maturita
CENTRUM EDUKACYJNE

Kwiecień
2018

ARKUSZ PRÓBNEJ MATURY Z MATURITĄ

CHEMIA

POZIOM ROZSZERZONY

Czas pracy: 180 minut

KLUCZ ODPOWIEDZI

Instrukcja dla zdającego:

- Arkusz zawiera 31 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. (0-1)

Zweryfikuj słuszność odpowiedzi podanych w tabeli. Wpisz do tabeli literę P, jeżeli wskazana odpowiedź jest prawidłowa, lub literę F, jeśli odpowiedź jest nieprawidłowa.

	Zdanie	**P/F**
1	Elektrony walencyjne atomu chromu znajdują się na dwóch powłokach elektronowych.	P
2	Jony dichromianowe (VI) mają wyższy potencjał oksydoredukcyjny niż jony chromu (III).	P
3	Jony dichromianowe (VI) w środowisku kwasowym ulegają przemianie do trwałych jonów chromianowych (VI).	F

Zadanie 2. (0-1)

Opisz stan kwantowy dwóch dowolnych elektronów walencyjnych atomu chromu.

Odpowiedź: prawidłowe dwa zestawy spośród:

Liczba kwantowa	**n**	**l**	**m**
Elektron 1	4	0	0
Elektron 2	3	2	-2
lub	3	2	-1
lub	3	2	0
lub	3	2	1
lub	3	2	2

Zadanie 3. (0-2)

Czas połowicznego rozpadu to okres, po którym liczba jąder atomowych substancji promieniotwórczej zmniejsza się o połowę. Próbka preparatu promieniotwórczego o masie 20 g zawierała 2,4 g promieniotwórczego izotopu ^{210}Po o okresie półtrwania 138 dni oraz trwały izotop ^{206}Pb. Wiedząc, że izotop ^{210}Po ulega przemianie α, oblicz całkowitą masę preparatu (próbki) po upływie 414 dni (wykonaj obliczenia i podaj wynik z dokładnością do 0,01 g) oraz określ procentową zawartość pierwiastka promieniotwórczego (wynik podaj z dokładnością do 0,001 %) w analizowanej próbce po upływie tego czasu.

Obliczenia:

414/138 = 3 $t_{(0,5)}$ => 2,4 g → 1,2 g → 0,6 g → 0,3 g

2,4 g – 0,3 g = 2,1 g izotopu ^{210}Po uległo rozpadowi

Rozpad α – utrata masy: $^{210}Po \rightarrow {}^{206}Pb + {}^{4}\alpha$

210 g Po - 4 g α

2,1 g Po - x g α

x = 0,04 g α (o tyle zmalała masa próbki)

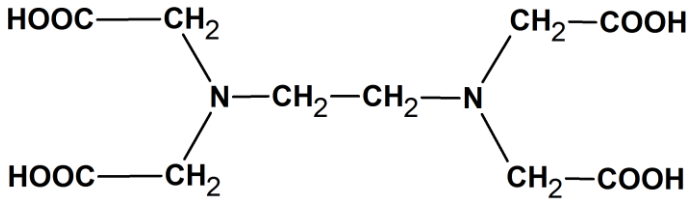
20 g – 0,04 g = **19.96 g**

Zawartość ^{210}Po: $\frac{0,3\text{ g} \cdot 100\%}{19,96\text{ g}} = \mathbf{1,503\%}$

Odpowiedź: Całkowita masa próbki po 414 dniach wynosi 19,96 g. Zawartość pierwiastka promieniotwórczego wynosi 1,503%.

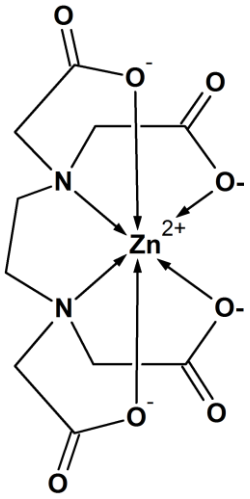
Informacja do zadań 4-6

Do miareczkowego oznaczania pierwiastków wykorzystuje się często reakcje kompleksowania. Głównym i najczęściej stosowanym titrantem jest kwas etylenodiaminotetraoctowy (H_4EDTA) o wzorze



Związek ten wykorzystywany jest w analizie chemicznej między innymi do wykrywania i określania ilości jonów cynku(II), z którymi tworzy kompleks. Analizę prowadzi się w roztworze zbuforowanym (pH ok. 10) wobec *czerni eriochromomowej T* jako wskaźnika. H_4EDTA reaguje z jonami metali w stosunku molowym 1 : 1, niezależnie od wartościowości jonu metalu. Sześć ligandów jednej cząsteczki EDTA (2 atomy azotu i 4 atomy tlenu) wysyca koordynacyjnie atom metalu, co można opisać równaniem:

$Zn^{2+} + EDTA^{4-} \rightarrow$



Na podstawie: D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, *Podstawy chemii analitycznej. Tom 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006

Zadanie 4. (0-1)

Napisz <u>wzór sumaryczny</u> kwasu etylenodiaminotetraoctowego.

Odpowiedź: $C_{10}H_{16}N_2O_8$

Zadanie 5. (0-1)

Zweryfikuj słuszność odpowiedzi podanych w tabeli. Wpisz do tabeli literę P, jeżeli wskazana odpowiedź jest prawidłowa, lub literę F, jeśli odpowiedź jest nieprawidłowa.

	Zdanie	**P/F**
1	Dla wszystkich atomów węgla w cząsteczce kwasu etylenodiaminotetraoctowego należy przyjąć hybrydyzację typu sp^3.	F
2	We wzorze etylenodiaminotetraoctanu cynku(II) występują 4 wiązania koordynacyjne.	F
3	W reakcji jonów cynku(II) z jonem $EDTA^{4-}$ jony Zn^{2+} pełnią rolę kwasu Lewisa.	P

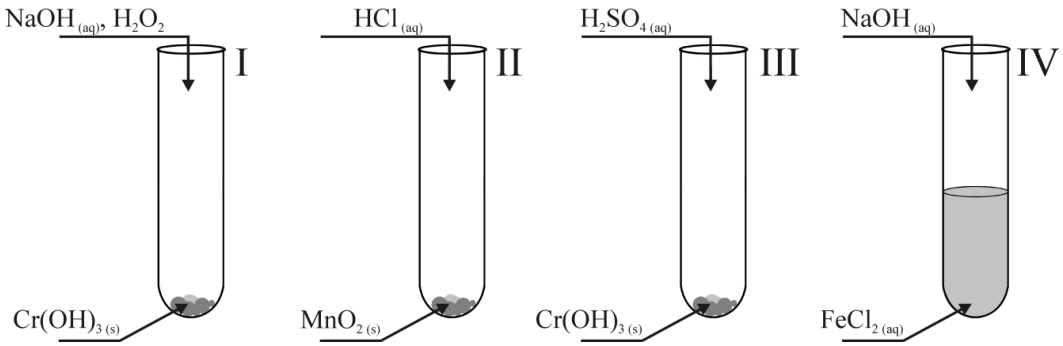
Zadanie 6. (0-1)

Określ liczbę wiązań typu σ i π w cząsteczce kwasu etylenodiaminotetraoctowego oraz liczbę wolnych par elektronowych przy atomach tworzących tę cząsteczkę. Uzupełnij tabelkę.

Liczba wiązań typu σ	Liczba wiązań typu π	Liczba wolnych par elektronowych
35	4	18

Zadanie 7. (0-1)

Przeprowadzono doświadczenia, które zostały zilustrowane na schematach:



Uzupełnij poniższe zdania, podkreślając właściwe określenie w każdym nawiasie.

