

---

---

# ETAP II

## 31.01.2020

### *Rozwiązania zadań teoretycznych*

---

---

#### ROZWIĄZANIE ZADANIA 1

a. Współczynnik aktywności jonu X można wyrazić wzorem:

$$f_X = 10^{-Az_X^2\sqrt{I}}$$

Tym samym wyrażenie na aktywność jonu X przyjmuje postać:

$$\{X\} = 10^{-Az_X^2\sqrt{I}} \frac{[X]}{C_0}$$

gdzie  $C_0$  oznacza stężenie standardowe równe  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . *Zapis wzoru bez  $C_0$  jest dopuszczalny – podzielenie przez stężenie standardowe ma unaocznić fakt, iż logarytmowaniu poddaje się wartość bezwymiarową, a nie stężenie.*

b. Siłę jonową roztworu obliczamy korzystając z wyrażenia:

$$I = \frac{1}{2} \sum_X [X] z_X^2$$

Dla roztworu chlorku sodu:

$$I_{\text{NaCl}} = \frac{1}{2} ([\text{Na}^+] z_{\text{Na}^+}^2 + [\text{Cl}^-] z_{\text{Cl}^-}^2) = 0,0009 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Biorąc pod uwagę zależność między stężeniami  $C_{\text{NaCl}} = [\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-]$  i wartość ładunków poszczególnych jonów (w jednostkach ładunku elementarnego), otrzymuje się ostateczne wyrażenie:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (2 \cdot C_{\text{NaCl}}) &= 0,0009 \\ C_{\text{NaCl}} &= 0,0009 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

Analogicznie dla roztworu azotanu(V) baru:

$$[\text{Ba}^{2+}] = C_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2} \text{ oraz } [\text{NO}_3^-] = 2 \cdot C_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2}:$$

$$\begin{aligned} I_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2} &= \frac{1}{2} ([\text{Ba}^{2+}] z_{\text{Ba}^{2+}}^2 + [\text{NO}_3^-] z_{\text{NO}_3^-}^2) = 0,0009 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ \frac{1}{2} (C_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2} \cdot 4 + 2 \cdot C_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2}) &= 0,0009 \\ C_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2} &= 0,0003 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

Dla roztworu heksacyjanożelazianu(II) potasu:

$$[\text{K}^+] = 4 \cdot C_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]} \quad \text{oraz} \quad [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}] = C_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]}:$$

$$I_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]} = \frac{1}{2} \left( [\text{K}^+] z_{\text{K}^+}^2 + [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}] z_{\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}}^2 \right) = 0,0009 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\frac{1}{2} (4 \cdot C_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]} + C_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]} \cdot 16) = 0,0009$$

$$C_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

*Jak widać, im większy (bezwzględny) ładunek jonu, tym większy jest jego wkład do siły jonowej roztworu.*

c. Stężenia wymienionych jonów, zgodnie z poprzednim podpunktem, są następujące:

$$[\text{Na}^+] = 0,0009 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = 0,0003 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}] = 9 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Współczynniki aktywności poszczególnych jonów należy obliczyć z poniższego wyrażenia, którego można użyć ze względu na niewielką moc jonową analizowanych roztworów.

$$f_X = 10^{-Az_X^2 \sqrt{I}}$$

Otrzymujemy:

$$f_{\text{Na}^+} = 10^{-0,509 \sqrt{0,0009}} = 0,965$$

$$f_{\text{Ba}^{2+}} = 10^{-0,509 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,0009}} = 0,869$$

$$f_{\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}} = 10^{-0,509 \cdot 16 \cdot \sqrt{0,0009}} = 0,57$$

*Dla tej samej siły jonowej roztworów (w zakresie niskich stężeń) jony o wyższym bezwzględnym ładunku charakteryzują się niższymi współczynnikami aktywności.*

Aktywności wymienionych jonów są więc następujące:

$$\{\text{Na}^+\} = f_{\text{Na}^+} \cdot [\text{Na}^+] = 0,965 \cdot 0,0009 = 8,69 \cdot 10^{-4}$$

$$\{\text{Ba}^{2+}\} = f_{\text{Ba}^{2+}} \cdot [\text{Ba}^{2+}] = 0,869 \cdot 0,0003 = 2,61 \cdot 10^{-4}$$

$$\{\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}\} = f_{\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}} \cdot [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}] = 0,570 \cdot 9 \cdot 10^{-5} = 5,13 \cdot 10^{-5}$$

d. Zgodnie z wariantem pierwszym (będącym popularnym w literaturze przybliżeniem), iloczyn rozpuszczalności wyraża się poprzez stężenia jonów:

$$K_{\text{so}} = [\text{Zn}^{2+}]^2 [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]$$

