

ARKUSZ PRÓBNEJ MATURY Z MATURITĄ CHEMIA

POZIOM ROZSZERZONY

Czas pracy: 180 minut

KLUCZ ODPOWIEDZI

Instrukcja dla zdającego:

- Arkusz zawiera 30 zadań.
- Odpowiedzi i rozwiązania zapisz w miejscu na to przeznaczonym.
- Czas przeznaczony na rozwiązywanie arkusza to 180 minut.
- Do uzyskania masz 60 punktów.
- W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
- Możesz korzystać z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, linijki oraz kalkulatora prostego.

Powodzenia! :)

Zadanie 1.

Pierwiastki X i Y leżą w czwartym okresie układu okresowego i posiadają tyle samo elektronów w rdzeniu atomowym. Pierwiastek X tworzy trwały jon X^- .

Zadanie 1.1. (0-1)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące pierwiastków X i Y są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Pierwiastek Y może leżeć w bloku s układu okresowego.	P	<u>F</u>
2.	Atom pierwiastka Y może posiadać w stanie podstawowym 4 niesparowane elektrony.	P	<u>F</u>
3.	Promienie jonowe X^- i Y^- mają taką samą długość.	P	<u>F</u>

Zadanie 1.2. (0-1)

Opisz stan kwantowy elektronu obsadzającego orbital o najwyższej energii dla atomu pierwiastka X, jeżeli atom pierwiastka X znajduje się w pierwszym stanie wzbudzonym.

Liczba kwantowa	n	l	m
Elektron	4	2	-2 (lub: -1, 0, 1, 2)

Zadanie 1.3. (0-1)

Określ typ hybrydyzacji orbitali atomu X (sp , sp^2 , sp^3) w cząsteczce HX oraz w jonie XO_3^- .

Typ hybrydyzacji dla atomu X w cząsteczce HX: sp^3

Typ hybrydyzacji dla atomu X w jonie XO_3^- : sp^3

Zadanie 2. (0-1)

Energia jonizacji to energia potrzebna do oderwania elektronu od atomu lub kationu pierwiastka w stanie gazowym. Pierwsza energia jonizacji dotyczy oderwania elektronu od atomu obojętnego, druga – od jednododatniego jonu z utworzeniem jonu dwudodatniego. Energia jonizacji ma zawsze wartość dodatnią.

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

Oderwanie elektronu od kationu sodu jest procesem (egzoenergetycznym / endoenergetycznym).
 Pierwiastki będące dobrymi reduktorami charakteryzują się (wyższą / niższą) energią jonizacji niż pierwiastki będące dobrymi utleniaczami. Wartość drugiej energii jonizacji berylowców (rośnie / maleje) w dół grupy.

Zadanie 3.

Wiązania chemiczne w cząsteczkach fluorowców mają w przeważającym stopniu charakter kowalencyjny. Udział charakteru jonowego jest największy w przypadku fluorowodoru (ok. 45%), w dalszych fluorowcowodach spada i dla jodowodoru wynosi już tylko 5%. Fluorowódor ma najwyższą temperaturę wrzenia spośród wszystkich fluorowców. Temperatura wrzenia fluorowodoru (ciśn. 1013 hPa) wynosi 293,7 K. W warunkach normalnych fluorowódor jest cieczą, natomiast pozostałe fluorowcowodory są gazami.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2013.

Zadanie 3.1. (0-1)

Fluorowódor posiada najwyższą temperaturę wrzenia spośród wszystkich fluorowców. Główną przyczyną tego zjawiska jest zdolność do tworzenia przez cząsteczki fluorowodoru wiązań wodorowych. Wyjaśnij, w oparciu o budowę cząsteczki fluorowodoru, na czym polega tworzenie wiązania wodorowego.

Wyjaśnienie: **Wiązanie wodorowe to wiązanie (oddziaływanie), które tworzy się pomiędzy wodorem związanym z silnie elektroujemnym pierwiastkiem (tu: fluor) a parą elektronową innego atomu z sąsiedniej cząsteczki (fluor z sąsiedniej cząsteczki fluorowodoru).**

Zadanie 3.2. (0-1)

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

W temperaturze 30°C i przy ciśnieniu 1013 hPa fluorowódor jest (**gazem** / cieczą / ciałem stałym).
 W tych samych warunkach temperatury i ciśnienia jodowódor jest (**gazem** / cieczą / ciałem stałym).
 Fluorowódor (występuje / **nie występuje**) w postaci kryształów jonowych analogicznie do np. chlorku potasu.

Zadanie 3.3. (0-1)

Wodny roztwór fluorowodoru znajduje zastosowanie w procesie trawienia szkła. Fluorowódor reaguje z krzemionką, głównym składnikiem szkła, ulegając przemianie do lotnego tetrafluorku krzemu.

Napisz równanie reakcji odpowiedzialnej za proces trawienia szkła.

Równanie reakcji: **$\text{SiO}_2 + 4 \text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$**

Zadanie 3.4. (0-1)

Oblicz stężenie jonów fluorkowych w 0,5-molowym roztworze kwasu fluorowodorowego (w temp. 25°C). Wynik końcowy podaj w mmolach/dm³ i zaokrąglij do drugiego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

$$C / K = \frac{0,5}{6,3 \cdot 10^{-4}} > 400 \rightarrow \alpha = \sqrt{K / C} = 0,0355$$

$$\alpha = C_z / C_o \rightarrow C_z = \alpha \cdot C_o = 0,0355 \cdot 0,5 = 0,017748 \text{ mol/dm}^3$$

$$[F^-] = C_z = 0,017748 \text{ mol/dm}^3 \approx 17,75 \text{ mmol/dm}^3$$

Odpowiedź: Stężenie jonów fluorkowych w 0,5-molowym roztworze kwasu fluorowodorowego wynosi 17,75 mmol/dm³.

Zadanie 4.

Krzem występuje w przyrodzie w postaci trzech trwałych izotopów: ²⁸Si, ²⁹Si i ³⁰Si. Sztucznie wytworzone izotopy krzemu ³¹Si, ³²Si, ³³Si i ³⁴Si są izotopami promieniotwórczymi, ulegającymi przemianie β⁻, o następujących czasach połowicznego rozpadu:

³¹Si (2,62 h)

³²Si (100 lat)

³³Si (6,2 s)

³⁴Si (2,8 s)

Zadanie 4.1. (0-1)

Uszereguj podane w informacji do zadania promieniotwórcze izotopy krzemu w kolejności wzrastającej trwałości, wpisując odpowiednie liczby masowe.

$$^{34}\text{Si} < ^{33}\text{Si} < ^{31}\text{Si} < ^{32}\text{Si}$$

Zadanie 4.2. (0-1)

Przemiana β⁻ polega na emisji elektronu z jądra atomowego. Elektron ten powstaje podczas przemiany neutronu w pewną cząstkę elementarną X, obdarzoną masą i ładunkiem, która pozostaje w jądrze atomowym, natomiast elektron jest „wyrzucany” poza jądro.

Podaj symbol pierwiastka, który powstaje z rozpadu β⁻ krzemu oraz podaj nazwę cząstki X, która powstaje, obok elektronu, z rozpadu neutronu w przemianie β⁻.

Symbol pierwiastka: P

Nazwa cząstki: proton

Zadanie 5.

Krzemionka (SiO₂) występuje powszechnie na Ziemi w postaci minerału – kwarcu. Kwarc, w zależności od temperatury, występuje w dwóch głównych odmianach: odmiana α – kwarc wysokotemperaturowy, heksagonalny, krystalizuje z magmy, trwały w temperaturze powyżej 573°C oraz odmiana β – kwarc niskotemperaturowy, trygonalny, trwały w temperaturze do 573°C.

Krzemionka jest głównym składnikiem szkła. Surowcem do produkcji tradycyjnego szkła jest piasek kwarcowy, którego mieszanina z dodatkami (węglan sodu, węglan wapnia, tlenek boru, tlenek ołowiu(II), tlenki metali przejściowych i inne) jest stapiana w piecu w temperaturze 1200-1300°C, formowana i schładzana. Podczas schładzania szkło zestala się i otrzymujemy ciało stałe o rozmieszczeniu molekuł przypominającym rozmieszczenie cząsteczek w cieczy lub gazie.

Zadanie 5.1. (0-1)

Podaj nazwę zjawiska polegającego na występowaniu tej samej substancji chemicznej w postaci różnych odmian krystalograficznych.

