CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

PESEL

Miejsce na naklejkę.
Sprawdź, czy kod na naklejce to **E-100**.
Jeżeli tak – przyklej naklejkę.
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

EGZAMIN MATURALNY Z CHEMII

POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **11 czerwca 2021 r.**
GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**
CZAS PRACY: **180 minut**
LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 22 strony (zadania 1–38). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Odpowiedzi i rozwiązania 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. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
8. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
9. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego.

ECHP-R0-**100**-2106

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Układ graficzny
© CKE 2021

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Informacja do zadań 1.–2.

Chlor występuje w przyrodzie w postaci mieszaniny dwóch izotopów. W jądrze izotopu o mniejszej liczbie masowej znajduje się 18 neutronów. Zawartość procentowa tego izotopu w występującym w przyrodzie pierwiastku wynosi 75,78%. Średnia masa atomowa chloru jest równa 35,453 u, a jeden z izotopów tego pierwiastka ma masę równą 34,969 u.

Na podstawie: J. Sawicka i inni, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2015.

Zadanie 1. (0–2)

Wartość masy atomowej danego izotopu podana z dokładnością do liczby całkowitej jest równa jego liczbie masowej.

Oblicz masę atomową drugiego izotopu chloru. Wynik końcowy zaokrąglij do trzeciego miejsca po przecinku. Podaj liczbę masową tego izotopu chloru i określ liczbę neutronów w jego jądrze atomowym.

Obliczenia:		
Masa atomowa: …….	Liczba masowa:	Liczba neutronów: .....

Zadanie 2. (0–2)

Chlor występuje w związkach chemicznych na wielu różnych stopniach utlenienia.

Uzupełnij poniższe zdania. Wpisz informacje dotyczące struktury elektronowej atomu chloru i jego stopni utlenienia oraz nazwę kwasu tlenowego chloru.

1. Pełna podpowłokowa konfiguracja elektronowa atomu chloru w stanie podstawowym ma postać ..... . W jego rdzeniu atomowym (na wewnętrznych powłokach elektronowych) znajduje się ..... elektronów. Chlor należy do bloku konfiguracyjnego ..... .
2. Minimalny stopień utlenienia, jaki przyjmuje chlor w związkach chemicznych, jest równy ..... . Kwas tlenowy, w którym chlor ma najwyższy możliwy stopień utlenienia, ma nazwę ..... .

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 3. (0–2)

Zidentyfikuj pierwiastki chemiczne na podstawie podanych niżej opisów konfiguracji atomów lub jonów w stanie podstawowym. Wpisz ich symbole do tabeli.

Opis konfiguracji	Symbol pierwiastka
Konfiguracja elektronowa dwudodatniego jonu tego pierwiastka jest taka sama jak konfiguracja elektronowa atomu argonu.	
Ten pierwiastek należy do bloku *p*. Elektrony w atomie tego pierwiastka (w stanie podstawowym) rozmieszczone są na czterech powłokach elektronowych, a na podpowłoce *p* powłoki walencyjnej liczba elektronów sparowanych jest równa liczbie elektronów niesparowanych.	
Elektrony w atomie tego pierwiastka są rozmieszczone na czterech powłokach elektronowych. W stanie podstawowym liczba elektronów na podpowłoce *d* jest taka sama jak liczba elektronów na powłoce o najwyższej energii.	

Zadanie 4.

Fosforowodór PH_3 to związek o temperaturze topnienia równej $-133\ °C$ i temperaturze wrzenia równej $-88\ °C$ (pod ciśnieniem atmosferycznym). W skroplonym fosforowodorze oddziaływania międzycząsteczkowe są dużo słabsze niż w skroplonym amoniaku.

Na podstawie: L. Kolditz (red.), *Chemia nieorganiczna*, Warszawa 1994.

Zadanie 4.1. (0–1)

Na podstawie różnicy elektroujemności między fosforem a wodorem oraz informacji wprowadzającej uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Cząsteczka fosforowodoru PH_3 ma kształt (trójkąta równobocznego / liniowy / piramidy o podstawie trójkąta). Wiązanie w PH_3 ma charakter (jonowy / kowalencyjny).

Zadanie 4.2. (0–1)

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

Temperatura wrzenia skroplonego amoniaku jest (wyższa / niższa) niż temperatura wrzenia fosforowodoru. Bardzo dobra rozpuszczalność (fosforowodoru / amoniaku) w wodzie jest spowodowana silnym oddziaływaniem między cząsteczkami tego związku a cząsteczkami wody i tworzeniem się między nimi wiązań wodorowych.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 5. (0–1)

Poniżej przedstawiono wzory elektronowe cząsteczek dwóch pierwiastków, oznaczonych umownie literami A i D. Oba pierwiastki należą do drugiego okresu układu okresowego.

