

Z okazji Światowego Roku Fizyki uczniowie klasy drugiej Publicznego Liceum Ogólnokształcącego Nr VI w Opolu przygotowali swoim kolegom z klas trzecich lekcję fizyki na scenie. 35-minutowe przedstawienie odbyło się 25 marca 2005 roku. Opowiada ono o historii rozwoju myśli atomistycznej w fizyce od najdawniejszych czasów do obecnego stanu wiedzy na temat cząstek elementarnych*. Przedstawiono starszym kolegom Model Standardowy cząstek elementarnych metodą „symulacji ludzkiej” zamiast komputerowej. Uczyniono to z nadzieją, że nasi koledzy będą życzliwie wspominali jedną z ostatnich lekcji fizyki, ofiarowaną im zamiast kwiatka – na pożegnanie.

KOSMICZNA CEBULA

Scenariusz

Osoby : Narrator
Lektor I
Lektor II
Demokryt
Platon
Newton
Rutherford
atomy Platona
cząstki elementarne

Narrator: Czy obieraliście kiedyś cebulę. Pod jedną warstwą jest następna. Zdejmujecie i jest kolejna. To bardzo pouczające zajęcie, tylko łyżeczką. Ludzie od dawna traktują Wszechświat jak cebulę. Zdejmują kolejne warstwy i szukają następnych. Ciągłe im się wydaje, że dotarli już do rdzenia, że to już koniec zdejmowania zewnętrznych warstw, ale przyroda ciągle sprawia niespodzianki.

Spróbujmy prześledzić jak przebiegało obieranie kosmicznej cebuli. Prosimy nie płakać!

(Wchodzą : Lektor I, Lektor II, Demokryt i Platon . Demokryt i Platon ubrani w białe szaty stoją na cokołach.)

Lektor I. Zaczniemy od Starożytności wspominając tylko najważniejszych.

Demokryt żył w latach 460 - 370 p.n.e. , ponoć uczeń Leukippa .Stworzył system filozoficzny opierający się na pojęciu atomu. Atom uważał za niepodzielną cząstkę materii.

(Demokryt schodzi z cokołu)

Demokryt: Atomy są wieczne i niezmiennie . Inną , bezcielesną formą bytu jest próżnia i to właśnie w próżni znajdują się atomy będące w ciągłym ruchu.

Atomy różnią się między sobą wielkością, kształtem i kolorem. Przyczyną zmian zachodzących w przyrodzie jest ruch atomów.. Ruchem atomów rządzą ścisłe prawa .

(Demokryt wraca na cokół)

Lektor I. W teorii Demokryta nie było miejsca na przypadek

Lektor II . Epikur, który żył w latach 341-270 p.n.e. przejął poglądy Demokryta dotyczące budowy materii. Uzupełnił teorię o zasadę ruchów spontanicznych. Przypisał atomom możliwość wykonywania ruchów przypadkowych, aby ocalić koncepcję wolnej woli człowieka, która była podstawą jego filozofii.

Lektor I.

Koncepcje atomistyczne Demokryta budziły sprzeciw wielu greckich filozofów. Sprzeciwiał się im Ateńczyk Platon żyjący w latach 427- 347 p.n.e. Platon uważał, że istnieją atomy ognia ,powietrza ,wody i ziemi.

(Na scenę wchodzi ogień , woda . powietrze, ziemia w czasie wymieniania przez Lektora I. Ogień ubrany na czerwono z płonąca świecą. Woda ubrana na niebiesko ze szklanym naczyniem z wodą.

Powietrze ubrane na białą z nadmuchanym balonem. Ziemia ubrana na brązowo z babką z piasku na tacy.)

