

# Multimedia w dydaktyce szkoły wyższej

Grzegorz Karwasz

*Instytut Fizyki  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*

*Facolta' d'Ingegneria  
Universita' Degli Studi di Trento*

Poznań, 17.09.2010

# Dydaktyka

Cele


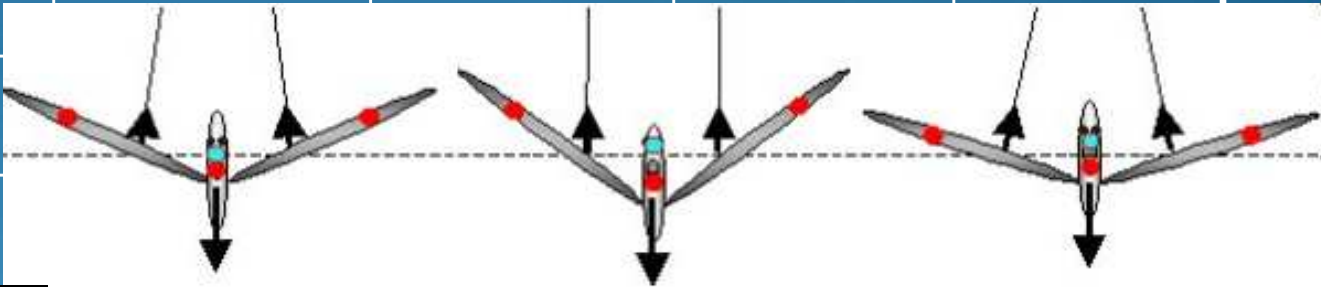






Treści



Metody → Multimedia

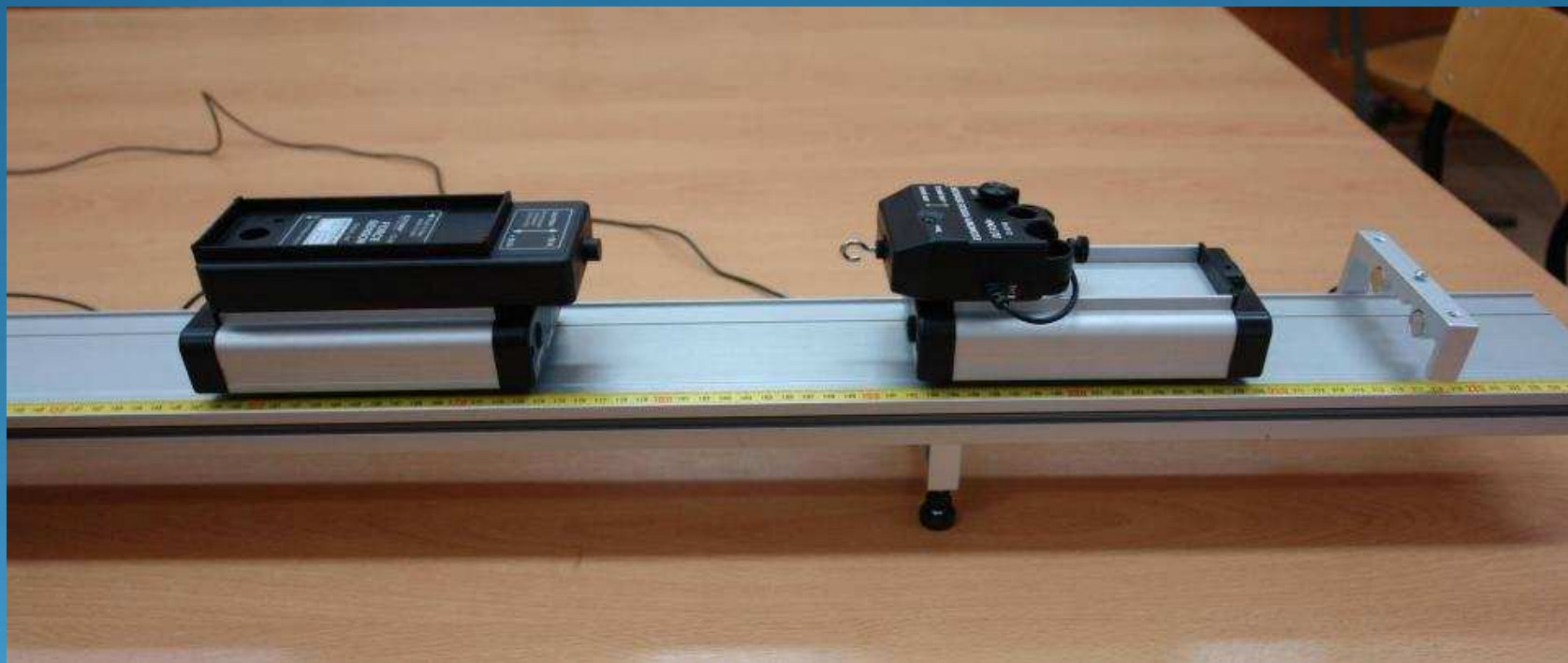
# „multi-media” typy

Typ	Mechanika	E-M	QM
obraz			
schemat			
animacja			
film	  4_5.MOV 4_5B.MOV		
dźwięk			
exper.	 Zderzenia.wmv		
c-g exp.			
exp.online			

# Badanie III zasady dynamiki Newtona

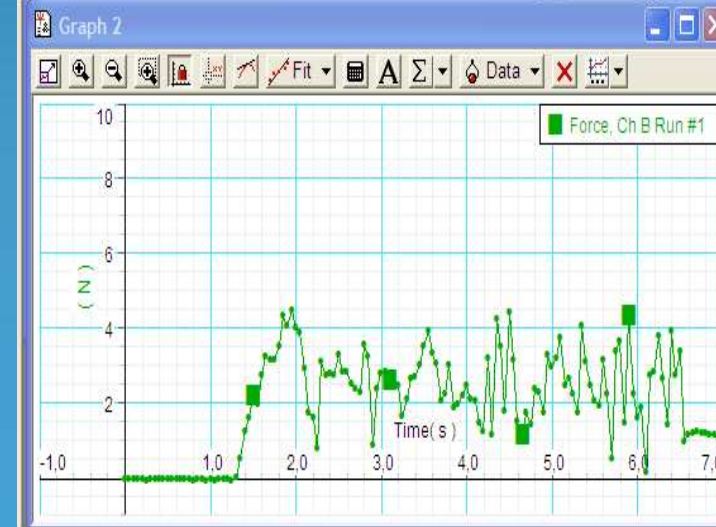
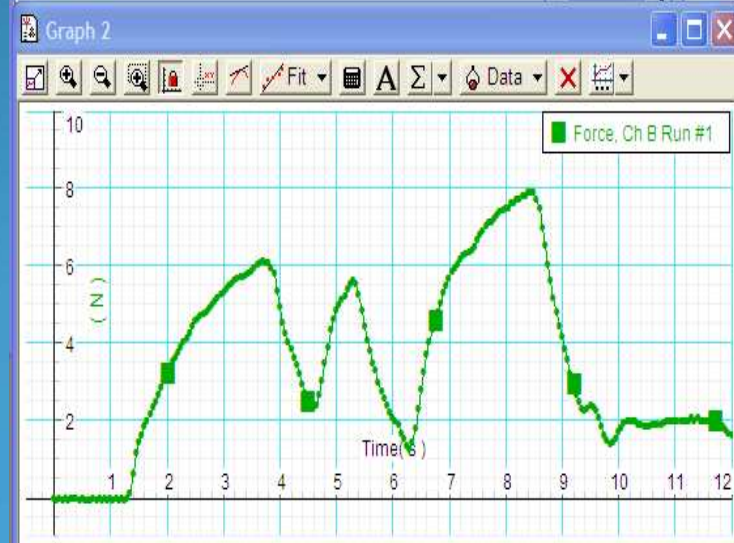
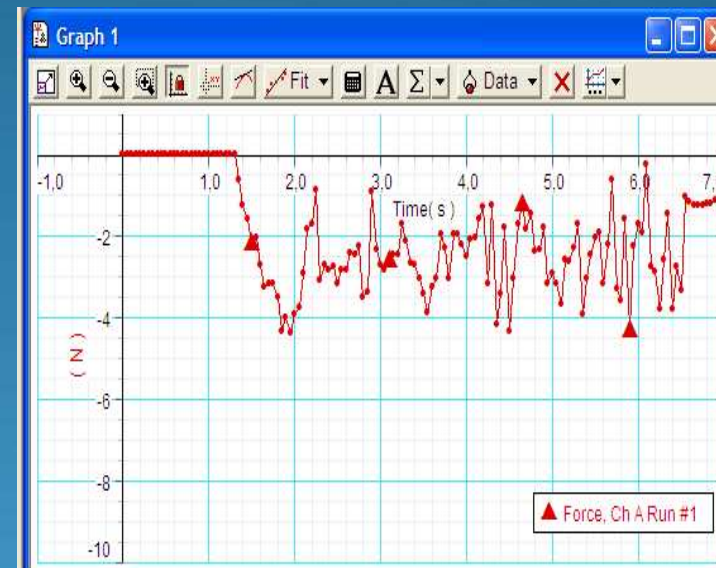
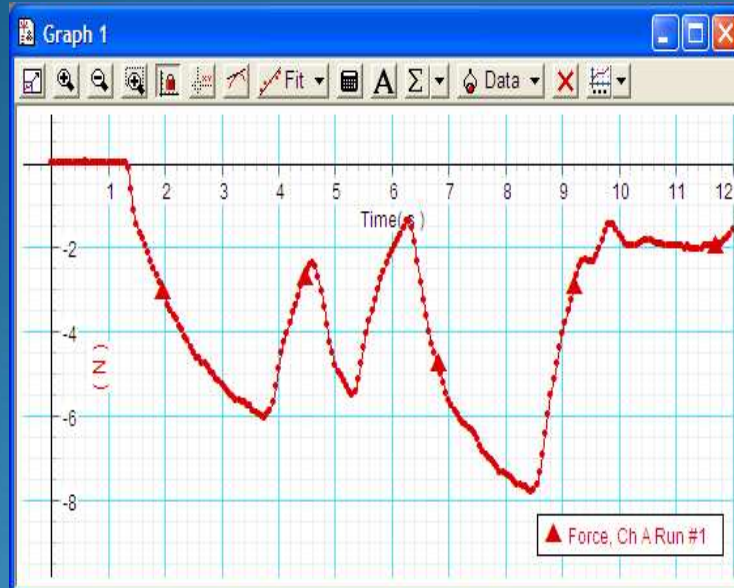


