

Jak definiujemy przemianę fazową

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Czy to nie ciekawe?

Co mają ze sobą wspólnego lód twardy jak kamień, płynąca woda i gazowa para wodna? Wszystkie te substancje składają się z takich samych cząsteczek H_2O. To woda występująca w różnych stanach skupienia. W tym e-materiale zajmiemy się zagadnieniem zmianami stanu skupienia materii, czyli przemianami fazowymi.



Rys. a. Z czajnika z wrzącą wodą ulatuje bezbarwna, niewidoczna para wodna. Skrapla się ona w niewielkiej odległości od wylotu - powstała mgiełka jest widoczna



Rys. b. Właściwości H_2O w różnych stanach skupienia są różne

Twoje cele

- opiszesz podstawowe fazy materii,
- zrozumiesz, jaki wpływ na własności materii ma ułożenie jej cząsteczek i ich wzajemne oddziaływanie,
- poznasz procesy topnienia i krzepnięcia,
- zrozumiesz, dlaczego podczas topnienia i krzepnięcia temperatura jest stała,

- poznasz procesy parowania, wrzenia i skraplania,
- zrozumiesz, dlaczego podczas wrzenia temperatura jest stała,
- zastosujesz zdobytą wiedzę o skraplaniu do wyjaśnienia takich zjawisk, jak mgiełka nad czajnikiem, czy zaparowane szyby.

Przeczytaj

Warto przeczytać

W codziennym życiu spotykamy trzy podstawowe stany skupienia materii, czyli fazy materii. Są to: faza stała, ciekła i gazowa. O własnościach substancji decyduje ułożenie jej cząsteczek i ich wzajemne oddziaływanie.

1. Faza stała

Ciała stałe to takie, których kształt i objętość jest zachowana. Ich cząsteczki lub atomy (molekuły) są ze sobą połączone, tworząc siatkę krystaliczną. Ułożenie molekuł, tworzących kryształ, może być różne dla danej substancji. Na przykład, węgiel może występować w postaci grafitu i diamentu, woda w stanie stałym – w postaci lodu i śniegu. W niektórych ciałach stałych cząsteczki nie tworzą uporządkowanej struktury – kryształu, tylko są rozłożone chaotycznie. Ciała takie nazywamy bezpostaciowymi. Należą do nich szkło, guma, masy plastyczne, tłuszcze.



Rys. 1. Ciała stałe mają pamięć kształtu i objętości - są trudno odkształcalne i trudno ściśliwe

Cząsteczki ciała stałego silnie się przyciągają i nie mogą zmieniać swojego położenia, a tylko drgają wokół położeń równowagi.

2. Faza ciekła

Ciecz łatwo zmienia kształt, przyjmuje kształt naczynia. Trudno natomiast zmienić jej objętość. Cząsteczki cieczy oddziałują na siebie siłami przyciągającymi, ale mogą swobodnie się przemieszczać w obrębie cieczy.