(*Platon schodzi z cokołu*)

Platon : Atomy różnią się kształtem, który można odgadnąć kierując się rozumem. Są to bryły foremne czworościan , sześciokąt , ośmiościan i dwudziestościan . Atomom ognia odpowiada czworościan, bo jest najbardziej ostry. Jest jeszcze jeden rodzaj atomów, którym odpowiada dwunastościan foremny, ograniczony pięciokątami foremnymi , są to atomy eteru, z którego zbudowane są ciała niebieskie.

(*Platon wraca na cokół*)

Lektor II . Uczeń Platona , Arystoteles , żył w latach 384- 322 p.n.e. Arystoteles podobnie jak jego mistrz uważał, że przez odpowiednie zmieszanie czterech żywiołów ognia, powietrza , wody i ziemi można otrzymać każdą substancję w podksiężycowej części Kosmosu.

Lektor I . Każdemu ciału przysługuje właściwe miejsce w Kosmosie.

Ciała zbudowane z ziemi znajdują się najniżej. Najwyżej znajdują się ciała zawierające dużo ognia.

(*Ogień, woda, powietrze i ziemia ustawiają się zgodnie z opisem .*)

Lektor I . Próżnia nie istnieje i nie może istnieć.

Lektor II . System Arystotelesa przetrwał dwa tysiące lat. Ostatecznie został odrzucony w XVII wieku.

(*Schodzą ze sceny : Demokryt, Platon, ogień, woda, powietrze i ziemia.*)

Tym, który odważył się zaatakować naukę Arystotelesa był Pierre Gassendi. Wystąpił on z ostrą krytyką Arystotelesa. Jak twierdził ,jałowe spekulacje tej teorii uniemożliwiają dalszy rozwój nauki.

Lektor I . Gassendi poglądy na budowę materii przejął od Epikura. Odrzucił tylko teorię ruchów przypadkowych. Zmarł w 1655 roku. Nie pozostawił wprawdzie istotnego dorobku naukowego, ale stworzył klimat do dalszego rozwoju nauk przyrodniczych.

Lektor II . A co wielki Izaak Newton sądził o atomach ?

(*Wchodzi Newton*)

Newton : "" Wydaje się prawdopodobne, że Bóg na początku ukształtował materię w postaci litych, masywnych, twardych i nieprzenikliwych cząstek

Żadna zwykła siła nie jest zdolna podzielić tego, czemu sam Bóg nadał jedność w akcie stworzenia. ""

(*Newton wychodzi*)

Lektor I . Tym, którzy wykorzystali koncepcję atomów byli : w fizyce Daniel Bernoulli i w chemii John Dalton.

Lektor II . W 1827 roku zostają odkryte chaotyczne ruchy drobin pyłku kwiatowego w wodzie, na cześć odkrywcy nazwane ruchami Browna. Ich naturę wyjaśniono dopiero w 1905 roku. Zrobili to niezależnie Albert Einstein i Marian Smoluchowski.

Lektor I . Zaczyna się długi poczet fizyków atomistów. Spotkacie w nim dobrze znane z lekcji fizyki nazwiska: Maxwell, Mendelejew, Boltzman, Roentgen, Becquerel ,Pierre Curie, Maria Skłodowska - Curie, J.J. Thomson.

Lektor II . Zatrzymajmy się przy Thomsonie. To Joseph John Thomson zdjął kolejną warstwę kosmicznej cebuli odkrywając w 1897 roku cząstkę stanowiącą uniwersalny składnik materii. Nazwano ją elektronem. A więc atomy pierwiastków przestały być niepodzielne. Atom musi zawierać elektrony. Jest więc złożony. Thomson wyobrażał sobie atom jako dodatnio naładowaną kulę, w której umieszczone są elektrony. Model ten nazwał " ciasto z rodzynkami ".

(*Przez scenę przechodzi kelnerka niosąca babkę z rodzynekami.*)

Lektor I . Do obierania kosmicznej cebuli przyłącza się Ernest Rutherford. Skorzystał z odkrytego wcześniej zjawiska promieniotwórczości . Jak chyba pamiętacie dokonali tego Becquerel i małżeństwo Maria i Piotr Curie.