# Czujniki siły (położenia, przyspieszenia)





# III zasada: statycznie i dynamicznie






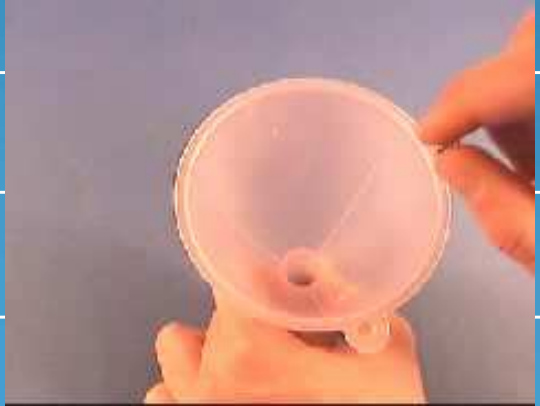
# Wykład multimedialny

- Ruch harmoniczny
- Drgania tłumione
- Drgania wymuszone
- Stany nieustalone
- Oscylatory sprzężone
- Mody normalne
- ...



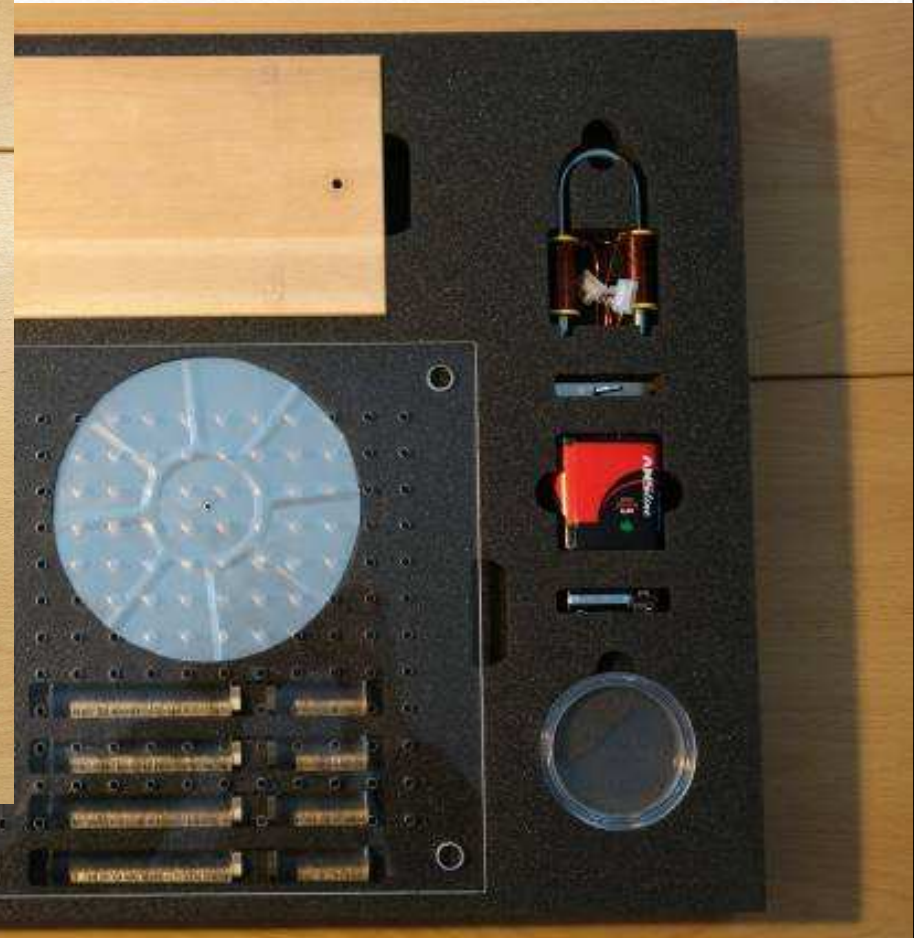
pasco10.html

# Multimedialne ścieżki dydaktyczne

Typ	M	E-M		QM
obraz				
schemat				
animacja				
film				
dźwięk				
exper.				
c-g exp.				
exp.online				 



# Zestawy multimedialne: elektromagnetyzm



12. Schematyczna podstawa do budowy
13. Elektromagnes {5.7.}
14. Płytkę metalową do elektromagnesu
15. Bateria 4.5 V {6.1.}
16. Bateria 1.5 V {6.3.a}
17. Okrągłe pudełko plastikowe z opłatkami {2.1.}

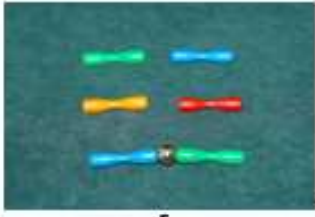


# Zestaw MOSEM/UMK - instrukcje



TPSS - Teaching Physics in Secondary School  
 doświadczenia z elektromagnetyzmu!

2.3. Bada nie-pole magnetyczne go za pomocą kulców magnetycznych i kulek (Kulka) (Kulka)  
 Cel: badanie pola magnetyczne go za pomocą  
 Środki dydaktyczne: z zestawu doświadczeniowego TPSS  
 - magnetyczne pręciki  
 - małe kulki



Zdjęcie 1. Magnetyczne pręciki i kulka (GEOMA G™)

**Wykonanie:**  
 Weź magnetyczne sztabki i stalową kulkę. Między pręciki zbliżone do siebie przeciwnymi biegunami wódz kulkę. Zaobserwuj, co się dzieje. Następnie między sztabki zbliżone tymi samymi biegunami wódz kulkę. Co się dzieje tym razem?

**Wyjaśnienie:**  
 Kulka wykonana jest ze stali, a więc z materiału ferromagnetycznego. Jeśli włożysz ją między sztabki zbliżone biegunami różnoimiennymi, to w kulce indukuje się pole magnetyczne w charakterystyczny sposób. Od strony pręcika zbliżonego biegunem północnym w kulce indukuje się biegun południowy, a po przeciwnej stronie biegun północny. Biegun północny kulki oddziałuje z drugim pręcikiem powodując wzajemne przyciąganie się. W wyniku wzajemnych oddziaływań kulki i pręcików w kulce indukowany jest dipol magnetyczny.



Rysunek 2. Pręciki magnetyczne zbliżone biegunami różnoimiennymi oraz indukowane pole magnetyczne w kulce.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School  
 doświadczenia z elektromagnetyzmu!

Jeśli kulkę włożysz między pręciki zbliżone do siebie biegunami jednoimiennymi, również jest przyciągana. Wyjaśnienie tej sytuacji jest bardziej skomplikowane. Spójrz na rysunek 3.



Rysunek 3. Pręciki magnetyczne zbliżone biegunami jednoimiennymi oraz indukowane pole magnetyczne w kulce.

Rysunek 3 pokazuje, że pole magnetyczne wytworzone w sferze przypomina kształtem „Jestący dysk” - biegun południowy wychodzi z góry i dołu dysku a na całym (poziomym) brzegu dysku leży biegun północny. Tak zbudowane są magnesy cząsteczkowe do zakrzywienia biegu cząstek w wielkich akceleratorach. Nazywamy tę konfigurację „kwadrupolem”.

**Uwagi me to do ogólnie:**  
 1. Doświadczenie wprowadza trudne pojęcia, jak kwadrupol magnetyczny. Proponujemy je jako rozszerzenie zainteresowań uczniów a nie jako część głównej ścieżki dydaktycznej. Co więcej, niegodne lub niewłaściwe wyśmianie doświadczenia może podważyć główną przesłankę nauzanis o magnetyczności. Wskazywać magnesy mają zawsze dwa bieguny” ( innymi słowy, atomist magnetyczny przechodzący przez zamkniętą powierzchnię wynosi zero, lub jeszcze inaczej, nie istnieje monopole magnetyczne.  
 2. Wprowadziliśmy to doświadczenie również z uwagi na rozpoznawanie zabawk konstrukcyjnych typu „gotting”. Przy zabawie z nimi rodzi się pytanie: jeżeli koniec S przyciąga się z końcem N drugiego elementu, to jak dołączyłby ten drugi element w tym samym kierunku? I jaki N czy S? W rzeczywistości, kulki są zasadniczym elementem zabawki. Same w sobie są niemagnetyczne (zbudowane z miękkiej magnetycznej stali) ale w pobliżu magnesów indukują się w nich własne, tj. zawsze przeciwe bieguny. Proszę zauważyć, że na tej samej zasadzie działają np. opółki magnetyczne. Istnienie więcej niż dwóch biegunów w stalowej kulce o kształcie kulki Kartezjusza.  
 3. Opis „gotting” i biegunów w różnych konfiguracjach zawiera prace G. Karwasz i współpracowników „Gotting przedost” w „Złoty Edukacja, no. 1-2006”.