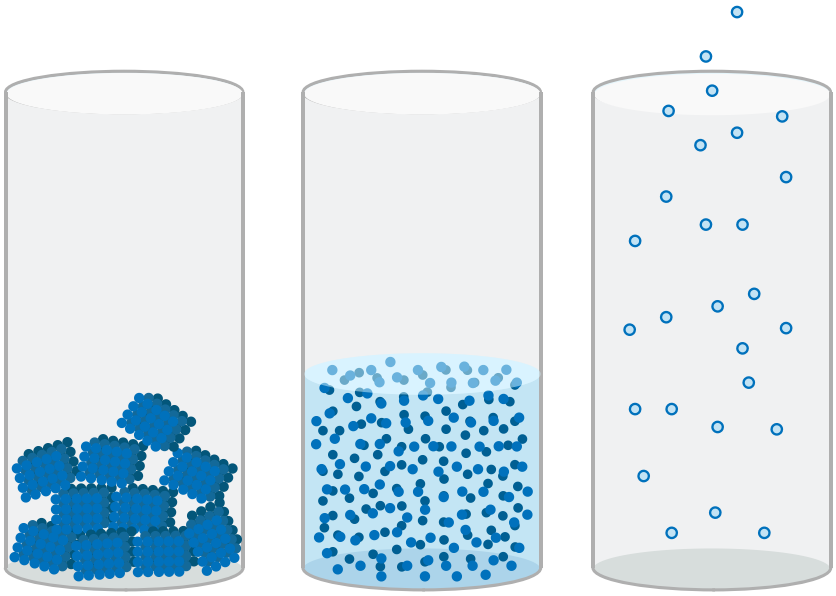


Rys. 2. Ciecze mają pamięć objętości - są trudno ściśliwe. Nie mają jednak praktycznie żadnej pamięci kształtu - są łatwo odkształcalne

3. Faza gazowa

Objętość i kształt gazu można łatwo zmieniać.

Cząsteczki gazu są od siebie tak oddalone, że oddziaływania między nimi są pomijalnie małe. Cząsteczki mogą swobodnie się poruszać w całej dostępnej objętości – gaz przyjmuje objętość naczynia, w którym się znajduje.



Rys. 3. Ciała stałe mają określoną objętość i kształt, ciecze mają tylko określoną objętość, gazy nie mają ani określonej objętości, ani określonego kształtu

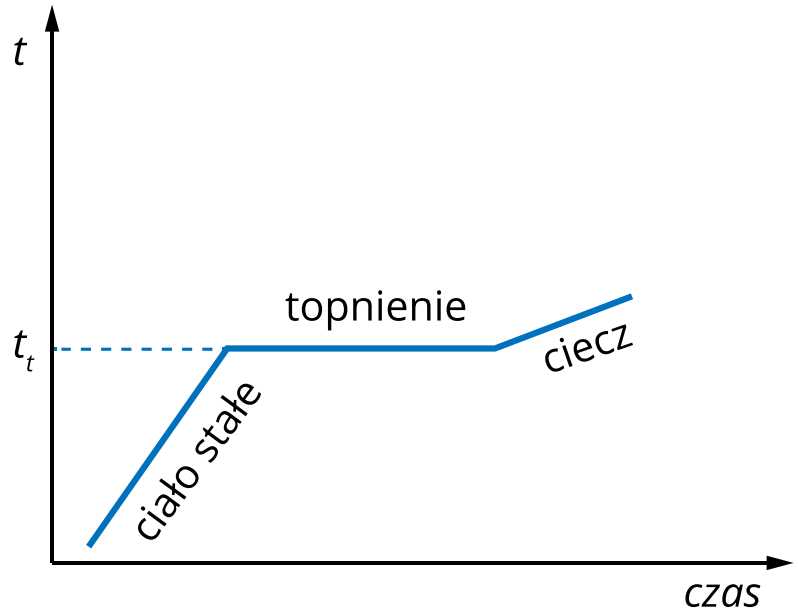
Przejścia między tymi fazami nazywamy przemianami fazowymi I rodzaju. Są to przejścia między stanem ciekłym i stałym, gazowym i ciekłym oraz gazowym i stałym.

a) Przejście między stanem ciekłym i stałym, czyli topnienie i krzepnięcie.

