CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

MCH 2020

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

PESEL

miejsce na naklejkę

NOWA FORMUŁA

EGZAMIN MATURALNY Z CHEMII
POZIOM ROZSZERZONY

TERMIN: **dodatkowy 2020 r.**
CZAS PRACY: **180 minut**
LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 25 stron (zadania 1–39). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

MCH-R1_1P-203

MCH 2020

Układ graficzny
© CKE 2015

Zadanie 1. (0–1)

Atom pewnego pierwiastka ma w stanie podstawowym niesparowany elektron walencyjny na podpowłoce *p* trzeciej powłoki.

Spośród wymienionych pierwiastków wybierz ten, którego dotyczy powyższy opis. Zaznacz nazwę tego pierwiastka.

A. Sód. **B.** Skand. **C.** Miedź. **D.** Chlor.

Zadanie 2. (0–2)

Atomy pierwiastków chemicznych mogą występować w różnych stanach energetycznych. Stan o najniższej energii nazywamy podstawowym, a stany o energiach wyższych – wzbudzonymi. Poniższe schematy I i II przedstawiają konfigurację elektronową dla orbitali walencyjnych atomu pewnego pierwiastka chemicznego X w różnych stanach energetycznych.

I

3*s*	3*p*		
↑	↑↓	↑	↑

II

3*s*	3*p*		
↑↓	↑	↑	↑

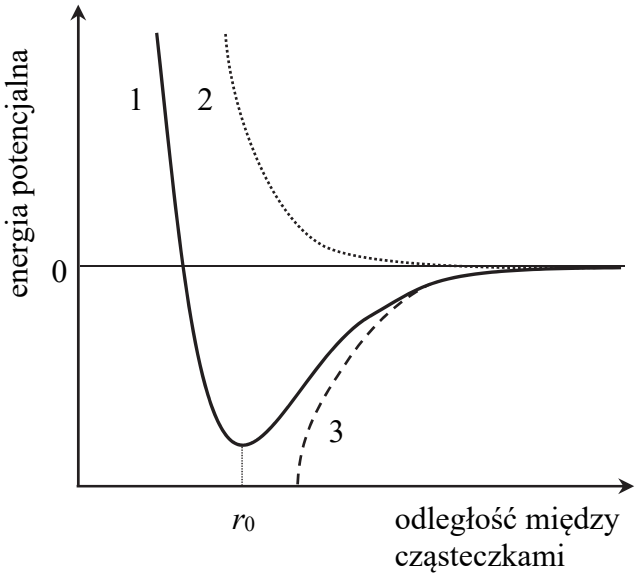
Uzupełnij poniższą tabelę – wpisz symbol pierwiastka X, numer grupy oraz symbol bloku konfiguracyjnego, do którego należy ten pierwiastek. Napisz, który schemat konfiguracji elektronowej (I albo II) opisuje stan podstawowy atomu pierwiastka X.

Symbol pierwiastka	Numer grupy	Symbol bloku

Stan podstawowy atomu pierwiastka X opisuje schemat numer .....

Zadanie 3. (0–1)

Na poniższym wykresie przedstawiono, jak zmienia się energia potencjalna cząsteczek metanu w zależności od dzielącej je odległości (linia ciągła oznaczona numerem 1).



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

W miarę zbliżania się do siebie cząsteczek metanu siły przyciągania van der Waalsa rosną, co skutkuje spadkiem energii potencjalnej cząsteczek zilustrowanym krzywą oznaczoną numerem (2 / 3). Jednocześnie w miarę zbliżania się do siebie cząsteczek metanu siły odpychania między jądrami atomowymi i siły odpychania między elektronami dwóch cząsteczek (rosną / maleją). Najbardziej korzystny energetycznie dla cząsteczek metanu jest stan, w którym odległość między nimi jest (mniejsza niż r_0 / równa r_0 / większa od r_0).

Zadanie 4. (0–1)

Diament i grafit to najbardziej znane odmiany alotropowe węgla.

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

1.	Atomy węgla w diamencie tworzą trzy wiązania σ, dlatego w przeciwieństwie do grafitu diament nie przewodzi prądu.	**P**	**F**
2.	Atomy węgla w graficie tworzą równolegle ułożone warstwy. Słabe oddziaływania między warstwami powodują, że grafit jest kruchy.	**P**	**F**
3.	Grafit i diament różnią się właściwościami fizycznymi, dlatego tlenek węgla(IV) otrzymany z grafitu ma inne właściwości fizyczne niż tlenek węgla(IV) otrzymany z diamentu.	**P**	**F**

Zadanie 5. (0–1)

W pewnych warunkach ciśnienia i temperatury w trzech reaktorach (I, II i III) ustalił się stan równowagi reakcji zilustrowanych równaniami:

I $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$ $\Delta H^\circ = -184{,}6$ kJ

II $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$ $\Delta H^\circ = 53{,}0$ kJ

III $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ $\Delta H^\circ = -92{,}0$ kJ

Na podstawie: J. Sawicka i inni, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2004.

Napisz numer reaktora, w którym pod wpływem wzrostu ciśnienia (T = const) wzrosło stężenie równowagowe odpowiedniego wodorku, oraz numer reaktora, w którym pod wpływem wzrostu temperatury (p = const) wzrosło stężenie równowagowe odpowiedniego wodorku.

Wzrost ciśnienia skutkuje wzrostem stężenia równowagowego wodorku w reaktorze ……. .

Wzrost temperatury skutkuje wzrostem stężenia równowagowego wodorku w reaktorze …... .

Zadanie 6.

W poniższej tabeli zestawiono wybrane właściwości litowców i berylowców.

Właściwość	Nazwa pierwiastka					
	lit	beryl	sód	magnez	potas	wapń
promień kationu*, pm	76	45	102	72	138	100
promień atomu, pm	134	125	154	145	196	174
pierwsza energia jonizacji, $kJ \cdot mol^{-1}$	520	899	496	738	419	590
temperatura topnienia, K	454	1560	371	923	336	1115

* W tabeli podano promień kationów M^+ – dla litowców oraz M^{2+} – dla berylowców.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004.

