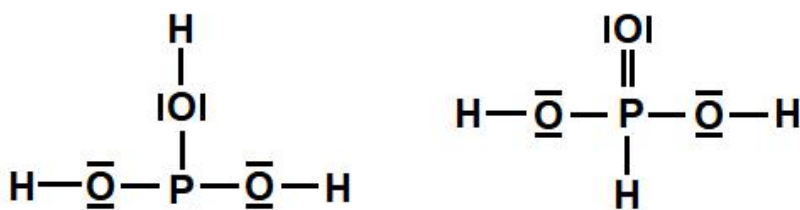


Zadanie 1. (2 pkt)

Kwas fosfonowy, kwas fosforawy (kwas fosforowy(III)) to kwas zawierający fosfor na +III stopniu utlenienia. Kwas ten występuje w dwóch odmianach. Jednej z tych odmian przypisuje się wzór H_3PO_3 , natomiast drugiej H_2HPO_3 .

Narysuj wzory elektronowe kreskowe (uwzględniając niewiążące pary elektronowe) obu odmian tego kwasu. Określ typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu fosforu w cząsteczkach obu odmian tego kwasu.



W cząsteczce H_2HPO_3 atom fosforu nie spełnia reguły oktetu (nie występuje wiązanie koordynacyjne pomiędzy atomem fosforu i tlenu). W obu odmianach tego kwasu typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu fosforu to sp^3 .

Za poprawne narysowanie wzorów obu kwasów oraz poprawne określenie typu hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu fosforu w cząsteczkach tych kwasów	2 p
Za poprawne narysowanie wzoru jednego kwasu wraz z poprawnym określeniem typu hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu fosforu w cząsteczce tego kwasu	1 p

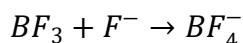
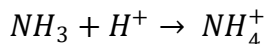
Zadanie 2. (3 pkt)

a) Dane są następujące drobin: NH_3 BF_3 NH_4^+ BF_4^- . Uzupełnij tabelę dotyczącą budowy tych drobin.

	NH_3	BF_3	NH_4^+	BF_4^-
Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu centralnego	sp^3	sp^2	sp^3	sp^3
Kształt drobin	piramida (trygonalna)	trójkąt (równoboczny)	tetraedr	tetraedr

Za poprawne określenie typu hybrydyzacji we wszystkich drobinach	1 p
Za poprawne określenie kształtu wszystkich drobin	1 p

b) Dane są równania reakcji:



Określ, czy podczas przekształcania danej cząsteczki w odpowiedni jon następuje zmiana wartości kątów pomiędzy wiązaniami. Uzasadnij ewentualną zmianę kątów.

Podczas powstawania kationu amonowego z amoniaku następuje zwiększenie wartości kątów pomiędzy wiązaniami (wolna para elektronowa w amoniaku staje się wiązaniem donorowo-akceptorowym w jonie amonowym). Zmniejszenie wartości kątów pomiędzy wiązaniami (zmiana hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu boru z sp^2 na sp^3).

Za poprawną odpowiedź wraz z poprawnym uzasadnieniem

1 p

Zadanie 3. (2 pkt)

Tlenek żelaza (II) jest związkiem niestechiometrycznym, wzór formalny FeO jest tylko przybliżeniem rzeczywistego składu, któremu odpowiada wzór $Fe_{1-x}O$, gdzie $x=0,054-0,185$. Kompensacja ładunku struktury następuje za pomocą jonów Fe^{3+} .

Oblicz maksymalną masową zawartość procentową jonów żelaza (III) w strukturze tlenku żelaza (II).

Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

y – maksymalna zawartość jonów Fe^{3+}

$0,815 - y$ – minimalna zawartość jonów Fe^{2+}

$3y + 2(0,815 - y) = 2$ – bilans ładunku

$y = 2 - 2 \cdot 0,815 = 0,37$ mola

$mFe_{0,815}O = 0,815 \cdot 55,445 + 16,00 = 61,19g$

$\%Fe^{3+} = \frac{0,37 \cdot 55,445}{61,19} \cdot 100\% = 33,5\%$

Za poprawną metodę obliczeń

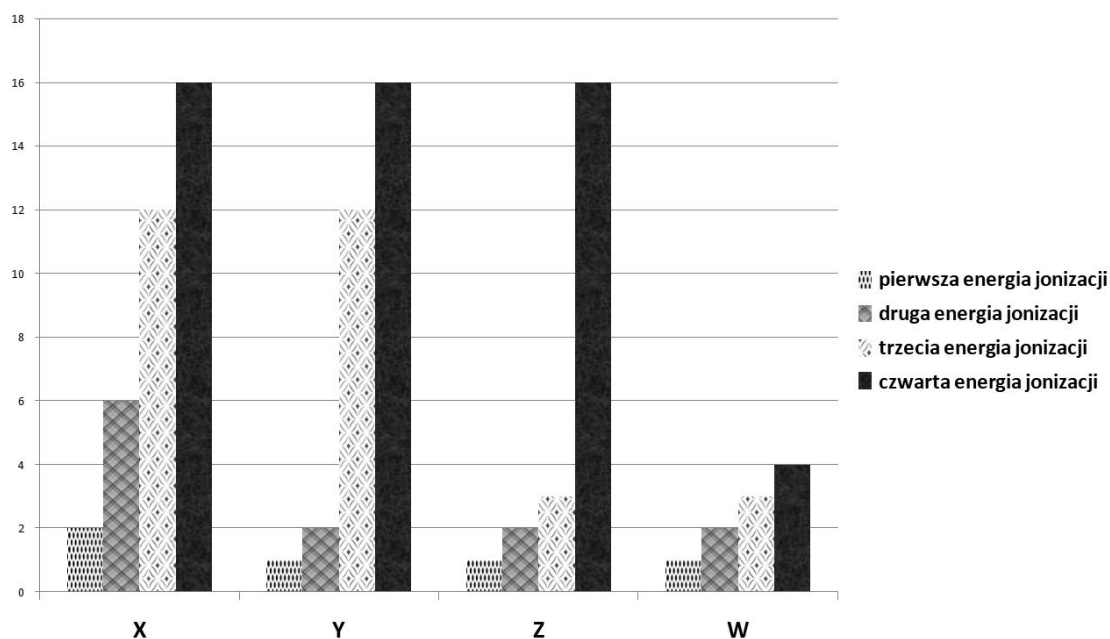
1 p

Za poprawne obliczenia i wynik z odpowiednią dokładnością

1 p

Zadanie 4. (1 pkt)

Na wykresie zestawiono pierwsze cztery energie jonizacji dla pierwiastków umownie oznaczonych jako X, Y, Z i W. Określ, który z wymienionych pierwiastków należy do 2, a który do 13 grupy układu okresowego wpisując jego umowny symbol.



Pierwiastek 2 grupy: Y Pierwiastek 13 grupy: Z

Za poprawne przypisanie umownych symboli obu pierwiastków	1 p
Za błędne przypisanie jednego lub dwóch umownych symboli pierwiastków	0 p

Zadanie 5. (1 pkt)

Uzereguj wodorki azotu, fosforu i arsenu według malejących właściwości redukujących tych związków pisząc ich wzory sumaryczne.

..... AsH₃ PH₃ NH₃

Za poprawne uszeregowanie wzorów wodorków	1 p
Za błędne uszeregowanie wzorów wodorków	0 p

Zadanie 6. (2 pkt)

Oblicz, ile gramów $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ należy dodać do 5% roztworu CoCl_2 , aby otrzymać 20 gramów roztworu o stężeniu 12%. **Wynik podaj z dokładnością do 0,1 grama.**

$$\begin{aligned} m_r &= 20 \text{ g} \\ C_p &= 12\% \\ m_s &= 2,4 \text{ g} \\ 12\% &= \frac{2,4 \text{ g}}{20 \text{ g}} \cdot 100\% \end{aligned}$$

m_r – masa roztworu pięcioprocentowego

m_H – masa hydratu

$$0,55 \cdot m_H - \text{masa soli pochodzącej z hydratu} \quad 12\% = \frac{0,05 \cdot m_R + 0,55 \cdot m_H}{m_R + m_H} \cdot 100\%$$

