

## WIRUJĄCE PRĄDY

### Potrzebujesz:

- magnesy (najlepsze będą silne magnesy neodymowe, takie srebrne, ale jeśli takich nie masz, to możesz też wziąć magnesy ferrytowe, to takie o prawie grafitowej barwie),
- nić lub cienki sznurek,
- kilka garnków lub patelni (z różnych materiałów, ale nie ze stali magnetycznej, najlepiej z aluminium i z miedzi),
- kilka książek i czasopism,
- puszka aluminiowa po napoju,
- może się przydać gwóźdź lub śruba,
- opcjonalnie: rurka miedziana (np. taka wodociągowa) lub aluminiowa o takiej średnicy, by twój magnes swobodnie się w niej poruszał (ale nie miał też za dużo swobody) lub gruby profil miedziany lub aluminiowy.

Przeprowadzimy 3 doświadczenia, z których to ostatnie wymaga rurki miedzianej – jest więc opcjonalne.

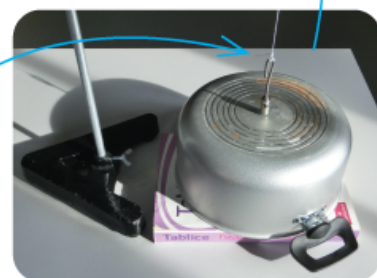
### Doświadczenie 1

1. Umocuj magnes na nici/sznurku, możesz posłużyć się śrubą lub gwóździem – spójrz na zdjęcie.
2. Zrób **wahadło** – umocuj drugi koniec nici do wiszącej szafki, blatu stołu, lampy biurkowej itp.

Wahadło powinno mieć ponad pół metra długości, a pod wiszącym na nici magnesem (między magnesem a podłogą lub stołem poniżej) powinno być 20 cm przestrzeni w pionie (jeśli masz wysokie garnki to więcej – muszą się mieścić).

3. Rozbujaj wahadło i sprawdź, jak szybko **traci** energię (a niestety traci, mamy bowiem opory powietrza i nie tylko).
4. Umieść pod wahadłem garnek lub patelnię, denkiem do góry. Powierzchnia denka musi być pozioma, więc jeśli przeszkadzają ci w tym uchwyty garnka lub rączka patelni to połóż garnek/patelnię na książce o odpowiednim rozmiarze – spójrz na zdjęcie.
5. Podłóż pod książkę jeszcze kilka innych książek lub lepiej czasopism, tak by powierzchnia garnka znajdowała się zaledwie kilka milimetrów poniżej magnesu (spójrz na zdjęcie). Do precyzyjnego dopasowania możesz użyć nawet kartoników lub kartek A4. Im bliżej będzie miał magnes do garnka, tym lepiej, choć powinien być między nimi co najmniej jeden milimetr przerwy. By mieć pewność, że magnes nie dotyka garnka, umieść na garnku pod magnesem kartonik lub kilka kartek i sprawdź, czy można go/je wyciągnąć bez zaburzania magnesu.
6. Wychył wahadło z położenia równowagi o kąt ok. 30 stopni lub mniejszy i sprawdź, jak szybko teraz **wytraci** ono swoją energię.

ZBADAJ  
TO SAM!



7. Zatrzymaj magnes i poczekaj, aż jego śladowe ruchy się uspokoją. Przesuwaj teraz garnek pod magnesem, to w jedną to w drugą. Co się dzieje z magnesem?

### Doświadczenie 2

1. Weź puszkę po napoju i umieść ją poziomo na (najlepiej gładkim) stole lub na (najlepiej gładkiej i równej) podłodze pod twoim wahadłem.

2. Dopasuj długość sznurka, tak by magnes znajdował się tuż nad puszką, ale jej nie dotykał. Możesz ponownie zastosować kartonikową metodę sprawdzania szczeliny między magnesem a puszką z punktu 5. powyżej.

Jeśli nie możesz łatwo zmienić długości sznurka, możesz położyć puszkę na jakiejś dużej i odpowiednio grubej książce o równej i gładkiej okładce (lub na książce i jakiejś innej podstawie – doskonałe są szklane deski do krojenia).

3. Wychyl wahadło z położenia równowagi w kierunku prostopadłym do osi symetrii puszki (czyli w takim kierunku, w jakim może toczyć się twoja puszka, spójrz na zdjęcie)

4. Puść wahadło i obserwuj zachowania puszki



### Doświadczenie 3

1. Weź rurkę i upewnij się, że mieści się w niej wójt magnes (nie musi się mieścić we wszystkich położeniach, jeśli np. twój magnes to wysoki walec to wystarczy, że zmieści się w położeniu, przy którym oś magnesu będzie równoległa do osi rurki). Upewnij się też, że rurka nie ma zadziorów, mogących utrudniać wprowadzenie magnesu lub opuszczenie przez magnes rurki.

