

KONKURS: „FIZYCZNE ŚCIEŻKI” - POKAZ ZJAWISKA FIZYCZNEGO „ŻARÓWKA A'LA EDISWAN”.

W mojej pracy chciałabym przyjrzeć się wynalazkowi, który miał ogromne znaczenie dla rozwoju świata w postępującej erze elektryczności - żarówce. Jest to przedmiot, który zrewolucjonizował nasze domy. Nie możemy się bez niego obejść! Świece czy lampy naftowe odeszły do lamusa. Tracąc światło płynące z żarówki czujemy już teraz dziwne uczucie niepokoju i braku bezpieczeństwa - a to przecież tylko „zwykła” żarówka!

Autorstwo wynalazku przypisuje się Thomasowi Alva Edisonowi, ale to nie on jako pierwszy nad nim pracował. Żarówkę, w której początkowo świecił drucik platynowy w 1802r. wykonał Anglik Humphry Davy. Jednak nie była ona wystarczająco trwała. Żarnik z platyny szybko ulegał przepaleniu. Następnie w 1878r. opatentowano w Wielkiej Brytanii pierwszą udaną żarówkę, w której żarnik stanowiło włókno węglowe zamknięte w bańce, w której panowała próżnia. Dzięki temu żarnik świecił jaśniej i nie przepalał się od razu. Udało się to Josephowi Swanowi. Rok po nim, bo w 1879r. opatentowanie żarówki - tym razem w USA udało się właśnie Thomasowi Alva Edisonowi.

W 1890r. zastosowano w żarówce po raz pierwszy drucik wolframowy, a dokonał tego Aleksander Łodygin. Natomiast w XX w. - 1913r. - Amerykanie użyli wolframowej spirali, a bańkę wypełniono mieszaniną argonu i azotu. Dzisiejsze żarówki są skonstruowane dokładnie w taki sam sposób.

Wolframowy drucik jest podgrzewany przepływającym przez niego prądem elektrycznym. Skrętka pod wpływem temperatury emituje energię, której część pojawia się w postaci promieniowania widzialnego. Wolfram przy podnoszeniu temperatury zaczyna parować i osadza się on w chłodniejszych rejonach bańki. Przyjmuje postać cienkiej powłoki na jej wewnętrznej stronie. Z czasem zmniejsza się przez to ilość emitowanego światła. Skrętka staje się coraz cieńsza, a w końcu całkowicie się przepala. Tempo parowania staje się mniejsze, gdy ciśnienie wokół wzrasta. Bańka ma wytrzymałość, którą ogranicza ciśnienie około 1 atmosfery i dlatego większość żarówek napełnia się gazem (np. mieszaniną argonu i azotu) o takim właśnie ciśnieniu.

Chciałabym sprawdzić sposób i zasadę działania żarówki skonstruowanej i opracowanej przez Swana czy Edisona. Użyję do tego materiałów, które są dostępne w naszych domach oraz w zwykłym sklepie elektrycznym. Wykonam właśnie taką uproszczoną, można powiedzieć, pierwotną wersję naszej nie-zwykłej żarówki i spróbuję wyjaśnić zachodzące w niej przemiany.

DOŚWIADCZENIE - BUDOWA ŻARÓWKI

POTRZEBNE MATERIAŁY:

- dwa przewody elektryczne (drut miedziany w izolacji)
- dwa krokodylki
- grafit - 0,5 mm - do ołówka automatycznego
- duży słoć
- mniejszy stoik lub naczynie czy przedmiot (imitujący wspornik); przymocujemy do niego druciki, całość umieścimy pod dużym stojem
- taśma izolacyjna lub normalna-biurowa
- narzędzia ułatwiające wykonanie: nożyczki, nożyk do papieru, karton

WYKONANIE ŻARÓWKI:

Na początku z kupionego przewodu odcinam dwa kawałki o długości ok. 1m. Następnie z końcówek przewodów usuwam izolację za pomocą nożyka. Na jednym z końców każdego przewodu umieszczam krokodylki.

