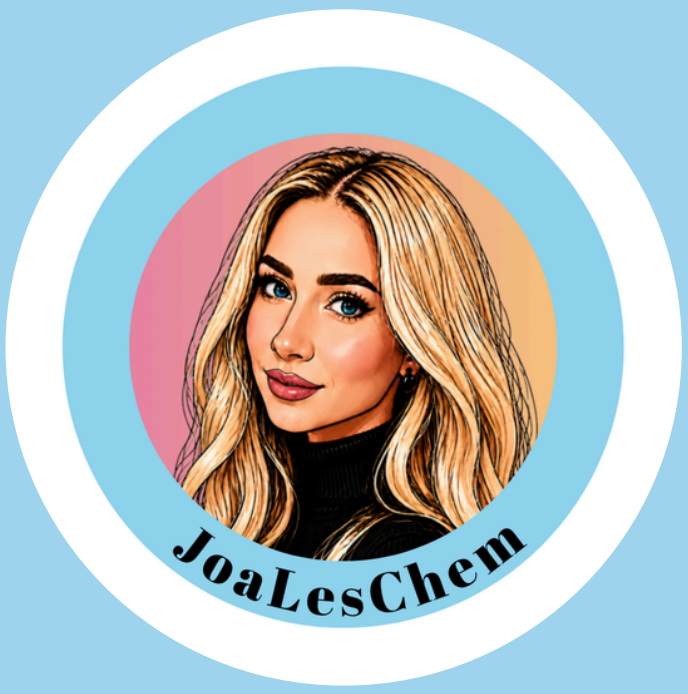


REAKCJE W ROZTWORACH WODNYCH

ZADANIA MATURALNE

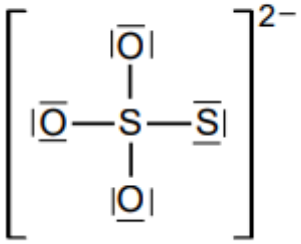
Źródło zadań: opublikowane arkusze maturalne Centralnej Komisji Edukacyjnej; Selekcja, edycja: joaleschem

Matura Czerwiec 2026

Informacja do zadań 13.–16.

Kwas tiosiarkowy (kwas trioksotiosiarkowy) to związek o wzorze $H_2S_2O_3$. Wartości jego stałych dysocjacji wynoszą – odpowiednio – $pK_{a1} = 0{,}6$ i $pK_{a2} = 1{,}74$.

Jon $S_2O_3^{2-}$ ma strukturę analogiczną do jonu SO_4^{2-}. Poniżej przedstawiono jeden z możliwych wzorów elektronowych opisujących strukturę tego anionu.



Kwas tiosiarkowy jest substancją nietrwałą, w przeciwieństwie do jego soli – tiosiarczanów. Tiosiarczan sodu można otrzymać w wyniku ogrzewania wodnego roztworu Na_2SO_3 z zawiesiną koloidalnej siarki. Zachodzi wówczas reakcja opisana równaniem:

$$Na_2SO_3\,(aq) + S\,(s) \longrightarrow Na_2S_2O_3\,(aq)$$

Ten związek krystalizuje z roztworu jako sól uwodniona.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2018;
C. Housecroft, A.G. Sharpe, *Inorganic chemistry*, Harlow 2018.

Zadanie 13. (0–1)

Jeden z anionów kwasu tiosiarkowego ulega dysocjacji zasadowej. Stała K_b tego procesu jest równa $5{,}49 \cdot 10^{-13}$.

Uzupełnij schemat tak, aby powstało równanie procesu dysocjacji zasadowej opisanego anionu kwasu tiosiarkowego. Zastosuj definicję kwasu i zasady Brønsteda.

kwas 1		zasada 2	⇄	zasada 1		kwas 2
	+				+	

Zadanie 14. (0–1)

Zmieszano $100\ cm^3$ roztworu $AgNO_3$ o stężeniu $0{,}10\ mol \cdot dm^{-3}$ i $50\ cm^3$ roztworu $Na_2S_2O_3$ o takim samym stężeniu. Strącił się biały osad tiosiarczanu srebra(I), który szybko zaczął żółknąć, a następnie zmienił barwę na czarną. Powstały osad odsączono. Po dodaniu roztworu wodorotlenku baru do przesączu pojawił się biały osad. Stwierdzono, że otrzymane stałe substancje to Ag_2S (czarny osad) i $BaSO_4$ (biały osad).

Napisz w formie jonowej równanie reakcji rozkładu tiosiarczanu srebra(I). Uwzgl... udział wody w tym procesie.

.....



Matura Czerwiec 2026

Zadanie 21. (0–4)

Aby wyznaczyć równanie kinetyczne reakcji utleniania etanolu jonami $Cr_2O_7^{2-}$, do wodnego roztworu zawierającego $K_2Cr_2O_7$ i kwas siarkowy(VI) dodano nadmiar alkoholu etylowego. Z mieszaniny reakcyjnej w równych odstępach czasu pobierano po 10 cm^3 roztworu i oznaczano stężenie nieprzereagowanych anionów metodą jodometryczną. Ta metoda polega na dodaniu nadmiaru jonów I^- do roztworu zawierającego utleniacz, a następnie – na oznaczeniu ilości wydzielonego jodu. W tym celu mieszaninę reakcyjną miareczkuje się roztworem $Na_2S_2O_3$ o znanym stężeniu, w obecności skrobi jako wskaźnika. Zachodzą wówczas reakcje opisane równaniami:

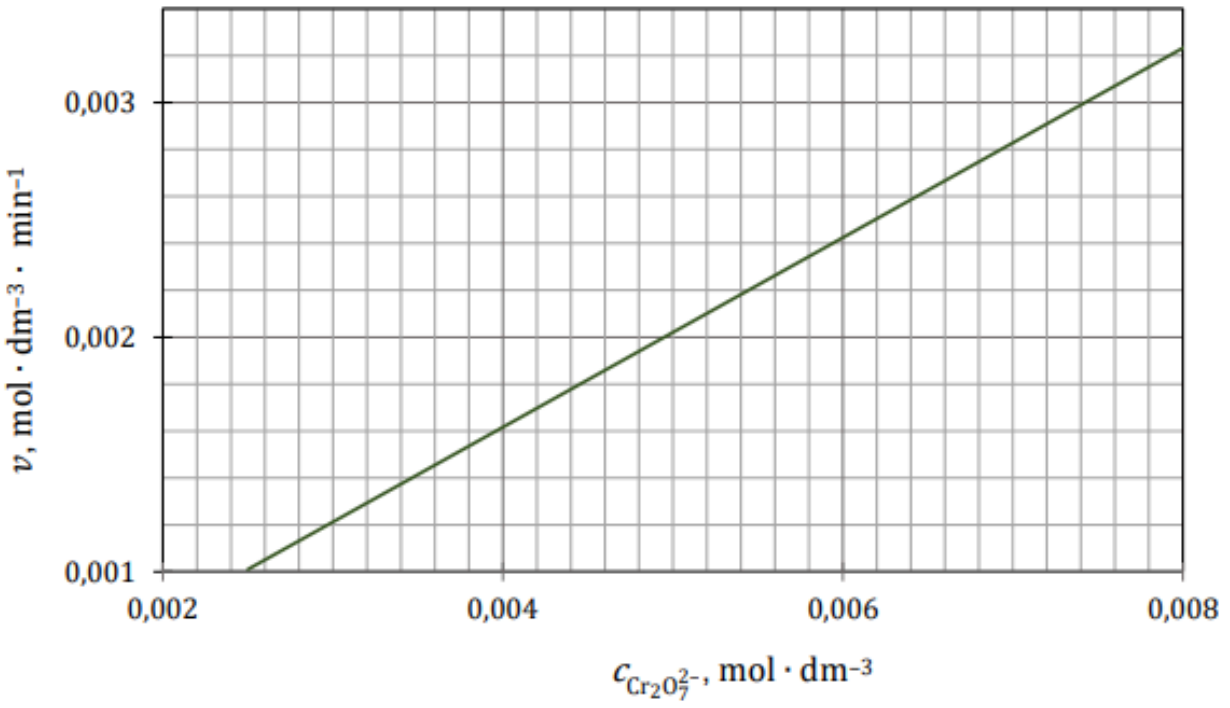
$$Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$$

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

Po wykonaniu opisanego doświadczenia ustalono, że w warunkach doświadczenia utlenianie etanolu przez $Cr_2O_7^{2-}$ przebiega według równania kinetycznego:

$$v = k \cdot c_{Cr_2O_7^{2-}}$$

Na wykresie przedstawiono zależność szybkości reakcji v od stężenia molowego jonów $Cr_2O_7^{2-}$.



