



Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Wydział Chemii

WRZEŚNIOWA DIAGNOZA MATURALNA Z CHEMII

klucz odpowiedzi

Poziom rozszerzony

Data: wrzesień 2025

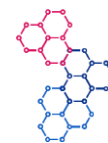
Czas pracy: 180 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

-
1. Znajdujący się obok kod QR poprowadzi Cię do strony, na której znajdziesz:
dostęp do **spotkania na żywo Q&A (poniedziałek 22.09.2025 r., godz. 20:00)**,
w czasie którego autorzy arkusza odpowiedzą na przesłane
pytania dotyczące tego arkusza. Spotkanie to będzie nagrywane
i będziesz mógł/mogła odtworzyć je w dowolnej chwili.

Pytania do spotkania Q&A możesz przysyłać na adres
matura.chemia@chemia.uj.edu.pl
do 21.09.2025 r. do godziny 20:00.





Zadanie 1.

Jednoudjemny anion pierwiastka E oraz jednododatni kation pierwiastka X w stanie podstawowym posiadają konfigurację elektronową tego samego gazu szlachetnego. Wiadomo również, że w stanie podstawowym elektrony w tych jonach zajmują dziewięć orbitali.

Zadanie 1.1. (0-2)

Uzupełnij tabelę. Napisz symbole chemiczne pierwiastków E i X – oraz dla każdego z nich – symbol bloku konfiguracyjnego, do którego należy oraz podaj sumaryczną liczbę elektronów w podpowłokach walencyjnych w atomach tych pierwiastków.

	Symbol pierwiastka	Symbol bloku konfiguracyjnego	Sumaryczna liczba elektronów w podpowłokach walencyjnych
Pierwiastek E	Cl	p	7
Pierwiastek X	K	s	1

Zadanie 1.2. (0-1)

Dane są dwie wartości promieni jonowych: 181 i 138 pm.

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

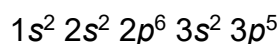
Uzupełnij tabelę. Przyporządkuj jonom E⁻ oraz X⁺ odpowiednią wartość promienia jonowego, a następnie uzasadnij krótko swoje przyporządkowanie, odwołując się do różnic w budowie tych jonów.

	Długość promienia jonowego, pm
Jon E ⁻	181
Jon X ⁺	138

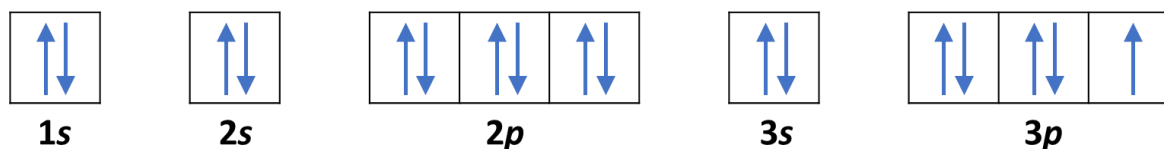
Przykład uzasadnienia: Oba jony mają tę samą liczbę elektronów, różnią się jednak ładunkiem jądra atomowego, które przyciąga elektrony. Im większa liczba protonów w jądrze atomowym, tym silniejsze przyciąganie elektronów i tym samym krótszy promień jonu.

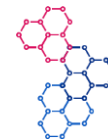
Zadanie 1.3. (0-1)

Napisz pełną podpowłokową konfigurację elektronową atomu E w stanie podstawowym.



albo





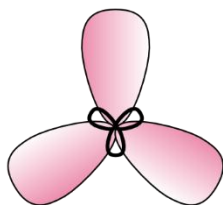
Zadanie 2.

Dane są trzy związki zawierające w swoich cząsteczkach atomy fluoru.

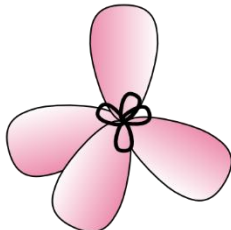


Zadanie 2.1. (0-2)

Na poniższym rysunku zaprezentowano modele zhybrydyzowanych orbitali walencyjnych atomów, oznaczone literami A, B i C.



A



B

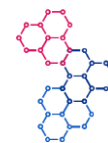


C

Uzupełnij tabelę. Przyporządkuj podanym w tabeli związkom oznaczenie modelu (A, B albo C), który ilustruje typ hybrydyzacji atomu centralnego w tej cząsteczce oraz podkreśl nazwę geometrii danej cząsteczki.

Wzór związku	Oznaczenie literowe modelu	Nazwa geometrii
CF_4	B	płaska / <u>tetraedryczna</u>
OF_2	B	<u>katowa</u> / liniowa
BF_3	A	piramidalna / <u>płaska</u>

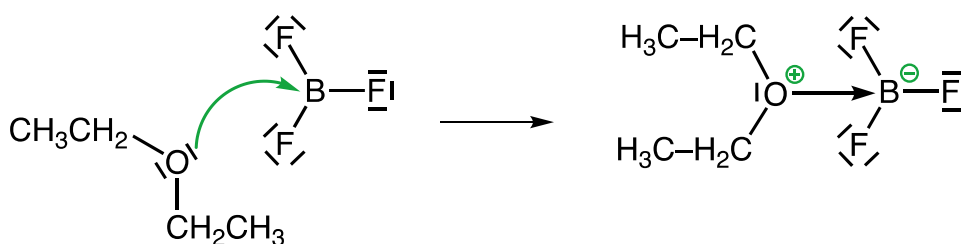




Zadanie 2.2. (0-1)

W teorii kwasów i zasad Lewisa kwas definiuje się jako akceptor pary elektronowej, zaś zasadę jako donor pary elektronowej. Teoria kwasów i zasad Lewisa jest często stosowana w opisie mechanizmów reakcji związków organicznych

Trifluorek boru, BF_3 , znalazł zastosowanie jako katalizator w chemii organicznej. Ze względu na dużą reaktywność zamiast czystego trifluorku boru najczęściej stosuje się jego związek kompleksowy z eterem dietylowym ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$). Mechanizm tworzenia opisanego związku kompleksowego zaprezentowano na poniższym schemacie.

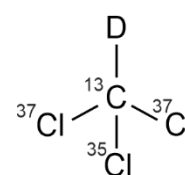


Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Zgodnie z teorią kwasów i zasad Lewisa, w przedstawionym mechanizmie cząsteczka BF_3 pełni rolę (kwasu / zasady), zaś cząsteczka $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ pełni rolę (kwasu / zasady). W powstającym związku kompleksowym atom boru (posiada oktet elektronowy / nie posiada oktetu elektronowego).

Zadanie 3.

Na rysunku obok przedstawiono wzór strukturalny hipotetycznej cząsteczki chloroformu (trichlorometanu), z zaznaczeniem konkretnych izotopów wchodzących w jej skład. Symbolem chemicznym D oznaczono atom deuteru.

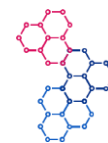


Zadanie 3.1. (0-1)

Napisz liczbę cząstek subatomowych budujących przedstawioną cząsteczkę chloroformu.