Tym samym minimalne stężenie  $\text{Zn}^{2+}$ , dla którego rozpoczyna się wytrącanie osadu jego heksacyjanożelazianu(II), wynika z warunku osiągnięcia wartości iloczynu rozpuszczalności:

$$[\text{Zn}^{2+}] = \sqrt{\frac{K_{\text{so}}}{[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]}} = \sqrt{\frac{2,10 \cdot 10^{-16}}{9 \cdot 10^{-5}}} = 1,53 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Zgodnie z wariantem drugim, iloczyn rozpuszczalności wyraża się poprzez aktywności jonów. W ramach założenia, iż niewielki dodatek jonów cynkowych nie zmieni siły jonowej roztworu, a tym samym aktywności heksacyjanożelazianu(II), niezbędna do rozpoczęcia wytrącania osadu, minimalna aktywność  $Zn^{2+}$  wynosi:

$$\{Zn^{2+}\} = \sqrt{\frac{K_{so}}{\{Fe(CN)_6^{4-}\}}} = \sqrt{\frac{2,10 \cdot 10^{-16}}{5,13 \cdot 10^{-5}}} = 2,02 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Należy zauważyć, że stężenie jonów cynku, uzyskane po przeliczeniu aktywności na stężenie (II wariant), miałoby większą wartość (współczynnik aktywności jest  $< 1$ ) niż stężenie obliczone w pierwszym wariantcie. Tym samym, nawet w zakresie niskich sił jonowych roztworu, pominięcie współczynników aktywności dla jonów o wysokim ładunku (takich jak heksacyjanożelaziany) prowadzi do otrzymania pewnych rozbieżności w obliczeniach równowagowych.

e. Wyrażenie na siłę jonową analizowanego roztworu jest następujące:

$$I = \frac{1}{2} \left( [Ba^{2+}]z_{Ba^{2+}}^2 + [Cl^-]z_{Cl^-}^2 + [Na^+]z_{Na^+}^2 + [SO_4^{2-}]z_{SO_4^{2-}}^2 \right)$$

Biorąc pod uwagę zależność między stężeniami i dane stężenie chlorku baru:

$$I = \frac{1}{2} (3 \cdot 10^{-4} \cdot 4 + 2 \cdot 3 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot [SO_4^{2-}] + [SO_4^{2-}] \cdot 4)$$

$$I = 3 \cdot [SO_4^{2-}] + 9 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Następnie należy zapisać wyrażenie na iloczyn rozpuszczalności i podstawić wartości korzystając z granicznego prawa Debye'a-Hückela:

$$K_{so} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}]f_{Ba^{2+}}f_{SO_4^{2-}}$$

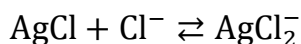
$$K_{so} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}]10^{-0,509 \cdot 4\sqrt{I}} \cdot 10^{-0,509 \cdot 4\sqrt{I}}$$

$$1,00 \cdot 10^{-10} = 3 \cdot 10^{-4} \cdot [SO_4^{2-}]10^{-4,072\sqrt{3 \cdot [SO_4^{2-}] + 9 \cdot 10^{-4}}}$$

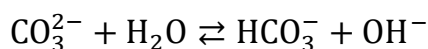
$$3,33 \cdot 10^{-7} = [SO_4^{2-}]10^{-4,072\sqrt{3 \cdot [SO_4^{2-}] + 9 \cdot 10^{-4}}}$$

f. Wpływ siły jonowej roztworu jest często istotnym czynnikiem (natury fizycznej) wpływającym na równowagi w roztworach, ale nie jedynym. Należy uwzględniać także wszystkie reakcje chemiczne zachodzące w danym roztworze.

W przypadku chlorku srebra(I) istotny wpływ na jego rozpuszczalność ma duży nadmiar jonów chlorkowych prowadzący do reakcji kompleksowania, zwiększającej rozpuszczalność osadu:



Z kolei, w przypadku węglanu wapnia, znaczący wpływ na rozpuszczalność osadu ma głównie hydroliza (protonowanie) jonów węglanowych, również prowadząca do zwiększenia rozpuszczalności tego osadu.



