

Miejsce  
na naklejkę  
z kodem szkoły

dysleksja

☐

# EGZAMIN MATURALNY Z CHEMII

## POZIOM ROZSZERZONY

**Czas pracy 150 minut**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 21 stron (zadania 1 – 36). 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 podlegają ocenie.
7. Możesz korzystać z karty wybranych tablic chemicznych, linijki oraz kalkulatora.
8. Wypełnij tę część karty odpowiedzi, którą koduje zdający. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

***Życzymy powodzenia!***

Za rozwiązanie  
wszystkich zadań  
można otrzymać  
łącznie  
**60 punktów.**

Wypełnia zdający przed  
rozpoczęciem pracy

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

PESEL ZDAJĄCEGO

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

KOD  
ZDAJĄCEGO

→ Informacja do zadań 1.-2.

Poniżej przedstawiono naturalny skład izotopowy wybranych pierwiastków:

| Pierwiastek | Skład izotopowy (w % atomowych)  |
|-------------|--|
| Cl          | 35 (75,76), 37 (24,24)   |
| C           | 12 (98,93), 13 (1,07), 14 <sup>a</sup> (śladowe ilości, rzędu 10 <sup>-10</sup> %) |
| N           | 14 (99,636), 15 (0,364)  |

a – promieniotwórczy izotop

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

**Zadanie 1. (2 pkt.)**

Zakładając, że cząsteczkowy chlor zachowuje się jak gaz doskonały, oblicz wykorzystując średnią masę atomową gęstość w g/cm<sup>3</sup> tego gazu w warunkach, w których stosunek ciśnienia wyrażonego w hektopaskalach [hPa] do wartości temperatury wyrażonej w skali bezwzględnej wynosi 4. Przyjmij, że stała gazowa R ma wartość 83,14 hPa·dm<sup>3</sup>·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>. Wynik zaokrąglij do trzeciego miejsca po przecinku.

Odpowiedź:

**Zadanie 2. (1 pkt.)**

Promieniotwórczy izotop węgla ulega pewnej samorzutnej przemianie tworząc trwały i naturalnie występujący izotop azotu, który w składzie izotopowym tego pierwiastka występuje w większej ilości.

**Zapisz równanie tej przemiany jądrowej i zaznacz, do jakiego procesu jądrowego należy ta przemiana.**

Rodzaj zachodzącej przemiany jądrowej:

rozpad alfa

rozpad beta minus

rozpad beta plus

wychwyt K

**Zadanie 3. (2 pkt.)**

Pewne pierwiastki X, Y tworzą jony o takiej samej konfiguracji, odpowiadającej konfiguracji gazu szlachetnego. O pierwiastkach tych wiadomo jeszcze, że:

- w jądrze pierwiastka X znajduje się 35 protonów
- cząsteczka elektrycznie obojętna pierwiastka Y ma jeden elektron walencyjny.

**a) Określ i wyjaśnij, który jon – pierwiastka X, czy pierwiastka Y – będzie charakteryzował się większym promieniem jonowy.**

Więszym promieniem jonowym będzie charakteryzował się jon pierwiastka .....,  
ponieważ .....  
.....

**b) Uzupełnij tekst dotyczący jonu pierwiastka X.**

Ładunek jonu pierwiastka X wynosi ..... . Zdolność atomu X do ( **przyłączenia / oddania** )  
elektronu, co w konsekwencji skutkuje powstaniem opisanego jonu tego pierwiastka, wiąże się  
z wielkością określaną jako ( **powinowactwo elektronowe / energią jonizacji** ).

**Zadanie 4. (1 pkt.)**

W celu zobrazowania struktury tlenku węgla(II) można posłużyć się schematem struktury elektronowej cząsteczki azotu. Przyjmuje się, że w atomie węgla opisywanej cząsteczki mamy do czynienia z hybrydyzacją digonalną. Z dwóch orbitali zhybrydowanych jeden skierowany jest na zewnątrz cząsteczki, drugi natomiast pokrywa się z orbitalem  $p_x$  atomu tlenu, co prowadzi do utworzenia się orbitalu  $\sigma$ . Równocześnie orbitale  $p_y$  i  $p_z$  atomu węgla tworzą orbitale  $\Pi$  z orbitalami  $p_y$  i  $p_z$  pochodzącymi z atomu tlenu.

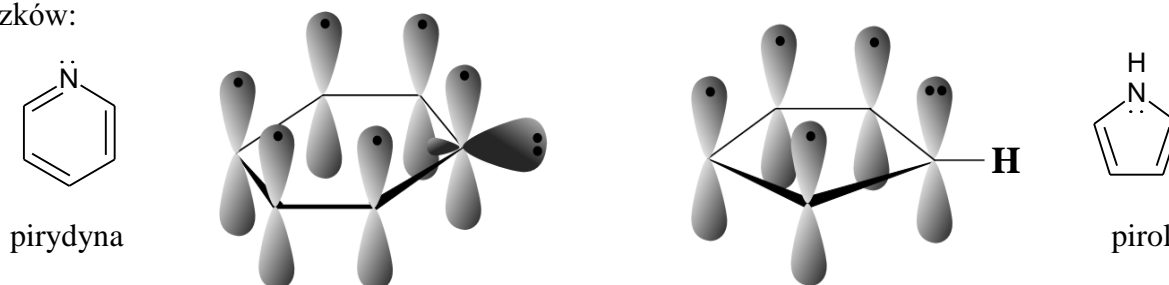
**Oceń prawdziwość poniższych zdań i uzupełnij tabelę. Wpisz literę P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub literę F, jeśli jest fałszywe.**

| Zdanie: |  | P/F |
|---------|--|-----|
| 1       | Atom węgla w cząsteczce tlenku węgla(II) ulega hybrydyzacji sp.  |     |
| 2       | W cząsteczce tlenku węgla(II) występują dwa wiązania o charakterze kowalencyjnym spolaryzowanym - jedno wiązanie $\sigma$ i jedno wiązanie $\Pi$ . |     |
| 3       | Cząsteczka tlenku węgla(II) jest izoelektronowa z cząsteczką azotu.  |     |

→ Informacja do zadań 5.-7.