Zidentyfikuj pierwiastki A i D, a następnie uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

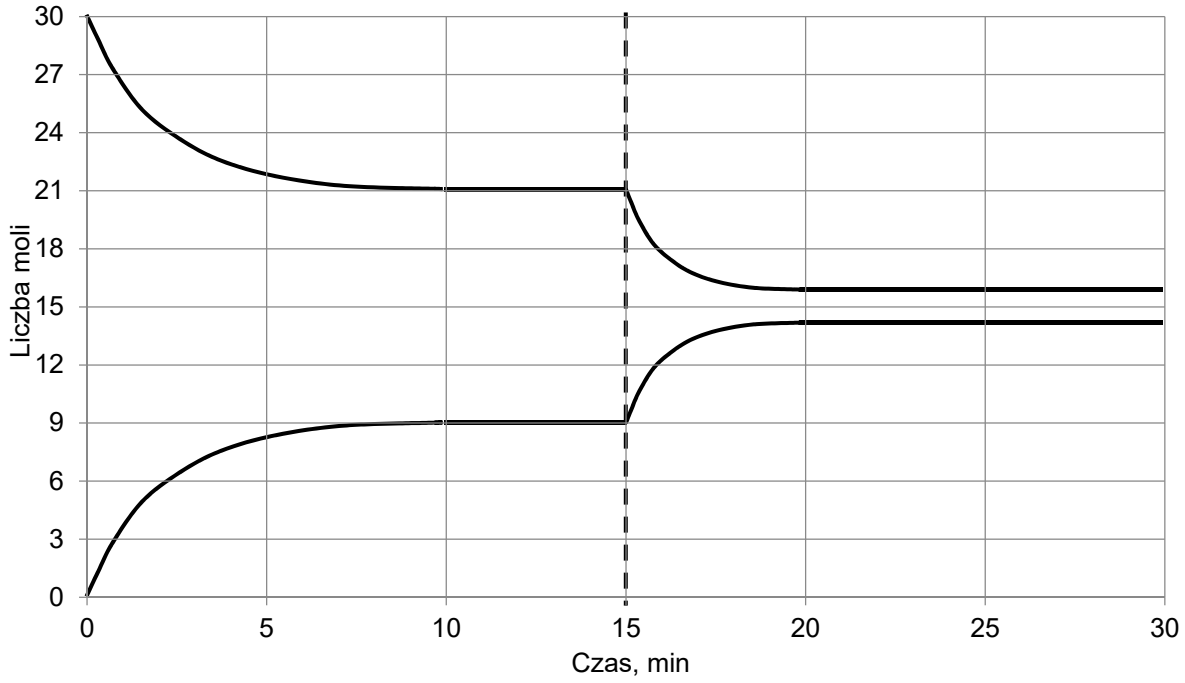
Większy ładunek jądra ma atom pierwiastka oznaczonego literą (A / D). Mniejszy promień atomowy ma atom pierwiastka oznaczonego literą (A / D).

Informacja do zadań 6.–9.

Do reaktora, w którym znajdowała się stała substancja X, wprowadzono pod ciśnieniem atmosferycznym gazową substancję Y i zapoczątkowano reakcję chemiczną, w wyniku której powstawał gaz Z. Po 10 minutach, w temperaturze T_1, ustaliła się równowaga opisana równaniem:

$$X\,(s) + Y\,(g) \rightleftarrows Z\,(g)$$

Na wykresie przedstawiono wyniki pomiaru liczby moli gazowych reagentów w trakcie trwania procesu oraz po ustaleniu się stanu równowagi w temperaturze T_1. W piętnastej minucie eksperymentu zmieniono w układzie temperaturę na T_2 wyższą od T_1, czego konsekwencją było ustalenie się nowego stanu równowagi po dwudziestu minutach eksperymentu, co także zilustrowano na poniższym wykresie.



Zadanie 6. (0−1)

Rozstrzygnij, czy w temperaturze T_2 – w porównaniu z przemianą zachodzącą w temperaturze T_1 – następuje:

- **wzrost szybkości reakcji tworzenia substancji Z;**

.....

- **spadek szybkości reakcji rozkładu substancji Z.**

.....

Odpowiedzi uzasadnij.

.....

.....

Zadanie 7. (0−1)

Rozstrzygnij, czy reakcja tworzenia związku Z jest procesem endoenergetycznym. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

Zadanie 8. (0−1)

Napisz wyrażenie na stężeniową stałą równowagi reakcji tworzenia związku Z i oszacuj jej wartość w temperaturze T_1. Uwzględnij fakt, że w wyrażeniu na stałą równowagi tej reakcji pomija się stężenie substancji stałej.

Wyrażenie na stałą równowagi: .....

Oszacowana wartość stałej równowagi: .....

Zadanie 9. (0−1)

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

Wraz ze zmniejszeniem ciśnienia w układzie w warunkach izotermicznych wydajność reakcji otrzymywania substancji Z (wzrośnie / zmaleje / się nie zmieni).

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 10. (0–2)

W zamkniętym zbiorniku znajdowała się pewna ilość NO_2. W temperaturze 800 K gaz ulegał rozkładowi zgodnie z równaniem:

$$2NO_2\,(g) \rightleftarrows 2NO\,(g) + O_2\,(g) \qquad \Delta H > 0$$

Po ustaleniu się stanu równowagi w naczyniu znajdowało się 90 g tlenku azotu(II). Wydajność rozkładu NO_2 wyniosła 60%.

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2008.

Określ:

- **stosunek molowy tlenków azotu w zbiorniku w stanie równowagi;**
- **liczbę moli tlenu w zbiorniku w stanie równowagi;**
- **masę tlenku azotu(IV) wprowadzonego do zbiornika przed zainicjowaniem reakcji – w gramach.**

Stosunek molowy $n_{NO_2} : n_{NO}$ = ... : .....

Liczba moli tlenu n_{O_2} = ... mol

Masa tlenku azotu(IV) przed zainicjowaniem reakcji m_{NO_2} = ... g

Informacja do zadań 11.–14.

