Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Wydział Chemii

WRZEŚNIOWA DIAGNOZA MATURALNA Z CHEMII

klucz odpowiedzi

Poziom rozszerzony

Data: **wrzesień 2026**

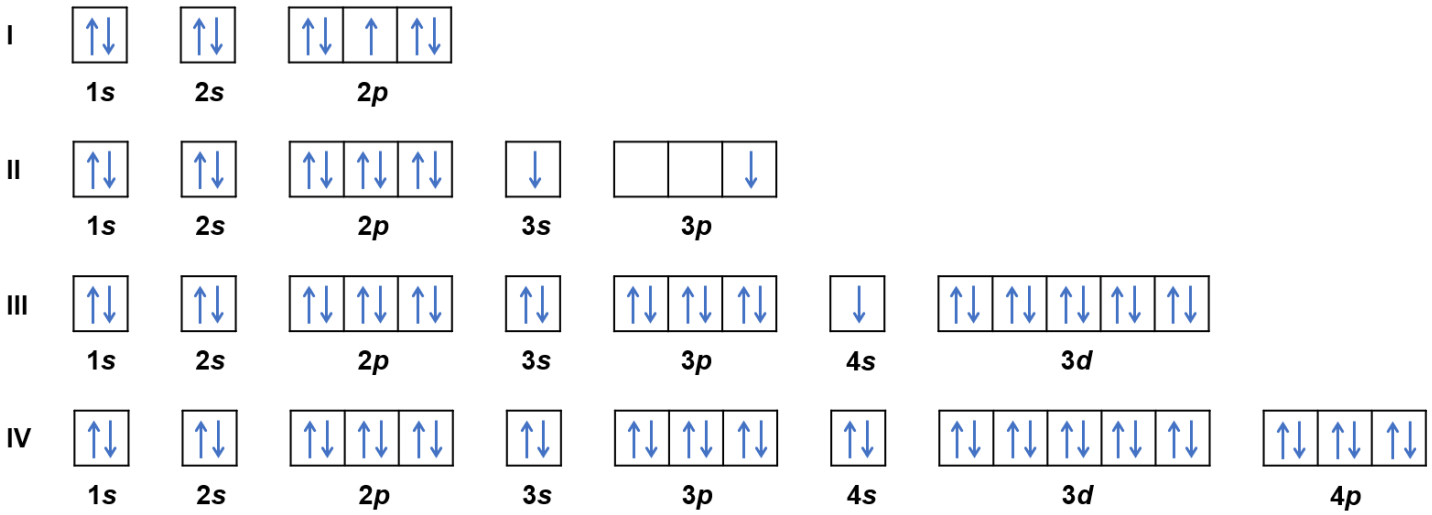
Czas pracy: **180 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **60**

Znajdujący się poniżej kod QR poprowadzi Cię do strony, na której znajdziesz dostęp do **omówienia wideo tego arkusza** (od czwartku 1.10.2026 r. od godziny 19:00).

Zadanie 1.

Poniżej przedstawiono graficzny zapis konfiguracji elektronowych atomów czterech pierwiastków chemicznych oznaczonych numerami I-IV.



Zadanie 1.1. (0-1)

Określ przynależność wszystkich pierwiastków oznaczonych numerami I-IV do bloków konfiguracyjnych (*s*, *p*, *d*) układu okresowego. Uzupełnij tabelę – w odpowiednich kolumnach wpisz numery, którymi oznaczono te pierwiastki.

Symbol bloku konfiguracyjnego	*s*	*p*	*d*
Numer pierwiastka	II	I, IV	III

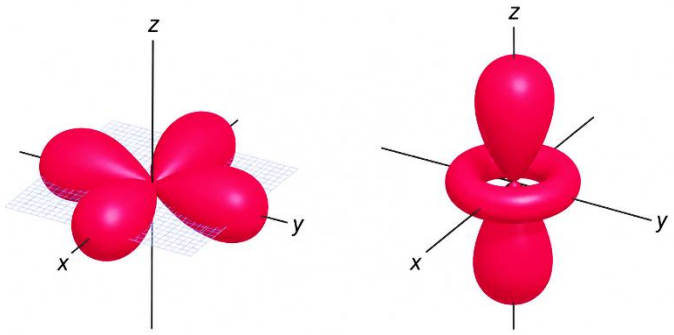
Zadanie 1.2. (0-1)

Uzupełnij tabelę. Napisz numery (I-IV), którymi oznaczono wszystkie pierwiastki spełniające warunek określony w danym wierszu tabeli.

Pierwiastek, dla którego zaprezentowano konfigurację elektronową atomu w stanie podstawowym.	I, III, IV
Pierwiastek, którego atom w stanie podstawowym ma co najmniej jeden elektron walencyjny opisywany następującymi wartościami liczb kwantowych: $n = 4$, $l = 0$.	III, IV

Zadanie 2. (0-1)

Na rysunku pokazano kontury dwóch orbitali atomowych należących do powłoki elektronowej M.



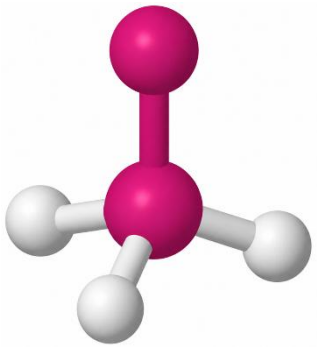
Uzupełnij poniższe zdania dotyczące orbitali pokazanych na rysunku.

Wartość głównej liczby kwantowej *n*, która opisuje każdy z przedstawionych orbitali, wynosi 3.

Przedstawione orbitale różnią się wartością magnetycznej liczby kwantowej oznaczanej symbolem m.

Zadanie 3. (0-1)

Na rysunku obok przedstawiono model kulkowo-prętowy anionu tiosiarczanowego $S_2O_3^{2-}$.



Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Orbitale walencyjne atomu centralnego w anionie tiosiarczanowym

znajdują się w stanie hybrydyzacji (*sp* / sp^2 / sp^3),

a kąt S–S–O przyjmuje wartość ok. (105° / 109° / 120°).

Zadanie 4. (0-2)

W pewnym tlenowym kwasie monofosforowym, masa fosforu stanowi 47 % masy całego związku. W cząsteczce tego kwasu występuje tylko jedno wiązanie O–H.

Na podstawie obliczeń ustal i napisz wzór sumaryczny opisanego kwasu. Następnie narysuj jego wzór elektronowy. Zaznacz kreskami wiązania chemiczne i wolne pary elektronowe.

Przeliczenia prowadzone są dla jednego mola cząsteczek opisanego kwasu. Ponieważ jest to kwas monofosforowy, to w 1 molu cząsteczek kwasu znajduje się 1 mol fosforu – zatem 31 g fosforu. Ta masa stanowi 47 % masy całego związku.

31 g - 47 %

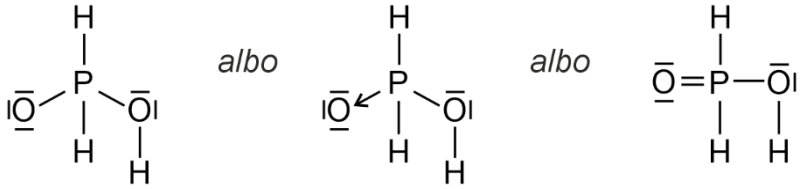
x - 53 %

x = 35 g

Masa 35 g musi odpowiadać całkowitej liczbie moli atomów O i H w przeliczeniu na 1 mol atomów P – są zatem 2 mole atomów O i 3 mole atomów H.

