50 gotowych scenariuszy lekcji chemii

Szkoła podstawowa i ponadpodstawowa
Każda lekcja: 45 minut

Bonus 4



Ostoja

Wybierz cel i przygotuj lekcję

Zestaw zawiera 30 scenariuszy dla klas VII–VIII oraz 20 dla liceum i technikum. Każdy plan obejmuje cel, kryteria, materiały, pełne 45 minut pracy, sprawdzenie rozumienia i różnicowanie.

Numery 1–30: szkoła podstawowa. Numery 31–50: szkoła ponadpodstawowa; trudniejsze tematy oznaczono jako rozszerzenie. Oznaczenia opisują poziom zadania, nie pełną zgodność z konkretną wersją podstawy programowej. Sprawdź wymagania swojej klasy.

Przed lekcją wydrukuj wskazane karty z treści planu. Dane liczbowe są dydaktyczne lub zaokrąglone, jeśli tak opisano.

Zadania papierowe nie wymagają wykonywania reakcji. Przed pokazem z wodą i barwnikiem nauczyciel przeprowadza ocenę ryzyka, przygotowuje warunki i nadzór zgodnie z zasadami szkoły.

Czasy są propozycją autora. Zachowaj czas na samodzielną odpowiedź końcową.

Źródła: strona 54.



Mapa scenariuszy

Numer strony scenariusza = jego numer + 3.

1 **1–5** | Materiały, bezpieczeństwo, gęstość i mieszaniny
strony 4–8

2 **6–10** | Model cząstkowy, dyfuzja, atom, izotopy i układ okresowy
strony 9–13

3 **11–15** | Jony, cząsteczki, wzory, równania i masa
strony 14–18

4 **16–20** | Tlenki, powietrze, CO_2 i rozpuszczanie
strony 19–23

5 **21–25** | Stężenie, rozcieńczanie, odczyn, wodorotlenki i neutralizacja
strony 24–28

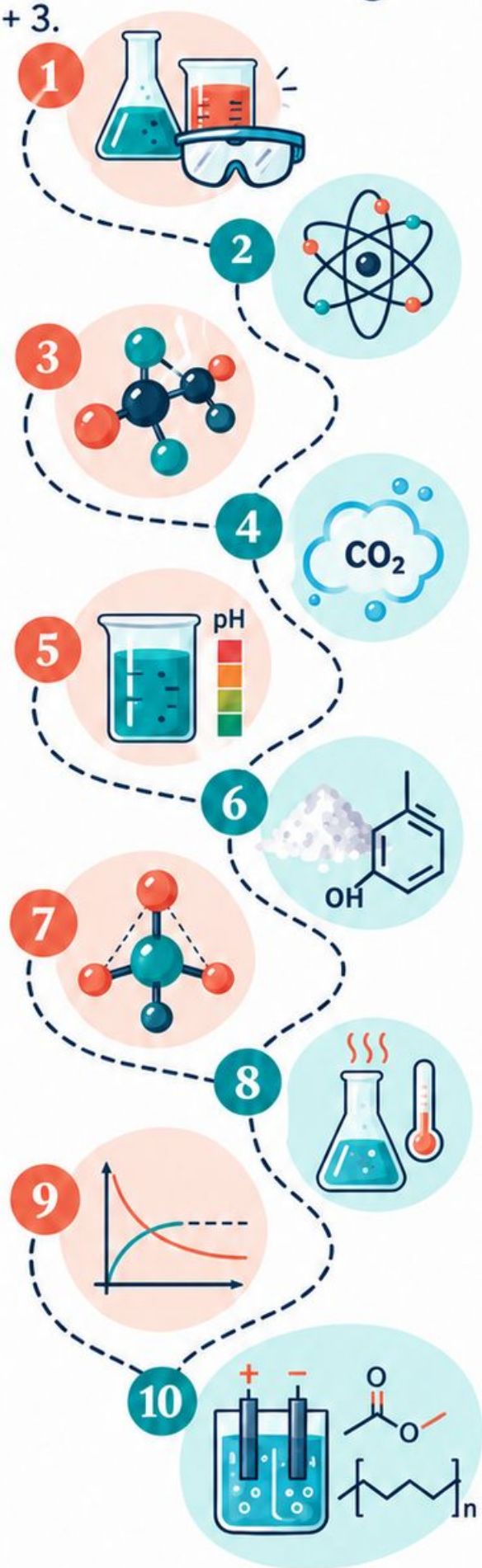
6 **26–30** | Sole i wprowadzenie do chemii organicznej
strony 29–33

7 **31–35** | Mol, stechiometria, skład, elektrony i polarność
strony 34–38

8 **36–40** | Roztwory, entalpia, szybkość i równowaga
strony 39–43

9 **41–45** | Równowaga gazowa, K_c, pH, bufory i redoks
strony 44–48

10 **46–50** | Ogniwa, elektroliza, izomeria, estry i polimery
strony 49–53



Każdy scenariusz można wykorzystać osobno po sprawdzeniu wiedzy wstępnej.

Co bada chemia

Scenariusz 01 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel:
Uczeń odróżnia opis właściwości od nazwy zastosowania materiału.

Kryteria:
Przyporządkowuje cztery informacje i uzasadnia dwa wybory.

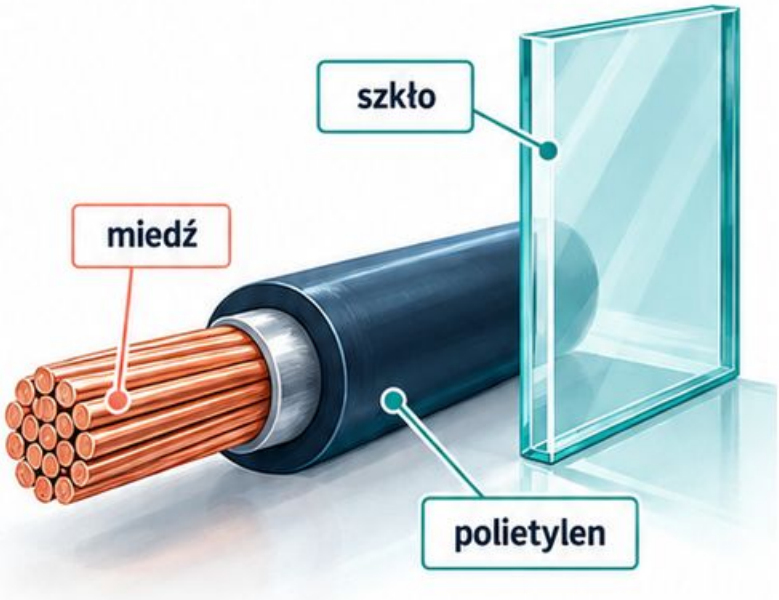
Materiały:
Karty: szkło, miedź, drewno, polietylen; zdjęcia przedmiotów, kartki.

1. **0–5 min:** Uczniowie wybierają materiał na przewód i zapisują powód.
2. **5–12 min:** Pary rozdzielają karty na właściwości i zastosowania.
3. **12–24 min:** Zespoły łączą przewodnictwo miedzi z funkcją rdzenia kabla, izolacyjność polimeru z osłoną.
4. **24–33 min:** Każdy wskazuje ograniczenie wnioskowania wyłącznie z wyglądu.
5. **33–40 min:** Klasa poprawia zdanie: wszystkie błyszczące materiały to metale.
6. **40–45 min:** Indywidualny bilet: dobierz właściwość do szyby i uzasadnij.

Sprawdzenie:
Oczekuj związku: przezroczystość umożliwia widzenie przez szybę; sama nazwa materiału nie wystarcza.

Wsparcie:
Podaj listę pięciu właściwości do wyboru.

Trudniej:
Poproś o dwa kryteria wyboru zamiast jednego.



Decyzje przed doświadczeniem

Scenariusz 02 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel:
Uczeń wskazuje zagrożenie, zabezpieczenie i reakcję na zdarzenie.

Kryteria:
Poprawnie analizuje trzy sytuacje pracowniane.

Materiały:
Zdjęcia stanowisk, karty sytuacji, szkolna instrukcja bezpieczeństwa.

1	**0–4 min:**	Pokaż zdjęcie plecaka blokującego przejście. Każdy wskazuje problem.
2	**4–11 min:**	Zbierz różnicę między zagrożeniem a ryzykiem w danej sytuacji.
3	**11–23 min:**	Grupy analizują rozlaną wodę, niepodpisane naczynie i uszkodzone szkło.
4	**23–32 min:**	Do każdej sytuacji dopisują zabezpieczenie i sposób powiadomienia nauczyciela.
5	**32–40 min:**	Uczniowie porównują plany z procedurą szkoły; nauczyciel koryguje decyzje.
6	**40–45 min:**	Każdy samodzielnie rozwiązuje nową sytuację: mokry blat obok urządzenia elektrycznego.

Sprawdzenie:
Uczeń przerywa pracę i zgłasza problem; nie dotyka urządzenia mokrymi rękami.

Wsparcie:
Daj ramę: zagrożenie → możliwy skutek → działanie.

Trudniej:
Poproś o wybór bezpieczniejszej wersji zadania.



Gęstość z pomiarów

Scenariusz 03 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń oblicza gęstość i ocenia ograniczenia identyfikacji próbki.

Kryteria: Stosuje iloraz masy i objętości oraz poprawną jednostkę.

Materiały: Karty danych A: 27 g i 10 cm^3; B: 54 g i 20 cm^3; kalkulatory.

1. **0–5 min:** Zapytaj, czy cięższa próbka zawsze ma większą gęstość.
2. **5–13 min:** Uczniowie rysują, co oznaczają masa i objętość.
3. **13–25 min:** Pary obliczają gęstość A i B; zapisują jednostki na każdym etapie.
4. **25–34 min:** Porównują obie wartości i wyjaśniają, dlaczego masy są różne.
5. **34–40 min:** Oceniają tezę: jednakowa gęstość dowodzi identycznego składu.
6. **40–45 min:** Samodzielnie liczą dla C: 16 g i 20 cm^3.

Sprawdzenie:

A i B: 2,7 g/cm^3; C: 0,8 g/cm^3. Zgodność jednej właściwości nie identyfikuje jednoznacznie substancji.

Wsparcie:

Udostępnij wzór $\rho = m/V$ i tabelę jednostek.

Trudniej:

Dodaj pytanie o wpływ temperatury cieczy.

A

m = 27 g
V = 10 cm^3



B

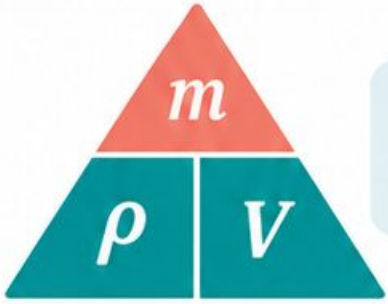
m = 54 g
V = 20 cm^3



C

m = 16 g
V = 20 cm^3





$$\rho = \frac{m}{V}$$

Czysta substancja czy mieszanina

Scenariusz 04 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń klasyfikuje próbki według składu, a nie samego wyglądu.

Kryteria: Odróżnia cztery przypadki i uzasadnia klasyfikację powietrza.

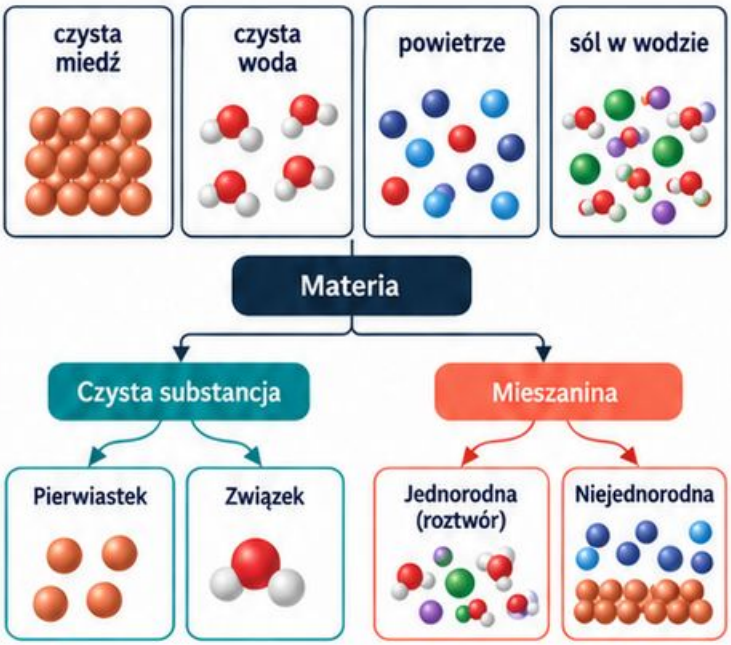
Materiały: Karty: czysta miedź, czysta woda, powietrze, sól w wodzie; modele cząstek.

1. **0–6 min:** Uczniowie porównują dwa przezroczyste zdjęcia: wodę i roztwór.
2. **6–13 min:** Zapisują, czego sam wygląd nie pozwala ustalić.
3. **13–25 min:** Zespoły łączą cztery nazwy z modelami jednego lub kilku składników.
4. **25–33 min:** Pary dzielą substancje czyste na pierwiastki i związki.
5. **33–40 min:** Klasa wyjaśnia, dlaczego jednorodność nie oznacza czystości chemicznej.
6. **40–45 min:** Każdy klasyfikuje nową kartę: czysty CO_2.

Sprawdzenie:
Czysty CO_2 jest związkiem chemicznym i substancją czystą; powietrze oraz roztwór soli są mieszaninami.

Wsparcie:
Daj drzewo z pytaniami o liczbę składników i pierwiastków.

Trudniej:
Poproś o kontrprzykład dla kryterium przezroczystości.



Plan rozdzielenia mieszaniny

Scenariusz 05 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń projektuje odzyskanie soli z mieszaniny soli i piasku.

Kryteria: Uzasadnia kolejność trzech etapów właściwościami składników.

Materiały: Papierowe karty sprzętu, czynności i właściwości; schemat filtracji.

1 — 0–5 min: Pokaż problem: piasek wsypano do soli. Uczniowie zapisują pierwszy plan.



2 — 5–12 min: Pary wybierają, którą właściwość składników wykorzystać.



3 — 12–24 min: Zespoły układają rozpuszczanie soli, filtrację i odzysk soli z przesączu.



4 — 24–33 min: Druga grupa sprawdza, gdzie po każdym etapie znajduje się sól i piasek.



5 — 33–40 min: Uczniowie zaznaczają możliwe straty i poprawiają schemat. Nie wykonują ogrzewania.



6 — 40–45 min: Indywidualnie wyjaśniają, dlaczego sama filtracja roztworu soli nie wystarczy.



Sprawdzenie:
Rozpuszczona sól przechodzi przez typowy filtr papierowy z wodą; piasek pozostaje na filtrze.

Wsparcie:
Dodaj obrazki rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego składnika.

Trudniej:
Poproś o sposób ograniczenia strat roztworu.



Stany skupienia w modelu cząstkowym

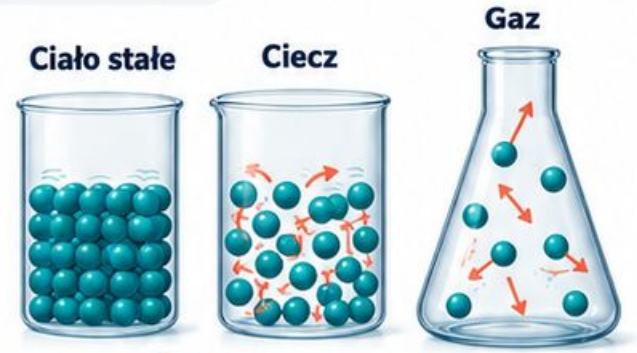
Scenariusz 06 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń wyjaśnia zmianę stanu skupienia bez zmiany rodzaju substancji.

Kryteria: Porównuje ruch i uporządkowanie cząstek w trzech modelach.

Materiały: Duże papierowe znaczniki, trzy obrysy naczyń, zdjęcia lodu i wody.

1. **0–4 min:**
   Każdy odpowiada, czy stopiony lód jest nową substancją.
2. **4–12 min:**
   Pary zapisują obserwowane różnice wyglądu i zachowania próbek.
3. **12–24 min:**
   Grupy układają modele ciała stałego, cieczy i gazu, zachowując rodzaj cząstek.
4. **24–33 min:**
   Dodają strzałki ruchu oraz porównują odległości w modelu.
5. **33–40 min:**
   Klasa wskazuje uproszczenia: cząstki nie mają szkolnych kolorów ani narysowanych torów.
6. **40–45 min:**
   Każdy poprawia pierwszą odpowiedź, wyjaśniając topnienie.



Sprawdzenie:
Zmienia się stan skupienia i organizacja cząstek; dla czystej wody nie powstaje inna substancja.

Wsparcie:
Daj trzy opisy do dopasowania do rysunków.



Trudniej:
Zapytaj, dlaczego gaz wypełnia dostępne naczynie.

Dyfuzja i mieszanie

Scenariusz 07 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel:
Uczeń odróżnia dyfuzję od transportu wywołanego mieszaniem.

