



Czy rozdrobnienie substratów ma wpływ na szybkość reakcji chemicznej?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Czy rozdrobnienie substratów ma wpływ na szybkość reakcji chemicznej?

Moździerce to naczynia z tłuczkiem przeznaczone do rozdrabniania ciał stałych. Wykorzystywane w laboratorium, jak i w kuchni.

Źródło: stevepb, dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcje chemiczne nie zawsze zachodzą z tą samą szybkością. Co może na to wpływać? Czy wiesz, że mąka lub żelazo w pewnych warunkach mogą być wybuchowe? Wynika to z rozdrobnienia tych substancji. Mąka pszenna rozpylona w powietrzu bardzo dobrze się spala. Z kolei żelazo w postaci proszku o małych drobinach (nanoproszek) ulega samozapłonowi w powietrzu. Zastanów się, czy rozdrobnienie substratu wpływa na szybkość reakcji chemicznej? Czy można zwiększać lub zmniejszać szybkość reakcji poprzez rozdrobnienie substratów? Czy myślisz, że im bardziej rozdrobniony substrat, tym reakcja zachodzi szybciej?

### Twoje cele

- Uzasadnisz, dlaczego rozdrobnienie substratów wpływa na szybkość reakcji chemicznych.
- Ocenisz wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznych.
- Zaprojektujesz doświadczenie pokazujące wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznych.



## Czy rozdrobnienie substratów ma wpływ na szybkość reakcji chemicznej?

Chemicy, chcąc otrzymać produkt do dalszego użytku, muszą taką reakcję chemiczną zaplanować. Aby proces był korzystny, musi zachodzić w odpowiednim tempie. Gdyby wytwarzanie płynu czyszczącego czy płynu hamulcowego trwało ponad rok, nie byłoby to w ogóle opłacalne. Podobnie byłoby w sytuacji, gdyby produkcja zachodziła zbyt szybko – mogłoby to grozić wybuchem. Dlatego m.in. laboranci wolą kontrolować [szybkość reakcji chemicznych](#). W niektórych przypadkach można przyspieszyć reakcje, które są zbyt wolne, lub spowolnić, kiedy są one zbyt szybkie. Chcąc uzyskać kontrolę nad szybkością reakcji chemicznej, należy znać czynniki na nią wpływające.

Do takich czynników, wpływających na szybkość reakcji chemicznych, zaliczamy:

- temperaturę;
- stężenie reagentów;
- ciśnienie (dla reakcji, w których występuje faza gazowa);
- rozdrobnienie [substratów](#);
- katalizatory.

Czynniki wpływające na szybkość reakcji chemicznych

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

### Ciekawostka

Silniki samochodowe wykorzystują efekty powierzchniowe do zwiększenia szybkości reakcji. Do każdego cylindra wtryskiwana jest benzyna, która pali się

podczas zapłonu przez iskrę ze świecy zapłonowej. Wtryskuje się ją w postaci mikroskopijnych kropelek, ponieważ ma wtedy znacznie większą powierzchnię i może spalać się o wiele szybciej, niż gdyby była podawana do cylindra jako strumień cieczy. Ten przykład pokazuje, że rozdrobnienie substratów wpływa na szybkość reakcji chemicznej, co jest wykorzystywane nie tylko w chemii, ale również w życiu codziennym.



Autorem koncepcji silnika spalinowego był Philippe Lebon, a pierwszy silnik, który można było zastosować, stworzył Étienne Lenoir w 1860 r.

Źródło: paulbr75, dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

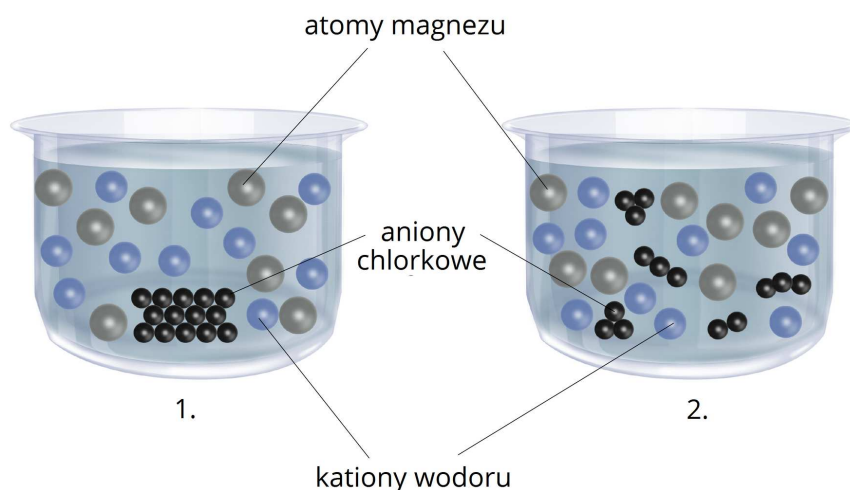
## Rozdrobnienie substratów a szybkość reakcji chemicznej

