




Z czego składa się materia?

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



Z czego składa się materia?

Czy to nie ciekawe?

Materia, którą widzimy stanowi zaledwie kilka procent materii i energii we Wszechświecie. Wszystko, co nas otacza, składa się z atomów. Jednak, czy atom jest najbardziej podstawowym budulcem materii? Może są bardziej fundamentalne cegiełki tworzące otaczający nas świat? W tych e-materiałach dowiesz się, jak zbudowana jest materia, zaczynając od poziomu cząstek fundamentalnych.

Twoje cele

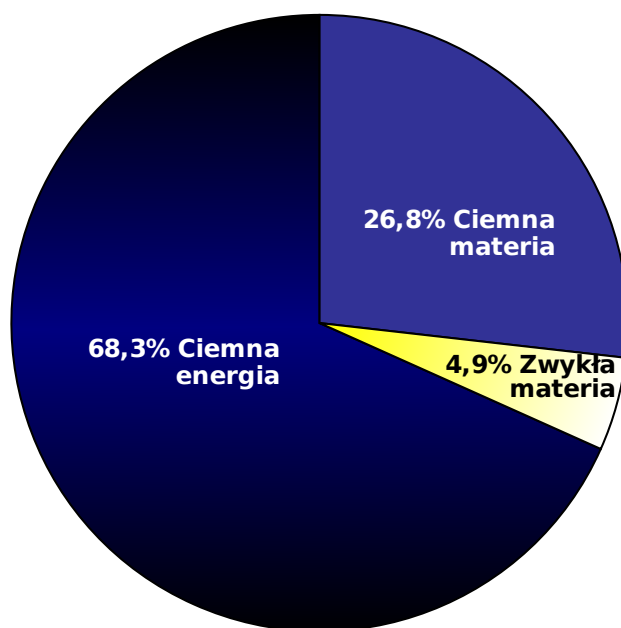
W tym e-materiale:

- dowiesz się, jak zbudowana jest materia,
- poznasz budowę cząsteczek, atomów, jądra atomowego i nukleonów,
- oszacujesz rozmiar atomów złota.

Przeczytaj

Warto przeczytać

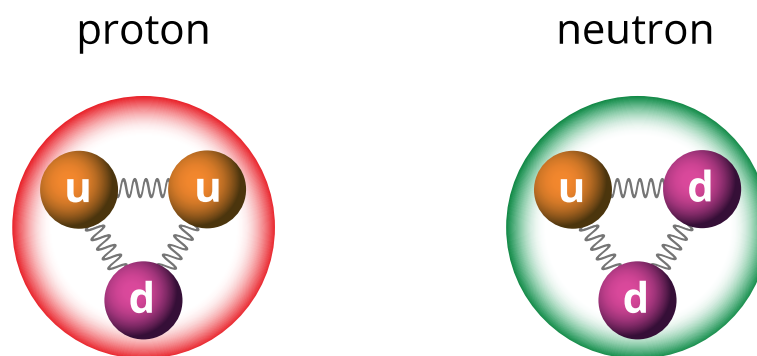
W tych e-materiałach zajmiemy się tzw. zwykłą materią. Czym w ogóle jest zwykła materia? Jeżeli jest materia, którą fizycy nazywają zwykłą, to czy jest też jakaś inna, „niezwykła” materia? Okazuje się, że materia, która buduje nas, otaczające nas przedmioty, naszą planetę, nasz układ Słoneczny i wszystkie inne układy astronomiczne stanowi niecałe 5% masy i energii we Wszechświecie. Pozostałą część masy i energii, według dominujących wśród naukowców poglądów, stanowią ciemna materia i ciemna energia (patrz Rys. 1). Natura zarówno ciemnej materii, jak i ciemnej energii nie jest jeszcze poznana. Są to postulowane (hipotetyczne) formy masy i energii, które tłumaczą obserwacje astronomiczne. Nie ma jednak bezpośredniego dowodu ich istnienia. Przyjęte nazwy wzięły się stąd, że w przeciwieństwie do zwykłej materii, ciemnej materii i ciemnej energii, nie da się bezpośrednio zaobserwować. Dlatego też zwykłą materię nazywa się również materią widzialną.



Rys. 1. Udział ciemnej energii, ciemnej materii i zwykłej materii w bilansie masy i energii Wszechświata.