**Punktacja:**

a. Za podanie prawidłowego wyrażenia na aktywność jonu X.	1 m.
b. Za obliczenie stężeń roztworów.	$3 \times 1$ m.
c. Za obliczenie współczynników aktywności. Za obliczenie aktywności.	$3 \times 1$ m. $3 \times 1$ m.
d. Za obliczenie stężenia jonów Zn(II). Za obliczenie aktywności jonów Zn(II).	1 m. 1 m.
e. Za wyprowadzenie prawidłowego równania.	2 m.
f. Za podanie poprawnych wyjaśnień.	$2 \times 1$ m.
<b>RAZEM</b>	<b>16 m.</b>

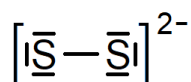
**ROZWIĄZANIE ZADANIA 2**

a. Piryt ma wzór:  $\text{FeS}_2$ .

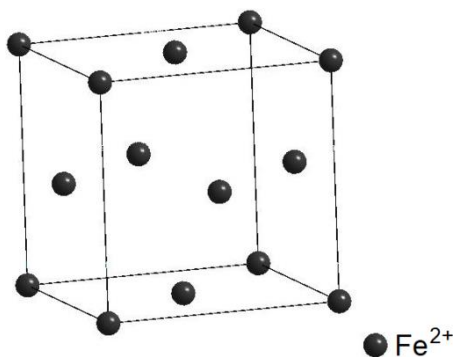
*Piryt jest nadsiarczkiem żelaza(II) o wzorze  $\text{FeS}_2$ . Składa się z kationów  $\text{Fe}^{2+}$  oraz anionów nadsiarczkowych o wzorze  $\text{S}_2^{2-}$ .*

*Piryt posiada strukturę typu chlorku sodu, co wskazuje, że zawiera kationy i aniony w stosunku 1:1, ale anionem nie może być prosty anion siarczkowy  $\text{S}^{2-}$ , ponieważ w treści zadania podano informację, że to środki ciężkości anionów znajdują się w pozycjach chlorkowych ( $\text{NaCl}$ ) i są zorientowane pod pewnym kątem do krawędzi komórki elementarnej. Zatem anion musi być bardziej złożoną drobiną o ładunku  $2^-$  i taką drobiną siarki jest anion nadsiarczkowy  $\text{S}_2^{2-}$ .*

b. Anion nadsiarczkowy jest izostrukuralny z anionem nadtlenkowym, posiada łącznie 14 elektronów walencyjnych i zgodnie z teorią orbitali molekularnych ma jedną wiążącą parę elektronową na orbitalu wiążącym  $\sigma_g$ .



c. Jony  $\text{Fe}^{2+}$  położone są w narożach oraz na środku każdej ściany komórki elementarnej.



d. W komórce elementarnej znajduje się  $8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$  jonów  $\text{Fe}^{2+}$  oraz formalnie 4 jony  $\text{S}_2^{2-}$ , zatem również liczba cząsteczek przypadających na komórkę elementarną wynosi 4 ( $Z = 4$ ). Na podstawie masy komórki elementarnej oraz gęstości pirytu możemy obliczyć jej objętość:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{Z \cdot M_{\text{FeS}_2}}{N_A \cdot \rho} = \frac{Z \cdot M_{\text{FeS}_2}}{\rho \cdot N_A} = \frac{4 \cdot 119,96}{5,000 \cdot 10^{-24} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} = 159,36 \text{ \AA}^3.$$

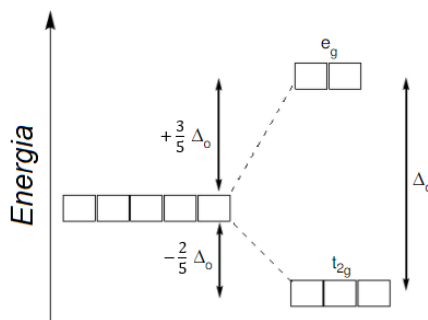
Parametr  $a$  komórki elementarnej  $\text{FeS}_2$  równy jest:  $a = \sqrt[3]{V} = 5,422 \text{ \AA}$ .

- e. Warstwy o najgęstszym upakowaniu kul są równoważne płaszczyznom (1 1 1), zatem należy obliczyć odległości  $d$  pomiędzy tymi płaszczyznami korzystając z równania kwadratowego:

$$d_{111} = \sqrt{\frac{a^2}{h^2 + k^2 + l^2}} = \frac{5,422}{\sqrt{3}} = 3,130 \text{ \AA}$$

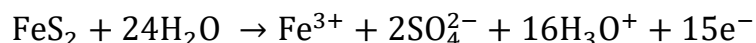
- f. Jon żelaza(II), na który nie działa żadne pole ligandów, ma konfigurację elektronową:  $3d^6 4s^0 4p^0$  i zawiera 4 niesparowane elektrony, dlatego też ma trwały moment magnetyczny.

Natomiast w przypadku działania na orbital  $d$  pola ligandów następuje zniesienie degeneracji orbitali  $d$ . W oktaedrycznym polu ligandów następuje rozszczepienie orbitali  $d$  zgodnie ze schematem:

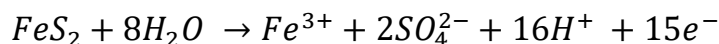


Z treści zadania wiadomo, że kation żelaza(II) w pirycie jest niskospinowy, zatem ilość niesparowanych elektronów w stanach walencyjnych jest mała (lub nie ma ich wcale). Jest to konsekwencją zmiany konfiguracji elektronowej wynikającej z rozszczepienia orbitali  $d$ . W pirycie atom żelaza(II) posiada konfigurację:  $(t_{2g})^6 (e_g)^0$ , czyli nie posiada niesparowanych elektronów i nie ma trwałego momentu magnetycznego (jest diamagnetyczny).

- g. W wyniku utleniania  $\text{FeS}_2$  za pomocą bromu i kwasu azotowego(V) jony  $\text{Fe}^{2+}$  utleniane są do jonów  $\text{Fe}^{3+}$ , a jony  $\text{S}_2^{2-}$  do jonów siarczanowych(VI) –  $\text{SO}_4^{2-}$ , zgodnie z połówkowym równaniem reakcji utleniania:



lub



- h. Związek **P1** ma wzór  $\text{FeS}_x$ , gdzie  $x < 2$  (co wynika z treści zadania). Po rozтворzeniu tego związku za pomocą bromu i kwasu azotowego(V) otrzymuje się roztwór zawierający jony żelaza(III). W wyniku działania roztworem amoniaku na roztwór zawierający jony  $\text{Fe}^{3+}$  otrzymuje się uwodniony wodorotlenek żelaza(III), który prażony w  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  rozkłada się z utworzeniem  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

$$n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{m}{M} = \frac{0,240\text{g}}{159,68\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 1,503 \text{ mmol}, \text{ a } M_{\text{FeS}_x} = \frac{m_{\text{FeS}_x}}{2\cdot n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}} = \frac{0,349}{2\cdot 0,001503} = 116,10 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\text{zatem } x = \frac{M_{\text{FeS}_x} - M_{\text{Fe}}}{M_{\text{S}}} = \frac{116,10 - 55,84}{32,06} = 1,88.$$

Związek **P1** ma zatem wzór:  $\text{FeS}_{1,88}$ .

- i.* Na dyfraktogramie proszkowym fazy **P1** refleks leżący przy kącie  $2\theta = 28,55^\circ$  pochodzi od płaszczyzny sieciowej (1 1 1). Na jego podstawie można obliczyć odległość międzypłaszczyznową:  $d_{111} = \frac{1,5406}{2 \sin(28,55/2)} = 3,123 \text{ \AA}$ , a następnie na podstawie równania kwadratowego dla układu regularnego parametr  $a$  komórki elementarnej:

$$a = d_{hkl} \cdot \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} = 3,123 \cdot \sqrt{3} = 5,410 \text{ \AA}, \quad \text{a objętość: } V = a^3 = 158,34 \text{ \AA}^3.$$

W jednej komórce elementarnej związku  $\text{FeS}_{1,88}$  znajduje się  $Z \cdot 1,88$  atomów siarki, zatem w monokryształach znajduje się:  $\frac{Z \cdot 1,88 \cdot V_{\text{monokryształu}}}{V_{\text{kom.elem.}}} = \frac{4 \cdot 1,88 \cdot (0,50)^3}{1,5834 \cdot 10^{-22}} = 5,9 \cdot 10^{21}$  atomów siarki.