Nazwa zjawiska: **polimorfizm (lub różnopostaciowość)**

Zadanie 5.2. (0-1)

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Szkło jest substancją bezpostaciową, czyli amorficzną.	P	F
2.	Najbardziej rozpowszechnioną odmianą kwarcu jest odmiana α .	P	F
3.	W procesie produkcji szkła ochłodzenie stopu powoduje krystalizację szkła w układzie heksagonalnym.	P	F

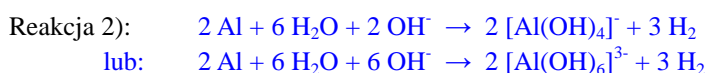
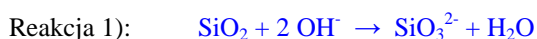
Zadanie 5.3. (0-1)

Preparaty do udroźniania rur kanalizacyjnych zawierają w składzie wodorotlenek sodu (np. w postaci żelu, zawierającego stężony roztwór NaOH).

Zapisz w formie jonowej skróconej równania reakcji, które wyjaśnią, dlaczego preparatów do udroźniania rur kanalizacyjnych:

1) nie należy przechowywać w szklanych pojemnikach.

2) nie należy stosować do udroźniania instalacji aluminiowej.



lub:



razem z:

**Zadanie 6. (0-1)**

W tabeli przedstawiono wartość energii wybranych wiązań chemicznych.

Wiązanie	Energia wiązania [$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$]
H – H	432
N – N	167
N \equiv N	942
H – N	386

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2013.

Na podstawie odpowiednich obliczeń odpowiedz, czy reakcja syntezy amoniaku z pierwiastków jest reakcją egzo- czy endoenergetyczną.

Obliczenia:

N_2	+	3 H_2	\rightarrow	2 NH_3	
+ 942		+ 3 · 432		- 6 · 386	
(rozrywanie wiązań)				(tworzenie wiązań)	
+ 2238 kJ				- 2316 kJ	($\Delta H = -78 \text{ kJ}$)

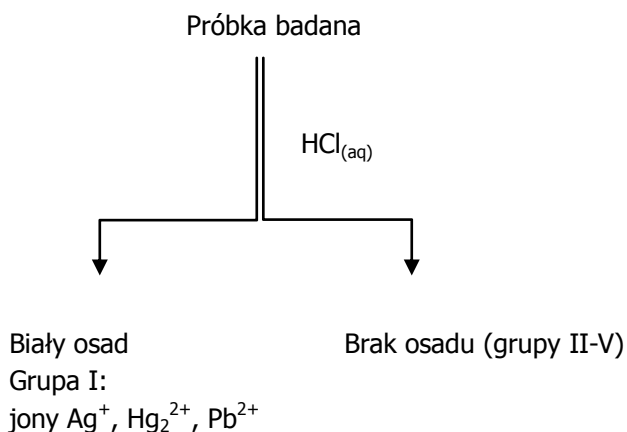
Podczas reakcji syntezy amoniaku energia wydzielona (tworzenie wiązań) ma większą wartość niż energia pobrana (rozrywanie wiązań) przez układ. Reakcja jest egzoenergetyczna.

Odpowiedź: Reakcja syntezy amoniaku z pierwiastków jest reakcją egzoenergetyczną.

Zadanie 7.

Dla celów analizy jakościowej jony nieorganiczne zostały podzielone na grupy - w oparciu o podobne reakcje z odczynnikami grupowymi. Analiza jakościowa polega w pierwszej kolejności na stwierdzeniu obecności w roztworze jonów danej grupy, następnie przeprowadza się próby na obecność konkretnych jonów.

Kationy zostały podzielone na 5 grup. Do grupy I należą jony Ag^+ , Hg_2^{2+} i Pb^{2+} a odczynnikiem grupowym I grupy jest roztwór HCl o stężeniu 2 mol/dm^3 . Analizę przeprowadza się w ten sposób, że do części badanego roztworu dodaje się odczynnik grupowy I grupy. Wytrącenie osadu świadczy o obecności w badanym roztworze kationów I grupy, które strącają się w postaci osadów: AgCl , Hg_2Cl_2 i PbCl_2 . Dalsza analiza wyodrębnia kolejne grupy kationów i następnie przeprowadza się reakcje charakterystyczne, potwierdzające obecność w roztworze określonego jonu. Pierwszy etap analizy przedstawia poniższy schemat:



Na podstawie: Z. Bartynowska-Meus, M. Meus: *Chemia analityczna, skrypt dla studentów chemii i ochrony środowiska*

Zadanie 7.1. (0-2)

Rozróżnienie kationów I grupy przeprowadzamy, badając zachowanie powstałego w pierwszym etapie analizy osadu w roztworze amoniaku o stężeniu 2 mol/dm^3 . Rozpuszczenie osadu świadczy o obecności w roztworze badanym jonów Ag^+ . Jony Ag^+ tworzą w tej reakcji związek kompleksowy, w którym rolę ligandów pełnią cząsteczki amoniaku a liczba koordynacyjna wynosi 2. Pod działaniem kwasów, na przykład roztworu HNO_3 , osad AgCl wytrąca się ponownie, ponieważ wytworzony związek kompleksowy jest nietrwały w środowisku kwaśnym.

Stosując zapis jonowy skrócony, napisz następujące równania reakcji:

1. Równanie reakcji odpowiedzialnej za rozpuszczenie osadu AgCl w roztworze amoniaku z wytworzeniem związku kompleksowego:



2. Równanie reakcji ponownego wytrącenia osadu AgCl po dodaniu mocnego kwasu:

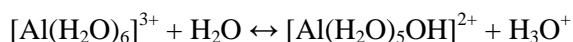
**Zadanie 7.2. (0-1)**

Kationy II grupy tworzą siarczki nierozpuszczalne w wodzie i w kwasach. Odczynnikiem grupowym może być dowolne źródło anionów S^{2-} w środowisku kwaśnym.

Podkreśl symbole jonów, które należą do II grupy kationów:

**Zadanie 8. (0-1)**

Po rozpuszczeniu chlorku glinu w wodzie otrzymujemy roztwór, w którym obecne są jony chlorkowe Cl^- oraz uwodnione kationy metalu: $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Zachodzi wówczas reakcja hydrolizy:



Na podstawie informacji do zadania uzupełnij poniższe zdania – wybierz i podkreśl jedno właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

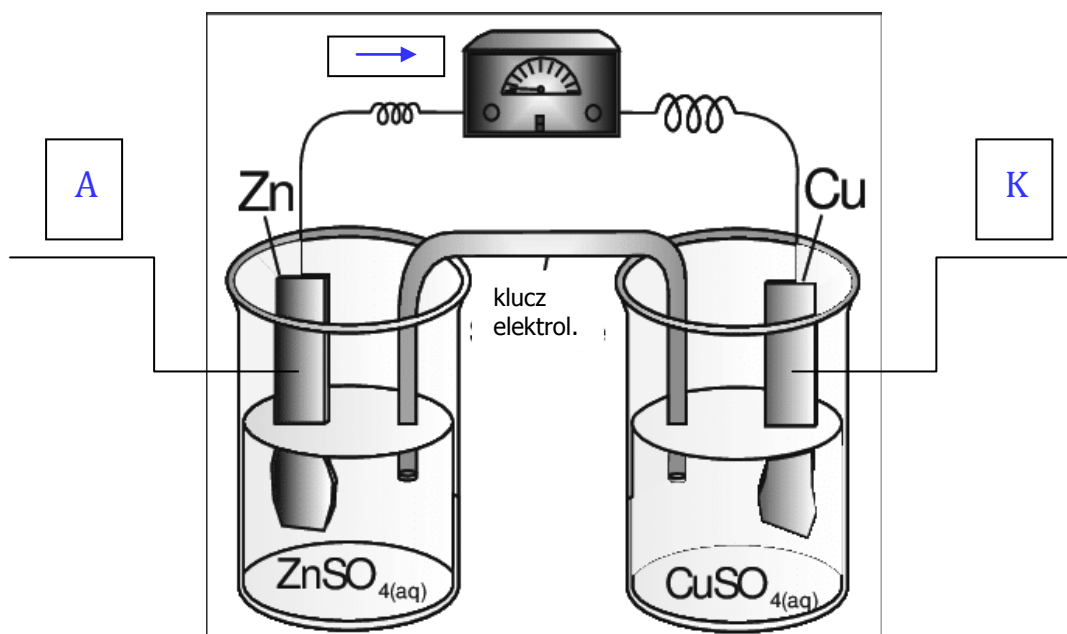
Wodny roztwór chlorku glinu ma odczyn (kwasowy / obojętny / zasadowy). W podanej reakcji hydrolizy jon heksaakwaglinu pełni rolę (kwasu Brønsteda / zasady Brønsteda), ponieważ jest (donorem / akceptorem) (protonu / pary elektronowej).