Rutherford odkrywa jądro atomowe. Doświadczenie polegało na bombardowaniu cienkiej blaszki złota cząstkami α . Oddajmy głos samemu profesorowi.

(*Wchodzi Rutherford*)

Rutherford " Pamiętam teraz, że dwa lub trzy dni później Geiger przyszedł do mnie bardzo podniecony i powiedział - Udało się nam dostać cząstki α rozproszone do tyłu. Była to z pewnością najbardziej niewiarygodna rzecz, która wydarzyła mi się w życiu. Było to tak samo niewiarygodne jak gdyby 15- calowy pocisk, który wystrzeliliście w kierunku kawałka bibułki, wrócił z powrotem i was trafił. "

(*Rutherford pozostaje na scenie, może usiąść na krześle*)

Lektor II. W 1911 roku Rutherford przedstawia atom w postaci niewielkiego, dodatnio naładowanego jądra otoczonego elektronami. Ponieważ przypomina to budowę Układu Słonecznego model otrzymuje nazwę modelu planetarnego.

Lektor I. Model ten modernizują kolejni fizycy. Przypomnieć wypada przede wszystkim Nielsa Bohra. Był on znanym piłkarzem, co zjednywało mu początkowo większą popularność niż jego sukcesy w fizyce.

Lektor II. Czas na kolejną odsłonę.

Jądro atomowe okazało się podzielne. Składa się z dwóch rodzajów cząstek: protonów i neutronów.

Cząstki te mają prawie jednakową masę. Protony mają ładunek elektryczny dodatni, neutrony są elektrycznie obojętne.

Lektor I. Pierwszą sztuczną reakcję jądrową przeprowadził Rutherford w 1919r. Jądra atomu azotu naświetlał cząstkami α . Zaobserwował nowe promieniowanie. Składało się ono z rozprędzonych cząstek dodatnich o masie atomu wodoru. Cząstki te nazwano protonami. Proton znaczy po grecku pierwszy, główny, pierwotny. Nie wiadomo kto zaproponował nazwę, ale to właśnie Rutherford zwrócił się o jej zatwierdzenie.

Lektor II. Jądro azotu pochłaniało cząstkę α , wysyłało proton i zmieniało się w jądro tlenu. Spełniły się marzenia alchemików.

Lektor I. W 1920 roku Rutherford postawił hipotezę o istnieniu cząstek elektrycznie obojętnych o masie zbliżonej do protonu. Nazwał je neutronami. Zapomniano o tej hipotezie.

(*Rutherford schodzi ze sceny*)

Lektor II. Dopiero w 1932 roku wrócił do niej James Chadwick. Istnienie neutronów potwierdził własnymi badaniami.

Lektor I. W tym samym roku Carl Anderson znalazł cząstkę, która miała taką samą masę jak elektron, a ładunek dodatni. Nazwano tę cząstkę pozytonem. Jej istnienie przewidział Paul Dirac w 1928 roku. Postawił on hipotezę, że każda cząstka powinna mieć swoją antycząstkę.

Lektor II. Może zaistnieć spontaniczna reakcja przemiany neutronu w proton. Tej reakcji towarzyszy emisja elektronu i jeszcze jednej cząstki. Ta cząstka niesie energię, nie ma ładunku elektrycznego i początkowo uważano, że tak jak foton nie ma masy spoczynkowej. Istnienie tej dziwnej cząstki postulował Wolfgang Pauli w 1931 roku. Cząstkę tę nazwano neutrino.

Lektor I. I tak do roku 1935 znanych było sześć cząstek elementarnych. Były to: elektron, pozyton, proton, neutron, neutrino i foton. Świat wydawał się prosty.