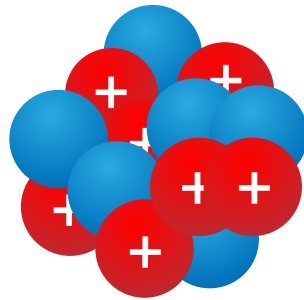
Z czego zatem składa się zwykła, widzialna materia? Zaczniemy od najmniejszych i najbardziej podstawowych obiektów, czyli cząstek fundamentalnych. Są to cząstki, dla których nie jest znana struktura wewnętrzna. Według **modelu standardowego**, czyli teorii cząstek elementarnych, jest 12 cząstek, z których zbudowana jest materia i 12 cząstek, odpowiedzialnych za przenoszenie oddziaływań między nimi. Zajmiemy się jednak tylko trzema z tych cząstek: **elektronem** (e), **kwarkiem górnym** (u) i **kwarkiem dolnym** (d). Te trzy cząstki są podstawowymi cegiełkami widzialnej materii, która nas na co dzień otacza. Materia, w skład której wchodzi inne cząstki fundamentalne, jest nietrwała.

Cząstki niefundamentalne, np. **nukleony**, czyli **proton** i **neutron**, zbudowane są z różnych kombinacji **kwarków**. Proton składa się z dwóch kwarków górnych i jednego dolnego, co możemy zapisać jako *uud*. Neutron zbudowany jest z jednego kwarku górnego i dwóch dolnych, co zapisujemy jako *udd*. Budowę nukleonów przedstawiono schematycznie na Rys. 2. Kwarki znajdujące się wewnątrz cząstki oddziałują na siebie wzajemnie z ogromną siłą. Oddziaływanie to jest najsilniejszym z czterech występujących oddziaływań fundamentalnych i z tego powodu nazywane jest oddziaływaniem silnym. Kwarki nie występują swobodnie poza cząstkami złożonymi. Więcej na temat budowy nukleonów możesz przeczytać w e-materiale „Z jakich kwarków składa się proton, a z jakich neutron?”.



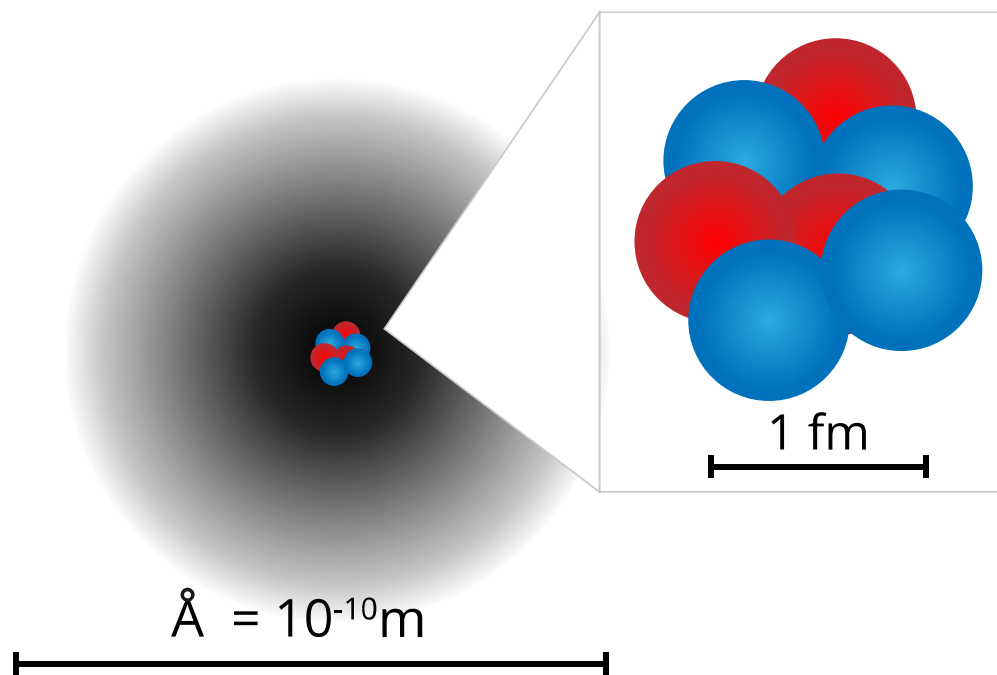
Rys. 2. Uprozczone schematy budowy protonu i neutronu. Sprężynki pomiędzy kwarkami symbolizują wzajemne oddziaływania między nimi.