W trakcie reakcji zachodzącej w probówce (I / III) zanika zielony galaretowaty osad i powstaje klarowny zielony rozwór, zaś w probówce (I / III) zanika zielony galaretowaty osad, a roztwór zmienia barwę na (pomarańczową / żółtą). W probówce II zanika (brunatny / biały) osad i wydziela się żółtozielony gaz o charakterystycznym zapachu. W probówce IV strąca się (zielony / żółty) osad, który z upływem czasu zmienia barwę na (brunatną / pomarańczową).

Zadanie 8. (0-1)

Według teorii Brönsteda-Lowry'ego wyróżnić można grupę związków, zwanych związkami amfiprotycznymi, które mogą pełnić zarówno funkcję donora, jak i akceptora protonów.

Pisząc odpowiednie równania reakcji uzasadnij, że jon $H_2AsO_3^-$ jest substancją amfiprotyczną.

Odpowiedź:

$$H_2AsO_3^- + H_2O \leftrightarrow HAsO_3^{2-} + H_3O^+$$

$$H_2AsO_3^- + H_2O \leftrightarrow H_3AsO_3 + OH^-$$

Zadanie 9.

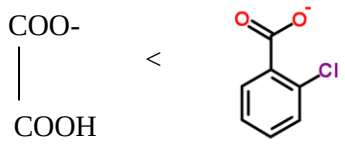
W tabeli przedstawiono wartości stałych dysocjacji wybranych kwasów w roztworach wodnych w temperaturze 25 ºC:

Nazwa kwasu	Stała dysocjacji K_a lub K_{a1}
kwas chlorowy(I)	$5{,}0 \cdot 10^{-8}$
kwas fluorowodorowy	$6{,}3 \cdot 10^{-4}$
kwas etanodiowy	$5{,}4 \cdot 10^{-2}$
kwas 2-chlorobenzoesowy	$1{,}1 \cdot 10^{-3}$

Na podstawie: *Zbiór wielkości fizykochemicznych*, K.P. Miszczenko, A.A. Rawdiel (Ed.), PWN Warszawa 1974
A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010

Zadanie 9.1. (0-1)

Korzystając z podanych w tabeli wartości stałych dysocjacji kwasów uporządkuj, według rosnącej mocy, sprzężone z nimi zasady Brönsteda. W przypadku zasad związków nieorganicznych podaj wzory sumaryczne, w przypadku zasad związków organicznych - wzory półstrukturalne.

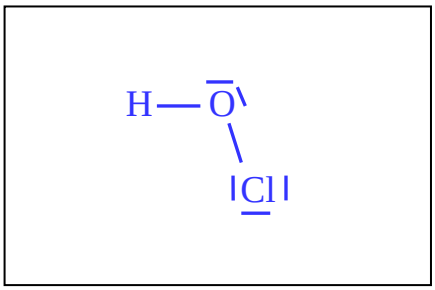


F^- < ClO^-

…… …… …… ……

Zadanie 9.2. (0-1)

Ze wszystkich kwasów podanych w tabeli wybierz najsłabszy kwas nieorganiczny i narysuj jego wzór elektronowy kreskowy, uwzględniając kształt cząsteczki (liniowy/kątowy).



Zadanie 10. (0-1)

Podane kwasy: H_2S, HNO_2, HClO uszereguj według wzrastającej mocy.

Nazwa kwasu	Stała dysocjacji K_a lub K_{a1}
H_2S	$Ka_1 = 1{,}0 \cdot 10^{-7}$ $Ka_2 = 1{,}0 \cdot 10^{-19}$
HNO_2	$Ka = 5 \cdot 10^{-4}$
HClO	$Ka = 5 \cdot 10^{-8}$

Odpowiedź: HClO < H_2S < HNO_2

Zadanie 11.

Dla reakcji chemicznej przebiegającej w fazie gazowej według równania: $2A + 3B \rightarrow 2C + D$ wyznaczono doświadczalnie równanie kinetyczne: $V = k \cdot [B]^3$.

Zadanie 11.1. (0-1)

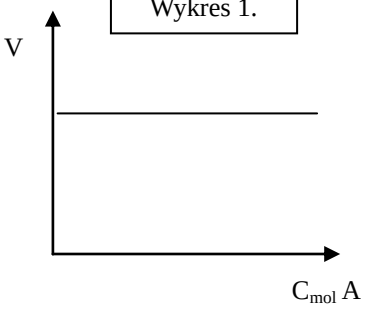
Uzupełnij dane w tabeli, aby przedstawiały wyniki doświadczenia, na postawie którego wyznaczono rzędowość powyższej reakcji.

Stężenie reagenta A [mol/dm^3]	Stężenie reagenta B [mol/dm^3]	Szybkość reakcji [mol/dm^3·s]
0,1	0,1	x
0,2	0,1	x
0,1	0,2	8x

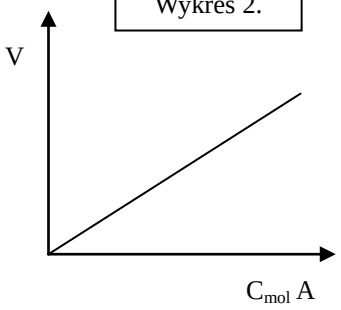
Zadanie 11.2. (0-1)

Spośród poniższych wykresów wybierz ten, który prawidłowo obrazuje zależność szybkości reakcji $2A + 3B \rightarrow 2C + D$ od stężenia substratu A, lub napisz, że żaden z wykresów nie przedstawia tej zależności:

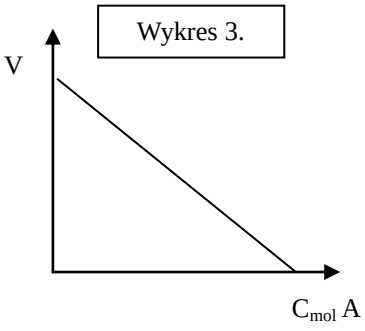
Wykres 1.



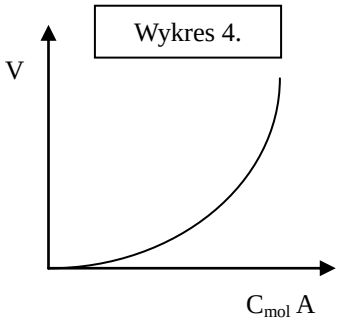
Wykres 2.



Wykres 3.



Wykres 4.



Odpowiedź: Wykres 1

Zadanie 12.

Proces utlenienia jodowodoru nadtlenkiem wodoru przebiega w dwóch etapach:

1. $HI + H_2O_2 \rightarrow HIO + H_2O$ (etap wolny)
2. $HIO + HI \rightarrow H_2O + I_2$ (etap szybki)

Zadanie 12.1. (0-1)

Napisz sumaryczne równanie procesu utleniania jodowodoru nadtlenkiem wodoru. W oparciu o szybkości obu etapów - podaj prawdopodobne równanie kinetyczne tej reakcji.

Równanie reakcji: $2HI + H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + I_2$

Równanie kinetyczne: $V = k \cdot [HI] \cdot [H_2O_2]$

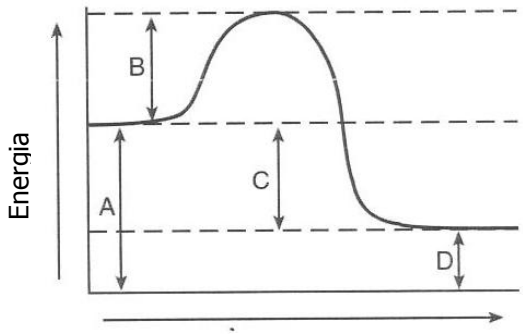
Zadanie 12.2. (0-1)

Wiedząc, że etap 1. i etap 2. reakcji utleniania jodowodoru nadtlenkiem wodoru są reakcjami elementarnymi, zweryfikuj słuszność odpowiedzi podanych w tabeli. Wpisz do tabeli literę P, jeżeli wskazana odpowiedź jest prawidłowa, lub literę F, jeśli odpowiedź jest nieprawidłowa.

	Zdanie	**P/F**
1	Oba etapy reakcji są reakcjami redoks.	P
2	Oba etapy reakcji są reakcjami dwucząsteczkowymi.	P
3	Produktem przejściowym reakcji jest kwas jodowodorowy.	F

Zadanie 13.

Poniższy wykres przedstawia zmiany energii układu podczas przebiegu reakcji $\underline{W \rightarrow Z}$.



Zadanie 13.1. (0-1)

Na podstawie wykresu i oznaczonych na wykresie wartości (A, B, C i D) napisz wyrażenie, umożliwiające obliczenie energii aktywacji reakcji $\underline{Z \rightarrow W}$.

Odpowiedź: $E_{akt.\ Z \rightarrow W} = B + C$

Zadanie 13.2. (0-1)

Wiedząc, że energia wiązań to energia potrzebna do rozerwania 1 mola wiązań / energia, która wydziela się podczas tworzenia 1 mola wiązań, wstaw odpowiedni znak (=, <, >) w wyrażeniu:

Energia wiązań w substratach (W) $<$ Energia wiązań w produktach (Z)

Zadanie 14.

W poniższej tabeli zaprezentowano wartości stałych równowagi trzech reakcji w wybranych temperaturach i pod ciśnieniem 1013 hPa:

Reakcja	Równanie reakcji	Wartość stałej równowagi w temperaturze			
		298 K	400 K	600 K	800 K
1	$SO_{3(g)} \leftrightarrow 0{,}5\ O_{2(g)} + SO_{2(g)}$	$4{,}8 \cdot 10^{-13}$	$1{,}16 \cdot 10^{-8}$	$2{,}03 \cdot 10^{-4}$	$2{,}88 \cdot 10^{-2}$
2	$0{,}5\ N_{2(g)} + 1{,}5\ H_{2(g)} \leftrightarrow NH_{3(g)}$	760	6,12	0,0423	0,00304
3	$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \leftrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$	$9{,}65 \cdot 10^{-6}$	$6{,}47 \cdot 10^{-4}$	$3{,}54 \cdot 10^{-2}$	$2{,}37 \cdot 10^{-1}$

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 1997

Zadanie 14.1. (0-1)

Analizując zmianę wartości stałych równowagi w funkcji temperatury określ, czy reakcje 1-3 są egzo- czy endotermiczne oraz określ, wpisując znak „>” lub „<”, czy entalpia reakcji jest większa czy mniejsza od zera.

Reakcja 1: endotermiczna $\Delta H > 0$ kJ

Reakcja 2: egzotermiczna $\Delta H < 0$ kJ

Reakcja 3: endotermiczna $\Delta H > 0$ kJ

Zadanie 14.2. (0-2)

Określ, jak zmieni się wydajność reakcji tworzenia produktu (wzrośnie/zmaleje/nie ulegnie zmianie):

a) jeżeli po ustaleniu się równowagi w warunkach stałej temperatury równej T = 400 K i przy ciśnieniu p = 1013 hPa układ zostanie sprężony do wartości ciśnienia p = 1050 hPa (warunki izotermiczne)

Wydajność reakcji 1: zmaleje

Wydajność reakcji 3: nie ulegnie zmianie

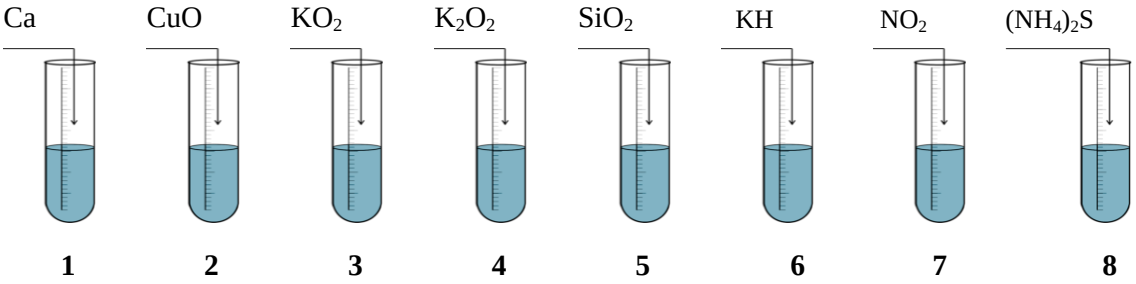
b) jeżeli po ustaleniu się równowagi w warunkach stałego ciśnienia p = 1013 hPa i objętości układ zostanie ochłodzony (warunki izobaryczne)

Wydajność reakcji 2: wzrośnie

Wydajność reakcji 3: zmaleje

Zadanie 15.

Przygotowano 8 probówek z wodą destylowaną i przeprowadzono doświadczenie, zilustrowane poniższym schematem.



Zadanie 15.1. (0-1)

Podaj numery probówek, w których otrzymano roztwory o odczynie kwasowym. Jeżeli będzie to potrzebne – skorzystaj z danych w karcie wzorów.

Numery probówek: 7

Zadanie 15.2. (0-1)

Podaj numery probówek, w których zaobserwowano wydzielenie gazu.

Numery probówek: 1, 3, 6

Zadanie 15.3. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania, podkreślając właściwe określenie w każdym nawiasie.

Substancja, która została dodana do probówki nr 3 należy do (nadtlenków/ponadtlenków), w których cząsteczkach tlen występuje na (-II / -I / $-^1/_2$) stopniu utlenienia. Jest to związek o budowie krystalicznej, w którego sieci krystalicznej tlen występuje w postaci jonu (O^- / O^{2-} / O_2^- / $O^{0,5-}$).

Zadanie 15.4. (0-1)

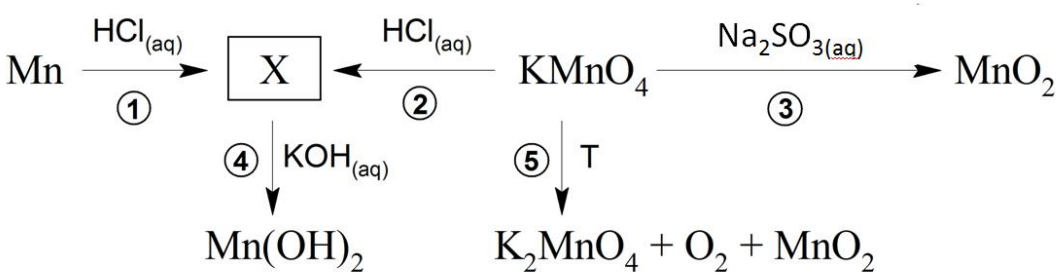
Spośród użytych w doświadczeniu substancji wybierz tę, w cząsteczce której niemetal występuje na najniższym stopniu utlenienia. Napisz wzór wybranej cząsteczki. Podaj najniższy i najwyższy stopień utlenienia dla tego niemetalu.