Zadanie 6.1. (0–1)

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

1. Dla pierwiastków danego okresu stosunek promienia jonowego do promienia atomowego litowca jest (większy / mniejszy) niż stosunek promienia jonowego do promienia atomowego berylowca.
2. W każdym okresie temperatury topnienia berylowców są (wyższe / niższe) niż temperatury topnienia litowców, czego przyczyną jest silniejsze wiązanie metaliczne występujące między atomami (berylowców / litowców).

Zadanie 6.2. (0–1)

Pierwsza energia jonizacji to minimalna energia potrzebna do oderwania jednego elektronu od atomu pierwiastka w stanie gazowym, czego skutkiem jest powstanie kationu. Molowa energia jonizacji – wyrażona w $kJ \cdot mol^{-1}$ – jest równa energii jonizacji 1 mola atomów.

Sformułuj zależność między wartością pierwszej energii jonizacji a liczbą atomową berylowca. Wyjaśnij, dlaczego pierwsza energia jonizacji litowca jest niższa niż pierwsza energia jonizacji berylowca leżącego w tym samym okresie układu okresowego.

Zależność między pierwszą energią jonizacji a liczbą atomową berylowca: .....

..... .

Pierwsza energia jonizacji litowca jest niższa niż pierwsza energia jonizacji berylowca, leżącego w tym samym okresie układu okresowego pierwiastków, ponieważ .....

..... .

Zadanie 7. (0–1)

Jodowodór HI, metan CH_4 i siarkowodór H_2S mają budowę kowalencyjną. Wszystkie te wodorki w warunkach normalnych są gazami.

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

1.	Różnica elektroujemności – w skali Paulinga – między atomem wodoru a atomem niemetalu w tych wodorkach jest różna.	**P**	**F**
2.	Wszystkie wymienione wodorki bardzo dobrze rozpuszczają się w wodzie.	**P**	**F**
3.	Spośród wymienionych wodorków największą zdolność do odszczepiania protonu w roztworze wodnym wykazuje jodowodór.	**P**	**F**

Zadanie 8. (0–1)

W zamkniętym reaktorze znajdowały się dwa gazy: wodór oraz fluor. Po zakończeniu reakcji zbiornik zawierał tylko fluorowodór, którego masa była równa 0,4 g.

Napisz, w jakim stosunku objętościowym zmieszano wodór z fluorem w reaktorze, oraz określ, ile gramów wodoru i ile gramów fluoru wprowadzono do reaktora.

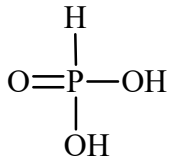
Stosunek objętości substratów $V_{\text{wodoru}} : V_{\text{fluoru}} =$ .....

Masa wodoru wprowadzonego do reaktora $m_{\text{wodoru}} =$ .....

Masa fluoru wprowadzonego do reaktora $m_{\text{fluoru}} =$ .....

Zadanie 9. (0–1)

Kwas fosfonowy o wzorze sumarycznym H_3PO_3 jest kwasem dwuprotonowym, którego wzór można zapisać jako H_2PHO_3. Struktura cząsteczki tego kwasu jest następująca:



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

Napisz równanie reakcji ostatniego etapu dysocjacji kwasu H_2PHO_3 w wodzie w ujęciu teorii Brønsteda. Określ, jaką funkcję – kwasu czy zasady Brønsteda – pełni w tej reakcji woda.

Równanie reakcji: .....

Funkcja wody: .....

Zadanie 10. (0–2)

Produkcja krzemu w skali przemysłowej polega na redukcji tlenku krzemu(IV) węglem w piecu elektrycznym w temperaturze około 2300 K. Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:

$$SiO_2 + 2C \xrightarrow{2300\ K} Si + 2CO$$

Oblicz, ile kilogramów czystego krzemu można otrzymać z 1 tony piasku kwarcowego zawierającego 85% masowych tlenku krzemu(IV), jeżeli wydajność procesu jest równa 70%. Przyjmij, że pozostałe składniki piasku nie zawierają krzemu.

Obliczenia:

Informacja do zadań 11.–13.

Sporządzono wodne roztwory siarczanu(IV) potasu i siarczanu(VI) potasu o takim samym stężeniu molowym. Jeden z tych roztworów przelano do trzech probówek oznaczonych numerem I, a drugi – do trzech probówek oznaczonych numerem II. Zadaniem uczniów było zidentyfikowanie przygotowanych roztworów. Trzech uczniów poprawnie zaprojektowało i wykonało doświadczenie, którego opis i wyniki przedstawiono w tabeli.

	Opis doświadczenia	Obserwacje
uczeń 1.	Do probówki I i II dodałem kwas solny.	W probówce I nie zaobserwowałem zmian. W probówce II wydzielał się gaz o ostrym zapachu.
uczeń 2.	Do probówki I i II dodałem kilka kropli wodnego roztworu manganianu(VII) potasu.	W probówce I roztwór przyjął fioletowe zabarwienie. W probówce II powstał brunatny osad.
uczeń 3.	Do probówki I i II dodałem alkoholowy roztwór fenoloftaleiny.	W probówce I nie zaobserwowałem zmian. W probówce II roztwór zabarwił się na malinowo.

Zadanie 11.1. (0–1)

Uzupełnij opis procesu sformułowany przez ucznia 2. Wybierz i zaznacz jedno właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Manganian(VII) potasu (utlenia / redukuje) jony obecne w roztworze w probówce (I / II).

Jednym z produktów tej reakcji jest (tlenek manganu(II) / tlenek manganu(IV)).

Zadanie 11.2. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i zaznacz jedno właściwe określenie spośród podanych w nawiasie.

W celu oddzielenia trudno rozpuszczalnego produktu reakcji od pozostałych składników mieszaniny, która powstała w probówce II ucznia 2., należałoby zastosować (destylację / odparowanie / sączenie).

Zadanie 12. (0–1)

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania reakcji redukcji i utleniania zachodzących w probówce II podczas procesu opisanego przez ucznia 2.

Równanie reakcji redukcji:

.....

Równanie reakcji utleniania:

.....

Zadanie 13. (0–1)

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równania reakcji (z udziałem jonów SO_3^{2-}), które były podstawą identyfikacji siarczanu(IV) potasu przez uczniów 1. i 3.