## Temat: Pole magnetyczne wokół magnesu.

### Cele lekcji

#### • ogólny (uczeń):

- dowiaduje się o istnieniu pola magnetycznego;

#### • operacyjne (uczeń):

- wie, że wokół magnesu trwałego i Ziemi istnieje pole magnetyczne,

- wie, że są dwa rodzaje biegunów magnetycznych N i S,

- wykorzystuje igłę magnetyczną do badania pola magnetycznego np.: magnesu sztabkowego, magnesów „na lodówkę”, magnesów – zabawek,

- wykorzystuje „wykrywacz” pola magnetycznego do badania pola magnetycznego np.: magnesu sztabkowego, magnesów „na lodówkę”, magnesów – zabawek,

- na podstawie wykonanych doświadczeń dowiaduje się, jak oddziałują ze sobą bieguny magnetyczne,

- na podstawie wykonanych doświadczeń dowiaduje się, że przedmioty wykonane z żelaza magnesują się.

### Metody

- *poszukująca*: pogadanka z uczniami (na zasadzie pytań i odpowiedzi);

- *praktyczna*: wykonywanie przez uczniów doświadczeń.

### Formy pracy

- zbiorowa,
- indywidualna.

### Środki dydaktyczne

- podręcznik: B. Sagnowska, „Zrozumieć świat część 3”, wydawnictwo Zamkor;

- zestaw doświadczalny MOSEM obejmujący: 2 magnesy sztabkowe, magnes podkowiasty, 4 magnesy „na lodówkę”, 4 magnesy – zuczki, 2 magnesy w kształcie kuli, zabawka – tablica tzw. znikopis + długopis stempekki, płytka z opilkami żelaza, kompas, płytka – „wykrywacz” pola magnetycznego;

- spinacze, monety itp.;

- zdjęcia pierwszych kompasów wyświetlane za pomocą komputera i rzutnika;

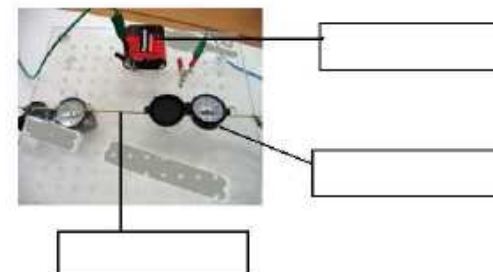
# Scenariusze lekcji

## KARTA PRACY

Imię i nazwisko: \_\_\_\_\_ Klasa \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Temat: \_\_\_\_\_

1. Na zdjęciu przedstawiono zestaw potrzebny do pokazania doświadczenia Oersteda. Nazwij elementy zaznaczone na rysunku.



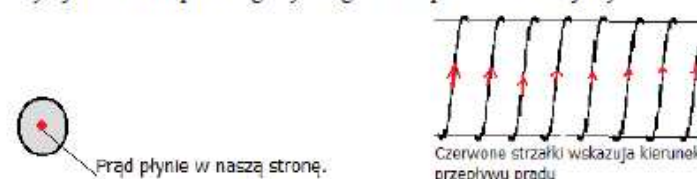
2. Co się dzieje, gdy obwód elektryczny zostanie zamknięty?

\_\_\_\_\_

3. Co się dzieje, gdy następuje zmiana kierunku przepływu prądu?

\_\_\_\_\_

4. Narysuj kształt linii pola magnetycznego wokół przewodu i zwojniczy.



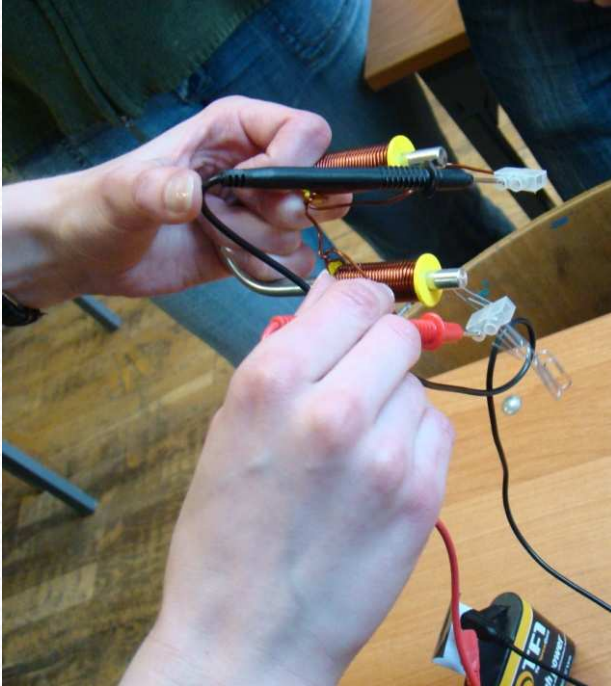
5. Korzystając z reguły prawej dłoni wyznacz kierunek i zwrot linii pola magnetycznego.



CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	CZYNNOŚCI UCZNIOW
<b>I. Powitanie i sprawdzenie obecności. Wprowadzenie.</b>	
- (Jeśli klasa jest liczna można podzielić ją na grupy 4 – 5 osobowe. W moim przypadku lekcja będzie przeprowadzona klasie 10 - osobowej.)	
- Na dzisiejszej lekcji zapoznamy się z pewnym rodzajem oddziaływania. (Pokazuję magnesy sztabkowe) Czy domyślcie się, czym się będziemy zajmować na lekcji?	- Odpowiadają. Możliwe odpowiedzi: magnesami, oddziaływaniami magnetycznymi, magnetyzmem.



# Efektywność nauczania



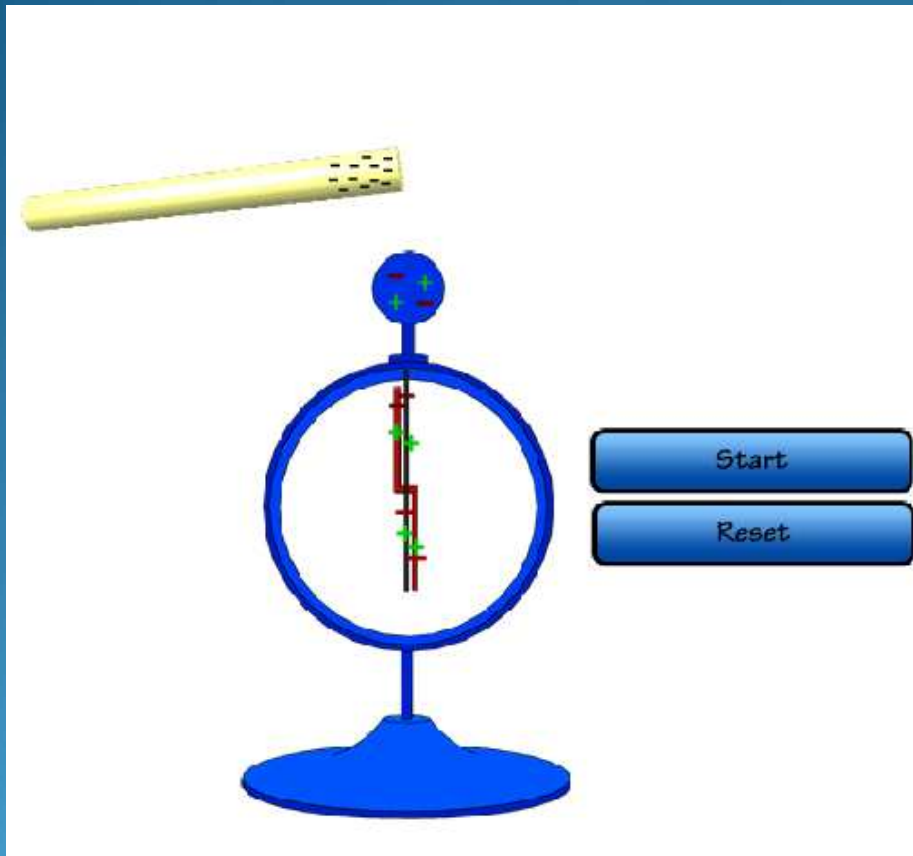


# Opinie uczniów

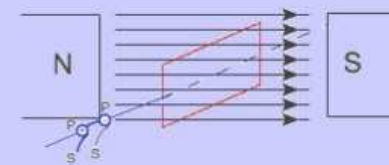
- Po lekcjach z wykorzystaniem zestawu do nauczania elektromagnetyzmu zapytałam uczniów, co sądzą na temat wykorzystania zestawu doświadczalnego wraz z kartami i opisami doświadczeń na lekcjach. Oto kilka wypowiedzi:
- *Doświadczenia są bardzo interesujące. Można je samodzielnie wykonać, bo są do nich instrukcje.*
- *Nie trzeba prosić nauczyciela o pomoc w przeprowadzeniu doświadczenia, ale tylko o jego wytłumaczenie tzn. dlaczego tak się dzieje.*
- *Doświadczenia pomagają mi zrozumieć zjawiska fizyczne. Widzę, że fizyka przydaje się w codziennym życiu.*



