforanu(V) wapnia:

$$K_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = [\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2 = (3 \cdot S)^3 \cdot (2 \cdot S)^2 = 108 S^5$$

$$\text{Zatem } S_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = \sqrt[5]{\frac{K_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2}}{108}} = 1,13 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}.$$

Analogicznie, dla pozostałych soli:

$$S_{\text{AgI}} = \sqrt{K_{\text{AgI}}} = 8,91 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad S_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2}}{4}} = 4,63 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$S_{\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2} = \sqrt[5]{\frac{K_{\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2}}{108}} = 8,98 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad S_{\text{HgI}_2} = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{HgI}_2}}{4}} = 1,99 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$S_{\text{BaSO}_4} = \sqrt{K_{\text{BaSO}_4}} = 1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad S_{\text{MgF}_2} = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{MgF}_2}}{4}} = 2,32 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$S_{\text{HgI}_2} < S_{\text{AgI}} < S_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} < S_{\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2} < S_{\text{BaSO}_4} < S_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} < S_{\text{MgF}_2}$$

Tym samym szereg substancji wygląda następująco:



- c. W **ogólnym** przypadku sekwencja iloczynów rozpuszczalności **nie jest** tożsama z sekwencją rozpuszczalności molowych, ze względu na różne stechiometryczne składy różnych soli. Wynikają z tego różne zależności funkcyjne (pierwiastki różnych stopni i inne współczynniki liczbowe) między rozpuszczalnością molową i iloczynem rozpuszczalności.

Przykładowo można porównać iloczyny rozpuszczalności i rozpuszczalności molowe jodku srebra(I) i fosforanu(V) wapnia.

$$K_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} < K_{\text{AgI}}$$

Rozpuszczalność molowa fosforanu(V) wapnia  $S_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = \sqrt[5]{\frac{K_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2}}{108}}$  jest opisana funkcją o innej postaci matematycznej niż rozpuszczalność molowa jodku srebra(I):  $S_{\text{AgI}} = \sqrt{K_{\text{AgI}}}$ .

W konsekwencji, w tym przypadku ma miejsce odwrócona, w stosunku do sekwencji iloczynów rozpuszczalności, kolejność molowych rozpuszczalności tych soli:  $S_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} > S_{\text{AgI}}$ .

W przypadku soli o tej samej stechiometrii, kiedy matematyczna relacja między iloczynem rozpuszczalności i rozpuszczalnością molową ma analogiczną postać, sekwencja iloczynów rozpuszczalności jest tożsama z sekwencją rozpuszczalności molowych. Przykładem może być porównanie iloczynów rozpuszczalności i rozpuszczalności molowej jodku srebra(I) i siarczynu(VI) baru.

$$K_{\text{AgI}} < K_{\text{BaSO}_4}$$

$$S_{\text{AgI}} = \sqrt{K_{\text{AgI}}} \quad S_{\text{BaSO}_4} = \sqrt{K_{\text{BaSO}_4}}$$

$$S_{\text{AgI}}^2 < S_{\text{BaSO}_4}^2 \quad S_{\text{AgI}} < S_{\text{BaSO}_4}$$

- d. W danej temperaturze iloczyn rozpuszczalności wiążący stężenia odpowiednich jonów jest dla danej substancji wartością stałą. Jeśli jednak zostaną wprowadzone dodatkowe jony wspólne z osadem, to ich całkowite stężenie będzie sumą stężenia pochodzącego z dysocjacji osadu i stężenia dodanego ( $x$ ).

$$K_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = S \cdot (S + x) = S^2 + S \cdot x$$

Ze względu na stałą wartość iloczynu rozpuszczalności oznacza to zmniejszenie rozpuszczalności osadu  $S$ . W ogólnym przypadku obliczenie nowej wartości  $S$  wymaga rozwiązania równania kwadratowego. Dotyczy to przypadku, gdy stężenie dodanych jonów siarczanowych(VI) jest porównywalne z rozpuszczalnością  $\text{BaSO}_4$  w czystej wodzie. Tak więc, skoro rozpuszczalność siarczanu(VI) baru w czystej wodzie wynosi  $1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , to dla stężenia dodanego siarczanu(VI) sodu wynoszącego  $x_1 = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , należy rozwiązać równanie kwadratowe.

$$K_{\text{BaSO}_4} = S_1^2 + S_1 \cdot x_1$$

$$\Delta = \sqrt{b^2 - 4ac} = \sqrt{x_1^2 - 4 \cdot K_{\text{BaSO}_4}}$$

$$S_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-x_1 \pm \sqrt{x_1^2 - 4 \cdot K_{\text{BaSO}_4}}}{2}$$

