

10.1. Papierowe cekiny

Cel: demonstracja oddziaływania pomiędzy naładowaną rurką i papierowymi cekinami.

Środki dydaktyczne:

- rurka z tworzywa sztucznego,
- małe papierowe cekiny o jednakowych rozmiarach przygotowane np. za pomocą dziurkacza,
- "futerko" – z sierści, wełny, włókien sztucznych, jedwabiu itd.



Fot. 10.1. Pomoce dydaktyczne potrzebne do wykonania doświadczenia.

Wykonanie:

1. Rozsyp małe papierowe cekiny na stole (Fot. 10.1.), a następnie pocieraj "futerkiem" rurkę z tworzywa sztucznego. W ten sposób rurka zostanie naładowana. Czy w tym doświadczeniu ładuje się również futerko?
2. Naładowaną rurkę zbliż do cekinów leżących na stole i zaobserwuj co się z nimi dzieje. Obracaj wolno rurkę i podnieś ją wyżej.



Fot. 10.2. Cekiny "przykleiły się" do naładowanej rurki.

3. Obserwuj i wyjaśnij, jak zachowują się cekiny na naładowanej rurce. Czy wszystkie spoczywają cały czas na jej powierzchni?

Wyjaśnienie:

1. Pocierając rurkę z tworzywa sztucznego "futerkiem" elektryzuje się zarówno rurka jak i "futerko". Elektrony z "futerka" przemieściły się na rurkę i w tym przypadku rurka naładowała się ujemnie, a "futerko" dodatnio. Można to sprawdzić, gdy umieści się "futerko" na płycie elektroskopu (Fot. 10.3.). W naszym doświadczeniu napięcie wskazywane przez elektroskop wynosiło ok. 4 kV. Znak ładunku na "futerku" jest przeciwny do ładunku znajdującego się na rurce. Rurka i "futerko" naładowane są różnoimiennie.



Fot. 10.3. Naładowane "futerko" na płycie elektroskopu.

2. Na początku doświadczenia naładowaną (ujemnie) rurkę zbliżamy do małych papierowych cekinów i obserwujemy, że cekiny ją "oblepiają". Nie musimy dotykać rurką papierków, lecz wystarczy, że zbliżymy ją do cekinów. W izolatorach, jak papier, ładunki elektryczne nie mogą przepływać. Zewnętrzne pole elektryczne może jednak wymuszać niewielkie przesunięcia ładunków (elektronów) w pojedynczych cząsteczkach (np. celulozy) lub nawet w atomach: mówimy o zjawisku polaryzacji ładunków. Polaryzacja może też zachodzić wskutek wymuszonej orientacji cząsteczek, będących *dipolami*, jak np. cząsteczka wody (na tej zasadzie działa ogrzewanie potraw w kuchence mikrofalowej). Polaryzacja przez przesunięcie ładunków lub orientację cząsteczek powoduje, że w naszym doświadczeniu ładunki ujemne są nieco dalej a dodatnie nieco bliżej rurki. Z tego powodu, zgodnie z prawem Coulomba, cekiny są przyciągane przez (wypadkową) siłę elektrostatyczną, pochodzącą od naładowanej rurki.

3. Gdy ładunki ujemne przejdą z naładowanej rurki na papierowe cekiny, wówczas te naładują się również ujemnie i będą one odpychane przez rurkę. W trakcie doświadczenia obserwuje się po pewnym czasie "odskakiwanie" papierków od rurki; szczególnie efektowne jest to, gdy są jakby "podrzucane" do góry, ponieważ są one odpychane od rurki za pomocą siły elektrostatycznej. Można obserwować piękne trajektorie ruchu cekinów w polu grawitacyjnym i polu elektrycznym (i nie są to parabole! Obliczenie trajektorii wymagałoby modelowania numerycznego.)

Uwagi metodologiczne:

1. W metalach przepływają elektrony, w półprzewodnikach mogą przepływać również tzw. "dziury" (choć jest to przepływ "braku" elektronu), w gazach i cieczech jony (w gazach głównie jony dodatnie). Powody, dla których większość tworzyw sztucznych elektryzuje się ujemnie, jest nadal przedmiotem badań naukowych
2. Doświadczenia z elektrostatyki najlepiej demonstrować zimą, kiedy wilgotność (absolutna) powietrza jest najmniejsza.
3. Małe papierowe cekiny można przygotować za pomocą dziurkacza (mają wtedy jednakowe rozmiary i można np. przeliczyć, ile z nich zostało przez rurkę zebranych).

Doświadczenie można zobaczyć pod adresem: http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/443