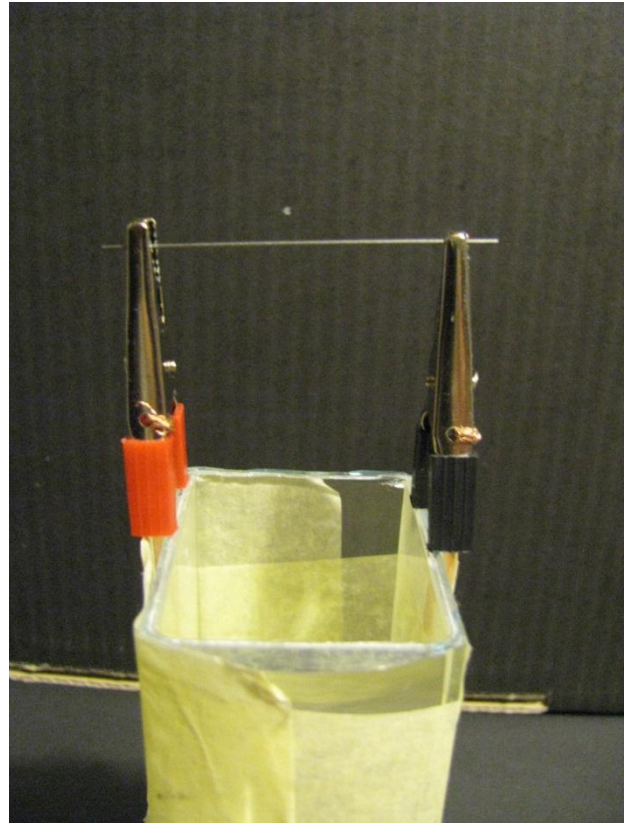
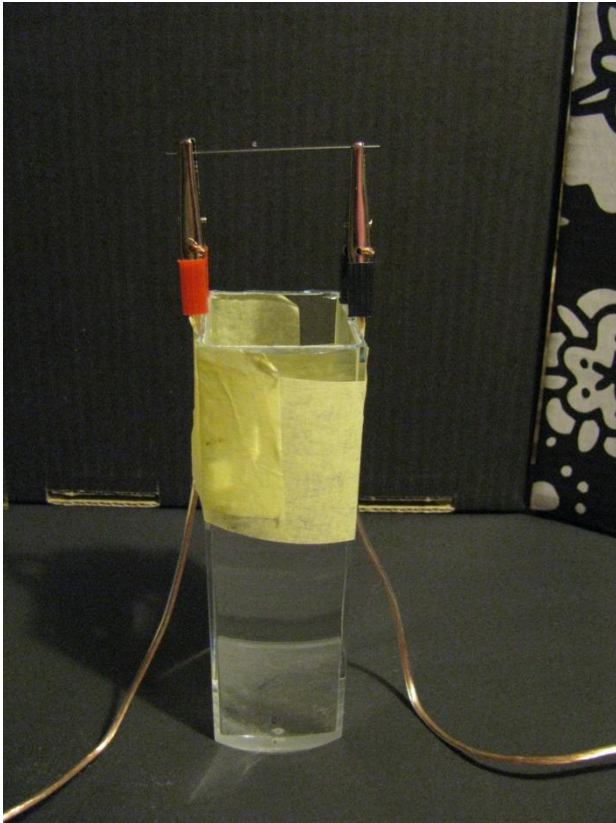
Teraz na mniejszym pojemniku, który posłuży mi za wspornik żarówki, przymocowuję po przeciwnych brzegach naczynka druty - tą stroną, na której znajdują się krokodylki. Umieszczam je w taki sposób, aby móc potem swobodnie złapać grafit i przyklejam je taśmą.

Następnie mocuję baterie. Należy je połączyć szeregowo, oczywiście biegunami dodatnimi z biegunami ujemnymi, a w celu zapewnienia im ciągłej styczności ze sobą i umożliwienia przepływu prądu, umieszczam je w tubie. Wykonałam ją z kartonu i ciasno ścisnęłam, po czym obwinęłam taśmą - dzięki temu baterie nie będą się przemieszczać i rozłączać podczas doświadczenia.