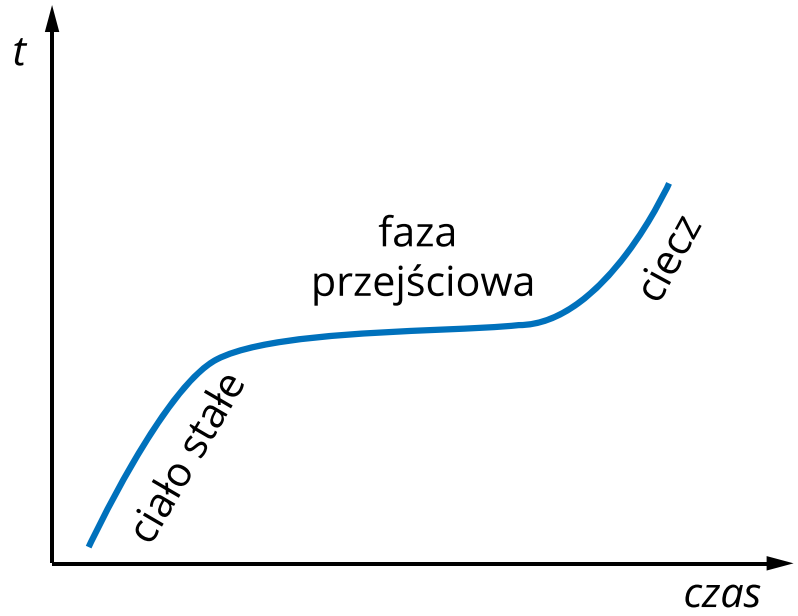


Rys. 4. Topniejące kostki lodu

Zwiększanie temperatury ciała stałego związane jest ze zwiększaniem się średniej energii kinetycznej cząsteczek wykonujących ruchy drgające. Gdy ta energia osiągnie odpowiednio dużą wartość, zerwane zostają więzy utrzymujące cząsteczki w jednym miejscu i cząsteczki mogą swobodnie przemieszczać się. Ciało stałe zamienia się w ciecz, czyli topnieje. Temperaturę, w której zachodzi topnienie nazywamy **temperaturą topnienia**. Na pokonanie przyciągających sił międzycząsteczkowych potrzebna jest energia. Topnienie jest procesem wymagającym dostarczania ciepła. Podczas procesu topnienia ciała krystalicznego temperatura nie zmienia się, całe pobierane ciepło zamienia się na zerwanie połączeń między cząsteczkami. Inaczej topią się ciała bezpostaciowe, nie posiadające struktury krystalicznej. Nie można dla nich określić temperatury topnienia. Gdy ich temperatura rośnie, stają się coraz bardziej plastyczne i w końcu zamieniają się w ciecz. Rys. 5. przedstawia zmiany temperatury od czasu podczas topnienia ciała krystalicznego i bezpostaciowego, gdy w sposób jednostajny dostarczane jest ciepło.



Rys. 5. a. Zależność temperatury od czasu podczas topnienia przy jednostajnym ogrzewaniu dla ciała krystalicznego.



Rys. 5. b. Zależność temperatury od czasu podczas topnienia przy jednostajnym ogrzewaniu dla ciała bezpostaciowego.

Ciecz w otoczeniu o temperaturze niższej od temperatury topnienia (na przykład w zamrażalniku) oddaje ciepło i jej temperatura się zmniejsza. Oznacza to, że cząsteczki cieczy poruszają się coraz wolniej, zmniejsza się ich średnia energia kinetyczna. W końcu energia kinetyczna cząsteczek staje się mniejsza od energii oddziaływania międzycząsteczkowego i cząsteczki zostają uwięzione, tworząc kryształ. Jest to proces **krzepnięcia**. Zachodzi on w stałej temperaturze, choć w jego trakcie maleje energia wewnętrzna krzepnącej cieczy. Temperatura krzepnięcia równa jest temperaturze topnienia.

b) Przejście między stanem ciekłym i gazowym, czyli parowanie i skraplanie.

Cząsteczki cieczy poruszają się z różnymi prędkościami we wszystkich kierunkach. Jeśli cząsteczka cieczy znajdzie się blisko powierzchni i w wyniku zderzenia z inną cząsteczką uzyska odpowiednio dużą energią kinetyczną, to może przezwyciężyć siły przyciągania od innych cząsteczek cieczy i opuścić ciecz. **Parowanie**, które zachodzi w każdej temperaturze, polega na tym, że z powierzchni cieczy wylatują cząsteczki. Cząsteczki opuszczające ciecz mają energie kinetyczne większe od występujących przeciętnie. Tak więc w wyniku parowania średnia energia kinetyczna pozostałych cząsteczek cieczy maleje, czyli obniża się temperatura cieczy. To dlatego marzniemy w mokrym ubraniu.