Zadanie 9.

Ogniwo galwaniczne jest to urządzenie, w którym dzięki przebiegowi samorzutnej reakcji chemicznej wywołanej różnicą potencjałów półogniw wytwarzany jest prąd elektryczny. Ogniwo galwaniczne składa się z dwóch półogniw. Półogniwo stanowi elektroda zanurzona w przewodniku jonowym – roztworze elektrolitu. Na elektrodzie zwanej anodą zachodzi reakcja utlenienia, a utleniane cząstki uwalniają do niej elektrony. Elektrony z anody zmuszane są do podążania przez zewnętrzny przewodnik w kierunku drugiej elektrody - katody, gdzie są zużywane w półokwowej reakcji redukcji. W skład ogniwa wchodzi ponadto klucz elektrolityczny, który stanowi przewodnik jonowy (np. żel ze stężonym roztworem KCl w szklanej rurce), łączący roztwór anodowy i katodowy. Klucz elektrolityczny zamyka obwód, umożliwiając przepływ jonów pomiędzy roztworem anodowym i katodowym, lecz jony te nie wywierają wpływu na reakcje w ogniwie.

Na podstawie: L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna*, Warszawa 2009

Przykładem ogniwa złożonego z dwóch półogniw metalicznych (półogniwo stanowi metal zanurzony w roztworze swoich jonów) jest ogniwo Daniella:



J.N. Spencer, G.M. Bodner, L.H. Rickard, *Chemistry: Structure and dynamics*. New York, John Wiley & Sons, 2010

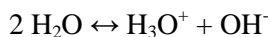
Wykonując poniższe zadania skorzystaj z informacji do zadania oraz z szeregu elektrochemicznego metali.

Zadanie 9.1. (0-1)

Zaznacz na powyższym schemacie ogniwa Daniella anodę i katodę, wpisując w wyznaczonych polach symbol „A” dla anody i symbol „K” dla katody, oraz zaznacz kierunek przepływu elektronów w przewodniku zewnętrznym, rysując strzałkę z odpowiednim zwrotem grotu.

Zadanie 10.

Woda jest rozpuszczalnikiem, któremu ze względu na ogromne rozpowszechnienie w przyrodzie poświęca się najwięcej uwagi. Niemniej jednak istnieje wiele cieczy stanowiących dobre rozpuszczalniki substancji jonowych, rozpuszczalniki, w których również następuje dysocjacja elektrolityczna. Rozpuszczalniki niewodne można podzielić na rozpuszczalniki protonowe, zdolne do przyłączania i oddawania protonów, oraz rozpuszczalniki aprotonowe, niewykazujące takich zdolności (np. ciekły SO_2). Do rozpuszczalników protonowych możemy stosować definicję kwasu i zasady Brønsteda. W stanie ciekłym wykazują one daleko idące analogie do wody. Rozpuszczalniki protonowe ulegają analogicznie do wody reakcji autodysocjacji, np.:



Podobnie jak w przypadku wody – iloczyny stężeń powstałych w wyniku ich dysocjacji jonów są w danej temperaturze stałe, np.:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (\text{temp. } 298 \text{ K})$$

$$K_{i(\text{NH}_3)} = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{NH}_2^-] = 10^{-32} \quad (\text{temp. } 239 \text{ K})$$

Dysocjacja kwasów i zasad w rozpuszczalnikach protonowych niewodnych następuje w analogiczny sposób jak w roztworach wodnych, a ich stopień dysocjacji zależy silnie od właściwości rozpuszczalnika. Np. kwas octowy dysocjuje w bardzo małym stopniu w bezwodnym kwasie siarkowym, który w wyniku autodysocjacji wytwarza bardzo silny, silniejszy od kwasu octowego, kwas H_3SO_4^+ . Natomiast kwas octowy ulega całkowitej dysocjacji w ciekłym amoniaku.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2013.

Zadanie 10.1. (0-1)

Oblicz stężenie jonów amonowych w ciekłym amoniaku w temperaturze 239 K.

Obliczenia:																			
$K_{i(\text{NH}_3)} = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{NH}_2^-] = 10^{-32} \quad [\text{NH}_4^+] = [\text{NH}_2^-] = x$																			
$K_{i(\text{NH}_3)} = x^2 \rightarrow x = \sqrt{K_{i(\text{NH}_3)}} = 10^{-16} \text{ mol/dm}^3$																			

Odpowiedź: Stężenie jonów amonowych w ciekłym amoniaku wynosi $10^{-16} \text{ mol/dm}^3$.

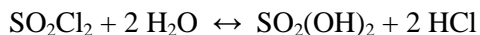
Zadanie 10.2. (0-1)

Dokończ reakcję dysocjacji kwasu octowego w ciekłym amoniaku. Spośród wszystkich reagentów wybierz i podkreśl wzór drobinę, która w myśl teorii Brønsteda stanowi najmocniejszy kwas.



Zadanie 10.3 (0-1)

W rozpuszczalnikach protonowych zachodzą także liczne reakcje solwolizy, stanowiące odpowiednik hydrolizy w roztworach wodnych. Solwoliza chlorku sulfonylu (SO_2Cl_2) w ciekłym amoniaku stanowi odpowiednik hydrolizy tej samej substancji w roztworze wodnym:



Napisz równanie reakcji solwolizy chlorku sulfonylu w ciekłym amoniaku.



Oceń (podkreśl właściwe stwierdzenie w nawiasie), czy poniższe zdanie jest prawdziwe:

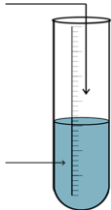
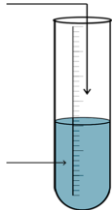
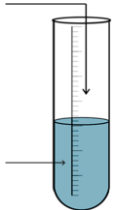
Jednym z produktów hydrolizy chlorku sulfonylu jest związek, będący w myśl teorii Arrheniusa zasadą.

Powyższe zdanie jest (prawdziwe / falszywe).

Zadanie 11. (0-1)

Przeprowadzono trzy doświadczenia, których niepełny, schematyczny opis przedstawiono w poniższej tabeli. Na podstawie obserwacji podanych pod rycinami uzupełnij poniższe schematy – wybierz spośród podanych poniżej związków wzory tych, których roztwory wodne zostały użyte w każdym doświadczeniu.



Schemat doświadczenia	H_2SO_4  K_2CrO_4	Cl_2  KBr	K_2SO_3  KMnO_4
Obserwacje	Zawartość probówki zmieniła zabarwienie z żółtej na pomarańczową.	Bezbarwny roztwór przyjął zabarwienie brunatne.	Fioletowy roztwór odbarwił się i strącił się brunatny osad.

Zadanie 12.

Węgliki - to związki węgla z pierwiastkami wykazującymi od niego mniejszą elektroujemność, czyli z metalami, krzemem i borem. Do węglików jonowych należą węgliki metali grup 1, 2 i 13. Pod działaniem wody na te węgliki tworzy się metan, acetylen lub metyloacetylen. Rozróżniamy więc metanki, acetylenki i allilki, zawierające odpowiednio aniony C^{4-} , C_2^{2-} lub C_3^{4-} . Znany jest tylko jeden allilek - węglik magnezu. Węglikami kowalencyjnymi są węglik krzemu, SiC, oraz węglik boru, B_4C .

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2013.

Zadanie 12.1. (0-1)

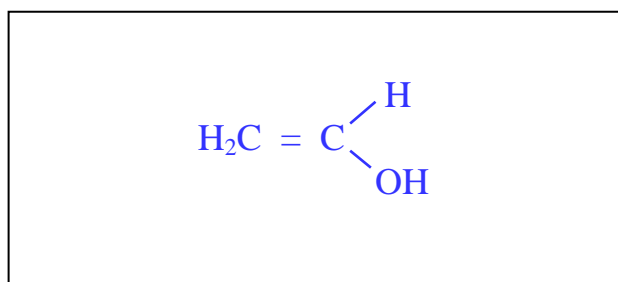
Napisz równanie reakcji węglika magnezu z wodą.