Skroplony amoniak jest rozpuszczalnikiem, który – podobnie jak woda – ulega autodysocjacji polegającej na przeniesieniu protonu między cząsteczkami rozpuszczalnika. Rezultatem tego procesu jest powstanie kationów NH_4^+ i anionów NH_2^-.

Wszystkie substancje chemiczne, które w skroplonym amoniaku zwiększają stężenie kationów NH_4^+, w tych warunkach są kwasami, a te związki chemiczne, które w skroplonym amoniaku zwiększają stężenie anionów NH_2^-, są zasadami. Zobojętnianie w skroplonym amoniaku polega na reakcji kationów NH_4^+ i anionów NH_2^- z wytworzeniem cząsteczek NH_3.

Na podstawie: L. Kolditz (red.), *Chemia nieorganiczna*, Warszawa 1994.

Zadanie 11. (0–1)

Napisz równanie autodysocjacji amoniaku – zastosuj definicję kwasu i zasady Brønsteda. Wpisz wzory odpowiednich drobin do schematu.

kwas 1.		zasada 2.		zasada 1.		kwas 2.
	+		⟷		+	

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 12. (0–1)

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zobojętniania zachodzącej w skroplonym amoniaku między bromkiem amonu NH_4Br a amidkiem wapnia $Ca(NH_2)_2$.

.....

Zadanie 13. (0–2)

Amidek cynku o wzorze $Zn(NH_2)_2$ nie rozpuszcza się w skroplonym amoniaku. Ten związek łatwo reaguje z chlorkiem amonu rozpuszczonym w skroplonym amoniaku, a także z amidkiem potasu o wzorze KNH_2. Oznacza to, że amidek cynku ma charakter amfoteryczny. Produktem reakcji z amidkiem potasu – użytym w nadmiarze – jest jon kompleksowy o liczbie koordynacji równej 4, w którym jony amidkowe NH_2^- pełnią funkcję ligandów.

Na podstawie: J.D. Lee, *Zwięzła chemia nieorganiczna*, Warszawa 1999.

Napisz:

- **w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej w skroplonym amoniaku między amidkiem cynku a chlorkiem amonu;**

.....

- **w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzącej w skroplonym amoniaku między amidkiem cynku a amidkiem potasu użytym w nadmiarze.**

.....

Zadanie 14. (0–2)

W ciekłym amoniaku azotan(V) amonu wykazuje zdolność utleniającego roztwarzania metali – tak jak kwas azotowy(V) w wodzie. Reakcja miedzi z azotanem(V) amonu w skroplonym amoniaku przebiega zgodnie ze schematem:

$$Cu + NH_4^+ + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + NO_2^- + H_2O + NH_3$$

Na podstawie: L. Kolditz (red.), *Chemia nieorganiczna*, Warszawa 1994.

Napisz w formie jonowej skróconej, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów redukcji i utleniania zachodzących podczas opisanej przemiany. Uwzględnij środowisko reakcji – obecność jonów NH_4^+. Określ stosunek molowy reduktora do utleniacza w tej reakcji.

Równanie procesu redukcji:

.....

Równanie procesu utleniania:

.....

Stosunek molowy $n_{reduktora} : n_{utleniacza}$ = ...

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

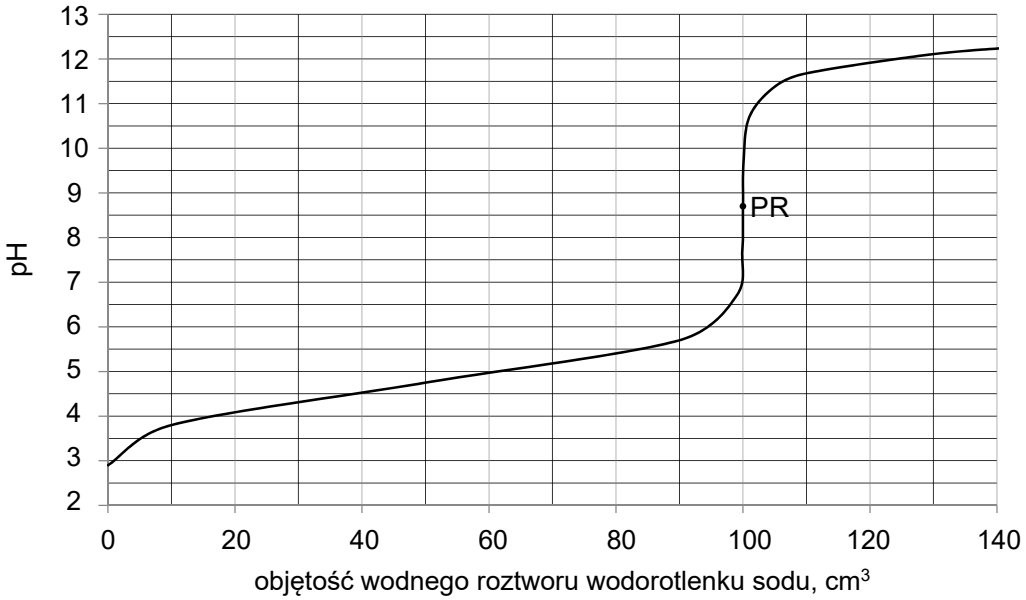
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Informacja do zadań 15.–16.