Protony i neutrony budują jądra atomowe wszystkich atomów we Wszechświecie. Obie cząstki różnią się przede wszystkim ładunkiem elektrycznym. Neutron jest cząstką obojętną elektrycznie, natomiast proton ma ładunek dodatni, $+1e$, gdzie e oznacza ładunek elementarny, równy co do wartości bezwzględnej ładunkowi pojedynczego elektronu. Rozmiary i masy spoczynkowe obu cząstek są do siebie zbliżone. Nukleony mają rozmiary rzędu **femtometrów** ($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$), a ich masy spoczynkowe wynoszą: $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ dla protonu i $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ dla neutronu. Jądro atomowe można wyobrazić sobie jako kroplę bardzo gęstej cieczy o promieniu rzędu kilku femtometrów zbudowaną z wzajemnie oddziałujących, znajdujących się blisko siebie nukleonów. Na Rys. 3. pokazano schematyczny wygląd jądra atomowego zbudowanego z wielu nukleonów.



Rys. 3. Schematyczne przedstawienie wyglądu jądra atomowego. Protony oznaczono kolorem czerwonym, neutrony kolorem niebieskim.

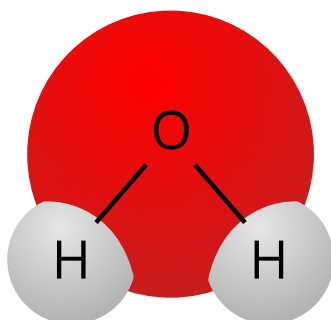
Jądro atomowe oraz krążące wokół niego elektrony tworzą wspólnie atom dzięki oddziaływaniu elektromagnetycznemu występującemu między nimi. W obojętnym elektrycznie (niezjonizowanym) atomie liczba elektronów znajdujących się na powłokach elektronowych jest zawsze równa liczbie protonów znajdujących się w jądrze atomowym. Jądro atomowe jest obiektem bardzo małym w porównaniu z rozmiarami atomu. Na Rys. 4. przedstawiono schematycznie budowę atomu litu-7 i jego jądra. Typowe rozmiary jądra atomowego są rzędu 10^{-14} m, natomiast rozmiary atomu są rzędu 10^{-10} m. Oznacza to, że jądro atomowe jest prawie kilkadziesiąt tysięcy razy mniejsze od atomu. Elektron jest cząstką fundamentalną o masie ponad 1000 razy mniejszej niż masy nukleonów (masa elektronu wynosi $0,911 \cdot 10^{-30}$ kg). Oznacza to, że pomimo swoich małych rozmiarów, jądro atomowe skupia ponad 99% masy atomu. Tak duża kompresja masy wynika z olbrzymiej gęstości materii jądrowej. Więcej na temat budowy jądra atomowego możesz przeczytać w e-materiale „Jak definiujemy jądro atomowe?”.



Rys. 4. Wgląd w strukturę atomu litu-7. Zacieniowany obszar przedstawia atom, w którego środku znajduje się jądro zbudowane z trzech protonów (czerwone kulki) i czterech neutronów (niebieskie kulki). Jądro zostało celowo powiększone - przy zachowaniu skali nie byłoby widoczne.

Atomy o tej samej liczbie protonów w jądrze, zachowują się identycznie pod względem chemicznym. Obserwacja ta stanowi podstawę definicji pierwiastka chemicznego oraz sposobu uszeregowania substancji chemicznych w Układzie Okresowym Pierwiastków. W ogólności możemy powiedzieć, że dany **pierwiastek chemiczny** oznacza zbiór wszystkich atomów o identycznej liczbie protonów w jądrze. Atomy tego samego pierwiastka, różniące się między sobą liczbą neutronów w jądrach nazywamy **izotopami**. Obecnie (stan na rok 2019) znamy 118 pierwiastków. Najlżejszym pierwiastkiem jest wodór o symbolu H. Natomiast najcięższym znanym pierwiastkiem jest oganesson o symbolu Og, w którego jądrze atomowym znajduje się aż 118 protonów. Więcej na temat pierwiastków i ich izotopów możesz przeczytać w e-materiale „Skład izotopowy pierwiastków”.