Lektor II. W 1935 roku Japoński fizyk Hideki Yukawa wysunął hipotezę istnienia nowej cząstki przenoszącej oddziaływanie pomiędzy nukleonami w jądrze atomowym. Została ona odkryta w promieniowaniu kosmicznym w 1947 roku i nazwana mezonem π .

Lektor I . Zaczęło się polowanie na nowe cząstki. Budowano coraz lepsze akceleratory. Uzyskiwano coraz większe energie i odkrywano nowe cząstki. W 1960 roku znano ich około trzydzieści . Z prostego opisu materii zrobił się wielki chaos. Trzeba to było jakoś uporządkować , pogrupować. Odnaleźć prawidłowości.

Lektor II . Do robienia porządków zabrało się dwóch fizyków, Murray Gell- Mann i Yuval Ne'eman. W latach 1960-61 powtórzyli dla cząstek elementarnych to co zrobił 100 lat wcześniej Mendelejew dla pierwiastków atomowych. I tak jak Mendelejew , potrafili przewidzieć istnienie kolejnej cząstki i określić jej własności.

Lektor I . Uporządkowali cząstki zdolne do oddziaływań silnych ,takich jak pomiędzy nukleonami w jądrze. Takie cząstki noszą nazwę hadrony. Konsekwencją uporządkowania hadronów było zaobserwowanie regularności, które sugerowały, że muszą istnieć bardziej podstawowe formy materii, z których zbudowane są hadrony.

Lektor II . Co więcej wynikało, że te hipotetyczne cząstki muszą mieć ładunek równy $1/3$ i $2/3$ ładunku elektronu. Ładunek elektronu był dotąd traktowany jako ładunek elementarny, a więc przewidywania uważano za absurdalne.

Lektor I . Mimo wszystko Gell- Mann się odważył i w 1964 roku opublikował swoje przypuszczenie , że hadrony zbudowane są z tych nieprawdopodobnych cząstek Nazwał je żartobliwie **kwarki**.

Pomysł nazwy zaczerpnął z powieści Jamesa Joyce'a " Fnnegan's Wake". Jeden z bohaterów we śnie widzi tajemnicze stworzenie, które woła " trzy kwarki dla pana Marka "

Lektor II . W niemieckim źródłosłowie wyrazu quark tkwi znaczenie tego wyrazu, jako czegoś dzikiego nieprawdopodobnego, bezkształtnego.

Lektor I . Odwaga została nagrodzona w 1969 roku nagrodą Nobla. Przyroda okazała się jednak bardziej złożona. Tajemnicze stworzenie powinno było krzyknąć " Sześć kwarków dla pana Marka " Ostatni szósty kwark został odkryty w1995 roku.

Lektor II . Wraz z nazwą kwark wkracza do fizyki cała masa zabawnych określeń. Zamiast mówić, że istnieje sześć różnych kwarków , fizycy określają sześć zapachów kwarków. Same zapachy też noszą wdzięczne nazwy:
(Kwarki wchodzi kolejno tak jak są wymieniane. Lektor wymienia je powoli dając czas na prezentację. Każdy uczeń ma na sobie symbol kwarku, który reprezentuje oraz strój kojarzący się z nazwą. np. .Kwark górny niesie krzesło na które wchodzi, kwark dolny ma niski stołeczek na którym siada. Kwark powabny, to ładna dziewczyna ubrana w kolorowy atrakcyjny sposób. Kwark dziwny ubrany dziwnie. Kwark szczytowy ubrany w garnitur i krawat, pewny siebie. Kwark denny przebrany za włóczęgę.)

- up - górny oznaczany symbolem u
- down - dolny oznaczany symbolem d
- charm - powabny oznaczany symbolem c
- strangeness - dziwny oznaczany symbolem s
- top - szczytowy oznaczany symbolem t
- bottom - denny oznaczany symbolem b

Lektor I . Kwarki posiadają ładunek elektryczny , który jest mniejszy od ładunku elementarnego. Kwarki: górny, powabny i szczytowy mają ładunek dodatni równy $2/3$ ładunku elementarnego.