Przeprowadzono doświadczenie, podczas którego do kolby zawierającej 100 cm^3 wodnego roztworu jednoprotonowego kwasu HA dodawano porcjami wodny roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu 0,1 $mol \cdot dm^{-3}$ i mierzono pH mieszaniny reakcyjnej. Podczas doświadczenia zachodziła reakcja opisana schematem:

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$$

Doświadczenie prowadzono w temperaturze 25 °C. Jego przebieg zilustrowano poniższym wykresem, zwanym krzywą miareczkowania.



Po dodaniu takiej objętości roztworu wodorotlenku sodu, w jakiej znajdowała się liczba moli NaOH równa liczbie moli kwasu HA w roztworze wziętym do analizy, w układzie został osiągnięty punkt równoważnikowy (PR). W opisanym doświadczeniu pH w punkcie równoważnikowym było równe 8,6.

Zadanie 15. (0–1)

Po wykonaniu doświadczenia sformułowano następujący wniosek:

Na podstawie otrzymanych wyników można jednoznacznie stwierdzić, że kwas HA nie jest mocnym elektrolitem.

Rozstrzygnij, czy powyższy wniosek jest prawdziwy. Uzasadnij swoją odpowiedź – napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji ilustrujące równowagę, która ustaliła się w punkcie równoważnikowym. Użyj ogólnego wzoru kwasu HA.

Rozstrzygnięcie: ……

Równanie reakcji ilustrujące stan równowagi:

.....

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 16.

Krzywa miareczkowania może służyć do wyznaczenia wartości stałej dysocjacji kwasu (K_a), a przez to pozwala zidentyfikować kwas poddawany miareczkowaniu. Jedna z metod polega na wyznaczeniu tak zwanego punktu połowicznego zmiareczkowania (PP), w którym stężenie HA jest równe stężeniu A^-.

Stała równowagi dysocjacji kwasu HA opisana jest wyrażeniem:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\cdot[A^-]}{[HA]}, \qquad \text{czyli} \quad [H_3O^+] = \frac{K_a \cdot [HA]}{[A^-]}$$

Stężenie HA jest równe stężeniu A^- po dodaniu połowy objętości roztworu NaOH potrzebnej do osiągnięcia punktu równoważnikowego (PR). Wtedy:

$$[H_3O^+] = K_a, \quad \text{czyli}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log K_a = pK_a$$

Tak więc w punkcie połowicznego zmiareczkowania pH jest równe $-\log K_a$.

Zadanie 16.1. (0–2)

Odczytaj z wykresu krzywej miareczkowania i napisz wartość pH w punkcie połowicznego zmiareczkowania (PP). Który z wymienionych poniżej kwasów mógł być użyty w opisanym doświadczeniu? Wybierz i zaznacz jego wzór.

Wartość pH w punkcie połowicznego zmiareczkowania: .....

Wzór kwasu:

HClO CH_3COOH $HClO_2$

Zadanie 16.2. (0–1)

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

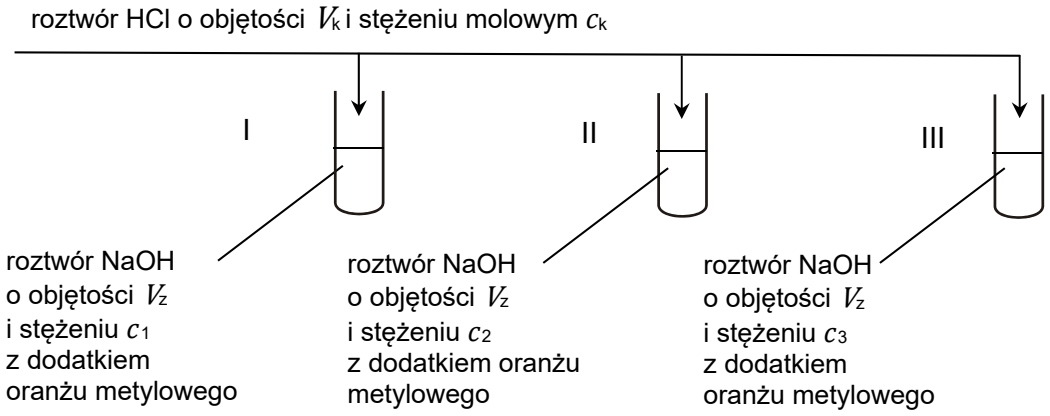
1.	Stężenie miareczkowanego kwasu wynosiło 0,2 mol · dm^{-3}.	**P**	**F**
2.	W punkcie połowicznego zmiareczkowania (PP) stężenie anionów wodorotlenkowych jest niższe niż stężenie kationów sodu.	**P**	**F**
3.	W punkcie równoważnikowym (PR) w roztworze nie ma niezdysocjowanych cząsteczek kwasu HA.	**P**	**F**

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 17.

Do trzech probówek wprowadzono takie same objętości wodnego roztworu wodorotlenku sodu (V_z) o trzech różnych stężeniach molowych (c_1, c_2, c_3) i dodano do nich po 2 krople roztworu oranżu metylowego. Do probówek dodano następnie, mieszając, takie same objętości kwasu solnego (V_k) o znanym stężeniu molowym (c_k). Przebieg doświadczenia zilustrowano na poniższym schemacie.



Po zakończeniu doświadczenia okazało się, że zmiana barwy roztworu nastąpiła tylko w probówce II.

Zadanie 17.1. (0–1)

Uzupełnij poniższą tabelę. Napisz, jaką barwę miał roztwór w probówce II przed reakcją i po zakończeniu reakcji.