Duży wpływ na szybkość reakcji ma stopień rozdrobnienia substratów. Wynika to z faktu, że reakcja chemiczna może zachodzić tylko w miejscu, w którym reagujące substancje stykają się ze sobą, np. na powierzchni metalu zanurzonego w roztworze.

**Im powierzchnia styku jest większa, tym szybkość reakcji chemicznej wzrasta.**

Dlatego rozdrobnienie substratu wpływa na zwiększenie jego powierzchni, z kolei

zwiększenie powierzchni, gdzie może zachodzić reakcja, powoduje zwiększenie szybkości reakcji.



Ilustracja przedstawia sytuację chwilową w momencie wrzucenia odpowiednio wstążki magnezowej (krystalizator 1.) i pyłu magnezowego (krystalizator 2.). W krystalizatorze 2. "dostęp" kationów wodoru do atomów magnezu jest większy zatem szybkość zachodzenia reakcji w krystalizatorze 2. będzie większa.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na przykład, jeśli dodamy kawałek metalu do zlewki z kwasem, kwas początkowo będzie oddziaływać na zewnętrzną część metalu. Wewnętrzna część zacznie reagować dopiero, gdy zewnętrzna się rozтворzy. Z drugiej strony, jednakowa ilość proszku metalicznego reaguje szybciej w kwasie, ponieważ jego postać posiada większą powierzchnię aktywną. Tym samym wzrasta możliwość [zderzeń aktywnych](#). Kwas rozтворza więc proszek metaliczny równomiernie.

### Polecenie 1

Oblicz powierzchnię sześcianu o boku 1 cm. Teraz wyobraź sobie, że tę kostkę przekrojono na pół. Oblicz, jakie jest teraz pole powierzchni obu figur. Następnie, tak powstałe figury, znowu przekrojono na pół. Jakie jest teraz pole powierzchni wszystkich figur? Jak zmienia się pole powierzchni figur przy rozdrabnianiu substancji?

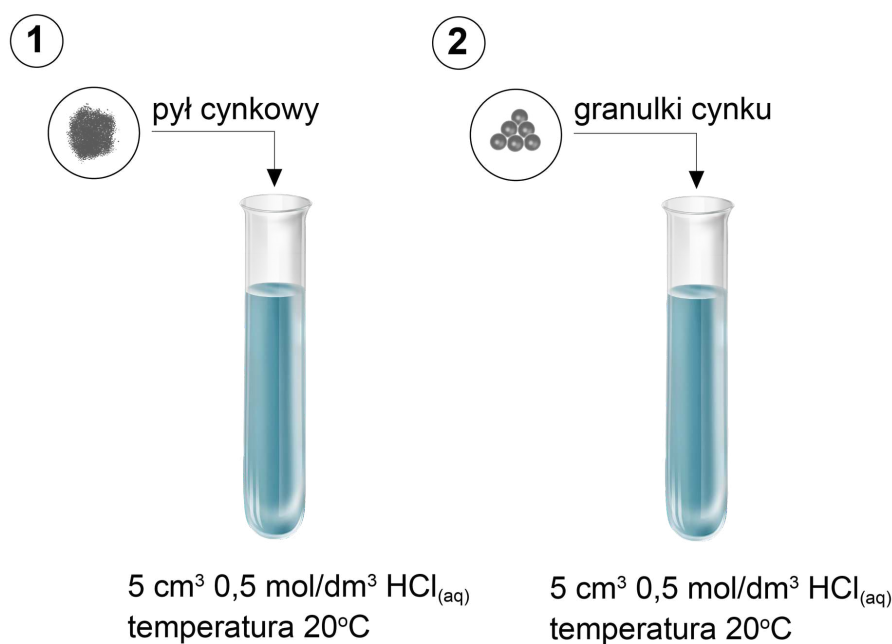
# Badanie wpływu stopnia rozdrobnienia substratu na szybkość reakcji

## Polecenie 2

### Doświadczenie

Badanie wpływu rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznej.

Przeprowadzono doświadczenie, w którym zbadano wpływ stopnia rozdrobnienia cynku na szybkość reakcji z kwasem solnym. Do dwóch probówek dodano roztwory kwasu solnego o tym samym stężeniu i tej samej objętości. Do probówki **A** dodano pył cynkowy, a do probówki **B** granulki cynku. Jak myślisz, w której probówce reakcja zajdzie szybciej?



Schematyczne przedstawienie przeprowadzonego doświadczenia

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W poniższym arkuszu uzupełnij obserwacje, wnioski oraz ich wyjaśnienie.

# Powierzchnia kontaktu reagujących substratów kluczem do zwiększenia szybkości reakcji chemicznej

Rozdrobnienie substratów ma wpływ na szybkość reakcji. Im bardziej rozdrobnione ciało stałe, większa powierzchnia styku, tym więcej indywidualów zderza się ze sobą i wzrasta szybkość reakcji chemicznej. Aby więc przyspieszyć reakcję chemiczną, należy zwiększyć powierzchnię kontaktu reagujących substratów, czyli je rozdrobnić. Czasami, jak w przypadku mąki, jest to niekorzystne zjawisko. W zakładach, gdzie używa się dużych ilości mąki pszennej, zabronione jest używanie otwartego ognia, a maszyny, które pracują w tych pomieszczeniach, muszą mieć dokładnie nasmarowane wszystkie elementy, gdzie następuje tarcie. W przeciwnym wypadku może dojść do wytworzenia iskry, a rozpylona w powietrzu mąka może spowodować wybuch. Podobnie zachowuje się żelazo w postaci nanoproszku – w połączeniu z powietrzem może dojść do wybuchu, co również jest spowodowane rozdrobnieniem i dużą powierzchnią tych substancji.

## Słownik

### szybkość reakcji chemicznej

zmiana stężenia reagentów (substratów lub produktów) w jednostce czasu

### energia aktywacji

minimalna ilość energii, którą muszą mieć indywiduala chemiczne, aby mogła zajść między nimi reakcja chemiczna

### teoria zderzeń

teoria chemii fizycznej, która zakłada, że reakcje chemiczne zachodzą na skutek zderzeń reagujących ze sobą cząsteczek

### zderzenie efektywne

takie zderzenie cząsteczek substratów, które może doprowadzić do rozerwania wiązań bądź tworzenia nowych wiązań chemicznych

**substrat**

substancja wyjściowa biorąca udział w reakcji chemicznej

## **Bibliografia**

Atkins P., Jones J., *Chemical Principles: The Quest for Insight*, 5th Edition, New York 2009.

Penkala T., *Podstawy Chemii Ogólnej*, Warszawa 1982.

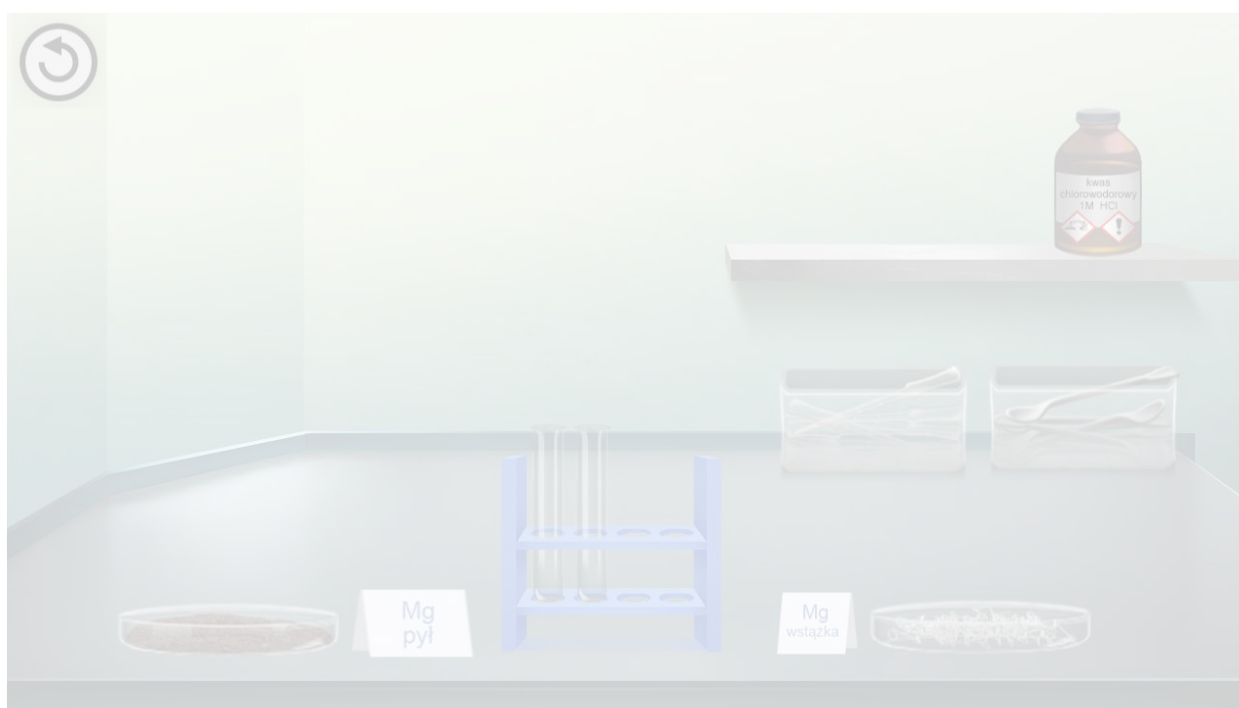
Encyklopedia PWN

# Symulacja interaktywna

## Symulacja 1

Czy rozdrobnienie substratów ma wpływ na szybkość reakcji chemicznej?

Poniższa symulacja przedstawia wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznej. Porównaj szybkość reakcji 0,5 g wstążki magnezowej i 0,5 g wiórek magnezowych z kwasem solnym o stężeniu  $C_m = 1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D3abLBXXs>

Symulacja interaktywna pt. „Czy rozdrobnienie substratów ma wpływ na szybkość reakcji chemicznej?”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Kamila Piec, licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 1

Odpowiedz, która reakcja przebiega szybciej i dlaczego. Wyjaśnij, jaki wpływ na przebieg reakcji ma rozdrobnienie substratu – magnezu.

## Ćwiczenie 2

Mając do dyspozycji: pył cynkowy, granulki cynku, siarczan(VI) miedzi(II), siarkę, wstążki miedzi, wodę destylowaną, kwas solny o stężeniu  $C_m = 1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , etanol, probówki, cylinder miarowy, pipety Pasteura, łyżeczki, chłodnicę zwrotną, kolbę okrągłodenną, szalki Petriego oraz wagę laboratoryjną, wybierz potrzebne elementy i zaprojektuj własne doświadczenie, w którym porównasz wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznej.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłową odpowiedź ukazującą czynniki wpływające na szybkość reakcji chemicznych.

- rozdrobnienie, barwa, ciśnienie, temperatura, stężenie
- zapach, katalizator, stężenie, temperatura, ciśnienie
- rozdrobnienie, katalizator, temperatura, ciśnienie, stężenie

## Ćwiczenie 2



Uzupełnij zdania podanymi wyrazami.

Szybkość reakcji chemicznych  od wielkości cząstek ciała stałego. Im  rozdrobnione ciało stałe, tym szybkość reakcji chemicznej . Substancja  rozdrobniona ma  sumaryczną powierzchnię, niż identyczna masa substancji o mniejszym stopniu rozdrobnienia. Szybkość zajścia reakcji chemicznej  od częstotliwości zderzeń.

- |            |         |         |        |         |          |          |          |
|------------|---------|---------|--------|---------|----------|----------|----------|
| nie zależy | maleje  | wzrasta | zależy | wzrasta | mniejszą | mniejszą | bardziej |
| nie zależy | większą | mniej   | zależy | mniej   | większą  | bardziej | maleje   |

### Ćwiczenie 3



Wskaż zdania prawdziwe.

Przeprowadzając reakcję chemiczną możemy zwiększyć jej szybkość, rozdrabniając substraty.

Stopień rozdrobnienia substratów nie wpływa na szybkość reakcji chemicznej.

Substancja chemiczna, która jest bardziej rozdrobniona, ma większą powierzchnię, przez co wzrasta szybkość reakcji chemicznej.

Stopień rozdrobnienia nie jest istotny dla szybkości reakcji chemicznej – najważniejszy jest wpływ temperatury.

### Ćwiczenie 4



Wyjaśnij, dlaczego wraz ze stopniem rozdrobnienia substratu wzrasta szybkość reakcji.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 5



Szybkość reakcji chemicznej opisywana jest przez zmianę stężenia substratów lub zmianę stężenia produktów w jednostce czasu.

$$v = \frac{\textit{zmiana stężenia produktu}}{\textit{przedział czasu}}$$

$$v = \frac{- \textit{zmiana stężenia substratu}}{\textit{przedział czasu}}$$

Jednostką szybkości jest:  $\left[ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}} \right]$ .

Stężenie substratu w czasie godzinnej reakcji zmniejszyło się z  $0,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  do  $0,05 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .  
Oblicz średnią szybkość tej reakcji chemicznej.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 6



Przeprowadzono eksperyment, którego celem było zbadanie wpływu rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznej. W tym celu przeprowadzono dwie reakcje. W podobnym odstępie czasu dokonywano pomiaru zmian stężenia dwóch takich samych substratów o różnym stopniu rozdrobnienia. W tabeli przedstawiono zmianę stężenia substratu w czasie dla obu reakcji. Na podstawie danych z tabeli, narysuj wykres zależności stężenia substratu od czasu dla obu reakcji chemicznych. Określ, która z reakcji zachodzi szybciej oraz wywnioskuj, do której z nich użyto bardziej rozdrobnionych substratów.

Czas [s]	$C_A \left[ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$	$C_B \left[ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$
2	0,8	0,8
3	0,75	0,7
4	0,7	0,6
5	0,65	0,5
6	0,6	0,4
7	0,5	0,3
8	0,4	0,2

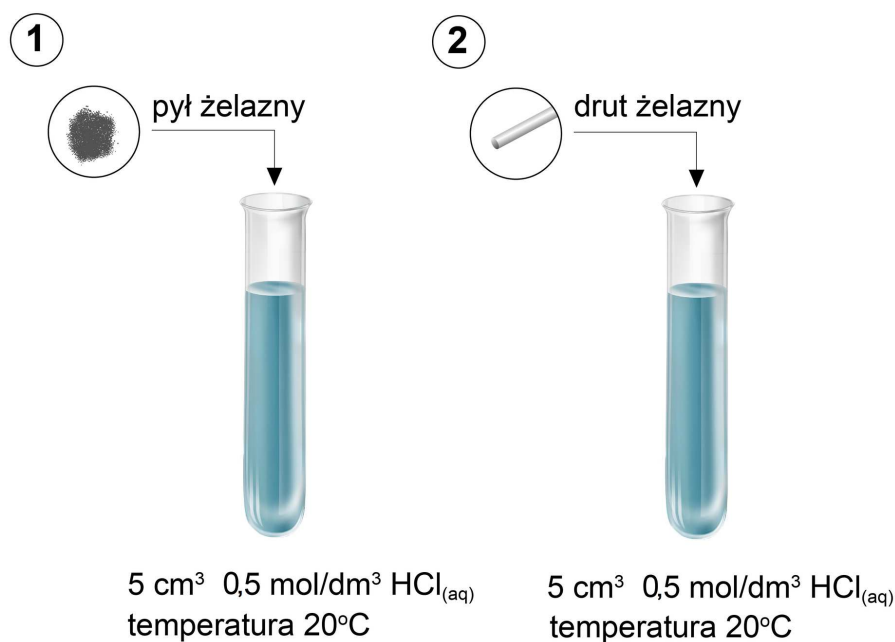
Odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 7



Podczas zajęć studenci przeprowadzili doświadczenie, które zostało zilustrowane poniższym rysunkiem:



Ilustracja przedstawia dwie probówki – do pierwszej dodano żelazo w postaci proszku, a do drugiej żelaza w postaci drutu.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Studenci zaobserwowali, że w probówce nr 1 gaz wydziela się intensywniej niż w probówce 2.

Na podstawie podanych informacji napisz, jaki czynnik i w jaki sposób wpłynął na szybkość reakcji.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 8



Mając do dyspozycji dwie probówki, 10% kwas solny, wodę, lód, pył magnezu oraz wstążkę magnezową, zaprojektuj doświadczenie, które przedstawi wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznej. Zapisz przebieg doświadczenia, a następnie zanotuj obserwacje, wnioski oraz równania zachodzących reakcji.

### Przebieg doświadczenia:

### Obserwacje:

### Wnioski:

### Równanie reakcji chemicznej:

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Patrycja Męcik, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Czy rozdrobnienie substratów ma wpływ na szybkość reakcji chemicznej

**Grupa docelowa:** III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

### Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:

2) przewiduje wpływ: stopnia rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji.

Zakres rozszerzony

IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:

2) przewiduje wpływ: stopnia rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia.

### Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

### **Cele operacyjne:**

### **Uczeń:**

- uzasadnia, dlaczego rozdrobnienie substratów wpływa na szybkość reakcji chemicznych;
- ocenia wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznych;
- projektuje doświadczenie ukazujące wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznych.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna;
- problemowa.

### **Metody i techniki nauczania:**

- burza mózgów;
- analiza materiału źródłowego;
- dyskusja dydaktyczna;
- eksperyment uczniowski;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami i dostępem do Internetu;
- słuchawki;
- rzutnik multimedialny;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- pisak/kreda.

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Zastanawialiście się kiedyś, czy rozdrobnienie substratu wpływa na szybkość reakcji chemicznej? Myślicie, że można zwiększać lub zmniejszać szybkość reakcji rozdrabniając substraty? Czy, im bardziej rozdrobniony substrat, tym szybkość reakcji wzrasta?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia szybkości reakcji oraz wpływu czynników na wzrost szybkości reakcji (głównie rozdrobnienia substratów).
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie samodzielnie analizują treści zawarte w e-materiale dotyczącym zagadnienia „rozdrobienie substratów wpływa na szybkość reakcji chemicznej”. Nauczyciel informuje uczniów, by w trakcie analizy treści zwrócili uwagę na to, czy podczas zwiększania rozdrobnienia zwiększa się szybkość reakcji i dlaczego tak się dzieje. Uczniowie wykonują polecenie 1 w e-materiale w zeszytach.
2. Nauczyciel inicjuje dyskusję odnośnie wpływu rozdrobnienia substratu na szybkość reakcji. Analiza rozwiązania do polecenia 1 na forum klasy.
3. Przeprowadzenie eksperymentu - Badanie zależności szybkości reakcji od rozdrobnienia substratów. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy 4-osobowe i rozdaje uczniom karty pracy, potrzebne szkło i sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne. Uczniowie przeprowadzą eksperyment zgodnie z instrukcją zawartą w e-materiale - doświadczenie 1. Prowadzący zajęcia informuje również uczniów, że mają napisać równanie reakcji w formie cząsteczkowej, opisać obserwacje, wnioski, opisać wpływ rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji chemicznej. Po zakończeniu eksperymentu liderzy grup prezentują wytwory całej grupy oraz na forum klasy uwspólnienie poprawnych zapisów w kartach pracy. Nauczyciel wspiera uczniów i wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
4. Uczniowie w parach pracują z wykorzystaniem symulacji interaktywnej w e-materiale.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, wykorzystując pytania z e-materiału, np.:  
Jak rozumiesz pojęcie szybkość reakcji chemicznej? W jaki sposób rozdrobnienie substancji wpływa na szybkość reakcji chemicznej?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania podsumowujące:
  - Przypomniałem sobie, że...
  - Co było dla mnie łatwe...
  - Czego się nauczyłam/łem...
  - Co sprawiało mi trudność...

## **Praca domowa:**

Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie ćwiczeń w e-materiale oraz o przemyślenie czy znają przykłady z chemii lub z życia codziennego, gdzie rozdrobnienie substratów wpływa na szybkość reakcji.

## **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

Symulacja interaktywna może zostać wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć lub sprawdzianu wiedzy.

## **Materiały pomocnicze:**

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Jak rozumiesz pojęcie szybkości reakcji?
- W jaki sposób rozdrobnienie substancji wpływa na szybkość reakcji chemicznej?

2. Nauczyciel przed zajęciami przygotowuje również kartę pracy ucznia, która będzie wykorzystana podczas doświadczenia. 3. Karty charakterystyk substancji.

## **Karta pracy ucznia:**

Plik o rozmiarze 203.11 KB w języku polskim