Na podstawie: M. Hassan, A.N. Al-Hakimi, M.D. Alahmadi, *S. Afr. J. Chem.*, 64 (2011) 237.



Matura Czerwiec 2026

Stężenie jonów $Cr_2O_7^{2-}$ w dowolnym momencie trwania reakcji obliczano z zależności:

$$\log c_{Cr_2O_7^{2-}} = \log c_0 - \frac{k \cdot t}{2{,}303}$$

We wzorze c_0 oznacza początkowe stężenie jonów $Cr_2O_7^{2-}$, k jest stałą szybkości reakcji, a t to czas (wyrażony w minutach).

Do wykonania opisanego doświadczenia użyto roztworu, w którym początkowe stężenie jonów $Cr_2O_7^{2-}$ było równe $0{,}025\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Oblicz, jaką objętość roztworu $Na_2S_2O_3$ o stężeniu $0{,}0010\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ zużyto do zmiareczkowania $10\ \text{cm}^3$ roztworu pobranego po 10 minutach trwania reakcji utleniania etanolu jonami dichromianowymi(VI).

Obliczenia:



Matura Maj 2026

Zadanie 13. (0–2)

Jon CO_3^{2-} reaguje z cząsteczką wody zgodnie z równaniem:

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$$

Równowagę tej reakcji opisuje stała dysocjacji zasadowej K_b wyrażona równaniem:

$$K_b = \frac{[HCO_3^-] \cdot [OH^-]}{[CO_3^{2-}]}$$

Iloczyn stałej dysocjacji kwasowej jonu HCO_3^- i stałej dysocjacji zasadowej sprzężonej z nim zasady CO_3^{2-} jest równy iloczynowi jonowemu wody:

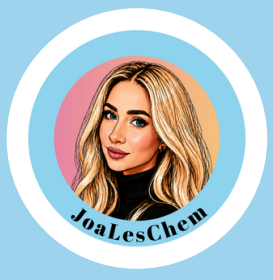
$$K_a \cdot K_b = K_w$$

W temperaturze $25\ °C$ iloczyn jonowy wody wynosi $K_w = 1{,}00 \cdot 10^{-14}$.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2022;
Z. Galus (red.), *Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej*, Warszawa 2013.

Oblicz pH – w temperaturze $25\ °C$ – roztworu K_2CO_3 o stężeniu molowym równym $0{,}10\ mol \cdot dm^{-3}$. W obliczeniach pomiń drugi etap dysocjacji zasadowej.

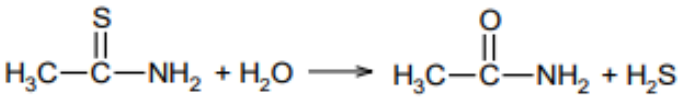
Obliczenia:



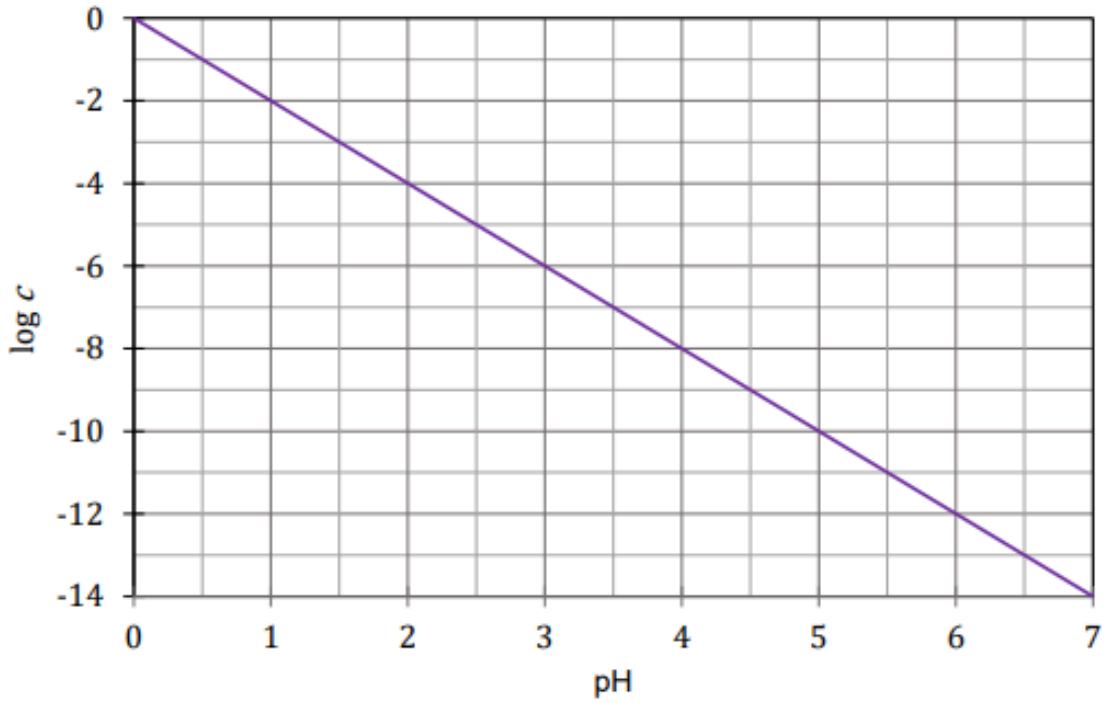
Matura Styczeń 2026

Zadanie 12. (0–4)

Tioacetamid w roztworze wodnym ulega hydrolizie z wydzieleniem siarkowodoru, więc jest stosowany do identyfikacji kationów metali, które tworzą trudnorozpuszczalne siarczki. Reakcję hydrolizy tioacetamidu opisuje równanie:



Minimalne stężenie kationów, przy którym zaczyna się strącać siarczek danego metalu, zależy od jego iloczynu rozpuszczalności oraz od pH roztworu. Wykres przedstawia zależność logarytmu z najmniejszego stężenia kationów Ni^{2+} ($\log c$), przy którym następuje strącanie jego siarczku (NiS), od pH roztworu.



Przeprowadzono dwuetapowe doświadczenie. W pierwszym etapie, w zlewkach A i B, przygotowano oddzielnie dwa roztwory:

- do zlewki A, w której znajdował się kwas solny, w temperaturze T dodano pewną ilość tioacetamidu – po ustaleniu się stanu równowagi uzyskano $100\ cm^3$ roztworu, którego pH było równe 2
- do zlewki B, w której znajdował się kwas solny, w temperaturze T dodano próbkę $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ o nieznanej masie i otrzymano $100\ cm^3$ roztworu o pH równym 1,27.

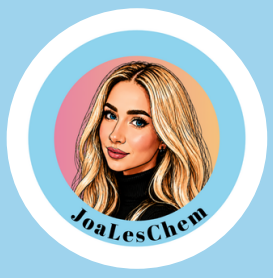
W drugim etapie doświadczenia zmieszano zawartości obu zlewek i zaobserwowano, że w otrzymanej mieszaninie, której objętość była równa $200\ cm^3$, stracił się osad

JoaLesChem

Matura Styczeń 2026

Oblicz minimalną masę $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ wyrażoną w miligramach, jakiej należało użyć do przygotowania roztworu w zlewce B. Wynik zaokrąglij do drugiego miejsca po przecinku. Przyjmij, że obecność słabego kwasu nie wpływa na pH roztworu oraz że $M_{NiCl_2 \cdot 6H_2O} = 237,7\ g \cdot mol^{-1}$.

Obliczenia:



Matura Czerwiec 2025 Stara Formuła

Zadanie 14. (0–2)

Do $100\ cm^3$ roztworu HCOOH o stężeniu $0{,}10\ mol \cdot dm^{-3}$ dodano $0{,}10\ g$ stałego NaOH. Uzyskano w ten sposób bufor mrówczanowy.

Oblicz pH – w temperaturze $20\ °C$ – otrzymanego roztworu buforowego. Przyjmij, że końcowa objętość powstałego roztworu była równa $100\ cm^3$.