Barwa roztworu w probówce II	
przed reakcją	po reakcji

Zadanie 17.2. (0–2)

Rozstrzygnij, czy na podstawie przeprowadzonego doświadczenia można jednoznacznie wskazać, w której probówce znajdował się:

- **roztwór NaOH o najwyższym stężeniu. Odpowiedź uzasadnij.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

- **roztwór NaOH o najniższym stężeniu. Odpowiedź uzasadnij.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Zadanie 18. (0–2)

Roztwór wodny chloru to tzw. woda chlorowa Cl_2 (aq). W tym roztworze ustala się równowaga opisana równaniem:

$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO$$

Powstający oksokwas pod wpływem światła ulega częściowemu rozkładowi z wydzieleniem tlenu:

$$2HClO \rightarrow 2HCl + O_2$$

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

10,65 g chloru rozpuszczono w 1800 cm^3 wody, a otrzymaną wodę chlorową pozostawiono na pewien czas w otwartym naczyniu na świetle.

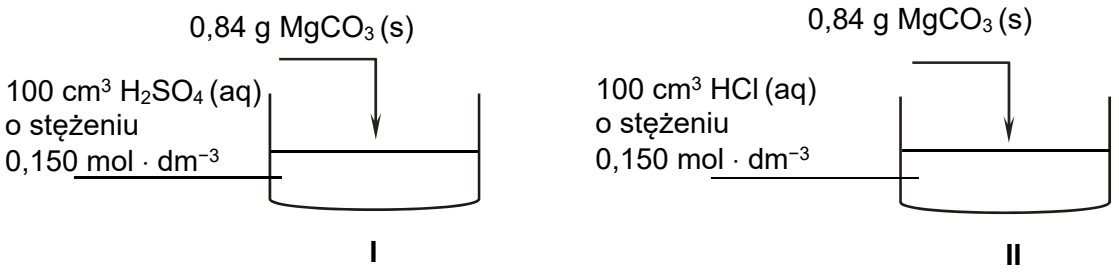
Oblicz stężenie molowe kwasu solnego w roztworze w momencie, w którym 1,0% chloru obecnego w roztworze uległ reakcji chemicznej z wodą, a oksokwas powstający w roztworze uległ w 50% reakcji rozkładu. W obliczeniach przyjmij, że sumaryczna objętość roztworu się nie zmieniła i wynosiła 1800 cm^3.

Obliczenia:

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Informacja do zadań 19.–21.

Przeprowadzono doświadczenie 1. zgodnie z poniższym schematem.



Następnie wykonano doświadczenie 2., do którego użyto roztworów tych samych kwasów – o takiej samej objętości i stężeniu jak roztwory użyte w doświadczeniu 1. W doświadczeniu 2. do roztworów dodano jednak inną sól – Na_2CO_3 – o masie 0,53 g.

Zadanie 19. (0–1)

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji zachodzącej w doświadczeniu 1. podczas dodawania węglanu magnezu do zlewek.

.....

Zadanie 20. (0–1)

Rozstrzygnij, czy po zakończeniu doświadczenia 1. z użyciem węglanu magnezu w każdej zlewce otrzymano mieszaninę jednorodną. Odpowiedź uzasadnij.

	Zlewka I	Zlewka II
Rozstrzygnięcie		
Uzasadnienie		

Zadanie 21. (0–1)

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

1.	W doświadczeniu 1. w reakcji kwasu siarkowego(VI) z węglanem magnezu wydzieliło się <u>mniej</u> gazu niż w doświadczeniu 2. w reakcji kwasu siarkowego(VI) z węglanem sodu.	**P**	**F**
2.	W doświadczeniu 2., w którym użyto węglanu sodu, w zlewkach I i II wydzieliło się tyle samo gazu.	**P**	**F**
3.	Po zakończeniu reakcji w zlewce II z użyciem węglanu sodu (doświadczenie 2.) odczyn roztworu był kwasowy.	**P**	**F**

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 22. (0–2)

Do 50 cm^3 wodnego roztworu $CuSO_4$ o stężeniu 0,4 mol · dm^{-3} wprowadzono 783 mg opiłków pewnego metalu X, który reagował z jonami Cu^{2+} w stosunku molowym 1 : 1. Metal X w szeregu napięciowym metali jest przed kadmem. Po zakończeniu reakcji do otrzymanej mieszaniny dodano 1200 mg opiłków kadmu i wtedy reakcja przebiegała dalej, do całkowitego odbarwienia roztworu. Kadm reagował z jonami Cu^{2+} w stosunku molowym 1 : 1. Po zakończeniu reakcji, wydzielono z jej produktów mieszaninę metali i stwierdzono, że zawiera ona 19% masowych kadmu.

Oblicz masę molową metalu X i podaj jego symbol chemiczny. Przyjmij, że masy molowe są równe: M_{Cu} = 63,55 g · mol^{-1}, M_{Cd} = 112,41 g · mol^{-1}.

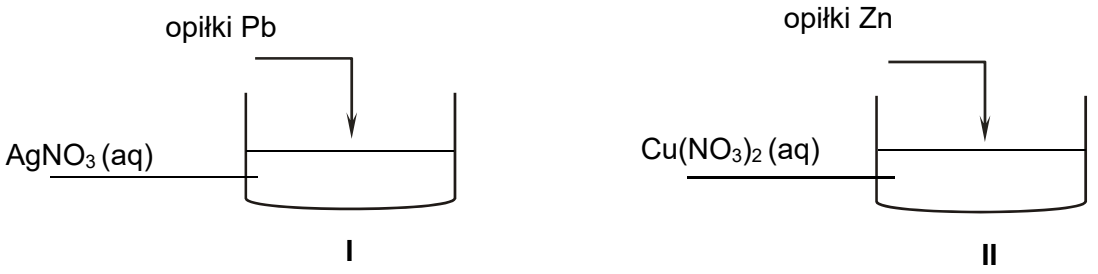
Obliczenia:

Symbol chemiczny metalu: ……

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 23.