Liczba		
protonów	neutronów	elektronów
58	66	58





Zadanie 3.2. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

W przedstawionej w informacji wstępnej cząsteczce chloroformu orbitalom walencyjnym centralnego atomu ^{13}C przypisuje się hybrydyzację typu (sp / sp^2 / sp^3), a atomy budujące tę cząsteczkę (znajdują się / nie znajdują się) w jednej płaszczyźnie.

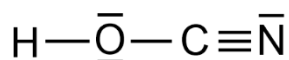
Zadanie 3.3. (0-1)

Wpisz do tabeli wartości liczb kwantowych opisujących stan energetyczny elektronu, który atom deuteru (w stanie podstawowym) wykorzystał do utworzenia wiązania w przedstawionej cząsteczce chloroformu.

	Główna liczba kwantowa n	Poboczna liczba kwantowa l	Magnetyczna liczba kwantowa m
Wartości liczb kwantowych	1	0	0

Zadanie 4.

Poniżej przedstawiono wzór elektronowy kwasu cyjanowego.



Badania z użyciem m.in. metody spektroskopii ramanowskiej wykazały, że w próbce kwasu cyjanowego związek ten pozostaje w równowadze z inną formą – kwasem izocyjanowym. Kwas izocyjanowy powstaje z kwasu cyjanowego poprzez przeniesienie atomu wodoru z atomu tlenu na atom azotu oraz odpowiednią redystrybucję chmury elektronowej. W warunkach normalnych formą dominującą pozostaje kwas izocyjanowy.

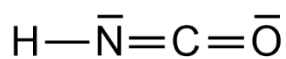
Zadanie 4.1. (0-1)

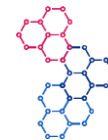
Uzupełnij tabelę wpisując liczbę wiązań typu σ (sigma) oraz typu π (pi) w cząsteczce kwasu cyjanowego oraz formalny stopień utlenienia atomu węgla w cząsteczce tego kwasu.

Sumaryczna liczba wiązań typu σ	Sumaryczna liczba wiązań typu π	Stopień utlenienia atomu węgla
3	2	(+)IV albo (+)4

Zadanie 4.2. (0-1)

Narysuj wzór elektronowy kreskowy cząsteczki kwasu izocyjanowego. Zaznacz kreskami wiążące i wolne pary elektronowe.





Zadanie 5. (0-1)

W tabeli zapisano wzory czterech substancji chemicznych oznaczonych literami A-D:

Oznaczenie literowe	Wzór sumaryczny substancji
A	I ₂
B	H ₂ S
C	SO ₂
D	CO ₂

Każda z wymienionych w tabeli substancji w pewnych warunkach ciśnienia i temperatury może ulegać zestaleniu, tworząc kryształ molekularny.

Napisz oznaczenia literowe (A-D), którymi oznaczono substancje tworzące w kryształach molekularnych oddziaływania międzycząsteczkowe typu dipol (trwały) – dipol (trwały).

B, C

Zadanie 6.

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.

Darmsztadt to pierwiastek chemiczny o symbolu Ds, nie występujący w przyrodzie, który otrzymuje się na drodze reakcji jądrowych. Pierwsze jądra tego pierwiastka o liczbie masowej A otrzymano w Instytucie Badań Ciężkich Jonów w Darmstadt 9 listopada 1994 roku, na drodze przemiany opisanej zapisem skróconym (symbol n oznacza neutron):

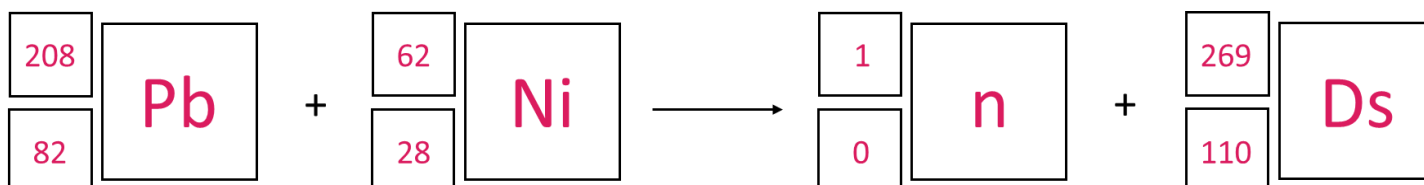


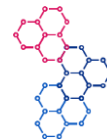
Do tej pory zsyntetyzowano już ponad dziesięć izotopów tego pierwiastka. Najtrwalszym z nich jest ²⁸¹Ds, którego czas półtrwania wynosi ok. 14 s.

Na podstawie: <https://en.wikipedia.org/>

Zadanie 6.1. (0-1)

Napisz równanie przemiany zastosowanej do otrzymania pierwszego jądra darmsztadtu ^ADs. Uzupełnij wszystkie pola odpowiednimi symbolami i wartościami liczbowymi.





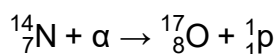
Zadanie 6.2. (0-1)

Napisz symbol izotopu, który powstaje w wyniku rozpadu α jądra ^{281}Ds . Podaj jego liczbę masową oraz liczbę atomową.



Zadanie 7. (0-2)

Pierwszą udaną wymuszoną przemianę jądrową przeprowadził w 1919 roku brytyjski fizyki Ernest Rutherford. Jej równanie przedstawiono poniżej.



W pewnym eksperymencie próbkę zawierającą $1,204 \cdot 10^{20}$ atomów azotu ^{14}N bombardowano cząstkami α . W momencie zakończenia eksperymentu stwierdzono, że masa powstałych w przemianie atomów tlenu jest równa 425 μg .

Oblicz, jaki procent atomów azotu uległ opisanej reakcji jądrowej. Wynik napisz w zaokrągleniu do pierwszego miejsca po przecinku.

Na podstawie: <https://en.wikipedia.org/>

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

Wyznaczenie liczby atomów tlenu ^{17}O , które powstały w czasie przemiany jądrowej:

$6,022 \cdot 10^{23}$ atomów ^{17}O	-	17 g
x	-	0,000425 g

$$x = 1,506 \cdot 10^{19} \text{ atomów } ^{17}\text{O}$$

Skoro w wyniku przemiany powstało $1,506 \cdot 10^{19}$ atomów tlenu ^{17}O , to taka sama liczba atomów azotu ^{14}N musiała wziąć udział w przemianie.

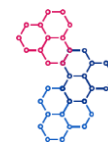
Obliczenie procenta atomów ^{14}N , które wzięły udział w przemianie:

$1,204 \cdot 10^{20}$ atomów ^{14}N	-	100 %
--	---	-------

$1,506 \cdot 10^{19}$ atomów ^{14}N	-	z
--	---	---

$$z = 12,5 \%$$





Zadanie 8.

