

Symulowanie zorzy polarnej w szkole: instrukcja budowy

Tłumaczenie Jolanta Karpińska

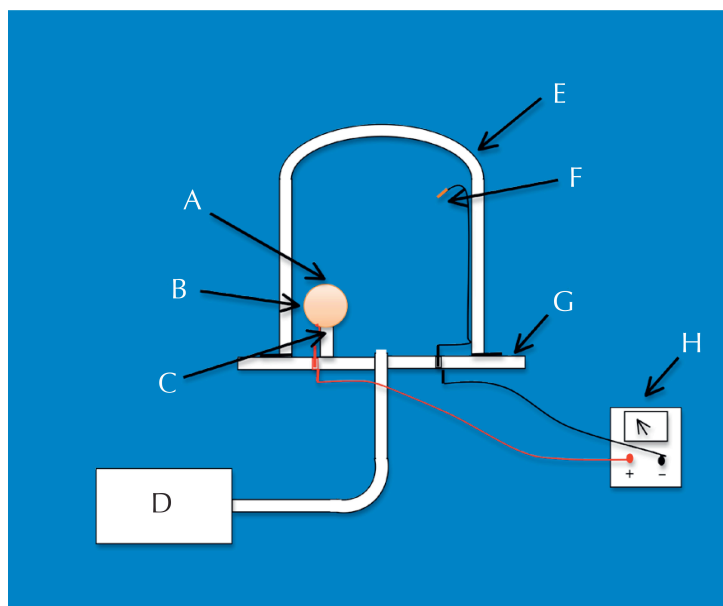
W przypadku większości szkół budowa urządzenia będzie wymagała niewielkiej inwestycji, ponieważ większość, a nawet wszystkie wymagane materiały są powszechnie dostępne w szkolnych laboratoriach (tabela 1). Budowa powinna zająć około 1-10 godzin, w zależności od stopnia przygotowania.

Materiały

Ryc. 1 przedstawia układ doświadczalny w ćwiczeniu 1, tabela 2 przedstawia modyfikacje dla poszczególnych ćwiczeń. Podstawowe materiały:

- Namagnesowana kula przedstawiająca Ziemię, Słońce lub inną gwiazdę (ryc. 1B)
- Druga elektroda (prosty drut lub inna magnetyczna kula, ryc. 1F)
- Płyta próżniowa z gniaздkami elektrycznymi (ryc. 1G)
- Komora próżniowa (ryc. 1E)
- Pompa próżniowa (ryc. 1D)
- Zasilacz wysokiego napięcia (ryc. 1H).

Tabela 1 przedstawia pełną listę materiałów i cen.



Rys. 1: Układ doświadczalny w ćwiczeniu 1. W komorze próżniowej (E), kula (B) znajduje się na plastikowej podstawie. Magnes został umieszczony wewnątrz kuli - pierwsza elektroda, podczas gdy druga elektroda (F) została zawieszona w górnej części komory próżniowej. A: biegun północny magnesu; C: biegun południowy magnesu; D: pompa próżniowa; G: płyta próżniowa; H: zasilacz wysokiego napięcia.

Zdjęcie dzięki uprzejmości Philippe Jeanjacquot

Kula sama w sobie nie musi być magnetyczna, ale powinna być pusta, tak aby można było umieścić wewnątrz niej magnes. Powinna również przewodzić prąd elektryczny. W ćwiczeniu

Materiał uzupełniający do:

Jeanjacquot P, Lilensten J (2013) Wiatr słoneczny: symulacja zorzy polarnej w szkole. *Science in School* 26. www.scienceinschool.org/2013/issue26/aurorae/polish

3 i 4, druga kula będzie reprezentować Słońce. Powinna ona być większa i wyposażona w mocniejszy magnes.

Na przykład:

- Bąbka choinkowa pokryta farbą przewodzącą prąd elektryczny (10 € bąbka, 30 € farba)
Jest to najprostsza i najtańsza opcja.
- Pusta kula z mosiądzu (koszt waha się)
- Pusta kula mosiężna wykonana na miarę (ok. 300€).

Jako elektrody w ćwiczeniu 1-3 można wykorzystać gwóźdź przewodzący elektryczność (np. z żeliwa lub mosiądzu) lub koniec jednego z zasilających przewodów.

Pompa próżniowa i komora próżniowa zostaną wykorzystane do odtworzenia rozrzedzonego powietrza z górnych warstw atmosfery. Aby zobaczyć imponujące zorze polarne, musisz osiągnąć ciśnienie niższe niż 10 Pa. Wymaga to dobrej pompy próżniowej.

Należy użyć zasilacz o napięciu 0-6 kV i natężeniu 3,5 mA prądu elektrycznego. 800V i kilka mA są wystarczające aby wykonać eksperyment.

