

Co to jest jonizacja?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to jest jonizacja?

Czy to nie ciekawe?

Przez blisko 2500 lat ludzie uważali, że najmniejszą cząstką materii jest niepodzielny atom, różnie określany na przestrzeni lat. Od przełomu XIX i XX wieku wiemy, że atomy można rozbić na prostsze elementy – protony, neutrony i elektrony. Protony i neutrony są związane silnymi siłami jądrowymi w jądrze atomowym. Z kolei krążące wokół jądra elektrony mogą zostać względnie łatwo od niego oderwane. Jest to zjawisko jonizacji, które omówimy w tym e-materiale.

Twoje cele

- dowiesz się, czym był atom dla starożytnych filozofów,
- dowiesz się, czym jest jonizacja,
- zrozumiesz, w jaki sposób może zachodzić jonizacja,
- nauczysz się zapisywać równania procesu jonizacji.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Cała otaczająca nas materia – krzesła, drzewa, komputery, nasze ciała – składa się z atomów. Słowo to pochodzi od greckiego słowa ἄτομος (*átomos*), oznaczającego coś, czego nie można już podzielić na mniejsze elementy. To właśnie starożytni filozofowie greccy i hinduscy jako pierwsi podejrzewali, że dzieląc materię na coraz mniejsze elementy (np. kawałek drewna na drzazgi) w końcu dojdzie się do podstawowych „klocków” ją budujących.

Pogląd o niepodzielności atomu utrzymywał się przez ponad 2500 lat (!), aż do roku 1897, kiedy to brytyjski fizyk Joseph John Thomson przeprowadził eksperyment udowadniający, że atom nie jest najmniejszą cząstką, a w jego wnętrzu „coś” się znajduje. Tym „czymś” były elektrony i dodatnio naładowana materia. Thomson zaproponował pierwszy (niepoprawny) model atomu, który następnie był udoskonalany dzięki wynikom eksperymentów (m.in. Ernesta Rutherforda, również brytyjskiego fizyka) oraz rozważaniom teoretycznym (m.in. Nielsa Bohra, Louisa de Broglie oraz Erwina Schrödingera).



Rys. 1. Joseph John Thomson

Współcześnie wiemy, że atom nie jest więc „atome” w rozumieniu starożytnych. Jądra atomowe składają się z protonów i neutronów. Protony i neutrony składają się z cząstek zwanych kwarkami. W myśl obecnej wiedzy, jedynie elektrony i kwarki są „atomami” w rozumieniu starożytnych Greków i Indusów, a zatem niepodzielnymi cząstkami

tworzącymi materię. Z drugiej strony – najmniejszym elementem zachowującym właściwości chemiczne danego pierwiastka jest właśnie atom. Elektrony, protony i neutrony uzyskane po jego rozłożeniu nie zachowują już tych właściwości. Jest więc jakiś *átomos* w atomie!

Wiedząc już, jak zbudowany jest atom, przejdźmy do pojęcia jonizacji. Jądro atomowe jest obiektem stosunkowo trwałym, utrzymującym się dzięki silnemu oddziaływaniu jądrowemu. Z kolei elektrony krążące wokół jądra można względnie łatwo od niego oderwać.

Tym właśnie jest **jonizacja – utworzeniem jonu z elektrycznie obojętnego atomu, na skutek odłączenia jednego lub większej liczby elektronów.**

W wyniku jonizacji powstaje jeden lub więcej swobodnych elektronów oraz dodatnio naładowany jon (kation) danego pierwiastka. Jeden akt jonizacji elektrycznie obojętnego atomu pierwiastka X możemy opisać za pomocą równania reakcji:

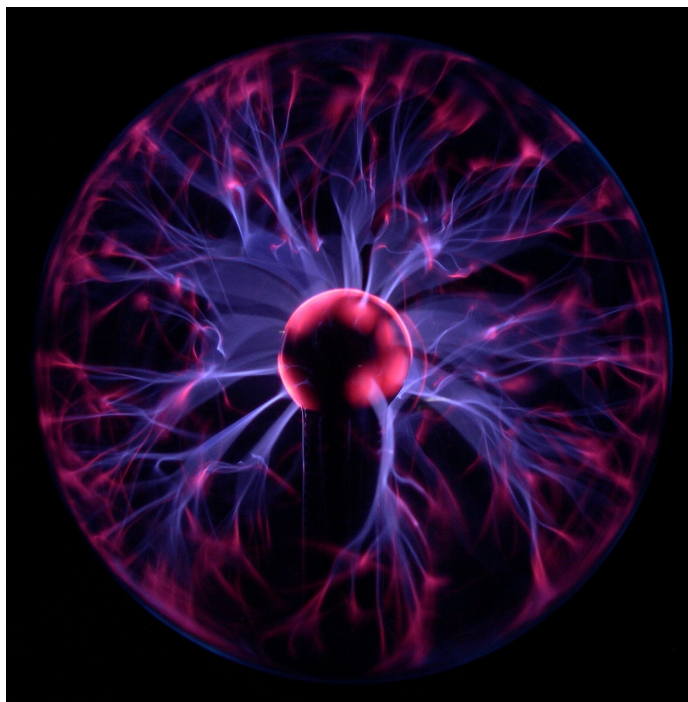


Jak można wywołać jonizację danego atomu? Należy dostarczyć wystarczającą ilość energii, równą co najmniej **energii jonizacji** atomu. Możemy to zrobić na kilka sposobów, np.:

- oświetlając atomy światłem o odpowiedniej energii fotonów. Fotony mogą przekazywać swoją energię w zderzeniu z atomami, doprowadzając do wybijania elektronów z atomów. Jest to zjawisko **fotjonizacji**;
- umieszczając atomy w odpowiednio silnym polu elektrycznym, które może doprowadzić do rozdzielenia jądra i elektronów. Ładunki jądra i elektronów posiadają przeciwne znaki, więc w polu elektrycznym będą działać na nie siły skierowane przeciwnie;
- podgrzewając atomy do bardzo wysokich temperatur, rzędu 2000°C. Elektrony uzyskują wtedy wysoką **energię drgań termicznych**, wystarczającą, by oderwać się od atomu. Jest to zjawisko **jonizacji termicznej**.

Jeśli chcesz dowiedzieć się, jak dokładnie przebiega zjawisko jonizacji, zajrzyj do e-materiału „Na czym polega zjawisko jonizacji?”.

Jako ciekawostkę warto dodać, że z pojęciem jonizacji wiąże się czwarty stan skupienia (oprócz stałego, ciekłego i gazowego). Jest to stan plazmy, złożony ze zjonizowanych atomów danego pierwiastka oraz swobodnych elektronów. Plazmę możemy wytworzyć np. umieszczając gaz w silnym polu elektrycznym. Na przykład powstaje ona w kuli plazmowej (Rys. 2.) wypełnionej rozrzedzonym gazem, znajdującym się w silnym polu elektrycznym.



Rys. 2. Kula plazmowa.

Słowniczek

Energia drgań termicznych

(ang.: *thermal energy*) – rodzaj energii kinetycznej związanej z ruchem atomów i innych cząstek. W przypadku atomów w cieczy i gazach mówimy o swobodnym ruchu, w przypadku atomów w ciałach stałych i elektronów w atomach – o drganiach. Przykładowo, przejście ze stanu stałego do cieczy polega na podgrzaniu ciała do takiej temperatury, w której energia drgań termicznych stanie się większa niż energia wiązań utrzymujących atomy.

Energia jonizacji

(ang.: *ionization energy*) – minimalna energia, którą należy dostarczyć, aby oderwać elektron od atomu lub cząsteczki.

Film samouczek

Co to jest jonizacja?

W filmie omówiona jest problematyka dwukrotnej jonizacji tego samego atomu. Narzędziem jest model matematyczny (najprostszy z najprostszych...) dochodzenia do stanu równowagi układu, w którym mogą występować atomy, jony jednokrotne i jony dwukrotne (oraz swobodne elektrony). Czynnikiem jonizującym jest wiązka (fotonów lub cząstek), której składniki mają energię dużo większą od energii jonizacji. Ostatecznym efektem jest pokazanie, że przy odpowiednim natężeniu tej wiązki można uzyskać duży udział jonów dwukrotnych w końcowej „mieszance”.

[Film dostępny na portalu epodreczniki.pl](#)

Wysłuchaj alternatywnej ścieżki lektorskiej.

Polecenie 1

Uzasadnij, dlaczego energie jonizacji kolejnych elektronów są coraz większe.

Polecenie 2

Przygotuj krótką wypowiedź na temat przebiegu zależności N_e od czasu w pokazanych wykresach. Czy przebiegi te są spójne z przebiegami pozostałych trzech zmiennych? Czy możliwe jest, by liczebność elektronów przewyższyła 10.000?

Polecenie 3

Czy jest możliwe dobranie takiego natężenia wiązki jonizującej, by liczebność jonów jednokrotnych wynosiła praktycznie 10.000?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Informacja do zadań 8 i 9:

Czasem zjonizowanie atomu wymaga dostarczenia bardzo dużych ilości energii. Na przykład, aby oderwać pojedynczy elektron od atomu helu, należy dostarczyć do niego energię $\Delta E = 24,6 \text{ eV}$ ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$).

Ćwiczenie 8



Ćwiczenie 9



Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Przemysław Michalski
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Co to jest jonizacja?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</p> <p>15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>X. Fizyka atomowa. Uczeń:</p> <p>5) opisuje zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</p> <p>19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>XI. Fizyka atomowa. Uczeń:</p> <p>7) opisuje zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej.</p>

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ol style="list-style-type: none"> 1. opisuje budowę wewnętrzną atomu; 2. definiuje pojęcie jonizacji; 3. wyjaśnia, w jaki sposób może zachodzić jonizacja atomu; 4. zapisuje równania jonizacji; 5. wskazuje i omawia pozytywne i negatywne zjawiska związane z jonizacją.
Strategie nauczania:	blended learning
Metody nauczania:	wykład, dyskusja, rozwiązywanie zadań
Formy zajęć:	praca indywidualna, praca w grupach
Środki dydaktyczne:	tablica, komputer, projektor
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel przypomina określenie „promieniowania jonizującego”, które pada przy omawianiu zjawisk promieniotwórczych. Zachęca uczniów do wspólnego omówienia zjawiska jonizacji.	
Faza realizacyjna:	

Nauczyciel pokrótce omawia powłokowy model atomu, a następnie, przez dyskusję z uczniami, przechodzi do koncepcji jonizacji, np. w opisany poniżej sposób. Nauczyciel prosi uczniów o wskazanie liczby protonów w jądrze i elektronów. Czy neutrony mają ładunek? Jaki jest wypadkowy ładunek atomu? Czy możliwe jest, bez udziału dużego nakładu energii, wyrwanie ładunku (protonu) z jądra? A może oderwanie elektronu jest łatwiejsze?

Po wprowadzeniu koncepcji jonizacji, nauczyciel omawia z uczniami rodzaje energii, które przekazane do atomu mogą powodować jego jonizację (termiczna, fotonu, elektryczna).

Uczniowie wspólnie z nauczycielem oglądają film samouczek, a następnie (w grupach) wykonują polecenia powiązane z filmem. Nauczyciel udziela niezbędnych wyjaśnień.

W zależności od ilości pozostałego czasu, nauczyciel wybiera dwa, trzy lub cztery zadania o różnym stopniu trudności z dołączonych do e-materiału, które uczniowie rozwiązują w grupach.

Faza podsumowująca:

Czas na wyjaśnienie dodatkowych pytań i wątpliwości zgłaszanych przez uczniów.

Praca domowa:

Nauczyciel dzieli uczniów na grupy i prosi ich o przygotowanie prezentacji/plakatów omawiających pozytywne i negatywne zjawiska, w których pojawia się pojęcie jonizacji. Pozytywne – np. wykorzystanie zjonizowanego gazu w neonach, leczenie chorób nowotworowych, baterie litowo-jonowe; negatywne – uszkodzenia tkanek ciała lub materiałów konstrukcyjnych pod wpływem bombardowania promieniowaniem jonizującym o dużym natężeniu.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Samouczek można wykorzystać także do pracy w strategii flipped classroom – zlecić go do samodzielnej analizy uczniom.