Wzór sumaryczny kwasu: H_3PO_2

Wzór elektronowy:

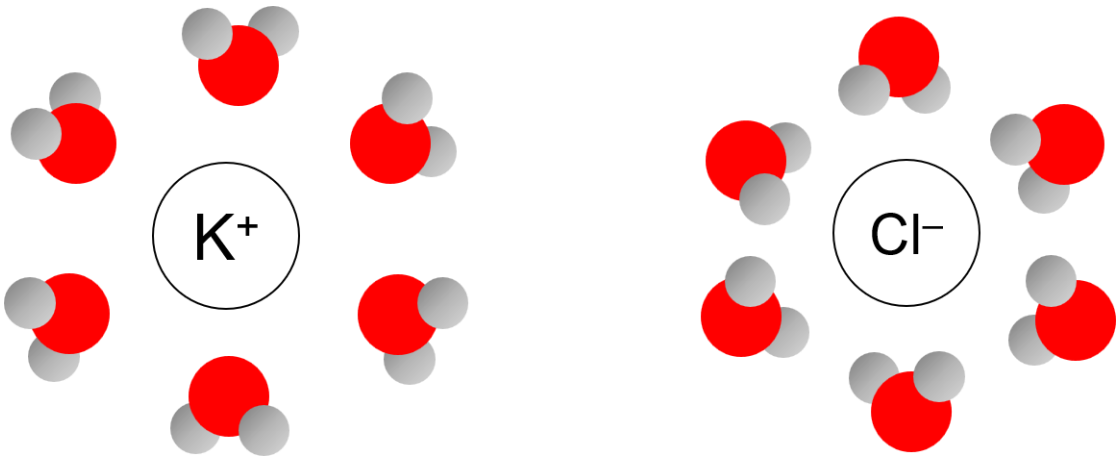


Uwaga: Geometria cząsteczki nie podlega ocenie.

Zadanie 5. (0-1)

Po rozpuszczeniu w wodzie krystalicznego chlorku potasu otrzymuje się roztwór, w którym jony z soli oddziałują z cząsteczkami wody w charakterystyczny sposób.

Uzupełnij poniższy rysunek tak, aby obrazował opisane oddziaływania jonów z cząsteczkami wody. Wpisz w puste miejsca wzory odpowiednich jonów.



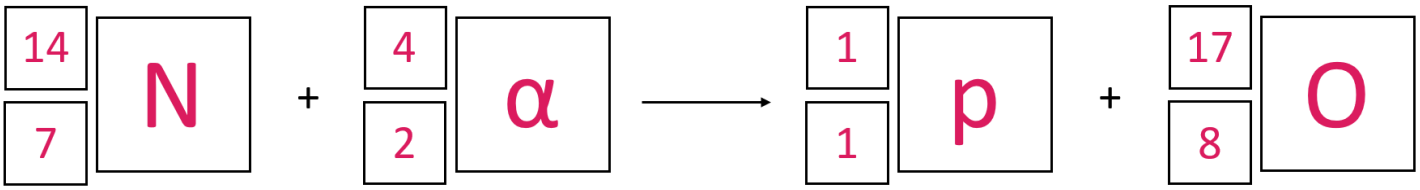
Zadanie 6. (0-2)

Przebieg reakcji jądrowych można przedstawić w postaci zapisu skróconego. Na pierwszym miejscu podaje się symbol jądra bombardowanego, następnie w nawiasie – kolejno – symbole cząstki bombardującej i lekkiej cząstki emitowanej, a na końcu – symbol jądra produktu.

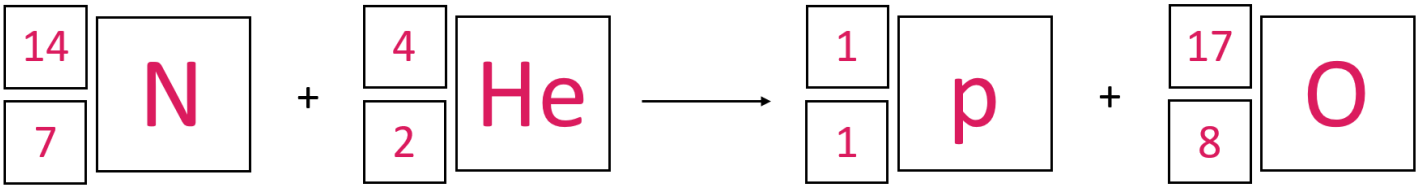
Poniżej przedstawiono w postaci skróconej przebieg pewnej reakcji jądrowej, której produktem jest atom tlenu ^{A}O.

$$^{14}N\ (\alpha,\ p)\ ^{A}O$$

Napisz równanie opisanej przemiany jądrowej. Uzupełnij wszystkie pola odpowiednimi symbolami i wartościami liczbowymi. Następnie oblicz, jaka byłaby sumaryczna liczba neutronów w próbce tlenu o masie 1 mg, która zawierałaby tylko nuklid ^{A}O.



albo



$9 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}$ neutronów ---------- 17 000 mg ^{17}O

x ---------- 1 mg ^{17}O

$x = 3{,}2 \cdot 10^{20}$ neutronów

Uwaga: Należy zwrócić uwagę na zależność wyniku liczbowego od przyjętych zaokrągleń. Za poprawny należy uznać każdy wynik będący konsekwencją zastosowanej poprawnej metody i poprawnych obliczeń.

Zadanie 7. (0-1)

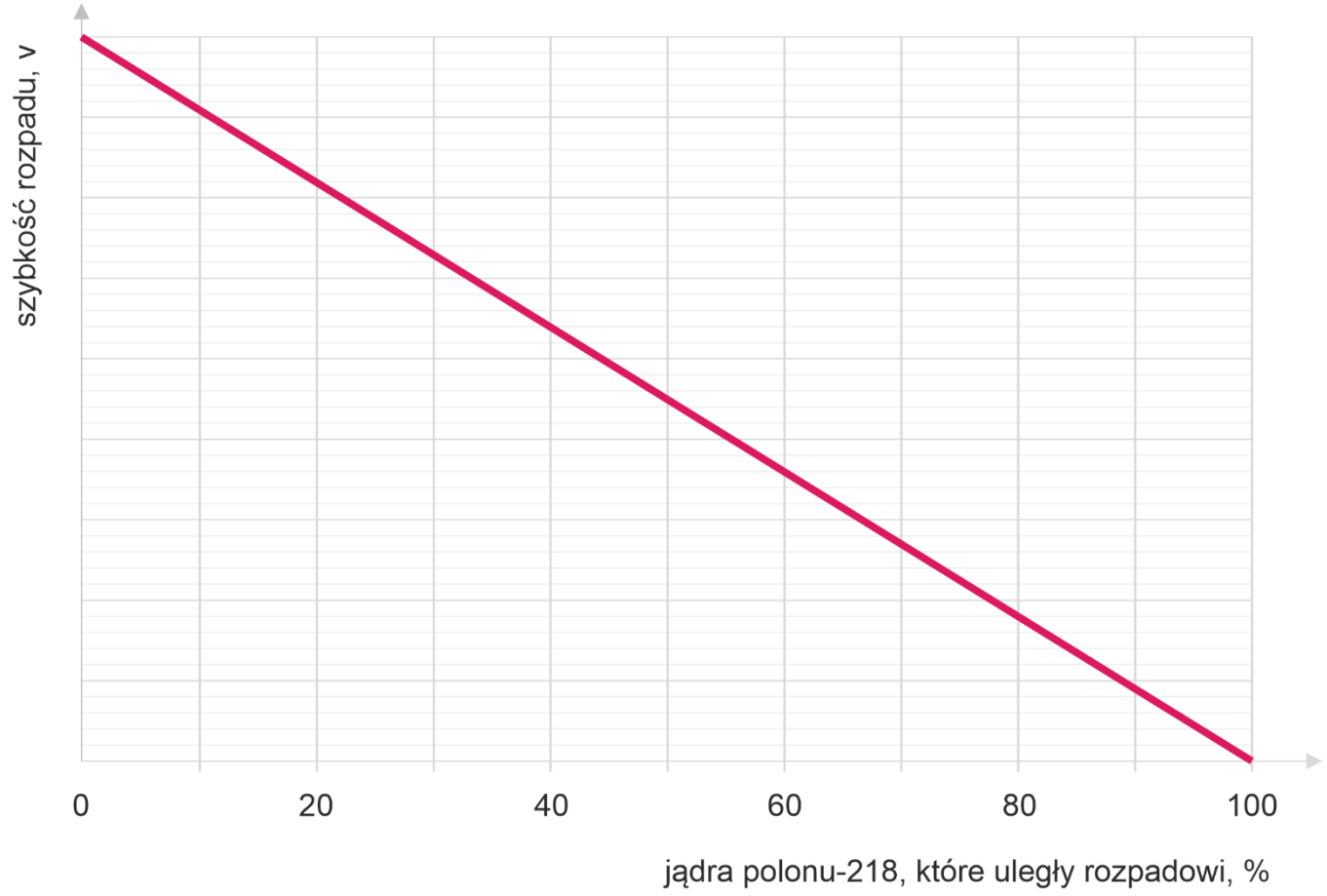
Polon-218 ulega samorzutnej przemianie zgodnie z równaniem:

$$^{218}_{84}Po \rightarrow {}^{214}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$$

Czas półtrwania izotopu polonu-218 wynosi 185,9 s, a zależność szybkości opisanej przemiany od liczby jąder polonu-218 opisuje poniższe równanie kinetyczne:

$$v = k \cdot N_{Po}^{a}$$

W reaktorze umieszczono próbkę zawierającą $9 \cdot 10^{11}$ jąder polonu-218. Na wykresie przedstawiono zależność szybkości rozpadu promieniotwórczego od procentowego ubytku liczby jąder polonu-218 w próbce, względem początkowej liczby jąder.



Na podstawie wykresu ustal i napisz wartość wykładnika *a* w równaniu kinetycznym.

a = 1

Zadanie 8. (0-1)

Szereg promieniotwórczy to ciąg kolejnych przemian niestabilnych jąder atomowych, które przekształcają się w inne jądra. W szeregu torowym, rozpoczynającym się od nuklidu ^{232}Th i kończącym się trwałym nuklidem ^{208}Pb, zachodzą wyłącznie rozpady α oraz β^-.

Uzupełnij tabelę. Wpisz liczbę rozpadów α oraz β^- zachodzących w szeregu torowym.

Liczba przemian α	Liczba przemian β^-
6	4

Zadanie 9.

Tiosiarczan sodu można otrzymać m.in. w czasie ogrzewania siarki w stężonym roztworze wodorotlenku sodu. Reakcja ta przebiega zgodnie ze schematem:

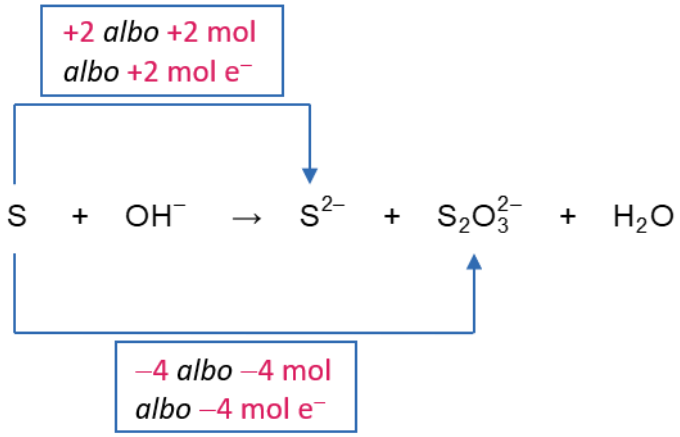
$$S + OH^- \rightarrow S^{2-} + S_2O_3^{2-} + H_2O$$

Zadanie 9.1. (0-1)

Uzupełnij schemat. Wpisz liczby moli elektronów:

- **pobieranych przez siarkę w czasie tworzenia 1 mola anionów siarczkowych,**
- **oddawanych przez siarkę podczas tworzenia 1 mola anionów tiosiarczanowych.**

Wskazane wartości zapisz z odpowiednim znakiem (+ albo –).



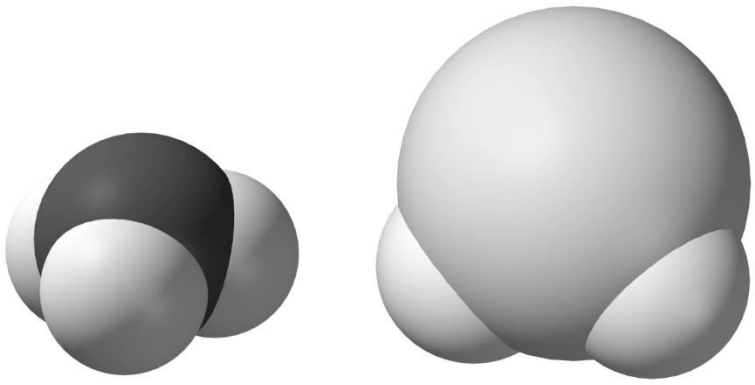
Zadanie 9.2. (0-1)

Uzupełnij współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie.

$$4S + 6OH^- \rightarrow 2S^{2-} + S_2O_3^{2-} + 3H_2O$$

Zadanie 10.

Fosforowodór w warunkach normalnych występuje w gazowym stanie skupienia. Ochładzany pod ciśnieniem 1013 hPa skrapla się w temperaturze ok. –88 °C, a zestala w temperaturze ok. –133 °C. Na rysunku przedstawiono model kulkowy fosforowodoru oraz innej cząsteczki substancji X. Modele odzwierciedlają zależności pomiędzy rozmiarami poszczególnych atomów.



fosforowodór substancja X

Zadanie 10.1. (0-1)

Rozstrzygnij, czy substancją X jest selenowodór czy woda. Uzasadnij odpowiedź.

Rozstrzygnięcie: selenowodór *albo* H_2Se

Uzasadnienie: (w przeciwieństwie do atomu tlenu,) promień atomu selenu jest większy niż promień atomu fosforu

Zadanie 10.2. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

W wyniku zestalenia fosforowodoru w temperaturze ok. –133 °C otrzymuje się substancję krystaliczną o budowie (kowalencyjnej / molekularnej). W tej postaci fosforowodór jest (izolatorem / przewodnikiem) prądu elektrycznego.

Zadanie 10.3. (0-2)

W reaktorze z ruchomym tłokiem umieszczono odmierzoną w warunkach normalnych próbkę fosforowodoru o masie 115,6 g i stopniowo obniżano temperaturę aż do –66 °C. Po zakończeniu ochładzania stwierdzono, że objętość fosforowodoru była o 21 % mniejsza od jego objętości początkowej.

Oblicz ciśnienie w reaktorze po zakończeniu ochładzania. Wynik końcowy napisz w hPa w zaokrągleniu do jedności.