Atomy różnych pierwiastków mogą łączyć się ze sobą. Grupy atomów utrzymywane razem dzięki wiązaniom chemicznym nazywamy cząsteczkami. Na Rys. 5. pokazano schematyczny wygląd cząsteczki wody, składającej się z dwóch atomów wodoru (H) oraz jednego atomu tlenu (O). Na kolejnych poziomach złożoności, coraz większa liczba cząsteczek i atomów łączy się ze sobą, tworząc coraz bardziej skomplikowane struktury i związki.



Rys. 5. Schematyczny wygląd cząsteczki wody.

Z czego więc składa się materia? Wszystko, co nas otacza, składa się z atomów, a każdy atom składa się z jądra i otaczającej go chmury elektronowej. W jądrze atomowym znajdują się protony i neutrony, które z kolei zbudowane są z kwarków dolnego i górnego. Otaczająca nas materia ma bardzo złożoną strukturę, jednak na najbardziej podstawowym poziomie wszystko, co widzimy, składa się zaledwie z trzech cząstek fundamentalnych: elektronu i dwóch kwarków, górnego i dolnego.

Słowniczek

kwarki

cząstki elementarne uważane za fundamentalne, tzn. niedające się podzielić na mniejsze elementy, obdarzone ułamkowym ładunkiem elektrycznym.

1 fm

czyt. femtometr, jednostka długości równa 10^{-15} m.

nukleony

składniki jąder atomowych, wspólna nazwa dla protonów i neutronów.

pierwiastek chemiczny

zbiór wszystkich atomów o identycznej liczbie protonów w jądrze.

izotopy

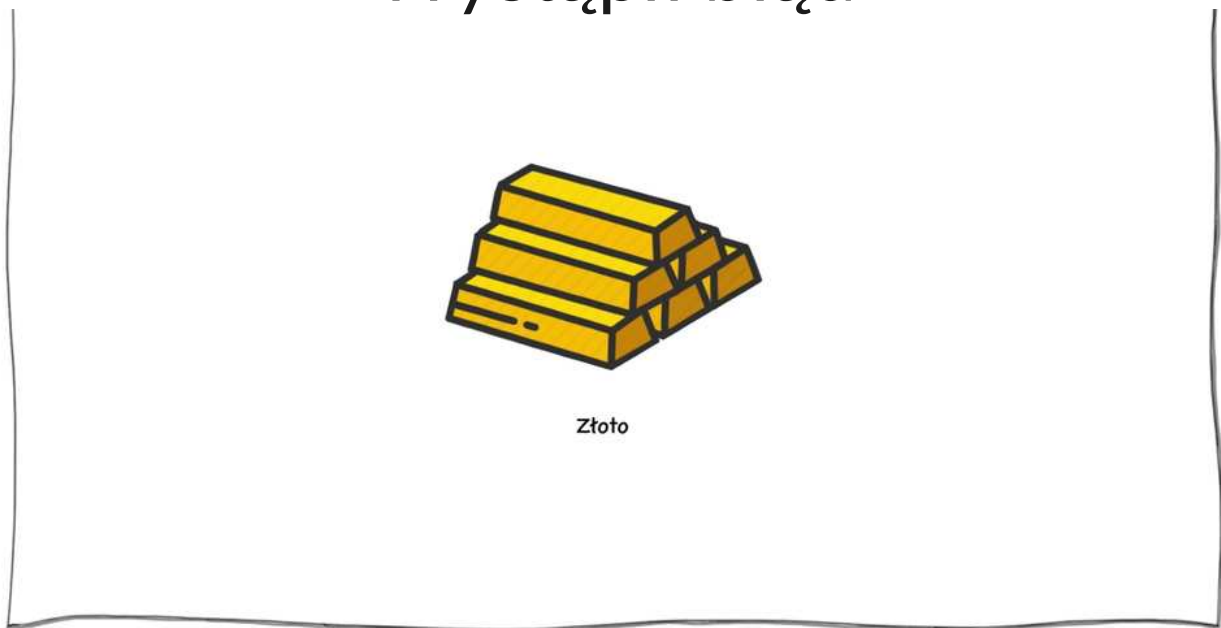
atomy tego samego pierwiastka różniące się między sobą liczbą neutronów w jądrach atomowych.