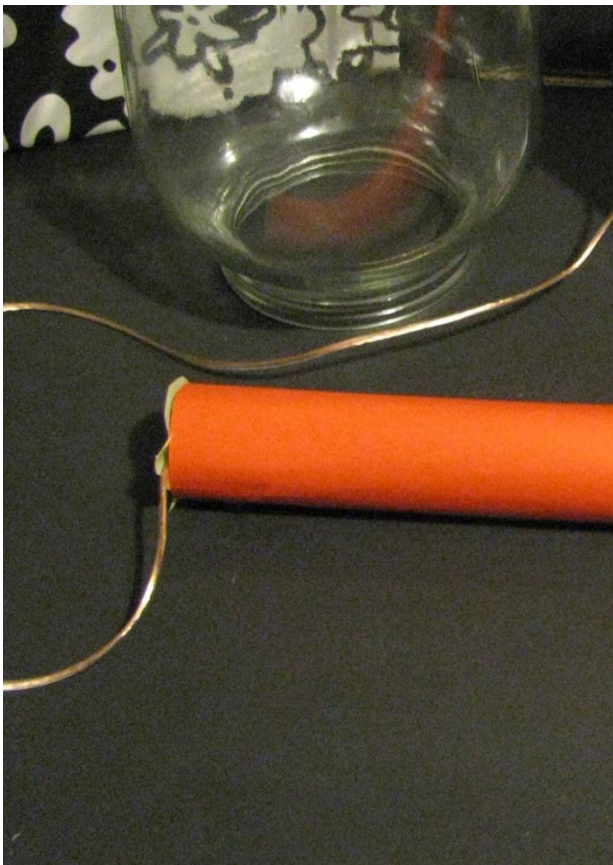


Na zdjęciu: wykonany wspornik z przewodami oraz tuba z bateriami, a także słoć, który posłuży za bańkę żarówki.

Umieszczam teraz grafitowy pręcik (rysik) między krokodylkami; łapię go nimi.



Na wspornik z umieszczonym już grafitowym żarnikiem nakładam duży słój. Przed słojem kładę tubę z bateriami. Koniec jednego z przewodów z usuniętą izolacją, który połączony jest z grafitem, przyklejam z jednej strony tuby do baterii.



Żarówka jest gotowa. Teraz wystarczy tylko dotknąć drugiego końca tuby - ostatniej baterii w niej - końcem drugiego przewodu, prowadzącego do grafitu i obserwować, co się będzie działo.

Doświadczenie można obejrzeć w dołączonym do pracy filmie.

OBSERWACJE:

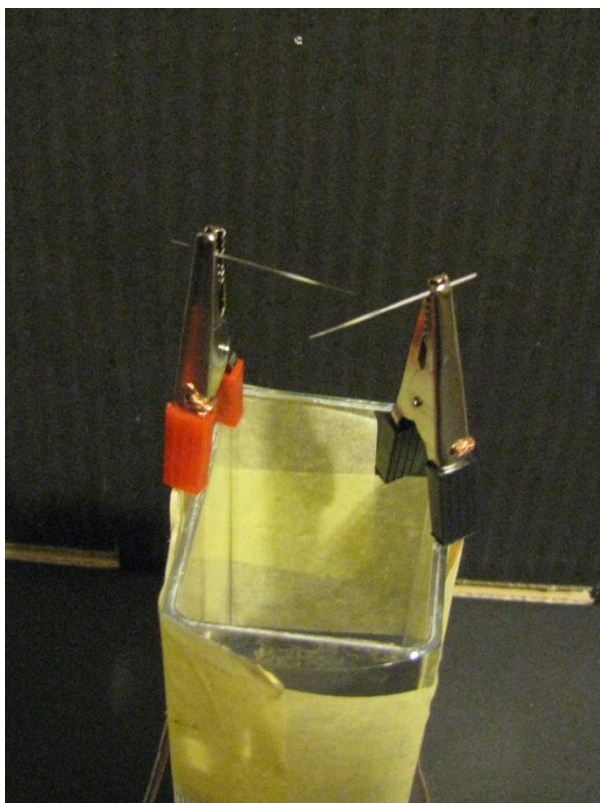
Po podłączeniu grafitu do źródła prądu zaczyna się on intensywnie dymić. Następnie rozżarza się, zaczyna się palić i świecić. W bardzo szybkim tempie jego światło staje się mocniejsze i jaśniejsze. Ciągłe wydobywa się dym. Wraz z nabieraniem jaśniejszego światła, dymu jest coraz więcej.