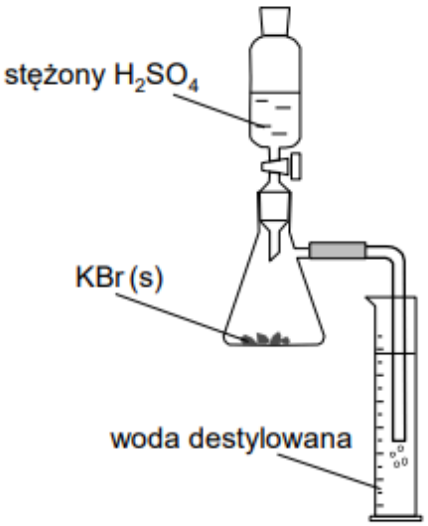
Obliczenia:



Matura Maj 2025

Zadanie 8. (0–2)

W celu otrzymania kwasu bromowodorowego przeprowadzono doświadczenie z użyciem zestawu, który zilustrowano rysunkiem obok.



Do kolby stożkowej zawierającej 9,5 g czystego stałego bromku potasu wprowadzono kroplami pewną ilość stężonego kwasu siarkowego(VI). Zaszła reakcja opisana poniższym równaniem.

$$KBr + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HBr$$

W wyniku całkowitego pochłonięcia wydzielonego bromowodoru otrzymano w cylindrze 80 cm^3 kwasu bromowodorowego. Z tego roztworu pobrano próbkę 1,0 cm^3, którą rozcieńczono wodą. Do jej zobojętnienia zużyto 6,9 cm^3 roztworu wodorotlenku potasu o pH = 13.

Oblicz, jaka część użytego w doświadczeniu KBr uległa reakcji z H_2SO_4. Wynik podaj w procentach.

Obliczenia:



Matura Maj 2025

Zadanie 12. (0–3)

Próbkę chlorku amonu o masie $0{,}10\ \mathrm{g}$ rozpuszczono w wodzie i otrzymano $100\ \mathrm{cm^3}$ roztworu. W powstałym roztworze kationy amonowe w pewnym stopniu ulegają przemianie zgodnie z poniższym równaniem.

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$$

Niewielką objętość przygotowanego roztworu umieszczono w probówce, do której dodano kilka kropel błękitu bromotymolowego.

Oblicz pH otrzymanego roztworu. Wynik podaj w zaokrągleniu do jednego miejsca po przecinku. Następnie wybierz zdjęcie, na którym przedstawiono wygląd zawartości probówki po dodaniu do niej wskaźnika, i zaznacz literę A, B albo C.

Obliczenia:



A B C

JoaLesChem

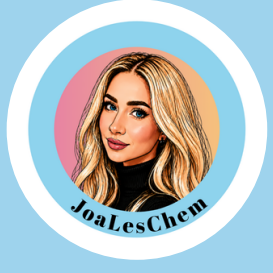
Matura Grudzień 2024

Zadanie 14. (0–2)

Do $400\ \mathrm{cm^3}$ roztworu kwasu azotowego(V) o $\mathrm{pH} = 2{,}5$ wprowadzono $120{,}0\ \mathrm{mg}$ tlenku wapnia, który po chwili roztworzył się całkowicie. Doświadczenie wykonano w temperaturze $t = 25\ ^{\circ}\mathrm{C}$.

Oblicz pH otrzymanego roztworu. Załóż, że dodatek tlenku wapnia nie zmienił objętości roztworu. Wynik zapisz w zaokrągleniu do jednego miejsca po przecinku.

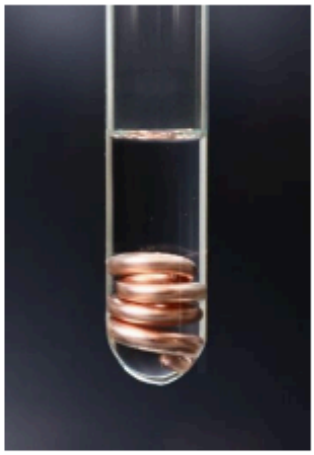
Obliczenia:



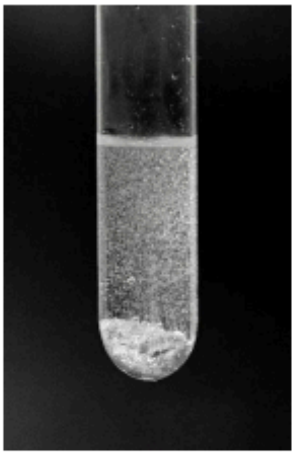
Matura Czerwiec 2024

Zadanie 10. (0–1)

Przeprowadzono doświadczenie, podczas którego dwa różne metale wprowadzono do probówek zawierających ten sam roztwór. Efekt tego doświadczenia pokazano na zdjęciach.



1.



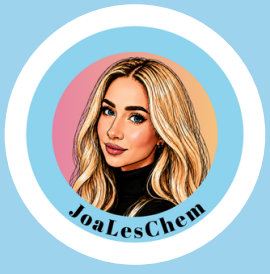
2.

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

W probówce 1. umieszczono drut wykonany z miedzi, a w probówce 2. – kawałki

(cynku / srebra). Ciecz znajdująca się w obu probówkach to

(wodny roztwór chlorku sodu / stężony kwas azotowy(V) / kwas solny).



Matura Czerwiec 2024

Informacja do zadań 14.–15.

Wprowadzenie CO_2 do roztworu pozostającego w równowadze z osadem węglanów powoduje ich przemianę w lepiej rozpuszczalne wodorowęglany.
Stężenie CO_2 w roztworze zwiększa się wraz ze wzrostem ciśnienia tego gazu w mieszaninie gazów (np. w powietrzu) nad roztworem. W tabeli przedstawiono stężenie jonów Ca^{2+} w roztworze pozostającym w równowadze z osadem węglanu wapnia w zależności od ciśnienia CO_2 w mieszaninie gazów nad roztworem (w temperaturze T).

ciśnienie CO_2, kPa	0,0	0,032	1,0
stężenie jonów Ca^{2+}, $mol \cdot dm^{-3}$	$2{,}53 \cdot 10^{-5}$	$8{,}68 \cdot 10^{-4}$	$2{,}73 \cdot 10^{-3}$

Na podstawie: A. M. Trzeciak, *Wstęp do chemii nieorganicznej środowiska*, Wrocław 1995.

Zadanie 14. (0–1)

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

Wartość pH wody, w której rozpuszcza się CO_2, (rośnie / maleje).

Przy wzroście ciśnienia tlenku węgla(IV) w mieszaninie gazów nad roztworem, w układzie mającym temperaturę T, od wartości $0{,}0\ kPa$ do wartości $1{,}0\ kPa$ następuje ok. 100-krotny (wzrost / spadek) stężenia jonów Ca^{2+} w wodzie.



Matura Maj 2024

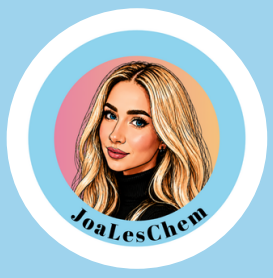
Zadanie 7. (0–2)

Reakcja kwasu solnego z wodorotlenkiem baru przebiega zgodnie z równaniem:

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

Oblicz, ile cm^3 wodnego roztworu wodorotlenku baru o stężeniu molowym równym $0,020\ mol \cdot dm^{-3}$ należy dodać do $25\ cm^3$ kwasu solnego o pH = 1,5, aby otrzymany roztwór miał pH równe 3,7. Przyjmij, że objętość powstałego roztworu jest sumą objętości użytych roztworów.

Obliczenia:



Matura Maj 2024

Zadanie 8. (0–2)

Zmieszano równe objętości dwóch wodnych roztworów: azotanu(V) srebra(I) o stężeniu $c_1 = 1 \cdot 10^{-4}\ \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ i chlorku potasu o stężeniu $c_2 = 2 \cdot 10^{-6}\ \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Podczas doświadczenia utrzymywano temperaturę równą 25 °C.

Uzupełnij poniższe zdania. Wpisz wartość iloczynu stężeń kationów srebra(I) i anionów chlorkowych po zmieszaniu roztworów oraz wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Iloczyn stężeń kationów srebra(I) i anionów chlorkowych w otrzymanej mieszaninie jest równy ..... . Jego wartość jest (mniejsza / większa) od wartości iloczynu rozpuszczalności chlorku srebra(I), dlatego osad tej soli się (nie wytrąci / wytrąci).