Równanie reakcji: $Mg_2C_3 + 2 H_2O \rightarrow 2 MgO + HC\equiv C-CH_3$

Zadanie 12.2. (0-1)

Gazowy produkt reakcji węglika wapnia z wodą wykorzystywany jest do otrzymywania aldehydu octowego. W pierwszym etapie tej reakcji powstaje produkt pośredni X, który ulega szybkiej tautomerizacji do formy aldehydowej.

Podaj wzór półstrukturalny produktu pośredniego X oraz jego nazwę systematyczną.



Nazwa: Etenol

Zadanie 12.3. (0-1)

Węglik krzemu otrzymuje się ogrzewając mieszaninę piasku z koksem w temperaturze powyżej 2200 K. Produktem ubocznym jest tlenek węgla (II).

Napisz równanie reakcji otrzymywania węglika krzemu powyższą metodą.

Równanie reakcji: $SiO_2 + 3 C \rightarrow SiC + 2 CO$

Zadanie 13. (0-1)

Dla reakcji chemicznej przebiegającej w fazie gazowej według równania: $2X + Y \rightarrow Z$ przeprowadzono doświadczenie mające na celu wyznaczenie rzędowości tej reakcji. Wyniki doświadczenia przedstawiono w poniższej tabeli.

Stężenie reagenta X [mol/dm ³]	Stężenie reagenta Y [mol/dm ³]	Szybkość reakcji [mol/dm ³ ·s]
0,1	0,1	x
0,2	0,1	2x
0,4	0,2	8x

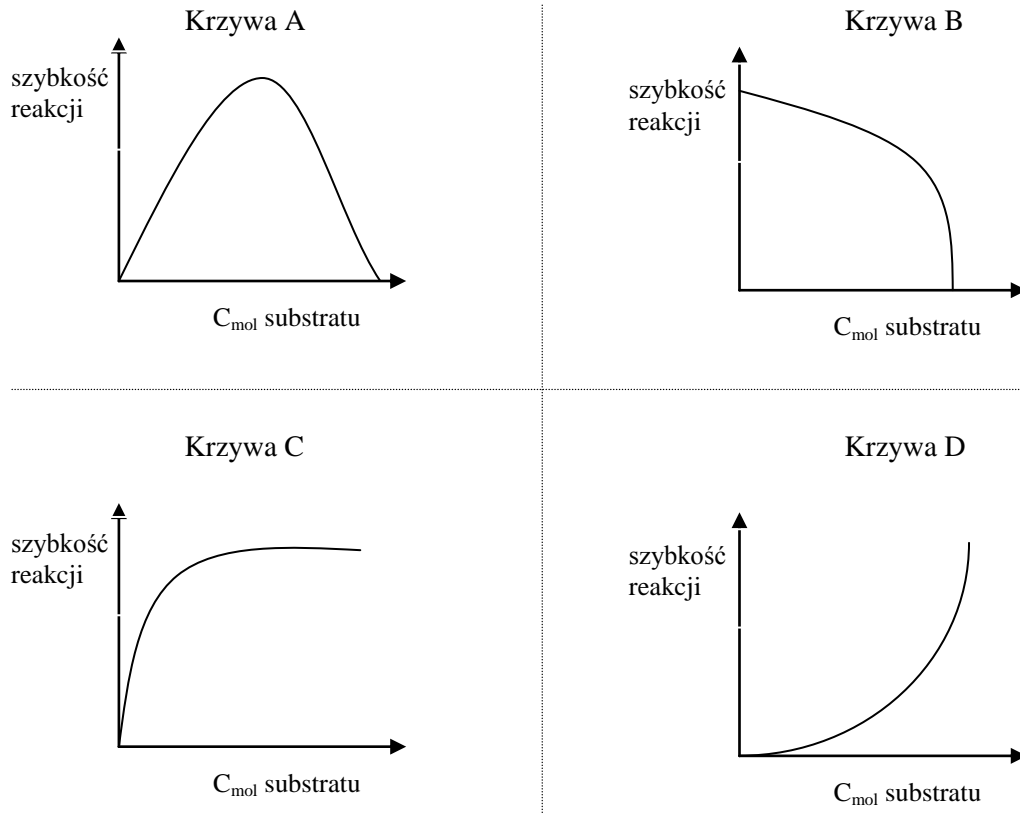
Napisz równanie kinetyczne powyższej reakcji.

Równanie kinetyczne: $V = k \cdot [X] \cdot [Y]$

Zadanie 14. (0-1)

Zgodnie z teorią Michaelisa-Menten szybkość reakcji katalizowanej enzymem jest wprost proporcjonalna do stężenia substratu, ale tylko przy niskich stężeniach substratu. Gdy jednak stężenie substratu jest duże – szybkość reakcji zależy jedynie od stężenia enzymu.

Podaj, który z poniższych wykresów poprawnie przedstawia zależność szybkości reakcji enzymatycznej od stężenia substratu.



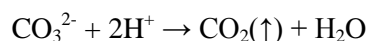
Wybrany wykres: Krzywa [C](#)

Zadanie 15.

Nastawianie miana to ustalanie dokładnego stężenia roztworu.

Nastawienie miana kwasu solnego na Na_2CO_3

Nastawienie miana kwasu solnego można przeprowadzić poprzez miareczkowanie bezpośrednie roztworu węglanu sodu kwasem solnym, którego miano chcemy oznaczyć. Węglan sodu jest solą słabego kwasu. Jego reakcję z kwasem solnym przedstawia równanie:



Do nastawiania miana należy użyć bezwodnego węglanu sodu. Jednak nawet bezwodny węglan sodu może zawierać nieco wilgoci oraz wodorowęglanu sodu. Ogrzewanie przez ok. 1 h w temp. 270-300°C pozbawia sodę wilgoci oraz domieszek NaHCO_3 .

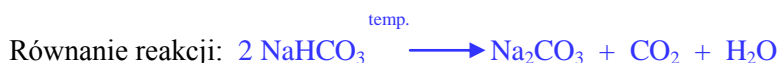
Sposób wykonania:

Do kolby stożkowej odważyć na wadze analitycznej 0,3-0,4 g czystego, wysuszonego węglanu sodu, rozpuścić sól w 70 ml wody i dodać 1-2 krople 0,1% roztworu oranżu metylowego. Miareczkować roztwór sody kwasem, którego miano się oznacza, do pierwszej zmiany zabarwienia wskaźnika, po czym ogrzać roztwór do wrzenia. Zabarwienie roztworu może przy tym ponownie stać się żółte. Ostudzić roztwór i dokończyć miareczkowanie, dodając kwasu solnego kroplami do pierwszej zauważalnej zmiany zabarwienia.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna. Chemiczne metody analizy ilościowej*. Warszawa 2012.

Zadanie 15.1. (0-1)

Napisz równanie reakcji, która zachodzi podczas ogrzewania sody i powoduje pozbawienie sody wilgoci oraz domieszek NaHCO_3 .

**Zadanie 15.2. (0-1)**

Wyjaśnij, dlaczego podczas miareczkowania, po pierwszej zmianie zabarwienia wskaźnika, należy ogrzać roztwór do wrzenia i dlaczego po ogrzaniu zabarwienie roztworu może ponownie stać się żółte.

Wyjaśnienie: Roztwór należy ogrzać, aby usunąć pozostały w roztworze (rozpuszczony) dwutlenek węgla. Zabarwienie roztworu może wówczas ponownie stać się żółte, ponieważ po usunięciu z roztworu dwutlenku węgla (tlenek kwasowy, więc w reakcji z wodą powoduje wzrost stężenia jonów H^+) pH roztworu wzrośnie.

Zadanie 15.3. (0-1)

Oblicz stężenie molowe roztworu kwasu solnego, jeżeli do zmiareczkowania roztworu węglanu sodu, otrzymanego przez rozpuszczenie 0,3655 g węglanu sodu w 70 ml wody zużyto 28,5 ml roztworu kwasu solnego. Wynik końcowy podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 & - & 2 \text{ mole HCl} \\
 106 \text{ g} & - & 2 \text{ mole HCl} \\
 0,3655 \text{ g} & - & x \\
 & & x = 0,006896 \text{ mola HCl} \quad - \quad 28,5 \text{ ml} \\
 & & y \quad - \quad 1000 \text{ ml} \\
 & & \underline{y = 0,24 \text{ mol/dm}^3}
 \end{array}$$

Odpowiedź: Stężenie roztworu HCl wynosi 0,24 mol/dm³.

