

Liniowy akcelerator magnetyczny

O magnetyzmie oraz eksperymentach z nim związanych przeczytać możecie w rozdziale opisującym budowę modelu ilustrującego magnetyczne oddziaływanie. W konstrukcji, którą zajmujemy się w tej części, magnesy trwałe stanowią jeden z elementów modelu. Ich ustawienie oraz wytwarzane przez nie pola magnetyczne stanowią siłę napędową przyrządu. Jednak nie tylko zjawisko magnetyzmu jest tutaj ważne. Zanim to wyjaśnimy, zwróćmy uwagę na nazwę urządzenia - liniowy akcelerator magnetyczny. Trzeci człon nazwy już zasygnalizowaliśmy - pole magnetyczne będzie tutaj ważnym czynnikiem. Pole magnetyczne wytwarzają magnesy stałe i elektromagnesy. Wszystkie magnesy są spolaryzowane, czyli posiadają dwa bieguny: pół-nocny i południowy. W zależności od tego, jakimi biegunami magnesy zwrócone są do siebie, przyciągają się lub odpychają. Zjawisko to jest podstawą działania wszystkich urządzeń i modeli, które pole magnetyczne wykorzystują.

Ciekawe, kto spotkał się z określeniem - akcelerator? Akcelerator, czyli można powiedzieć przyspieszacz. Urządzenie, które przyspiesza czy bardziej naukowo, nadaje przyspieszenie przedmiotom posiadającym masę. Ta masa może być rozmaita, bardzo duża albo bardzo mała. Im większa jest masa, tym większej siły należy użyć, żeby wprowadzić ją w ruch, a co za tym idzie, więcej energii włożyć. W rozdziale o modelu bezwładnościowca przeczytacie, że masa jest miarą bezwładności, zatem aby wprowadzić masę w ruch, należy pokonać jej bezwładność. Akcelerator to urządzenie, przy pomocy którego będziemy rozpędzać masę. Na koniec pierwszy człon nazwy modelu - liniowy. Domyślić się łatwo, że oznacza on geometrię toru, po jakim poruszają się będą rozpędzane przedmioty. Czy mogą być inne kształty takich torów? Oczywiście, np. elipsoidalne bądź w kształcie okręgu. Taki kształt mają właśnie tunele akceleratorów, przy pomocy których naukowcy badają zjawiska zachodzące w skali mikroświata. Największy z nich znajduje się w instytucie CERN pod Genewą. Nazywa się LHC, w języku polskim to Wielki Zderzacz Hadronów, potrafiący rozpędzać cząstki elementarne do prędkości zbliżonych do prędkości światła. W naszym modelu zamiast protonów będziemy rozpędzać stalowe kulki.

Wracamy do zjawisk fizycznych, dzięki którym model akceleratora funkcjonuje. Oprócz pola magnetycznego generowanego przez magnesy, w którym rozpędzają się stalowe kulki, istotnym dla

działania urządzenia są tzw. zderzenia sprężyste. Zjawisko, które najpiękniej prezentuje się w przyrządach zwanych wahadłem lub kołyską Newtona. W najbardziej popularnej formie jest to zespół wahadeł (5 lub więcej stykających się z sobą jednakowych stalowych kul) mogących poruszać się tylko w jednej płaszczyźnie. Odchylenie i puszczenie jednej zewnętrznej kuli, spowoduje że po przeciwnej stronie szeregu odskoczy też tylko jedna, zewnętrzna kula. Analogicznie, gdy odchyli się i puści dwie kule, na drugim końcu odskoczą także dwie kule. Zachowanie kul to są właśnie zderzenia sprężyste.

Zachowana jest przy nich energia kinetyczna zderzających się ciał. Jak się za chwilę przekonacie, zjawisko to w połączeniu z przyspieszaniem ciał w polu magnetycznym to siła napędowa modelu akceleratora liniowego. Zjawisko, które najpiękniej prezentuje się w przyrządach zwanych wahadłem lub kołyską Newtona. W najbardziej popularnej formie jest to zespół wahadeł (5 lub więcej stykających się z sobą jednakowych stalowych kul) mogących poruszać się tylko w jednej płaszczyźnie. Odchylenie i puszczenie jednej zewnętrznej kuli, spowoduje że po przeciwnej stronie szeregu odskoczy też tylko jedna, zewnętrzna kula. Analogicznie, gdy odchyli się i puści dwie kule, na drugim końcu odskoczą także dwie kule. Zachowanie kul to są właśnie zderzenia sprężyste. Zachowana jest przy nich energia kinetyczna zderzających się ciał. Jak się za chwilę przekonacie, zjawisko to w połączeniu z przyspieszaniem ciał w polu magnetycznym to siła napędowa modelu akceleratora liniowego.