### Punktacja:

<i>a.</i> Za podanie wzoru soli pirytu.	1 – 0 m.
<i>b.</i> Za narysowanie wzoru elektronowego anionu występującego w pirycie.	1 – 0 m.
<i>c.</i> Za narysowanie komórki elementarnej pirytu. Za zaznaczenie położenia jonów żelaza(II) w komórce elementarnej.	1 – 0 m. 2 – 0 m.
<i>d.</i> Za obliczenie parametru $a$ komórki elementarnej pirytu.	4 – 3 – 2 – 1 – 0 m.
<i>e.</i> Za wyznaczenie odległości pomiędzy warstwami obsadzonymi jonami żelaza o najgęstszym upakowaniu kul.	3 – 2 – 1 – 0 m.
<i>f.</i> Za wyjaśnienie, dlaczego jony żelaza(II) występujące w stechiometrycznym pirycie są diamagnetyczne.	3 – 0 m.
<i>g.</i> Za podanie zbilansowanego równania połówkowej reakcji utleniania zachodzącej podczas roztwarzania pirytu.	2 – 1 – 0 m.
<i>h.</i> Za ustalenie stechiometrii związku <b>P1</b> .	3 – 2 – 1 – 0 m.
<i>i.</i> Za obliczenie ilości atomów siarki znajdujących się w kryształach związku <b>P1</b> o pokroju sześciangu i długości krawędzi 5,0 mm.	3 – 2 – 1 – 0 m.
<b>RAZEM</b>	<b>23 m.</b>

### ROZWIĄZANIE ZADANIA 3

- a.* Poprawne odpowiedzi podano w poniższej tabeli.

stężenie polistyrenu w $\text{g}/\text{cm}^3$	$\frac{1}{c} \left( \frac{\eta(c)}{\eta_0} - 1 \right)$ w $\text{cm}^3/\text{g}$
0,001	47,0
0,002	48,5
0,005	52,6
0,007	55,6
0,010	59,8

Odpowiedzi 47 zamiast 47,0 punktowane są jako błąd w zaokrągleniu.

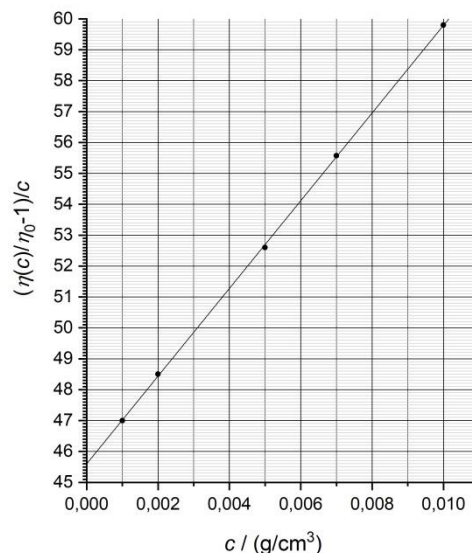
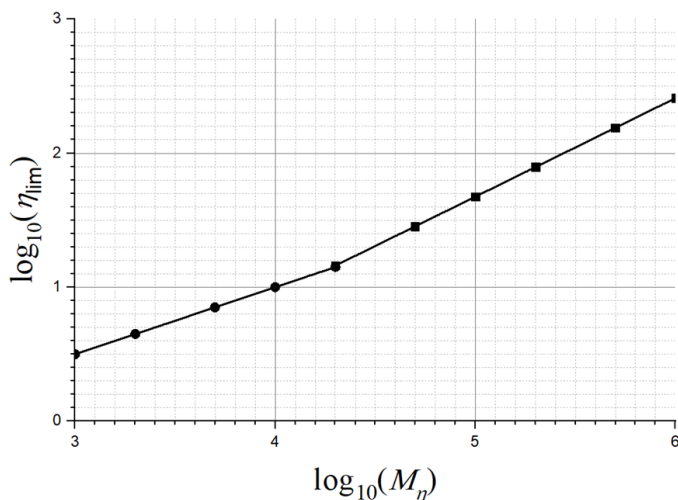
b.  $\eta_{\text{lim}} = 45,5 - 45,7 \text{ cm}^3/\text{g}$ .

