

# Porównanie systemów szkolnictwa i nauczania fizyki w Europie

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Karwasz

*Zakład Dydaktyki Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń*

Sulejówek, 23.10.2008

# Plan

1. Pytanie: jak uczymy fizyki?
2. Odp: w zróżnicowany sposób,  
czytaj: źle!
3. Dlaczego?
4. Winna jest reforma.
5. Nic nie można zrobić?
6. Niewiele, czyli wiele



Die Einheit 1 F ist nach dem englischen Naturforscher **MICHAEL FARADAY** (1791–1867) benannt.



Für die Einheiten gilt:  
 $1 \text{ F} = 1 \frac{\text{C}}{\text{V}} = \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V}}$



Bei Luft zwischen den Platten ist die Speicherkapazität relativ klein. Bei Verwendung von speziellen keramischen Werkstoffen kann sich die Speicherkapazität bei gleicher Plattenfläche und gleichem Abstand um den Faktor 10 ... 10 000 erhöhen.



Die **Dielektrizitätszahl**, auch Permittivitätszahl genannt, ist eine Materialkonstante, die die Beeinflussung der Kapazität durch das Dielektrikum angibt.  
 Für Luft gilt:  $\epsilon_r = 1$



Der Anstieg im Q-U-Diagramm ist die Kapazität C des Kondensators.

### Die Größe elektrische Kapazität

Jeder Kondensator kann bei einer gegebenen Spannung nur eine bestimmte Ladung aufnehmen. Diese unterschiedliche Speicherkapazität für elektrische Ladung wird durch die physikalische Größe **elektrische Kapazität** angegeben.

Die Kapazität eines Kondensators gibt an, wie viel elektrische Ladung der Kondensator bei einer Spannung von 1 V speichern kann.

Formelzeichen: C

Einheiten: 1 Farad (1 F)  
 1 Coulomb je Volt (1  $\frac{\text{C}}{\text{V}}$ )

Teile der Einheit 1 F sind ein Mikrofarad (1  $\mu\text{F}$ ), ein Nanofarad (1 nF) und ein Picofarad (1 pF):

$$1 \text{ F} = 1\,000\,000 \mu\text{F} = 1\,000\,000\,000 \text{ nF} = 1\,000\,000\,000\,000 \text{ pF}$$

Die Kapazität der meisten Kondensatoren liegt zwischen 1  $\mu\text{F}$  und 1 pF.

### Berechnen der elektrischen Kapazität

Die Kapazität eines Kondensators ist von seinem Bau abhängig. Bei einem **Plattenkondensator** ist die Kapazität umso größer, je größer die Flächen der Platten und je kleiner der Abstand der Platten sind. Außerdem ist die Kapazität des Kondensators davon abhängig, welches **Dielektrikum** sich zwischen den beiden Platten befindet.

Die Kapazität eines Plattenkondensators kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

A Flächeninhalt einer Platte  
 d Abstand der Platten  
 $\epsilon_0$  elektrische Feldkonstante  
 $\epsilon_r$  Dielektrizitätszahl

Wie viel Ladung ein bestimmter Kondensator speichert, ist davon abhängig, welche Spannung am Kondensator anliegt. Je größer die Spannung ist, desto größer ist die gespeicherte Ladung. Das Verhältnis von gespeicherter Ladung und Spannung ist die Kapazität des Kondensators.



Die Kapazität eines Kondensators kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$C = \frac{Q}{U}$$

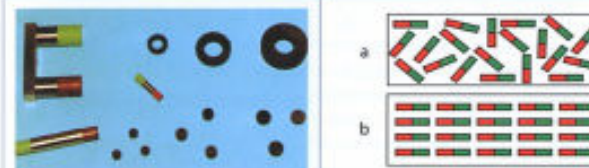
Q elektrische Ladung  
 U elektrische Spannung

## 4.3.2 Das magnetische Feld

### Magnete und ihre Wirkungen

Magnete sind Körper, die andere Körper aus Eisen, Nickel oder Kobalt anziehen.

Körper, die diese magnetische Eigenschaft auf Dauer oder über sehr lange Zeit besitzen, nennt man **Dauermagnete** oder **Permanentmagnete**. Dauermagnete bestehen ebenfalls aus Eisen, Nickel oder Kobalt. Sie können verschiedene Formen haben.



Dauermagnete unterschiedlicher Form

Unmagnetisiertes (a) und magnetisiertes (b) Eisen im Modell

Körper, die von Magneten angezogen werden, sind auch selbst magnetisierbar.

Diese Eigenschaft von Stoffen aus Eisen, Nickel und Kobalt, den **ferromagnetischen Stoffen**, ergibt sich aus ihrem Aufbau. Magnetisierbare Stoffe bestehen aus winzigen Bereichen, von denen sich jeder wie ein kleiner Magnet verhält. Im unmagnetisierten Zustand sind diese **Elementarmagnete** völlig ungeordnet. Der Körper ist nach außen hin unmagnetisch. Unter dem Einfluss eines Magneten können sich diese Elementarmagnete ausrichten. Der Körper wird selbst magnetisch.

Die Ausrichtung der Elementarmagnete geht verloren, wenn man einen Magneten zu stark erhitzt oder starken Erschütterungen aussetzt. Lassen sich in einem Stoff die Elementarmagnete leicht ausrichten, so bezeichnet man diesen Stoff als **magnetisch weich**. Stoffe, bei denen die Ausrichtung der Elementarmagnete nur unter dem Einfluss starker Magnete erfolgt und lange Zeit erhalten bleibt, bezeichnet man als **magnetisch hart**. Aus solchen Stoffen stellt man Permanentmagnete her.

Zwischen Magneten wirken anziehende oder abstoßende Kräfte. Diese Kräfte sind nicht überall gleich, sondern zwischen den **Polen** der Magnete am größten.

Jeder Magnet hat zwei Pole, den **Nordpol** und den **Südpol**.

Auch wenn man einen Magneten zerteilt, hat jeder Teil wieder zwei Pole, einen Nordpol und einen Südpol.



Permanentmagnete werden heute vor allem aus Legierungen und Oxidwerkstoffen (Barium- und Eisenoxid) hergestellt.



„ferro“ kommt von der lateinischen Bezeichnung „Ferrum“ für Eisen. Das chemische Zeichen für Eisen ist deshalb auch Fe.



Oberhalb einer bestimmten stoffabhängigen Temperatur geht die Ausrichtung der Elementarmagnete durch die thermische Bewegung der Gitterbausteine verloren.



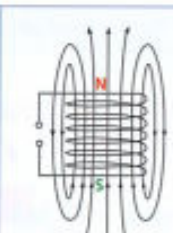
Magnetpole treten immer paarweise auf. Einzelne Magnetpole gibt es in der Natur nicht.



Im Unterschied zum elektrischen Feld sind beim magnetischen Feld die Feldlinien geschlossen. Im Inneren einer Spule verlaufen die Feldlinien vom Südpol zum Nordpol, im Äußeren der Spule dagegen vom Nordpol zum Südpol.



Spule mit Eisenkern als Elektromagnet



magnetisches Feld eines Elektromagneten



Schaltzeichen eines Elektromagneten

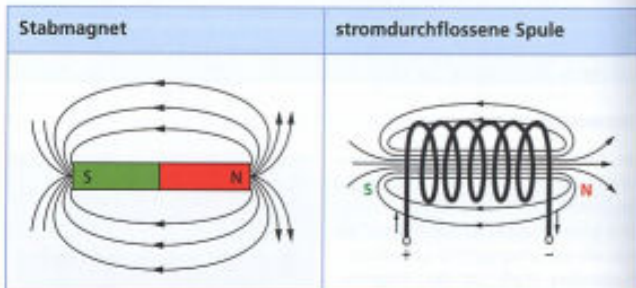
Um stromdurchflossene Leiter und stromdurchflossene Spulen existieren Magnetfelder.

Das Magnetfeld existiert nur, solange der elektrische Strom fließt. Schaltet man den Strom ab, hört die magnetische Wirkung auf.

Diese Eigenschaft der Magnetfelder von Elektromagneten werden in verschiedenen technischen Geräten und Anlagen genutzt. Dazu gehören Lasthebemagnete, Türgong, elektrische Klingel und Relais als elektromagnetischer Schalter.



Das magnetische Feld einer stromdurchflossenen Spule weist große Ähnlichkeiten mit dem Magnetfeld eines Stabmagneten auf.



Die Richtung des Feldes eines Elektromagneten ist abhängig von der Richtung des Stromflusses. Das Feld im Inneren eines Elektromagneten ist homogen, d.h., die magnetische Feldstärke ist überall gleich groß. Die Feldlinien magnetischer Felder sind geschlossen.



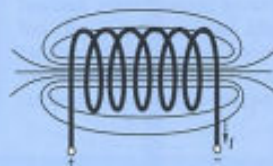
Auch bei magnetischen Feldern kann man homogene und inhomogene Felder unterscheiden (S. 203).

Die magnetische Feldstärke eines Elektromagneten ist abhängig von der Stromstärke sowie von der Windungszahl und der Länge der Spule.

Die magnetische Feldstärke im Innern einer langen stromdurchflossenen Spule kann berechnet werden mit der Gleichung:

$$H = \frac{N \cdot I}{l}$$

$N$  Windungszahl der Spule  
 $I$  elektrische Stromstärke  
 $l$  Länge der Spule



Durch einen Eisenkern wird das Magnetfeld einer Spule verstärkt.

Eine 25 cm lange Spule mit 1 500 Windungen wird von einem Strom mit der Stromstärke 3,0 A durchflossen. Wie groß ist die magnetische Feldstärke im Inneren der Spule?

Analyse:

Es handelt sich um eine lange stromdurchflossene gerade Spule.

Gesucht:  $H$   
 Gegeben:  $l = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$   
 $N = 1500$   
 $I = 3,0 \text{ A}$

Lösung:

$$H = \frac{N \cdot I}{l}$$

$$H = \frac{1500 \cdot 3,0 \text{ A}}{0,25 \text{ m}}$$

$$H = 18000 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

Ergebnis:

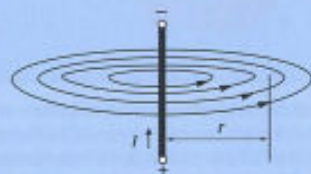
Im Inneren der Spule hat das magnetische Feld eine Stärke von  $18000 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ .

Die magnetische Feldstärke um einen geraden stromdurchflossenen Leiter hängt ab von der Stromstärke im Leiter und von der Entfernung vom Leiter.

Die magnetische Feldstärke um einen geraden stromdurchflossenen Leiter kann berechnet werden mit der Gleichung:

$$H = \frac{I}{2\pi \cdot r}$$

$I$  elektrische Stromstärke  
 $r$  Abstand vom Leiter



Die Verstärkung des Magnetfeldes einer Spule kann durch Einführung eines Eisenkerns auf das 250-fache bis 3000-fache erfolgen.



Die Richtung des Magnetfeldes kann man folgendermaßen ermitteln: Wenn der Daumen der rechten Hand in Stromrichtung (von + nach -) zeigt, dann geben die gekrümmten Finger die Richtung der Feldlinien an.

## Berechnen der Induktivität

Die Induktivität einer Spule ist von ihrem Bau abhängig. Die Induktivität einer Spule ist umso größer, je größer die Windungszahl, je größer die Querschnittsfläche und je kleiner die Länge der Spule sind. Eine Spule mit Eisenkern hat eine wesentlich größere Induktivität als eine Spule ohne Eisenkern. Auch das Material, aus dem der Kern besteht, hat Einfluss auf die Induktivität einer Spule.

Die Induktivität einer langen Spule kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot \frac{A}{l}$$

$A$  Flächeninhalt der Querschnittsfläche  
 $l$  Länge der Spule  
 $N$  Windungszahl der Spule  
 $\mu_0$  magnetische Feldkonstante  
 $\mu_r$  Permeabilitätszahl

Eine 20 cm lange Spule mit quadratischer Querschnittsfläche und einer Kantenlänge von 5,0 cm hat 1000 Windungen. Der Eisenkern hat eine Permeabilitätszahl von  $\mu_r = 300$ .

Wie groß ist die Induktivität dieser Spule?

## Analyse:

Es liegt eine lange, quadratische Spule mit Eisenkern vor, so dass die oben genannte Gleichung angewendet werden kann.

Gesucht:  $L$   
 Gegeben:  $l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$   
 $a = 5,0 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$   
 $N = 1000$   
 $\mu_r = 300$   
 $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$

## Lösung:

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot \frac{A}{l} \quad A = a^2$$

$$A = 0,0025 \text{ m}^2$$

$$L = \frac{1,257 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \cdot 300 \cdot 1000^2 \cdot 0,0025 \text{ m}^2}{\text{A} \cdot \text{m} \cdot 0,2 \text{ m}}$$

$$L = 4,7 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}} = 4,7 \text{ H}$$

## Ergebnis:

Die Spule hat eine Induktivität von 4,7 H. Das bedeutet, dass bei einer Stromstärkeänderung von 1 A in einer Zeit von 1 s eine Spannung von 4,7 V in der Spule induziert werden würde.



Die **Permeabilitätszahl** ist eine Materialkonstante, die die Beeinflussung der Induktivität einer Spule durch das Material des Kerns angibt. Für Luft gilt:  $\mu_r = 1$   
 Für Eisen gilt:  $250 < \mu_r < 680$   
 Für Dynamobleche gilt:  $200 < \mu_r < 3000$



Für die Einheiten gilt:

$$1 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}} = 1 \text{ H}$$

## Wirbelströme

Induktionsströme entstehen nicht nur in Spulen, sondern auch in ganz beliebigen elektrischen Leitern, wenn sich das von ihnen umfasste Magnetfeld ändert.

Bringt man metallische Körper, z. B. Platten oder Stäbe, in ein Magnetfeld und ändert sich das von diesen Körpern umfasste Magnetfeld, so werden auch in diesen Körpern Spannungen induziert. Es fließen Ströme. Man nennt diese Induktionsströme nach ihrem Verlauf **Wirbelströme**.

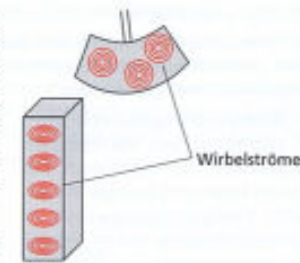
Wirbelströme bilden sich vor allem in massiven Metallkörpern aus. Bei Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren sind Wirbelströme unerwünscht. Zur Verhinderung von Wirbelströmen setzt man entsprechende Teile aus dünnen, gegeneinander isolierten Blechen (**Dynamoblechen**) zusammen.

Bei einer Reihe von Anwendungen sind Wirbelströme auch erwünscht. So werden Wirbelströme zum Induktionshärten genutzt. Man bringt dabei Werkstücke in eine Spule und setzt sie starken, veränderlichen magnetischen Feldern aus. Auch in Induktionsherden nutzt man Wirbelströme zum Erwärmen von Speisen.

Wirbelströme sind nach dem lenzchen Gesetz (S. 218) so gerichtet, dass sie die Ursache ihrer Entstehung hemmen. Ist die Ursache für das Entstehen von Wirbelströmen z. B. eine Bewegung, so wird diese Bewegung gehemmt.

Wirbelströme und das Wirken des lenzchen Gesetzes werden in technischen Anlagen, z. B. bei **Wirbelstrombremsen**, genutzt. Solche Wirbelstrombremsen werden vor allem bei Schienenfahrzeugen eingesetzt.

Moderne **Elektrizitätszähler** bzw. **Energiezähler** nutzen ebenfalls die elektromagnetische Induktion und die Entstehung von Wirbelströmen. Man nennt sie deshalb auch **Induktionszähler**.



Durch Dynamobleche können Wirbelströme weitgehend verhindert werden.



Wirbelstrombremsen werden z. B. auch zur Dämpfung der Zeigerbewegung in Messgeräten (Drehspulmessgerät, Drehisenmessgerät) genutzt.



12. Wyjaśnij znane ci sposoby elektryzowania ciał, uwzględniając zasadę zachowania ładunku.
13. Dwie naelektryzowane kuleczki w powietrzu działają na siebie z odległości  $d_1 = 11$  cm taką samą siłą, jak w terpentynie z odległości  $d_2 = 7,4$  cm. Ile razy współczynnik  $k_1$  w powietrzu jest większy od współczynnika  $k_2$  w terpentynie?
14. Kulki A i B są zawieszona na jedwabnych nitkach. Gdy zbliżymy do każdej z nich ujemnie naelektryzowaną pałeczkę ebonitową, okazuje się, że kulka A jest przyciągana, a kulka B odpychana. Czy możesz na tej podstawie stwierdzić, że obie kulki mają ładunek różny od zera?

## 2.5.2 Makroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne

POWTÓRKA

Równie dawno jak zjawiska elektrostatyczne znane były zjawiska magnetyczne – przyciąganie opilków żelaza przez kawałki rudy (wydobytą w Azji Mniejszej w okolicy miasta Magnesia, od którego pochodzi nazwa zjawiska).

Już we wczesnym średniowieczu ustalono, że zjawiska elektrostatyczne i magnetyczne są „rozłączne” – bursztyn nie przyciągał żelaza, a ruda skrawków materii. Do XIX wieku wydawało się, że elektryczność i magnetyzm to dwa nie związane ze sobą typy oddziaływań.

Zmianę tego poglądu przyniosły doświadczenia duńskiego fizyka Hansa Christiana Oersteda i angielskiego fizyka Michała Faradaya. Pierwszy z nich stwierdził w 1820 roku, że prąd płynący przez przewodnik wytwarza pole magnetyczne. Drugi, jedenaście lat później wykazał, że zmiany tego pola powodują przepływ prądu elektrycznego.

Przypomnijmy krótko te sławne doświadczenia i wnioski, które z nich wyciągnięto. Wiemy, że namagnesowana igła ustawia się w kierunku wyznaczonym przez pole magnetyczne Ziemi: jeden jej koniec wskazuje północ, a drugi południe. Co się stanie, gdy nad igłą zamocujemy równoległe do niej prosty przewód miedziany? Jeśli prąd przez przewód nie płynie (rys. 2.22), nic się nie zmieni, bo miedź nie oddziałuje z igłą magnetyczną (w przeciwieństwie do żelaza lub niklu). Jeśli jednak końce przewodu połączymy z biegunami baterii i przez przewód popłynie prąd, tak jak w doświadczeniu Oersteda, igła wychyli się (rys. 2.23)!

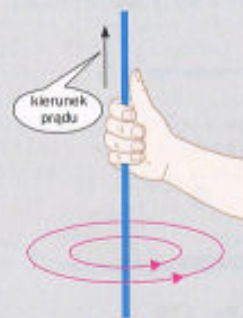
Oersted wykazał więc doświadczalnie, że przewód, w którym płynie prąd, oddziałuje z igłą magnetyczną i zbadał pole ma-



Rys. 2.22



Rys. 2.23



Rys. 2.24

gnetyczne wytwarzane przez przewodniki z prądem. Stwierdził, że linie pola wokół przewodnika prostopadłego leżą w płaszczyźnie prostopadłej do przewodnika i mają kształt okręgów o środkach w przewodzie (rys. 2.24).

Jeśli przewód zwiniemy w zwojnicę (jak zwoje sprężyny), w jej wnętrzu linie pola magnetycznego będą w przybliżeniu liniami prostymi, a na zewnątrz będą miały taki kształt, jak linie pola wytworzonego przez magnes sztabkowy. Zwrot linii pola magnetycznego, wytworzonego przez przewodnik z prądem, a także bieguny magnetyczne zwojniczy można wyznaczyć ze znanych ci z gimnazjum reguł „prawej ręki”. Sposób

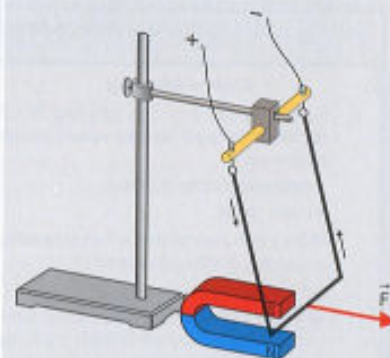


Rys. 2.25

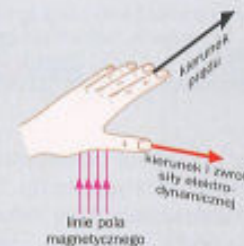
postępowania w każdym przypadku ilustrują rysunki 2.24 i 2.25.

Pole magnetyczne każdego przewodnika z prądem jest tym silniejsze, im większe jest natężenie prądu, który płynie przez przewodnik, a w zwojnicy dodatkowo, im większa jest liczba zwojów. Pole magnetyczne zwojniczy staje się jeszcze silniejsze, gdy włożymy do niej żelazny rdzeń. Tak skonstruowane elektromagnesy są powszechnie używane w technice, od prostych dzwonek elektrycznych, głośników i przełączników do potężnych dźwigów przenoszących żelazo w hutach.

Skoro przewód z prądem działa na magnes, jakim jest igła magnetyczna, to zgodnie z trzecią zasadą dynamiki na przewodnik z prądem znajdujący się w polu magnetycznym także powinna działać siła. Istotnie, siła taka działa i nazywa się siłą elektrodynamiczną (rys. 2.26). Kierunek siły elektrodynamicznej jest prostopadły do linii pola magnetycznego i do przewodnika, a zwrot tej siły można wyznaczyć, stosując regułę lewej dłoni, którą ilustrują rysunki 2.27 i 2.28.



Rys. 2.26



Rys. 2.27

### praca z komputerem ■ Program 06

#### Siła elektrodynamiczna

- Sprawdź, czy przewód z prądem, umieszczony w polu magnetycznym magnesu podkościowego odchyła się zgodnie z regułą, którą zwykle stosujesz w takim przypadku.
- Zbadaj, jak zmienia się zwrot siły elektrodynamicznej, gdy ulegnie zmianie:
  - tylko kierunek prądu,
  - tylko zwrot linii pola magnetycznego,
  - zarówno kierunek prądu, jak i zwrot linii pola magnetycznego.

[www.zamkor.com.pl](http://www.zamkor.com.pl)

Istnienie siły elektrodynamicznej wykorzystano np. w budowie silników elektrycznych i głośników.

POWTÓRKA

**Silnik elektryczny**

1. Poniżej wymieniono dwa zjawiska fizyczne, które możesz zaobserwować w tym programie.

- prąd elektryczny w ramce,
- obrót ramki.

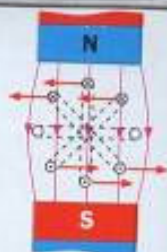
Które z tych zjawisk jest w tym przypadku przyczyną, a które skutkiem?

2. Odpowiedz na pytania:

- W jakim położeniu ramki (w stosunku do linii pola magnetycznego) musi się zmieniać kierunek prądu w ramce?
- Dlaczego to jest konieczne?

3. Wyjaśnij, dlaczego

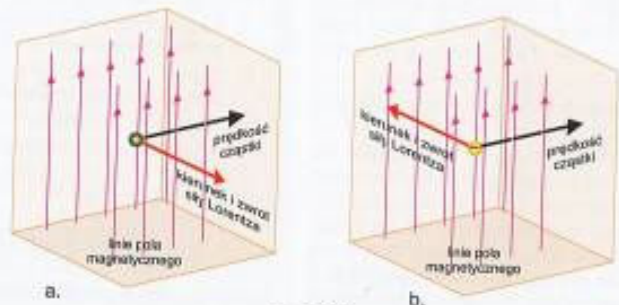
- na przedstawionym w programie modelu silnika w każdym położeniu obracającej się ramki siły elektrodynamiczne, działające na jej poziome boki mają jednakowe wartości (oczywiście z wyjątkiem położenia, w którym siły te nie działają),
- ramka nie zatrzymuje się w położeniu, w którym na jej boki nie działają siły.



całującej się ramki siły elektrodynamiczne, działające na jej poziome boki mają jednakowe wartości (oczywiście z wyjątkiem położenia, w którym siły te nie działają),

www.zamkor.com.pl

Wiesz już, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła elektrodynamiczna. Łatwo więc się domyślić, że skoro siła działa na strumień poruszających się ładunków, działa także na pojedynczą cząstkę naładowaną poruszającą się w polu magnetycznym. Taka siła nosi nazwę **siły Lorentza**. Prąd elektryczny traktujemy umownie jako ruch ładunków dodatnich, więc kierunek i zwrot siły Lorentza działającej na **naładowaną dodatnio** cząstkę znajdujemy tak, jak kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej; kierunek prądu zastępujemy prędkością cząstki (rys. 2.28a). Dla cząstek naładowanych ujemnie zwrot siły Lorentza jest przeciwny (rys. 2.28b). Działanie siły Lorentza na cząstkę naładowaną poruszającą się w polu magnetycznym wykorzystano do zakrzywiania jej toru w cyklotronach i innych urządzeniach służących do przyspieszania cząstek naładowanych.



Rys. 2.28

<sup>9</sup> Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym opisano dokładnie w podręczniku Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych – treści rozszerzające.

pole magnetyczne, w którym porusza się cząstka naładowana, może być wytworzone przez inną, także poruszającą się cząstkę naładowaną. Zatem

*ładunki poruszające się oddziałują nie tylko siłami Coulomba, które są miarą ich oddziaływań elektrostatycznych, ale i siłami Lorentza. Takie oddziaływania nazywamy oddziaływaniami elektromagnetycznymi. Oddziaływania elektryczne i magnetyczne są szczególnymi przypadkami oddziaływań elektromagnetycznych.*

Przez kilkanaście lat fizycy szukali odpowiedzi na pytanie: czy pole magnetyczne może spowodować przepływ prądu, skoro przepływ prądu jest źródłem pola magnetycznego?

Dopiero Faraday w 1831 r. odkrył, że taki prąd pojawia się tylko w chwili zmian pola. Nawinął on na żelaznym pierścieniu dwa odizolowane od siebie (i od pierścienia) uzwojenia miedziane. Jedno połączone było ze źródłem prądu, drugie z przewodem rozpiętym nad igłą magnetyczną (rys. 2.29).



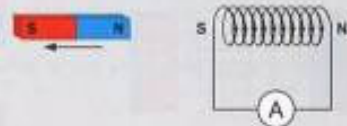
Rys. 2.29

Okazało się, że podczas przerywania i zamykania obwodu ze źródłem prądu igła wychylała się, po czym wracała do położenia początkowego. Kierunek wychyleń igły przy przerywaniu obwodu był przeciwny niż przy zamykaniu. Zatem przy wzroście i zmniejszaniu pola magnetycznego wytworzonego przez pierwszy obwód, w drugim („wtórnym”) obwodzie płynął prąd. Zjawisko to nazywamy **indukcją elektromagnetyczną**. Warunkiem wzbudzenia prądu indukcyjnego w obwodzie zamkniętym jest zmiana pola magnetycznego obejmowanego przez ten obwód.

Długa seria późniejszych doświadczeń wykazała, że zamiast otwierania i zamykania pierwotnego obwodu zmiany pola magnetycznego obejmowanego przez obwód wtórny można wywołać, np. poruszając magnes względem zwojnicy (rys. 2.30, rys. 2.31). Odkrycie Faradaya zrewolucjonizowało świat. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej wy-



Rys. 2.30



Rys. 2.31

korzystano do budowy prądnic, które wytwarzają prąd zmienny płynący w instalacjach elektrycznych w każdym domu.

POWTOŹKA

**Prądnic**

1. Poniżej wymieniono dwa zjawiska fizyczne, które możesz zaobserwować w tym programie.

- prąd elektryczny w ramce,
- obrót ramki.

Które z tych zjawisk jest w tym przypadku przyczyną, a które skutkiem?

2. Na podstawie granicznych wartości częstotliwości obrotów ramki, które można dobrać w tym programie, oblicz minimalny i maksymalny okres zmian wyindukowanego napięcia przemiennego. Sprawdź, czy stosunek  $T_{\text{min}}:T_{\text{max}}$  jest równy temu, który można odczytać z wykresu  $U(t)$ .

3. Obserwując wykres  $U(t)$ , wymień skutki, jakie powoduje zwiększenie częstotliwości obrotów ramki. Zbadaj, jak maksymalna wartość indukowanego napięcia zależy od tej częstotliwości.

www.zamkor.com.pl

zjawiska elektro-  
magnetyczne

że elektryczność i magnetyzm nie tylko wzajemnie z siebie wynikają, ale są różnymi przejawami tej samej grupy zjawisk, którym nadaliśmy wspólną nazwę **zjawisk elektromagnetycznych**.

#### 1.4. Elektryczność i magnetyzm – pojęcia względne

Wspomnieliśmy już, że w początkowym okresie poznawania zjawisk elektrycznych i magnetycznych uważano, że pole magnetyczne, podobnie jak elektryczne, ma swoje źródło – „ładunki magnetyczne”. Jak pamiętamy poszukiwania tych ładunków spełzyły jednak na niczym. Natura materiałów magnetycznych pozostawała nieznana, aż do czasów, kiedy to Ampère wykonał opisane wcześniej doświadczenie. Wyszukał on wówczas hipotezę: **w materiałach magnetycznych mamy do czynienia z nieustannie krążącymi prądami elektrycznymi. To właśnie te mikroprądy odpowiadają za właściwości magnetyczne substancji.**

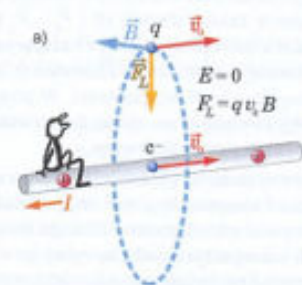
właściwości magnetyczne substancji



##### DOKŁADNIEJ

Wyobraźmy sobie ładunek  $q$ , który przemieszcza się z prędkością  $v_0$  równoległe do przewodnika, w którym płynie prąd o natężeniu  $I$ . Znajdujące się w przewodniku swobodne elektrony, tzw. elektrony przewodnictwa, dryfują w nim z prędkością  $\vec{v}$  (rysunki poniżej). Dla ułatwienia rozważań, założymy, że prędkość dryfu elektronów i prędkość ładunku  $q$  są takie same,  $\vec{v}_0 = \vec{v}$ . Łatwo zauważyć, że mówiąc o prędkości ładunku oraz prędkości elektronów, przyjęliśmy pewien układ odniesienia związany z przewodnikiem, w którym umieściliśmy obserwatora. Układ ten będziemy nazywać **laboratoryjnym**. Tam bowiem umieszczamy obserwatora, gdy badamy ruch ładunków podczas doświadczeń laboratoryjnych.

W tym układzie odniesienia zaobserwujemy, że na ładunek  $q$  będzie działać jedynie siła Lorentza  $\vec{F}_L$  (Rys. a), związana z ruchem tego ładunku w polu magnetycznym  $\vec{B}$ , wytworzonym przez prąd przepływający w przewodniku ( $\vec{F}_L = q\vec{v}_0 \times \vec{B}$ ). Jeśli ładunek  $q$  będzie ujemny, to siła Lorentza będzie skierowana w stronę przewodnika (Rys. a). Obserwator w **układzie laboratoryjnym** wyciągnie wniosek, że ładunek  $q$  będzie przez przewodnik przyciągany, a przyczyną działania na niego siły jest fakt, że porusza się on w polu magnetycznym.



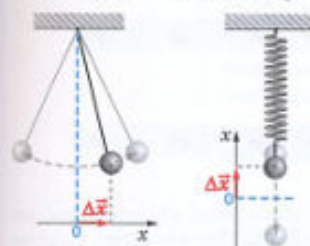
W układzie laboratoryjnym pole elektryczne  $\vec{E}$  wokół przewodnika będzie równe zero, gdyż dla obserwatora związanego z przewodnikiem, przewodnik ten jest elektrycznie obojętny. Wynika to z faktu, że całkowity ładunek dodatni nieruchomych jonów, rozmieszczonych równomiernie w metalu, jest taki sam, jak całkowity ładunek ujemny elektronów przewodnictwa.

oddziaływanie elektro-  
magnetyczne  
unifikacja oddziaływań

Połączenie kilku różnych rodzajów oddziaływań, w tym przypadku oddziaływań elektrycznych i magnetycznych, w jedno oddziaływanie – **oddziaływanie elektromagnetyczne** – fizycy nazywają **unifikacją oddziaływań**. Do zagadnienia tego powrócimy pod koniec podręcznika.

W przypadku oddziaływania elektromagnetycznego poznaliśmy źródło tej unifikacji. Tak naprawdę za wytwarzanie pól elektrycznych i magnetycznych odpowiedzialne są wyłącznie ładunki elektryczne, a podział na pola elektryczne i magnetyczne, wynikający z pewnych przyzwyczajęń, ułatwia obliczenia. Zamiast stosować jednak skomplikowane transformacje (w tym przypadku transformacja Lorentza), uwzględniające efekty relatywistyczne przy przechodzeniu obserwatora z jednego układu odniesienia do drugiego, łatwiej jest podzielić w sposób tradycyjny zjawiska występujące w każdym układzie obserwacyjnym na elektryczne i magnetyczne.

#### 1.5. Oscylator harmoniczny



Rys. 1.13. a) Wahadło

b) Ciężarek oscylujący wokół położenia równowagi

W kolejnych rozdziałach będziemy nawiązywać do ruchu drgającego i modelu tzw. oscylatora harmonicznego. Drgania o takim charakterze mają bowiem duży wpływ na właściwości materii oraz przebieg wielu procesów zachodzących w naszym otoczeniu. Opiszemy je zatem krótko w tym rozdziale.

Wielokrotnie, omawiając różne zagadnienia fizyczne, rozważaliśmy ruch okresowy. Wspominaliśmy o nim już w gimnazjum. Na rysunku 1.13. przedstawiono dwa układy, które takie okresowe ruchy mogą wykonywać: wahadło (a) oraz ciężarek zawieszony na sprężynie (b). Można wykazać, że w obu

przypadkach ruch ten jest ruchem niejednostajnie zmiennym – oscylacyjnym. Charakteryzuje się on tym, że:

- przyspieszenie jest wprost proporcjonalne do wychylenia układu drgającego z położenia równowagi;
- przyspieszenie jest zwrócone przeciwnie do tego wychylenia.

Możemy zatem zapisać:

$$\vec{a} \sim -\Delta \vec{x}$$

W każdym z przypadków przedstawionych na rysunku 1.13. ruch okresowy wzdłuż osi  $x$  odbywa się pod wpływem działania siły:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = -k \cdot \Delta \vec{x},$$

gdzie  $k$  jest współczynnikiem proporcjonalności.

Każdy ruch opisany takim równaniem nazywamy **oscylacją harmoniczną**, a układ wykonujący takie drgania (oscylacje) – **oscylatorem harmonicznym**. Ruchy okresowe, charakteryzujące się taką właściwością, są w przyrodzie bardzo rozpowszechnione. Przykłady można by mnożyć, poczynając od kołysania się poruszonych wiatrem drzew, poprzez kołysanie się wody w zbiorniku, np. wannie, a kończąc na oscylacjach atomów w ciałach stałych czy elektronów w atomach. Do zagadnień tych będziemy jeszcze wracać.

oscylator harmoniczny



Return-path: <G.P.Ireson@lboro.ac.uk>  
Envelope-to: karwasz@chemie.fu-berlin.de  
Delivery-date: Tue, 26 Jul 2005 17:07:33 +0200

# Wielka Brytania

In the UK we have two systems:

The system in England and Wales follows the National Curriculum which sets out the science to be covered from age 5 to age 16. From age 5 to age 11 pupils are in primary school and taught science typically 1 hour per week. From age 11 to 14 pupils in secondary school are typically taught science (biology chemistry and physics) for 3 hours per week.

From age 14 to 16 in secondary school the majority of pupils take a course in science (generally known as dual science) for 4/5 hours per week. Some will take individual courses in biology, chemistry and physics in 5/6 hours per week (these are often the most able pupils who need to cover about one third more than those taking 'science'). Finally some may take a course in 'single science' which is half of the dual science and contains equal measures of biology, chemistry and physics, this is generally about 3 hours per week.

Single science is taken by either the less able or pupils who are outstanding in, for example, music or languages to allow more curriculum time for their other studies.

Similar systems are in place in both Ireland and Scotland - however the detailed content does differ.

Hope this helps  
Gren

**Uwaga: wiek szkolny 5 lat!**

# Izabel Martin (Würzburg)

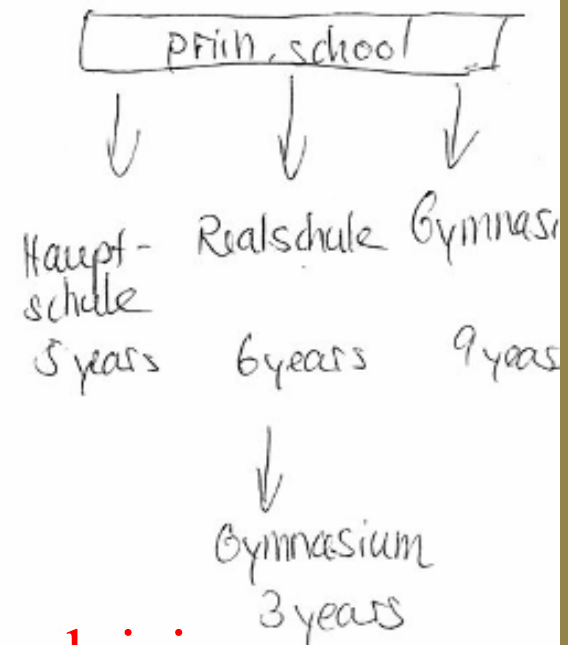
6 years different in Bundesländer (BL)  
5½ years Berlin

4 years elementary school  
in some (BL) 6 years

9 years Gymnasium

Physics:

Realschule	8	9	10	
	2	2	2	lessons/week



Uwaga: jednolity cykl, 9-letni cykl szkoły średniej

# Uwaga: 5 letnie liceum!

Liceo-ginnasio



SCUOLA CATTOLICA

## LICEO - GINNASIO ARGIVESCOVILE

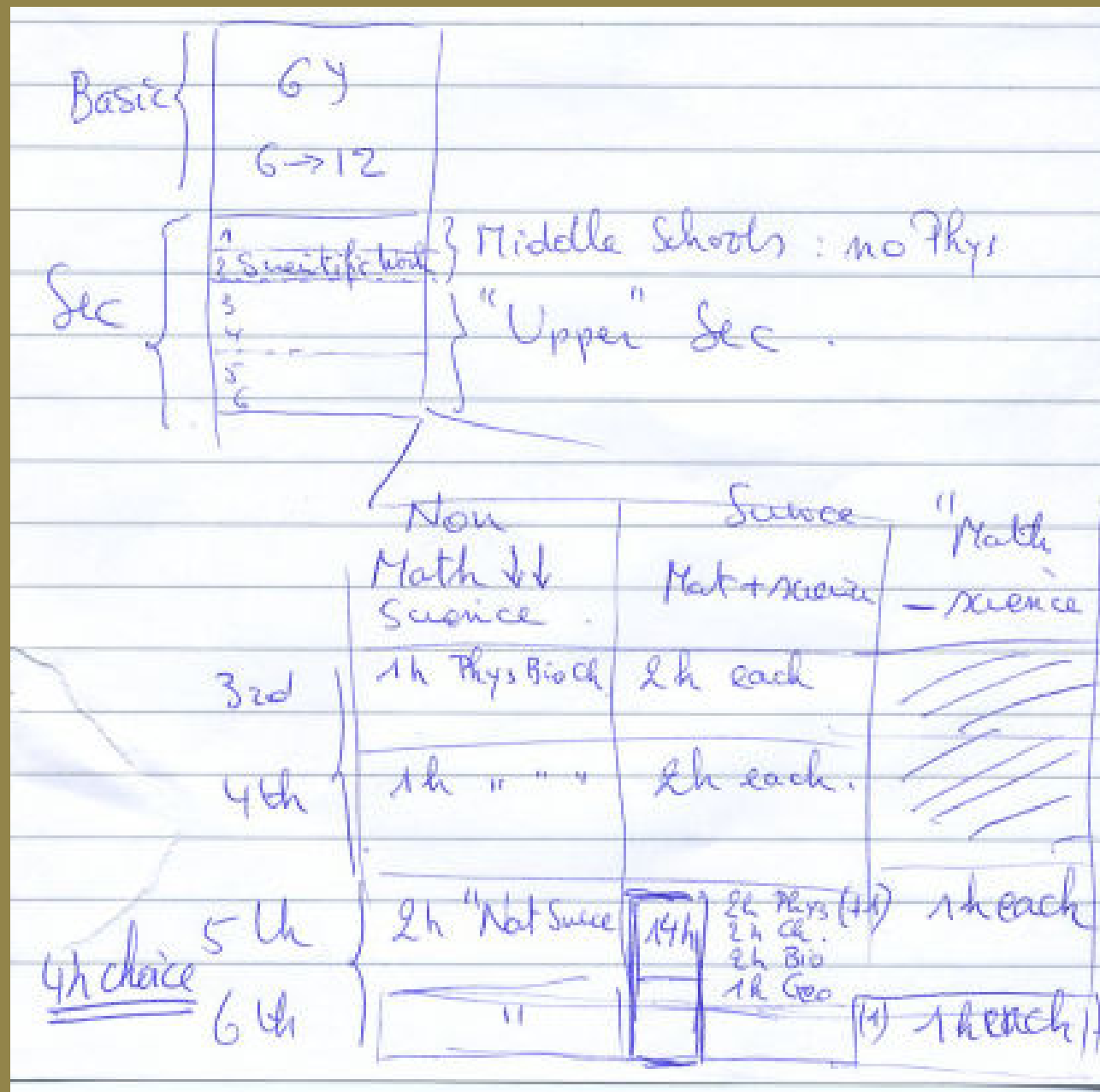
(Pareggiato Imperial-regio Decr. 25 genn. 1906)

DURATA DEGLI STUDI: **5 anni**  
TITOLO CONSEGUITO : Diploma di MATURITA' CLASSICA  
PROSEGUIMENTO DEGLI STUDI: Tutte le facoltà Universitarie  
ORARIO SCOLASTICO : 7.55 - 12.20

	IV	V	I	II	III
Religione	2	2	2	2	2
Lingua e Letteratura Italiana	5	5	4	4	4
Lingua e Letteratura Latina	5	5	4	4	4
Lingua e Letteratura Greca	4	4	3	3	3
Lingua e Letteratura Tedesca	4	4	-	-	-
Lingua e Letteratura Inglese	2	2	-	-	-
Storia	2	2	3	3	3
Geografia	2	2	-	-	-
Filosofia	-	-	3	3	3
Matematica	2	2	3	2	2
Fisica	-	-	-	2	3
Scienze Naturali. chimica. geografia (e laboratorio)	-	-	5	4	2
Storia dell'arte	-	-	1	1	2
Educazione Fisica	2	2	2	2	2
Totale ore settimanali	30	30	30	30	30

# Belgia

Uwaga: 2+4 lata szkoły średniej!

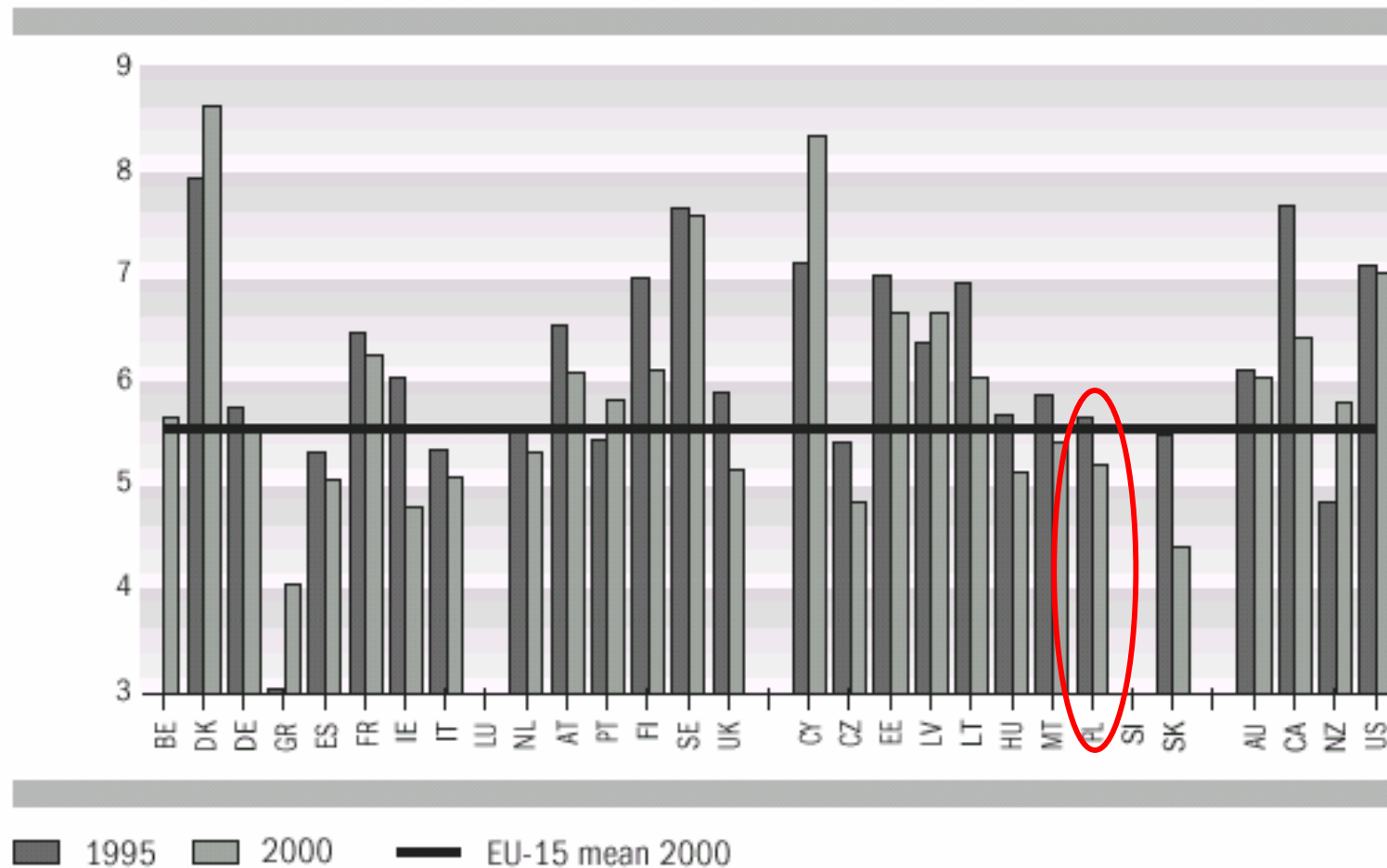


# Porównanie

- Włochy  $5+3+5$
- RFN  $4+9$  <sub>(6+3)</sub>
- Belgia  $6+6$  <sub>(4+2)</sub>
- Francja  $6+4+2$  (+2!)
- Polska ?
  
- ex-NRD  $10+2$
- ex-ZSRR  $10+0$

# Wydatki w PNB

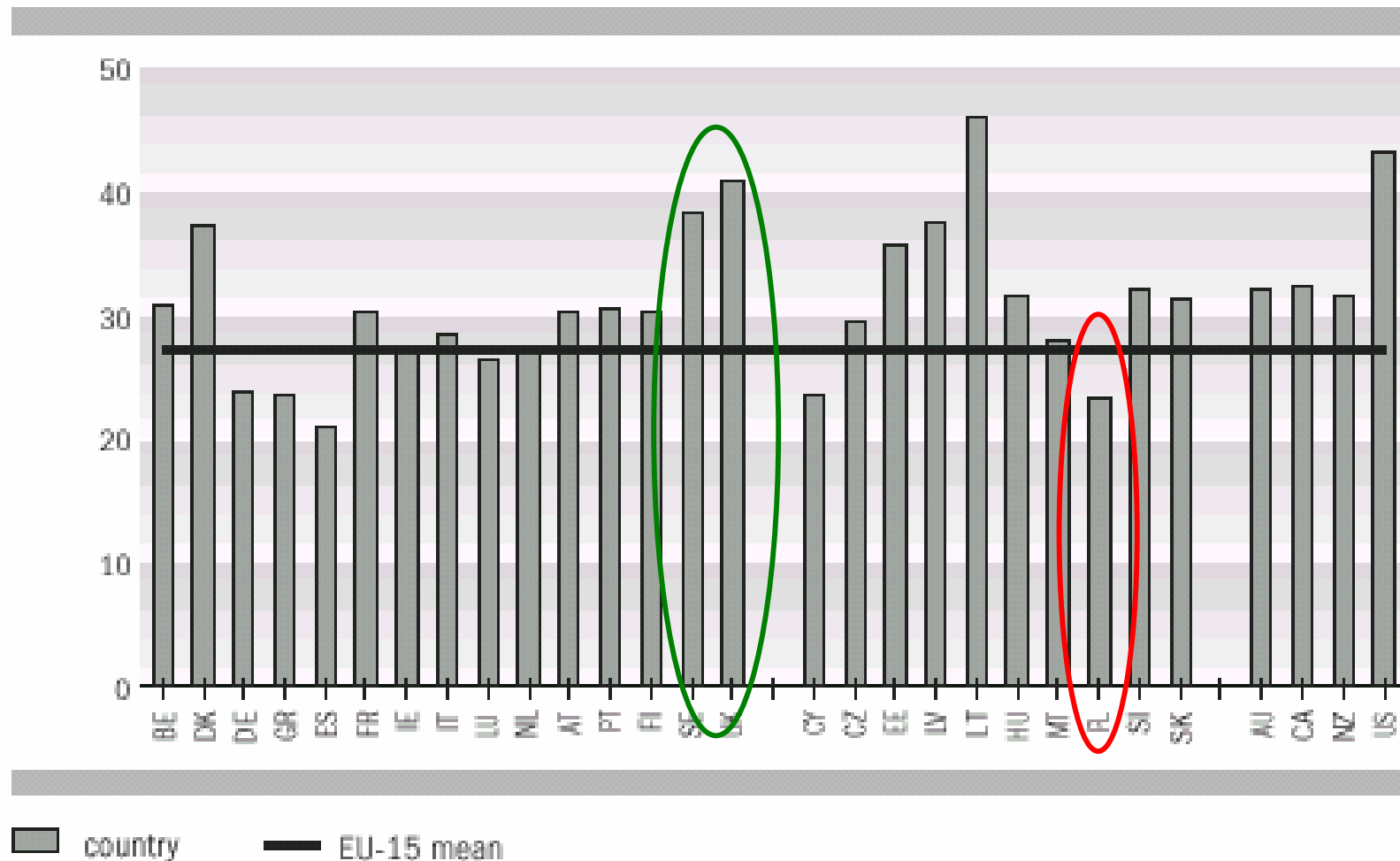
Figure 3.7 Total expenditure on education as a percentage of GDP



Source: Eurostat (New Cronos) with additional data from the OECD (Education at a glance 2003)

# Zatrudnienie w szkolnictwie

Figure 3.9 Employment in education (persons per 1000 population), 2001



Source: OECD, ILO (Sweden, new member states excluding Hungary and Poland) SCP revision

# Zróźnicowanie szkół

**Table 3.1 System types ranked by degree of differentiation**

<b>system type</b>	<b>countries</b>
Type 1A (differentiated lower secondary education, separate special needs education and separate secondary and tertiary vocational/professional education)	<u>Belgium, Germany, Netherlands, Czech Republic, Hungary</u>
Type 1B (differentiated lower secondary education, followed by separate secondary and tertiary vocational/professional education)	Luxembourg, Austria, Slovakia
Type 2 (uniform lower secondary education, followed by separate secondary and tertiary vocational/professional education)	France, Greece, Spain, UK, Ireland, Italy, Cyprus, Lithuania, Malta, Australia
Type 3 (integrated primary and lower secondary education, followed by separate secondary and tertiary vocational/professional education)	Denmark, Finland, Sweden, Portugal, Estonia, Latvia, Poland, Slovenia



# “Reforma szkolna”

“Ta reforma była najgłupsza, jaką można sobie tylko wyobrazić. Katorga dla nauczyciela, głupota z punktu widzenia ucznia, stres dla wszystkich”

Nauczycielka mianowana z 20 letnim stażem,  
Gimnazjum Publiczne w woj. warszawskim,  
v-ce dyrektor.

(wrzesień 2005)

# “Reforma szkolna”

Niestety, nowy system edukacyjny w Polsce, z decydującymi szczeblami *2x3 de facto* uniemożliwi realizację długich **kulturotwórczych cykli programowych** - matematyki, historii czy łaciny. **Likwidację czteroletniego liceum**, należy uznać za **główny mankament** nowego systemu edukacyjnego.

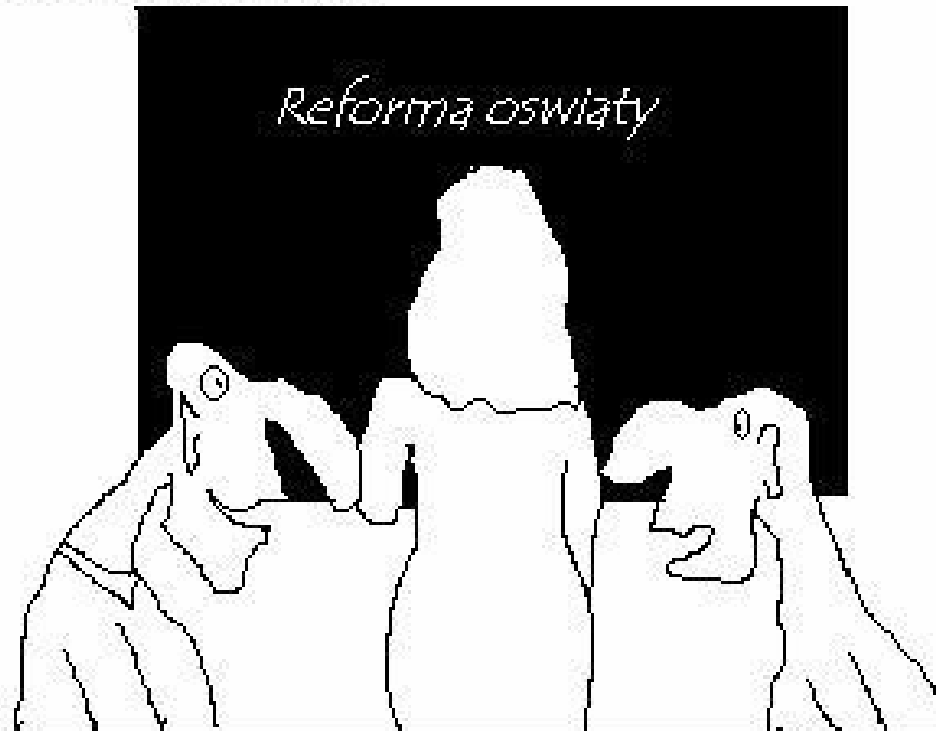
GK

adresat: przewodniczący Konferencji Rektorów  
Akademickich Szkół Polskich  
styczeń 2002

## A propos bloku „przyroda”

-Nie odróżnia, co prawda,  
kwarków od skwarków  
i gluonów od glonów,  
ale ogólnie jest odrzutowa!

-Odby-co?



T.W.

GK, 15/10/1997

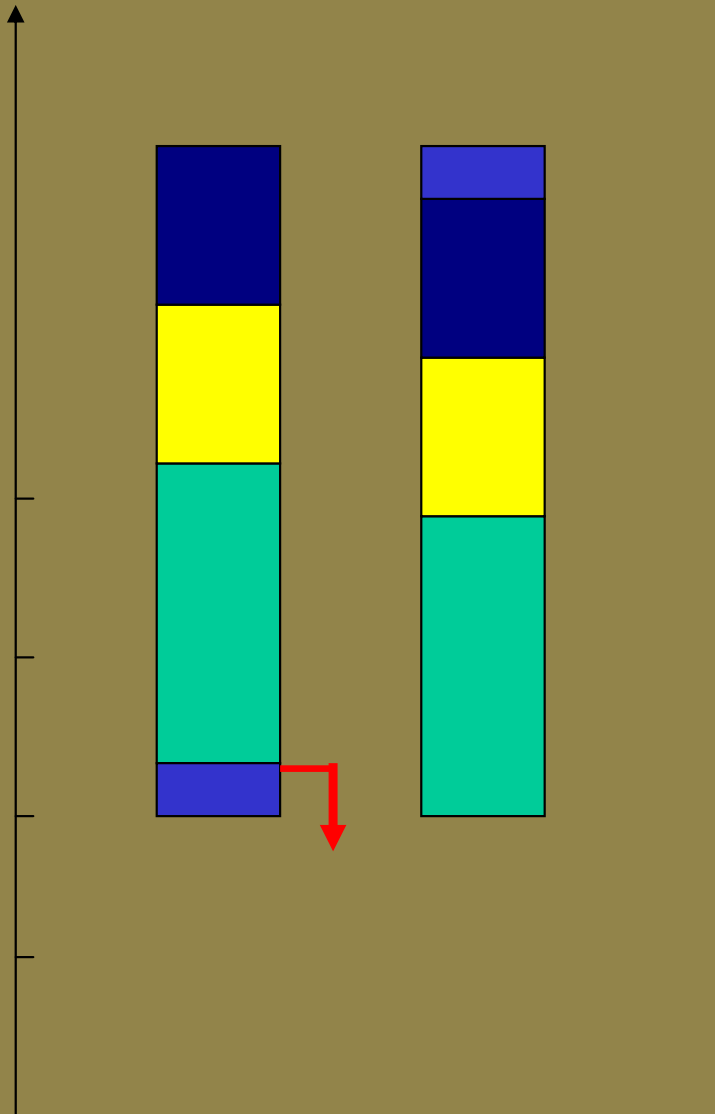
# Reforma reformy?



Prof. Lev Pitajevski

“Najgorszą rzeczą jaką można zrobić,  
to próbować reformować nieudane reformy”

# Wnioski “mała” reforma



- w wieku 6 lat “idzie się” do szkoły
- liceum trwa 4 lata
- treści gimnazjum bez zmian
- nieco więcej pracy (zmiana programu) tylko w 1 i 2 klasie
- “normalne” Liceum

# Pomoce dla nauczyciela (1)

- wystawy “zabawek”



*Festiwal Nauki, Warszawa, 18-25 września 1998 r.*

# Pomoce dla nauczyciela (2)

- wystawy
- wypożyczalnie “zabawek”





Education and Culture DG

Lifelong Learning Programme

**MOSEM**

Leonardo da Vinci project  
LLP-LdV-TOI-2007-NO/165.009  
[www.mosem.eu](http://www.mosem.eu)



## MOSEM – teaching electromagnetism via minds-on experiments

Grzegorz Karwasz, Andrzej Karbowski, Grzegorz Osiński, Przemek Miszta,  
Józefina Turło, Kasia Przegiętka, Waldek Krychowiak, Krzysztof Służewski

*Institute of Physics, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland*

Marisa Michelini, Lorenzo Santi, Rossana Viola, Alberto Stefanel

*Physics Education Research Group, University of Udine*

Wim Peeters

*University of Antwerp, Belgium*

Josef Trna

*Pedagogical Faculty, University of Brno*

Tomasz Greczyło, Ewa Dębowska

*Institute of Experimental Physics, University of Wrocław*

Vegard Engstrom

*Simplicatus A.S., NO-2006 Løvenstad, Norway*



# Tymczasowe opisy


From U of Toron - Mozilla

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Supercomet/index.htm

This follows from a general formulation of Ampere's law applied for a circular symmetry. As the direction of the current matches as well, if current in two wires are opposite, the field is null.

11. Falling piece of magnet/metal in tube of copper with/without slit(s)

Lenz Current Tubes (two types) – dropping neodymium magnet down in 0.5 meter long, copper tube, causes a slow fall of the magnet. The moving magnetic field creates a strong opposing magnetic field, due to eddy currents in the cylindrical conductor. The fall takes about 20 seconds in our set-up.



Cutting the tube in a special way (QZR), the fall is fast – demonstrating that direction of eddy currents is *perpendicular* to the direction of the magnet movement. The fall takes only about 13 seconds.

13. Pold experiment (Lorentz' force)

Start | Dokument - Microsoft... | Wydział Fizyki, Astro... | From U of Toron - Mo... | Microsoft PowePoint... | Norton... | 08:03

<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Supercomet.html>

# „Survival” kit



- 3. Permanent magnets
  - 3.2. Magnetic construction sticks and balls
  - 3.3. Set of toy magnets (illustrating multipoles) + fluxdetector
  - 3.6. Tile of 5 magnetic rings around a stick
  - 3.7. Magnets floating on water
  - 3.8. Attracting force: measurement with springs
  - 3.12. “Ski jumping” in a magnetic field

# Podsumowanie

1. Polski system szkolny jest nieadekwatny:
2. w swej strukturze przypomina system szwedzki i angielski
3. ale w Szwecji i Anglii nakłady na szkolnictwo są najwyższe w Europie, w Polsce najniższe
4. Proponuje się “małą” reformę w Polsce:  
obowiązek szkolny od 6 lat i liceum **czteroletnie**,
5. a nauczanie fizyki pozostaje pochodną całości systemu

# Status nauczyciela filozofii

Do promowania z pożytkiem około nauk wyzwolonych i umiejętności najbardziej przeszkadzało, że tę *facultatum* uważano jako najniższą od trzech innych, mniej jeszcze w tej mierze szkodziła sama opinia, więcej nierówne oczywiście straty. **Zawsze nauczyciel filozofii był ubogi** i jeżeli chciał przejść do miernego przynajmniej sposobu życia, musiał filozofią lub **matematykę porzucić**, a udać się do teologii lub **prawa**.

Hugo Kołłątaj, Stan Oświecenia w Polsce (1750-1764)