(Wymienione kwarki kłaniają się.)

Kwarki : dolny, dziwny, denny mają ładunek ujemny równy $1/3$ ładunku elementarnego.

(Wymienione kwarki kłaniają się.)

Lektor II . Oprócz ładunku elektrycznego kwarki mają również właściwość , którą fizycy nazwali kolorem. Każdy zapach kwarku może występować w trzech kolorach.

(Każdy kwark otrzymuje trzy czapeczki. U nas były to "chińskie kapturki ")

Nazwano je umownie żółty , czerwony i niebieski.

(Kwarki kolejno nakładają czapeczki w odpowiednich kolorach.)

Lektor I . Każdy kwark ma swoją antycząstkę. Antykwark ma ładunek elektryczny przeciwnego znaku i ujemny antykolor.

Lektor II . Kolory oddziałują na siebie podobnie jak ładunki elektryczne. Kolory przeciwne np. czerwony i antyczerwony przyciągają się . Kolory jednakowe odpychają się. Różne kolory np. niebieski i żółty przyciągają się tylko mniej intensywnie niż kolory przeciwne.

Lektor I . Dzięki tym oddziaływaniom kwarki mogą tworzyć cząstki ciężkie - hadrony. Hadrony dzielą się na dwie grupy. Z kwarku i antykwarku o kolorach przeciwnych powstają cząstki zwane mezonami. Mezony π o których mówiliśmy składają się z kwarków i antykwarków u oraz d. Cząstka złożona z kwarku i antykwarku o kolorach przeciwnych jest pozbawiona koloru.

Lektor II . Inna grupa hadronów to bariony. Każdy barion to układ trzech kwarków o różnych kolorach. Trzy kolory się znoszą i cząstka nie wykazuje koloru. Dozwolone są tylko takie połączenia kwarków , które w sumie tracą kolor. Fizycy mówią, że kolor musi być w takiej grupie uwięziony. Znane wam bariony to nukleony, czyli składniki jądra atomowego.

Lektor I . Proton składa się z dwóch kwarków górnych i jednego dolnego.

(Kwarki demonstrują budowę protonu używając czapeczek.)

Neutron tworzą dwa kwarki dolne i jeden górny.

(Kwarki demonstrują budowę neutronu używając czapeczek.)

„Pamiętajmy kolor musi być uwięziony , a więc każdy z kwarków tworzących cząstkę musi mieć inny kolor.

Lektor II . Teoria sił działających pomiędzy kwarkami nosi nazwę chromodynamiki kwantowej. Kolor jest tym dla chromodynamiki czym ładunek elektryczny dla elektrodynamiki. W elektrodynamice kwantowej fotony , które nie mają masy spoczynkowej , są nośnikami sił elektromagnetycznych. W chromodynamice kwantowej nośnikami sił pomiędzy obiektami mającymi kolor są bezmasowe cząstki zwane gluonami.

Lektor I . Fotony są elektrycznie obojętne i nie oddziałują ze sobą. Gluony zaś niosą kolor i mogą ze sobą oddziaływać. Kwark może zmienić kolor emitując gluon, niosący różnicę kolorów.

O tym wszystkim możecie się dowiedzieć jeżeli zechcecie studiować fizykę.

Lektor II . Podsumujmy jak dzisiaj wygląda ostatnia odkryta warstwa kosmicznej cebuli. Oto tak zwany Model Standardowy.

Najbardziej podstawowe elementy z których składa się nasz Wszechświat można dziś podzielić na trzy grupy : LEPTONY, KWARKI, BOZONY.

(Pojawiają się plansze z nazwami.)

Leptony i kwarki można podzielić na trzy generacje. Do każdej generacji należą dwa leptony i dwa kwarki.