Obliczenia:

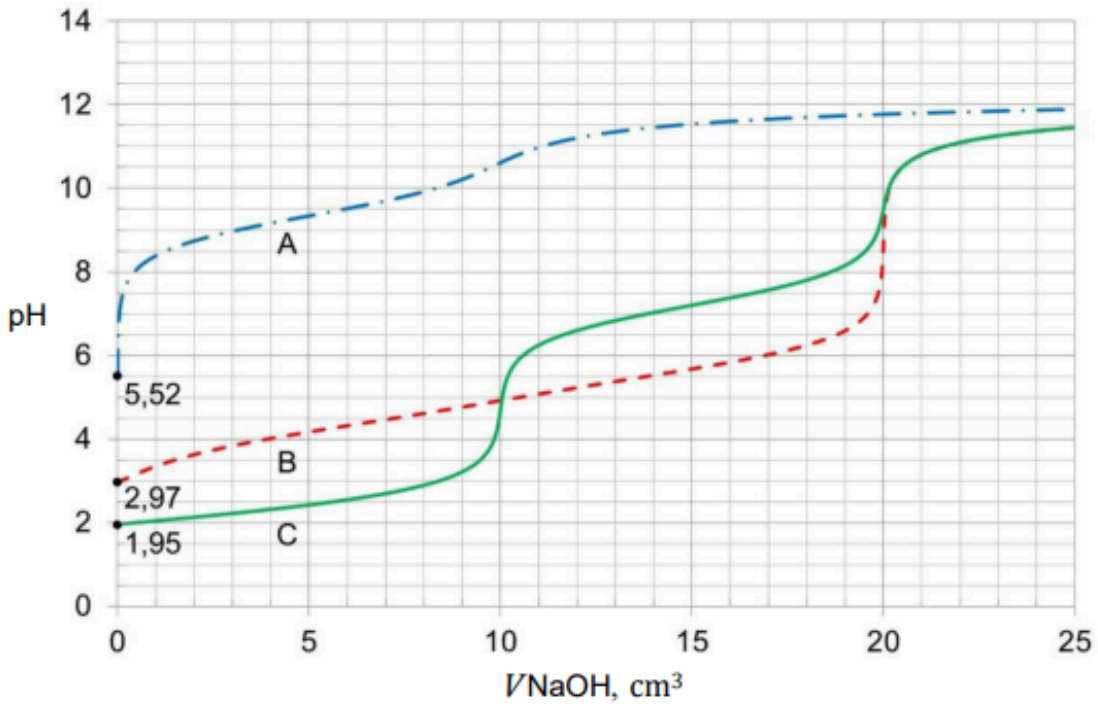
Matura Czerwec 2023

Informacja do zadań 14.–16.

Poniżej przedstawiono informacje pozwalające porównać moc trzech substancji, które wykazują kwasowy charakter chemiczny w roztworach wodnych ($T = 25$ °C, $p = 1000$ hPa):

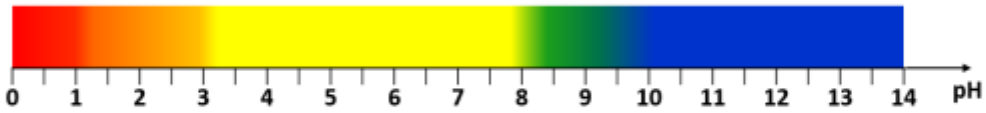
Substancja (H_2X)	pK_{a1}	pK_{a2}
benzeno-1,2-diol, $C_6H_4(OH)_2$	9,34	12,6
kwas butanodiowy, $HOOC–(CH_2)_2–COOH$	4,21	5,64
tlenek siarki(IV), SO_2 (aq, nas.), [H_2SO_3]	1,85	7,20

Próbkę wodnego roztworu każdej z substancji (analitu) o objętości $10{,}0\ cm^3$ i stężeniu molowym $0{,}020\ mol \cdot dm^{-3}$, umieszczano w kolbie i miareczkowano roztworem titranta: NaOH (aq) o stężeniu molowym $0{,}020\ mol \cdot dm^{-3}$. Krzywe miareczkowania oznaczone literami A, B i C przedstawiono na wykresie.



Matura Czerwec 2023

Punkt równoważnikowy (PR) to punkt na krzywej miareczkowania odpowiadający takiej ilości titranta, która jest równoważna stechiometrycznej ilości analitu. W pobliżu PR podczas miareczkowania zachodzą wyraźne zmiany wartości pH, zwane skokiem miareczkowania. Schemat przedstawia zmiany barwy wskaźnika kwasowo-zasadowego – błękitu tymolowego – w roztworach o różnej wartości pH (zakresy zmiany barwy: 1,2– 2,8 oraz 8,0– 9,6):



Na podstawie: W.M. Haynes, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 97th edition, 2016.

Zadanie 14. (0–1)

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

1.	Krzywa C obrazuje zmiany pH podczas miareczkowania najmocniejszego kwasu, a krzywa A – zmiany pH podczas miareczkowania kwasu pośredniej mocy spośród wymienionych.	**P**	**F**
2.	W przebiegu krzywej B jest widoczny jeden skok miareczkowania, a pH w punkcie równoważnikowym miareczkowania okazuje się większe od 7.	**P**	**F**

Zadanie 15. (0–1)

W wodnych roztworach kwasów diprotonowych (H_2X) oraz podczas miareczkowania ich roztworów za pomocą NaOH (aq) zachodzi wiele procesów, np.:

Proces	Równanie
I	$H_2X + H_2O \rightleftarrows HX^- + H_3O^+$
II	$HX^- + H_2O \rightleftarrows X^{2-} + H_3O^+$
III	$HX^- + H_2O \rightleftarrows H_2X + OH^-$
IV	$X^{2-} + H_2O \rightleftarrows HX^- + OH^-$

Na podstawie krzywej miareczkowania oznaczonej literą C wskaż, który z procesów I–IV <u>decyduje o pH roztworu</u> obecnego w kolbie, w różnych momentach miareczkowania. Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz numer procesu lub numery procesów.

Proces decydujący o pH układu:	
przed wprowadzeniem NaOH	
w chwili wprowadzenia 10 cm^3 roztworu NaOH	
w chwili wprowadzenia 20 cm^3 roztworu NaOH	



Matura Czerwec 2023

Zadanie 16. (0–1)

Przeanalizuj krzywe miareczkowania i rozstrzygnij, czy można odróżnić wszystkie badane roztwory przy użyciu błękitu tymolowego po wprowadzeniu 4 i 14 cm^3 titranta. Zaznacz słowo TAK albo NIE przy każdym stwierdzeniu.

Po wprowadzeniu 4 cm^3 titranta możliwe jest odróżnienie analitów.	TAK	NIE
Po wprowadzeniu 14 cm^3 titranta możliwe jest odróżnienie analitów.	TAK	NIE

Zadanie 19. (0–2)

Zmieszano 500 cm^3 wodnego roztworu wodorotlenku sodu o nieznanym stężeniu c (roztwór A) i 250 cm^3 wodnego roztworu wodorotlenku sodu o stężeniu 0,10 $mol \cdot dm^{-3}$ (roztwór B). W temperaturze 25 °C pH otrzymanego roztworu C wynosiło 12,7.

Oblicz stężenie molowe c roztworu A wodorotlenku sodu. Przyjmij, że objętość powstałego roztworu jest sumą objętości użytych roztworów. Wynik podaj z odpowiednią jednostką.

Obliczenia:

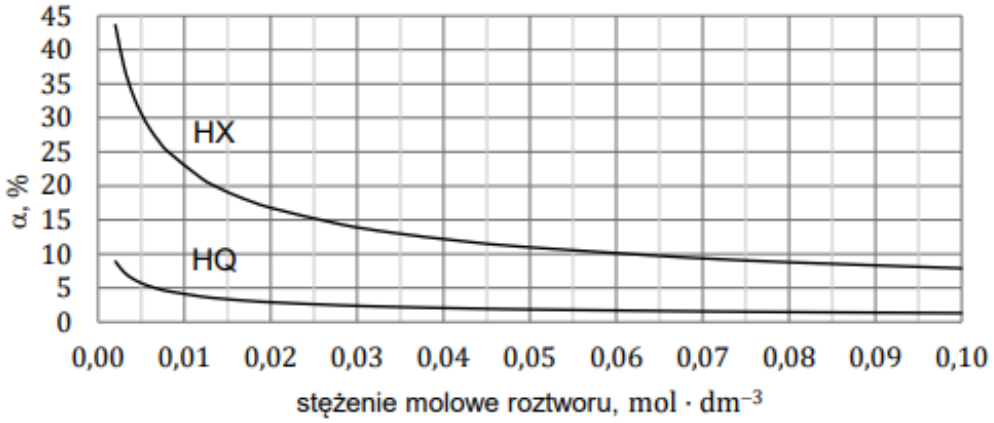


Matura Maj 2023

Informacja do zadań 7.–8.