Szybkość parowania zależy od temperatury, ciśnienia i ruchu powietrza nad powierzchnią parującej cieczy. Jeśli temperatura jest wyższa, to więcej cząsteczek będzie miało dostatecznie dużą energię kinetyczną, aby opuścić powierzchnię cieczy. Ruch powietrza nad powierzchnią cieczy przyczynia się do tego, że nad powierzchnią nie zbiera się para.

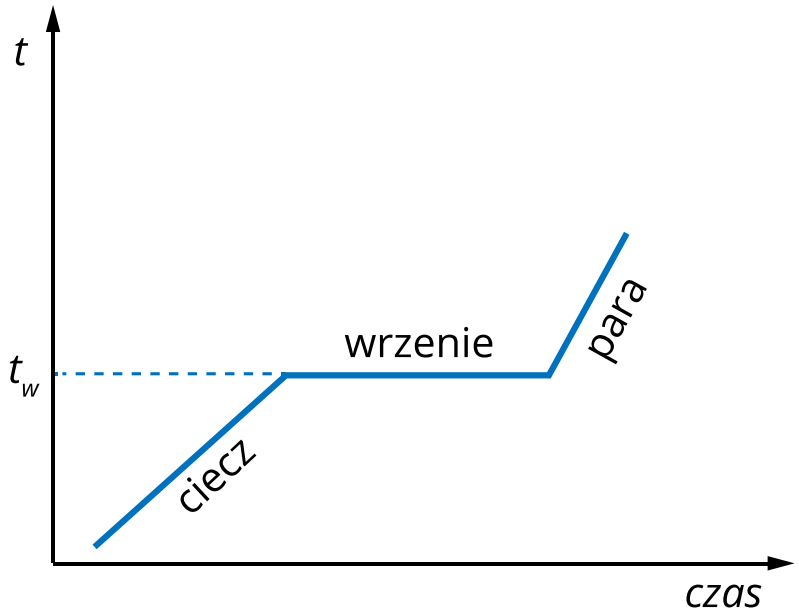
Cząsteczki, które opuściły ciecz są usuwane i nie mogą już do niej powrócić. To dlatego dmuchanie na gorącą potrawę przyspiesza jej stygnięcie. Zmniejszenie ciśnienia zwiększa szybkość parowania, bo cząsteczka pary, która opuściła ciecz, ma mniejsze szanse na zderzenie z cząsteczką powietrza i powrót do cieczy.

Wrzenie cieczy



Rys. 6. Wrzenie cieczy to jej parowanie nie tylko na powierzchni, ale w całej objętości

Zamiana cieczy w parę w całej objętości cieczy to **wrzenie**. Wrzenie wody poznajemy po tym, że w całej objętości tworzą się bąble zawierające parę wodną. Wrzenie zachodzi w określonej temperaturze zwanej **temperaturą wrzenia**. Proces wrzenia wymaga dostarczania energii w formie ciepła. Ciepło to nie powoduje zwiększania się temperatury. Energia jest zużywana na pokonanie przyciągających sił międzycząsteczkowych. Temperatura zaczyna rosnąć dopiero, gdy cała ciecz zamieni się w parę. Wykres pokazujący zmiany temperatury podczas procesu wrzenia, pokazany jest na Rys. 7.



Rys. 7. Zależność temperatury od czasu podczas wrzenia przy jednostajnym ogrzewaniu

Skraplanie jest procesem odwrotnym do parowania i polega na zamianie pary w ciecz. Podczas skraplania para oddaje do otoczenia ciepło dokładnie w takiej ilości, jakie pobrała podczas parowania lub wrzenia. Aby doprowadzić do skroplenia pary, należy ją oziębić lub sprężyć. Skraplanie często obserwujemy w życiu codziennym, gdy w zimny dzień para wodna skrapla się na szybie samochodu lub na szkłach okularów. Nad czajnikiem z gotującą się wodą unosi się biały obłoczek potocznie zwany parą. Jednak to, co widzimy, nie jest parą wodną, bo ta jest niewidoczna. Para unosząca się nad czajnikiem trafia na chłodne powietrze i skrapla się tworząc drobniutkie kropelki – mgiełkę. To właśnie tę mgiełkę widzimy. Z drobnych kropelek skroplonej pary wodnej składają się chmury, mgła i tzw. smugi kondensacyjne widoczne za samolotami odrzutowymi.

c) Przejście między stanem stałym i gazowym, czyli sublimacja i resublimacja.