2. Chwyć rurkę pionowo i wrzuć do niej kamień, kawałek metalu itp. Czy wrzucony przedmiot przeleciał przez rurkę bez wyraźnego opóźnienia? Jeśli nie jesteś pewna/pewien, to jednocześnie wrzuć jeden przedmiot do rurki, a drugi (taki sam lub podobny) spuść obok rurki – powinny **jednocześnie** upaść na podłogę.

3. Wrzuć teraz do rurki magnes. Jak szybko przeleciał przez rurkę? Jeśli nie jesteś pewna/pewien, to jednocześnie wrzuć do rurki magnes, a drugi przedmiot (nawet taki sam magnes) spuść obok rurki – zwróć uwagę czy spadną jednocześnie, a jeśli nie, to co uderzy w podłogę jako pierwsze (zamiast rurki możesz podobnie zastosować metalowy profil – spuść magnes, tak by spadał w pobliżu ustawionego pionowo profilu, może się nawet lekko po nim ślizgać).

### Wyjaśnienie:

Wszystkie 3 doświadczenia powinny ukazać ci coś dość niespodziewanego: metalowe (i dobrze przewodzące prąd) przedmioty, które nie są „magnetyczne”, tzn. nie da się do nich przyczepić magnesu, mogą w pewnych warunkach na ten magnes silnie wpływać, lub same silnie odczuwają obecność magnesu.

No właśnie, czy sama obecność takiego metalu (np. aluminium lub miedzi, tak jak w twoich doświadczeniach) w pobliżu magnesu już wystarczy? **Nie** i dobrze o tym wiesz, podobnie jak i to, że te 3 doświadczenia miały ze sobą coś wspólnego. Za każdym razem magnes i metal nie tylko były blisko siebie, ale jeszcze się względem siebie **poruszały** (w twoich doświadczeniach poruszał się zazwyczaj magnes, wyjątkiem była ostatnia część doświadczenia 1, ogólnie chodzi tylko o względny ruch magnesu i przewodnika).

Właśnie o ten ruch chodzi! Skrzydło samolotu też – podobnie jak magnes miedzi – nie przyciąga cząsteczek powietrza, ale jeśli się względem niego porusza (czy to poruszając się w locie w nieruchomym powietrzu, czy odwrotnie, jak to ma miejsce w tunelu aerodynamicznym – tu też chodzi tylko o ruch względny) to i powietrze i skrzydło ten ruch też odczuwają, tak jak i w naszych doświadczeniach z magnesem i miedzią/aluminium.

Zaobserwowane zjawiska można więc próbować przyswoić sobie przez analogię do ruchu obiektu w ośrodku takim jak powietrze czy woda – obiektem jest magnes, a ośrodkiem stwarzającym opór i popychanym (lub popychającym, jak w ostatniej części doświadczenia 1.) są ładunki elektryczne mogące się swobodnie poruszać (trochę jak cząsteczki powietrza).

### **A skąd tytuł?**

Dlaczego prądy to już wiemy: mamy swobodnie poruszające się ładunki (elektrony w metalu). A wirowe, bo podobnie trochę jak cząsteczki w powietrzu, krążące pod wpływem poruszającego się magnesu ładunki tworzą wiry, i podobnie jak wiry w powietrzu, również wiry prądowe stopniowo zanikają, przekształcając swą energię na ciepło!

### **Uwagi**

1. Zjawisko to jako pierwszy (wspólnie z Léonem Foucault) badał francuski fizyk (i astronom, polityk) François Arago. Żył on w wyjątkowo burzliwych czasach napoleońskich i ponapoleońskich – to oraz przede wszystkim cechy jego charakteru sprawiło, że jego przygody mogłyby się stać podstawą dobrego filmu sensacyjnego!
2. Prądy wirowe zazwyczaj są niepożądane, bo powodują straty energii (np. w transformatorach). Można je jednak pomysłowo wykorzystać: istnieją m.in. działające na tej zasadzie hamulce, różnego typu grzałki indukcyjne (nie tylko te w kuchenkach), wykrywacze metali, separatory metali, urządzenia do testowania nieniszczącego.
3. Znane doświadczenie pokazowe z pierścieniem z miedzi wyskakującym ponad cewkę, w której szybko zmienia się płynący prąd to bardzo widowiskowy przykład działania prądów wirowych.