SPRAWDZIAN · CHEMIA

# Sprawdzian z reakcji redoks i elektrochemii **Grupa A**

Chemia: reakcje utleniania i redukcji, ogniwa, elektroliza, korozja

Imię i nazwisko: _____

Klasa: _____

Data: _____

Punkty: _____ / 26

10 zadań, 26 pkt. Czytaj uważnie polecenia. W zadaniach otwartych zapisz obliczenia.

**Zadanie 1.** (0–1 pkt)

Stopień utlenienia manganu w jonie $\mathrm{MnO_4^-}$ wynosi:

(A) +II

(B) +IV

(C) +VII (bilans: $Mn + 4 \cdot (-2) = -1$, więc $Mn = +7$)

(D) +VIII

*Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.*

**Zadanie 2.** (0–1 pkt)

W elektrolizie WODNEGO ROZTWORU $\mathrm{CuSO_4}$ przy użyciu elektrod platynowych, co wydziela się na KATODZIE?

(A) Tlen ( $\mathrm{O_2}$ )

(B) Siarka (S)

(C) Jony $\mathrm{Cu^{2+}}$ (przechodzą do roztworu)

(D) Miedź (Cu)

*Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.*

**Zadanie 3.** (0–4 pkt)

Oceń stwierdzenia dotyczące elektrolizy.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | W elektrolizie wodnej na obu elektrodach wydziela się w sumie 2 razy więcej wodoru niż tlenu objętościowo. | **P** | **F** |
| 2. | Podczas elektrolizy wodnego roztworu kwasu z elektrodami Pt na katodzie wydziela się $H_2$, na anodzie $O_2$. | **P** | **F** |
| 3. | Nadnapięcie może wpływać na produkty elektrolizy, np. na anodzie w elektrolizie NaCl(aq). | **P** | **F** |
| 4. | Elektroliza zawsze wymaga ZEWNĘTRZNEGO źródła napięcia (reakcja niesamorzutna). | **P** | **F** |

*Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).*

**Zadanie 4.** (0–4 pkt)

Oceń stwierdzenia dotyczące ogniw paliwowych.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Głównym produktem ubocznym ogniwa $H_2/O_2$ jest dwutlenek węgla ($CO_2$), a nie woda. | **P** | **F** |
| 2. | Sprawność ogniwa paliwowego (konwersja energii chemicznej na elektryczną) wynosi ~40-60% — wyższa niż silnik spalinowy (~25-30%). | **P** | **F** |
| 3. | Ogniwo paliwowe $H_2/O_2$ produkuje prąd w reakcji $2\,\mathrm{H_2} + \mathrm{O_2} \longrightarrow 2\,\mathrm{H_2O}$. | **P** | **F** |
| 4. | Ogniwo paliwowe magazynuje energię (ładuje się jak akumulator). | **P** | **F** |

*Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).*

**Zadanie 5.** (0–4 pkt)

Dopasuj rodzaj ogniwa do jego charakterystyki.

| | | |
|---|---|---|
| 1. Akumulator ołowiowy | … | A. telefony, laptopy, samochody elektryczne |
| 2. Ogniwo niklowo-kadmowe (NiCd) | … | B. samochodowy, $Pb/PbO_2$ w $H_2SO_4$, ładowalny |
| 3. Ogniwo Leclanchégo (cynk-węgiel) | … | C. klasyczna bateria jednorazowa, $MnO_2 + NH_4Cl + Zn$ |
| 4. Ogniwo litowo-jonowe | … | D. akumulator ładowalny, kadm + NiO(OH) |

*Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.*

**Zadanie 6.** (0–4 pkt)

Dopasuj metodę ochrony przed korozją do jej zasady.

| | | |
|---|---|---|
| 1. Ocynkowanie | … | A. cienka warstwa Zn (aktywniejszego metalu) pokrywa stal |
| 2. Niklowanie/chromowanie | … | B. aktywniejszy metal (anoda protektorowa) koroduje zamiast stali |
| 3. Malowanie/lakierowanie | … | C. warstwa obojętnego tworzywa chroni metal przed wodą i tlenem |
| 4. Protekcja katodowa (Zn/Mg) | … | D. cienka warstwa Ni, Cr (odpornego metalu) dekoracyjnie + ochronnie |

*Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.*

**Zadanie 7.** (0–2 pkt)

Dla reakcji $\mathrm{Cu + 2\,AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2\,Ag}$ wskaż, który pierwiastek ulega utlenieniu, a który redukcji, podając odpowiednie zmiany stopni utlenienia.

**Zadanie 8.** (0–2 pkt)

Czy cynk wyprze miedź z wodnego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II)? Uzasadnij odpowiedź na podstawie szeregu napięciowego metali i napisz równanie reakcji w formie jonowej skróconej.

**Zadanie 9.** (0–2 pkt)

Co to jest ogniwo stężeniowe? Wyjaśnij zasadę działania ogniwa $\mathrm{Cu}|\mathrm{Cu}^{2+}(0{,}01\ \mathrm{M})\ ||\ \mathrm{Cu}^{2+}(1\,\mathrm{M})|\mathrm{Cu}$.

**Zadanie 10.** (0–2 pkt)

Opisz zasadę działania OGNIWA LITOWO-JONOWEGO (Li-ion). Dlaczego stało się ono dominującym typem akumulatora (telefony, EV)?

Rozwiąż ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: matury-online.pl/sprawdzian/chemia/redoks-i-elektrochemia

SPRAWDZIAN · CHEMIA

# Sprawdzian z reakcji redoks i elektrochemii **Grupa B**

Chemia: reakcje utleniania i redukcji, ogniwa, elektroliza, korozja

Imię i nazwisko: _____

Klasa: _____

Data: _____

Punkty: _____ / 26

10 zadań, 26 pkt. Czytaj uważnie polecenia. W zadaniach otwartych zapisz obliczenia.

**Zadanie 1.** (0–1 pkt)

W reakcji $2\,KMnO_4 + 5\,H_2O_2 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,MnSO_4 + 5\,O_2 + K_2SO_4 + 8\,H_2O$ manganian(VII) potasu ($KMnO_4$) pełni rolę:

(A) reduktora — ulega utlenianiu

(B) utleniacza — ulega redukcji

(C) katalizatora — nie zmienia stopnia utlenienia

(D) produktu reakcji — nie ulega zmianie

*Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.*

**Zadanie 2.** (0–1 pkt)

W elektrolizie wodnego roztworu $CuSO_4$ na KATODZIE zachodzi:

(A) utlenianie jonów $SO_4^{2-}$

(B) utlenianie wody do tlenu cząsteczkowego

(C) redukcja jonów $Cu^{2+}$ do miedzi metalicznej

(D) redukcja cząsteczek wody do wodoru

*Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.*

**Zadanie 3.** (0–4 pkt)

Oceń stwierdzenia o prawach Faradaya.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Stała Faradaya F = 96500 C/mol jest ładunkiem 1 MOLA elektronów. | **P** | **F** |
| 2. | II prawo: przy tym samym ładunku masy różnych wydzielonych substancji są proporcjonalne do ich RÓWNOWAŻNIKÓW ELEKTROCHEMICZNYCH (M/n). | **P** | **F** |
| 3. | Prawa Faradaya nie obowiązują w elektrolizie stopionej soli. | **P** | **F** |
| 4. | I prawo: masa wydzielonej substancji jest ODWROTNIE PROPORCJONALNA do ładunku (prądu x czasu). | **P** | **F** |

*Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).*

**Zadanie 4.** (0–4 pkt)

Oceń stwierdzenia o STOPNIACH UTLENIENIA:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Tlen nie zawsze ma stopień utlenienia $-2$ — w nadtlenkach, np. $H_2O_2$, ma $-1$ | **P** | **F** |
| 2. | W cząsteczkach pierwiastków (np. $O_2$, $Cl_2$) stopień utlenienia każdego atomu wynosi 0 | **P** | **F** |
| 3. | Suma stopni utlenienia we wzorze obojętnej cząsteczki wynosi 0 | **P** | **F** |
| 4. | W cząsteczce $HF$ wodór ma stopień utlenienia $+1$, a fluor $-1$ | **P** | **F** |

*Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).*

**Zadanie 5.** (0–4 pkt)

Dopasuj typ korozji do opisu i metody ochrony.

| | | |
|---|---|---|
| 1. Korozja elektrochemiczna (galwaniczna) | … | A. dwa różne metale w elektrolicie — aktywniejszy koroduje szybciej |
| 2. Ochrona barierowa | … | B. pęknięcia pod wpływem naprężeń + korozyjne środowisko |
| 3. Korozja chemiczna | … | C. pokrywanie warstwami (malowanie, lakierowanie, emalowanie) |
| 4. Korozja naprężeniowa (SCC) | … | D. bezpośrednia reakcja metalu z czynnikiem (np. Fe + Cl2, bez wody) |

*Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.*

**Zadanie 6.** (0–4 pkt)

Dopasuj typ ogniwa do jego charakterystyki.

| | | |
|---|---|---|
| 1. Ogniwo Leclanché ($Zn/MnO_2$) | … | A. napięcie 1,5 V, długa żywotność (~2×więcej niż Leclanché), od lat 60. |
| 2. Ogniwo niklowo-metalowo-wodorkowe (NiMH) | … | B. napięcie 1,5 V, tanie, krótka żywotność, wilgotne — popularne w XX w. |
| 3. Alkaliczne ($Zn/MnO_2$ w KOH) | … | C. 1,55 V, srebro + cynk, wysoka gęstość energii, ogniwa guzikowe w zegarkach i aparatach słuchowych |
| 4. Ogniwo srebrowo-cynkowe | … | D. 1,2 V, ładowalne, pojemne, nietoksyczne (bez Cd), popularne w zabawkach |

*Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.*

**Zadanie 7.** (0–2 pkt)

Porównaj produkty elektrolizy: (a) stopionego $\mathrm{NaCl}$, (b) wodnego roztworu $\mathrm{NaCl}$. Dlaczego produkty są różne?

**Zadanie 8.** (0–2 pkt)

Dichromian(VI) potasu $\mathrm{K_2Cr_2O_7}$ w środowisku kwasowym jest silnym utleniaczem. Napisz półreakcję redukcji $\mathrm{Cr_2O_7^{2-}}$ oraz opisz obserwowaną zmianę barwy.

**Zadanie 9.** (0–2 pkt)

Wyjaśnij zasadę działania OGNIWA PALIWOWEGO wodorowego ($H_2/O_2$). Napisz reakcje elektrodowe i całkowitą.

**Zadanie 10.** (0–2 pkt)

Wyjaśnij różnice między OGNIWEM GALWANICZNYM a ELEKTROLIZEREM pod względem: (a) samorzutności, (b) znaku anody/katody, (c) przemiany energii.

Rozwiąż ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: matury-online.pl/sprawdzian/chemia/redoks-i-elektrochemia

# Sprawdzian z reakcji redoks i elektrochemii

## Grupa A

**1.** (1 pkt) **C**

**2.** (1 pkt) **D**

**3.** (4 pkt) **1. P; 2. P; 3. P; 4. P** — po 1 pkt za zdanie

**4.** (4 pkt) **1. F; 2. P; 3. P; 4. F** — po 1 pkt za zdanie

**5.** (4 pkt) **1–B, 2–D, 3–C, 4–A** — po 1 pkt za parę

**6.** (4 pkt) **1–A, 2–D, 3–C, 4–B** — po 1 pkt za parę

**7.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Miedź ulega utlenieniu: stopień utlenienia zmienia się od $0$ do $+II$ (traci $2$ elektrony). Srebro ulega redukcji: stopień utlenienia zmienia się od $+I$ do $0$ (każdy jon przyjmuje $1$ elektron).
Punktacja: Poprawne wskazanie utlenienia miedzi: $0 \rightarrow +II$ (1 pkt) + poprawne wskazanie redukcji srebra: $+I \rightarrow 0$ (1 pkt). $2$ pkt.

**8.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Tak. Cynk ma niższy potencjał normalny niż miedź (w szeregu napięciowym leży przed nią), a metal o niższym potencjale wypiera z roztworu soli metal o wyższym potencjale: $\mathrm{Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu}$.
Punktacja: Odpowiedź twierdząca z uzasadnieniem: cynk ma niższy potencjał normalny niż miedź (1 pkt); poprawne równanie jonowe (1 pkt).

**9.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: OGNIWO STĘŻENIOWE: ogniwo, w którym oba półogniwa zawierają tę samą parę redoks, ale różne stężenia jonów. SEM wynika z różnicy stężeń (entropia), nie z różnych substancji. ZASADA DZIAŁANIA: elektroda z MNIEJSZEGO stężenia (0,01 M) jest ANODĄ — Cu utlenia się ($\mathrm{Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2\,e^-}$), zwiększając stężenie. Elektroda z WIĘKSZEGO stężenia (1 M) jest KATODĄ — $Cu^{2+}$ redukuje się do Cu, zmniejszając stężenie. Ogniwo pracuje do WYRÓWNANIA stężeń (SEM = 0). SEM oblicza się z równania Nernsta: $E = (RT/nF)\ln([Cu^{2+}]_{kat}/[Cu^{2+}]_{an}) = (0{,}059/2)\log(1/0{,}01) = 0{,}059$ V.
Punktacja: Definicja (1 pkt) + zasada działania (1 pkt).

**10.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: ZASADA: anoda to WARSTWOWY GRAFIT (C), do którego wbudowuje się Li (interkalacja). Katoda to $\mathrm{LiCoO_2}$ (lub $\mathrm{LiFePO_4}$, $\mathrm{LiMn_2O_4}$) — tlenek litu z metalem przejściowym. Elektrolit: sól litowa ($LiPF_6$) w rozpuszczalniku organicznym. ROZŁADOWYWANIE: $Li^+$ opuszcza grafit (anodę), wędruje przez elektrolit do katody, a elektrony płyną obwodem zewnętrznym od anody do katody. Anoda: $\mathrm{LiC_6 \longrightarrow 6\,C + Li^+ + e^-}$. Katoda: $\mathrm{Li_{(1-x)}CoO_2 + \mathit{x}\,Li^+ + xe^- \longrightarrow LiCoO_2}$. Ładowanie: odwrotnie. ZALETY: (1) wysokie napięcie (~3,7 V vs 2,1 V ołowiowy, 1,2 V NiCd), (2) wysoka gęstość energii (Li najlżejszy metal), (3) brak efektu pamięci, (4) długa żywotność (1000+ cykli). WADY: pożar/wybuch przy przegrzaniu, drogie, degradacja w czasie.
Punktacja: Zasada działania + zalety (2 pkt).

## Grupa B

**1.** (1 pkt) **B**

**2.** (1 pkt) **C**

**3.** (4 pkt) **1. P; 2. P; 3. F; 4. F** — po 1 pkt za zdanie

**4.** (4 pkt) **1. P; 2. P; 3. P; 4. P** — po 1 pkt za zdanie

**5.** (4 pkt) **1–A, 2–C, 3–D, 4–B** — po 1 pkt za parę

**6.** (4 pkt) **1–B, 2–D, 3–A, 4–C** — po 1 pkt za parę

**7.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: (a) STOPIONY NaCl: katoda — $\mathrm{Na^+ + e^- \longrightarrow Na}$ (metaliczny sód). Anoda — $\mathrm{2\,Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2\,e^-}$. Produkty: Na (metal, przemysł), $Cl_2$. (b) WODNY roztwór: katoda — zamiast $Na^+$ redukuje się $H_2O$: $\mathrm{2\,H_2O + 2\,e^- \longrightarrow H_2 + 2\,OH^-}$ (bo E°(Na) = -2,71 V jest dużo niższe niż E°($H_2O/H_2$) ≈ -0,41 V przy pH 7). Anoda — $Cl^-$ utlenia się: $\mathrm{2\,Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2\,e^-}$ (mimo że E°($O_2/H_2O$) jest niższe, ale nadnapięcie na elektrodach grafitowych jest wysokie). Produkty: $H_2$, $Cl_2$, NaOH (w roztworze). PRZYCZYNA: w wodzie konkurują jony metalu i woda o elektrony na katodzie — jony aktywne ($Na^+$, $K^+$, $Ca^{2+}$, $Al^{3+}$) 'przegrywają' z wodą.
Punktacja: Produkty (a) i (b) + wyjaśnienie (2 pkt).

**8.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Półreakcja: $\mathrm{Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O}$. Chrom zmienia stopień utlenienia z +VI na +III. Obserwacja: barwa POMARAŃCZOWA (dichromian) → ZIELONA (jony $Cr^{3+}$). Klasyczne zastosowanie: utlenianie alkoholi I-rzędowych do aldehydów/kwasów, drugorzędowych do ketonów.
Punktacja: Półreakcja (1 pkt) + obserwacja (1 pkt).

**9.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: OGNIWO PALIWOWE: zamienia energię chemiczną PALIWA bezpośrednio na elektryczną (bez spalania). Typ PEMFC (membrana protonowa): ANODA: $\mathrm{H_2 \longrightarrow 2\,H^+ + 2\,e^-}$ (utlenianie wodoru). KATODA: $\mathrm{O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- \longrightarrow 2\,H_2O}$ (redukcja tlenu). CAŁKOWITA: $\mathrm{2\,H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O}$ (jedyny produkt = woda!). ZALETY vs baterie: (1) nie rozładowuje się — działa tak długo jak dostarczamy H2 + O2. (2) Zero emisji CO2. (3) Sprawność 40-60% (vs silnik spalinowy 25-30%). WADY: drogi Pt jako katalizator, trudne magazynowanie H2, brak infrastruktury. Zastosowania: samochody (Toyota Mirai), autobusy, stacje kosmiczne (Apollo).
Punktacja: Reakcje anoda/katoda (1 pkt) + zalety vs baterie (1 pkt).

**10.** (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: (a) SAMORZUTNOSC: ogniwo galwaniczne — reakcja SAMORZUTNA ($\Delta G < 0$, SEM > 0), produkuje prąd. Elektrolizer — reakcja NIESAMORZUTNA ($\Delta G > 0$), wymaga zewnętrznego źródła prądu. (b) ZNAKI: Ogniwo: anoda (-), katoda (+). Elektrolizer: anoda (+), katoda (-). (c) ENERGIA: Ogniwo: energia chemiczna → elektryczna. Elektrolizer: energia elektryczna → chemiczna. W OBIE stronach anoda = utlenianie, katoda = redukcja — to się NIE zmienia.
Punktacja: Każda różnica poprawnie = 2/3 pkt, razem max 2 pkt.

## Skala ocen (orientacyjna, 26 pkt w każdej grupie)

| | |
|---|---|
| bardzo dobry (5) | 24–26 pkt |
| dobry (4) | 20–23 pkt |
| dostateczny (3) | 13–19 pkt |
| dopuszczający (2) | 8–12 pkt |
| niedostateczny (1) | 0–7 pkt |

Progi: 90%, 75%, 50%, 30%. Progi w Twojej szkole mogą być inne. W zadaniach otwartych uznaj każdą odpowiedź poprawną merytorycznie, także sformułowaną inaczej niż przykład.

Ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: **matury-online.pl/sprawdzian/chemia/redoks-i-elektrochemia**. Nauczyciele i korepetytorzy ułożą własną kartę z banku ponad 20 tys. zadań: **matury-online.pl/dla-korepetytorow**.