Zadanie 16. (0-1)

Do 200 cm³ roztworu Ba(OH)₂ o pH=12 dodano 0,01-molowy roztwór kwasu chlorowodorowego, otrzymując 2 litry roztworu. Oblicz pH powstałego roztworu. Wynik końcowy podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

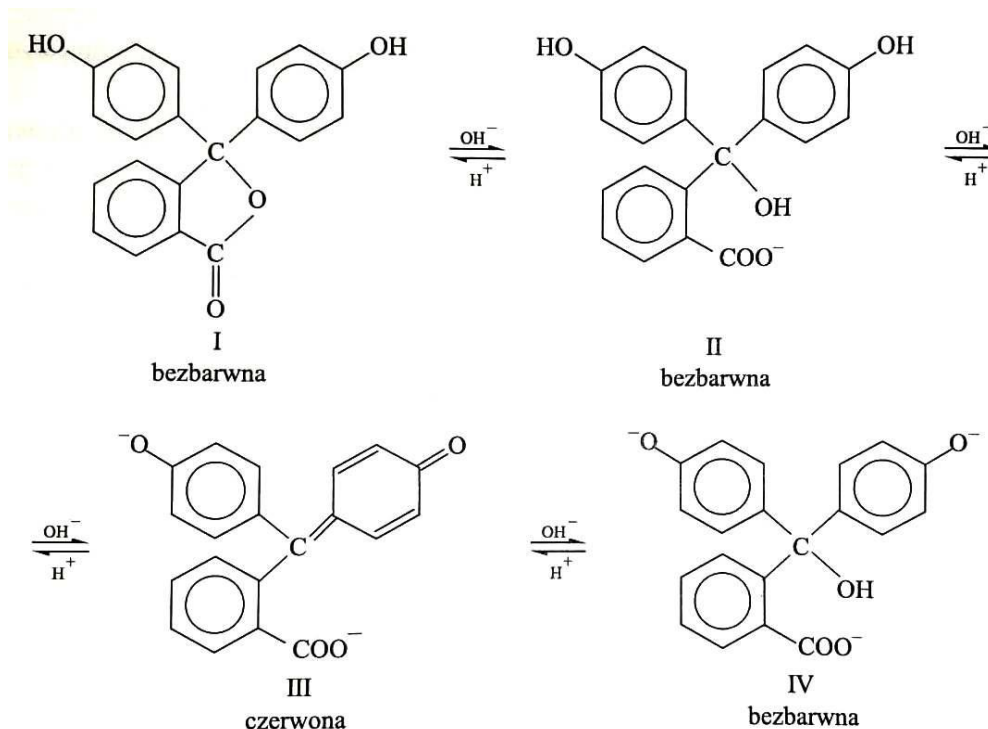
$$\begin{array}{rcl}
 \text{Ba(OH)}_2 & \text{pH} = 12 \rightarrow \text{pOH} = 2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 & \\
 & & \begin{array}{rcl}
 10^{-2} \text{ mol} & - & 1000 \text{ cm}^3 \\
 x & - & 200 \text{ cm}^3 \\
 x = & \underline{0,002 \text{ mol OH}^-} &
 \end{array} \\
 \text{HCl} & \begin{array}{rcl}
 0,01 \text{ mol} & - & 1000 \text{ cm}^3 \\
 y & - & 1800 \text{ cm}^3 \\
 y = & \underline{0,018 \text{ mola H}^+} &
 \end{array} & \\
 \text{po zmieszaniu:} & 0,018 - 0,002 \text{ mola} = 0,016 \text{ mola H}^+ & \begin{array}{rcl}
 - & 2000 \text{ cm}^3 \\
 z & - & 1000 \text{ cm}^3 \\
 z = & \underline{0,008 \text{ mol/dm}^3} = [\text{H}^+] &
 \end{array} \\
 & & \text{pH} = -\log 0,008 = 2,097 \approx 2,10
 \end{array}$$

Odpowiedź: pH powstałego roztworu wynosi 2,10.

Zadanie 17.

Wskaźnikami pH są słabe kwasy bądź słabe zasady organiczne, które reagując z wodą tworzą układy sprzężone kwas-zasada. Człony układu mają albo różne zabarwienie (np. oranż metylowy), albo tylko jeden z członów układu jest zabarwiony (np. fenoloftaleina).

Fenoloftaleina zmienia swą strukturę i barwę zgodnie z poniższą ryciną:



W fenoloftaleinie po lekkim zalkalizowaniu ulega otwarciu pierścienia laktonowego (I → II). Następnie po dalszym zalkalizowaniu powstaje barwna struktura (III). Fenoloftaleina w środowisku dość stężonego alkoholowego roztworu KOH lub NaOH przechodzi w bezbarwną postać jonową (IV). W roztworach wodnych następuje przejście I-III.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna. Chemiczne metody analizy ilościowej*. Warszawa 2012.

Zadanie 17.1. (0-1)

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Przejście formy I fenoloftaleiny w formę II wiąże się ze zmianą stopnia utlenienia dwóch atomów węgla w cząsteczce fenoloftaleiny.	P	<u>F</u>
2.	Podczas miareczkowania wodnego roztworu kwasu wodnym roztworem zasady wobec fenoloftaleiny obserwuje się pojawienie zabarwienia, które po dodaniu znacznej ilości zasady (silne przemiareczkowanie) zanika i roztwór staje się ponownie bezbarwny.	P	<u>F</u>
3.	W myśl teorii Arrheniusa fenoloftaleina jest zasadą.	P	<u>F</u>

Zadanie 17.2

Zakres pH zmiany barwy dla fenoloftaleiny wynosi 8,3 – 10,0. Ponadto w roztworach silnie kwaśnych ($\text{pH} < 0$) fenoloftaleina ulega przemianie w formę karbokationu o pomarańczowym zabarwieniu.

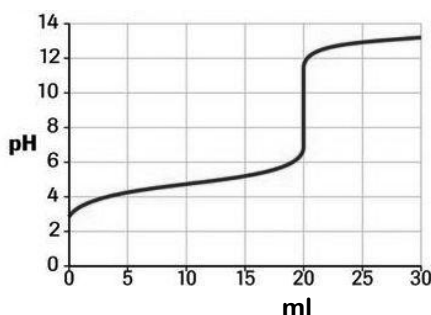
Zadanie 17.2.1. (0-1)

Podaj stężenie kationów wodorowych, powyżej którego fenoloftaleina przyjmuje pomarańczowe zabarwienie.

Stężenie $[\text{H}^+]$: powyżej 1 mol/dm^3

Zadanie 17.2.2. (0-1)

Pewna krzywa miareczkowania ma następujący przebieg:



Odpowiedz na poniższe pytania (zaznacz właściwą odpowiedź, podaną w nawiasie).

Czy fenoloftaleina może zostać użyta jako wskaźnik w tym miareczkowaniu? ([TAK](#) / NIE)

Czy powyższa krzywa może przedstawiać krzywą miareczkowania słabego kwasu mocną zasadą? ([TAK](#) / NIE)

Zadanie 18.

Mieszanina kwasu octowego i octanu sodu stanowi układ, którego pH praktycznie nie ulega zmianie, gdy wprowadzamy do niego niewielkie ilości mocnego kwasu lub zasady. Roztwory tego rodzaju, złożone ze słabego kwasu i jego soli z mocną zasadą lub ze słabej zasady i jej soli z mocnym kwasem, nazywamy roztworami buforowymi. Podany przykład buforu to bufor octanowy. Obecne w roztworze jony octanowe, pochodzące z dysocjacji soli, powodują cofnięcie dysocjacji słabego kwasu octowego i w efekcie w roztworze buforowym obecna jest sprzężona para kwas-zasada: kwas octowy – jon octanowy. Dodanie do buforu octanowego niewielkiej ilości mocnego kwasu nie zmienia pH roztworu, ponieważ dodane jony H^+ zostają trwale związane przez jony octanowe. Dodanie zasady również nie wpływa na pH, ponieważ jony OH^- reagują z kwasem octowym z wytworzeniem jonu octanowego. Roztwory buforowe mogą mieć różne składy. Zawsze zawierają jednak sprzężone pary kwasów i zasad.

Zadanie 18.1. (0-1)

Do 100 ml 0,1-molowego roztworu kwasu octowego wprowadzono 0,1-molowy roztwór NaOH. Jaka objętość roztworu NaOH mogła zostać wprowadzona, jeżeli otrzymamy roztwór nie posiadający właściwości buforujących? Zaznacz (podkreśl) możliwe odpowiedzi:

50 ml

100 ml

150 ml

200 ml

Zadanie 19.