Liczba moli PH_3 w próbce: 115,6 g : (34 g · mol^{-1}) = 3,4 mol

Początkowa objętość próbki PH_3 w warunkach normalnych: 3,4 mol · 22,4 dm^3 · mol^{-1} = 76,16 dm^3

Końcowa objętość próbki PH_3 po zakończeniu ochładzania: 0,79 · 76,16 dm^3 = 60,17 dm^3

Ciśnienie w reaktorze po zakończeniu ochładzania:

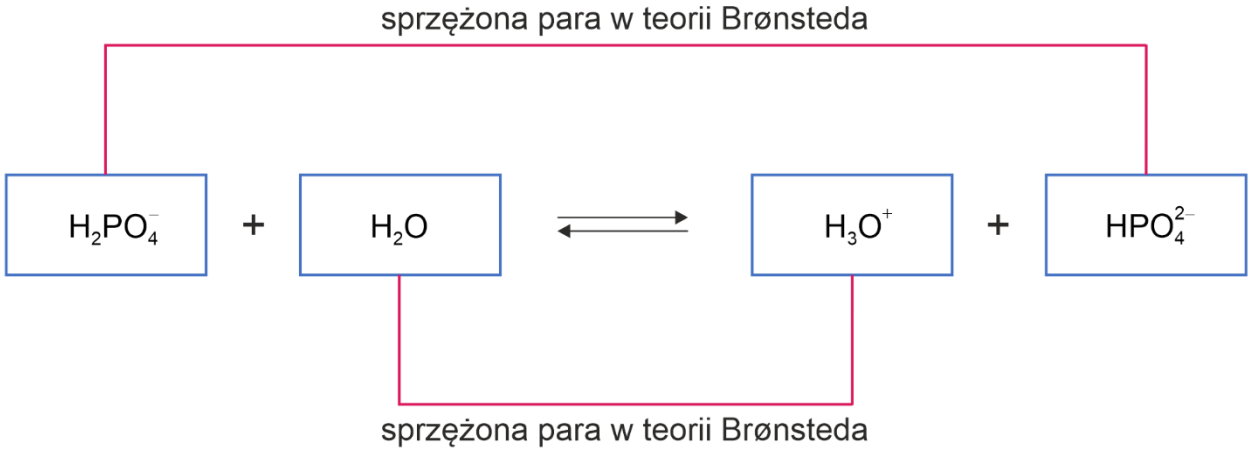
$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{3{,}4\ \text{mol} \cdot 83{,}14\ \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (273 - 66)\ \text{K}}{60{,}17\ \text{dm}^3} = 972\ \text{hPa}$$

Uwaga: Należy zwrócić uwagę na zależność wyniku liczbowego od przyjętych zaokrągleń. Za poprawny należy uznać każdy wynik będący konsekwencją zastosowanej poprawnej metody i poprawnych obliczeń.

Zadanie 11. (0-1)

W temperaturze *T* przygotowano wodny roztwór diwodorofosforanu(V) sodu o stężeniu 0,1 $mol \cdot dm^{-3}$ i zbadano jego odczyn za pomocą błękitu bromotymolowego. Wynik doświadczenia pokazano na zdjęciu.

Uzupełnij schemat wzorami odpowiednich drobin tak, aby powstało równanie reakcji decydującej o odczynie roztworu diwodorofosforanu(V) sodu. Zastosuj definicję kwasu i zasady Brønsteda.



Zadanie 12.

Do zlewki zawierającej wodę destylowaną z dodatkiem alkoholowego roztworu fenoloftaleiny wprowadzono niewielki kawałek metalu M, co pokazano na zdjęciu.

Zadanie 12.1. (0-1)

Rozstrzygnij, czy metalem M w opisanym doświadczeniu był bar czy sód. Uzasadnij odpowiedź.

Rozstrzygnięcie: metalem był bar

Uzasadnienie: bar, w przeciwieństwie do sodu, ma gęstość większą od gęstości wody

Zadanie 12.2. (0-1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Reakcja zachodząca w opisanym doświadczeniu spowodowała wzrost pH roztworu w zlewce.	**P**	
2.	W doświadczeniu wydziela się gaz podtrzymujący spalanie.		**F**

Zadanie 13.

Wodorotlenek sodu dobrze rozpuszcza się w wodzie, a procesowi temu towarzyszy mocne nagrzewanie się naczynia zawierającego wodę. Tak powstały roztwór może absorbować tlenek węgla(IV) z powietrza. W sprzedaży, oprócz czystego bezwodnego wodorotlenku sodu, spotyka się również postać uwodnioną: $NaOH \cdot H_2O$.

Zadanie 13.1. (0-1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Nasycony wodny roztwór wodorotlenku sodu w temperaturze 25 °C można otrzymać poprzez zmieszanie 1 mola stałego, bezwodnego wodorotlenku sodu oraz 1 mola wody.	**P**	
2.	Rozpuszczanie wodorotlenku sodu w wodzie, w temperaturze pokojowej, jest procesem egzotermicznym.	**P**	

Zadanie 13.2. (0-2)

Uzupełnij schematy tak, aby powstały równania dwóch reakcji chemicznych w formie jonowej skróconej, zachodzących w czasie absorbcji tlenku węgla(IV) przez zasadę sodową.

$$CO_2 + 2OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

$$CO_2 + OH^- \rightarrow HCO_3^-$$

Zadanie 13.3. (0-2)

Oblicz masę próbki $NaOH \cdot H_2O$, którą należy rozpuścić w wodzie w celu przygotowania 40 cm^3 wodnego roztworu o pH = 11,7. Wynik końcowy napisz w miligramach z dokładnością do jedności.

pH = 11,7 a zatem pOH = 2,3

$[OH^-] = 10^{-2,3} = 5 \cdot 10^{-3}$ mol $\cdot$ dm^{-3}

Liczba moli jonów OH^- w tym roztworze wyniesie zatem:

$5 \cdot 10^{-3}$ mol ---------- 1000 cm^3

x ---------- 40 cm^3

$x = 2 \cdot 10^{-4}$ mol

Liczba moli jonów OH^- będzie równa liczbie moli wprowadzonego hydratu $NaOH \cdot H_2O$, przeliczając więc liczbę moli hydratu na jego masę otrzymamy:

1 mol ---------- 58 g

$2 \cdot 10^{-4}$ mol ---------- x,

x = 0,0116 g = 12 mg

Uwaga: Należy zwrócić uwagę na zależność wyniku liczbowego od przyjętych zaokrągleń. Za poprawny należy uznać każdy wynik będący konsekwencją zastosowanej poprawnej metody i poprawnych obliczeń.

Zadanie 14.

Pewien metal M ulega utlenieniu, tworząc dwudodatnie jony proste. Kationy te mogą stanowić jony centralne w związkach kompleksowych o liczbie koordynacyjnej równej 4.

Przeprowadzono doświadczenie, w którym do probówki z wodnym roztworem soli $M(NO_3)_2$ (zdjęcie 1.), wprowadzano kroplami rozcieńczony wodny roztwór wodorotlenku sodu. Po kilku pierwszych kroplach zawartość probówki wyglądała tak, jak to pokazano na zdjęciu 2. Kolejne krople spowodowały, że zawartość probówki przyjęła postać taką, jak pokazano na zdjęciu 3.