Przeprowadzono doświadczenie zgodnie z poniższym schematem.



Zadanie 23.1. (0–2)

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji zachodzącej po dodaniu opiłków ołowiu do zlewki I. Rozstrzygnij, czy po zakończeniu doświadczenia masa <u>roztworu</u> w zlewce I wzrosła czy zmalała. Odpowiedź uzasadnij.

Równanie zachodzącej reakcji:

.....

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

Zadanie 23.2. (0–1)

Po zakończeniu doświadczenia na dnie zlewki II znajdowały się dwa metale: cynk oraz miedź.

Uzupełnij poniższą tabelę. Napisz, jaką barwę miał roztwór w probówce II przed reakcją i po jej zakończeniu.

Barwa roztworu w zlewce II	
<u>przed</u> doświadczeniem	<u>po</u> zakończeniu doświadczenia

Zadanie 24.

Poniżej przedstawiono równania protolizy (dysocjacji) wielostopniowej kwasu ortofosforowego(V) oraz wartości stałych dysocjacji tych procesów.

$H_3PO_4 + H_2O \rightleftarrows H_2PO_4^- + H_3O^+$ $\qquad K_{a1} = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$

$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftarrows HPO_4^{2-} + H_3O^+$ $\qquad K_{a2} = 6{,}2 \cdot 10^{-9}$

$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftarrows PO_4^{3-} + H_3O^+$ $\qquad K_{a3} = 2{,}2 \cdot 10^{-13}$

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

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 24.1. (0–1)

Uszereguj jony obecne w wodnym roztworze kwasu ortofosforowego(V) i powstające podczas protolizy (dysocjacji) tego kwasu według wzrastających stężeń. Napisz wzory tych jonów w odpowiedniej kolejności.

.....

najmniejsze stężenie jonów — największe stężenie jonów

Zadanie 24.2. (0–1)

Napisz <u>wzory</u> tych jonów, obecnych w wodnym roztworze kwasu ortofosforowego(V), które zgodnie z teorią kwasów i zasad Brønsteda mogą pełnić w reakcjach chemicznych funkcję zarówno kwasu, jak i zasady.

.....

Zadanie 25. (0–2)

Próbkę mieszaniny NaCl i $MgCl_2$ o masie 3,7 g rozpuszczono w wodzie, a do otrzymanej mieszaniny dodano nadmiar wodnego roztworu $AgNO_3$. W roztworze zaszła reakcja opisana równaniem:

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

Odsączony, przemyty i wysuszony osad AgCl ważył 10,0 g.

Oblicz masę chlorku magnezu w próbce mieszaniny. Wynik podaj w gramach i zaokrąglij do jednego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 26. (0–2)

O dwóch alkanach A i B wiadomo, że:

- cząsteczki każdego alkanu zbudowane są z pięciu atomów węgla
- alkan A tworzy w reakcji z bromem wyłącznie jedną monobromopochodną
- w cząsteczce alkanu B jest jeden atom węgla na –I stopniu utlenienia.

Uzupełnij tabelę. Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) monobromopochodnej alkanu A i wzór półstrukturalny (grupowy) alkanu B oraz napisz nazwy systematyczne obu związków.

Wzór monobromopochodnej alkanu A	Wzór alkanu B
Nazwa systematyczna monobromopochodnej alkanu A	Nazwa systematyczna alkanu B

Zadanie 27. (0–2)

W wyniku spalenia 1,00 g związku organicznego w nadmiarze tlenu uzyskano jako jedyne produkty: 1,42 g CO_2 oraz 0,87 g H_2O.

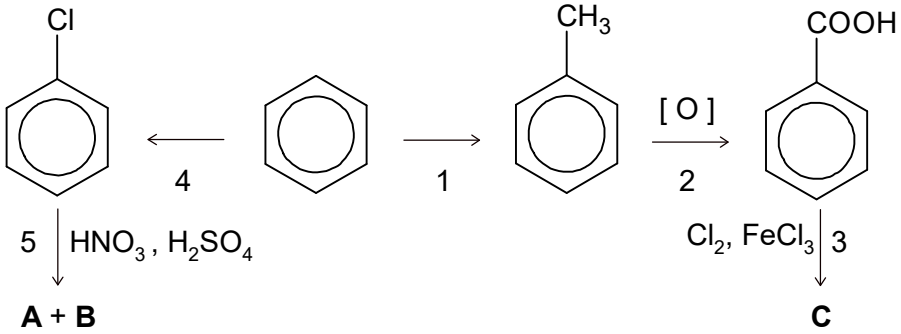
Wykonaj odpowiednie obliczenia i napisz elementarny (najprostszy) wzór związku organicznego, który spalono.

Obliczenia:

Informacja do zadań 28.–29.

