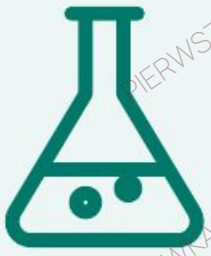
Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 15

Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji

Wymagania: ZR VIII.1, VIII.3, VIII.4, VIII.5, VIII.6, X.6. 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 15 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 4 pkt
2	**Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	6 zad. · 11 pkt
3	**Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze z chemii	Zadania typu maturalnego	ZR	6 zad. · 11 pkt
4	**Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – w praktyce** Doświadczenie i materiał źródłowy	Ćwiczenia	ZR	3 zad. · 8 pkt
5	**Kartkówka: bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa A** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 8 pkt
6	**Kartkówka: bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa B** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 8 pkt
7	**Sprawdzian: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa A** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt
8	**Sprawdzian: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa B** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt

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 VIII.1** stosuje pojęcia: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja;
- **ZR VIII.3** na podstawie konfiguracji elektronowej atomów przewiduje typowe stopnie utlenienia pierwiastków;
- **ZR VIII.4** oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego;
- **ZR VIII.5** stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej);
- **ZR VIII.6** przewiduje kierunek przebiegu reakcji utleniania-redukcji na podstawie wartości potencjałów standardowych półogniw; pisze odpowiednie równania reakcji.
- **ZR X.6** przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska, a także jonów dichromianowych(VI) w środowisku kwasowym; pisze odpowiednie równania reakcji;

Materiał oryginalny. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: ZR VIII.1, VIII.3, VIII.4, VIII.5, VIII.6, X.6. Masy atomowe i stałe według „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych" CKE. Miejsce w programach: Pazdro (Kaznowski, Mazurkiewicz) ZR – część o chemii ogólnej i nieorganicznej (kl. 2); Nowa Era „To jest chemia 1" ZR (nazwy wydawnictw podano informacyjnie – materiał nie jest z nimi powiązany). Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

PIERWSZA ŁAWKA

Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – 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

- **Stopień utlenienia** – ładunek, jaki miałby atom, gdyby wszystkie wiązania były jonowe. Utlenianie – wzrost stopnia utlenienia (oddanie elektronów), redukcja – spadek (przyjęcie elektronów). **Utleniacz** ulega redukcji, **reduktor** – utlenieniu.
- **Typowe stopnie utlenienia z konfiguracji:** S [Ne] $3s^2 3p^4$ → –II (dopełnienie oktetu), IV (oddanie 4 elektronów p), VI (wszystkich 6 walencyjnych); Cl → –I, I, III, V, VII; N → od –III do V; Mn [Ar] $3d^5 4s^2$ → II (elektrony 4s), IV, VI, VII (wszystkie 7 walencyjnych); Cr [Ar] $3d^5 4s^1$ → III, VI. Najwyższy stopień = liczba elektronów walencyjnych.
- **Stopnie utlenienia w związkach organicznych:** liczymy dla każdego atomu węgla osobno (H +I, O –II, wiązanie C–C nie zmienia stopnia). Etanol: CH_3 –III, CH_2OH –I; etanal: CHO +I; kwas octowy: COOH +III; metanol –II, metanal 0, kwas metanowy +II, CO_2 +IV. Utlenianie alkoholu → aldehydu → kwasu podnosi stopień utlenienia węgla grupy funkcyjnej.
- **Bilans elektronowo-jonowy** (środowisko kwasowe): 1) zapisz utleniacz i reduktor oraz produkty; 2) zbilansuj atomy inne niż O i H; 3) brakujący tlen – cząsteczki H_2O; 4) wodór – jony H^+; 5) ładunek – elektrony; 6) wyrównaj liczby elektronów i dodaj równania. W środowisku zasadowym tlen i wodór bilansuj jonami OH^- i cząsteczkami wody. Przykład: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$.
- **Manganian(VII) potasu** (fioletowy roztwór) – produkty redukcji zależą od środowiska: kwasowe $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ (roztwór się odbarwia); obojętne $MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$ (brunatny osad); silnie zasadowe $MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$ (roztwór zielony). **Dichromian(VI)** w środowisku kwasowym: pomarańczowy → zielony/zielonofioletowy (Cr^{3+}).
- **Kierunek reakcji z potencjałów standardowych:** utleniona forma półogniwa o **wyższym** E° utlenia zredukowaną formę półogniwa o niższym E°. Np. $E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}771$ V > $E^\circ(I_2/I^-) = 0{,}536$ V, więc zachodzi $2Fe^{3+} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{2+} + I_2$, a nie reakcja odwrotna.
- **Uwaga:** potencjały w tablicach CKE dotyczą warunków standardowych (25 °C, stężenia 1 mol·dm^{-3}); przy dużej różnicy E° wniosek o kierunku jest pewny, przy różnicy rzędu setnych wolta zależy od stężeń.
- **Jak to sprawdza CKE:** Matura 2024, zad. 11 (0–2, VIII.4 i VIII.5): równanie utleniania $Fe(OH)_3$ do jonów FeO_4^{2-} w środowisku zasadowym w formie jonowo-elektronowej i współczynniki w równaniu sumarycznym (wykonało 50%); zasady oceniania: równanie z jonami Fe^{3+} zamiast $Fe(OH)_3$ – błędne. Matura 2026, zad. 8 (0–3): reakcja K_2MnO_4 z K_2SO_3 – osobny punkt za równanie redukcji, za równanie utleniania (w formie jonowo-elektronowej) i za współczynniki w schemacie. Kierunek reakcji z potencjałów: 2024 zad. 12.2 (0–1, Fe^{2+} i MnO_4^-, 34%) – punkt za równanie we właściwej formie i jednoznaczne wskazanie kierunku. Produkty redukcji manganianu(VII): 2023 zad. 18 (0–1, X.6) – uzupełnienie schematu doświadczenia: do probówek z K_2SO_3(aq) i z $MnSO_4$(aq) dodano ten sam odczynnik, $KMnO_4$(aq); w obu na zdjęciu widać brunatny osad MnO_2 (1 pkt za poprawny wybór trzech wzorów).