Przykładem buforu, który znalazł szerokie zastosowanie w biochemii jest bufor Tris-HCl, otrzymywany przez dodanie określonej ilości kwasu solnego do trihydroksyaminometylometanu (Tris) o wzorze:



Poniżej przedstawiono metodę sporządzenia tego buforu w zależności od pożądanego pH buforu:

Tab. 14.16 Bufor Tris-HCl (0,05M) w 23 °C

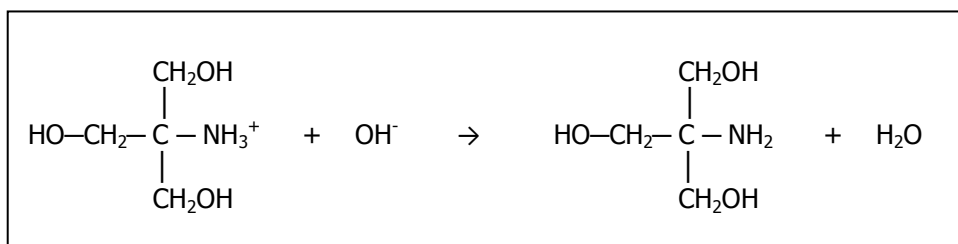
W celu uzyskania roztworu o poszukiwanym pH należy do 25 ml 0,2 M roztworu Tris (trihydroksymetyloaminometan) dodać podane w tabeli ilości 0,1 M HCl i uzupełnić do 100 ml wodą.

pH 23°C	0,1 M HCl [ml]	pH 23°C	0,1 M HCl [ml]
9,10	5,0	8,05	27,5
8,92	7,5	7,96	30,0
8,74	10,0	7,87	32,5
8,62	12,5	7,77	35,0
8,50	15,0	7,66	37,5
8,40	17,5	7,54	40,0
8,32	20,0	7,36	42,5
8,23	22,5	7,20	45,0
8,14	25,0		

Na podstawie: A. Polanowski, *Laboratorium z biochemii dla studentów biologii, biotechnologii i ochrony środowiska, Użyteczne wzory, dodatek*. Wydział Biotechnologii UW.

Zadanie 19.1. (0-1)

Napisz równanie reakcji, która zachodzi po dodaniu do buforu Tris-HCl niewielkiej ilości zasady potasowej. Zastosuj zapis jonowy skrócony reakcji oraz dla związków organicznych wzory półstrukturalne.

**Zadanie 19.2. (0-1)**

Wyjaśnij, czy w temperaturze 25°C podane wartości pH buforu Tris-HCl byłyby takie same czy inne. Odpowiedź uzasadnij w nawiązaniu do wpływu temperatury na wartość stałych dysocjacji kwasów i zasad.

Wyjaśnienie: W temperaturze 25°C podane wartości pH buforu Tris-HCl byłyby inne, ponieważ stała dysocjacji zależy od temperatury i w innej temperaturze stężenie jonów H^+ byłoby inne.

Zadanie 20. (0-1)

W pewnym momencie reakcji w reaktorze o objętości 10 dm³ w temperaturze 800 K mieszanina reakcyjna zawierała następujące ilości gazowych składników: 0,05 mola azotu, 0,08 mola wodoru i 0,01 mola amoniaku. Stała równowagowa reakcji $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$ wynosi w tej temperaturze $K = 0,278$.

Na podstawie odpowiednich obliczeń określ, czy w tym momencie reakcja zachodziła w kierunku tworzenia amoniaku czy rozkładu amoniaku, czy też mieszanina reakcyjna znajdowała się w stanie równowagi.

Obliczenia:

$$[\text{N}_2] = 0,05 / 10 = 0,005 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_2] = 0,08 / 10 = 0,008 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{NH}_3] = 0,01 / 10 = 0,001 \text{ mol/dm}^3$$

$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} = 0,278$$

$$\frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} = \frac{(0,001)^2}{0,005 \cdot (0,008)^3} = 390,625$$

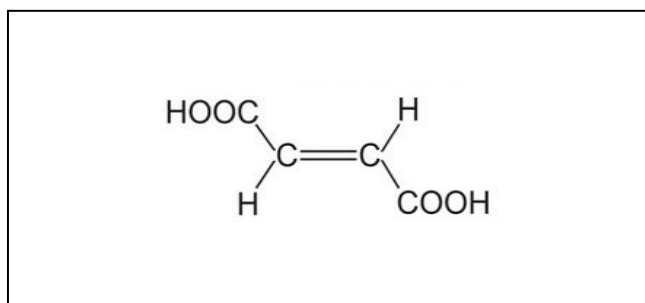
Odpowiedź (właściwą podkreśl): Reakcja zachodziła w kierunku (tworzenia amoniaku / rozkładu amoniaku / mieszanina reakcyjna znajdowała się w stanie równowagi).

Zadanie 21.

Kwas jabłkowy to monohydroksylowy czterowęglowy α -hydroksykwaski dikarboksylowy. Podczas ogrzewania bez dostępu powietrza ulega dehydratacji do mieszaniny kwasu fumarowego i kwasu maleinowego, będących izomerami geometrycznymi (kwas fumarowy to izomer trans). W pierwszym etapie dysocjacji obu tych izomerycznych kwasów powstają aniony o różnej trwałości, ponieważ jeden z anionów jest lepiej stabilizowany z uwagi na bliskość dipola drugiej grupy karboksylowej.

Zadanie 21.1. (0-1)

Narysuj wzór półstrukturalny kwasu fumarowego i podaj jego nazwę systematyczną.



Nazwa systematyczna: kwas trans-butenodiowy

Zadanie 21.2. (0-1)

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F - jeśli jest fałszywa.

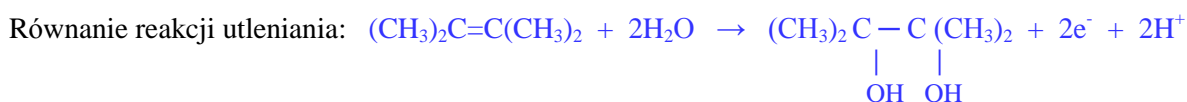
1.	Kwas jabłkowy jest czynny optycznie.	<u>P</u>	F
2.	K _{a1} kwasu fumarowego ma wyższą wartość niż K _{a1} kwasu maleinowego.	P	<u>F</u>
3.	Uwodornienie kwasu fumarowego i maleinowego prowadzi do otrzymania jednego produktu.	<u>P</u>	F

Zadanie 22.

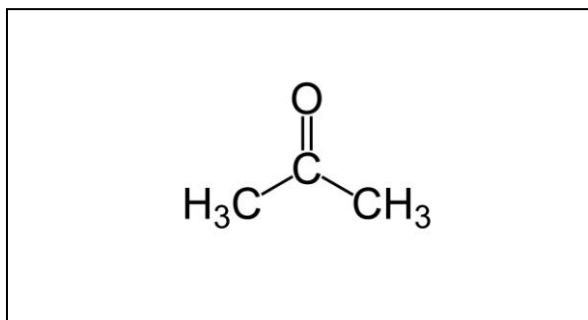
Hydroksylowanie polega na wprowadzeniu do cząsteczki związku jednej lub więcej grup hydroksylowych. Hydroksylowanie alkenów za pomocą manganianu przeprowadza się przez zmieszanie w temperaturze pokojowej alkenu i obojętnego lub słabo alkalicznego wodnego roztworu manganianu. Proces ten prowadzi do powstania dioli. Należy unikać ogrzewania i środowiska kwaśnego, ponieważ bardziej energiczne warunki powodują rozerwanie podwójnego wiązania węgiel-węgiel alkenu. Powstają wówczas, w zależności od budowy poddawanego utlenianiu alkenu (ilości atomów wodoru przy węglu sp² – dwa, jeden lub brak) - CO₂, kwasy karboksylowe lub ketony.

Zadanie 22.1. (0-1)

Napisz w formie jonowej z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania procesów utleniania i redukcji zachodzących podczas hydroksylowania 2,3-dimetylobut-2-enu przy użyciu obojętnego roztworu manganianu (VII) potasu.

**Zadanie 22.2. (0-1)**

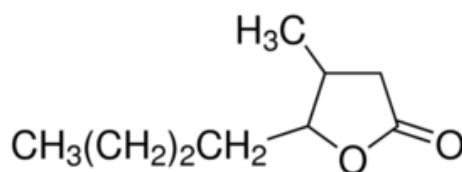
Podaj wzór półstrukturalny organicznego produktu utleniania 2,3-dimetylobut-2-enu, jeżeli reakcja ta byłaby prowadzona w środowisku kwasowym na gorąco.