Wszystko przebiega w bardzo szybkim tempie. O świetle, którym świeci grafit można powiedzieć, że jest na początku żółte - utrzymuje się przez pewien czas, po czym w miarę nabierania większej jasności - przechodzi w światło białe. To zjawisko staje się również coraz mocniejsze, towarzyszy mu możliwa do zauważenia wręcz błękitna tona, po czym w momencie kulminacyjnym odznaczającym się największą jasnością - grafit pęka.

Żarówka natychmiast przestaje świecić.



Na zdjęciu: Zmiany w jasności światła, które daje grafit.



Na zdjęciach: grafit po zakończonym doświadczeniu.

BHP doświadczenia: Nie występują większe zagrożenia. Przed temperaturą krokodylków i grafitu oraz jego końcowym pęknięciem zabezpiecza nas słoik.

WYJAŚNIENIE ZJAWISKA:

Prąd elektryczny z jednego końca baterii przepływa do drugiego końca baterii. Po drodze napotyka on na grafitowy pręcik.

Grafit, mimo że jest odmianą alotropową węgla, który jak wiadomo jest niemetalem, jest dobrym przewodnikiem prądu i ciepła. Wynika to z jego budowy wewnętrznej. W graficie atomy węgla ułożone są w płaszczyznach, które przypominają plastry miodu. Każda z nich składa się z sześciokątnych pierścieni o wspólnych bokach. Każdy atom C wchodzi w skład trzech sześciopięciokątnych pierścieni, a w każdym z nich znajduje się 6 elektronów pochodzących od atomów węgla tworzących pierścienie, gdyż jak wiadomo, węgiel posiada 4 elektrony walencyjne - tworząc wiązania kowalencyjne z 3 innymi atomami węgla - pozostaje jeden „wolny” elektron od każdego atomu C. Te „niewykorzystane” elektrony, to elektrony swobodne, które będą nośnikami ładunku elektrycznego. W ten sposób, dzięki grafitowi tworzy się nam obwód zamknięty, w którym cały czas będzie płynął prąd.

Po przyłożeniu napięcia do przewodnika, wytwarza się pole elektryczne, które działa na elektrony, uporządkowuje ich ruch oraz zmienia rozkład ich prędkości. Jednak, gdy elektrony zaczynają się poruszać i przemieszczać „niosąc” ładunek elektryczny - przepływa prąd - grafit zaczyna stawiać opór. To właśnie dzięki rezystancji grafitu zaczyna on świecić. Im lepszy opór - tym lepsze światło naszej żarówki.

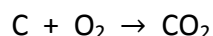
Zależy nam na oporze, więc warto spróbować tutaj zauważyć, jakie warunki powinny być spełnione, by go uzyskać. Wystarczy powiedzieć, że grafit jest materiałem spełniającym prawo Ohma. Prawo Ohma pokazuje nam, że opór jest współczynnikiem proporcjonalności napięcia do natężenia. Im większe będzie napięcie, tym większy będzie opór, który pozwoli na mocniejsze światło żarówki. Wyjaśnia to połączenie szeregowo baterii. Dzięki temu otrzymujemy większe napięcie - można powiedzieć - składowe wszystkich baterii, gdyż sumujemy w ten sposób napięcie każdej z nich. W połączeniu równoległym - otrzymalibyśmy większe natężenie, opór byłby mniejszy.

Z jeszcze jednego wzoru na opór - $R = \rho \frac{l}{S}$ - wynika, że im dłuższy i cieńszy pręcik, tym większy opór. Również można to wykorzystać, stosując jak najcieńszy grafit.

