

Dlaczego Redaktor Naczelna „Neutrino” się zirytowała?

Parę dni temu wyczytałam w Internecie, w jakimś poście, wypowiedź Waszego kolegi gimnazjalisty, który się złościł na naukę matematyki i fizyki w szkole, twierdząc o sobie, że jest humanistą, i że te przedmioty nie są mu do niczego potrzebne. Stwierdził następnie, że tak samo są mu niepotrzebne, jak fizykom wiadomości np. z historii sztuki i muzyki.

I tu, wszyscy fizycy oburzyliśmy się jak lichy; większość z nas lubi muzykę, słuchamy jej, chodzimy na koncerty. Wielu z nas gra na różnych instrumentach muzycznych, a CERN może się nawet pochwalić własnym zespołem. Lubimy sztukę – mamy w domu obrazy, fotografie, zwiedzamy muzea, podziwiamy architekturę. Aby rzeczy smakować, coś trzeba o nich wiedzieć.

Człowieku! Chciałbyś nam i przyszłym pokoleniom fizyków to odebrać i zapędzić jedynie do pracy na polu fizyki? Chciałbyś ludzi zmienić w cyborgów, przypisanych jednej dziedzinie (choćby z ich własnej woli)?

My tego nie chcemy. Ale też nie chcemy takich humanistów, którzy w ząb nie rozróżniają nauki od guseł, technologii od czarów i dadzą sobie wcisnąć każdą ciemnotę.

Pozwólcie zatem koleżanki i koledzy, że zamiast opowiadać Wam na początek, co to jest fizyka, dlaczego jest ciekawa, piękna, użyteczna i, w dużej mierze, dostępna dla każdego, po prostu będziemy Was w nią po trochu wprowadzać, odstawiając przed Wami coraz większe rąbki jej tajemnic.

Fizykę można odkrywać samemu, ale dobrze mieć przewodnika.

Zofia Górska Mayer

Spis treści

O neutrinach	1
CERN czyli Europejska Organizacja Badań Jądrowych	4
O fizyku, który chwytał nieuchwytnie, czyli o Jacku Steinbergerze	7
Fizyk teoretyk w CERN-ie	9
Nagroda miliardera Templetona dla Ks. Profesora Michała Hellera	10
<i>Camera obscura</i>	10
Księżycowe złudzenie	12
Odwrócony obraz na siatkówce	14
Zadania	15
Doświadczenie w 5 minut. Obraz w tyżce	16
Konkursy	17
Akademia Fizyki Lato 2008 – dawne Przedszkole Fizyki	17

O neutrinach

Dlaczego wybraliśmy tytuł „Neutrino”?

Neutrino to niesamowicie tajemnicza i bardzo dziwna cząstka. Oznaczamy ją symbolem greckiej litery „ni” - ν . Odkrycie i poznawanie tej cząstki pozwoliło na zrozumienie wielu problemów zarówno fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, jak i budowy Wszechświata.

Stale jeszcze rzuca fizykom nowe wyzwania, które niektórzy w Was będą mieli szansę podejmować.

Bez przerwy nadlatuje z Kosmosu strumień neutrin, który przesywa nas i Ziemię, jakby nic nie stało mu na drodze.

Jak zatem poznać neutrino i jak je złapać? Sprytni fizycy potrafili dokonać tej sztuki.

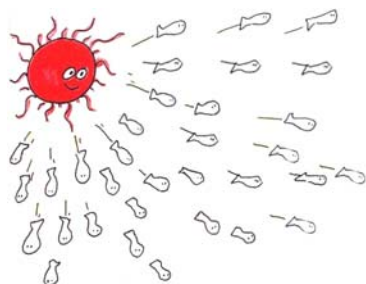


Jak Pauli wpadł na to, że neutrino musi istnieć

Już przeszło 100 lat temu fizycy wiedzieli (tu należy się wdzięczność Marii Skłodowskiej-Curie), że niektóre pierwiastki są promieniotwórcze. Promieniotwórczym β (beta) nazwano elektrony emitowane przez te pierwiastki. Okazało się później, że to neutrony, z których składają się jadra, zamieniają się w protony i elektrony.

Fizycy potrafili mierzyć energię jąder zarówno przed, jak i po rozpadzie. Ku ich zdziwieniu, w bilansie brakowało energii. Czyżby znana wam „święta” zasada zachowania energii przestała obowiązywać? To byłoby dla fizyki więcej niż trzęsienie ziemi. W 1930 roku odważny młody fizyk Wolfgang Pauli postawił hipotezę, że coś unosi ze sobą, wykrada energię. To „coś” to u Pauliego punktowa cząstka, bez ładunku i bardzo słabo oddziałująca z materią, Pauli zbudował teorię rozpadu β i rzekł: „zrobiłem coś strasznego, wymyśliłem cząstkę, której nie można odkryć”. Enrico Fermi, który wykonywał doświadczenia nad rozpadem β i mierzył energię powstających cząstek, nazwał to niewidoczne „coś” neutrinem. Opracował on w 1932 roku teorię rozpadu β , która doskonale zgadzała się z doświadczeniem. Zasada zachowania energii została uratowana, rozpoczęło się polowanie na neutrino – zakończone sukcesem.

Skąd pochodzą neutrina



- Ze Słońca, tzw. słoneczne

Neutrina słoneczne powstają w wyniku reakcji jądrowych, np. $p + p \rightarrow D + e^+ + \nu$ (85% wszystkich reakcji na Słońcu).

Energia tych neutrin jest rzędu kilku MeV.

Przez każdy centymetr kwadratowy (np. powierzchni naszego ciała) przelatuje w każdej sekundzie 60 miliardów neutrin!

- **Z Kosmosu (wybuchy supernowych)**

Neutrino z Kosmosu to pozostałość po Wielkim Wybuchu i wybuchach supernowych (patrz zdjęcia na okładce), np. wybuchu supernowej SN1987A w Obłoku Magellana (zaobserwowanym w 1987), 150 tys. lat świetlnych od nas.

W fizyce neutrino nastąpiło spotkanie kosmologii i fizyki cząstek elementarnych!



- **Powstają w górnych warstwach atmosfery, tzw. atmosferyczne**

Powstają one w atmosferze w wyniku rozpadu innych cząstek, produkowanych w czasie bombardowania cząsteczek powietrza promieniami kosmicznymi. Mają rozmaite energie. Doświadczenia Super-Kamiokande w Japonii 1998 wykazały zagadkową różnicę pomiędzy ilością neutrino przylatujących z góry i z dołu. Dzięki tym eksperymentom odkryto, że neutrino zmieniają tożsamość (tzw. oscylacje neutrino) i muszą mieć masę.

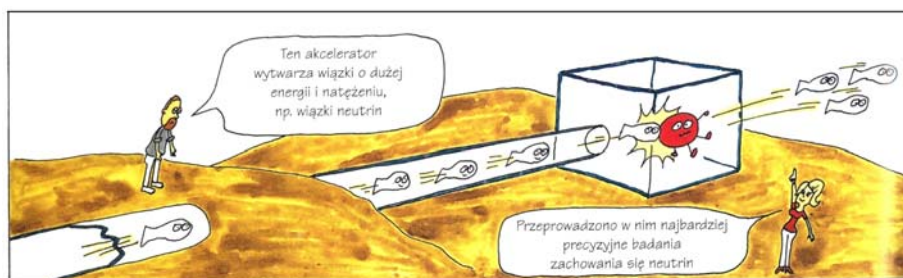
- **Z wnętrza Ziemi (rozpady promieniotwórcze)**

Neutrino te pochodzą z naturalnej radioaktywności Ziemi (rozpad β), której promieniowanie ma moc równoważną 20 000 elektrowni jądrowych. Tych neutrino pojawia się tylko około $6 \cdot 10^6$ na sekundę i centymetr kwadratowy.

- **Produkowane w reaktorach i akceleratorach (przyspieszaczach)**

W reaktorach jądrowych (to neutrino z rozpadu β neutronów); mają energię rzędu kilku MeV, jest ich około $5 \cdot 10^{20}$ neutrino na sekundę; tu pierwszy raz złapano neutrino (Frederick Reines i Clyde Cowan w roku 1956).

W akceleratorach przez rozpad innych produkowanych cząstek, np. pionów, powstają wiązki neutrino. Energie tych neutrino mogą sięgać kilkudziesięciu GeV. Wykryto, że jest kilka rodzajów neutrino.

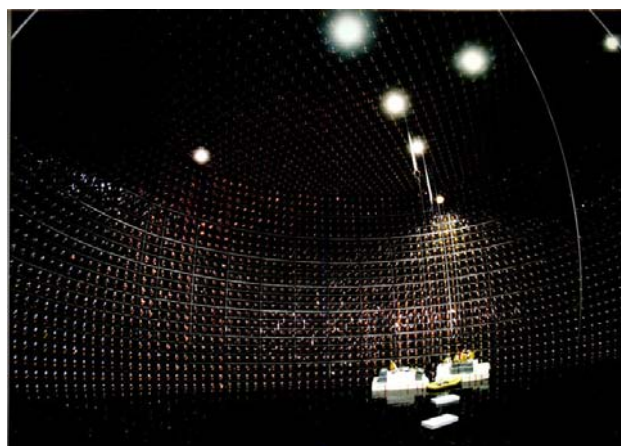


Detekcja neutrin

Ponieważ poszukiwanie neutrin jest trudniejsze od poszukiwania igły w stogu siana, trzeba stosować duże detektory i cierpliwie czekać, aż jakieś neutrino zechce zderzyć się z jakimś jądrem detektora i wyprodukować obserwowalną cząstkę.

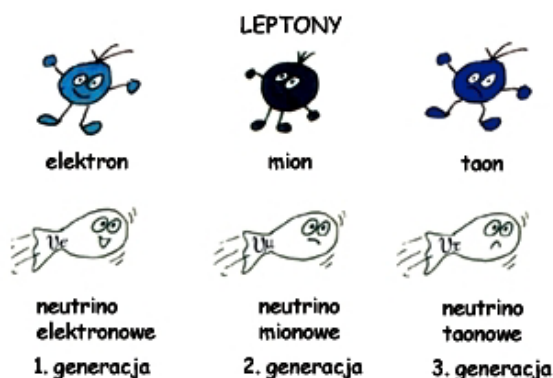
Raymond Davis łapał neutrina słoneczne w dużym zbiorniku z detergentem; trafiony neutrinem chlor zamieniał się w argon. Trzeba było dysponować bardzo subtelną aparaturą, by zauważyć te nieliczne powstające atomy argonu.

Obecnie jako detektory służą olbrzymie pojemniki z wodą umieszczone głęboko pod ziemią (by uniknąć innych cząstek - nieproszonych gości). Np. detektor Super-Kamiokande w Japonii to podziemne jezioro otoczone fotopowielaczami.



Neutrino elektronowe płata figla - ma cięższych braci

Uparci fizycy: Leon Lederman, Melvin Schwartz i Jack Steinberger posłużyli się akceleratorem, by wyprodukować dużo neutrin. Dokładna analiza eksperymentu zasugerowała, że istnieją dwa rodzaje neutrin. Jedno, to pocziwe neutrino elektronowe ν_e z rozpadu β neutronów, a drugie to neutrino mionowe ν_μ , związane z produkcją cząstek zwanych mionami (ciężkich braci elektronów). Jakiś czas po tym, w Fermilabie, odkryto cząstkę τ (tau) i stowarzyszone z nią neutrino taonowe. Tak więc obecnie znamy trzy rodzaje neutrin stowarzyszonych z trzema cząstkami: elektronem, mionem i taonem.



Czy oczekujemy na odkrycie kolejnych neutrino?

Nie! Obecnie fizycy uważają, że trójca stanowi doskonały komplet (Model Standardowy).

Neutrino zmieniają tożsamość

Dlaczego zbyt mało neutrino przylatuje ze Słońca? Ponieważ neutrino zmieniają tożsamość.

Skąd wiemy, że zbyt mało?

Fizycy sądzą, że znają mechanizm reakcji jądrowych na Słońcu i potrafią obliczyć, ile neutrino powinno dolecieć do Ziemi.

Polecamy artykuły Krzysztofa Fiałkowskiego opublikowane w *Fotonach* 79/2002 i 92/2006 (w Internecie pod adresem *Fotonu* www.if.uj.edu.pl/Foton/), a także książkę tego samego autora *Opowieści o neutrinach* (Wyd. ZamKor, Kraków 1998). Lżejsza literatura to świetny artykuł *Neutrino - banda trojga astrofizyka* Michała Czernego (zamieszczony na stronie *Gazety Wyborczej*, 2007-05-28). Zaczyna się on tak: „W każdej sekundzie strumień neutrino przesywa nasze ciała. Aby się przed nim schronić, musielibyśmy wybudować tarczę z ołowiu o grubości... roku świetlnego”.

Z.G-M

CERN czyli Europejska Organizacja Badań Jądrowych

Na podstawie komiksu „Świat cząstek” Briana Southwortha i Georgesa Boixadera, za zgodą Państwowej Agencji Atomistyki

Na początku lat pięćdziesiątych XX wieku europejscy naukowcy i politycy zdecydowali o utworzeniu wielkiego laboratorium, aby zatrzymać w Europie najlepszych fizyków i pomóc w zbliżeniu państw podzielonych przez wojnę. W laboratorium były i są budowane bardzo kosztowne urządzenia, np. wielkie przyspieszacze, na które nie byłoby stać pojedynczego państwa.



W roku 2000 członkami CERN-u było 20 państw: Austria, Belgia, Bułgaria, Czechy, Dania, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Niemcy, Norwegia, Polska, Portugalia, Słowacja, Szwajcaria, Szwecja, Wielka Brytania, Węgry i Włochy.



Pierwszą instytucją, która koordynowała badania jądrowe, była Europejska Rada Badań Jądrowych (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) stąd skrót CERN.

Konwencja, podpisana w 1953 roku, ustanowiła Europejską Organizację Badań Jądrowych.

Najwyższą władzą w CERN-ie jest Rada, która zazwyczaj spotyka się dwa razy w roku, przy czym każde państwo członkowskie reprezentowane jest przez jednego naukowca i jednego administratora nauki.



Podczas podejmowania decyzji przez Radę, głos każdego kraju liczy się jednakowo, niezależnie od jego wielkości.

To właśnie Rada zatwierdza większe projekty budowy nowych lub udoskonalenia istniejących urządzeń badawczych, przegłosowuje budżet CERN-u i mianuje Dyrektora Generalnego.

Radę wspomagają dwa komitety.

Komitety Polityki Naukowej nadzoruje postęp naukowy Laboratorium.



Składa się on z wybitnych naukowców, dobrych według ich naukowych kompetencji, niezależnie od tego, z jakiego kraju pochodzą.



Komitety Finansowy czuwa nad budżetem CERN-u.

W jego skład wchodzi eksperci finansowi z każdego kraju członkowskiego.



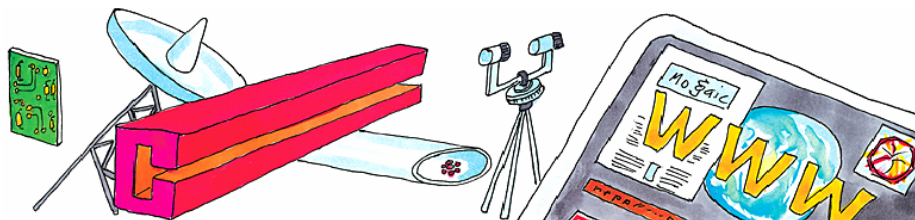
Tym wielkim Laboratorium „dyryguje” Dyrektor Generalny.

Każde państwo członkowskie wnosi do CERN-u udział finansowy proporcjonalny do swojego dochodu narodowego netto.

Budżet CERN-u stanowi kwotę, na którą składają się średnio po dwa franki szwajcarskie (dzisiaj to ok. 4,20 PLN) rocznie od każdego mieszkańca państw członkowskich.

Według ocen przemysłu europejskiego każdy frank szwajcarski zainwestowany w CERN-ie daje średnio trzy franki w postaci nowych inwestycji przemysłowych.

CERN współpracuje z przemysłem europejskim w wielu dziedzinach reprezentujących najnowsze technologie. Należą do nich elektronika, technika próżniowa, łączność, komputery, metrologia, budownictwo lądowe, technika nadprzewodnictwa, technika akceleracji i detekcji cząstek. To właśnie naukowcy z CERN-u wymyślili, opracowali i udostępnili za darmo słynną światową „pajęczynę” – sieć informatyczną WWW (World Wide Web).

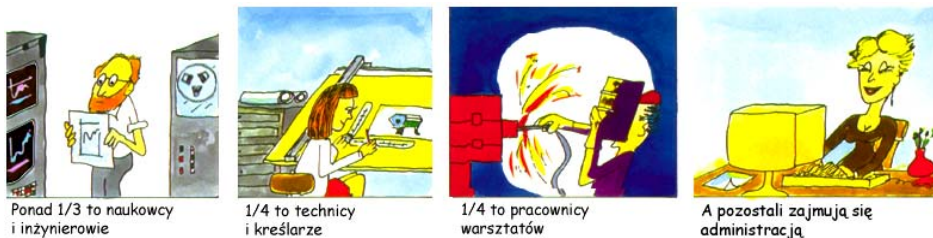


Przykłady zastosowania technologii opracowanych przez fizyków cząstek elementarnych z artykułu *Czy fizyka cząstek elementarnych może być opłacalna?* Grzegorza Brony (*Foton* 100/2008).

Jednym z najpoważniejszych problemów, z którymi boryka się ludzkość, jest zagrożenie ze strony śmiertelnych wirusów. Na świecie żyje dzisiaj ponad 33 milionów ludzi zakażonych wirusem HIV (niektóre źródła mówią o 46 milionach). Od początku epidemii choroba ta zabiła przeszło 26 milionów osób. Walka z wirusem toczona jest na wielu frontach, z wykorzystaniem wielu sposobów. Jednym z nich jest dokładne poznanie struktury owego wirusa. Powszechną metodą badania budowy bardzo małych obiektów (a takim jest również wirus) jest stosowanie promieniowania synchrotronowego. Technika ta polega na wykorzystaniu akceleratorów do produkcji wysokoenergetycznego promieniowania X.

Akceleratorzy cząstek są wykorzystywane do pokrywania silników samolotowych cienką warstwą chromu, zabezpieczającą je przed korozją. Zaczynają być też stosowane na lotniskach, dzięki czemu możliwe staje się wykrywanie bomb, które terroryści ukrywają w bagażu. Używane są do wyjątkowo dokładnej sterylizacji narzędzi i do oblekania protez kości (np. sztucznych stawów biodrowych) specjalnymi warstwami, dzięki którym zmniejsza się ryzyko odrzucenia implantu przez organizm pacjenta. Pojawił się także pomysł zastosowania akceleratorów do przetwarzania odpadów promieniotwórczych w nieszkodliwe substancje.

Przez cały czas pracuje w Laboratorium około 7000 osób, z czego około 2000 to stały personel CERN-u, a większość pozostałych to goście prowadzący tu swoje badania. Aby sprostać potrzebom fizyki cząstek, personel CERN-u musi składać się z ekspertów w wielu dziedzinach. Stały personel można podzielić na cztery grupy.



CERN znajduje się w okolicach Genewy w Szwajcarii. Laboratorium jest zawsze otwarte nie tylko dla naukowców, lecz także dla zwiedzających. Dla uczniów są specjalne programy edukacyjne. Ze względu na olbrzymie rozmiary budowanych urządzeń badawczych CERN rozprzestrzenił się na okręg Pays de Gex we Francji. Laboratorium jest unikalnym w świecie przykładem pokonywania granic państwowych.



Z.G-M

O fizyku, który chwycił nieuchwytnie, czyli o Jacku Steinbergerze



Pauli, fizyk-teoretyk, który wymyślił *neutrino*, to znaczy jego własności, i to, jak się ono zachowuje, powiedział: „wymyśliłem cząstkę, której nie można odkryć”. Miał na myśli tę jej cechę, że niesłychanie rzadko oddziałuje ona z materią, a to przecież jedyny sposób, by ją zauważyć.

Jack Steinberger jest tym, który nie tylko potrafił ją złapać, ale jeszcze stwierdzić, że neutrino wymyślone przez Pauliego jest niejedyne; pokazał także, jak wytwarzać neutrina w laboratorium.

Trzynastoletni Jack emigruje w 1934 roku do rodziny zastępczej w USA

Jack urodził się w 1921 w rodzinie żydowskiej, w pięknej miejscowości kuracyjnej Bad Kissingen w Niemczech. Ojciec jego był kantorem w synagodze, matka miała wykształcenie średnie, co nie było w tamtych czasach powszechne u dziewcząt. Miał dwóch braci. Gdy w 1933 roku Hitler i naziści doszli do władzy, rodzice Jacka zrozumieli, że jako Żydzi nie będą mogli wykształcić synów w Niemczech.

Gdy w 1934 roku nadarzyła się okazja i gminy żydowskie ze Stanów Zjednoczonych zaoferowały pomoc dla 300 dzieci z Niemiec, rodzice zdecydowali się na desperacki krok i wysłali swoich dwóch nieletnich synów za morze. Jack trafił do zamożnej rodziny zastępczej w Chicago, która nie tylko zapewniła mu jedną z najlepszych szkół, ale pomogła w ucieczce z Niemiec jego rodzicom i najmłodszemu z braci.

Dwudziestoletni Jack reperuje budżet rodzinny, myjąc szkło laboratoryjne

Jack wybrał studia chemiczne i jako zdolny i obiecujący student dostał stypendium. To jednak nie wystarczało; aby się utrzymać i opłacać czesne musiał pracować, pomagał też rodzicom w prowadzeniu delikatesów. Po nieprzyjemnym, jak wspomina, poszukiwaniu pracy, „wylądował” jako laborant chemiczny. Mimo pracy zarobkowej „szedł jak burza” naprzód i jako 21 letni młodzieniec w 1942 roku ukończył studia. W 1943 roku, po ataku Japończyków na Pearl Harbor, wstąpił do wojska i został oddelegowany do badań naukowych nad radarem do jednej z najlepszych instytucji naukowych w Stanach Zjednoczonych – MIT.

Steinberger łyka bakcyli fizyki

W MIT miał szczęście współpracować z najwybitniejszymi fizykami, między innymi z Enrico Fermim, tym, który na podstawie doświadczeń rozpadu beta jąder potwierdził hipotezę istnienia *neutrino*, cząsteczki „kradnącej energię”. W wyniku rozmów z Fermim i innymi fizykami zainteresował się fizyką i zafascynował *neutrinem*.

Jack Steinberger dostaje Nagrodę Nobla

Jack Steinberger wspólnie z dwoma fizykami, Leonem Ledermanem i Melwinem Schwartzem, nie tylko potrafili identyfikować *neutrino*, ale wręcz utworzyć ich wiązkę. Fizycy ci wykryli, że oprócz tego *neutrino*, o którym mówili Fermi i Pauli, istnieje jeszcze inne, tzw. *neutrino mionowe*. Ich badania zostały uhonorowane Nagrodą Nobla.



Jack Steinberger dzisiaj

Jack Steinberger pracował w wielu bardzo znanych ośrodkach naukowych, w tym w Europie w CERN-ie na granicy Francji i Szwajcarii.

Obecnie, jako starszy pan, dojeżdża 10 km na rowerze do CERN-u, konsultuje eksperyment, w którym bierze udział 1500 fizyków, studiuje kosmologię i dla relaksu gra na flecie i słucha muzyki.

Gdzie można dowiedzieć się więcej o życiu i działalności naukowej Jacka Steinbergera?

Oczywiście na stronie internetowej Nagrody Nobla. Jest tam autobiografia noblisty. Po polsku jego biografię napisała wasza koleżanka Karolina Włach z II LO w Cieszynie (czyt. strona *Fotonu* www.if.uj.edu.pl/Foton/).

W *Fotonie* 66/2000 jest również krótki wywiad z Jackiem Steinbergerem przeprowadzony przez redakcję *Fotonu* podczas jego pobytu w Krakowie w 2000 roku.

Z.G-M

Fizyk teoretyk w CERN-ie

Naukowcom często zadawane są pytania: „na czym polega różnica pomiędzy fizykiem teoretykiem a fizykiem doświadczalnym i dlaczego taka różnica w ogóle istnieje?” Odpowiedź na drugie pytanie jest prosta: te dwie grupy fizyków zajmują się kompletnie różnymi i dość wyspecjalizowanymi aspektami fizyki. W obecnych czasach trudno znaleźć ludzi takich jak Leonardo da Vinci, którzy byłiby „dobrzy” we wszystkim. Eksperymentator dotyka Natury bezpośrednio, podczas obserwacji biernych (jak astronomowie obserwujący gwiazdy) lub czynnych (jak fizycy cząstek bawiący się najmniejszymi elementami materii, aby zrozumieć, jak się one zachowują). Teoretyk wymyśla możliwe światy, niejednokrotnie klucząc w ciemności.

Głównym zadaniem prac z fizyki teoretycznej w CERN-ie jest próba zrozumienia „cząstek elementarnych”, które są podstawowymi cegiełkami Wszechświata i przekaznikami podstawowych oddziaływań w Naturze, takich jak np. grawitacja. Jak się okazuje, nasza ciągle pogłębiająca się wiedza na temat tych małych obiektów jest także podstawą naszego zrozumienia Wszechświata jako całości!

Jeśli weszlibyście do Departamentu Fizyki Teoretycznej w CERN-ie, moglibyście pomyśleć, że jesteście w zoo. Faktycznie, znajdziecie tam kobiety i mężczyzn niezliczonych narodowości, kultur i języków (niektórzy mogą nawet wyglądać jak ET). Ale to, co robią, jest istotą naszego człowieczeństwa, naszej pozycji w otaczającym nas świecie: fizycy ci zadają bardzo głębokie pytania, a czasami nawet znajdują na nie odpowiedzi. Dlatego też owe zoo jest raczej jak cyrk, w którym magicy (co nietypowe) sami spieszą pokazać nam swoje karty... a wejście na pokaz jest darmowe.



Na podstawie artykułu Alvaro de Rujula:
<http://public.web.cern.ch/Public/en/People/Theorists-en.html>

Nagroda miliardera Templetona dla Ks. Profesora Michała Hellera

Nagroda Templetona to najwyższa na świecie nagroda naukowa, wynosząca 1,6 miliona dolarów. Przyznaje się ją za wyniki w pogłębianiu relacji pomiędzy nauką i religią. W roku 2008 nagroda ta przypadła Księdzu Profesorowi Michałowi Hellerowi.

Ksiądz profesor Michał Kazimierz Heller jest filozofem, teologiem, fizykiem-kosmologiem. Powiedziano o nim: naukowiec, który scala Wszechświat. Pisze książki popularno-naukowe.

Michał Heller jest pracownikiem Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego oraz Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie, jest członkiem Papieskiej Akademii Nauk, członkiem Polskiej Akademii Umiejętności oraz członkiem Polskiej Akademii Nauk.

Więcej wiadomości można znaleźć w *Fotonach* 74 i 78.

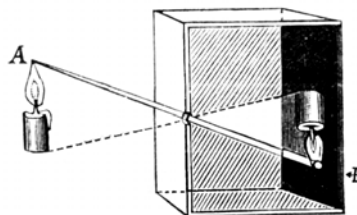
Polecamy książki Michała Hellera: *Granice kosmosu i kosmologii*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa 2005 oraz *Ostateczne wyjaśnienia wszechświata*, Towarzystwo autorów i wydawców prac naukowych UNIVERSITAS, Kraków 2008.



Z.G-M

Camera obscura

Camera obscura (z łaciny) to dosłownie „ciemna komnata”, czyli np. pudło, najlepiej o czarnych wewnętrznych ścianach, z małym otworkiem w jednej z nich, a na przeciwległej ścianie posiadające matowe szkło lub kalkę techniczną.

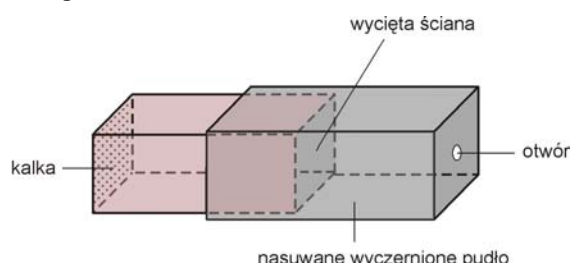


Podobnie jak w aparacie fotograficznym na kliszy oraz na siatkówce oka, tak samo na matowej kalce powstają obrazy rzeczywiste przedmiotów i pejzażu. Są one odwrócone. W oku i w aparacie fotograficznym w otworku umieszczone są dodatkowo soczewki, dzięki którym jakość obrazu jest znacznie lepsza.

W najprostszej wersji *camera obscura* to kartka papieru z małym otworkiem i inna czysta kartka służąca jako ekran, na którym powstanie obraz. Przedmiotem może być jasne włókno żarówki. Umieszczając kartkę z otworkiem pomiędzy żarówką lampki biurkowej a blatem biurka, na którym leży druga kartka, otrzymamy wyraźny obraz spirali żarówki. Jest on odwrócony i tym większy, im bliżej żarówki znajduje się kartka z otworem.

Dla młodego badacza jest tu pole do popisu. Można badać, jak ostrość obrazu zależy od wielkości dziurki, od wzajemnych odległości ekranu, przysłony z dziurką. Czy obraz zależy od kształtu wyciętego otworu w kartce

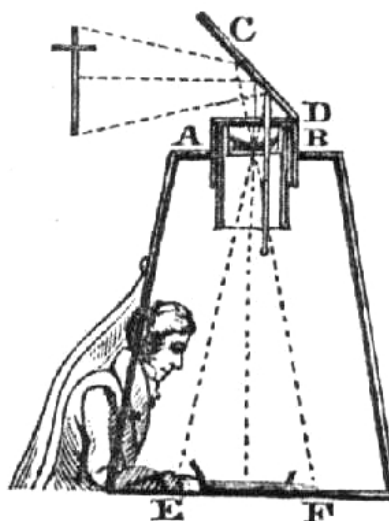
Jak zbudować kamerę: poniżej narysowano schemat bardziej wyrafinowanej kamery z regulowaną długością.



W dawnych czasach malarze używali takich kamer do szkicowania obrazów z natury. Zwraca uwagę zasłona okrywająca głowę malarza. To dlatego, że przy małym otworze obraz uzyskany na matówce jest ciemny i oko musi się akomodować do tej małej ilości światła.

- *Camera obscura* może być wykorzystana do sporządzania pejzaży okolic, tak jak to robili dawni malarze;
- robienia fotografii. Obecnie bardzo modne jest wykonywanie fotografii artystycznych za pomocą aparatów dziurkowych, pozbawionych jakichkolwiek soczewek.

Mały otworek, (np. dziurka w pasku od zegarka) może posłużyć jako lupa. Umieszczona nad tekstem lub nad małym przedmiotem, np. biedronką, w odległości dostosowanej do danego oka - powiększa obraz.



Z.G-M

Księżycowe złudzenie

W pogodny wieczór o wschodzie Księżyca jego tarcza wydaje się nienaturalnie duża. Czy oznacza to, że Księżyc znajduje się wówczas bardzo blisko Ziemi?

pl.wikipedia.org/wiki/Grafika:Full_Moon_Luc_Viatour.jpg



Gdy Księżyc znajduje się nisko nad horyzontem - jego tarcza wydaje się nawet dwa i pół razy większa niż wtedy, gdy obserwujemy go wysoko na niebie. Nie można tego wytłumaczyć różnicą odległości Księżyca od Ziemi. W czasie jednej doby odległość ta jest niemal stała. Mówiąc dokładniej, odległość Księżyca od obserwatora na Ziemi jest nawet o kilka procent większa, gdy wschodzi, niż wtedy, gdy osiąga maksymalny punkt nad horyzontem.

Drugi fałszywy trop

Może zatem atmosfera ziemską działa jak soczewka, powiększając obrazy różnych obiektów (np. Księżyca)? Faktycznie, atmosfera załamuje światło Księżyca (a także Słońca), ale nie powiększa przy tym obrazów, a wyłącznie je zniekształca. Można się o tym przekonać nad morzem, gdy zachodzące Słońce „wtapia się” w taflę wody.

commons.wikimedia.org/wiki/



Nieoczekiwane rozwiązanie



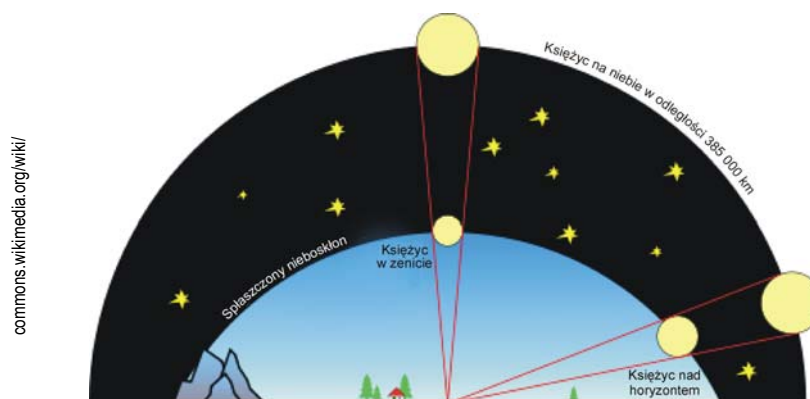
Ku naszemu zdumieniu okazuje się, że tak wyraźne powiększenie tarczy księżycowej nad horyzontem jest jedynie złudzeniem optycznym. Wynika ono ze sposobu przetworzenia obrazu w ludzkim mózgu.

Poczucie perspektywy

Narząd wzroku czasami oszukuje nas co do rozmiarów obserwowanych obiektów. Dwa identyczne prostokąty narysowane na kartce papieru jeden nad drugim (rys.) wydają się, oczywiście, mieć tę samą długość. Gdy na tej samej kartce papieru dorysujemy - z zachowaniem perspektywy - oddalający się od nas na wprost tor, a prostokąty umieścimy pomiędzy szynami, okaże się, że nasz mózg zinterpretuje prostokąty jako figury o różnej długości. Prostokąt, który na lewym rysunku znajduje się wyżej, na prawym rysunku wydaje się być położony dalej, a ponieważ rzeczywiste wymiary obu figur są identyczne - nasz mózg rejestruje ten prostokąt jako dłuższy.

Kształt nieboskłonu

Narząd wzroku oszukuje nas także co do kształtu nieboskłonu. Gdy w pogodny wieczór obserwujemy niebo aż po horyzont w szeroko otwartej przestrzeni, zdecydowana większość z nas przyznaje, że zenit wydaje się leżeć bliżej niż horyzont. W rzeczywistości nieboskłon ma kształt półkuli, a nasz mózg wytwarza złudzenie, jakby nieboskłon był spłaszczony!



Skoro Księżyc nisko nad horyzontem (podobnie jak cały horyzont) wydaje się być bardziej od nas oddalony, niż wówczas, gdy znajduje się wysoko, w naszym mózgu powstaje wrażenie, że Księżyc jest po prostu większy (podobnie jak wcześniej w przypadku prostokątów na kartce papieru).

Zagadka rozwiązana!

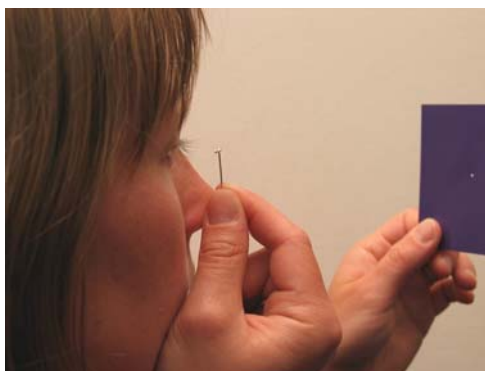
Jak można się przekonać, że to jedynie złudzenie? Wystarczy popatrzeć na wschodzący Księżyc przez jakikolwiek niewielki otwór (np. przez rurkę od ręcznika papierowego) - Księżyc natychmiast zmaleje! Znika bowiem przyczyna złudzenia - poczucie oddalenia wytworzone na podstawie oceny odległości na tle innych obiektów w otaczającej przestrzeni.

Odwrócony obraz na siatkówce

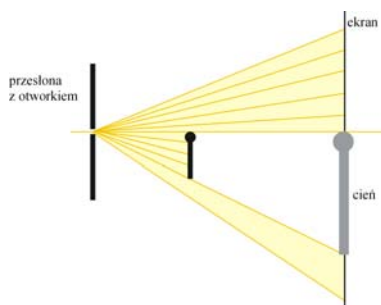
W czasie jednego z wykładów odbywających się podczas *Physics on Stage* w Noordwijk w 2004 roku zaprezentowany został bardzo prosty eksperyment pozwalający wykazać, że obrazy powstające na siatkówce oka są obrazami odwróconymi.

Oko jest przyrządem podobnym do *camera obscura*, z tą różnicą, iż w otworku – źrenicy umieszczona jest soczewka, która pomniejsza obraz i zapewnia ostrość widzenia. Na siatkówce powstaje obraz odwrócony. Jak to się w takim razie dzieje, że nie widzimy świata „do góry nogami”? Otóż informacja z siatkówki jest poddawana skomplikowanej obróbce w obszarach wzrokowych kory mózgowej, co prowadzi do powstania poprawnej reprezentacji otaczającego nas świata. Jak zatem wykazać, że obrazy powstające na siatkówce są faktycznie odwrócone? W naszym doświadczeniu otrzymamy na siatkówce nie tyle obraz, ile cień.

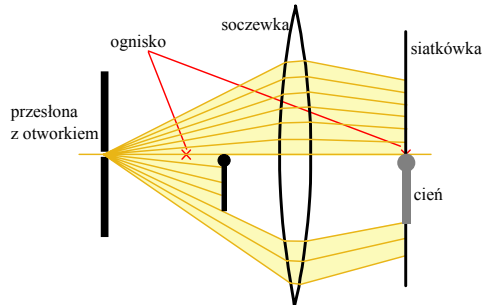
Do tego celu można posłużyć się kawałkiem tekturki i szpilką. W tekturce należy zrobić niewielki otworek. Następnie, trzymając tekturkę w odległości około 10 cm od oka i spoglądając jednym okiem przez otwór na jasno oświetlone tło (niebo, biała ściana, ekran), należy ostrożnie umieścić szpilkę tuż przy oku (zdjęcie). Dla ostrożności doświadczenie to najlepiej wykonywać w okularach. Jeśli główka szpilki, otworek w tekturce i źrenica oka znajdą się w jednej linii, zobaczymy główkę szpilki... zwisającą „do góry nogami”. Poruszając delikatnie szpilką ku górze, możemy zaobserwować, jak cień główki szpilki przesuwa się w dół.



Wyjaśnienie tego zjawiska jest następujące. Tekturka z otworkiem służy jako punktowe źródło światła, dające dobrze zdefiniowany cień szpilki na ekranie (rys. 1). Jeśli szpilkę umieścimy tuż przed okiem, to rzuci ona cień na siatkówkę, która w tym wypadku pełni rolę ekranu (rys. 2). Jednak w korze mózgu cień ten jest interpretowany jako obraz na siatkówce i jest w procesie obróbki informacji „odwracany”. W ten sposób powstaje nasze zmysłowe wrażenie zawieszanej „do góry nogami” szpilki.



Rys. 1



Rys. 2

Foton 90/2005; <http://www.if.uj.edu.pl/Foton/>

KC

Zadania

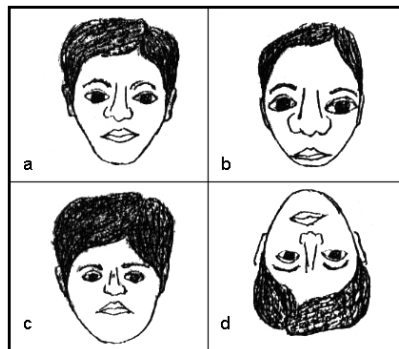
Zadanie z *Fotonu* 5/1992 (*The Physics Teacher* 1992)

Proszę dokładnie przyjrzeć się czterem twarzom na rysunku poniżej i wskazać zwierciadło, w którym powstaje taki obraz.

- 1) Zwierciadło płaskie;
- 2) Zwierciadło wypukłe;
- 3) Zwierciadło wklęsłe, odległość od twarzy mniejsza niż ogniskowa;
- 4) Zwierciadło wklęsłe, odległość od twarzy większa niż ogniskowa.



twarz rzeczywista



Zadania z książki P.G. Hewitta „Fizyka wokół nas”, rozdz. 27 *Odbicie i załamanie światła*, str. 513

1. Jak duże powinno być lustro, byś mógł zobaczyć cały swój obraz?
2. Jaki wpływ na wielkość lustra dającego pełny obraz ma twoja odległość od niego? (Sprawdź to sam).
3. Gdy trzymasz lustro w wyciągniętej ręce, widzisz pewną część twojej twarzy. Jeśli chcesz zobaczyć większą jej część, to powinienes zbliżyć lustro do twarzy, czy też wziąć większe lustro?

Doświadczenie w 5 minut. Obraz w łyzce

Eksperyment: Przygotuj dużą łyżkę o wypolerowanych powierzchniach (to będzie twoje zwierciadło) i ołówek. Łyżkę przybliżaj i oddalaj od twarzy raz stroną wypukłą, a raz wklęsłą. Obserwuj swoje odbicie w łyżce. Zwróć uwagę na to, jaką część pokoju widzisz za każdym razem w swoim zwierciadle. Następnie ustaw pionowo ołówek tak, aby jego końcówka znajdowała się na wysokości lustra łyżki. Przybliżając i oddalając ołówek od łyżki, obserwuj jego obraz w zwierciadle – raz wklęsłym, a raz wypukłym.

Zastanów się: W którym zwierciadle – wklęsłym czy wypukłym – widać było obraz większej części pokoju? W którym zwierciadle można było zobaczyć obraz odwrócony, a w którym – nie? Dlaczego w zwierciadle wklęsłym można w pewnym położeniu zobaczyć prosty (nieodwrócony) obraz ołówka, a nie można zobaczyć takiego samego obrazu twarzy?

Komentarz: Kiedy patrzysz w **płaskie lustro (zwierciadło)**, zawsze widzisz **obraz prosty** (nieodwrócony) o niezmienionym kształcie i wielkości. Jeśli obserwujesz odbicie przedmiotów w **zwierciadle wypukłym**, to obraz także jest prosty, ale zniekształcony. Zwierciadła wypukłe wykorzystuje się na niebezpiecznych zakrętach ulic oraz w bocznych lusterkach samochodowych – aby poszerzyć pole widzenia kierowców. Ze względu na ich wypukły kształt, powstaje w nich obraz większej części przestrzeni, niż powstawałby w zwierciadle płaskim lub wklęsłym. Jednakże obraz ten jest pomniejszony, dlatego wydaje nam się, jakby przedmioty znajdowały się dalej, niż są w rzeczywistości. W zwierciadle wypukłym nigdy nie powstanie obraz odwrócony (czyli „do góry nogami”).

W zwierciadle wklęsłym obrazy dalekich przedmiotów są **odwrócone**. Obraz prosty możemy zaobserwować w takim zwierciadle tylko wtedy, gdy bardzo przybliżymy do niego przedmiot (dokładniej mówiąc: na odległość mniejszą niż tzw. ogniskowa zwierciadła).

Ludzkie oko dostosowuje ostrość widzenia do odległości widzianych przedmiotów tylko do pewnego stopnia. Jeżeli zbliżysz jakiś przedmiot na zbyt małą odległość, to widzisz go niewyraźnie. Zdrowe oko ludzkie najmniej się wysila, gdy patrzy na przedmiot znajdujący się w odległości około 25 cm. Dlatego odległość tę nazywa się **odległością dobrego widzenia**. Podczas zbliżania wklęsłej powierzchni łyżki do twarzy powstanie obraz prosty dokładnie przy tej samej odległości, przy której powstał prosty obraz ołówka. Jednak odległość ta jest zbyt mała (wynosi kilka centymetrów), aby oko było w stanie zaobserwować wyraźny obraz twarzy w lusterku.

Wiele ciekawych pytań i zadań dotyczących obrazów w zwierciadłach można znaleźć w książce P.G. Hewitta „Fizyka wokół nas”. Polecam!

Konkursy Fizyczne

Polsko-Ukraiński Konkurs Fizyczny LWIATKO

Konkurs, w formie testu, rozgrywany jest na pięciu poziomach: klasy 1-2 gimnazjum; klasy 3 gimnazjum; klasy I liceum i technikum; klasy II liceum i technikum; klasy III liceum oraz III i IV technikum.



Więcej informacji na stronie: <http://www.lwiatko.org/>

Tegoroczny Konkurs odbył się 31 marca 2008.



Ogólnopolski Konkurs Nauk Przyrodniczych dla uczniów szkół podstawowych ŚWIETLIK

Organizowany przez Fundację dla Uniwersytetu Jagiellońskiego pod patronatem Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ.

Konkurs jest **jednoetapowy** w formie testu jednokrotnego wyboru organizowanego w każdej zgłoszonej szkole. Dla każdej grupy wiekowej z klas 2-6 szkoły podstawowej przeznaczony jest osobny test. Uczniowie przygotowujący się do danej edycji Konkursu mają za zadanie przeprowadzenie zestawu **prostych eksperymentów** z użyciem przyrządów i przedmiotów domowego użytku.

Oprócz nagród rzeczowych przewidziane jest, jako wyróżnienie, przeprowadzenie warsztatów z nauk przyrodniczych w szkołach, które będą najliczniej (procentowo) reprezentowane w danej edycji Konkursu.

Do pierwszej edycji zgłosiło się **4902** uczniów z **239** szkół w całej Polsce.

Strona internetowa Konkursu: www.swietlik.edu.pl

W bieżącym roku szkolnym I edycja konkursu odbyła się **24 kwietnia 2008 roku**.

Akademia Fizyki Lato 2008 - dawne Przedszkole Fizyki

Sesje naukowe dla uczniów i sesje dydaktyczne dla nauczycieli organizowane przez Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego

Sesja dla gimnazjalistów:

Materiały przyszłości

16 czerwca 2008

Sesja dla licealistów:

Wszechświat oddziaływań

17-19 czerwca 2008

Miejsce spotkań: IF UJ - ul. Reymonta 4, Kraków, w godz. 9.00-15.00

Szczegółowy harmonogram zostanie podany w maju 2008 na stronie internetowej:

<http://www.if.uj.edu.pl/przedszkole/przedszkole.pdf>