Zatem:

$$\frac{2,4 \text{ g}}{20 \text{ g}} \cdot 100\% = \frac{0,05 \cdot m_R + 0,55 \cdot m_H}{m_R + m_H} \cdot 100\%$$

$$\begin{cases} 0,05 \cdot m_r + 0,55 \cdot m_H = 2,4 \\ m_R + m_H = 20 \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_R = 17,2 \text{ [g]} \\ m_H = 2,8 \text{ [g]} \end{cases}$$

Za poprawną metodę obliczeń	1 p
Za poprawne obliczenia matematyczne i wynik z jednostką z dokładnością do 0,1g	1 p

Zadanie 7. (2 pkt)

Do roztworu HCl o stężeniu $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ i objętości 10 cm^3 dodano stechiometryczną ilość roztworu AgNO_3 o stężeniu $0,05 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Oblicz pH roztworu po zmieszaniu roztworów. Objętość osadu zaniedbać.

$$\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$$

$$V_{\text{HCl}} = 0,01 \text{ dm}^3, C_{\text{HCl}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \gg n_{\text{HCl}} = 0,001 \text{ mola} V_{\text{AgNO}_3} = 0,02 \text{ dm}^3 V_k = 0,03 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{HCl}} = 0,001 \text{ mola}$$

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}^+]}{V_k}\right) = -\log\left(\frac{0,001 \text{ mola}}{0,03 \text{ dm}^3}\right) = 1,48$$

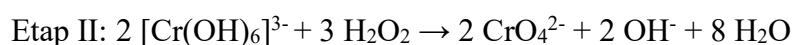
Za poprawną metodę obliczeń	1 p
Za poprawne obliczenia matematyczne i wynik	1 p

Zadanie 8. (3 pkt)

Przeprowadzono dwuetapowe doświadczenie, w którym do roztworu dobrze rozpuszczalnej soli chromu(III) dodawano w nadmiarze roztwór NaOH, a następnie dodano roztworu H_2O_2 . Zapisz równania reakcji zachodzących w obu etapach doświadczenia w formie jonowej skróconej. Do każdego etapu zapisz poczynione w nim obserwacje uwzględniając barwy roztworów i/lub osadów.



**Za poprawny uznawany był także zapis z wyszczególnieniem równania reakcji powstawania $\text{Cr}(\text{OH})_3$ a następnie jego rozpuszczania zapisując równanie: $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{OH}^- \rightarrow [\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$
Zapis równań odpowiednich reakcji z użyciem jonu $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ był uznawany za poprawny.*



Obserwacje etap I: Wytrąca się szarzielony osad, który w miarę dodawania kolejnych porcji NaOH rozpuszcza się, powstaje klarowny, zielony roztwór.

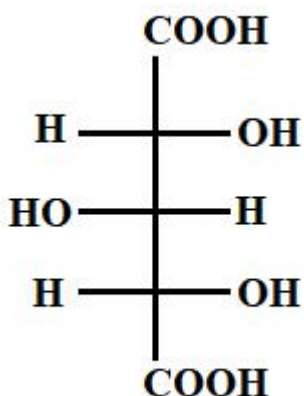
Obserwacje etap II: Roztwór zmienia barwę z zielonej na żółtą

Za poprawne zapisanie równań reakcji dla danego etapu	2x1 p
Za poprawne zapisanie obserwacji do obu etapów z uwzględnieniem barw osadów i/lub roztworów	1 p

Zadanie 9. (2 pkt)

Za pomocą silnego utleniacza jakim jest kwas azotowy(V) można utlenić grupę aldehydową i jednocześnie terminalną grupę hydroksylową.

Zapisz wzór łańcuchowy (Fishera) produktu utleniania D-(+)-ksylozy. Określ, czy produkt utleniania tego monosacharydu jest optycznie czynny oraz zapisz uzasadnienie.