W wodnych roztworach słabych kwasów jednoprotonowych zachodzi dysocjacja. Dla danej wartości stężenia molowego roztworu i w danej temperaturze ustala się stan równowagi między cząsteczkami i jonami obecnymi w roztworze.

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność stopnia dysocjacji (α) dwóch kwasów jednoprotonowych HX i HQ od stężenia molowego roztworu w temperaturze 20 °C.



Wartości stopnia dysocjacji kwasu HX dla wybranych stężeń molowych (c_0) zebrano w tabeli ($t = 20$ °C).

c_0, mol · dm^{-3}	0,002	0,008	0,018	0,028	0,042	0,100
α, %	43,6	25,2	17,6	14,4	11,9	7,9

Zadanie 7. (0–1)

Rozstrzygnij, na podstawie analizy danych zamieszczonych na wykresie, który kwas (HX czy HQ) jest mocniejszy. Zaznacz jego wzór. Odpowiedź uzasadnij.

HX HQ

Uzasadnienie: .....

.....

.....



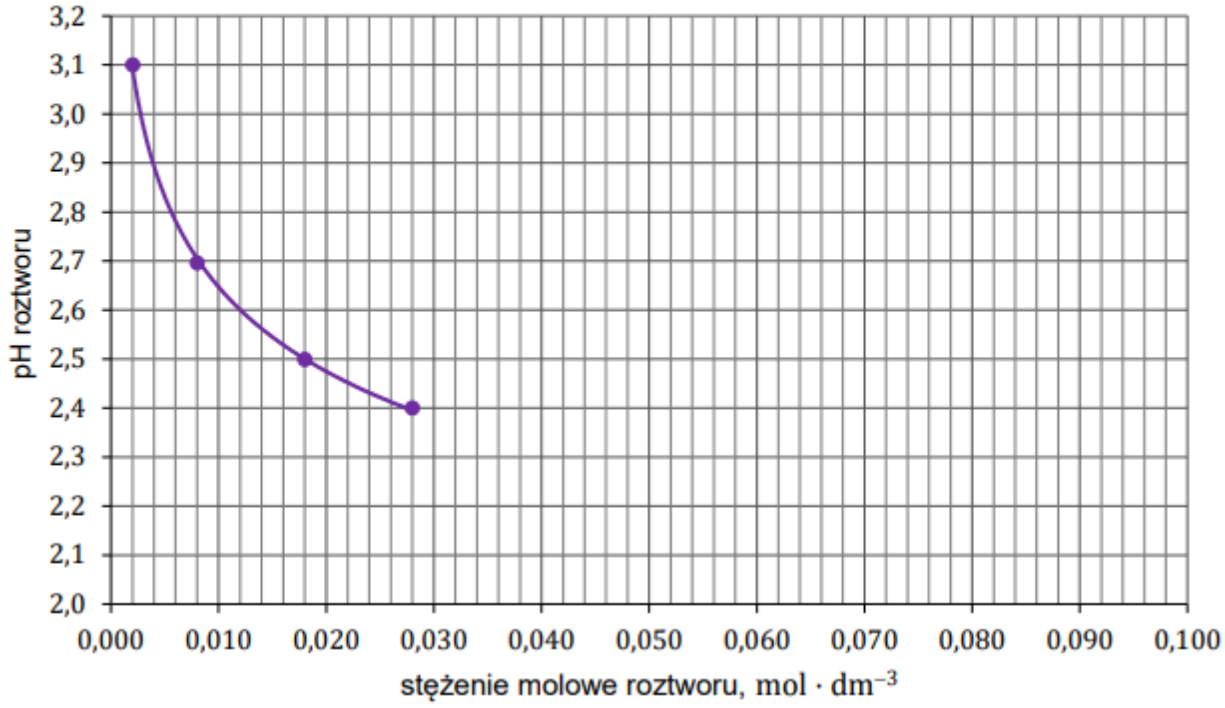
Matura Maj 2023

Zadanie 8. (0–4)

W tabeli (s. 9) umieszczono wartości pH czterech roztworów kwasu HX o wybranych stężeniach molowych, a na wykresie przedstawiono logarytmiczną zależność pH roztworu tego kwasu od jego stężenia molowego w zakresie stężeń od $0{,}002\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ do $0{,}028\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ($t = 20\ ^\circ\text{C}$).

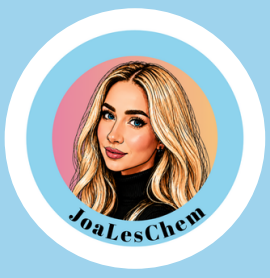
Uzupełnij tabelę brakującymi wartościami pH (z dokładnością do jednego miejsca po przecinku) oraz dokończ wykres zależności pH roztworu kwasu HX od jego stężenia molowego. Następnie oblicz stężenie molowe jonów X^- i stężenie molowe niezdysocjowanych cząsteczek HX w roztworze o pH = 2,2. Odczyt z wykresu wykonaj z dokładnością do $0{,}002\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, a wartości stężenia molowego jonów X^- i cząsteczek HX podaj z dokładnością do $0{,}001\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

c_0, $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	0,002	0,008	0,018	0,028	0,042	0,100
pH	3,1	2,7	2,5	2,4		



W roztworze o pH = 2,2 stężenie molowe jonów X^- jest równe ……,

a stężenie molowe niezdysocjowanych cząsteczek kwasu HX jest równe …… .



Matura Maj 2023

Obliczenia:

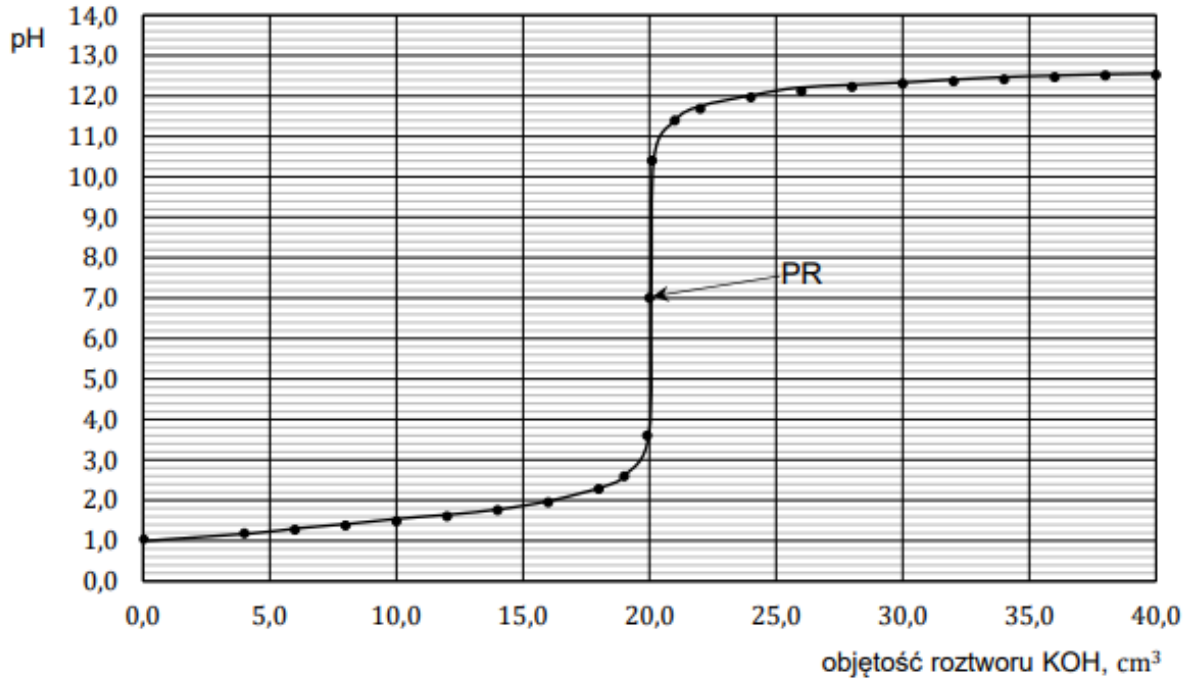
Matura Maj 2023

Zadanie 10. (0–2)

Badano reakcje mocnego kwasu HA i słabego kwasu HX z mocną zasadą. W tym celu wykonano miareczkowanie wodnych roztworów tych kwasów za pomocą wodnego roztworu wodorotlenku potasu – zgodnie z poniższym opisem.