Ostatecznie przyjmujemy rozwiązanie, które ma sens fizyczny, co w tym przypadku oznacza dodatnią wartość stężenia. Zatem,  $S_1 = 6,18 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

W przypadku dodatku siarczanu(VI) sodu o stężeniu  $x_2 = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  (znacznie większego od molowej rozpuszczalności  $\text{BaSO}_4$ ) w pełni uzasadnione jest przybliżenie:

$$K_{\text{BaSO}_4} = S_2 \cdot (S_2 + x_2) \approx S_2 \cdot x_2$$

$$S_2 = \frac{K_{\text{BaSO}_4}}{0,01} = 1,00 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Obie wartości ( $S_1 = 6,18 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) oraz ( $S_2 = 1,00 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) są mniejsze od molowej rozpuszczalności siarczanu(VI) baru w czystej wodzie ( $1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ), co jest zgodne z oczekiwaniami.

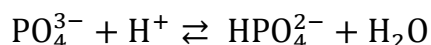
- e. Reakcja hydrolizy fosforanu(V) **zwiększa** rozpuszczalność fosforanów(V) co wynika z tego, iż ubywa w roztworze jonu fosforanowego(V)  $\text{PO}_4^{3-}$  (na rzecz jonów wodorofosforanowych  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) będącego w bezpośredniej równowadze z niezdisocjowaną solą.

*Modelowo można przedstawić wpływ hydrolizy jako zjawiska odwrotnego do efektu wspólnego jonu, np. na przykładzie fosforanu(V) wapnia:*

$$K_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = (3 \cdot S)^3 \cdot (2 \cdot S - y)^2$$

*gdzie  $y$  oznacza ubytek jonów fosforanowych na skutek hydrolizy prowadzący do większej rozpuszczalności soli w porównaniu do sytuacji bez uwzględnienia reakcji ubocznych.*

- f. Dodatek mocnego kwasu przesunie równowagę reakcji hydrolizy w prawo (zmniejszając stężenie jonów hydroksylowych). Uzasadnienie można też oprzeć na reakcji protonowania jonu fosforanowego(V), powiązanej z reakcją hydrolizy poprzez iloczyn jonowy wody.



Zatem samym dodatek mocnego kwasu wpływa na rozpuszczalność soli zawierających jon fosforanowy(V) – dodatek kwasu zmniejsza stężenie jonów fosforanowych(V) w roztworze, a tym samym przesuną położenie równowagi reakcji rozpuszczania w prawo, zwiększając rozpuszczalność soli.

### **Punktacja:**

a. Za podanie wyrażenia na stężeniowy iloczyn rozpuszczalności każdej z wymienionych soli.	7 × 0,5 m.
b. Za obliczenie rozpuszczalności molowej każdej z wymienionych soli wraz z jednostką. Za poprawne uszeregowanie substancji wraz z rosnącą rozpuszczalnością.	7 × (1 – 0,5 – 0) m. 1 – 0,5 – 0 m.
c. Za poprawną odpowiedź ogólną (porównywanie relacji niezależnie od stechiometrii), popartą poprawną parą soli i uzasadnieniem. Za poprawne wskazanie warunków, kiedy porównanie relacji jest możliwe wprost, poparte poprawną parą soli i uzasadnieniem.	3 – 2 – 1 – 0 m. 3 – 2 – 1 – 0 m.
d. Za obliczenie rozpuszczalności siarczanu(VI) baru w pierwszym roztworze. Za obliczenie rozpuszczalności siarczanu(VI) baru w drugim roztworze. Za porównanie otrzymanych wartości z rozpuszczalnością siarczanu(VI) baru w wodzie.	4 – 3 – 2 – 1 – 0 m. 3 – 2 – 1 – 0 m. 0,5 m.
e. Za poprawną odpowiedź popartą uzasadnieniem.	1 – 0,5 – 0 m.
f. Za poprawną odpowiedź popartą uzasadnieniem.	1 – 0,5 – 0 m.
<b>RAZEM</b>	<b>27 m.</b>

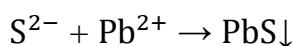
### **ROZWIĄZANIE ZADANIA 2**

- a. W wyniku reakcji rozkładu soli sodowej z tlenowym anionem siarki (związek **A**) powstają dwie inne sole sodowe. Ponieważ czarnym osadem powstającym w reakcji z  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  jest siarczek ołowiu(II), to solą **A1** jest siarczek sodu –  $\text{Na}_2\text{S}$ .