Sublimacja to przejście ze stanu stałego w gazowy. Odbywa się podobnie jak parowanie – cząsteczka przy powierzchni ciała przypadkowo uzyskuje energię kinetyczną wystarczającą do oderwania się od pozostałych cząsteczek i przechodzi do stanu gazowego. Podczas sublimacji ciało pobiera ciepło. Możemy obserwować ten proces, gdy w zimowy, mroźny, ale słoneczny dzień ilość śniegu wyraźnie się zmniejsza, choć nie obserwujemy topnienia śniegu. Inny przykład to uprana bielizna wywieszona zimą na balkonie, która po pewnym czasie wysycha. Procesem odwrotnym do sublimacji jest **resublimacja**, czyli bezpośrednie przechodzenie od stanu gazowego do stałego.
W procesie resublimacji gaz oddaje do otoczenia ciepło, co powoduje zmniejszenie energii kinetycznych cząsteczek gazu i powstawanie silnych wiązań pomiędzy nimi, czyli utworzenie kryształu.

Przykładem resublimacji pary wodnej jest powstawanie szronu (Rys. 8.).



Rys. 8. Na skutek szybkiego spadku temperatury poniżej 0° C para wodna zawarta w powietrzu uległa resublimacji tworząc kryształki lodu, czyli szron

Słowniczek

> **Gaz doskonały**
>
> (*ang.: ideal gas, perfekt gas*) fizyczny model gazu spełniający warunki:
>
> 1. Cząsteczki gazu o zaniedbywalnie małych rozmiarach poruszają się chaotycznie.
> 2. Zderzenia cząsteczek są idealnie sprężyste, a poza zderzeniami cząsteczki nie oddziałują ze sobą.

> **Przemiana fazowa**
>
> (*ang.: phase transition*) przejście fazowe – przejście substancji z jednej fazy w inną. Jeśli jest to związane z wydzielaniem lub pochłanianiem ciepła i zmianą gęstości substancji, to jest to przemiana fazowa I rodzaju. Przykładem są przejścia fazowe, podczas których następuje zmiana stanu skupienia substancji.

Film samouczek

Jak definiujemy przemianę fazową?

Film przedstawia procesy towarzyszące ogrzewaniu lodu o temperaturze początkowej -10^0C. Obejrzyj film i wykonaj polecenia.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Wysłuchaj ścieżki lektorskiej.

Polecenie 1

Na omówionym wykresie temperatury w zależności od dostarczonego ciepła występują dwa odcinki poziome i trzy odcinki o różnych kątach nachylenia do poziomu, przedstawiające wzrost temperatury podczas ogrzewania lodu, wody w stanie ciekłym i pary wodnej. Wyjaśnij, czym jest spowodowany różny kąt nachylenia tych trzech części wykresu.

Polecenie 2

Opisz co będzie się działo, gdy zaczniemy odbierać ciepło od pary wodnej o temperaturze 110^0C, czyli na naszym wykresie będziemy przesuwać się od prawej strony do lewej.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Uzupełnij zdanie:

Podczas skraplania gaz (oddaje / pobiera) ciepło, a podczas wrzenia ciecz (oddaje / pobiera) ciepło.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij zdanie:

Podczas parowania temperatura cieczy ({#zmniejsza się} / {zwiększa się}), ponieważ proces parowania wymaga ({#dostarczenia} / {odebrania}) ciepła.