Uczeń 1. .....

Uczeń 3. .....

Informacja do zadań 14.–15.

Węglan sodu występuje w postaci soli bezwodnej oraz w postaci hydratu zawierającego 63% masowych wody. Obie formy rozpuszczają się w wodzie. Uwodniony węglan sodu tworzy bezbarwne kryształy, które podczas ogrzewania uwalniają wodę krystalizacyjną i rozpuszczają się w niej.

Rozpuszczalność węglanu sodu (w przeliczeniu na sól bezwodną) w temperaturze 40 °C jest równa 48,8 g na 100 g wody.

Na podstawie: J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2015.

Zadanie 14.1. (0–1)

Wykonaj obliczenia i ustal wzór opisanego hydratu węglanu sodu.

Obliczenia:	
Wzór hydratu:	

Zadanie 14.2. (0–1)

Na podstawie obliczeń rozstrzygnij, czy węglan sodu zawarty w opisanym hydracie całkowicie rozpuści się w wodzie krystalizacyjnej w temperaturze 40 °C.

Obliczenia:	
Rozstrzygnięcie:	Węglan sodu (rozpuści się / nie rozpuści się) całkowicie w uwolnionej wodzie krystalizacyjnej w temperaturze 40 °C.

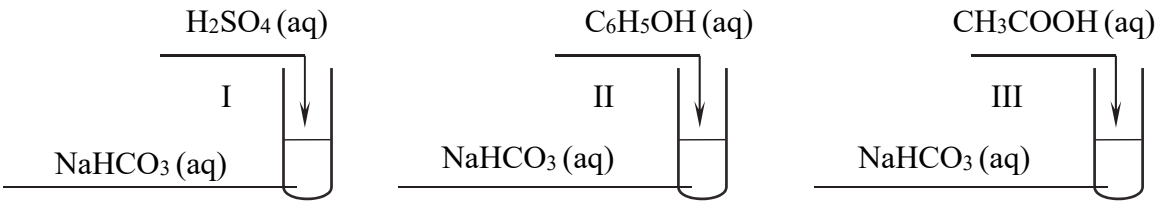
Zadanie 15. (0–1)

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

1.	W wodnym roztworze węglanu sodu znajdują się aniony, które mogą pełnić funkcję wyłącznie zasady Brønsteda.	**P**	**F**
2.	W wodnym roztworze węglanu sodu nie ma anionów, które mogą pełnić funkcję zarówno kwasu, jak i zasady Brønsteda.	**P**	**F**
3.	Hydrat węglanu sodu rozpuszcza się w wodzie, w wyniku czego tworzy roztwór o odczynie zasadowym.	**P**	**F**

Zadanie 16.

W celu porównania mocy kwasu siarkowego(VI), fenolu, kwasu etanowego i kwasu węglowego przeprowadzono doświadczenie zilustrowane poniższym schematem. Wszystkie użyte roztwory zostały świeżo przygotowane.



W probówkach I i III zaobserwowano wydzielanie się pęcherzyków gazu, a w probówce II – po zmieszaniu wodnych roztworów użytych do doświadczenia – nie przebiegła reakcja wodorowęglanu sodu z fenolem.

Zadanie 16.1. (0–1)

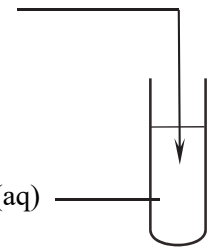
Sformułowane obserwacje i wnioski nie pozwalają na jednoznaczne określenie mocy badanych kwasów.

Jaką reakcję chemiczną należy dodatkowo przeprowadzić, aby możliwe było uszeregowanie wszystkich badanych kwasów od najsłabszego do najmocniejszego?

Uzupełnij schemat – wybierz i podkreśl wzór jednego odczynnika z zestawu I oraz wzór jednego odczynnika z zestawu II.

Zestaw I: H_2SO_4 (aq) / C_6H_5OH (aq) / CH_3COOH (aq) / CO_2 (g)

Zestaw II: Na_2SO_4(aq) / C_6H_5OK (aq) / CH_3COONa (aq) / Na_2CO_3 (aq)



Zadanie 16.2. (0–1)

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji zachodzącej podczas dodatkowego doświadczenia.

.....

Informacja do zadań 17.–18.

Rozpuszczalnikami amfiprotycznymi nazywa się rozpuszczalniki, których cząsteczki mogą zarówno odszczepiać, jak i przyłączać proton. Do rozpuszczalników amfiprotycznych należą m.in. woda, ciekłe alkohole oraz kwasy karboksylowe, ciekły amoniak i aminy.

W rozpuszczalnikach amfiprotycznych ustala się stan równowagi reakcji autoprotolizy, która dla wody zachodzi zgodnie z równaniem:

$$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$$

Reakcję autoprotolizy rozpuszczalnika opisuje stała równowagi nazywana iloczynem jonowym rozpuszczalnika, np. iloczyn jonowy wody wyraża się równaniem:

$$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

Zadanie 17. (0–2)

Iloczyn jonowy wody w temperaturze 80 ºC ma wartość $K_w = 25 \cdot 10^{-14}$.

Na podstawie: W. Ufnalski, *Równowagi jonowe*, Warszawa 2004.

Oblicz pH wody w temperaturze 80 ºC. Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

Zadanie 18. (0–1)

Poniżej zestawiono wartości iloczynu jonowego trzech rozpuszczalników w temperaturze 25 ºC.

Rozpuszczalnik	Iloczyn jonowy rozpuszczalnika
kwas mrówkowy	$0,6 \cdot 10^{-6}$
metanol	$0,2 \cdot 10^{-16}$
woda	$1,0 \cdot 10^{-14}$

Na podstawie: J.J. Fiałkow, A.N. Żytomirski, J.A. Tarasenko, *Chemia fizyczna roztworów niewodnych*, Warszawa 1983.

Uszereguj wymienione rozpuszczalniki według <u>wzrastającego</u> stopnia ich autoprotolizy w temperaturze 25 ºC. Napisz nazwy tych rozpuszczalników.

.....

Zadanie 19. (0–1)

Iloczyn jonowy wody w temperaturze 25 ºC ma wartość $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$.

W temperaturze 25 ºC przygotowano roztwór, w którym stężenie jonów oksoniowych (H_3O^+) jest sto razy mniejsze od stężenia jonów wodorotlenkowych (OH^-).

Wpisz w tabeli wartość pH oraz wartości stężeń jonów oksoniowych i jonów wodorotlenkowych.

pH	$[H_3O^+]$, mol·dm^{-3}	$[OH^-]$, mol·dm^{-3}

Zadanie 20. (0–2)

Mieszaninę azotanu(V) wapnia $Ca(NO_3)_2$ i chlorku baru $BaCl_2$ o masie 10 g rozpuszczono całkowicie w wodzie, w wyniku czego otrzymano 100 cm^3 roztworu. W celu ustalenia składu mieszaniny soli pobrano 20 cm^3 otrzymanego roztworu, a następnie przeprowadzono reakcję:

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$$

Na wytrącenie jonów chlorkowych zawartych w 20 cm^3 roztworu zużyto 40 cm^3 wodnego roztworu azotanu(V) srebra $AgNO_3$ o stężeniu 0,3 mol·dm^{-3}.

Oblicz w procentach masowych zawartość azotanu(V) wapnia i chlorku baru w opisanej mieszaninie.

Obliczenia:

Informacja do zadań 21.–23.

Jon kompleksowy składa się z atomu centralnego i ligandów. Funkcję atomu centralnego spełniają najczęściej kationy metali. Ligandami są drobiny chemiczne, które łączą się z atomem (jonem) centralnym wiązaniem koordynacyjnym za pomocą wolnej pary elektronowej atomu donorowego wchodzącego w skład ligandu. Ligandami mogą być cząsteczki obojętne, np. H_2O, NH_3, lub aniony, np. Cl^-, OH^-.

Powstawanie kompleksu jonu metalu M z ligandami L można opisać sumarycznym równaniem:

$$M + nL \rightleftharpoons ML_n$$

Indeks *n* oznacza liczbę ligandów, z którymi łączy się jon metalu.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2001 oraz M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, *Wstęp do chemii koordynacyjnej*, Warszawa 2010.

Zadanie 21. (0–1)

Jony kadmu(II) tworzą z anionami jodkowymi jon kompleksowy, w którym przyjmują liczbę koordynacyjną $n = 4$.

W przedstawionej poniżej konfiguracji elektronowej atomu kadmu w stanie podstawowym podkreśl fragment, który nie występuje w jonie kadmu(II), oraz napisz wzór kompleksu jonów kadmu(II) z anionami jodkowymi.

$$_{48}\mathrm{Cd} \quad 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^{10}\ 5s^2$$

Wzór kompleksu jonów kadmu(II) z anionami jodkowymi: .....

Zadanie 22. (0–2)

Jony etylenodiaminotetraoctanowe (EDTA) są jednym z najpopularniejszych czynników kompleksujących. Te jony – umownie oznaczone wzorem Y^{4-} – tworzą kompleks z jonami magnezu zgodnie z równaniem:

$$Mg^{2+} + Y^{4-} \rightleftarrows MgY^{2-}$$

Równowagę reakcji kompleksowania opisuje stała trwałości tego kompleksu β, która wyraża się równaniem:

$$\beta = \frac{[MgY^{2-}]}{[Mg^{2+}]\cdot[Y^{4-}]}$$

W temperaturze 25 °C stała trwałości tej reakcji jest równa $5\cdot10^8$.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2001.

Zmieszano wodny roztwór zawierający jony magnezu Mg^{2+} z wodnym roztworem ligandu Otrzymano 1 dm^3 roztworu, w którym po ustaleniu się stanu równowagi w temperaturze 25 °C stężenie jonów MgY^{2-} było równe $1{,}00\cdot10^{-1}$ mol·dm^{-3}, a stężenie jonów Y^{4-} wyniosło $0{,}05\cdot10^{-1}$ mol·dm^{-3}.

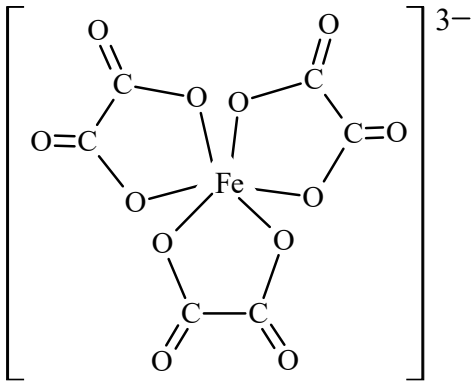
Oblicz stężenie jonów Mg^{2+} w otrzymanym roztworze (w temperaturze 25 °C) i rozstrzygnij, czy prawdziwe jest twierdzenie, że praktycznie wszystkie jony Mg^{2+} użyte do sporządzenia roztworu występują w postaci kompleksu MgY^{2-}.

Obliczenia:

Rozstrzygnięcie:

Zadanie 23. (0–1)

Poniżej przedstawiono wzór jonu kompleksowego, w którym ligandami są aniony szczawianowe pochodzące od kwasu szczawiowego (etanodiowego) HOOC–COOH.



Uzupełnij tabelę – wpisz wzór jonu centralnego oraz wzór półstrukturalny (grupowy) jonu, który jest ligandem.

Wzór jonu centralnego	Wzór ligandu

Zadanie 24. (0–1)

Liczba oktanowa LO określa odporność benzyny na spalanie detonacyjne, powodujące „stukanie" silnika spalinowego. Informuje ona, jaka zawartość procentowa (% objętościowy) 2,2,4-trimetylopentanu (izooktanu, LO = 100) w mieszaninie z heptanem (LO = 0) daje identyczną odporność na stukanie, jak dane paliwo. Liczba oktanowa rośnie, począwszy od alkanów o prostych łańcuchach węglowych, przez alkeny, cykloalkany, alkany o rozgałęzionych łańcuchach węglowych, aż do węglowodorów aromatycznych.

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007.

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

Benzynę można uzyskać w procesie krakingu frakcji ropy naftowej zawierających węglowodory o (wysokich / niskich) masach cząsteczkowych. Niską liczbę oktanową mają benzyny zawierające głównie cząsteczki o (rozgałęzionych / nierozgałęzionych) łańcuchach. Im większa zawartość cząsteczek cyklicznych, tym (wyższa / niższa) liczba oktanowa benzyny.

Zadanie 25.

Izomeryczne alkany o wzorze C_5H_{12}, zależnie od budowy, mogą tworzyć jeden lub kilka produktów reakcji monobromowania.

Zadanie 25.1. (0–1)

Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) i podaj nazwę systematyczną tego izomeru o wzorze C_5H_{12}, który w reakcji z bromem w obecności światła tworzy tylko jedną monobromopochodną.

.....

Nazwa systematyczna: .....

Zadanie 25.2. (0–1)

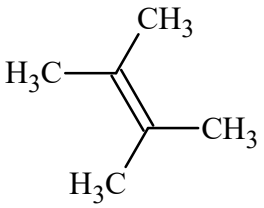
Napisz równanie reakcji monobromowania izomeru o wzorze C_5H_{12}, w którym podstawieniu ulega atom wodoru przy III-rzędowym atomie węgla. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....

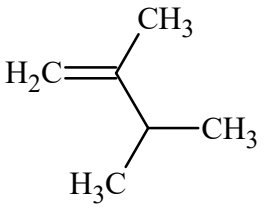
Zadanie 26.

Poniżej przedstawiono uproszczone wzory trzech alkenów i jednego węglowodoru cyklicznego alifatycznego (cykloalkanu). W cząsteczkach węglowodorów cyklicznych szkielet węglowy tworzy pierścienie.

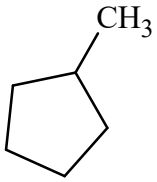
I



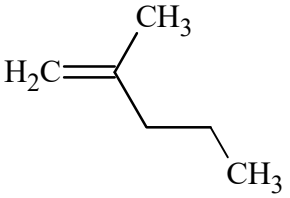
II



III



IV



Zadanie 26.1. (0–1)

Wybierz wszystkie związki, które są <u>izomerami</u> 2,3-dimetylobut-1-enu. Napisz numery, którymi oznaczono ich wzory.

.....

Zadanie 26.2. (0–1)

Napisz równanie reakcji addycji bromowodoru do związku IV zachodzącej zgodnie z regułą Markownikowa. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....

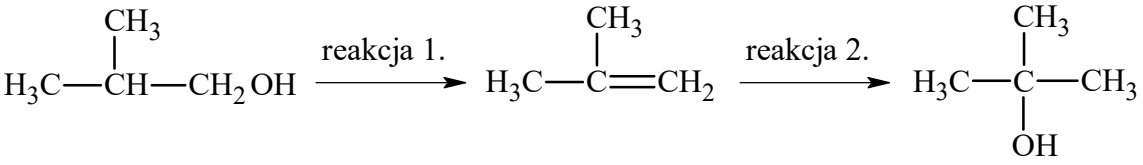
Zadanie 26.3. (0–1)

Podaj nazwę systematyczną związku I.

.....

Zadanie 27. (0–1)

Poniżej przedstawiono schemat przemian wybranych związków organicznych:



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

1.	Organiczny substrat reakcji 1. jest alkoholem I-rzędowym, a organiczny produkt reakcji 2. jest alkoholem II-rzędowym.	**P**	**F**
2.	Reakcja 1. jest reakcją eliminacji i zachodzi m.in. podczas przepuszczania par alkoholu nad tlenkiem glinu Al_2O_3 w podwyższonej temperaturze.	**P**	**F**
3.	Reakcja 2. jest reakcją addycji elektrofilowej. Zachodzi ona w środowisku wodnym o odczynie kwasowym.	**P**	**F**

Zadanie 28. (0–1)

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

Nitrowanie toluenu jest przykładem reakcji (substytucji / addycji / eliminacji) i przebiega według mechanizmu (rodnikowego / elektrofilowego / nukleofilowego). W reakcji stężonego kwasu azotowego(V) ze stężonym kwasem siarkowym(VI) powstaje (rodnik nitroniowy / anion nitroniowy / kation nitroniowy).

Zadanie 29. (0–1)

Kontrolowane utlenianie alkanów jest stosowane w przemyśle do wytwarzania kwasów tłuszczowych. W odpowiednich warunkach ta reakcja przebiega selektywnie w taki sposób, że utleniona zostaje tylko jedna ze skrajnych grup metylowych.

Na podstawie: P. Mastalerz, *Chemia organiczna*, Warszawa 1984.

Napisz <u>wzór sumaryczny</u> alkanu, który może zostać użyty do otrzymania kwasu stearynowego (oktadekanowego) opisaną metodą.

.....

Zadanie 30. (0–2)

W wyniku redukcji nitrobenzenu wodorem otrzymano aromatyczną aminę, która reaguje z kwasem solnym w stosunku molowym 1 : 1 (reakcja 1.) oraz z bromem w stosunku molowym 1 : 3 (reakcja 2.).

Napisz równania reakcji 1. i 2. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych.

Równanie reakcji 1.:

.....

Równanie reakcji 2.:

.....

Zadanie 31.

W tabeli podano temperatury wrzenia (pod ciśnieniem 1013 hPa) wybranych alkoholi i aldehydów.

Alkohol		t_w, °C	Aldehyd		t_w, °C
I	metanol	65	VI	metanal	–19
II	propan-1-ol	97	VII	propanal	48
III	pentan-1-ol	136	VIII	pentanal	102
IV	3-metylobutan-1-ol	131	IX	3-metylobutanal	90
V	2-metylobutan-1-ol	129	X	2-metylobutanal	91

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne,* Warszawa 2013 oraz *www.sigmaaldrich.com*

Zadanie 31.1. (0−1)

Wyjaśnij, dlaczego alkohole mają wyższe temperatury wrzenia niż aldehydy o takim samym szkielecie węglowym.

.....

.....

.....

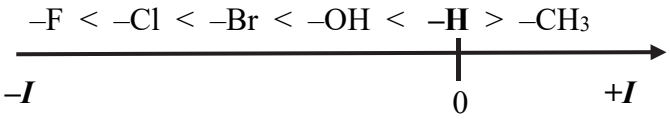
Zadanie 31.2. (0−1)

Spośród związków wymienionych w tabeli wybierz te, których cząsteczki są chiralne. Napisz numery, którymi je oznaczono.