W szkolnej pracowni badano właściwości chemiczne czterech wodorotlenków: $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Do tego celu wykorzystano wodne roztwory i zawiesiny o temperaturze $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. W pierwszym etapie doświadczenia w czterech probówkach oznaczonych literami A, B, C i D umieszczono oddzielnie, w przypadkowej kolejności, zawiesiny świeżo strąconych wodorotlenków.

Zadanie 8.1. (0-1)

W drugim etapie doświadczenia zawiesinę wodorotlenku znajdującego się w probówce A rozdzielono do dwóch osobnych probówek. Do pierwszej probówki dodano roztwór wodny wodorotlenku sodu. Zawartość probówki bezpośrednio po wymieszaniu wyglądała tak jak to pokazano na zdjęciu 1. Do drugiej probówki dodano roztwór wodny kwasu octowego. Zawartość probówki bezpośrednio po wymieszaniu wyglądała tak jak to pokazano na zdjęciu 2.

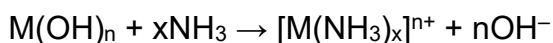


Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji roztrawiania wodorotlenku znajdującego się w probówce A pod wpływem kwasu octowego.



Zadanie 8.2. (0-1)

W trzecim etapie doświadczenia wykorzystano zawiesiny wodorotlenków znajdujących się w probówkach B i C. Do każdej z nich wprowadzono wodny roztwór amoniaku. Zawiesiny te bezpośrednio przed wprowadzeniem wodnego roztworu amoniaku wyglądały tak, jak to pokazano na zdjęciu. W obu probówkach zaszły reakcje chemiczne i powstały klarowne roztwory. Przebieg tych reakcji chemicznych można opisać wspólnym schematem:



Ponadto wiadomo, że powstające w probówkach B i C jony kompleksowe mają jednakowy ładunek.



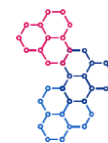
Spośród wodorotlenków wymienionych w informacji wstępnej wybierz te, których zawiesiny znajdowały w probówkach B i C. Ich wzory wpisz do tabeli.

Wzór wodorotlenku w probówce B	Wzór wodorotlenku w probówce C
$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$

Zadanie 8.3. (0-1)

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzącej podczas rozkładu termicznego wodorotlenku znajdującego się w probówce D.





Zadanie 8.4. (0-1)

Jeden z wodorotlenków znajdujących się pierwotnie w probówkach A-D pozostawiono na 24 godziny w otwartej probówce. Po tym czasie zawartość probówki wyglądała tak, jak to pokazano na załączonym zdjęciu.

Napisz nazwę systematyczną związku chemicznego, który odpowiada za obserwowaną barwę mieszaniny widocznej na zdjęciu.

tlenek miedzi(II)



Zadanie 9. (0-1)

Ksenon może tworzyć z wodą klatraty, zwane również związkami inkluzyjnymi. W połączeniach tego typu dochodzi do uwięzienia atomów ksenonu w wolnych przestrzeniach pomiędzy uporządkowanymi cząsteczkami wody.

Pewną próbkę klatratu o ogólnym wzorze $\text{Xe}(\text{H}_2\text{O})_n$, charakteryzującą się temperaturą topnienia $24\text{ }^\circ\text{C}$, poddano analizie elementarnej. Ustalono, że masowa zawartość procentowa ksenonu w tym klatracie wynosi 54,8 %.

Ustal wartość indeksu stechiometrycznego n w próbce klatratu $\text{Xe}(\text{H}_2\text{O})_n$ poddanej analizie.

Na podstawie: W. Henderson, Main Group Chemistry, Royal Society of Chemistry, 2000, s. 148

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

$$M_{\text{Xe}} = 131\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$131\text{ g} \quad - \quad 54,8\%$$

$$n \cdot 18\text{ g} \quad - \quad 45,2\%$$

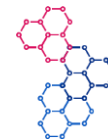
$$n = 6$$

Zadanie 9. (0-1)

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

1.	Wszystkie atomy gazów szlachetnych w stanie podstawowym na ostatniej powłoce posiadają taką samą liczbę elektronów.		F
2.	Ksenon zwykle występuje w atmosferze w postaci cząsteczek trójatomowych Xe_3 , których budowa jest zbliżona do cząsteczek ozonu O_3 .		F





Zadanie 10.

Wodorek baru BaH_2 to białe lub szare ciało stałe, trwałe do temperatury ok. $675\text{ }^\circ\text{C}$, w której ulega rozkładowi. Wprowadzony do wody reaguje z nią, tworząc roztwór o odczynie zasadowym. Wodorek selenu (selenowodór) H_2Se to z kolei trujący gaz o silnym, nieprzyjemnym zapachu. Ochładzany skrapla się w temperaturze ok. $-41\text{ }^\circ\text{C}$, a w temperaturze ok. $-66\text{ }^\circ\text{C}$ krzepnie. Selenowodór wprowadzony do wody tworzy kwas selenowodorowy.

Na podstawie: <https://en.wikipedia.org/>

Zadanie 10.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

W kryształach wodoru baru znajdują się (cząsteczki wodoru baru / iony Ba^{2+} i H^-). Zestawiony selenowodór tworzy kryształy (kowalencyjne / molekularne).

Zadanie 10.2. (0-1)

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji chemicznej zachodzącej po wprowadzeniu próbki wodoru baru do wody.



Zadanie 10.3. (0-1)

Do naczynia zawierającego wodny roztwór siarczku sodu o temperaturze $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$ wprowadzono wodny roztwór selenowodoru.

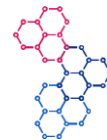
Rozstrzygnij, czy podczas tego doświadczenia wydzieliał się gazowy siarkowodór.

Rozstrzygnięcie: **tak**

Przykładowe uzasadnienie:

- Kwas selenowodorowy jest mocniejszy od kwasu siarkowodorowego.
- Wartość stałej dla pierwszego etapu dysocjacji kwasu selenowodorowego jest większa od wartości stałej dla pierwszego etapu dysocjacji kwasu siarkowodorowego.





Zadanie 11.

W tyglu porcelanowym umieszczono mieszaninę substancji stałych: tlenku manganu(IV), azotanu(V) potasu oraz węglanu potasu. Tygiel ogrzewano płomieniem palnika, co doprowadziło do stopienia mieszaniny i wywołało reakcję chemiczną, której produktami były: sól manganu na VI stopniu utlenienia, azotan(III) potasu oraz gaz powodujący mętnienie wody wapiennej.

Zadanie 11.1. (0-1)

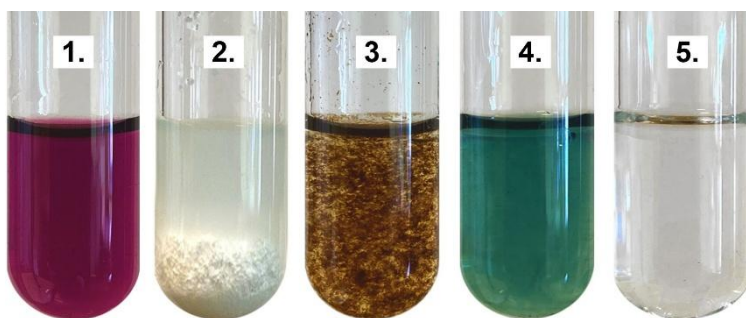
Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzącej w czasie opisanego eksperymentu.



