

Innovative methods of didactics

Lecture 4 Neo-realism Part I: „Physics & Toys:

Grzegorz Karwasz

Didactics of Physics Division UMK, Toruń, Head

a/a 2020/2021

Motivation

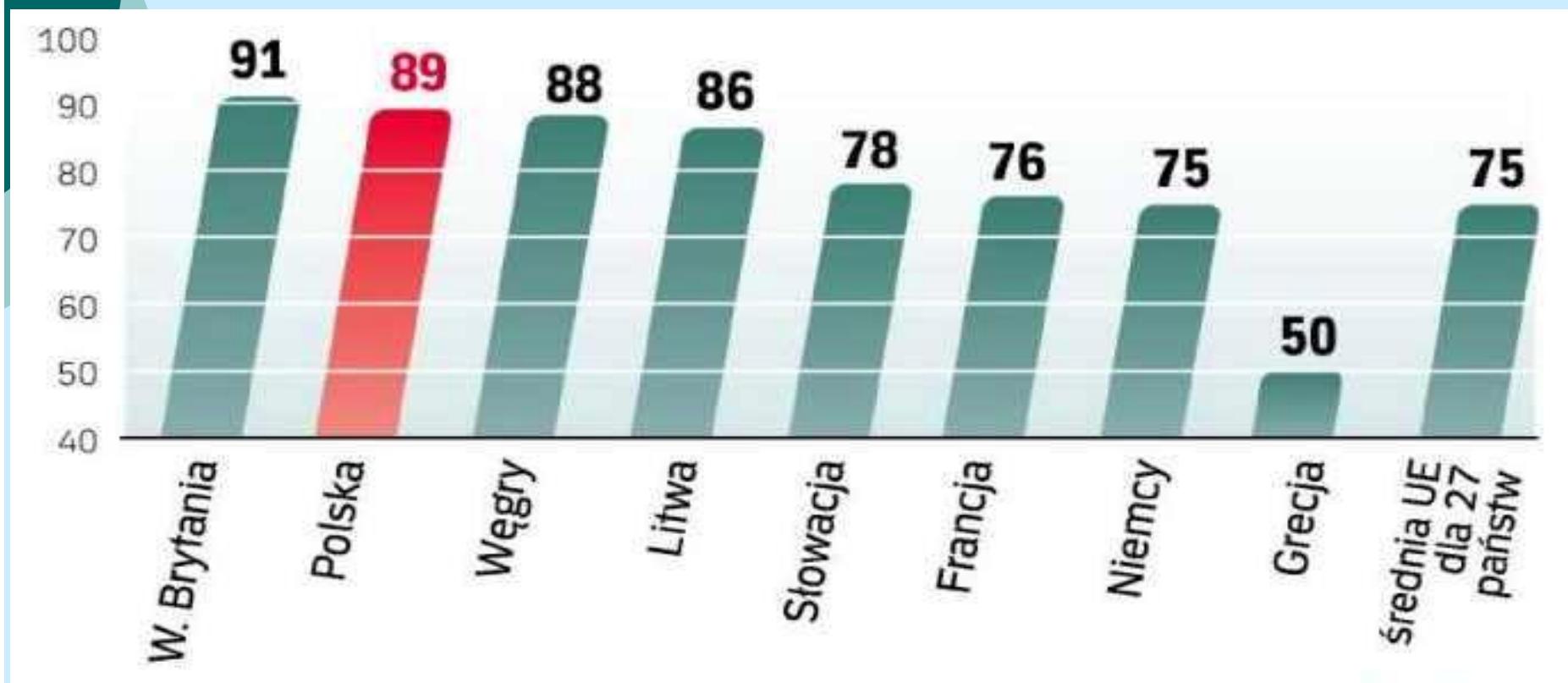
- Hardly, (young) people can survive a day without a cell-phone
- Internet, for the first time in human history made the information pan-available
- But human perception is not only visual and/or intellectual
- It is also manipulative: combining seeing, thinking and manoeuvring
- Try to give a simple ball to a child that plays only with cell-phone: he/ she will get simply crazy of happiness
- This is the idea behind the *neo-realism*
- In times of the virtual reality – bring real, touchable objects



Plan: four simple implementations

- Physics and Toys: small is great! (Słupsk, Warsaw, 1998)
- Teaching with no space: „Going downhill” - a didactical tunnel UMK 2007
- Itinerating exhibition „Fiat Lux! – playing with light (2008-2012) 20 issues
- Interactive lectures for children/ students/ PhDs

Children in age 6-17 using internet (2009)



A. Niewińska: *Polska sieć groźna dla dzieci.*
„Rzeczpospolita” 8.02.2010

Hyper-inflation of information

$$\vec{F} = 0$$

to całkowity pęd ciała (układu ciał) nie zmienia się:

$$\Delta \vec{p} = 0$$

$$\vec{p} = \text{const}$$

Powyższe zdanie stanowi treść zasady zachowania pędu. Zasada zachowania pędu jest konsekwencją symetrii translacji w przestrzeni (twierdzenie Noether)

$$\vec{x} \rightarrow \vec{x}' = \vec{x} + \vec{a}.$$

Jeżeli energia potencjalna jest niezmier

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$$

Ma on taki sam kierunek i zwrot, co wektor prędkości danego ciała, ale jego wartość obliczamy mnożąc wartość prędkości przez liczbę – wartość masy danego ciała.

Widac, że wzór na energię kinetyczną możemy też przedstawić w postaci:

$$E_k = p^2/2m (= \frac{1}{2} m^2 v^2 /m)$$

W mechanice kwantowej nierelatywistyczna (poruszająca się z małą prędkością w porównaniu z c) cząstka swobodna o określonym pędzie $p = \hbar k$ i określonej energii $E = E_k = \hbar \omega$, opisywana jest funkcją falową: $\exp i(kx - \omega t)$, spełniającą równanie Schrödingera zależne od czasu (dla uproszczenia w jednym wymiarze):

$$- \hbar^2/2m (\partial^2 \Psi / \partial x^2) = i \hbar \partial \Psi / \partial t$$

Virtual worlds ↔ real worlds

(Rosmini Liceum from Trento in Toruń)



Virtual worlds ↔ real worlds

(Rosmini Liceum from Trento in Toruń)



Virtual worlds ↔ real worlds

(Rosmini Liceum from Trento in Toruń)



Looking onto stars during „full” day, Piwnice

Physics and Toys: small is beautiful

- Vittorio Zanetti (Trento University, Italy, 1992)
- GK (and co-workers) Pomeranian Academy, Słupsk 1998

dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/files/archiv/Bialystok/karwasz.html

14,000 visitors: this initiative was really expected (by the society)



Fot. 7.1. Pierwsza edycja wystawy „Fizyki zabawek” w Polsce – Warszawa i Słupsk 1998: a) dyskusja przy eksponatach (od lewej A. Okoniewska, A. Kurowska, D. Pliszka, ówczesnie studenci II roku fizyki WSP w Słupsku, obecnie pracownicy naukowi różnych uczelni); b) emblemat wystawy – pochodzący z Bolzano misiek ekwilibrysta Ernest; c) mini-katalog wystawy – nazwa eksponatu i jego 3–4-wyrazowy opis (autor GK). Źródło: A. Kamińska, rozprawa doktorska, *Efektywność dydaktyczna multimedialnych form nauczania fizyki*, Biblioteka Główna UMK, Toruń 2009

Half a sentence „problem posing”

24. Wahadło Newtona

Tyle ile kul uderzy, tyle ich odskoczy

25. Pracowity dzięcioł

Dzięcioł schodzi i pracowicie kuje

As many hits, so many jumps

Busy woodpecker walks & hits



But this is a hidden message:

- In Newton's cradle one has to solve $p=\text{const}$ & $E=\text{const}$ in many bodies central collisions
- The interplay between energy transformations: potential, kinetic, elastic, friction

Half a sentence „problem posing”

28. Yo-yo

Energia nie znika

29. Pętla śmierci

Z jakiej wysokości zjeżdża motocyklista w cyrku?



The energy does not disappear

How high should the acrobat start?

But this is hidden message:

- In rolling down one has to calculate the translational kinetic energy and rotational kinetic energy
- This is like a free-fall, but the acceleration is much lower
- In the highest point the centrifugal force should be bigger than the weight

Collection of 'every-day' objects:

<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/>

The screenshot shows a web browser window with the following details:

- Address Bar:** Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/
- Categories:**
 - Mechanika** (Mechanics): An image of a top on a stand.
 - Optyka** (Optics): An image of a periscope.
 - Termodynamika** (Thermodynamics): An image of a thermometer.
 - Elektryczność i magnetyzm** (Electromagnetism): An image of a Van de Graaff generator.
- Image Grids:** Each category has a 5x3 grid of images showing various objects related to the category.
- Sidebar (Mechanika):**
 - Poczucie równowagi
 - Kamień celtycki
 - Wstający bączek
 - Kroczące zwierzątki
 - Wahadło Newtona
 - Spadające piłeczki
 - Lejek grawitacyjny
 - Lejki nie-grawitacyjne
 - Spreżyny i fale
 - Schodząca sprężyna
 - Podwójny stożek
 - Wańka-wstańka
 - Riki-tiki
 - Odrzutowy samochód
- Page Bottom:**
 - javascript:loadtwo('mech/mech_menu.html','mech/mech.html')
 - Wpisz tu wyszukiwane słowa (Search bar)
 - Windows taskbar icons: File Explorer, File Manager, Mail, Edge, Google Chrome, File, Word.
 - System tray: 20:24, 18.11.2020

1.1. Sense of equilibrium

Innovative methods of ... | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biol ... | MDPI | Peer Review | Physics - Directly Meas ... | Fizyka i zabawki

← → C ⚠ Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/

Home Mechanika Optyka Termodynamika Elektryczność i magnetyzm

Poczucie równowagi

Ptak, który na pierwszy rzut oka zawisa nienaturalnie na dziobie, huśtająca się papuga, czy też miś ekwilibrysta - to zabawki, które prezentują zagadnienie środka ciężkości.

We wszystkich tych zabawkach "naturalny" środek ciężkości przesunięty został za pomocą dodatkowych ciężarków, tak aby rzeczywisty środek ciężkości znajdował się dokładnie pod punktem podparcia.

W przypadku ptaka dodatkowo obciążone są skrzydła, co przesuwa jego środek ciężkości w kierunku dzioba, tak iż w położeniu równowagi środek ciężkości znajduje się poniżej punktu podparcia. Podobnie rzeczą się ma w przypadku misia - zakrzywiona tyczka, którą ekwilibrysta trzyma w łapach - obciążona jest kulkami. Z kolei papuga i tukan huśtają się na podporce dzięki dodatkowemu obciążeniu ogonów.

Taka papuga nazywana jest czasem papugą Maxwella.

Mechanika

- Poczucie równowagi
- Kamień celtycki
- Wstający bączek
- Kroczące zwierzątki
- Wahadło Newtona
- Spadające piłeczki
- Lejek grawitacyjny
- Lejki nie-grawitacyjne
- Spreżyny i fale
- Schodząca sprężyna
- Podwójny stożek
- Wańka-wstańka
- Riki-tiki
- Odrzutowy samochód

Wpisz tu wyszukiwane słowa

21:00 18.11.2020

Only real objects: no picture taken from internet

Innovative methods of ... | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biol ... | MDPI | Peer Review | Physics - Directly Meas ... | Fizyka i zabawki

← → C ▲ Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/

Home Mechanika Optyka Termodynamika Elektryczność i magnetyzm

Ptak, w odróżnieniu od papugi Maxwella, która jest płaska, pokazuje jeszcze jeden aspekt położenia środka ciężkości. Jego "właściwe" ułożenie dotyczy obu (a raczej trzech) kierunków. Patrząc z góry, szeroko rozłożone skrzydła ptaka tworzą z jego ogonem jakby trójkąt: środek ciężkości tego trójkąta jest w punkcie podparcia. Patrząc z boku, nisko opuszczone końce skrzydeł zapewniają, że środek ciężkości jest poniżej punktu podparcia.

Kiedy wprawiamy zabawki w ruch drgający, ruszają się one leniwie. W zabawkach tych środek ciężkości znajduje się niedaleko od punktu obrotu (wahania), natomiast moment bezwładności jest stosunkowo duży. Zgodnie ze wzorem na okres drgań wahadła fizycznego

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mz}}$$

gdzie: I - moment bezwładności względem osi zawieszenia, z - odległość środka ciężkości od punktu zawieszenia, g - przyspieszenie ziemskie, stosunek I/mz nosi nazwę długości zredukowanej wahadła fizycznego, okres drgań jest stosunkowo długий.

Konstrukcyjna prostota tego typu zabawek umożliwia eksperymentowanie z różnym umiejscowieniem środka ciężkości oraz jego przestrzennym wyznaczeniem, czego przykładem mogą być "księżycka układanka", czy "kuchenna" model ptaka.

 Additional object with the same idea

 Own construction from 2 forks

Mechanika

- [Poczucie równowagi](#)
- [Kamień celtycki](#)
- [Wstający bączek](#)
- [Kroczące zwierzątki](#)
- [Wahadło Newtona](#)
- [Spadające piłeczki](#)
- [Lejek grawitacyjny](#)
- [Lejki nie-grawitacyjne](#)
- [Sprężyny i fale](#)
- [Schodząca sprężyna](#)
- [Podwójny stożek](#)
- [Wańka-wstańka](#)
- [Riki-tiki](#)
- [Odrzutowy samochód](#)

Wpisz tu wyszukiwane słowa

21:01 18.11.2020

One, long description

Innovative methods of ... | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biol ... | MDPI | Peer Review | Physics - Directly Meas ... | Fizyka i zabawki

← → C Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/

Home Mechanika Optyka Termodynamika Elektryczność i magnetyzm

Wahadło Newtona

To zabawne tik-tak znajduje się na niejednym biurku znudzonego dyrektora - tik, tak, tik, tak, raz jedna kula raz dwie. Jak na filmie obok.

