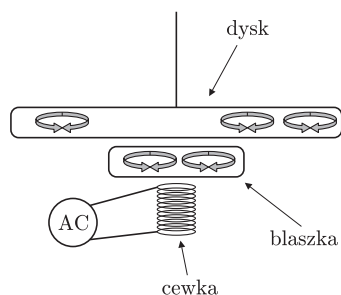


Zacieniony biegun

Filip CZERMIŃSKI, Marlena MAĆKOWIAK,
Antoni NUSZKIEWICZ, Kacper RACIBORSKI,
Paweł SUCHOMSKI, Paweł SZCZYPKOWSKI,
Jan BIHAŁOWICZ, Piotr PODLASKI

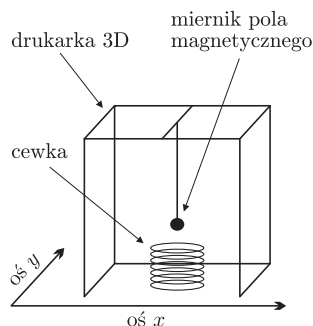
Jeżeli zamocowany obrotowo na osi krążek z nieferromagnetycznego metalu umieścimy nad elektromagnesem zasilanym prądem zmiennym, krążek będzie odpychany, ale nie zacznie się obracać. Jeśli jednak między elektromagnes a krążek częściowo wprowadzimy blaszkę z nieferromagnetycznego metalu, spowodujemy obroty krążka (rys. 1). Dlaczego tak jest? Jakie parametry mają wpływ na to zjawisko? Spróbowaliśmy odpowiedzieć na te pytania, wykonując serię doświadczeń.



Rys. 1

Dlaczego się kręci?

Na początek musieliśmy jednak stworzyć model teoretyczny rozważanego zjawiska. Cewka zasilana prądem zmiennym wytwarza wokół siebie zmienne pole magnetyczne indukujące prąd w przewodniku. Z tego powodu w dysku oraz blaszce powstają prądy nazywane wirowymi, płynące po zamkniętych pętlach. W tym samym momencie płyną one w obu przewodnikach w tym samym kierunku, więc powodują wzajemne przyciąganie się krążka i blaszki przysłaniającej. Przysłona ma dodatkowe działanie: zacienia ona dysk przed działaniem pola pochodzącego od cewki. Jeżeli przysłonę wsuniemy tak, że zasłoni ona tylko część dysku i prądy wirowe będą rozmieszczone nierównomiernie, to powstanie niezrównoważony moment siły i dysk zacznie się obracać.



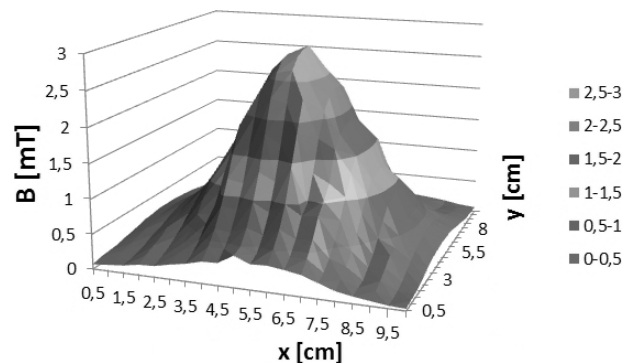
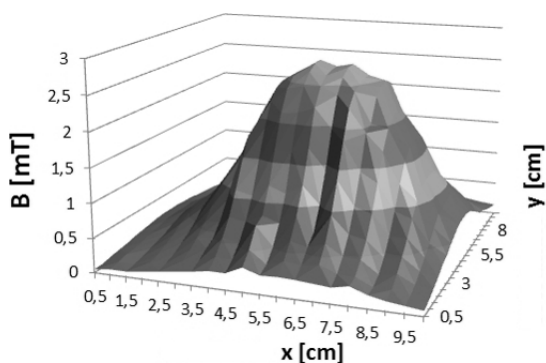
Rys. 2. Układ doświadczalny

Układy doświadczalne

Aby móc szczegółowo zbadać nasz dysk, zbudowaliśmy układ doświadczalny przedstawiony na rysunku 2. Użyliśmy w nim drukarki 3D, by precyzyjnie manipulować miernikiem pola magnetycznego. Dzięki temu układowi mogliśmy wykonywać mapy pola magnetycznego nad cewką.

Pomiary pola magnetycznego

Wspomniane zostało, że blaszka wygasza działanie pola pochodzącego od cewki, jakby rzucając cień na dysk. Użyliśmy naszego układu doświadczalnego do sprawdzenia skali tego zjawiska. Wykonaliśmy mapę pola nad cewką, a następnie powtórzyliśmy tę czynność, tym razem wsuwając do połowy nad cewkę blaszkę z nieferromagnetyka.

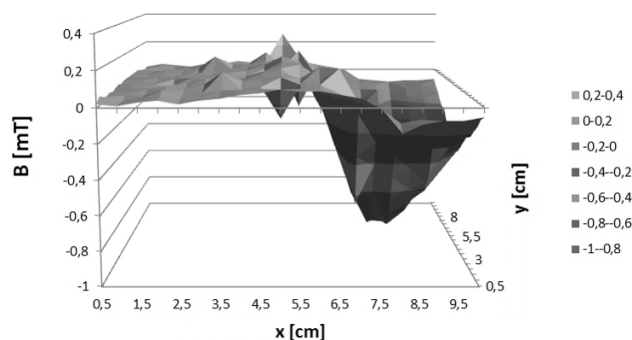


Pomiar pola magnetycznego bez blaszki i z blaszką wsuniętą z prawej strony

Blaszka wsunięta z prawej strony rzeczywiście zmniejszyła wartość pola magnetycznego.

Aby efekt był bardziej widoczny, odjęliśmy otrzymane wyniki i otrzymaliśmy mapę zmiany pola magnetycznego po wsunięciu przesłony z prawej strony.

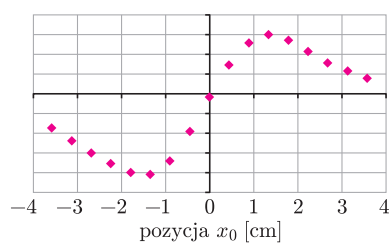
Zmiana jest wyraźnie zauważalna.



Z naszych obliczeń wynika, że blaszka zmniejszyła wartość pola nad sobą o 32%.

Symulacja jakościowa

Aby móc przewidzieć wpływ położenia przysłony na obrót dysku, opracowaliśmy jakościową symulację komputerową. Skorzystaliśmy z naszych badań pola nad cewką oraz przedstawionego wyżej, uproszczonego opisu oddziaływania między prądami wirowymi na dysku i blaszce. Wiedząc, jakie pole magnetyczne występuje w określonym miejscu dysku przy określonym położeniu przysłony, mogliśmy przewidzieć względną zmianę momentu siły, jaka działa na dysk w zależności od położenia przysłony. Rysunek 3 przedstawia przykładowy wynik symulacji.



Rys. 3. Na osi poziomej odległość przysłony od środka dysku, na pionowej moment siły.

Wyniki naszej symulacji komputerowej okazały się bardzo podobne do wyników doświadczalnych.

Podsumowanie

Wiemy już teraz, dlaczego dysk się kręci, możemy też zbadać wpływ rozmaitych parametrów układu na jego obrót. Z naszych badań wynikają następujące zależności:

- kierunek obrotu dysku zależy od tego, z której strony dysku wsuniemy przysłonę;
- zmiana położenia blaszki, zarówno wsunięcie, jak przesunięcie w bok, zmienia częstotliwość obrotów dysku;
- częstotliwość obrotów dysku jest proporcjonalna do przewodności materiału przysłony;
- moment siły działający na krążek jest tym większy, im większe jest natężenie prądu płynącego przez cewkę;
- częstotliwość obrotów dysku zależy od częstotliwości prądu na cewce.



**Uniwersytet
Młodych Wynalazców**



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Niezależność zdarzeń w modelu klasycznym

W teorii prawdopodobieństwa mówimy o modelu klasycznym, gdy zbiór wszystkich zdarzeń elementarnych Ω jest zbiorem skończonym i wszystkie zdarzenia jednoelementowe są jednakowo prawdopodobne. W modelu klasycznym dla każdego zdarzenia losowego $A \subset \Omega$ prawdopodobieństwo tego zdarzenia jest równe:

$$P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|}.$$

Zdarzenia losowe $A, B \subset \Omega$ są niezależne, gdy $P(A \cap B) = P(A)P(B)$. Zdarzenie losowe A będziemy nazywali nietrywialnym, gdy $0 < P(A) < 1$.

Rozważmy model klasyczny, w którym $|\Omega| = n > 1$ i takie zdarzenie losowe $B \subset \Omega$, że $|B| = k > 0$.

Czytelnikowi sugerujemy przeprowadzenie dowodu (np. metodą nie wprost) następującego faktu: jeżeli $NWD(k, n) = 1$, tzn. liczby k oraz n są względnie pierwsze, to nie istnieje nietrywialne zdarzenie losowe A , które jest niezależne z B .

Z tego faktu wynika wniosek: jeżeli $|\Omega| = n$ jest liczbą pierwszą, to nie istnieją dwa zdarzenia losowe $A, B \subset \Omega$, które są nietrywialne i niezależne.

Czyżby grający w amerykańską ruletkę o 37 polach o tym nie wiedzieli?

Edward STACHOWSKI