

# Foton 82

JESIEŃ  
2003

Pismo dla nauczycieli fizyki i przyrody oraz ich uczniów

INSTYTUT FIZYKI X UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO  
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO



Fizyka w muzeach i wesołym miasteczku  
Uczniowie piszą „Foton”  
Maria Skłodowska-Curie w Krakowie  
Wywiad z Koshibą



Maria Skłodowska w okresie pobytu w Szczukach

Na okładce: uczennica Zosia w Muzeum Inżynierii w Krakowie.



## Witamy w nowym roku szkolnym

Wszystko na to wskazuje, że są jakieś dwie Polski, jedna ta z horroru toruńskiego i innych doniesień TV, oraz ta druga widoczna na Zjeździe Fizyków w Gdańsku. Tysiące uczniów z wypiekami na policzkach zwiedzających wystawę zabawek fizycznych objaśnianą przez parunastu młodych zapaleńców, studentów ze Słupska, przyszłych nauczycieli fizyki stanowiło obraz budujący!

W odpowiedzi na nasz apel o nadsyłanie prac uczniowskich do *Fotonu* otrzymaliśmy bardzo dużo zgłoszeń. Cieszy nas skala zainteresowań uczniów, wybór tematów, z jakimi zmagali się i pragnęli podzielić z innymi. Zaimponowała nam biegłość w korzystaniu z zasobów Internetu i wręcz profesjonalizm w edycji tekstu. Niestety, w wielu przypadkach forma przerosła treść. W uprawianiu fizyki, tak jak w innych dziedzinach, sztuka precyzyjnej komunikacji jest bardzo ważna, nawet wręcz niezbędna. To trudna sztuka. Nadal zachęcamy uczniów do nadsyłania własnych artykułów. W przyszłości Redakcja zarezerwuje sobie więcej czasu na bezpośrednią współpracę z autorami. Autorom wszystkich nadesłanych prac Redakcja bardzo dziękuje i zachęca do pisania kolejnych.

Artykuły uczniów i korespondencja Państwa opisująca rozmaite ciekawe inicjatywy, takie jak konkursy, pokazy, wizyty w muzeach, powinny Państwa zainspirować do podobnej działalności u siebie w szkole. Bogactwo nadesłanych raportów o tego typu działalności wskazuje na nowe korzystne zjawisko. Fizyka dusi się na lekcjach szkolnych i wychodzi poza nie z dużymi sukcesami. Poziom prezentacji konkursowych „Fizyka na Scenie” w Gdańsku był bardzo wysoki, wręcz profesjonalny. Widać postęp, jaki dokonał się w ostatnich trzech latach.

Wywiad z laureatem Nagrody Nobla Profesorem Koshibą i raport o przyznaniu medalu ICPE dla Profesor Tae Ryu był okazją do przedstawienia Państwu obrazu japońskiej szkoły, a ciekawy artykuł o Marii Skłodowskiej-Curie okazją do uświadomienia sobie ogromnego skoku, jaki dokonał się w nauce i w edukacji. Materiał o Marii Curie jest tym cenniejszy, że może być łatwo wykorzystany w szkole. Właśnie mija setna rocznica przyznania Marii Skłodowskiej-Curie Nagrody Nobla.

Jak zwykle obecne są w zeszycie stałe rubryki, tym razem kącik eksperymentatora pisany ręką uczniów.

Donosimy też (komunikaty PTF), że zareagowaliśmy ostro na Zjeździe Fizyków w Gdańsku na dokument dotyczący przyszłej matury.

ZGM



## Contents

Editorial: Welcome back to school <i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	1
Maria Skłodowska-Curie in Cracow <i>Urszula Krawiec-Wróbel</i> .....	4
Interview with the Nobel Laureate Professor Masatoshi Koshiha <i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	17
Pupil in Japanese school <i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	20
What to read? „Devil’s circle” – from the book of Krzysztof Ernst.....	24
Physics in kitchen - how to learn at home <i>Adam Kleczkowski</i> .....	28
Bubbles in the interface <i>Adam Hozzman</i> .....	32
About the student’s competition for the most interesting „discovery” in physics <i>Barbara Piskorz</i> .....	36
Anecdotes about famous scientists chosen by pupil Blanka Pilch.....	43
Obtaining real images with mirrors <i>Stanisław Liguziński</i> .....	46
A home-made telegraph <i>Anna Micuda</i> .....	48
After dinner experiments – puzzling liquids <i>Mariusz Granda</i> .....	50
„How and why?” <i>Stanisław Bajtlik</i> .....	51
Communication. „Young Lion Competition” in Poland.....	52
Problems from „Young Lion Competition”.....	52
Holidays in Świnoujście – „Phönomena” in Peenemünde <i>Ewa Pater</i> .....	55
„Ancient and Modern Sciences” – interactive exhibition at Jagellonian University <i>Katarzyna Krzywucka</i> .....	57
Good fun in Technical Museum of Cracow <i>Marcin Dohnalik</i> .....	59
Eureka exhibition in Szczecin <i>Tadeusz Molenda</i> .....	60
Kindergarten of Physics – Zakopane 2003 <i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	61
Plasma – the fourth state of matter <i>Agnieszka Piekut i Natalia Ignatowicz</i> .....	64
Reading in English (from TPT).....	66
Youth Astronomical Observatory in Niepołomice <i>Mieczysław Janusz Jagła, Grzegorz Sęk</i> .....	67
Communication. ICPE 2002 Medals.....	70
Communication. Results of the competition „Physics and Photography”.....	72
Announcement of Polish Physical Society.....	73
Why the tenth planet in the Solar System is possible? – comic strip <i>Karolina Kuchno, Jakub Migdal</i> .....	74
Communication. GIREP 2004 in Ostrava.....	76
Editorial News.....	78



## Spis treści

Witamy w nowym roku szkolnym	
<i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	1
Maria Skłodowska-Curie w Krakowie	
<i>Urszula Krawiec-Wróbel</i> .....	4
Wywiad z Noblistą Profesorem Masatoshi Koshią	
<i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	17
Uczeń w japońskiej szkole	
<i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	20
Co czytać. „Diabelskie koło”. Fragment książki Krzysztofa Ernsta.....	24
Fizyka w kuchni, czyli jak można się uczyć w domu	
<i>Adam Kleczkowski</i> .....	28
Bąble na międzypowierzchni	
<i>Adam Hożzman</i> .....	32
Konkurs na najciekawsze „odkrycie” z fizyki	
<i>Barbara Piskorz</i> .....	36
Anegdota z życia znanych uczonych wybrane przez Blankę Pilch.....	43
Uzyskiwanie rzeczywistego obrazu za pomocą luster	
<i>Stanisław Liguziński</i> .....	46
„Domowy telegraf”	
<i>Anna Micuda</i> .....	48
Kącik eksperymentatora. Doświadczenie na deser – zagadkowe płyny	
<i>Mariusz Granda</i> .....	50
Jak i dlaczego?	
<i>Stanisław Bajtlik</i> .....	51
Komunikat. „Lwiątko” w Polsce.....	52
Kącik zadań.....	52
Wakacje w Świnoujściu	
<i>Ewa Pater</i> .....	55
„Nauki dawne i niedawne” – ekspozycja interaktywna	
<i>Katarzyna Krzywucka</i> .....	57
Świetna zabawa w muzeum	
<i>Marcin Dohnalik</i> .....	59
Eureka w Szczecinie	
<i>Tadeusz Molenda</i> .....	60
Przedszkole Fizyki – Zakopane 2003	
<i>Zofia Goląb-Meyer</i> .....	61
Plazma – IV stan materii	
<i>Agnieszka Piekut i Natalia Ignatowicz</i> .....	64
Czytamy po angielsku.....	66
Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach	
<i>Mieczysław Janusz Jagła, Grzegorz Sęk</i> .....	67
Komunikat. Medale ICPE 2002.....	70
Komunikat. Rozstrzygnięcie konkursu fizyczno-fotograficznego „Zjawiska fizyczne wokół nas”.....	72
Komunikat. PTF.....	73
Dlaczego uważa się, że w Układzie Słonecznym może istnieć dziesiąta planeta? – komiks	
<i>Karolina Kuchno, Jakub Migdał</i> .....	74
Komunikat. GIREP 2004 w Ostrawie.....	76
Komunikaty Redakcji.....	78



## Maria Skłodowska-Curie w Krakowie

*Urszula Krawiec-Wróbel*

*Gimnazjum nr 54 i Liceum Ogólnokształcące im. św. Rodziny*

*w Krakowie*

*ul. Pędzichów 13, Kraków, e-mail: uwrobel@autocom.pl*



Fot. 1. Zdjęcie Marii Skłodowskiej z okresu studiów na Sorbonie

Maria Skłodowska urodziła się 7 listopada 1867 r. w Warszawie jako piąte dziecko Władysława Skłodowskiego i Bronisławy z Boguskich. Miała 3 siostry: Zofię, Bronisławę i Helenę oraz brata Józefa. Siostra Marii, Zofia, zmarła na tyfus w wieku 14 lat, gdy ich matka Bronisława była już obłożnie chora na gruźlicę. W 1876 roku, gdy Maria miała 9 lat, umarła jej matka. Lata szkolne Marii przypadały na okres wzmożonej rusyfikacji po powstaniu styczniowym 1863 roku. Rodzina Skłodowskich była pod wrażeniem nurtu pozytywistycznego ówczesnej Warszawy, który w swoich założeniach kładł nacisk na wykształcenie społeczeństwa i odbudowę elit kulturalnych. Mimo iż Maria uczęszczała do państwowego, restrykcyjnego gimnazjum z nauczaniem w języku rosyjskim, to jednak jej zamiłowanie do zdobywania wiedzy sprawiło, że w liście do jednej ze swych przyjaciółek napisze [1]:

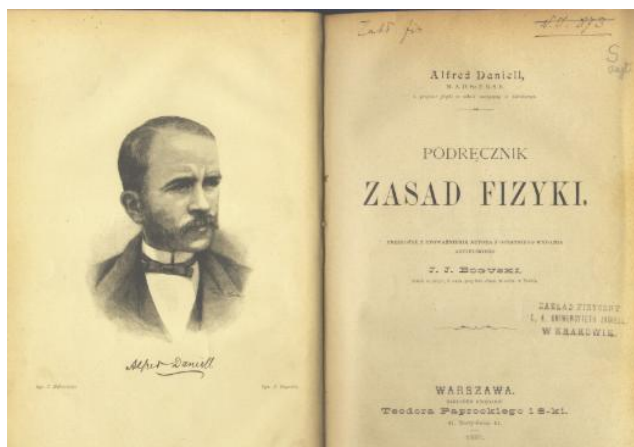
„Ja jednak kocham gimnazjum; może się roześmiejesz, a jednak powiem Ci, że je kocham i to bardzo...” Bardziej szczegółowe dane biograficzne o Marii Skłodowskiej-Curie można znaleźć w książkach [1,2,3], artykułach [4,5] i monografii [6] oraz we wstępie do wydanej po polsku jej pracy doktorskiej [7], zaopatrzonej w liczne komentarze przez J. Hurwicę. Jest to literatura w języku polskim, dostępna dla uczniów w bibliotekach.

Po ukończeniu gimnazjum Maria spędziła trzy lata w domu państwa Żorawskich w Szczukach, pracując jako guwernantka z pensją 500 rubli rocznie, co pozwoliło jej na gromadzenie środków na własne studia za granicą oraz pomoc studiującej już w Paryżu siostrze Bronisławie. W domu państwa Żorawskich Maria poznała młodego Kazimierza Żorawskiego, wówczas studenta Uniwersytetu Warszawskiego, późniejszego profesora matematyki na Uniwersytecie Jagiellońskim. Między Marią a Kazimierzem nawiązała się sympatia, wzajemne zainteresowanie i wreszcie uczucie. Do związku małżeńskiego jednak nie doszło, ponieważ państwo Żorawscy, marząc o świetnej partii dla syna, uznali, że Maria, mimo jej war-

tości osobistych, nie jest odpowiednią partnerką dla Kazimierza. Maria odczuła to bardzo boleśnie. Jej ambicja została mocno urażona. W 1889 r. wróciła do Warszawy, gdzie skryształizowały się jej zainteresowania studiami fizyki i matematyki. Była to kontynuacja rodzinnej tradycji, gdyż jej ojciec był nauczycielem fizyki i matematyki w szkole średniej.

Maria z wielkim zapałem uczęszczała na wykłady tzw. Uniwersytetu Latającego, stworzonego w Warszawie z myślą o młodych Polkach, które jako kobiety nie mogły wówczas legalnie studiować. Program Uniwersytetu Latającego obejmował nauki społeczne, filozoficzno-historyczne, pedagogiczne i matematyczno-przyrodnicze. Fizyka i chemia były prowadzone na wysokim poziomie. Maria interesowała się również literaturą. Pisała wiersze [3], a także czytała w oryginale utwory poetów francuskich, rosyjskich i niemieckich.

Przygotowywała się do studiów, korzystając ze znanych wówczas opracowań, takich jak np. *Podręcznik zasad fizyki* A. Daniella (zobacz fot. poniżej), przetłumaczony przez jej kuzyna Józefa J. Boguskiego, kandydata nauk przyrodniczych (odpowiednik stopnia doktora habilitowanego), który był asystentem D. Mendelejewa na Uniwersytecie Petersburskim. Boguski umożliwił Marii korzystanie z pracowni fizycznej i chemicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie.



W 1891 r. Maria opuściła Polskę i podjęła studia z fizyki i matematyki na paryskiej Sorbonie. W ciągu 3 lat uzyskała stopnie licencjata z fizyki i matematyki. 10 września 1893 roku krakowski „Czas” donosił: „Panna Maria Skłodowska złożyła egzamin na wszechnicy paryskiej z niezwykłym powodzeniem. (...) Do egzaminu stanęło 66 kandydatów i jedna kandydatka, stopień naukowy przyznano 19 osobom, w tej liczbie panna Skłodowska była pierwsza na liście. Fakultet zwrócił jej pieniądze, wniesione za prawo zdawania i koszty egzaminów”.

Po uzyskaniu na Sorbonie stopnia licencjata z fizyki i matematyki Maria – jako wielka entuzjastka i patriotka – pragnęła kontynuować pracę naukową na jednej z uczelni krajowych w ówczesnej Galicji, w Krakowie lub Lwowie. Jednak jej osobiste starania w kraju o możliwość podjęcia pracy naukowej spełzły na niczym. Z bólem w sercu i wielkim rozczarowaniem, a równocześnie z olbrzymią wolą poświęcenia się nauce wraca do Paryża (zobacz Aneks).

W Paryżu czekał na nią Piotr Curie, do głębi uradowany jej powrotem. Maria poznała wcześniej Piotra za pośrednictwem polskiego fizyka Józefa Wierusza-Kowalskiego, ucznia Roentgena, profesora we Fryburgu szwajcarskim, którego żona była dobrą znajomą Marii z Polski. Piotr był już znanym fizykiem, który wraz ze swym bratem Jacquesem odkrył zjawisko piezoelektryczności oraz zbadał wpływ temperatury na właściwości magnetyczne ciał stałych. Piotr i Maria przypadli sobie do gustu. Pobrali się 25 lipca 1895 r. Razem poświęcili się całkowicie badaniom naukowym. Pracę dyplomową, poświęconą właściwościom magnetycznym hartowanej stali, Maria Curie przygotowała pod kierunkiem prof. Lippmanna (późniejszego laureata Nagrody Nobla), który niezwykle uzdolnionej studentce zaproponował w swej pracowni asystenturę. Bardzo interesująca biografia Marii Skłodowskiej-Curie została opublikowana [4] w *Postępiech Fizyki* w 1967 r. przez prof. C.A. Pawłowskiego (ucznia Marii i pracownika Instytutu Radowego w Warszawie) z okazji 100 rocznicy urodzin tej wielkiej uczzonej.



Fot. 2. Piotr i Maria

Kiedy Maria zastanawiała się nad tematem pracy doktorskiej, Henry Becquerel badał dziwne właściwości uranu, który wysyłał samorzutnie, bez udziału czynników zewnętrznych, nieznanne wówczas promienie. Pod wpływem namiętnej ciekawości i umiłowania wiedzy Maria wybrała sobie – jako temat pracy doktorskiej – studia nad promieniami Becquerela. C.A. Pawłowski pisze [4]: „Zgodnie z decyzją powziętą w porozumieniu ze swym mężem Maria Curie zgłosiła się w 1897 r. do profesora Becquerela z prośbą o umożliwienie jej rozpoczęcia pracy badawczej pod jego kierownictwem w dziedzinie promieniotwórczości, przy czym wyraziła chęć przekonania się, czy pośród cięż-

kich pierwiastków są jeszcze prócz uranu inne pierwiastki, które wysyłają naturalne promieniowanie, podobne do promieniowania uranowego. (...) Realność tego przypuszczenia, a zarazem jego doniosłość została bez zastrzeżeń przyjęta przez



Piotra Curie; po namyśle postanowił przerwać swoje własne badania nad piezoelektrycznymi własnościami kryształów i przystąpił wraz ze swoją małżonką do poszukiwania nowych pierwiastków promieniotwórczych. (...) Jako pierwszy wyodrębniono bardzo aktywny pierwiastek, zbliżony do bizmutu pod względem własności chemicznych. Nazwano go polonem na cześć ojczyzny Marii Skłodowskiej-Curie. Praca o odkryciu tego pierwiastka została ogłoszona przez Piotra i Marię Curie w dniu 18 VII 1898 roku. Drugim pierwiastkiem promieniotwórczym, który został przez nich wykryty przy współudziale Bémonta, był rad. W dniu 26 XII 1898 r. świat został powiadomiony o wykryciu radu. (...) Odkrycie przez Becquerela samorzutnego promieniowania wysyłanego przez uran, a tym bardziej odkrycie przez Marię i Piotra Curie dwóch nieznanych pierwiastków promieniotwórczych (polonu i radu) były wydarzeniem nie mniejszej wagi niż odkrycie przenikliwego promieniowanie Roentgena. Te dwa odkrycia wywołały wielkie zainteresowanie w świecie naukowym i zdecydowały one o dalszym rozwoju i postępie dwóch nauk podstawowych: fizyki i chemii”. Zawile ścieżki odkrycia zjawiska promieniotwórczości są ciekawie przedstawione w artykule A.K. Wróblewskiego [5].

W 1903 roku Uniwersytet Paryski nadał Marii Skłodowskiej-Curie tytuł doktora nauk fizycznych z adnotacją *très honorable (summa cum laude)*. W grudniu tegoż roku otrzymuje wraz z mężem Piotrem Nagrodę Nobla, którą dzielili z H. Becquerlem. Była to jedna z pierwszych Nagród Nobla w dziedzinie fizyki, a zarazem pierwsza, w której wyróżniono przedstawiciela narodowości polskiej. Badania nad promieniotwórczością przyniosły Marii i Piotrowi zaszczyty i sławę.

Paradoksalnie wydaje się, że Uniwersytet Jagielloński w osobie prof. A. Witkowskiego miał w tym swój skromny, lecz ważny udział. Gdyby w 1894 r. znalazło się dla niej miejsce w laboratorium w Krakowie, kto wie... może Maria rozwinęłaby swoje badania nad magnetyzmem, ale wówczas... ktoś inny odkryłby polon i rad, które też zapewne inaczej by się nazywały i nie byłyby kojarzone z postacią wielkiej polskiej uczoney, a zatem i z naszą Ojczyzną. Jesienią tego roku przypada setna rocznica otrzymania Nagrody Nobla przez Marię i Piotra Curie.

Pobyt Marii Skłodowskiej w Krakowie w 1894 r. był tylko małym epizodem na drodze jej rozwoju naukowego. W pięć lat później w 1899 r. przebywała wraz z mężem Piotrem i prawie całą swoją rodziną w Zakopanem.



Fot. 3. Maria i Piotr Curie z rodziną Skłodowskich w Zakopanem w 1899 r.

Stoją od lewej: Piotr i Maria, Erazm Dłuski (brat Kazimierza), dr Józef Skłodowski (brat Marii), Józef Dłuski (brat Kazimierza), siostra Marii dr Bronisława Dłuska i jej mąż dr Kazimierz Dłuski, siedzą od lewej: Helena Szalayowa (siostra Marii), ojciec Marii Władysław Skłodowski, Helena Dłuska (matka Kazimierza), dzieci – od lewej: Hanka Szalayówna i Hela Dłuska

Wielka tragedia dla Marii i jej rodziny nastąpiła w dniu 19 IV 1906 r. – jej mąż Piotr ginie tragicznie w Paryżu, stratowany przez spłoszone konie ciągnące załadowany wóz. Córka Irena miała wtedy 9 lat, a Ewa Denise – 2 lata.

Maria kochała Tatry, i dlatego jeszcze raz w 1911 r. odwiedza Zakopane, gdzie kroniki odnotowały jej pobyt w schronisku na Hali Gąsienicowej. Jej siostra dr Bronisława Dłuska wraz ze szwagrem dr. Kazimierzem Dłuskim założyli w Zakopanem szpital przeciwgruźliczy.

W tym opracowaniu starano się podkreślić związki Marii z Krakowem. Podobno jako młoda dziewczyna kochała się w chłopcu z okolic Krakowa (ze Skalbierza) i marzyła o krakowskim weselu z tańcami i kuligiem [1].