Zabawka to pięć stalowych kulek, każda zawieszona na dwóch żyłkach w ten sposób, że może wachać się tylko w jednym kierunku: tak aby się zderzyć z sąsiadnią.

 Jeśli puścimy jedną kulę, jedna odskoczy z drugiej strony; jeśli dwie, to dwie odskoczą. A jeśli naraz, po jednej z obu końców?

Wahadło Newtona to przykład zderzeń ciał o tej samej masie - jak dwóch kul bilardowych. Po zderzeniu, kule bilardowe rozbiegają się pod kątem prostym.

Na chyba, że zderzenie jest zupełnie centralne. Wówczas jedna się zatrzymuje, a druga rusza. Zdarzyło Ci się kiedyś wpaść na kolegę na szkolnym korytarzu?

Do zapewnienia zderzenia idealnie centralnego służą właśnie dwie żyłki.

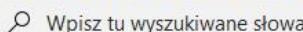
A pozostałe kule? To tylko pośrednicy w zderzeniu, jak wagony kolejowe, w które uderzyła lokomotywa - po kolei uginają się ich zderzaki, ale odskoczy tylko wagon na końcu.

Spróbujmy poeksperymentować z wahadłem odchylając jedną, dwie i więcej kulek pozwalając im zderzać się ze spoczywającymi.

Wahadło Newtona jest przykładem zasad zachowania energii i momentu pędu.

Rozważmy dwie kule, z których kula numer dwa spoczywa.

Przed zderzeniem ich pełna energia wynosi $m_1V_1 + m_2V_2$ (małymi literami oznaczamy prędkości kul przed zderzeniem, dużymi po zderzeniu: masy obu

  22:15 18.11.2020

Mechanika

- Poczucie równowagi
- Kamień celtański
- Wstający bączek
- Kroczące zwierzaki
- Wahadło Newtona
- Spadające piłeczki
- Lejek grawitacyjny
- Lejki nie-grawitacyjne
- Sprężyny i fale
- Schodząca sprężyna
- Podwójny stożek
- Wańka-wstańka
- Riki-tiki
- Odrzutowy samochód

, also with mathematical details

Innovative methods of ... | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biol ... | MDPI | Peer Review | Physics - Directly Meas ... | Fizyka i zabawki

← → C ▲ Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/

Home Mechanika Optyka Termodynamika Elektryczność i magnetyzm

Wahadło Newtona jest przykładem zasady zachowania energii i momentu pędu.

Rozważmy dwie kule, z których kula numer dwa spoczywa.

Przed zderzeniem ich pęd wynosi mv_1 a po zderzeniu ogólnie mV_1+mV_2 (małymi literami oznaczamy prędkości kul przed zderzeniem, dużymi po zderzeniu; masy obu kul są takie same).

$$mv_1 = mV_1 + mV_2 \quad (1)$$

(Ogólnie, to należałoby rozważać nie wartości prędkości, ale i ich kierunki, czyli wektory V . Zmyślona konstrukcja, przypisywana Newtonowi, upraszcza zagadnienie.)

Oczywiście, jedno równanie nie pozwala na znalezienie niewiadomych prędkości dwóch kul, V_1 i V_2 .

Jeśli zderzenie jest sprężyste (stąd kule stalowe) to zachowuje się energia kinetyczna (w równaniu poniżej pominęliśmy czynnik $\frac{1}{2}$).

$$mv_1^2 = mV_1^2 + mV_2^2 \quad (2)$$

Gdy liczba jest sumą dwóch innych, to na pewno jej kwadrat nie jest sumą kwadratów tych samych liczb. (Nie byłoby potrzebne twierdzenie Pitagorasa: $3^2+4^2=5^2$, ale $3+4 \neq 5$)

No chyba, że jedna z tych liczb, np. V_1 , jest zerem. (Kto lubi rozwiązywać układy równań kwadratowych może sobie to wyliczyć "dokładnie". Mogłoby i V_2 być zerem, ale wtedy nie byłoby zderzenia).

A teraz pobawmy się wahadłem

E=const, p=const
How one can solve it?

by guessing

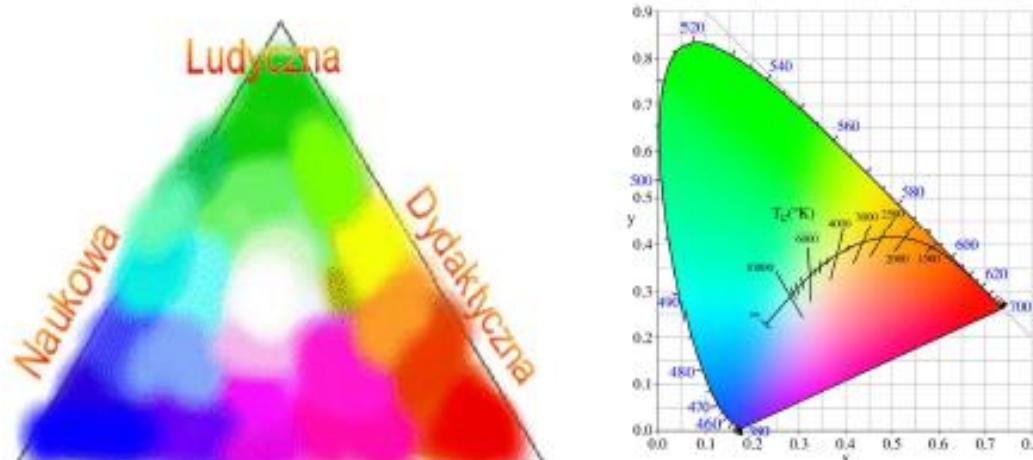
Kamień celtycki
Wstający bączek
Kroczące zwierzątki
Wahadło Newtona
Spadające półeczki
Lejek grawitacyjny
Lejki nie-grawitacyjne
Spreżyny i fale
Schodząca sprężyna
Podwójny stożek
Wańka-wstańka
Riki-tiki
Odrzutowy samochód
Schodzący dziecięci
Foka

Wpisz tu wyszukiwane słowa

22:22 18.11.2020

Three functions of the lesson/ object/ message

Funkcja ludyczna, dydaktyczna i naukowa pozostają komplementarne i są ze sobą wymieszane, jak barwy na palecie malarza. Posługując się przykładem syntezy barw z kolorów podstawowych (zielonego, czerwonego, niebieskiego), możemy przedstawić trzy funkcje pedagogiczne eksploratorów w postaci trójkąta, podobnie jak to się dzieje dla trójkąta barw. Konkretny kolor, np. pomarańczowy, powstaje przez domieszkę koloru zielonego i bardzo niewielkiej ilości niebieskiego do koloru czerwonego. Dana wystawa może głównie bawić, a przy okazji też uczyć i włączać widza w pogłębianie zagadnień naukowych.



Rys. 3.3. Trzy funkcje oddziaływania na widza w centrach nauki: zabawowa (ludyczna), przekazu wiedzy (dydaktyczna) i poznawcza (naukowa) nawzajem się uzupełniają, tak jak to jest w trójkącie

Who wants, can look at the exact solution



Mechanika



Optyka



Termodynamika



Elektryczność
i magnetyzm

Układ równań opisujących zderzenie ma postać:

$$mv_1 = mV_1 + mV_2$$

$$mv_1^2 = mV_1^2 + mV_2^2$$

czyli, po podzieleniu obustronnie przez m :

$$v_1 = V_1 + V_2$$

$$v_1^2 = V_1^2 + V_2^2$$

Wyznaczając z pierwszego równania V_2 i podstawiając do drugiego otrzymujemy, po uporządkowaniu, równanie:

$$V_1(V_1 - v_1) = 0$$

Istnieją dwa rozwiązania tego równania:

$$V_1 = 0$$

or $V_1 = v_1$ (no collision at all)

- ⊕ [Kamień celtycki](#)
- ⊕ [Wstający bączek](#)
- ⊕ [Kroczące zwierzątki](#)
- ⊕ [Wahadło Newtona](#)
- ⊕ [Spadające piłeczkki](#)
- ⊕ [Lejek grawitacyjny](#)
- ⊕ [Lejki nie-grawitacyjne](#)
- ⊕ [Spreżyny i fale](#)
- ⊕ [Schodząca sprężyna](#)
- ⊕ [Podwójny stożek](#)
- ⊕ [Wańka-wstańka](#)
- ⊕ [Riki-tiki](#)

1999: invitation to Polish Society Congress

7.2. „Zabawki” dla naukowców, Białystok 1999

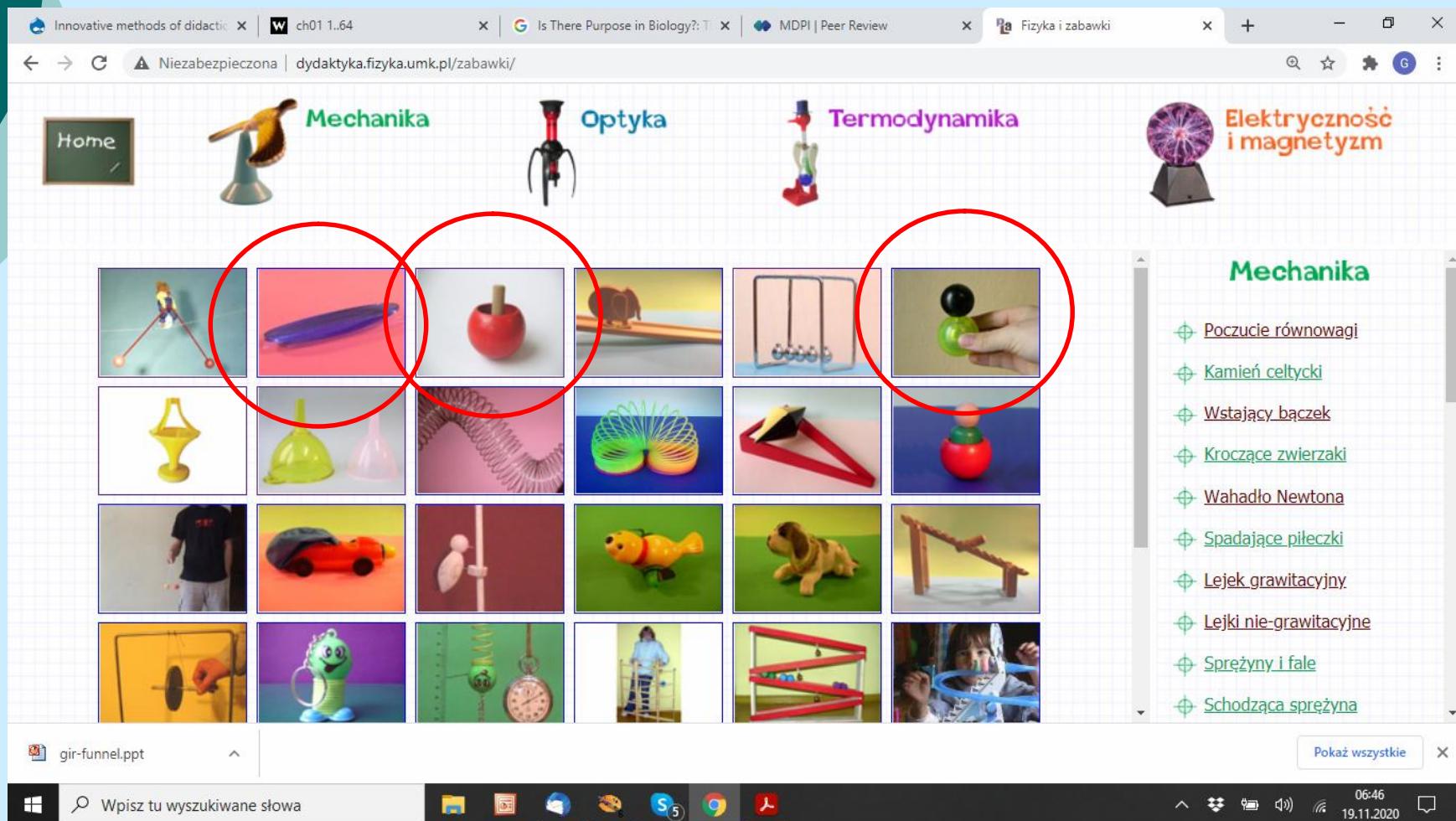
Kolejna edycja „Fizyki zabawek” odbyła się jako impreza towarzysząca XXXV Zjazdowi Polskiego Towarzystwa Fizycznego we wrześniu 1999 roku w Białymstoku. Wystawa została zorganizowana przez WSP w Słupsku jako odpowiedź na inicjatywę prof. A. Maziewskiego. Tym razem pomocą służyli uczniowie miejscowych liceów, a część eksponatów została bezpośrednio zakupiona za granicą. Aranżacja przestrzeni wystawowej była stosunkowo prosta – wszystkie eksponaty ustalone były w sekwencji w jednej sali.



Fot. 7.2. Wystawa „Fizyka Zabawek” w Białymstoku: a) J. Friedman – laureat Nagrody Nobla i A.K. Wróblewski zwiedzający wystawę; b) obsługę prowadzili uczniowie białostockiego liceum (fot. A. Okoniewska)

A new target group: scientists
Diffusion by involvement of local secondary schools

Triggering interest via paradox: non-conservation laws



Teaching via astonishment

- The conservation of energy, momentum, angular momentum
- the law of static friction
- the notion of the baricentre

are posed in the deepest part of the brain



<https://post.healthline.com/wp-content/uploads/2019/10/>

1296x728_BODY_When_Do_Babies_Start_Walking-holdingparentshandwalking2-1296x728.jpg

„Gravitational” funnel: orbits

Innovative methods of ... | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biol ... | MDPI | Peer Review | Physics - Directly Meas ... | Fizyka i zabawki

← → C ▲ Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/

Home

 **Mechanika**

 **Optyka**

 **Termodynamika**

 **Elektryczność i magnetyzm**

Lejek grawitacyjny

W dużym żółtym lejku, raz puszczonej moneta lub kula kręci się coraz szybciej, aż wpadnie do środka. Tak kiedyś stanie się z Ziemią, która spadnie na Słońce. Ale za dopiero za kilka miliardów lat.