Zadanie 14.1. (0-1)

Na podstawie opisu doświadczenia określ charakter chemiczny (amfoteryczny, kwasowy, obojętny, zasadowy) wodorotlenku metalu M.

amfoteryczny

Zadanie 14.2. (0-1)

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji roztwarzania osadu, która ma miejsce w czasie przebiegu opisanego doświadczenia.

$M(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow M(OH)_4^{2-}$

Zadanie 14.3. (0-1)

Do roztworu soli metalu M, który pokazano na zdjęciu 1. w informacji wstępnej, wprowadzono uniwersalny papierek wskaźnikowy. Papierek ten po wyjęciu z probówki wyglądał tak, jak na zdjęciu obok.

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji wyjaśniającej odczyn tego roztworu.

$M^{2+} + H_2O \rightleftarrows M(OH)^+ + H^+$ *albo*

$M^{2+} + 2H_2O \rightleftarrows M(OH)^+ + H_3O^+$ *albo*

$M^{2+} + 2H_2O \rightleftarrows M(OH)_2 + 2H^+$ *albo*

$M^{2+} + 4H_2O \rightleftarrows M(OH)_2 + 2H_3O^+$ *albo*

$[M(H_2O)_6]^{2+} + H_2O \rightleftarrows [M(H_2O)_5OH]^+ + H^+$ *albo*

$[M(H_2O)_6]^{2+} + 2H_2O \rightleftarrows [M(H_2O)_5OH]^+ + H_3O^+$

Zadanie 15.

Do roztworu soli metalu Z, pokazanego na zdjęciu 1., wprowadzono pył metalu X. Po pewnym czasie odsączono ciało stałe, a roztwór wyglądał tak, jak pokazano na zdjęciu 2.

Zadanie 15.1. (0-1)

Rozstrzygnij, któremu z metali – X czy Z – odpowiada półogniwo Me^{n+}/Me o wyższym potencjale redukcji. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: metal Z

Uzasadnienie: metal X spowodował redukcję jonów metalu Z, a zatem metalowi Z odpowiada półogniwo (Me^{n+}/Me) o wyższej wartości potencjału redukcji

albo

metal X jest silniejszym reduktorem od metalu Z, a zatem metalowi Z odpowiada półogniwo (Me^{n+}/Me) o wyższej wartości potencjału redukcji

Zadanie 15.2. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Solą metalu Z zastosowaną w doświadczeniu mógł być ($AgNO_3$ / $CrCl_3$ / $CuSO_4$ / $FeCl_2$). Z kolei metalem X mógł być (Ag / Cr / Cu / Zn).

Zadanie 16. (0-2)

Skonstruowano ogniwo, którego budowę przedstawia schemat:

$$(-)\ Ni\ (s)\ |\ H_2SO_4\ (aq)\ |\ Ag\ (s)\ (+)$$

Napisz w formie jonowej skróconej sumaryczne równanie reakcji zachodzącej w tym ogniwie i oblicz jego siłę elektromotoryczną w warunkach standardowych.

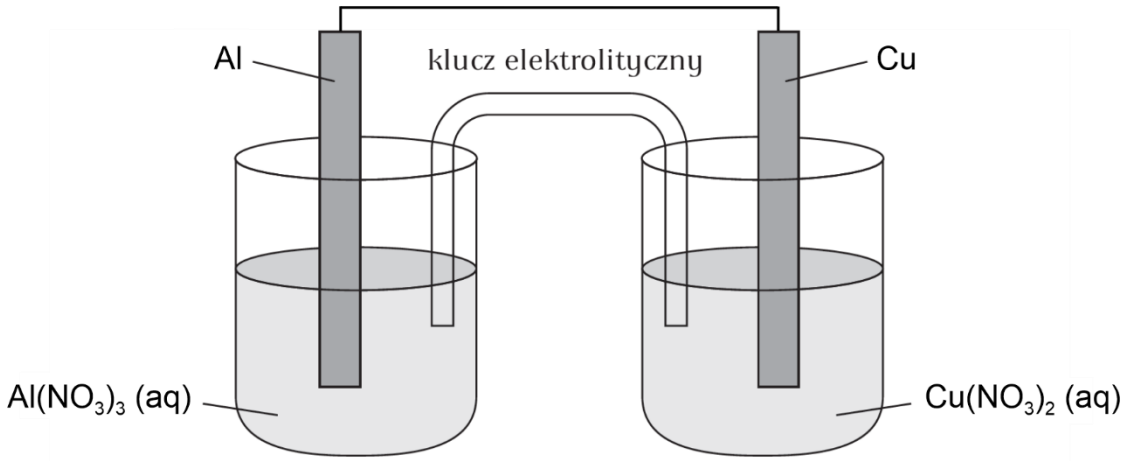
Równanie: $Ni + 2H^+ \rightarrow Ni^{2+} + H_2$

SEM: $0{,}000\ V - (-0{,}257\ V) = 0{,}257\ V$

Uwaga: zapis obliczeń nie jest wymagany

Zadanie 17. (0-1)

Połączono dwa standardowe półogniwa, tworząc ogniwo pokazane na poniższym rysunku.



Klucz elektrolityczny był wypełniony roztworem azotanu(V) potasu o stężeniu 1 $mol \cdot dm^{-3}$.

Rozstrzygnij, czy w czasie pracy opisanego ogniwa stężenie jonów azotanowych(V) w roztworze katodowym maleje, rośnie czy nie ulega zmianie. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: stężenie maleje

Uzasadnienie: na katodzie zachodzi redukcja jonów miedzi(II), a zatem liczba anionów azotanowych(V) w roztworze katodowym musi się zmniejszać, by roztwór pozostawał obojętny elektrycznie

Zadanie 18.

Rdzewienie jest procesem korozji elementów stalowych i żelaznych. W początkowym etapie korozji żelaza zachodzi przemiana opisana poniższym równaniem:

$$2Fe + O_2 + 2H_2O \rightleftarrows 2Fe(OH)_2$$

Powstający wodorotlenek żelaza(II) pod wpływem tlenu atmosferycznego utlenia się do wodorotlenku żelaza(III), który z kolei ulega rozkładowi z wydzieleniem uwodnionego tlenku żelaza(III) $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$.

Przeprowadzono szkolny eksperyment, w którym gwóźdź stalowy umieszczono na kilka tygodni w probówce zawierającej wodę wodociągową. Po zakończeniu doświadczenia zawartość probówki wyglądała tak, jak to pokazano na zdjęciu.

Zadanie 18.1. (0-1)

Napisz w formie cząsteczkowej równanie procesu utlenienia wodorotlenku żelaza(II) do wodorotlenku żelaza(III), które ma miejsce w procesie rdzewienia.

$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3$

Zadanie 18.2. (0-1)

Z probówki pokazanej na zdjęciu wyciągnięto gwóźdź i dodano do niej niewielką porcję rozcieńczonego kwasu solnego. Spowodowało to roztworzenie osadu i powstanie klarownego roztworu.

Napisz wzór jonów odpowiadających za barwę wodnej mieszaniny po zakończeniu opisanego doświadczenia.

Fe^{3+} *albo* $Fe(H_2O)_6^{3+}$

Zadanie 18.3. (0-1)

Spośród poniższych propozycji zaznacz te, których zastosowanie spowodowałoby, że proces korozji w opisanym doświadczeniu przebiegałby z mniejszą intensywnością.

- Umieszczenie gwoździa w roztworze wodnym o pH=5 zamiast w wodzie wodociągowej.
- Ograniczenie dostępu tlenu do probówki, w której prowadzono doświadczenie.
- Wprowadzenie do wody wodociągowej, przed umieszczeniem w niej gwoździa, kilku kropli wodnego roztworu wodorotlenku sodu o stężeniu 0,001 $mol \cdot dm^{-3}$.

Zadanie 19. (0-3)

Oblicz minimalną objętość wody potrzebną do całkowitego rozpuszczenia próbki fosforanu(V) magnezu o masie 1,31 mg w temperaturze 25 °C. Użyj wartości mas molowych z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Wynik końcowy napisz w cm^3 w zaokrągleniu do jedności.

Iloczyn rozpuszczalności $Mg_3(PO_4)_2$ w temperaturze 25 °C przyjmuje wartość $1{,}04 \cdot 10^{-24}$.

W celu wyznaczenia rozpuszczalności molowej, *S*, posłużymy się zależnością:

$$Mg_3(PO_4)_2\ (s) \rightleftarrows 3Mg^{2+}\ (aq) + 2PO_4^{3-}\ (aq)$$

$$S \qquad 3S \qquad 2S$$

gdzie S, to stężenie molowe nasyconego roztworu.

Można więc napisać:

$(3S)^3 \cdot (2S)^2 = 1{,}04 \cdot 10^{-24}$

z czego $S = 6{,}26 \cdot 10^{-6}$ mol $\cdot$ dm^{-3}

Próbka $Mg_3(PO_4)_2$ o masie 1,31 mg odpowiada $1{,}31 \cdot 10^{-3}$ g : (262,87 g $\cdot$ mol^{-1}) = $4{,}98 \cdot 10^{-6}$ mol tej soli.

Korzystając z *S* i liczby moli soli, obliczymy objętość roztworu, którą dla trudno rozpuszczalnych soli możemy utożsamiać z objętością wody:

$6{,}26 \cdot 10^{-6}$ mol ---------- 1 dm^3

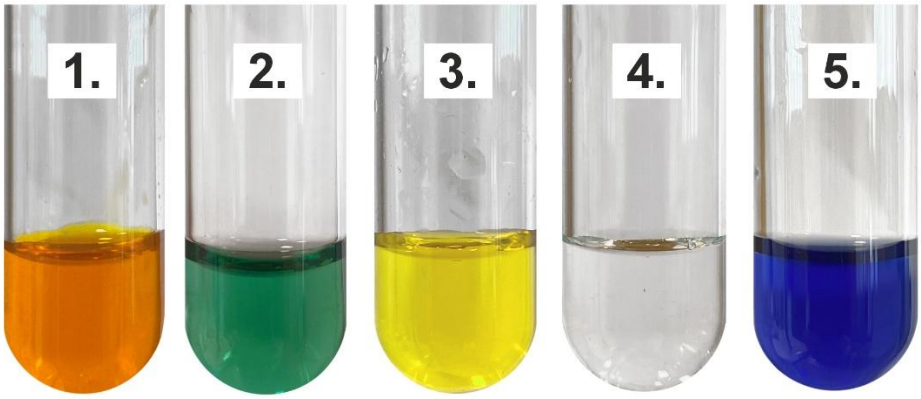
$4{,}98 \cdot 10^{-6}$ mol ---------- x,

x = 0,7955 dm^3 = 796 cm^3

Uwaga: Należy zwrócić uwagę na zależność wyniku liczbowego od przyjętych zaokrągleń. Za poprawny należy uznać każdy wynik będący konsekwencją zastosowanej poprawnej metody i poprawnych obliczeń.

Zadanie 20. (0-4)

Poniższe zdjęcia, ustawione w przypadkowej kolejności, pokazują wygląd probówek podczas doświadczenia, w którym badano właściwości związków chromu.



a) **Uzupełnij opis doświadczenia. Wpisz we właściwe miejsca odpowiedni numer zdjęcia.**

W jednej probówce przygotowano wodny roztwór chlorku chromu(III) i dodawano do niego wodny roztwór wodorotlenku potasu obserwując wytrącenie osadu, a następnie jego całkowite roztworzenie. Po tej operacji zawartość probówki wyglądała tak, jak pokazano na zdjęciu 2.

W drugiej probówce przygotowano wodny roztwór nadtlenku wodoru (zdjęcie 4.).

Zawartość obu probówek wymieszano i ogrzano w łaźni wodnej. Po zakończeniu ogrzewania zawartość probówki wyglądała tak, jak pokazano na zdjęciu 3.

b) **Napisz w formie jonowej skróconej równania strącania i roztwarzania osadu wskazane w opisie doświadczenia.**

Strącanie osadu: $Cr^{3+} + 3OH^- \rightarrow Cr(OH)_3$

Roztwarzanie osadu: $Cr(OH)_3 + 3OH^- \rightarrow Cr(OH)_6^{3-}$ *albo* $Cr(OH)_3 + OH^- \rightarrow Cr(OH)_4^-$

c) W roztworze chlorku chromu(III), przed wprowadzeniem wodorotlenku potasu, znajdowały się m. in. jednododatnie jony kompleksowe, których liczba koordynacyjna była równa 6.

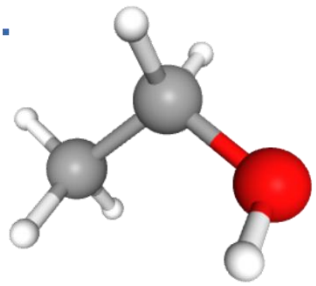
Uzupełnij poniższy schemat tak, aby powstał wzór opisanego jonu.

$$\left[Cr(H_2O)_{\boxed{4}}Cl_{\boxed{2}}\right]^{\boxed{+}}$$

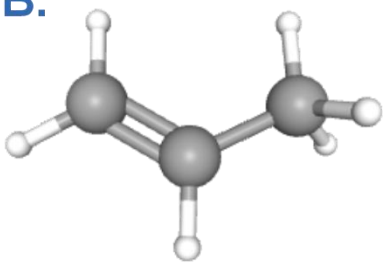
Zadanie 21.

Poniżej przedstawiono modele przestrzenne sześciu związków organicznych A–F, zbudowanych wyłącznie z atomów węgla i wodoru oraz – w przypadku niektórych – również atomów tlenu.

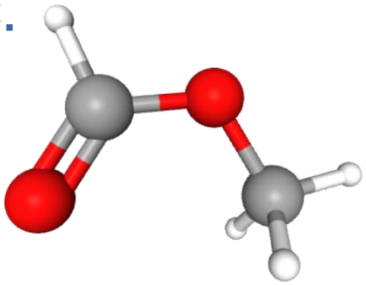
A.



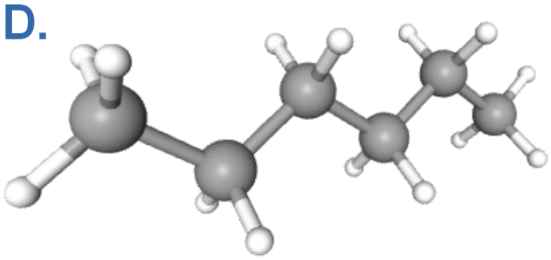
B.



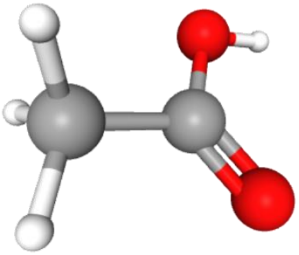
C.



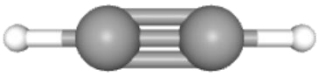
D.



E.



F.



Zadanie 21.1. (0-1)

Wskaż oznaczenia wszystkich związków, które w warunkach normalnych są gazami.

B, F

Zadanie 21.2. (0-1)

Wskaż oznaczenia wszystkich związków, które wprowadzone do wodnego roztworu bromu powodują jego natychmiastowe odbarwienie.

B, F

Zadanie 21.3. (0-1)

Wskaż oznaczenia wszystkich związków, których cząsteczki mogą łączyć się ze sobą wiązaniami wodorowymi.

A, E

Zadanie 21.4. (0-1)

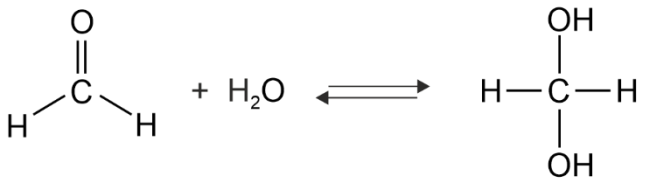
Izomery to związki o tym samym wzorze sumarycznym, ale odmiennej budowie.

Wskaż oznaczenia dwóch związków, które są względem siebie izomerami.

C, E

Zadanie 22. (0-1)

W roztworach wodnych formaldehyd, czyli metanal, ulega odwracalnej reakcji addycji wody, w wyniku czego powstaje metanodiol.

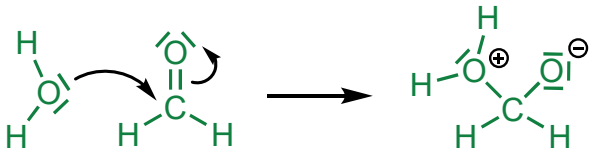


formaldehyd (metanal) + H_2O ⇌ metanodiol

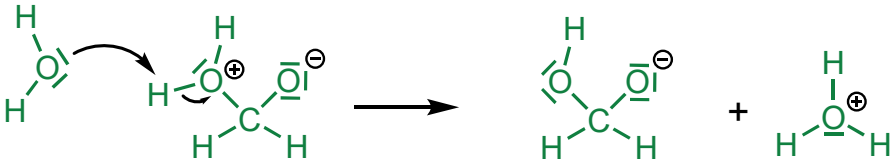
Przemiana ta w rzeczywistości jest wieloetapowa, a szczegółowy opis kolejności, w jakiej w jej przebiegu pękają i tworzą się wiązania chemiczne, nosi nazwę mechanizmu reakcji.

Poniżej przedstawiono mechanizm addycji wody do metanalu.

Etap 1.



Etap 2.



Etap 3.

W chemii organicznej nukleofile są zasadami Lewisa (donorami par elektronowych), natomiast elektrofile – kwasami Lewisa (akceptorami par elektronowych).

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Cząsteczka formaldehydu w etapie 1. pełni rolę (elektrofila / nukleofila).

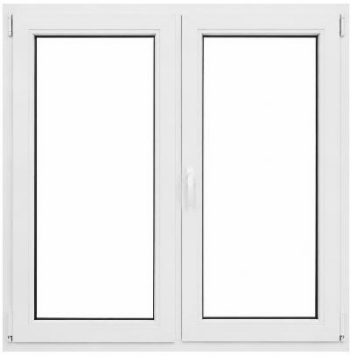
Cząsteczka wody w etapie 2. jest (akceptorem / donorem) jonu H^+.

Zadanie 23.

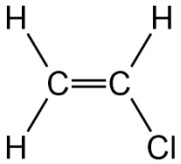
Polimeryzacja addycyjna (łańcuchowa) jest jednym ze sposobów otrzymywania związków wielkocząsteczkowych. W jej przebiegu kolejne cząsteczki monomeru przyłączają się do aktywnego centrum rosnącego łańcucha polimerowego, powodując jego wydłużanie. Charakterystyczną cechą polimeryzacji łańcuchowej jest brak produktów ubocznych o małej masie cząsteczkowej.

Zadanie 23.1. (0-1)

Jednym z polimerów najpowszechniej wykorzystywanych we współczesnym świecie jest poli(chlorek winylu), czyli polichloroeten. Stosuje się go np. w produkcji ram okien.

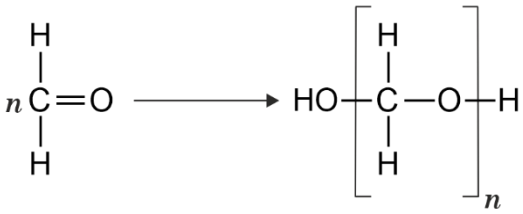


Narysuj wzór strukturalny związku będącego monomerem w procesie polimeryzacji prowadzącej do otrzymania poli(chlorku winylu).



Zadanie 23.2. (0-1)

W wodnych roztworach formaldehydu związek ten, oprócz odwracalnej reakcji addycji wody, może ulegać również spontanicznej polimeryzacji jak to pokazano na schemacie.



Szybkość tego procesu zależy od stężenia formaldehydu oraz temperatury. W celu zapobiegania spontanicznej polimeryzacji komercyjnie dostępne roztwory formaldehydu zawierają dodatki inhibitora tego procesu – metanolu.

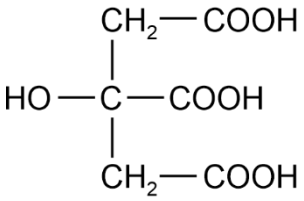
Rozstrzygnij, czy przedstawiony proces polimeryzacji jest reakcją typu redoks. Uzasadnij odpowiedź.

Rozstrzygnięcie: nie jest (reakcją redoks)

Uzasadnienie: w trakcie tego procesu żaden z atomów nie zmienia (formalnego) stopnia utlenienia

Zadanie 24.

Kwas cytrynowy należy do grupy wielofunkcyjnych pochodnych węglowodorów – w jego cząsteczce znajduje się grupa hydroksylowa i trzy grupy karboksylowe. Kwas ten ulega trójetapowej dysocjacji elektrolitycznej z odszczepieniem jonów wodoru od grup karboksylowych. Wartości pK_a kolejnych etapów dysocjacji wynoszą: pK_{a1} = 3,13; pK_{a2} = 4,76; pK_{a3} = 6,40. Największą zdolność do deprotonacji wykazuje grupa karboksylowa przyłączona do atomu węgla, którego formalny stopień utlenienia wynosi +I.



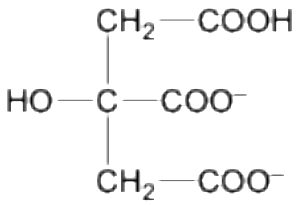
Zadanie 24.1. (0-1)

Uzupełnij tabelę. Wpisz liczbę wiązań typu *σ* (sigma) oraz typu *π* (pi) w cząsteczce kwasu cytrynowego.

Liczba wiązań typu σ	Liczba wiązań typu π
20	3

Zadanie 24.2. (0-1)

Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) dominującej w roztworze wodnym formy dwuujemnego anionu kwasu cytrynowego.



Zadanie 24.3. (0-2)

Próbkę o masie *m*, zawierającą kwas cytrynowy oraz niepalne zanieczyszczenia, poddano spalaniu całkowitemu. Wydzielający się tlenek węgla(IV) zebrano i ochłodzono w celu jego resublimacji. W wyniku procesu otrzymano porcję suchego lodu o masie *m*.

Oblicz masową zawartość procentową kwasu cytrynowego w próbce poddanej spalaniu. Przyjmij, że proces spalania i resublimacja zachodziły z wydajnością równą 100 %.

Masa molowa kwasu cytrynowego: 192 g · mol^{-1}

$2C_6H_8O_7 + 9O_2 \rightarrow 12CO_2 + 8H_2O$

Z równania zachodzącej reakcji spalania całkowitego wynika, że:

384 g kwasu ---------- 528 g CO_2

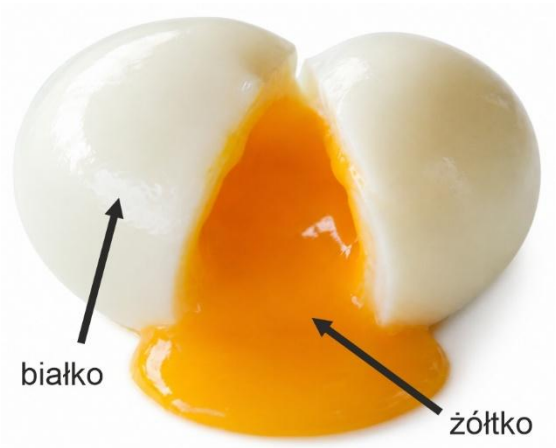
x ---------- *m* g CO_2

x = 0,73*m* g kwasu

W badanej próbce było zatem 73 % masowych kwasu cytrynowego.

Zadanie 25.

Białko jaja kurzego to mieszanina wody i wielu białek. Na załączonej fotografii przedstawiono jajko ugotowane na miękko, czyli do momentu ścięcia białka jaja, przy jednoczesnym zachowaniu płynności żółtka.



Zadanie 25.1. (0-1)

Spośród poniższych stwierdzeń wybierz i zaznacz wszystkie te, które są prawdziwe.

- W wyniku gotowania białka uległy denaturacji.
- W wyniku gotowania białka uległy wysoleniu.
- W wyniku gotowania białka uległy koagulacji.
- W czasie gotowania uległy zmianom II- i III-rzędowe struktury białek.
- Gotowanie jajka spowodowało hydrolizę wiązań peptydowych i rozpad łańcucha polipeptydowego na aminokwasy.

Zadanie 25.2. (0-1)

Dokończ poniższe zdanie tak, aby było prawdziwe.

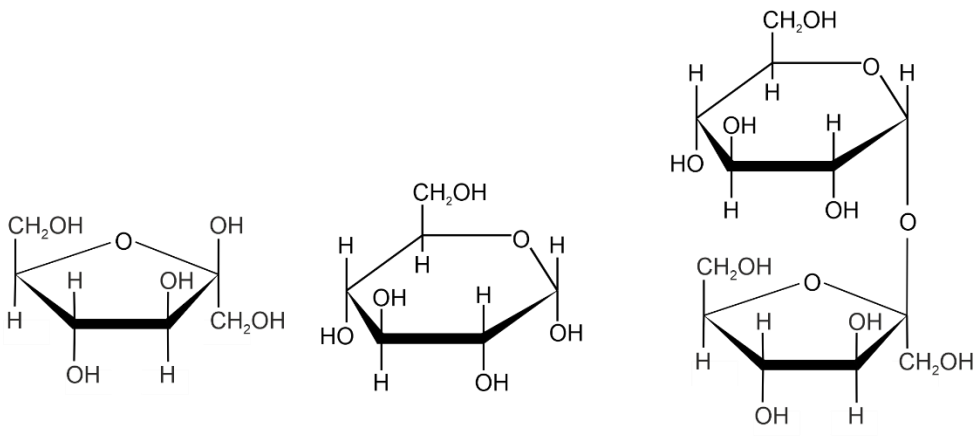
Po wodzie, która jest głównym składnikiem żółtka jaja kurzego,

w największej ilości występują w nim tłuszcze *albo* lipidy

Uwaga: Odpowiedź tłuszcze właściwe jest niepoprawna.

Zadanie 26.

Na rysunku przedstawiono wzory cyklicznych form (tzw. projekcje Hawortha) trzech cukrów – fruktozy (A), glukozy (B) oraz sacharozy (C).



Zadanie 26.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Spośród cukrów wymienionych w informacji wstępnej największą procentową zawartość masową węgla w cząsteczce wykazuje (fruktoza / glukoza / sacharoza). Cząsteczki wszystkich wymienionych cukrów są (niepolarne / polarne).

Zadanie 26.2. (0-1)

W czasie spalania próbki jednego z cukrów o masie 10 g wydziela się 165 kJ energii w przeliczeniu na warunki standardowe.

Na podstawie obliczeń ustal, czy cukrem poddanym spalaniu była glukoza czy sacharoza.

Standardowa molowa entalpia spalania glukozy wynosi $-2802\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Przy spalaniu 1 mola glukozy $C_6H_{12}O_6$, czyli 180 g glukozy, wydziela się do otoczenia 2802 kJ energii na sposób ciepła. Można zatem obliczyć, ile energii wydzieliłoby się ze spalania 10 g glukozy:

180 g ---------- 2802 kJ

10 g ---------- x,

x = 156 kJ.

Cukrem poddanym spaleniu nie mogła być glukoza, musiała to zatem być sacharoza.

albo

Standardowa molowa entalpia spalania sacharozy wynosi $-5643\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Przy spalaniu 1 mola sacharozy $C_{12}H_{22}O_{11}$, czyli 342 g sacharozy, wydziela się do otoczenia 5643 kJ energii na sposób ciepła. Można zatem obliczyć, ile energii wydzieliłoby się ze spalania 10 g sacharozy:

342 g ---------- 5643 kJ

10 g ---------- x,

x = 165 kJ.

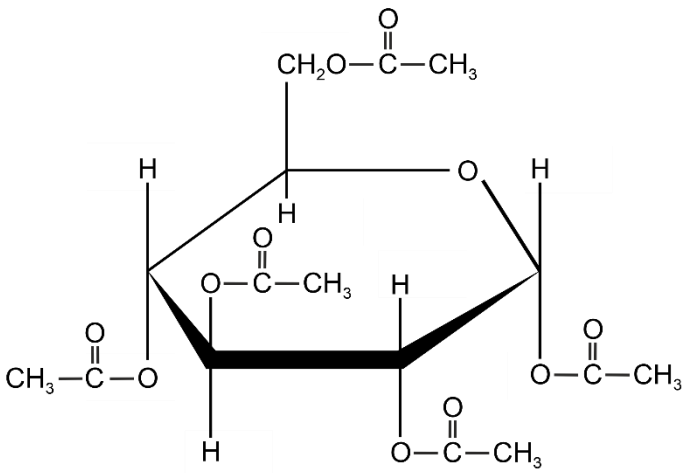
Cukrem poddanym spaleniu była sacharoza.

Zadanie 26.3. (0-1)

Przygotowano wodny roztwór fruktozy o stężeniu 0,1 mol·dm^{-3}, a następnie zbadano jego odczyn za pomocą papierka uniwersalnego.

Spośród poniższych zdjęć wybierz i zaznacz to, na którym przedstawiono wygląd probówki zawierającej wodny roztwór fruktozy po zanurzeniu w nim uniwersalnego papierka wskaźnikowego.

Zadanie 26.4. (0-1)

Glukoza, ze względu na obecność grup hydroksylowych w cząsteczce, może w odpowiednich warunkach ulegać estryfikacji. Produktem reakcji tego cukru z kwasem octowym w stosunku molowym 1 : 5 jest pentaoctan glukozy (penta-*O*-acetyloglukoza).

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby powstał wzór pentaoctanu tej formy glukozy, która jest przedstawiona w informacji wstępnej.