Jako urodzona warszawianka, Maria była bardzo związana ze swoim miastem, gdzie stworzyła grupę badawczą i utrzymywała żywe kontakty z wielu wybitnymi fizykami (L. Wertenstein, J. Danysz, C.A. Pawłowski i in.). Przyczyniła się ogromnie do powstania Instytutu Radowego w Warszawie. W 1929 r. udała się po raz drugi do Stanów Zjednoczonych, gdzie z rąk samego prezydenta Hoovera otrzymała 1 gram czystego radu dla Instytutu Radowego w Warszawie. Z okazji tego

pobytu wiele uniwersytetów amerykańskich urządziło dla niej uroczyste przyjęcia. Najbardziej wzruszające odbyło się na Uniwersytecie św. Wawrzyńca. Najpierw nadano uczonej doktorat honoris causa w obecności wszystkich profesorów, a następnie utworzono orszak złożony z profesorów i studentów, na którego czele szli prof. Owen Young jako rektor i Maria Skłodowska-Curie, poprzedzeni pocztami sztandarowymi trzech państw: Polski, Stanów Zjednoczonych i Francji. Orszak przeszedł przez ogrody Uniwersytetu św. Wawrzyńca do Instytutu Chemii, gdzie przy wejściu do budynku na jego ścianie frontowej widniała wyrzeźbiona w piaskowcu postać Marii Skłodowskiej-Curie. Był to wzruszający moment zarówno dla Marii jak i obecnych z nią córek Ireny i Ewy Denise.

Po wielkich odkryciach oraz po przyznaniu Nagrody Nobla wiele instytucji naukowych w Polsce zaferowało wielkiej uczonej najwyższe tytuły i odznaczenia. Otrzymała tytuły doktora h.c. Uniwersytetu Warszawskiego (1909 r.), Uniwersytetu Lwowskiego i Politechniki Lwowskiej (1912 r.), Uniwersytetu Poznańskiego oraz Uniwersytetu Jagiellońskiego (1924 r.). Była stałym członkiem Akademii Umiejętności od 1909 r.

List Akademii Umiejętności w Krakowie do Marii Skłodowskiej-Curie [3] oddaje atmosferę, jaka panowała wówczas w liberalnej ponoć Galicji.

*Kraków, październik 1909*

*Jaśnie Wielmożna Pani!*

*Jego Cesarska i Apostolska Mość raczył Najwyższym postanowieniem z dnia 14 września 1909 K.Z. 2967 zatwierdzić wybór JWnej Pani na Członka czynnego zagranicznego Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie, o czym mamy zaszczyt niniejszym ją zawiadomić.*

*Dr Zoll*

*Ulanowski*

*Wiceprezes*

*Sekretarz Generalny*

Fryderyk Zoll (1834–1917) – profesor prawa rzymskiego UJ, wiceprezes AU w okresie od 1890 do 1917 r.

Bolesław Ulanowski (1860–1919) – sekretarz generalny AU w latach 1903-1919, profesor prawa polskiego i kanonicznego UJ.

Wniosek złożyli prof. W. Natanson i prof. A. Witkowski w dniu 29 VI 1908. Warto tutaj wspomnieć, iż mąż Marii, Piotr Curie, został wybrany na członka korespondenta zagranicznego Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności 13 V 1902.



Fot. 4. Portrety prof. Augusta Witkowskiego (1854–1913) i prof. Władysława Natansona (1864–1937)

W 1911 r. Maria Skłodowska-Curie otrzymała po raz drugi Nagrodę Nobla. W swoim uzasadnieniu Komitet Naukowy Chemii Fundacji Nobla przyznał jej nagrodę indywidualną za rozwój chemii dzięki odkryciu polonu i radu oraz za zbadanie metalicznego radu i jego związków chemicznych.

Wielu naukowców krakowskich kontaktowało się z Marią Skłodowską-Curie, a byli wśród nich: T. Estreicher (chemik, prof. UJ), O. Bujwid (bakteriolog, prof. UJ), prof. prof. A. Witkowski, M. Smoluchowski, M. Jeżewski i wielu innych. O jej względy zabiegały również takie instytucje naukowe, jak Akademia Umiejętności, Instytut Radowy i inne. Poniżej zamieszczone są fragmenty kilku oryginalnych listów od i do Marii Skłodowskiej-Curie, z których wynika, że pomagała polskim naukowcom w ich staraniach o staże za granicą, jak również współpracowała z instytucjami naukowymi w kraju. Opracowanie książkowe polskiej korespondencji Marii Skłodowskiej-Curie [3] jest pozycją bardzo cenną, z której wybrano poniższe cytaty.

– M. Smoluchowski do M. Skłodowskiej-Curie [3]

Lwów, 27 stycznia 1913

Wielmożna Pani,

*Bardzo dziękuję za uprzejmy list W. Pani i zawarte w nim cenne informacje co do sprawy stypendium Curie-Carnegie. To jest rzeczą zupełnie oczywistą, że Klemensiewicz\* musiałby ustąpić na drugi plan, gdyby ktoś z profesorów francuskich o to stypendium komputował. (...)*

*Jestem najzupełniej przekonany, że W. Pani sprawę tę (według kandydata i środków do dyspozycji będących) we właściwy sposób rozstrzygnie, i dzięku-*

*ję bardzo za życzliwe chęci wobec kandydatury Klemensiewicza, choć wiem, że ewentualnie może przypadnie innemu kandydatowi pierwszeństwo.*

*Czy W. Pani dowiedziała się już o śmierci prof. Witkowskiego w Krakowie? Wielka to strata dla fizyki w Polsce. Szczęście, że udało mu się skończyć ów trzeci tom Zasad fizyki, najlepszy i najwięcej interesujący z wszystkiego.*

*Łączę wyrazy największego szacunku i poważania,*

*M. Smoluchowski*

*P.S. Pozwoli W. Pani, że jej przy tej okazji prześlę kilka moich ostatnich prac, a także niektóre dawniejsze, z których jeszcze posiadam odbitki, a których, zdaje się, W. Pani jeszcze nie przesłałem.*

*\*Zygmunt Klemensiewicz (1886–1963) – absolwent i docent (1912 r.) Uniwersytetu Lwowskiego, profesor politechnik we Lwowie (1920–1939), Londynie (1944–1951) i Gliwicach (1956–1960). W Instytucie Radowym w Paryżu (1913–1914) pracował pod kierunkiem M. Skłodowskiej-Curie nad elektrochemią pierwiastków promieniotwórczych.*

– Maria Skłodowska-Curie do Mariana Smoluchowskiego [3]

*Paryż, 19 marca 1913*

*Szanowny Panie Profesorze,*

*Sprawa stypendialna, którą Szanowny Pan zechciał się zainteresować, przedstawia się obecnie znacznie zgodniej z naszymi życzeniami, niż poprzednio. (...) Wobec tego proszę Szanownego Pana, aby Pan zechciał zawiadomić P. Klemensiewicza, że dobrze by było podać prośbę o stypendium już obecnie. Prośba ta ma być zaadresowana do dziekana (...) i zawierać informacje co do sytuacji kandydata, jego stopni naukowych i projektów dotyczących pracy naukowej. Prace już ogłoszone drukiem mają być wymienione.*

*Odpowiedź ostateczną otrzyma P. Klemensiewicz w maju, wcześniej mieć jej nie może ze względu na regulamin. Pragnęłabym jednak o jego kandydaturze pomówić obecnie z tymi, którzy w tej sprawie głos mają i dlatego pragnę, aby prośba podana była wkrótce. Do prośby dobrze by było dołączyć list rekomendacyjny od Sz.P. Profesora, streszczający dobrą Jego o P. Klemensiewiczzu opinię. List ten może być również osobno napisany do mnie po francusku, tak abym go mogła zakomunikować. Bardzo mi będzie miło, jeśli sprawa da się pomyślnie załatwić, na co teraz znowu lepsze są widoki.*

*Łączę wyrazy szacunku i poważania,*

*M. Skłodowska Curie*

*P.S. Wiadomość o śmierci Prof. Witkowskiego mocno mnie dotknęła, tym bardziej, że znałam go cokolwiek osobiście. Wielka to strata dla polskiej nauki.*

– List [3] Odo Bujwida (1857–1942), lekarza, bakteriologa i immunologa, prof. UJ

*Kraków, 19 grudnia 1923*

*Droga Pani Mario!*

*Mija 28 lub 29 lat od czasu, gdy żegnając niezbyt gościnny Kraków, udała się Pani do Paryża.*

*Przez usta prof. Witkowskiego, osobiście nawet przychylnego zamiarom Pani, nastąpiła wówczas odmowa na asystentkę katedry fizyki, gdyż Uniwersytet Krakowski nie przyjmował wówczas kobiet nawet na studia.*

*Z domu naszego ruszyła Pani wówczas w daleki świat, do Paryża. Pamiętam te łzy w oczach, tę zamysłoną twarzyczkę zapatrzoną w dal – w niepewny los.*

*Minęło parę lat. Wspólnie z człowiekiem, który Panią zrozumiał, w kraju o szerszych poglądach dokonaliście odkryć, jakie zwróciły naukę o ciałach promieniotwórczych na nowe, nieprzewidywalne, cudowne niemal tory.*

*Dlaczego okrutny los nie pozwolił wielkiemu Mężowi doczekać tego zadowolenia, które mogło być Waszym wspólnym udziałem. Ten ładowny wóz, który zламаł młode życie i całe Wasze szczęście stoi mi teraz w pamięci – obok też Pani.*

*Ale Krajowi, który przyjął Pani pracę odwdzięczyłaś się Pani sowicie. Na Polskę spada tylko zaszczyt, że dała Pani życie i nazwisko. Nie przewidywał zacny ojciec tej sławy, jaką opromieni jego i Pani nazwisko. W obcym języku musiał uczyć polskie dzieci. Jakże byłby szczęśliwy, gdyby dożył tych dni.*

*Francja uczciła Imię Pani obok niedawno uczzonego swego Wielkiego Syna Pasteura. W tym dniu wiele, wiele polskich uczuć z serca do Pani popłynęło.*

*O. Bujwid z rodziną*

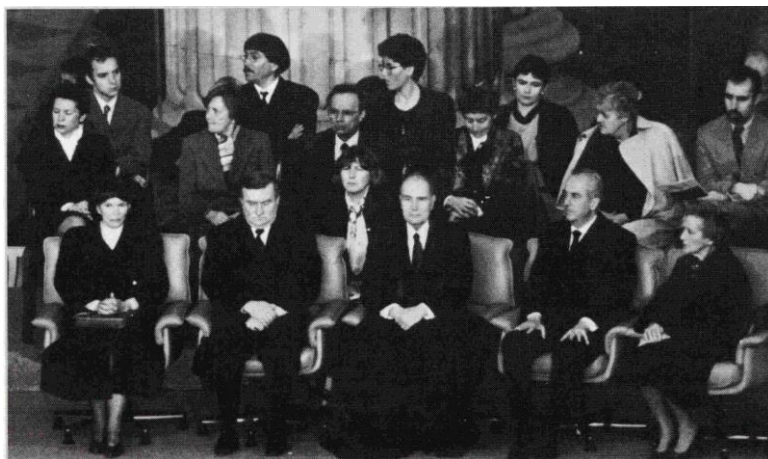


Fot. 5. Maria w laboratorium z córką Ireną

Maria Skłodowska-Curie wychowała dwie córki: Irenę i Ewę. Irena wspólnie ze swoim mężem Fryderykiem Joliot otrzymała w 1934 r. Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za odkrycie sztucznej promieniotwórczości. Irena i jej mąż Fryderyk spędzili wiele lat pracy laboratoryjnej pod okiem Marii.

Młodsza córka Ewa, z wykształcenia pianistka, została doskonałą pisarką, a później dziennikarką i zasłynęła z napisania przepięknej biografii swej matki [2], zatytułowanej *Maria Curie*, wydanej w 1937 r., w trzy lata po śmierci wielkiej uczzonej. Jak pisze Susan Quinn [1], jest to jedna z najbardziej popularnych biografii wszech czasów. Przetłumaczona została na wiele języków świata, a w Japonii traktowana jest jako obowiązkowa lektura szkolna. Ewa D. Curie zrealizowała też film pt. „Kraj mojej matki”, w którym przedstawia Polskę z dużym sentymentem.

Maria Skłodowska-Curie zmarła 4 lipca 1934 r. w Szwajcarii. Pogrzeb z udziałem najbliższej rodziny odbył się na cmentarzu w Sceaux. Obecni tam brat Józef i siostra Bronisława wrzucili do grobu garść polskiej ziemi. Córka Irena otrzymała kondolencje od Prezydenta RP Ignacego Mościckiego, który napisał: „Polska traci w ś.p. Pani Curie-Skłodowskiej nie tylko uczoną, która imię swej ojczyzny wślawiła w całym świecie, ale i wielką obywatelkę, zawsze przez całe życie czujnie stojącą na straży interesów swojego narodu”.



Fot. 6. W czasie uroczystości w Panteonie siedzą w pierwszym rzędzie od prawej: Ewa Denise Curie-Labouisse z mężem Henry Labouisse (pokojowa Nagroda Nobla w 1965 r.), prezydenci: Francji F. Mitterand i RP, Lech Wałęsa (pokojowa Nagroda Nobla w 1983 r.) z żoną Danutą

20 kwietnia 1995 r. odbyła się uroczystość złożenia prochów Marii i Piotra Curie w Panteonie. Obecni byli prezydenci: Francji, F. Mitterand, i Rzeczypospolitej Polskiej, L. Wałęsa, wiele ważnych osobistości oraz córka pary wielkich uczonych Ewa Denise Curie-Labouisse, autorka hagiograficznej biografii [2] o Marii Curie.

Mąż Ewy Denise, Henry Labouisse, był wybitnym dyplomatą i – między innymi – pełnił funkcję dyrektora generalnego UNICEF-u, organizacji wspomagającej dzieci na całym świecie. W 1965 r. otrzymał wraz z UNICEF-em pokojową Nagrodę Nobla. W czasie pobytu w Polsce 1979 r. otrzymał od polskich dzieci „Order Uśmiechu”.

**Aneks** (scenka przedstawiona przez uczniów Gimnazjum nr 54 im. św. Rodziny w Instytucie Fizyki UJ w dniu 14 maja br. na wykładzie z serii „Fizyka na Scenie”) Wydarzenia (odtworzone na podstawie korespondencji [3]), rozegrały się w Krakowie latem 1894 r.

*Dziewiętnastowieczny Kraków. Ulicą św. Anny podążają dwie osoby, ojciec i córka. Wchodzą do Collegium Physicum, wówczas przy ul. św. Anny 6. Ojciec zatrzymuje się i gestem pokazuje córce drzwi sekretariatu katedry fizyki. Córka spogląda na niego pytająco, ojciec kiwa głową. Dziewczyna wchodzi. Rozmowa w sekretariacie:*

**Maria:** Dzień dobry.

**Urzędnik:** Dzień dobry. W czym mogę pani pomóc?

**Maria:** Jestem umówiona z panem profesorem Augustem Witkowskim.

**Urzędnik:** Pan profesor jest w swoim gabinecie, zaprowadzę tam panią. Proszę za mną.

*Wchodzą do gabinetu.*

**Maria:** Dzień dobry. Nazywam się Maria Skłodowska. Panie profesorze, jak pan profesor zapewne wie z korespondencji, jestem absolwentką paryskiej Sorbony. Uzyskałam licencjat z fizyki z pierwszą lokatą. Ukończyłam również studia z matematyki z drugą lokatą. Chciałabym uprzejmie zapytać, czy jest możliwość, aby tu, w Krakowie, wykonać pod kierunkiem pana profesora pracę doktorską?

**Prof. August Witkowski:** Proszę usiąść. Sprawa nie jest łatwa. U nas brak pieniędzy na badania. Przykro mi to pani mówić, ale kobiety niechętnie przy-



Collegium Kollataja, ul. św. Anny 6



mowane są na asystentury. Studentów mamy mało, a więc i dotacje są bardzo niewielkie. Czym pani się zajmuje w Paryżu?

**Maria:** Może pokażę mój życiorys oraz listy polecające. Prowadziłam badania właściwości magnetycznych różnych gatunków stali pod kierunkiem prof. Lippmanna.



Fot. 7. Justyna Gumuła jako Maria i Krzysztof Kulka jako urzędnik sekretariatu katedry fizyki

**Prof. A.W.:** Panno Mario, nic nie stoi na przeszkodzie, aby pani dalej prowadziła te badania. Ale za granicą. U nas nie będzie pani miała takich warunków do pracy naukowej.

**Maria:** Tam prowadziłam badania w pomieszczeniu wydzielonym na korytarzu i nawet w starej szopie... Ja mogłabym to samo robić tutaj, w Krakowie. Wszystko zrobię sama, mam wiele pomysłów!



Fot. 8. Maria rozmawia z prof. Augustem Witkowskim (Sebastian Poręba)

**Prof. A.W.:** Panno Mario, przy pani zdolnościach i ambicji we Francji zrobi pani znacznie więcej. Jak pani zapewne wie, prof. Wróblewski uczył się i pracował przez wiele lat za granicą, bo zaborcy nie pozwalali mu studiować w kraju. Wrócił jednak do Polski, aby tu, w Krakowie dokonać wielkiego odkrycia – 11 lat temu wspólnie z prof. Olszewskim skroplili składniki powietrza. Pani Mario, powinna pani tak jak on uczyć się za granicą, dopóki pani może, a potem pomyślimy o zatrudnieniu pani u nas. Tymczasem nie pozostaje mi nic innego jak życzyć pani powodzenia w dalszych studiach za granicą.

**Maria** wychodzi z gabinetu profesora i zwraca się do Ojca: Widzę, że nie ma dla mnie miejsca w tym kraju. Bardzo żałuję! Tak jak wykształcenie uniwersyteckie musiałam zdobywać na Sorbonie, bo Uniwersytet Warszawski nie przyjmował kobiet, tak i teraz muszę opuścić Ojczyznę i poza jej granicami poświęcić się nauce, która – z głębi serca to czuję – jest moją pasją i moim powołaniem.

Na zakończenie chciałabym zachęcić uczniów gimnazjów i liceów do czytania oryginalnych opracowań, poświęconych Marii Skłodowskiej-Curie. Podana niżej literatura jest łatwo dostępna. Zachęcam też do przygotowywania przez uczniów referatów i przedstawiania ich na dodatkowych zajęciach z fizyki lub chemii.

#### Literatura:

- [1] Susan Quinn, *Życie Marii Curie*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997
- [2] Ewa Curie, *Maria Curie*, PWN, Warszawa 1997
- [3] K. Kabzińska, M.H. Malewicz, J. Piskurewicz, J. Różewicz, *Korespondencja polska Marii Skłodowskiej-Curie 1881–1934*, IHN PAN, Warszawa 1994
- [4] C.A. Pawłowski, *Maria Skłodowska-Curie*, *Postępy Fizyki*, **18** (4), 337 (1967)
- [5] A.K. Wróblewski, „Promieniotwórczość odkrywana na raty”, *Wiedza i Życie*, nr 4, (1998), str. 16–22
- [6] A. Teske, *Szkic o działalności Marii Skłodowskiej Curie* w monografii pt. *Studia poświęcone Marii Skłodowskiej-Curie i Marianowi Smoluchowskiemu*, pod red. A. Teske, Monografie z dziejów nauki i techniki, t. LI, str. 7, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo PAN, Wrocław–Warszawa–Kraków 1968
- [7] Marya Skłodowska-Curie, *Badanie ciał radioaktywnych*, Praca doktorska z 1903 r., Wydanie krytyczne w 125. rocznicę urodzin Uczzonej z przedmową, komentarzami i posłowiem Józefa Hurwica, PAN, Warszawa 1992



## Wywiad z Noblistą Profesorem Masatoshi Koshiwą

W imieniu Czytelników pytania zadawała poprzez Internet Redaktor Naczelna *Fotonu* Z.G-M. Pytania były opracowane na podstawie oryginalnych pytań, jakie parę lat temu uczniowie sformułowali w ramach konkursu „Pytania do Noblistów”.



1. *Czy mógłby Pan zdradzić, jak Pan wpadł na pomysł rozwiązania, które zostało uhonorowane Nagrodą Nobla?*  
Nie wiem, jak odpowiedzieć na to pytanie.
2. *Jak długo pracował Pan nad problemem, który przyniósł panu Nagrodę Nobla?*  
Dwadzieścia lat.
3. *Co Pan najbardziej lubi w zawodzie fizyka?*  
Odnajdywanie czegoś nowego.
4. *Czy woli Pan pracować samotnie, czy raczej w grupie?*  
Najlepiej pracuje mi się w małych grupach.
5. *Czy lubił Pan swoją szkołę?*  
I tak, i nie.
6. *Czy jako uczeń lubił Pan fizykę i matematykę?*  
Nieszczególnie.

7. *Czy miał Pan wzorem wielu obecnych japońskich uczniów korepetycje?*

Nie miałem.

8. *Czy jako chłopiec rozmawiał Pan z rodzicami lub kimś innym z rodziny o fizyce?*

Nie.

9. *Jakie były Pana ulubione przedmioty i hobby w czasach szkolnych?*

Nic szczególnego.

10. *Jakie jest Pana hobby obecnie?*

Słuchanie Mozarta.

11. *Czy Pana dzieci lubią fizykę?*

Nie.

12. *Czy pracują jako fizycy?*

Nie, ale syn jest inżynierem.

13. *Pragniemy zadać pytanie osobiste: jak Pan spotkał swoją żonę?*

Spotkanie było zaaranżowane przez naszych starszych przyjaciół.

14. *Czy rozmawia Pan czasem z żoną i dziećmi o postępach w swojej pracy?*

Nie.