Film samouczek

Z czego składa się materia?

Film pokazuje, jak na podstawie właściwości fizycznych danego pierwiastka oszacować rozmiary jego atomów.

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RHkZ49XCspyFZ>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Promień van der Waalsa, czyli odległość najdalszych elektronów od jądra atomowego, dla atomu złota wynosi $1,66 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Oblicz objętość zajmowaną przez atom złota. Wynik podaj w cm^3 , z dokładnością do 2 cyfr znaczących. Załóż, że atom ma kształt sferyczny.

Polecenie 2

Gęstość wapnia wynosi $1,55 \text{ g/cm}^3$, a jego masa molowa to 40 g/mol . Oblicz rozmiar atomu wapnia. Załóż, że atomy w metalu ciasno do siebie przylegają, a każdy z nich zajmuje objętość sześciennego pudełka o boku a . Przyjmij, że liczba Avogadro wynosi $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Cap
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Z czego składa się materia?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy
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>7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach.</p> <p>XI. Fizyka jądrowa. Uczeń:</p> <p>1) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron do opisu składu materii; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej.</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</p> <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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. rozróżnia, jakich rozmiarów są cząsteczki, atomy i nukleony, 2. stosuje w obliczeniach liczbę Avogadro i masę molową, 3. potrafi oszacować rozmiar atomu.
Strategie nauczania:	blended-learning
Metody nauczania:	wykład informacyjny, rozwiązywanie zadań rachunkowych
Formy zajęć:	praca indywidualna, praca w parach
Środki dydaktyczne:	rzutnik lub ekran do wyświetlania multimedium
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel angażuje uczniów, pytając, czy wiedzą, z czego składa się otaczająca nas materia i jakie rozmiary mają cząsteczki, atomy, nukleony itd. Nauczyciel zbiera i porządkuje pomysły uczniów.</p> <p>Nauczyciel przypomina lub wprowadza jednostki i pojęcia stosowane w fizyce atomowej, takie jak mol, liczba Avogadro, masa molowa, czy promień van der Waalsa.</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Nauczyciel prosi uczniów o obliczenie, ile cząsteczek wody znajduje się w jednym litrze (zadanie 4 z zestawu ćwiczeń). Następnie, razem z uczniami ogląda film z multimedium o wyznaczaniu rozmiarów atomu złota. Po filmie uczniowie szacują rozmiary atomu wapnia (zadanie 2 z zestawu ćwiczeń aktywizujących do multimedium).</p> <p>Nauczyciel prosi uczniów o wyznaczenie objętości zajmowanej przez cząsteczkę wody (zadanie 8 zestawu ćwiczeń). Nauczyciel wprowadza atomową jednostkę masy i prosi uczniów o obliczenie masy cząsteczki wody (zadanie 7 z zestawu ćwiczeń).</p> <p>Nauczyciel omawia budowę atomu i przypomina masy protonu, neutronu i elektronu. Uczniowie zastanawiają się, jaki procent masy atomu stanowi masa jego jądra. Następnie nauczyciel prosi uczniów o obliczenie promienia jądra aluminium (zadanie 3 z zestawu ćwiczeń) i promieni kilku innych jąder. Nauczyciel porównuje rozmiary jąder atomowych z podanymi i obliczonymi wcześniej rozmiarami cząsteczek i atomów. Uczniowie obliczają objętości wybranych jąder. Nauczyciel omawia budowę jądra atomowego i różnice występujące pomiędzy różnymi izotopami tego samego pierwiastka (masa, gęstości itd.).</p>	
Faza podsumowująca:	

Nauczyciel zapisuje na tablicy rozmiary typowych cząsteczek i atomów oraz rozmiary nukleonów. Następnie wprowadza pojęcia cząstek fundamentalnych oraz kwarków i omawia strukturę protonu i neutronu. Na koniec razem z uczniami rozwiązuje zadanie 1 z zestawu ćwiczeń dotyczące składu kwarkowego nukleonów. Nauczyciel komentuje ułamkowe ładunki kwarków i zwraca uwagę uczniów, że kwarki nie występują swobodnie.

Praca domowa:

W ramach powtórzenia i utrwalenia wiadomości uczniowie rozwiązują zadania: 2, 5 i 6 z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Multimedium może być wykorzystane przez uczniów do powtórzenia i utrwalenia wiadomości.