.....

Zadanie 32. (0−2)

Na kwasowość i zasadowość związków organicznych mają wpływ podstawniki znajdujące się w cząsteczkach w sąsiedztwie grup funkcyjnych. Przykładem takiego wpływu jest efekt indukcyjny, czyli oddziaływanie podstawników polegające na przyciąganiu (*–I*) lub odpychaniu (*+I*) elektronów, co prowadzi do zmiany stopnia polaryzacji wiązań w cząsteczce. Ujemny efekt indukcyjny (*–I*) skutkuje wzrostem mocy kwasów i obniżeniem mocy zasad. Przeciwnie działa dodatni efekt indukcyjny (*+I*).
Na poniższym schemacie przedstawiono kierunek i wielkość efektu indukcyjnego wybranych podstawników względem wodoru.



Odpowiedz na poniższe pytania i uzasadnij odpowiedź. W uzasadnieniu porównaj wpływ podstawników na efekt indukcyjny.

1. Czy kwas 2-chloropropanowy jest mocniejszy niż kwas 2-hydroksypropanowy?

(TAK / NIE), ponieważ: .....

.....

.....

2. Czy 2-hydroksypropanoamina jest mocniejszą zasadą niż propanoamina?

(TAK / NIE), ponieważ: .....

.....

.....

Zadanie 33.

Ester E o masie molowej 178 $g \cdot mol^{-1}$ zawiera 74,16% masowych węgla. Ten związek otrzymano w reakcji nasyconego monohydroksylowego alkoholu A wykazującego czynność optyczną oraz monokarboksylowego aromatycznego kwasu B. Sól sodowa kwasu B jest stosowana jako konserwant.

Zadanie 33.1. (0–2)

Wykonaj odpowiednie obliczenia i ustal wzór półstrukturalny (grupowy) opisanego estru.

Obliczenia:

Wzór estru:

Zadanie 33.2. (0–1)

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie hydrolizy estru E przebiegającej w środowisku zasadowym.

.....

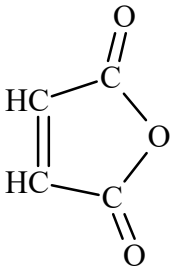
Zadanie 34. (0–1)

Parabeny – środki konserwujące powszechnie stosowane w kosmetykach – są estrami kwasu *para*-hydroksybenzoesowego (kwasu 4-hydroksybenzenokarboksylowego). Do parabenów należy 4-hydroksybenzoesan benzylu – ester kwasu 4-hydroksybenzenokarboksylowego i alkoholu benzylowego, czyli fenylometanolu.

Napisz wzór uproszczony 4-hydroksybenzoesanu benzylu.

Informacja do zadań 35.–36.

Kwas maleinowy to nazwa zwyczajowa kwasu *cis*-butenodiowego o wzorze HOOC–CH=CH–COOH. Kwas ten można otrzymać z benzenu. W wyniku katalitycznego utleniania tego węglowodoru powstaje bezwodnik maleinowy o wzorze:



Bezwodnik maleinowy w reakcji z wodą przekształca się w kwas maleinowy.

Zadanie 35.

Przemiany prowadzące od benzenu do kwasu maleinowego zilustrowano na schemacie:

$$\text{benzen} \xrightarrow{\text{reakcja 1.}} \text{bezwodnik maleinowy} \xrightarrow{\text{reakcja 2.}} \text{kwas maleinowy}$$

Reakcja 1.: W podwyższonej temperaturze i pod zwiększonym ciśnieniem w obecności katalizatora benzen utlenia się tlenem z powietrza. Produktami ubocznymi są tlenek węgla(IV) i woda.

Reakcja 2.: W temperaturze poniżej 160 ºC i pod normalnym ciśnieniem bezwodnik maleinowy reaguje z wodą, w wyniku czego jako główny produkt powstaje kwas maleinowy.

Na podstawie: E. Grzywa, J. Molenda, *Technologia podstawowych syntez organicznych*, Warszawa 2008.

Zadanie 35.1. (0–2)

Napisz równanie reakcji utleniania benzenu (reakcja 1.) i równanie reakcji prowadzącej do powstania kwasu maleinowego (reakcja 2.). Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

Równanie reakcji 1.:
Równanie reakcji 2.:

Zadanie 35.2. (0–1)

Kwas bursztynowy powstaje w wyniku addycji cząsteczki wodoru do wiązania podwójnego między atomami węgla w cząsteczce kwasu maleinowego.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu bursztynowego i podkreśl nazwę systematyczną tego kwasu.

Wzór: .....

Nazwa systematyczna: kwas (butanodiowy / butenodiowy / butanowy / etanodiowy)