Wzór wybranej cząsteczki: $(NH_4)_2S$

Stopnie utlenienia wybranego niemetalu: najniższy: -III najwyższy: +V

Zadanie 16.

Mangan jest pierwiastkiem, którego związki ulegają wielu reakcjom chemicznym. Schemat przebiegu wybranych reakcji chemicznych manganu przedstawiono na poniższym schemacie.



Zadanie 16.1. (0-1)

Wiedząc, że produktem reakcji (2) jest związek X oraz żółtozielony gaz o nieprzyjemnym, duszącym zapachu, napisz w formie jonowej skróconej, z uwzględnieniem pobieranych lub oddawanych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów utleniania i redukcji zachodzących podczas reakcji (2).

Równanie procesu utleniania: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

Równanie procesu redukcji: $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

Zadanie 16.2. (0-1)

Podaj numery reakcji odpowiadające poczynionym obserwacjom:

	Obserwacja	**Numer reakcji**
1	Po zajściu reakcji z nadmiarem wybranego odczynnika roztwór przyjmuje barwę bladoróżową.	1, 2
2	W trakcie reakcji wydziela się gaz.	1, 2, 5
3	W trakcie reakcji strąca się biały osad.	4

Zadanie 16.3. (0-1)

Próbkę sproszkowanego manganianu (VII) potasu o masie 0,190 g umieszczono w probówce i poddano ogrzewaniu, otrzymując, w przeliczeniu na warunki normalne, 9,4 cm^3 tlenu. Stwierdzono, że wydajność procesu wynosi 70%.

Oblicz, ile <u>gramów</u> ważyła zawartość probówki po reakcji. Wynik podaj z dokładnością do 1 mg.

Obliczenia: $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + O_2 + MnO_2$

1 mol O_2	-	32 g	-	22,4 dm^3
		x g	-	0,0094 dm^3

x = 0,0134 g tlenu wydzieliło się

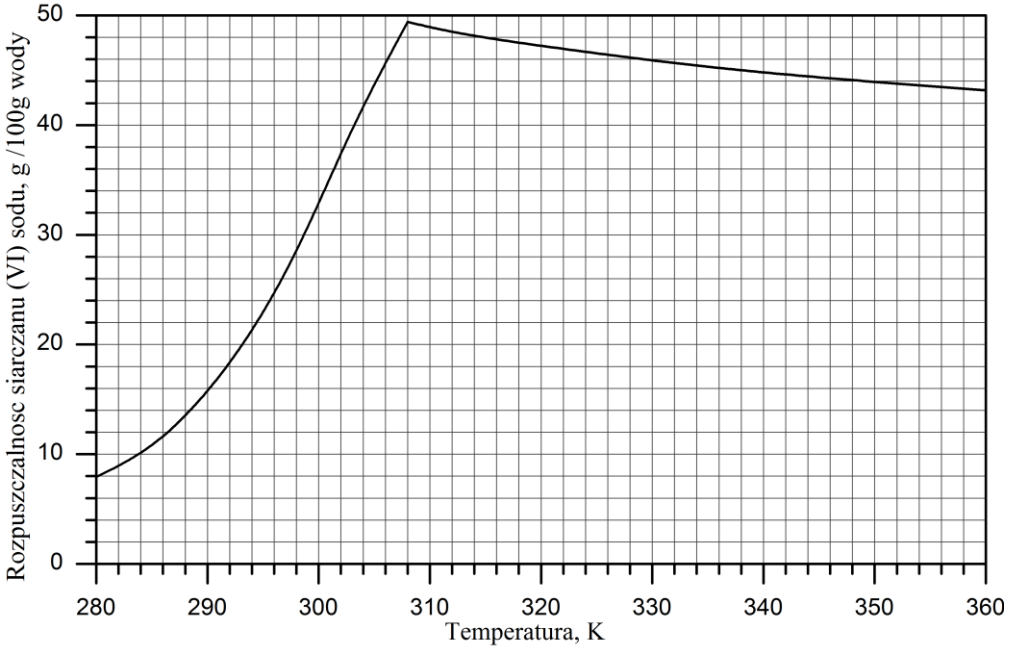
Masa próbki: 0,19 g – 0,0134 g = 0,1766 g ≈ **0,177 g**

Uwaga:
1. Obliczenia na podstawie wydajności byłoby również poprawne, jednak bardziej czasochłonne.
2. Dokładność do 1 mg = do 0,001 g

Odpowiedź: Zawartość probówki ważyła 0,177 g.

Zadanie 17.

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność rozpuszczalności siarczanu(VI) sodu w wodzie w funkcji temperatury (w przeliczeniu na sól bezwodną). Kształt zależności jest wynikiem tego, iż w zakresie niższych temperatur (od 280 K do 308 K) w równowadze z roztworem nasyconym występuje tzw. sól glauberska, czyli siarczan (VI) sodu – woda (1/10). W zakresie wyższych temperatur (od 308 K do 360 K) w równowadze z roztworem nasyconym występuje bezwodny siarczan(VI) sodu.



Zadanie 17.1. (0-1)

Podaj wzór sumaryczny soli, jaka wykrystalizuje z nasyconego w 300 K wodnego roztworu siarczanu(VI) sodu, jeśli roztwór ten ochłodzi się do temperatury 280 K oraz określ, jaki rodzaj roztworu (nasycony, nienasycony) można otrzymać po ogrzaniu do 345 K roztworu nasyconego w 320 K.

Wzór soli: $Na_2SO_4 \cdot 10H_20$ Rodzaj roztworu: nasycony

Zadanie 17.2. (0-1)

Oblicz stężenie nasyconego w temperaturze 328 K roztworu siarczanu(VI) sodu oraz określ, ile gramów soli wykrystalizuje z 400 g tego roztworu po podwyższeniu temperatury do 350 K.

Obliczenia:

328K => 46 g soli - 100 g wody - 146 g roztworu
x g soli - 100 g roztworu
x = 31,5%

328K => 46 g soli - 100 g wody - 146 g roztworu
↓ - 2g soli
350K => 44 g soli - 100 g wody - 144 g roztworu

146 g roztw. - 2 g soli
400 g roztw. - x g soli
x = 5,48 g

Odpowiedź: Stężenie nasyconego w temperaturze 328 K roztworu siarczanu(VI) sodu wynosi 31,5%. Z roztworu wykrystalizuje 5,48 g soli.

Zadanie 18. (0-1)

Standardowa entalpia tworzenia substancji definiowana jest jako standardowa entalpia reakcji, w której 1 mol danej substancji tworzy się z pierwiastków w ich stanach podstawowych.

Wiedząc, że standardowa entalpia tworzenia amoniaku wynosi ΔH^{o}_{tw} = -46,1 kJ/mol oraz znając wartości energii wiązań w warunkach standardowych:

Wiązanie	Energia [kJ/mol]
N≡N	947
N-H	390

oblicz energię wiązania H-H (kJ/mol). Wynik podaj z dokładnością do liczb całkowitych.

Obliczenia:

N_2 + $3H_2$ ↔ $2NH_3$

N≡N 3 H-H 2·3 N-H

+ 947 +3**x** - 2·3·390 = 2· (-46,1) (ΔH reakcji tworzenia 2 moli NH_3)

(układ pobiera E na rozerwanie wiązań) (układ wydziela E podczas tworzenia wiązań)

x = 434 kJ/mol

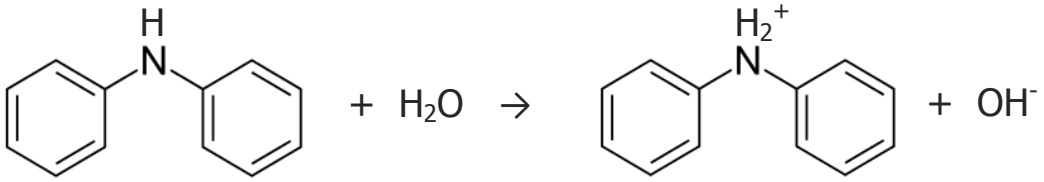
Odpowiedź: Energia wiązania H-H wynosi 434 kJ/mol.

Zadanie 19.

Difenyloaminę, której stała dysocjacji w 20ºC wynosi 0,166, zalicza się do słabych zasad. Niewielka rozpuszczalność difenyloaminy w wodzie (0,0053 g/100 g wody) sprawia, że w nasyconym roztworze difenyloaminy stopień dysocjacji wynosi aż 99,81% a gęstość roztworu jest praktycznie równa gęstości wody.

Zadanie 19.1. (0-1)

Zapisz, z wykorzystaniem wzorów półstrukturalnych, równanie reakcji odpowiedzialnej za zasadowy odczyn wodnego roztworu difenyloaminy.



Zadanie 19.2. (0-1)

Oblicz pH nasyconego w 20ºC roztworu wodnego difenyloaminy.

Obliczenia:

$K = \frac{\alpha^2 \cdot C_0}{1-\alpha}$ => $C_0 = \frac{K \cdot (1-\alpha)}{\alpha^2} = 3{,}166 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3

$[OH^-] = C_z = \alpha \cdot C_0 = 3{,}16 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3

pOH = - log $3{,}16 \cdot 10^{-4}$ = 3,5

pH = 10,5

lub:

---

1 mol – 169 g

x mol – 0,0053 g => x = 3,1361 mola - 100,0053 g = cm^3 roztw.

y moli - 1000 cm^3 roztw.

y = $3{,}136 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3 = C_0

$[OH^-] = C_z = \alpha \cdot C_0 = 3{,}13 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3

pOH = - log $3{,}13 \cdot 10^{-4}$ = 3,5

pH = 10,5

Odpowiedź: pH nasyconego w 20ºC roztworu wodnego difenyloaminy wynosi 10,5.

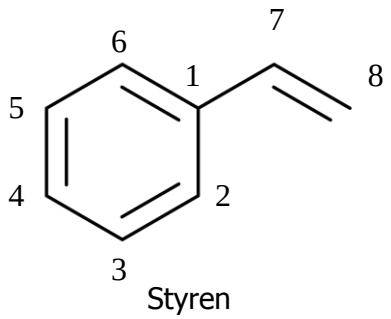
Zadanie 19.3. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego difenyloamina jest gorzej rozpuszczalna w wodzie niż fenyloamina.

Odpowiedź: Difenyloamina jest gorzej rozpuszczalna w wodzie niż fenyloamina ze względu na obecność w jej cząsteczce aż dwóch hydrofobowych pierścieni aromatycznych. Fenyloamina posiada tylko jeden.

Zadanie 20.

Styren (winylobenzen) to bezbarwna ciecz o słabym, charakterystycznym, nieprzyjemnym zapachu. Łatwo i szybko ulega polimeryzacji, nawet pod wpływem promieni słonecznych lub niezbyt intensywnego ogrzewania, tworząc polistyren, stosowany m.in. do produkcji styropianu. Poniżej przedstawiono wzór styrenu.



Styren

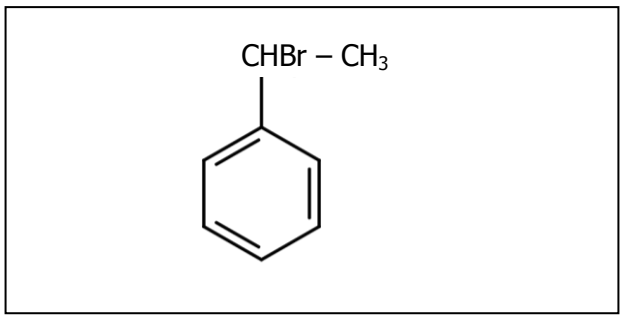
Zadanie 20.1. (0-1)

Na podstawie powyższego wzoru dokończ zdania, dotyczące cząsteczki styrenu:

1. Węgiel nr 1 znajduje się w hybrydyzacji typu: sp^2
2. Stopień utlenienia atomu węgla nr 2 wynosi: -I
3. Spośród węgli nr 1, 6 i 7 w jednej płaszczyźnie leżą węgle nr.: 1, 6 i 7

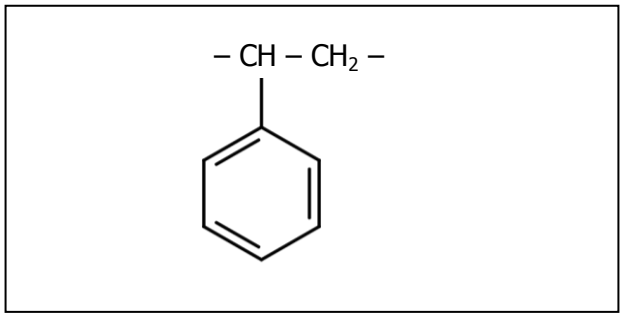
Zadanie 20.2. (0-1)

Narysuj wzór półstrukturalny głównego produktu addycji bromowodoru do styrenu.



Zadanie 20.3. (0-1)

Narysuj wzór półstrukturalny meru polistyrenu.



Zadanie 21.

Nitrowanie benzenu to proces polegający na wprowadzeniu jednej lub kilku grup nitrowych do pierścienia benzenu. Nitrowanie przebiega według mechanizmu elektrofilowego. Proces ten prowadzony jest najczęściej przy użyciu mieszaniny nitrującej, złożonej ze stężonych kwasów: azotowego (V) i siarkowego (VI). Główną rolą katalizatora tego procesu - kwasu siarkowego (VI) jest udział w wytworzeniu czynnika elektrofilowego, który w pierwszym etapie reakcji przyłącza się do pierścienia, powodując chwilowe rozerwanie układu aromatycznego.

Zadanie 21.1. (0-1)

Jaką inną rolę, poza udziałem w wytworzeniu czynnika elektrofilowego, pełni kwas siarkowy (VI) w procesie nitrowania?

Odpowiedź: Kwas siarkowy wiąże wodę, będącą produktem reakcji nitrowania.

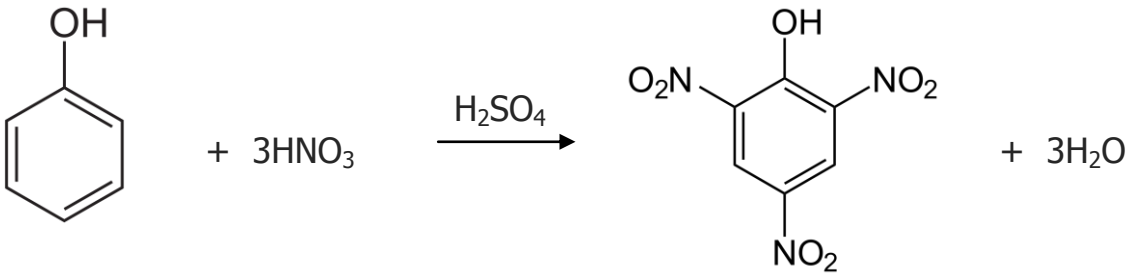
Zadanie 21.2. (0-1)

Napisz wzór cząstki, która jest czynnikiem elektrofilowym w procesie nitrowania.

NO_2^+

Zadanie 21.3. (0-1)

Reakcja nitrowania fenolu mieszaniną nitrującą prowadzi do powstania kwasu pikrynowego (2,4,6-trinitrofenolu). Napisz równanie tej reakcji.



Zadanie 21.4. (0-1)

Odpowiedz, czy otrzymywanie nitrogliceryny w reakcji glicerolu z kwasem azotowym (V) jest również reakcją nitrowania. Odpowiedź uzasadnij.

Nie. Nitrogliceryna nie jest związkiem nitrowym, tylko estrem i jest to reakcja estryfikacji.

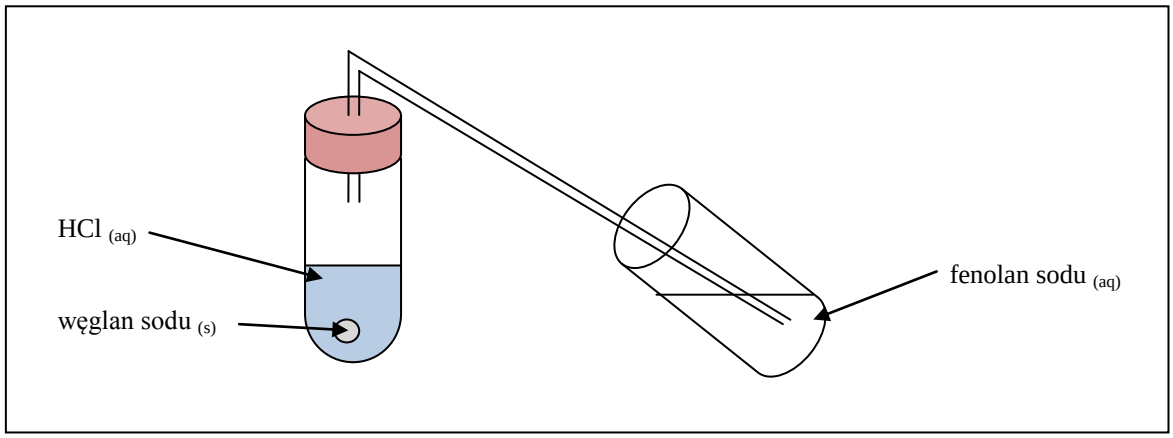
Zadanie 22. (0-2)

Zaprojektuj doświadczenie, którego wynik pozwoli porównać moc kwasów: fenolu i kwasu węglowego. Do doświadczenia wybierz spośród podanych poniżej niezbędne odczynniki (podkreśl je). Narysuj schemat doświadczenia, mając do dyspozycji dowolny sprzęt laboratoryjny. Na schemacie oznacz użyte odczynniki. Napisz równanie reakcji (zapis cząsteczkowy), której objawy pozwolą na sformułowanie wniosku, dotyczącego porównania mocy kwasów.

Dostępne odczynniki:

fenol $_{(s)}$, fenolan sodu $_{(aq)}$, węglan sodu $_{(s)}$, NaOH $_{(aq)}$, $Ca(OH)_{2\,(aq)}$, HCl $_{(aq)}$, woda.

Rysunek:



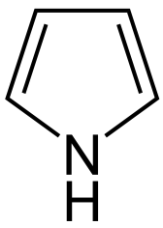
Równanie reakcji:

$2C_6H_5ONa + CO_2 + H_2O \rightarrow 2C_6H_5OH + Na_2CO_3$

Zadanie 23. (0-1)

Aromatyczność to cecha ściśle związana z budową elektronową cząsteczki. Istnieje grupa cech warunkujących aromatyczny charakter związków chemicznych, m.in. cykliczna budowa cząsteczki oraz spełnienie reguły Hückla. Zgodnie z regułą Hückla, związek jest aromatyczny, gdy w układzie wiązań wielokrotnych tworzących układ cykliczny tego związku występuje 4n+2 elektronów, gdzie n = dowolna liczba naturalna.

Czy poniższy związek spełnia podane warunki aromatyczności? Swoją odpowiedź uzasadnij w oparciu o budowę jego cząsteczki i informację do zadania.



Odpowiedź: Tak. Związek ten posiada cykliczną budowę cząsteczki oraz w układzie wiązań wielokrotnych tworzących układ cykliczny tego związku występuje 4n+2 elektronów: cztery elektrony od czterech atomów węgla i dwa elektrony od atomu azotu.

Zadanie 24.

Informacja 1. do zadania:

Podstawowymi roztworami buforowymi organizmu człowieka są: bufor wodorowęglanowy, bufor hemoglobinowy, bufor fosforanowy i bufory białczanowe.

Bufor	Najczęstsze umiejscowienie	Udział w pojemności buforowej krwi (%)
$NaHCO_3/H_2CO_3$	PZK	70
$Hb^-/HHbO_2$	PWK	21
Na_2HPO_4/NaH_2PO_4	PWK	6
Na-białczany/H-białczany	PWK i PZK	3

gdzie:
PZK – płyn zewnątrzkomórkowy, PWK – płyn wewnątrzkomórkowy

Bufor fosforanowy jest najważniejszym pod względem ilościowym buforem moczu. (…) Wydalanie z moczem nadmiernych ilości fosforanów I-rzędowych ($H_2PO_4^-$) podwyższa pH krwi, natomiast nadmierne wydalanie fosforanów II-rzędowych (HPO_4^{2-}) obniża pH krwi. Zwiększone wydalanie jonów fosforanowych z moczem następuje w nadczynności przytarczyc. Fosforany tylko częściowo są resorbowane w kanalikach nerkowych. Jeśli mocz ma odczyn alkaliczny, jony fosforanowe łatwo reagują z obecnymi w moczu jonami wapniowymi i magnezowymi, tworząc nierozpuszczalne sole, będące najczęstszą przyczyną powstawania kamieni nerkowych. Zaburzenie równowagi kwasowo-zasadowej prowadzi do kwasicy lub zasadowicy.
Źródło: I. Żak: „Chemia medyczna”

Informacja 2. do zadania:

Sól	$Ca(H_2PO_4)_2$	$CaHPO_4$	$Ca_3(PO_4)_2$
Rozpuszczalność w wodzie [g/dm^3] (20°C)	18,0	0,2	0,03

Zadanie 24.1. (0-1)

Roztwór wodny wodorowęglanu sodu, wchodzącego w skład buforu węglanowego, wykazuje odczyn zasadowy. Napisz reakcję (zapis jonowy skrócony), decydującą o zasadowym odczynie roztworu tej soli.

$HCO_3^- + H_2O \rightarrow CO_2 \cdot H_2O + OH^-$

Zadanie 24.2. (0-1)

Bufor to układ, który nie zmienia pH po dodaniu do niego niewielkiej ilości kwasów/zasad. Na podstawie informacji wstępnej napisz reakcję (zapis jonowy skrócony) przedstawiającą działanie buforu fosforanowego po wprowadzeniu do niego niewielkiej ilości jonów H^+.

$HPO_4^{2-} + H^+ \rightarrow H_2PO_4^-$

Zadanie 24.3. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego zasadowy odczyn moczu przyczynia się do powstawania kamieni nerkowych. Swoją odpowiedź uzasadnij, pisząc odpowiednie równania reakcji (zapis jonowy skrócony).

Zasadowy odczyn moczu powoduje zwiększenie stężenia jonów PO_4^{3-}, które reagują z obecnymi w moczu jonami wapniowymi i magnezowymi, tworząc nierozpuszczalne sole:

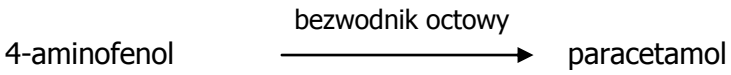
1. $HPO_4^{2-} + OH^- \rightarrow PO_4^{3-} + H_2O$
2. $3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$

Zadanie 25.

4-hydroksyacetanilid (p-acetyloaminofenol) to paracetamol, należący do leków przeciwbólowych. Synteza 4-hydroksyacetanilidu polega na acetylowaniu grupy aminowej 4-aminofenolu bezwodnikiem octowym, co prowadzi do podstawionego amidu.

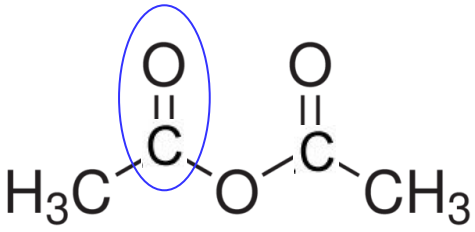
Acetylowanie – to proces polegający na podstawieniu atomu wodoru w cząsteczce związku organicznego grupą acetylową: $-COCH_3$.

Poniżej przedstawiono schemat reakcji:



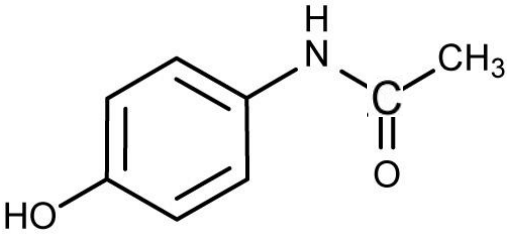
Zadanie 25.1. (0-1)

Narysuj wzór półstrukturalny bezwodnika octowego. Zaznacz we wzorze ugrupowanie karbonylowe.



Zadanie 25.2. (0-1)

Narysuj wzór półstrukturalny paracetamolu.



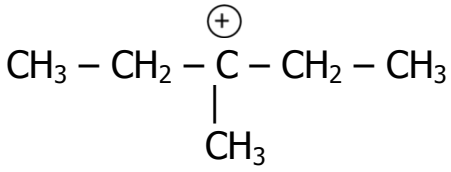
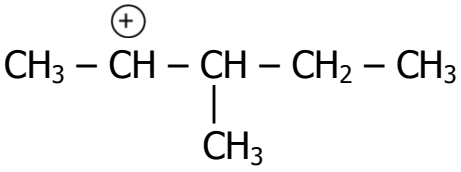
Zadanie 26.

Mechanizm reakcji addycji chlorowodoru do 3-metylopent-2-enu przebiega w dwóch etapach:

- Pierwszy etap polega na utworzeniu przez elektrony wiązania π 3-metylopent-2-enu nowego wiązania z kationem wodoru, pochodzącym od cząsteczki chlorowodoru. W efekcie powstaje karbokation.
- W drugim etapie następuje przyłączenie jonu Cl^- do karbokationu.

Zadanie 26.1. (0-1)

Narysuj wzory półstrukturalne dwóch izomerycznych karbokationów, które powstają w pierwszym etapie reakcji addycji chlorowodoru do 3-metylopent-2-enu. Określ, który z nich charakteryzuje się większą trwałością.

Wzór karbokationu o większej trwałości:	Wzór karbokationu o mniejszej trwałości:
	

Zadanie 26.2. (0-1)

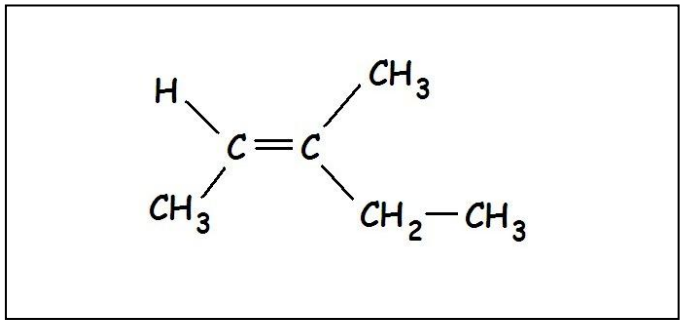
Na podstawie informacji wstępnej do zadania wyjaśnij, dlaczego reakcję addycji wody do alkenów prowadzi się w środowisku kwasowym.

Odpowiedź: : Kwas jest donorem protonu - przekazuje kation wodorowy do wiązania podwójnego, w wyniku czego powstaje karbokation – produkt pierwszego etapu addycji wody do alkenów.

Zadanie 26.3. (0-1)

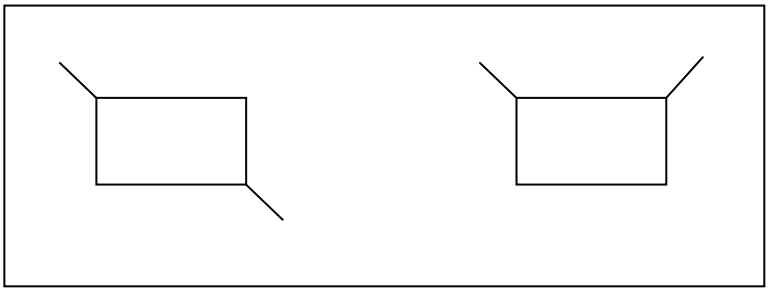
Odpowiednikiem izomerii cis/trans jest izomeria E/Z. O formie E mówi się, gdy dwa podstawniki o większej wadze znajdują się po przeciwnych stronach względem płaszczyzny przechodzącej wzdłuż wiązania wielokrotnego. O formie Z - gdy podstawniki o większej wadze znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny wiązania. O wadze podstawników decyduje liczba atomowa tego atomu, który łączy się bezpośrednio z atomem tworzącym wiązanie podwójne. Jeżeli atomy przyłączone bezpośrednio mają taką samą liczbę atomową - bierze się pod uwagę kolejne atomy z tworzącego je podstawnika.

Narysuj wzór półstrukturalny izomeru (Z) 3-metylopent-2-enu.



Zadanie 26.4. (0-1)

Narysuj wzór półstrukturalny lub uproszczony izomeru 3-metylopent-2-enu, który wykazuje izomerię cis-trans, jednak wszystkim atomom węgla w jego cząsteczce można przypisać hybrydyzację sp^3 oraz w procesie chlorowania tego związku można uzyskać trzy monochloropochodne, będące izomerami konstytucyjnymi.

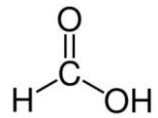
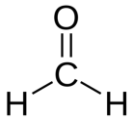
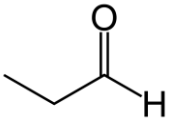
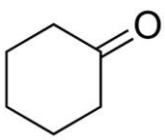
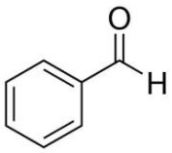


Zadanie 27.

Reakcja Cannizzaro to reakcja dysproporcjonowania aldehydów. Aldehydy ulegają dysproporcjonowaniu do alkoholi i soli kwasów karboksylowych. Reakcji tej ulegają jedynie aldehydy, które nie posiadają węgla α lub nie posiadają atomów wodoru bezpośrednio związanych z węglem α. Zajście tej reakcji wymaga silnie zasadowego środowiska.

Zadanie 27.1. (0-1)

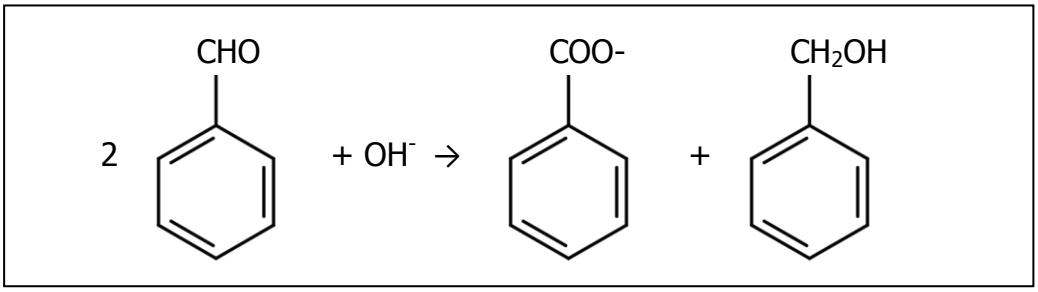
Zaznacz (zakreśl numer związku) wszystkie aldehydy, które ulegają reakcji Cannizzaro.

				
I.	II.	III.	IV.	V.

Zadanie 27.2. (0-1)

Napisz reakcję Cannizzaro (zapis jonowy skrócony) dla jednego z wybranych związków.

Podpowiedź: zwróć szczególną uwagę na środowisko reakcji.



lub:

$$2HCHO + OH^- \rightarrow HCOO^- + CH_3OH$$

Zadanie 28. (0-1)

Podaj nazwy procesów, stosowanych w rozdzielaniu mieszanin:

1. Proces mający na celu oddzielenie ciała stałego od cieczy przez zlanie klarownej cieczy znad osadu.

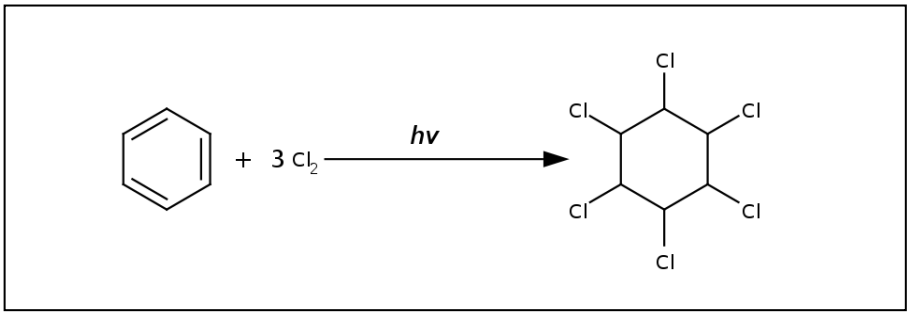
   Nazwa procesu: dekantacja

2. Proces mający na celu rozdzielenie składników mieszaniny ciekłej jednorodnej, wykorzystujący różnice temperatur wrzenia składników mieszaniny.

   Nazwa procesu: destylacja

Zadanie 29. (0-1)

W pewnych warunkach benzen może ulegać addycji wolnorodnikowej. Napisz równanie reakcji addycji chloru do benzenu (wzory półstrukturalne lub uproszczone). Ze względu na mechanizm reakcji – zaznacz nad strzałką warunki reakcji.

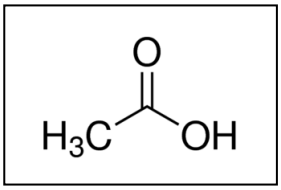


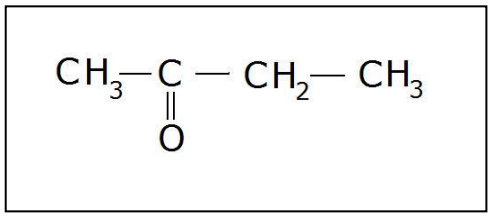
Zadanie 30. (0-1)

Utlenianie alkenów roztworem $KMnO_4$ bez ogrzewania prowadzi do rozerwania wiązania podwójnego i powstania dioli. Jeżeli proces ten prowadzimy w podwyższonej temperaturze, używając zakwaszonego roztworu $KMnO_4$, następuje rozszczepienie cząsteczki alkenu pomiędzy węglami połączonymi wiązaniem podwójnym i ich utlenienie. Produkty reakcji utlenienia zależą od ilości atomów wodoru połączonych z atomami węgla, które tworzą wiązanie podwójne. Jeżeli przy atomie węgla tworzącym wiązanie podwójne:

- obecne są dwa atomy wodoru - powstaje tlenek węgla (IV)
- obecny jest jeden atom wodoru - powstaje kwas karboksylowy
- nie ma atomów wodoru - powstaje keton.

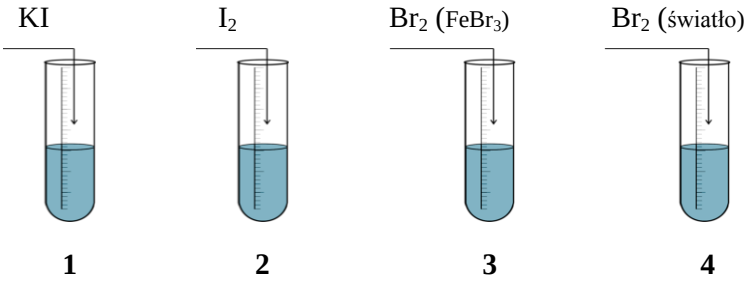
3-metylopent-2-en poddano utlenianiu zakwaszonym roztworem $KMnO_4$ w podwyższonej temperaturze. Napisz wzory grupowe wszystkich organicznych produktów reakcji.





Zadanie 31.

Przygotowano 4 probówki z metylobenzenem i przeprowadzono doświadczenie, zilustrowane poniższym schematem. W probówkach 3 i 4 zastosowano specjalne (podane w nawiasie) warunki.



Zadanie 31.1. (0-1)

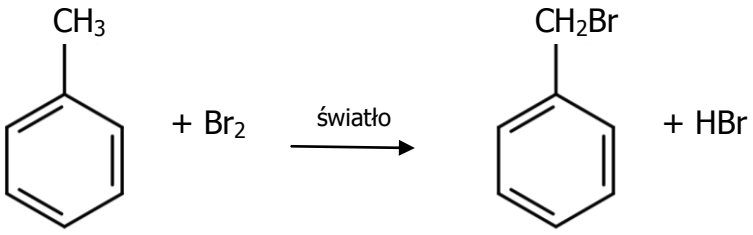
Uzupełnij zdania, wpisując numery probówek. Jeżeli zdanie nie dotyczy żadnej probówki – wpisz „-„.

W probówce/ach nr **1** nie zaobserwowano żadnych zmian. W probówce/ach nr **2** zaszedł proces fizyczny, ale nie zaszła reakcja chemiczna. Krótkie zabarwienie a następnie odbarwienie zawartości nastąpiło w probówce/ach nr **3** i **4** natomiast trwałe zabarwienie zaobserwowano w probówce/ach nr **2**.

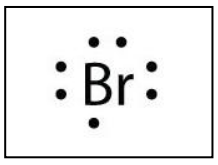
Zadanie 31.2. (0-1)

Wybierz probówkę, w której reakcja zaszła z udziałem wolnych rodników. Napisz równanie tej reakcji, używając wzorów półstrukturalnych lub uproszczonych związków organicznych oraz zaznaczając nad strzałką warunki reakcji. Narysuj wzór elektronowy kropkowy rodnika, który powstaje w pierwszym etapie tej reakcji.

Równanie reakcji:



Wzór rodnika:



BRUDNOPIS