Kulkę możemy puścić na wiele różnych sposobów - po okręgu lub skośnie. Zataczone orbity są krzywymi stożkowymi, jak trajektorie planet i komet w polu grawitacyjnym Słońca. Planety poruszają się po orbitach prawie kołowych, a komety po wydłużonych elipsach, czasem po parabolach (wtedy są to komety "jednorazowe").



Jeśli wypuścimy kulę równolegle do krawędzi (Film A), będzie ona wirować zakreślając prawie doskonałą orbitę kołową, powoli ruchem spiralnym opada ku dołowi; można łatwo zauważać jak prędkość kulki rośnie w miarę jak obniża się ona w lejku. Patrząc z góry jej ruch jest podobny do ruchu meteoru złapanego przez przyciąganie grawitacyjne planety.



Fun

- ⊕ [Kamień celtycki](#)
- ⊕ [Wstający bączek](#)
- ⊕ [Kroczące zwierzątki](#)
- ⊕ [Wahadło Newtona](#)
- ⊕ [Spadające piłeczki](#)
- ⊕ [Lejek grawitacyjny](#)
- ⊕ [Lejki nie-grawitacyjne](#)
- ⊕ [Spreżyny i fale](#)
- ⊕ [Schodząca sprężyna](#)
- ⊕ [Podwójny stożek](#)
- ⊕ [Wańka-wstańka](#)
- ⊕ [Riki-tiki](#)
- ⊕ [Odrzutowy samochód](#)

Wpisz tu wyszukiwane słowa

23:08 18.11.2020

One can *show* circular, elliptic, hyperbolic orbits.

„Gravitational” funnel: III Kepler law

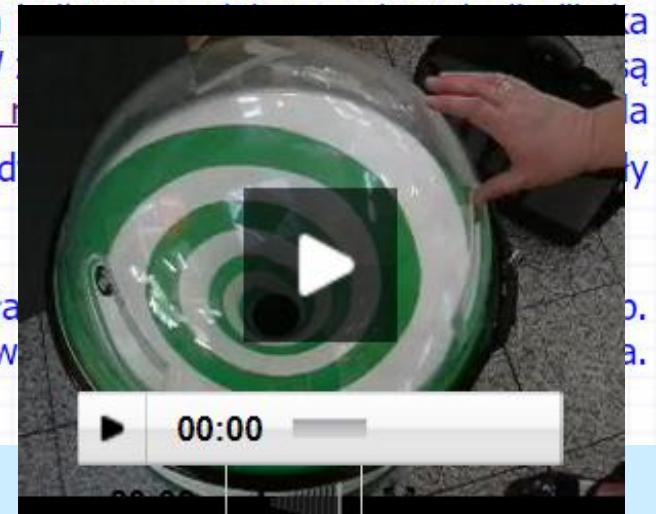
Aby orbita była kołowa, prędkość początkowa musi spełniać określony warunek - ten który Johann Kepler wyznaczył dla planet: im planeta dalej od Słońca, tym się wolniej kręci. Dokładniej: kwadraty okresów obiegu mają się do siebie jak trzecie potęgi ich odległości: $T^2/r^3 = \text{const}$

Wyprowadza się to łatwo (dla orbit kołowych), ze wzoru na siłę grawitacji GMm/r^2 i siłę odśrodkową mv^2/r

$GMm/r^2 = mv^2/r$, czyli $GM = v^2r$ a ponieważ $v = 2\pi r/T$ mamy $r^3/T^2 = GM/4\pi^2 = \text{const}$

Dla innych lejków profil powierzchni różni się od hiperbolicznego. Ruch grawitacyjnego" - kula przyspiesza w miarę zbliżania się do centrum. W (zamkniętymi) elipsami. Zamknięte elipsy otrzymuje się z rozwiązania grawitacyjnego ($1/r^2$) - pomyśl, jak zmieniałby się klimat na Ziemi, gdy coraz to o innej porze roku.

Jak pokazał Einstein w 1915 roku, krzywizna czasoprzestrzeni, wywołana Słońca) powoduje, że położenie osi elips podlega powolnemu obrotowi, w. Dla Merkurego obrót tych osi wynosi 43" na stulecie [1].



Didactics

Listening the ball falling into center illustrates III law

„Gravitational” funnel: II Kepler law

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{p}{mr^2}$$

podstawiając powyższe wyrażenie do prawa zachowania energii (4) otrzymujemy

$$\frac{1}{2}m\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{p^2}{m^2r^2}\right] = E + \frac{GMm}{r}$$

Po przekształceniach

University didactics

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{p^2}{m^2r^2} = \frac{2E}{m} + \frac{2GM}{r}$$

$$\frac{dr}{dt} = \pm \sqrt{\frac{2E}{m} + \frac{2GM}{r} - \frac{p^2}{m^2r^2}}$$

Ellipse equation in polar coordinates

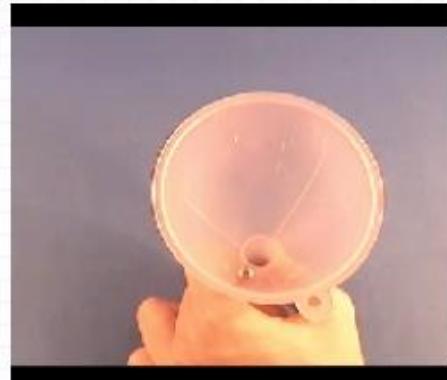
Research function: non-gravitational funnels

Lejki nie-grawitacyjne

O ile lejek hiperboliczny jest modelem ruchu w polu grawitacyjnym (taki lejek znajdziecie np. w hotelu "Partas" w Naplion w Grecji, służy jako taboret w łazience) inne lejki modelują inne oddziaływanie.

Na przykład wiadomo, że w oddziaływaniach silnych, wewnątrz protonu lub neutronu, siła oddziaływania między kwarkami rośnie wraz z odległością - z tego względu nie obserwuje się swobodnych kwarków, poza bardzo małymi odległościami. Modelem takiego oddziaływania może być lejek "paraboliczny".

Ability to observe and capture objects that can trigger didactical interest.



Why orbits are open? Because only for $1/r$ and r^2 potentials the Hamiltonian commutes with the angular momentum operator.

Physics in funnels

T. Wróblewski¹⁾, A. Niedzicka²⁾, W. Niedzicki³⁾, M. Brunato⁴⁾, G. P. Karwasz^{1,4)}

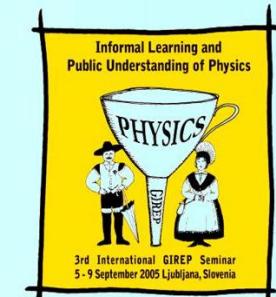
1) Institute of Physics, Pomeranian Pedagogical Academy, 76-200 Slupsk, Poland

2) Amernet Sp. z o.o. 01-541 Warszawa, Poland

3) Dept. Mechatronics Warsaw Technical University and Polish TVd, 02-525 Warszawa, Poland

4) Trento University, Engineering Faculty of Engineering & Department of Informatics, 38050 Povo, Italy

tomek@if.pap.edu.pl



GIREP emblem is a funnel

- It seems a parabolic one

"Gravitational" funnels are used for illustrating motion of planets: orbits of balls or coins are in these funnels, to the first approximation, closed. This reflects particular form of the gravitational potential, $1/r$ and is important, say, for the constancy of the climate on Earth. In real gravitational funnels the orbits are not exactly closed, due to finite dimensions of coins, their spin motions and not exact $1/r$ potential. If you take any funnel, orbits are open immediately, not into the "first" approximation. The only other potential assuring closed orbits is the harmonic one, r^2 , i.e. a ball kept by springs. This is due to a particular property of the Hamiltonian for these two interactions, which is transformable into a linear function of the action. So funnels can be used to explain Physics, not only to transfer it into pupils brains.

Funnels and hamiltonian



Hyperbolic funnel

We show here that if the hamiltonian of the system, instead of the "ordinary" general coordinates, i.e. position and momentum can be expressed as a function of the rotation angle and angular momentum, than the trajectories are closed.

The dependence to show is:

$$H = H(q^i, p_i, \gamma) \quad H = H(q^i, I_i)$$

We recall relations for the Hamiltonian in "usual" coordinates

$$\begin{aligned} q^i &= \frac{\partial H}{\partial p_i} & \gamma &= \frac{\partial H}{\partial I_i} \\ p_i &= -\frac{\partial H}{\partial q^i} & I_i &= -\frac{\partial H}{\partial \gamma} \end{aligned}$$

Knowing that for the central field the angular momentum is constant

$$I_i = -\frac{\partial H}{\partial \gamma^i} = 0$$

So the Hamiltonian can be defined

$$H = H(q^i, p_i, \gamma) \quad H = H(I_i)$$

and we can define also an angular velocity

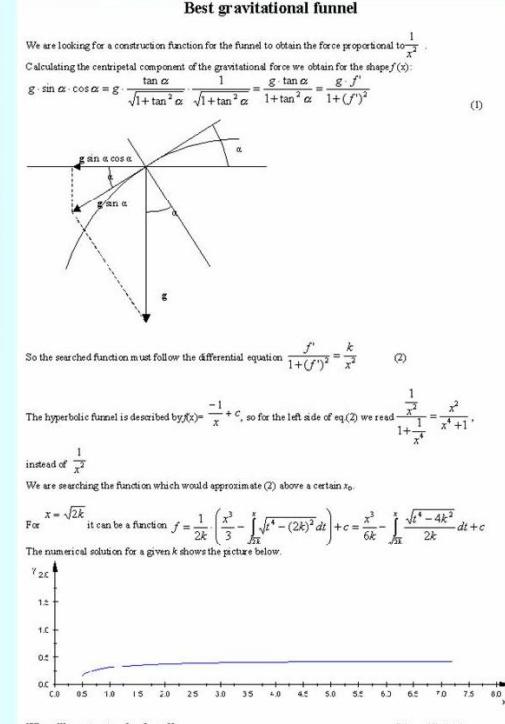
$$\dot{\gamma}^i = \frac{\partial H}{\partial I_i} = \dot{\gamma}^i(I_i) \quad \text{dependent only on angular momentum.}$$

If so, the trajectories are closed.

In practice, only for the classical harmonic oscillator ($E = \gamma^2$) and the hyperbolic field ($E = 1/r^2$) the trajectories are closed.



Trajectories in a central field
(thanks to prof. E. Pagani)



Programme for calculating orbits with fields $V = -1/r^n$ ©MauroB runato
This snapshot was with $n=1.1$

Funnels and planets

Funnels and planets

Berechnet man das Gravitationsfeld um eine Größenordnung genauer, und ebenso mit entsprechender Genauigkeit die Bahnbewegung eines materiellen Punktes von relativ unendlich kleiner Masse, so erhält man gegenüber den Kepler-Newtonischen Gesetzen der Planetenbewegung eine Abweichung von folgender Art. Die Bahnellipse eines Planeten erfährt in Richtung der Bahnbewegung eine langsame Drehung vom Betrage

$$(75) \quad \dot{\epsilon} = 24 \frac{\pi^3}{T^2 c^5} \frac{a^3}{(1 - e^2)}$$

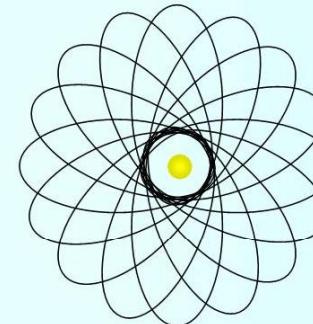
pro Umlauf. In dieser Formel bedeutet a die große Halbachse, c die Lichtgeschwindigkeit in üblichem Maße, e die Exzentrizität, T die Umlaufzeit in Sekunden.)

Die Rechnung ergibt für den Planeten Merkur eine Drehung der Bahn um $43''$ pro Jahrhundert, genau entsprechend der Konstaterung der Astronomen (Leverrier); diese fanden nämlich einen durch Störungen der übrigen Planeten nicht erklärbaren Rest der Perihelbewegung dieses Planeten von der angegebenen Größe.

1) Beziiglich der Rechnung verweise ich auf die Originalabhandlungen A. Einstein, Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. 47, p. 831. 1915. — K. Schwarzschild, Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. 7, p. 189. 1916.

(Eingegangen 20. März 1916.)

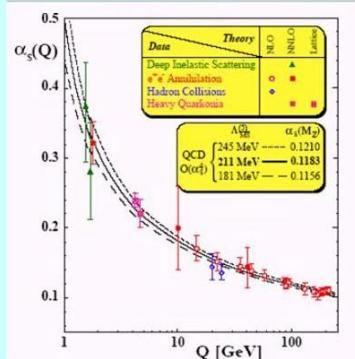
It was known from mid of XIX century, that Mercury planet performs an open orbit. Einstein in 1916 explained why: the field is slightly different from $1/r$, due to a huge mass of Sun (which changes the geometry of Space). This was one of the proofs for General Theory of Relativity. (Note how he always accomplished theoretical paper with practical results.)



Precession of Mercury's orbit
(as seen in snapshots for 200,000 years)



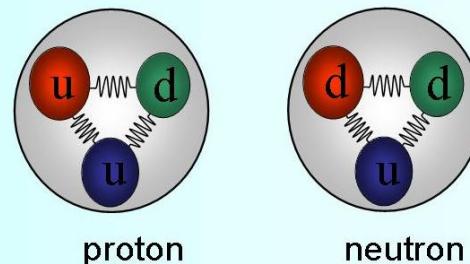
This spherical funnel gives Nice open orbits



S. Bethke, α_s 2002
http://arxiv.org/PS_cache/hep-ex/pdf/0211/0211012.pdf

The confinement force between quarks rises to infinity if they move slowly, i.e. are distant one from another.

Funnels and quarks



Inside the proton or neutron strong interactions between quarks increase with the distance – from this reason we do not observe free quarks. Parabolic funnels can be models for these interactions.

From a simple, funny object – to general relativity and quark's confinements

Funnels and economy



Finally, funnels are not only scientific, but sometimes also useful, collecting spare coins at London Stansted airport

Resuming

- Physics and Toys were, in 1998 in Poland a real didactical revolution

- A success that exceeded any expectations
- Infinite number of exhibitions (and copies) in middle-size town
- Objects almost at every university didactical lab
- Diploma thesis at almost every university
- Interactive exhibition in Szczecin, Gdańsk, Gdynia, Łódź, Warszawa, Toruń, Bydgoszcz etc.
- Kopernik Science Center, Warsaw, *2011: 1mln visitors in the first year
- No country with such a success
- Started from 44 objects brought in 'ford blue car' from Trento

Thanks to all these (wanted and unwanted) collaborations!

Innovative methods of didactics

Lecture 4 Neo-realism Part II: „Physics is Fun”

Grzegorz Karwasz

Didactics of Physics Division UMK, Toruń, Head

a/a 2020/2021

EU Science and Society 02702 „Physics is Fun” Physics in Toys (2004)

Innovative methods of didactic x ch01 1.64 x Is There Purpose in Biology?: T x MDPI | Peer Review x Physics and toys x

← → C ▲ Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/

Physics and Toys

Fizyka i Zabawki

Physik und Spielsachen

Physique et Jouets

Fisica e Giocattoli

Physics is Fun

Commission of the European Communities, Research Directorate-General,
Structuring the European Research Area Specific Support Action:
Science and Society Project No. 020772 PhysFun

gir-funnel.ppt

Wpisz tu wyszukiwane słowa

06:55 19.11.2020

© Eryk Rajch & Physics is Fun Consortium

Physics in Toys: some didactical systematics

Innovative methods of didactic | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biology?: T | MDPI | Peer Review | Physics and Toys | Physics and Toys

Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/index-en.html

Home

Mechanics

Optics

Thermodynamics

Electricity and Magnetism

Poland

France

Germany

Italy

Mechanics

- Sense of Equilibrium
- Always up
- Dancing Little Dog
- Migrant Bird
- Newton's Pendulum
- Riki - tiki

javascript:loadtwo('mech/mech_menu-en.html','mech/mech-en.html')

gir-funnel.ppt

Wpisz tu wyszukiwane słowa

06:59
19.11.2020

Rising difficulty principle: step by step by step

Rising difficulty: 2x3 phrase description

Innovative methods of didactic | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biology?: T | MDPI | Peer Review | Physics and Toys

Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/index-en.html

Home | Mechanics | Optics | Thermodynamics | Electricity and Magnetism | Poland | France | Germany | Italy

Sense of equilibrium

The bird, that at first sight hangs in an unnatural way on its bill, the swinging parrot, the acrobat bear, the cyclist - are toys which show the question of barycentre. Hanging on a blade they don't fall, but swing lazily.

Catching attention

1 bit of new information

In all these toys the natural barycentre has been moved by adding some weight in a way to make the real barycentre lay exactly under the point of support. If we put them in an oscillatory motion they swing slowly because the barycentre is not far from the rotation point, while the moment of inertia is big.

Fixing the notions by joke

Where is your barycentre when you are in equilibrium over a rope? Do we need to bring some heavy luggage in order not to fall down?

gir-funnel.ppt

Wpisz tu wyszukiwane słowa

Physics and Toys

Always up

Dancing Little Dog

Migrant Bird

Newton's Pendulum

Riki - tiki

Falling Little Balls

Dropper - poper

Animals at large

"Little man on the ladder"

The Woodpecker

Jumps and capers

Maxwell's Pendulum

Pokaż wszystkie

07:05 19.11.2020

Rising difficulty: appearance separated from explanation

Innovative methods of didactic x ch01 1..64 x Is There Purpose in Biology?: T x MDPI | Peer Review x Physics and Toys x

Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/index-en.html

Home Mechanics Optics Thermodynamics Electri Magn

away from its 'original' place.



In the case of the bird adding extra weight to its wings moves the centre of gravity towards its beak, so that when it is balancing the centre of gravity is just below the fulcrum. Similarly as in the case of teddy bear the rope walker holding a curved stick with weights (spheres). The parrot and toucan are also swinging safely on the support rod after adding extra weight to their tails.

a scheme



a paradox (Turin)



In contrast to the parrot which is flat, the bird can serve illustration of yet another aspect of centre of gravity location. Its 'proper' positioning is two- (or rather three-) dimensional. Viewed from above, the wide spread wings of the bird and its tail are in the shape of a triangle with the centre of gravity in the fulcrum. Viewed from the side, the lowered tips of the wings make it possible to move the centre of gravity below the fulcrum.

When we set the toys in the oscillatory motion they move lazily, like the [swinging head of the dog](#).



a „toy”



More examples also from life

Jumps and capers

gir-funnel.ppt

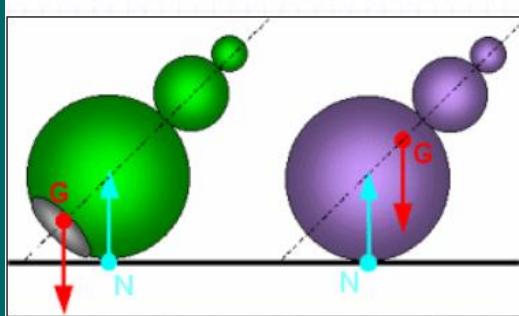
Wpisz tu wyszukiwane słowa

Pokaż wszystkie

07:19 19.11.2020

GK, PTF Gdańsk, 2003: „Physics as qualitative science”

Further exploring of the subject: vertical up

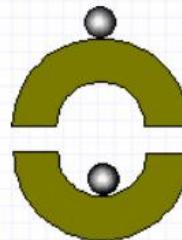


The above phenomenon is illustrated by the picture. 'Always-down', is the doll which falls down since its centre of gravity is located high.



'Always-up' remains in the state of permanent balance: it always regains balance as a little ball inside a bigger hemisphere, in contrast to transitory balance in 'Always-down', like a little ball at the top of a bigger hemisphere.

In this way the leaning doll ;
gravitation overcomes the lower th



Continuous
distribution of mass

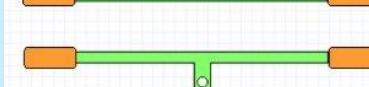
Stable and unstable
equilibrium

Japanese deity

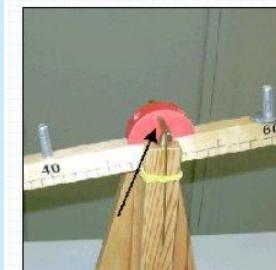
More on equilibrium:
hanger for coat

Laboratory of didactics

Much more:
momentum of inertia
(sorry, end of jokes)



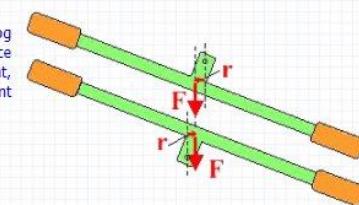
1. Permanent or transitory balance are shown by force vectors (or rather their moment): in the dancing little dog or in the leaning hanger the force moment (i.e. force multiplied by lever) rises with the degree of slope. Force moment brings about regaining balance. In the see-saw the force moment rises with the oscillation movement, but since their directions are the same, the balance is transitory, unless the see-saw has its balancing point above the 'board', as can be seen in the picture.



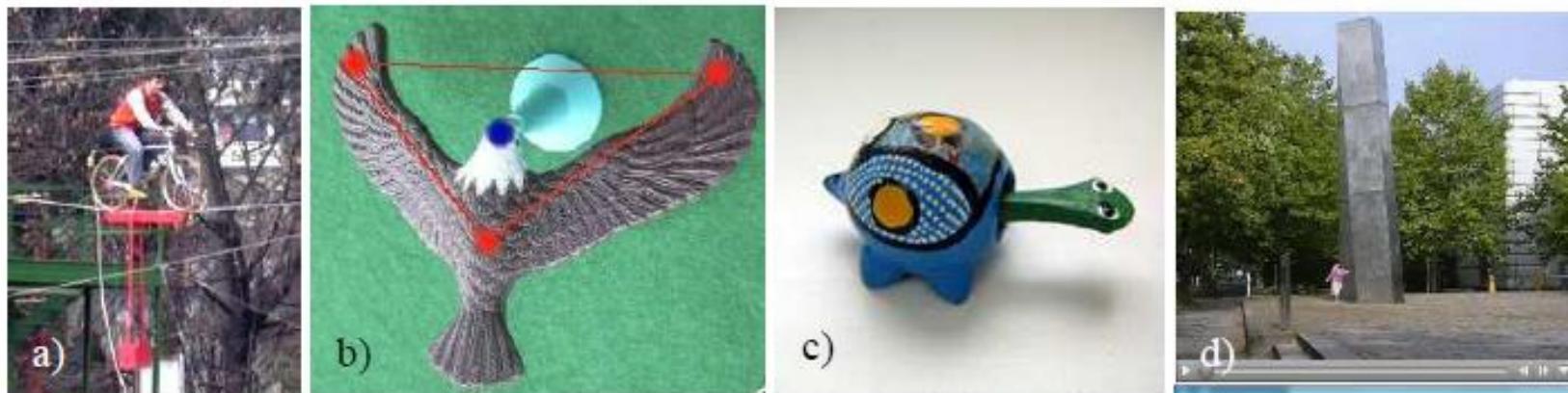
2. Slow swinging movement of the head of the dog is described by the following formula:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{gmr}}$$

in which I is **moment of inertia** equal to $I = (1/12)m r^2$ for the rod suspended inside, I is the length of the rod and r is the centre of gravity - suspension point span. As the centre of gravity and suspension point are close and I is relatively big, the head of the dog is swinging slowly.



Further exploring: horizontal (etiudes)



Fot. 3.9. Kolejne egzemplifikacje w iteracvinum konstruowania pośladowości: a) rower na linie jest



Fot. 4.13. Etiudy na temat ruchu drgającego – wahadła z berlińskiego sklepu z pamiątkami. Okres drgań nie zależy od masy obiektu, ale od rozkładu masy w stosunku do położenia osi obrotu. Najkrótszy okres wahań ma para zakochanych a), gdzie masa jest rozłożona wokół osi obrotu, najdłuższy okres ma surfista d), gdzie masy są położone daleko od punktu podparcia (zbiory GK, fot. KS)

Find what is different in *physical* functioning of these objects:
define a possible new category (i.e. mathematics)!

Further exploring: different places, different sectors



a)



b)



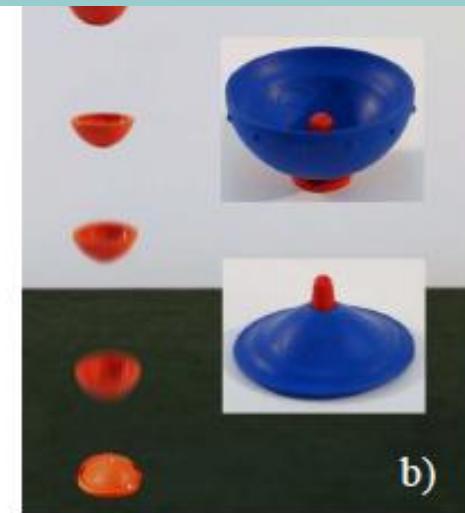
c)

Fot. 4.1. Różne funkcje takiego samego eksponatu: a) ludzczny (i skarbonki) w hali odlotów lotniska Standsted airport Gdańsk 2003 Berlin „Spectrum”

„O
w 1
w 1



a)



b)

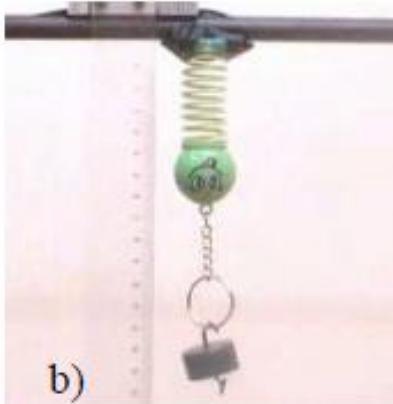


c)

Fot. 4.10. Przykłady zderzeń nad-sprężystych, tj. takich w których jeden z obiektów zyskuje energię od

Find around you how you can illustrate the idea you have in mind

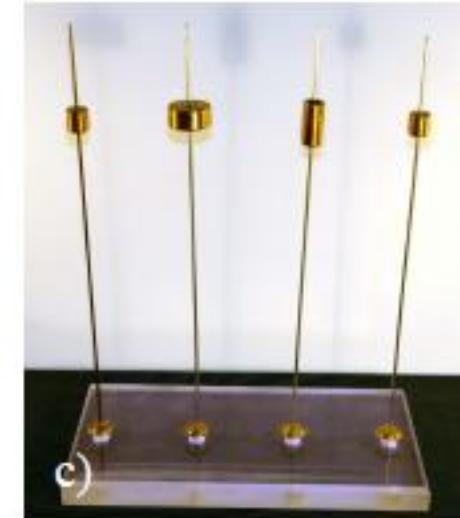
What can I show else with this object? What can I add else to this idea?



1 Munchen Science Center shop

PAP Słupsk

© A. Krzysztofowicz

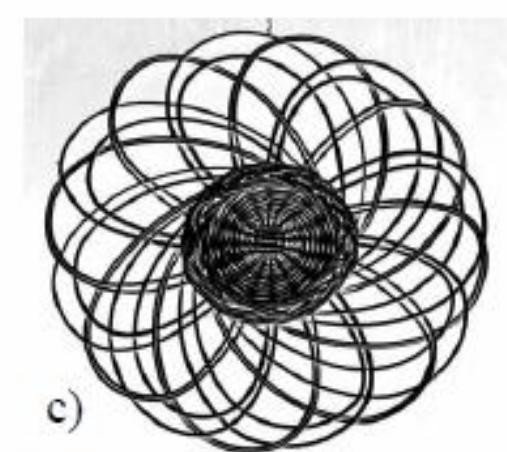
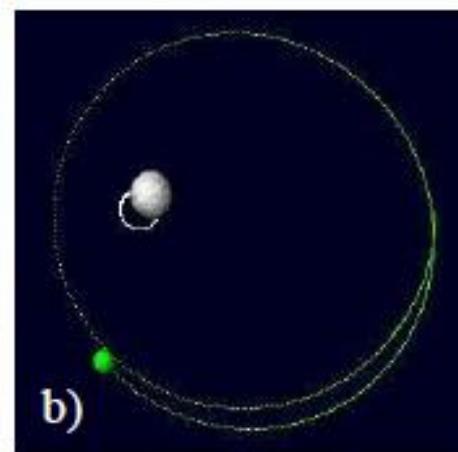
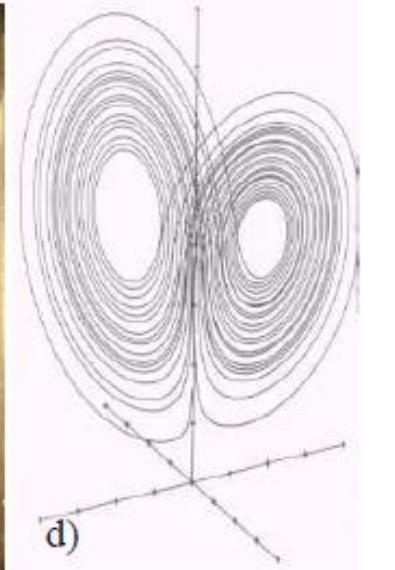
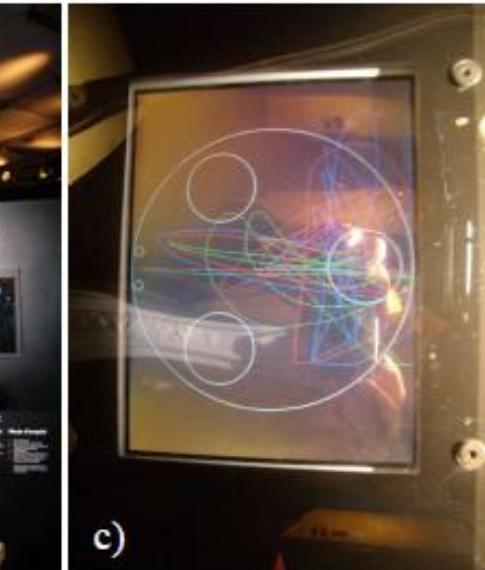


Newspaper kiosk going to Prague airport

„Why tiger can not catch the chicken: because has feet from lead”

Trento Uni workshop

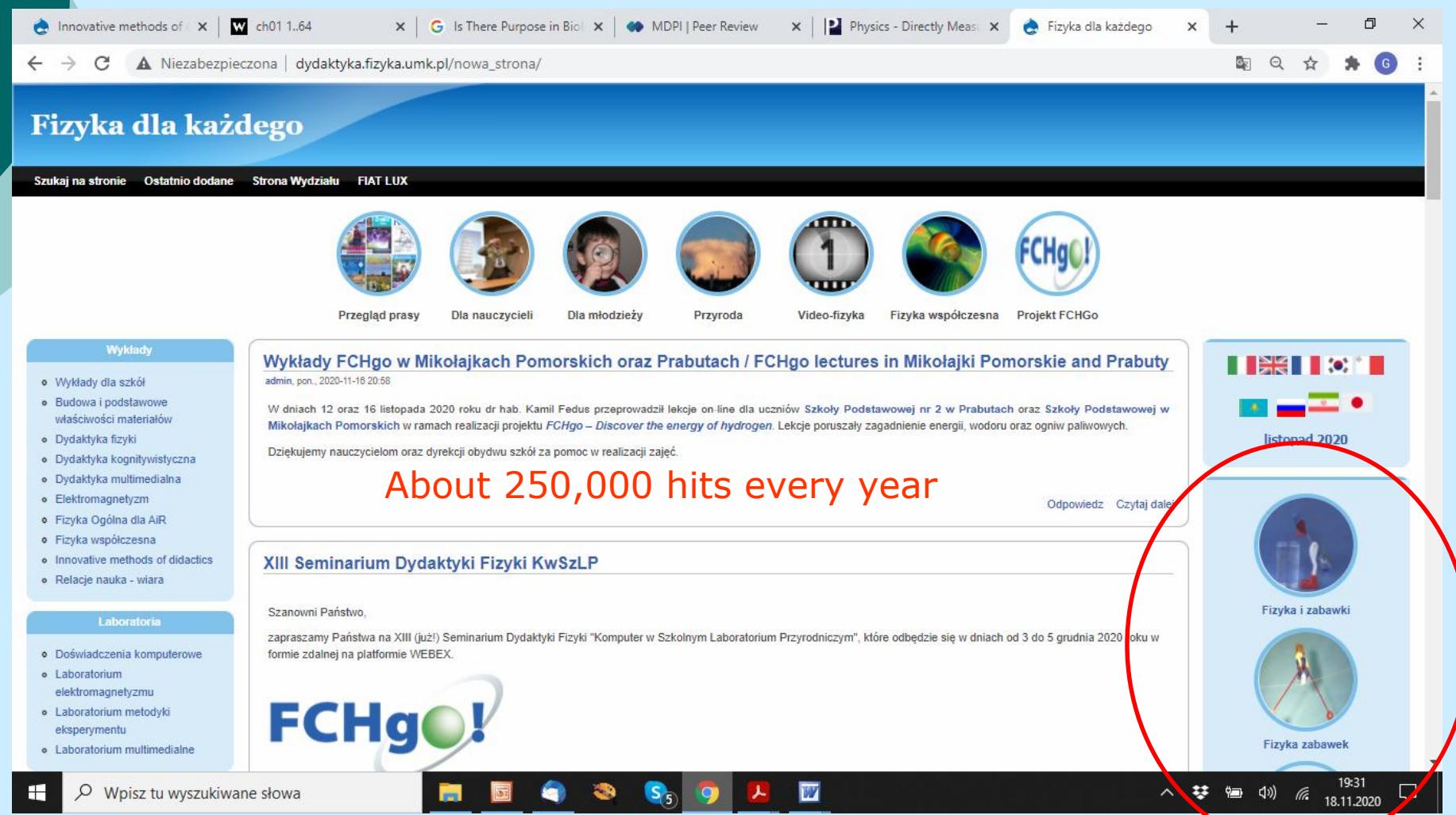
Going deeply into scientific function: Math lab @ „La Villette” Science Center



Multimedia: kitchen funnel / computer modelling / Bielorussia folk art

Physics and Toys – in virtual space

Great success thanks to „open source”



Innovative methods of didactics | ch01 1.64 | Is There Purpose in Biology? | MDPI | Peer Review | Physics - Directly Measured | Fizyka dla każdego

Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/

Fizyka dla każdego

Szukaj na stronie Ostatnio dodane Strona Wydziału FIAT LUX

Przegląd prasy Dla nauczycieli Dla młodzieży Przyroda Video-fizyka Fizyka współczesna Projekt FCHGo

Wykłady

- Wykłady dla szkół
- Budowa i podstawowe właściwości materiałów
- Dydaktyka fizyki
- Dydaktyka kognitywistyczna
- Dydaktyka multimedialna
- Elektromagnetyzm
- Fizyka Ogólna dla AIR
- Fizyka współczesna
- Innovative methods of didactics
- Relacje nauka - wiara

Laboratoria

- Doświadczenia komputerowe
- Laboratorium elektromagnetyzmu
- Laboratorium metodyki eksperymentu
- Laboratorium multimedialne

Wykłady FCHGo w Mikołajkach Pomorskich oraz Prabutach / FCHgo lectures in Mikołajki Pomorskie and Prabuty
admin, pon., 2020-11-16 20:58

W dniach 12 oraz 16 listopada 2020 roku dr hab. Kamil Fedus przeprowadził lekcje on-line dla uczniów Szkoły Podstawowej nr 2 w Prabutach oraz Szkoły Podstawowej w Mikołajkach Pomorskich w ramach realizacji projektu *FCHgo – Discover the energy of hydrogen*. Lekcje poruszały zagadnienie energii, wodoru oraz ogniw paliwowych.

Dziękujemy nauczycielom oraz dyrekcji obydwu szkół za pomoc w realizacji zajęć.

About 250,000 hits every year

Odpowiedz Czytaj dalej

XIII Seminarium Dydaktyki Fizyki KwSzLP

Szanowni Państwo,

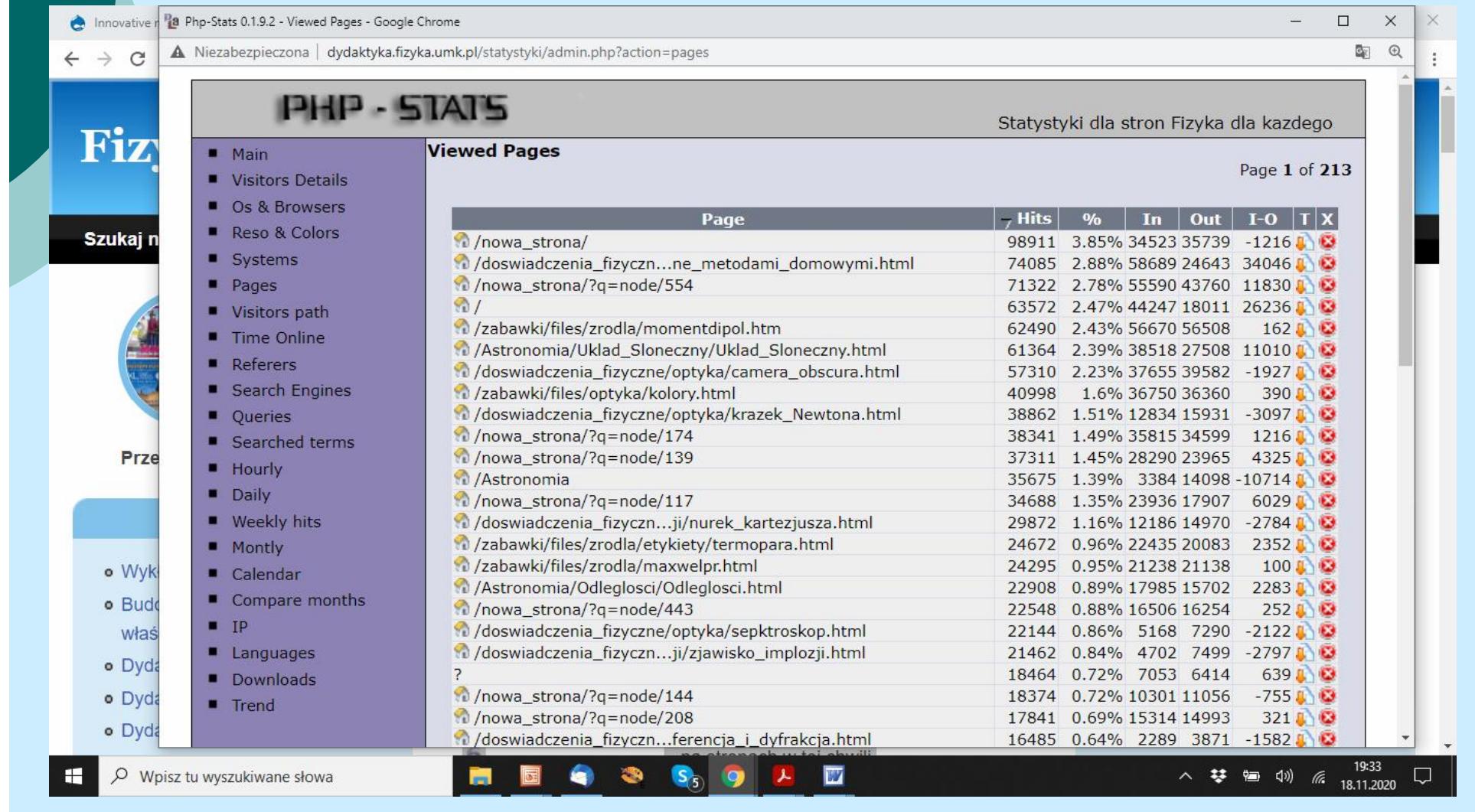
zapraszamy Państwa na XIII (już!) Seminarium Dydaktyki Fizyki "Komputer w Szkolnym Laboratorium Przyrodniczym", które odbędzie się w dniach od 3 do 5 grudnia 2020 roku w formie zdalnej na platformie WEBEX.

FCHgo!

Wpisz tu wyszukiwane słowa

19:31 18.11.2020

2,5 mln hits from 2009: „zabawki”, „doświadczenia” = 30%



PHP - STATS

Statystyki dla stron Fizyka dla kazdego

Page 1 of 213

Page	Hits	%	In	Out	I-O	T	X
/nowa_strona/	98911	3.85%	34523	35739	-1216	193	0
/doswiadczenia_fizyczne_metodami_domowymi.html	74085	2.88%	58689	24643	34046	193	0
/nowa_strona/?q=node/554	71322	2.78%	55590	43760	11830	193	0
/	63572	2.47%	44247	18011	26236	193	0
/zabawki/files/zrodla/momentdipol.htm	62490	2.43%	56670	56508	162	193	0
/Astronomia/Uklad_Sloneczny/Uklad_Sloneczny.html	61364	2.39%	38518	27508	11010	193	0
/doswiadczenia_fizyczne/ptyka/camera_obscura.html	57310	2.23%	37655	39582	-1927	193	0
/zabawki/files/ptyka/kolory.html	40998	1.6%	36750	36360	390	193	0
/doswiadczenia_fizyczne/ptyka/krazek_Newtona.html	38862	1.51%	12834	15931	-3097	193	0
/nowa_strona/?q=node/174	38341	1.49%	35815	34599	1216	193	0
/nowa_strona/?q=node/139	37311	1.45%	28290	23965	4325	193	0
/Astronomia	35675	1.39%	3384	14098	-10714	193	0
/nowa_strona/?q=node/117	34688	1.35%	23936	17907	6029	193	0
/doswiadczenia_fizyczne_ji/nurek_kartezjusza.html	29872	1.16%	12186	14970	-2784	193	0
/zabawki/files/zrodla/etykiety/termopara.html	24672	0.96%	22435	20083	2352	193	0
/zabawki/files/zrodla/maxwelpr.html	24295	0.95%	21238	21138	100	193	0
/Astronomia/Odleglosci/Odleglosci.html	22908	0.89%	17985	15702	2283	193	0
/nowa_strona/?q=node/443	22548	0.88%	16506	16254	252	193	0
/doswiadczenia_fizyczne/ptyka/sepktroskop.html	22144	0.86%	5168	7290	-2122	193	0
/doswiadczenia_fizyczne_ji/zjawisko_implozji.html	21462	0.84%	4702	7499	-2797	193	0
?	18464	0.72%	7053	6414	639	193	0
/nowa_strona/?q=node/144	18374	0.72%	10301	11056	-755	193	0
/nowa_strona/?q=node/208	17841	0.69%	15314	14993	321	193	0
/doswiadczenia_fizyczne_ji/dyfrakcja.html	16485	0.64%	2289	3871	-1582	193	0

Wpisz tu wyszukiwane słowa

19:33 18.11.2020

Gdańsk PTF (2003): towards diversity



zjawisk fizycznych zarówno uczniom szkół jak i fizycznym znakomitościom, które przybyły na zjazd.

"Fizyka i zabawki" zaprezentowała kolekcję ponad 250 eksponatów demonstrujących zjawiska fizyczne w trzech ścieżkach tematycznych poświęconych zagadnieniom: ruchu i dźwięku, światła oraz ciepła. Demonstracje skierowane były przede wszystkim do uczniów i nauczycieli.



Fot. 3. "Droga do fizyki współczesnej" - na chwilę przed odwiedzinami.

wodór. Była to propozycja dla nauczycieli fizyki w gimnazjum lub szkole średniej, jak w prosty sposób, bez większych wkładów pieniężnych, wzbogacić pracownię o nowe pokazy ilustrujące zjawiska z elektrostatyki, zasady działania ogniw galwanicznych i fotowoltanicznych.

Łącznie w czasie trwania wystawy odwiedziło ok. 4 tys. osób.

"Droga do fizyki współczesnej" zilustrowała rozwój fundamentalnych dla współczesnego fizycznego opisu świata koncepcji, począwszy od atomizmu Demokryta, poprzez idee Maxa Plancka przedstawione na wykładzie podczas posiedzenia Niemieckiego Towarzystwa Fizycznego w Berlinie, 19 października 1900 roku, który otworzył "worek" nowych koncepcji i doświadczeń, skończywszy na artykulach Alberta Einsteina pochodzących z 1905 roku dotyczących szczególnej teorii względności.

"204 lata ogniw Volty" odtworzyła historię odkryć i zasady działania źródeł prądu od oryginalnego stosu monet Volty do ognia "paliwowego" na gazowy



Fot. 2. "Fizyka i zabawki" - nauczyciele podczas "torturowaia schodzącej sprężyny



Exhibition for teachers

Tresura jo-jo

AWERS

Nawijamy sznurek na szpulkę i trzymając za wolny koniec sznurka, upuszczamy swobodnie szpulkę. Szpulka, spadając, rozwija sznurek, co powoduje, iż wprawiana jest w **ruch obrotowy**. Po całkowitym rozwinięciu się sznurka wspina się do góry, nawijając się z powrotem na sznurek. Spadanie i podnoszenie się jojo powtarza się cyklicznie, lecz za każdym razem szpulka wznosi się na coraz to mniejszą wysokość. Cała seria „wzlotów i upadków” trwać będzie jedynie kilka sekund.

Jeśli chcemy, by jo-jo „wracało do ręki”, powinniśmy nadać szpulce pewną prędkość początkową oraz w momencie całkowitego rozwinięcia sznurka pociągnąć sznurek ku górze.

„Tresura” jo-jo pozwoli nam na zapoznanie się z **zasadą zachowania energii** oraz zgłębienie zagadnień związanych z **kinematyką i dynamiką ruchu obrotowego**.

Front and backside descriptions

Some simple experimental material (wires, nails, tubes) was given to teachers

Exhibition for teachers

(i wyjaśnienie dla nauczyciela) REWERS

Bardziej „naukowo” jo-jo nazywane jest wahadłem Maxwell'a. Oryginalność tej zabawki polega na szczególnym *podziale* energii między energię kinetyczną ruchu postępowego i ruchu obrotowego. Dla przykładu, energia ruchu postępowego toczącego się walca wynosi $\frac{1}{2} mv^2$, a energia ruchu obrotowego $\frac{1}{4} mv^2$, czyli połowę.

W jo-jo, dzięki małemu promieniowi wewnętrznej szpulki, ta *partyjka* jest inna – zakładając, że promień szpulki wewnętrznej wynosi $\frac{1}{2}$ promienia zewnętrznego (i równomierny rozkład masy), energia ruchu obrotowego jest większa (o czynnik 2) niż energia ruchu postępowego.

Występowanie energii ruchu obrotowego powoduje, że spadek ciała jest wolniejszy niż punktu materialnego. W przypadku punktu materialnego spadającego z wysokości h prędkość ta wynosi dla walca pełnego $v = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$, dla jo-jo o podanych rozmiarach $v = \sqrt{\frac{2gh}{3}}$, czyli nieco więcej niż połowę prędkości $v = \sqrt{2gh}$ dla punktu materialnego.

Pokazane jo-jo ma jeszcze jedną cechę – zawiera w środku układ elektroniczny wytwarzający dźwięk i światło. Układ jest włączany przez styki reagujące na siłę odśrodkową. Puść jo-jo powoli – zacznie grać w najniższym punkcie, w momencie szarpnięcia w górę, kiedy do siły odśrodkowej dodaje się siła wywierana przez sznurek. W ten sposób „mierzymy” wartość siły w impulsie, zgodnie ze wzorem, że popęd jest równy zmianie pędu

$$Ft = 2mv$$

moment of inertia, rotational energy, impulse

205 years of Volta pile



Pomorska Akademia Pedagogiczna
w Słupsku

Electricity sources

Instytut Fizyki
Zakład Spektroskopii

Wystawa "*Ogniwo Volty*"



Dwusetna rocznica wynalezienia przez Aleksandra Voltę ogniska ("woltaicznego", zwanego też stosem Volty) skłoniła nas do zaproponowania kilku doświadczeń, które niejako odtwarzają historyczne etapy odkryć w dziedzinie sposobów wytwarzania "elektryczności". Jest to propozycja dla nauczyciela fizyki w gimnazjum lub szkole średniej, jak w prosty sposób, bez większych wkładów pieniężnych, wzbogacić pracownię o nowe pokazy ilustrujące zjawiska z elektrostatyki, zasady działania ogniw galwanicznych i fotowoltaicznych.



School experiments, in thematic nests:
„you can repeat it in your school”

Short biographies (UMK: biographic method)

William Gilbert

(1540-1603)

Urodził się w 1540 roku w Colchesterze, niewielkim miasteczku na południowym wschodzie Anglii, w rodzinie średnio zamożnej.

Studiował medycynę na uniwersytecie w Cambridge. W 1573 roku osiedlił się w Londynie, gdzie został przyboczny lekarzem królowej Elżbiety I.

Już w dzieciństwie zainteresowany dziwną siłą magnetyczną, kontynuował swoje doświadczenia. W wyniku obserwacji igły kompasu, Gilbert doszedł do wniosku, że Ziemia musi być olbrzymim magnesem, a jej bieguny są biegunami magnesu.

Zainspirowany doświadczeniami z bursztynem wykonanymi przez Talesa z Miletu, podzielił substancje na elektryki: bursztyn, agat, diament, szafir, rubin, opal, ametyst, beryl, kryształ górski, szkło, siarka i smoła; i nienielektryki: wszystkie metale, alabaster, marmur, perły, kość słoniowa, korale, szmaragd, szmergiel, krzemień, kości itp.

Wyniki doświadczeń i obserwacji Gilbert zebrał w pierwszej książce naukowej z dziedziny magnetyzmu: "O magnesie,



Prepared individually by undergraduate students
(= individual involvement, group collaboration)

Biographies, as „excuse” to introduce the history of electricity & Maxwell laws

James Clark Maxwell

(1831 - 1879)

Urodził się 13 czerwca 1831 roku w Edynburgu. Był dzieckiem nieśmiałym, zamkniętym w sobie, pogrążonym w książkach.

Maxwell zajmował się badaniem właściwości światła, sformułował teorię barw, a w 1861 roku uzyskał pierwszą barwną fotografię, jednak najwybitniejsze osiągnięcia związane są z elektrycznością i magnetyzmem. Maxwell zajmował się też kinetyczną teorią gazów - jego imieniem nazywany jest rozkład energii cząsteczek gazu w warunkach równowagi termodynamicznej. Jako pierwszy wyjaśnił też naturę pierścieni Saturna, znanych od czasów Galileusza.



Scalkowane pole magnetyczne wzdłuż zamkniętej pętli jest równe sumie prądów, jakie przecinają powierzchnię opisaną przez tę pętlę.

UWAGA:

Attention: a small corrections to Ampere's law

4a. Do prawa Ampère'a jest mała poprawka:

$$\oint \mathbf{B} \circ d\mathbf{l} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \Phi_E}{\partial t}$$

Exhibition on Modern Physics (GD 2003)

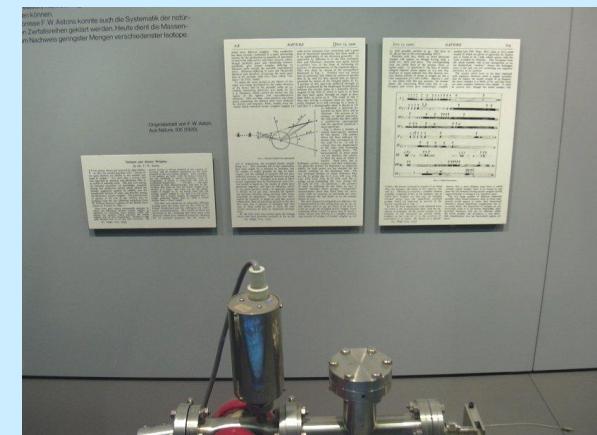
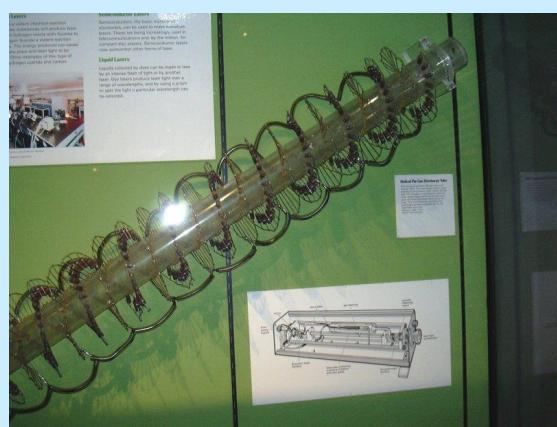
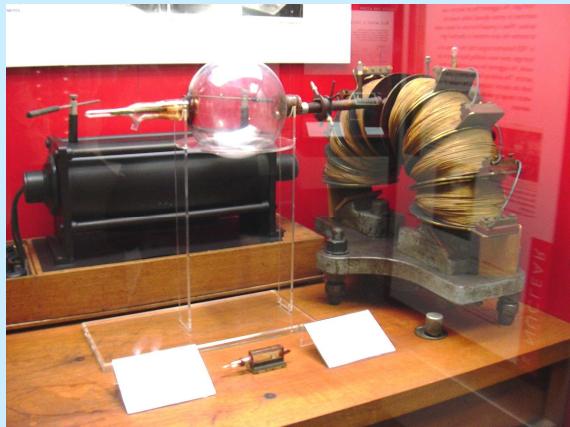


Posters, objects, ideas



Exhibition on Modern Physics

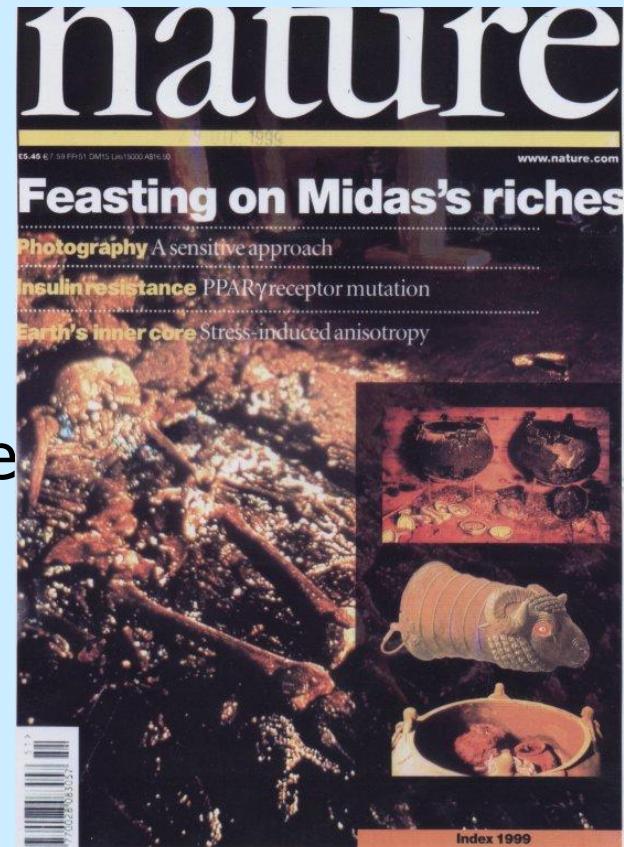
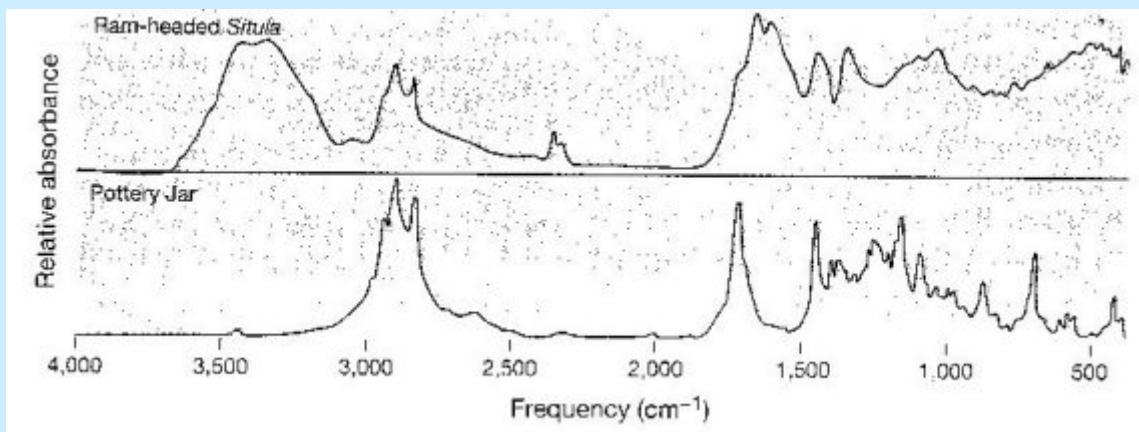
- History
- Pieces of research
- Posters
- Experiments
- Models, visualisations, model experiments



London Science Museum, 2003: Mass spectroscopy, CO₂ laser

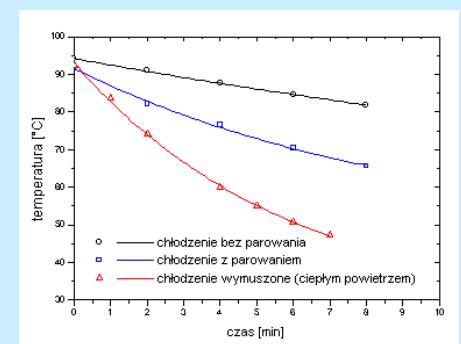
Exhibition on Modern Physics

- History
- **Pieces of research**
- Posters
- Experiments
- Models, visualisations, mode



Exhibition on Modern Physics

- History
- Pieces of research
- Posters
- Experiments
- **Models, visualisations, model experiments**



Three steps in Bose-Einstein condensation

Show everything you can

Atom:

Doświadczenia Perrina:

Sedimentacja - model: zawiesina mikrokrystalicznego kwarcu (pomiar liczby Avogadra)

Dyfuzja kropli kwasu oleinowego na powierzchni wody (pomiar średnicy atomu)

- Ruchy Browna (kropla tuszu z drukarki komputerowej w wodzie)

○ Elektron:

- Kawalek bursztynu (elektrostatyka)
- Doświadczenie Ramsauera (transmisja elektronów w lampie elektronowej z Xe)
- Rurki Crooksa [PAP]
- pomiar e/m w polu magnetycznym (PASCO)
- Komora pomiaru dryfu elektronów przy niskich energiach (doświadczenie Townsenda) [courtesy dr. J. Mechlińska-Drewko]

○ Mechanika kwantowa:

- Pudło Plancka (temperatura "pola promieniowania")

Mechanika falowa:

- Fale na linie
- Fala stojąca w misce z wodą [[Educational Innovations inc.](#)]

Internet mirror

W ch01 1.64 x | Podziel dokumenty PDF za pomocą x | On the track of Modern Physics - x +

← → C Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/index-en.html



Page in construction... Some parts still in Polish. We are sorry for this!

Last updated: 09/14/2015 09:34:08

Please note: the form of this exhibition is "scherzo". Who does not like jokes, please read only texts written in "Courier" font

Comments, please sent to: zabawki@if.pqp.edu.pl

 **Description notes**

multimedia files 

Elenco di poster

- [A-Tomas](#)
- [Spettroscopia, cioè la scienza sugli spettri](#)
- [L'ambra invisibile](#)
- [Raggi penetranti](#)
- [Meccanica quantistica](#)
- [Meccanica ondulatoria](#)

List of posters

- [A-Tomas](#)
- [Spectroscopy or ghost science](#)
- [Invisible amber](#)
- [Penetrating radiation](#)
- [Quantum mechanics](#)
- [Wave mechanics](#)

Physics Areas

- [Atomic Physics](#)
- [Molecular Physics](#)
- [Nuclear Physics](#)
- [Elementary Particles](#)
- [Solid State Physics](#)
- [Astrophysics](#)

Windows icon | Wpisz tu wyszukiwane słowa |  18:58 25.11.2020

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/index-en.html

Internet mirror

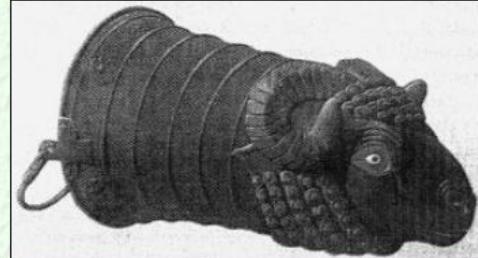
W ch01 1.64 x | Podziel dokumenty PDF za pomocą x Na stypie u króla Midasa x +

← → C Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/stypa.html

Na stypie u króla Midasa

Czy można stwierdzić, co jedzono na uczcie 3000 lat temu? Okazuje się że tak!

W 1999 roku archeolodzy odkryli w Azji Mniejszej, na terenie dawnej Frygii, grób pełen wszelkich kosztowności, perł, kamieni szlachetnych, ciężkich tkanin i wyszukanych naczyń z brązu. Bogactwo pochówku wskazywało na wysoką rangę zmarłego, zaś miejsce znaleziska i jego wiek - na pokrewieństwo kulturowe z przedklasyczną Grecją. Prawie, że prawie, grób króla [Midasa](#).



Na dnie kielichów z brązu w formie owczego głowa były jakieś resztki, niewidoczne niemalże gołym okiem. Czyżby okruchy ze stypy? Było ich jednak zbyt mało (no i nieco nieświeże!) aby pokusić się o skosztowanie. Slinka jednak leci!

Na szczęście, na cóż współczesna nauka. Powie Ci (i policji), nie tylko ile wypileś, ale i jaką markę alkoholu! Różne [techniki](#), które posłużyły do określenia, co jedzono na stypie u króla Midasa, określamy wspólnie nazwą **spektroskopii** (od łacińskiego słowa *spectrum*, czyli widmo).

Okazuje się, że na stypie króla Midasa bynajmniej sobie nie żałowano: na dnie ponad 100 kielichów i waz do mieszania trunków ślady znaleziono 16 różnych napojów alkoholowych: gatunkowych win, jęczmiennego piwa i fermentowanego pszczelego miodu. Na dnie półmisków zidentyfikowano co najmniej 14 gatunków mięsów, głównie z kóz i baraniny. Mięsa były najpierw podpiekane na ruszcie, później oddzielane od kości a następnie mieszane z ziołami i przyprawami. Wina i piwa mieszane były w różnych proporcjach i serwowane w wyszukanych pucharach. Co zostało, załadowano królowi Midasowi na drogę przez Styks.

Wpisz tu wyszukiwane słowa

18:56 25.11.2020

Neo-realism in Modern Physics



GK ↔ Einstein:
Everything that can be shown should be shown, and even more.

Thank you for this part

Innovative methods of didactics

Lecture 4 Neo-realism Part III: „Movable Feast”

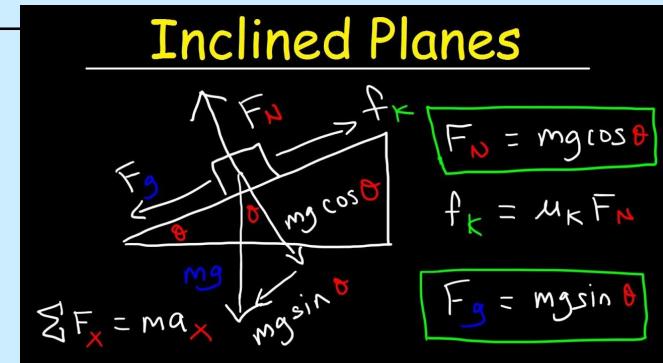
Grzegorz Karwasz

Didactics of Physics Division UMK, Toruń, Head

a/a 2020/2021

Going downhill, or everything on the inclined plane of Galileo

- Identify the didactical node
- Collect objects



- Project the didactical path

$$v = at$$

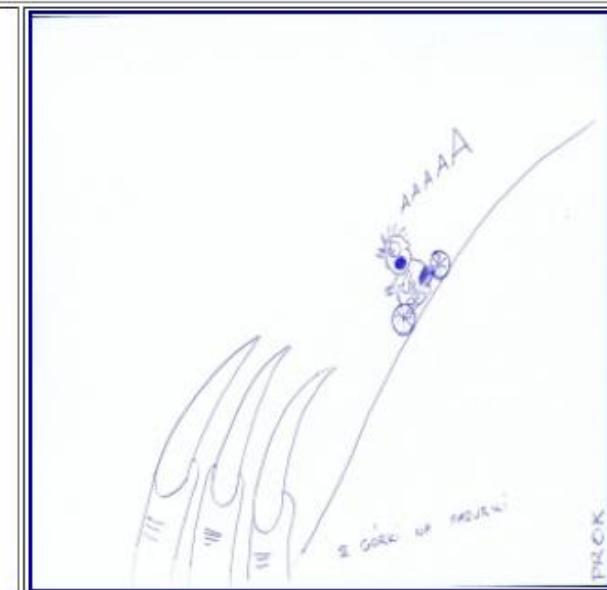
„Z górk na pazurki”

← → C ▲ Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/pazurki/galileo.html



Z górk na pazurki -

czyli jak energia potencjalna zamienia się na energię kinetyczną
i jak się przy tym można dobrze bawić.



Interaktywna wystawa dydaktyczna w celu intuicyjnego wprowadzenia zasad kinematyki i dynamiki na równi pochylej prezentowana podczas VII Festiwalu Nauki i Sztuki w Toruniu, 19-21.04.2007.

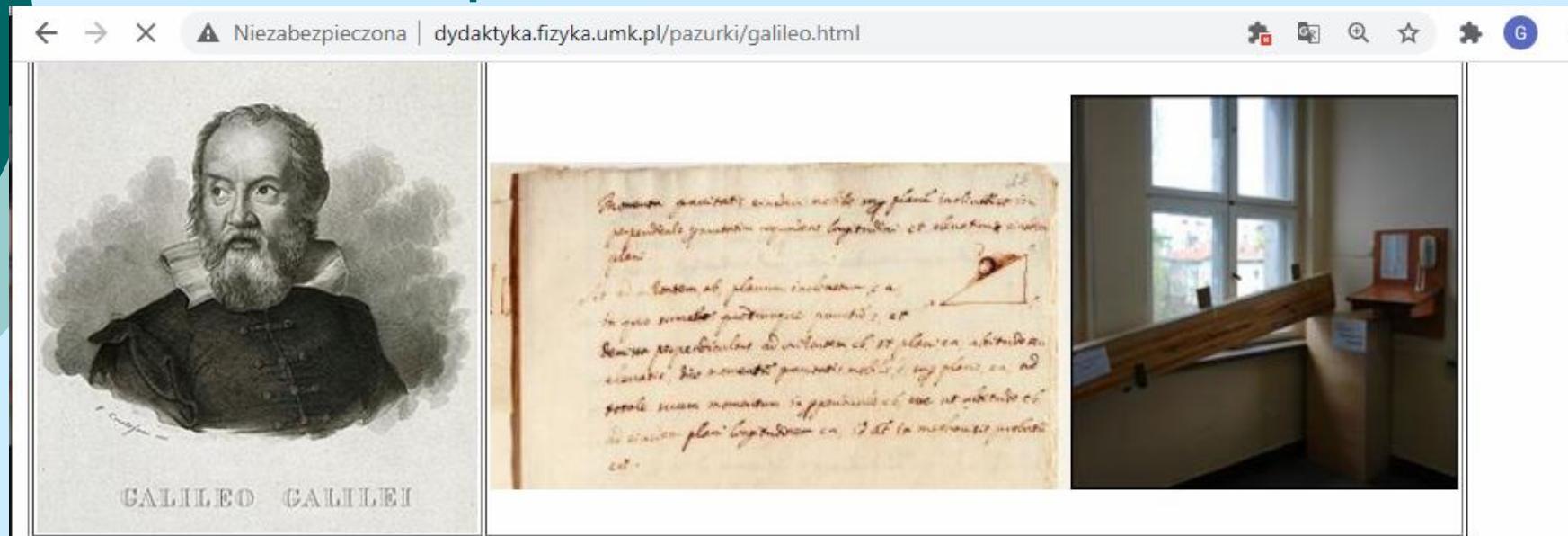
Prof. Grzegorz Karwasz, dr Grzegorz Osiński, mgr Krzysztof Ślużewski,
mgr Andrzej Karbowski, mgr Waldemar Krychowiak

"Fizyka zeszła z nieba na ziemię po równi pochylej Galileusza"

E. M. Rogers, Fizyka dla dociekliwych

Use the richness of expressivity in your mother language

„Going downhill, i.e. everything on the inclined plane of Galileo



Ma questa general cognizione è di niun profitto, quando non si sappia secondo quale proporzione sia fatto questo accrescimento di velocità, conclusione stata sino ai tempi nostri ignorata a tutti i filosofi, e primieramente ritrovata e dimostrata dall'Accademico, nostro comun amico: il quale, in alcuni suoi scritti non ancora pubblicati, ma in confidenza mostrati a me e ad alcuni altri amici suoi, dimostra come l'accelerazione del moto retto de i gravi si fa secondo i numeri impari ab unitate, cioè che segnat i quali e quanti si vogliono tempi eguali, se nel primo tempo, partendosi il mobile dalla quiete averà passato un tale spazio, come per esempio, un canna, nel secondo tempo passerà tre canne, nel terzo cinque, nel quarto sette, e così conseguentemente secondo i succedenti numeri caffi, che in somma è l'istesso che il dire che gli spazii passati dal mobile, partendosi dalla quiete, hanno tra di loro proporzione duplicata di quella che hanno i tempi ne' quali i tali spazii son misurati, o vogliam dire che gli spazii passati son tra di loro come i quadrati de' tempi.

Ale to stwierdzenie ogólne nie ma żadnej wartości, jeśli nie wiadomo w jakich proporcjach rośnie prędkość, wniosek nieznany aż do naszych czasów dla wszystkich filozofów, a odkryty jako pierwszy i wykazany przez Akademika, naszego wspólnego przyjaciela: który w niektórych swoich rękopisach, jeszcze niepublikowanych a pokazanych w zaufaniu mnie i niektórym swoim przyjaciołom wykazuje, jak przyspieszenie ruchu prostoliniowego

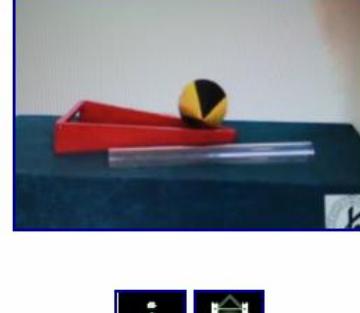
Didactical tunnel: Going donwhill



- **Why do objects fall?** Because of gravitation (=heaviness)?
- And why do they jump, slide down, roll-down?
- Also gravitation? Maybe it is more complicated.
- How can we distinguish a uniform motions from uniformly accelerated?
- And how do objects accelerate? And with friction – do they also accelerate?
- Answers to all these questions – from school and home – gives the exhibition „**Going downhill**”

Precisely organized, step-by-step exploring the subject

Niezabezpieczona | dydaktyka.fizyka.umk.pl/pazurki/galileo.html

<p><i>Z górk na pazurki, ale krokami</i></p>  <p><i>i</i>    </p>	<p><i>Z górk na pazurki, ale skokami</i></p>  <p><i>i</i>    </p>	<p><i>Z górk na pazurki, jak najniżej!</i></p>  <p><i>i</i>  </p>	<p><i>Z górk na pazurki, jak najszybciej</i></p>  <p><i>i</i>  </p>
<p><i>Z górk na pazurki, z obrotami</i></p>  <p><i>i</i> </p>	<p><i>Z górk na pazurki, a czasem pod górk</i></p>  <p><i>i</i> </p>	<p><i>Pod górk ale krokami</i></p>  <p><i>i</i> </p>	<p><i>Pod górk ale skokami</i></p>  <p><i>i</i> </p>

Going down, by steps

Going down, but rolling

Going up, but jumping

Second-level explanations

Z górk na pazurki -

czyli jak energia potencjalna zamienia się na
energię kinetyczną
i jak się przy tym można dobrze bawić.

Z górk na pazurki, ale krokami

Tarcie (statyczne) modyfikuje ruch: nie jest to zsuwanie się ruchem przyspieszonym, ale schodzenie. Równowaga między składową siły ciężkości powodującą ruch a siłami dyssypacyjnymi (tarcia) powoduje, że ruch jest jednostajny. Nachylenie równi nie może być ani zbyt duże, ani zbyt małe. W przeciwnym razie zwierzaki zaczynają się zsuwać lub przewracają (w pierwszym przypadku) albo zatrzymują się (w przypadku zbyt małego nachylenia równi). Jeśli z kolei siła tarcie jest „niewłaściwa” – zbyt duża (papier ścierny pod stopą) lub zbyt mała (równia lakierowana), to zabawka też nie działa.

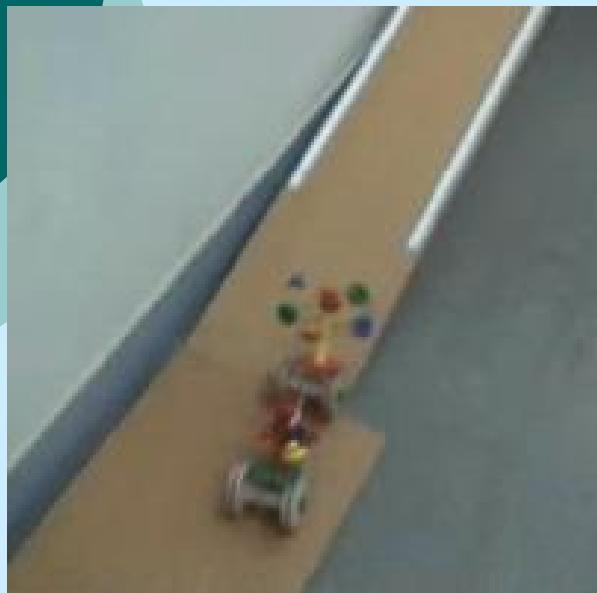


Make competition!

Three functions: fun, didactics, science



Explore all aspects of the uniformly accelerated motion



$$v(t) = at$$

$$E_p \text{ (final)} = E_k \text{ (initial)}$$

$$E_p \text{ (initial)} = Q \text{ (final)}$$

Going downhill: first implementation

jednostajnym). Kolejne pytania o przyczynę ruchu (= energia potencjalna i możliwość jej zamiany na energię kinetyczną), o tarcie (tj. przyczynę, że ruch, który powinien być zawsze przyspieszony, jak zjazd sanek z górk, jest po początkowym przyspieszeniu ruchem jednostajnym), o inne formy energii kinetycznej (np. energia ruchu obrotowego), inne formy energii potencjalnej (np. energia naciągniętej sprężyny) dają ścieżkę dydaktyczną nie tylko przez zagadnienia ruchu przyspieszonego, ale ogólnie przez kinematykę i dynamikę ruchu punktu (i bryły) materialnego.



Fot. 7.8. Tunel dydaktyczny „Z górk na pazurki”, UMK 2007: **a)** niezbyt estetyczny korytarz ZDF UMK udało się zamienić w „dżungle” do zabaw interaktywnych; **b)** obiekty zostały pogrupowane według zagadnień fizycznych – tu spadające kulki wprawiają w ruch ptaszki i pajacyka, energia potencjalna kulki jest tracona stopniowo; podpis głosi: „Z górk na pazurki, pomiędzy dziobami”; **c)** wyścigi samochodów to pozornie czysta funkcja ludyczna; w rzeczywistości, aby pokonać pętlę śmierci, samochód musi nabrać prędkości na torze odpowiednio wcześniej; nawet maksymalne możliwy prąd z zasilacza włączony w ostatnim momencie przed pętlą nie dostarcza odpowiedniej ilości energii kinetycznej niezbędnej do pokonania pętli (konsepcja, zbiory, realizacja GK, fot. KS)

„Going downhill” (outside Toruń)

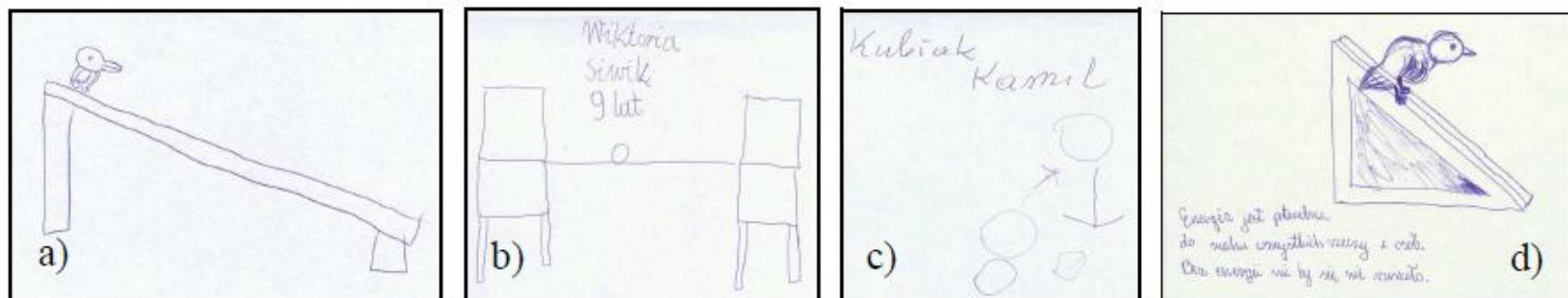


UniKids, Brzeg, XI 2010

1. Keep the audience in attention >50 min
2. Make listeners really participate
3. Stimulate curiosity
4. Adapt the narration (and object) to the audience

Didactical outcome

Wystawa „Z górką na pazurki” miała na UMK kilka reedycji dla różnych grup wiekowych. Rozwinęła się w interaktywną ścieżkę wykładową pod tym samym tytułem, przeznaczone dla dzieci, w ramach Uniwersytetów UniKids. Aspekty pedagogiczne są omówione w rozdziale III, a reakcje dzieci przedstawione na fot. 3.16. Wyniki dydaktyczne, w postaci spontanicznych relacji w długim odstępie czasu po wykładzie (pół roku), są naprawdę zaskakujące, zob. ryc. 7.9 i stały się podstawą kilku opracowań naukowych autora.



Fot. 7.9. Relacje własne („Narysuj, co zapamiętałeś!”) z wykładu „Z górką na pazurki” dla UniKids w Brzegu i Namysłowie po upływie pół roku od wykładu: **a)** fotograficzne odzwierciedlenie doświadczenia (8 lat); **b)** doświadczenie najbardziej istotne, wprowadzające w zasadę zachowania energii; **c)** wektorowe przedstawienie doświadczenia ze zderzającymi się piłeczkami (8 lat); **d)** opis, oddający istotę wykładu – „Energia jest przyczyną ruchu ciał” (12 lat).

Photo

Scheme

Idea (vectors)

Understanding

Pedagogical „by-products”



Brzeg, XI 2010



Individual decision-making
Individual responsibility
Individual visibility
In-dividual personality

Dzierzgowo, small village somewhere in Poland



„A movable feast”

Experiment is *quantitative*
Make experiments personal
Involve teachers

Social „by-products”



Individual roles
Self-division of tasks
Group collaboration
Solidarity of the class

Can you say something on these objects?

Social „by-products”



Individual roles

Self-division of tasks

Group collaboration

Solidarity of the class

8. Social „by-products”



Individual roles
Self-division of tasks
Group collaboration
Solidarity of the class

Learning is joyful (emotional)



„Everything plays“ – Lublin, 2011

Learning is joyful (emotional)



„Going downhill“

Learning is joyful (emotional)



After 60 minutes lecture, give them simply some fun!

„Jumping from Cosmos“ (Felix Baumgarten)

Free inquiring, autonomous answering



Division of tasks (thanks to well defined scenarios)

Free inquiring, autonomous answering



Again: self-explaining objects induces correct experiments



Hyper-constructivism & Neo-realism

- These two main strategies:
 - 1) constructing the knowledge by pupils, but under a strict and wise control of the
 - 2) using all available (i.e. really existing) resources
 - objects, experiments, books, internet
- we define as:
 - **hyper-constructivism** (i.e. going beyond the social constructivism, in which the knowledge is merely discussed and socially accepted)
 - **neo-realism** – all that what can be shown should be shown (illustrated, taught), must be shown, and even more (GK↔A. Einstein)

Hyper-constructivism: principles

- Information is pan-available
- Teaching is *interactive*
- Sum of individual knowledges is the starting *resource*
- First, that is teacher who defines *implicitly* the arrival goal (i.e. a law, a principle, a phenomenon).
- The heuristic goal corresponds to *ontological category* (Kant)
- Teacher has to *induce* this category in the mind of student
- The arrival path is defined (case-by-case) *according* to the knowledge of audience
- In constructing the arrival path the teacher uses the knowledge available in the target group and (physics) on *ad-hoc* experiments (or texts, in languages)
- **Learning becomes an active (and involving) discovery**