Kryteria:
Opisuje obserwację i wskazuje ograniczenie prostego pokazu.

Materiały:
Dwa plastikowe kubki z wodą pokojową, barwnik spożywczy, taca; przygotowuje nauczyciel.

1	**0–5 min:**	Uczniowie przewidują zachowanie kropli barwnika w nieruchomej wodzie.
2	**5–11 min:**	Nauczyciel omawia ocenę ryzyka, zakaz spożywania próbek i usuwanie rozlań.
3	**11–21 min:**	Dodaje kroplę do każdego kubka; jeden miesza, drugi pozostawia nieruchomo.
4	**21–31 min:**	Pary rysują wygląd po minucie i po pięciu minutach.
5	**31–39 min:**	Klasa rozróżnia dyfuzję, mieszanie i możliwe ruchy cieczy w nieruchomym kubku.
6	**39–45 min:**	Każdy zapisuje wniosek i jedno ograniczenie pokazu.

Sprawdzenie:
Mieszanie przyspiesza transport makroskopowy. Sam obraz nie pozwala przypisać całego ruchu barwnika wyłącznie dyfuzji.

Wsparcie:
Udostępnij ramę obserwacji bez gotowego wniosku.

Trudniej:
Poproś o plan ograniczenia ruchów cieczy.



Co liczymy w atomie

Scenariusz 08 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń wyznacza liczby protonów, neutronów i elektronów atomu obojętnego.

Kryteria: Poprawnie korzysta z Z i A oraz sprawdza obojętność.

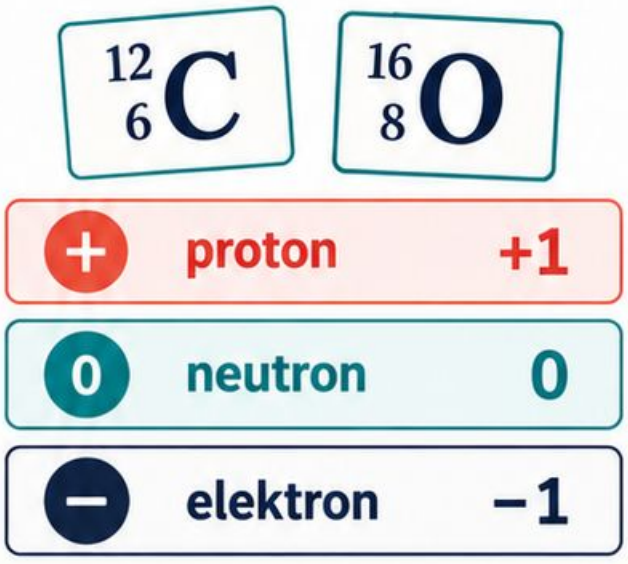
Materiały: Karty nuklidów Z = 6, A = 12 oraz Z = 8, A = 16; znaczniki p, n, e.

1	0–5 min:	Uczniowie dopasowują nazwy cząstek do ich ładunków.
2	5–12 min:	Nauczyciel rozdziela znaczenie liczby atomowej i masowej.
3	12–24 min:	Pary budują model węgla: p = 6, n = 6, e = 6.
4	24–33 min:	Grupy sprawdzają, czy zmiana liczby neutronów zmieni pierwiastek.
5	33–40 min:	Uczniowie poprawiają błędną kartę z siedmioma elektronami podpisaną *atom obojętny*.
6	40–45 min:	Samodzielnie rozwiązują kartę tlenu.

Sprawdzenie:
Dla podanego tlenu: 8 protonów, 8 neutronów i 8 elektronów. Z określa pierwiastek.

Wsparcie:
Daj trzy zależności: p = Z, n = A − Z, e = Z dla atomu obojętnego.

Trudniej:
Zapytaj, co zmieni utrata elektronu.



Izotopy bez zmiany pierwiastka

Scenariusz 09 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń rozpoznaje izotopy na podstawie liczb protonów i neutronów.

Kryteria: Porównuje dwa nuklidy i odróżnia liczbę masową od średniej masy atomowej.

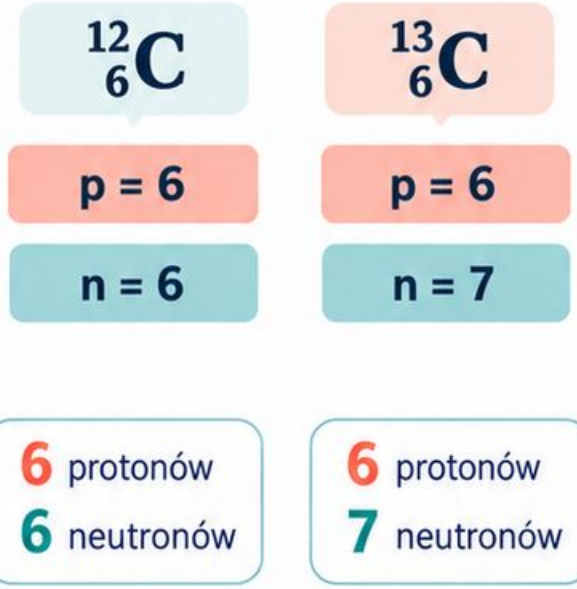
Materiały: Karty węgla o A = 12 i A = 13, Z = 6; układ okresowy.

1 0–5 min:	Każdy wybiera cechę, która przesądza o nazwie pierwiastka.
2 5–13 min:	Pary obliczają liczby neutronów w obu kartach.
3 13–25 min:	Zespoły budują dwa modele jąder i zaznaczają wspólną cechę.
4 25–33 min:	Porównują całkowite A z wartością masy względnej w tablicy.
5 33–40 min:	Klasa poprawia zdanie: wszystkie atomy węgla mają sześć neutronów.
6 40–45 min:	Każdy uzasadnia, czy nuklid o Z = 7 jest izotopem węgla.

Sprawdzenie:
Węgiel ma zawsze 6 protonów; wskazane izotopy mają 6 i 7 neutronów. Z = 7 oznacza inny pierwiastek.

Wsparcie:
Użyj wspólnego koloru protonów w obu modelach.

Trudniej: Omów rolę udziałów izotopów w wartości średniej.



Czytanie układu okresowego

Scenariusz 10 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń odczytuje symbol, Z, grupę i okres wybranych pierwiastków.

Kryteria: Wyszukuje Na, Cl i Mg oraz poprawnie rozróżnia Co i CO.

Materiały: Aktualny układ okresowy, karty wyszukiwania i koperty z symbolami.

1. **0–4 min:** Pokaż Co i CO; każdy zapisuje, czy oznaczają to samo.
2. **4–11 min:** Uczniowie znajdują grupy i okresy, nazywając kierunki odczytu.
3. **11–24 min:** Pary wykonują trzy trasy: Na, Cl, Mg; zapisują Z i położenie.
4. **24–33 min:** Porównują położenie Na i Mg w tym samym okresie.
5. **33–40 min:** Klasa ocenia tezę, że pierwiastki jednej grupy są identyczne.
6. **40–45 min:** Każdy wyjaśnia różnicę między symbolem kobaltu a wzorem tlenku węgla(II).

Sprawdzenie:
Na: Z = 11, grupa 1, okres 3;
Mg: 12, grupa 2, okres 3; Cl: 17, grupa 17, okres 3.

Wsparcie:
Zaznacz pierwszy okres i pierwszą grupę kolorem.

Trudniej: Poproś o ostrożne wskazanie podobieństwa w grupie.

Symbol	Z	Grupa	Okres
Na	11	1	3
Mg	12	2	3
Cl	17	17	3

grupa ↓ okres →

Co
kobalt
(pierwiastek)

CO
tlenek węgla(II)
(związek chemiczny)

Dlaczego wzór soli to proporcja

Scenariusz 11 • SP VII–VIII • 45 minut

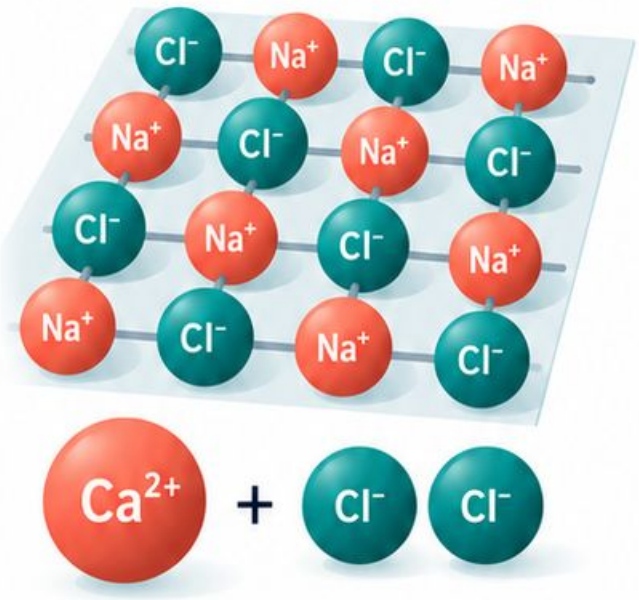
Cel: Uczeń wyjaśnia obojętność sieci jonowej i zapisuje prosty wzór soli.

Kryteria: Łączy ładunki Na^+, Ca^{2+} i Cl^- z proporcją jonów.

Materiały: Duże papierowe jony z ładunkami; płaska siatka; kartki.

1	**0–5 min:**	Uczniowie przypominają, jak powstaje kation i anion.
2	**5–12 min:**	Pary dobierają Na^+ i Cl^- do obojętnego zestawu.
3	**12–24 min:**	Grupy tworzą płaską naprzemienną sieć i opisują ograniczenie modelu.
4	**24–33 min:**	Dobierają liczbę Cl^- do jednego Ca^{2+} i zapisują $CaCl_2$.
5	**33–40 min:**	Klasa odrzuca obraz osobnych cząsteczek NaCl w krysztale.
6	**40–45 min:**	Każdy wyjaśnia, co w NaCl oznacza stosunek 1:1.

Sprawdzenie:
Ładunki równoważą się. NaCl opisuje proporcję jonów, a $CaCl_2$ wymaga dwóch anionów chlorkowych na jeden kation wapnia.



Wsparcie: Pozwól sumować narysowane znaki plus i minus.

Trudniej: Dodaj Mg^{2+} i O^{2-} oraz pytanie o najprostszy stosunek.

Cząsteczka a współczynnik

Scenariusz 12 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń odróżnia skład cząsteczki od liczby cząsteczek.

Kryteria: Poprawnie liczy atomy w H_2O i $3H_2O$.

Materiały: Karty H i O, obrysy cząsteczek, kartoniki ze współczynnikami.

0–5 min: Uczniowie rysują, jak rozumieją zapis H_2O.

5–12 min: Pary budują jedną cząsteczkę z dwóch H i jednego O.

12–24 min: Zespoły dodają współczynnik 3 i powielają cały zestaw.

24–33 min: Porównują $3H_2O$ z H_2O_2, wskazując różnicę w składzie.

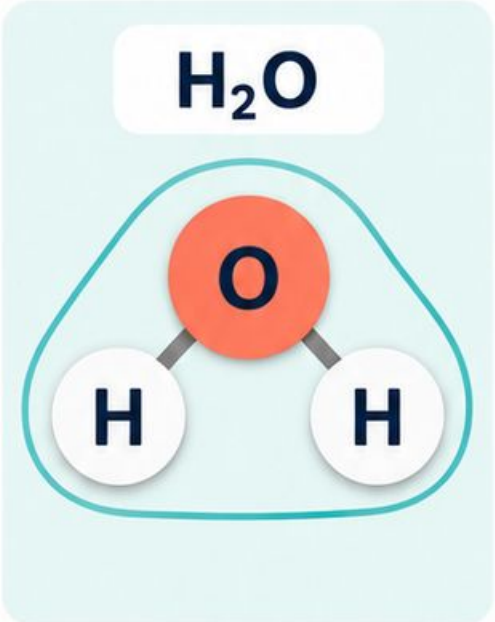
33–40 min: Klasa analizuje błędny rysunek z trzema atomami zamiast trzema cząsteczkami.

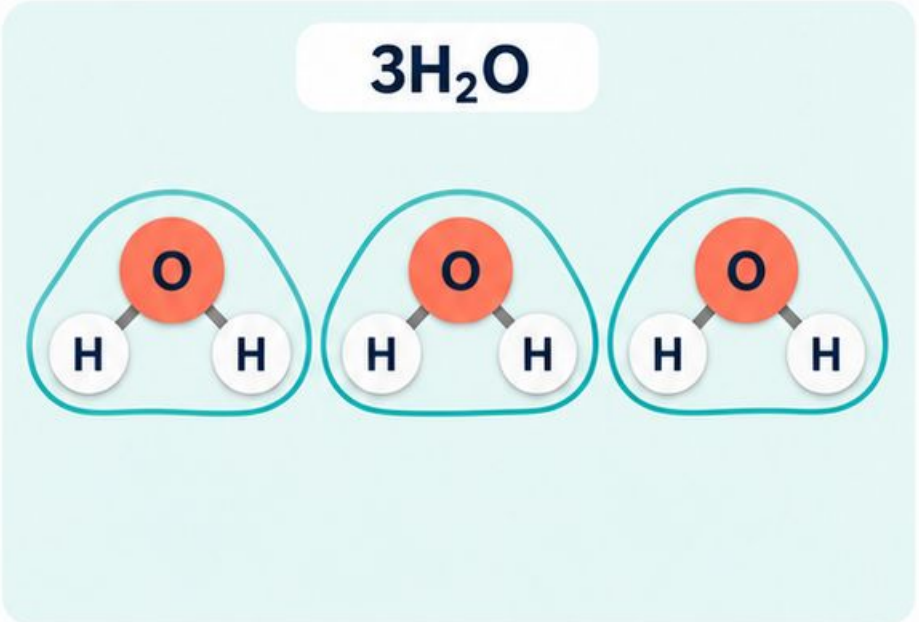
40–45 min: Każdy podaje liczbę atomów H i O w $3H_2O$.

Sprawdzenie: $3H_2O$ zawiera łącznie 6 atomów wodoru i 3 atomy tlenu. Zmiana indeksu może oznaczać inną substancję.

Wsparcie: Otocz każdą pełną cząsteczkę wspólnym obrysem.

Trudniej: Poproś o policzenie atomów w $2CO_2$ bez budowania modelu.





Wzory z wartościowości

Scenariusz 13 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń ustala wzory prostych tlenków na podstawie podanej wartościowości.

Kryteria: Zapisuje MgO i Al_2O_3 oraz sprawdza proporcje.

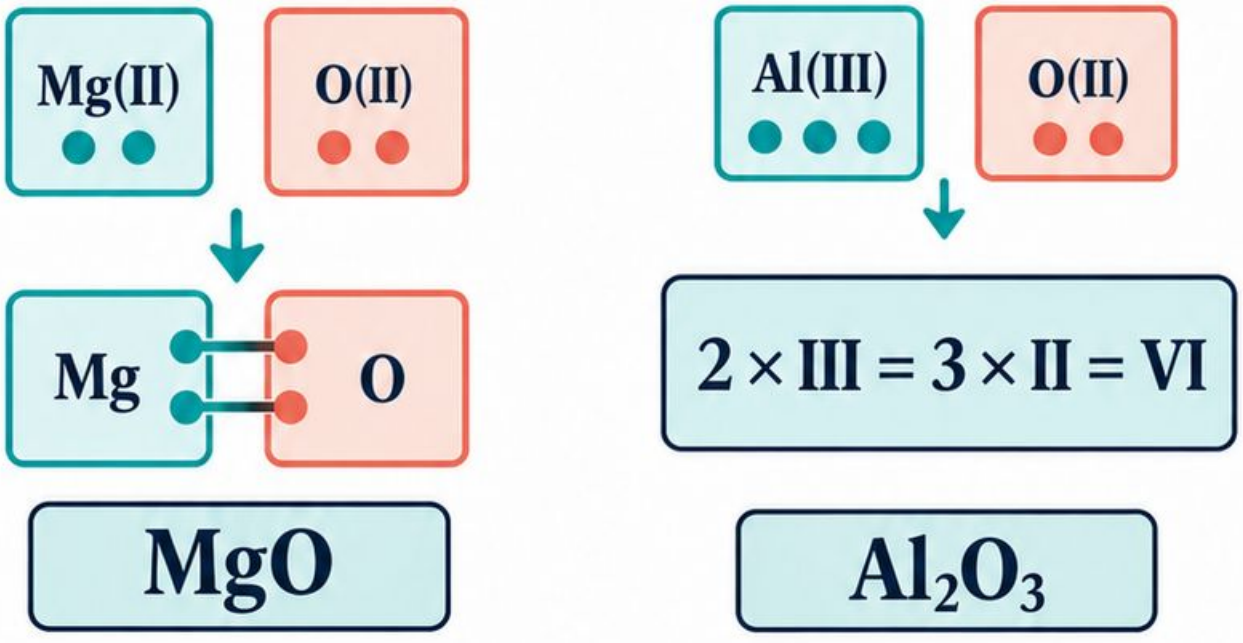
Materiały: Karty Mg(II), Al(III), O(II); znaczniki połączeń i kartki.

0–5 min:	Uczniowie wyjaśniają, dlaczego nie wolno dowolnie zmieniać indeksów.
5–13 min:	Pary dobierają Mg(II) i O(II), otrzymując stosunek 1:1.
13–25 min:	Zespoły szukają najmniejszego wspólnego bilansu dla Al(III) i O(II).
25–33 min:	Zapisują Al_2O_3 i sprawdzają; 2 × III oraz 3 × II.
33–40 min:	Klasa poprawia zapis AlO bez mechanicznego zgadywania.
40–45 min:	Każdy wyznacza wzór tlenku węgla(IV).

Sprawdzenie: Wzór końcowy to CO_2. Wartościowość podana w zadaniu pozwala ustalić najprostsze proporcje atomów.

Wsparcie: Daj diagram z liczbą miejsc połączeń.

Trudniej: Poproś o wyjaśnienie, dlaczego Mg_2O_2 upraszcza się do MgO.



Równanie zachowuje atomy

Scenariusz 14 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń uzgadnia równanie, zmieniając wyłącznie współczynniki.

Kryteria: Liczy atomy po obu stronach i uzasadnia poprawkę.

Materiały: Papierowe modele H_2, O_2 i H_2O; dwie maty stron równania.

0–4 min: Każdy ocenia zapis $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$.

4–11 min: Pary liczą atomy, zaznaczając niezbilansowany tlen.

11–24 min: Grupy dodają całe cząsteczki, aż powstanie $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$.

24–33 min: Zapisują tabelę bilansu H i O dla obu stron.

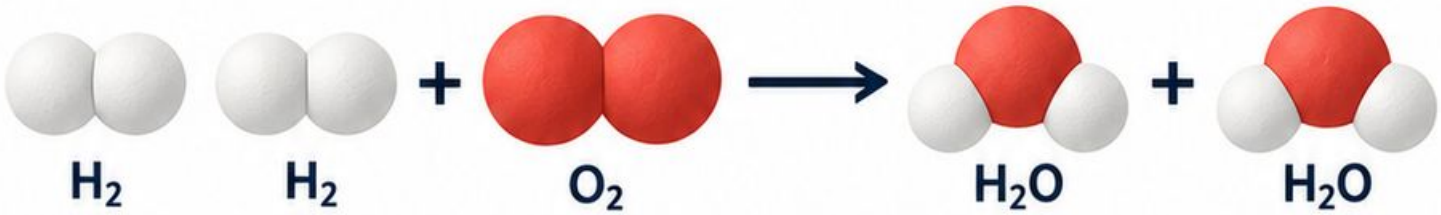
33–40 min: Wyjaśniają, dlaczego zmiana H_2O na H_2O_2 nie jest uzgadnianiem.

40–45 min: Samodzielnie uzgadniają $Mg + O_2 \rightarrow MgO$.

Sprawdzenie: Oczekiwany zapis: $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$.
To model papierowy; reakcji nie wykonuje się.

Wsparcie: Daj tabelę z osobnymi wierszami dla pierwiastków.

Trudniej: Poproś o dobór najmniejszych współczynników całkowitych.



Pierwiastek	Liczba atomów po stronie substratów	Liczba atomów po stronie produktów
H		
O		

Granice układu i masa

Scenariusz 15 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń interpretuje zachowanie masy z uwzględnieniem granic układu.

Kryteria: Odróżnia zmianę masy przedmiotu od bilansu całego układu.

Materiały: Karty danych: lód w szczelnym pudełku 250,0 g przed i po; zdjęcie rdzy.

0–5 min:	Uczniowie przewidują wynik ważenia zamkniętego pudełka po stopieniu lodu.
5–12 min:	Pary rysują granicę badanego układu.
12–24 min:	Analizują dane i dopisują, co obejmuje masa całkowita.
24–33 min:	Zespoły porównują przypadek żelaza rdzewiejącego w otwartym powietrzu.
33–40 min:	Wskazują tlen z otoczenia jako możliwy składnik produktów korozji.
40–45 min:	Każdy wyjaśnia, dlaczego wzrost masy przedmiotu nie obala bilansu masy.

Sprawdzenie: Bilans obejmuje wszystkie reagujące składniki; sam przedmiot w otwartym układzie może pobierać materię z otoczenia.

Wsparcie: Daj strzałki materii przecinające granicę układu.

Trudniej: Poproś o opis wpływu rozlania próbki na pomiar.



Nazwy i wzory tlenków

Scenariusz 16 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel:
Uczeń odróżnia CO od CO_2 oraz odczytuje nazwy tlenków.

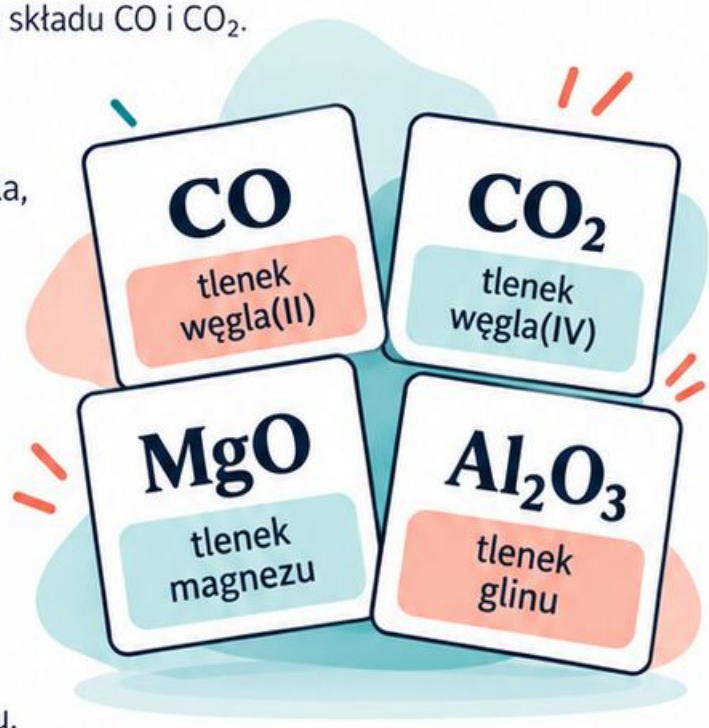
Kryteria:
Poprawnie łączy cztery wzory z nazwami i nie wnioskuje o bezpieczeństwie z podobieństwa nazw.

Materiały:
Karty CO, CO_2, MgO, Al_2O_3 i nazw; układ okresowy.

Przebieg zajęć:

0–5 min:	Pokaż CO i Co; uczniowie odróżniają wzór związku od symbolu.
5–12 min:	Pary przypominają znaczenie indeksu przy tlenie.
12–24 min:	Zespoły dopasowują CO do tlenku węgla(II), CO_2 do tlenku węgla(IV).
24–33 min:	Dołączają tlenek magnezu i tlenek glinu, uzasadniając wzory.
33–40 min:	Analizują tezę: podobna nazwa oznacza takie same właściwości.
40–45 min:	Każdy zapisuje różnicę składu CO i CO_2.

Sprawdzenie:
CO ma jeden atom tlenu na atom węgla, CO_2 dwa. Są to różne substancje; zadanie nie obejmuje wytwarzania ani wdychania gazów.



Wsparcie:
Użyj modeli z kolorami i czytelnymi indeksami.

Trudniej:
Poproś o powiązanie cyfr rzymskich z wartościowością w szkolnym modelu.

Powietrze jako mieszanina

Scenariusz 17 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel:
Uczeń interpretuje przybliżony skład suchego powietrza.

Kryteria:
Odróżnia udział składnika od jego znaczenia biologicznego i chemicznego.

Materiały:
Dane dydaktyczne: około 78% azotu, 21% tlenu, 1% pozostałych gazów; siatka 100 pól.



0–4 min:	Uczniowie przewidują, czy tlen jest największym składnikiem powietrza.
4–12 min:	Pary zaznaczają przybliżone udziały na stu polach.
12–24 min:	Porównują wielkości części i tłumaczą, dlaczego powietrze jest mieszaniną.
24–33 min:	Zespoły dopisują, że para wodna jest zmienna i nie została tu uwzględniona.
33–40 min:	Klasa poprawia zdanie: powietrze składa się wyłącznie z tlenu i azotu.
40–45 min:	Każdy opisuje ograniczenie zaokrąglonego wykresu.

Sprawdzenie:
Azot dominuje liczbowo; mały udział innych gazów nie oznacza braku ich znaczenia. Wykres jest przybliżeniem suchego powietrza.

Wsparcie:
Daj legendę z trzema kolorami.

Trudniej:
Zapytaj, dlaczego wilgotność zmienia udziały liczone dla wilgotnego powietrza.

Ile CO_2 powstaje z węgla

Scenariusz 18 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel:
Uczeń wykonuje prosty bilans masy i wskazuje pochodzenie tlenu w produkcie.

Kryteria:
Wyjaśnia, dlaczego masa CO_2 przewyższa masę spalonego węgla.

Materiały:
Karty reakcji $C + O_2 \rightarrow CO_2$; dane masowe 12 g C i 32 g O_2.

0–5 min:
Każdy przewiduje, czy produkt może ważyć więcej niż samo paliwo.

5–12 min:
Pary wskazują wszystkie substraty w równaniu.

12–24 min:
Zespoły układają bilans 12 g + 32 g = 44 g.

24–33 min:
Powielają model dla 24 g czystego węgla przy dostatecznej ilości tlenu.

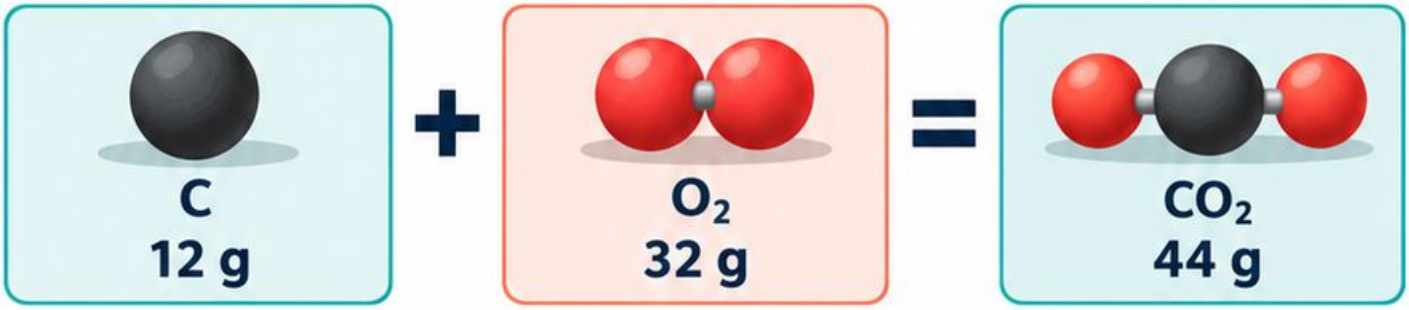
33–40 min:
Oddzielają bilans reakcji od szerszej oceny środowiskowej paliwa.

40–45 min:
Każdy wyjaśnia źródło dodatkowej masy produktu.

Sprawdzenie:
Z 24 g C powstaje w modelu 88 g CO_2, przy udziale 64 g O_2. Przyjęto pełne spalanie i brak strat.

Wsparcie:
Daj podpisane prostokąty mas substratów.

Trudniej:
Poproś o wskazanie, czego bilans nie mówi o emisjach całego cyklu życia.



Co zmienia czas rozpuszczania

Scenariusz 19 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń projektuje porównanie wpływu mieszania na szybkość rozpuszczania.

Kryteria: Rozróżnia zmienną badaną, wynik i warunki stałe.

Materiały: Karty dwóch kubków, dane cukru i wody, stoper na zdjęciu; zadanie projektowe.

1. **0–5 min:** Pary przewidują, czy mieszanie skróci czas zaniku kryształów.
2. **5–13 min:** Każdy wskazuje wielkość mierzoną i przyjęty koniec obserwacji.
3. **13–25 min:** Zespoły planują jednakowe masy cukru, wodę o tej samej temperaturze i objętości.
4. **25–33 min:** Wymieniają plany i szukają zmiennych zakłócających.
5. **33–40 min:** Analizują dane 180 s bez mieszania oraz 60 s z mieszaniem.
6. **40–45 min:** Każdy wyjaśnia, dlaczego dane nie określają rozpuszczalności.

Sprawdzenie: Zmierzono czas przebiegu, a nie maksymalną ilość rozpuszczonej substancji w danych warunkach.

Wsparcie: Daj tabelę: zmieniamy, mierzymy, utrzymujemy.

Trudniej: Poproś o plan powtórzeń i sposób opisania rozrzutu wyników.



Czytanie krzywej rozpuszczalności

Scenariusz 20 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń odczytuje rozpuszczalność i oblicza ilość substancji dla innej masy wody.

Kryteria: Zachowuje podstawę 100 g wody oraz wskazane warunki.

Materiały: Tabela modelowa: 20 °C — 30 g; 40 °C — 50 g na 100 g wody; papier w kratkę.

0–5 min: Uczniowie odczytują nagłówek i jednostkę tabeli.

5–12 min: Pary nanoszą dwa punkty i opisują osie.

12–24 min: Zespoły obliczają maksymalną masę w 50 g wody przy obu temperaturach.

24–33 min: Analizują chłodzenie roztworu zawierającego 50 g substancji w 100 g wody.

33–40 min: Wskazują warunki potrzebne do wykrystalizowania nadmiaru.

40–45 min: Każdy podaje wynik chłodzenia z 40 °C do 20 °C w modelu.

Sprawdzenie:
W 50 g wody: 15 g i 25 g.
Po ustaleniu równowagi przy chłodzeniu modelowo wydzieli się 20 g; zakładamy brak strat wody.

Temperatura	Rozpuszczalność
20 °C	30 g na 100 g wody
40 °C	50 g na 100 g wody

Wsparcie:
Podkreśl różnicę między masą wody a roztworu.

Trudniej:
Zapytaj o ograniczenie interpolacji między dwoma punktami.

Procent masowy z bilansu

Scenariusz 21 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń oblicza udział masowy substancji w roztworze.

Kryteria: W mianowniku umieszcza masę całego roztworu.

Materiały: Karty 20 g soli i 80 g wody; puste diagramy masy, kalkulatory.

0–4 min: Każdy przewiduje, czy 20 g soli w 80 g wody to roztwór 25%.

4–12 min: Pary sumują masy i podpisują masę roztworu.

12–24 min: Zespoły zapisują 20/100 × 100% i interpretują wynik.

24–33 min: Porównują przypadek 20 g soli w 100 g gotowego roztworu.

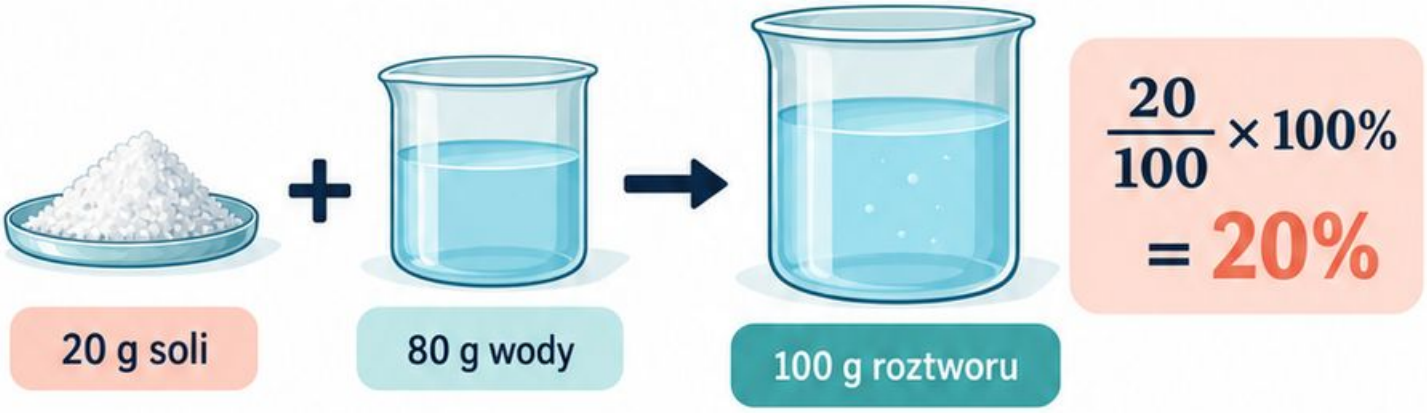
33–40 min: Klasa poprawia rozwiązanie z masą wody w mianowniku.

40–45 min: Każdy oblicza stężenie dla 15 g substancji i 135 g wody.

Sprawdzenie: Pierwszy roztwór ma 20%, a ostatni 10%. Przyjmujemy pełne rozpuszczenie, brak reakcji i strat.

Wsparcie: Daj równanie mas: substancja + rozpuszczalnik = roztwór.

Trudniej: Poproś o obliczenie masy substancji w 250 g roztworu 10%.



Rozcieńczanie i masa składnika

Scenariusz 22 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń oblicza nowe stężenie po dodaniu wody.

Kryteria: Zachowuje masę substancji i zmienia masę roztworu.

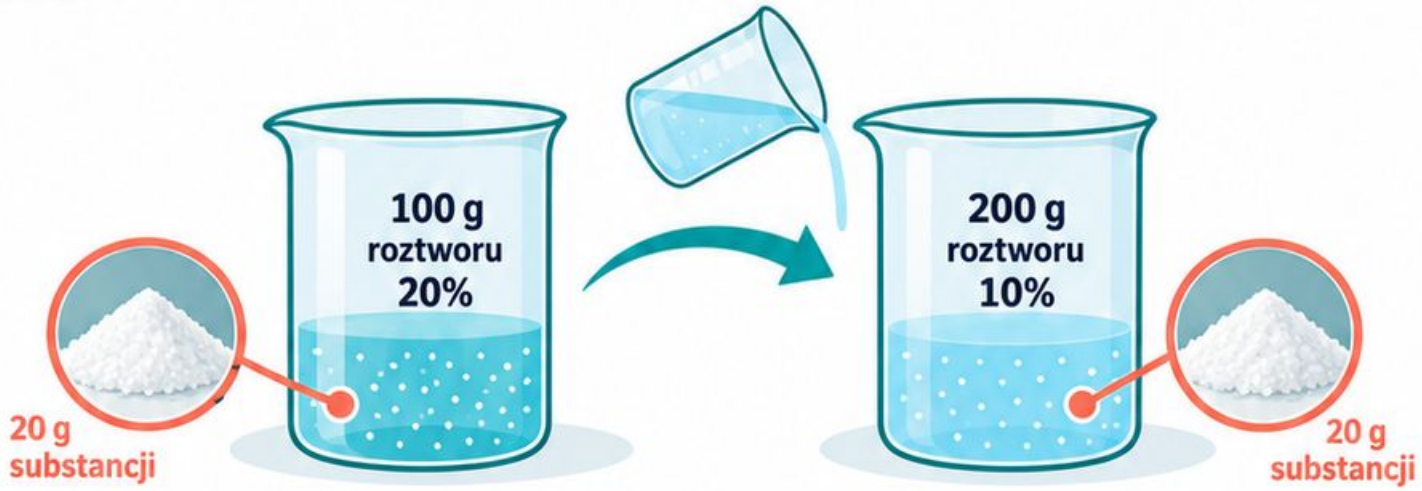
Materiały: Dane: 100 g roztworu 20%, dodatek 100 g wody; karty bilansu.

- **0–5 min:** Uczniowie przewidują kierunek zmiany stężenia.
- **5–12 min:** Pary obliczają początkową masę substancji: 20 g.
- **12–24 min:** Zespoły tworzą końcowy bilans 200 g roztworu i 20 g substancji.
- **24–33 min:** Obliczają 10% i tłumaczą, dlaczego nie przybyło substancji rozpuszczonej.
- **33–40 min:** Porównują dodanie wody z dodaniem kolejnej porcji tej samej substancji.
- **40–45 min:** Każdy rozwiązuje wariant: do początkowego roztworu dodano 300 g wody.

Sprawdzenie: W wariancie końcowa masa wynosi 400 g, stężenie 5%. Bilans zakłada brak strat i reakcji.

Wsparcie: Daj oddzielne pola na masę substancji i masę roztworu.

Trudniej: Poproś o masę wody potrzebną do uzyskania 4%.



Odczyn z danych wskaźnika

Scenariusz 23 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń interpretuje wynik wskaźnika na podstawie podanej skali.

Kryteria: Odróżnia odczyn od identyfikacji substancji i oceny całego zagrożenia.

Materiały: Fotografie papierków wskaźnikowych, skala producenta, karty pH 3, 7, 10; bez odczynników.

0–5 min: Każdy zapisuje, czego spodziewa się po słowie kwaśny.

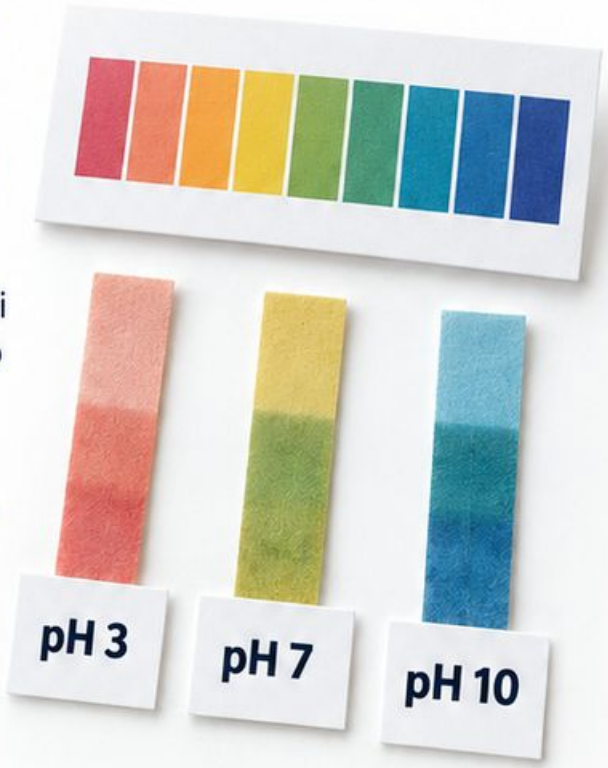
5–12 min: Pary porównują fotografie z tą samą skalą barwną.

12–24 min: Zespoły przypisują modelowe próbki do odczynu kwasowego, obojętnego i zasadowego przy około 25 °C.

24–33 min: Analizują dwie różne próbki o takim samym pH.

33–40 min: Klasa odrzuca tezę: kolor wskaźnika podaje pełny skład roztworu.

40–45 min: Każdy wskazuje jedną rzecz, której wskaźnik nie rozstrzyga.



Sprawdzenie: pH 3: odczyn kwasowy; 7: obojętny w przyjętej temperaturze; 10: zasadowy. Sam pH nie opisuje wszystkich zagrożeń.

Wsparcie: Daj podpisane obszary skali.

Trudniej: Poproś o powód korzystania ze skali właściwej dla danego wskaźnika.

Wodorotlenek i jego jony

Scenariusz 24 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń łączy wzór wodorotlenku z proporcją jonów w uproszczonym modelu dysocjacji.

Kryteria: Poprawnie zapisuje jony NaOH i $Ca(OH)_2$.

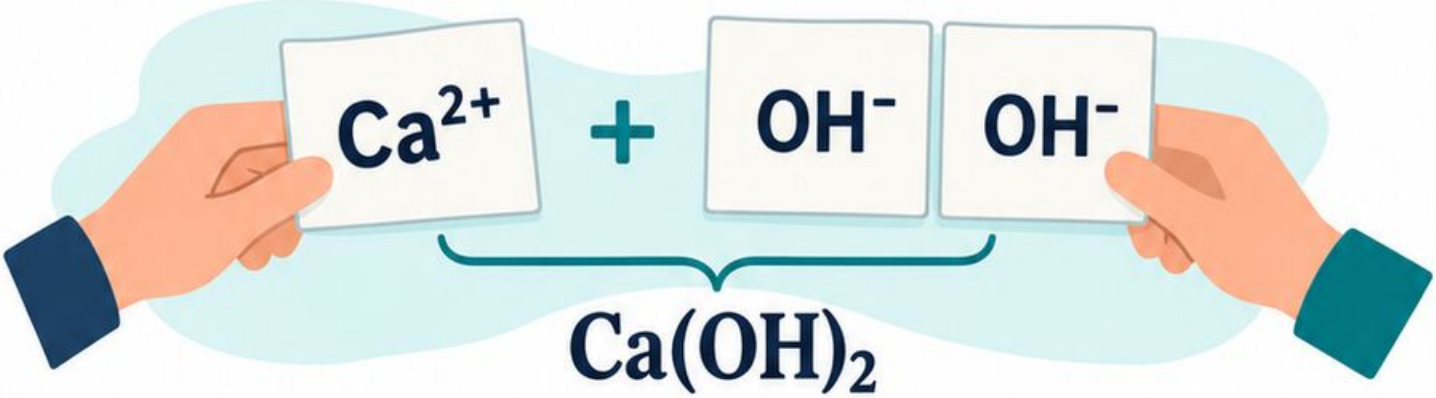
Materiały: Papierowe karty Na^+, Ca^{2+}, OH^- i wzorów; bez substancji chemicznych.

0–4 min:	Uczniowie przypominają warunek obojętności elektrycznej związku.
4–12 min:	Pary dobierają Na^+ do OH^- i zapisują NaOH.
12–24 min:	Zespoły dobierają dwa OH^- do Ca^{2+}; wyjaśniają nawias we wzorze.
24–33 min:	Zapisują model: $Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$ dla części rozpuszczonej.
33–40 min:	Klasa porównuje liczbę atomów i ładunki po obu stronach.
40–45 min:	Każdy wyjaśnia, dlaczego zapis CaOH jest niepoprawny.

Sprawdzenie: Jeden Ca^{2+} wymaga dwóch OH^-. Nie utożsamiamy modelu części rozpuszczonej z twierdzeniem o nieograniczonej rozpuszczalności.

Wsparcie: Traktuj OH^- jako jedną podpisaną kartę.

Trudniej: Poproś o odróżnienie dysocjacji od reakcji tworzenia wodorotlenku.



Neutralizacja na kartach jonów

Scenariusz 25 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń odróżnia neutralizację od samego rozcieńczania kwasu.

Kryteria: Zapisuje równanie szkolnego przykładu i wskazuje reagujące jony.

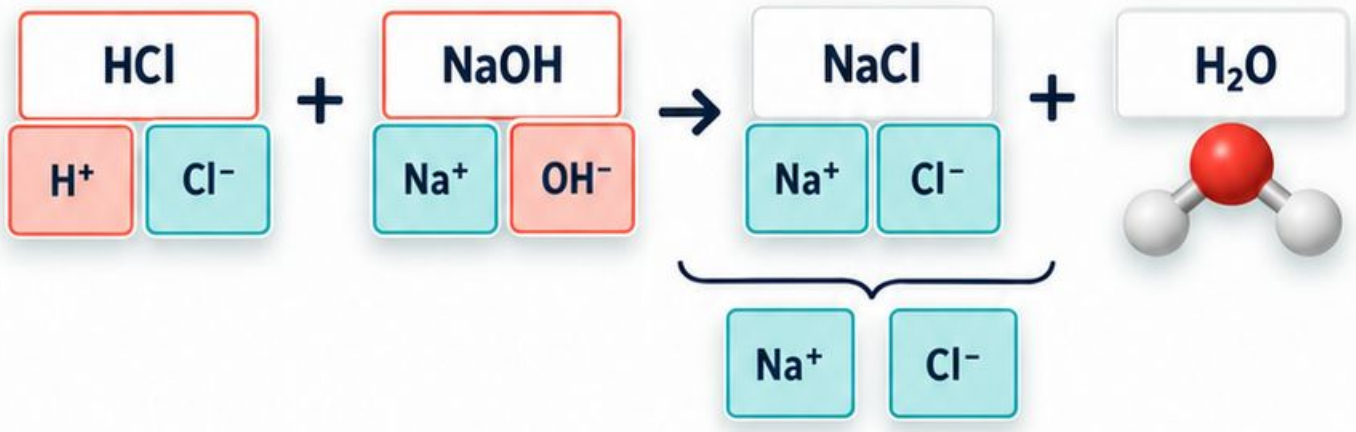
Materiały: Karty HCl, NaOH, NaCl, H_2O oraz H^+, OH^-, Na^+, Cl^-; bez odczynników.

0–5 min:	Każdy ocenia tezę: dodanie wody zawsze neutralizuje kwas.
5–12 min:	Pary układają HCl + NaOH → NaCl + H_2O.
12–24 min:	Zespoły rozpisują model jonowy i odnajdują jony obserwatorowe.
24–33 min:	Zapisują skrót $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ w szkolnej konwencji.
33–40 min:	Porównują tę reakcję z dodaniem samej wody, bez zasady.
40–45 min:	Każdy wyjaśnia, jaka zmiana odróżnia oba procesy.

Sprawdzenie: Neutralizacja obejmuje reakcję kwasu z zasadą. Rozcieńczanie zmienia stężenie przez dodanie rozpuszczalnika.

Wsparcie: Daj dwa kolory dla jonów reagujących i obserwatorowych.

Trudniej: Poproś o równoważny zapis $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$.



Sól z bilansu ładunków

Scenariusz 26 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń zapisuje wzory soli, równoważąc ładunki kationów i anionów.

Kryteria: Ustala Na_2SO_4 i $CaCl_2$ w najprostszym stosunku jonów.

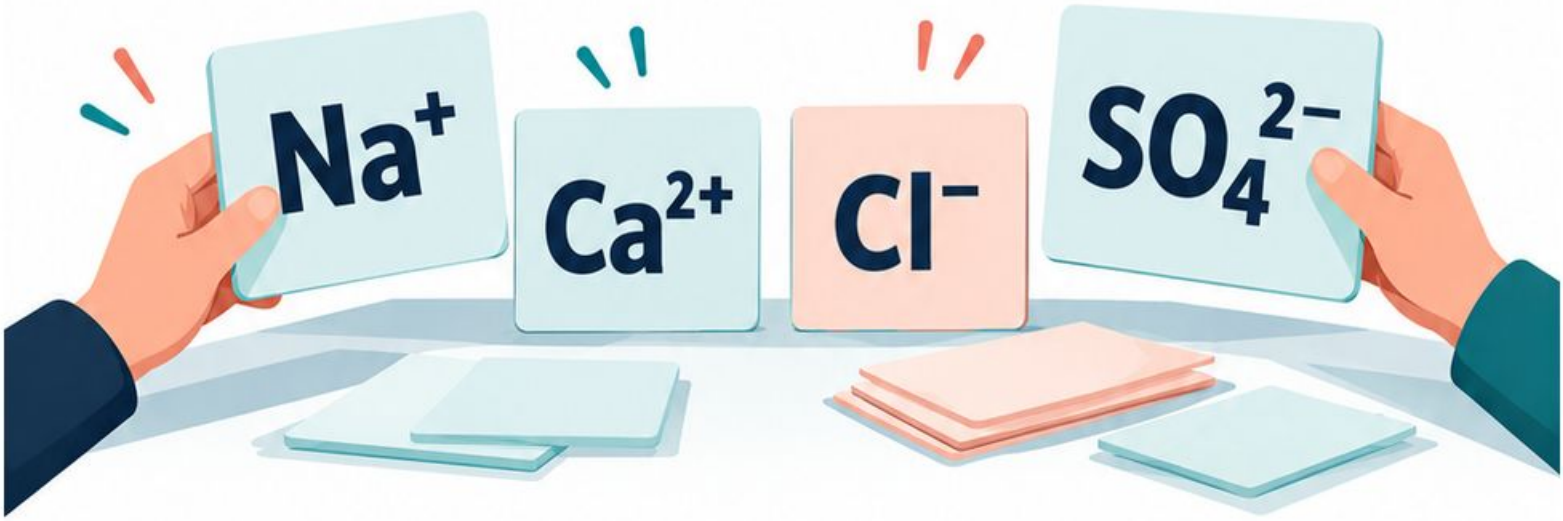
Materiały: Duże karty Na^+, Ca^{2+}, Cl^- i SO_4^{2-}; kartki i ołówki.

0–5 min:	Uczniowie wskazują, dlaczego sól jako całość jest obojętna.
5–12 min:	Pary dobierają Na^+ do SO_4^{2-}, sumując ładunki.
12–24 min:	Zespoły zapisują Na_2SO_4 oraz wyjaśniają indeks przy sodzie.
24–33 min:	Rozwiązują drugi przypadek: Ca^{2+} i Cl^-; porównują proporcje.
33–40 min:	Poprawiają błędne wzory $NaSO_4$ i $CaCl$, podając powód.
40–45 min:	Każdy ustala wzór z Ca^{2+} i SO_4^{2-}.

Sprawdzenie: $CaSO_4$ ma proporcję 1:1; dla Na_2SO_4 potrzeba dwóch Na^+ na jeden SO_4^{2-}. Indeksy nie są wartościami ładunku.

Wsparcie: Pozwól układać po jednym znaku plus i minus.

Trudniej: Dodaj Ca^{2+} i NO_3^-, wymagając poprawnego nawiasu.



Węglowodór i produkty spalania

Scenariusz 27 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń rozpoznaje węglowodór i bilansuje jego całkowite spalanie.

Kryteria: Odróżnia skład paliwa od składu produktów.

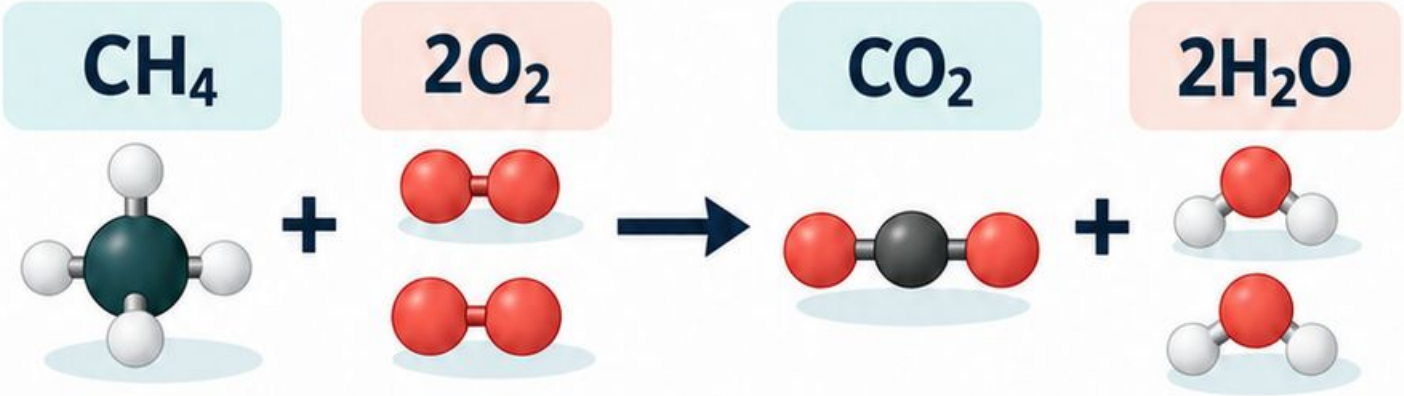
Materiały: Papierowe modele CH_4, O_2, CO_2 i H_2O; zdjęcie bezpiecznego schematu palnika.

0–4 min:	Pary wybierają węglowodór spośród CH_4, CO_2 i H_2O.
4–12 min:	Uczniowie wyjaśniają, które pierwiastki zawiera metan.
12–24 min:	Zespoły układają model $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$.
24–33 min:	Liczą atomy i wskazują źródło tlenu w produktach.
33–40 min:	Klasa odróżnia pełne spalanie w modelu od niepełnego spalania przy innych warunkach.
40–45 min:	Każdy wyjaśnia, dlaczego w produktach znajduje się pierwiastek nieobecny w paliwie.

Sprawdzenie: Tlen pochodzi z O_2. Nie wykonujemy spalania ani doświadczeń z gazem; analizujemy wyłącznie modele.

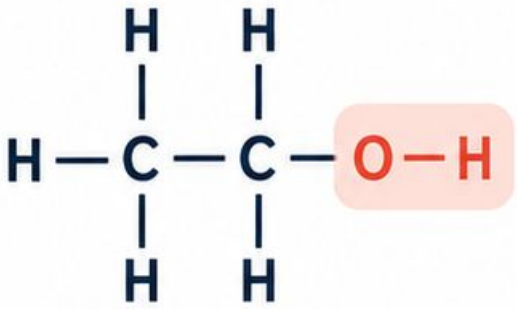
Wsparcie: Daj obrysy trzech cząsteczek produktów do uzupełnienia.

Trudniej: Poproś o uzgodnienie całkowitego spalania etanu.



Etanol i związek właściwości z użyciem

Scenariusz 28 • SP VII–VIII • 45 minut



Cel: Uczeń łączy grupę hydroksylową, właściwości etanolu i zasady odczytu informacji o zagrożeniach.

Kryteria: Rozpoznaje C_2H_5OH i odróżnia dane o substancji od reklamy produktu.

Materiały: Karta właściwości etanolu, wzór strukturalny, wydruk etykiety; bez alkoholu.



0–5 min	Uczniowie zaznaczają atomy we wzorze C_2H_5OH.
5–12 min	Pary odnajdują grupę –OH i odróżniają ją od jonu OH^-.
12–24 min	Zespoły łączą mieszalność z wodą z zastosowaniem jako składnik rozpuszczalnika.
24–33 min	Na wydruku odczytują ostrzeżenia, nie wykonując prób spalania ani wąchania.
33–40 min	Klasa ocenia zdanie: obecność alkoholu w nazwie oznacza identyczne właściwości wszystkich alkoholi.
40–45 min	Każdy podaje jedną poprawną parę: właściwość i zastosowanie.

Sprawdzenie: Uczeń rozpoznaje grupę hydroksylową, lecz nie utożsamia jej z jonem wodorotlenkowym. Zadanie nie dotyczy spożywania alkoholu.

Wsparcie: Zaznacz –OH kolorem na jednym przykładzie.

Trudniej: Porównaj etanol i glicerol na podstawie podanych kart.

Od kwasu i alkoholu do estru

Scenariusz 29 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń rozpoznaje składniki reakcji estryfikacji i zapisuje przykład.

Kryteria: Łączy kwas etanowy i etanol z octanem etylu oraz wodą.

Materiały: Karty fragmentów CH_3COOH i C_2H_5OH, nazw produktów i schematu reakcji; wyłącznie papier.

0–5 min: Uczniowie odnajdują grupy karboksylową i hydroksylową.

5–12 min: Pary dopasowują nazwy do wzorów obu substratów.

12–24 min: Zespoły układają $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$.

24–33 min: Kolorami śledzą zachowanie atomów i zapisują nazwy produktów.

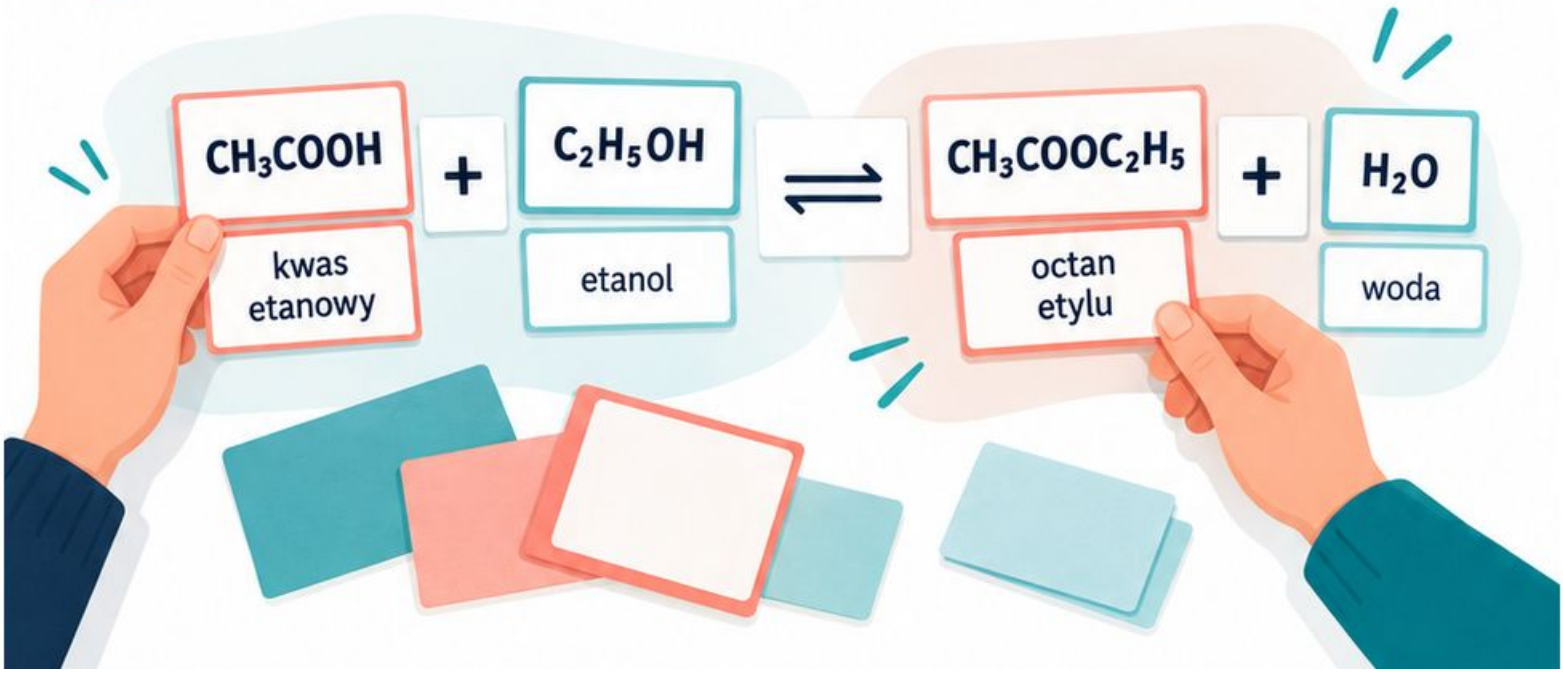
33–40 min: Klasa omawia, dlaczego zapach sam nie identyfikuje związku; nie wącha żadnych próbek.

40–45 min: Każdy wskazuje, które dwa typy związków reagują w tym modelu.

Sprawdzenie: To kwas karboksylowy i alkohol. Produktami są ester oraz woda; zapis nie jest instrukcją wykonania doświadczenia.

Wsparcie: Daj gotowy wzór estru do dopasowania zamiast samodzielnego tworzenia.

Trudniej: Poproś o wyjaśnienie, dlaczego strzałka jest odwracalna.



Polimery naturalne i syntetyczne

Scenariusz 30 • SP VII–VIII • 45 minut

Cel: Uczeń rozpoznaje polimery niezależnie od ich naturalnego lub syntetycznego pochodzenia.

Kryteria:
Klasyfikuje celulozę, skrobię i polietylen oraz wskazuje granicę analogii łańcucha.

Materiały:
Karty skrobi, celulozy i polietylenu; duże paski papieru, taśma.

- **0–5 min:** Każdy ocenia tezę; wszystkie polimery to tworzywa syntetyczne.
- **5–12 min:** Pary dopasowują celulozę do papieru, skrobię do ziemniaka, polietylen do folii.
- **12–24 min:** Zespoły budują papierowy łańcuch z powtarzających się elementów.
- **24–33 min:** Dodają boczną gałąź do wewnętrznego ogniwa, zachowując główny łańcuch.
- **33–40 min:** Wyjaśniają, czego model nie mówi o wiązaniach, rozmiarze i właściwościach materiału.
- **40–45 min:** Każdy poprawia początkową tezę, podając kontrprzykład.





Sprawdzenie:
Celuloza i skrobia są polimerami naturalnymi; polietylen jest syntetyczny. Nie ogrzewamy i nie palimy tworzyw.

Wsparcie:
Podaj trzy gotowe karty pochodzenia do wyboru.

Trudniej: Zapytaj, czy samo pochodzenie rozstrzyga możliwość recyklingu.

Mol łączy liczbę i masę

Scenariusz 31 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel:
Uczeń przelicza liczbę moli na masę i rozróżnia liczbę cząsteczek od masy próbki.

Kryteria:
Oblicza masę 0,5 mol H_2O i porównuje ją z 0,5 mol CO_2.

Materiały:
Karty $M(H_2O) = 18$ g/mol, $M(CO_2) = 44$ g/mol; kalkulatory.

0–5 min:	Pary przewidują, czy równe liczby cząsteczek muszą mieć jednakową masę.
5–12 min:	Nauczyciel przypomina definicję mola i konieczność wskazania rodzaju obiektów.
12–24 min:	Zespoły stosują $m = nM$, otrzymując 9 g i 22 g.
24–33 min:	Wyjaśniają, co mimo różnicy mas pozostaje równe.
33–40 min:	Odwracają obliczenie dla 36 g wody.
40–45 min:	Każdy zapisuje odpowiedź z jednostkami i zdaniem interpretacji.

Sprawdzenie:
36 g H_2O odpowiada 2 mol. Po 0,5 mol obu związków zawiera taką *samą* liczbę cząsteczek, ale różne masy.

Wsparcie:
Daj trójkąt zależności *m*, *n*, *M* i przykład jednostek.

Trudniej:
Oblicz liczbę cząsteczek przy $N_a = 6{,}02214076 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$.



Reagent ograniczający na modelu

Scenariusz 32 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń ustala reagent ograniczający na podstawie proporcji molowych.

Kryteria: Poprawnie liczy maksymalną ilość produktu i nadmiar substratu.

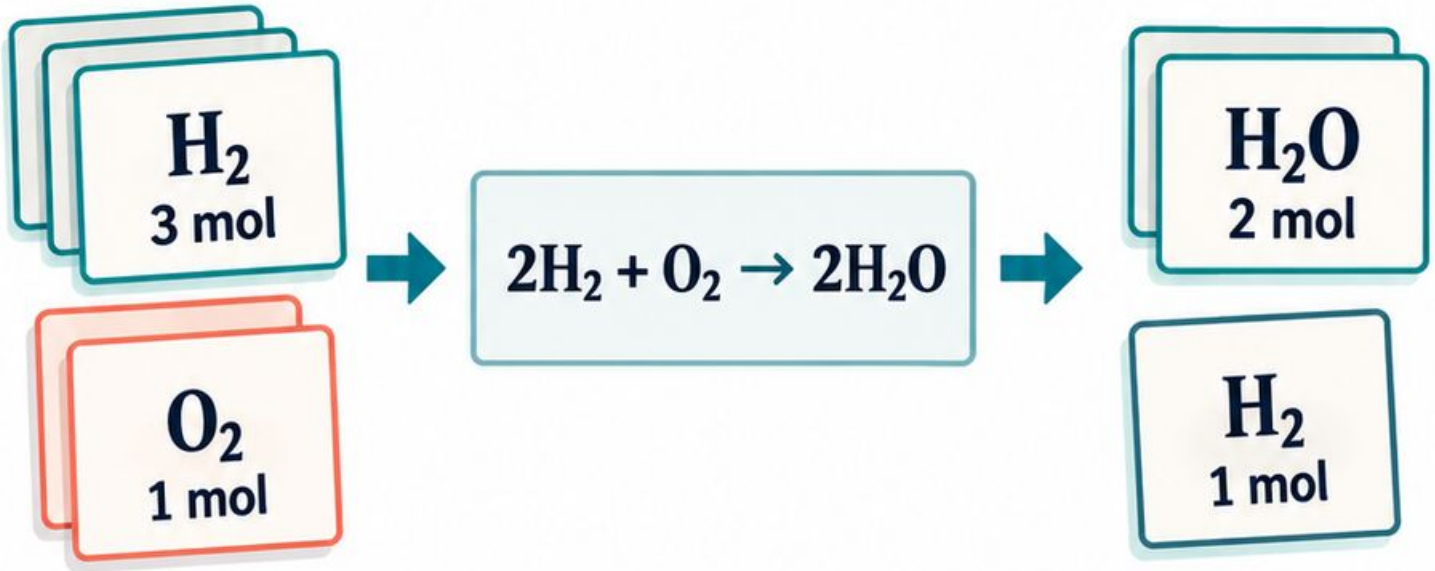
Materiały: Karty reakcji $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$; dane 3 mol H_2 i 1 mol O_2; znaczniki molowe.

0–5 min:	Każdy przewiduje, czy większa liczba moli zawsze oznacza nadmiar.
5–12 min:	Pary interpretują stosunek 2:1:2 bez przeliczania go bezpośrednio na masy.
12–24 min:	Zespoły układają pełne zestawy reakcyjne z dostępnych kart.
24–33 min:	Wskazują O_2 jako ograniczający i obliczają 2 mol H_2O.
33–40 min:	Sprawdzają pozostałość 1 mol H_2 i formułują założenia modelu.
40–45 min:	Każdy rozwiązuje wariant 1 mol H_2 i 1 mol O_2.

Sprawdzenie: W wariancie ogranicza H_2; powstaje maksymalnie 1 mol H_2O, pozostaje 0,5 mol O_2. Zadanie wyłącznie papierowe.

Wsparcie: Daj obrys jednego pełnego zestawu reakcji.

Trudniej: Poproś o obliczenie masy produktu przy $M(H_2O) = 18$ g/mol.



Skład procentowy związku

Scenariusz 33 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń oblicza udział masowy pierwiastka na podstawie wzoru związku.

Kryteria: Rozróżnia stosunek liczby atomów od stosunku mas.

Materiały: Karta H_2O; $M(H)$ = 1 g/mol, $M(O)$ = 16 g/mol; kalkulatory.

0–4 min: Uczniowie oceniają tezę: wodór stanowi dwie trzecie masy wody.

4–12 min: Pary ustalają masę molową H_2O równą 18 g/mol.

12–24 min: Zespoły obliczają udział wodoru: 2/18 × 100% ≈ 11,1%.

24–33 min: Obliczają udział tlenu około 88,9% i sprawdzają sumę.

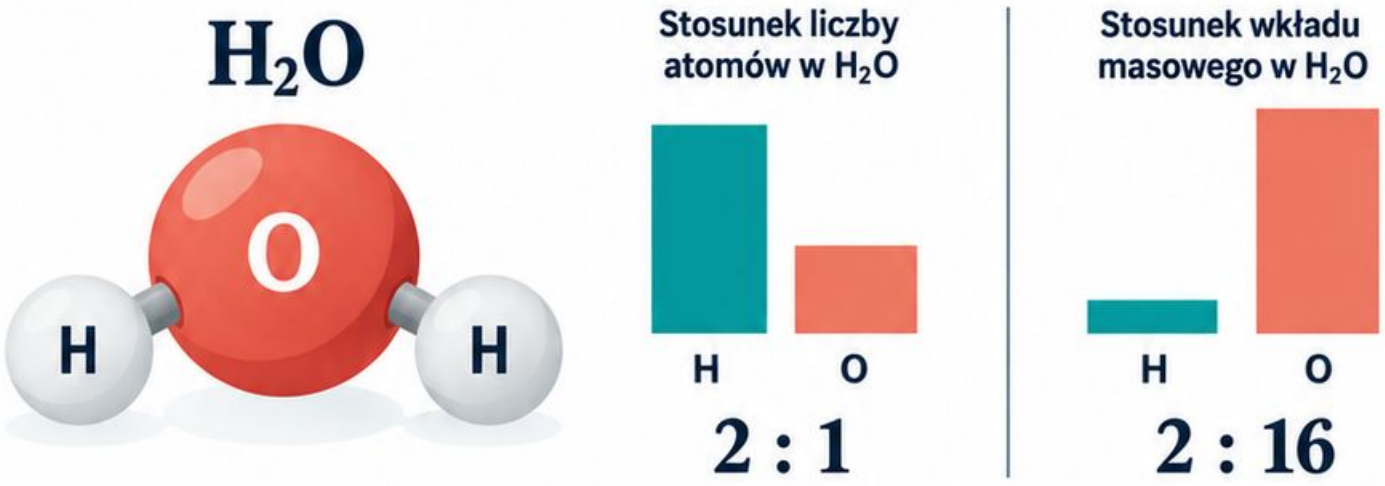
33–40 min: Wyjaśniają, skąd wzięła się błędna intuicja oparta na liczbie atomów.

40–45 min: Każdy liczy udział węgla w CO_2 przy M(C) = 12 g/mol.

Sprawdzenie: W CO_2 udział węgla wynosi 12/44 × 100% ≈ 27,3%. Zaokrąglenia należy opisać.

Wsparcie: Daj tabelę: liczba atomów, masa molowa, wkład masowy.

Trudniej: Poproś o sprawdzenie wyniku przez obliczenie udziału tlenu.



Konfiguracja i położenie pierwiastka

Scenariusz 34 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń wiąże prostą konfigurację elektronową z położeniem pierwiastka.

Kryteria: Poprawnie interpretuje zapis powłokowy sodu i magnezu.

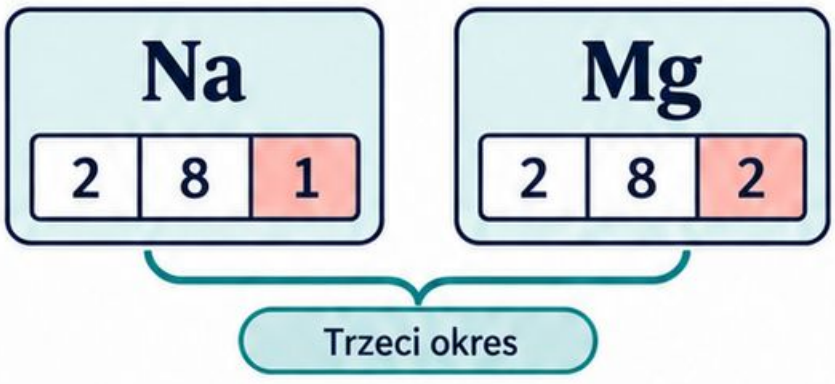
Materiały: Karty Na: Z = 11, Mg: Z = 12; schematy powłok i układ okresowy.

0–5 min:	Każdy wyznacza liczbę elektronów atomu obojętnego Na.
5–12 min:	Pary rozdzielają elektrony sodu jako 2, 8, 1.
12–24 min:	Zespoły tworzą model magnezu 2, 8, 2 i porównują z sodem.
24–33 min:	Łączą trzy obsadzone powłoki z trzecim okresem w tych przykładach.
33–40 min:	Wyjaśniają tworzenie Na^+ i Mg^{2+} jako zmianę liczby elektronów, nie protonów.
40–45 min:	Każdy opisuje elektronową różnicę atomu i kationu sodu.

Sprawdzenie: Na ma 11 elektronów, Na^+ ma 10; oba mają 11 protonów. Schemat powłokowy nie przedstawia rzeczywistych torów ruchu.

Wsparcie: Daj gotowe kontury trzech powłok.

Trudniej: Zapisz konfiguracje orbitalne tych dwóch atomów po wcześniejszym wprowadzeniu notacji.



Polarność i oddziaływania

Scenariusz 35 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń odróżnia polarność wiązania od polarności całej cząsteczki.

Kryteria: Porównuje liniowy CO_2 z kątową H_2O przy podanych modelach.

Materiały: Modele geometrii CO_2 i H_2O, strzałki momentów wiązań, karta elektroujemności.

0–5 min: Uczniowie przewidują, czy każde polarne wiązanie daje polarną cząsteczkę.

5–13 min: Pary zaznaczają kierunki polaryzacji wiązań C–O i O–H.

13–25 min: Zespoły porównują sumowanie przeciwnych strzałek w liniowym CO_2.

25–33 min: Dla kątowej H_2O pokazują, dlaczego momenty nie znoszą się.

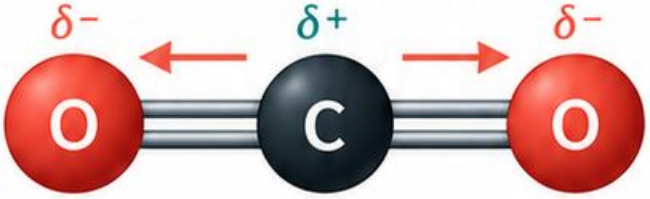
33–40 min: Oddzielają wiązania wewnątrz cząsteczki od oddziaływań między cząsteczkami.

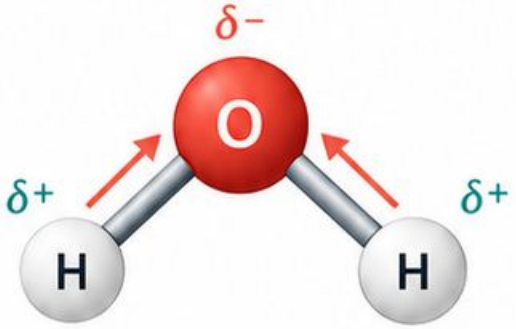
40–45 min: Każdy poprawia pierwszą odpowiedź z odniesieniem do geometrii.

Sprawdzenie: CO_2 jest niepolarny mimo polarnych wiązań; H_2O jest polarna. Wniosek dotyczy całego układu wiązań i geometrii.

Wsparcie: Daj gotowe, prawidłowo ustawione strzałki do porównania.

Trudniej: Dodaj przykład symetrycznej cząsteczki CH_4.





CO_2 – cząsteczka liniowa

Dwa jednakowe, przeciwne momenty wiązań C–O znoszą się, dlatego cząsteczka jest niepolarna.

H_2O – cząsteczka kątowa

Momenty wiązań O–H nie znoszą się ze względu na geometrię cząsteczki, dlatego cząsteczka jest polarna.

Stężenie molowe roztworu

Scenariusz 36 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń oblicza stężenie molowe z liczby moli i objętości roztworu.

Kryteria: Przelicza cm^3 na dm^3 i używa objętości gotowego roztworu.

Materiały: Dane dydaktyczne: 0,10 mol substancji w 250 cm^3 roztworu; karty jednostek.

0–5 min:	Pary rozróżniają 250 cm^3 wody i 250 cm^3 gotowego roztworu.
5–12 min:	Każdy przelicza 250 cm^3 na 0,250 dm^3.
12–24 min:	Zespoły stosują $c = n/V$, otrzymując 0,40 mol/dm^3.
24–33 min:	Sprawdzają jednostki i poprawiają wynik błędnie równy 0,0004.
33–40 min:	Odwracają zależność: obliczają n w 0,50 dm^3 tego roztworu.
40–45 min:	Każdy wyjaśnia, dlaczego nie wystarczy podać objętości użytej wody.

Sprawdzenie: W 0,50 dm^3 znajduje się 0,20 mol. Definicja odnosi się do objętości roztworu.

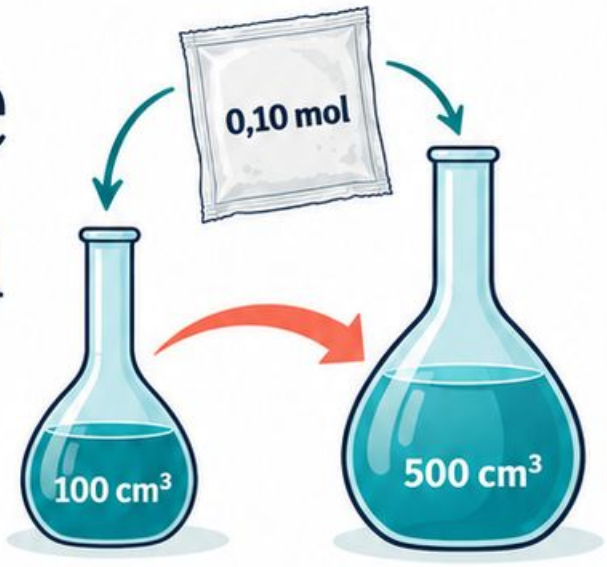
Wsparcie: Daj tabelę 1000 cm^3 = 1 dm^3.

Trudniej: Przelicz n na masę dla podanej masy molowej.



$$c = \frac{0{,}10\ \text{mol}}{0{,}250\ \text{dm}^3}$$

Rozcieńczanie w jednostkach molowych



Scenariusz 37 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń planuje obliczeniowo rozcieńczenie z zachowaniem liczby moli składnika.

Kryteria: Stosuje $c_1V_1 = c_2V_2$ przy właściwych założeniach.

Materiały: Dane: 100 cm^3 roztworu 1,0 mol/dm^3, końcowa objętość 500 cm^3; karty bilansu.

0–4 min: Uczniowie przewidują kierunek zmiany stężenia.

4–12 min: Pary obliczają początkowe $n = 0{,}10$ mol.

12–24 min: Zespoły dzielą tę samą liczbę moli przez 0,500 dm^3, uzyskując 0,20 mol/dm^3.

24–33 min: Wyprowadzają równanie bilansowe i dopisują brak reakcji oraz strat.

33–40 min: Klasa odróżnia dopełnienie do objętości końcowej od automatycznego dodania różnicy objętości wody.

40–45 min: Każdy oblicza objętość końcową dla stężenia 0,10 mol/dm^3.

Sprawdzenie: Potrzeba końcowej objętości 1,0 dm^3.
Nie zakładamy dokładnej addytywności objętości cieczy.

Wsparcie: Daj dwa pola z tą samą liczbą moli przed i po.

Trudniej: Poproś o ocenę planu z użyciem niezgodnych jednostek.

Prawo Hessa z danych

Scenariusz 38 • Liceum i technikum • rozszerzenie • 45 minut

Cel: Uczeń sumuje równania termochemiczne i odpowiadające im zmiany entalpii.

Kryteria: Zmienia znak przy odwróceniu reakcji i nie myli go ze współczynnikiem.

Materiały: Karty modelowe A → B, $\Delta H = +30$ kJ; B → C, $\Delta H = -50$ kJ; te same stany substancji.

0–5 min: Uczniowie rysują dwie drogi od A do C.

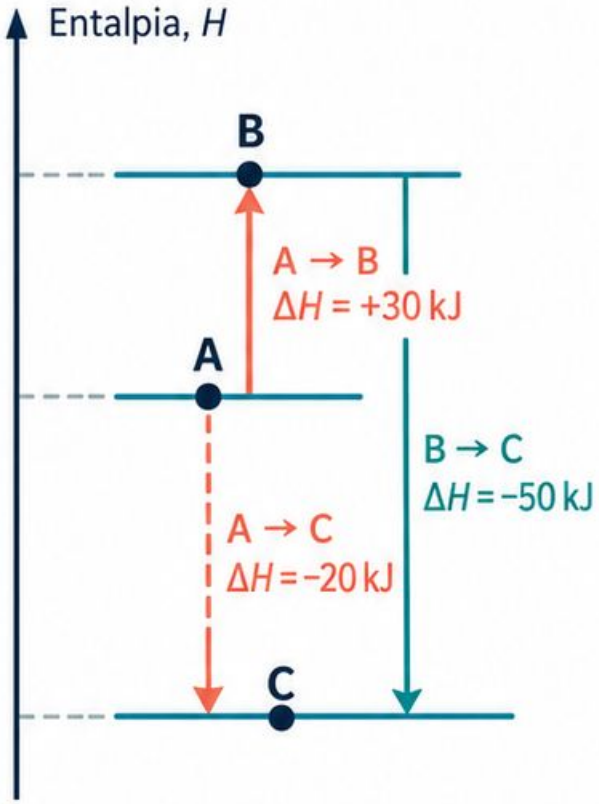
5–13 min: Pary dodają równania, skracając pośrednie *B*.

13–25 min: Zespoły obliczają ΔH dla A → C jako −20 kJ dla zapisanej przemiany.

25–33 min: Odwracają kierunek i uzyskują C → A, $\Delta H = +20$ kJ.

33–40 min: Sprawdzają, co zmieni podwojenie całego równania.

40–45 min: Każdy wyjaśnia, dlaczego zgodność stanów początkowych i końcowych jest konieczna.



Sprawdzenie: Dla 2A → 2C zmiana wynosi −40 kJ.
Dane są modelowe; porównujemy te same warunki i stany skupienia.

Wsparcie: Użyj osi poziomów entalpii z punktami A, *B*, *C*.

Trudniej: Dodaj zbędną kartę i poproś o wybór minimalnego zestawu danych.

Szybkość reakcji a ilość produktu

Scenariusz 39 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń odróżnia tempo powstawania produktu od jego końcowej ilości.

Kryteria: Porównuje średnie szybkości i ilość produktu w podanym czasie.

Materiały: Tabela modelowa produktu w mmol: czas 0, 1, 2, 4 min; A: 0, 2, 4, 4; B: 0, 1, 2, 4.

0–5 min: Każdy przewiduje, czy szybszy początek musi dać więcej produktu końcowego.

5–12 min: Pary opisują osie i nanoszą dane.

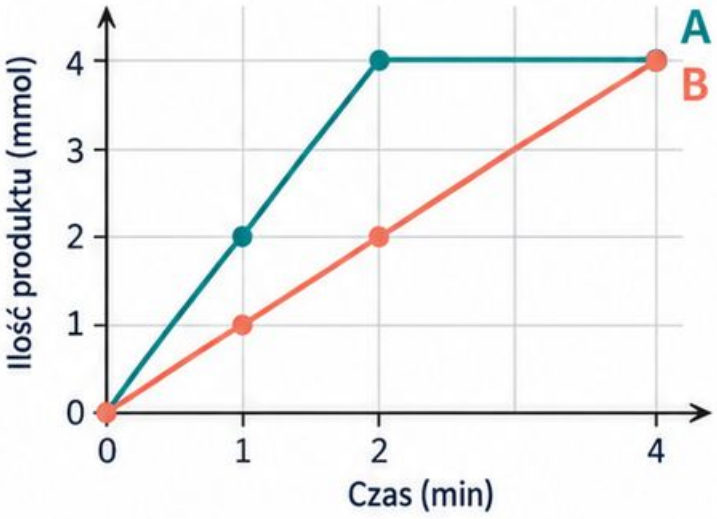
12–24 min: Zespoły porównują przyrost produktu w pierwszej minucie.

24–33 min: Odczytują wspólną ilość przy czterech minutach i ograniczenia tabeli.

33–40 min: Projektują jedną zmianę warunków do osobnego badania, kontrolując pozostałe.

40–45 min: Każdy uzasadnia rozdzielenie szybkości i ilości końcowej.

Czas (min)	Ilość produktu (mmol)	
	A	B
0	0	0
1	2	1
2	4	2
4	4	4



Sprawdzenie: W pierwszej minucie A: 2 mmol/min, B: 1 mmol/min. Przy 4 min oba mają 4 mmol; nie ekstrapolujemy bez danych.

Wsparcie: Daj osie z jednostkami i zaznaczony pierwszy przedział.

Trudniej: Poproś o różnicę między szybkością średnią a chwilową.

Równowaga jest dynamiczna

Scenariusz 40 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń wyjaśnia dynamiczny charakter równowagi bez wymagania równych ilości reagentów.

Kryteria: Rozróżnia równość szybkości od równości stężeń.

Materiały: Dwa zbiory dużych kart A i B; tabela liczby przejść w obu kierunkach.

0–4 min: Uczniowie zapisują, czy brak widocznej zmiany oznacza zatrzymanie cząsteczek.

4–12 min: Pary analizują model: w każdym kroku trzy karty przechodzą z A do B i trzy z B do A.

12–24 min: Zespoły wykonują cztery kroki, zaczynając od różnych liczebności zbiorów.

24–33 min: Zapisują stałe liczebności mimo ciągłej wymiany kart.

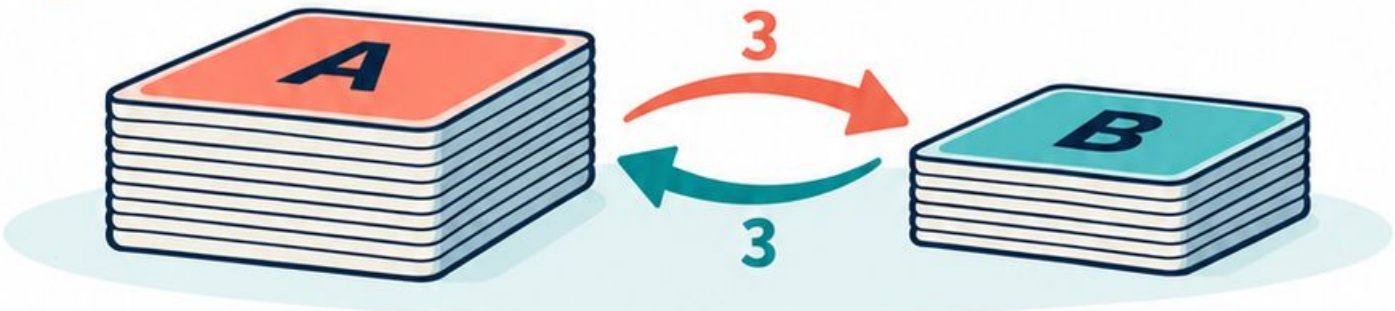
33–40 min: Wskazują ograniczenie: model nie ustala rzeczywistych stałych szybkości ani składu równowagowego.

40–45 min: Każdy odróżnia oba znaczenia słowa *równe*.

Sprawdzenie: W równowadze równe są szybkości procesów przeciwnych; stężenia nie muszą być jednakowe.

Wsparcie: Użyj oddzielnych strzałek dla obu kierunków.

Trudniej: Zapytaj, co musi pozostać stałe, aby porównywać kolejne odczyty.



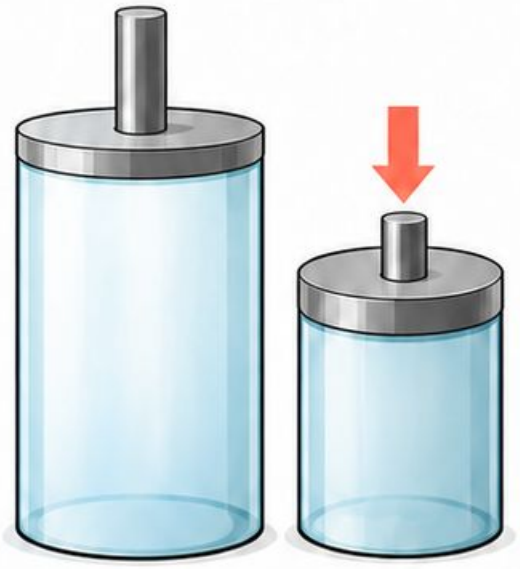
Sprężanie i kierunek zmiany równowagi

Scenariusz 41 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

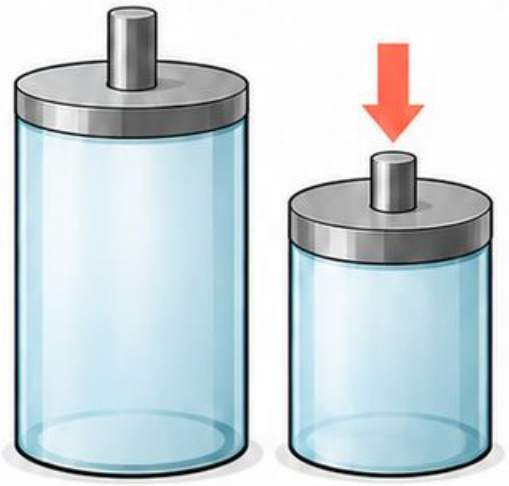
Cel:
Uczeń przewiduje wpływ sprężania na równowagę gazową przy stałej temperaturze.

Kryteria:
Liczy sumy współczynników gazów i podaje warunki wniosku.

Materiały:
Karty $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ oraz $H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$; wszystkie składniki w fazie gazowej.



$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$



$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$

- **0–5 min:** Każdy przewiduje kierunek dla pierwszej reakcji.
- **5–12 min:** Pary liczą sumy współczynników: cztery po lewej, dwa po prawej.
- **12–24 min:** Zespoły uzasadniają przesunięcie w stronę NH_3 po zmniejszeniu objętości.
- **24–33 min:** Analizują drugi przykład z jednakową sumą po obu stronach.
- **33–40 min:** Oddzielają zmianę ciśnienia przez sprężanie od dodania gazu obojętnego.
- **40–45 min:** Każdy dopisuje założenie stałej temperatury i modelu gazów idealnych.

Sprawdzenie: Pierwszy układ przesuwa się ku NH_3. Dla drugiego samo sprężenie w tym modelu nie faworyzuje strony o mniejszej liczbie moli gazu.

Wsparcie: Daj tabelę współczynników tylko składników gazowych.

Trudniej: Porównaj dodanie gazu obojętnego przy stałej objętości.

Stała równowagi z tabeli

Scenariusz 42 • Liceum i technikum • rozszerzenie • 45 minut

Cel: Uczeń zapisuje i oblicza szkolne wyrażenie K_c dla prostej reakcji.

Kryteria: Używa stężeń równowagowych i właściwych potęg.

Materiały: Model A + B ⇌ C; w równowadze [A] = 0,20, [B] = 0,50, [C] = 0,10 mol/dm³.

$$A + B \rightleftharpoons C$$

Stężenie w równowadze (mol/dm³)	[A]	[B]	[C]
	0,20	0,50	0,10

$$K_c = \frac{[C]}{[A][B]}$$

1. **0–5 min:** Uczniowie odróżniają dane początkowe od równowagowych.
2. **5–12 min:** Pary zapisują $K_c = [C]/([A][B])$ w szkolnej konwencji.
3. **12–24 min:** Zespoły podstawiają liczby i otrzymują wartość liczbową 1,0.
4. **24–33 min:** W drugim modelu 2A ⇌ C wskazują kwadrat [A] w mianowniku.
5. **33–40 min:** Klasa wyjaśnia, dlaczego nie wolno wstawić współczynników zamiast stężeń.
6. **40–45 min:** Każdy wskazuje wpływ zmiany temperatury na możliwość użycia tej samej stałej.

$$2A \rightleftharpoons C$$

$$K_c = \frac{[C]}{[A]^2}$$



Sprawdzenie: Potęgi wynikają ze współczynników. Ścisła stała termodynamiczna opiera się na aktywnościach; tutaj używamy uproszczonego zapisu stężeniowego.

Wsparcie: Daj puste pole na licznik, mianownik i potęgę.

Trudniej: Poproś o odróżnienie ilorazu reakcyjnego od wartości w równowadze.

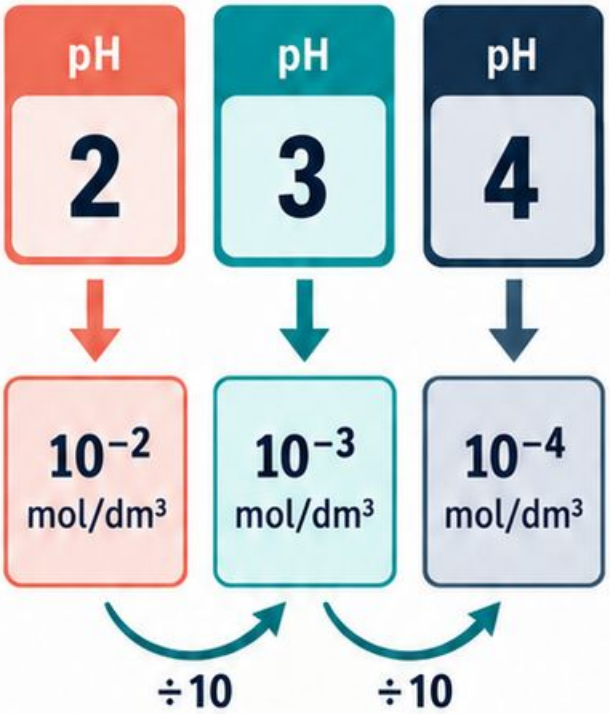
pH i dziesięciokrotna zmiana

Scenariusz 43 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel:
Uczeń interpretuje logarytmiczny charakter pH w szkolnym przybliżeniu.

Kryteria:
Porównuje stężenia H_3O^+ dla pH 2 i 4.

Materiały:
Karty pH 2, 3, 4; odpowiadające stężenia 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} mol/dm³; bez roztworów.



1. **0–5 min:** Każdy przewiduje, czy różnica dwóch jednostek oznacza podwojenie stężenia.
2. **5–12 min:** Pary dopasowują każdemu pH kartę stężenia.
3. **12–24 min:** Zespoły liczą iloraz $10^{-2}/10^{-4} = 100$.
4. **24–33 min:** Zapisują, że przy pH 2 stężenie jest sto razy większe niż przy pH 4.
5. **33–40 min:** Oddzielają pH od pełnej oceny zagrożeń i składu roztworu.
6. **40–45 min:** Każdy porównuje pH 3 i 5, uzasadniając kierunek ilorazu.

$$\frac{10^{-2}}{10^{-4}} = 100$$

Sprawdzenie: Ponownie otrzymujemy czynnik 100. Przybliżenie stężeniowe nie zastępuje ścisłej definicji opartej na aktywności.

Wsparcie: Daj drabinę mnożenia przez 10 na każdy krok pH w dół.

Trudniej: Poproś o zapis $pH = -\log_{10} a(H_3O^+)$.

Co potrafi bufor

Scenariusz 44 • Liceum i technikum • rozszerzenie • 45 minut

Cel:
Uczeń wyjaśnia ograniczoną odporność buforu na zmianę pH.

Kryteria:
Łączy działanie układu z obecnością słabego kwasu i jego sprzężonej zasady.

Materiały:
Karty CH_3COOH i CH_3COO^-; modelowe dane pH przed i po dodatku małej ilości kwasu.

0–5 min: Uczniowie oceniają tezę: bufor zawsze utrzymuje dokładnie to samo pH.

5–12 min: Pary rozpoznają sprzężoną parę kwasu i zasady.

12–24 min: Zespoły zapisują $CH_3COO^- + H_3O^+ \rightarrow CH_3COOH + H_2O$.

24–33 min: Analizują, co stanie się po zużyciu znacznej części składnika zasadowego.

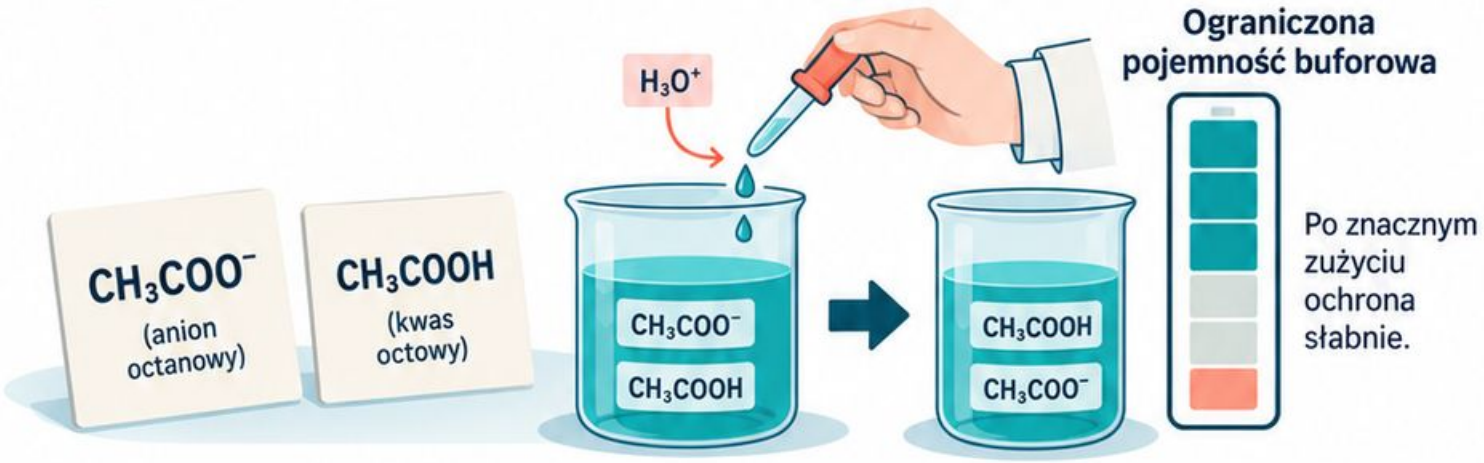
33–40 min: Porównują niewielką zmianę pH z całkowitym brakiem zmiany.

40–45 min: Każdy wyjaśnia, dlaczego pojemność buforowa jest ograniczona.

Sprawdzenie:
Składniki buforu reagują z dodanym kwasem lub zasadą. Po ich znacznym zużyciu ochrona słabnie; bufor nie oznacza stałości bez granic.

Wsparcie:
Daj podpisane karty reagującego anionu i produktu.

Trudniej:
Omów, dlaczego proporcja składników wpływa na pH.



Elektrony w bilansie redoks

Scenariusz 45 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń identyfikuje utleniacz i reduktor oraz bilansuje elektrony.

Kryteria: Poprawnie zapisuje dwie reakcje połówkowe dla Zn i Cu^{2+}.

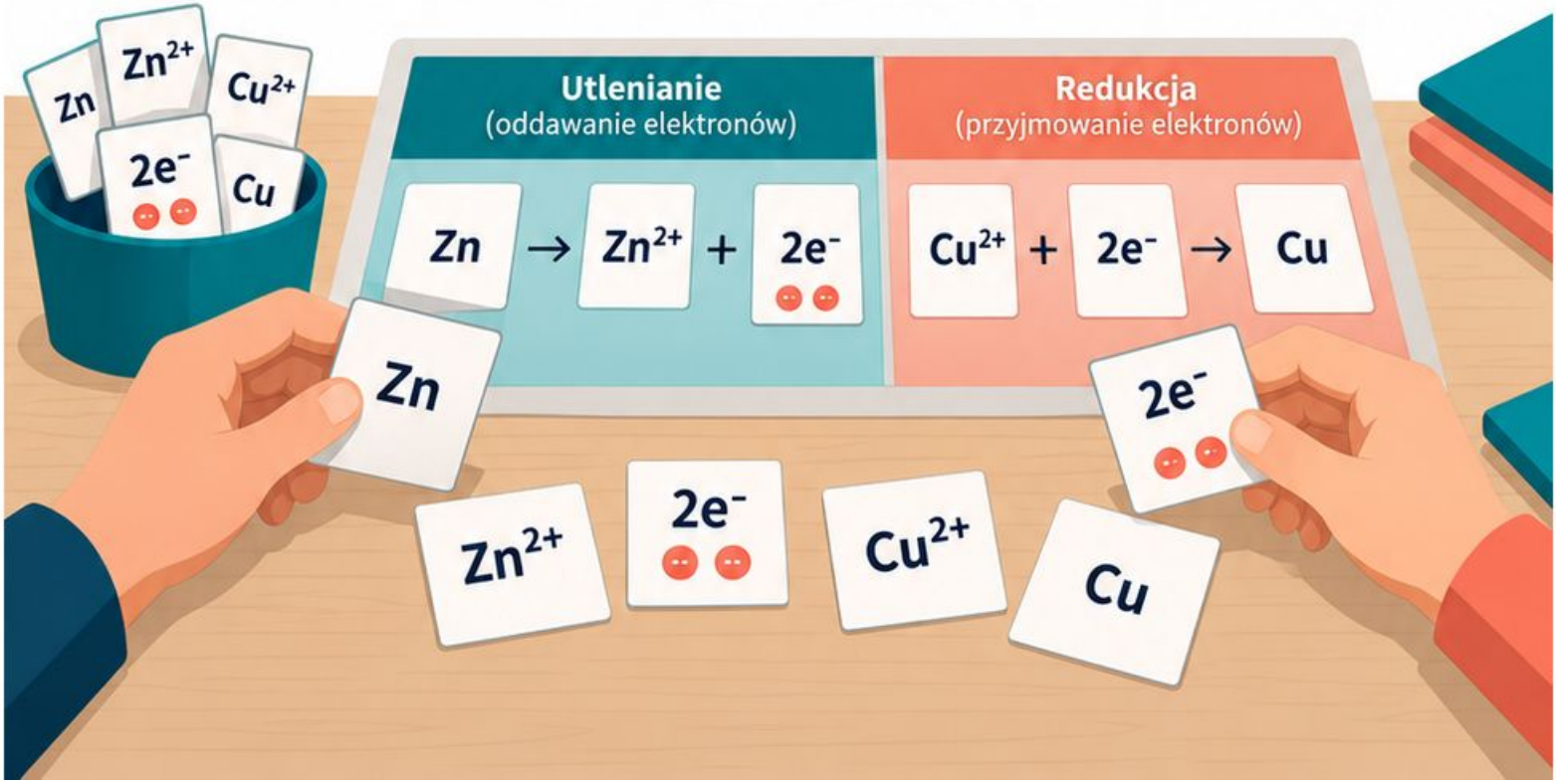
Materiały: Karty Zn, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Cu i elektronów; mata bilansu; bez metali i roztworów.

- **0–4 min:** Każdy przypomina znaczenie oddawania i przyjmowania elektronów.
- **4–12 min:** Pary zapisują $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$.
- **12–24 min:** Zespoły zapisują $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ i dodają oba równania.
- **24–33 min:** Wskazują reduktor Zn oraz utleniacz Cu^{2+}, wiążąc nazwy z rolą.
- **33–40 min:** Sprawdzają bilans atomów i ładunków równania sumarycznego.
- **40–45 min:** Każdy rozwiązuje analogię z Ag^+, wyrównując liczbę elektronów.

Sprawdzenie:
$Zn + 2Ag^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2Ag$.
Nie można skrócić elektronu bez wyrównania jego liczby po obu stronach.

Wsparcie:
Daj dwie oddzielne kolumny: utlenianie i redukcja.

Trudniej:
Poproś o powiązanie przemiany z kierunkiem zmiany stopnia utlenienia.



SEM ogniwa z potencjałów

Scenariusz 46 • Liceum i technikum • rozszerzenie • 45 minut

Cel: Uczeń wskazuje anodę i katodę oraz oblicza standardową SEM ogniwa Daniella.

Kryteria: Stosuje potencjały redukcyjne w poprawnej kolejności.

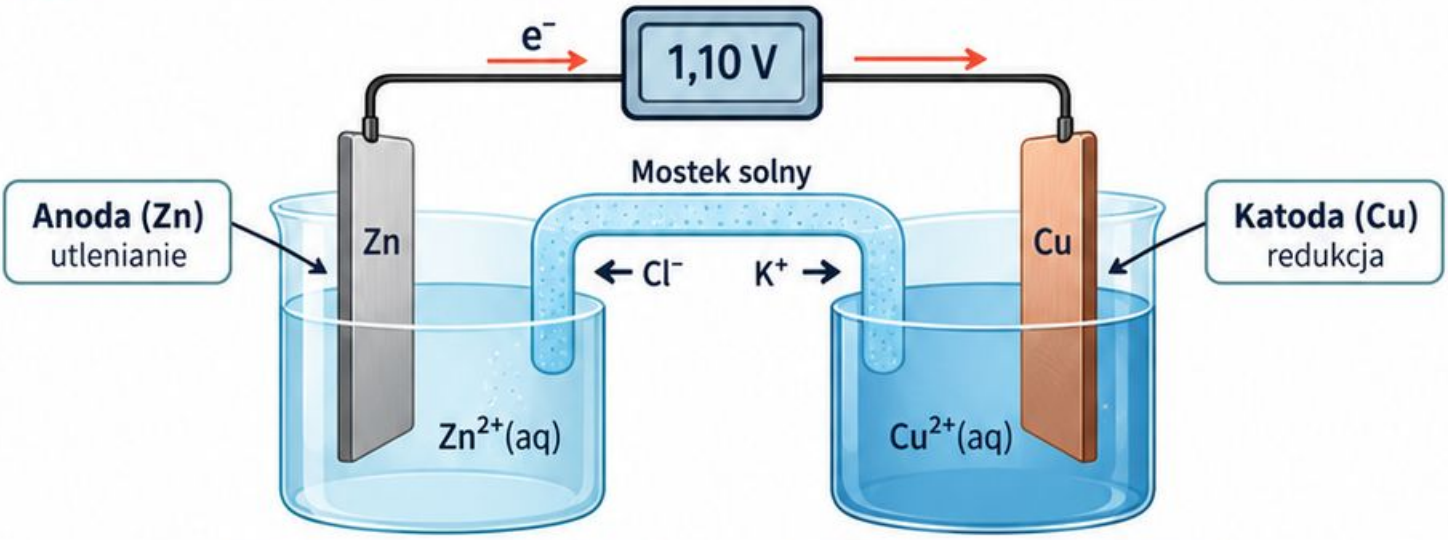
Materiały: Dane zaokrąglone: $E°(Cu^{2+}/Cu) = +0{,}34$ V; $E°(Zn^{2+}/Zn) = -0{,}76$ V; schemat ogniwa.

0–5 min:	Uczniowie wskazują półogniwo o wyższym potencjale redukcyjnym.
5–12 min:	Pary oznaczają katodę Cu i anodę Zn.
12–24 min:	Zespoły liczą E°ogniwa = 0,34 – (–0,76) = 1,10 V.
24–33 min:	Rysują przepływ elektronów w obwodzie zewnętrznym od Zn do Cu.
33–40 min:	Oddzielają przepływ elektronów w metalu od ruchu jonów w elektrolicie.
40–45 min:	Każdy wyjaśnia, dlaczego wartości standardowej nie należy bezwarunkowo utożsamiać z napięciem pod obciążeniem.

Sprawdzenie: SEM wynosi 1,10 V dla przyjętych danych standardowych. Zadanie jest schematyczne; nie rozbieramy baterii.

Wsparcie: Daj podpisaną zależność: katoda minus anoda.

Trudniej: Poproś o wpływ warunków innych niż standardowe bez obliczeń.



$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

Elektroliza i rola źródła prądu

Scenariusz 47 • Liceum i technikum • rozszerzenie • 45 minut

Cel: Uczeń odróżnia proces wymuszony w elektrolizerze od pracy ogniwa galwanicznego.

Kryteria: W obu układach poprawnie przypisuje utlenianie anodzie i redukcję katodzie.

Materiały: Dwa wydrukowane schematy: ogniwo i elektrolizer; karty procesów; bez zasilacza i odczynników.

0–5 min: Uczniowie przewidują, czy znak anody zawsze jest taki sam.

5–12 min: Pary przypominają definicje elektrod przez zachodzący proces.

12–24 min: Zespoły oznaczają w ogniwie anodę ujemną i katodę dodatnią.

24–33 min: W elektrolizerze zaznaczają anodę dodatnią i katodę ujemną, wskazując źródło energii.

33–40 min: Poprawiają tezę, że anoda zawsze musi być elektrodą dodatnią.

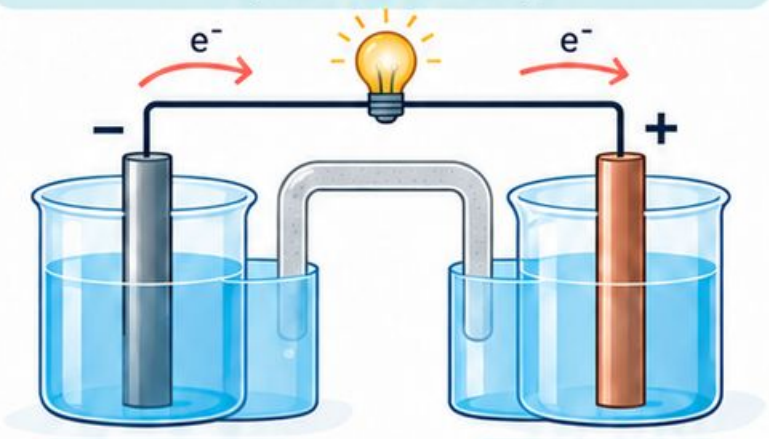
40–45 min: Każdy formułuje regułę niezależną od znaku elektrody.

Sprawdzenie: Na anodzie zachodzi utlenianie, na katodzie redukcja. Znaki zależą od rodzaju układu. Niczego nie elektrolizujemy.

Wsparcie: Daj parę stałych etykiet procesów przed dodaniem znaków.

Trudniej: Zapytaj, dlaczego skład elektrolitu jest konieczny do przewidywania produktów.

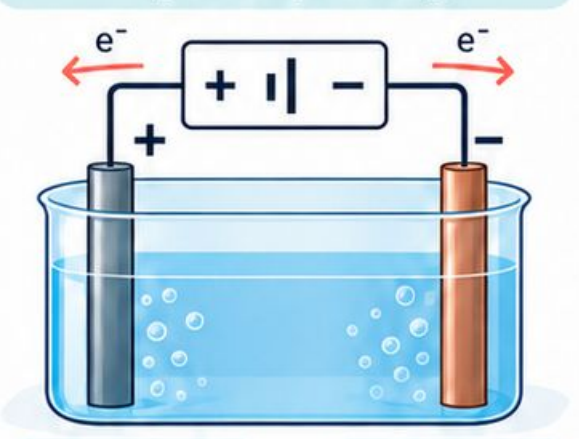
Ogniwo galwaniczne
(proces samorzutny)



Anoda (−) utlenianie

Katoda (+) redukcja

Elektrolizer
(proces wymuszony)



Anoda (+) utlenianie

Katoda (−) redukcja

Izomery o tym samym wzorze

Scenariusz 48 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń rozpoznaje izomerię konstytucyjną na podstawie sposobu połączenia atomów.

Kryteria: Buduje dwa różne szkielety C_4H_{10} i odróżnia obrót rysunku od nowej budowy.

Materiały: Duże modele atomów C i H, karty wartościowości; wzory n-butanu i 2-metylopropanu.

0–5 min: Każdy ocenia, czy ten sam wzór sumaryczny gwarantuje identyczną budowę.

5–12 min: Pary tworzą prosty łańcuch czterech atomów węgla.

12–24 min: Zespoły budują układ rozgałęziony i uzupełniają wodory do wartościowości IV.

24–33 min: Sprawdzają wspólny wzór C_4H_{10} i różne połączenia węgla.

33–40 min: Odróżniają obrót modelu od zmiany sąsiedztwa atomów.

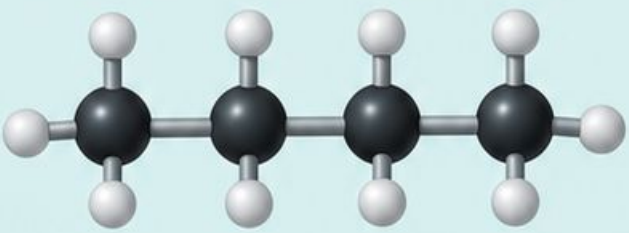
40–45 min: Każdy wyjaśnia, dlaczego oba rysunki są izomerami.

Sprawdzenie: Wspólny wzór sumaryczny i różna kolejność połączeń tworzą izomery konstytucyjne; sam obrót nie tworzy nowego izomeru.

Wsparcie: Podaj dwa gotowe szkielety bez wodoru.

Trudniej: Poproś o sprawdzenie, czy trzeci rysunek nie powiela jednego ze szkieletów.

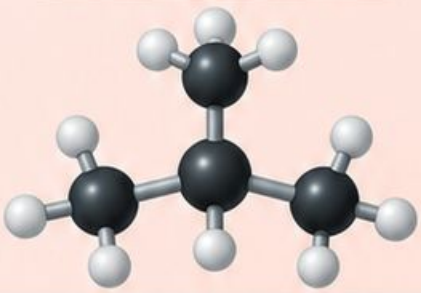
n-butan



$CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$

C_4H_{10}

2-metylopropan



$CH_3–CH(CH_3)–CH_3$

C_4H_{10}

Estryfikacja jako proces odwracalny

Scenariusz 49 • Liceum i technikum • podstawowy • 45 minut

Cel: Uczeń interpretuje równanie estryfikacji oraz odróżnia uzysk produktu od szybkości reakcji.

Kryteria: Wskazuje substraty, produkty i ograniczenie działania katalizatora.

Materiały: Schemat $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$; karty warunków; wyłącznie papier.

0–5 min:	Uczniowie nazywają cztery związki w podanym równaniu.
5–12 min:	Pary zaznaczają obie możliwe strony przemiany.
12–24 min:	Zespoły wyjaśniają, dlaczego reakcja odwracalna nie musi zużyć wszystkich substratów.
24–33 min:	Analizują kartę: katalizator przyspiesza osiąganie równowagi przy tej samej temperaturze.
33–40 min:	Oddzielają tę informację od zmiany składu równowagowego.
40–45 min:	Każdy poprawia zdanie: katalizator zawsze zwiększa końcową ilość estru w zamkniętym układzie.

Sprawdzenie: Katalizator nie zmienia położenia równowagi przy ustalonej temperaturze. Zadanie nie obejmuje syntezy ani wąchania estrów.

Wsparcie: Daj karty nazw do dopasowania.

Trudniej: Rozważ jakościowo usuwanie wody jako zmianę warunków układu.

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$



Katalizator przyspiesza osiąganie równowagi przy tej samej temperaturze.



Położenie równowagi nie zmienia się.

Dwie drogi tworzenia polimeru

Scenariusz 50 • Liceum i technikum • rozszerzenie • **45 minut**

Cel: Uczeń porównuje polimeryzację addycyjną z modelową polikondensacją.

Kryteria: Wskazuje rolę monomeru i obecność małocząsteczkowego produktu ubocznego w podanym przykładzie.

Materiały: Karty etenu i fragmentu polietylenu; model dwufunkcyjnych monomerów tworzących poliester i wodę.

0–5 min: Pary przypominają, dlaczego polimer nie musi być syntetyczny.

5–12 min: Uczniowie śledzą zmianę wiązania C=C w modelu tworzenia polietylenu.

12–24 min: Zespoły budują drugi model, łącząc fragmenty z dwiema grupami funkcyjnymi.

24–33 min: W przykładzie poliestru odkładają kartę wody przy utworzeniu wiązania estrowego.

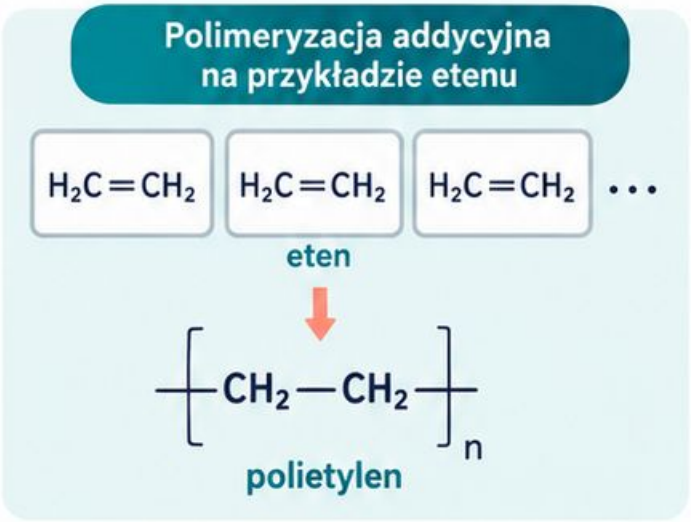
33–40 min: Porównują oba modele i wskazują, czego nie pokazują o rozkładzie długości łańcuchów.

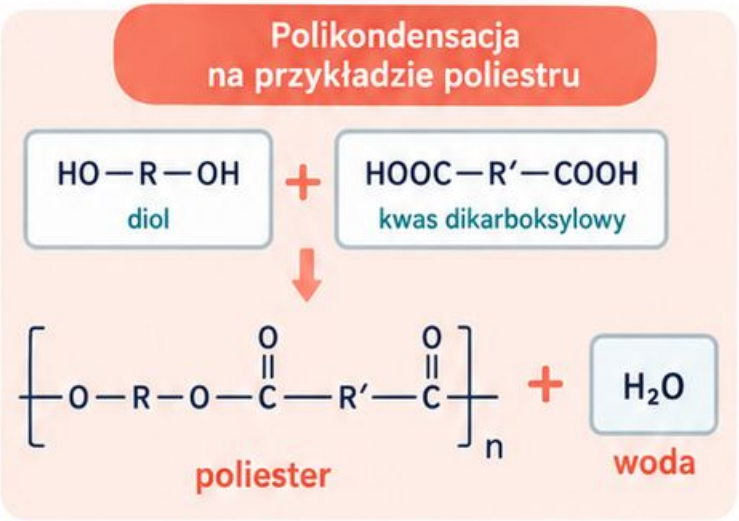
40–45 min: Każdy wyjaśnia różnicę między podanymi drogami.

Sprawdzenie: W podanym modelu polikondensacji wydziela się woda; w tworzeniu polietylenu z etenu nie ma takiego produktu ubocznego. Nie uogólniamy tego na każdy mechanizm.

Wsparcie: Daj legendę grup funkcyjnych i miejsc łączenia.

Trudniej: Poproś o rozróżnienie monomeru i jednostki powtarzalnej.





Źródła i zakres opracowania

1. ACS. Middle & High School Chemistry Guidelines oraz zasoby bezpieczeństwa RAMP.
   acs.org/education/policies/middle-and-high-school-chemistry.html
   institute.acs.org/acs-center/lab-safety/education-training/high-school-labs.html
2. ZPE. Chemia — szkoła podstawowa.
   zpe.gov.pl/podstawa-programowa/szkola-podstawowa/chemia
3. ZPE. Chemia — liceum i technikum.
   zpe.gov.pl/podstawa-programowa/szkola-ponadpodstawowa/chemia
4. Główny Urząd Miar. Mol — definicja jednostki SI.
   gum.gov.pl/pl/wiedza/redefinicja-si/redefinicja-si/mol/2615,mol.html
5. IUPAC Gold Book. pH, hasło P04524.
   goldbook.iupac.org/terms/view/P04524
6. ZPE. Co to jest ogniwo.
   zpe.gov.pl/a/co-to-jest-ogniwo/D9F4HK6SE

Dostęp: 01.11.2026.

Scenariusze, czasy, kryteria i dane modelowe są autorskim opracowaniem dydaktycznym. Nie stanowią oficjalnych procedur ACS ani deklaracji realizacji wszystkich wymagań programowych. Przed pracą praktyczną obowiązuje ocena ryzyka przez nauczyciela.