Umieszczono w zlewce $20{,}0\ \mathrm{cm^3}$ roztworu wybranego kwasu o stężeniu $0{,}10\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$ i zmierzono pH tego roztworu. Następnie do zlewki z roztworem kwasu dodawano porcjami wodny roztwór KOH o stężeniu $0{,}10\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$. Po dodaniu każdej porcji roztworu wodorotlenku mierzono pH mieszaniny reakcyjnej. Punkt równoważnikowy (PR) został osiągnięty po dodaniu takiej objętości roztworu KOH, w jakiej liczba moli zasady jest równa liczbie moli kwasu. Uzyskane wyniki przedstawiono w formie wykresu zależności mierzonego pH od objętości roztworu KOH – naniesione punkty połączono, w wyniku czego otrzymano krzywą miareczkowania.

Poniżej przedstawiono krzywą miareczkowania wodnego roztworu jednego z tych kwasów (HA albo HX) wodnym roztworem wodorotlenku potasu.



Rozstrzygnij, czy przedstawiony wykres ilustruje wyniki miareczkowania wodnego roztworu słabego kwasu HX wodnym roztworem KOH w opisanym doświadczeniu. Odpowiedź uzasadnij – przytocz dwa różne argumenty.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie:

1. .....

.....

2. .....

.....



Matura Czerwiec 2022

Zadanie 12. (0–1)

Wodny roztwór kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 0,01 mol · dm^{-3} zmieszano z wodnym roztworem wodorotlenku potasu o takim samym stężeniu. Stosunek objętościowy roztworu kwasu i roztworu wodorotlenku $V_{H_2SO_4(aq)} : V_{KOH\,(aq)} = 2 : 1$.

Zaznacz właściwą, jedną wartość pH otrzymanego roztworu spośród podanych w nawiasie. Przyjmij, że w roztworze o stężeniu poniżej 0,01 mol · dm^{-3} kwas siarkowy(VI) jest całkowicie zdysocjowany.

Obliczenia:

pH roztworu: (1,3 / 2,0 / 2,7)



Matura Czerwiec 2022

Zadanie 13. (0–2)

Jon CH_3COO^- jest – zgodnie z teorią Brønsteda – zasadą, więc w roztworze wodnym ulega dysocjacji zasadowej zgodnie z równaniem:

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$$

Równowagę tej reakcji opisuje stała dysocjacji zasadowej K_b wyrażona następującym równaniem:

$$K_b = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

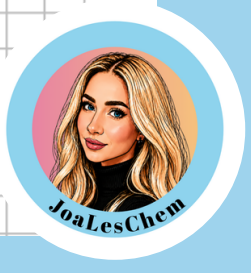
Iloczyn stałej dysocjacji kwasowej K_a kwasu CH_3COOH i stałej dysocjacji zasadowej K_b sprzężonej z nim zasady CH_3COO^- jest równy iloczynowi jonowemu wody: $K_a \cdot K_b = K_w$.
W temperaturze 25 °C iloczyn jonowy wody jest równy $K_w = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna. Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa*, Warszawa 2001 oraz pr. zb. pod red. Z. Galusa, *Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej*, Warszawa 2006.

Zmieszano wodne roztwory KOH i CH_3COOH o jednakowych stężeniach równych $0{,}10\ mol \cdot dm^{-3}$ w stosunku objętościowym 1 : 1.

Oblicz wartość pH otrzymanego roztworu. Sprawdź, czy możesz zastosować uproszczony wzór wiążący stałą dysocjacji ze stężeniem jonów OH^-.

Obliczenia:



Matura Czerwiec 2022

Zadanie 17. (0–2)

Wodorotlenek wapnia jest mocną zasadą, która dysocjuje w roztworach wodnych zgodnie z równaniem:

$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

Nasycony w temperaturze 25 °C wodny roztwór wodorotlenku wapnia ma pH równe 12,6.

Na podstawie: T. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2003.

Oblicz, ile miligramów wodorotlenku wapnia znajduje się w 100 gramach nasyconego w temperaturze 25 °C wodnego roztworu tego wodorotlenku. Przyjmij, że w opisanych warunkach gęstość roztworu jest równa 1,00 $g \cdot cm^{-3}$ oraz że masa molowa wodorotlenku wapnia jest równa $M = 74\ g \cdot mol^{-1}$. Wynik zaokrąglij do jedności.

Obliczenia:



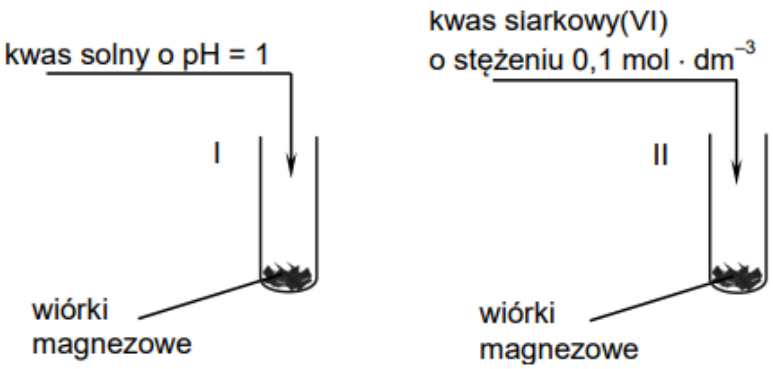
Matura Maj 2022

Informacja do zadań 9.–10.

W dwóch probówkach oznaczonych numerami I i II umieszczono jednakową ilość wiórków magnezowych o tym samym stopniu rozdrobnienia. Następnie do probówek wprowadzono jednakowe objętości roztworów o tej samej temperaturze:

- do probówki I – kwas solny o pH = 1
- do probówki II – wodny roztwór kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 0,1 mol · dm^{-3}.

Przebieg doświadczenia zilustrowano poniższym rysunkiem.



Podczas opisanego doświadczenia w każdej probówce wiórki magnezowe uległy całkowitemu roztworzeniu i powstały klarowne, bezbarwne roztwory, ale w jednej z probówek reakcja przebiegła szybciej.

Zadanie 9.1. (0–1)

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji, która zaszła podczas opisanego doświadczenia w obu probówkach. Wskaż numer probówki (I albo II), w której wiórki magnezowe roztworzyły się szybciej.

Równanie reakcji: .....

Wiórki magnezowe roztworzyły się szybciej w probówce numer .....

Zadanie 9.2. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdanie – wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Stężenie molowe roztworów obu kwasów było (równe / różne), a stężenie jonów H^+ w tych roztworach było (równe / różne), dlatego opisane doświadczenie pozwoliło określić wpływ (stężenia molowego / pH) roztworów użytych kwasów na szybkość reakcji.

Zadanie 10. (0–1)

Którą czynność należy wykonać w celu wyodrębnienia z mieszaniny poreakcyjnej jonowego produktu otrzymanego w probówce I? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. sączenie **B.** dekantacja **C.** odwirowanie **D.** odparowanie pod wyc...



Matura Maj 2022

Zadanie 15. (0–2)

Do 1,00 dm^3 wody destylowanej wprowadzono 90,0 cm^3 wodnego roztworu kwasu azotowego(V) o stężeniu 5,00 % masowych i gęstości równej 1,03 $g \cdot cm^{-3}$.

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

Oblicz pH otrzymanego roztworu kwasu azotowego(V). W obliczeniach przyjmij, że objętość powstałego roztworu jest sumą objętości użytych roztworu i wody. Wynik zaokrąglij do drugiego miejsca po przecinku.

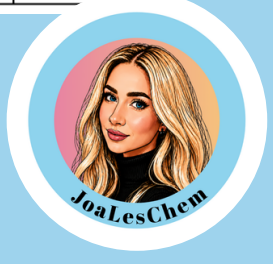
Obliczenia:

Zadanie 16. (0–1)

Zmieszano wodny roztwór kwasu azotowego(V) z wodnym roztworem wodorotlenku potasu w stosunku objętościowym $v_{HNO_3} : v_{KOH} = 2 : 1$. Otrzymano klarowny roztwór o pH = 7.

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

1.	Stężenie molowe roztworu kwasu azotowego(V) było dwa razy mniejsze niż stężenie molowe roztworu wodorotlenku potasu.	**P**	**F**
2.	Po odparowaniu wody z otrzymanego roztworu pozostanie ciało stałe, w którym stosunek liczby jonów NO_3^- i K^+ $n_{NO_3^-} : n_{K^+} = 2 : 1$.	**P**	**F**



Matura Maj 2022

Zadanie 17.

Przygotowano wodne roztwory trzech różnych soli – CH_3COONa, $NaNO_2$, NaF – o takim samym stężeniu molowym. Odczyn wszystkich przygotowanych roztworów był zasadowy, ale pH każdego roztworu było inne.

Zadanie 17.1. (0–1)

Wpisz do poniższego schematu wzory odpowiednich drobin, tak aby powstało równanie potwierdzające zasadowy odczyn roztworu azotanu(III) sodu – zastosuj definicję kwasu i zasady Brønsteda.

kwas 1.		zasada 2.	⇄	zasada 1.		kwas 2.
	+				+	

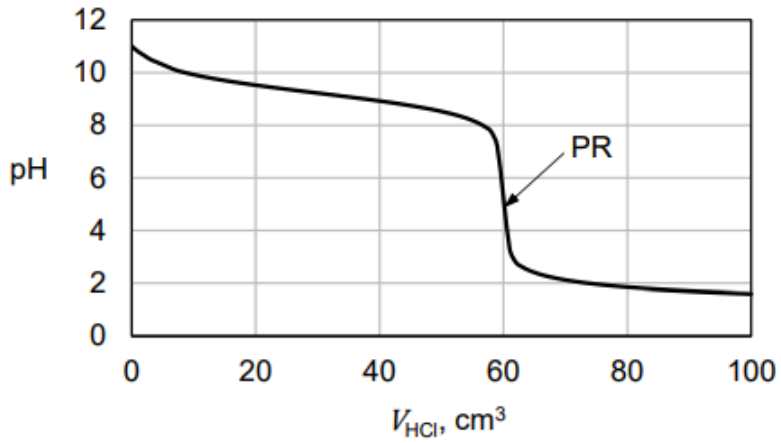
Zadanie 17.2. (0–1)

Napisz wzór lub nazwę tej soli, której wodny roztwór miał najwyższe pH.

.....

Zadanie 18.

W celu wyznaczenia dokładnego stężenia pewnej zasady przeprowadzono następujące doświadczenie. Do 60,0 cm^3 badanego roztworu (KOH albo NH_3 o stężeniu około 0,1 $mol \cdot dm^{-3}$) dodawano powoli wodny roztwór HCl o stężeniu 0,10 $mol \cdot dm^{-3}$ i mierzono pH mieszaniny reakcyjnej. Otrzymaną zależność pH roztworu miareczkowanego od objętości dodanego kwasu przedstawiono na poniższym wykresie.



Po dodaniu takiej objętości roztworu HCl, w jakiej ilość kwasu jest równoważna początkowej ilości zasady w badanym roztworze, w układzie zostaje osiągnięty punkt równoważnikowy (PR).

Zadanie 18.1. (0–1)

Rozstrzygnij, czy w opisanym doświadczeniu użyto roztworu KOH czy NH_3. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....



Matura Maj 2022

Zadanie 18.2. (0–1)

Aby wyznaczyć stężenie zasady, zamiast pomiaru pH, podczas miareczkowania można zastosować odpowiedni wskaźnik. Musi on być tak dobrany, aby zakres zmiany jego barwy przypadał w pobliżu punktu równoważnikowego.

Fenoloftaleina jest wskaźnikiem, który zmienia barwę w zakresie pH 8,2 – 10,0, a oranż metylowy – w zakresie pH 3,2 – 4,4.

Na podstawie: T. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Adamantan 1997.

Rozstrzygnij, który wskaźnik – fenoloftaleina czy oranż metylowy – powinien być użyty w celu możliwie dokładnego wyznaczenia stężenia tego roztworu. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....



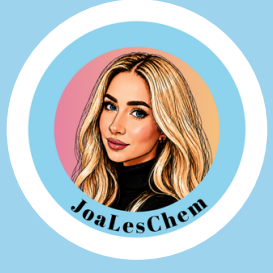
Matura Marzec 2022

Zadanie 13. (0–2)

Do zlewki wprowadzono 80 cm^3 roztworu mocnego (całkowicie zdysocjowanego), jednoprotonowego kwasu HA o stężeniu 0,10 mol · dm^{-3}. Następnie do zlewki wprowadzono 45 cm^3 roztworu wodorotlenku potasu o stężeniu 0,15 mol · dm^{-3}. Do takiej mieszaniny dodawano kroplami roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu 0,2 mol · dm^{-3} do momentu uzyskania roztworu o pH równym 2,1.

Oblicz objętość dodanego roztworu wodorotlenku sodu. Przyjmij, że objętość mieszaniny była sumą objętości zmieszanych roztworów.

Obliczenia:



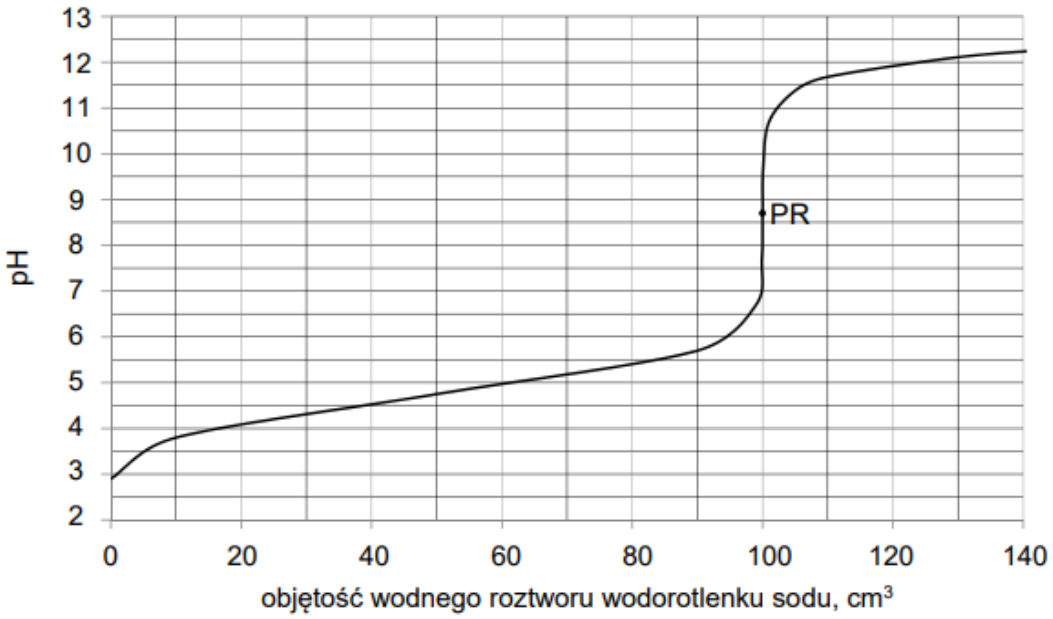
Matura Czerwiec 2021

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 w formie jonowej skróconej równanie reakcji ilustrujące równowagę, która ustaliła się w punkcie równoważnikowym. Użyj ogólnego wzoru kwasu HA.

Rozstrzygnięcie: .....

Równanie reakcji ilustrujące stan równowagi:

.....



Matura Czerwiec 2021

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: .....

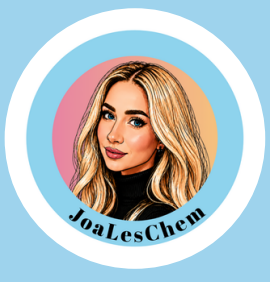
Wzór kwasu:

$HClO$ CH_3COOH $HClO_2$

Zadanie 16.2. (0–1)

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

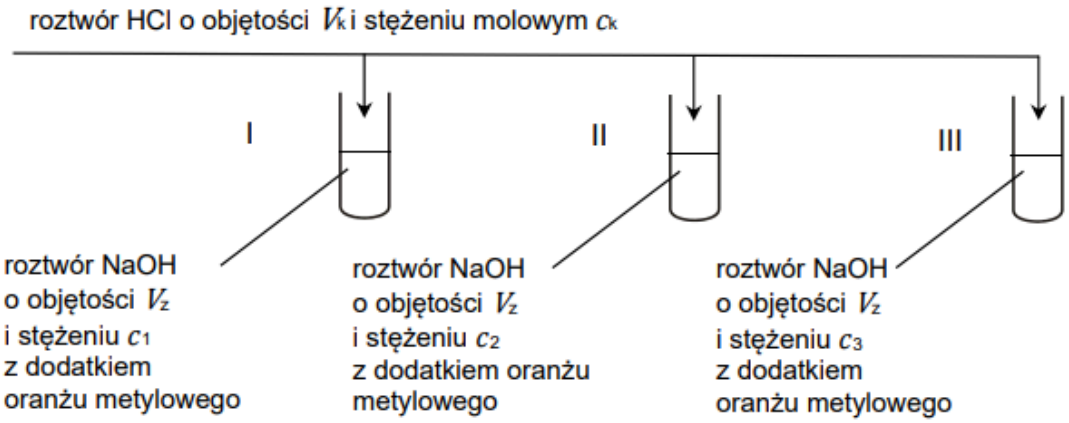
1.	Stężenie miareczkowanego kwasu wynosiło 0,2 mol · dm^{-3}.	**P**	**F**
2.	W punkcie połowicznego zmiareczkowania (PP) stężenie anionów wodorotlenkowych jest niższe niż stężenie kationów sodu.	**P**	**F**
3.	W punkcie równoważnikowym (PR) w roztworze nie ma niezdysocjowanych cząsteczek kwasu HA.	**P**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



Matura Czerwiec 2021

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: .....

.....

.....



Matura Czerwiec 2021

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.

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 wzory 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.

.....



Matura Maj 2021

Zadanie 15. (0–2)

Do 20 cm^3 wodnego roztworu HCl o pH = 1,0 dodano 30 cm^3 wodnego roztworu NaOH o stężeniu 0,060 $mol \cdot dm^{-3}$. Po zmieszaniu roztworów przebiegła reakcja chemiczna opisana równaniem:

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

Wykonaj odpowiednie obliczenia i napisz, ile razy zmalało stężenie jonów hydroniowych H_3O^+ po dodaniu roztworu NaOH. Przyjmij, że objętość powstałego roztworu jest sumą objętości użytych roztworów.

Obliczenia:

Stężenie jonów H_3O^+ zmalało .....

Matura Marzec 2021

Informacja do zadań 10.–11.

Przygotowano wodne roztwory czterech soli: azotanu(V) sodu, fluorku sodu, chlorku amonu i azotanu(III) amonu, o takim samym stężeniu molowym równym 0,1 $mol \cdot dm^{-3}$.

Zadanie 10. (0–1)

Napisz wzory sumaryczne tych soli w kolejności wzrastającego pH ich wodnych roztworów.

.....

najniższe pH najwyższe pH

Zadanie 11.1. (0–1)

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej w roztworze chlorku amonu.

.....

Zadanie 11.2. (0–1)

Określ, jaką funkcję (kwasu czy zasady Brønsteda) pełni woda w reakcji zachodzącej w roztworze fluorku sodu.

.....



Matura Marzec 2021

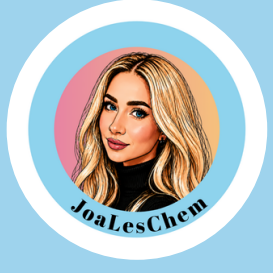
Zadanie 12. (0–2)

Odmierzono 10,0 cm^3 kwasu solnego o stężeniu $c = 10,0\%$ masowych i gęstości $d = 1,05\ g \cdot cm^{-3}$, a następnie rozcieńczono ten kwas wodą destylowaną do objętości 750 cm^3.

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

Oblicz pH otrzymanego roztworu. Wynik końcowy zaokrąglij do pierwszego miejsca po przecinku.

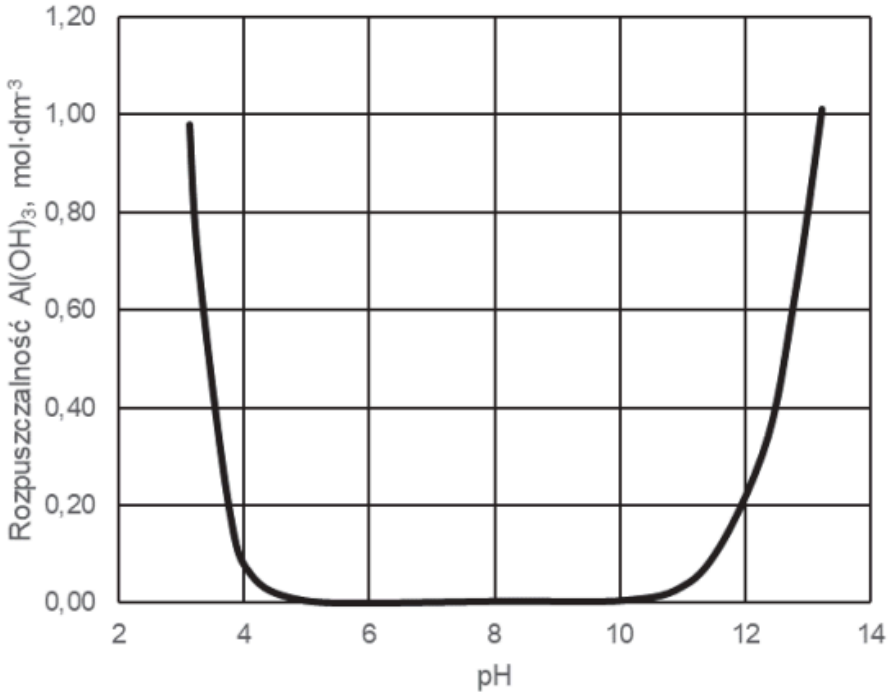
Obliczenia:



Matura Marzec 2021

Zadanie 13. (0–2)

Poniższy wykres przedstawia zależność rozpuszczalności molowej – czyli stężenia molowego substancji w jej roztworze nasyconym – wodorotlenku glinu od pH roztworu wodnego w temperaturze 25 °C. W tym ujęciu rozpuszczalność związku uwzględniła powstawanie rozpuszczalnych produktów reakcji, jakim ten związek ulega w zależności od pH roztworu.



Na podstawie: G. Charlot, *Analiza nieorganiczna jakościowa*, Warszawa 1976.

Napisz, jaka właściwość chemiczna wodorotlenku glinu decyduje o zmianach rozpuszczalności tego związku przedstawionych na wykresie. Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodorotlenku glinu.

Charakter chemiczny: .....

Równania reakcji:

.....

.....



Matura Lipiec 2020

Informacja do zadań 17.–18.

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

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

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

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

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

Zadanie 17. (0–2)

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

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

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

Obliczenia:



Matura Lipiec 2020

Zadanie 18. (0–1)

Poniżej zestawiono wartości iloczynu jonowego trzech rozpuszczalników w temperaturze 25 °C.

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

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

Uszereguj wymienione rozpuszczalniki według wzrastającego stopnia ich autoprotolizy w temperaturze 25 °C. Napisz nazwy tych rozpuszczalników.

.....

Zadanie 19. (0–1)

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

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

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

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



Matura Czerwiec 2020

Zadanie 14.

Zmieszano 100 cm^3 wodnego roztworu $Ba(OH)_2$ o stężeniu 0,2 $mol \cdot dm^{-3}$ z 40 cm^3 wodnego roztworu HCl o stężeniu 0,8 $mol \cdot dm^{-3}$. W mieszaninie przebiegła reakcja opisana poniższym równaniem:

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

Zadanie 14.1. (0–2)

Oblicz pH powstałego roztworu w temperaturze 25 °C. W obliczeniach przyjmij, że objętość tego roztworu jest sumą objętości roztworów $Ba(OH)_2$ i HCl. Wynik końcowy zaokrąglij do drugiego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

Zadanie 14.2. (0–1)

Wpisz do poniższej tabeli wartości stężenia molowego jonów baru i jonów chlorkowych w otrzymanym roztworze.

$[Ba^{2+}]$, $mol \cdot dm^{-3}$	$[Cl^-]$, $mol \cdot dm^{-3}$