*Produkt utleniania jest optycznie nieczynny. Otrzymany związek (kwas ksylarowy) jest formą mezo (cząsteczka tego związku **posiada płaszczyznę symetrii**) - na skutek wewnętrznej kompensacji związek ten jest optycznie nieczynny.*

Za poprawne zapisanie wzoru produktu utlenienia D-(+)-ksylozy	1 p
Za poprawne określenie czynności optycznej produktu reakcji wraz z poprawnym uzasadnieniem	1 p

Zadanie 10. (3 pkt)

W zamkniętym pojemniku o stałej objętości równej 333 cm^3 znajduje się początkowo 36 gramów czystego N_2O_5 . W pewnym momencie zainicjowano reakcję rozkładu przebiegającą według równania stechiometrycznego $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$. Wartość stałej szybkości reakcji w warunkach doświadczenia ma wartość $3,38 \cdot 10^{-5}$. Wiadomo, że zachodząca reakcja jest reakcją pierwszego rzędu.

- a) Zapisz równanie kinetyczne opisujące reakcję rozkładu tlenku azotu(V) i wyprowadź oraz zapisz jednostkę stałej szybkości reakcji.

$$v = k \cdot [\text{N}_2\text{O}_5]$$

$$k = \frac{v}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$$

$$[k] = \frac{\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}} \right]}{\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]} = \left[\frac{1}{\text{s}} \right]$$

Za poprawne zapisanie równania kinetycznego oraz wyprowadzenie i zapisanie jednostki stałej szybkości reakcji

1 p

Równanie kinetyczne zależne od czasu dla reakcji pierwszego rzędu ma postać $\ln C = -kt + \ln C_0$.

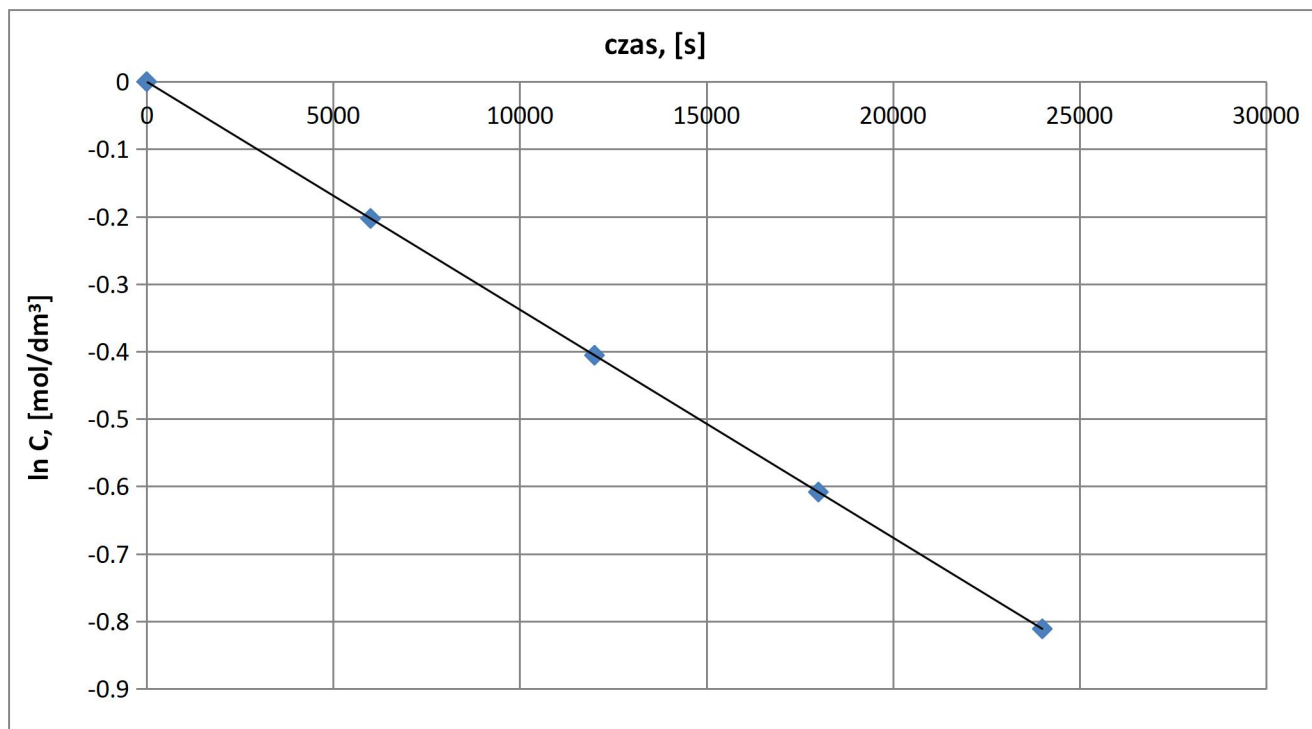
- b) Oblicz czas, po którym połowa początkowej ilości tlenku azotu(V) ulegnie rozkładowi.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,6931}{3,38 \cdot 10^{-5}} = 20505 \text{ s} = 341,8 \text{ min}$$

Za poprawną metodę obliczenia i obliczenie wartości czasu

1 p

c) Wykonaj wykres zależności logarytmu naturalnego stężenia substratu w funkcji czasu reakcji w zakresie do 400 minut (na wykresie nanieś punkty co 100 minut).



**Za poprawne narysowanie wykresu w podanym zakresie czasu oraz poprawne
wyskalowanie i opisanie osi**

1 p

Zadanie 11. (2 pkt)

Glukoza może występować w postaci anomeru α o skręcalności właściwej $+112^\circ$ oraz anomeru β o skręcalności właściwej $+19^\circ$. W roztworze wodnym w pewnej temperaturze T ustala się stan równowagi pomiędzy anomerami w wyniku czego roztwór uzyskuje skręcalność właściwą o wartości $+52,6^\circ$.

Oblicz wartość stałej równowagi przekształcania się anomeru α w anomer β w wodnym roztworze w temperaturze T . **Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

a – ułamek molowy anomeru α

b – ułamek molowy anomeru β

$$b = 1 - a$$

Zatem: $a \cdot 112^\circ + (1 - a) \cdot 19^\circ = 52,6^\circ$

$a = 0,36; b = 0,64$

Dla reakcji opisującej równowagę pomiędzy dwoma anomerami $\alpha \leftrightarrow \beta$ stała stężeniowa równowagi

K_c ma następującą postać: $K_c = \frac{[\beta]}{[\alpha]}$, gdzie:

$[\alpha]$ – stężenie molowe anomeru α

$[\beta]$ – stężenie molowe anomeru β

Jeśli stężenie glukozy wynosi x , to $[\alpha] = 0,36x$, $[\beta] = 0,64x$

Zatem: $K_c = \frac{[\beta]}{[\alpha]} = \frac{0,64x}{0,36x} = 1,8$

Za poprawną metodę obliczenia stałej równowagi	1 p
Za poprawne obliczenia i wynik	1 p

Zadanie 12. (2 pkt)

W trzech probówkach znajdują się losowo rozmieszczone wodne roztwory glicerolu, etanolu i fruktozy. Zaproponuj jeden odczynnik, za pomocą którego można będzie odróżnić od siebie wymienione roztwory. Opisz sposób wykonania analizy (uwzględniający warunki jej przeprowadzenia) i towarzyszące jej obserwacje.

Odczynnik to świeżo strącony $\text{Cu}(\text{OH})_2$. * Dodany na zimno do badanych roztworów pozwala odróżnić etanol czemu towarzyszy brak objawów reakcji, w pozostałych dwóch probówkach powstaną szafirowe roztwory. Następnie podgrzewamy próbki z szafirowymi roztworami i w jednej obserwujemy powstanie ceglastoczerwonego osadu (w tej próbce była fruktoza)** natomiast w drugiej próbce brak objawów reakcji (w tej próbce był glicerol).

*Użycie sformułowania „roztwór $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ” bądź „nasycony roztwór $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ” uznawane było za błędne.

**W warunkach przeprowadzania reakcji (ogrzewanie z osadem wodorotlenku miedzi(II)) fruktoza ulega tautomeryzacji keto-enolowej do formy aldehydowej, która wykazuje właściwości redukujące.

Za poprawnie wybrany odczynnik i opis analizy (uwzględniający warunki jej przeprowadzenia) pozwalający poprawnie zidentyfikować jedną substancję	1 p
Za poprawnie wybrany odczynnik i opis analizy (uwzględniający warunki jej przeprowadzenia) pozwalający poprawnie zidentyfikować trzy substancje	2 p