

Scenariusz zajęć

Jednostka dydaktyczna: *Fizyka jądrowa, zajęcia przeznaczone dla 16-letnich uczniów.*

Temat: *Modelowanie doświadczenia Rutherforda.*

Kluczowe pojęcia: atom, jądro, proton, elektron, materia, pierwiastek, promieniotwórczość, cząstki α , rozpraszanie.

Materiały: małe kartonowe skrzynki (5-8), różne tajemnicze przedmioty (po jednym w każdej skrzynce i jeden do pokazania), waga elektroniczna, płaski kawałek drewna, duży kawałek sklejk lub plastikowa taca, szklane lub stalowe kulki z łożyska, magnes, latarka, kolorowe kredki, zestaw doświadczalny do symulacji doświadczenia Rutherforda.

Strategia nauczania: Ćwiczenie badawcze - uczeń w centrum (*Student – centered inquiry activity*).

Standardy treści:

- uczniowie będą mogli zrozumieć i prawidłowo stosować następujące pojęcia: atom, jądro, proton, elektron, materia, pierwiastek, promieniotwórczość, cząstki α , rozpraszanie.
- uczniowie zapoznają się z techniką pomiarów pośrednich,
- uczniowie będą modelować doświadczenie Rutherforda z rozpraszaniem cząstek alfa i wyciągną wnioski z tego eksperymentu,
- uczniowie zastosują środki dydaktyczne związane z tematem lekcji, umieszczone na YouTube: <http://www.youtube.com/watch?v=kHaR2rsFNhg&feature=related>.

Uwaga: Standardy edukacyjne mogą być różne w poszczególnych krajach.

Cele nauczania:

- zrozumienie modelu atomu,
- stwierdzenie czy nowe informacje pomagają czy przeszkadzają w rozumieniu modelu i dlaczego,
- współpraca w celu integracji technologii i wykorzystania jej do gromadzenia i przekazywania wyników badań naukowych.

Wprowadzenie:

Fizyka współczesna opiera się głównie na pośrednim określeniu cech fizycznych obiektów. Ćwiczenia wykonane na lekcji pokażą uczniom, że pośrednie ustalenia są ważnymi metodami, które mogą doprowadzić do precyzyjnych pomiarów. Ćwiczenia te mogą być podstawą do wprowadzenia modelu atomu Rutherforda.

W roku 1911 Ernest Rutherford (Ryc. 1) i jego współpracownicy Hans Geiger i Ernest Marsden zmierzli dokładnie rozmiar jądra atomu złota. Jak twoim zdaniem mogli oni to zrobić?



Rys. 1. E. Rutherford
(1871 – 1937).

Doświadczenie 1:

Aby pomóc uczniom w znalezieniu odpowiedzi na to pytanie, przytrzymaj kartonową skrzynkę, w której znajduje się „tajemniczy przedmiot”. Zapytaj uczniów, w jaki sposób nie otwierając skrzynki i nie zaglądając do środka mogą stwierdzić co jest wewnątrz. Uczniowie powinni zaproponować potrząsanie skrzynką, zważenie jej, być może wbicie ołówka lub szpilki, aby podłubać wewnątrz skrzynki, a także umieszczenie w jej pobliżu magnesu czy oświetlenie latarką. Zachęcaj uczniów do wszelkich pomysłów, które pozwolą im ustalić jakąś cechę charakteryzującą obiekt.

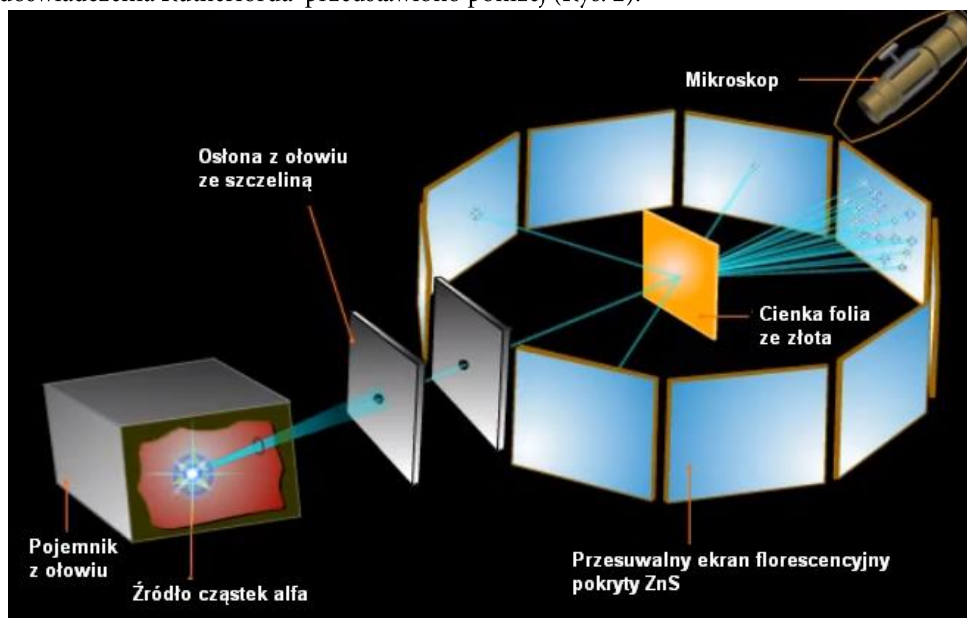
Odkrywanie:

1. Przygotuj wcześniej 5 – 8 “tajemniczych skrzynek”, w których znajduje się zwykły szkolny przedmiot. Ponumeruj skrzyńki i zapisz ich zawartość. Utwórz i wyświetl tabelę z takimi samymi przedmiotami jak te, które są schowane wewnątrz skrzynek. Udostępnij uczniom elektroniczną lub szalkową wagę.
2. Zapytaj uczniów, jak zbadaliby co jest wewnątrz skrzyńki, gdyby nie mogli zobaczyć tego przedmiotu. Jakie zadaliby pytania? Jaki test by zaprojektowali? Przekaż skrzyńki z różnymi tajemniczymi przedmiotami małym grupom uczniów. Poproś ich, aby zapisali swoje obserwacje i wyniki w karcie pracy „Tajemnicza skrzyńka”. Gdy uczniowie zakończą ćwiczenie, podyskutuj z grupą o tym jak pośrednie pomiary i obserwacje pomogły im w identyfikacji ich tajemniczego przedmiotu.

Przejdź do załącznika 1

Wyjaśnienie:

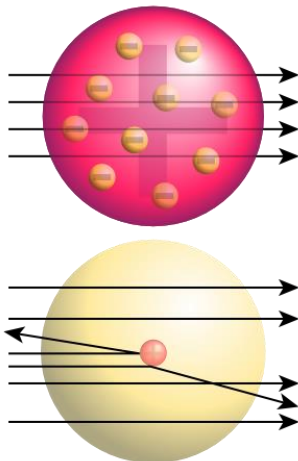
Ernest Rutherford zdawał sobie sprawę z tego, że atomy i ich składniki są o wiele za małe, aby mierzyć je bezpośrednio (tzn. za pomocą linijki lub innego przyrządu pomiarowego). Rutherford i jego współpracownicy zaprojektowali doświadczenie, by pośrednio badać właściwości atomów. Naukowcy wykorzystali cienki kawałek folii ze złota, na którą skierowali cząstki alfa, które były jak małe pociski. Choć nie mogli zobaczyć atomów w folii ze złota wiedzieli, że na podstawie obserwacji toru cząstek alfa po uderzeniu w folię mogą wyciągnąć wnioski co znajduje się wewnątrz atomów złota. Cząstki alfa są bardzo małe, ale ciężkie. Poruszają się szybko, mają dodatni ładunek elektryczny. Cząstki alfa po zderzeniu z atomami złota w folii były rejestrowane za pomocą specjalnego ekranu, który był umieszczony wokół folii. Gdy cząstka alfa uderzała w ekran, obserwowano błysk na ekranie. Układ pomiarowy doświadczenia Rutherforda przedstawiono poniżej (Rys. 2).



Rys. 2. Zestaw pomiarowy doświadczenia Rutherforda.

Wyniki doświadczenia i wnioski:

W czasach gdy było przeprowadzane doświadczenie Rutherforda, fizycy myśleli że atom przypomina “ciasto z rodzynekami” (model of J. J. Thomsona – Rys. 3 Góra); elektrony rozmieszczone równomiernie wewnątrz atomu otoczone dodatkowo naładowanym ciastem równoważącym ich ujemny ładunek. Rutherford uważał, że każda wystrzelona cząstka alfa, przechodząc przez “ciasto” dodatnich i ujemnych ładunków folii ze złota, ulegnie tylko nieznacznemu odchyleniu napotykając inne ładunki dodatnie, uderzy w ekran i pojawi się błysk. Zgodnie z oczekiwaniami większość cząstek alfa przechodziła przez folię bez zmiany kierunku. Zdziwienie wzbudził fakt, że od czasu do czasu jedna z cząstek alfa ulegała odbiciu wstecz! (Rys. 3 Dół). Po tym odkryciu Rutherford zawołał: “To było tak jakbyś wystrzelił 15 - calowy pocisk do kawałka bibułki, a ten pocisk odbił się od bibułki i uderzył w Ciebie!”



Rys. 3. Wyniki doświadczenia Rutherforda.

GÓRA: oczekiwane wyniki: cząstki α przechodzące bez przeszkód przez atom - model "ciasta z rodzynkami".

DÓŁ: obserwowane wyniki: niewielka liczba cząstek ulegała odbiciu, wskazując mały, zgrupowany ładunek dodatni.

Na podstawie powyższych obserwacji Lord Rutherford wyciągnął następujące wnioski:

- Ponieważ większość cząstek α przeszła przez folię ze złota bez żadnego odchylenia, wewnątrz atomu jest dużo pustego miejsca.
- Ponieważ niektóre cząstki α zostały rozproszone pod dużymi kątami (odwrócone), musiały one napotkać dodatnio naładowany obszar, który to spowodował. Ten dodatnio naładowany obszar nazwano jądrem.
- Ponieważ tylko kilka cząstek α uległo odbiciu, wywnioskowano że objętość jądra jest bardzo mała.

Doświadczenie 2:

Twój zespół otrzyma duży kawałek sklejk, pod którą nauczyciel umieści płaski kształt. Zespół ma za zadanie odgadnąć jaki to kształt bez oglądania go kiedykolwiek. Możecie tylko toczyć kulki w kierunku ukrytego przedmiotu i obserwować zmianę kierunku ich ruchu. Zaznaczcie strzałkami kierunek ruchu kulek. Macie pięć minut na prowadzenie "obserwacji" kształtu.

Weźcie kawałek kartki do szkicowania torów kulek, ponieważ toczą się one pod sklejką i odbijają się od przedmiotu. Aby łatwiej zarejestrować różne ślady kulek możecie użyć kolorowych kredek. Przeanalizujcie te informacje, aby określić rzeczywisty kształt przedmiotu. Narysujcie mały obraz każdego analizowanego kształtu w polu poniżej i odpowiedzcie na pytania z Załącznika 2.

Doświadczenie 3:

Poniższy zestaw doświadczalny to model do symulacji doświadczenia Rutherforda (Rys. 4).

Zestaw składa się z analogów: cząstki α , źródła promieniotwórczego i jądra (kulka, "równia" i metalowe "wzgórze"). Przy pomocy tego modelu można symulować rozpraszanie cząstek α na jądrze atomowym (analogia do doświadczenia Rutherforda z rozpraszaniem cząstek α na cienkiej folii ze złota).



Rys. 4. Zestaw do symulacji doświadczenia Rutherforda.

Przejdź do Załącznika 3.

Załącznik 1:

Karta pracy „Tajemnicza skrzynka”

Numer skrzynki: _____

Zadanie

Wewnątrz skrzynki jest ukryty przedmiot. Twoje zadanie polega na tym, aby dowiedzieć się jak najwięcej o tym tajemniczym przedmiocie. Co to za przedmiot? Skąd o tym wiesz?

Pracując z kolegą lub w grupie:

1. Zastanówcie się, jakie pytania można zadać, aby dowiedzieć się więcej o tym przedmiocie. Zapiszcie je poniżej.
2. Jakie testy możecie zaprojektować, by pomóc odpowiedzieć na te pytania? Opiszcie je.
3. Uporządkujcie swoje dane. Uwzględnijcie test, powód przeprowadzenia testu i obserwacje.
4. Jaki przedmiot jest w skrzynce? Wyjaśnijcie jak do tego doszliście, opierając się na zebranych dowodach.



Ocena:

1. Wasze przewidywanie kształtu oparte na powyższych danych i obserwacjach:
 2. W jaki sposób wasz zespół mógłby, opierając się na własnym doświadczeniu, udoskonalić sposób określania kształtu nieznanego przedmiotu?
 3. Czy możecie podać wielkość i kształt przedmiotu?
 4. Która z informacji była dla was najlepszym wskaźnikiem kształtu przedmiotu?
 5. Czy jesteście pewni, że wasze wnioski są prawidłowe?
- Wiele obserwacji naukowych to pomiary pośrednie takie, jak wykonywaliście! Zastosowane podejście jest pod wieloma względami bardzo podobne do podejścia, stosowanego przez naukowców przy badaniu rozmiaru, kształtu i natury cząstek elementarnych, atomów i cząsteczek.
6. Pomyślcie w grupie nad powyższym zdaniem i ustalcie definicję terminu “pomiary pośredni”. Zapiszcie ją tutaj:
 7. Rzeczywisty kształt (po dyskusji klasowej!):

Załącznik 3

Oglądaj kolejne przypadki doświadczenia z zastosowaniem tego zestawu do symulacji i odpowiedz na następujące pytania:

1. Jak zależy kształt toru cząstki alfa po oddziaływaniu z jądrem od wysokości, z której stacza się cząstka alfa (energii cząstki)?
2. Jaki kształt mają tory kulki, która stacza się w pewnej odległości od linii łączącej punkt początkowy z centrum „wzgórza” (jądrem)?
3. Jakie powinno być położenie wyjściowe cząstki alfa, aby po oddziaływaniu z jądrem cząstka alfa zawróciła pod kątem 180 stopni?
4. W jaki sposób ten zestaw do modelowania symuluje rzeczywiste doświadczenie Rutherforda? Czy możesz zaproponować udoskonalenie tego modelu?

Bibliografia:

Film edukacyjny o doświadczeniu Rutherforda:

<http://www.youtube.com/watch?v=kHaR2rsFNhg&feature=related>

http://en.wikipedia.org/wiki/Geiger-Marsden_experiment

Scenariusz zajęć został napisany przez Józefinę Turlo i Dawida Basaka przy wsparciu Komisji Europejskiej (projekt nr 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) i Polskiego Stowarzyszenia Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych. Publikacja odzwierciedla jedynie poglądy autorów i Komisja Europejska nie może być odpowiedzialna za jakiegokolwiek wykorzystanie oparte na informacjach w niej zawartych.