Podstawnik w pierścieniu aromatycznym wpływa na miejsce wprowadzenia następnego podstawnika do pierścienia. Grupy alkilowe, –Cl, –Br, $–NH_2$, –OH kierują następny wprowadzany podstawnik w pozycje 2- i 4- (*orto*- i *para*-) w stosunku do własnego położenia. Gdy w pierścieniu znajdują się grupy $–NO_2$, –COOH czy –CHO, to następny podstawnik jest wprowadzany głównie w pozycję 3- (*meta*-).

Na poniższym schemacie zilustrowano ciąg przemian chemicznych, w wyniku których z benzenu powstają związki organiczne A, B i C.



Zadanie 28. (0–1)

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

1.	Przemiana oznaczona numerem 4 to przykład reakcji substytucji przebiegającej według mechanizmu rodnikowego.	**P**	**F**
2.	W przemianie oznaczonej numerem 2 formalny stopień utlenienia atomu węgla połączonego bezpośrednio z pierścieniem benzenowym wzrasta o 6.	**P**	**F**
3.	Związek C, będący głównym produktem reakcji oznaczonej numerem 3, to kwas 3-chlorobenzenokarboksylowy (3-chlorobenzoesowy).	**P**	**F**

Zadanie 29. (0–1)

Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków A i B, które są głównymi produktami przemiany oznaczonej na schemacie numerem 5.

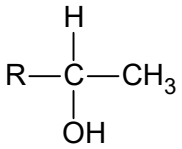
Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Informacja do zadań 30.–33.

Próba jodoformowa polega na działaniu jodem w roztworze wodorotlenku sodu na badany związek organiczny. O pozytywnym wyniku eksperymentu świadczy pojawienie się żółtego osadu trijodometanu nazywanego jodoformem. Taki wynik wskazuje m.in. na obecność grupy metylowej w sąsiedztwie grupy karbonylowej w cząsteczce. Próba jodoformowa pozwala również na wykrycie obecności alkoholi o strukturze:

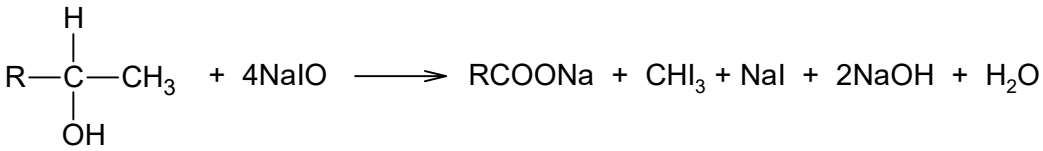


gdzie R oznacza atom wodoru, grupę alkilową lub arylową.

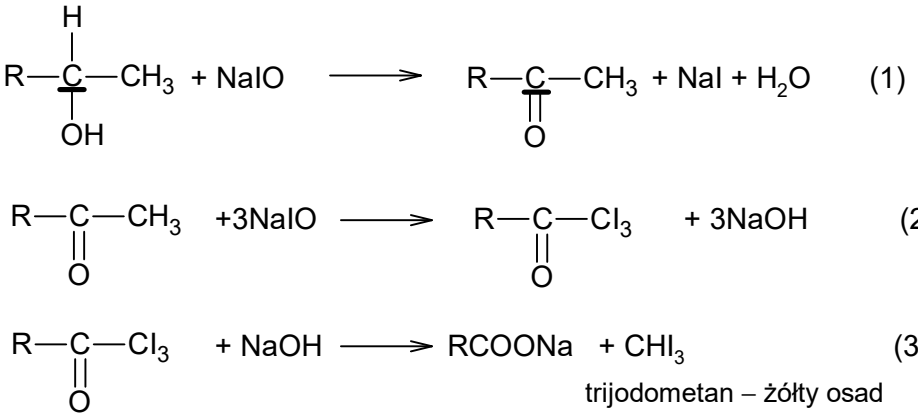
Jod reaguje z wodorotlenkiem sodu zgodnie z równaniem:

$$I_2 + 2NaOH \rightarrow NaI + NaIO + H_2O$$

Następnie jeden z produktów tej reakcji – związek o wzorze NaIO – reaguje z alkoholem:



Reakcja przebiega w trzech etapach (C – podkreślony atom węgla):



Na podstawie: R. T. Morrison, R. N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1996.

Zadanie 30. (0–1)

Określ stopnie utlenienia atomu jodu i podkreślonego atomu węgla w reakcji etapu (1). Przyjmij, że w reakcji tej R to grupa metylowa $-CH_3$. Uzupełnij poniższą tabelę.

	Stopień utlenienia atomu	
	jodu	węgla
w substracie reakcji		
w produkcie reakcji		

Zadanie 31. (0–1)

Spośród wymienionych niżej alkoholi wybierz wszystkie, które dają pozytywny wynik próby jodoformowej. Podkreśl nazwy wybranych związków.

2-metylopropan-2-ol pentan-2-ol pentan-3-ol 1-fenyloetanol

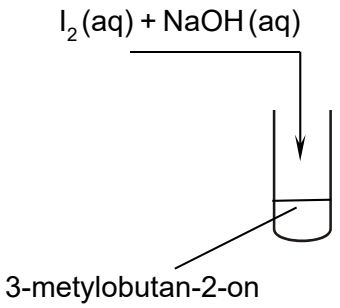
Zadanie 32. (0–1)

Uzupełnij poniższy schemat. Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> <u>sumaryczne</u> równanie próby jodoformowej przebiegającej po dodaniu do etanolu wodnych roztworów jodu i wodorotlenku sodu. Napisz wzory produktów i dobierz współczynniki stechiometryczne. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

... I_2 +... NaOH + ... CH_3CH_2OH → ..... + ... +..... + ...