Pirydyna i pirol są przykładami związków heterocyklicznych (heterocykli), czyli takich, które w pierścieniu mają jeden lub więcej atomów innych niż atomy węgla. Pirydyna swoją strukturą elektronową przypomina benzen. Zarówno w pirydynie, jak i w pirolu sumaryczna liczba elektronów  $\Pi$  na orbitalach  $p$  wynosi 6. W obu związkach każdy z atomów ma niezhybrydyzowany orbital  $p$  prostopadły do płaszczyzny pierścienia i każdy z nich wnosi do wspólnego użytkowania jeden elektron  $\Pi$ . W pirydynie atom azotu także ma jeden niezhybrydyzowany orbital  $p$  z jednym elektronem, a wolna para zajmuje jeden ze zhybrydyzowanych orbitali  $sp^2$  i znajduje się w płaszczyźnie pierścienia, a więc jest prostopadła do orbitali  $p$  z elektronami  $\Pi$ . Podobnie w pirolu, atom azotu ma wolną parę elektronową zajmującą niezhybrydyzowany orbital  $p$ .

Schematyczny obraz orbitali atomów węgla i azotu w cząsteczce pirydyny i pirolu oraz wzory tych związków:



Na podstawie: J. McMurry: *Chemia organiczna*, Warszawa 2000

**Zadanie 5. (1 pkt.)**

Określ hybrydyzację jakiej ulegają atomy węgla oraz atomy azotu cząsteczce pirolu i pirydyny. W tym celu uzupełnij tabelę wpisując:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ .

| Związek      | Pirydyna |        | Pirol |        |
|--------------|----------|--------|-------|--------|
| Atom         | Azot     | Węgiel | Azot  | Węgiel |
| Hybrydyzacja |          |        |       |        |

**Zadanie 6. (1 pkt.)**

Płaski, cykliczny układ wiązań, w którym występuje w całym pierścieniu sprzężenie elektronów  $\Pi$  z orbitali  $p$ , spełniających regułę Hückla, nazywany jest związkiem aromatycznym. Reguła Hückla głosi, że liczba elektronów zlokalizowanych w wiązaniach  $\Pi$  wynosi  $4n+2$ , gdzie  $n$  jest liczbą naturalną (1, 2, 3, 4, 5 ...).

Określ, czy przedstawione związki są aromatyczne. W tym celu postaw obok nazwy związku znak +, jeśli jest aromatyczny lub znak –, jeśli nie jest aromatyczny.

pirol .....

pirydyna .....

**Zadanie 7. (1 pkt.)**

Który związek – pirol, czy pirydyna – będzie charakteryzował się lepszymi właściwościami zasadowymi zgodnymi z teorią Lewisa?

.....

→ **Informacja do zadań 8.-10.**

Przeprowadzono kilkuetapowe doświadczenie, którego opis przedstawiony jest poniżej:

**Etap 1:** Do probówki zawierającej stężony kwas azotowy(V) wprowadzono miedzianą monetę. W procesie tym powstał niebieski roztwór i wydzielił się brunatny gaz, który zebrano do szklanego cylindra zaopatrzonego w gumowy korek. Zachodzącemu procesowi towarzyszyło wydzielanie się dużej ilości ciepła.

**Etap 2:** Po ochłodzeniu niebieskiego roztworu, dodano pewną ilość roztworu wodorotlenku potasu. Zaobserwowano wydzielenie się niebieskiego, galaretowatego osadu, który podzielono na dwie części i poddano dalszym analizom.

**Etap 3:** Pierwszą część osadu podgrzano w parownicze. Zaobserwowano zmianę barwy osadu z niebieskiej na czarną.

**Etap 4:** Drugą część osadu wprowadzono do probówki i dodano roztwór wody amoniakalnej. Efektem tego procesu było powstanie szafirowego, klarownego roztworu.

**Etap 5:** Wprowadzono do łaźni lodowej cylinder z gazem zebrany w etapie I. Zaobserwowano, że gaz stał się bezbarwny w pobliżu lodu, a w górnej części naczynia znacznie zbladł.

**Zadanie 8. (2 pkt.)**

Zapisz równania reakcji w formie ionowej skróconej procesów zachodzących w etapie 2 i 4, wiedząc, że w etapie 4 powstaje związek koordynacyjny, w którym centrum koordynacji łączy się z czterema ligandami.

Etap 2: .....

Etap 4: .....

**Zadanie 9. (1 pkt.)**

Niektóre z przedstawionych etapów wymagały dostarczenia odpowiedniej ilości energii lub same wydzyalały energię w postaci ciepła.

**Uzupełnij przedstawione zdania dotyczące termodynamiki procesów chemicznych.**

Reakcja egzoenergetyczna, w której zachodzi wymiana ciepła z otoczeniem określana jest mianem reakcji egzotermicznych. Proces ten wiąże się z ( **wydzielaniem z układu do otoczenia** / **dostarczaniem do układu z otoczenia** ) odpowiedniej ilości ciepła. W procesach egzotermicznych entalpia reakcji ( $\Delta H$ ) jest zawsze ( **ujemna** / **dodatnia** ), a energia aktywacji jest ( **większa** / **mniejsza** ) niż w procesach endotermicznych. Reakcjami egzotermicznymi są reakcje przedstawione w: ( **etapie 1** / **etapie 3** / **etapie 5** ).