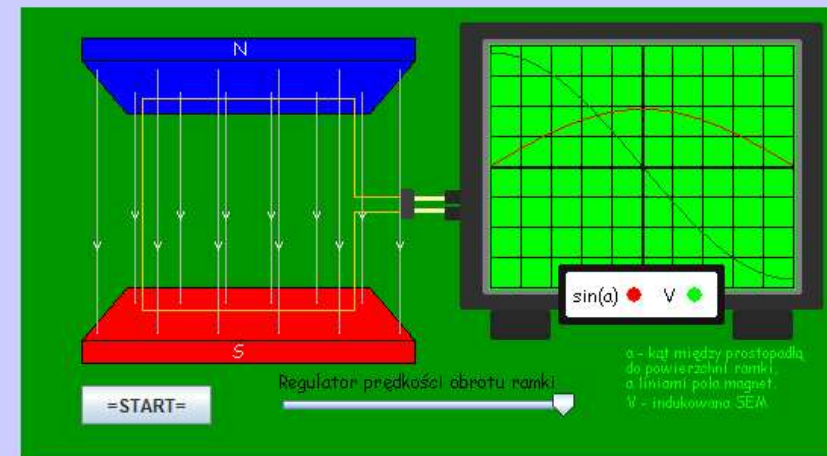
# Symulacje i animacje



© Maciej Drązek



Na ramkę nawinięta jest zwojnica. Końce uzwojenia dotykają dwóch pierścieni P, do których z kolei dotykają szczotki S (układ takich pierścieni i szczotek to komutator). Ramkę obracamy w polu magnetycznym wykonując pracę mechaniczną. Dzięki temu zmienia się ciągle strumień magnetyczny, przechodzący przez ramkę. W wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej w uzwojeniu powstaje siła elektromotoryczna (między szczotkami powstaje napięcie).




© Krzysztof Jackowski

# Elektromagnetyzm – CD-Rom (UMK)

WSTĘP   Elektrostatyka   Elektryczność   Magnetyzm   ZADANIA   DOŚWIADCZENIA   GALERIA POSTACI



WSTĘP



Film

POCZĄTEK PODRÓŻY  
DO ŚWIATA

## ELEKTROMAGNETYZMU





# Publikacje dydaktyczne

## GEOMAG™ Paradoxes

Silvia Defrancesco and Fabrizio Logiurato, Univ. of Trento Povo, Trento, Italy

Grzegorz Karwasz, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland

As often happens, a lot of physics can come out of a toy. What we found interesting is the observation of the magnetic field produced by different configurations built with GEOMAG™. This toy provides small magnetic

bars and steel spheres to play with. Amusing 3-D structures can be built; nevertheless, this possibility is not so obvious. Indeed, in order to build a solid figure it is necessary to join at least three bars to a sphere, and therefore at least two of the poles attached to the sphere present the same polarity, but opposite poles should attract and similar poles should repel. To understand what happens, it is helpful to consider simpler configurations.

### Two Bars

The most obvious thing is to observe the magnetic field of a bar (a dipole) in the usual way, i.e., with the help of iron filings. We connected two bars with a sphere in between. It was very surprising for us to note that the bars can easily be joined not only when two opposite poles are facing each other, but even

when like poles are facing each other. Therefore we were eager to check how the magnetic field turned out to be in both cases. Since the results were puzzling and interesting, we built various configurations, hereafter exposed.

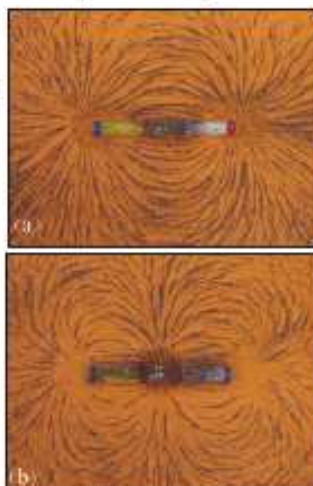


Fig. 1. (a) A dipole: two bars face the sphere with opposite poles, i.e., the sphere is situated between two opposite poles. (b) Two bars face with poles of the same polarity. The sphere is situated between two poles of the same polarity.

When opposite poles of magnetic bars are connected by means of the ferromagnetic sphere, the magnetic field is as expected: a dipole, as shown in Fig. 1(a). The presence of the sphere practically does not change the configuration of a "normal" dipole. The sphere magnetizes showing two poles. On the contrary, when poles of the same polarity are connected to the sphere, something amazing occurs; the sphere magnetizes in an unexpected way [Fig. 1(b)].

Let's try to explain what's going on in both cases. To understand the configuration of Fig. 1 (a), let's first consider the sphere and one magnet (magnet 1). Magnet 1 will induce the molecular magnetic dipoles of the ferromagnetic material to line up in the direction of the field. If the north pole faces the sphere, a north-south dipole will be induced in the sphere, with the

### Mikser z magnesem (na deser) <sup>o</sup>

Krzysztof Górecki <sup>o</sup>, Włodzisław <sup>o</sup>, Grzegorz Karwasz <sup>o</sup>

Jak zbudować silnik bez komutatora, szczotek i stojana?  
Bardzo prosto: z jednego magnesu, baterijki i kawałka drutu

Na magnesie neodymowym (2 szt., [www.magnety.pl](http://www.magnety.pl)) stawiamy baterijkę – paluszeczek. Z miedzianego drutu (1-2 mm średnicy) robimy magnesową ramkę z haczykiem u góry, jak na rysunku. Haczyk opieramy na baterijce. Lekko oskrobujemy, aby dółny sztyt (bez izolacji) dotknął magnesu – i już się kręci!

Silnik elektromagnetyczny, aby mógł się obracać potrzebuje:  
- pola magnetycznego (żródło - 1),  
- prądu w uzwojeniu wiatka (ramka - 2), znajdujące się w tym polu

#### Zasada działania silnika

W silnikach elektromagnetycznych wykorzystano jest zjawisko oddziaływania pola magnetycznego na przewodnik z prądem. Magnes neodymowy umieszczony pod bateryjką wytwarza stałe pole magnetyczne Rys. 1. Prąd pobieramy z bateryjki płynąc w obwodzie ramki w obu jej częściach z góry na dół, tworząc obwód zamknięty przez magnes neodymowy umieszczony pod bateryjką. Przewodnik owinięty wokół magnesu ma adżę izolację. Pomiedzy utworzoną z przewodnika pętlą, a magnesem pozostawiona jest niewielka przerwa. Tworząca się przerwa w obwodzie elektrycznym (bateryjka, ramka i magnes) w czasie pracy silnika powoduje, że oddziaływanie pomiedzy z przewodnikiem z prądem, a polem magnetycznym pochodzącym od magnesu, następuje co pewien odstęp czasu.



Rys. 2. Oddziaływanie ramki z prądem w polu magnetycznym. B – wektor indukcji pola magnetycznego, I – prąd elektryczny, F – wektor siły

Przewidywane jest, że moment pary sił w górnej części ramki się zwiększy niż w jej dolnej części Rys. 2. Wypadkowy moment sił powoduje, że ramka się obraca.

Silnik, nie wyposażony, winno jak ubijaczka do ciasta, dopóki nie spadnie (niek. silnik w [www.geometria.pl](http://www.geometria.pl)). Jak zmniejszyć koszt obróty? Należy odwrócić bateryjkę (albo magnes).

<sup>o</sup> Silnik ten jest opisywany w artykule H. J. Schleichera, i C. Haas, *Physik in der Schule* 36 (2004) 272, jako zaimitacja Per-Olofa Nilssona ze Szwecji.