Zadanie 33. (0–1)

Przeprowadzono doświadczenie, którego przebieg zilustrowano na poniższym schemacie.



Napisz, czy w wyniku tego doświadczenia w probówce powstał żółty osad jodoformu. Odpowiedź uzasadnij. Odnieś się do budowy cząsteczki badanej substancji.

W probówce (powstał / nie powstał) żółty osad jodoformu.

Uzasadnienie: .....

.....

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Informacja do zadań 34.–36.

Nasycony związek organiczny X o czterech atomach węgla zawiera w cząsteczce dwie różne grupy funkcyjne, które reagują z sodem, ale tylko jedna z nich – z wodorotlenkiem sodu. W wyniku utleniania związku X za pomocą jonów dichromianowych(VI) w obecności jonów H^+ otrzymuje się kwas bursztynowy o wzorze $HOOC–CH_2–CH_2–COOH$.

Zadanie 34. (0–2)

Uzupełnij poniższą tabelę. Narysuj wzory półstrukturalne (grupowe) związku X oraz jednego izomeru związku X o budowie łańcuchowej, którego cząsteczki są chiralne. Zaznacz (*) asymetryczny atom węgla (centrum stereogeniczne).

Wzór związku X	Wzór izomeru związku X

Zadanie 35. (0–2)

Napisz:

- **wzór półstrukturalny (grupowy) organicznego produktu reakcji, który powstałby, gdyby związek X przereagował z nadmiarem sodu;**

.....

- **<u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji kwasu bursztynowego z nadmiarem wodorotlenku sodu. Związki organiczne przedstaw za pomocą wzorów półstrukturalnych (grupowych).**

.....

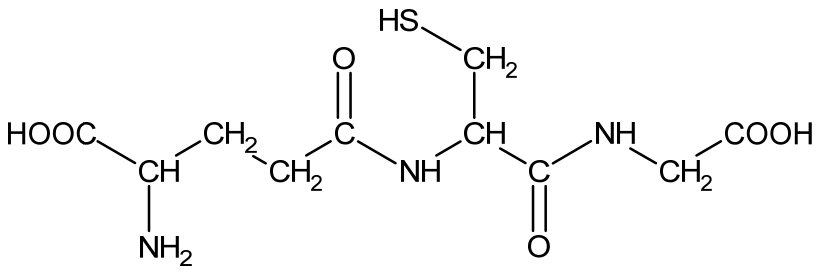
Zadanie 36. (0–1)

W wysokiej temperaturze kwas bursztynowy $HOOC–CH_2–CH_2–COOH$ ulega odwodnieniu. Jedna cząsteczka kwasu bursztynowego odszczepia jedną cząsteczkę wody i tworzy bezwodnik, którego cząsteczka ma strukturę pierścienia pięcioczłonowego.

Narysuj wzór półstrukturany (grupowy) bezwodnika kwasu bursztynowego.

Informacja do zadań 37.–38.

Glutation to tripeptyd występujący w komórkach organizmów roślinnych i zwierzęcych. Poniżej przedstawiono jego wzór półstrukturalny (grupowy).



Zadanie 37. (0–1)

Napisz nazwy zwyczajowe aminokwasów, które powstają w wyniku całkowitej hydrolizy glutationu.

.....

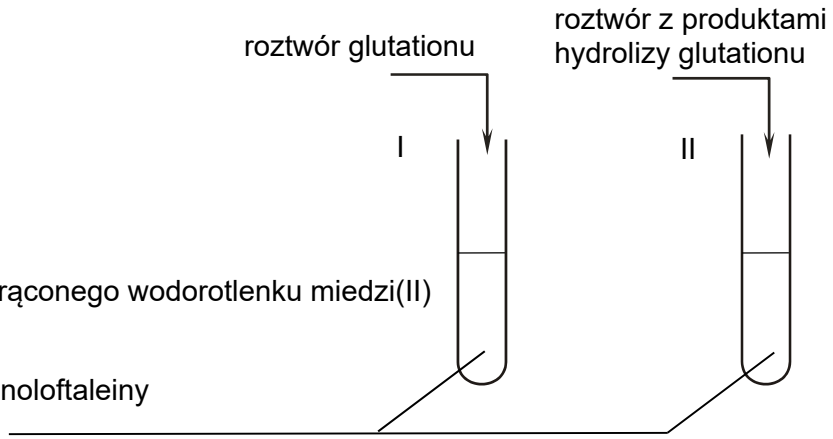
Zadanie 38. (0–2)

Wykonano doświadczenie, w którym do dwóch probówek z tym samym odczynnikiem wprowadzono wodne roztwory:

- do probówki I – wodny roztwór glutationu
- do probówki II – wodny roztwór powstały po całkowitej hydrolizie glutationu.

W jednej z probówek zaobserwowano powstanie różowofioletowego roztworu.

Uzupełnij schemat doświadczenia. Podkreśl nazwę odczynnika, który – po dodaniu do niego roztworów glutationu oraz produktów jego hydrolizy i wymieszaniu zawartości każdej probówki – pozwoli na uzyskanie opisanego wyniku doświadczenia. Napisz numer probówki, w której zaobserwowano opisaną zmianę.



Odczynnik:

– zawiesina świeżo wytrąconego wodorotlenku miedzi(II)

– odczynnik Tollensa

– alkoholowy roztwór fenoloftaleiny

Numer probówki: .....

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl
Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl
Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl