Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 13

Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia



Wymagania: ZR VI.3-5. Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, chemia w praktyce, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.

Chemia | klasa 2 LO i technikum | Dział 13 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 4 pkt
2	**Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	6 zad. · 12 pkt
3	**Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze z chemii	Zadania typu maturalnego	ZR	6 zad. · 10 pkt
4	**Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – w praktyce** Doświadczenie i materiał źródłowy	Ćwiczenia	ZR	4 zad. · 9 pkt
5	**Kartkówka: pH, stałe dysocjacji i iloczyn rozpuszczalności – grupa A** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt
6	**Kartkówka: pH, stałe dysocjacji i iloczyn rozpuszczalności – grupa B** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt
7	**Sprawdzian: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – grupa A** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt
8	**Sprawdzian: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – grupa B** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt

PIERWSZA ŁAWKA

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze wiadomości, pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku i to, jak dane wymaganie sprawdza CKE.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – utrwalenie (w zakresie rozszerzonym: zadania w formule matury), karta 4 – chemia w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy.
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu zawiera odpowiedzi, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania w stylu CKE oraz numer wymagania podstawy przy każdym zadaniu.
- Osobny plik „Powtórka" zbiera definicje, wzory, typowe błędy, informację, co jest w tablicach CKE, i test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego
Jak to sprawdza CKE	typ zadania i typowy błąd ze sprawozdań CKE
Na maturze	wymagania z podstawy programowej, których dotyczy temat

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZR VI.3** interpretuje wartości pKw, pH, Ka, Kb, Ks;
- **ZR VI.4** wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: stała dysocjacji, stopień dysocjacji, pH, iloczyn jonowy wody, iloczyn rozpuszczalności; stosuje do obliczeń prawo rozcieńczeń Ostwalda;
- **ZR VI.5** porównuje moc elektrolitów na podstawie wartości ich stałych dysocjacji;

Materiał oryginalny. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: ZR VI.3-5. Masy atomowe i stałe według „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych" CKE. Miejsce w programach: Pazdro ZR 2024, „Chemia ogólna i nieorganiczna" – kl. 2; „To jest chemia 1" ZR (Nowa Era) – rozdz. o kinetyce, równowadze i roztworach (nazwy wydawnictw podano informacyjnie – materiał nie jest z nimi powiązany). Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

PIERWSZA ŁAWKA

Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady krok po kroku, rozgrzewka

ZR

KARTA 1/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 4 pkt

Najważniejsze wiadomości · 4 pkt

Przypomnij sobie

- **Iloczyn jonowy wody**: $K_w = [H^+][OH^-] = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$ (25 °C), $pK_w = 14$, więc pH + pOH = 14. pH = $-\log[H^+]$, pOH = $-\log[OH^-]$. K_w rośnie z temperaturą (autodysocjacja wody jest endotermiczna) – wtedy pH wody czystej jest mniejsze od 7, choć woda nadal jest obojętna ($[H^+] = [OH^-]$).
- **Stała dysocjacji kwasu** $HA \rightleftarrows H^+ + A^-$: $K_a = [H^+][A^-] / [HA]$; zasady $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$: $K_b = [NH_4^+][OH^-] / [NH_3]$. Im większa K_a (mniejsze pK_a), tym mocniejszy kwas; im większa K_b, tym mocniejsza zasada. Tablice CKE: kwas mrówkowy $1{,}78 \cdot 10^{-4}$, octowy $1{,}75 \cdot 10^{-5}$, amoniak $1{,}78 \cdot 10^{-5}$.
- **Prawo rozcieńczeń Ostwalda**: $K_a = \alpha^2 \cdot c_m / (1 - \alpha)$. Gdy $c_m : K_a \geq 400$ ($\alpha \leq 5\%$), można przyjąć $1 - \alpha \approx 1$: $\alpha = \sqrt{(K_a : c_m)}$, $[H^+] = \sqrt{(K_a \cdot c_m)}$. Gdy warunek nie jest spełniony – rozwiąż równanie kwadratowe. Rozcieńczanie słabego elektrolitu zwiększa α, ale zmniejsza $[H^+]$.
- **Mocne elektrolity** dysocjują całkowicie: $[H^+] = c(HCl)$; $[OH^-] = c(NaOH)$, ale dla $Ba(OH)_2$ $[OH^-] = 2c$. Dziesięciokrotne rozcieńczenie mocnego kwasu zwiększa pH o 1, słabego – o ok. 0,5.
- **Iloczyn rozpuszczalności** soli trudno rozpuszczalnej: $AgCl \rightleftarrows Ag^+ + Cl^-$, $K_s = [Ag^+][Cl^-] = s^2$; dla CaF_2: $K_s = [Ca^{2+}][F^-]^2 = 4s^3$ (s – rozpuszczalność molowa). Porównywać rozpuszczalność przez samo K_s wolno tylko dla soli tego samego typu.
- **Czy wytrąci się osad?** Oblicz iloczyn stężeń jonów **po zmieszaniu** (uwzględnij wzrost objętości!) i porównaj z K_s: większy → osad się wytrąci, mniejszy lub równy → nie.
- **Logarytmy**: log 2 ≈ 0,30, log 3 ≈ 0,48, log 5 ≈ 0,70 (tablica logarytmów dziesiętnych jest w „Wybranych wzorach i stałych" CKE; wartość K_w zwykle podaje polecenie). pH podawaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku, chyba że polecenie mówi inaczej.
- **Jak to sprawdza CKE:** Matura 2025, zad. 12 (0–3, VI.3–VI.4): pH roztworu chlorku amonu z dokładnością do jednego miejsca po przecinku (stała z tablic) i wybór zdjęcia probówki z błękitem bromotymolowym – poziom wykonania 13%. Matura 2026, zad. 13 (0–2): pH roztworu węglanu potasu; najczęstszy błąd według sprawozdania CKE – użycie K_{a1} zamiast K_{a2} kwasu węglowego (poziom wykonania 18%). W 2025 r. zad. 8 (0–2, VI.3–VI.4) wymagało m.in. przeliczenia pH roztworu KOH na stężenie jonów OH^-. Matura 2024, zad. 8 (0–2, VI.3–VI.4): iloczyn stężeń jonów Ag^+ i Cl^- porównany z iloczynem rozpuszczalności – 10%; według sprawozdania zdający nie uwzględniali zmiany objętości po zmieszaniu roztworów, a błędna jednostka iloczynu kosztowała punkt. Moc kwasów na podstawie stałych dysocjacji (VI.5) – 2024 zad. 16.2 i 21.1–21.2.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Oblicz pH i stopień dysocjacji kwasu octowego w roztworze o stężeniu 0,10 mol·dm^{-3} (K_a = 1,75·10^{-5}).**

$c_m : K_a = 5714 > 400$ → przybliżenie. $[H^+] = \sqrt{(1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}10)} = 1{,}32 \cdot 10^{-3}$ mol·dm^{-3}

pH = 2,88; $\alpha = 1{,}32 \cdot 10^{-3} : 0{,}10 = 0{,}0132 = 1{,}32\%$

Jak myśleć: zanim użyjesz wzoru uproszczonego, sprawdź warunek $c_m : K_a \geq 400$.

Przykład 2. **Oblicz stopień dysocjacji kwasu mrówkowego w roztworze o stężeniu 0,010 mol·dm^{-3} (K_a = 1,78·10^{-4}).**

$c_m : K_a = 56 < 400$ – trzeba uwzględnić 1 − α: $0{,}010\alpha^2 + 1{,}78 \cdot 10^{-4}\alpha - 1{,}78 \cdot 10^{-4} = 0 \rightarrow \alpha = 0{,}125 = 12{,}5\%$.

Jak myśleć: wzór przybliżony dałby 13,3% – błąd o prawie 1 punkt procentowy.

Przykład 3. **Oblicz rozpuszczalność molową fluorku wapnia (K_s = 3,45·10^{-11}).**

$CaF_2 \rightleftarrows Ca^{2+} + 2F^-$; $[Ca^{2+}] = s$, $[F^-] = 2s$; $K_s = 4s^3 \rightarrow s = \sqrt[3]{(3{,}45 \cdot 10^{-11} : 4)} = 2{,}05 \cdot 10^{-4}$ mol·dm^{-3}

Jak myśleć: współczynnik 2 przy F^- wchodzi do stężenia (2s) i do wykładnika.

Przykład 4. **Zmieszano 100 cm^3 roztworu $Pb(NO_3)_2$ o stężeniu 0,010 mol·dm^{-3} i 100 cm^3 roztworu KI o stężeniu 0,010 mol·dm^{-3}. Rozstrzygnij, czy wytrąci się osad PbI_2 (K_s = 9,8·10^{-9}).**

Po zmieszaniu objętość 2 razy większa: $[Pb^{2+}] = [I^-] = 0{,}0050$ mol·dm^{-3}. Iloczyn: $0{,}0050 \cdot 0{,}0050^2 = 1{,}25 \cdot 10^{-7} > 9{,}8 \cdot 10^{-9}$ → osad się wytrąci.

Jak myśleć: właśnie o rozcieńczeniu po zmieszaniu zapominano na maturze 2024.

Zadania

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

Najmocniejszym kwasem spośród wymienionych (stałe z tablic CKE) jest

A. CH_3COOH (1,75·10^{-5})

B. C_6H_5COOH (6,25·10^{-5})

C. HF (6,31·10^{-4})

D. HCOOH (1,78·10^{-4})

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Uzupełnij zdania. Wpisz wartości w wykropkowanych miejscach.

1. Roztwór o $[OH^-] = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol·dm^{-3} ma w 25 °C pH = _____.
2. Roztwór HCl o stężeniu 0,0050 mol·dm^{-3} ma pH = _____.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1. Im mniejsza wartość pK_a, tym mocniejszy kwas.	P	F
2. Po rozcieńczeniu roztworu kwasu octowego stopień dysocjacji rośnie.	P	F
3. Sól o większym K_s ma zawsze większą rozpuszczalność molową.	P	F

Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 12 pkt

Ćwiczenia · 12 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Oblicz w pamięci (25 °C).
Uzupełnij zdania. Wpisz wartości pH w wykropkowanych miejscach.

1. pH roztworu NaOH o stężeniu 0,020 $mol \cdot dm^{-3}$ wynosi _____.
2. pH roztworu $Ba(OH)_2$ o stężeniu 0,0050 $mol \cdot dm^{-3}$ wynosi _____.
3. pH roztworu HNO_3 o stężeniu 0,040 $mol \cdot dm^{-3}$ wynosi _____.

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz pH roztworu amoniaku o stężeniu 0,050 $mol \cdot dm^{-3}$ ($K_b = 1{,}78 \cdot 10^{-5}$). Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Roztwór jednoprotonowego kwasu HA o stężeniu 0,020 $mol \cdot dm^{-3}$ ma pH = 3,10. Oblicz stałą dysocjacji kwasu. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

Spośród zasad: amoniak ($K_b = 1{,}78 \cdot 10^{-5}$), metanoamina ($4{,}57 \cdot 10^{-4}$), anilina ($7{,}41 \cdot 10^{-10}$) – w roztworach o jednakowym stężeniu

A. pH wszystkich roztworów jest jednakowe.

B. najwyższe pH ma roztwór metanoaminy.

C. najwyższe pH ma roztwór amoniaku.

D. najwyższe pH ma roztwór aniliny.

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz rozpuszczalność chlorku srebra w wodzie w $mol \cdot dm^{-3}$ i w $mg \cdot dm^{-3}$ ($K_s = 1{,}77 \cdot 10^{-10}$, $M = 143{,}32\ g \cdot mol^{-1}$). Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Porównaj rozpuszczalność molową AgCl ($K_s = 1{,}77 \cdot 10^{-10}$) i $Mg(OH)_2$ ($K_s = 5{,}61 \cdot 10^{-12}$). Wyjaśnij, dlaczego mniejszy iloczyn rozpuszczalności nie oznacza tu mniejszej rozpuszczalności.

Miejsce na rozwiązanie

Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – zadania typu maturalnego

Polecenia i punktacja jak na maturze z chemii

ZR

KARTA 3/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Zadania typu maturalnego · 10 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz stopień dysocjacji kwasu mrówkowego w roztworze o stężeniu 0,010 $mol \cdot dm^{-3}$ ($K_a = 1{,}78 \cdot 10^{-4}$). Zastosuj prawo rozcieńczeń Ostwalda bez uproszczeń. Wynik podaj w procentach z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Roztwór kwasu octowego o stężeniu 0,10 $mol \cdot dm^{-3}$ rozcieńczono 10 razy. Oblicz pH przed rozcieńczeniem i po nim ($K_a = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$) oraz podaj, ile razy wzrósł stopień dysocjacji. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1. W 50 °C $K_w > 1{,}0 \cdot 10^{-14}$, więc pH wody czystej jest mniejsze niż 7.	P	F
2. Woda czysta w 50 °C ma odczyn kwasowy.	P	F
3. pK_w = pH + pOH.	P	F

Zadanie 2.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz rozpuszczalność siarczanu(VI) baru w $mg \cdot dm^{-3}$ ($K_s = 1{,}08 \cdot 10^{-10}$, $M = 233{,}39\ g \cdot mol^{-1}$). Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1. Węglan baru ma K_s ($2{,}58 \cdot 10^{-9}$) większy niż siarczan(VI) baru, a oba są solami typu AB, więc jest lepiej rozpuszczalny w wodzie.	P	F
2. Węglan baru jest niebezpieczny m.in. dlatego, że reaguje z kwasem solnym w żołądku.	P	F
3. Im mniejszy iloczyn rozpuszczalności soli typu AB, tym większe stężenie jej kationów w roztworze nasyconym.	P	F

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Tablice CKE: kwas propanowy $K_a = 1{,}35 \cdot 10^{-5}$, kwas benzoesowy $6{,}25 \cdot 10^{-5}$, kwas fluorowodorowy $6{,}31 \cdot 10^{-4}$. Uzupełnij zdania. Wpisz nazwę albo wartość w wykropkowanych miejscach.

1. Najsłabszym z tych kwasów jest kwas _____.
2. pH roztworu kwasu benzoesowego o stężeniu 0,040 $mol \cdot dm^{-3}$ wynosi _____ (z dokładnością do 0,01).

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

W tym samym doświadczeniu zmierzono pH roztworów dwóch soli o stężeniu 0,10 $mol \cdot dm^{-3}$: octanu sodu i chlorku amonu. Poprawnie opisano odczyn tych roztworów w zestawie

A. octan sodu – zasadowy, chlorek amonu – kwasowy.

B. octan sodu – kwasowy, chlorek amonu – zasadowy.

C. oba – obojętny, bo to sole.

D. oba – zasadowy.

Podgląd – Pierwsza Ławka

Sprawdzian: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – grupa A

45 minut · 20 pkt

ZR

KARTA 7/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 20 pkt

Sprawdzian · 20 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.
W roztworach o jednakowym stężeniu najniższe pH ma roztwór

A. kwasu benzoesowego ($K_a = 6{,}25 \cdot 10^{-5}$).

B. kwasu octowego ($K_a = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$).

C. kwasu fluorowodorowego ($K_a = 6{,}31 \cdot 10^{-4}$).

D. kwasu mrówkowego ($K_a = 1{,}78 \cdot 10^{-4}$).

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1. pK_a kwasu octowego (4,76) jest większe niż pK_a kwasu mrówkowego (3,75), więc kwas octowy jest słabszy.	P	F
2. W 25 °C w roztworze o pH = 3 $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-11}$ mol·dm^{-3}.	P	F
3. Rozcieńczanie roztworu słabego kwasu zmniejsza jego stopień dysocjacji.	P	F

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Uzupełnij zdania. Wpisz wartości pH w wykropkowanych miejscach.

1. pH roztworu HCl o stężeniu 0,0050 mol·dm^{-3} = _____.
2. pH roztworu $Ba(OH)_2$ o stężeniu 0,0050 mol·dm^{-3} = _____.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz pH roztworu kwasu benzoesowego o stężeniu 0,10 mol·dm^{-3} ($K_a = 6{,}25 \cdot 10^{-5}$). Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, chemia, klasa 2 LO i technikum...

Podgląd pokazał 9 z 29 stron. Pełna wersja: 29 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 4 pkt
- Karta 2: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – ćwiczenia podstawowe – 6 zadań, 12 pkt
- Karta 3: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – zadania typu maturalnego – 6 zadań, 10 pkt
- Karta 4: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – w praktyce – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 5: Kartkówka: pH, stałe dysocjacji i iloczyn rozpuszczalności – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: pH, stałe dysocjacji i iloczyn rozpuszczalności – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Stałe dysocjacji, pH i iloczyn rozpuszczalności – obliczenia – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kro

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/chemia-liceum-klasa-2-zakres-rozszerzony-dzial-13-stale-dysocjacji-ph-i-iloczyn