(Na scenie pojawiają się oprócz kwarków wszystkie wymieniane cząsteczki. Każda cząsteczka oznaczona jest odpowiednim symbolem. Cząsteczki ustawiają się pod właściwą planszą w przedstawianej kolejności. Lektor prezentuje cząstki widowni. Każda wymieniona cząstka kłania się. Generacje ustawiają się jedna za drugą.)

Lektor I . Generacja pierwsza

Leptony to: neutrino elektronowe i elektron

Kwarki to ; kwark górny i dolny.

Generacja druga :

Leptony: neutrino mionowe, mion μ

Kwarki : powabny, dziwny

Generacja trzecia :

Leptony : neutrino taonowe, taon

kwarki: szczytowy i denny.

Lektor II . Elektron, mion μ i taon mają jednakowy ładunek elektryczny. Taon ma masę największą a elektron najmniejszą z tych trzech cząstek.

Lektor I . Ostatnia grupa cząstek BOZONY ,to są cząstki przenoszące oddziaływania. Należą do niej : foton, bozony W i Z , gluony. Jak już powiedzieliśmy, oddziaływania elektromagnetyczne przenoszą fotony. Oddziaływania pomiędzy kwarkami to oddziaływania silne. Przenoszą je gluony. Są jeszcze oddziaływania , które działają na zapach . Noszą one nazwę oddziaływań słabych. Bozony W i Z są nośnikami tych oddziaływań.
(Wchodzą kolejno bozony i ustawiają się pod swoją planszą.)

Lektor II . Nie wspomnieliśmy oddziaływań grawitacyjnych, które jako jedyne w przyrodzie są zawsze przyciągające. Fizycy mówią, że być może istnieją cząstki które przenoszą te oddziaływania i nazwali je grawitonami.

Lektor I . Czy to już jest koniec? Czy została już zdjęta ostatnia warstwa kosmicznej cebuli ? Czy istnieją rzeczywiście cząstki elementarne , które nie mają wewnętrznej struktury? Fizyka nie potrafi na to pytanie odpowiedzieć.

Narrator : Zacytuje na koniec słowa odkrywcy elektronu Josepha Johna Thomsona.

"Być może niektórym z Państwa nasuwa się pytanie : czy należy wkraczać do wnętrza elektronu, czy nie byłby to za daleki marsz w głąb materii ? Czy nie warto byłoby gdzieś postawić granicę ? Czar fizyki zawiera się właśnie w tym, że nie istnieją w niej żadne trwałe granice i każde odkrycie nie jest końcem drogi, ale aleją prowadzącą do krainy jeszcze nie zbadanej. Niezależnie od tego, jak długo trwałaby nauka, zawsze będzie ogrom nierozwiązanych problemów. "

Scenariusz opracowała i „przedstawienie” reżyserowała Elżbieta Krawczyk

Przy opracowaniu scenariusza lekcji skorzystano z następujących pozycji literaturowych :

1. Frank Close , Kosmiczna cebula , PWN Warszawa 1988
2. Craig J. Hogan, Mała księga Wielkiego Wybuchu, Prószyński i S- ka ,Warszawa 2003
3. Grzegorz Białkowski, Wiera Oliferuk, Fizyka ,Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego Klasa III, WSiP , Warszawa 1992
4. Anna i Zbigniew Gawryś, Poczёт wielkich fizyków - atomistów, Nasza Księgarnia, Warszawa 1983

*) OD DERAKCJI

W godnej polecenia książce pt „Boska Cząsteczka” noblisty Leona Ledermana i Dicka Teresi (Prószyński i S-ka) autorzy piszą na 350-stronach o tym co w tej 35 minutowej lekcji musiało być „do bólu” skrócone. Uczniowie niewątpliwie mieli frajdę i – jak wiemy – poznali przynajmniej język dotyczący tej części fizyki, na którą w programie przeznaczona się nie więcej niż jedną godzinę lekcyjną.

Gorąco polecamy taki sposób prezentowania fizyki.