

IX Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2016/2017

ETAP III – 4.02.2017 r. Godz. 12.00-15.00

Uwaga! Masy molowe pierwiastków i inne stałe podano na końcu zestawu.

Zadanie 1 (10 pkt)

1. Zakładając, że jeden elektron ma masę $1 \cdot 10^{-27}$ g, oblicz jaką masę będą miały elektrony w 16,80 g żelaza ($^{56}_{26}\text{Fe}$)?

- | | | | |
|----|-------------------------------------|---------------------------|--|
| a) | <input type="checkbox"/> | 1,56 · 10 ⁻² g | <i>Liczba Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$;
 Liczba moli żelaza $n_{\text{Fe}} = (16,80 \text{ g} / 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0,30 \text{ mol}$
 Masa elektronów $m_e = 1 \cdot 10^{-27} \text{ g} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,30 \cdot 26 = 5,16 \cdot 10^{-3} \text{ g}$.</i> |
| b) | <input checked="" type="checkbox"/> | 5,16 · 10 ⁻³ g | |
| c) | <input type="checkbox"/> | 2,55 · 10 ⁻⁵ g | |
| d) | <input type="checkbox"/> | 4,48 · 10 ⁻⁶ g | |

2. Stwierdzono, że 10 cm³ roztworu zawiera 4,0 · 10⁻² mg całkowicie zdysocjowanego wodorotlenku sodu. Jaka jest wartość pH tego roztworu?

- | | | | |
|----|-------------------------------------|----|---|
| a) | <input type="checkbox"/> | 12 | <i>$M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 Stężenie molowe r-ru NaOH $c_{\text{NaOH}} = n/v = (4 \cdot 10^{-5} \text{ g} / 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) / 10 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / \text{dm}^3$.
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log 1 \cdot 10^{-4} = 10$</i> |
| b) | <input checked="" type="checkbox"/> | 10 | |
| c) | <input type="checkbox"/> | 8 | |
| d) | <input type="checkbox"/> | 6 | |

3. Wskaż wszystkie typy wiązań występujące w wodorosiarczanie(VI) wapnia:

- | | | |
|----|-------------------------------------|---|
| a) | <input type="checkbox"/> | kowalencyjne spolaryzowane, koordynacyjne |
| b) | <input type="checkbox"/> | kowalencyjne spolaryzowane, jonowe |
| c) | <input checked="" type="checkbox"/> | kowalencyjne spolaryzowane, jonowe, koordynacyjne |
| d) | <input type="checkbox"/> | kowalencyjne spolaryzowane |

4. Do 7,90 g KMnO₄ dodano stężony kwas solny. Wydzielający się gaz zbierano w 273 K i pod ciśnieniem 1013 hPa. Otrzymano:

- | | | | |
|----|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| a) | <input type="checkbox"/> | 2,24 dm ³ chloru | <i>$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
 Liczba moli KMnO₄ $n_{\text{KMnO}_4} = 7,90 \text{ g} / 158,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,050 \text{ mol}$
 Liczba moli Cl₂ $n_{\text{Cl}_2} = 5/2 \cdot n_{\text{KMnO}_4} = 0,125 \text{ mol}$
 Objętość wydzielonego chloru:
 $v_{\text{Cl}_2} = n_{\text{Cl}_2} \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 / \text{mol} = 0,125 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 / \text{mol} = 2,80 \text{ dm}^3$</i> |
| b) | <input type="checkbox"/> | 0,125 mola chloru | |
| c) | <input type="checkbox"/> | 2,80 dm ³ chloru | |
| d) | <input checked="" type="checkbox"/> | prawidłowe są odpowiedzi (b) i (c) | |

5. Którego z poniższych związków użyto do sporządzenia roztworu, jeżeli po dodaniu 18 g tego związku do 100 g wody otrzymano roztwór 2,15 molowy o gęstości 1,1 g/cm³.

- | | | | |
|----|-------------------------------------|------------------|---|
| a) | <input type="checkbox"/> | azotan(V) sodu | <i>Masa roztworu: $18 + 100 = 118 \text{ g} \Rightarrow V_r = 0,107 \text{ dm}^3$ ($d = 1,1, \text{ g} / \text{cm}^3$)
 Liczba moli Na₂S: $(18 \text{ g} / 78 \text{ g} / \text{mol}) = 0,2308 \text{ mol}$.
 $[\text{Na}_2\text{S}] = n / V_r = 2,15 \text{ mol} / \text{dm}^3$</i> |
| b) | <input type="checkbox"/> | azotan(III) sodu | |
| c) | <input checked="" type="checkbox"/> | siarczek sodu | |
| d) | <input type="checkbox"/> | chlorek sodu | |

6. Ogniwu stężeniowe $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$ zawiera roztwory, w których stężenia jonów Cu^{2+} wynoszą $0,01 \text{ mol/dm}^3$ oraz $0,1 \text{ mol/dm}^3$ (298 K). SEM ogniwą stężeniową wynosi:

- a) -0,0265 V
 b) +0,0591 V
 c) -0,0785 V
 d) +0,0294 V

Zgodnie z wzorem Nernsta:

$$E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}} = E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}^0 + \frac{RT}{nF} \ln(c_{\text{Cu}^{2+}}) \text{ gdzie } R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; T = 298 \text{ K}; n = 2; F = 96485 \text{ C/mol.}$$

Dla stężenia Cu^{2+} równego $0,1 \text{ mol/dm}^3$ potencjał półogniwa wynosi:

$$E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}} = E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}^0 - 0,0295 \text{ V} \quad (\text{półogniwo P}).$$

Dla stężenia Cu^{2+} równego $0,01 \text{ mol/dm}^3$ potencjał półogniwa wynosi:

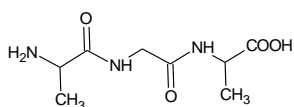
$$E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}} = E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}^0 - 0,0589 \text{ V} \quad (\text{półogniwo L}).$$

$$\text{SEM} = E_p - E_L = +0,0294 \text{ V}$$

7. Jaki związek poddano elektrolizie na elektrodach Pt, jeżeli na anodzie wydzielił się etan i CO_2 a na katodzie H_2 ?

- a) nie można uzyskać takich produktów podczas elektrolizy
 b) octan sodu
 c) mrówczan potasu
 d) węglan sodu

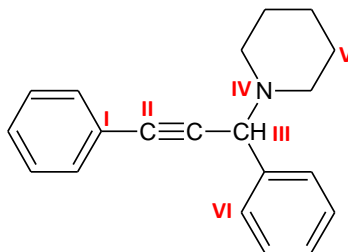
8. W wyniku hydrolizy tripeptydu



otrzymamy związki:

- a) glicyna i fenyloalanina
 b) glicyna i tyrozyna
 c) glicyna i alanina
 d) alanina i fenyloalanina

9. Zaznaczone na poniższym wzorze atomy węgla i azotu znajdują się w stanie hybrydyzacji:



- | | I | II | III | IV | V | VI |
|----|---|-----------------------------|--|--|--|--|
| a) | <input type="checkbox"/> sp | <input type="checkbox"/> sp | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ² | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp |
| b) | <input type="checkbox"/> sp ² | <input type="checkbox"/> sp | <input type="checkbox"/> sp ² | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ² |
| c) | <input type="checkbox"/> sp ² | <input type="checkbox"/> sp | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ² | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ² |
| d) | <input checked="" type="checkbox"/> sp ² | <input type="checkbox"/> sp | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ³ | <input type="checkbox"/> sp ² |

10. Zaznacz, które z podanych grup związków reagują z alkoholami I-rzędowymi:

- a) KMnO_4 , sól, estry, bezwodniki kwasów organicznych
 b) NaOH , kwasy karboksylowe, aldehydy, KMnO_4
 c) aminy alifatyczne, estry, aldehydy, nasycone etery łańcuchowe
 d) estry, aldehydy, mydła, kwasy karboksylowe

Suma punktów 10

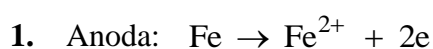
Zadanie 2 (15 pkt)

Płytkę stalową o masie 10g zanurzono w 250 cm³ roztworu chlorku sodu o pH = 7. Po godzinie ekspozycji pH roztworu wzrosło o trzy jednostki. Płytkę wypłukano z produktów korozji, wysuszono i zważono.

1. Napisać równania reakcji zachodzących na granicy faz metal-roztwór elektrolitu.
2. Jak określa się to zjawisko uwzględniając rodzaj depolaryzacji?
3. Obliczyć teoretyczny ubytek masy płytki w mg,
4. Obliczyć ładunek (C), który przepłynął przez granicę faz w omawianym procesie.
5. Zakładając wolny dostęp powietrza do środowiska reakcji, napisać równania reakcji następujących i obliczyć masę końcowego produktu korozji.

Obliczone masy (mg) podać z dokładnością do trzech miejsc po przecinku.

Przykładowe rozwiązanie:



2. Określenie zjawiska - 1 pkt

Proces korozji elektrochemicznej z depolaryzacją tlenową.

3. Ubytek masy płytki :

• na początku eksperymentu pH = 7, co oznacza, że $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ 1 pkt

• po upływie 1 godz: pH = 10, pOH = 14 - 10 = 4, stąd $[\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ 1 pkt

zatem

w procesie korozji stężenie jonów wodorotlenowych wzrosło o $9,99 \cdot 10^{-5} \cong 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. 1 pkt

Liczba moli jonów wodorotlenowych, powstałych w procesie korozji w omawianym układzie wynosi:

$$\begin{array}{r} 10^{-4} \text{ mola} \quad - \quad 1000 \text{ cm}^3 \\ \hline x \text{ moli} \quad - \quad 250 \text{ cm}^3 \end{array} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$x = 0,25 \cdot 10^{-4} \text{ mola OH}^-$$

Obliczenie masy utlenionego żelaza:

$$\begin{array}{r} 2 \text{ mol Fe} \quad - \quad 4 \text{ mol OH}^- \\ x \quad - \quad 0,25 \cdot 10^{-4} \text{ mola OH}^- \\ \hline \end{array}$$

$$x = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ mola Fe} \quad 1 \text{ pkt}$$

Ubytek masy płytki wynosi:

$$\Delta m = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ mola Fe} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 0,000698 \text{ g Fe} = \mathbf{0,698 \text{ mg Fe}} \quad 1 \text{ pkt}$$

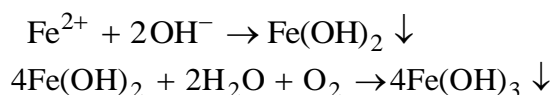
4. Obliczenie ładunku:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol Fe} \quad - \quad 2 \cdot 96485 \text{ C/mol} \\ 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ mola} \quad - \quad Q \\ \hline \end{array}$$

$$Q = 2,42 \text{ C}$$

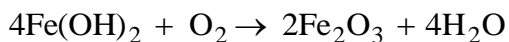
2 pkt

6. Reakcje następcze, zachodzące w roztworze:



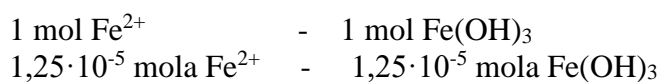
lub

2 pkt



Obliczenie masy $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -

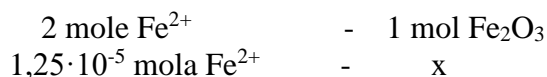
2 pkt



$$m = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ mola} \cdot 106,85 \text{ g/mol} = 0,0013356 \text{ g} = \mathbf{1,336 \text{ mg Fe}(\text{OH})_3}$$

lub

Obliczenie masy Fe_2O_3



$$x = 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ mola} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$$

$$m = 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ mola} \cdot 159,69 \text{ g/mol} = 0,000998 \text{ g} = \mathbf{0,998 \text{ mg Fe}_2\text{O}_3}$$

Suma punktów 15

Zadanie 3 (16 pkt)

- a). Mangan jest po żelazie najbardziej rozpowszechnionym na Ziemi metalem ciężkim. W skorupie ziemskiej występuje w postaci rud składających się z jego tlenków, węglanów i krzemianów. Ustal wzory tlenków manganu zawierających odpowiednio: 63,19%, 49,52% i 77,44% wagowych manganu i określ ich charakter chemiczny.
- b). Najbardziej znanym związkiem manganu jest KMnO_4 – jeden z najczęściej używanych utleniaczy. Zapisz w formie jonowej skróconej równania reakcji zachodzące po zmieszaniu roztworu manganianu(VII) potasu z roztworem siarczanu(IV) sodu:
- w obecności H_2SO_4 ,
 - w obecności NaOH ,
 - bez obecności dodatkowych substancji.
- c). Znając wartości potencjałów standardowych reakcji redoks:

$$\begin{array}{lll} E_{\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}}^0 = -1,18 \text{ V}; & E_{\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}}^0 = +1,23 \text{ V}; & E_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}}^0 = +0,56 \text{ V}; \\ E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 = +1,51 \text{ V}; & E_{\text{MnO}_4^{2-}/\text{MnO}_2}^0 = +0,60 \text{ V}; & E_{\text{CO}_2/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}^0 = -0,43 \text{ V} \end{array}$$

podaj wzór/symbol tego indywidualum chemicznego, które jest:

- (i) najsilniejszym utleniaczem,
- (ii) najsilniejszym reduktorem.

d). Zapisz równania reakcji w formie cząsteczkowej:

- (i) pomiędzy tlenkiem manganu(IV) i szczawianem potasu w obecności kwasu siarkowego(VI)
- (ii) manganianem(VII) potasu i szczawianem sodu w obecności kwasu siarkowego(VI).

e). Piroluzyt – rudę manganu poddano prażeniu w temperaturze ok. 900°C, potem dokładnie sproszkowano w moździerzu agatowym, a następnie pobrano próbkę do analizy o masie 1,000 g. Rozdrobnioną próbkę zalano ok. 70 cm³ wody destylowanej, dokładnie wymieszano, odsączono i przemyto niewielką ilością wody. Otrzymany osad przeniesiono ilościowo do kolby stożkowej, dodano 2,700 g K₂C₂O₄ i zakwaszono kwasem siarkowym(VI). Okazało się, że po wymieszaniu osad rozpuścił się niemal całkowicie. Do ilościowego oznaczenia nadmiaru jonów szczawianowych w mieszaninie wykorzystano metodę manganometryczną. Podczas miareczkowania zużyto 10,10 cm³ mianowanego roztworu KMnO₄ o stężeniu 0,100 mol/dm³. Przyjmując założenie, że jedynym związkiem manganu po wyprażeniu był MnO₂, a pozostałe związki nie wchodziły w reakcję ze szczawianem potasu oblicz, z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku, procentową zawartość manganu (liczoną w % masowych) w piroluzycie.

Przykładowe rozwiązanie

a). Zawartość procentowa manganu w tlenkach:

$$\text{MnO}_2 \quad \% \text{Mn} = (54,938/86,938) \cdot 100\% = 63,19\%$$

$$\text{Mn}_2\text{O}_7 \quad \% \text{Mn} = (2 \cdot 54,938/221,876) \cdot 100\% = 49,52\%$$

$$\text{MnO} \quad \% \text{Mn} = (54,938/70,938) \cdot 100\% = 77,44\%$$

$$\text{Mn}_3\text{O}_4 \quad \% \text{Mn} = (164,814/228,814) \cdot 100\% = 72,030\% \text{ nie spełnia warunków zadania}$$

MnO ₂ – amfoteryczny	1 pkt
Mn ₂ O ₇ – kwasowy	1 pkt
MnO – zasadowy	1 pkt

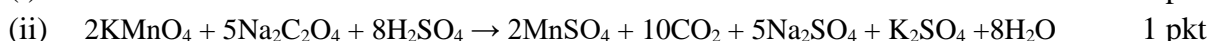
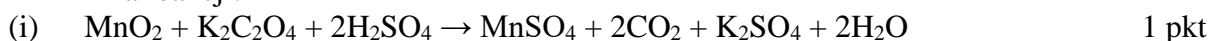
b). Równania reakcji:



c). Indywidua chemiczne:



d). Równania reakcji:



e). *Rozwiązanie zadania w oparciu o stechiometrię równań reakcji zapisanych pkt. (d)*

