

Zadanie 1. (4 pkt)

Tabela poniżej zawiera wybrane dane na temat izotopów wodoru i tlenu.

Atom	Zawartość, [%]	Masa atomowa, [u]
H (¹ H)	99,985	1,00783
D (² H)	0,015	2,01410
¹⁶ O	99,757	15,99491
¹⁷ O	0,038	16,99913
¹⁸ O	0,205	17,99916

- a) Oblicz średnią masę atomową atomu tlenu.

$$M_{A \text{ śr.}} = 99,757\% \cdot 15,99491 \text{ u} + 0,038\% \cdot 16,99913 \text{ u} + 0,205\% \cdot 17,99916 \text{ u}$$

$$M_{A \text{ śr.}} = 15,99940 \text{ u}$$

Za poprawne obliczenie średniej masy atomowej i podanie wyniku z dokładnością maksymalnie do 0,00001 u

1 p

- b) Oblicz bezwzględną masę, (wyrażoną w gramach) pojedynczej cząsteczki wody o największej masie składającej się z dwóch różnych izotopów wodoru.

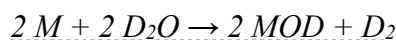
$$m_{\text{cząst. HDO}} = M_A \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \frac{\text{g}}{\text{u}}$$

$$m_{\text{cząst. HDO}} = 21,02109 \text{ u} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \frac{\text{g}}{\text{u}} = 34,9 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Za poprawne obliczenie bezwzględnej masy pojedynczej cząsteczki wody i podanie wyniku z odpowiednią dokładnością wynikającą z przyjętego przelicznika u → g

1 p

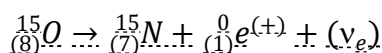
- c) Zapisz ogólne równanie reakcji metalu pierwszej grupy z „ciężką wodą”.



Za poprawne zapisanie równania reakcji z użyciem ogólnego symbolu metalu pierwszej grupy

1 p

- d) Znany jest izotop tlenu ^{15}O o czasie połowicznego rozpadu 122,24 sekundy, z którego powstaje izotop azotu o identycznej liczbie masowej. Zapisz równanie opisanej przemiany promieniotwórczej.



Za poprawne zapisanie równania przemiany

1 p

Zadanie 2. (2 pkt)

Amoniak w reakcji z fluorkiem boru tworzy addukt o wzorze $\text{NH}_3 \cdot \text{BF}_3$.

- a) Określ rodzaj wiązania występującego w addukcie pomiędzy atomami azotu i boru.

wiązanie koordynacyjne (donorowo-akceptorowe).

Za poprawne określenie rodzaju wiązania pomiędzy atomami bromu i azotu w cząsteczce adduktu

1 p

- b) Wypełnij tabelę, wpisując typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych wybranych atomów w podanych cząsteczkach.

	cząsteczka NH_3	cząsteczka BF_3	Addukt $\text{NH}_3 \cdot \text{BF}_3$
N	sp^3	X	sp^3
B	X	sp^2	sp^3

Za poprawne wypełnienie całej tabeli

1 p

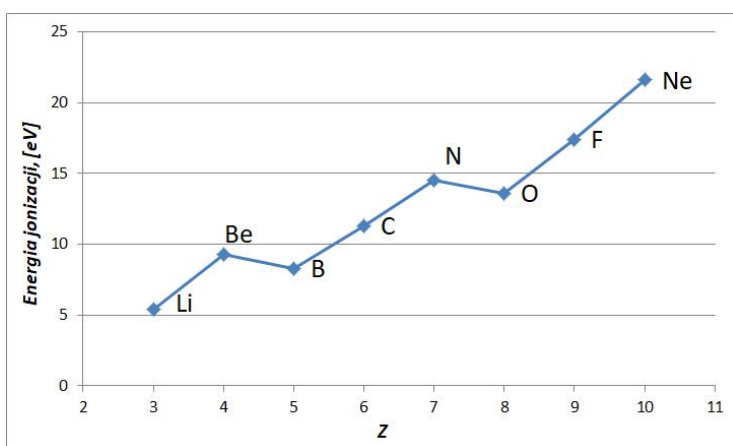
Zadanie 3. (3 pkt)

Dane są energie jonizacji dla następujących pierwiastków drugiego okresu.

Symbol pierwiastka	Energia jonizacji [eV]
Li	5,4
Be	9,3
B	8,3

C	11,3
N	14,5
O	13,6
F	17,4
Ne	21,6

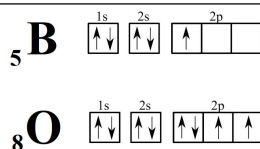
a) Wykonaj wykres zależności pierwszej energii jonizacji od liczby atomowej, opisz osie.