Zadanie 11.2. (0-1)

Po zakończeniu eksperymentu pobrano niewielką porcję mieszaniny poreakcyjnej i wprowadzono ją do probówki z wodą destylowaną.

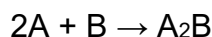
Spośród widocznych obok fotografii wybierz tę, na której przedstawiono wygląd zawartości probówki bezpośrednio po rozpuszczeniu mieszaniny poreakcyjnej. Jej numer wpisz poniżej.



Numer fotografii: 4

Zadanie 12. (0-1)

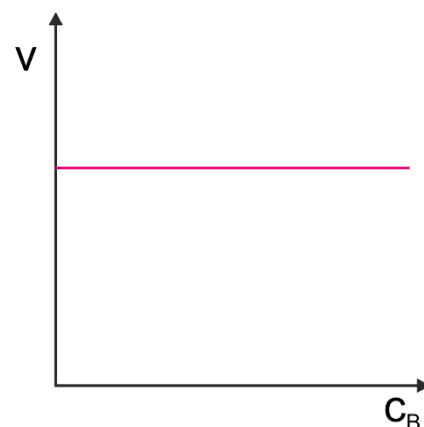
W reaktorze, w stałej temperaturze T , przebiega reakcja chemiczna w fazie gazowej, którą opisuje następujące równanie:

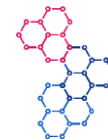


Wpływ stężenia reagenta B na szybkość opisanej reakcji przedstawiono na wykresie obok.

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

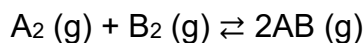
Opisana przemiana jest reakcją (prostą / złożoną), a jej rząd ze względu na substrat B wynosi (zero / jeden / dwa).





Zadanie 13. (0-2)

W pustym reaktorze mieszano 5 moli substratu A_2 , z nadmiarem substratu B_2 , inicjując w temperaturze T i pod ciśnieniem p , reakcję chemiczną opisaną poniższym równaniem:



Po osiągnięciu stanu równowagi stwierdzono, że równowagowe stężenie produktu AB jest o $\frac{1}{3}$ większe od początkowego stężenia substratu B_2 . Stężeniowa stała równowagi opisaney reakcji wynosiła 32.

Oblicz procentowy stopień przereagowania reagenta A_2 w tym procesie.

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

Wyrażenie na stężeniową stałą równowagi tego procesu przyjmuje postać:

$$K = \frac{[AB]^2}{[A_2] \cdot [B_2]} = \frac{\frac{n_{AB}^2}{V^2}}{\frac{n_{A_2}}{V} \cdot \frac{n_{B_2}}{V}} = \frac{n_{AB}^2}{n_{A_2} \cdot n_{B_2}} = 32$$

Jak wynika z powyższej zależności obliczenia można prowadzić z wykorzystaniem liczb moli poszczególnych reagentów (objętości ulegają skróceniu).

Konstruujemy tabelę:

	n_0 , mol		n_R , mol
A_2	5	$-\frac{2}{3}x$	$5 - \frac{2}{3}x$
B_2	x	$-\frac{2}{3}x$	$\frac{1}{3}x$
AB	0	$+\frac{4}{3}x$	$\frac{4}{3}x$

Podstawiając do równania $\frac{n_{AB}^2}{n_{A_2} \cdot n_{B_2}} = 32$ wyrażenia z kolumny n_R otrzymujemy:

$$\frac{\left(\frac{4}{3}x\right)^2}{\frac{1}{3}x \cdot \left(5 - \frac{2}{3}x\right)} = 32$$

Równanie to po rozwiązaniu prowadzi do $x = 6$.

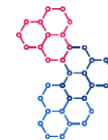
Skoro wartość $x = 6$ to równowagowa liczba moli reagenta A_2 jest równa:

$$5 - \frac{2}{3}x = 5 - \frac{2}{3} \cdot 6 = 1$$

Do momentu ustalenia stanu równowagi z początkowej liczby moli reagenta A_2 , równej 5, ubyło 4 mole. Stopień przereagowania wynosi zatem:

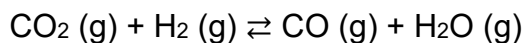
$$\frac{4}{5} \cdot 100\% = 80\%$$





Zadanie 14.

Redukcja tlenku węgla(IV) wodorem jest reakcją endotermiczną, która przebiega w fazie gazowej zgodnie z równaniem:



Za pomocą technik obliczeniowych wyznaczono teoretyczne wartości stałej równowagi tej reakcji w czterech różnych temperaturach. Wartości te zapisano poniżej w przypadkowej kolejności.

3,53 1,00 1,79 2,66

Na podstawie: A. Żogała, Journal of Sustainable Mining, 2014, 13 (1)

Zadanie 14.1. (0-1)

Uzupełnij tabelę. Przyporządkuj i dopisz wartości stałych równowagi zamieszczone w informacji wprowadzającej do poszczególnych temperatur, w których je wyznaczono.

Temperatura, °C	800	1000	1200	1400
Stała równowagi	1,00	1,79	2,66	3,53

Zadanie 14.2. (0-1)

Rozstrzygnij, czy zwiększenie ciśnienia w opisanym układzie będzie skutkowało wzrostem wydajności reakcji otrzymywania tlenku węgla(II) i pary wodnej. Odpowiedź uzasadnij.

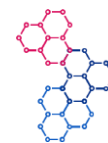
Rozstrzygnięcie: **nie**

Przykładowe uzasadnienie:

- Liczba moli gazowych substratów jest równa liczbie moli gazowych produktów.
- Są 2 mole gazowych substratów i 2 mol gazowych produktów.
- W miarę postępu reakcji nie zmienia się ciśnienie w mieszaninie reakcyjnej, a więc podniesienie ciśnienia nie spowoduje przesunięcia równowagi tej reakcji w stronę produktów.
- Łączna objętość substratów jest równa łącznej objętości produktów reakcji.

Uwaga: Odpowiedź, w której zdający nie odniósł się do stechiometrii reakcji jest błędna.





Zadanie 15.

Po rozpuszczeniu w wodzie siarczanu(VI) miedzi(II) otrzymuje się roztwór wodny, w którym znajdują się nie izolowane jony Cu^{2+} , ale jony złożone o wzorze $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. W jonie $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ kation miedzi(II) tworzy wiązania z sześcioma cząsteczkami wody. Pod dodaniu anionów chlorkowych do roztworu zawierającego jony $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ związane z jonem miedzi(II) cząsteczki wody mogą ulec wymianie na aniony Cl^- . W roztworze ustala się stan równowagi, który można w uproszczeniu przedstawić równaniem:



Jeśli w roztworze wodnym stężenie kationów $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ jest zdecydowanie większe od stężenia anionów $[\text{CuCl}_4]^{2-}$, roztwór przyjmuje niebieskie zabarwienie (zdjęcie 1.), natomiast gdy w roztworze znajdują się głównie aniony $[\text{CuCl}_4]^{2-}$, jego barwa jest żółta (zdjęcie 2.). W przypadku gdy liczba obu indywiduów chemicznych jest porównywalna, roztwór przyjmuje pośrednie – zielone zabarwienie.

Zadanie 15.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Opisana w informacji wprowadzającej reakcja równowagowa jest (egzotermiczna / **endotermiczna**).
Jeśli w roztworze panował stan równowagi opisany tym równaniem, a roztwór wyglądał tak, jak to pokazano na zdjęciu 1., to w celu zmiany barwy roztworu na taką jak pokazano na zdjęciu 2. należy ten roztwór (ochłodzić / **ogrzać**).

Zadanie 15.2. (0-1)

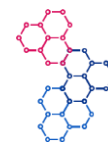
Do wodnego roztworu chlorku miedzi(II) dodano niewielką porcję nasyconego roztworu chlorku potasu. Otrzymana mieszanina bezpośrednio po zmieszaniu składników wyglądała tak, jak to przedstawiono na zdjęciu 2. w informacji wprowadzającej.

Rozstrzygnij, czy dodawanie do tak otrzymanej mieszaniny nasyconego wodnego roztworu azotanu(V) srebra(I) pozwoli na przesunięcie położenia stanu równowagi w stronę jonów $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, a w konsekwencji na zmianę barwy fazy wodnej na kolor niebieski. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: **tak**

Przykładowe uzasadnienie: **Dodatek jonów srebra(I) spowoduje wytrącenie trudno rozpuszczalnego osadu chlorku srebra(I). Ubytek jonów chlorkowych z roztworu sprawi, że położenie stanu równowagi przesunie się w lewo stronę jonów $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.**





Zadanie 16. (0-2)

Jony Ba^{2+} są toksyczne dla człowieka i mogą powodować zatrucia. Jednak niektóre sole baru, ze względu na niewielką rozpuszczalność w wodzie, nie stanowią niebezpieczeństwa. Przykładem takiego związku jest baryt – siarczan(VI) baru, stosowany jako środek kontrastowy w badaniach przewodu pokarmowego.

Oblicz masę siarczanu(VI) baru niezbędną do przygotowania 100 cm^3 nasyconego w temperaturze $T = 25^\circ\text{C}$ roztwór tej soli. Wynik końcowy napisz w miligramach w zaokrągleniu do drugiego miejsca po przecinku.

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

Iloczyn rozpuszczalności siarczanu(VI) baru jest wyznacznikiem tego, jak duża ilość tej soli może rozpuścić się w wodzie. W roztworze nasyconym rozpuszcza się tyle soli, aby wartość iloczynu stężeń jonów baru i siarczanowych(VI) była równa wartości iloczynu rozpuszczalności.

$$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,08 \cdot 10^{-10}$$

W czasie rozpuszczania w wodzie siarczanu(VI) baru do roztworu trafiają równe liczby jonów baru i jonów siarczanowych(VI). Oznaczamy stężenie każdego z tych jonów w roztworze nasyconym przez tę samą niewiadomą x . Przedstawione powyżej równanie przyjmuje zatem postać:

$$x^2 = 1,08 \cdot 10^{-10}$$

Zatem $x = 1,04 \cdot 10^{-5}$. W roztworze nasyconym stężenia jonów wynoszą:

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 1,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Zatem stężenie $[\text{BaSO}_4]_{\text{nas}} = 1,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Można zatem stwierdzić, że:

1 dm^3 nasyconego roztworu BaSO_4 - $1,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol BaSO}_4$

100 cm^3 nasyconego roztworu BaSO_4 - $1,04 \cdot 10^{-6} \text{ mol BaSO}_4$

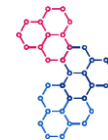
$$M_{\text{BaSO}_4} = 233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1 mol BaSO_4 - $233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$1,04 \cdot 10^{-6} \text{ mol BaSO}_4$ - y

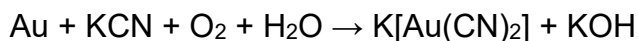
$$y = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ g} = \mathbf{0,24 \text{ mg}}$$





Zadanie 17.

Złoto z rud zawierających ten metal można pozyskiwać z wykorzystaniem roztworów rozpuszczalnych w wodzie soli: cyjanku potasu lub cyjanku sodu. Złoto pod wpływem tlenu rozтворя się bowiem w takich roztworach na skutek utworzenia rozpuszczalnych w wodzie kompleksów cyjankowych, które następnie można oddzielić i przetworzyć. Opisany proces można przedstawić za pomocą schematu:



Zadanie 17.1. (0-1)

Napisz w formie jonowej skróconej, z uwzględnieniem liczby wymienianych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równanie procesu utlenienia zachodzącego podczas opisanej reakcji.



Zadanie 17.2. (0-1)

Uzupełnij współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie.



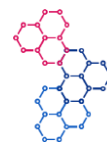
Zadanie 17.3. (0-1)

Wiedząc, że wartość pK_a dla kwasu cyjanowodorowego wynosi 9,21 określ odczyn wodnego roztworu cyjanku potasu (kwasowy, obojętny lub zasadowy) oraz napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji odpowiedzialnej za ten odczyn.

Odczyn roztworu cyjanku potasu: **zasadowy**

Równanie reakcji odpowiedzialnej za odczyn roztworu cyjanku potasu:





Zadanie 18.

Poniżej przedstawiono równania reakcji, które przebiegają w wybranych półogniwach w warunkach standardowych:

Półogniwo	Równanie reakcji elektrodowej
A	$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
B	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
C	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$
D	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$

Zadanie 18.1. (0-2)

Zbudowano ogniwo galwaniczne, poprzez połączenie półogniwa A za pomocą drucika metalowego oraz klucza elektrolitycznego z jednym z półogniw B albo C. Stwierdzono, że podczas pracy opisanego ogniwa w warunkach standardowych, w półogniwie A następuje wzrost pH.

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

W półogniwie A zachodzi proces (redukcji / utleniania), któremu towarzyszy (zmniejszanie się / zwiększanie się) stężenia jonów H^+ . W skład opisanego ogniwa wchodzi również półogniwo (B / C), które pełni funkcję (anody / katody).

Zadanie 18.2. (0-1)

Uzupełnij poniższy zapis tak, aby powstał schemat ogniwa galwanicznego zbudowanego z półogniw C i D oraz generującego prąd w warunkach standardowych. Napisz, które półogniwo pełni funkcję anody, a które katody.

anoda (–) Pt | O_2 | H_2O_2 , H^+ || Cl^- | Cl_2 | Pt (+) katoda

Zadanie 18.3. (0-1)

Napisz w formie cząsteczkowej sumaryczne równanie reakcji, która zachodzi w pracującym w warunkach standardowych ogniwie zbudowanym z półogniw B i C.

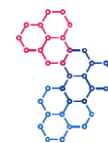


Zadanie 18.4. (0-1)

Oblicz siłę elektromotoryczną ogniwa zbudowanego z półogniw B i D, pracującego w warunkach standardowych.

$$\text{SEM} = 1,776 - 1,358 = 0,418 \text{ V } (= 0,42 \text{ V})$$





Zadanie 19.

Do probówki z wodnym roztworem fluorowca X_2 dodano wodny roztwór jodku potasu i rozpuszczalnik organiczny. Doświadczenie prowadzono w temperaturze $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po zakończeniu doświadczenia zawartość probówki wyglądała tak, jak to pokazano na załączonym zdjęciu.



Zadanie 19.1. (0-1)

W poniższej tabeli zgromadzono informacje dotyczące gęstości kilku substancji organicznych w temperaturze $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

nazwa substancji	gęstość, $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
etanol	0,785
heksan	0,655
oktan	0,699
trichlorometan (chloroform)	1,472

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Napisz nazwy wszystkich z wymienionych w tabeli substancji, które mogły pełnić rolę rozpuszczalnika organicznego w opisanym doświadczeniu.

heksan, oktan

Zadanie 19.2. (0-1)

Rozstrzygnij, czy w opisanym doświadczeniu rolę fluorowca X mógł pełnić zarówno brom, jak i chlor. Odpowiedź uzasadnij. W uzasadnieniu odwołaj się do wartości odpowiednich potencjałów standardowych redukcji.

Rozstrzygnięcie: tak

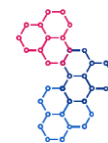
Przykładowe uzasadnienie: Potencjał standardowych redukcji bromu i potencjał standardowy redukcji chloru mają większą wartość od potencjału standardowego redukcji jodu.

Zadanie 20.

W pewnym sklepie internetowym można dokonać zakupu tzw. esencji octowej. Jest to wodny roztwór kwasu octowego o stężeniu 80 % (procent masowy) i gęstości $d = 1,07\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Producent podaje ponadto, że esencję octową stosuje się m.in. do usuwania kamienia, osadów i plam, dezynfekcji powierzchni, produkcji innych substancji chemicznych, barwienia tkanin czy zwalczania chwastów. W zakładce bezpieczeństwo, na stronie producenta, wskazano, że jest to ciecz silnie żrąca, którą należy przechowywać z dala od substancji łatwopalnych, w szczelnie zamkniętym pojemniku, w suchym i dobrze wentylowanym miejscu. Należy również unikać kontaktu tej substancji ze skórą i oczami oraz unikać wdychania par.

Na podstawie: <https://electrochem.pl/produkt/kwas-octowy-esencja-octowa-80-5l>





Zadanie 20.1. (0-2)

Porcję esencji octowej o objętości $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ rozcieńczono wodą destylowaną i otrzymano roztwór o objętości $V_2 = 100 \text{ cm}^3$.

Oblicz pH przygotowanego roztworu.

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

Aby wyznaczyć pH esencji octowej konieczne jest przeliczenie stężenia procentowego na stężenie molowe.

$$c_{\text{mol}} = \frac{c_{\%} \cdot d}{M \cdot 100 \%} = \frac{80 \% \cdot 1070 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}}{60 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100 \%} = 14,27 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

W wyniku rozcieńczenia stężenie molowe roztworu obniża się od wartości $14,27 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ do wartości $1,427 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

W roztworze kwasu octowego ustala się równowaga pomiędzy drobinami zdysocjowanymi i niezdysocjowanymi opisana równaniem:



Równowagę tę liczbowo opisuje wyrażenie na stałą dysocjacji:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Konstruujemy tabelę stężeń poszczególnych drobin w roztworze:

	$c_0, \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$		$c_R, \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
$[\text{CH}_3\text{COOH}]$	1,427	-x	1,427-x
$[\text{CH}_3\text{COO}^-]$	0	+x	x
$[\text{H}_3\text{O}^+]$	0	+x	x

Podstawiając do równania na stałą dysocjacji wyrażenia z kolumny c_R otrzymujemy:

$$\frac{x^2}{1,427-x} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Ponieważ wartość ilorazu $\frac{c_0}{K_a} = \frac{1,427}{1,75 \cdot 10^{-5}} > 400$, to powyższe wyrażenie można uprościć do:

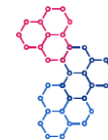
$$\frac{x^2}{1,427-x} \approx \frac{x^2}{1,427} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Rozwiązując otrzymujemy $x = 5,00 \cdot 10^{-3}$, zatem $[\text{H}_3\text{O}^+] = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Co po przeliczeniu prowadzi do

$$\text{pH} = -\log(5,00 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{2,3}$$





Zadanie 20.2. (0-1)

Wybierz i zaznacz jeden piktogram, który z pewnością znajduje się na pojemniku zawierającym esencję octową.



Zadanie 21.

Aminy to organiczne pochodne amoniaku. Najprostszą aminą jest metanoamina o wzorze $\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$. Metanoamina powstała przez formalne zastąpienie jednego atomu wodoru w cząsteczce amoniaku grupą metylową ($\text{H}_3\text{C}-$). Metanoamina ma zapach zbliżony do zapachu amoniaku, a jej temperatura wrzenia wynosi $-6,4\text{ }^\circ\text{C}$. Właściwości chemiczne amoniaku i metanoaminy są zbliżone – oba związki reagują z wodą, tworząc roztwory o odczynie zasadowym, a w reakcji z kwasami tworzą sole.

Na podstawie: W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2013

Zadanie 21.1. (0-1)

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

1.	Temperatura wrzenia metanoaminy, mierzona pod ciśnieniem 1013 hPa, jest wyższa od temperatury wrzenia amoniaku.	P	
2.	Metanoamina jest związkiem nienasyconym i wprowadzona do wodnego roztworu bromu powoduje jego odbarwienie.		F

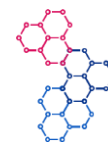
Zadanie 21.2. (0-1)

Rozstrzygnij, czy pomiędzy cząsteczkami metanoaminy mogą wytwarzać się wiązania wodorowe. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: **tak**

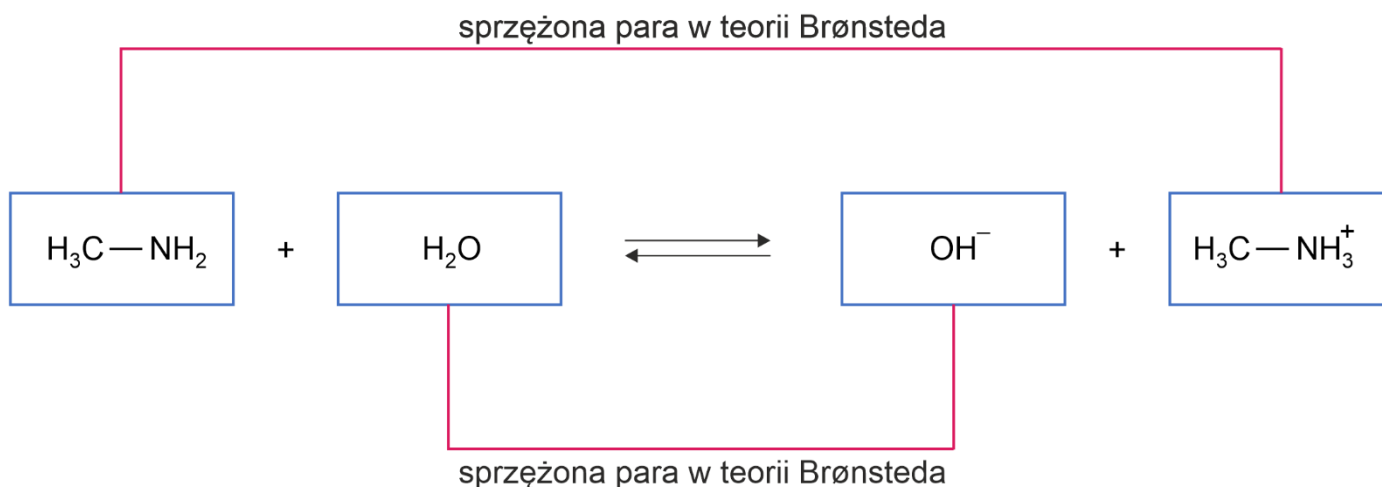
Przykładowe uzasadnienie: W cząsteczce metanoaminy znajduje się atom wodoru związany z (silnie elektroujemnym) atomem azotu, który posiada wolną parę elektronową.





Zadanie 21.3. (0-1)

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby otrzymać równanie reakcji metanoaminy z wodą, ilustrujące równocześnie teorię Brønsteda sprzężonych par kwas-zasada.



Zadanie 21.4. (0-2)

W temperaturze $T_1 = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$, pod ciśnieniem $p = 965\text{ hPa}$, odmierzono próbkę metanoaminy o objętości $V = 1\text{ dm}^3$. Próbkę tę następnie ochłodzono: początkowo do temperatury $T_2 = -6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, a następnie po całkowitym skropleniu gazu ciekłą metanoaminę ochłodzono jeszcze do temperatury $T_3 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Oblicz masę ciekłej metanoaminy w temperaturze $T_1 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

Przekształcając równanie Clapeyrona należy wyznaczyć liczbę moli metanoaminy w próbce o objętości $V = 1\text{ dm}^3$, w temperaturze $T_1 = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ (290 K) i pod ciśnieniem $p = 965\text{ hPa}$:

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{965\text{ hPa} \cdot 1\text{ dm}^3}{83,1 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 290\text{ K}} = 0,04\text{ mol}$$

Liczba moli metanoaminy w próbce nie zmienia się na skutek ochładzania i skraplania. Procesy te nie wpływają również na masę próbki. Zatem niezależnie od warunków próbka zawierająca 0,04 mol metanoaminy ma identyczną masę.

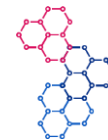
$$M_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = 31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$1\text{ mol metanoaminy} \quad - \quad 31\text{ g}$$

$$0,04\text{ mol metanoaminy} \quad - \quad x$$

$$x = 1,24\text{ g}$$



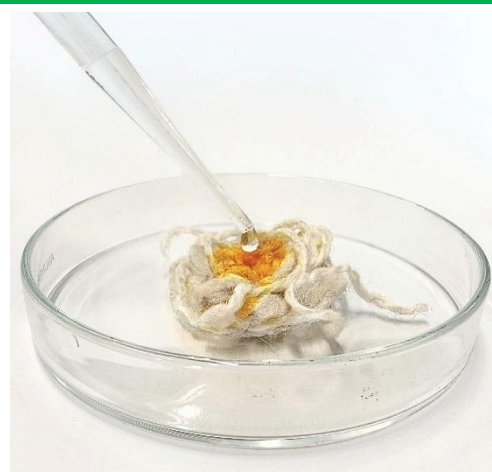


Zadanie 22.

Kawałek tkaniny wełnianej poddano działaniu stężonego roztworu kwasu azotowego(V) co sprawiło, że tkanina żółkła, jak to pokazano na zdjęciu obok.

Zadanie 22.1. (0-1)

Napisz zwyczajową nazwę próby, którą przeprowadzono w czasie opisanego doświadczenia.



(próba) ksantoproteinowa

Zadanie 22.2. (0-1)

Próbie opisaną w informacji wprowadzającej powtórzono z zastosowaniem kawałka tkaniny bawełnianej. Tym razem nie zaobserwowano żółknięcia tkaniny.

Wyjaśnij jaką różnicą w budowie tkanin wełnianej i bawełnianej sprawia, że w opisanej próbie wywołują odmienne efekty.

Przykładowe wyjaśnienia:

- Wełna jest włóknem białkowym, a bawełna nie.
- Wełna jest włóknem białkowym, a bawełna cukrowym.
- Tylko wełna jest włóknem białkowym.

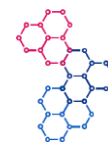
Zadanie 23.

Rozpuszczalność sacharozy w wodzie w zakresie temperatury 0 °C – 100 °C rośnie wraz ze wzrostem temperatury. W poniższej tabeli zamieszczono wartości rozpuszczalności sacharozy w wodzie w wybranych temperaturach we wskazanym zakresie.

Temperatura, °C	0	20	40	60	80	100
Rozpuszczalność, g na 100 g wody	179	204	238	287	362	485

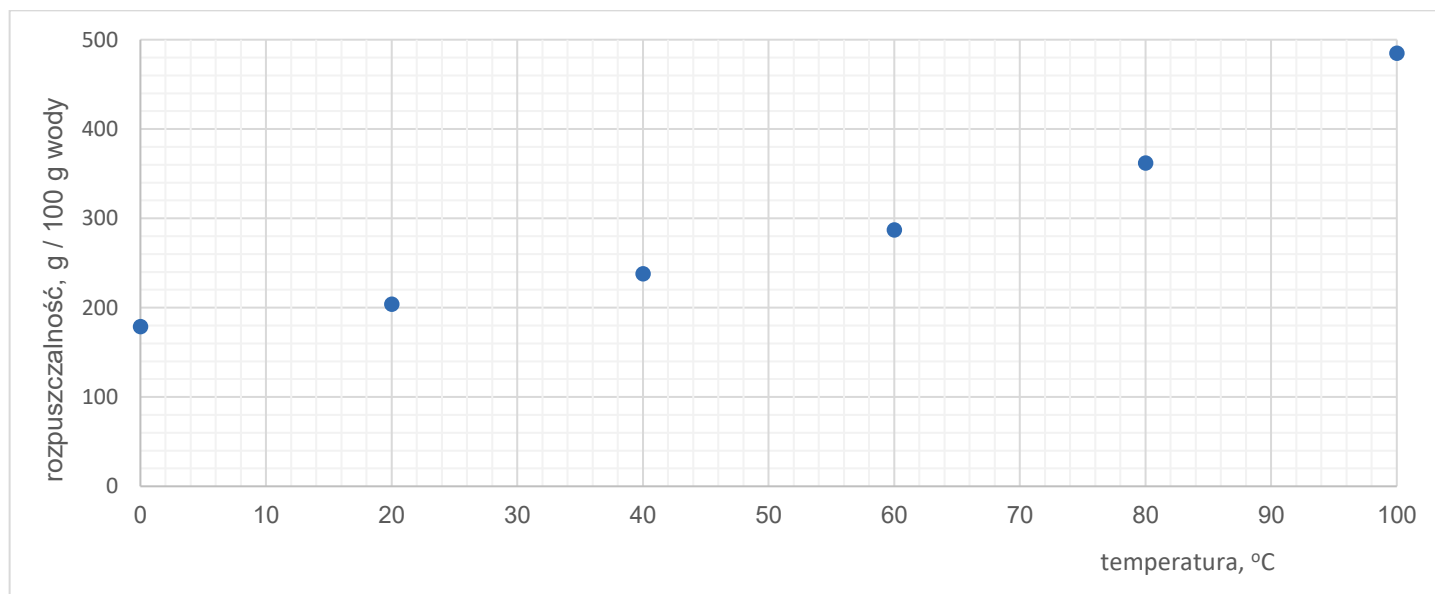
Na podstawie: N. Hagen, T. Tadokoro, Proc. of SPIE, 2019, 11132.



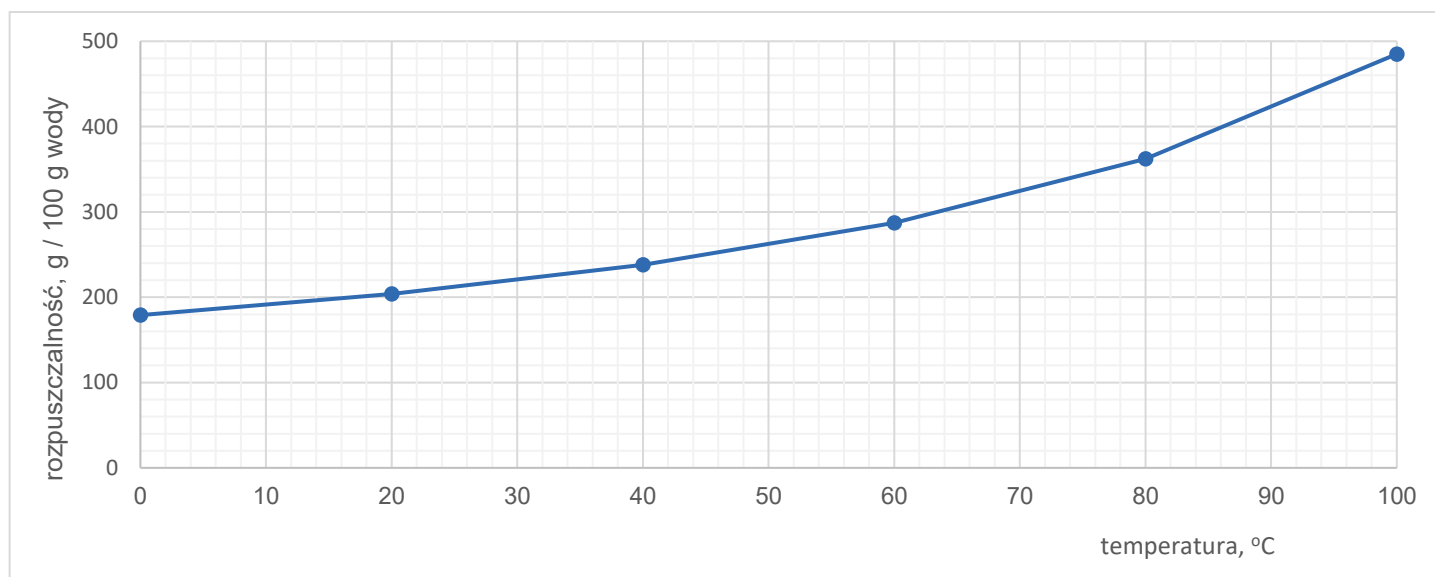


Zadanie 23.1. (0-1)

Narysuj wykres zależności rozpuszczalności sacharozy w wodzie od temperatury w zakresie $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

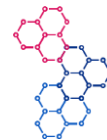


lub



Uwaga: Wykres musi zawierać 6 punktów, które mogą być połączone pojedynczą linią krzywą przedstawiającą zależność funkcji rosnącej w całym zakresie. Punkty na wykresie muszą być zgodne z wartościami zawartymi w tabeli. Brak połączenia punktów krzywą nie jest błędem, ale utrudnia odczytanie z wykresu danych niezbędnych w kolejnych zadaniach.





Zadanie 23.2. (0-1)

Wykonaj odpowiednie obliczenia, a następnie odczytaj z wykresu wartość temperatury, w której nasycony roztwór wodny sacharozy ma stężenie 75 % masowych. Wartość temperatury napisz w kelwinach w zaokrągleniu do jedności.

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

Stężenie 75 % masowych oznacza, że na 100 g roztworu, o którym mowa przypada 75 g sacharozy i 25 g wody. Ponieważ na wykresie przedstawiono rozpuszczalność w gramach na 100 g wody, to należy dokonać przeliczenia.

75 g sacharozy - 25 g wody
x - 100 g wody

x = 300 g sacharozy

Z wykresu należy odczytać wartość temperatury, dla której rozpuszczalność wynosi 300 g sacharozy na 100 g wody. Wartość ta wynosi 64 (± 1) °C, co w skali Kelwina daje wartość 337 (± 1) K.

Zadanie 23.3. (0-1)

Sporządzono roztwór wodny sacharozy o stężeniu 65 % masowych i temperaturze 60 °C, a następnie obniżono jego temperaturę do 20 °C.

Wykonaj odpowiednie obliczenia, a następnie wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Przykład poprawnego wykonania obliczeń:

Wyznaczamy stężenia procentowe nasyconych wodnych roztworów sacharozy w temperaturze 60 °C oraz 20 °C na podstawie danych zamieszczonych w tabeli znajdującej się w informacji wprowadzającej.

T = 60 °C

$$C_{\%} = \frac{287 \text{ g}}{287 \text{ g} + 100 \text{ g}} \cdot 100 \% = 74,2 \%$$

T = 20 °C

$$C_{\%} = \frac{204 \text{ g}}{204 \text{ g} + 100 \text{ g}} \cdot 100 \% = 67,1 \%$$

Opisany roztwór w temperaturze 60 °C jest (nasycony / nienasycony). Po ochłodzeniu go do 20 °C, otrzymano roztwór (nasycony / nienasycony).