c.  $M_{\eta} = \left(\frac{\eta_{\text{lim}}}{K}\right)^{1/\alpha} = 90000 \text{ g/mol}$

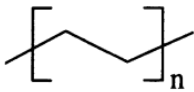
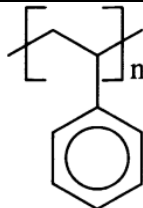
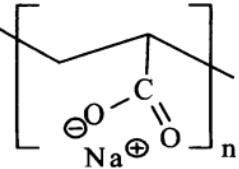
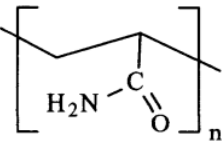
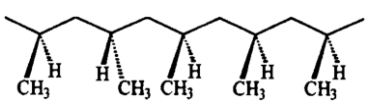
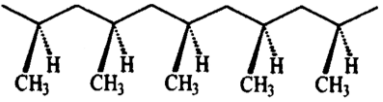
d.  $\eta_{\text{lim}} = K (M_{\eta})^{\alpha} = 46,1 \text{ cm}^3/\text{g}$

Dopuszczalne są też wyniki  $46,0 \text{ cm}^3/\text{g}$  i  $45,9 \text{ cm}^3/\text{g}$  (w przypadku przyjęcia innych zaokrągleń w poprzednich podpunktach)

e.



f.

	Polimer 1	Polimer 2	Rozwiązanie
1.	 <p>polietylen</p>	 <p>polistyren</p>	większą lepkość graniczną ma polimer 2 ponieważ ma cięższy łańcuch boczny
2.	 <p>poliakrylan</p>	 <p>poliakrylamid</p>	większą lepkość graniczną ma polimer 1 ponieważ dla niego parametr $\alpha$ jest większy ze względu na oddziaływania w łańcuchu bocznym
3.	 <p>ataktyczny polipropylen (losowe ułożenie grup łańcucha bocznego)</p>	 <p>izotaktyczny polipropylen (grupy łańcucha bocznego po jednej stronie łańcucha głównego polimeru)</p>	lepkości graniczne obu polimerów będą niemal takie same ponieważ o lepkości decydują głównie oddziaływania z rozpuszczalnikiem, a nie między segmentami łańcucha (lub: masa molowa nie zależy od odmiany izomerycznej łańcucha)

**Punktacja:**

<i>a.</i> Za poprawne obliczenie wartości parametru $\frac{1}{c} \left( \frac{\eta(c) - \eta_0}{\eta_0} \right)$ dla każdego stężenia polistyrenu.	5 × 1 m.
<i>b.</i> Za obliczenie lepkości granicznej dla roztworu polistyrenu w toluenie.	3 – 2 – 1 – 0 m.
<i>c.</i> Za obliczenie lepkościowo średniej masy molowej polistyrenu.	3 – 2 – 1 – 0 m.
<i>d.</i> Za obliczenie lepkości granicznej polimeru.	3 – 2 – 1 – 0 m.
<i>e.</i> Za narysowanie poprawnego wykresu.	3 – 2 – 1 – 0 m.
<i>f.</i> Za poprawne wskazanie polimerów z uzasadnieniem.	3 × 3 m.
<b>RAZEM</b>	<b>26 m.</b>

**ROZWIĄZANIE ZADANIA 4**

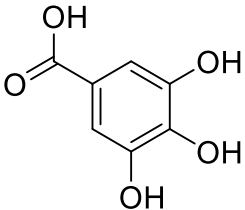
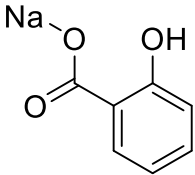
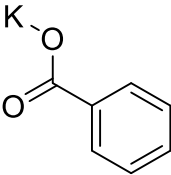
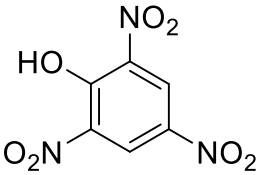
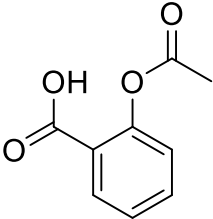
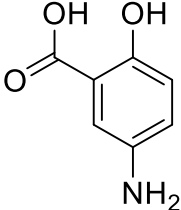
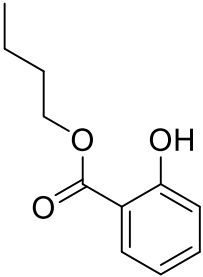
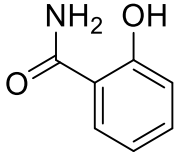
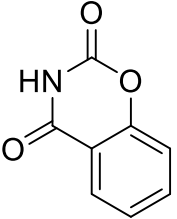
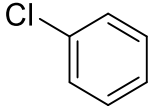
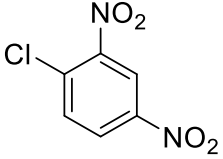
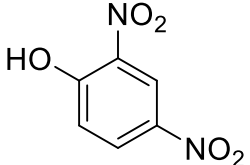
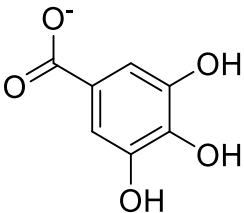
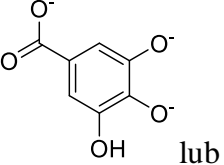
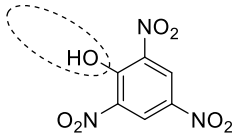
<i>a.</i>	Wzory sumaryczne <b>X</b> : $C_{21}H_{25}ClN_2O_3$ ; <b>A</b> : $C_7H_7Cl$ ; <b>B</b> : $C_7H_5ClO_2$ ; <b>H</b> : $C_4H_{10}N_2$ ; <b>I</b> : $C_{17}H_{19}ClN_2$
<i>b.</i>	<p> <b>A</b>      <b>B</b>      <b>C</b>      <b>D</b>      <b>E</b>  <b>F</b>      <b>G</b>      <b>H</b>      <b>I</b>  <b>J</b>      <b>K</b>      <b>M</b>  <b>L</b>  <b>N</b> (dichlorowodorek cetyryzyny)      <b>X</b> (cetyryzyna)  (lub jako jon obojnaczy) </p>

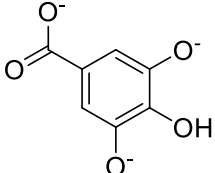


**Punktacja:**

<b>a.</b> Za podanie wzorów sumarycznych związków <b>X, A, B, H i I.</b>	5 × 2 m.
<b>b.</b> Za narysowanie wzorów strukturalnych związków <b>A, D, i H.</b>	3 × 3 m.
Za narysowanie wzorów strukturalnych związków <b>B, E, I, J, K, L, M, N, i X.</b>	9 × 2 m.
Za narysowanie wzorów strukturalnych związków <b>C, F i G.</b>	3 × 1 m.
<b>RAZEM</b>	<b>40 m.</b>

**ROZWIĄZANIE ZADANIA 5**

<b>a.</b>			
Związek <b>A</b> 	Związek <b>B</b> 	Związek <b>C</b> 	Związek <b>D</b> 
<b>b.</b>			
Związek <b>G</b> 	Związek <b>H</b> 	Związek <b>I</b> 	Związek <b>J</b> 
<b>c.</b>			
Związek <b>K</b> 	Związek <b>L</b> 	Związek <b>M</b> 	Związek <b>N</b> 
<b>d.</b>		<b>e.</b>	
pH 6,5 	pH 12,2  lub	Rysunek: grupa kwasowa 	
		Uzasadnienie: Grupa fenolowa wykazuje zwiększoną kwasowość ze względu na występowanie silnego efektu	

		indukcyjnego związanego z obecnością grup nitrowych (grupy silnie wyciągające elektrony).
--	--	---

**Punktacja:**

<i>a.</i> Za poprawne narysowanie wzorów szkieletowych związków <b>A, B, C i D.</b>	4 × 2 m.
<i>b.</i> Za poprawne narysowanie wzorów szkieletowych związków <b>G, H, I, J, K.</b>	5 × 1 m.
<i>c.</i> Za poprawne narysowanie wzorów szkieletowych związków <b>L, M, N.</b>	3 × 1 m.
<i>d.</i> Za narysowanie form protonacyjnych związku <b>A.</b>	2 × 1 m.
<i>e.</i> Za wskazanie grupy funkcyjnej związku <b>D</b> odpowiadającej za właściwości kwasowe. Za podanie prawidłowego wyjaśnienia.	1 m. 1 m.
<b>RAZEM</b>	<b>20 m.</b>