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Dobierz współczynniki metodą bilansu elektronowo-jonowego: $MnO_4^- + NO_2^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + NO_3^- + H_2O$.**

redukcja: $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \mid \cdot 2$

utlenianie: $NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e^- \mid \cdot 5$

suma: $2MnO_4^- + 5NO_2^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 3H_2O$

Jak myśleć: po dodaniu skróć H^+ i H_2O występujące po obu stronach; sprawdź ładunek: lewa –2 –5 +6 = –1, prawa +4 –5 = –1.

Przykład 2. **Oblicz stopnie utlenienia atomów węgla w etanolu i w kwasie octowym. Wskaż, który atom węgla ulega utlenieniu podczas przemiany etanolu w kwas octowy.**

Etanol $CH_3–CH_2OH$: C1 (–III), C2 (–I); kwas octowy $CH_3–COOH$: C1 (–III), C2 (+III). Utlenia się atom węgla grupy funkcyjnej: –I → +III (oddaje 4 elektrony).

Jak myśleć: wiązanie C–C nie zmienia stopnia; każdy H daje –1 dla węgla, każde wiązanie z O daje +1.

Przykład 3. **Na podstawie potencjałów standardowych ($E°(Br_2/Br^-) = 1{,}066$ V, $E°(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}771$ V) rozstrzygnij, czy brom utlenia jony Fe^{2+}. Napisz równanie reakcji.**

Tak: 1,066 V > 0,771 V, więc utleniona forma półogniwa bromowego (Br_2) utlenia zredukowaną formę drugiego (Fe^{2+}): $Br_2 + 2Fe^{2+} \rightarrow 2Br^- + 2Fe^{3+}$.

Jak myśleć: „wyższy potencjał – silniejszy utleniacz” – reaguje utleniacz z góry z reduktorem z dołu tabeli.

Przykład 4. **Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji manganianu(VII) potasu z siarczanem(IV) sodu w środowisku obojętnym. Podaj obserwację.**

$2MnO_4^- + 3SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 3SO_4^{2-} + 2OH^-$ – fioletowy roztwór odbarwia się, wytrąca się brunatny osad.

Jak myśleć: środowisko obojętne → MnO_2 (Mn: VII → IV, 3 elektrony); siarka IV → VI (2 elektrony); NWW = 6.

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Uzupełnij zdania. Wpisz stopnie utlenienia w wykropkowanych miejscach.

1. Stopień utlenienia węgla w metanalu HCHO wynosi _____.
2. Stopień utlenienia chromu w jonie $Cr_2O_7^{2-}$ wynosi _____.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.
W środowisku silnie zasadowym jony manganianowe(VII) redukują się do

A. MnO_4^{2-}
B. Mn^{2+}
C. MnO_2
D. Mn

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. Utleniacz w reakcji przyjmuje elektrony.	P	F
2. Najwyższy stopień utlenienia siarki wynosi VI, bo atom siarki ma 6 elektronów walencyjnych.	P	F
3. Jod ($E° = 0{,}536$ V) utlenia jony Fe^{2+} ($E°(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}771$ V).	P	F

Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 11 pkt

Ćwiczenia · 11 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz stopnie utlenienia: a) siarki w jonie $S_2O_3^{2-}$, b) żelaza w K_2FeO_4, c) azotu w hydroksyloaminie NH_2OH, d) węgla w jonie szczawianowym $C_2O_4^{2-}$.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Atom chloru ma konfigurację [Ne] $3s^2 3p^5$. Podaj najniższy i najwyższy stopień utlenienia chloru w związkach i wyjaśnij je na podstawie konfiguracji.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Dobierz współczynniki metodą bilansu elektronowo-jonowego. Napisz równania utleniania i redukcji (w formie jonowo-elektronowej) i równanie sumaryczne:

$Cr_2O_7^{2-} + SO_3^{2-} + H^+ \rightarrow Cr^{3+} + SO_4^{2-} + H_2O$

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji manganianu(VII) potasu z nadtlenkiem wodoru w środowisku kwasowym (wydziela się tlen).

Miejsce na odpowiedź

Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – zadania typu maturalnego

Polecenia i punktacja jak na maturze z chemii

ZR

KARTA 3/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 11 pkt

Zadania typu maturalnego · 11 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Dobierz współczynniki w równaniu reakcji (forma cząsteczkowa). Napisz w formie jonowo-elektronowej równania utleniania i redukcji.

$K_2Cr_2O_7 + C_2H_5OH + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + CH_3COOH + H_2O$

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. W reakcji $3Cl_2 + 6OH^- \rightarrow 5Cl^- + ClO_3^- + 3H_2O$ chlor jest jednocześnie utleniaczem i reduktorem.	P	F
2. W tej reakcji stosunek liczby atomów chloru redukowanych do utlenianych wynosi 1 : 5.	P	F
3. Stopień utlenienia chloru w jonie chloranowym(V) wynosi V.	P	F

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Próbkę kwasu szczawiowego $H_2C_2O_4$ ($M = 90{,}04\ g \cdot mol^{-1}$) rozpuszczono w wodzie z dodatkiem kwasu siarkowego(VI) i zmiareczkowano roztworem $KMnO_4$ o stężeniu $0{,}0100\ mol \cdot dm^{-3}$; zużyto $24{,}0\ cm^3$. Reakcja: $2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$. Oblicz masę kwasu szczawiowego w próbce (w mg). Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Dane są potencjały standardowe: $E°(Cl_2/Cl^-) = 1{,}358$ V, $E°(Br_2/Br^-) = 1{,}066$ V, $E°(I_2/I^-) = 0{,}536$ V.

Uzupełnij zdania. Wpisz właściwe określenia w wykropkowanych miejscach.

1. Woda chlorowa _____ (utlenia / nie utlenia) jonów bromkowych.
2. Woda jodowa _____ (utlenia / nie utlenia) jonów bromkowych.

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Do trzech probówek z zakwaszonym roztworem dichromianu(VI) potasu dodano: do I – roztwór siarczanu(VI) żelaza(II), do II – roztwór jodku potasu, do III – roztwór siarczanu(VI) cynku. Rozstrzygnij, w których probówkach zaszła reakcja, i napisz w formie jonowej skróconej jej równanie dla probówki I.

Wykorzystaj: $E°(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) = 1{,}36$ V, $E°(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}771$ V, $E°(I_2/I^-) = 0{,}536$ V.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

Atom manganu ma konfigurację [Ar] $3d^5 4s^2$. Na tej podstawie najwyższy możliwy stopień utlenienia manganu wynosi

A. V
B. IV
C. II
D. VII

Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – w praktyce

Doświadczenie i materiał źródłowy

ZR

KARTA 4/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 8 pkt

Ćwiczenia · 8 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

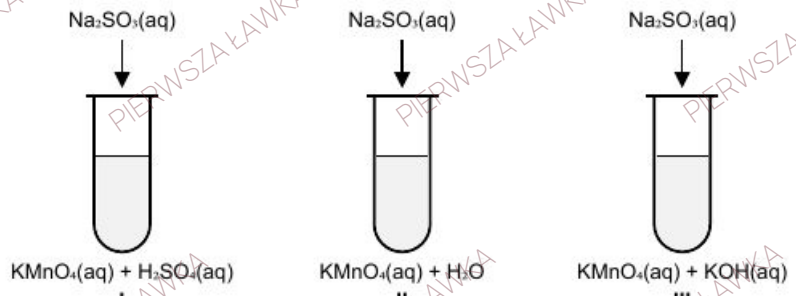
Do trzech probówek z roztworem manganianu(VII) potasu dodano: do I – kwas siarkowy(VI), do II – wodę, do III – stężony roztwór wodorotlenku potasu. Następnie do każdej probówki wkroplono roztwór siarczanu(IV) sodu (rysunek).

a) Napisz obserwacje w każdej probówce.

b) Napisz w formie jonowej skróconej równania reakcji zachodzących w probówkach I i III.

c) Sformułuj wniosek o wpływie środowiska na produkty redukcji jonów MnO_4^-.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 2. (0–3 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania.

Dawny alkomat w probówce

Zanim upowszechniły się elektroniczne alkomaty, policja używała jednorazowych rurek z żółtopomarańczowym wypełnieniem. Był to nośnik nasycony dichromianem(VI) potasu i kwasem siarkowym(VI). Kierowca dmuchał przez rurkę, a pary etanolu z wydychanego powietrza reagowały z dichromianem.

Im więcej alkoholu było w oddechu, tym dłuższy odcinek wypełnienia zmieniał barwę na zieloną – od jonów chromu(III). Etanol utleniał się przy tym do kwasu octowego. Dziś dichromianu się w ten sposób nie stosuje – to substancja rakotwórcza, a pomiar był mało dokładny.

Tekst własny na podstawie opracowań o chemii alkomatu (Royal Society of Chemistry, Duke University, Uniwersytet w Alicante).

Sprawdzian: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – 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.
Stopień utlenienia węgla jest równy +III w

A. jonie szczawianowym $C_2O_4^{2-}$.

B. metanalu.

C. metanolu.

D. tlenku węgla(IV).

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Atom fosforu ma konfigurację [Ne] $3s^2 3p^3$. Podaj najniższy i najwyższy stopień utlenienia fosforu w związkach i wyjaśnij je na podstawie konfiguracji.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Dobierz współczynniki metodą bilansu elektronowo-jonowego (napisz oba równania połówkowe): $MnO_4^- + H_2O_2 + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + O_2 + H_2O$

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. W reakcji $3Cu + 2NO_3^- + 8H^+ \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O$ utleniaczem są jony azotanowe(V).	P	F
2. Miedź w tej reakcji ulega redukcji.	P	F
3. Stopień utlenienia azotu zmienia się z V na II.	P	F

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, chemia, klasa 2 LO i technikum (zakres...

Podgląd pokazał 9 z 28 stron. Pełna wersja: 28 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 4 pkt
- Karta 2: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – ćwiczenia podstawowe – 6 zadań, 11 pkt
- Karta 3: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – zadania typu maturalnego – 6 zadań, 11 pkt
- Karta 4: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – w praktyce – 3 zadania, 8 pkt
- Karta 5: Kartkówka: bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa A – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 6: Kartkówka: bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa B – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Redoks – bilans elektronowo-jonowy i kierunek reakcji – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dal

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/chemia-liceum-klasa-2-zakres-rozszerzony-dzial-15-redoks-bilans-elektronowo-jonowy