Liczba moli zużytego KMnO₄

$$n = C_m \cdot V \Rightarrow n = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0101 \text{ dm}^3 = 1,01 \cdot 10^{-3} \text{ mola} \quad 1 \text{ pkt}$$

Liczba moli nadmiaru jonów szczawianowych

$$n = \frac{5}{2} \cdot 1,01 \cdot 10^{-3} \text{ mola} = 2,525 \cdot 10^{-3} \text{ mola} \quad 1 \text{ pkt}$$

Sumaryczna liczba moli jonów szczawianowych ($M_{K_2C_2O_4} = 166,21 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$$n_{K_2C_2O_4} = \frac{2,700 \text{ g}}{166,21 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,624 \cdot 10^{-2} \text{ mola} \quad 1 \text{ pkt}$$

Liczba moli jonów szczawianowych zużytych na rozтворzenie MnO_2

$$n = 1,624 \cdot 10^{-2} \text{ mola} - 2,525 \cdot 10^{-3} \text{ mola} = 1,371 \cdot 10^{-2} \text{ mola} \quad 1 \text{ pkt}$$

Z równania reakcji wynika, że odpowiada liczbie moli tlenku manganu(IV).

Po przeliczeniu na masę Mn otrzymuje się:

$$m_{Mn} = 1,371 \cdot 10^{-2} \text{ mola} \cdot 54,938 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,753 \text{ g} \quad 1 \text{ pkt}$$

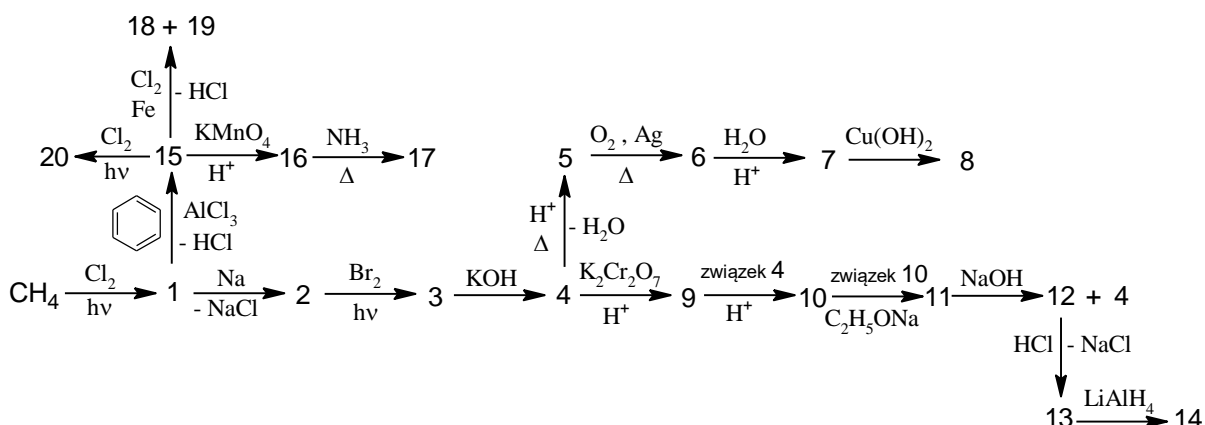
Procentowa zawartość manganu w piroluzycie:

$$\%Mn = \frac{0,753 \text{ g}}{1,000 \text{ g}} \cdot 100\% = \mathbf{75,40\%} \quad 1 \text{ pkt}$$

Suma punktów 16

Zadanie 4 (24 pkt)

Podany jest następujący schemat przemian chemicznych, w którym wybrane substraty i produkty oznaczono cyframi od 1 do 20.



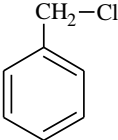
1. Podaj wzory półstrukturalne i nazwy systematyczne (lub zwyczajowe) wszystkich związków 1-20 występujących w podanym schemacie.
2. Napisz i zbilansuj występujące w schemacie reakcje redoks z użyciem $KMnO_4$ i $K_2Cr_2O_7$.

Przykładowe rozwiązanie

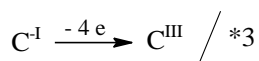
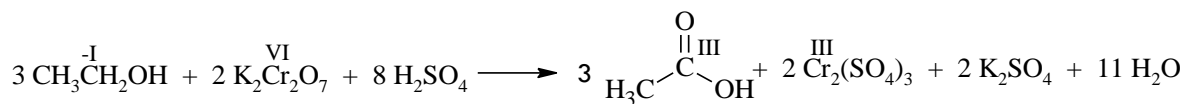
a)

Nr związku w schemacie	Wzór półstrukturalny		Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa	
1	CH_3Cl	0,5 pkt	chlorometan, chlorek metylu		0,5 pkt
2	CH_3-CH_3	0,5 pkt	etan		0,5 pkt
3	CH_3-CH_2-Br	0,5 pkt	bromoetan, bromek etylu		0,5 pkt
4	CH_3-CH_2-OH	0,5 pkt	etanol, alkohol etylowy		0,5 pkt
5	$CH_2=CH_2$	0,5 pkt	eten	etylen	0,5 pkt

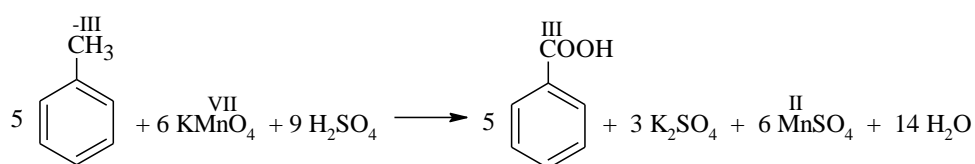
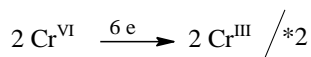
6		0,5 pkt	oksiran, 1,2-epoksyetan	tlenek etylenu	0,5 pkt
7	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	0,5 pkt	etano-1,2-diol	glikol etylenowy	0,5 pkt
8		0,5 pkt	dihydroksoetano-1,2-diolan miedzi(II)	dihydroksoglikolan miedzi(II)	0,5 pkt
9		0,5 pkt	kwasy etanowy, kwas metanokarboksyłowy	kwasy octowy	0,5 pkt
10		0,5 pkt	etanian etylu, metanokarboksyłan etylu, ester etylowy kwasu etanowego (metanokarboksyłowego)	octan etylu, ester etylowy kwasu octowego	0,5 pkt
11		0,5 pkt	3-oksobutanian etylu, 2-oksopropano-1-karboksyłan etylu, ester etylowy kwasu 3-oksobutanowego (2-oksopropano-1-karboksyłowego)	acetylooctan etylu, ester etylowy kwasu acetylooctowego	0,5 pkt
12		0,5 pkt	3-oksobutanian sodu, 2-oksopropano-1-karboksyłan sodu,	acetylooctan sodu	0,5 pkt
13		0,5 pkt	kwas 3-oksobutanowy, kwas 2-oksopropano-1-karboksyłowy	kwas acetylooctowy	0,5 pkt
14		0,5 pkt	butano-1,3-diol		0,5 pkt
15		0,5 pkt	metylobenzen	toluen	0,5 pkt
16		0,5 pkt	kwas benzenokarboksyłowy	kwas benzoesowy	0,5 pkt
17		0,5 pkt	benzenokarboksyamid	benzamid	0,5 pkt
18		0,5 pkt	1-chloro-2-metylobenzen	o-chlorotoluen, 2-chlorotoluen	0,5 pkt
19		0,5 pkt	1-chloro-4-metylobenzen	p-chlorotoluen, 4-chlorotoluen	0,5 pkt

20		0,5 pkt	chlorek fenylometylu, (chlorometylo)benzen, chloro(fenylo)metan	chlorek benzylu	0,5 pkt
-----------	---	---------	---	-----------------	---------

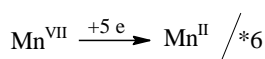
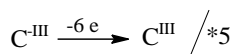
b)



2 pkt



2 pkt



Suma punktów 24

Maria Skłodowska-Curie (1867 Polska – 1934 Francja)