Za poprawne wykonanie wykresu energii jonizacji w funkcji liczby atomowej wraz z opisem osi

1 p

b) Dla atomów pierwiastków wykazujących odstępstwa od zaobserwowanego trendu zapisz pełną konfigurację elektronową stosując zapis klatkowo-strzałkowy.



Za poprawne zapisanie pełnej konfiguracji elektronowej atomów boru i tlenu stosując zapis klatkowo-strzałkowy

1 p

- c) Wyjaśnij, czym są spowodowane zaobserwowane odstępstwa dla atomów wybranych pierwiastków.

W przypadku atomu boru oraz atomu tlenu w wyniku jonizacji powstają jony o korzystnej (w porównaniu z jonami pozostałych pierwiastków tego okresu) energetycznie konfiguracji elektronowej ze względu na całkowite lub połowiczne zapełnienie orbitali powłoki walencyjnej.

Za poprawne wyjaśnienie odnoszące się do atomów boru i tlenu (przy poprawnej odpowiedzi w zad. 3 b)

1 p

Zadanie 4. (2 pkt)

Błazkę z nieznanego metalu X, tworzącego w roztworze jony dwudodatnie zanurzono w roztworze rozpuszczalnej soli kadmu. Po wyjęciu blazki z roztworu, wysuszeniu i zważeniu, stwierdzono przyrost jej masy o 7,05g. Nową próbkę tego samego metalu zanurzono w roztworze soli zawierającej trójdotatnie jony metalu Y. Po wyjęciu blazki stwierdzono ubytek jej masy wynoszący 4,15g. Stosunek masy molowej metalu tworzącego jony dwudodatnie do metalu tworzącego jony trójdotatnie wynosi 1,17. Wykonaj stosowne obliczenia i podaj symbole lub nazwy obu metali (X, Y) wiedząc, że w obu reakcjach wzięła udział ta sama ilość metalu X.

M_X

$X + Cd^{2+} \rightarrow X^{2+} + Cd \Rightarrow \Delta m = 112,41 - M_X$ (na 1 mol X i 1 mol Cd^{2+}), zatem:

m_X

$$m_X(112,41 - M_X) = 7,05 \cdot M_X$$

$3M_X$

$3X + 2Y^{3+} \rightarrow 3X^{2+} + 2Y \Rightarrow \Delta m = 3M_X - 2M_Y$ (na 3 mole X i 2 mole Y^{2+}), zatem:

m_X

$$m_X(3M_X - 2M_Y) = 4,15 \cdot 3M_X$$

Z powyższych równań oraz ze stosunku mas molowych obydwu metali otrzymujemy układ równań, po rozwiązaniu którego mamy: $M_X = 64,71$; $M_Y = 55,31$. Metalem X jest zatem cynk, a metalem Y – żelazo (jon Mn^{3+} nie jest trwały w roztworach wodnych).

Za poprawną metodę obliczenia mas molowych pierwiastków X i Y

1 p

Za zapisanie symboli lub nazw obu metali

1 p

Zadanie 5. (2 pkt)

Pewien związek w temperaturze 57°C i pod ciśnieniem 1121,6 hPa jest gazem o gęstości 1,39 g/dm³.

- a) Oblicz masę molową tego związku. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.

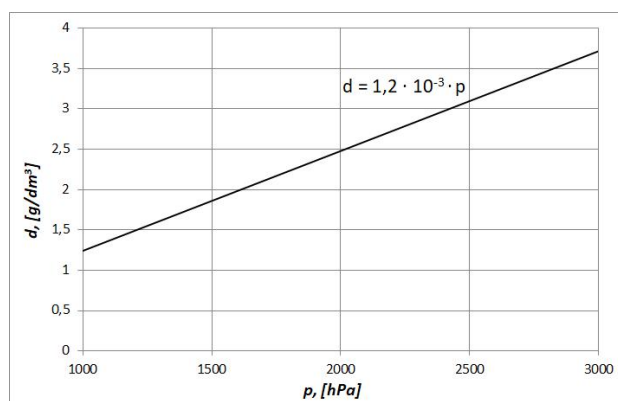
$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1121,6 \text{ hPa} \cdot 1 \text{ dm}^3}{83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 330 \text{ K}} = 0,041 \text{ mol}$$

$$M = \frac{1,39 \text{ g}}{0,041 \text{ mol}} = 33,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 34 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Za poprawną metodę obliczenia masy molowej związku i podanie wyniku z odpowiednią dokładnością

1 p

- b) Wyprowadź zależność między gęstością d (g/dm³) tego związku w fazie gazowej a ciśnieniem p (hPa) w postaci $y = a \cdot x$ dla warunków izotermicznych ($T=57^\circ\text{C}$), a następnie wykreśl tę zależność w układzie współrzędnych $d(p)$ w zakresie ciśnień 1000 - 3000 hPa.



Za poprawne wyprowadzenie zależności, wykreślenie jej w podanym zakresie ciśnień, oznaczenia osi układu współrzędnych

1 p

Zadanie 6. (2 pkt)

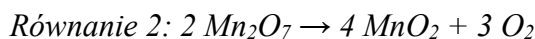
Pewien związek potasu, zawierający jeszcze inny metal (oznaczony umownie symbolem X) na maksymalnym, 7 stopniu utlenienia, po rozpuszczeniu w wodzie tworzy roztwór barwy fioletowej. Anion tego związku, w zależności od środowiska reakcji, pod wpływem reduktora tworzy różne produkty.

Kryształy tego związku wrzucono do stężonego roztworu kwasu siarkowego (VI). Po pewnym czasie zauważono powstanie na dnie próbówki ciemno zabarwionej, oleistej cieczy (reakcja 1). Ciecz ta po ogrzaniu rozkłada się na tlen i tlenek metalu (IV) (reakcja 2).

Zapisz równania reakcji opisanych w powyższym tekście.



lub



Za poprawne zapisanie każdego równania reakcji

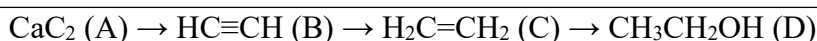
2 x 1 p

Zadanie 7. (2 pkt)

Przeprowadzono ciąg następujących reakcji: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, gdzie:

- związek A jest dwu pierwiastkowym związkiem nieorganicznym o budowie jonowej, który reagując z wodą tworzy związek B,
- związek B jest gazem odbarwiający wodę bromową,
- związek C powstaje w wyniku częściowego uwodornienia związku B,
- związek D powstaje w wyniku uwodnienia związku C w środowisku kwasowym.

Oblicz masę produktu D, jeżeli wyjściowy reagent A wzięto w ilości 100 kg, a każdy etap reakcji zachodził z wydajnością 60%. Zapisz wzór sumaryczny związku D.



$64 \text{ g } CaC_2 - 15,6 \text{ g } B (W=60\%)$

$100 \text{ kg } CaC_2 - b = 24,38 \text{ kg } B (W=60\%)$

$26 \text{ g } A - 16,8 \text{ g } C (W=60\%)$

$24,38 \text{ kg } A - c = 15,75 \text{ kg } C (W=60\%)$

$28 \text{ g } C - 27,6 \text{ g } D (W=60\%)$

$15,75 \text{ kg } C - d = \underline{15,53 \text{ kg } D} (W=60\%)$

Wzór sumaryczny związku D: C_2H_6O

Za poprawną metodę i obliczenia masy produktu D

1 p

Za poprawny wzór sumaryczny związku D

1 p

Zadanie 8. (2 pkt)

Dwa izomeryczne związki karbonylowe A i B o wzorze sumarycznym C_3H_6O poddano reakcjom: A – utlenianiu, a B – redukcji. Otrzymane produkty zmieszano i doprowadzono do reakcji w obecności H_2SO_4 otrzymując organiczny związek D. Zapisz wzory grupowe związków A, B i D oraz ich nazwy systematyczne.

Reakcja w obecności H_2SO_4 prowadząca do otrzymania związku D jest reakcją estryfikacji. W reakcji tej musiał zatem wziąć udział alkohol oraz kwas karboksylowy.

Związkami karbonyłowymi o wzorze sumarycznym C_3H_6O może być propanon ($CH_3C(O)CH_3$) lub propanal (CH_3CH_2CHO). Z tych dwóch związków jedynie propanal możemy utlenić do kwasu karboksylowego, propanal jest zatem związkiem A. Propanon jest natomiast związkiem B.

A – CH_3CH_2CHO propanal

B – $CH_3C(O)CH_3$ propanon

D – $CH_3CH_2COOCH(CH_3)_2$ propanian propan-2-ylu

Za poprawne zapisanie wzorów i nazw 3 substancji	2 p
Za poprawne zapisanie wzorów i nazw 2 substancji	1 p
Za poprawne zapisanie wzoru i nazwy 1 substancji	0 p