15. *Czy znajduje Pan przyjemność w czytaniu literatury pięknej?*

Czasami.

16. *Czy uprawia Pan jakiś sport?*

Żadnego.

Jak każdy wywiad przeprowadzany w jednym rzucie, bez możliwości interakcji, ten pozostawia niedosyt. W osobistym kontakcie, w rozmowie, można „pociągnąć” interesujące wątki. Niewątpliwie mielibyśmy ochotę zapytać, jak to się stało, że profesor Koshiba został fizykiem, kiedy się tą nauką na poważnie zainteresował. Zapytalibyśmy czy chodził do jednej z bardziej renomowanych szkół, czy też do zwykłej, na przykład najbliższej miejsca zamieszkania.



Mały Koshiha w stroju kendo



Zdjęcie rodzinne. Masatoshi Koshiha pierwszy z prawej



## Uczeń w japońskiej szkole

Zofia Gołąb-Meyer

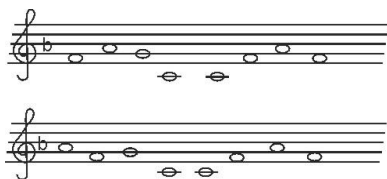
Spróbujmy sobie wyobrazić, jak wyglądała szkoła, do której uczęszczał mniej więcej pół wieku temu profesor Koshiya. Piętnaście lat temu spędziłam parę miesięcy w Japonii z moim synem, uczniem drugiej klasy licealnej. Syn chodził w Japonii do najbardziej typowej prowincjonalnej szkoły, tzw. wyższej średniej, co teraz jest równoważne naszemu liceum. Na fotografii w *Fotonie* 81 czytelnicy mogli zobaczyć podobiznę profesora Koshiya w mundurku szkolnym. Pięćdziesiąt lat wcześniej mój ojciec, uczeń krakowskiego gimnazjum, pozował do zdjęcia w prawie identycznym mundurku. Jak Japonia długa i szeroka, takie mundurki nosili również rówieśnicy syna. Synowi dyrektor szkoły wspaniałomyślnie pozwolił nosić garnitur, który przytomnie wzięliśmy z Krakowa. Klasy były bardzo liczne (po 44 uczniów). Do tej pory klasy japońskie są liczne, czterdziestoosobowe. W szkołach było po 10 oddziałów tej samej klasy.

Mniej więcej sto lat temu w Europie Środkowej zaczęto budować bardzo nowoczesne, jak na tamte czasy, szkoły (i do dzisiaj często lepsze niż nowe), o charakterystycznej architekturze (np. Liceum Nowodworskiego w Krakowie). Te szkoły są nadal rozpoznawalne w Krakowie, we Lwowie, we Wiedniu, Bratysławie i wielu innych środkowoeuropejskich miastach. Podobnie w Japonii, szkoły też mają charakterystyczną, nowoczesną architekturę. Człowiek się patrzy i od razu rozpoznaje: to jest szkoła. Na fotografii poniżej znajduje się szkoła mojego syna w Yashiro. Mam wątpliwości, czy architektura jest optymalna z punktu widzenia klimatu. Przeszklone okna, przeszklone ściany korytarzy czyniły upał w lecie i chłód w zimie. Szkoły były nieopalone (może z wyjątkiem Hokkaido). Nauczyciele w ogromnym i zagraconym do niemożliwych granic pokoju (hali) mieli mały piecyk typu koza, na którym buzował czajnik z gorącą wodą. Oznaką współczesności były duże i nowoczesne obiekty sportowe, przynależące do szkoły. Być może w czasach szkolnych profesora Koshiya nie były one tak powszechne.



Szkoła w Yashiro

Rozkład lekcji w szkole dwufazowy: przed południem cztery poważniejsze lekcje, godzinna przerwa na lunch (w szkole) i seria popołudniowa, nieco lżejsza: języki, sztuka i dużo sportu. Nauczyciele byli zobowiązani do przebywania w szkole przez cały czas obecności w nim uczniów. Początek dnia w szkole oznajmiał głośny gong (słyszalny jak dzwony kościelne), identyczny w całej Japonii. Oto dźwięki zapisane przez profesora Muratę, spotkanego na konferencji GIREP 2003 w Udine. Jak Państwo widzą, przypominają angielski Big Bell.



Przed lekcjami nauczyciele mieli odprawę, a uczniowie całej szkoły coś na kształt apelu, takiego, jaki pamiętam z moich czasów szkolnych.

Jak już pisałam, mundurki były obowiązujące we wszystkich szkołach. Niektóre były wzorowane na angielskich, inne na austro-węgierskich. Oczywiście nie było mowy o żadnej biżuterii, farbowanych fryzurach. Dziewczęta mogły nosić albo krótko obcięte włosy, albo warkocze. Dziewczęta w mundurkach i z warkoczykami wyglądają uroczo, a przedszkolaki w mundurkach, w kapelusikach z małutkimi, identycznymi plecaczkami, wręcz rozkosznie. Na zdjęciu pokazywanym na Konferencji GIREP-u w Udine 2003, wykonanym w czasie zajęć z fizyki, uczniowie już są ubrani „normalnie”. Nie jest to jednak powszechne.

Do szkoły uczęszczało się również w sobotę. Teraz to się zmienia. Już tylko w niektóre soboty chodzi się do szkoły. Początek nowego semestru to trzy dni testów, oznacza to, że sześciotygodniowe letnie wakacje uczniowie mają zepsute nauką. Czy zwrócili Państwo uwagę, że nie widuje się turystów japońskich z dziećmi? Kiedy się widzi młodzież, to na pewno są to już studenci.

Testy (klasówki) są również w środku semestru. Są długi, nie ma czasu na zastanawianie się. Trzeba już precyzyjnie znać odpowiedź. Nie takie to proste. Dlatego uczniowie powszechnie biorą korepetycje, zarówno indywidualne, jak i zorganizowane, w specjalnych wieczorowych i niedzielnych szkołach, które nazywają się *juku*. *Juku* to cała instytucja, wręcz biznes. Na *juku* uczniowie przygotowują się nie tylko do bieżących lekcji, lecz przede wszystkim do egzaminów końcowych i wstępnych na studia. Przy przeludnionych klasach, napiętym programie nauczania, *juku*, jak widać, jest niezbędnym towarzyszem szkoły.

W Japonii rok szkolny liczy więcej tygodni roboczych niż w szkołach europejskich i amerykańskich. Możliwe, że to jest jednym ze źródeł dobrych wyników testów porównawczych. Japończycy wybijają się na pierwsze miejsca. Po prostu więcej się uczą.



Lekcja w szkole podstawowej

Uczniowie japońscy są bardzo zapracowani. Niewiele im zostaje wolnego czasu dla siebie. Podczas półrocznego pobytu w Japonii mój syn tylko jeden raz umówił się z kolegami w niedzielę na łyżwy. Jego koledzy wieczory i niedziele mieli zajęte przez korepetycje i odrabianie lekcji. Nawet nie bardzo wyobrażali sobie, co ich polscy koledzy robią w niedzielę, kto im organizuje czas. Czas na koleżeńskie kontakty uczniowie znajdowali podczas licznych zajęć sportowych, to wszystko było jednak pod okiem nauczycieli, podobnie jak zorganizowany prawie dla tysiąca uczniów wspólny wyjazd na narty. To była cała operacja logistyczna, przygotowana w najdrobniejszych szczegółach, również takich, jak czas na wspólne zdjęcie, terminy kąpieli (zbiorowe wanny z gorącą wodą). Młodzi Japończycy od małego wdrażani są do pracy w zespole, w którym każdy ma dokładnie określoną pozycję i funkcje do spełnienia. Są oni niesłychanie karni. W klasie może stać spokojnie szkło laboratoryjne. Karność i dyscyplina rosną wraz z wiekiem.

Maleje spontaniczność, chęć zadawania pytań. Ilustrują to zdjęcia. Na tym ze szkoły podstawowej jest las rąk. Po lekcji byłam zasypywana pytaniami. Lekcja w gimnazjum odbywa się w ciszy. Często jest to lekcja typu „kreda i tablica”.



Uczniowie gimnazjum w mundurkach (lekcja fizyki)



Poszczególne przedmioty mają bardzo precyzyjnie napisane *curricula*, z dokładnym wyszczególnieniem, ile czasu należy danemu problemowi poświęcić. Dokładnie są określone doświadczenia, które uczniowie mają samodzielnie (parami, czwórkami) wykonać, a jakie demonstracje powinien wykonać nauczyciel. Zdjęcie pokazuje takie zajęcia. Wszyscy wykonują „równym rzędem” to samo doświadczenie.



Lekcja fizyki. Wykonywanie doświadczeń

Z dużym prawdopodobieństwem możemy przepowiedzieć, że np. w drugi czwartek maja w drugiej klasie uczniowie dokonują pomiaru ciepła właściwego wody, a w pierwszą sobotę września w całej Japonii odbywają się biegi długodystansowe. Nauczanie fizyki jest na ogół tradycyjne, ze wszystkimi jego wadami, zwłaszcza przy słabym nauczycielu i niezbyt zdolnych uczniach. Sztywne *curriculum* oczywiście nie gwarantuje jednakowego poziomu we wszystkich szkołach. Są szkoły lepsze i gorsze. Istnieje ranking szkół. Rodzicom zależy na lepszych szkołach, by ich dzieci miały szansę dostać się na bardziej renomowany uniwersytet, bo tylko taki gwarantuje dobrą karierę zawodową. Wyścig do dobrych szkół zaczyna się już od przedszkola. Te najlepsze są obłożone.

Pozycja społeczna nauczycieli jest bardzo wysoka. Są tytułowani jako profesorowie i dobrze zarabiają; mają jednak tygodniowo więcej godzin lekcyjnych niż nasi nauczyciele, a w większości szkół muszą spędzać w pracy całe dni. Obecnie również część sześciotygodniowej letniej przerwy szkolnej obowiązkowo „odsiadują” w szkole. Są też przenoszeni co jakiś czas służbowo do innych szkół.

Syn, który często odwiedza Japonię, twierdzi, iż zmiany w szkołach japońskich zachodzą szybko. Wpływy amerykańskie są widoczne, ku uciesze uczniów, a ku utrapieniu niektórych rodziców i nauczycieli. Możliwe, że teraz uczniowi wolno sobie zabrać do szkoły do picia na drugie śniadanie coca-colę, a nie, jak było za czasów syna, tylko cieką herbatkę lub wodę.



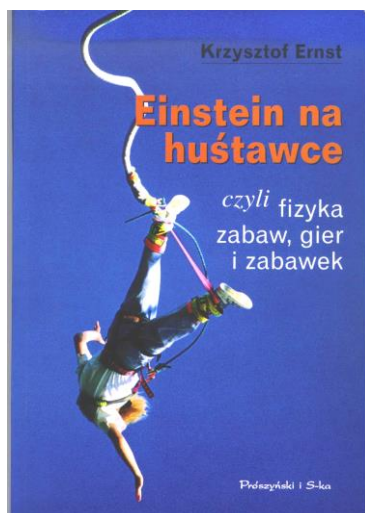
## CO CZYTAĆ

### „Diabelskie koło”

Fragment książki Krzysztofa Ernsta

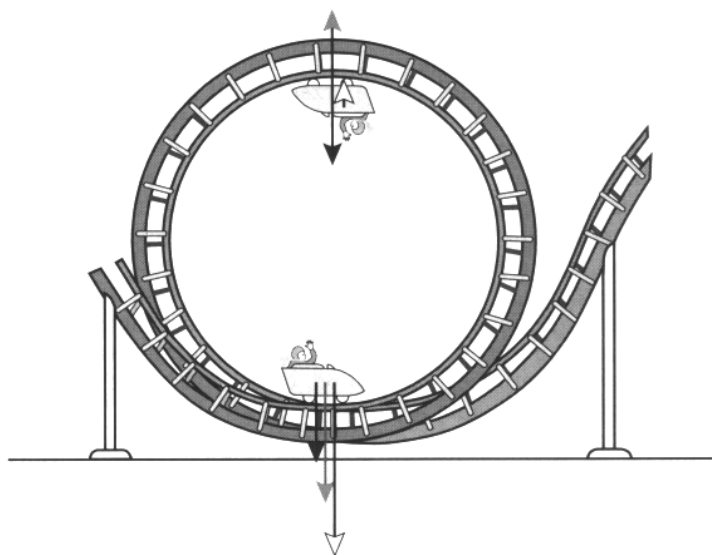
#### Od Redakcji:

Zachęcamy Państwa do lektury książki, niedawno zmarłego, Profesora Krzysztofa Ernsta *Einstein na huśtawce, czyli fizyka zabaw, gier i zabawek*, Wydawnictwo Prószyński i S-ka SA, Warszawa 2002. Aby pokosztować przyjemności czytania, drukujemy fragment.



„Elementem budzącym największy respekt wśród potencjalnych pasażerów jest pętla śmierci. Tylko odpowiednio duże konstrukcje mogą sobie pozwolić na wkomponowanie tego elementu do oferty proponowanych atrakcji. Aby opisać doznania przeżywane przez pasażerów w pętli śmierci, a także określić warunki, jakie musi ona spełniać, przyjmijmy upraszczające założenie, że kolejka składa się z jednego tylko wagonika. Wagonik ten zwiększa swoją prędkość w miarę zbliżania się do najniższego punktu pętli. W punkcie tym (rys. 100) wektor przyspieszenia dośrodkowego skierowany jest pionowo ku górze, co oznacza, że odczuwana przez pasażera siła odśrodkowa bezwładności (strzałka szara) skie-

rowana jest do dołu, czyli zgodnie z jego ciężarem (strzałka czarna). Działająca na niego siła wypadkowa (strzałka biała) sprawia, że czuje się tak, jak gdyby znajdował się w polu grawitacyjnym o przyspieszeniu równym  $3g$  (wartość przyjęta na rysunku). W szczególnych przypadkach wielokrotność  $g$  może być większa. Wjeżdżając pod górę, wagonik wytraca swoją prędkość i w najwyższym punkcie pętli osiąga jej wartość minimalną. Przyspieszenie, tym razem o wartości mniejszej niż na dole, skierowane jest przez cały czas ku środkowi pętli (rys. 100), a tym samym odczuwana przez pasażera siła ma kierunek przeciwny do jego ciężaru. W konsekwencji czuje się on lżejszy lub nieważki, a nawet może doznać odczucia (jak na rysunku), że znajduje się w polu o przeciwnym kierunku grawitacji.



rys. 100

Większość kolejek zaprojektowana jest w ten sposób, że odczuwana przez pasażerów siła wypadkowa przez cały czas skierowana jest na zewnątrz pętli. Teoretycznie można by nie zapinać w takiej sytuacji szelek zabezpieczających, proponując w ten sposób emocje przekraczające zapewne granice wytrzymałości większości uczestników zabawy. Czyni się to jednak zarówno dla uspokojenia pasażerów, jak i usatysfakcjonowania towarzystw ubezpieczeniowych. W kolejkach, gdzie siła pojawiająca się w wyniku ruchu przyspieszonego nie jest w stanie zrównoważyć ciężaru

w górnej części pętli, przymocowanie szelkami do krzesełek jest oczywiście niezbędne. Pasażerowie w pewnym momencie po prostu zawisają na nich, a jeśli nie chcą stracić kapelusza, to muszą go ręką przytrzymywać.

Narzuca się natychmiast pytanie, jakie musi być przewyższenie miejsca startu kolejki nad najwyższym punktem pętli, aby wagonik utrzymał się na torach bez konieczności wprowadzenia dodatkowych zabezpieczeń. Uproszczenie sprowadzające kolejkę do jednego wagonika wprowadziliśmy już wcześniej. Jeśli ponadto nie uwzględnimy straty energii powstałej w wyniku wszelkich oporów ruchu, to odpowiedź na pytanie wynika z elementarnych obliczeń. Wystarczy zauważyć, że w najwyższym punkcie pętli siła dośrodkowa musi być przynajmniej równa ciężarowi wagonika, a ponadto pamiętać o obowiązującym zasady zachowania energii. Pojawiają się w ten sposób dwa proste równania:

$$Mv^2/r = Mg \quad (1)$$

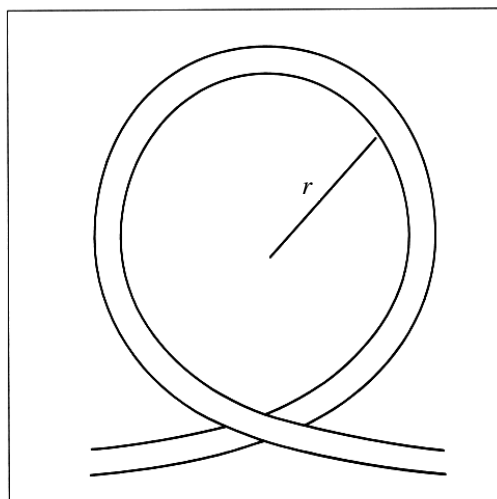
$$Mv^2 = Mgh \quad (2)$$

gdzie  $M$  jest masą wagonika,  $g$  – przyspieszeniem ziemskim,  $r$  – promieniem pętli,  $v$  – prędkością wagonika w jej najwyższym punkcie i  $h$  – różnicą wysokości najwyższego punktu toru i punktu startu. Rozwiązanie równań prowadzi do odpowiedzi  $h = r/2$ , co oznacza, że różnica ta musi być przynajmniej równa połowie promienia. W praktyce musi być ona większa, niż wskazują teoretyczne obliczenia, ze względu na przyjęte w naszym rachunku uproszczenia, a także na konieczny margines bezpieczeństwa.

Postawmy teraz kolejne pytanie. Jakie przeciążenie będzie odczuwał pasażer w najniższym punkcie pętli, jeśli spełnione zostaną wyznaczone przed chwilą warunki, zapewniające wagonikowi utrzymanie się na torach na całej ich długości? W chwili startu z minimalnej (potrzebnej do tego) wysokości energia potencjalna wagonika w stosunku do najniższego punktu pętli równa jest  $2,5Mgr$ . Jej zamiana na energię kinetyczną ( $Mv_m^2/2$ ) oznacza, że maksymalna prędkość  $v_m$  w tym punkcie wyniesie  $\sqrt{5gr}$ . W ten sposób wartość siły dośrodkowej, działającej na pasażera o masie  $m$  ( $mv_m^2/r$ ) a jednocześnie odczuwanej przez niego jako dodatkowo wciskająca go w krzeselko kolejki, będzie równa  $5mg$ . Jeśli uwzględnić jeszcze jego własny ciężar, to nasz nieszczęsny pasażer poddany zostanie przeciążeniu sięgającemu  $6g$ , czyli znacznie przekraczającemu wartość uznaną za dopuszczalną na diabelskich kolejkach.

Czy otrzymany przez nas wynik miałby oznaczać niemożność realizacji pętli spełniających stawiane wymagania? A może jedynymi dopuszczalnymi są konstrukcje wymagające przymocowania pasażera do krze-

selka, ze względu na niemożliwość skompensowania siły ciężkości w najwyższym ich punkcie? Odpowiedź na oba pytania brzmi: nie. Da się bowiem zbudować taką pętlę, która – nie gwałcąc praw fizyki – spełni również stawiane jej wymagania. Jej kształt przedstawiony został na rys. 101. Jest to krzywa zwana klotoidą, charakteryzująca się mniejszym promieniem krzywizny swej górnej części niż dolnej. Zmniejsza to wymaganą prędkość w najwyższym punkcie toru, a jej osiągnięcie pozwala na obniżenie prędkości na dole. Wszelkie doznania, jakich ma doświadczyć pasażer na górze, zostają zachowane bez konieczności zmuszania go do przechodzenia poprzedzających je katuszy.



rys. 101

Warto zauważyć, a widać to na rys. 101, że wjazd na pętlę i wyjazd z niej odbywają się po znacznie łagodniejszym łuku, niż gdyby miały one natychmiast przechodzić do toru poziomego. W ten sposób dodatkowo złagodzone zostają przeciążenia w dolnej jej części. Oba rozwiązania stosowane są przy konstrukcji pętli diabelskich kolejek.”



## Fizyka w kuchni, czyli jak można się uczyć w domu

Adam Kleczkowski ([adam@kleczkowski.net](mailto:adam@kleczkowski.net))

Z wielkim zainteresowaniem przeczytałem niedawno podestany mi przez Zofię Gołąb-Meyer numer 42 *Fotonu* z 1996 roku. Profesor Turski pisze w tym numerze o „fizyce gastronomicznej” jako o formie zainteresowania uczniów (i nie tylko) tym przedmiotem, który jest tak ważny dla zrozumienia otaczającego nas świata, a który tak często ginie w suchym przekazywaniu faktów i teorii. Tematyka tego artykułu sprzed 7 lat jest mi bardzo bliska, jako że mniej więcej rok wcześniej, to jest w 1995 roku, fizyka wkroczyła do naszej kuchni w Cambridge (Anglia). Wtedy bowiem zaczęliśmy uczyć w domu naszą córkę Asię (wówczas 5-letnią). Nie jesteśmy sami – coraz więcej rodzin w USA oraz w Anglii i innych krajach europejskich korzysta z prawa umożliwiającego naukę w domu. We wrześniu 1998 Senat USA uchwalił ustawę proklamującą „Tydzień Edukacji Domowej” (Resolution 183, „Declaring the Week Beginning September 19, 1999 to September 25, 1999 as National Home Education Week”). Od kilku lat pierwsze miejsca w konkursach *National Geographic* regularnie zajmują dzieci kształcone w domu.