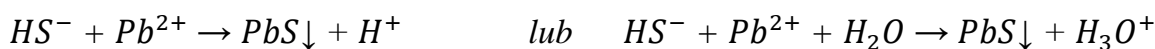
W wyniku reakcji roztworu soli **A2** z azotanem(V) ołowiu(II) powstaje biała sól – siarczan(VI) ołowiu(II), powstająca także na elektrodach w akumulatorach kwasowo-ołowiowych. Związek **A2** to siarczan(VI) sodu –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Dodatkowym potwierdzeniem jest wydzielanie się gazu o bardzo nieprzyjemnym zapachu (siarkowodoru) przy działaniu mocnym kwasem na mieszaninę produktów rozkładu związku **A**.

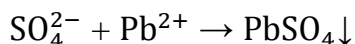
Reakcja pomiędzy roztworem soli **A1** oraz  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  zachodzi zgodnie z równaniem reakcji:



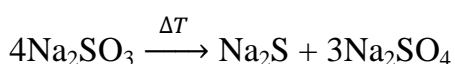
*Ponieważ reakcja ta zachodzi w środowisku kwasowym, można również przedstawić zapis dla formy sprotonowanej jonu siarczkowego czyli:*



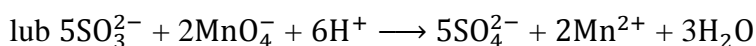
Reakcja pomiędzy roztworem soli **A2** oraz  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  zachodzi zgodnie z równaniem:



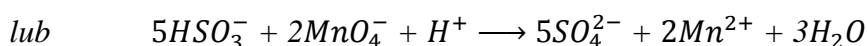
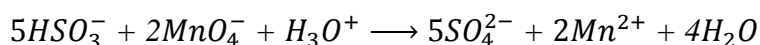
- b.** Sól **A** jest bezwodną solą zawierającą anion o właściwościach redukujących (reakcja z  $\text{KMnO}_4$ ). Ulega ona dysproporcjonacji prowadząc do powstania siarczku oraz siarczanu(VI), zatem solą **A** jest siarczan(IV) sodu ulegający podczas ogrzewania rozkładowi zgodnie z równaniem reakcji:



- c.**  $5\text{SO}_3^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 9\text{H}_2\text{O}$



*Ponieważ reakcja ta zachodzi w środowisku kwasowym można również przedstawić zapis dla formy sprotonowanej jonu siarczanowego(IV) czyli:*



- d.** Masę molową związku **A** można wyznaczyć na podstawie wykonanego oznaczenia manganometrycznego. Ilość moli związku **A** w próbce pobranej do miareczkowania ( $50 \text{ cm}^3$ ) wynosi:  $\frac{5}{2} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot C_{\text{KMnO}_4}$ , natomiast całkowita ilość moli związku **A** w próbce o masie 2,52 g użytej do przygotowania roztworu wynosi:  $n_A = 5 \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot C_{\text{KMnO}_4}$ . Masa molowa związku wynosi zatem:

$$M_A = \frac{m_A}{5 \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot C_{\text{KMnO}_4}} = \frac{2,52 \text{ g}}{5 \cdot 35,2 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 0,1136 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 126 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{ co potwierdza wzór związku A.}$$

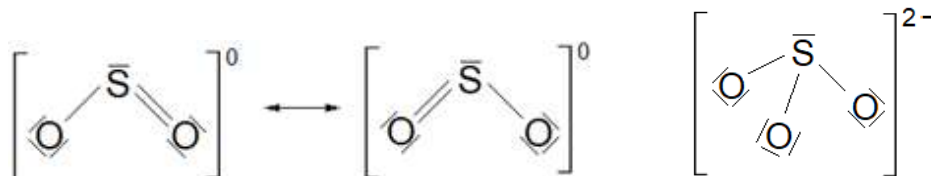
- e.** W wyniku reakcji gazu **X** z roztworem  $\text{NaOH}$  powstaje siarczan(IV) sodu, zatem gazem **X** jest tlenek siarki(IV) –  $\text{SO}_2$ . Potwierdza to również informacja o drażniącym zapachu tego gazu.
- f.** Związkiem **B** jest uwodniony siarczan(IV) cynku –  $\text{ZnSO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , zatem podczas jego ogrzewania w pierwszym etapie wydziela się woda. W wyższej temperaturze następuje rozkład anionów siarczanowych(IV) z utworzeniem  $\text{SO}_2$  oraz stałego produktu **B1** – związku cynku. Aniony w tym związku są izoelektronowe z anionami siarczkowymi, czyli są to aniony tlenkowe, a związek **B1** to  $\text{ZnO}$ .