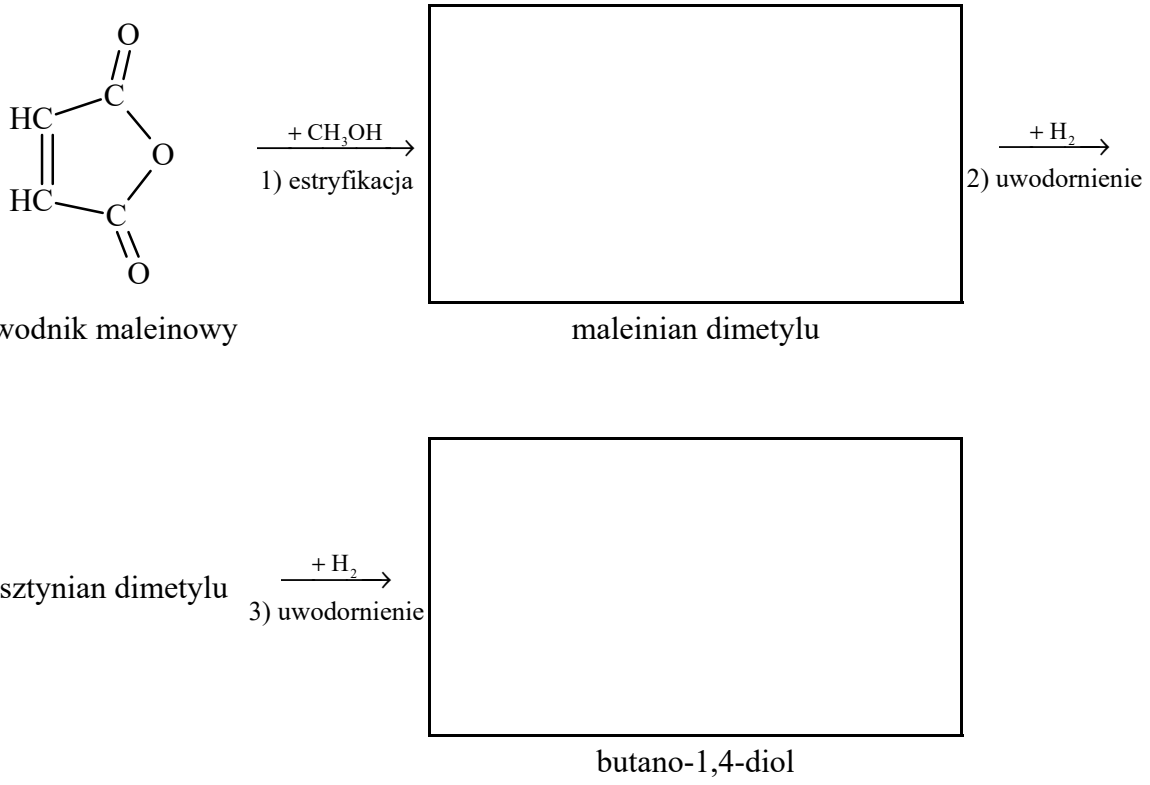
Zadanie 35.3. (0–1)

Bezwodnik maleinowy jest stosowany w produkcji butano-1,4-diolu. Proces technologiczny przebiega w trzech etapach:

1) estryfikacja bezwodnika maleinowego metanolem
2) katalityczne uwodornienie maleinianu dimetylu do bursztynianu dimetylu
3) katalityczne uwodornienie bursztynianu dimetylu do butano-1,4-diolu.

Na podstawie: E. Grzywa, J. Molenda, *Technologia podstawowych syntez organicznych*, Warszawa 2008.

Uzupełnij poniższy schemat opisanego procesu – wpisz wzory półstrukturalne (grupowe) maleinianu dimetylu oraz butano-1,4-diolu.



bezwodnik maleinowy

maleinian dimetylu

butano-1,4-diol

Zadanie 36.

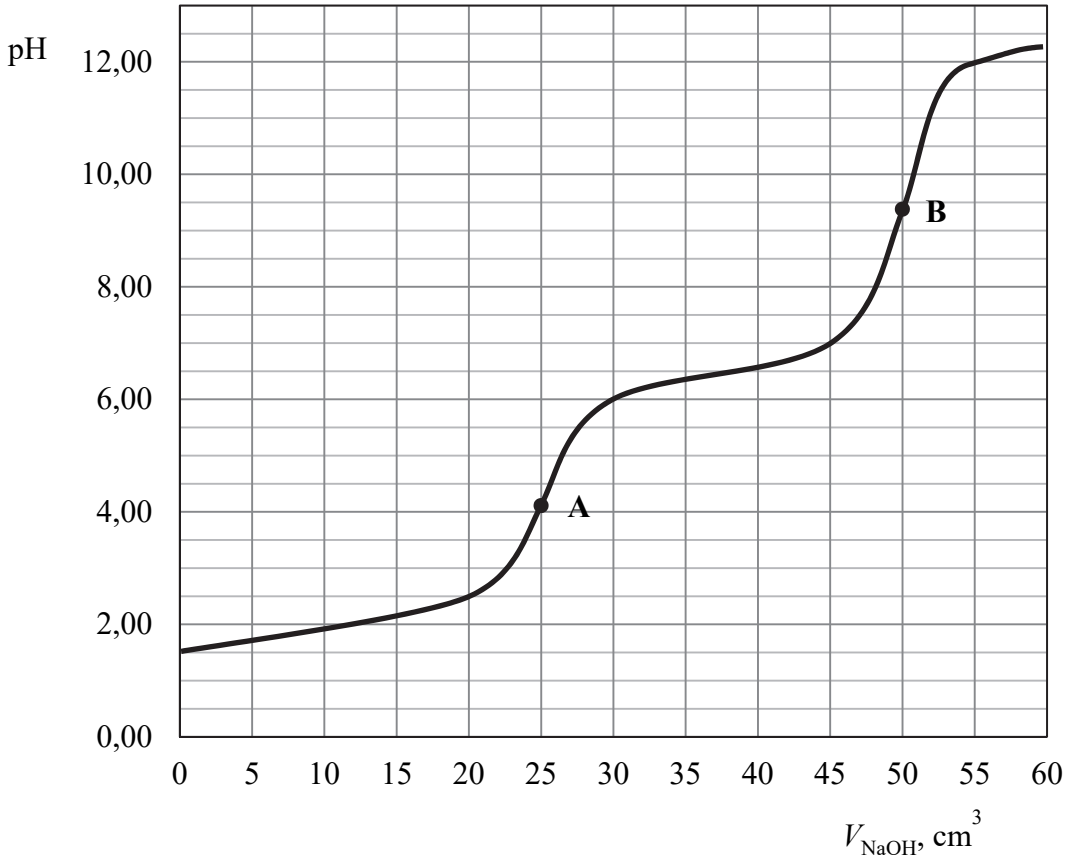
Kwasy wieloprotonowe ulegają reakcji zobojętniania stopniowo, np. *n*-protonowy kwas H_nR reaguje z NaOH zgodnie z poniższym schematem:

pierwszy etap zobojętnienia: $H_nR + NaOH \rightarrow NaH_{n-1}R + H_2O$

ostatni etap zobojętnienia: $Na_{n-1}HR + NaOH \rightarrow Na_nR + H_2O$

Z krzywej zależności pH od objętości dodanej zasady można wyznaczyć punkty równoważnikowe, które odpowiadają kolejnym etapom zobojętniania.