Ćwiczenie 3

Połącz części zdań, aby otrzymać prawdziwe stwierdzenia:

Podczas topnienia lodu, Podczas podgrzewania wody od 10 ° C do 90 ° C, Podczas podgrzewania wody, która osiągnęła temperaturę 100 ° C

Podczas topnienia lodu				
Podczas podgrzewania wody od 10 ° C do 90 ° C				
Podczas podgrzewania wody, która osiągnęła temperaturę 100 ° C				

Ćwiczenie 4

Połącz części zdań, aby otrzymać prawdziwe stwierdzenia:

Sublimacja, Resublimacja, Skraplanie

Sublimacja				
Resublimacja				
Skraplanie				

Ćwiczenie 5

W upalny dzień ludzie szukają ochłody nad wodą. Wyjaśnij, jaka przemiana fazowa powoduje, że w pobliżu dużych zbiorników wodnych temperatura powietrza jest niższa niż z dala od nich.

Ćwiczenie 6

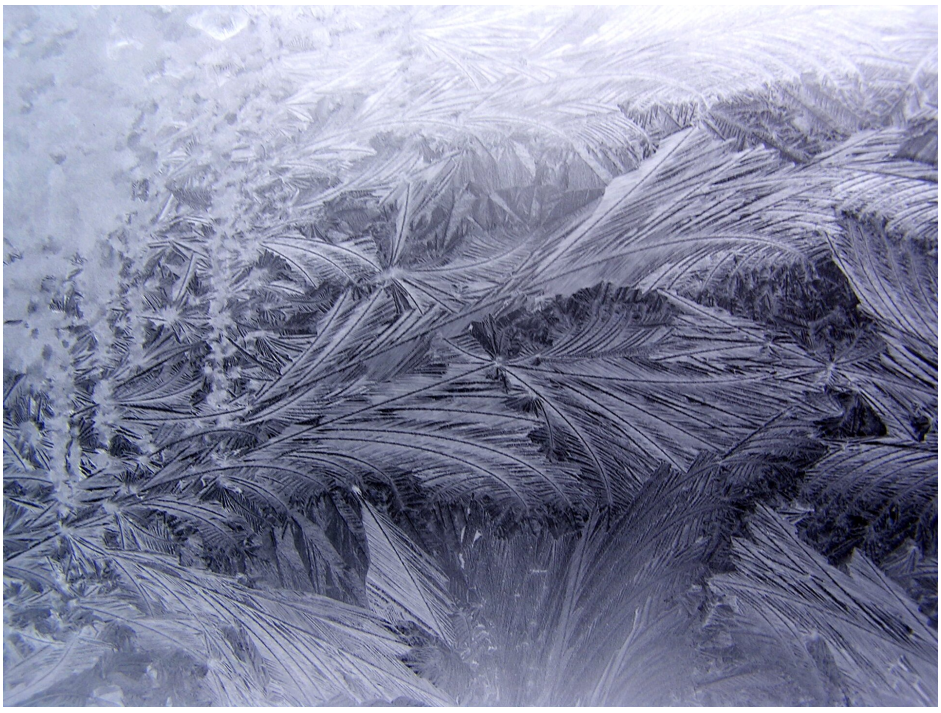
Kucharz twierdzi, że gotowanie zupy można przyspieszyć, jeśli po jej zagotowaniu zwiększymy dopływ ciepła do garnka tak, aby zupa gwałtownie wrzała. Oceń, czy kucharz ma rację i uzasadnij odpowiedź.

Ćwiczenie 7

Na ściankach lodówki tworzy się szron. Jego powstawanie przyspiesza częste otwieranie drzwi lodówki. Wyjaśnij, jaka przemiana fazowa powoduje powstawanie szronu i dlaczego sprzyja temu otwieranie drzwi lodówki. Oceń, czy proces ten powoduje zwiększenie czy zmniejszenie temperatury w lodówce.

Ćwiczenie 8

Mroźną nocą na szybie powstały piękne, lodowe wzory (zdjęcie). Wyjaśnij, jakie przemiany fazowe są odpowiedzialne za ich powstanie. Oceń, czy proces ten wymaga dostarczenia, czy odebrania ciepła.