**Zadanie 10. (4 pkt.)**

Brunatnym gazem, który powstał w etapie I jest pewien tlenek azotu wykazujący charakter kwasowy. Związek ten w temperaturze poniżej 147 °C ulega dimeryzacji tworząc bezbarwny związek. Spadek temperatury powoduje przesunięcie się stanu równowagi w stronę dimeru. W temperaturze 27 °C objęściowe stężenie monomeru wynosi 20%, a w temperaturze -9 °C stężenie tego związku jest znikome.

- a) Zapisz wzór elektronowy opisywanego monomeru wiedząc, że w cząsteczce każdy atom osiąga oktet elektronowy. Zastosuj odpowiednie oznaczenia wiązań. Na podstawie narysowanego wzoru wyjaśnij, skąd wynika łatwość procesu dimeryzacji, której ulega ten związek.

wzór elektronowy:

Wyjaśnienie:.....

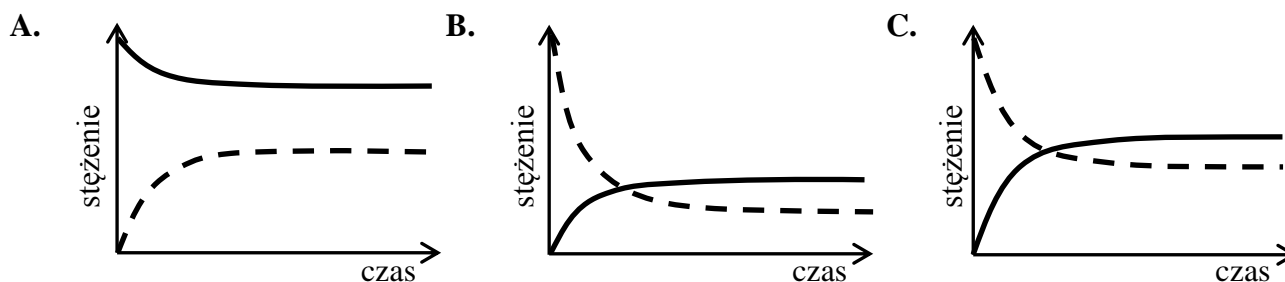
- b) Określ, w którą stronę przesunie się stan równowagi reakcji dimeryzacji opisanego tlenku. W tym celu uzupełnij tabelkę podkreślając odpowiednie określenie.

| Wprowadzona zmiana do układu reakcyjnego | podwyższenie temperatury   | podwyższanie ciśnienia   | usunięcie monomerycznego tlenu   |
|--|--|--|--|
| Stan równowagi                           | <div>przesunie się w lewo</div> <div>przesunie się w prawo</div> <div>nie zmieni się</div> | <div>przesunie się w lewo</div> <div>przesunie się w prawo</div> <div>nie zmieni się</div> | <div>przesunie się w lewo</div> <div>przesunie się w prawo</div> <div>nie zmieni się</div> |

- c) Wskaż wykres, który poprawnie ilustruje zmianę stężeń monomeru i dimeru od czasu dla temperatury 27 °C, przy założeniu, że stężenie początkowe monomeru wynosi 100%.

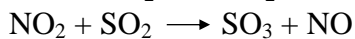
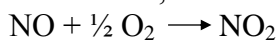
————— oznacza zmianę stężenia dimeru

- - - - - oznacza zmianę stężenia monomeru



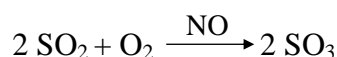
→ Informacja do zadań 11.-12.

Tlenek siarki(VI) można otrzymać z tlenku siarki(IV), utleniając go w obecności tlenku azotu(II), jako katalizatora, co ilustrują poniższe równania reakcji:



**Zadanie 11. (2 pkt.)**

Tlenek azotu(II) pełni rolę katalizatora w procesie utleniania tlenku siarki(IV), dlatego sumarycznie równanie reakcji można zapisać następująco:



Równanie kinetyczne reakcji sumarycznej ma postać:  $v = k \cdot [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$ .

**a) Wybierz i wyjaśnij, do jakiego typu kataliz należy ten proces – heterogenicznej, czy homogenicznej.**

Proces utleniania tlenku siarki(IV) do tlenku siarki(VI), w którym rolę katalizatora odgrywa tlenek azotu(II) jest przykładem katalizy ....., ponieważ

.....  
.....

**b) Określ na podstawie równania kinetycznego, którego rzędu jest opisana reakcja?**

Rząd opisanej reakcji wynosi .....

**Zadanie 12. (1 pkt.)**

Wraz ze wzrostem temperatury reakcji, opisanej w informacji do zadania, maleje wartość stałej równowagi tej reakcji.

**Uzupełnij poniższe zdania określając do jakiego typu procesów, ze względu na efekt energetyczny, należy przedstawiona reakcja oraz jak na wydajność procesu wpłynie zwiększenie wartości temperatury.**

Reakcja ta jest reakcją .....

Zwiększenie wartości temperatury reakcji przyczynia się do ( **wzrostu / spadku** ) wydajności reakcji.

→ Informacja do zadań 13.-14.

Kwas podfosforawy (fosfinowy),  $\text{H}_3\text{PO}_2$ , jest białym krystalicznym ciałem, bardzo dobrze rozpuszczalnym w wodzie. Dwa spośród trzech atomów wodoru obecnych w cząsteczce związane są bezpośrednio z atomem fosforu, jeden związany jest za pośrednictwem atomu tlenu. Kwas ten otrzymuje się zadając podfosforyn baru – sól kwasu podfosforawego – stechiometryczną ilością kwasu siarkowego(VI). Stała dysocjacji tego kwasu wynosi  $5,01 \cdot 10^{-2}$ .

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

**Zadanie 13. (1 pkt.)**

**Zapisz, w sposób cząsteczkowy, równanie reakcji otrzymywania kwasu podfosforawego zgodnie z opisaną wyżej metodą.**

.....

**Zadanie 14. (1 pkt.)**

**Oceń prawdziwość poniższych zdań i uzupełnij tabelę. Wpisz literę P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub literę F, jeśli jest fałszywe.**

| Zdanie: |  | P/F |
|---------|--|-----|
| 1       | Atom fosforu w cząsteczce kwasu podfosforawego przyjmuje +I stopień utleniania   |     |
| 2       | Kwas podfosforawy jest kwasem jednoprotanowym.   |     |
| 3       | Kwas podfosforawy jest mocniejszym kwasem od fosforawego ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ), którego $K_a = 3,16 \cdot 10^{-2}$ |     |

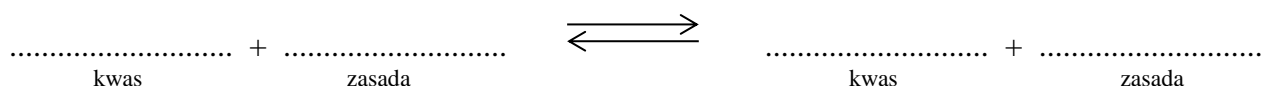
**Zadanie 15. (1 pkt.)**

Istnieje wiele innych niż woda cieczy nieorganicznych i organicznych stanowiących dobre rozpuszczalniki substancji jonowych, w których również zachodzi dysocjacja elektrolityczna. Rozpuszczalniki niewodne, w których dochodzi do migracji protonu ( $\text{H}^+$ ), nazywane są rozpuszczalnikami protonowymi. Można do nich, bez żadnych ograniczeń, stosować definicję kwasu i zasady Brønsteda-Lowry'ego. W stanie ciekłym wykazują one daleko idące analogie do wody, np. ulegają procesom autodysocjacji.

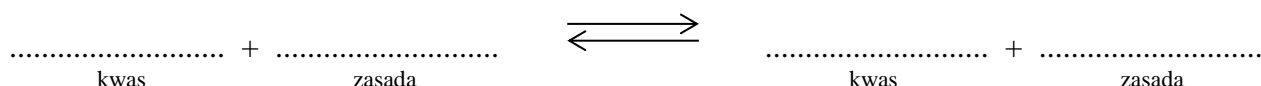
Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010

**Zapisz proces dysocjacji amoniaku w bezwodnych warunkach oraz w roztworze wodnym, wskazując przy tym kwas i zasadę Brønsteda-Lowry'ego.**

Proces dysocjacji w warunkach bezwodnych:



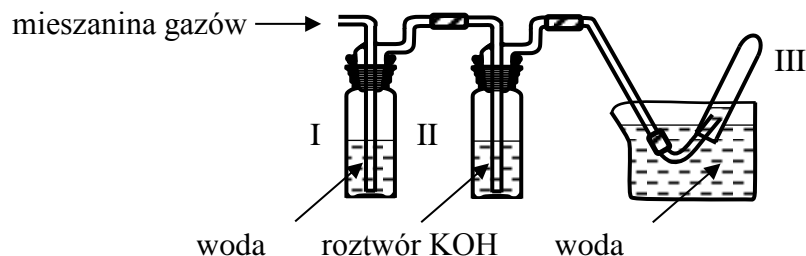
Proces dysocjacji w roztworze wodnym:





**Zadanie 16. (2 pkt.)**

W pewnym procesie otrzymano mieszaninę gazów: tlenu, tlenku węgla(IV) oraz chlorowodoru. W celu rozdzielenia składników tej mieszaniny, przepuszczono ją przez układ płuczek, który zilustrowano poniżej.



- a) Wpisz w tabelę symbole i wzory chemiczne gazów, które zostały pochłonięte/zebrane w każdym z naczyń.

| naczynie I | naczynie II | naczynie III |
|------------|-------------|--------------|
|            |             |              |

- b) Zapisz w sposób jonowy skrócony równanie reakcji zachodzące w naczyniu II.

**Zadanie 17. (2 pkt.)**

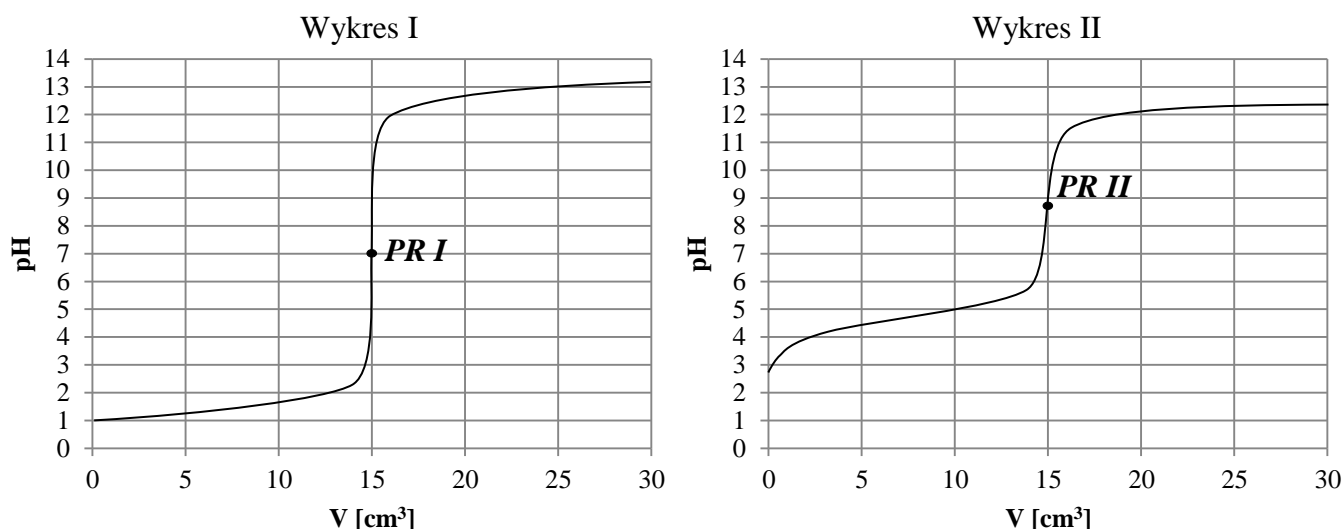
Chlor można otrzymać w wyniku reakcji:  $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{MnCl}_2 + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$ .

Oblicz objętość chloru odmierzoną w warunkach normalnych jaka powstanie z 5 g manganianu(VII) potasu i 20 cm<sup>3</sup> kwasu chlorowodorowego o stężeniu 36% i gęstości 1,177 g·cm<sup>-3</sup> (zakładając 100% wydajności procesu). Wynik podaj w dm<sup>3</sup> i zaokrąglij go do jednego miejsca po przecinku.

Odpowiedź:

→ Informacja do zadań 18.-20.

Wykonano dwa miareczkowania alkacymetryczne (kwasowo-zasadowe), podczas których do wodnych roztworów kwasów, etanowego (octowego) i chlorowodorowego (solnego), o takich samych objętościach i takich samych stężeniach molowych, dodawano kroplami wodny roztwór zasady sodowej o stężeniu  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , rejestrując zmiany pH. Zależność funkcyjna pomiędzy pH a objętością dodanej zasady nazywana jest krzywą miareczkowania. Wykresy krzywych miareczkowania przedstawiono poniżej.



Wykres I: krzywa miareczkowania kwasu chlorowodorowego (solnego) zasadą sodową;

Wykres II: krzywa miareczkowania kwasu etanowego (octowego) zasadą sodową.

**Zadanie 18. (1 pkt.)**

**Zapisz cząsteczkowe równanie reakcji, które zachodzi podczas miareczkowania kwasu etanowego (octowego) zasadą sodową.**

**Zadanie 19. (1 pkt.)**

Na wykresach zaznaczono punkty równoważnikowe (PR), czyli momenty miareczkowania, w których nastąpiło całkowite (ilościowe) przereagowanie kwasów z dodawaną do nich zasadą.

Punkt równoważnikowy I (PR I) przyjmuje wartość pH równą 7, zaś punkt równoważnikowy II (PR II) przyjmuje wartość pH równą 8,7.

**Określ relację pomiędzy stężeniami jonów w punktach równoważnikowych obu roztworów. W tym celu uzupełnij poniższe zdania.**

Stężenie anionów chlorkowych w punkcie równoważnikowym I jest ( **większe niż** / **mniej niż** / **takie samo jak** ) stężenie anionów etanianowych (octanowych) w punkcie równoważnikowym II.

Stężenie kationów sodu w punkcie równoważnikowym I jest ( **większe niż** / **mniej niż** / **takie samo jak** ) stężenie tych samych kationów w punkcie równoważnikowym II.

**Zadanie 20. (2 pkt.)**

**Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  kwasu zostało odmierzone do pomiarów.**

Odpowiedź:

**Zadanie 21. (3 pkt.)**

Przeprowadzono elektrolizę wodnych roztworów dwóch elektrolitów z użyciem elektrod platynowych. Obserwacje towarzyszące każdemu procesowi opisano poniżej.

**Proces I:** Zarówno na katodzie, jak i na anodzie zaobserwowano wydzielenie się gazów. Roztwór przed jak i po elektrolizie wykazywał odczyn zasadowy.

**Proces II:** Na jednej z elektrod wydzielił się metaliczny osad, zaś na drugiej zaobserwowano wydzielenie się gazu o charakterystycznej zielono-żółtej barwie.

**a) Spośród podanych poniżej nazw związków:**

**chlorek potasu, wodorotlenek sodu, chlorek miedzi(II), siarczan(VI) sodu, kwas chlorowodorowy**

**wybierz te elektrolity, których wodne roztwory poddano elektrolizie. W tym celu wpisz wzory tych substancji w wyznaczone miejsca.**

Proces I: ..... Proces II: .....

**b) Zapisz równania reakcji zachodzących podczas procesu I na elektrodach platynowych.**

Proces zachodzący na katodzie: .....

Proces zachodzący na anodzie: .....

**Zadanie 22. (3 pkt.)**

Ogniwa zestawione z dwóch jednakowych półogniw, różniących się stężeniami reagentów, stanowią specjalny rodzaj ogniw zwany ogniwami stężeniowymi. W przypadku ogniw stężeniowych, w których półogniwa składają się z metalu zanurzonego w roztworze wodnym soli tego metalu (półogniwa pierwszego rodzaju z aktywną elektrodą metaliczną), potencjał w warunkach standardowych oblicza się na podstawie równania:

$$E = E^{\circ} + \frac{0,059}{n} \log X^{n+}$$

gdzie:

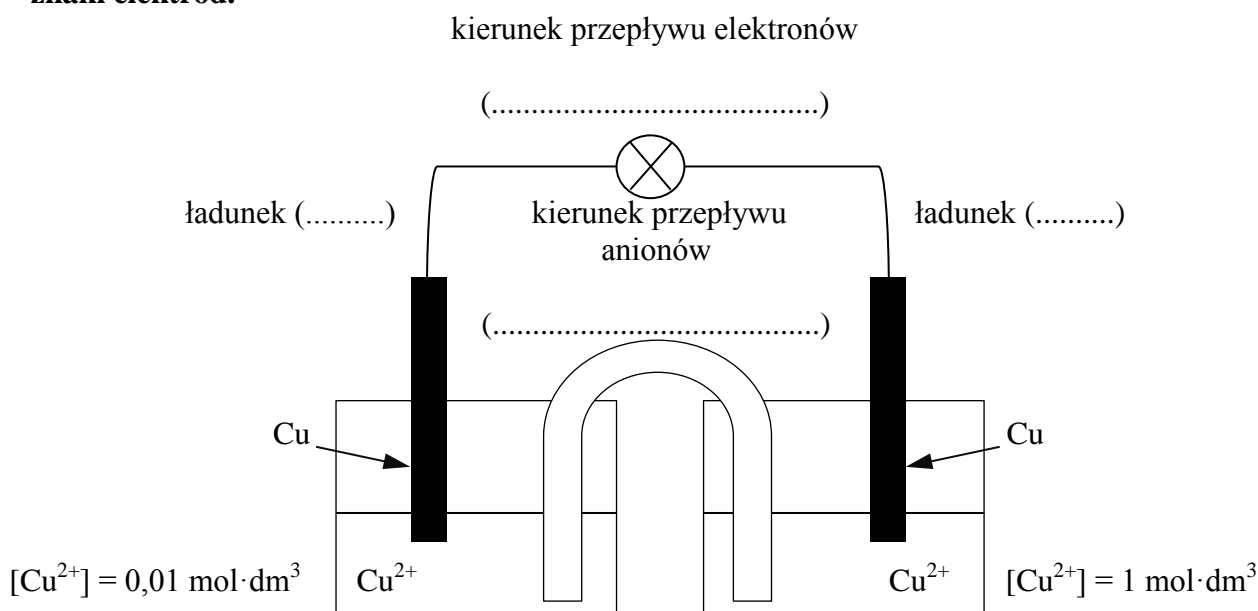
$n$  – to liczba elektronów biorących udział w reakcji elektrodowej,

$X^{n+}$  – stężenie jonów metalu w półogniwie

$E^{\circ}$  – potencjał standardowy elektrody

Na podstawie: K. Pigoń, Z. Ruziewicz, *Chemia Fizyczna*, Warszawa 2007

- a) Zbudowano ogniwo stężeniowe, którego schematyczny obrazek przedstawiono poniżej. W wyznaczone miejsca za pomocą strzałek wskaż kierunek przepływu elektronów oraz kierunek przepływu anionów w kluczu elektrolitycznym. W odpowiednich miejscach wpisz znaki elektrod.



- b) Oblicz siłę elektromotoryczną (SEM) ogniwa stężeniowego w warunkach standardowych, którego rysunek przedstawiono powyżej. Wynik zaokrąglij do drugiego miejsca po przecinku. Potencjał standardowy wynosi:  $E^{\circ}(Cu/Cu^{2+}) = 0,34 \text{ V}$

Odpowiedź:

→ Informacja do zadań 23.-24.

Aldehydy i ketony można zredukować do odpowiednich alkoholi metodą hydrogenacji (uwodornienia) z użyciem odpowiedniego katalizatora, np. niklu. Można także zastosować chemiczne odczynniki redukujące, np. wodorki metali. Takim odczynnikiem może być tetrahydroglinian litu (glinowodorek litu) o wzorze  $\text{LiAlH}_4$ . Związek ten nie redukuje wiązań podwójnych węgiel-węgiel, dlatego stosuje się go w reakcjach redukcji nienasyconych aldehydów i ketonów do nienasyconych alkoholi. W przypadku uwodornienia, redukowana jest zarówno grupa karbonylowa, jak i ewentualne wiązanie podwójne węgiel-węgiel.

Centralnym atomem cząsteczki glinowodoru litu jest glin na III stopniu utlenienia. Glin łącząc się kowalencyjnie z czterema atomami wodoru tworzy tetraedryczny anion.

Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1997  
oraz J. Clayden, N. Greeves, *Chemia organiczna*, Warszawa 2009

**Zadanie 23. (3 pkt.)**

Przeprowadzono redukcję propanalu za pomocą glinowodoru litu w obecności wody. W wyniku reakcji poza alkoholem otrzymano wodorotlenek litu oraz wodorotlenek glinu.

**a) Zapisz opisane równanie reakcji stosując wzory podstrukturalne (grupowe) związków organicznych.**

.....

**b) Zapisz wzór sumaryczny bądź półstrukturalny (grupowy) związku pełniącego rolę utleniacza i związku pełniącego rolę reduktora w powyższej przemianie. Wskaż i określ stopnie utleniania tych pierwiastków, które przyjmują bądź oddają elektrony podczas reakcji. W tym celu uzupełnij poniższą tabelkę.**

|           | wzór | pierwiastek, który<br>przyjmuje, bądź<br>oddaje elektrony | stopień utleniania |
|-----------|------|---|--------------------|
| utleniacz |      |   |                    |
| reduktor  |      |   |                    |

**Zadanie 24. (1 pkt.)**

Akroleina jest najprostszym nienasyconym aldehydem. Związek ten poddano reakcjom redukcji do alkoholi, wykorzystując metody opisane w informacji do zadań 23.-24.



**Zapisz nazwy alkoholi, które powstają w przedstawionych reakcjach.**

alkohol A: .....

alkohol B: .....

**Zadanie 25. (2 pkt.)**

Przeprowadzono dwie reakcje, w wyniku których otrzymano ten sam związek, 2-bromo-2-metylobutan. Reakcja I zachodzi według mechanizmu rodnikowego, a reakcja II według mechanizmu elektrofilowego.

**a) Zapisz wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych, które stanowią substraty obu reakcji.**

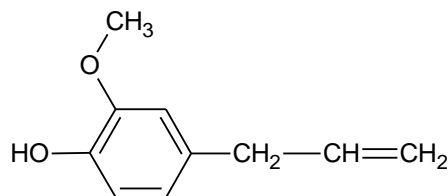
| substrat reakcji I                       | substrat reakcji II                      |
|--|--|
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |

**b) Z poniżej podanych informacji wybierz i zaznacz te, które są prawdziwe.**

1. 2-bromo-2-metylobutan zawiera chiralny atom węgla (centrum stereogeniczne).
2. Reakcja II zachodzi według reguły Markownikowa.
3. Substrat reakcji II nie tworzy izomerów geometrycznych *cis/trans*.
4. Substrat reakcji I zawiera dwa pierwszorzędowe atomy węgla.

→ Informacja do zadań 26.-28.

Olejek cynamonowy jest olejkiem eterycznym powszechnie stosowanym w perfumerii, kosmetyce oraz do aromatyzowania artykułów spożywczych. Pozyskuje się go z kory, liści i korzeni cynamonowca. Głównymi składnikami olejku cynamonowego są cynamal (*trans*-3-fenyloprop-2-enal) oraz eugenol (2-metoksy-4-(2-propenylo)fenol), którego wzór jest następujący:



**Zadanie 26. (2 pkt.)**

Zapisz wzór półstrukturalny (grupowy) cynamalu. Nazwij występującą tam grupę funkcyjną, która pozwala zaklasyfikować ten związek do odpowiedniej grupy pochodnych węglowodorów.

| wzór cynamalu                            |
|--|
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |

Grupa funkcyjna: .....

**Zadanie 27. (1 pkt.)**

Przeprowadzono dwie reakcje, w których jako substrat użyto cynamal.

W reakcji I cynamal poddano hydrogenacji (uwodornieniu) z użyciem katalizatora niklowego, otrzymując związek I. W procesie tym do jednego mola cynamalu przyłączyły się dwa mole cząsteczkowego wodoru.

W reakcji II cynamal poddano reakcji ze świeżo strąconym wodorotlenkiem miedzi(II) w podwyższonej temperaturze. W rezultacie powstał związek II, ceglasty osad tlenku miedzi(I) oraz woda.

Zapisz, stosując wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych, równanie reakcji związku I ze związkiem II, w której katalizatorem jest kwas siarkowy(VI).



.....

**Zadanie 28. (2 pkt.)**

Wybierz spośród poniższych, odpowiedni odczynnik, który pozwoli zidentyfikować próbówki zawierające eugenol i cynamal. Zapisz obserwacje, które potwierdzają trafność wybranego związku.

- roztwór chlorku żelaza(III)
- wody roztwór bromu (woda bromowa)
- mieszanina stężonego kwasu azotowego(V) i siarkowego(VI)
- roztwór jodu w roztworze wodorotlenku sodu.

Wybrany odczynnik: .....

Obserwacje: .....

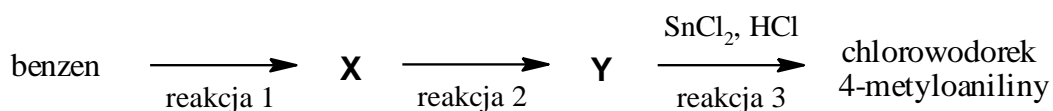
**Zadanie 29. (3 pkt.)**

W wyniku spalenia całkowitego 0,015 mola pewnego nasyconego aldehydu powstaje 2,64 g dwutlenku węgla zużywając jednocześnie 8,8 dm<sup>3</sup> powietrza. Wykonaj obliczenia i podaj wzór półstrukturalny (grupowy) lub uproszczony tego związku. Wszystkie objętości gazów podano dla warunków normalnych.

Wzór aldehydu:

**→ Informacja do zadań 30.-33.**

Poniżej przedstawiono schemat przemian, które prowadzą do otrzymania chlorowodoru 4-metyloaniliny.





**Zadanie 30. (2 pkt.)**

Wiedząc, że jedna ze wskazanych reakcji jest reakcją nitrowania, a druga reakcją alkiłowania oraz odwołując się do wplywu kierujacego podstawników w pierścieniu aromatycznym, zapisz pełne reakcje 1 oraz 2 stosując wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych. Uwzględnij warunki przebiegu reakcji.

reakcja 1:

.....

reakcja 2:

.....

**Zadanie 31. (1 pkt.)**

Określ typy i mechanizmy według których zachodzą reakcje 1 i 2. W tym celu wybierz odpowiednie określenia spośród poniższych i uzupełnij tabelkę.

substytucja, addycja, eliminacja, elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy

|           | typ | mechanizm |
|-----------|-----|-----------|
| reakcja 1 |     |           |
| reakcja 2 |     |           |

**Zadanie 32. (3 pkt.)**

Napisz w formie jonowej z uwzględnieniem oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania procesów redukcji i utleniania dokonujących się w czasie reakcji 3, wiedząc, że proces zachodzi w roztworze wodnym. Zapisz ostatecznie zbilansowane równanie tej reakcji w formie jonowej skróconej stosując wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych.

Równanie procesu redukcji: .....

Równanie procesu utleniania: .....

Zbilansowane równanie reakcji:

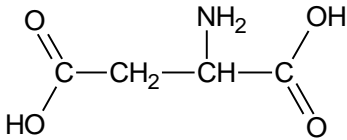
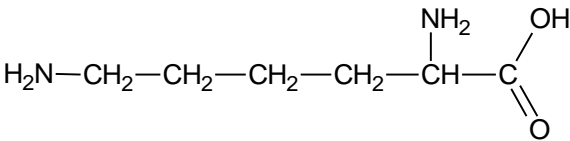
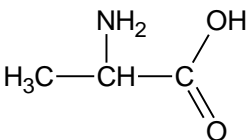
.....

**Zadanie 33. (1 pkt.)**

Różnice punktów izoelektrycznych aminokwasów białkowych można wykorzystać do rozdziału mieszaniny tych związków na czyste składniki. W tym celu wykorzystuje się technikę zwaną elektroforezą. Roztwór różnych aminokwasów umieszcza się pośrodku żelowego paska zwilżonego wodnym roztworem o danym pH. Do końców tego paska przyłącza się elektrody. Po przyłożeniu napięcia, cząsteczki aminokwasów o ładunku ujemnym powoli migrują w kierunku elektrody dodatniej. Jednocześnie, cząsteczki aminokwasów o ładunkach dodatnich migrują w kierunku elektrody ujemnej.

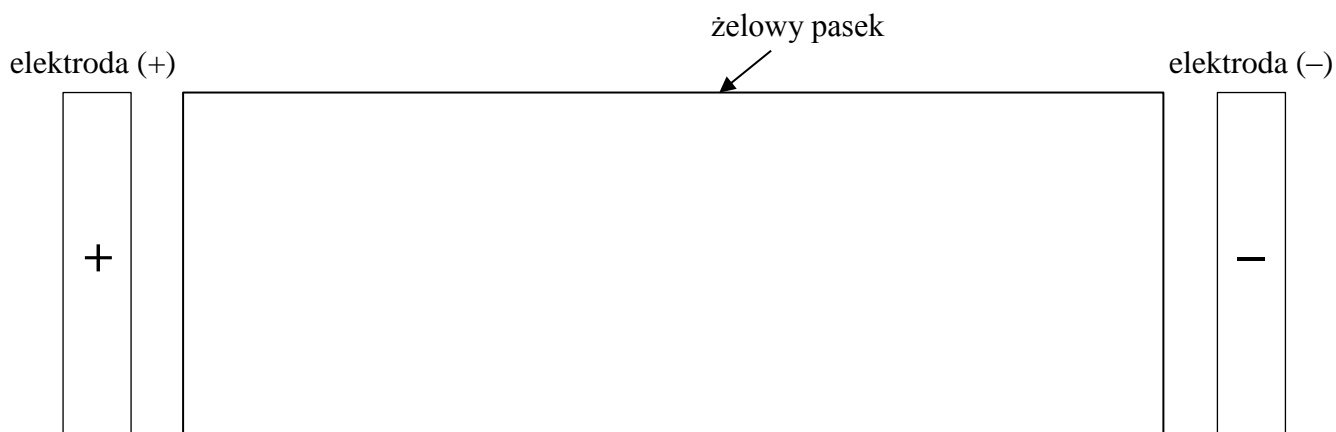
Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1997

Poniżej przedstawiono wzory trzech aminokwasów białkowych wraz z ich punktami izoelektrycznymi.

| wzór aminokwasu  | punkt izoelektryczny pI |
|--|-------------------------|
| <div style="text-align: center;"><br/>kwas asparaginowy</div> | 2,9                     |
| <div style="text-align: center;"><br/>lizyna</div>           | 9,6                     |
| <div style="text-align: center;"><br/>alanina</div>         | 6,1                     |

Poniżej przedstawiono schemat elektroforezy, którą przeprowadzono dla mieszaniny trzech aminokwasów: kwasu asparaginowego, lizyny i alaniny w roztworze o pH = 6,1.

**Zapisz w odpowiednich miejscach, wzory półstrukturalne (grupowe) tych form aminokwasów, które znajdują się na pasku po wykonaniu elektroforezy.**



→ Informacja do zadań 34.-36.

W wyniku utleniania kwasem azotowym(V) monosacharydów (cukrów prostych), zawierających grupę formylową, tworzą się kwasy dikarboksylowe.

Poddano utlenianiu D-erytrozę, D-treozę, L-treozę, D-liksozę oraz D-ksylozę otrzymując związki, których wzory Fishera znajdują się w poniższej tabeli:

| Produkt utlenienia   |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| D-erytrozy   | D-treozy   | L-treozy   | D-liksozy  | D-ksylozy  |
| $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ |
| I  | II   | III  | IV   | V  |

**Zadanie 34. (1 pkt.)**

Zapisz wzór Fishera dla D-ksylozy.

| wzór D-ksylozy |
|----------------|
|                |

**Zadanie 35. (1 pkt.)**

Podaj numery podanych w tabeli kwasów dikarboksylowych, które wykazują czynność optyczną.

**Zadanie 36. (1pkt.)**

**Oceń prawdziwość poniższych zdań i uzupełnij tabelę. Wpisz literę P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub literę F, jeśli jest fałszywe.**

| Zdanie: |  | P/F |
|---------|--|-----|
| 1       | Kwasy dikarboksylowe utworzone w wyniku utleniania D-erytrozy i L-erytrozy tworzą parę enancjomerów. |     |
| 2       | Wszystkie wymienione monosacharydy są aldozami.  |     |
| 3       | Związek IV i związek V tworzą parę diastereoizomerów.  |     |