<sup>o</sup> J. Lisowski, *Ogólnokształcące w Toruniu*

<sup>o</sup> *Licencjat w Inżynierii*

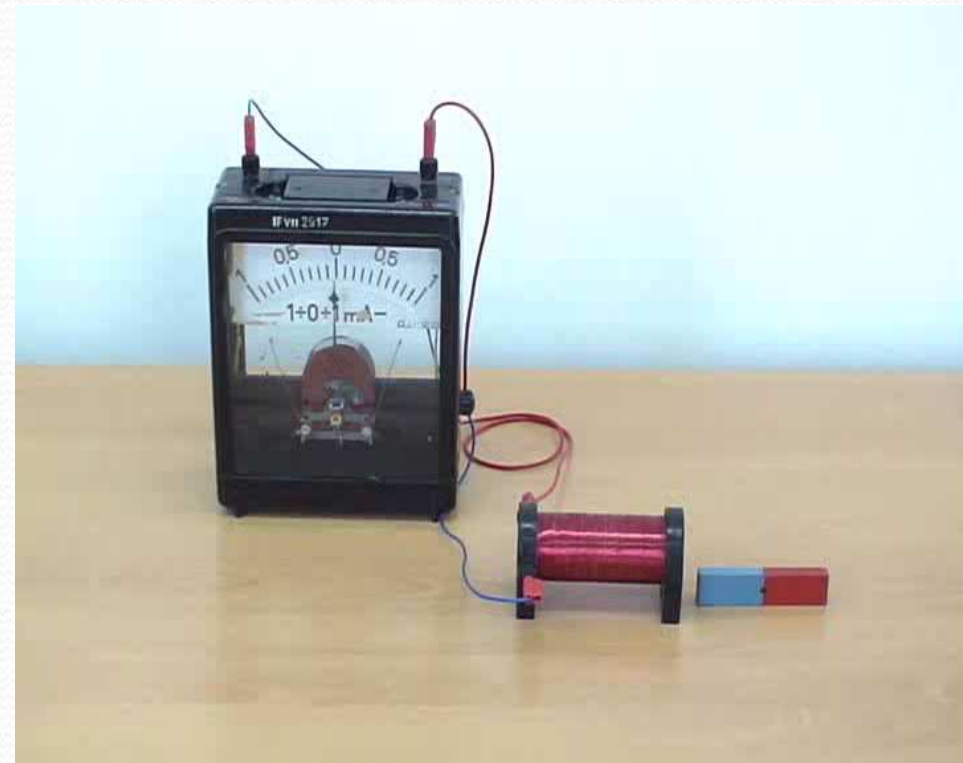
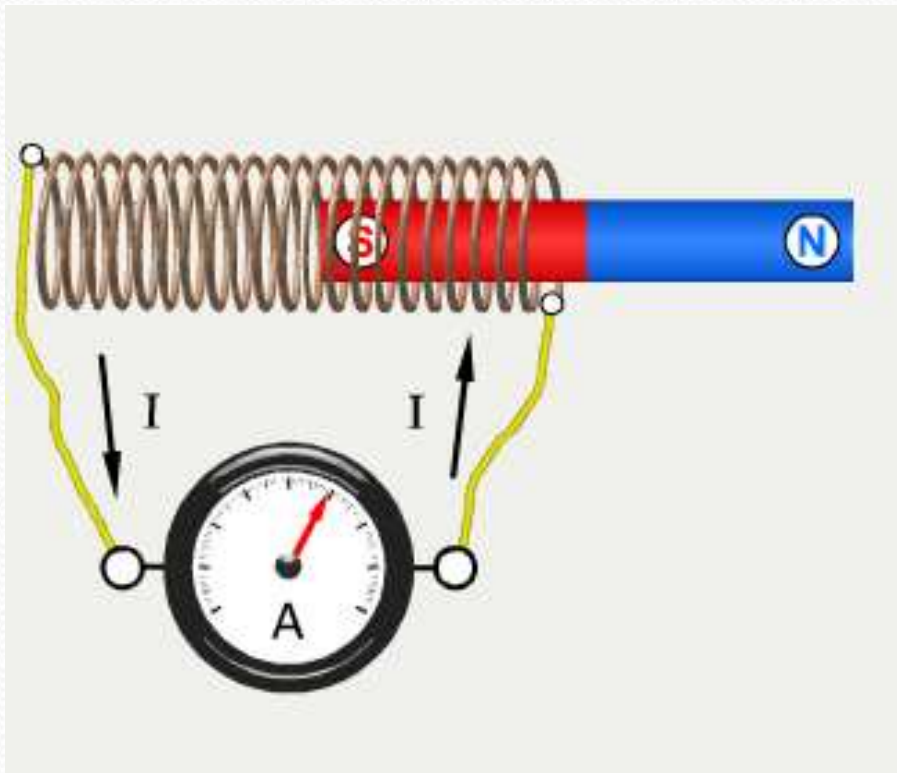
<sup>o</sup> Instytut Fizyki, UMK w Toruniu

<sup>o</sup> Dzięki krawędzi ramki znajdujące się w polu wiatki wywołują moment, pomiędzy dwoma biegunami i polski cienie nie przesuwa linii pola magnetycznego. Uważamy więc bieguny magnesu jako stałe źródło prądu magnetycznego tak jakby do  $\vec{p} = \vec{p} \cdot \vec{p}$ . Należy pamiętać, że w polu wiatki jego wywołania natężenie pola magnetycznego jest stałe.

[1] „Two-beep motor”, MOSEM Przejca, *Le-wach kit*, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Beta/silnik.htm>

[2] „Zabawa magnetyczną” <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Beta/silnik.htm>, w „Fizyka i technika”, pismo biuletynowe pod red. G. Karwasza, PAF Słupsk 2003

# Otwarte zagadnienia metodologii



„Jak się wsuwa niebieski koniec, to wskazówka odchyła się w prawo”

Supercomet – on line modules



# Cele?

$$\mathcal{E} = - d\Phi/dt$$

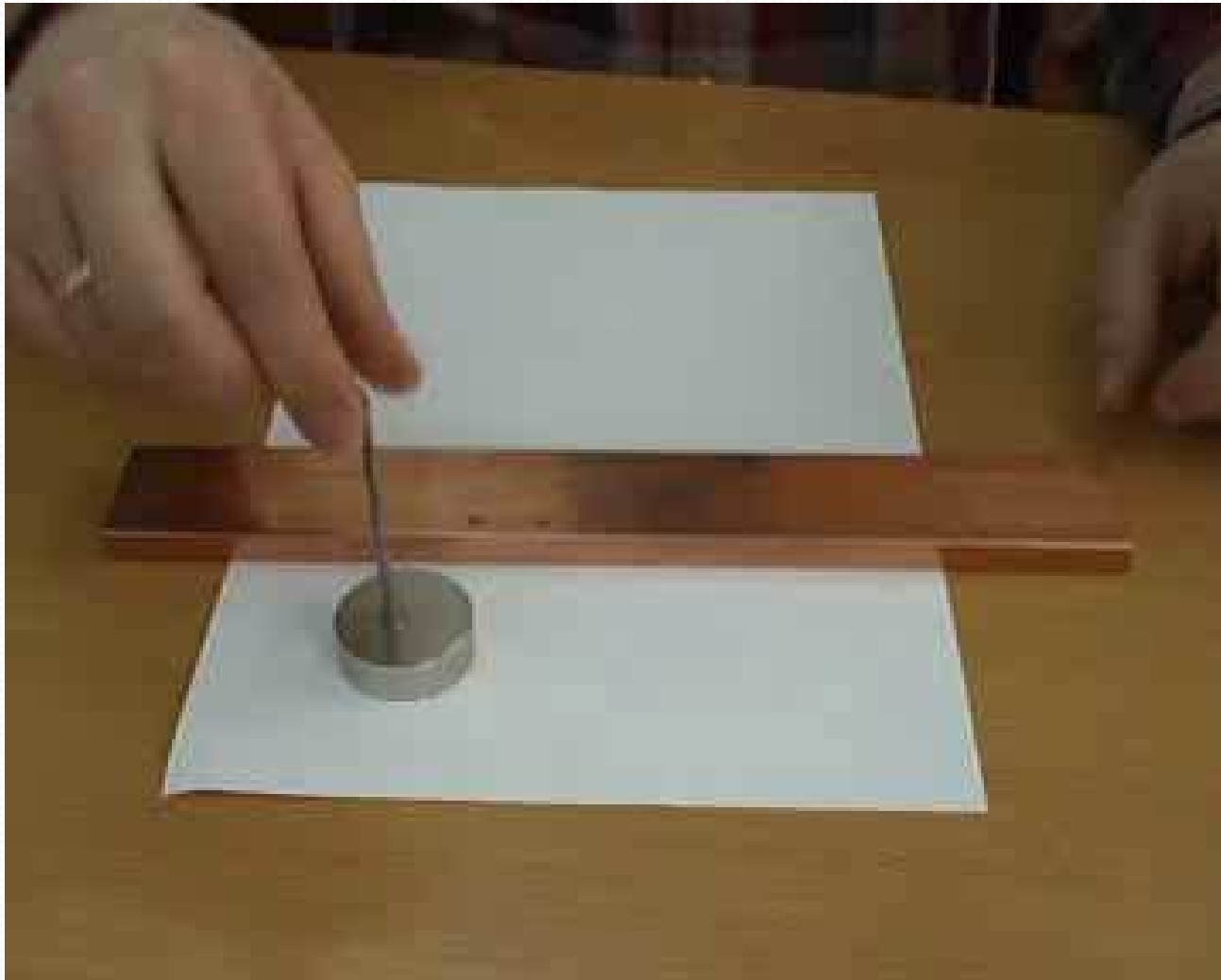
$$\mathbf{F} = i \mathbf{L} \times \mathbf{B}$$



Bruno Touschek

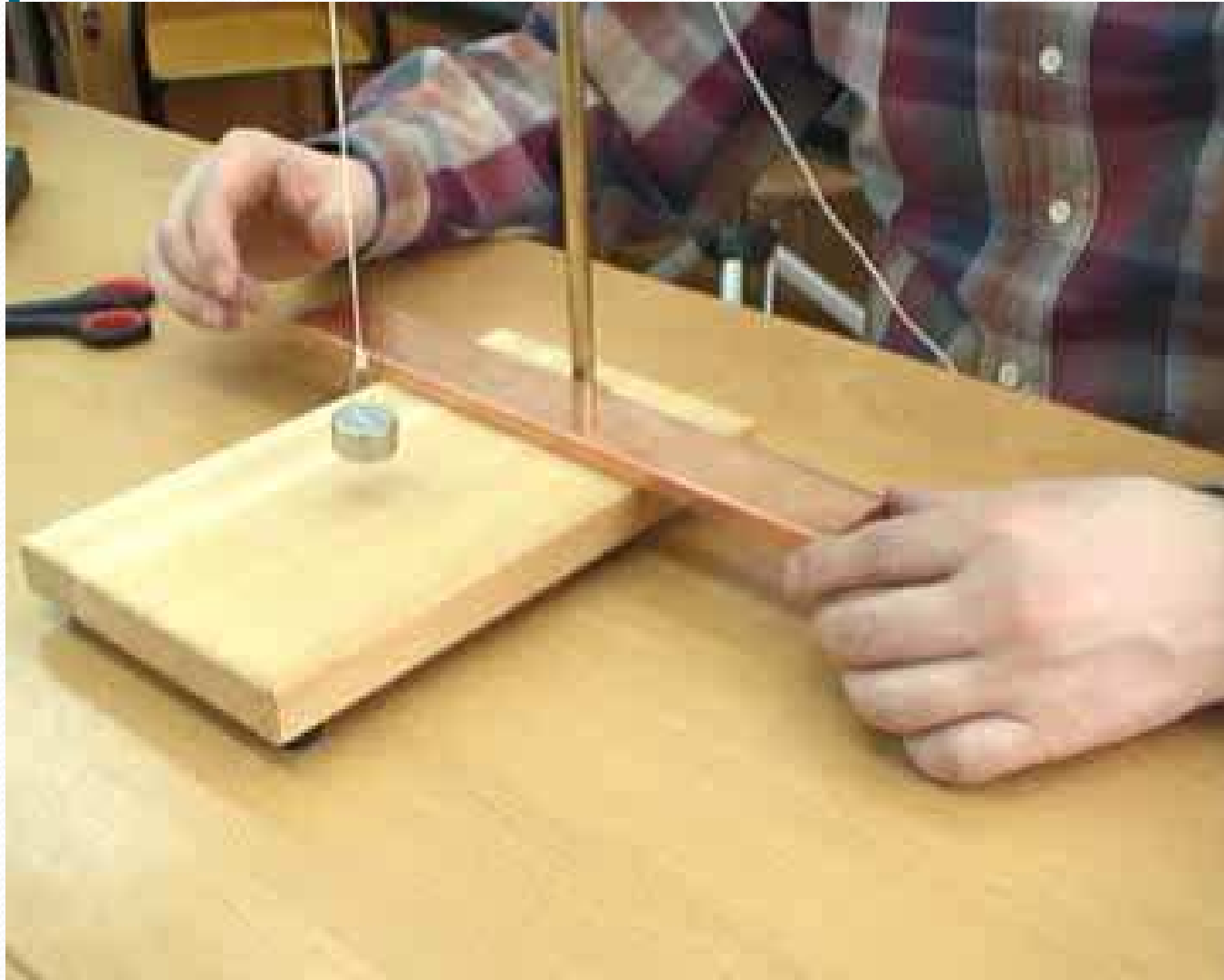


# Does it attract/ repel?



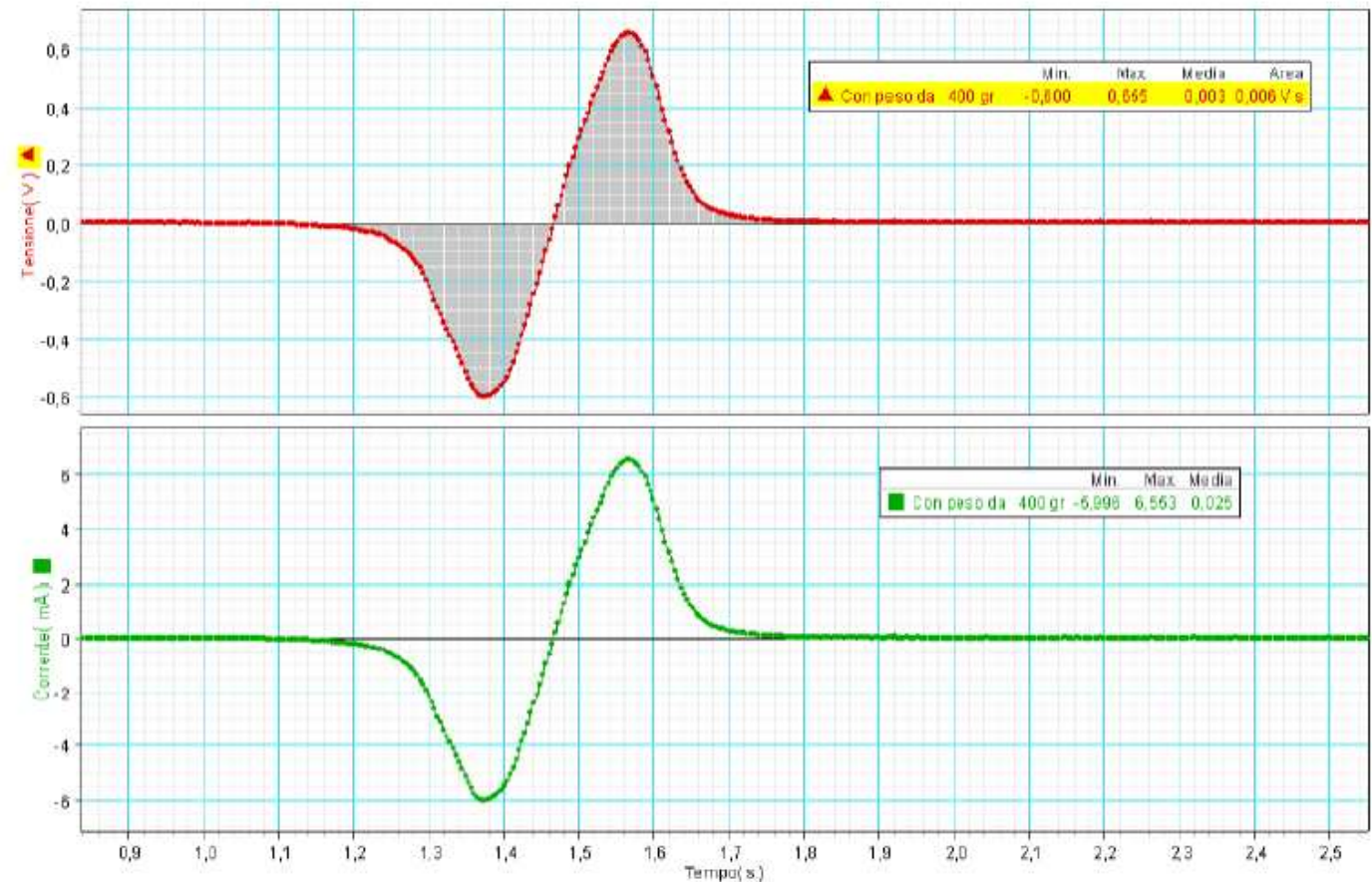
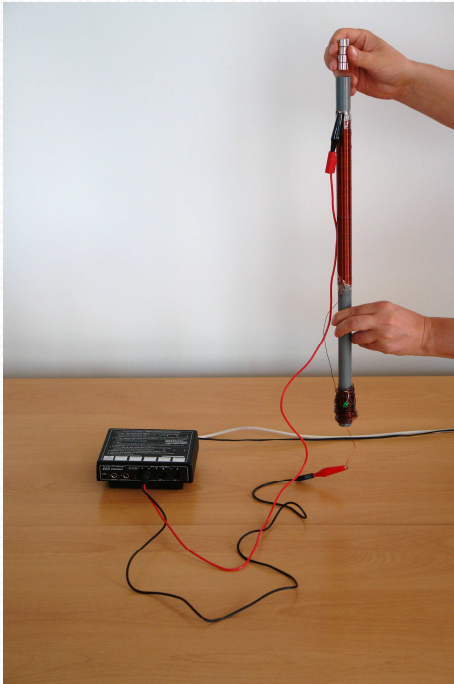
Credits: Wim Peeters

# It opposes!

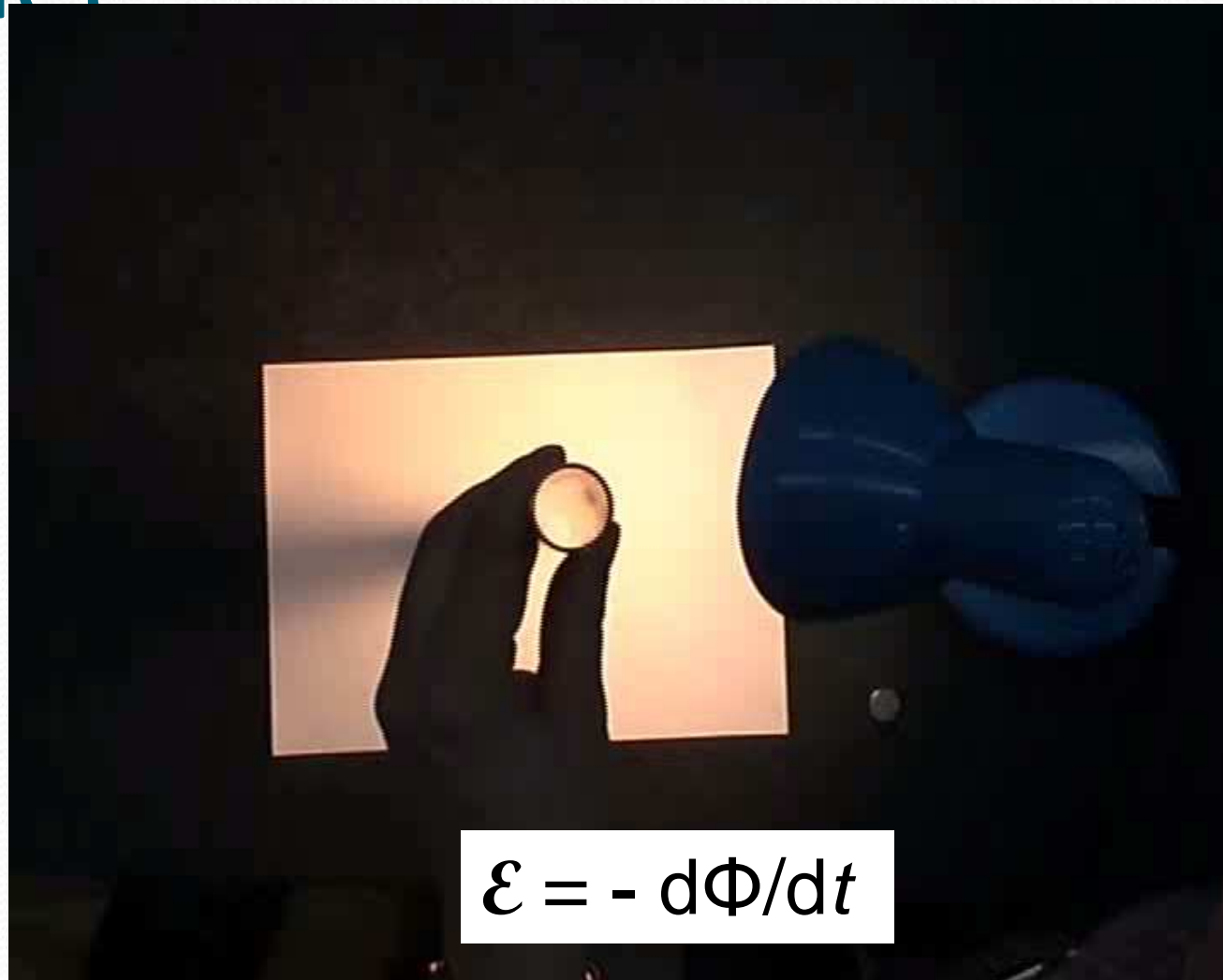




# Induced current, more precise



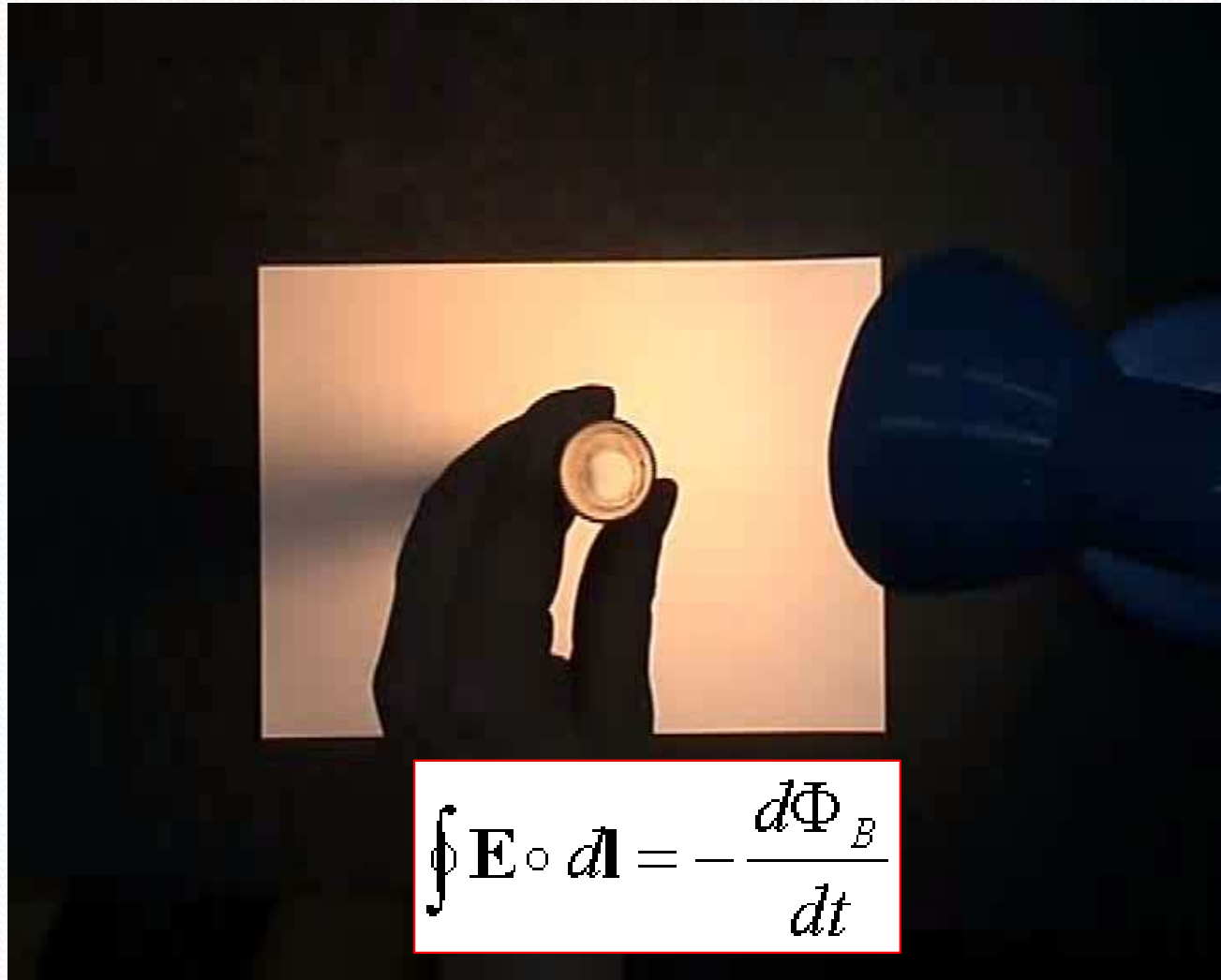
Induced current = opposite  
magnet



$$\mathcal{E} = - d\Phi/dt$$



# Całka po konturze zamkniętym...





# Interactive discovering...



**Udine, 12.03.2009**



# Interactive discovering...



**Udine, 12.03.2009**



# Interactive discovering...



**Udine, 12.03.2009**

# Dydaktyka fizyki, jako dyscyplina naukowa

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA  
IN MATEMATICA E FISICA CICLO XXII

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA

Innovazione didattica nella Scuola Secondaria: una  
proposta curricolare sulla superconduttività

DOTTORANDO  
Rossana Viola

RELATORE  
Prof. Marisa Michelini

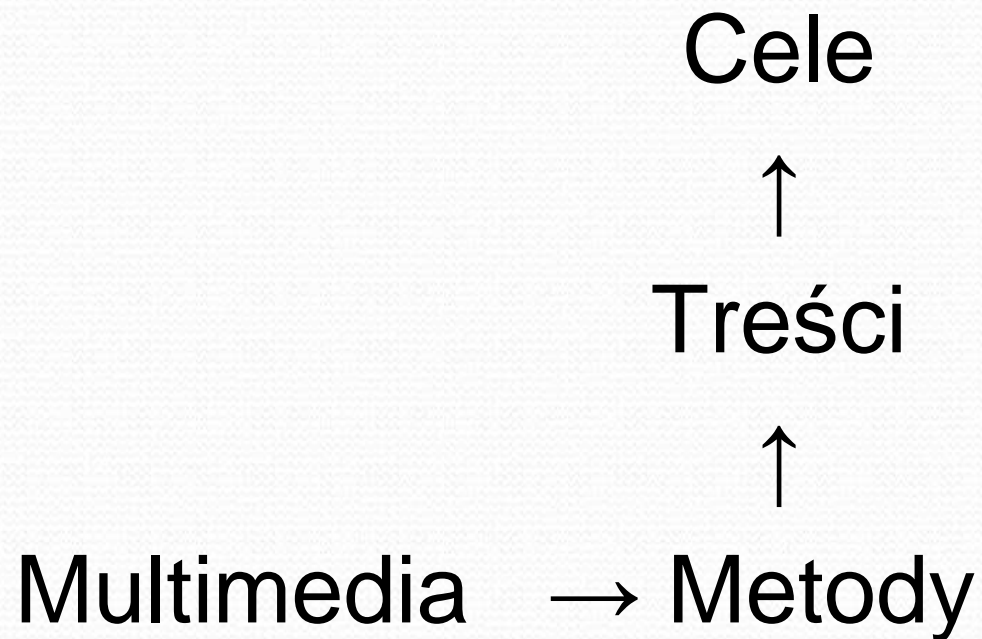
ANNO ACCADEMICO  
2009/2010

## INDICE

Introduzione .....	
CAP 1. Innovazione didattica e la fisica moderna .....	
1. La formazione insegnanti	
2. PCK: Pedagogical Content Knowledge	
3. MER: il costrutto dell' Educational Reconstruction	
4. Educazione informale e apprendimento scientifico	
5. Il progetto di ricerca	
CAP 2. Dall' elettromagnetismo alla superconduttività: la fisica e la storia	
1. Aspetti sperimentali	
2. Teorie fenomenologiche	
3. Teoria BCS per la superconduttività. Coppie di Cooper	
4. La storia della superconduttività	
CAP 3. I nodi e i problemi di apprendimento:	
1. I nodi e i problemi di apprendimento a livello di scuola primaria	
2. I nodi e i problemi di apprendimento a livello di scuola secondaria	
CAP 4. I Progetti EU SUPERCOMET e SUPERCOMET2 su elettromagnetismo e superconduttività	
1. I Progetti Supercomet	
2. Il contributo italiano al progetto	
3. La preparazione della sperimentazione	
4. Metodologie e strumenti	
5. Strategie, approcci e metodi	
6. Il caso della sperimentazione in rete telematica	
7. I percorsi	
8. Considerazioni conclusive	
CAP 5. Il Progetto EU MOSEM su elettromagnetismo e superconduttività	
1. Introduzione	
2. Una proposta di ricerca-azione	
3. La formazione degli insegnanti	
4. Le risorse e i materiali del Progetto MOSEM	
- La guida per l'insegnante	
- Le applicazioni multimediali	
- Il kit di esperimenti Hands-On Minds-On	
5. I percorsi didattici	
6. Le strategie didattiche	
7. Il sito dedicato all'attuazione in Italia del Progetto MOSEM	
8. Il forum di discussione	
CAP 6. Le sperimentazioni	
a. Futuri insegnanti di scuola primaria e fenomeni elettromagnetici: una ricerca di I/A	
b. Studenti di scuola primaria e fenomeni magnetici	
c. Proposta per un percorso curricolare sull' induzione elettromagnetica nella scuola secondaria inferiore	
d. Una proposta sull' induzione elettromagnetica per il biennio di scuola superiore	


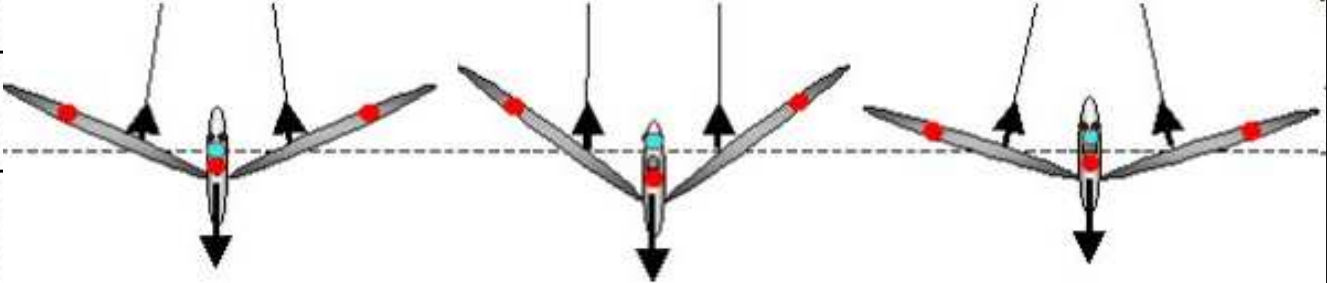



# Dydaktyka, szkoły wyższej też!


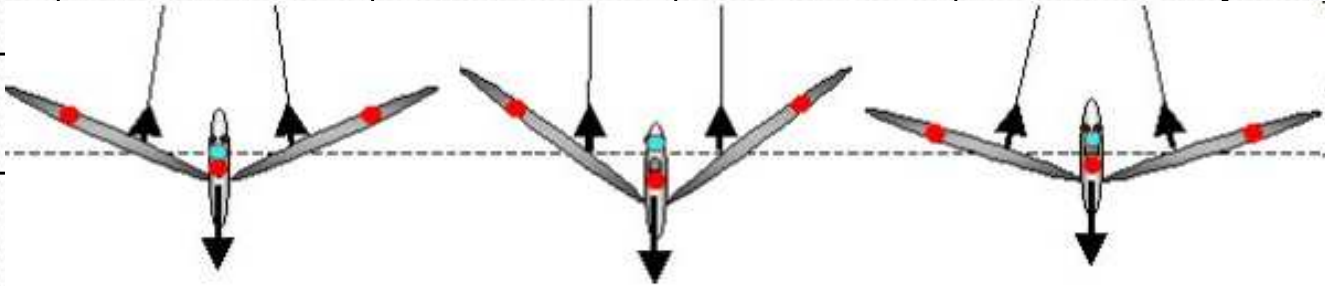




# „multi-media” typy

	Mechanika	E-M	QM	
Typ				
obraz				
schemat				
animacja				
film				
dźwięk				
exper.				
c-g exp.				
exp.online				

# „multi-media” typy

	Mechanika		E-M		QM
Typ					
obraz					
schemat					
animacja					
film					
dźwięk					
exper.					
c-g exp.					
exp.online					




# „multi-media” typy

Typ	Mechanika		E-M		QM
obraz					
schemat					
animacja					
film					
dźwięk					
exper.					
c-g exp.					
exp.online					





# „multi-media” typy

Typ	Mechanika		E-M		QM
	 <p data-bbox="801 1107 1413 1318">„Kuń, jaki jest, każdy widzi!”</p>				

# Zasada „Bretton Woods”

- Waluta USA ma 100% pokrycie w złocie
- ale w Forcie Knox, tj. na pisemne żądanie



[http://www.google.pl/imgres?imgurl=http://i93.photobucket.com/albums/l41/myspaceom1926/Freedom/goldbarA202\\_resizejpg4ae72a11-f733-.jpg&imgrefurl=http://candidblogger.blogspot.com/2009/04/is-there-any-gold-in-fort-knox.html&usq=\\_\\_78iqRMBBkUSY3DXf9FPeguFIMcw=&h=400&w=400&sz=61&hl=pl&start=75&zoom=1&tbnid=q24dW\\_BJAZFG7M:&tbnh=151&tbnw=205&prev=/images%3Fq%3Dfort%2Bknox%26um%3D1%26hl%3Dpl%26client%3Dfirefox-a%26sa%3DX%26rls%3Dorg.mozilla:pl:official%26biw%3D1090%26bih%3D644%26tbs%3Disch:10%2C2991&um=1&itbs=1&iact=hc&vpx=156&vpy=291&dur=1286&hovh=225&hovw=225&tx=121&ty=101&ei=CK2PTJnzFM6AOO\\_BuKoN&oei=76yPTNeoA8TvOfCY1MsM&esq=10&page=7&ndsp=12&ved=1t:429,r:0,s:75&biw=1090&bih=644](http://www.google.pl/imgres?imgurl=http://i93.photobucket.com/albums/l41/myspaceom1926/Freedom/goldbarA202_resizejpg4ae72a11-f733-.jpg&imgrefurl=http://candidblogger.blogspot.com/2009/04/is-there-any-gold-in-fort-knox.html&usq=__78iqRMBBkUSY3DXf9FPeguFIMcw=&h=400&w=400&sz=61&hl=pl&start=75&zoom=1&tbnid=q24dW_BJAZFG7M:&tbnh=151&tbnw=205&prev=/images%3Fq%3Dfort%2Bknox%26um%3D1%26hl%3Dpl%26client%3Dfirefox-a%26sa%3DX%26rls%3Dorg.mozilla:pl:official%26biw%3D1090%26bih%3D644%26tbs%3Disch:10%2C2991&um=1&itbs=1&iact=hc&vpx=156&vpy=291&dur=1286&hovh=225&hovw=225&tx=121&ty=101&ei=CK2PTJnzFM6AOO_BuKoN&oei=76yPTNeoA8TvOfCY1MsM&esq=10&page=7&ndsp=12&ved=1t:429,r:0,s:75&biw=1090&bih=644)



# Literatura

[1] Lekcje interaktywne

[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa\\_strona/?q=node/142](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/142)

[2] A. Karbowski, P. Miszta, G. Karwasz, Multimedialny podręcznik do elektromagnetyzmu

<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/flashFizyka/Elektromagnetyzm.swf>

[3] M. Sadowska, Scenariusze lekcji z elektromagnetyzmu

[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Elektromagnetyzm\\_scenariusze\\_lekcji.pdf](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Elektromagnetyzm_scenariusze_lekcji.pdf)

[4] M. Sadowska, Instrukcje PASCO,

[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Elektromagnetyzm\\_scenariusze\\_lekcji.pdf](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Elektromagnetyzm_scenariusze_lekcji.pdf)

[5] G. Karwasz, K. Rochowicz, M. Sadowska, Toruński podręcznik do fizyki, część I, Gimnazjum, Mechanika

[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Porecznik\\_1.9.pdf](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Porecznik_1.9.pdf)

[6] K. Gołebiowski i in., Instrukcje 14 doświadczeń dla gimnazjum,

[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa\\_strona/?q=node/143](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/143)