Liniowy akcelerator magnetyczny

BUDUJEMY I EKSPERYMENTUJEMY

Na podstawie umieszczony jest tor wykonany z profilu pcv. Do toru, w równych odległościach przymocowano magnesy neodymowe. I to jest cały opis urządzenia. Model akceleratora jest jednym z najprostszych w formie przyrządów/zabawek edukacyjnych, ale jego działanie jest odwrotnie proporcjonalne do budowy.

NARZĘDZIA

piła tarczowa do precyzyjnego cięcia tworzyw sztucznych (alternatywnie - piłka ręczna do tworzyw sztucznych), nożyczki, nóż introligatorski, ołówek, linijka, pistolet do kleju na gorąco (z zapasem kleju), papier ścierny, taśma klejąca (szerokość 10 mm)

MATERIAŁY

- listwa profilowa pcv do montażu instalacji elektrycznych, szerokość 16 mm, długość docelowa 330 mm,
- tektura introligatorska (grubość 2 mm) format docelowy 50 x 290 mm - 2 sztuki,
- magnesy neodymowe średnica 10 mm, długość 10 mm - 3 sztuki,
- kulki stalowe średnica 10 mm - 7 sztuk,
- dwustronna taśma klejąca o szerokości 50 mm

MONTAŻ

- przyciąć listwę profilową pcv do wymaganej długości 330 mm,
- oszlifować krawędzie po obróbce/cięciu,
- dociąć tekturę 2 mm do wymaganego formatu 50 x 290 mm, przygotować 2 elementy tego formatu,
- elementy z tektury grubości 2 mm skleić przy pomocy klejącej taśmy dwustronnej,
- na listwie profilowej o długości 330 mm zaznaczyć punkty montażu magnesów, tak jak pokazano to na foto-grafii,
- rozlokować magnesy neodymowe i przykleić każdy taśmą klejącą o szerokości 10 mm. Kierunek polaryzacji poszczególnych magnesów nie ma znaczenia dla poprawnego działania modelu, można jednak rozlokować magnesy w taki sposób, że zwrócone będą w jednym kierunku tymi samymi biegunami,
- na podstawie wykonanej z dwóch tekturowych formatek zaznaczyć miejsce symetrycznego (wzdłuż dłuższej osi) ustawienia listwy

profilowej,

- listwę profilową z zamocowanymi magnesami przykleić przy pomocy kleju na gorąco do podstawy.

Wszystko gotowe? Można zatem przystąpić do sprawdzenia, jak działa magnetyczny akcelerator. Pozycja wyjściowa modelu przedstawiona jest na fotografii. Przy każdym z magnesów (ważne, aby umieścić je po tej samej stronie dla wszystkich) znajdują się dwie stalowe kulki. W ten sposób rozdysponowane zostało sześć z siedmiu kulek, jakich używamy podczas doświadczenia z akceleratorem. Ostatnią, pojedynczą kulkę kładziemy delikatnie na listwie po przeciwnej stronie niż kulki rozstawione przy magnesach. Powinna ona powoli potoczyć się w kierunku pierwszego magnesu. Od tego momentu wszystko przebiegnie błyskawicznie: kulka znajdzie się w zasięgu pola magnetycznego magnesu i zostanie gwałtownie przyciągnięta. Przyspieszenie spowoduje, że z pewną siłą uderzy w magnes.

Energia kinetyczna przekazana zostanie kulkom znajdującym się po przeciwnej stronie i mimo, że pozostają one pod wpływem pola, zewnętrzna kulka odskoczy, przyspieszając w kierunku kolejnego magnesu. W tym momencie mamy do czynienia ze zjawiskiem obserwowanym w wahadle Newtona - przekazywaniem energii podczas zderzeń sprężystych, z tym że oprócz grawitacji siłą napędową jest magnetyczne pole.