Stopień uwodnienia związku **B** można obliczyć na podstawie ubytku masy obserwowanego podczas prażenia:

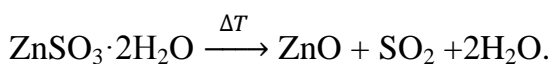
$$x = \frac{M_{\text{ZnO}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \frac{\Delta m}{(100 - \Delta m)} - \frac{M_{\text{SO}_2}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{81,39 \text{ g/mol}}{18,02 \text{ g/mol}} \cdot \frac{55,2 \text{ g}}{44,8 \text{ g}} - \frac{64,06 \text{ g/mol}}{18,02 \text{ g/mol}} = 2,0$$

Związek **B** to dwuwodny siarczan(IV) cynku –  $\text{ZnSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

- g. Gazowa cząsteczka  $\text{SO}_2$  ma budowę kątową (hybrydyzacja walencyjnych orbitali siarki  $sp^2$ ), natomiast anion  $\text{SO}_3^{2-}$  ma budowę przestrzenną (hybrydyzacja walencyjnych orbitali siarki  $sp^3$ ).



- h. Skład mieszaniny związków **A** i **B** możemy obliczyć na podstawie obserwowanego ubytku masy, który związany jest z dehydratacją i rozkładem tylko soli **B** zgodnie z reakcją:



Zakładając, że masa mieszaniny związków **A** i **B** wynosi 100 g, to ubytek masy związany z dehydratacją oraz rozkładem soli **B** wynosi 36,4 g. Na podstawie stechiometrii powyższej reakcji możemy obliczyć zawartość soli **B** w mieszaninie:

$$\% \text{wag}_{\text{B}} = \frac{M_{\text{ZnSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta m}{M_{\text{SO}_2} + 2M_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 100\% = \frac{181,49 \text{ g/mol} \cdot 36,4 \text{ g}}{64,06 \text{ g/mol} + 2 \cdot 18,02 \text{ g/mol}} \cdot 100\% = 66,0\%,$$

$$\text{a } \% \text{wag}_{\text{A}} = 34,0\%.$$

### Punktacja:

a. Za podanie wzorów soli <b>A1</b> i <b>A2</b> . Za podanie równań reakcji między jonami soli <b>A1</b> oraz jonami soli <b>A2</b> a jonami $\text{Pb}^{2+}$ .	2 × 1 m. 2 × 1 m.
b. Za podanie równania reakcji rozkładu soli <b>A</b> .	2 – 1 – 0 m.
c. Za podanie w formie jonowej, równania reakcji zachodzącej pomiędzy roztworem soli <b>A</b> z nadmanganianem potasu w środowisku kwasu siarkowego(VI). Za poprawne zbilansowanie powyższego równania reakcji.	1 – 0 m. 2 – 1 – 0 m.
d. Za potwierdzenie wzoru soli <b>A</b> obliczeniami.	3 – 2 – 1 – 0 m.
e. Za podanie nazwy/wzoru gazu <b>X</b> powstającego w wyniku rozkładu soli <b>B</b> .	1 – 0 m.
f. Za podanie wzoru soli <b>B</b> . Za obliczenia.	1 m. 2 – 1 – 0 m.
g. Za opisanie/porównanie budowy przestrzennej cząsteczki gazu <b>X</b> oraz anionu soli <b>B</b> . Za narysowanie wzoru elektronowego cząsteczki gazu <b>X</b> (z zaznaczeniem struktur rezonansowych) oraz anionu soli <b>B</b> .	2 – 1 – 0 m. 2 – 1 – 0 m.
h. Za obliczenie składu mieszaniny związków <b>A</b> i <b>B</b> .	4 – 2 – 1 – 0 m.
<b>RAZEM</b>	<b>24 m.</b>

### ROZWIĄZANIE ZADANIA 3

a.  $n_{\text{przed}} = 6$  moli

$$p_{\text{przed}} = \frac{n_{\text{przed}} \cdot RT}{V}$$

$$p_{\text{przed}} = 6,0 \text{ bar}$$

b. Po ustaleniu równowagi ciśnienie **zmalowało**. Uzasadnienie: (i) porównać ciśnienie z punktu a. i ciśnienie podane w zadaniu lub (ii) uzasadnić, że w wyniku reakcji tworzy się mniej moli gazu, co powoduje spadek ciśnienia.

c.

	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
$n_{\text{przed}}$	4	2	0
$\Delta n$	-2x	-x	+2x
$n_{\text{równ}}$	4-2x	2-x	2x

$$n_{\text{crówn}} = 6-x$$

$$n_{\text{crówn}} = \frac{p_1 V}{RT}$$

$$n_{\text{crówn}} = 5 \text{ moli}$$

$$x = 1 \text{ mol}$$

SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
2,0 mole	1,0 mol	2,0 mole

d.  $p_{\text{równO}_2} = \frac{n_{\text{równO}_2} RT}{V}$

Analogicznie dla SO<sub>2</sub> i SO<sub>3</sub>.

SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
2,0 bar	1,0 bar	2,0 bar

e.  $K_p = \frac{\left(\frac{p_{\text{SO}_3}}{p^\circ}\right)^2}{\left(\frac{p_{\text{SO}_2}}{p^\circ}\right)^2 \left(\frac{p_{\text{O}_2}}{p^\circ}\right)}$ , gdzie  $p^\circ$  – ciśnienie standardowe

f.  $K_p = 1,0$  (lub 0,9 w zależności od przyjętych zaokrągleń)

g. Dodanie helu nie wpłynie na liczbę moli reagentów w stanie równowagi.

SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
2,0 mola	1,0 mola	2,0 mola

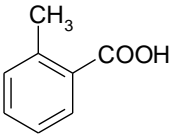
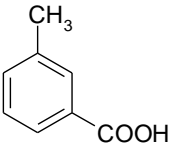
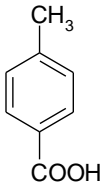
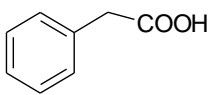
- h.** Po dodaniu 8 moli tlenu całkowita liczba moli w stanie równowagi ( $n_{crówn}$ ) będzie wynosić  $13-x_3$ .  
Przy ciśnieniu 12,5 bar  $x_3$  wynosi 0,5 mola, więc ilości moli gazów wynoszą:

SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
$2 - 2x_3$	$9 - x_3$	$2 + 2x_3$
1,0 mola	8,5 mola	3,0 mola

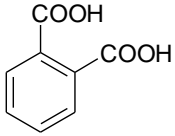
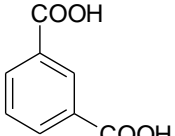
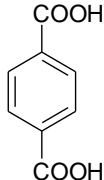
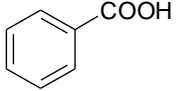
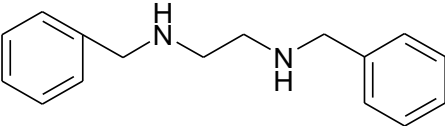
**Punktacja:**

<b>a.</b> Za poprawny tok rozumowania, wynik prawidłowo zaokrąglony.	3 – 2 – 1 – 0 m.
<b>b.</b> Za poprawną odpowiedź i uzasadnienie.	2 – 1 – 0 m.
<b>c.</b> Za każdy prawidłowy wynik (prawidłowo zaokrąglony).	3 × 1 m.
<b>d.</b> Za każdy prawidłowy wynik (prawidłowo zaokrąglony).	3 × 1 m.
<b>e.</b> Za poprawną postać wyrażenia na <i>K</i> .	1 – 0 m.
<b>f.</b> Za poprawne obliczenie <i>K</i> .	2 – 1 – 0 m.
<b>g.</b> Za poprawne obliczenia.	2 – 1 – 0 m.
<b>h.</b> Za poprawne obliczenia.	2 – 1 – 0 m.
<b>RAZEM</b>	<b>18 m.</b>

**ROZWIĄZANIE ZADANIA 4**

<b>a.</b>	<p>Obliczenie stosunku wagowego pierwiastków w próbce :</p> <p>węgiel: 44,01 g CO<sub>2</sub> zawiera 12,01 g C stąd w próbce -  <math>12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0,88 \text{ g} / 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,24 \text{ g C}</math>;</p> <p>wodór: 18,016 g H<sub>2</sub>O zawiera <math>2 \times 1,008 \text{ g H}</math> stąd w próbce -  <math>2 \times 1,008 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0,18 \text{ g} / 18,016 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,02 \text{ g H}</math>;</p> <p>tlen: <math>0,34 \text{ g} - (0,24 \text{ g} + 0,02 \text{ g}) = 0,08 \text{ g O}</math>.</p> <p>Skład związku w molach: C – <math>0,24 \text{ g} / 12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,02 \text{ mola}</math>; H – <math>0,02 \text{ g} / 1,008 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,02 \text{ mola}</math>;  O – <math>0,08 \text{ g} / 16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,005 \text{ mola}</math>.</p> <p>Stosunek C:H:O w związku <b>A1</b> wynosi 0,02:0,02:0,005 czyli 4:4:1 lub wielokrotność.</p> <p>Warunki zadania spełnia związek o wzorze sumarycznym <b>C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub></b>.</p>			
<b>b.</b>				



