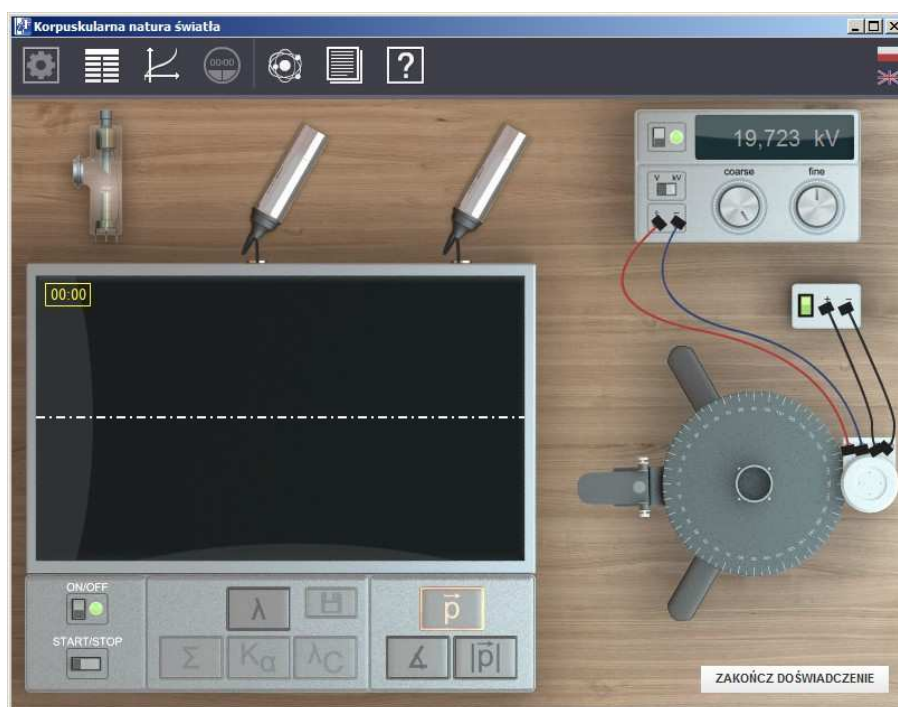




Podręcznik metodyczny dla nauczycieli

Korpuskularna natura światła i materii



1 Korpuskularna natura światła

Podręcznik, który Państwu przedstawiamy, zawiera propozycje ćwiczeń, jakie można wykonać przy użyciu e-doświadczenia „Korpuskularna natura światła”. Staraliśmy się tak dobrać ćwiczenia, aby jak najpełniej pokazywały możliwości narzędzia. Listę ćwiczeń należy zatem uważać za otwartą i możliwą do rozszerzania wedle potrzeb, być może zgodnie z sugestiami samych uczniów.

Niniejsze e-doświadczenie poświęcone zostało zagadnieniom związanym z fizyką współczesną, a w szczególności korpuskularną naturą światła. Za jego pomocą będziemy mogli poznać budowę i zasadę działania lampy rentgenowskiej i fotokomórki, obserwować jak powstaje promieniowanie rentgenowskie, jego widmo ciągłe i charakterystyczne oraz od jakich parametrów zależą jego właściwości. Wykorzystując promieniowanie rentgenowskie będziemy mieli okazję badać efekt Comptona, a także obserwować na poziomie atomowym na czym on polega. Za pomocą tego e-doświadczenia będziemy mogli budować układy z fotokomórkami w celu badania efektu fotoelektrycznego zewnętrznego, obserwować wewnątrz fotokomórki i mechanizm powstawania fotoprądu na poziomie atomowym oraz badać od jakich parametrów on zależy.

2 Promieniowanie rentgenowskie

Ćwiczenie 1 Bezpieczeństwo

Cel ćwiczenia: Uczeń pozna procedury bezpieczeństwa pracy z lampą rentgenowską, jako generatorem promieniowania jonizującego.

- ✓ Z menu „Narzędzia”, z zakładki „Promieniowanie rentgenowskie” wybierz zasilacz lampy, generator wysokiego napięcia, detektor, osłonę i dowolną lampę rentgenowską.
- ✓ Podłącz lampę rentgenowską do zasilacza i generatora wysokiego napięcia korzystając z widocznych podświetleń.
- ✓ Włącz zasilacz lampy.
- ✓ Spróbuj włączyć generator wysokiego napięcia.

Zastanów się Dlaczego nie możesz włączyć generatora wysokiego napięcia?

- ✓ Załóż teraz obudowę na lampę rentgenowską. Czy możesz włączyć generator wysokiego napięcia?
- ✓ Po włączeniu generatora spróbuj zdjąć obudowę z lampy rentgenowskiej, czy możesz to zrobić?
- ✓ Włącz teraz detektor promieniowania. W lewym górnym rogu okna głównego pojawia się pewien symbol. Czy znasz ten znak ostrzegawczy?

Uwaga! Promieniowanie rentgenowskie, jako promieniowanie jonizujące jest w dużych dawkach niebezpieczne dla zdrowia, a nawet życia ludzkiego. Znak ostrzegawczy, który widzisz to ostrzeżenie właśnie przed promieniowaniem jonizującym. Zapamiętaj ten znak i bądź ostrożny wszędzie tam, gdzie go zobaczysz.

Ćwiczenie 2 Widmo ciągłe promieniowania rentgenowskiego

Cel ćwiczenia: Uczeń pozna mechanizm powstawania widma ciągłego promieniowania rentgenowskiego.

- ✓ Z menu „Narzędzia”, z zakładki „Promieniowanie rentgenowskie” wybierz zasilacz lampy, generator wysokiego napięcia, detek-

tor, osłonę i dowolną lampę rentgenowską.

- ✓ Podłącz lampę rentgenowską do zasilacza i generatora wysokiego napięcia korzystając z widocznych podświetleń.
- ✓ Załóż osłonę na lampę rentgenowską.
- ✓ Włącz zasilacz lampy, generator wysokiego napięcia oraz detektor.
- ✓ Na generatorze wysokiego napięcia ustaw napięcie równe np. 3kV.

Zastanów się Co widzisz na ekranie detektora?

- ✓ Możesz również zobaczyć jak działa lampa rentgenowska. W tym celu kliknij na fragment lampy rentgenowskiej, który nie został przykryty osłoną.
- ✓ W dolnej części schematu wnętrza lampy rentgenowskiej widoczna jest katoda w postaci żarzącego się drucika, z którego wylatują elektrony.
- ✓ Elektrony są przyspieszane w przestrzeni pomiędzy elektrodami i posiadając dużą energię kinetyczną bombardują powierzchnię anody.
- ✓ Na schemacie widoczne są również fotony emitowane z anody, które symbolicznie oznaczono za pomocą kuleczki i falki, mających symbolizować ich dwojaką naturę - korpuskularną i falową.
- ✓ Jeżeli chcesz zobaczyć co dzieje się z elektronem po wnikięciu do anody, kliknij na nią.
- ✓ Anoda jako ciało stałe, zbudowana jest z atomów tworzących sieć krystaliczną (atomy ułożone są w uporządkowany sposób).
- ✓ W animacji widzisz jeden z tych atomów, przez który przelatuje jeden z elektronów uwolnionych wcześniej z katody i przyspieszonych w przestrzeni między elektrodami.
- ✓ Jak pamiętasz, elektrony są ujemnie naładowane zatem wzajemnie się odpychają.
- ✓ Elektron, przelatujący pomiędzy elektronami znajdującymi się na powłokach elektronowych w atomie, oddziałuje z nimi, przez co jego prędkość maleje, różnica energii jest wypromieniowywana w postaci fotonów.

Uwaga! Pamiętaj, że musi być spełniona zasada zachowania energii.

- ✓ Emitowane promieniowanie nazywamy promieniowaniem hamowania.
- ✓ Wyemitowane fotony są analizowane przez detektor, na którego ekranie widzisz tzw. widmo ciągłe promieniowania rentgenowskiego.
- ✓ Ćwiczenie powtórz dla kilku dostępnych lamp rentgenowskich.

Jakie widzisz różnice na wykresie?

Ćwiczenie 3

Widmo charakterystyczne promieniowania rentgenowskiego

Cel ćwiczenia: Uczeń pozna mechanizm powstawania widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego.

- ✓ Z menu „Narzędzia”, z zakładki „Promieniowanie rentgenowskie” wybierz zasilacz lampy, generator wysokiego napięcia, detektor, osłonę i dowolną lampę rentgenowską.
- ✓ Podłącz lampę rentgenowską do zasilacza i generatora wysokiego napięcia korzystając z widocznych podświetleń.
- ✓ Załóż osłonę na lampę rentgenowską.
- ✓ Włącz zasilacz lampy, generator wysokiego napięcia oraz detektor.
- ✓ Na generatorze wysokiego napięcia ustaw napięcie równe np. 30kV.

Zastanów się Co teraz widzisz na ekranie detektora?

- ✓ Możesz również zobaczyć jak działa lampa rentgenowska. W tym celu kliknij na fragment lampy rentgenowskiej, który nie został przykryty osłoną.
- ✓ W dolnej części schematu wnętrza lampy rentgenowskiej widoczna jest katoda w postaci żarzącego się drucika, z którego wylatują elektrony.
- ✓ Elektrony są przyspieszane w przestrzeni pomiędzy elektrodami i posiadając dużą energię kinetyczną bombardują powierzchnię anody.
- ✓ Na schemacie widoczne są również fotony emitowane z anody, które symbolicznie oznaczono za pomocą kuleczki i falki, mających symbolizować ich dwojaką naturę - korpuskularną i falową.
- ✓ Jeżeli chcesz zobaczyć co dzieje się z elektronem po wnikięciu do anody, kliknij na nią.
- ✓ W odróżnieniu od poprzedniego przypadku, wnikające w strukturę krystaliczną (w atomy) elektrony mają odpowiednio większą energię kinetyczną, ponieważ na generatorze ustawione jest dużo wyższe napięcie.
- ✓ W animacji, jak poprzednio, widzisz elektron wnikający w chmurę elektronową, który traci swoją energię w wyniku oddziaływania ze związanymi elektronami, ale również jest zdolny do wy-

bicia jednego z elektronów i zjonizowania atomu.

- ✓ Taka sytuacja jest niekorzystna energetycznie dla atomu, a w powstałą dziurę szybko przechodzi elektron z wyższej powłoki.
- ✓ W wyniku tego przejścia wypromieniowywany jest foton o charakterystycznej energii - K_{α} , gdy przejście nastąpi z najbliższej powłoki i K_{β} , gdy z kolejnej.
- ✓ Dalej następuje sekwencja przejść, w trakcie których wypromieniowywane są kolejne fotony.

Uwaga! Pamiętaj, że musi być spełniona zasada zachowania energii.

- ✓ Wyemitowane fotony są analizowane przez detektor, na którego ekranie widzisz tzw. widmo ciągłe promieniowania rentgenowskiego oraz wyraźnie widoczne piki, które tworzą tzw. widmo charakterystyczne promieniowania rentgenowskiego.
- ✓ Ćwiczenie powtórz dla kilku dostępnych lamp rentgenowskich. Jakie widzisz różnice na wykresie?

Ćwiczenie 4 Napięcie graniczne

Cel ćwiczenia: Uczeń zbada napięcie graniczne, potrzebne do otrzymania widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego.

- ✓ Z menu „Narzędzia”, z zakładki „Promieniowanie rentgenowskie” wybierz zasilacz lampy, generator wysokiego napięcia, detektor, osłonę i dowolną lampę rentgenowską.
- ✓ Podłącz lampę rentgenowską do zasilacza i generatora wysokiego napięcia korzystając z widocznych podświetleń.
- ✓ Załóż osłonę na lampę rentgenowską.
- ✓ Włącz zasilacz lampy, generator wysokiego napięcia oraz detektor.
- ✓ Na generatorze wysokiego napięcia ustaw napięcie równe np. 2kV i obserwuj ekran detektora.
- ✓ Zwiększaj stopniowo wysokie napięcie, np. o 1 kV i obserwuj jak zmienia się wykres na ekranie detektora.
- ✓ Spróbuj znaleźć napięcie graniczne, przy którym pojawia się widmo charakterystyczne.
- ✓ Sprawdź w Tablicach fizycznych, czy dla wybranej lampy rentgenowskiej otrzymałeś poprawny wynik.
- ✓ Ćwiczenie powtórz dla kilku dostępnych lamp rentgenowskich.



Gdańsk 2013