Część	Cena za sztukę (€)	Komentarze
Główna pompa próżniowa	500	
Komora próżniowa (ok. 30 l objętości)	200	
Płyta próżniowa wyposażona w gniazdko elektryczne oraz kable do podłączenia zasilania	200	
Zasilacz (800 V, 3 mA)	300	
Jedna lub dwie kule	10-300 (patrz różne opcje, poniżej)	W ćwiczeniach 1-3 potrzebna jest jedna kula, w ćwiczeniu 4 dwie.
Jeden lub dwa silne, trwałe i niewielkie magnesy, które zmieszczą się wewnątrz kuli	5	W przypadku gdy kula nie jest magnetyczna: ćwiczenia 1-3 wymagają jeden magnes, ćwiczenie 4 wymaga dwóch.
Jedna lub dwie podstawy: użyliśmy plastikowe lejki kuchenne z odciętą rurą	5	Ćwiczenia 1-3 wymagają jednej podstawy, ćwiczenie 4 wymaga dwóch.
Dwa kable elektryczne do przymocowania elektrod do płyty próżniowej	5	
Plastyczna masa klejąca wielokrotnego użytku (np. Blu-Tack ®) lub taśma	5	

Materiał uzupełniający do:

Jeanjacquot P, Lilensten J (2013) Wiatr słoneczny: symulacja zorzy polarnej w szkole.
Science in School 26. www.scienceinschool.org/2013/issue26/aurorae/polish

klejąca		
Farba przewodząca prąd elektryczny (opcjonalne)	30	Wymagane tylko w przypadku gdy kula wykonana jest z tworzywa niemetalicznego (np. bąbka choinkowa)

Tabela 1: Potrzebne materiały. Przybliżone ceny podane są na podstawie materiałów pochodzących z Francji.

Postępowanie

W ćwiczeniu 1 postępuj zgodnie z instrukcją. W przypadku ćwiczeń 2-4 skorzystaj z tabeli 2.

Uwaga dotycząca bezpieczeństwa: Przed rozpoczęciem sprawdzić, czy izolacja przewodów elektrycznych jest nieuszkodzona. Jest to ważne zarówno ze względów bezpieczeństwa jak i w celu uzyskania dobrych wyników.

1. Jeśli nie korzystasz z kuli magnetycznej wykonanej na miarę należy ją namagnesować. Za pomocą plastycznej masy klejącej (np. Blu Tack) przymocuj magnes do jej wnętrza.
2. Zwróć uwagę na orientację magnesu.
3. Aby utworzyć podstawę dla kuli należy odciąć rurkę od plastikowego lejka.
4. Umieść podstawę na płycie próżniowej.
5. Umieść kulę na plastikowej podstawie, z biegunem północnym znajdującym się najwyżej.
6. Za pomocą dwóch przewodów elektrycznych podłączyć płytę próżniową do pozytywnych i negatywnych zacisków zasilacza.
7. Dodatkowy kabel podłącz do dodatniego zacisku płyty próżniowej. Za pomocą taśmy klejącej lub Blu-Tack przymocuj drugi koniec kabla do namagnesowanej kuli. W ćwiczeniu 2-4 skorzystaj z tabeli 2.
8. Ostatni kabel podłącz do ujemnego zacisku płyty próżniowej, a następnie za pomocą taśmy klejącej lub Blu-Tack podłącz przewód do wewnętrznej ściany komory próżniowej (po przeciwnej stronie od namagnesowanej kuli), tak aby jeden koniec był skierowany w dół (patrz ryc. 1). Skorzystaj z tabeli 2 w przypadku ćwiczeń 2-4 (np. druga kula z magnesem).
9. Włącz zasilanie i pompe próżniową. Gdy ciśnienie jest wystarczająco niskie (po 5-15 minutach) pojawi się zorza polarna.

Aby uzyskać najlepszy efekt zorzy polarnej należy zasłonić zasłony i zgasić światło.

Ćwiczenie	Anoda	Katoda	Komentarz
1) Symulacja zorzy polarnej i pasa Van Allena	Namagnesowana kula (Ziemia)	Elektroda (Sun)	
2) Demonstracja siły Lorentza	Elektroda	Namagnesowana kula (gwiazda)	Anoda nie reprezentuje żadnego konkretnego ciała astronomicznego.

Materiał uzupełniający do:

Jeanjacquot P, Lilensten J (2013) Wiatr słoneczny: symulacja zorzy polarnej w szkole. *Science in School* 26. www.scienceinschool.org/2013/issue26/aurorae/polish

3) Tworzenie zorzy polarnej na Słońcu	Elektroda	Silnie namagnesowana kula (Słońce)	Ponownie, anoda nie reprezentuje konkretnego ciała astronomicznego.
4) Jednoczesne modelowanie Słońca i Ziemi	Kula magnetyczna (Ziemia)	Silnie namagnesowana kula (Słońce)	

Tabela 2: Ustawienie w ćwiczeniach 1-4

Dostawcy

Poniżej podano przykłady dostawców dla niektórych części.

Silne i trwałe magnesy można zamówić od Supermagnete: www.supermagnete.fr

Zasilacze i farbę przewodzącą prąd elektryczny można zamówić od Conrad: www.conrad.fr
(numery produktów: 085192-62 i 813893-62)

Komory próżniowe, płyty próżniowe i pompy próżniowe można zamówić od Jeulin: www.jeulin.fr (numery katalogowe 71301584, 25104684 i 70106284)

Materiał uzupełniający do:

Jeanjacquot P, Lilensten J (2013) Wiatr słoneczny: symulacja zorzy polarnej w szkole.
Science in School **26**. www.scienceinschool.org/2013/issue26/aurorae/polish