Przeprowadzono miareczkowanie, w którym do $25\ cm^3$ wodnego roztworu kwasu maleinowego o nieznanym stężeniu dodawano porcjami wodny rozwór wodorotlenku sodu o stężeniu $0{,}10\ mol \cdot dm^{-3}$. Podczas doświadczenia mierzono pH otrzymanego roztworu. Uzyskano krzywą miareczkowania, na której widoczne są dwa skoki pH – w pobliżu punktów A i B:



Na podstawie: D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, *Podstawy chemii analitycznej*, Warszawa 2006.

Zadanie 36.1. (0–1)

Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) jonów, które stanowią dominującą formę kwasu maleinowego w punkcie A oraz w punkcie B miareczkowania.

Jon dominujący w punkcie A:

.....

Jon dominujący w punkcie B:

.....

Zadanie 36.2. (0–1)

Określ początkowe stężenie molowe kwasu maleinowego w miareczkowanym roztworze.

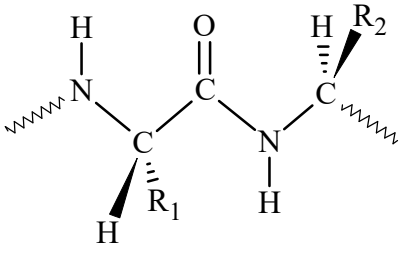
.....

.....

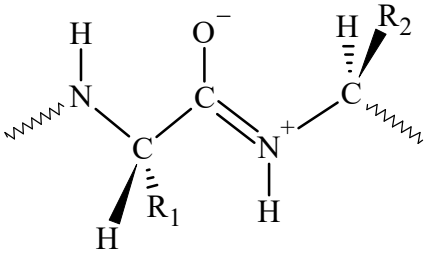
Zadanie 37. (0–1)

Badania wykazały, że atomy tworzące wiązanie peptydowe stanowią sztywny i płaski element strukturalny. Mała odległość między atomem węgla a atomem azotu, które tworzą to wiązanie, wskazuje, że w znacznym stopniu ma ono charakter wiązania podwójnego (około 50%). W rezultacie kąty między wiązaniami tworzonymi przez opisane atomy są zbliżone do 120º. Wiązanie peptydowe może być opisane jako stan pośredni między dwiema strukturami zilustrowanymi poniżej na przykładzie fragmentu łańcucha peptydowego (R_1 i R_2 oznaczają łańcuchy boczne aminokwasów):

struktura I



struktura II



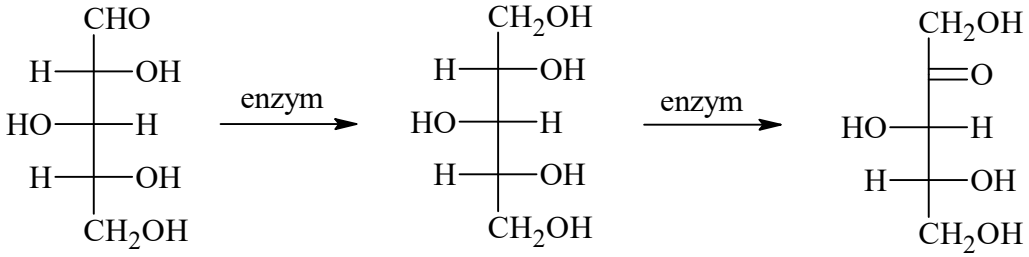
Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 2008, oraz L. Stryer, *Biochemia*, Warszawa 2003.

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

1.	W strukturze II atomowi węgla i atomowi azotu, które tworzą wiązanie peptydowe, przypisuje się hybrydyzację typu sp^2.	**P**	**F**
2.	Częściowo podwójny charakter wiązania peptydowego jest przyczyną ograniczenia swobodnego obrotu cząsteczki peptydu wokół osi tego wiązania.	**P**	**F**
3.	Struktura II jest możliwa, ponieważ para elektronowa azotu w wiązaniu peptydowym może być wykorzystana do utworzenia wiązania π z atomem węgla.	**P**	**F**

Informacja do zadań 38.–39.

Jednym z etapów produkcji bioetanolu z D-ksylozy w enzymatycznym procesie zachodzącym pod wpływem drożdży jest utworzenie ksylitolu, który następnie zostaje przekształcony w ksylulozę:



D-ksyloza ksylitol D-ksyluloza

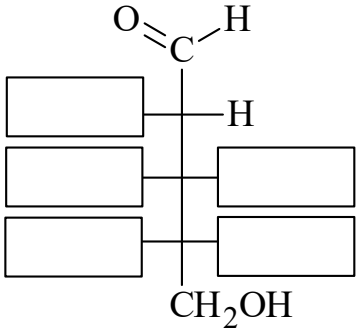
Na podstawie: W. Sybirny, A. Puchalski, A. Sybirny, *Biotechnologia*, 2004.

Oznaczenia „D” i „L” określają przynależność związków do odpowiednich szeregów konfiguracyjnych. We wzorach Fischera cząsteczek o konfiguracji „D” grupa hydroksylowa przy asymetrycznym atomie węgla o najwyższym lokancie jest położona po prawej stronie łańcucha węglowego. Cząsteczki tego samego związku o konfiguracji „D” i „L” są enancjomerami.

Zadanie 38. (0−1)

D-ryboza jest stereoizomerem D-ksylozy, od której różni się konfiguracją tylko przy jednym atomie węgla.

Uzupełnij schemat, tak aby otrzymać wzór <u>L–rybozy</u> w projekcji Fischera.



Zadanie 39. (0−1)

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

1.	Po dodaniu wodnego roztworu D-ksylozy do zalkalizowanej świeżo strąconej zawiesiny wodorotlenku miedzi(II) powstanie szafirowy roztwór, a po ogrzaniu zawartości probówki – ceglastoczerwony osad.	**P**	**F**
2.	Dodanie wodnego roztworu ksylitolu do świeżo strąconego wodorotlenku miedzi(II) skutkuje powstaniem roztworu barwy szafirowej, a po ogrzaniu zawartości probówki powstanie ceglastoczerwony osad.	**P**	**F**
3.	D-ksyluloza nie wykazuje właściwości redukujących po dodaniu do niej nadmiaru wodnego roztworu wodorotlenku sodu oraz roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) i ogrzaniu roztworu.	**P**	**F**

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*