Dlaczego opór jest dla nas tak ważny? Elektrycy chcą „przebić się” przez rysik stawiający opór muszą wykorzystać swoją energię i stracić jej część. Od tego momentu można zauważyć w naszym zjawisku wiele przemian energii - zasadę zachowania energii. Energia kinetyczna poruszających się w obwodzie elektronów to energia prądu elektrycznego. Natrafiają na opór, można powiedzieć, że nie dość, że poruszają się poprzez przepływ, to przecież drżą - poruszają się względem siebie przekazując i wytwarzając energię. Zachodzi tu przemiana energii prądu elektrycznego w energię wewnętrzną, a tę przemianę z kolei opisuje prawo Joule'a. Wytwarzane jest również ciepło, a drżenie cząsteczek to także wzrost temperatury grafitu. Tracona więc przez elektrony energia oddawana jest do otoczenia w postaci energii termicznej (cieplnej). Pobudzone atomy wysyłają ją w postaci fali elektromagnetycznej - promieniowania o różnej długości i częstotliwości fal. Emitowane są również fale o częstotliwości promieniowania widzialnego. Dlatego widzimy świecący grafit.

Rozgrzewany przewodnik zaczyna oddawać coraz większą ilość energii przez co świeci jaśniejszym światłem.

Nie zapominajmy również o tym, że grafit w końcu pęka - po prostu spala się poprzez działanie na niego prądem elektrycznym i wytwarzaną temperaturą. Jak wiadomo przy reakcji spalania wydziela się energia i światło (co zgadza się z moimi wcześniejszymi rozważaniami). Reakcja ta dobrze tłumaczy pojawienie się dymu:



W słoiku znajduje się tlen, a grafit to węgiel, zachodzi tu więc prosta reakcja, która pokazuje, że wydobywającym się dymem jest dwutlenek węgla. W końcu grafit spala się i w ostatnim momencie pęka. Następuje przerwanie obwodu elektrycznego, więc żarówka gaśnie.

Skoro to „Żarówka a'la Ediswan”, a jak wiadomo ich żarówki zostały opatentowane i świeciły o wiele dłużej niż ta moja - to dlaczego zbudowana z podobnych materiałów żarówka gaśnie tak szybko? Należy pamiętać o pewnym szczególe, którym jest właśnie tlen. W ich żarówkach tlen wypompowywano, przez co zapobiegano szybkiemu przepaleniu się i spalaniu żarnika.

Myślę, że w dość ciekawy sposób cofnęłam się, oczywiście za pomocą nieco uproszczonej konstrukcji i środków, do czasów Swana i Edisona.

Poznanie szczegółów wynalazku, jakim jest żarówka było wspaniałym i ciekawym doświadczeniem. Zjawiska, które zachodzą w tak codziennym przedmiocie mogą być naprawdę interesujące. Myślę też, że nikt z nas nie zastanawia się pisząc ołówkiem z grafitowym wkładem, nad tym - ile tajemnic może on w sobie kryć.

Mam nadzieję, że każdy kto zobaczy tę żarówkę, bądź sam ją zbuduje czy chociaż zapozna się ze zjawiskami, które w niej zachodzą, zobaczy, że fizyka towarzyszy nam na każdym kroku. Liczę na to, że każdy z nas kiedyś wysnuje podobny wniosek, jaki mi się udało odkryć przy tworzeniu konstrukcji tej żarówki - nawet to, co zwykłe, może być niezwykle - wystarczy tylko chcieć to odkryć!

autor: Marta Lampasiak ; e-mail: martalampasiak23@gmail.com

opiekun: Pani Krzysztofa Olejnik-Boczoń ; e-mail: krzysia_83@tlen.pl

**szkoła: Liceum Ogólnokształcące im. Powstańców Śląskich
w Bystrzycy Kłodzkiej**

adres: ul. Sempołowskiej 13

57-500 Bystrzyca Kłodzka

tel. : 74 644 28 40

e-mail: lo_bkl@poczta.onet.pl

Bibliografia:

1. Historia wynalezienia żarówki - akapit 2 i 3 :

http://wyborcza.pl/piatekekstra/1,133646,14373330,Cieslinski_zabiera_Kopernika_na_wakacje__Zrob_sobie.html

2. Działanie współczesnej żarówki - akapit 4:

<http://www.swiatlo.tak.pl/oswietlenie/zarowka-budowa-zasada-dzialania.php>