Motywy podjęcia takiego kroku są różne. Wiele badań naukowych wskazuje, że uczenie w domu jest skuteczną formą, zapewniającą nieosiągalną w tradycyjnej szkole indywidualizację pod kątem możliwości intelektualnych, zainteresowań i temperamentu. Rodzice z pasywnych obserwatorów lub pomocników szkoły stają się aktywnymi i odpowiedzialnymi uczestnikami procesu dydaktycznego. Redukcja liczebności klasy z 30 uczniów do jednego–dwóch ma również duże znaczenie. Nie wspominam już o ochronie dzieci przed patologiami, coraz bardziej dominującymi w życiu współczesnej szkoły.

ED (**Edukacja Domowa**) nie oznacza 12 miesięcy wakacji, a wręcz przeciwnie – dużo pracy dla dzieci i jeszcze więcej dla rodziców. ED jest kosztowna i czasami stresująca, ale daje bardzo dużo zadowolenia. Nie oznacza odtwarzania szkoły w domu ani tym bardziej pozbawiania dzieci nauki. Możliwość koncentracji na przedmiotach i prowadzenia zajęć indywidualnych oznacza, że dzieci zwykle zdobywają wiedzę szybciej i łatwiej niż w szkole i nie zatracają wrodzonego „głodu wiedzy”. Dodatkowo szybko opanowują umiejętności samodzielnej pracy oraz poszukiwania i selekcionowania wiadomości, cenne w późniejszym życiu i karierze. W naszym przypadku nie bez znaczenia jest też fakt, że w ten sposób nasze dzieci uczą się jednocześnie w dwóch językach – polskim i angielskim, nie tracąc kontaktu z językiem ojczystym. Należy podkreślić, że edukacja domowa

w naszym rozumieniu nie jest szkołą geniuszy – dzięki indywidualnemu tokowi zajęć dzieci mają o wiele więcej czasu na zabawy lub na ciekawą książkę. Wakacje czy krótką wycieczkę też można zorganizować, gdy tylko zajdzie potrzeba.

Poza regularnymi zajęciami w domu, każda wycieczka, spacer, książka, obraz, zakupy, wydarzenie może stać się okazją do nauki (ale oczywiście bez przesady). Niektóre zajęcia lepiej prowadzić w grupie – dobieramy się wtedy w kilka rodzin i organizujemy albo wspólne popołudnie zajęć lub pokazów (w czymś domu bądź wynajętej sali), albo wspólną wycieczkę. Wiele muzeów, instytucji, a nawet uczelni zatrudnia osoby odpowiedzialne za kontakty ze szkołami i prowadzi szeroko zakrojony program edukacyjny.

Najlepiej posłużyć się przykładem naszych dwojga (z pięciorga) dzieci – Asi (12 lat) i Janka (9 lat). Jesteśmy członkami nieformalnej grupy rodzin zrzeszonych przy Kościele baptystów (aktualnie 97 dzieci w wieku od 1 roku do 15 lat). Poza comiesięcznymi zajęciami z różnych przedmiotów, grupa ta organizuje raz do roku „Science Day”, w którym to dzieci prezentują wystawy z dziedziny nauk przyrodniczych. Na tej wystawie Janek (9 lat) pokazał serię trzech eksperymentów z dziedziny elektryczności i magnetyzmu. Jeden z tych eksperymentów opisujemy poniżej.

#### **Eksperyment: *Trzy magnesy***

Tematyka: magnetyzm, wahadło, chaos

Pomysł tego eksperymentu zrodził się z lektury książki *Making Presents* (Usborne, 1995), w której opisana jest zabawka, wykorzystująca dwa odpychające się magnesy: jeden przymocowany do podłoża, a drugi zawieszony swobodnie na wahadle. Poszukiwania w Internecie zaowocowały znalezieniem strony [http://www.exploratorium.edu/snacks/strange\\_attractor.html](http://www.exploratorium.edu/snacks/strange_attractor.html), opisującej nieco bardziej skomplikowany układ, z trzema przyciągającymi magnesami na podłożu. Janek zasugerował modyfikację tego układu przez umieszczenie czwartego magnesu, odpychającego, w środku trójkąta. Magnesy ceramiczne zakupiliśmy w sklepie, a jako podstawy wahadła użyliśmy stojaka laboratoryjnego. Cały eksperyment można było jednak wykonać przy zastosowaniu materiałów dostępnych w każdym domu (drewniane listewki zamiast stojaka). Pomocą okazały się również popularnonaukowe książki dla dzieci, pożyczone z biblioteki. Z nich Janek dowiedział się o dipolach magnetycznych, odpychaniu, przyciąganiu i o dominach (pola magnetyczne oglądaliśmy kilka lat wcześniej).

Dalsze poszukiwania w Internecie doprowadziły nas na stronę internetową <http://www.whitney.org/artport/commissions/codedoc/snibbe.shtml> Scotta Snibbe’a, autora programu „Tripolar”, w języku Java opisującego ruch magnesu w polu innych magnesów. Po (krótkiej, jako że nie było dużo czasu) zabawie programem Jankowi szczególnie spodobała się to idea nieprzewidywalności ruchu wahadła,

co starał się wytłumaczyć kolegom i koleżankom w czasie pokazu. (Patrz też: <http://www.wiltshiret.fsnet.co.uk/Website/weather/chaos.html>).

Z pomocą rodziców i rodzeństwa Janek wykonał oprawę artystyczną eksperymentu – pszczołkę, w której ukryty był swobodnie zawieszony magnes, kwiaty, ukrywające pozostałe magnesy (ze środkowym magnesem przymocowanym „na rzepie”), pudełko z widokiem łąki, kwiatki, chmury i słońeczko.

Pozostałe dwa eksperymenty obejmowały elektromagnes z gwoźdźcia (magnesowanie przez prąd elektryczny, prąd elektryczny produkujący pole magnetyczne w skręconym drucie, rozmagnesowywanie domen przez stukanie gwoździem) i samochód poruszany dwoma magnesami, umieszczonymi pod i nad tekturowym pudełkiem (oddziaływanie przez materiał niemagnetyczny).

W czasie trwania wystawy, w której brało udział około 12 rodzin z dziećmi w wieku od 1 roku do 15 lat, każde z dzieci przygotowujących eksperymenty wygłosiło krótki wykład – Janek mówił o przyciąganiu się magnesów i o nieprzewidywalności ruchu. Potem był czas na oglądanie innych eksperymentów, a na końcu na wykład zaproszonego chemika – ojca jednego z dzieci. Imprezę zakończył wspólny obiad.



Jak ma się to do zajęć codziennych? Z zakresu nauk przyrodniczych Asia i Janek przerabiają kurs amerykański A-Beka (<http://www.abeka.com>) – na ich etapie jest to zintegrowany kurs obejmujący biologię, fizykę i geografę. Asia (lat 12) robi kurs z klasy szóstej, a Janek z klasy czwartej. Praca polega przede wszystkim na studiowaniu kolejnych rozdziałów podręcznika, wykonaniu sugerowanych w nim doświadczeń i testów sprawdzających wiedzę. A-Beka jest kursem przeznaczonym do edukacji domowej, a więc wszystkie eksperymenty można z powodzeniem wykonać w domu. Po przeczytaniu rozdziału materiał jest omawiany z rodzicami, a następnie dzieci odpowiadają na serię pytań. Po zakończeniu każdej części podręcznika odbywa się krótki test. Asia aktualnie studiuje przyrodę (geologię i budowę Ziemi), a Janek geografę i fizykę (stany skupienia wody).



Nie ma w Anglii wymogów poddania dzieci uczonych w domu testom „ogólnoszkolnym”, z wyjątkiem małej (~14–16 lat) i dużej (~18 lat) matury oraz okazjonalnych wizyt inspektorów szkolnych. Testy „ogólnoszkolne” w Anglii są rzeczą stosunkowo nową, tradycyjnie wystarczała ocena nauczyciela/nauczycielki, oparta na odpowiedziach i klasówkach. Takie „wewnętrzne” sprawdziany oczywiście robimy, używając testów z podręczników polskich i angielskich/amerykańskich, a także wymyślonych przez nas.

Większość edukatorów domowych nie widzi potrzeby specjalnych starań o dodatkowe sprawdzanie poziomu nauki dzieci i porównywania ich za wszelką cenę z innymi dziećmi. Takie testy nie powiedzą nam nic ponad to, co już wiemy o ich wiedzy bądź niewiedzy, a tylko wprowadzą niepotrzebne zamieszanie. W warunkach domowych można program szkolny dobrać do potrzeb ucznia. Jest więc oczywiste, że pewne działy robimy niedokładnie po kolei tak jak w szkole angielskiej lub w szkole polskiej, w pewnych wypadkach idąc do przodu, w pewnych spędzając więcej czasu nad przedmiotami, które sprawiają więcej problemu.

Edukację domową w Anglii można kontynuować aż do matury. Zdaje się dwie serie egzaminów, GCSE (14–15 lat, odpowiednik polskiego egzaminu po gimnazjum) i A-levels (matura, 17–18 lat). Do obu serii można przystąpić ekstermistycznie, choć na bardziej zaawansowanym poziomie nauka biologii, fizyki czy chemii staje się niepraktyczna – przychodzi moment, kiedy „kuchnia” już nie wystarcza i trzeba rozglądać się za dobrze wyposażoną szkołą, szczególnie jeśli dzieci zamierzają kontynuować nauki przyrodnicze. Do tego czasu kuchnia, książki, Internet, a przede wszystkim zaangażowanie dzieci i rodziców w zupełności wystarczają.





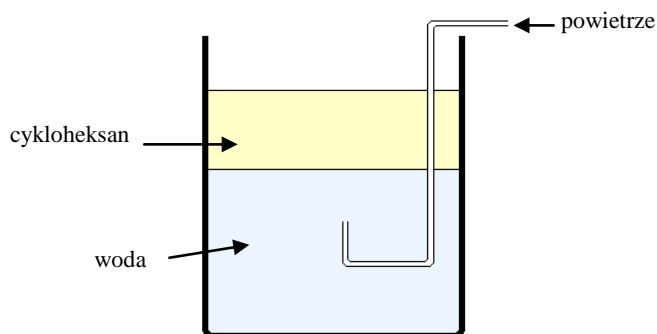
## Bąble na międzypowierzchni

Adam Hozzman

I Liceum Ogólnokształcące im. T. Kościuszki w Legnicy

*Pewne ciecze o różnej gęstości dają się umieścić jedna nad drugą z wyraźną granicą rozdziału. Jeśli ciecze różnią się napięciem powierzchniowym, można zaobserwować ciekawe zjawisko. Wdmuchuj pęcherzyki powietrza o różnej wielkości do dolnej cieczy i obserwuj ich zachowanie w pobliżu powierzchni rozdzielającej ciecze. Zbadaj i wyjaśnij to zjawisko. (Problem z Turnieju Fizyki 2002/2003).*

### Układ doświadczalny



Powyższy rysunek przedstawia układ doświadczalny, jaki stworzyłem, aby prowadzić obserwacje. Do zlewki wlewałem po dwie niemieszające się ciecze, tak że między nimi powstawała ostra międzypowierzchnia. W doświadczeniu użyłem następujących kombinacji cieczy:

- olej spożywczy – alkohol etylowy
- olej spożywczy – woda

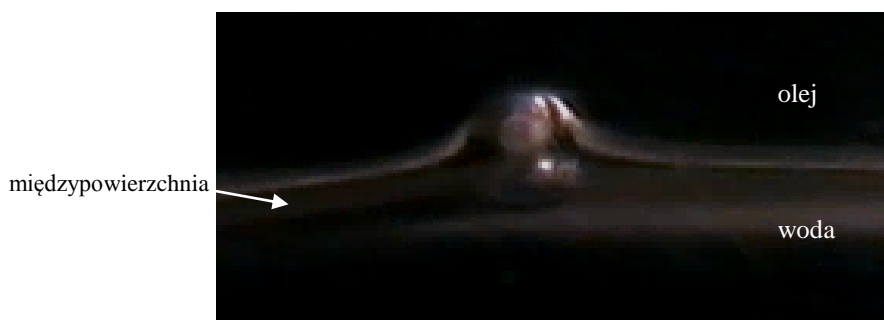
Przez widoczną na rysunku rurkę wprowadzałem do dolnej cieczy pęcherzyki powietrza, regulując ich wielkość (poprzez dobieranie rurek o różnej średnicy). Następnie obserwowałem ruch pęcherzyka w układzie, a przede wszystkim zjawiska zachodzące na międzypowierzchni. W zależności od wielkości bąbelków oraz od rodzajów cieczy zauważyłem różne zjawiska. Prowadzi to do wniosku, że ich przyczyną są różnice wartości napięcia powierzchniowego charakteryzującego błonę międzypowierzchniową.

### Obserwowane zjawiska i ich wyjaśnienie

W zależności od średnicy naczynia kształt międzypowierzchni jest różny. Im mniejsza jest jego średnica, tym większa krzywizna międzypowierzchni (mniejszy promień krzywizny). W przypadku dużej krzywizny mały pęcherzyk powietrza, zanim przebije błonę międzypowierzchniową, przemieszcza się pod nią w kierunku ścianki naczynia. Gdy doświadczenie wykonywałem, używając naczynia o większej średnicy, takie zjawisko nie zachodziło.

Aby wyeliminować zakłócenia, jakie powoduje zakrzywiona powierzchnia, postanowiłem użyć większego naczynia, w przypadku którego takie zakrzywienia występują jedynie w pobliżu ścianek, nie wpływając na odkształcenia międzypowierzchni. Umożliwia to przeprowadzenie doświadczeń w bardziej idealnym układzie, gdzie międzypowierzchnia jest płaska.

Z moich obserwacji wynika, że pęcherzyk na międzypowierzchni może zachowywać się w dwojaki sposób, tj. może się na tej błonie zatrzymać lub od razu przebić ją i przedostać się do substancji znajdującej się powyżej. Poniższa fotografia przedstawia zdjęcie „uwięzionego” na międzypowierzchni pęcherzyka powietrza.



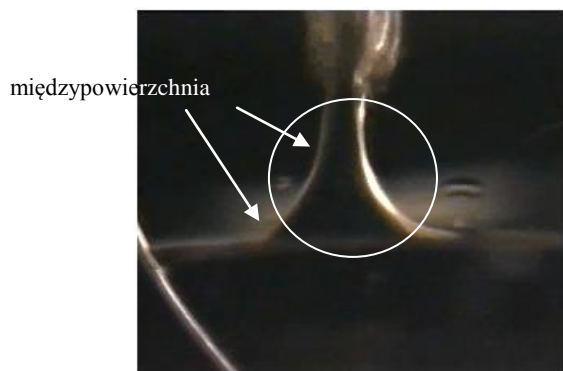
Taki pęcherzyk po pewnym czasie przebija jednak błonę międzypowierzchniową. Powstaje zatem pytanie, dlaczego nie dzieje się tak od razu. Oczywiście wydaje się odpowiedź, że błona ta stanowi tak silną barierę, że poruszający się pęcherzyk nie jest w stanie zadziałać taką siłą, aby przerwać tę błonę. „Wytrzymałość” tej błony (podobnie zresztą, jak określa się właściwości błony, jaką jest powierzchnia swobodna cieczy) charakteryzuje napięcie międzypowierzchniowe.

Robiąc oszacowanie na podstawie wzoru Good-Girifalco-Fowkesa, otrzymałem wartość napięcia międzypowierzchniowego woda – olej spożywczy, która wynosi ok.  $50 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-2}$ . Wartość nie jest dokładna, ponieważ trudno znaleźć w tablicach dokładne dane dotyczące napięcia powierzchniowego oleju spożywczego.

Fakt, że pęcherzyk zatrzymuje się na błonie międzypowierzchniowej, wynika z tego, że jego energia kinetyczna jest zbyt mała, aby pokonać energię napięcia

międzypowierzchniowego. Przebicie tej międzypowierzchni (po pewnym czasie) wynika z działających sił napięcia powierzchniowego dolnej cieczy. Sprawiają one, że warstwa cieczy znajdująca się nad pęcherzykiem (a pod cieczą górną) staje się coraz cieńsza. Po przekroczeniu pewnej wartości krytycznej ta cienka błona staje się bardzo podatna na wszelkie zaburzenia i fluktuacje ośrodka (takie jak fale bądź różnice temperatury) i łatwo pęka, nie stanowiąc już żadnej bariery dla pęcherzyka, który może się dalej poruszać.

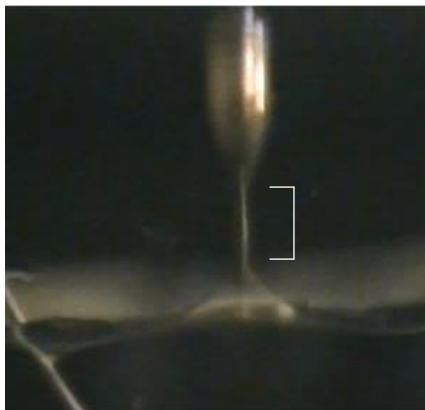
Teraz przyjrzyjmy się pęcherzykowi powietrza zaraz przed przerwaniem międzypowierzchni.



Jak widać na fotografii obok, międzypowierzchnia jest bardzo odkształcona w wyniku oddziaływania na nią pęcherzyka powietrza. Takie zakrzywienie błony (jej wklęsłość), zgodnie z prawem Laplace'a, wywołuje podciśnienie wody i jej parcie hydrostatyczne w kierunku obszaru zaznaczonego kółkiem na rysunku.

Ciśnienie w zaznaczonym na powyższej fotografii obszarze jest mniejsze od ciśnienia poza tym obszarem (co wynika z prawa Laplace'a) o wartość wyrażoną wzorem:

$$\Delta p = \sigma \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad \text{gdzie: } R_1, R_2 \text{ są promieniami krzywizny.}$$

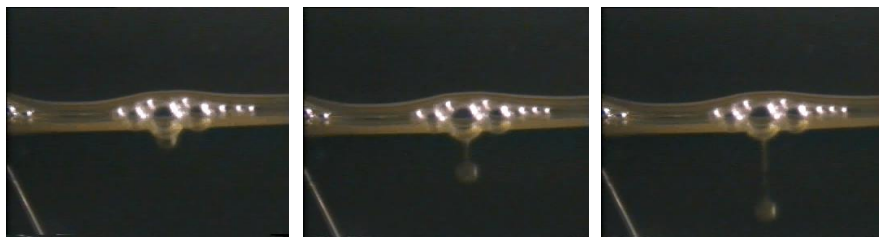


Dzięki istnieniu podciśnienia zaraz po przebicciu błony międzypowierzchniowej przez pęcherzyk parcie hydrostatyczne wody jest tak duże, że powoduje ono wtryśnięcie bardzo cienkiej strużki wody (zaznaczonej kłamrą) do substancji znajdującej się powyżej.



Następnie strużka ta formuje się w kulę, co jest wywołane napięciem powierzchniowym. Zdarza się także, że uformują się nawet dwa lub trzy niewielkie pęcherzyki wody.

Zauważyłem także, że czasami strużka wody jest wyrzucana z tak dużą siłą, że część tworzącej ją wody trafia do pęcherzyka powietrza. Obecność wody w pęcherzyku można stwierdzić w momencie, gdy dochodzi on do powierzchni swobodnej górnej fazy. Wówczas w wyniku zderzenia się pęcherzyka z powierzchnią swobodną górnej fazy następuje jego ściśnięcie i wzrost ciśnienia wewnątrz (bo nie jest on w stanie od razu przebić tej błony) i woda jest z niego usuwana, co widać na poniższej fotografii.



Z przeprowadzonych przeze mnie doświadczeń i rozważań teoretycznych wynika, że dwa główne czynniki wpływające na zachowanie się pęcherzyka na międzypowierzchni to wartości napięcia międzypowierzchniowego oraz rozmiar pęcherzyka. Moim zdaniem nie bez znaczenia jest kształt błony międzypowierzchniowej, który determinuje ruch pęcherzyka lub jego brak w momencie, gdy bąbelek już oddziaływa z błoną międzypowierzchniową.



## Konkurs na najciekawsze „odkrycie” z fizyki

Barbara Piskorz

*Uczennica kl. IIIa I LO w Bochni*

Fizyka jest jednym z mniej lubianych przedmiotów w szkole. Sprawia uczniom dużo trudności, a co za tym idzie, sympatią nie jest darzona, wyłączając oczywiście uczniów klasy matematyczno-fizycznej, którzy są prawdziwymi pasjonatami rozwiązywania zadań.

Czy fizyka jest jednak skazana na osamotnienie i brak szerszego zainteresowania? Czy są to może tylko uprzedzenia, które najzwyczajniej w świecie trzeba przełamać?

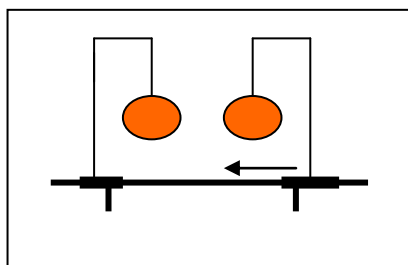
Trud ukazania praktycznej przydatności nie aż tak trudnej fizyki podjęła nasza nauczycielka fizyki mgr Teresa Całka. Postanowiła ona obalić mit fizyki jako dziedziny przeznaczonej wyłącznie dla maniaków i rozpropagować ją wśród uczniów liceum.

Tuż przed feriami zimowymi otrzymaliśmy bardzo ciekawe zadanie z fizyki. Każdy z nas miał przygotować i wykonać doświadczenie (pokaz), oczywiście z dołączonym opisem. Tak więc ferie były dla nas dość pracowite. Na pokaz doświadczeń poświęcone zostały dwie godziny lekcyjne w każdej z czterech klas. Każdy z niecierpliwością czekał na swoją kolej. Kiedy opadły emocje, pani profesor wybrała 10 najciekawszych doświadczeń z każdej klasy. Autorzy wybranych prezentacji przedstawiali je kolegom i nauczycielom na pokazie najciekawszych „odkryć” z fizyki, który odbył się w świetlicy szkolnej. Zwiedzający poruszali się ruchem okrężnym, podchodząc do stołów, na których znajdowały się przyrządy, a przy nich trochę (ale tylko na początku) stremowani autorzy swoich „odkryć”. Każde doświadczenie miało swój tytuł i numer. Podczas prezentacji odbył się konkurs na najbardziej interesujące doświadczenie. Każdy zwiedzający miał tylko jeden głos. Zaprezentowano 40 doświadczeń: 1) Konwekcja, 2) Prawo Pascala, 3) Mój silniczek, 4) Dźwignia, 5) Siłomierz, 6) Pasy bezpieczeństwa, 7) Wytrzymałość materiałów, 8) Rozszerzalność gazów, 9) Łódź z napędem parowym, 10) Elektroskop, 11) Koło Maxwella, 12) Równia pochyła, 13) Ruch po okręgu, 14) Rozszerzalność termiczna ciał stałych, 15) Balon na ogrzane powietrze, 16) Skocznia z Małym, 17) Elektryczny pająk, 18) Prasa hydrauliczna, 19) Prawo Archimedesza, 20) Konwekcja, 21) Figury Lissajous, 22) Tajemnicza huśtawka, 23) Elektryzowanie baloników, 24) Prądy konwekcyjne, 25) Zmiana energii elektrycznej na mechaniczną, 26) Koło gazowo-cieczowe, 27) Precesja, 28) Akrobata, 29) Zasada działania i przeciwdziałania, 30) Balon na CO<sub>2</sub>, 31) Zderzanie kul, 32) Telegraf domowy, 33) Zjawisko włoskowatości, 34) Igloo, 35) Światło

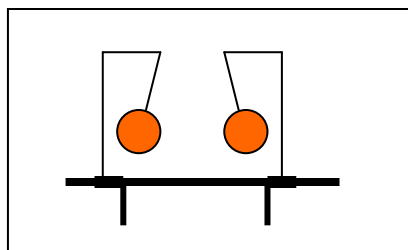
biała – mieszanka barw, 36) Wózek odrzutowy, 37) Dlaczego statki nie toną?, 38) Bezwładność a jajko, 39) Rozszerzalność temperaturowa ciał, 40) Poziomy ruch poduszkowca jako dobre przybliżenie ruchu swobodnego na płaszczyźnie. Nie sposób opisać wszystkich doświadczeń, jednak wybrałam kilka, które najbardziej wzbudziły moje zainteresowanie.

### 1) Elektryzowanie baloników

Do dwóch statywów umieszczonych na skrajach stołu za pomocą dwóch nitok mocujemy dwa baloniki napełnione powietrzem. Oba baloniki pocieramy papierem gazetowym lub sukniem, elektryzując je ujemnie. Następnie jeden ze statywów zbliżamy do drugiego.



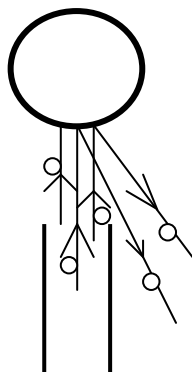
Obserwując zachowanie się baloników, możemy stwierdzić, że w miarę ich zbliżania wzrastają kąty odchylenia nitok od pionu. Świadczy to o tym, że w miarę zbliżania baloników rośnie wartość siły wzajemnego oddziaływania zgromadzonych na balonikach ładunków elektrycznych (baloniki oddalają się)



### 2) Zjawisko Bernoulliego

Rurę odkurzacza przyłączamy od strony wylotu powietrza, bierzemy rurę do ręki i kierujemy wylotem do góry. Po włączeniu odkurzacza wprowadzamy w strumień powietrza piłeczkę pingpongową. Widzimy, że piłeczka utrzymuje się

w strumieniu. Jeżeli wyobrazimy sobie wylatujące z rury powietrze jako strumień małych kuleczek (cząsteczek lub atomów), to wynik tego doświadczenia jest zupełnie nieoczekiwany.



Co prawda, kuleczki, zderzając się z piłeczką, mogą utrzymywać ją w powietrzu, ale przy najmniejszym odchyleniu jej w bok kuleczki powinny odskakiwać w przeciwną stronę, odpychając piłeczkę jeszcze bardziej od osi strumienia. W rzeczywistości piłeczka utrzymuje się w strumieniu zupełnie stabilnie. Nawet przechylając lekko rurę, nie spowodujemy upadku piłeczki. Omawiane zjawisko nosi nazwę zjawiska Bernoulliego.

### 3) Drgania złożone. Figury Lissajous

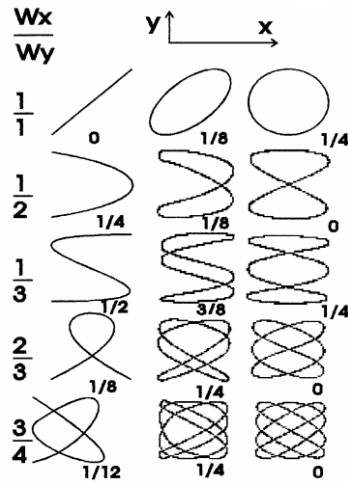
Wahadło składające się ze słoiczka wypełnionego piaskiem zawieszamy dwunitkowo. Do słoiczka zawieszamy również lejek kartonowy, a pod zestaw ćwiczeniowy podkładamy arkusz papieru.

Jeżeli przytrzymamy słoiczek, a napełniony piaskiem lejek wychylimy z położenia pionowego i puścimy swobodnie, to będzie on wykonywał wahań w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny wyznaczonej przez nici. Jeżeli teraz słoiczek wychylimy z pionu w bok i puścimy, ruch lejka będzie ruchem złożonym z dwóch drgań odbywających się wzdłuż dwóch prostych prostopadłych o różnych amplitudach, okresach i fazach początkowych. Zmieniając długość sznurków, na których zawieszony jest wahadło i lejek, zmieniamy w ten sposób okres drgań i obserwujemy za każdym razem inne tory powstałych ruchów.

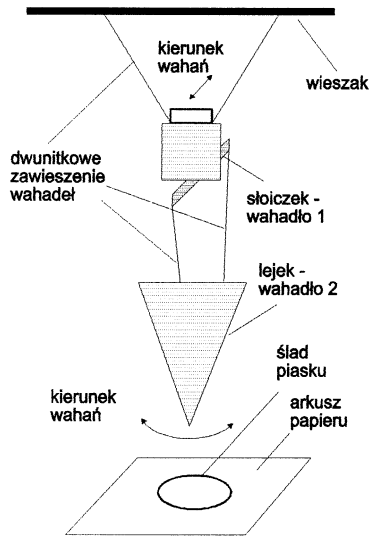
Rysunki przedstawiają przykłady torów punktów, będące wynikiem dwu drgań harmonicznym odbywających się wzdłuż prostych prostopadłych  $x$  i  $y$  o tych samych amplitudach i stosunkach częstotliwości.



Przykłady torów punktów będących wynikiem dwu drgań harmonicznych odbywających się wzdłuż dwóch prostych prostopadłych x i y o tych samych amplitudach i stosunkach częstotliwości podanych z boku



Pod każdą krzywą podany jest ułamek fazy drgania poziomego, o jaki wyprzedza ona fazę drgania pionowego.

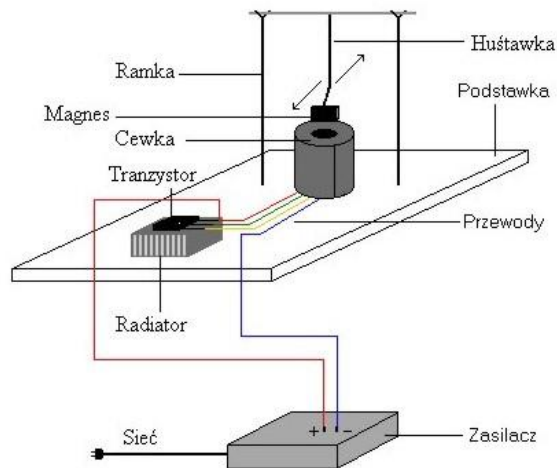


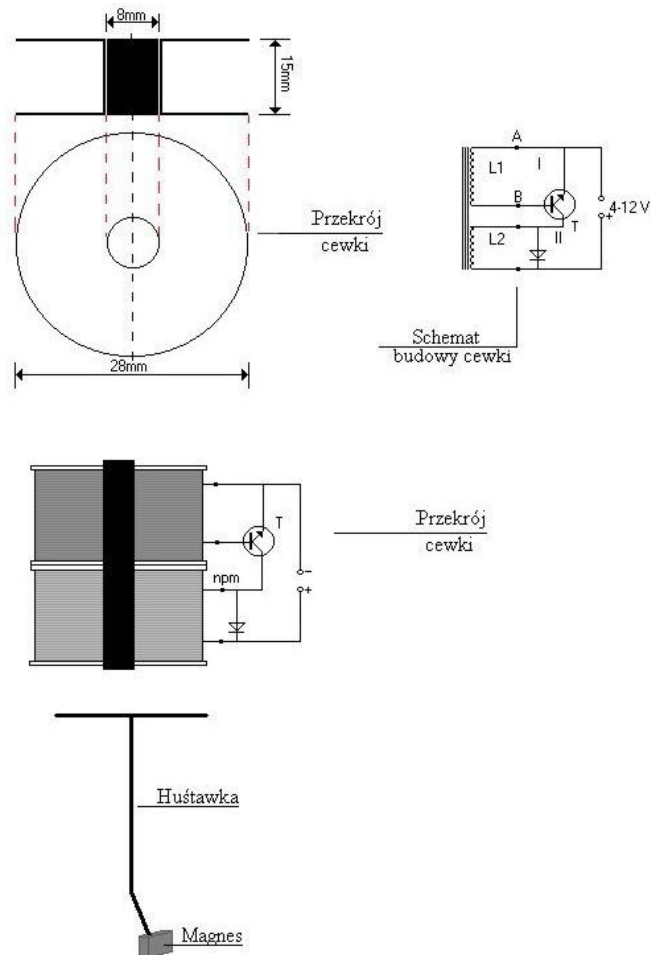
Schemat wykreślenia krzywych Lissajous

#### 4) Tajemnicza huśtawka

Na wspólnym rdzeniu nawinięte są dwie cewki: L1 i L2. Cewka L1 ma dużą liczbę zwojów – kilka tysięcy – i nazwiemy ją cewką indukcyjną. Jest ona włączona do bazy i emitera tranzystora (obwód I). Cewka L2 ma o wiele mniej zwojów, zaledwie kilkaset i odgrywa rolę elektromagnesu. Jest włączona w obwód kolektora (obwód II).

Jeżeli „huśtawkę” wprawimy w ruch, pojawia się w cewce prąd zmienny, powstający dzięki zmianom strumienia magnetycznego wywołanego ruchem magnesu. Kierunek i wartość tego prądu są takie same jak prądu w obwodzie I. Założymy, że do cewki indukcyjnej zbliża się biegun N magnesu. Powstaje więc w niej siła elektromotoryczna indukcji – w obwodzie I zaczyna płynąć prąd. Prąd ma taki kierunek, że w obwodzie II zaczyna płynąć prąd o większym natężeniu niż prąd w obwodzie I. Elektromagnes zaczyna silnie oddziaływać na zbliżający się biegun „huśtawki” z chwilą, gdy biegun N magnesu „huśtawki” zacznie mijać cewkę L1, prąd indukowany w obwodzie I maleje do zera, po czym znowu rośnie do wartości maksymalnej, jednak teraz kierunek prądu indukowanego jest przeciwny do poprzedniego. W tej sytuacji prąd w obwodzie II nie płynie – tranzystor jest zablokowany. Ponieważ „huśtawka” huśta się dalej, do cewki zaczyna zbliżać się biegun S. Kiedy biegun S mija cewkę, tranzystor odblokowuje się, ponieważ nastąpiła zmiana kierunku prądu. W obwodzie II zaczyna płynąć prąd. Górny biegun S elektromagnesu zaczyna odpychać mijający go biegun S „huśtawki”. „Huśtawka” doznaje więc krótkotrwałego impulsu siły. Przy dalszym ruchu „huśtawki” proces powtarza się cyklicznie.





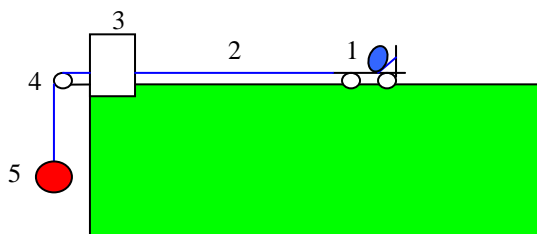
### 5) Pasy bezpieczeństwa

To doświadczenie ma na celu zobrazowanie, na czym polega działanie pasów bezpieczeństwa w samochodzie.

Model, na którym będziemy wykonywać to doświadczenie, składa się z:

1. „samochodu” z kierownicą i przymocowanym sznureczkiem
2. sznureczka
3. belki (z przewierconym otworem), która stanowi potencjalną przeszkodę

4. kółeczka, po którym ześlizguje się sznureczek z zawieszonym na końcu ciężarkiem
5. ciężarka, który pociągając „samochód”, opada pod wpływem siły grawitacji.



Doświadczenie wykonuje się dwa razy, pierwszy raz przy zapiętych pasach i drugi raz bez pasów. Po przeprowadzeniu obu doświadczeń zauważamy, że gdy kierowca jechał bez pasów, wypadł z samochodu. Natomiast przy zapiętych pasach kierowca wyszedł cały i zdrowy z wypadku. Dowodzi to, iż człowiek jest w stanie przeżyć podczas wypadku czy nagłego hamowania tylko wtedy, gdy stanowi z pojazdem jedną całość. Kiedy jest przypięty pasami.

Podczas pokazu panowała niezwykła atmosfera. Demonstrujący najedli się strachu, ponieważ podczas objaśniania musieli odpowiadać na pytania swoich kolegów, nauczycieli fizyki, matematyki, a nawet historii czy języka polskiego. A pytania nie były łatwe: „Co by było, gdyby...?”

„Dlaczego to koło się obraca?”

„Jak to działa?”

Zwycięzcą konkursu został kolega Daniel Widło z IIIa, autor pokazu „Pasy bezpieczeństwa”. Nasze „odkrycia” fizyczne pozostały w pracowni jako pomoce naukowe dla gimnazjalistów, którzy odwiedzają nasze liceum w każdym roku szkolnym podczas Dni Otwartych. Takiego rodzaju pokazy i konkursy dają bardzo wiele szczególnie nam – młodym „fizykom”.



## Anegdoty z życia znanych uczonych

Z publikacji *Uczeni w anegdocie* Andrzeja Kajetana Wróblewskiego (*Wiedza i Życie*), wybrała Blanka Pilch, uczennica klasy Ib LO w Bochni.

**Isaac Newton (1643–1727)** *Twórca mechaniki, podał teorię korpuskularną światła, badał właściwości optyczne, wynalazł teleskop zwierciadlany.*



O roztargnieniu Newtona jest wiele opowieści. Oto pewnego razu, wracając konno do domu z Grantham, chciał ulżyć zwierzęciu, zsiadł więc z niego, by wejść pieszo na strome wznie-sienie. Zatopiony w rozmyślaniach nie zauważył jednak, że koń wysunął z uzdy łeb i pobiegł na pobliską łąkę; dopiero kiedy na szczycie odwrócił się, aby znów dosiąść wierzchowca, okazało się, że trzyma w rękę tylko pustą uzdę.

**William Thomson (Lord Kelvin) (1824–1907)** *Wszechstronny fizyk, zajmujący się termodynamiką, elektromagnetyzmem i zastosowaniem fizyki w technice.*



Pewnego razu Kelvin demonstrował działanie wahadła balistycznego. Był to jeden z bardziej ulubionych jego pokazów i wymagał strzelby, z której strzelał do wahadła. Zdarzyło się jednak, że Kelvin chybił i kula przeszła przez ścianę do sąsiedniej sali wykładowej, gdzie utkwiała w tablicy. Przerażony Kelvin pobiegł zobaczyć, co się stało. Na szczęście wykładający tam profesor nie poniósł szwanku, ale wbiegającego Kelvina studenci powitali okrzykiem: „Nie trafił go pan, proszę pana”.

**Karl Gauss (1777–1855)** *Sławny matematyk, fizyk, astronom.*



Gauss utrzymywał, że gdyby inni zajmowali się matematyką tak starannie i głęboko jak on, to dokonaliby tych samych odkryć. Istotnie, miał on niezwykle zdolność koncentrowania się na rozwiązywanych problemach. Często podczas rozmów z kolegami milkł, zatapiał się w myślach i przestawał reagować na otoczenie. Opowiada się, że gdy do zamyślnego Gaussa pod-

biegł służący, mówiąc: „Panie Gauss, pańska żona umiera i chce pana zobaczyć”, półprzytomny uczony machinalnie odpowiedział: „Proszę powiedzieć, żeby trochę poczekała, aż skończę dowód twierdzenia”.

**Andre Marie Ampere (1775–1836)** *Przedstawił teorię magnetyzmu i odkrył oddziaływanie elektrodynamiczne.*



Pewnego dnia Ampere, udając się na spacer, powiesił na drzwiach wejściowych swego domu kartkę z napisem: „Nie ma mnie w domu”. Kiedy wracał ze spaceru zatopiony w myślach, zauważył tę kartkę, przeczytał, ze zdziwieniem pokiwał głową, a potem obrócił się na pięcie i powędrował dalej.

**Thomas Alva Edison (1847–1931)** *Samouk, wynalazca ponad 1000 patentów, właściciel wielu przedsiębiorstw.*



Do Edisona przychodzi znajomy i po powitaniu zwraca mu uwagę, że bardzo ciężko działa furka przy wejściu. Trzeba ją koniecznie nasmarować. Ale Edison z zadowoleniem odpowiada: „Furka chodzi co prawda ciężko, ale dzięki temu napompowałeś mi do zbiornika 20 litrów wody”.

**Ludwik Boltzmann (1844–1906)** *Zajmował się zjawiskami cieplnymi i fizyką statystyczną.*



Boltzmann, w okresie gdy miał małe dzieci, w niedzielę rano, jeśli była ładna pogoda, udawał się z wózkiem do pobliskiego parku. Tam siadał na ławce i przeprowadzał skomplikowane rachunki. Od czasu do czasu przytomniał, spoglądał na zegarek i gdy zbliżała się pora obiadu, spieszył z wózkiem do domu. Był jednak roztargniony, toteż zdarzało się, że wracał do domu sam. Przyzwyczajeni do tego mieszkańcy zaraz odprowadzali wózek. Pewnego dnia miejscowy policjant przyprowadził wózek, zanim jeszcze dotarł tam Boltzmann. „Bardzo dziękuję” – rzekła doń żona Boltzmann – „Ale czy może pan jeszcze przyprowadzić do domu męża, bo obiad stygnie”.

**Max Planck (1858–1947)** *Otrzymał Nagrodę Nobla w 1918 roku w uznaniu zasług, jakie położył dla dalszego rozwoju nauki, stwarzając teorię kwantów.*

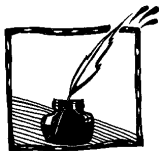


Planck został profesorem fizyki w Berlinie, mając zaledwie 31 lat. Był drobny, niepozorny. Podobno wkrótce po przybyciu do Berlina Planck zapomniał, w której sali miał wyklądać, więc spytał portiera: „Proszę mi powiedzieć, w której sali dziś wykląda profesor Planck?”. Starszy wiekiem portier zmierzył Plancka wzrokiem, po czym poklepał go po ramieniu i rzekł: „Nie idź tam młody człowieku. Jesteś jeszcze za młody, by zrozumieć wykłady naszego uczonego profesora Plancka”.

**Robert Andrews Millikan (1868–1953)** *Otrzymał Nagrodę Nobla za pracę nad zjawiskiem fotoelektrycznym i za wyznaczenie oryginalną metodą ładunku elementarnego.*



W swej autobiografii Millikan przedstawia siebie jako człowieka niezwykle skromnego i pobożnego. Nie wszyscy, którzy go znali, zgadzali się z tym sielankowym wizerunkiem, Millikan był bowiem człowiekiem wyniosłym i niezwykle pewnym siebie. W jego otoczeniu krążyło nawet powiedzenie: „Jezus zbawia, a Millikan przypisuje sobie zasługę”. Niektórzy jego uniwersyteccy koledzy zaproponowali półżartem nową jednostkę fizyczną, będącą miarą skromności. Jeden „kan” miał wyrażać najmniejszą skromność, jaką można było znieść u człowieka. Z nosicielem skromności tysiąc razy mniejszej, jednego „milikana”, trudno było wytrzymać. Ale są tacy, którzy sądzą, że skromność niektórych fizyków sięga tylko kilku „mikrokanów”.

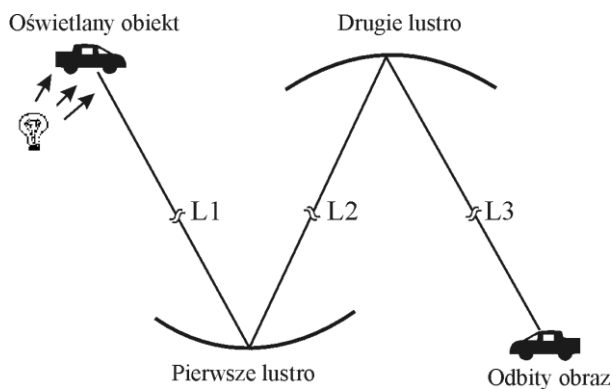


## Uzyskiwanie rzeczywistego obrazu za pomocą luster

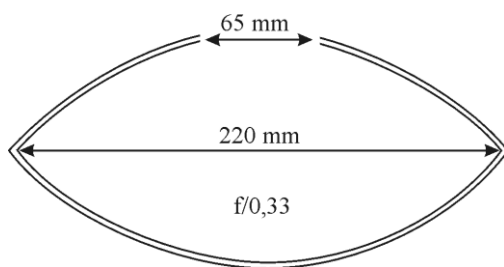
*Stanisław Liguziński*

*Uczeń kl. Ib I LO w Bochni*

Już H.F. Roach (1925) użył dwóch wielkich luster do uzyskania rzeczywistego trójwymiarowego obrazu przedmiotu. Użył on instrumentu optycznego składającego się z dwóch wklęsłych i dwóch wypukłych luster. Obiekt ustawiony w ogniskowej pierwszego zwierciadła jest wyświetlany jako powiększony, rzeczywisty obraz. Elings i Landry opisują optyczne urządzenie wyświetlające, które może być użyte do wyświetlenia rzeczywistego obrazu obiektu przez dwa osiowo zakrzywione zwierciadła.



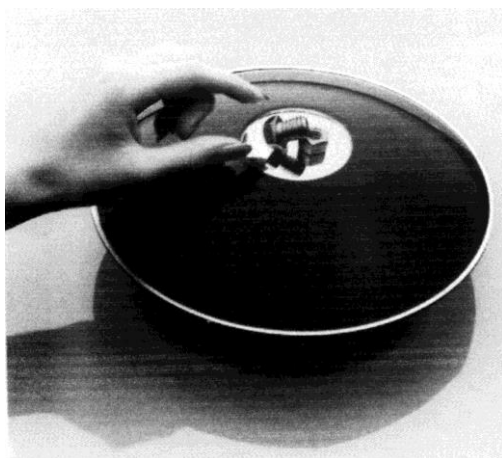
Moje doświadczenie, bazujące na pomysłe Opti-Gone Associates, składa się z dwóch zwierciadeł wklęsłych o ogniskowej  $f/0,33$  i średnicy 220 mm. W górnym zwierciadle wykonana jest dziura o średnicy 65 mm (jak widać na poniższym rysunku). Lustra umieszczone są jedno na drugim w odległości równej ich ogniskowej.





Tym sposobem uzyskujemy rzeczywisty obraz niewielkiego (ze względu na gabaryty luster) przedmiotu umieszczonego na dolnym zwierciadle.

Utworzony obraz może być oglądany z każdej strony. Cienkie przedmioty, takie jak np. monety, dają najlepszy efekt, w przypadku wyższych rzeczy, które z racji rozmiaru nie są zlokalizowane w ogniskowej górnego zwierciadła, występują odkształcenia. W rezultacie obraz jest powiększony, a zakrzywienia prowadzą do zmian rozmiarów przedmiotu.



#### **CIEKAWOSTKA**

System ten jest wykorzystywany w czasie szkoleń wojskowych (w tym przypadku wykorzystuje się lustra o średnicy 1,5 m i  $f/0,5$ ) i podczas zajęć na uniwersytetach, aby uświadomić studentom (ew. rekrutom), że nie zawsze to, co widzą, jest prawdziwe.



## KĄCIK EKSPERYMENTATORA

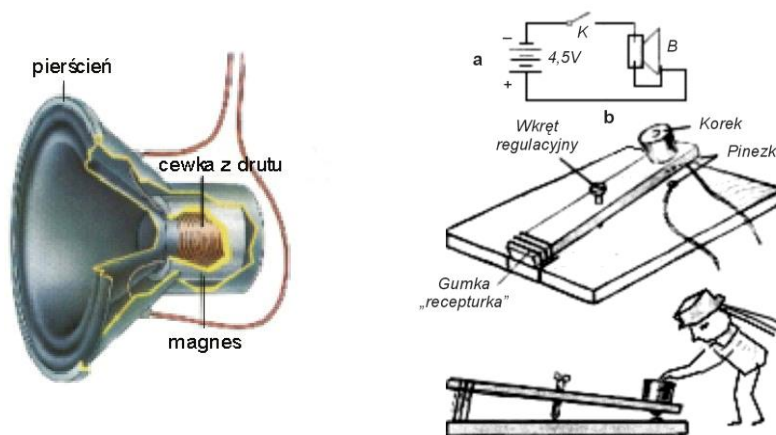
### „Domowy telegraf”

Anna Micuda

Uczennica kl. Ib LO w Bochni

#### DOŚWIADCZENIE:

Prowizoryczne urządzenie telegrafu, nadające alfabet Morse’a, zbudowane jest z klucza telegraficznego (K) i z głośnika, zestawionych wraz z baterią w jeden obwód. Podstawę urządzenia stanowi szeroki kawałek sklejk, na której umieszczona jest wąska deseczka wraz ze śrubkami. Gumki powodują powrót do początkowego położenia deseczki po naciśnięciu korka. Do deski wbita jest pinezka wraz z przewodem połączonym z minusem baterii. Druga pinezka z przewodem połączonym z minusowym złączem głośnika jest wbita do sklejk. Plus baterii połączony został bezpośrednio ze złączem dodatnim głośnika. Głośnik w środku zawiera cewkę z drutu, umieszczoną wewnątrz magnesu stałego w kształcie pierścienia. Cewka przymocowana jest do stożka z papieru lub tworzywa sztucznego, stanowiącego membranę. Z zewnątrz głośnik składa się z pierścienia i z obudowy<sup>1</sup>.



#### <sup>1</sup> Od Redakcji:

Użycie głośnika nie pozwala na określenie, co jest „kropką”, a co „kreską”. Głośnik zasilany prądem stałym nie wysyła dźwięku, z wyjątkiem momentu włączenia i wyłączenia, kiedy „wydaje słaby stukot”, inny przy włączeniu i wyłączeniu. Lepszym rozwiązaniem wydaje się żarówka lub sterowanie generatorem [Adam Starnawski].

## Budowa głośnika

## Budowa klucza

OBSERWACJA:

Po uruchomieniu klucza, w momencie kiedy dwie pinezki zetkną się, obwód zaczyna działać, a głośnik wydaje dźwięki krótkie lub długie. Membrana przemieszcza się do wnętrza oraz na zewnątrz głośnika, co możemy wyczuć, dotykając ją lekko palcami.

WNIOSKI:

Naciskając klucz, zamykamy obwód prądu, który płynie z baterii przez uzwojenie. Prąd płynie przez cewkę wewnątrz głośnika, umieszczoną w polu magnesu. Zależnie od kierunku, w którym płynie prąd, cewka jest przyciągana lub odpychana przez magnes. W ten sposób sygnał elektryczny wprawia cewkę w drgania. Membrana, do której przymocowana jest cewka, drga razem z nią. Drgania stożka wywołują zmiany ciśnienia w powietrzu (znajdującego się w jego pobliżu) i jego rozchodzenie w postaci fal. Ucho ludzkie odbiera te fale jako dźwięk. Krótkie i długie dźwięki odpowiadają poszczególnym literom alfabetu Morse'a. Urządzenie działa tylko wtedy, gdy obwód jest zamknięty i następuje przepływ prądu.

<b>A</b> . _	<b>I</b> ..	<b>R</b> . _ .
<b>B</b> _ ...	<b>J</b> . _ _ _	<b>S</b> ...
<b>C</b> _ . _ .	<b>K</b> _ . _	<b>T</b> _
<b>D</b> _ ..	<b>L</b> . _ ..	<b>U</b> .. _
<b>E</b> .	<b>M</b> _ _	<b>W</b> . _ _
<b>F</b> .. _ .	<b>N</b> _ .	<b>X</b> _ .
<b>G</b> _ _ .	<b>O</b> _ _ _	<b>Y</b> _ . _ _
<b>H</b> ....	<b>P</b> . _ . _	<b>Z</b> _ _ ..



## KĄCIK EKSPERYMENTATORA

### Doświadczenie na deser – zagadkowe płyny

Mariusz Granda

Uczeń kl. Ib LO w Bochni

Nie ma dwóch takich samych płynów. Każdy ma inne właściwości. Na przykład śmietanka zbiera się na powierzchni mleka, a nie odwrotnie. Majonez lubi się rozwarstwiać. Dlaczego? Czy wiesz, że niektóre przedmioty będą pływały w pewnych płynach, a w innych zatoną? Przygotujemy „niby-koktajl” i dokonamy różnych ciekawych odkryć, przekonamy się o właściwościach płynnego miodu, oleju i wody.

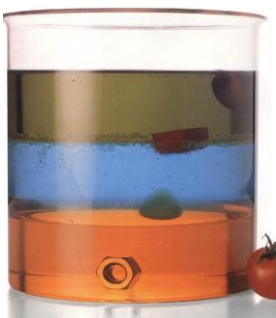
#### Odkrywanie właściwości płynów



Wlejemy miód do plastikowego pojemnika. Później wlejemy powoli taką samą ilość oleju roślinnego. Na końcu dodamy tyle samo wody zabarwionej na niebiesko. Poczekamy, aż płyny rozdzielią się na warstwy. Wrzucimy różne rzeczy i zobaczymy, co pływa, a co tonie.

#### „Niby-koktajl”

Płyny rozdzieliły się na trzy różne warstwy. Miód jest na dnie pojemnika, w środku niebieska woda, a na górze warstwa oleju. Płyny nie połączyły się, ponieważ mają różny ciężar i gęstość. Lżejszy płyn – woda – unosi się nad miodem, płynem cięższym i bardziej gęstym, a olej utrzymuje się na powierzchni wody, bo jest od niej lżejszy.



#### Co pływa, a co tonie?

Niektóre przedmioty, wrzucone do pojemnika, zatoną. Inne będą pływały na różnej wysokości, zależnie od swej wagi i gęstości. Przedmioty najlepiej pływają w gęstych płynach, ponieważ utrzymują one ich ciężar

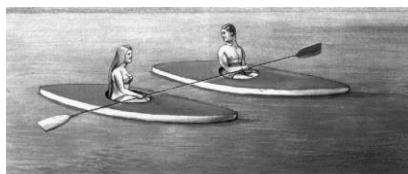


## Jak i dlaczego?

Stanisław Bajtlik

Przedruk za zgodą redakcji *Świata Nauki*, czerwiec 2003. Na zadane pytania w rubryce JAK I DLACZEGO odpowiada fizyk, dr Stanisław Bajtlik z Centrum Astronomicznego PAN im. M. Kopernika w Warszawie.

**? Dlaczego dwa kajaki ustawione równoległe i unoszące się na jeziorze w niewielkiej odległości zbliżają się do siebie?**



Powierzchnia wody jest pofalowana. Wskutek działania wiatru lustro jeziora pokrywają fale o najróżniejszych długościach. Uderzając o burtę kajaka, fale te wywierają na kajak ciśnienie. W przypadku samotnego kajaka na środku jeziora ciśnienie to jest dla obu jego burt, prawej i lewej, średnio jednakowe i kajak stoi w miejscu. Jeśli obok znajdzie się drugi kajak, w przestrzeni pomiędzy nimi mogą występować tylko fale stojące, których węzły znajdują się na burtach kajaków, więc wszystkie fale o długościach większych niż podwojona odległość pomiędzy kajakami zostają wytłumione. A zatem powstaje asymetria: o burtę zewnętrzną uderza więcej fal niż o burtę wewnętrzną i ciśnienia po prawej i lewej stronie się nie równoważą. Ponieważ na wodzie nie działa tarcie statyczne, nawet mała, ale systematycznie działająca siła powoduje zbliżanie się kajaków.

Zjawisko to dotyczy wszelkich podłużnych obiektów pływających. Im okręty, barki czy tratwy są dłuższe i im bliżej siebie się znajdują, tym lepiej jest to widoczne. Ponadto wystarczy tylko jeden obiekt pływający – drugim może być na przykład falochron, ściana śluzy czy portowe nabrzeże.

„Przyciąganie się” kajaków jest makroskopowym analogiem efektu Cassimira, polegającego na pojawianiu się siły pomiędzy dwiema płaskimi, równoległymi płytkami (analog kajaków) zbliżonymi na bardzo małą odległość. Kwantowa próżnia (analog jeziora) jest wypełniona fluktuacjami o najróżniejszych długościach (analog fal). Zbliżenie płytek do siebie sprawia, że w przestrzeni pomiędzy nimi nie mogą się pojawiać fluktuacje odpowiadające zbyt długim modom. A zatem zewnętrzne ściany płytek poddawane są działaniu większej ilości fluktuacji niż ściany wewnętrzne. Ta nierównowaga powoduje przyciąganie się płytek.

Pytania prosimy kierować na adres redakcji: *Świat Nauki*, al. Jerozolimskie 136, p. poczt. nr 9; 00-965 Warszawa, lub e-mailem: [swiatnauki@wsip.com.pl](mailto:swiatnauki@wsip.com.pl)



## KOMUNIKAT „Lwiątko” w Polsce

Ukraiński Konkurs Fizyczny „Lwiątko” (*Fizyka w Szkole*, nr 2 i nr 3, 2003), odpowiednik matematycznego „Kangura”, wystartował, na razie nieśmiało, w Polsce. Zawody zostały zorganizowane przez I SLO przy ul. Bednarskiej w Warszawie z inicjatywy Adama Smólskiego. „Lwiątko” jest konkursem dla uczniów gimnazjów i liceów. Zadania są przygotowane w pięciu kategoriach.

*Fizyka w Szkole* drukuje sukcesywnie zarówno zadania jak i rozwiązania. Strona internetowa I SLO zawiera informacje o poprzednich konkursach oraz o jego przyszłej edycji.

Gorąco zachęcamy uczniów i nauczycieli do zainteresowania się „Lwiątkiem”. Oprócz zadań rutynowych można tu znaleźć zadania niestandardowe, prowokujące do myślenia.

<http://slo.bednarska.edu.pl/lwiatko>

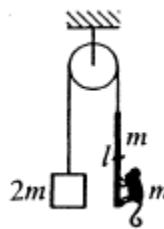


## KĄCIK ZADAŃ

Tym razem zamieszczamy zadania z „Lwiątko”, które pozornie są łatwe, lecz często bywają rozwiązywane błędnie. Można nawet uznać, iż zadania zawierają pułapki. Sprawdźcie, czy „złapaliście się”.

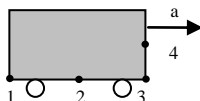
1. Przez lekki blok przerzucono lekki sznur, na którego jednym końcu wisi balast o masie  $2m$ . Na drugim końcu wisi drąg o długości  $l$  i o masie  $m$ , na końcu drąga zaś małpa, też o masie  $m$ . Układ jest w równowadze. Tarcie liny o blok zaniebujemy. Gdy małpa wejdzie po drągu aż do jego górnego końca, drąg obniży się o:

- A)  $l/8$ ;  
B)  $l/4$ ;  
C)  $l/2$ ;  
D)  $l$ .



2. Cysterna wypełniona cieczą porusza się z przyspieszeniem. Ciśnienia w punktach 1, 2, 3, 4 spełniają zależności:

- A)  $p_1 = p_2 = p_3 < p_4$ ;  
 B)  $p_1 = p_2 = p_3 > p_4$ ;  
 C)  $p_1 > p_2 > p_3 > p_4$ ;  
 D)  $p_4 > p_3 > p_2 > p_1$ .



3. Rozważamy wyidealizowany przypadek: pod wpływem dostarczania energii ciecz wyparowała z naczynia. Masa powstałej pary jest:

- A) taka sama jak masa cieczy;  
 B) mniejsza od masy cieczy, z której powstała;  
 C) większa od masy cieczy, z której powstała;  
 D) to zależy od cieczy, która wyparowała.

4. Pojazd kosmiczny porusza się tak, że cały czas przebywa na prostej łączącej środka Księżyca i Ziemi. Co więcej, znajduje się w takiej odległości od środka Ziemi, że przyciągania ze strony Ziemi i Księżyca są jednakowe co do wartości. Czy silniki pojazdu pracują? A jeśli tak, to w którą stronę wyrzucają strumień gazów?

- A) Nie pracują.  
 B) Pracują, wyrzucając gazy w stronę Księżyca.  
 C) Pracują, wyrzucając gazy zgodnie z kierunkiem i zwrotem prędkości pojazdu.  
 D) Pracują, wyrzucając gazy przeciwnie do zwrotu prędkości pojazdu.

### Odpowiedzi:

Ad. 1. Prawidłowa odpowiedź to B.

Zadanie wydaje się łatwe, lecz często pada szybka, błędna odpowiedź (C).

W celu uzyskania prawidłowej odpowiedzi trzeba zauważyć dwa fakty:

- a) Siła, z jaką małpka działa na drąg, jest **siłą wewnętrzną** (drąg też działa na małpkę, III zasada Newtona), zatem nie może ulec zmianie położenie środka ciężkości układu.  
 b) Układ składa się z trzech (!!!) ciał. Oczywiście małpkę traktujemy jako ciało punktowe – raz przyklepione do dolnego końca drąga, raz do górnego. Zmiana położenia środka ciężkości drąg–małpka wynosi  $l/2$ . Aby położenie środka ciężkości (łącznie z balastem) nie uległo zmianie, trzeba tę zmianę CM małpy

i drąga rozłożyć po połowie – drąg z małpą w dół, masa  $2m$  w górę. Proste rozumowanie daje  $l/4$  (patrz rozwiązanie w *Fizyce w Szkole*, nr 3, 2003)

---

Ad. 2. Prawidłowa odpowiedź to C.

Dla nieruchomej (lub poruszającej się z  $v = \text{const}$ ) cysterny  $p_1 = p_2 = p_3 > p_4$  (ciśnienie hydrostatyczne). Ruch z przyspieszeniem  $\vec{a}$  symuluje przyspieszenie grawitacyjne  $-\vec{a}$ , co powoduje poziomą zależność ciśnienia hydrostatycznego bezwładnościowego, a więc  $p_1 > p_2 > p_3$ .

---

Ad. 3. Prawidłowa odpowiedź C.

Należy uwzględnić efekt relatywistyczny.

Dostarczana wodzie energia  $Q$  ( $= m_w c_{\text{parowania}}$ ) jest równoważna wzrastającej masie ciała ( $= mc^2$ ). Można wyliczyć, że jezioro o wymiarach  $1000 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  do odparowania potrzebuje energii równoważnej 24 g wody (dobra łyżka). W żadnym wypadku nie oznacza to, że przybyło ileś tam (ktoś nawet mógłby to policzyć, na chemii robi się takie zadanie) molekuł wody. To molekuły wody mają inną masę.

Uwzględniając konsekwentnie efekty relatywistyczne, musimy uznać, iż gorąca woda ma większą masę niż zimna. Kto by pomyślał? A jednak tak jest.

Na szczęście stosując prawa mechaniki newtonowskiej, w praktyce nie musimy sobie takimi efektami zawracać głowy (chemicy też nie muszą). Natomiast w elektrowni jądrowej fizycy i inżynierowie starannie liczą te ubytki i nadwyżki masy w reakcjach jądrowych.

---

Ad. 4. Prawidłowa odpowiedź B.

Z tematu zadania wynika, iż pojazd kosmiczny porusza się po trajektorii kołowej z okresem równym okresowi Księżyca, lecz o promieniu mniejszym niż promień orbity Księżyca. Siła grawitacji utrzymuje Księżyc na orbicie kołowej. Na mniejszej orbicie, na której znajduje się rakieta, przy tym samym okresie obiegu co Księżyc potrzebne jest wspomaganie silnikiem – potrzebne jest powiększenie siły dośrodkowej. Gazy muszą być wyrzucane radialnie od Ziemi, czyli ku Księżycowi.

---

Redakcja *Fotonu* dziękuje Redaktorowi Naczelnemu *Fizyki w Szkole* dr Adamowi Smólskiemu za zwrócenie uwagi na „Lwiątko”.





## Wakacje w Świnoujściu

*Ewa Pater*

*I Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Integracyjnymi  
im. Mieszka I w Świnoujściu*

Wakacje już za nami, a ja mam nadzieję, że wielu czytelników czasopisma *Foton* w czasie swoich wakacyjnych wędrówek trafiło na piękną nadmorską plażę w Świnoujściu, gdzie w słoneczne dni można się cieszyć pluskiem fal i widokiem szybujących w stronę słońca orłów.

Chciałabym zachęcić do odwiedzenia przy tej okazji przeciwległego (zachodniego) krańca wyspy Uznam i miasteczka Peenemünde, po niemieckiej stronie wyspy.

Można dojechać tam ze Świnoujścia bardzo malowniczą i bezpieczną trasą rowerową wzdłuż wybrzeża Bałtyku (50 km) lub bardzo wygodną kolejką elektryczną, której przystanek znajduje się tuż za pieszym przejściem granicznym Świnoujście-Ahlbeck po lewej stronie głównej drogi. Kupujemy bilet do Peenemünde z przesiadką w Zinowitz.

Co ciekawego można zobaczyć w Peenemünde? „Phänomena”, czyli „Wystawę interaktywną”. W starej hali fabrycznej, w której produkowano znane wszystkim z historii II wojny światowej rakiety V-I i V-II, na powierzchni 2500 m<sup>2</sup> zorganizowano 206 stanowisk, eksperymentów fizycznych. Począwszy od demonstracji z mechaniki (jedną ręką podnosimy oryginalnego Trabantą), poprzez doświadczenia i demonstracje z bańkami mydlanymi (otaczamy całą swoją sylwetkę błoną mydlaną), pokazy akustyczne (gasimy bębniem świecę), aż do podróży w wirówce przeznaczony dla przyszłych astronautów.



Podnoszenie Trabanta jedną ręką

W pobliżu wystawy znajduje się również „Historisch-Technisches Informationszentrum”, gdzie zgromadzone są eksponaty i informacje w postaci elektronicznych animacji, filmów dotyczących historii rakiet i lotów kosmicznych (ze szczególnym uwzględnieniem rakiet produkowanych w Peenemünde). Na terenie otaczającym te dwa obiekty znajdują się miejsca do wypoczynku wśród rakiet helikopterów wojskowych oraz okrętów wojennych z czasów II wojny światowej.

Jeden dzień przeżyjemy w atmosferze wielkich odkryć i ciekawych eksperymentów, niejednokrotnie zaskakujących nas swoją pomysłowością i wykonaniem.

Bilet wstępu na oba obiekty dla uczestnika zorganizowanej grupy (powyżej 10 osób) to 3,50 EURO. Na terenie wystawy można również, po wcześniejszym uzgodnieniu terminu, zorganizować przyjęcie urodzinowe dla dzieci.

Więcej szczegółów można znaleźć na stronach internetowych: [www.peenemuende.de](http://www.peenemuende.de) i [www.phaenomena-peenemuende.de](http://www.phaenomena-peenemuende.de).



Symulacja wrażeń astronautów



## „Nauki dawne i niedawne” – ekspozycja interaktywna

*Katarzyna Krzywucka*

*Uczennica kl. Ib XXVI LO w Krakowie*

Wystawa pt. „Nauki dawne i niedawne” ma charakter trwały i stanowi uzupełnienie ekspozycji stałej znajdującej się w Collegium Maius. Nawiązuje do prezentowanej w Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego, najcenniejszej w Polsce kolekcji historycznych instrumentów naukowych. Jako wystawa interaktywna, jest nową formą prezentacji zagadnień związanych z takimi naukami ścisłymi, jak fizyka, astronomia czy matematyka. Na potrzeby realizacji tematyki wystawy, zaprojektowano i wykonano specjalne stanowiska z modelami typu „hands-on”, obsługiwany bezpośrednio przez widza według instrukcji zamieszczonych na danym stanowisku. Idea modeli „hands-on” polega na tym, że widz, wykonując sam proste doświadczenia, poznaje zjawisko lub zasadę działania danego przyrządu.

Ekspozycja rozmieszczona została w czterech salach parterowych Collegium Maius, specjalnie odnowionych dla tego celu. Wnętrza te, dawne lektoria, dotychczas niedostępne dla zwiedzających, po raz pierwszy zostały pokazane publicznie, a wraz z nimi unikatowe freski o charakterze naukowym, jakie w większej części zachowały się na ścianach.

Sala I to aranżacja dawnej izby alchemicznej. Odtworzona z dokładną precyzją, zawiera szereg przyrządów i naczyń potrzebnych średniowiecznemu alchemikowi, pragnącemu zgłębić tajniki tej uprawianej przeszło dwa tysiące lat wiedzy. W laboratorium znajduje się również specjalny piec do topienia metali i ogrzewania pojedynczych naczyń. Surowce oraz ceramiczne i metalowe misy ułożono na okapie ponad paleniskiem. Również zapomniane już przyrządy, takie jak alembik, pelikon czy retorta, znalazły swoje miejsce wśród naczyń używanych podczas destylacji.

Sala II zatytułowana „W świecie fal” poświęcona jest całkowicie zjawiskom fizycznym związanym z falami. Opis tekstowy i rysunkowy pod każdym stanowiskiem z modelami pozwala widzowi poznać i zrozumieć pewne aspekty ruchu falowego. W tej części wystawy interaktywnej możemy dowiedzieć się, w jaki sposób utworzyć falę stojącą, na czym polega działanie polaryzatora, radiometru Crookesa czy soczewki akustycznej. Liczne doświadczenia umożliwiają widzowi przekonanie się, jak zadziwiający i czasami zaskakujący potrafi być świat fizyki.

„Między bitem a abakiem”, czyli sala III, przedstawia historię metod i przyrządów ułatwiających wykorzystanie obliczeń matematycznych. Specjalnie zaprojektowane modele oraz kopie pierwotnych pomocy liczących, całkowicie dostępne

są dla zwiedzających. Wśród wystawionych urządzeń znajduje się abak, czyli pierwsza tablica, na której dokonano pozycyjnego zapisu liczby, liczydło, kostki i cylindry Napiera oraz dywan logarytmiczny, pozwalający na szybkie i stosunkowo dokładne wykonywanie skomplikowanych obliczeń bez potrzeby dodatkowych notatek. Dzięki ekspozycji przekonać się można, jak w rzeczywistości wygląda komputer od środka, na czym polega system dwójkowy oraz do czego służy arytmometr i koło pośredniczące.

Ostatnia sala zatytułowana „Pomiar czasu i współrzędnych wczoraj i dziś”, uwzględnia istotne aspekty pomiaru czasu i położenia w ujęciu historycznym. Zegar piaskowy, czyli najprostsza forma pomiaru przedziału upływającego czasu, zegar słoneczny pionowy czy zegar nocny to przyrządy, które, mimo iż wynalazione zostały przed setkami, a nawet tysiącami lat, nadal są używane. Ta część ekspozycji umożliwia nam również zapoznanie się z jednym z najnowszych multimedialnych programów komputerowych URANIA. Pozwala on poznać podstawowe reguły określania czasu, budowę układu planetarnego oraz zobaczyć najnowsze zdjęcia z Kosmosu.

Wystawa „Nauki dawne i niedawne” ma charakter edukacyjny. Przeznaczona jest jednak nie tylko dla młodego widza, ale również dla wszystkich osób zainteresowanych historią nauki. Forma interaktywnego przedstawienia tematyki jest rodzajem samoedukacji i nauki przez zabawę.



Dziedziniec Collegium Maius w Krakowie



## Świetna zabawa w muzeum

Stała interaktywna wystawa  
w Muzeum Inżynierii Miejskiej w Krakowie

*Marcin Dohnalik*

*Uczeń I klasy gimnazjum*

Niedawno w Muzeum Inżynierii Miejskiej w Krakowie została otwarta stała wystawa interaktywna. Oznacza to, że na wystawie można dotknąć i samemu spróbować, jak działają przedstawione tam urządzenia. Byłem, widziałem, sprawdzałem.

Już od razu po wejściu do środka rzucają się w oczy wielokrążki. Po podejściu i przeczytaniu opisu możemy się dowiedzieć, jak działają i do czego są przydatne. Za ich pomocą podniosłem tam z łatwością masę 115 kg.

Podobnie jest na innych stanowiskach: są ciekawe urządzenia, które można wypróbować, są przygotowane doświadczenia, które można samemu zrobić.

Wszystko to jest z zakresu: elektryczności i magnetyzmu, maszyn prostych, hydrostatyki, konstrukcji mostów i ekologicznych sposobów wytwarzania energii elektrycznej.

Obserwowałem, że nawet najmłodsi mają zabawę, dmuchając ogromne bańki mydlane i szalejąc na rowerkach. Jeśli tylko umieją czytać, próbują zastanawiać się nad postawionymi problemami, np. dlaczego bańka mydlana jest kulista, dlaczego pojawiają się kolorowe prążki na jej powierzchni?



Fot. Z.G-M.

Dzięki temu, że można samemu wszystko wykonywać oraz dzięki jasnym wytłumaczeniom wypisanym przy zestawach doświadczeń, fizyka staje się bardzo ciekawa. Koledzy i koleżanki, warto iść z rodzicami, bo ich zainteresuje, i warto z młodszym rodzeństwem, bo to świetne miejsce na interesującą zabawę w deszczowe, wakacyjne przedpołudnia. A kiedy się rozpogodzi, tuż obok czeka piękny stary Kazimierz, warty zwiedzenia!

To już druga stała interaktywna wystawa z fizyki w Krakowie. Zwiedzający zabytki Starego Miasta zapewne z przyjemnością odkryją podobną w Collegium Maius. Tego typu wystawy mogą niektórym uczniom uświadomić, że fizyka nie jest taka zła, jak im się



Fot. Z.G-M.

wydaje, ale jest nauką szczególnie ciekawą i niezwykle ważną. Wystawa czynna jest od wtorku do piątku 10.00–14.00, w sobotę i niedzielę od 10.00–16.00.

Wybieram się tam ponownie. Z radością pójde tam jeszcze wielokrotnie, żeby obejrzeć dokładnie rzeczy, których nie zdążyłem wypróbować, i pobawić się nimi wystarczająco długo. Zabiorę ze sobą mojego siostrzeńca, pierwszoklasistę Stasia Żurawskiego, który też tam był i po trzech godzinach nie chciał jeszcze wyjść. To naprawdę świetna zabawa!

Adres internetowy muzeum <http://www.mimk.com.pl>



## Eureka w Szczecinie

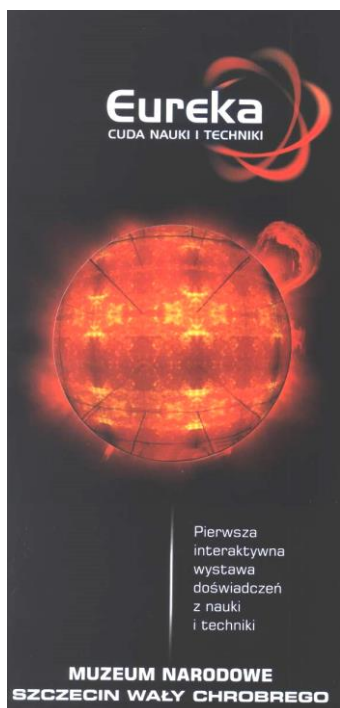
Cuda nauki i techniki czyli przez zabawę do wiedzy.

*Tadeusz Molenda*

*Uniwersytet Szczeciński*

*Jedynym kryterium słuszności teorii  
jest eksperyment*

Albert Einstein



Instytut Fizyki Uniwersytetu Szczecińskiego zorganizował interaktywną wystawę doświadczeń z nauki i techniki. Część eksponatów została wypożyczona z podobnej wystawy w Peenemünde (patrz „Wakacje w Świnoujściu”, str. 55 w tym zeszycie). Od dnia otwarcia (9 XI 2002) do końca sierpnia bieżącego roku wystawę odwiedziło ok. 15 000 osób.

Adres internetowy:

<http://eureka.univ.szczecin.pl>

<http://www.muzeum.szczecin.pl> (galeria zdjęć)



## Przed szkole Fizyki – Zakopane 2003

Zofia Gołąb-Meyer

Po raz kolejny, od 2 do 6 czerwca, odbyło się Przed szkole Fizyki. W tym roku zorganizowano je przy XLIII Zakopiańskiej Szkole Fizyki Teoretycznej.

Jak zwykle 20 uczniów kwaterowało w domu wypoczynkowym Uniwersytetu Jagiellońskiego „Lonka”, a zajęcia i posiłki odbywały się w hotelu „Geovita”, gdzie odbywała się Szkoła Fizyki Teoretycznej.

Młodzież była pod opieką mgr Ewy Pater z I LO w Świnoujściu oraz tradycyjnie dra Adama Smólskiego, redaktora *Fizyki w Szkole* i nauczyciela fizyki w I LO Liceum w Warszawie przy ul. Bednarskiej.

W tym roku młodzież dostała solidną dawkę wykładów i warsztatów. Niektórzy uczniowie zostali poproszeni już wcześniej o przygotowanie pokazów i demonstracji. Byli to przede wszystkim uczestnicy turnieju zadaniowego. Drużyna finalistów ze Świnoujścia została zaproszona do Zakopanego w nagrodę za swój pierwszy udział w turnieju.

W tym roku uczestnicy przyjechali z: Żywca, Rabki, Bochni, Wieliczki, Krakowa, Wielunia, Warszawy i Świnoujścia. Byli to uczniowie od I klasy, aż po maturzystów, weteranów „przedszkolnych”.

Na przyszły rok skoncentrujemy się bardziej na młodszych uczestnikach, i to z myślą o nich będą planowane wykłady.

Niektóre z tegorocznych zajęć były bardzo zaawansowane, niemniej wszyscy uczestnicy wiele z nich skorzystali.

Największą atrakcją Przed szkola są bezpośrednie kontakty z naukowcami i tymi już sędziwymi, i tymi bardzo młodymi, doktorantami. Przed szkole jest ważne dla uczestników–przedszkolaków. Bywa, że ktoś pod wpływem Przed szkola zmienia decyzję i wybiera fizykę jako kierunek studiów. Przed szkole jest ważne również dla wykładowców. Dostrzegają oni i uroki, i trudności, jakie stoją przed uczonymi popularyzującymi swoje dziedziny wiedzy.

W czasie Przed szkola odbyła się, bardzo udana (pogoda wspaniała) wycieczka i wspólne wyjście do kina na „Matrix”.

A oto lista wykładów i warsztatów:

- *Fizyka czasoprzestrzeni* – Łukasz Bratek, IFUJ
- *Zwarte obiekty we Wszechświecie – laboratorium fizyki współczesnej* – Joanna Jałocha, IFUJ
- *Parametric Resonance: What do semiconductors have to do with swings? Wahadło parametryczne: jaki jest związek pomiędzy bujaniem się a półprzewodnikami?* – Robert L. Jaffe, MIT, USA

- *Skąd znamy historię Wszechświata?* – Krzysztof Fiałkowski, IFUJ
- *O geometrii nieeuklidesowej.* (Wykład jest dostępny na stronie internetowej *Fotonu*, w okienku Przedszkole) – Andrzej Kotański, IFUJ
- *HISPARC: high-school participation in astroparticle physics* (Projekt: *Uczniowie biorą udział w badaniach astrofizycznych*) – J. Van Holten, NIKHEF
- *O grafach Feynmana dla początkujących* – Andrzej Buras, Monachium
- *O gotowaniu zupy kwarkowo-gluonowej* – Marek Gaździcki, Frankfurt
- *Miracles explained by the laws of physics. (Zagadki wyjaśniane przez fizykę)* – Theo Ruijgrok
- *A number of mathematical curiosities. (O ciekawostkach matematycznych)* – Theo Ruijgrok
- *Komputery kwantowe* – Wiesław Płaczek, IFUJ
- *O mechanice kwantowej* – Kacper Zalewski, IFUJ
- *Warsztaty. O konkursie „Lwiątko na Ukrainie”* – Adam Smólski
- *What is going on at RHIC. (Co nowego w RHIC)* – Larry McLerran, BNL
- *O łamaniu symetrii* – Henryk Arodź, IFUJ
- *Bilard* – Waldemar Wieczorek, IFUJ
- *Padający komin* – Michał Welc, uczeń, Świnoujście
- *Bąbelki na międzypowierzchni* (zadanie turniejowe, patrz artykuł A. Hoszmana w tym zeszycie) – Michał Grochowski, student, Świnoujście
- *Fizyka latającego talerza* – Michał Heller, uczeń V LO, Kraków
- *Liczby zespolone. Warsztaty* – Łukasz Lach, uczeń, Żywiec
- *Pokaz zabawek naukowych własnoręcznie skonstruowanych* – Mirek Pietrańczyk, uczeń, Żywiec





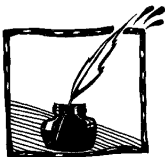
Ankieta przeprowadzona na koniec przez uczestników Przedszkola, oceniająca (surowo) wykłady, pokazała, że wszystkie były „trafione”. Uczniowie mają różne, tak jak i wykładowcy, gusta i zainteresowania.

Pięciodniowe Przedszkole trwa za krótko, by na nim przeprowadzić bardziej gruntowne warsztaty, co, jak część uczestników podkreślała, byłoby też bardzo pożądane. To sympatycznie widzieć głód wiedzy u uczniów.

Przedszkole było finansowane przez Zakład Teorii Cząstek Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Prywatni sponsorzy dorzucili się do finansowania drobnych rozrywek uczestników oraz nagród książkowych dla uczestników konkursów *Fotonu*.



Fot. Z.G-M



## Plazma – IV stan materii

Agnieszka Piekut, Natalia Ignatowicz  
Uczennice LO im. Mieszka I w Świnoujściu



Scenka, w której nasi koledzy zaprezentowali historię odkrycia plazmy (Jean Picard)

Dnia 19 grudnia 2002 roku po raz kolejny (bo już piąty) odbyło się w naszym Liceum Ogólnokształcącym z Oddziałami Integracyjnymi im. Mieszka I w Świnoujściu „Święto Nauki”.

Tematem tegorocznego wydarzenia była **PLAZMA – IV STAN MATERII**.

W organizację święta zaangażowało się wielu uczniów z różnych klas (I, III, IV). Z inspiracji pani prof. Ewy Pater i pani prof. Barbary Andrzejczyk uczniowie przygotowali scenki, doświadczenia i prezentacje komputerowe.

### PROBLEMY PORUSZANE PODCZAS PREZENTACJI:

1. Odkrycie plazmy (Jean Picard)
2. Co to jest plazma?
3. Wylądowania atmosferyczne Ziemi
4. Induktor Ruhmkorffa
5. Zorze polarne
6. Skala próżni
7. Promieniowanie w rurze plazmowej
8. Plazma słońca
9. Promieniowanie katodowe
10. Obłoki materii międzygwiazdowej
11. Szklana kula plazmowa
12. Technika plazmowa
13. Zastosowania techniki plazmowej
14. Napęd plazmowy statków kosmicznych
15. Fotoogniwa cienkowarstwowe
16. Tokamak

W trakcie imprezy zbieraliśmy pieniądze na zakup nowej maszyny elektrostatycznej do gabinetu fizyki.



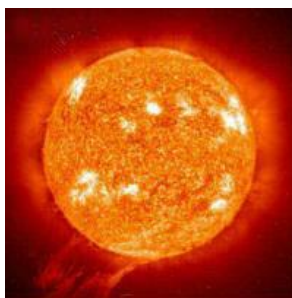
Lampa plazmowa, skonstruowana własnoręcznie przez Jolę Szarzyńską

Dowiedzieliśmy się także, że plazma występuje w:

1) mgławicach



2) Słońcu



3) zorzach polarnych



4) wyładowaniach atmosferycznych





## CZYTAMY PO ANGIELSKU

### **The Museum of Unworkable Devices**

<http://www.lhup.edu/~dsimanek/museum/unwork.htm>

“This museum is a celebration of fascinating devices that don’t work. It houses diverse examples of the perverse genius of inventors who refused to let their thinking be intimidated by the laws of nature, remaining optimistic in the face of repeated failures. Watch and be amazed as we bring to life eccentric and even intricate perpetual motion machines which have remained steadfastly unmoving since their inception. Marvel at the ingenuity of human mind, as it reinvents the square wheel in all of its possible variations. Exercise your mind to puzzle out exactly why they don’t work as the inventors intended.”

This fascinating museum website was created, and is maintained and updated, by Donald Simanek, Emeritus Professor of Physics, Lock Haven State University, Lock Haven, PA; [dsimanek@lhup.edu](mailto:dsimanek@lhup.edu)

*The Physics Teacher*, Vol. 41, September 2003

### **Dictionary:**

**unworkable** – nie działający

**device** – urządzenie

**inventor** – wynalazca

**laws of nature** – prawa natury

**repeated failures** – powtarzające się niepowodzenia



## Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach

*Mieczysław Janusz Jagła, Grzegorz Sęk*

Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach pod Krakowem jest unikatową placówką w Polsce, a jedyną w jej południowo-wschodnim rejonie. Głównym celem jego działania jest szeroko pojmowane krzewienie znajomości jednej z najpiękniejszych nauk – astronomii. Na strukturę MOA składają się dwa podstawowe działy: popularyzacyjny i dydaktyczny.

**Dział popularyzacji** prowadzi pokazy nieba (plamy na Słońcu, Księżyc, planety, gwiazdy i ich skupiska, mgławice oraz galaktyki), prelekcje z przeżroczami, pokazy symulacji komputerowych, oraz wideoprezentacje najciekawszych zjawisk astronomicznych (zaćmienia, przeloty komet itp.). Z wymienionych form popularyzacji korzysta głównie młodzież z terenu województwa małopolskiego oraz województw sąsiednich.

Organizowane są też zamiejscowe wystawy, poświęcone najciekawszym obserwacjom, oraz masowe pokazy najważniejszych zjawisk na niebie. Działa biblioteka i czytelnia udostępniająca specjalistyczną literaturę i czasopisma z tej dziedziny, a także umożliwiająca korzystanie na miejscu z oprogramowania komputerowego, w tym z komputerowych katalogów i atlasów nieba. Również na naszej internetowej stronie można znaleźć stale aktualizowane informacje o placówce oraz o tym, co się w niej obecnie dzieje, a także co widać aktualnie na niebie. Zamieszczane są też relacje i zdjęcia ostatnio obserwowanych zjawisk i obiektów oraz informacje o wielu ciekawych astronomicznych stronach internetowych.

**Dział dydaktyczny** obejmuje 8 pracowni, w tym m. pracownię astronomiczną oraz komputerową. **Pracownia astronomiczna** zrzesza zainteresowaną astronomią młodzież z dość dużego obszaru (Niepołomicze, Kraków i okolice, Wieliczka oraz Bochnia). Na zajęciach kół astronomicznych młodzież ma możliwość zapoznania się z podstawami wiedzy o Wszechświecie oraz z metodologią współczesnej nauki. Znakomite rezultaty można osiągnąć dzięki możliwości połączenia teorii z praktyką. Uczniowie mogą nie tylko na własne oczy zobaczyć za pomocą teleskopów najważniejsze obiekty w naszym Układzie Słonecznym, ale również prowadzą wizualne i fotograficzne obserwacje niezwykle ciekawych zjawisk na gwiazdzistym niebie. Do takich należą na przykład zjawiska zakryciowe. Organizowane są też ekspedycje obserwacyjne, których przeprowadzono do tej pory kilkadziesiąt, między innymi w celu obserwacji całkowitego zaćmienia Słońca w lipcu 1991 r. w Meksyku, w sierpniu 1999 r. na Węgrzech, w czerwcu 2001 r. na Madagaskarze

oraz w grudniu 2002 r. dwie wyprawy do Republiki Południowej Afryki i do Australii. W trakcie zajęć na kółkach astronomicznych oraz fotograficznych młodzież przygotowuje się do wyjazdu na obserwacje całkowitego zaćmienia Słońca, które będzie widoczne w 2006 r. w Turcji.

Młodzież interesująca się astronomią i astronautyką brała również udział w licznych sympozjach naukowych. W 1990 r. dziewiętnastoosobowa grupa z MOA na zaproszenie ESA (europejskiego odpowiednika NASA) gościła na wielkiej międzynarodowej wystawie techniki kosmicznej w Brukseli (TECHNO-SPACE 90'). Młodzież wykonała też wiele ciekawych obserwacji (częściowych zaćmień Słońca, częściowych i całkowitych zaćmień Księżyca, zakryć gwiazd przez Księżyc oraz przelotów komet, a także obserwacji gwiazd zmiennych). Prócz tego nasi podopieczni biorą udział w różnych konkursach i olimpiadach astronomicznych, zajmując wysokie lokaty – ostatnio trzecie miejsce w XIX Ogólnopolskim Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu.

MOA jest również prekursorem w dziedzinie dydaktyki informatycznej. Od 1986 r. działa **koło informatyczne**. Obecna pracownia informatyczna jest wyposażona w 8 komputerów PC pracujących w sieci oraz licencjonowane oprogramowanie użytkowe. Od 1994 roku MOA ma dostęp do Internetu oraz własną stronę WWW.

Działalność popularyzacyjną i dydaktyczną wspomaga pracownia **multimedialna**, w ramach której młodzież poznaje podstawy fotografii cyfrowej, elementy sztuki filmowej (dokumentalistykę – video) oraz nowoczesne techniki multimedialne (komputerowe przetwarzanie obrazu, dźwięku i tekstu).

W 1999 r. reaktywowana została **sekcja fotograficzna**. Do dyspozycji młodzieży jest kilka aparatów fotograficznych, wszelkiego typu akcesoria do aparatów (telekonwertery, teleobiektywy, teleskopy, filtry, lampy błyskowe), a także kompletna ciemnia do fotografii czarno-białej. Najlepsze prace sekcji będą prezentowane na naszej stronie WWW.

W roku 1999 powstała także **sekcja internetowa**. Na zajęciach młodzież uczy się korzystania z Internetu poprzez zapoznanie się z przeglądarkami internetowymi, przeglądanie stron WWW, obsługę poczty elektronicznej, grup dyskusyjnych, serwerów itp. Uczestnicy zajęć internetowych pomagają przy tworzeniu naszych stron WWW.

Poza podstawowymi pracowniami, nadającymi specjalistyczny charakter placówce, istnieją pracownie „satelitarne”, cieszące się dużą popularnością. Największe zainteresowanie wzbudza **pracownia szachowa**, która współpracuje z drugoligowym klubem „Goniec-MOA” w Staniątkach. Jej wychowanek Kamil Mitoń zdobył w 1996 roku tytuł Mistrza Świata, a wcześniej dwukrotny tytuł Mistrza Polski. Działa też **sekcja sportu i rekreacji**, reprezentowana przez własną drużynę koszykówki, oraz nowo utworzona **sekcja strzelecka**. W 1998 r. MOA objęło

patronat nad **sekcją motocyklową**. Uczestnicy tej sekcji organizują zloty motocyklowe, współpracują ze sobą w celu wymiany doświadczeń.

Najważniejszym celem, jeśli chodzi o przyszłość, jest zapewnienie możliwości rozwoju młodzieży, która wykazuje zainteresowania naukami przyrodniczymi, w szczególności astronomią oraz techniką komputerową. Najpilniejszym zadaniem jest rozbudowa placówki z myślą o zwiększeniu liczby pomieszczeń przeznaczonych na pracownie dydaktyczne, planetarium, bibliotekę z czytelnią oraz zaplecze techniczno-warsztatowe.



Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach posiada w pełni sprawną aparaturę projekcyjną planetarium produkcji niemieckiej, model ZKP 1. Generalny remont aparatury przeprowadzono w Planetarium Śląskim w Chorzowie w 1999 roku, przy pomocy fachowców z zakładów Carl Zeiss w Jenie. Koszt naprawy pokrył Urząd Miasta i Gminy w Niepołomicach oraz MOA. Aktualna wartość tej aparatury wynosi ok. 350 tys. zł. Wybudowanie pawilonu lub budynku ze specjalnym dachem i ekranem w kształcie kopuły umożliwi zainstalowanie aparatury i prowadzenie pokazów nieba bez względu na warunki atmosferyczne. Najnowszą inicjatywą MOA jest uruchomienie w komnatach Zamku Królewskiego w Niepołomicach Muzeum Astronomicznego. Ekspozycje pochodzą z Obserwatorium Astronomicznego UJ oraz PTMA. Otwarcie Muzeum nastąpiło w czasie tegorocznych Dni Niepołomic, 30 maja 2003 r.

Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne, 32-005 Niepołomice, ul. Mikołaja Kopernika 2

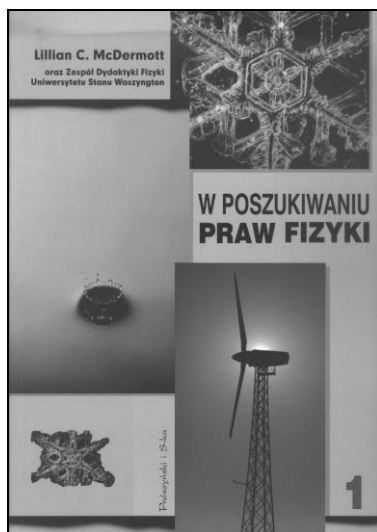
tel./fax: (0-12) 2812-131, e-mail: [moa@home.pl](mailto:moa@home.pl), [www.moa.home.pl](http://www.moa.home.pl)



## KOMUNIKAT Medale ICPE 2002

ICPE (International Commission on Physics Education) przyznała za rok 2002 dwa medale, oba paniom. Jeden otrzymała profesor **Lillian C. McDermott** z uniwersytetu stanowego w Seattle w USA, a drugi profesor **Tae Ryu** z jezuickiego uniwersytetu w Tokio. Polskim nauczycielom fizyki Lillian McDermot może być znana z książki *W poszukiwaniu praw fizyki*, wydanej w 2000 przez Wydawnictwo Prószyński i S-ka. Grube tomy *W poszukiwaniu praw fizyki* nie są podręcznikiem, są raczej zbiorem konspektów i arkuszy pracy dla uczniów poznających kolejne działy fizyki. Książka to ukoronowanie pracy Lillian McDermot i zespołu Zakładu Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Stanu Waszyngton. Lata pracy nad trudnościami poznawczymi uczniów i studentów zaowocowały tym dziełem. Gorąco zachęcam Państwa do lektury i do wykorzystania książki. O metodzie McDermot pisaliśmy już w *Fotonie*. Niektórzy tłumacze tego podręcznika prowadzili w Warszawie kółko fizyczne metodą McDermott.

Lillian McDermott jest znana nie tylko ze swych kursów dla nauczycieli fizyki, lecz przede wszystkim z prac badawczych nad nauczaniem fizyki. Walczy o uznanie dla tych badań, o ich obecność np. w *American Journal of Physics*.





Profesor **Tae Ryu** mieli okazję poznać nauczyciele, uczestnicy polsko-japońskiego spotkania nauczycieli fizyki sprzed dziesięciu lat (*Foton* 12, 1992). Tae Ryu była inicjatorką otwarcia się japońskich nauczycieli fizyki na kontakty z resztą świata. To z jej inicjatywy grupa entuzjastycznych nauczycieli fizyki założyła stowarzyszenie „Zbłąkane Koty” (*Stray cats*). Te Zbłąkane Koty są autorami bardzo zmyślnych demonstracji i pokazów, które kiedyś pokazywali w Krakowie (artykuł Rafała Leszczyńskiego w *Fotonie* 12) i które z zapałem pokazują na świecie, równocześnie podglądając i udoskonalając pomysły innych. Tae Ryu jest bardzo aktywna w ICPE, w GIREP-ie. Jest inicjatorką wielu akcji, organizatorką ważnych seminariów i spotkań. Jest też bardziej ceniona na świecie niż w rodzinnej Japonii, chociaż to w znacznej mierze dzięki niej w niektórych japońskich szkołach lekcje fizyki nie wyglądają już jak za czasów młodego Koshiy. Tae Ryu jest niewątpliwie jedną z najgłębiej myślących osób zajmujących się nauczaniem fizyki.



Tae Ryu z Zofią Gołąb-Meyer na konferencji GIREP-u w Toruniu w 1991



## KOMUNIKAT

### **Rozstrzygnięcie konkursu fizyczno-fotograficznego „Zjawiska fizyczne wokół nas”**

W ostatnich dniach czerwca w Młodzieżowym Domu Kultury w Wieluniu rozstrzygnięty został konkurs fizyczno-fotograficzny pn. „Zjawiska fizyczne wokół nas”.

W ocenie organizatorów i zespołu jurorów konkurs cieszył się sporym zainteresowaniem. W sumie uczniowie nadesłali 426 fotografii. Do większości zdjęć młodzi autorzy dołączyli bardzo dokładne opisy, w obawie, aby oceniający błędnie nie zinterpretowali przedstawionych na fotografiach zjawisk fizycznych. Wielu uczniów samodzielnie zaprojektowało i przeprowadziło fizyczne eksperymenty, a następnie precyzyjnie zarejestrowało na kliszy fotograficznej ich przebieg.

Analizując i oceniając nadesłane fotografie, komisja brała pod uwagę przede wszystkim sposób przedstawienia („uchwycenia”) wybranego zjawiska fizycznego, ale także jakość techniczną zdjęć.

Komisja konkursowa pod przewodnictwem pani Zenony Stojeckiej (opiekuna koła Młodych Fizyków przy MDK) nagrodziła i wyróżniła w sumie 63 uczniów w dwóch grupach wiekowych (uczniowie szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych). Dzięki finansowemu wsparciu Starostwa Wieluńskiego laureaci otrzymali nagrody rzeczowe w formie tematycznych albumów i słowników.

Wszystkie fotografie, które zyskały uznanie komisji konkursowej, mają być wyeksponowane w Wieluniu we wrześniu, na specjalnej wystawie pokonkursowej.

W ocenie jurorów uczestnicy konkursu zostali skutecznie sprowokowani do refleksyjnego spojrzenia na otaczającą przyrodę, a także dodatkowo uczuleni na konieczność dostrzegania praw fizyki w otaczającym świecie.

W związku z dużym zainteresowaniem konkursem organizatorzy zapowiadają kolejną edycję w przyszłym roku szkolnym.

Redakcja wybrała trzy zdjęcia z nadesłanych, które zdobiją tył okładki tego zeszytu.



## KOMUNIKAT

Już po raz kolejny Walne Zebranie Delegatów Polskiego Towarzystwa Fizycznego, które tym razem odbyło się w Gdańsku, zobowiązuje Zarząd Główny do interwencji w MENiS. Tym razem chodzi o bardzo ważny dokument, dotyczący przyszłej matury z fizyki i astronomii. Dokument ten ustala standardy i poziom nauczania fizyki. Informujemy Państwa, że PTF (Komisja do Spraw Nauczania Fizyki w Szkołach we współpracy z Sekcją Nauczycielską) oferowało MENiS współpracę, merytoryczne konsultacje po to, by dokument dotyczący nowych matur był merytorycznie poprawny i był wyrazem wprowadzanej reformy nauczania. Tak jednak się nie stało. Oferta została odrzucona. Otrzymaliśmy dokument, który wzbudził konsternację i protesty wielu nauczycieli. Dziękujemy za listy i uwagi w tej sprawie. Obiecujemy, że zrobimy co w naszej mocy, by dokument, o którym mowa został wycofany, a nowy był poprawny.

Oto tekst odezwy delegatów Walnego Zebrania Delegatów PTF skierowany do Zarządu Głównego:

Walne Zebranie Delegatów Polskiego Towarzystwa Fizycznego wyraża głębokie zaniepokojenie treścią opublikowanego i rozesłanego do szkół „Informatora maturalnego od 2005 roku z Fizyki i Astronomii”. Informator opracowała Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łodzi w porozumieniu z Centralną Komisją Egzaminacyjną w Warszawie.

**Informator zawiera istotne błędy merytoryczne, a zakres programowy planowanych wymagań egzaminacyjnych wobec maturzystów jest niezgodny z obowiązującą podstawą programową.**

Zobowiązujemy Zarząd Główny PTF do wystąpienia do właściwych władz oświatowych o natychmiastowe wycofanie tego dokumentu i spowodowanie opracowanie nowej, poprawnej jego wersji.

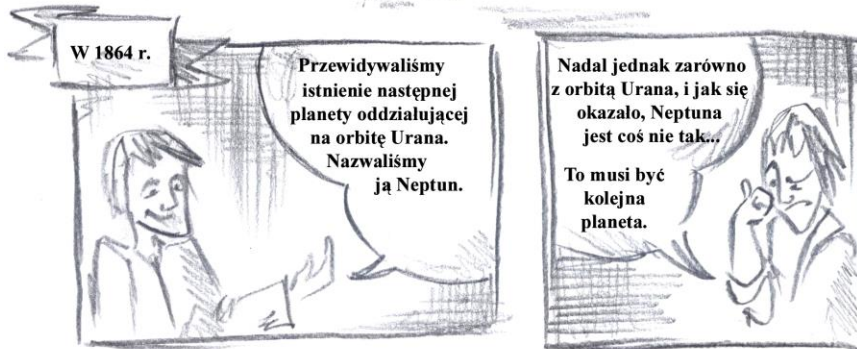
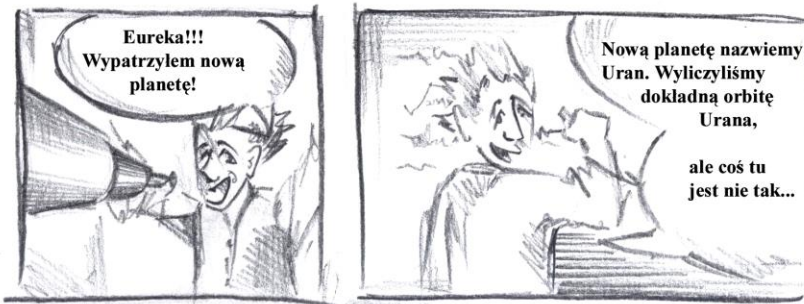
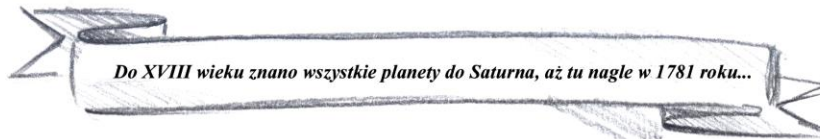
Gdańsk, 17 września 2003

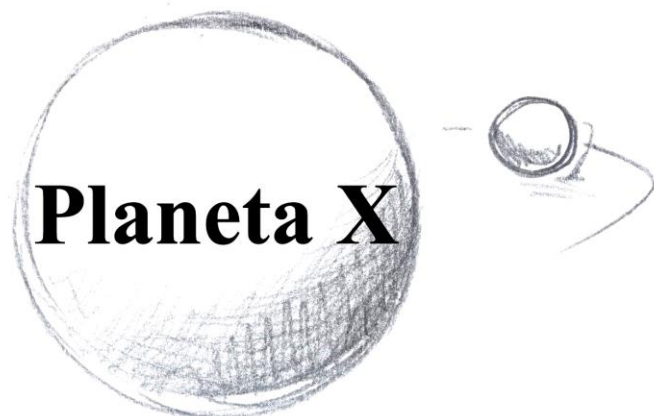
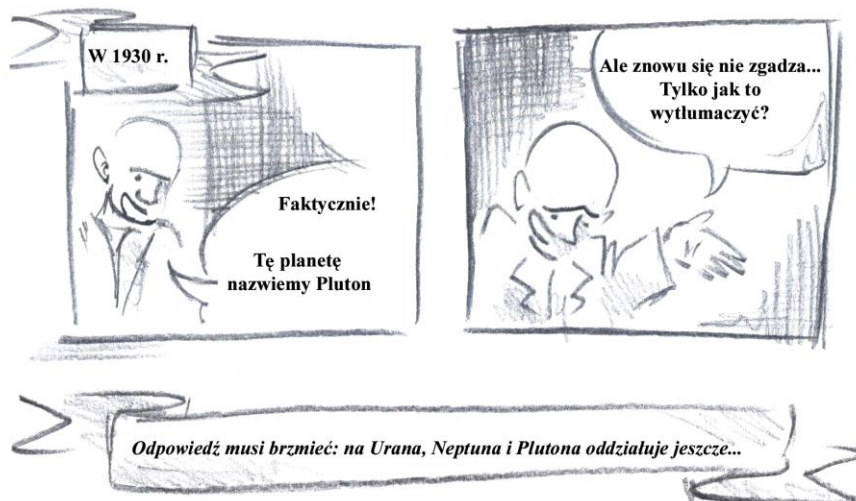


## Dlaczego uważa się, że w Układzie Słonecznym może istnieć dziesiąta planeta?

Karolina Kuchno, Jakub Migdał  
Uczniowie I LO w Bochni

Scenariusz opracował Jakub Migdał, rysowała Karolina Kuchno.







**GIREP2004 - International Conference**

**on**

## **Teaching and Learning Physics in New Contexts**

**19–23 July 2004**

**University of Ostrava, Czech Republic**

This topic includes physics and the physics teaching/learning process as they concern ecology, climate, biology, biophysics, chemistry, medicine, industry, economy, arts, and all processes that can improve our life condition from the point of view physics.

Conference organizer: prof. RNDr. Erika Mechlová, CSc. from the University of Ostrava, the Faculty of Science, and the Department of Physics. E-mail: [erika.mechlova@osu.cz](mailto:erika.mechlova@osu.cz)

Contact person: Jana Janoscova, e-mail: [jana.janoscova@osu.cz](mailto:jana.janoscova@osu.cz), phone: +420-596 160 244, fax: +420-596 120 478

Addresses:

- University of Ostrava, 30. dubna 22, 701 03 Ostrava, Czech Republic
- Web site of university <http://www.osu.cz/GIREP>
- E-mail of conference: [girep@osu.cz](mailto:girep@osu.cz)
- Town of Ostrava <http://www.mmo.cz/ostrava/mesto.html>

**The organisers invite you to attend the international conference GIREP2004 in Ostrava.**



## KOMUNIKATY REDAKCJI

### SPOTKANIA ŚRODOWE W IF UJ

IF UJ, PTF Sekcja Nauczycielska  
Kraków, ul. Reymonta 4, parter – sala 055

Uprzejmie informujemy, iż w **środy o 16<sup>00</sup>** w roku szkolnym 2003/2004 w Instytucie Fizyki UJ odbywać się będą wykłady i pokazy dla młodzieży szkół średnich, jak również dla gimnazjów.

Tytuły i terminy można będzie znaleźć na stronie internetowej:  
<http://www.if.uj.edu.pl/Foton/>

---

**22 X 2003** – mgr Adam Starnawski, *Od reguły Lenza do lewitacji* (dla licealistów)

**5 XI 2003** – dr Zofia Gołąb-Meyer, *Co to znaczy, że przyrodą rządzą prawa fizyki* (dla gimnazjalistów)

---

Pracownia Pokazów Fizycznych w IF UJ informuje, że może organizować płatne pokazy demonstracji fizycznych na uzgodnione ze szkołami tematy. Koszt pokazu rozkłada się na uczestniczące szkoły. Kontakt: **Pracownia Pokazów Fizycznych, dr Marek Gołąb, tel. 632-48-88 w. 5504.**

---

---

**Uczestnictwo w wykładach wyłącznie po zgłoszeniu telefonicznym:  
632-48-88 w. 5563 bądź 5677, lub za pośrednictwem e-mail: [foton@if.uj.edu.pl](mailto:foton@if.uj.edu.pl)**

Prace nagrodzone w konkursie fizyczno-fotograficznym  
„Zjawiska fizyczne wokół nas”

Zalamanie światła



Małgorzata Markiewicz,  
Gimnazjum nr 9 – Kraków

Krzepnięcie



Artur Żuberek,  
Publiczne Gimnazjum – Osjaków

Odbicie w wodzie, fale

Rys. 4. Astygmatyzm



Anna Szymanek,  
Gimnazjum nr 9 – Kraków