Zadanie 23

Hydroksykwasy mogą ulegać wewnętrznej reakcji estryfikacji, prowadzącej do powstania cyklicznego produktu – laktonu. Trwałe są laktony, w których ugrupowania cykliczne są tworzone przez 5 i 6 atomów. Laktony o mniejszej niż 5 oraz większej niż 6 liczbie atomów w pierścieniu są nietrwałe ze względu na silne naprężenia wiązań między atomami układu cyklicznego.

Podczas procesu dojrzewania win i innych napojów alkoholowych przechowywanych w dębowych beczkach uwalniany jest związek o potocznej nazwie whisky-lakton, nadający charakterystyczne aromaty trunkom:



Na podstawie: B. Gawdzik, A. Kamizela, *Laktony o właściwościach sensorycznych*. CHEMIK 2015, 69, 6, 342 – 349.

Zadanie 23.1. (0-1)

Podaj nazwę systematyczną hydroksykwasu, którego reakcja wewnętrznej estryfikacji prowadzi do otrzymania whisky-laktonu.

Nazwa hydroksykwasu: [kwas 4-hidroksy-3-metylooktanowy](#)

Zadanie 23.2. (0-1)

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

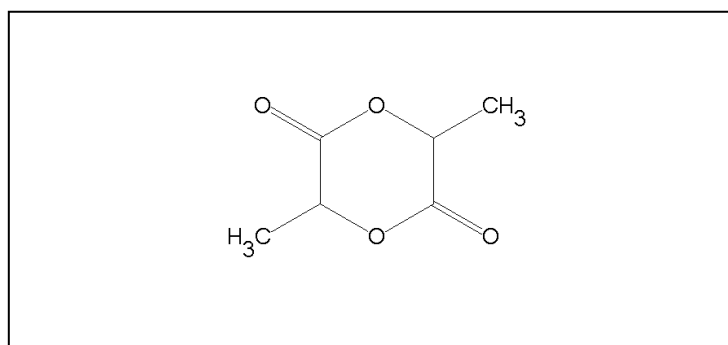
1.	Cząsteczka whisky-laktonu posiada dwa asymetryczne atomy węgla.	<u>P</u>	F
2.	Cząsteczka whisky-laktonu może występować w postaci izomerów geometrycznych.	<u>P</u>	F
3.	Cząsteczka whisky-laktonu nie posiada IV-rzędowego atomu węgla.	<u>P</u>	F

Zadanie 23.3.

Kwas mlekowy (2-hydroksypropanowy) również tworzy cykliczne estry, jednak ze względu na położenie grupy hydroksylowej – estryfikacja nie zachodzi w obrębie jednej cząsteczki, ale polega na kondensacji dwóch cząsteczek hydroksykwasu z utworzeniem cyklicznego dwuestru – laktydu.

Zadanie 23.3.1. (0-1)

Podaj półstrukturalny lub uproszczony wzór laktydu kwasu mlekowego.



Zadanie 23.3.2. (0-1)

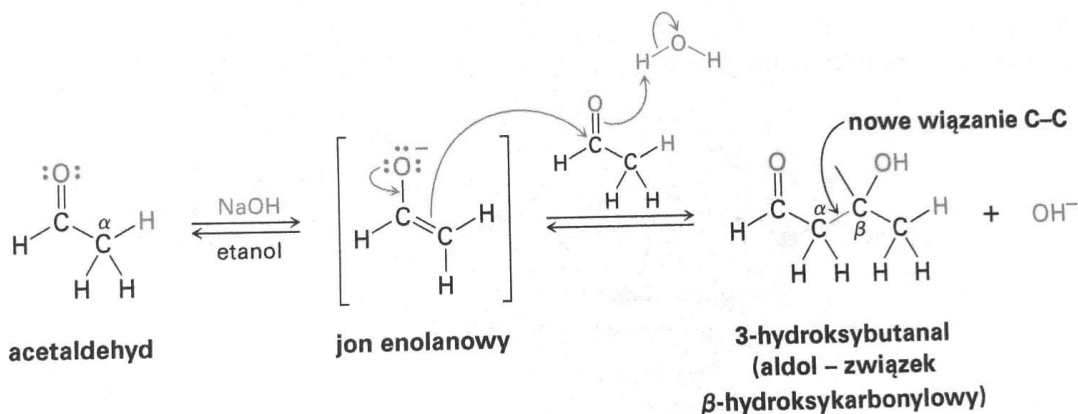
Odpowiedz na pytanie: Czy izomer kwasu mlekowego, zawierający grupę hydroksylową przy 3 atomie węgla, może tworzyć trwale laktony? Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź: NIE

Uzasadnienie: Laktony o mniejszej niż 5 liczbie atomów w pierścieniu są nietrwałe ze względu na silne naprężenia wiązań między atomami układu cyklicznego, natomiast powyższy lakton miałby w pierścieniu tylko 4 atomy (3 atomy węgla i jeden atom tlenu).

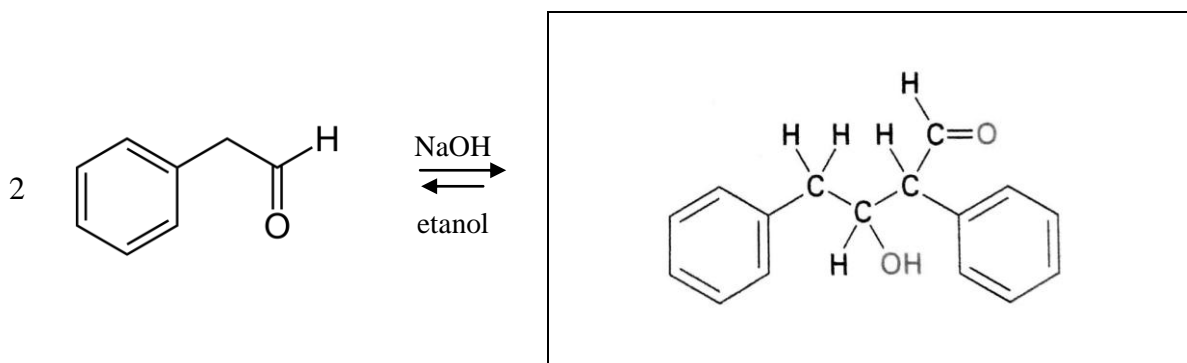
Zadanie 24. (0-1)

Reakcje kondensacji karbonylowej zachodzą między dwiema cząsteczkami zawierającymi grupę karbonylową. Jedna z cząsteczek zostaje przekształcona w anion enolanowy i reaguje w reakcji α -substytucji z drugim związkiem karbonylowym. Ta katalizowana zasadą reakcja dimeryzacji, nazywana reakcją aldolową, jest ogólną reakcją, której ulegają wszystkie aldehydy i ketony zawierające atomy wodoru α (węgiel α posiada co najmniej jeden atom wodoru). Przykładem może być reakcja acetaldehydu z zasadą. Zachodzi wówczas szybka, odwracalna reakcja kondensacji, w wyniku której powstaje aldol (związek β -hydroksykarbonylowy):



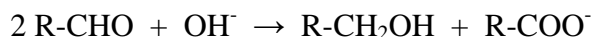
Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*. Warszawa 2018.

Dokończ reakcję kondensacji aldolowej fenyloacetaldehydu, podając wzór półstrukturalny lub uproszczony otrzymanego aldolu.

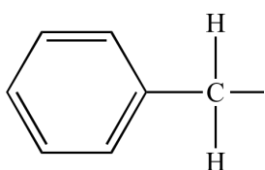
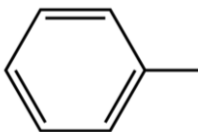
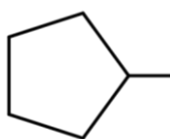


Zadanie 25. (0-1)

Aldehydy zawierające atomy wodoru α ulegają reakcji kondensacji aldolowej. W środowisku silnie zasadowym aldehydy nieposiadające atomu wodoru w pozycji α ulegają reakcji dysproporcjonowania (reakcja Cannizzaro). Produktami są alkohol i kwas karboksylowy w postaci karboksylanu, zgodnie ze schematem:



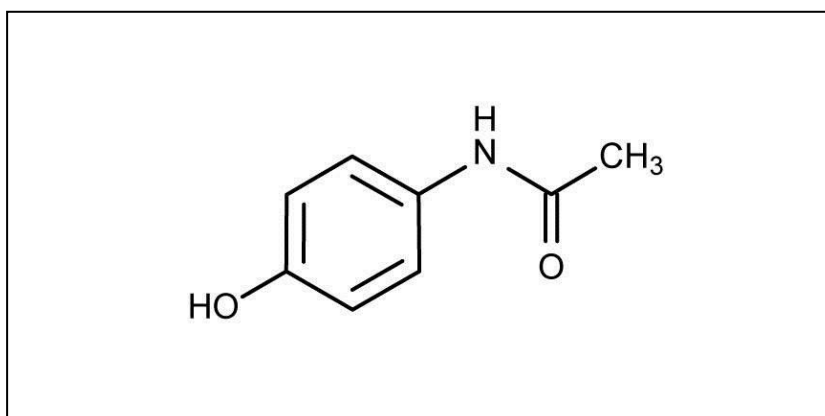
Zaznacz, które grupy mogą stanowić –R, aby aldehyd mógł ulegać reakcji Cannizzaro. Wstaw „X” w wyznaczonych miejscach:


☐

☒

☐

☒
Zadanie 26. (0-1)

Acetylowanie to reakcja, polegająca na podstawieniu atomu wodoru w cząsteczce związku organicznego grupą acetylową: $-(\text{O})\text{C-CH}_3$. Proces ten jest szeroko wykorzystywany w syntezie organicznej. Na przykład acetylowanie stanowi ostatni etap syntezy paracetamolu, w którym p-aminofenol zostaje poddany acetylowaniu do N-acetylo-p-aminofenolu przy użyciu bezwodnika octowego.

Podaj wzór półstrukturalny paracetamolu.

**Zadanie 27.**

Substratem wyjściowym do produkcji paracetamolu jest fenol, który w pierwszym etapie syntezy poddawany jest procesowi nitrowania. Produktem nitrowania fenolu jest mieszanina dwóch izomerów. Z mieszaniny tej na drodze destylacji frakcyjnej oddzielany jest jeden z izomerów. Izomer ten jest następnie poddawany redukcji, w wyniku której otrzymuje się p-aminofenol.

Zadanie 27.1. (0-1)

Podaj typ (addycja, substytucja, eliminacja) oraz mechanizm (rodnikowy, nukleofilowy, elektrofilowy) reakcji nitrowania fenolu:

Typ reakcji: [substytucja](#) Mechanizm reakcji: [elektrofilowy](#)

Podaj typ izomerii, która występuje pomiędzy dwoma głównymi produktami nitrowania fenolu.

Typ izomerii: [położenia podstawnika](#)

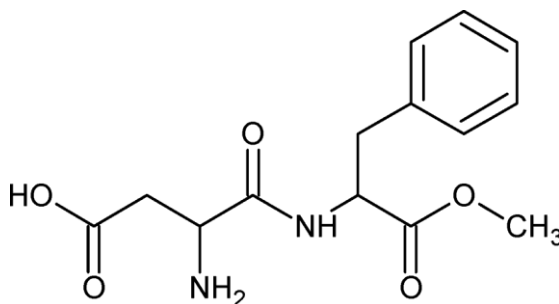
Zadanie 27.2. (0-1)

p-aminofenol posiada własności zarówno kwasowe jak i zasadowe. Podaj nazwę organicznego produktu reakcji p-aminofenolu z KOH.

Nazwa: [p-aminofenolan potasu](#)

Zadanie 28.

Aspartam jest syntetycznym środkiem słodzącym o następującym wzorze półstrukturalnym:

**Zadanie 28.1. (0-1)**

Aspartam poddano całkowitej hydrolizie w środowisku kwasowym. Podaj liczbę produktów hydrolizy i nazwę systematyczną produktu o najmniejszej masie cząsteczkowej.

Liczba produktów hydrolizy: [3](#)

Nazwa produktu o najmniejszej masie cząsteczkowej: [metanol](#)

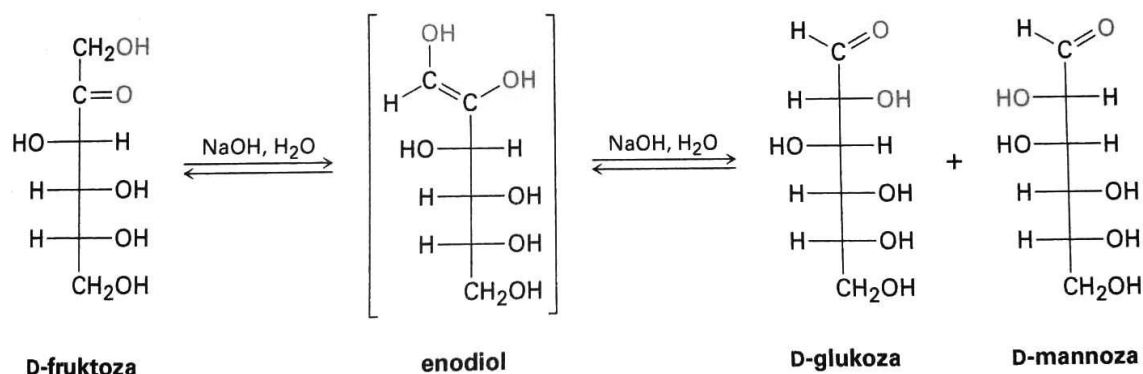
Zadanie 28.2. (0-1)

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F - jeśli jest fałszywa.

1.	Cząsteczka aspartamu posiada II-rzędowe ugrupowanie amidowe.	P	F
2.	Produktem całkowitej hydrolizy zasadowej aspartamu są trzy sole.	P	F
3.	Cząsteczka aspartamu posiada 12 wolnych par elektronowych.	P	F

Zadanie 29.

Poniższy schemat przedstawia pewną właściwość cukrów z szeregu ketoz.

**Zadanie 29.1. (0-1)**

Fruktoza daje pozytywny wynik próby Trommera. **Zaznacz (podkreśl), który związek (związki) bezpośrednio odpowiadają za pozytywny wynik próby Trommera dla fruktozy, reagując z odczynnikiem Trommera w procesie redoks.**

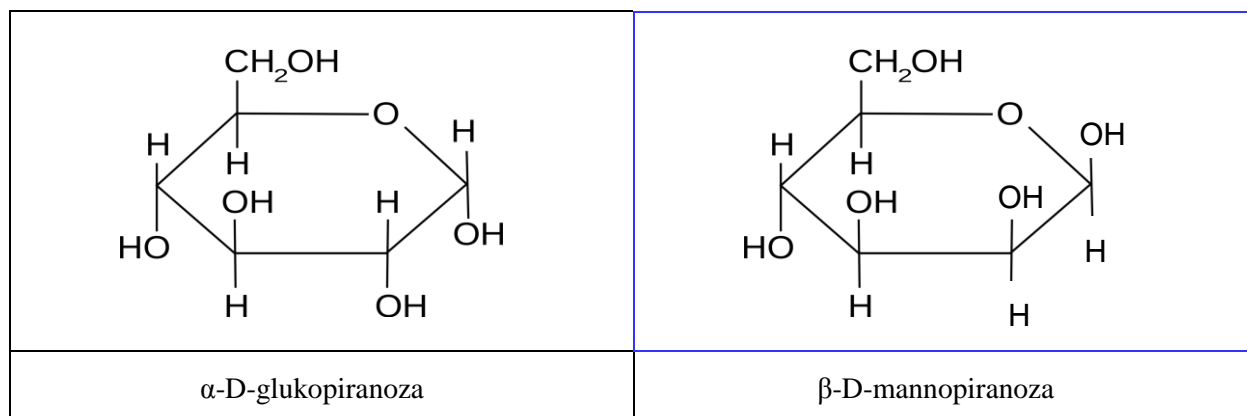
tylko fruktoza

fruktoza i glukoza

tylko glukoza

[glukoza i mannoza](#)**Zadanie 29.2. (0-1)**

Poniższa rycina przedstawia wzór tafłowy α -D-glukopiranozy. Narysuj wzór tafłowy β -D-mannopiranozy.

**Zadanie 30. (0-1)**

Spśród podanych związków wybierz i podkreśl te, których roztwory wodne mają odczyn zasadowy.

aceton

[anilina](#)[etyloamina](#)

benzenol

etanol

BRUDNOPIS