Dwukrotna laureatka nagrody Nobla: 1903 z fizyki za odkrycie zjawiska radioaktywności (1/2 z P. Curie, druga 1/2 nagrody H.A. Berquerel); 1911- w zakresie chemii za wkład w rozwój chemii przez odkrycie pierwiastków radu i polonu, za wyizolowanie radu oraz badania nad naturą oraz związkami tego pierwiastka. W ramach pracy doktorskiej (1897-1903) stwierdziła m.in. że:

- promieniowanie podobne do tego, które wysyła uran również emituje tor,
- w obydwóch przypadkach promieniowanie to jest właściwością wyłącznie atomów uranu i toru (a nie rodzaju związku chemicznego, w jakim związane są te pierwiastki),
- odkryła (wspólnie z mężem P. Curie) dwa nowe pierwiastki promieniotwórcze – polon (lipiec 1898) i rad (grudzień 1898, współudział G. Bémont).

W wyniku prowadzonych badań (1898-1900) wysunęła przypuszczenie, że przyczyną promieniotwórczości jest rozpad atomów, oraz stwierdziła (1899), że promieniowanie substancji radioaktywnych wywołuje przemiany chemiczne, co dało początek chemii radiacyjnej.

W Paryżu stworzyła światowe centrum badań w zakresie fizyki i chemii nuklearnej.

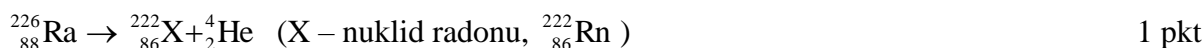
[wg Witold i Maria Waclawek, 110 Europejskich twórców chemii, Towarzystwo Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Opole 2002].

Zadanie 5 (13 pkt)

1. Rozpad promieniotwórczy jest reakcją rzędu I. Jądro $^{226}_{88}\text{Ra}$ jest emitorem cząstek α , a czas połowicznego rozpadu wynosi 1590 lat. (i) Zapisać przemianę promieniotwórczą tego izotopu. (ii) Obliczyć ile cząstek α jest emitowanych przez próbkę 1 g **radu** w ciągu 1 roku oraz w czasie 1 godz.

Przykładowe rozwiązanie

(i) Cząstka alfa to jądro helu ${}^4_2\text{He}$. Przemianę promieniotwórczą izotopu **radu** opisuje równanie:



(ii) Dla reakcji rzędu I równanie kinetyczne ma postać:

$$\ln \frac{N_0}{N_0 - x} = k \cdot t \quad 1 \text{ pkt}$$

gdzie: N_0 - liczba jąder izotopu w stanie początkowym, x - liczba jąder izotopu które uległy rozpadowi, k - stała szybkości reakcji promieniotwórczej.

Dla reakcji rzędu I czas połowicznej przemiany ($T_{1/2}$) opisuje zależność:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}, \quad \text{stad } k = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{1590} = 4,3585 \cdot 10^{-4} \text{ rok}^{-1} \quad 1 \text{ pkt}$$

Ilość jąder nuklidu ${}^{226}_{88}\text{Ra}$, które uległy rozkładowi:

- w ciągu 1 roku

$$N_0 = \frac{1 \text{ g}}{226 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ atom} \cdot \text{mol}^{-1} = 2,6646 \cdot 10^{21} \text{ atom } {}^{226}_{88}\text{Ra} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$\ln \frac{N_0}{N_0 - x} = k \cdot t \Rightarrow \frac{N_0}{N_0 - x} = \exp(4,3585 \cdot 10^{-4} \text{ rok}^{-1} \cdot 1 \text{ rok}) = 1,000436 \quad 1 \text{ pkt}$$

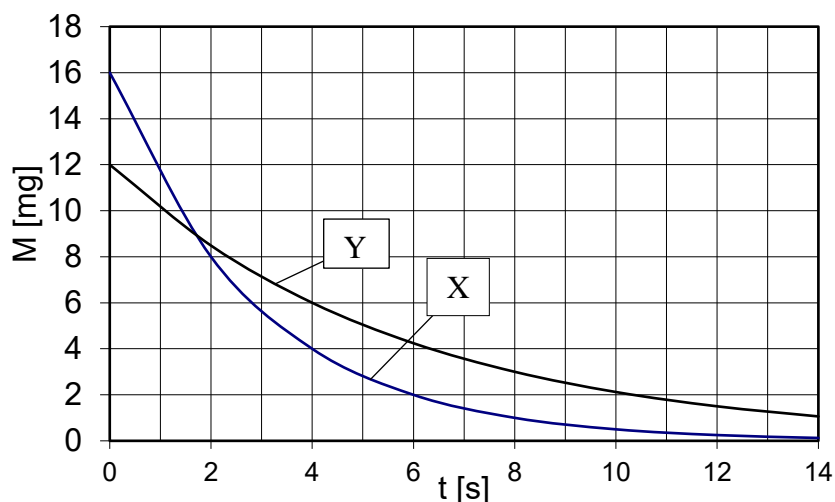
$$1,000436(N_0 - x) = N_0 \quad \text{stad } x = 1,16 \cdot 10^{18} \text{ nuklidów } {}^{226}_{88}\text{Ra} \quad 1 \text{ pkt}$$

Liczba cząstek α emitowanych w ciągu roku jest równa liczbie nuklidów ulegających rozpadowi i wynosi: **$[\alpha] = 1,16 \cdot 10^{18}$ cząstek.** 1 pkt

- Liczba cząstek α emitowanych w ciągu godziny wynosi

$$\frac{N_0}{N_0 - x} = \exp\left(\frac{4,3585 \cdot 10^{-4} \text{ rok}^{-1}}{365 \text{ dni} \cdot 24 \text{ godz.}}\right) \quad 1 \text{ pkt}$$
$$x = 1,32 \cdot 10^{14} \text{ cząstek } \alpha$$

2. Na wykresie przedstawiono krzywe rozpadu dwóch próbek preparatów promieniotwórczych X i Y.



Korzystając z wykresu oblicz stosunek okresów połowicznego rozpadu $T_{1/2X} : T_{1/2Y}$

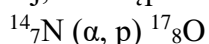
Rozwiązanie

Okresy połowicznego rozpadu $T_{1/2X}$ i $T_{1/2Y}$ wynoszą odpowiednio:

$$T_{1/2X} = 2s \quad T_{1/2Y} = 4s \quad \Rightarrow \quad T_{1/2X} : T_{1/2Y} = 2:4 = \mathbf{1 : 2}$$

1 pkt

3. Przebieg reakcji jądrowych podaje się często w postaci skróconego zapisu, w którym na pierwszym miejscu umieszcza się symbol jądra bombardowanego, następnie w nawiasie symbole cząstki bombardującej i cząstki emitowanej, a następnie symbol jądra produktu, np.



Pełny zapis reakcji jądrowej ma postać: ${}^{14}_7\text{N} + \alpha = p + {}^{17}_8\text{O}$ lub ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} = {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$

Dla oznaczenia poszczególnych cząstek stosuje się symbole: neutron – n, proton – p, deutron – d, elektron – β^- , pozyton – β^+ itd.

Ustal skład nuklidu X i Y oraz podaj pełny zapis reakcji jądrowej, jeżeli zapis skrócony ma postać:



Rozwiązanie



4. Układ okresowy pierwiastków zawiera cztery nowe pierwiastki. IUPAC (Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej) podała m.in. ich obowiązujące nazwy (2016).

Ich nazwy dotyczą (podkreśl odpowiedź):

- a) ${}_{113}\text{Nihonium}$: Japonii, Rosji, miasta, nazwiska odkrywcy
- b) ${}_{115}\text{Moscovium}$: Japonii, miasta, jednego ze stanów USA, nazwiska odkrywcy
- c) ${}_{117}\text{Tennessine}$: Japonii, miasta, jednego ze stanów USA, nazwiska odkrywcy
- d) ${}_{118}\text{Oganesson}$: Japonii, miasta, jednego ze stanów USA, nazwiska odkrywcy 2 pkt

(4x0,5 pkt)

Suma punktów 13

**Masy molowe ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): H – 1,00; C – 12,011; O – 16,0; Na – 23,0; S – 32,0; K – 39,1;
Mn-54,938; Fe – 55,845;**

Stałe: F = 96485 C·mol⁻¹; R = 8,314 J·K⁻¹·mol⁻¹; N_A = 6,022·10²³;