<b>c.</b>				
<b>d.</b>	<b>e.</b> Związek posiada 3 centra stereogeniczne, jak zaznaczono na rysunku w punkcie <b>d</b> .			
<b>f.</b> Wiązanie amidowe (lub peptydowe)	<b>g.</b> Bardzo podatne na hydrolizę jest wiązanie amidowe (laktamowe) w czterocłonowym pierścieniu antybiotyku <b>P</b> .			
<b>h.</b>				

### Punktacja:

<b>a.</b> Za przedstawienie prawidłowego wzoru sumarycznego związku <b>A1</b> . Za przedstawienie obliczeń uzasadniających wzór sumaryczny związku <b>A1</b> .	1 – 0 m. 3 – 2 – 1 – 0 m.
<b>b.</b> Za przedstawienie wzorów wszystkich izomerycznych związków o wzorze sumarycznym $C_8H_8O_2$ spełniających warunki zadania	4 × 1 m.
<b>c.</b> Za narysowanie wzorów produktów utlenienia izomerycznych związków z punktu <b>b</b> .	4 × 0,5 m.
<b>d.</b> Za przedstawienie pełnego wzoru antybiotyku <b>P</b>	2 – 0 m.
<b>e.</b> Za podanie prawidłowej liczby centrów stereogenicznych w antybiotyku <b>P</b> . Za zaznaczenie centrów stereogenicznych na wzorze w punkcie <b>d</b> .	0,5 m. 3 × 0,5 m.
<b>f.</b> Za podanie nazwy wiązania łączącego resztę <b>A</b> z pozostałą częścią cząsteczki antybiotyku <b>P</b> .	1 – 0 m.
<b>g.</b> Za prawidłowe wskazanie na wzorze lub słowne określenie innego wiązania podatnego na hydrolizę w cząsteczce antybiotyku <b>P</b> .	2 – 0 m.
<b>h.</b> Za narysowanie wzoru związku <b>B</b> .	3 – 0 m.
<b>RAZEM</b>	<b>20 m.</b>

**ROZWIĄZANIE ZADANIA 5**

<b>a.</b>	<b>A</b>		<b>B1</b>	 <i>Izomer Z również jest punktowany</i>
	<b>B2</b>		<b>B3</b>	
	<b>C</b>		<b>X</b>	
	<b>Y</b>		<b>Z</b>	
<b>b.</b>	enancjomery <i>D</i>		enancjomery <i>L</i>	
<b>X</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_3^+ \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^+\text{H}_3\text{N} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \end{array} \quad \textcircled{\text{N}}$	
<b>Y</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_3^+ \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^+\text{H}_3\text{N} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \end{array} \quad \textcircled{\text{N}}$	
<b>Z</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_3^+ \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^+\text{H}_3\text{N} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \textcircled{\text{N}}$	

<b>c.</b>	Przekształcenie	Forma redoks koenzymu
	<b>kwask butanodiowy → B1</b>	Utleniona
	<b>B2 → B3</b>	Utleniona
<b>d.</b>		

**Punktacja:**

<b>a.</b> Za poprawne narysowanie wzorów szkieletowych związków <b>A, B1, B2, B3, C, X, Y</b> oraz <b>Z</b> .	8 × 1 m.
<b>b.</b> Za poprawne narysowanie wzorów enancjomerów <i>D</i> oraz <i>L</i> aminokwasów <b>X, Y</b> i <b>Z</b> w projekcji Fischera. Za wskazanie enancjomerów <i>L</i> .	6 × 1 m. 1 – 0 m.
<b>c.</b> Za wskazanie odpowiednich przekształceń. Za wskazanie form utlenionych.	1 – 0 m. 1 – 0 m.
<b>d.</b> Za podanie równania reakcji dysocjacji kwasowo-zasadowej aminokwasu <b>Z</b> .	3 × 1 m.
<b>RAZEM</b>	<b>20 m.</b>