Źródło: dostępny w internecie: https://pixabay.com/pl/photos/lukier-okno-zimowe-lukier-na-oknie-392725/ [dostęp 6.07.2022 r.].

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	**Jak definiujemy przemianę fazową?**
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	**Cele kształcenia – wymagania ogólne** I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. **Zakres podstawowy** **Treści nauczania – wymagania szczegółowe** I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu. V. Termodynamika. Uczeń: 4) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego. **Zakres rozszerzony** **Treści nauczania – wymagania szczegółowe** I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu. VI. Termodynamika. Uczeń: 5) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	**Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:** • 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: 1. rozróżnia podstawowe fazy materii. 2. wyjaśnia, jaki wpływ, na własności materii substancji, ma ułożenie jej cząsteczek i ich wzajemne oddziaływanie. 3. analizuje procesy topnienia i krzepnięcia. 4. wyjaśnia, dlaczego podczas topnienia i krzepnięcia temperatura jest stała. 5. analizuje procesy parowania, wrzenia i skraplania. 6. wyjaśnia, dlaczego podczas wrzenia temperatura jest stała. 7. stosuje zdobytą wiedzę o skraplaniu do wyjaśnienia takich zjawisk, jak mgiełka nad czajnikiem, czy zaparowane szyby. 8. analizuje procesy sublimacji i resublimacji.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obserwacyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania:	- wykład informacyjny, - pokaz multimedialny, - analiza pomysłów.
Formy zajęć:	- praca w grupach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia.
Materiały pomocnicze:	e-materiały: „W jaki sposób odróżnić wrzenie od parowania powierzchniowego?”, „Jaki wpływ ma ciśnienie na temperaturę wrzenia cieczy?”, „Jaki jest związek pomiędzy temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek gazu doskonałego i jego energią wewnętrzną?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
1. Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej **„Czy to nie ciekawe?”.** 2. Odwołanie do codziennego doświadczenia uczniów o stanach skupienia materii.	

Faza realizacyjna:	
Nauczyciel wspólnie z uczniami ustalają w dyskusji, jakie własności mają ciała stałe, ciecze i gazy. Nauczyciel wyjaśnia, w jaki sposób o własnościach substancji decyduje ułożenie jej cząsteczek i ich wzajemne oddziaływanie. Nauczyciel wyjaśnia, czym jest topnienie oraz krzepnięcie i co dzieje się wtedy z cząsteczkami ciała. Uczniowie ustalają w dyskusji, która z przemian wymaga dostarczenia ciepła, a która odebrania. Nauczyciel wyjaśnia przyczynę stałości temperatury podczas topnienia oraz krzepnięcia i rysuje wykres temperatury jak na Rys. 1. Nauczyciel wyjaśnia, czym jest parowanie, wrzenie i skraplanie i co dzieje się w tych procesach z cząsteczkami ciała. Uczniowie ustalają w dyskusji, która z przemian wymaga dostarczenia ciepła, a która odebrania. Nauczyciel wyjaśnia przyczynę stałości temperatury podczas wrzenia i rysuje wykres temperatury jak na Rys. 2. Nauczyciel wyjaśnia, czym jest sublimacja oraz resublimacja. Nauczyciel ogłasza konkurs: uczniowie w grupach 4-osobowych wymyślają przykłady z życia codziennego, w których mamy do czynienia z różnymi przemianami fazowymi. Grupa, która poda najciekawsze przykłady wygrywa (nagroda do uznania nauczyciela, na przykład, wspólne wyjście na lody – przed ich zjedzeniem należy wyjaśnić, jaka przemiana fazowa zajdzie, gdy za długo będziemy się zastanawiać nad odpowiedzią).	
Faza podsumowująca:	
Uczniowie oglądają film-samouczek i dyskutując wykonują polecenie - odpowiadają na zadane w filmie pytanie.	
Praca domowa:	
Uczniowie rozwiązują zadania (obowiązkowo) 1 – 4, do wyboru jedno z zadań 5 – 8.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:	Multimedium bazowe można wykorzystać na lekcji. Może też być wykorzystane przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału.