

Foton 72

WIOSNA
2001

Pismo dla nauczycieli fizyki i przyrody oraz ich uczniów

INSTYTUT FIZYKI X UNIwersYTET Jagielloński
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

PHYSICS
on Stage

Physics
TEACHING
FAIR

Jak się hoduje kryształy?
Czy natura boi się próżni?
Zadania z Ukrainy
Jak się studiuje we Włoszech?





Profesor Jan Czochralski
1885–1953
Zdjęcie z artykułu Pawła Tomaszewskiego – internet

Na tylnej okładce migawki fotograficzne „Nasi w Genewie” Od góry: grupa polska po występie Fizyka ping-ponga, występ Fizyka ping-ponga, przed polskim kioskiem.



Szczypta optymizmu

Doprawdy nie potrafię zrozumieć schizofrenicznego obrazu naszego świata. Z jednej strony jakiś koszmar wymordowanych, znarkotyzowanych, bezwzględnych małolatów i ich agresywnych, niedouczonej nauczycieli (obraz z mediów), a z drugiej cudowna, zdolna, ciekawa świata młodzież oraz pełni wiedzy i energii nauczyciele. Czy mówimy o tej samej młodzieży, szkole, kraju?

Pomysły na wzbudzenie zainteresowania fizyką u uczniów i szerokiej publiczności były prezentowane w listopadzie w Genewie na imprezie „Fizyka na scenie”. Wybrana grupa naszych najlepszych nauczycieli (artykuł Z.G-M) miała okazję podglądać cudze pomysły i dzielić się własnymi.

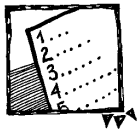
Natomiast uczyć się, studiować można na imprezach typu warsztaty i szkoły letnie. W tym *Fotonie* znajdują państwo dwa referaty z Przedszkola Fizyki 2000. Oba zostały napisane przez wybitnych specjalistów różnych dziedzin fizyki, jeden przez profesora J.M. Honiga – doświadczalnika, a drugi przez teoretyka profesora A. Białasa. Proszę zwrócić uwagę, jak dramatycznie są one różne. Jak różne oblicza ma fizyka i jak rozmaicie jest uprawiana! Uczniom należy koniecznie pokazywać paletę różnych „fizyk”, jest wtedy szansa, że u większej liczby uczniów odezwie się zew fizyki.

Polecam uwadze oryginalne zadania z olimpiad na Ukrainie. Trudniejsze i ciekawe zadania zmuszają do wniknięcia w istotę problemu fizycznego, do „łatania” luk w rozumieniu. Jak bardzo słusznie zauważył Rafał Sarnecki, zwycięzca XLIX Olimpiady Fizycznej (wywiad A. Smólskiego, *Fizyka w Szkole*, Nr 5, 2000), „podstawą sukcesu jest to, by wszystko starać się zrozumieć dogłębnie, żeby nie zostawiać luk nawet w najprostszyc działach, takich jak mechanika czy elektrostatyka...”

Proszę zwrócić uwagę, że mówi to nie doświadczony nauczyciel tylko młody uczeń, być może początkujący uczoney. Nie ma zrozumienia fizyki bez samodzielnego rozwiązywania, choćby prostych, zadań. Jedną z największych sztuk w nauczaniu jest dobór odpowiednich zadań! Mamy jeszcze nauczycieli, którzy to potrafią.

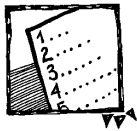
Nasi studenci fizyki narzekający na niedogodności studiów, bezduszność urzędników, odczują ulgę po przeczytaniu artykułu swego kolegi o studiach w Rzymie. Jak zwykle polecamy stałe rubryki.

Z.G-M



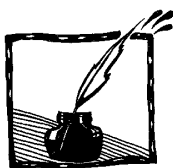
Spis treści

Natura boi się próżni <i>Andrzej Białas</i>	4
Kryształy w nauce i technice <i>Stanisław Wróbel</i>	8
Otrzymywanie i badanie własności elektrycznych monokrystalicznych ciał stałych – wprowadzenie, cz. I <i>George M. Honig</i>	15
Fizyka na scenie. 5–10 listopad 2000, Genewa <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	22
Letnia Szkoła Fizyki dla Nauczycieli. CERN, 2–22 lipiec 2000 <i>Anna Skórka</i>	27
„Sąd nad fizyką jądrową” <i>Elżbieta Betlej</i>	30
„La Sapienza”, czyli mądrość po włosku. Studia fizyki w Rzymie <i>Szymon Pustelny</i>	36
Kącik zadań. Drugi stopień olimpiady fizycznej na Ukrainie (rok 2000) <i>Jadwiga Salach</i>	39
Pomiar prędkości dźwięku w metalach <i>Barbara Pukowska, Andrzej Kaczmarek, Krzysztof Sokalski</i>	44
Kącik eksperymentatora. Obserwacja kryształów. Pokaz na rzutniku <i>Alfred Pflug</i>	49
Czytamy po angielsku. Broken Symmetry	50
Kronika. Setna Rocznica Urodzin Henryka Niewodniczańskiego <i>Barbara Warczak</i>	51
Kronika. Nagroda Minerwy dla profesora Lucjana Jarczyka <i>Paweł Moskal</i>	53
Helowy kaczor Donald i wieszcz w oparach jodu – reminiscencje z dni otwartych Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu <i>Andrzej Bugaj</i>	54
Kronika. Polska na międzynarodowych zawodach QUANTA 2000 <i>Tomasz Kłoda</i>	57
Sprawozdanie z XIV Jesiennej Szkoły Dydaktyki Fizyki <i>Jadwiga Salach</i>	59
List do Redakcji. O podręczniku <i>Joanna Bojko</i>	61
List do Redakcji. Więcej historii fizyki w nauczaniu <i>Danuta Czyżewska</i>	62
Fizyka w internecie <i>Wiesław Mroszczyk</i>	64
Co czytać Ostrożnie z lekturą <i>Gazety Wyborczej</i>	65
Komunikaty Redakcji	66
Komunikat o Zjeździe PTF	67



Contents

Nature Abhors Vacuum <i>Andrzej Bialas</i>	4
Crystals in Science and Technology <i>Stanisław Wróbel</i>	8
Single Crystal Growth and Their Electrical Properties – an Introduction, Part I <i>George M. Honig</i>	15
Physics on Stage. Genewa, 5–7 Nov. 2000 <i>Zofia Goląb-Meyer</i>	22
Summer Program for Physics Teachers in CERN, 2–22 July 2000 <i>Anna Skórka</i>	27
„The Case Against Nuclear Physics” – Classroom Drama <i>Elżbieta Betlej</i>	30
Studying Physics in Rome „La Sapienza” University <i>Szymon Pustelny</i>	36
Physics Problems from Physics Olympiad in Ukraine <i>Jadwiga Salach</i>	39
An Introductory Experiment in Acoustics <i>Barbara Pukowska, Andrzej Kaczmarski, Krzysztof Sokalski</i>	44
Experiments on an Overhead Projector: Crystals <i>Alfred Pflug</i>	49
Reading in English: Broken Symmetry (from <i>The Physics Teacher</i>)	50
Chronicle: Hundred Years of Anniversary Professor Henryk Niewodniczański’s Birthday <i>Barbara Warczak</i>	51
Minerwa Award for Professor Lucjan Jarczyk <i>Paweł Moskal</i>	53
Donald Duck from Helium and a Poet in Vapours of Iodine – Reminiscences from the Open House of Adam Mickiewicz University in Poznań <i>Andrzej Bugaj</i>	54
Polish Team on QUANTA 2000 Tournament <i>Tomasz Kloda</i>	57
Report from 14 th Autumn School of Didactics of Physics <i>Jadwiga Salach</i>	59
Letter to the Editor: About my Textbook <i>Joanna Bojko</i>	61
Letter to the Editor: More History of Physics in Physics Teaching <i>Danuta Czyżewska</i>	62
Physics in Internet <i>Wiesław Mroszczyk</i>	64
What to Read	65
Communicates	66



Natura boi się próżni

Andrzej Białas

Instytut Fizyki UJ

Referat wygłoszony dla uczniów – uczestników Przedszkola Fizyki i uczestników Szkoły Teoretycznej w Zakopanem w czerwcu 2000 roku.

Kwestia istnienia bądź nieistnienia próżni uznawana była od czasów pierwszych dyskusji naukowych za jeden z najważniejszych problemów w pojmowaniu natury. Działo się tak dlatego, że zagadnienie istnienia próżni miało fundamentalne znaczenie dla sporu pomiędzy „atomistami” a myślicielami, którzy wierzyli, że materia jest „ciągła”. Jeśli bowiem materia składa się z oddzielnych atomów, pomiędzy atomami musi znajdować się próżnia, jeśli zaś materia wypełnia całą przestrzeń, nie ma już miejsca na próżnię. Spór ten toczył się przez stulecia i tak jak większość starożytnej wiedzy, został podsumowany przez Arystotelesa. Arystoteles był gorącym zwolennikiem ciągłej struktury materii, podał więc szereg argumentów za tym, że próżnia nie może istnieć. Niektóre były natury semantycznej (czy NIC może istnieć?) i te nas nie interesują, inne odnoszą się do fizyki. Pozwolę sobie przedstawić jeden z dwu, które rozumiem – a mianowicie ten o niemożliwości istnienia ruchu w próżni. Arystoteles uważał, że ciało spoczywające w próżni nie może zacząć się poruszać. Powód tej niemożności jest bardzo prosty i zarazem bardzo głęboki: próżnia, będąc zupełnie pustą przestrzenią, *w sposób oczywisty musi być zupełnie symetryczna* i dlatego rozważane ciało nie może się poruszyć, *nie ma bowiem wyróżnionego kierunku*, w którym ruch mógłby zachodzić. Nie chcę tu dyskutować słuszności tego rozumowania, pozwolę sobie jednak sformułować fundamentalne spostrzeżenie wielkiego myśliciela w nieco bardziej współczesnym języku: *Pusta przestrzeń musi być idealnie symetryczna ze względu na wszelkie możliwe przekształcenia.*

Jak powszechnie wiadomo, wpływ Arystotelesa na myślenie naukowe był tak potężny, że przez stulecia nikt nie śmiał nawet kwestionować jego stwierdzenia, że próżnia nie może istnieć. Nie jest jasne, kto pierwszy sformułował słynne zdanie „natura boi się próżni”, jednak było ono w powszechnym użyciu już u trzynastowiecznych uczonych.

Z nadejściem Renesansu nauka arystotelesowska stała się obiektem krytyki i wkrótce koncepcja próżni tryumfalnie powróciła do opisu świata materialnego. Prace Toricellego, Galileusza, Guericke i innych pokazały ponad wszelką wątpliwość, że próżnia to bardzo użyteczne pojęcie i że można ją uważać za coś „rzeczywistego”. Jeszcze później, wraz z odkryciem atomowej struktury świata, próżnia stała się niezbędnym elementem jego opisu. Próżnia była potrzebna dziewięć-

nastawie atomistom tak samo jak Demokrytowi 2500 lat wcześniej. Wydawało się, że problem istnienia próżni został wreszcie rozwiązany i „obawa próżni” została usunięta ze słownika naukowego, pozostając jedynie w rozważaniach społecznych i politycznych.

Problem istnienia próżni powrócił na krótko wraz z koncepcją „eteru”, przestał jednak istnieć po sformułowaniu teorii względności Einsteina. Fizyka klasyczna zaakceptowała pojęcie próżni bez zadawania dalszych pytań. Jednak wraz z nadejściem teorii kwantowej próżnia straciła swą absolutną, statyczną naturę. Pusta przestrzeń stała się areną dla bardzo bogatej klasy zjawisk dynamicznych: fluktuacji próżni. Stało się jasne, że w każdym punkcie pustej przestrzeni i w każdej chwili może spontanicznie powstać i następnie istnieć przez bardzo krótki czas para cząstka-antycząstka; znalazło to przepiękne potwierdzenie eksperymentalne. Był to krok kluczowy, pozwalający myśleć o pustej przestrzeni jako o ośrodku fizycznym wpływającym na dynamikę świata. Tym niemniej samo istnienie pustej przestrzeni nie zostało przez te obserwacje zakwestionowane: natura wreszcie zaakceptowała próżnię, choć zapewne bez przesadnego entuzjazmu.

Niespodziewanie w połowie lat sześćdziesiątych problem ponownie się pojawił, gdy fizycy badający cząstki elementarne odkryli „ukryte symetrie”, pojęcie dobrze znane z fizyki ciała stałego. Było to konsekwencją wielkiego postępu w zrozumieniu oddziaływań podstawowych. Wiemy dziś, że świat zbudowany jest zaledwie z kilku rodzajów cząstek elementarnych i że wszystkie siły obserwowane w przyrodzie można sprowadzić do czterech oddziaływań podstawowych pomiędzy tymi cząstkami. Najbardziej sensacyjne było jednak odkrycie, że *wszystkie oddziaływania podstawowe wynikają z pewnych zasad symetrii*. Chciałbym podkreślić niezwykły charakter tego odkrycia: równania opisujące nasz świat są konsekwencją prostych reguł matematycznych symetrii. Symetria nie tylko pociąga to, że cząstki **muszą** oddziaływać (równania dla cząstek swobodnych nie spełniają wymaganych symetrii), lecz także **jednoznacznie** określa postać równań opisujących te oddziaływania. Istnieją uzasadnione powody, aby wierzyć, że symetrie podstawowych równań są naprawdę ściśle: Po pierwsze, mocnych argumentów na rzecz tych symetrii dostarczają reguły kwantowej teorii pola oraz struktura multipletowa cząstek elementarnych. Po drugie, z istnienia symetrii wynikają wnioski potwierdzone we współczesnych eksperymentach aż do granicy dokładności pomiarów. Wreszcie po trzecie, nie znamy innych sposobów na zbudowanie matematycznie spójnych kwantowych teorii pola.

Jest rzeczą jasną, że odkrycie to reprezentuje nową, podstawową i unifikującą zasadę natury. Kwestią otwartą pozostaje, czy odkryliśmy już wszystkie symetrie świata, jednak sama zasada nie jest przez nikogo kwestionowana.

Fascynująca „zasada symetrii”, przypominająca w pewnym sensie idee wielkiego Platona, rodzi jednakże nowy problem. Okazuje się bowiem, że chociaż eksperyment jest doskonale zgodny z symetryczną formą *równań* opisujących świat, jego wyniki łamią pewne konsekwencje owych symetrii. Możemy znów

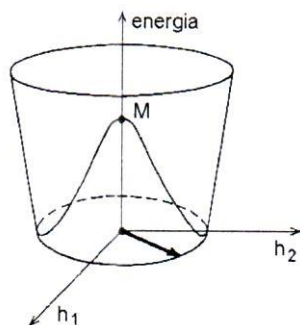
przywołać skojarzenia z platońskimi ideami: świat rzeczywisty jest jedynie niekształconym cieniem idealnego, symetrycznego świata. Rzecz jasna są to tylko słowa, jednak ich główne przesłanie warto zachować: świat taki, jakim go widzimy, z całą pewnością nie wygląda na system idealnie symetryczny.

Stoimy więc oto przed nowym i trudnym problemem: Jak można użyć idealnie symetrycznej teorii do opisu świata nie dopuszczającego symetrii? Rozwiązanie tej na pierwszy rzut oka nierozwiązywalnej zagadki znaleziono, stosując analogię do zjawisk znanych z fizyki ciała stałego. Obecnie akceptowana odpowiedź brzmi: *Symetria praw fizyki jest łamana przez czasoprzestrzeń, w której one działają*. Równania są symetryczne, czasoprzestrzeń zaś nie. Jednak to, co jest zupełnie naturalne w fizyce ciała stałego, staje się wysoce nietrywialnym problemem w zagadnieniu, które właśnie rozważamy. O ile bowiem nie ma żadnych szczególnych trudności w zaakceptowaniu faktu, że stan podstawowy kryształu nie jest symetryczny ze względu na transformacje niezmienniczące równań opisujących układ, o tyle akceptacja tego faktu odnośnie pustej przestrzeni łamie arystotelesowską zasadę symetrii próżni, dyskutowaną na początku tego artykułu. Jedynym sposobem wyjścia z tego dylematu jest przyjęcie, że próżnia, czyli stan podstawowy układu cząstek elementarnych, jest w rzeczywistości *niepusta!* Innymi słowy prawdziwa próżnia, czyli naprawdę pusty obszar czasoprzestrzeni, **nie istnieje**. Arystoteles miał, mimo wszystko, rację: natura w istocie boi się próżni.

Jak coś takiego może zachodzić? Odpowiedź *formalna* jest dość prosta: wygląda na to, że prawdziwie pusta czasoprzestrzeń jest niestabilna, ponieważ ma większą gęstość energii niż istniejąca próżnia fizyczna odpowiadająca światu, w którym żyjemy. Sytuację tę przedstawia Rys. 1, gdzie gęstość energii hipotetycznego dwuskładnikowego pola h jest wykreślona jako funkcja jego dwu składowych h_1 i h_2 . Układ ten jest doskonale symetryczny względem obrotów wokół pionowej osi. Łatwo też widać, że punkt M odpowiadający znikającemu polu ($h_1 = h_2 = 0$), symetryczny względem obrotów, odpowiada lokalnemu maksimum energii. Jest on zatem niestabilny i musi się rozpaść do jednego z punktów na „dnie butelki”, gdzie pole nie znika. Taki stan o najniższej energii jest *niesymetryczny* względem obrotów wokół pionowej osi: stan podstawowy układu łamie symetrię.

Jest to oczywiście ćwiczenie czysto formalne. Jeśli jednak wziąć je poważnie, oznacza to, że pole h naprawdę istnieje, a skoro tak, to musi być możliwe znalezienie cząstek odpowiadających temu polu. I rzeczywiście, poszukiwania tych cząstek, zwanych bozonami Higgsa, stanowią istotną część programu badawczego w CERN, a nowy, wielki akcelerator (LHC – Large Hadron Collider) jest właśnie budowany specjalnie w celu ich poszukiwania. Myślę, że z tego, co tu powiedziano, powinno jasno wynikać, że znalezienie bozonu Higgsa jest rzeczą naprawdę ważną. Nie jest to po prostu „kolejna cząstka elementarna”, ale najbardziej podstawowa ze wszystkich cząstek – cząstka odpowiadająca za naturę czasoprzestrzeni, w której umieszczony jest nasz świat. Im więcej o tym myślę, tym bardziej

jestem przekonany, że zadanie to warte jest wydanych na nie pieniędzy, bowiem oto naprawdę sięgamy po coś bardzo głębokiego: podstawę całego świata.

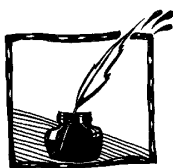


Rys.1 Gęstość energii hipotetycznego pola h w funkcji dwóch składowych h_1 i h_2

Nie muszę chyba dodawać, że poszukiwania bozonu Higgsa nie zatrzymają się po prostu wraz z jego (wielce prawdopodobnym) odkryciem. Szczegółowe własności tej cząstki mają także ogromne znaczenie. Czy jest ona elementarna? Czy jest cząstką złożoną? Jeśli tak, to z czego? Odpowiedzi na te pytania będą niezwykle ważne dla dalszego rozwoju fizyki cząstek i astrofizyki. Wybiegamy jednak zbyt daleko...

Może się oczywiście zdarzyć, że bozon Higgsa nie istnieje, choć wydaje się to wysoce nieprawdopodobne. Co wówczas? Tego nikt nie wie, lecz zapewne teorię cząstek, jaką znamy obecnie, trzeba będzie porzucić lub przynajmniej gruntownie zmodyfikować. Tytuł zaś wykładów o problemie próżni będzie można zaczerpnąć z Szekspira.

[A. Białas, *Nature abhors vacuum*, Phys. Bl. **54**, 641 (1998), tłumaczenie Paweł F. Góra]



Kryształy w nauce i technice

Stanisław Wróbel

Instytut Fizyki UJ

Wstęp

W gazach cząsteczki i atomy zachowują się jak niezależne indywidua. Każda cząsteczka gazu porusza się niezależnie od innych. Kontakt cząsteczek z otoczeniem polega tylko na zderzeniach. Przypomnijmy sobie model gazu doskonałego, tak dobrze opisujący gazy rzeczywiste.

Przeciwnieństwem luźnego zbioru indywiduów w gazie jest karny porządek drobin (czy jonów) w krystalicznym ciele stałym. Tutaj każda cząsteczka ma wydzieloną skromną przestrzeń w ściśle określonym miejscu. Można to sobie wyobrazić jako pastylki leków „siedzące” w miseczkach opakowania plastikowego. Pastylki mają tam trochę „luzu” na drgania, ale muszą pozostawać w swoich dołkach. Okazuje się, że w przyrodzie, dla ciał stałych będących kryształami, występuje ograniczona liczba sposobów uporządkowania cząsteczek w przestrzeni. Miejsca (punkty), w których znajdują się cząsteczki nazywamy węzłami sieci krystalicznej. Nasze modelowe pastylki też są ulokowane w uporządkowanych węzłach sieci w szeregach z równymi odstępami. Tak więc uwięzienie swobodnych molekuł gazu w ciele stałym odbywa się wedle pewnego geometrycznego porządku.

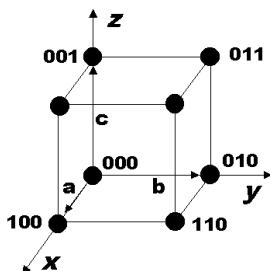
W prezentowanym poniżej opracowaniu wnikniemy bliżej w strukturę kryształów, by zrozumieć czym różnią się jedne kryształy od innych, z czego wynikają ich różne kształty, kolory i inne właściwości fizyczne.

1. Struktura kryształów

Kryształy, takie jak: kwarc, mika, diament, korund, miedź zadziwiają świat od najdawniejszych czasów swoimi właściwościami optycznymi, mechanicznymi, elektrycznymi i in. Badania nad strukturą wewnętrzną kryształów rozpoczęły się w XVIII i XIX wieku. Na podstawie geometrycznych właściwości monokryształów wywnioskowano, że każdy kryształ składa się z powtarzających się w przestrzeni trójwymiarowej identycznych elementów (cegiełek). Nauka zajmująca się strukturą i symetrią kryształów nosi nazwę **krystalografii**. Matematycznie strukturę kryształu opisuje się wprowadzając pojęcie sieci przestrzennej, która jest uporządkowanym zbiorem dyskretnych punktów, węzłów. A. Bravais w 1850 r. udowodnił, że istnieje 14 sieci przestrzennych. W realnej strukturze krystalicznej z każdym węzłem związana jest jedna elementarna cegiełka, zwana inaczej bazą. W kryształach miedzi bazą jest atom miedzi (Cu), w kryształach soli kuchennej para jonów – chloru (Cl^-), i sodu (Na^+), a w kryształach molekularnym metanu molekula

CH₄. Badaniem właściwości fizycznych kryształów zajmuje się **fizyka ciała stałego**. Wybitny fizyk ciała stałego Ch. Kittel w swej znanej książce [1] wprowadził takie nieformalne równanie:

$$\text{Struktura krystaliczna} = \text{sieć przestrzenna} + \text{baza}.$$



Rys. 1. Komórka elementarna sieci kubicznej prostej.

Długości wektorów **a**, **b** i **c** są jednostkami pomiaru odległości w kierunkach poszczególnych osi. W sieciach kubicznych dla wszystkich osi mamy tę samą jednostkę, równą stałej sieci

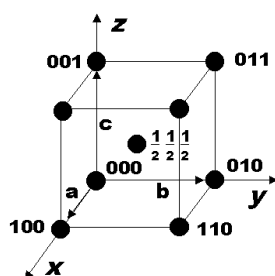
Najprostszą siecią przestrzenną, jedną z czternastu sieci Bravais'go (czyt. Brawego), jest sieć kubiczna prosta (Rys. 1), w której węzły sieci są w narożach sześcianu¹. W idealnej sieci przestrzennej takie sześciany (komórki elementarne) wypełniają całą przestrzeń, w której można wyróżnić proste sieciowe i płaszczyzny sieciowe.

Warto w tym miejscu wyjaśnić, że ze względu na symetrię sieci kubicznych węzły: 000, 100, 110, ..., a więc wszystkie naroża sześcianu są sobie równoważne. W sieci kubicznej prostej przypada jeden węzeł na komórkę (proszę to uzasadnić!). Możemy więc mówić tylko o węźle 000. Oś **x** jest prostą sieciową wyznaczoną przez węzły 000 i 100. (Uwaga: w symbolach węzłów sieciowych nie ma nawiasów ani przecinków). W krytalografii symbolem takiej prostej sieciowej jest [100]. Analogicznie pozostałe osie układu współrzędnych będą mieć odpowiednio symbole: [010] oraz [001]. Jaki symbol będzie mieć prosta sieciowa, która jest przekątną elementarnego sześcianu? Innym obiektem geometrycznym w sieci przestrzennej jest płaszczyzna sieciowa, którą wyznaczają co najmniej 3 węzły sieci. Np. płaszczyzna sieciowa przechodząca przez znane Wam już węzły 100, 010 i 001 ma symbol (111).

Po tym krótkim wstępie z geometrii sieci krystalicznej powróćmy do zagadnienia struktur krystalicznych. Zgodnie z równaniem Kittela każdemu węzłowi sieci przypisujemy 1 atom lub molekułę, czyli bazę. Otrzymujemy w ten sposób

¹ W przypadku sieci kubicznej długości wektorów **a**, **b** i **c** są jednakowe ($a = b = c \equiv a$), a kąty między nimi są proste. Wielkość **a** nazywa się stałą sieci.

strukturę krystaliczną, w której atomy lub molekuly są gęsto upakowane. W przyrodzie realizują się jednak struktury krystaliczne, dla których sieć przestrzenna jest bardziej skomplikowana. Jeśli np. wewnątrz elementarnego sześcianu (komórki elementarnej) umieścimy dokładnie w środku dodatkowy węzeł o współrzędnych $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$, to otrzymamy sieć przestrzennie centrowaną (Rys. 2), o skróconej nazwie BCC². Strukturę krystaliczną typu BCC posiada np. wolfram i dlatego czasem strukturę tę nazywa się strukturą wolframu [2]. W strukturze BCC krystalizuje wiele innych metali, między innymi wanad, żelazo- α [3]. Taką strukturę posiadają również kryształy jonowe typu $X^+ Y^-$, z których najbardziej znanym przedstawicielem jest chlorek ceszu ($Cs^+ Cl^-$) o stałej sieci $a = 4,11 \text{ \AA}$.



Rys. 2. Komórka elementarna sieci kubicznej przestrzennie centrowanej BCC. W realnej strukturze chlorku ceszu jon Cs^+ okupuje węzły typu 000 a jon Cl^- – węzły typu $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ (lub odwrotnie)

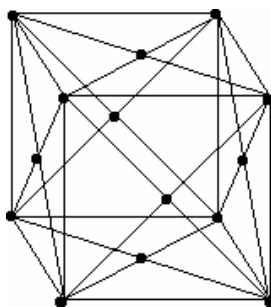
W tym miejscu należy wyjaśnić, że nowoczesna nauka o strukturze kryształów zaczęła się dopiero w 1912 roku, kiedy to M. von Laue wraz ze swoim studentami Friedrichem i Knippingiem stwierdzili po raz pierwszy, że odkryte wcześniej promienie X o długości fali rzędu 1 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm} = 0,1 \text{ nm}$) rozpraszają się na kryształach niczym na siatce dyfrakcyjnej, dając charakterystyczne dla danego kryształu widmo. W tym samym roku dwaj Anglicy W.H. Bragg i jego syn W.L. Bragg określili metodą dyfrakcji promieni X struktury kilku soli typu NaCl i wyznaczyli ich stałe sieci.

Trzecią siecią kubiczną Bravais'go jest sieć płasko-centrowana o skróconej nazwie FCC³ (Rys. 3), w której węzły sieci są w narożach komórki elementarnej oraz na środkach jej ścian. Wiele metali posiada strukturę typu FCC, a wśród nich miedź, aluminium, żelazo- γ (i wiele in.). Jest to struktura o najgęstszym upakowaniu atomów, w której 74% objętości całej komórki zajmują kuliste atomy, a pozostałe 26% puste luki międzywęzłowe. W metalach w położeniach węzłowych znajdują się jony, a pusta przestrzeń międzywęzłowa jest wypełniona przez swo-

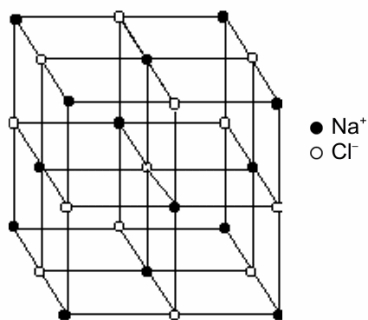
² Skrót od nazwy angielskiej „body centred cubic”.

³ Skrót pochodzi od angielskiej nazwy „face centred cubic”.

obodne elektrony z zewnętrznych powłok atomów. Elektrony te odpowiedzialne są za duże przewodnictwo elektryczne metali. Maleje ono ze wzrostem temperatury, ponieważ drgania termiczne atomów spowalniają ruchy elektronów w określonych kierunkach.

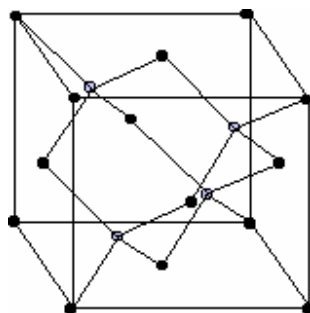


Rys. 3. Model sieci kubicznej płasko-centrowanej (FCC). Na komórkę elementarną tej sieci przypadają cztery węzły: jeden węzeł typu 000 i trzy węzły typu $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$ centrujące ściany $6 \times \frac{1}{2} = 3$)



Rys. 4. Komórka elementarna kryształu soli kuchennej NaCl o stałej sieci $a = 5,63 \text{ \AA}$. Jak można zauważyć, jony Na^+ i Cl^- tworzą dwie wzajemnie przenikające się podsieci typu FCC

Na Rys. 4 widzimy model sieci kryształu soli kuchennej (NaCl). Jak łatwo zauważyć, struktura krystaliczna soli kuchennej daje się opisać przez dwie wzajemnie przenikające się podsieci typu FCC. Dodatnie jony Na^+ są rozmieszczone na sieci FCC, a środki ciężkości ujemnych jonów chloru Cl^- tworzą przesuniętą o $a/2$ drugą podsieć typu FCC. W kryształach soli kuchennej NaCl elektrony są silnie związane w jonach Na^+ i Cl^- i dlatego brak jest elektronów w położeniach międzywęzłowych. Kryształy jonowe są więc izolatorami.



Rys. 5. Komórka elementarna kryształu diamentu.

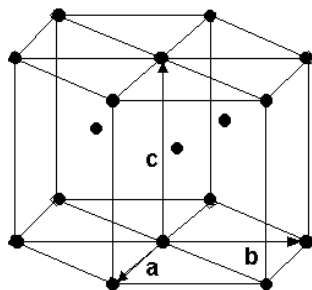
Szare węzły leżą wewnątrz komórki. W sieci diamentu mamy więc 8 węzłów na komórkę elementarną

Wyobraźmy sobie teraz, że w sieci przestrzennej typu FCC (Rys. 3) umieszczamy dodatkowe węzły wewnątrz komórki, w położeniach: $\frac{113}{444}$, $\frac{311}{444}$, $\frac{131}{444}$, $\frac{333}{444}$ (Rys. 5). Otrzymaliśmy w ten sposób sieć przestrzenną struktury diamentu, w której z każdym atomem węgla sąsiadują cztery inne atomy węgla. Strukturę diamentu wykazuje wiele materiałów półprzewodnikowych, takich jak: krzem, german, selen, arsen, siarka, tellur i in.

Diament, najtwardszy materiał w przyrodzie, jest jedną z wielu odmian alotropowych węgla, do których należy zaliczyć miękki grafit o heksagonalnej strukturze warstwowej [1,2,3,4] oraz fullereny C₆₀ i C₇₀ (zob. *Foton 50* (1997), artykuł prof. A. Szytuły). Warto podkreślić, iż kuliste molekuly C₆₀ w fazie stałej tworzą strukturę krystaliczną typu FCC [1,5].

2. Przejścia fazowe

Szczególnie ważną rolę w fizyce ciała stałego odgrywa struktura stabilnej odmiany alotropowej siarczku cynku (ZnS), zwanego potocznie blendą cynkową. Jest to struktura analogiczna do struktury diamentu, w której w narożach komórki elementarnej oraz na środkach ścian przypadają środki ciężkości atomów Zn, natomiast cztery węzły wewnątrz komórki obsadzone są przez atomy siarki (węzły szare na Rys. 5). Druga, niestabilna odmiana alotropowa siarczku cynku, zwana wurcytem, ma strukturę heksagonalną (Rys. 6), która po pewnym czasie przechodzi w stabilną odmianę blendy cynkowej. Jest to przykład strukturalnego przejścia fazowego, w którym zmienia się struktura kryształu od heksagonalnej do kubicznej typu diamentu. Strukturę heksagonalną wykazują też metale (Mg, Zn, Co) oraz faza stała helu i wielu kryształów molekularnych o prawie kulistych molekułach. Komórkę heksagonalną ma również korund (Al₂O₃) oraz trójtlenek wanadu (V₂O₃), który zostanie opisany w następnym artykule.



Rys. 6. Komórka elementarna sieci heksagonalnej.

Długości wektorów \mathbf{a} i \mathbf{b} są sobie równe ($a=b \neq c$), $\angle(\mathbf{a},\mathbf{b})=120^\circ$, a $\angle(\mathbf{a},\mathbf{c})= \angle(\mathbf{b},\mathbf{c})=90^\circ$. Wewnątrz komórki w co drugim graniastosłupie o podstawie trójkątnej znajduje się węzeł na wysokości $c/2$

Warto w tym miejscu podkreślić, że pierwiastki, czy związki chemiczne występują w postaci krystalicznej wyłącznie poniżej temperatury topnienia. Np. wanad (V), który ma olbrzymie znaczenie w biologii, medycynie, nauce i technice [2,6], topnieje w temperaturze ok. 1900°C przechodząc w stan ciekły, a następnie wrze w temperaturze ok. 3000°C . Poniżej temperatury topnienia wanad jest krystalizatem o strukturze kubicznej typu BCC. Krystaliczny wanad możemy więc otrzymać przez oziębianie fazy ciekłej, ale o tym, czy to będzie kryształ jednorodny (monokryształ) będą decydować takie czynniki jak: szybkość ochładzania, gradient temperatury i in. Wiele substancji krystalizuje w formie włókien lub drobnych ziarenek. Mówimy wtedy o polikryształach. Substancje polikrystaliczne są bardziej rozpowszechnione. Sól, cukier kupujemy w postaci polikrystalicznego proszku. Strukturę krystaliczną mają również płatki śniegu.

W odpowiednich warunkach można jednak wyhodować duże monokryształy. Przy powolnym ostygnięciu magmy po wybuchach wulkanów powstają olbrzymie kryształy miki o masie rzędu 1 tony oraz kryształy spodumenu $\text{Li}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$ o rozmiarach kilku metrów. Kryształy rudy berylu $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ osiągają długość kilku metrów i średnicę rzędu 1 m. W przyrodzie spotykane są również kryształy kwarcu o masie rzędu 1 tony oraz kryształy turmalinu o długości do kilku metrów. Okazałe kryształy topazu osiągają masę rzędu kilkudziesięciu kilogramów [2].

Warto podkreślić, że w pewnych warunkach budowę krystaliczną mają też białka, witaminy oraz niektóre leki (np. aspiryna). W praktyce spotykamy również ciała bezpostaciowe, tzw. ciecze przechłodzone. Szkło okienne jest cieczą przechłodzoną i nie wykazuje struktury krystalicznej. Jest optycznie izotropowe i przezroczyste dla promieniowania widzialnego.

Przejście od kryształu do cieczy, a także przejście odwrotne nazywamy w fizyce i chemii ciałem stałym przejściem fazowym. Topnienie i wrzenie są przejściami fazowymi I-ego rodzaju, w których następują nieciągłe zmiany wielkości

fizycznych, takich jak stałe sieci, ciepło właściwe, przewodnictwo elektryczne i in.

W fizyce ciała stałego znane są inne przejścia fazowe, takie jak: *przejście z fazy paraelektrycznej do fazy ferroelektrycznej*, *p. paramagnetyk-ferromagnetyk*, *p. typu porządek-nieporządek w stopach*, *p. przewodnik-nadprzewodnik*, *p. dielektryk-nadprzewodnik*, *p. metal-półprzewodnik*, *p. kryształ-ciekły kryształ*, *p. kryształ-kryształ plastyczny* i wiele innych.

Niemal każde z wymienionych przejść fazowych związane jest ze zmianą struktury krystalicznej, albo jej deformacją.

Przewodniki, dielektryki, magnetyki i półprzewodniki mają strukturę krystaliczną i stanowią bazę materiałową do budowy np. tak wszechobecnych dziś komputerów, środków audiowizualnych i wielu innych urządzeń. W najnowszych rozwiązaniach technologicznych pojawiły się cienkie warstwy ciekłokrystaliczne. Nadprzewodniki znajdują zastosowania w magnesach nadprzewodzących, w magnetometrach i wielu innych urządzeniach. Brak nadprzewodników o temperaturze krytycznej powyżej temperatury pokojowej nadal utrudnia ich zastosowania na szeroką skalę, chociażby w komputerach osobistych.

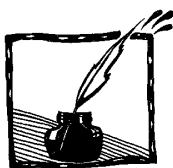
W minionym stuleciu zsyntetyzowano w laboratoriach bardzo dużo ważnych technologicznie materiałów, takich jak: rubin, krzem, polimery, elastomery, nadprzewodniki wysoko-temperaturowe, ciekłe kryształy, magnetyki molekularne, fullereny i wiele innych. Znalazły one zastosowania w nauce, technice i medycynie.

W powyższych rozważaniach mówiliśmy o idealnym uporządkowaniu krystalicznym. W rzeczywistych kryształach pojawiają się defekty, drobne „zanieczyszczenia”, które czasem prowadzą do jakościowo nowych właściwości. Taka sytuacja miała miejsce w przypadku badań nad półprzewodnikami niesamodzielnymi, które otrzymano domieszkując german np. arsenem. Warto dodać, że półprzewodnikami są też niektóre tlenki metali, jak np. trójtlenek talu Tl_2O_3 [2] oraz wspomniany wcześniej trójtlenek wanadu V_2O_3 .

Na zakończenie chciałbym bardzo serdecznie podziękować dr Zbigniewowi Tomkiewiczowi za wnikliwą korektę merytoryczną i językową tego artykułu.

Literatura

- [1] Ch. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Wa-a 1998
- [2] T. Penkala, *Zarys krystalografii*, PWN, W-wa 1976
- [3] J. Chojnacki, *Elementy krystalografii chemicznej i fizycznej*, PWN, W-wa 1973
- [4] Zb. Bojarski, *Krystalografia: podręcznik wspomagany komputerowo*, PWN, W-wa 1996
- [5] <http://www.godunov.com/bucky/>
- [6] <http://www.vanadium.au>



Otrzymywanie i badanie własności elektrycznych monokrystalicznych ciał stałych – wprowadzenie

George M. Honig

Department of Chemistry, Purdue University, USA

Część I

Hodowla monokryształów

Artykuł jest pisemną wersją referatu wygłoszonego przez Profesora Honiga dla uczniów – uczestników Przedszkola Fizyki i uczestników Szkoły Fizyki Teoretycznej w Zakopanem w czerwcu 2000 roku.

Wprowadzenie

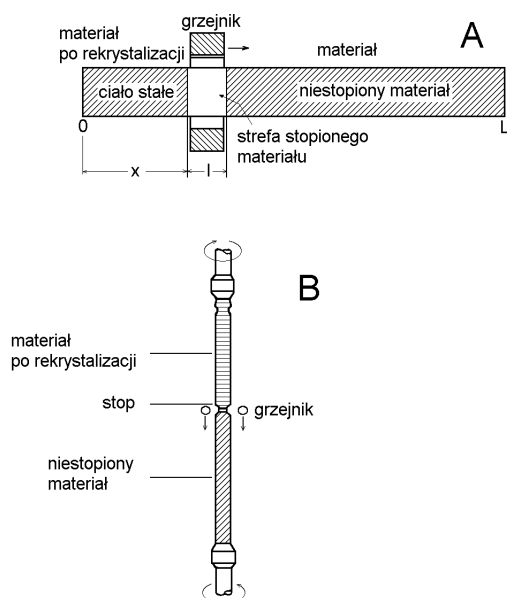
Badania własności fizycznych krystalicznych ciał stałych wymagają często dysponowania nie tylko wysokiej klasy przyrządami pomiarowymi, ale także wysokiej jakości próbkami o ściśle określonych własnościach fizycznych i chemicznych. W wielu przypadkach konieczne jest dysponowanie próbkami monokrystalicznymi o dużych rozmiarach przestrzennych. W przyrodzie kryształy tego typu występują niezwykle rzadko, dlatego konieczne jest sztuczne wytwarzanie próbek monokrystalicznych w warunkach laboratoryjnych. Metody otrzymywania monokryształów rozwijane są od dawna w wielu laboratoriach na całym świecie. Można wręcz mówić o wyodrębnieniu się całej, nowej gałęzi działalności naukowej związanej z produkcją monokryształów.

W tej części artykułu przedstawione zostaną wybrane, dziś najczęściej stosowane metody otrzymywania monokryształów wraz z ich krótką charakterystyką. Z konieczności omówione zostaną jedynie idee, na których opierają się poszczególne metody, bez zagłębiania się w szczegóły techniczne.

Różne metody otrzymywania monokryształów

Jedną z najprostszych metod otrzymywania monokryształów (niewymagającą skomplikowanej aparatury technicznej) jest **metoda topnienia strefowego** (zone melting technique). Przed przystąpieniem do właściwego procesu „monokryształizacji” materiału polikrystalicznego za pomocą tej metody, należy wyjściowy materiał polikrystaliczny odpowiednio przygotować. W specjalnych prasach ciśnieniowych należy sprasować materiał polikrystaliczny do postaci wydłużonego

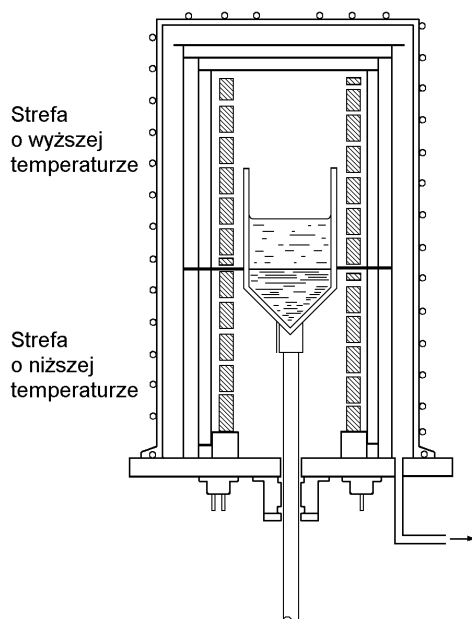
cylindra (pręta). Dopiero tak przygotowaną próbkę można umieścić w aparaturze, za pomocą której przeprowadzana będzie monokryształizacja. Zasadniczym elementem aparatury do monokryształizacji próbki metodą topnienia strefowego jest ruchomy grzejnik w kształcie wydłużonego pierścienia (Rys. 1).



Rys.1. Schemat aparatury do otrzymywania monokryształów: A) metodą topnienia strefowego; B) metodą ruchomych stref

Wyjściowa próbka polikrystaliczna musi być sprasowana do takich rozmiarów, aby mieściła się wewnątrz pierścienia grzewczego. Po umocowaniu próbki w odpowiednich uchwytach wewnątrz pierścienia grzewczego pierścień grzewczy nagrzewa się do temperatury wyższej niż temperatura topnienia materiału, z którego wykonana jest próbka. Następnie bardzo wolno przesuwa się go wzdłuż próbki (Rys. 1). Jak pokazano na rysunku 1, próbka może być ustawiona poziomo lub pionowo względem podłoża, mówimy wówczas odpowiednio: o technice topnienia strefowego (zone melting) lub technice ruchomych stref (floating zone). Jak już wspominaliśmy, pierścień grzewczy ogrzewany jest do temperatury wyższej niż temperatura topnienia materiału, z którego wykonana jest próbka, dlatego obszar próbki znajdujący się w danej chwili wewnątrz pierścienia grzewczego ulega stopieniu. Powstała ciecz utrzymywana jest na swoim miejscu dzięki siłom napięcia powierzchniowego. Przy powolnym ruchu pierścienia grzewczego wzdłuż próbki, strefa stopionego materiału przesuwa się, a w miejscu, w którym uprzednio znajdował się grzejnik, pod wpływem spadku temperatury rozpoczyna-

ją się procesy rekrytalizacji i zaczyna powstawać monokryształ. Jak widać jest to prosta technicznie metoda, co więcej, nie jest tu konieczne stosowanie żadnych naczynek czy specjalnych tygli. Jej stosowanie ograniczone jest jednak do materiałów o stosunkowo niskiej temperaturze topnienia.

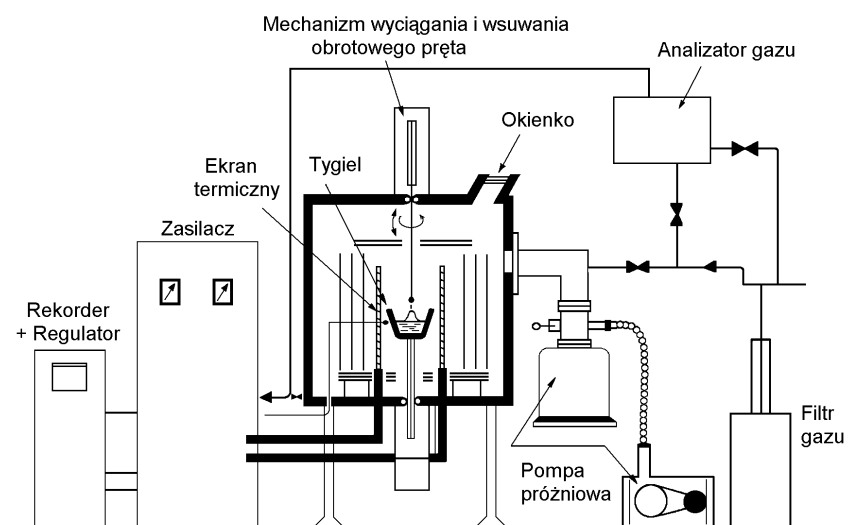


Rys. 2. Schemat aparatury do otrzymywania monokryształów metodą Bridgmana

Bardziej zaawansowaną metodą otrzymywania monokryształów jest **metoda Bridgmana**. Na rysunku 2 przedstawiony został schemat aparatury służącej do produkcji monokryształów tą metodą. Wyściowy materiał polikrystaliczny umieszczony jest tu w specjalnym tyglu. Tygiel ten może się przesuwać wewnątrz grzejnika w górę lub w dół. W górnym położeniu tygiel ogrzewany jest najmocniej, aż do stopienia znajdującego się w nim materiału, po czym bardzo wolno przesuwany jest w dół. Część materiału, znajdująca się najbliżej denka tyglia schładzana zostaje najwcześniej. Tworzą się w ten sposób zarodki krystalizacji, które w miarę obniżania temperatury w coraz większych partiach tyglia narastają, tworząc monokryształy. W tej metodzie bardzo często stosuje się specjalne tygle, których denko ma kształt stożka. Zmniejsza to bowiem liczbę powstających zarodków krystalizacji. Idealną sytuacją jest powstanie tylko jednego centrum wzrostu i w efekcie jednego monokryształu.

Alternatywą do metody Bridgmana jest **metoda Czochralskiego-Kyro-poulusa**. Na rysunku 3 przedstawiony został schemat aparatury przeznaczonej do

otrzymywania monokryształów tą metodą. W przeciwieństwie do metody Bridgmana w metodzie Czochralskiego-Kyropoulusa tygiel ze stopionym materiałem polikrystalicznym jest nieruchomy. Do tygla wsuwany jest specjalny, wirujący pręt, chłodzony wodą. Ciecz znajdująca się w tyglu wciągana jest na wsuwany pręt siłami napięcia powierzchniowego i zaczyna na tym pręcie krystalizować. Powstałe zarodki krystalizacji podczas powolnego wyciągania pręta z tygla ze stopionym materiałem polikrystalicznym zaczynają rosnąć, tworząc monokryształy.

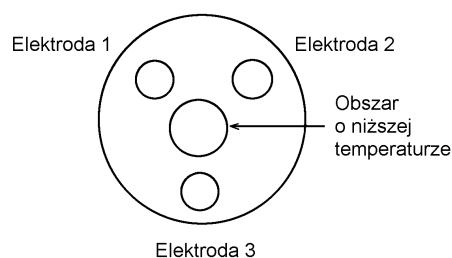


Rys. 3. Schemat aparatury do otrzymywania monokryształów metodą Czochralskiego-Kyropoulusa

Metoda ta ma dodatkowo tę zaletę, iż możliwe jest kontrolowanie atmosfery gazów znajdujących się tuż nad powierzchnią stopionego materiału polikrystalicznego, co z kolei pozwala na kontrolowanie składu chemicznego powstających monokryształów. Jej ograniczeniem jest jednak to, iż niektóre związki chemiczne wchodzące w skład stopionego materiału mogą reagować z naczynkiem (ściślej, z materiałem, z którego wykonano tygiel).

Inną, często stosowaną „rodziną” metod otrzymywania monokryształów, są metody, w których próbki stapiane są poprzez **ogrzewanie w łuku elektrycznym**. W najprostszym przypadku próbka umieszczona na anodzie paruje, a wytworzone w ten sposób pary reagują z atmosferą plazmy w łuku elektrycznym, po czym osiadają na katodzie tworząc monokryształy. Najczęściej spotykaną odmianą tej metody jest metoda trójlukowa Reeda. Jak widać na rysunku 4, trzy wytworzone łuki elektryczne penetrują obszary peryferyjne grafitowego tygla, co powoduje, że

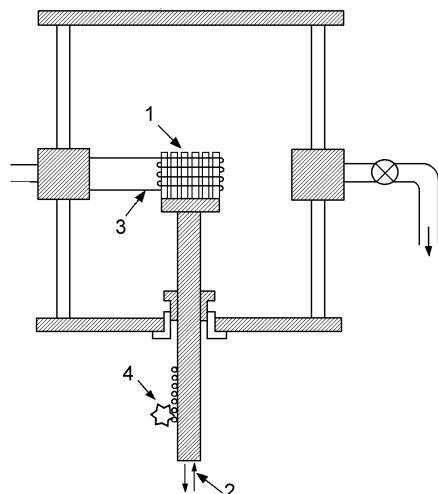
topnieje znajdujący się w nim materiał. Grafitowy tygiel umieszczony jest wewnątrz miedzianego cylindra chłodzonego wodą. Po stopieniu materiału znajdującego się w tyglu, do tygla wsuwany jest specjalny pręt chłodzony wodą. Wsuwany on jest do środkowego obszaru tygla (Rys. 4), gdyż jest to obszar o stosunkowo najniższej temperaturze, bowiem łuki elektryczne, jak wspomniano, penetrują wyłącznie obszary peryferyjne, co widać na rysunku 4 (widok z góry). Po zetknięciu pręta ze stopionym materiałem pręt jest wysuwany i następuje na nim krystalizacja – wzrost monokryształu. Doświadczony technik laboratoryjny potrafi w ten sposób uzyskać („wyciągnąć”) monokryształ o wielkości cienkiego wkładu do ołówka automatycznego. Metoda ta ma jednak dwa ograniczenia. Po pierwsze, w atmosferze nad stopionym materiałem nie może znajdować się tlen (stosowana jest atmosfera gazów szlachetnych), gdyż mógłby on powodować szybką korozję rozgrzanych do wysokiej temperatury elektrod, a ponadto stopiony materiał musi pozostawać w atmosferze gazów szlachetnych w stałym składzie chemicznym. Po drugie, łuk elektryczny jest permanentnie niestabilny i dlatego nie jest możliwe utrzymywanie ciągłości pracy takiego układu przez dłuższy czas.



Rys. 4. Urządzenie do otrzymywania monokryształu trójłukową metodą Reeda (widok z góry)

Ostatnią metodą otrzymywania monokryształów, jaką w tym artykule zaprezentujemy, jest metoda nazywana metodą topnienia materiału z wykorzystaniem naturalnej osłony w postaci zimnego tygla utworzonego z niestopionego materiału. Schemat aparatury przedstawiony został na rysunku 5. Zasadniczym elementem tego przyrządu jest zespół prętów (1) umocowanych blisko siebie na metalowym podłożu. Pręty te są umieszczone względem siebie na okręgu w jednakowych odległościach, tworząc coś w rodzaju cylindrycznej klatki. Wraz z metalicznym podłożem są one chłodzone wodą (2) – muszą być bowiem cały czas zimne. Zarówno pręty jak i metaliczne podłoże mogą być przesuwane w górę lub w dół i w ten sposób wsuwane lub wysuwane ze zwojnicy (3), do której podłącza się generator prądu o wysokiej częstotliwości. Przez zwojnicę może płynąć prąd o częstotliwościach do 3 MHz i o mocy do 50 kW. Łuki pomiędzy prętami pozwalają wnikać do wnętrza falam elektromagnetycznym wytwarzanym przez zwojnicę. Sproszkowany materiał, z którego otrzymane mają być monokryształy,

umieszczony jest wewnątrz cylindrycznej klatki utworzonej przez opisane wcześniej pręty. Częstki tego materiału, które znajdują się blisko dna (metalowej podstawy) i brzegów (prętów) cylindrycznej klatki (po wsunięciu ich do zwojnicy), pozostają cały czas w temperaturze bliskiej temperatury pokojowej, gdyż mają na ogół zbyt duży opór właściwy, aby móc roztopić się pod wpływem pola elektromagnetycznego wytworzonego przez zwojnicę.



Rys. 5. Schemat aparatury do otrzymywania monokryształów metodą topnienia materiału z wykorzystaniem naturalnej osłony

Natomiast cząstki sproszkowanego materiału, które znajdują się w środku klatki (daleko od ścianek) oddziałują z promieniowaniem elektromagnetycznym i zaczynają topnieć. Uzyskana w ten sposób ciecz znajduje się w odległości zaledwie 20 mikrometrów od ścianek klatki, ale jest od nich oddzielona warstwą sproszkowanego materiału, który nie uległ stopieniu, gdyż jak wspomnieliśmy wcześniej, nie oddziaływał z polem elektromagnetycznym. Ta niestopiona warstwa materiału tworzy naturalną osłonę dla części stopionej, oddzielając ją od ścianek klatki; dlatego też czasem mówi się o niej jako o naturalnym, zimnym tyglu (naczyniu). Ciecz powstała po stopieniu części sproszkowanego materiału znajduje się zatem wewnątrz warstwy materiału (w „naczyniu”) o tym samym składzie chemicznym. Po zakończeniu procesu ogrzewania sproszkowanego materiału cylindryczna klatka jest powoli opuszczana i usuwana z wnętrza zwojnicy za pomocą odpowiedniego układu mechanicznego (4). Stopiona część sproszkowanego materiału wyjściowego zaczyna powoli krystalizować, tworząc zbiór monokryształów. Dodatkową cechą tej metody jest możliwość kontrolowania atmosfery

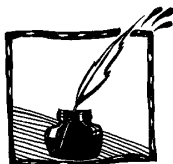
znajdującej się nad stopionym materiałem. Pozwala to utrzymywać stały skład chemiczny próbki podczas krystalizacji.

Niewątpliwą korzyścią płynącą ze stosowania tej metody jest możliwość otrzymywania dużej liczby monokryształów podczas jednego przebiegu całego procesu ich wytwarzania. Metoda ta ma jednak jeszcze inną, dużo ważniejszą zaletę. Monokryształy uzyskane za pomocą tej metody są chemicznie czyste. Ze względu na to, iż tylko część próbki ulega stopnieniu, wewnątrz naczynka (tygla) tworzy się naturalna warstwa niestopionego materiału, która izoluje stop od ścianek naczynka. Warstwa ta uniemożliwia kontakt stopu z materiałem, z którego został wykonany tygiel, eliminując tym samym możliwość zajścia niepożądanych procesów chemicznych między materiałem, z którego wykonany został tygiel i stopem. Ponadto krystalizacja prowadzona jest na niestopionej warstwie próbki, czyli na podłożu o tym samym składzie chemicznym co produkowane monokryształy. Takie warunki eksperymentalne gwarantują wysoką czystość chemiczną otrzymywanych monokryształów. Jednak i ta metoda ma swoje ograniczenia. Po pierwsze, materiał, z którego chcemy uzyskać monokryształy, musi mieć w pokojowej temperaturze stosunkowo dużą oporność właściwą, tak aby utworzona naturalna osłona z niestopionego materiału była odporna na działanie pola elektromagnetycznego. Po drugie, stopiona część materiału musi być stabilna w atmosferze utrzymywanej nad próbką. Z tego powodu, metoda ta na przykład nie nadaje się do krystalizacji tlenków, gdyż wymagają one stosowania dużych ciśnień w celu zapewnienia stabilności swoich stopów.

Monokryształy otrzymane jedną z opisanych wyżej metod mogą być wykorzystywane w badaniach własności fizycznych krystalicznych ciał stałych (np. własności elektrycznych, magnetycznych, optycznych itp.). W drugiej części tego artykułu (w następnym *Fotonie*) opisane zostaną pokrótce, na bardzo elementarnym poziomie, niektóre własności elektryczne materiałów krystalicznych. Pomiar tych własności (wielkości, które je charakteryzują) i porównanie z przewidywaniami teoretycznymi były możliwe dzięki wytworzeniu odpowiednich monokryształów.

Tłumaczył: Robert Podsiadły
Instytut Fizyki UJ

J.M. Honig
Department of Chemistry, Purdue University
West Lafayette, IN 47907, USA
e-mail: jmh@purdue.edu



Fizyka na scenie

5–10 listopad 2000, Genewa

Zofia Gołąb-Meyer

Wszechogarniająca młode pokolenie niechęć do fizyki w szkole spowodowała wyciągnięcie z lamusa sprawdzonych w okresie baroku metod, pokazów, w czasie których epatowano niezwykłymi zjawiskami fizycznymi.

Niechęć do fizyki została zauważona przez środowisko fizyków i potraktowana z należytą uwagą. Postanowiono wykorzystać fakt, że choć w szkole fizyka jest jednym z najbardziej nielubianych przedmiotów, to jednak nie oznacza to zaniku instynktów poznawczych człowieka i jego naturalnej ciekawości świata.

Wszelakie muzea nauki, tzw. wystawy interaktywne cieszą się wszędzie dużym powodzeniem. Ludzie tłumnie przychodzą na dobre popularne wykłady, kupują popularnonaukowe książki i encyklopedie.

Nieprzebrane tłumy na różnego rodzaju festiwalach nauki, jarmarkach itp. dowodzą głodu wiedzy. Jednak większość uczestników takich imprez i czytelników książek stawia organizatorom oraz autorom następujący warunek: wiedza, informacje mają być podawane zgrabnie i lekko. Mają zaciekać, rozbawić, powinny zawierać element ludyczny. Czy to się komuś podoba czy nie, takie są fakty. Najlepsze nawet wykłady pozbawione elementów „zabawowych” nie przyciągają tłumów, chyba że sam prelegent jest już „gwiazdą” i przychodzi się „ogłądać gwiazdę” (np. tłumy na płatnych wykładach sparalizowanego Hawkinga). Jeśli zatem chcemy mieć masową publikę, czy to na ogólnie dostępnych imprezach, czy to w szkole, musimy fizykę atrakcyjnie opakować.

O tym, że to możliwe, wiemy już od czasów baroku. Obecnie mamy do dyspozycji wspaniałe duże i małe muzea, objazdowe wystawy. Nauczyciele w szkołach zaczęli stosować niekonwencjonalne metody, wymyślać nowe doświadczenia, organizować uczniom zawody, stosować metodę dramy na lekcjach.

Nadszedł czas wymiany doświadczeń. W Genewie CERN, ESO, ESA i EPS¹ zorganizowali targi fizyki pod nazwą „Fizyka na scenie”. Pokazywano co robić, by fizyka była rozumiana przez społeczeństwa i co robić, by w szkole uczniowie lubili fizykę. Do Genewy przybyło około sześciuset osób z 22 krajów, w większości byli to nauczyciele. Ważny jest fakt, że „Fizyce na scenie” poświęcili uwagę notable i politycy.

¹ CERN – Europejskie Laboratorium Fizyki Cząstek Elementarnych; ESO – Europejskie Obserwatorium Południowe; ESA – Europejska Agencja Atomistyki; EPS – Europejskie Towarzystwo Fizyczne.

Integralną częścią targów było kilkanaście warsztatów, podczas których nauczyciele i fizycy dyskutowali nad różnymi problemami związanymi z nauczaniem i popularyzacją fizyki i astronomii. Nie to jednak chcę przedstawić. Podobnych warsztatów i konferencji jest sporo, więc i ta nie była niczym szczególnym. Czasu na dyskusje nie było wiele. Główna wartość warsztatów polegała na: zwróceniu uwagi fizykom na różnorodne problemy związane z dydaktyką i popularyzacją fizyki, na sformułowaniu zaleceń i wniosków.

Na targach szczególnie ciekawe były wykłady i pokazy zawierające elementy widowiskowe. Pokazano bardzo różnorodne projekty.

Zacznę od przykładu polskiego. Dwa polskie projekty przeszły eliminacje, wygrały prawo do prezentacji plenerowej i zostały wsparte niemałą dotacją. Były to: „Fizyka ping-ponga” i „Fizyka w układzie obracającym się”. Zwykły opis polskich prezentacji może brzmieć banalnie, aby je docenić w pełni trzeba je było zobaczyć.

Prezentacje zawierały wszystkie niezbędne elementy gwarantujące wysoką jakość, czyli:

- a) doświadczalną ilustrację praw fizyki, trudnych z powodu wysokiego stopnia abstrakcji i umykających intuicji;
- b) doskonałą dramaturgię pokazu;
- c) perfekcyjne wykonanie.

Warszawska ekipa pod dyrekcją profesora dr. Krzysztofa Ernsta zatrudniła fachowców. Występował prezenter sportowy telewizji Piotr Sobczyński oraz dwaj pingpongiści, członkowie kadry narodowej: Jarek Kołodziejczyk i Jarek Łowicki. Jeden z nich okazał się również doskonałym speakerem. Oprócz pingpongistów występowali też: mim, dwaj prowadzący dialog fizycy – profesorowie Ernst i Skośkiewicz oraz redaktor *Wiedzy i Życia* Andrzej Gorzyc jako dyskretny dyrygent. Całość była bardzo starannie i fachowo wyreżyserowana, żadnego zbędnego zdania, wszystko świetnie rozplanowane, przerywniki mima w odpowiednich miejscach, bardzo wyraźna dykcja i staranne – oszczędne folie z omawianymi prawami fizyki. To nie była amatorszczyzna! Fachowość polskiego pokazu wyróżniała go spośród innych, też zawierających niekiedy doskonałe pomysły. Publiczność w Genewie doceniła polski pokaz, bo otrzymał on najgorętsze brawa.

Drugi polski pokaz, jakże odmienny od pierwszego, miał charakter ściśle edukacyjny. Autorem chodziło o zademonstrowanie ruchu w układzie poruszającym się. Wydawało się, że od czasu słynnego filmu Irvinga (patrz np. GIREP Toruń 1992), który zamontował nad tarczą poruszającą się wraz z nią kamerę, nic lepszego nie można już zrobić.

Polacy nie znający tego filmu pokazali, że można! Można np. obserwować ruchy wody w obracających się układach. A to jest i bardzo spektakularne i intrygujące! Liczył się tutaj nie tylko pomysł urządzenia (prosty), ale i sposób prezentacji.

W niektórych pokazach dobrze pomyślanych, przygotowanych niemałym nakładem środków, szwankowała dykcja i brak należytej dramaturgii w wykonaniu. W końcu fizycy to na ogół aktorzy-amatorzy.

Tak było z pokazem o nośnym tytule „The name of fame” – co można by przetłumaczyć: „Imię sławy” – przygotowanym przez fizyków z Oldenburga zajmujących się historią fizyki, a w szczególności rekonstrukcją różnych słynnych doświadczeń. Ideą pokazu było zaprezentowanie trzech różnych starych urządzeń doświadczalnych, które mogą posłużyć do wyznaczania siły oddziaływania elektrostacyjnego. Chodziło o eksperymentalne odkrycie prawa, które dzisiaj nazywamy prawem Coulomba. W celu ożywienia prezentacji sposobów pomiarów i analizy błędów autorzy wprowadzili trzech historycznych uczonych, którzy używając starych instrumentów wykonywali doświadczenia, a następnie dyskutowali proponowane przez siebie prawa.

Zamysł był przedni, ale... w krótkiej prezentacji nie ma czasu na „prawdziwe” wykonanie doświadczeń (tego typu doświadczenia wymagają precyzji i spokoju, są nużące dla obserwatora), dyskusja pomiędzy uczonymi powinna być tak przeprowadzona, by każdy widz mógł ją śledzić. Fizyków zawiodła dykcja. Moim zdaniem nie dyskwalifikuje to jeszcze spektaklu. W zamierzeniu był on przeznaczony dla mniejszego audytorium – prezentowany w rodzimym języku. Raził mnie natomiast fakt, iż o słuszności argumentów trzech uczonych i wyborze właściwego prawa (name) decydowała sala przez głosowanie. W fizyce nie jest tak, że to większość ma rację, prawda nie leży też w środku. Właśnie fizyka jest tą dziedziną, gdzie nie ma kompromisów i prawdy trzeba uporczywie poszukiwać i jej bronić. Między innymi po to uczymy fizyki, by ludzie nauczyli się rozróżniać sytuacje, w których o czymś rozstrzyga się poprzez demokratyczne głosowanie, od sytuacji weryfikowanych naukowo. Natura kryje właściwe rozwiązanie, a nauka ma je odkryć.

Finowie przysłali do Genewy z pokazem nie fizyka tylko zawodowego showmana z muzeum nauki Heureka w Helsinkach. Można się było naocznie przekonać jak niesłychanie ważna jest forma prezentacji. Młody Fin nie pokazywał niczego nadzwyczajnego, nieznanego i nie pokazywanego gdzie indziej. Ale on to robił świetnie, profesjonalnie.

Niektórzy z fizyków mają wrodzony talent showmerski. Błysnął takim talentem Włoch wyglądający jak Rumcajs. Zatyłował on swój spektakl „Magia Fizyki i Chemii”. Przypominał mi Wojciecha Dindorfa, który też ma talent aktorski, bardzo umiejętnie „zabawia” fizyką szerokie rzesze uczniów. Należy umieć wyeksponować element niespodzianki, sprowokować choćby emocjonalne zaangażowanie widowni, a następnie przedstawić klarowne wytłumaczenie prezentowanego zjawiska.

Talenty aktorskie i pierwszorzędą reżyserię spektaklu przedstawili uczniowie z Holandii w tzw. cyrku fizyki. Był to przykład na to, że najbardziej powszechne demonstracje z fizyki ilustrujące proste zjawiska z mechaniki czy hydrodynamiki odpowiednio pokazane zyskują na nośności. W tym przypadku zdecydowała

wielkość przyrządów. Były duże, proste i widoczne z daleka. I tak wielkie były półkule magdeburskie, duże wiadra, z których wylewała się woda. Młodzi Holendrzy do prezentacji wybrali tylko takie zjawiska, które potrafili widowni objaśnić. Zacięcie aktorskie było mocną stroną Holendrów. W innym pokazie dotyczącym pomiarów prędkości „wędrowali” przez wieki – od epoki kamienia łupanego (półnaczy nauczyciele hasali w skórach z maczetami w rękę, to maczety były u nich pierwszą jednostką długości) do czasów współczesnych (pomiar prędkości światła).

W reżyserii takich spektakli ważne jest, by idea fizyczna, która ma być w spektaklu przekazana, nie była przytłumiona przez element teatralny (półnaczy nauczyciele) i nie rozpraszała. Spektakl powinien zawierać parę poziomów – zarówno mniej dociekliwi, jak i bardziej dociekliwi i zaawansowani powinni coś ze spektaklu wynieść. Uważam, że taki spektakl jest korzystny jako zwieńczenie nauczania pewnej partii materiału – widzowie doceniają „smaki” i subtelności przedstawienia. Spektakl służy wtedy zapamiętaniu wiedzy.

Na przykładzie belgijskiej prezentacji, historycznej *Cera i Volta*, odgrywanej w historycznych kostiumach, dobrze zdał egzamin pomysł prezentacji w formie dialogu: wystąpił mistrz Volta i jego uczeń Cera. W tej prezentacji szwankowała dykcja prezenterów, ale należy być wyrozumiałym – angielski nie jest ojczystym językiem Belgów. Pomysł Belgów może być z powodzeniem naśladowany. Można na lekcji z wcześniej przygotowanym uczniem odgrywać tylko jakieś wybrane sceny (wykonanie doświadczenia). Uczeń-asystent jest wtedy rzecznikiem reszty uczniów. Jeśli nauczyciel ma dobrą intuicję, włoży w jego usta pytania, które zadałaby większość uczniów.

Fizyka dźwięku, akustyka, jest bardzo wdzięczną dziedziną do demonstracji. Mając w pamięci doskonały krakowski wykład z pokazami J. Zielińskiego z IFJ w Krakowie z zaciekawieniem oczekiwałam występu zespołu z Irlandii. Okazało się, że było na co czekać. Bo i zespół (studentów) był muzycznie doskonały, reżyser dobry, jak i fizyka (najprostsze zagadnienia) dobrze przedstawiona. Do gry i demonstracji fizycznych muzycy oprócz zwykłych instrumentów używali rozmaitych rur i przedmiotów stosowanych przez hydraulików. W porównaniu z wykładem dr. J. Zielińskiego w tym występie było mniej fizyki, a więcej muzyki.

Francuzi chcieli pokazać na żywo audycję radiową i telewizyjną, cieszącą się we Francji ogromnym powodzeniem tzw. „kawiarenkę naukową”. Zwykle redaktorka programu zaprasza do studia wybitnych naukowców i zadaje im pytania dotyczące najciekawszych aktualnie odkryć naukowych. W tego typu audycjach wszystko zależy od prowadzącego redaktora i jego pytań. Nam, widzom na sali w CERNie pozostało tylko wierzyć, że są to świetne wywiady cieszące się popularnością. W sztucznych warunkach, w mieszanym języku – francuski i angielski – gdzieś z tych wywiadów zupełnie wyparowało napięcie.

Nie będę relacjonować wszystkich plenarnych występów, chodziło mi raczej o przedstawienie różnych ich typów. Powalona grypą nie widziałam wszystkiego. Dodam tylko, że zrobiła na mnie wrażenie prezentacja rozmaitych robotów wyko-

nanych przez uczniów austriackiego gimnazjum oraz ich nauczyciela. Zarówno wiedza jak i zdolności konstrukcyjne były imponujące.

Zachęcam Państwa do obejrzenia ilustrowanej relacji przygotowanej przez Adama Smólskiego, opublikowanej w *Fizyce w Szkole* i dostępnej również w internecie.

Mam nadzieję, że nasi nauczyciele, uczestnicy „Fizyki na scenie”, bardzo dużo skorzystali. Nie do przecenienia są osobiste kontakty z kolegami z innych krajów. Marzy nam się zorganizowanie wspólnych warsztatów z Czechami. Oni byli wprost kopalnią pomysłów doświadczeń, odpowiednich dla uczniów szkół podstawowych i gimnazjów.

O „Fizyce na scenie” można przeczytać w internecie pod adresem:
<http://cern.web.cern.ch/CERN/Announcements/2000/PhysicsOnStage>.
Notatka w *Wiedzy i Życiu*, A. Gorzym, styczeń 2001.

http://www.wsip.com.pl/serwisy/czasfiz/genewa/page_01.htm

Specjalnie dla uczestników
"FOTONU" z Genewy
M. Kozłowski
z JASPOTAN KOSCIUSZKOWICZ



Letnia Szkoła Fizyki dla Nauczycieli

CERN, 2–22 lipiec 2000

Anna Skórka
XXX LO, Kraków

Europejskie Laboratorium Fizyki Cząstek CERN pod Genewą organizuje od 1998 roku w czasie letnich wakacji, w lipcu, trzytygodniową szkołę dla nauczycieli fizyki szkół średnich. W tym roku (2000) w programie uczestniczyło 28 nauczycieli z 14 różnych krajów europejskich oraz ze Stanów Zjednoczonych. Podobnie jak rok temu nasz kraj reprezentowały dwie osoby. Razem z Katarzyną Werel z Uniwersytetu Gdańskiego wzięliśmy udział w tegorocznej szkole.

Organizatorzy chcą umożliwić uczestnikom zapoznanie się z aktualnym stanem wiedzy na temat świata cząstek elementarnych, metodami badań fizyki wysokich energii, rozwojem nowych technologii, który towarzyszy tego rodzaju niezwykłym przedsięwzięciom badawczym. Organizatorom zależy również, aby nauczyciele pomogli określić rolę jaką może pełnić CERN w popularyzacji fizyki wśród młodzieży. [...]

Podczas trzech tygodni mieliśmy okazję wysłuchać wielu wykładów, brać udział w warsztatach, licznych dyskusjach, zobaczyć największy na świecie akcelerator: LEP, zwiedzić hale z różnymi stanowiskami eksperymentalnymi ale także, pracując w kiluosobowych grupach, opracować materiały, które można byłoby wykorzystać w klasie. Informacje na temat harmonogramu zajęć oraz efekty pracy uczestników są dostępne w Internecie. Bardzo ciekawe były ponadprogramowe spotkania, w czasie których nauczyciele dzielili się swoim doświadczeniem i pomysłami. Trzeba przyznać, że program był bardzo napięty, zajęcia trwały często od 9 rano do późnego wieczora, z przerwami na posiłki. Udało się nam jednak także znaleźć czas (w weekendy) na wypad do Genewy, Chamonix, długi spacer po wzniesieniach Jury.

CERN jest również organizatorem specjalnego wakacyjnego programu dla studentów fizyki, informatyki oraz kierunków inżynierskich, tzw. Summer Student Programme. Wzięliśmy udział w części wykładów i warsztatów przeznaczonych dla studentów. Zaproszeni zostali znakomici wykładowcy z ośrodków w Europie i USA, m.in.: F.Close, Ch.Quigg, M.Franklin, R.Kleiss, J.Virdee. Dużym powodzeniem cieszyły się zwłaszcza wykłady Franka Close'a: „Particle Physics for non-physics students”, autora wielu książek z tej dziedziny¹ Osoba wykładowcy, a także oryginalna prezentacja Modelu Standardowego, elementów historii rozwoju tej teorii oraz nowych idei w fizyce cząstek – bez użycia zaawan-

¹ Na język polski przetłumaczono *Kosmiczną cebulę*. Frank Close był wykładowcą na jednym z „Przedszkoli fizyki” w Zakopanem.

sowanego aparatu matematycznego – sprawiły, że słuchanie wykładów było prawdziwą przyjemnością. Z wykładowcami można było również spotkać się osobiście w cernowskiej kafeterii. Podczas lunchu lub przy kawie chętnie stawiali czoła dociekliwości słuchaczy.

Część z nas uczestniczyła w warsztatach dotyczących poznania właściwości wiązek (sterowania wiązką, kontroli natężenia, identyfikacji cząstek w wiązce itp.). Warsztaty te były przeprowadzone w jednym z kompleksów eksperymentalnych przy SPS (Super Proton Synchrotron). Za pomocą specjalnego oprogramowania, pod kontrolą jednego z pracujących tam fizyków, zmienialiśmy m.in. prądy w magnesach korygujących tor, szerokość kolimatorów, rodzaje tarcz, grubość absorbentów. Jedna z grup roboczych opracowała później na ten temat prezentację.

W tym roku rozpocznie się demontaż akceleratora LEP (Large Electron-Positron Collider). Jego miejsce w 27-kilometrowym, podziemnym tunelu zajmie LHC (Large Hadron Collider). Będzie to najpotężniejszy z kiedykolwiek zbudowanych akceleratorów. Mieliśmy jedną z ostatnich okazji zobaczenia urządzeń eksperymentu DELPHI. DELPHI – Detector with Lepton, Photon and Hadron Identification – to jeden z czterech detektorów zainstalowanych przy LEPie. W eksperymencie tym rejestrowano produkty zderzeń elektronów i pozytonów, w szczególności powstawanie i rozpad nośników oddziaływań słabych: cząstek Z^0 , W^+ , W^- .

Zwiedziliśmy też, oprowadzani przez Rolfa Landua, teren LEAR'a (Low Energy Antiproton Ring). Miejsce, gdzie kilka lat temu po raz pierwszy otrzymano atomy antywodoru. Nasz przewodnik z prawdziwym entuzjazmem opowiadał o planach kolejnych eksperymentów dotyczących badania właściwości antymaterii.

Kilka popołudni zostało przeznaczonych na wykłady, podczas których omawiano możliwości prezentacji w szkole średniej pewnych zagadnień fizyki współczesnej. Wykłady, połączone z dyskusją, prowadził Goronwy Tudor Jones. Gron zaproponował ciekawy sposób wprowadzenia w szkole zależności między masą i energią: $E = mc^2$ oraz model oddziaływań z wymianą cząstek pośredniczących. Chociaż obecnie komora pęcherzykowa ustąpiła miejsca nowoczesnym detektorom wyposażonym w zaawansowaną elektronikę, to zachowane zdjęcia torów cząstek mogą posłużyć do ilustracji niektórych tematów realizowanych na lekcjach (np. ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym). Gron na przykładach oryginalnych zdjęć (bardzo ładnych!) wyjaśniał jak należy interpretować widoczne ślady. Nauczycielki z Portugalii wykorzystwały tę propozycję w swoim opracowaniu.

Odbyło się kilka dodatkowych, ciekawych spotkań zorganizowanych przez samych nauczycieli. Między innymi: Jules Hoult z Wielkiej Brytanii poprowadził warsztaty na temat wykorzystania na lekcjach fizyki programu edukacyjnego Modellus (darmowy, dostępny w Internecie). Peter Dunne, także z Wielkiej Brytanii, opowiedział szczegółowo o eksperymencie, w którym wyznaczał, wykorzy-

stując prosty model zjawiska kaskad elektromagnetycznych w ołowiu, wraz ze swoimi uczniami średnią energię cząstek promieniowania kosmicznego docierającego do powierzchni Ziemi. Opis doświadczenia, w formie prezentacji multimedialnej, również można znaleźć na stronach internetowych uczestników programu.

Pracownicy CERN-u w różny sposób starają się popularyzować wiedzę o mikroświecie oraz metodach badań w fizyce cząstek. Temu celowi służy stała wystawa *Microcosm*. Obejrzelśmy zgromadzone tam różne modele, oryginalne części wyposażenia laboratorium, filmy video, gry komputerowe. Przy wejściu na wystawę umieszczono komorę iskrową rejestrującą cząstki promieniowania kosmicznego. Częste błyski w komorze przekonują o jego obecności.

[...]

Prawdziwą kopalnią informacji na temat CERNu jest oczywiście Internet. Każdy eksperyment ma tam swoje strony. Istnieje bogate archiwum z wykładami, artykułami, fotografiami. Nauczyciele mogą zamówić (bezpłatnie!) publikacje, które znajdują pod adresem: **weblib.cern.ch**.

Duże wrażenie zrobiła na mnie niezwykła atmosfera międzynarodowej współpracy panująca w CERNie. Opiekunem programu dla nauczycieli jest Michelangelo Mangano, „lokomotywa” całego przedsięwzięcia. Na co dzień spotykaliśmy się z pomocą, życzliwością i entuzjazmem wielu osób. Gorąco zachęcam kolegów nauczycieli do wzięcia udziału w tym programie. CERN pokrywa koszty podróży i pobytu. Potrzebna jest znajomość języka angielskiego oraz umiejętność korzystania z komputera oraz sieci.

Warto odwiedzić:

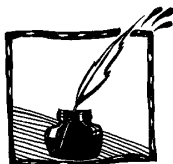
<http://teachers.cern.ch>

<http://teachers.cern.ch/hst2000/hst/2000/activ/work.htm>

<http://teachers.cern.ch/hst2000/teaching/resource/teaching.htm>

<http://cern.ch>

<http://web.cern.ch/Press>



„Sąd nad fizyką jądrową” II nagroda w Konkursie na Lekcję otwartą

Elżbieta Betlej
ZSch i XXVI LO w Krakowie

Wstęp

Zespół Szkół Chemicznych im. Marii Skłodowskiej-Curie przy ulicy Krupniczej w Krakowie należy do starych szkół krakowskich. Początki szkoły sięgają fundacji Humberta, zaś Technikum Chemiczne, które wchodzi w skład Zespołu, przygotowuje się do obchodów pięćdziesięciolecia swojego istnienia.

Tradycyjnie w kwietniu organizowane są *Dni patronki szkoły*, poświęcone życiu i dziełu Marii Skłodowskiej-Curie. Zwykle imprezy *Dni patronki* są przygotowywane dla pierwszaków przez uczniów klas starszych oraz częściowo (lekcje wychowawcze) przez samych pierwszaków pod opieką starszych kolegów.



Budynek szkolny (dawna Szkoła Przemysłowa) – róg ul. Krupniczej i Al. Mickiewicza

Swego czasu, gdy XXVI LO, które powstało przy Zespole Szkół Chemicznych, doprowadziło pierwszy swój rocznik do matury, *Dni patronki* postanowiono wzbogacić o otwartą lekcję dyskusyjną pt. „Sąd nad fizyką jądrową”. Pomysł ten spodobał się i jest nadal kontynuowany przez klasy kończące cykl kształcenia z fizyki.

„Sąd nad fizyką jądrową”

W roku 2000 „Sąd nad fizyką jądrową” organizowały klasy:

3 l – klasa licealna o profilu biologiczno-chemicznym,

4 o – klasa Technikum Ochrony Środowiska o specjalności gospodarka odpadami.

Przygotowania do *dramy*, bo taką nazwę nosi ten typ zajęć, rozpoczynają klasy co najmniej na 5–6 tygodni (a niekiedy nawet parę miesięcy) przed spodziewanym terminem „rozprawy”. Uczniowie mają nakreślony tylko szkic lekcji. Główne role, prokuratora i obrońcy, otrzymują uczniowie z różnych klas, najlepiej takich, które ze sobą konkurują. Sędzia powinien być neutralny – tym razem był nim uczeń z klasy ochrony środowiska. Resztę ekipy dobierali sobie uczniowie obu zainteresowanych klas, sami gromadzili „dowody rzeczowe”, przygotowywali szczegółowe wystąpienia i obmyślali argumenty.

Ponieważ dużą część spektaklu przygotowują sami uczniowie, i to w tajemnicy przed „konkurencją”, przebieg lekcji i konkluzja są dla wszystkich wielką niewiadomą.

A oto główni bohaterowie dramy

SKŁAD SĘDZIOWSKI

SĘDZIA: Marcin Gawor

PROKURATOR: Agnieszka Wilk, Marta Leszko

OBROŃCY: Artur Bartkowski, Sławomir Kawa

ŚWIADKOWIE OSKARŻENIA:

Przedstawiciel UNESCO ds. likwidacji skutków wybuchu reaktora w Czarnobylu – Joanna Józefczyk.

Ekolog związany z ruchem Greenpeace, który zajmuje się wpływem odpadów promieniotwórczych na biosferę, dr Minn Kus-Kus – Tadeusz Mytnik.

Pracownik Instytutu Embriologii, teratolog, dr med. – Barbara Wachowicz.

Fizyk, przedstawiciel Związku Ofiar Wybuchu Bomby Atomowej w Hiroszynie, dr hab. – Grzegorz Dzięgielewski.

ŚWIADKOWIE OBRONY:

Doradca premiera ds. energetyki jądrowej, dr – Lidia Filipowska.

Lekarz, specjalista w dziedzinie diagnostyki radiologicznej, prof. dr – Marta Wilkosz.

Doradca Ministra Ochrony Środowiska, przewodnicząca komisji ds. składowania odpadów przemysłowych, dr – Joanna Chodacka.

Amerykański rzeczoznawca ze Sztabu Generalnego sił NATO Lt. Gen. Martin Jakubovsky – Marcin Jakubowski.

Przebieg dramy

PROKURATORZY WYGLASZAJĄ TEZY:

- Zagrożenia przeważają nad korzyściami.
- Należy zakazać lub znacznie ograniczyć wykorzystywanie substancji promieniotwórczych.

- Negatywne skutki używania substancji promieniotwórczych mogą objawić się dopiero w przyszłych pokoleniach.

ŚWIADEK OSKARŻENIA, PRZEDSTAWICIEL UNESCO, WYGLASZA TEZY:

- Dotychczasowe doświadczenia związane z eksploatacją elektrowni jądrowych (Three Mile Island, Czarnobyl) – energetyka jądrowa jako źródło zagrożeń.
- Dalszy rozwój energetyki jądrowej oznacza podjęcie ryzyka niewspółmiernego wobec oczekiwanych zysków.
- W celu uniknięcia zagrożeń należy stopniowo wycofywać z eksploatacji istniejące elektrownie atomowe.

NASTĘPNIE PRZEDSTAWIA MATERIAŁ DOWODOWY:

- Raport dotyczący bezpośrednich oraz długofalowych skutków awarii reaktora w Czarnobylu.

ŚWIADEK OSKARŻENIA, EKOLOG, WYGLASZA TEZY:

- Brak stuprocentowo bezpiecznych metod składowania odpadów radioaktywnych (da się odsunąć w czasie zagrożenie odpadami – nie da się go zlikwidować).
- Niedostateczne zabezpieczenie istniejących – tymczasowych – składowisk.
- „Martwe strefy” na terenach po zlikwidowanych elektrowniach oraz ośrodkach badawczych.
- Rozprzestrzenianie się substancji promieniotwórczych jako skutek prób jądrowych oraz wykorzystania jądrowego napędu okrętów.

OBROŃCY PRZEDKLADAJĄ NASTĘPUJĄCE ARGUMENTY:

- Proces może jedynie dotyczyć wykorzystania substancji promieniotwórczych, nie zaś prac badawczych, które powinny zostać z niego wyłączone.
- Nie ma ucieczki od wykorzystania osiągnięć fizyki jądrowej zarówno w energetyce, jak i w innych dziedzinach życia (medycyna, przemysł etc.).
- Zagrożenia związane z rozwojem energetyki jądrowej są nieznaczne w porównaniu z zagrożeniami związanymi z energetyką konwencjonalną.
- Edukacja społeczeństwa pozwoli wyeliminować resztki zagrożeń.

ŚWIADEK OSKARŻENIA, EMBRIOLOG, TERATOLOG, PRZEDSTAWIA DODATKOWE ARGUMENTY:

- Kancerogenne oddziaływanie promieniowania jądrowego – podwyższenie zachorowalności na raka wśród napromieniowanych.
- Niemożliwe jest wyeliminowanie skutków ubocznych w razie zastosowania substancji promieniotwórczych w diagnostyce lub terapii.

- Brak odpowiedniej selektywności w dotychczas stosowanych metodach radio-terapii onkologicznej.
- Działanie teratogenne – uszkodzenie płodów (dlaczego przyszłe pokolenia mają płacić za głupotę obecnego?).

ŚWIADEK OSKARŻENIA, PRZEDSTAWICIEL ZWIĄZKU OFIAR WYBUCHU BOMBY ATOMOWEJ W HIROSZIMIE PODKREŚLA, ŻE:

- Broń jądrowa jest niehumanitarną bronią masowego rażenia, która powoduje wielkie straty wśród ludności cywilnej zaatakowanego państwa.
- Broń jądrowa jest jedyną, w wypadku której negatywne skutki użycia trwają, a nawet potęgują się przez wiele lat (choroba popromienna, w tym raki, głównie białaczki).
- Użycie broni jądrowej może spowodować globalną katastrofę, dotykającą także ludność krajów nieuczestniczących w konflikcie.
- Niedostateczne zabezpieczenie arsenałów jądrowych niektórych państw, oraz zakładów przerobu paliwa jądrowego grozi wykorzystaniem broni jądrowej w akcjach terrorystycznych.

ŚWIADEK OBRONY, DORADCA PREMIERA DS. ENERGETYKI JĄDROWEJ, ODPIERA OSKARŻENIA TWIERDZĄC, ŻE:

- Wyczerpują się zapasy tradycyjnych kopalin (węgla, ropy naftowej, gazu ziemnego), których dalsze wykorzystywanie jako podstawowego źródła energii byłoby marnotrawstwem.
- Koszty energii jądrowej są niższe niż w wypadku elektrowni pracujących w oparciu o węgiel lub ropę.
- Unowocześnienie metod zabezpieczenia elektrowni jądrowych praktycznie uniemożliwia wystąpienie awarii typu czarnobylskiej w nowszych rodzajach reaktorów.
- Energetyka jądrowa jest uzasadnioną ekonomicznie alternatywą wobec tradycyjnych źródeł energii.

ŚWIADEK OBRONY, PROFESOR NAUK MEDYCZNYCH – RADIOLOG, TWIERDZI, ŻE:

- Brak alternatywy w diagnostyce niektórych schorzeń.
- Z uwagi na minimalne ilości stosowanych izotopów – zagrożenie dla pacjenta jest porównywalne np. z RTG.
- W onkologii – większa skuteczność radioterapii niż tradycyjnych metod operacyjnych.
- W specyficznych zastosowaniach (izotopy jodu w schorzeniach tarczycy) selektywność niemal idealna.

ŚWIADEK OBRONY, PRZEWODNICZĄCA KOMISJI DS. SKŁADOWANIA ODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH, UWAŻA, ŻE:

- Z uwagi na niedużą ilość odpadów, w razie zachowania odpowiedniej ostrożności da się wyeliminować zagrożenia związane z tymczasowym składowaniem odpadów wysokoaktywnych.
- Składowiska w tunelach skalnych (poza terenami sejsmicznymi) lub w rowach oceanicznych pozwalają wyeliminować zagrożenie na minimum kilkanaście milionów lat.
- Porównanie ilości odpadów z energetyki konwencjonalnej oraz jądrowej wypada na korzyść tej drugiej.
- Możliwość zastosowania radioizotopów w działaniach na rzecz ochrony środowiska (w tym w kontroli składowisk tradycyjnych odpadów).

OSTATNI ŚWIADEK OBRONY, RZECZOZNAWCA Z SIŁ NATO LT. GEN. MARTIN JAKUBOVSKY, WYSUWA TEZY:

- Obecna sytuacja geopolityczna wyklucza rezygnację z broni jądrowej jako środka odstraszania przez główne mocarstwa.
- Materiały radioaktywne znajdujące się pod kontrolą wojska są strzeżone lepiej niż jakiegokolwiek inne.
- Napęd atomowy statków znalazł także zastosowania cywilne (lodołamacze).

**PO NARADZIE ŁAWA PRZYSIĘGLYCH WYDAJE WERDYKT:
NIEWINNA**

UZASADNIENIE WYROKU

W XX wieku nastąpił ogromny rozwój nauki o promieniotwórczości oraz jej zastosowaniach w wielu dziedzinach np.:

- w medycynie,
- w energetyce,
- w technice i przemyśle.

Należy sobie jednak zdawać sprawę, że organizm ludzki nie został wyposażony przez naturę w wystarczająco czułe, naturalne detektory promieniowania jonizującego (jądrowego). Dlatego też jest ono uważane za bardzo tajemnicze i niosące nieznane zagrożenia.

W trakcie procesu wskazano szereg kłopotów i niebezpieczeństw związanych z wykorzystaniem promieniotwórczości, nie można jednak żądać zaniechania rozwoju nauki. Być może za sto lat dzisiejsze protesty przeciwników energetyki jądrowej będą się wydawały tak śmieszne, jak obawy XIX-wiecznych przeciwników kolei żelaznej.

Obecnie nie możemy nie dostrześć, że ludzka nieostrożność, brak rozwagi lub odpowiedzialności, czy też pycha i fanatyzm mogą wziąć górę nad zdrowym rozsądkiem i instynktem samozachowawczym.

Ta ludzka niedoskonałość niesie zagrożenie milionom (miliardom?) istnień.

Wynika stąd konieczność jak najszerzego upowszechniania wiedzy o promieniowaniu jądrowym tak, aby wszyscy umieli rozpoznać zagrożenia oraz radzić sobie, minimalizując możliwe negatywne skutki.

Fizyka jądrowa jest niewinna. Powinniśmy poznawać jej tajniki.

EPILOG

W obecnym roku szkolnym aż pięć klas będzie kończyło cykl nauki fizyki.

Wypadałoby umożliwić udział w spektaklu wszystkim zainteresowanym uczniom.

Być może w przyszłości zmienimy formułę na debatę parlamentarną. Tym

bardziej, że „Sąd” budził sprzeciw niektórych osób. Uważają oni, że

nazwa „Sąd” z góry stawia naukę w pozycji oskarżonego. Młodzież

biorąca udział w dramie jednak tak nie uważa, traktuje tytuł jako skrót myślowy.

Od Redakcji:

Jak wiadomo problemy energetyki jądrowej wzbudzają powszechne zainteresowanie, które ma odbicie w mediach i akcjach obywatelskich. 10 października 2000 r. ogłoszono komunikat o otwarciu nowej elektrowni jądrowej w Czechach. Chociaż została ona zbudowana w oparciu o projekt radziecki, to dzięki współpracy uczonych i inżynierów z USA, Francji i Niemiec udało się w niej osiągnąć wysoki stopień bezpieczeństwa. Jak wiadomo, budowa tej elektrowni wzbudziła kontrowersje i protesty głównie w Austrii.

(Z.G-M)

Najnowszy raport Komitetu Naukowego ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego (UNSCEAR) opracowany został przez 142 najwybitniejszych specjalistów z 21 krajów. Omówieniem wniosków z niego płynących zajął się Marcin Rotkiewicz w artykule *Czarnobyl – największy blef XX wieku*, **Wprost Nr 2, 14 stycznia 2001**. Polecam również listy do redakcji **Wprost** zamieszczone w kolejnych trzech numerach tygodnika. W listach tych czytelnicy, w tym specjaliści, komentują treść artykułu.

(BW)



„La Sapienza” czyli mądrość po włosku

Studia fizyki w Rzymie

Szymon Pustelny

Student III roku fizyki UJ

Rzym, „La Sapienza” najlepszy uniwersytet we Włoszech i największy uniwersytet w Europie. Kiedy w połowie września wyjeżdżałem z Polski wydawało mi się, że to początek wspaniałej przygody. I rzeczywiście, z tą jednak różnicą, że moja historia posiada zarówno jasne, jak ciemnobrunatne kolory.

Pierwszy problem, z jakim się zetknąłem, pojawił się z chwilą mojego przyjazdu do Rzymu. Biuro, które miało zapewnić mi zakwaterowanie w Rzymie, odmówiło pomocy twierdząc, że wysłane przeze mnie dokumenty do niego nie dotarły. Później okazało się, że jednak dotarły, ale niekompletne. Nikt nie słuchał moich tłumaczeń, że osobiście wysłałem wszystkie dokumenty miesiąc wcześniej, a później kilkakrotnie, przy pomocy poczty elektronicznej, starałem się dowiedzieć, czy wszystko jest w porządku. Do każdego e-maila dołączałem wszystkie przesłane faksem dokumenty. Skończyło się tym, że musiałem sobie radzić sam.

To był dopiero początek tzw. włoskiej organizacji. Kolejnym etapem było załatwienie wszystkich niezbędnych dokumentów. Choć większość tych czynności przebiegała „bezboleśnie”, to ja najlepiej pamiętam te, które nastręczyły mi trudności. Pamiętam jak przez przeszło dwie godziny szukałem budynku, w którym mieściło się biuro wyrabiające dokumenty niezbędne do wydania magnetycznej karty stołówkowej, i jak później przemierzałem ten budynek, kierowany wskazówkami ludzi schodziłem aż do piwnicy, by za kilka chwil znaleźć się w gabinecie Pana Rektora. Pamiętam uszkodzenie systemu komputerowego, wydanie mi karty na okres od września 2000 do lutego 2000. Pamiętam w końcu uzbrojonego strażnika – zabrał mnie do jakiegoś pokoju, w którym wzięwszy moją kartę zaczął coś na niej zmieniać używając jakiegoś zupełnie nieznanego języka programowania. Dziś na te wydarzenia patrzę z uśmiechem, ale wtedy kosztowały mnie bardzo wiele nerwów.

W końcu przyszedł październik i, podobnie jak w Polsce, rozpoczęcie roku akademickiego. Pierwszą rzeczą, która mnie uderzyła na uczelni, była ilość studentów. Setki. Na jednym z wykładów, na który uczęszczam, jest ponad 100 osób. Jest to tym bardziej zadziwiające, że równoległe prowadzone są trzy wykłady z podstaw fizyki teoretycznej. Na wykładzie z podstaw fizyki atomowej i jądrowej jest „zaledwie” 40 osób, choć jak twierdzą moi znajomi do egzaminu podejdzie trzy razy więcej studentów.

Pierwsze dni na uczelni nie były łatwe, zwłaszcza dla mnie, osoby nieznającej języka: nowe środowisko, nowi ludzie, a towarzystwo tak zróżnicowane. Ale może zacznę od początku.

We Włoszech studia są sposobem na życie. Dlatego przeciętny student spędza na nich około 8 lat. Jest to tym dziwniejsze, że w czasie całych, trwających teoretycznie 4,5 roku studiów student musi zdać zaledwie 10 egzaminów. A to właśnie ta „niesamowita” ilość nauki jest podstawowym powodem, którym Włosi tłumaczą tak długi okres spędzony na uczelni.

Z jednej strony uderza duże rozwarstwienie wiekowe studentów, z drugiej studencki styl. Styl nonszalancki, a często niegrzeczny, ma swoje źródło w anonimowości, która rodzi swego rodzaju bezkarność.

We Włoszech ćwiczenia do wykładów odbywają się zazwyczaj w tej samej sali, w której prowadzony jest wykład. Podczas nich prowadzący rozwiązuje przykładowe zadania pod kątem egzaminu. Trudno zatem mówić o indywidualnym kontakcie na linii prowadzący-student i być może dlatego studenci pozwalają sobie na pewne zachowania, których by się nie dopuścili w innym przypadku. Nagminne spóźnianie się, siedzenie w czapce na wykładzie czy ostentacyjne opuszczanie sali podczas nudnego wykładu są tylko przykładami lekceważącego stosunku do prowadzących. O ile część rzeczy można próbować tłumaczyć różnicami kulturowymi pomiędzy Polską i Włochami, to części zachowań nie da się wytłumaczyć inaczej niż brakiem kultury.

Inna sprawa to wzajemne stosunki pracowników wydziału i studentów. O ile kadra naukowa odnosi się do studentów bardzo przychylnie, o tyle pracownicy administracyjni starają się na każdym kroku udowodnić, że się jest „darmozjadem”. Wszystko zaczyna się w bibliotece, gdzie jest się traktowanym protekcjonalnie. Normalny student nie może wypożyczyć książki do domu, nie wolno mu skorzystać z Internetu. Jedynym chyba rozwiązaniem w pracy tutejszej biblioteki, które wzbudziło mój entuzjazm, jest fakt zatrudniania studentów. Każdy student, co najmniej trzeciego roku może po przejściu odpowiedniego kursu i zdaniu egzaminu podjąć pracę w bibliotece. Praca ta choć nie jest wysoko płatna, daje możliwość zarobienia przysłowiowych paru groszy.

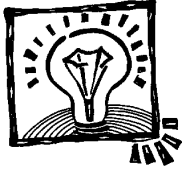
Zawsze trudne są próby porównania poziomu na dwóch różnych uczelniach. Jakimi kryteriami się kierować? Czy ważniejsi są wykładowcy, czy forma prowadzonych zajęć? A może ważniejsze jest to, jak studenci podchodzą do swoich obowiązków?

Jednym z kryteriów, jakie można by zastosować do przeprowadzenia takiego porównania są polecane podręczniki. We Włoszech studenci przeważnie korzystają ze skryptów przygotowanych przez wykładowców. Wtedy prowadzący zazwyczaj wyświetla na ekranie strona po stronie kopię swojego skryptu i ogranicza się jedynie do krótkiego komentarza. Jest to bardzo nużąca i, bądźmy szczerzy, nudna metoda. Nie jest to oczywiście regułą. Są również wykłady, do których proponowana jest bardzo bogata literatura. W jej skład wchodzi podręczniki uznanych światowych autorytetów. Takie wykłady są jednak rzadkością.

Chyba jednak najbardziej niezrozumiałym dla mnie faktem, z jakim zetknąłem się na rzymskiej „La Sapienzy”, był brak ogólnodostępnej, studenckiej pracowni komputerowej. Na tak liczny wydział nie ma ani jednego komputera, z którego można by przeglądać zasoby internetowe czy wysyłać pocztę elektroniczną. W szczególności możliwość wysyłania e-maili była dla mnie bardzo ważna, gdyż była to jedyna możliwość regularnego kontaktu z Polską. Szukałem więc, mając się różnych sposobów, miejsca, z którego mógłbym wysyłać pocztę. Początkowo zaproponowano mi, abym korzystał z dwóch komputerów dostępnych w tzw. sali ERASMUSA. Jednak już podczas mojej pierwszej bytności w tej sali dowiedziałem się, że powinienem w niej przebywać tylko w obecności włoskich studentów. Przystałem na to. Gdy jednak po dwóch tygodniach znów przyszedłem do tej sali, tym razem w czasie, kiedy byli tam również włoscy studenci, dowiedziałem się, że nie mogę korzystać z komputera codziennie. Nic nie pomogły moje prośby i zapewnienia, że nie nadużywam niczyjej gościnności. Zostałem wyrzucony. Jako miejsce, gdzie mogę korzystać z Internetu podano mi bibliotekę wydziałową. Ale tu też miejsca nie zagrzałem długo. Jak się dowiedziałem komputery w bibliotece są dostępne tylko do przeglądania zasobów bibliotecznych. Ostatnią moją próbą było znalezienie sobie tutora, który by mi od czasu do czasu udostępnił jakiś komputer. Ale i to rozwiązanie szybko spaliło na panewce i zostałem bez dostępu „do świata”. A wydawałoby się, że dostęp do Internetu to w dzisiejszych czasach sprawa oczywista.

Jakie wnioski nasunęły mi się podczas mojej wizyty we Włoszech. Po pierwsze, nieprawdą jest jakoby poziom polskich wydziałów odstawał w jakiś sposób od poziomu uczelni zagranicznych. Wręcz przeciwnie. Poziom przykładowo w Krakowie jest wyższy niż w Rzymie. Śmiało możemy konkurować z uczelniami zagranicznymi. Wcale też nie wydaje mi się, że odstawiamy od Włochów organizacyjnie. Wypowiadam się tutaj oczywiście z pozycji studenta, który być może nie wie o wielu rzeczach. Niemniej jednak wydaje mi się, że wiele problemów jest w Polsce rozwiązanych lepiej.

Będąc we Włoszech wyzbyłem się jakichkolwiek kompleksów wobec studentów uczelni zagranicznych. Przytoczę więc znane polskie przysłowie: „Wszędzie dobrze, ale w domu najlepiej”.



KĄCIK ZADAŃ

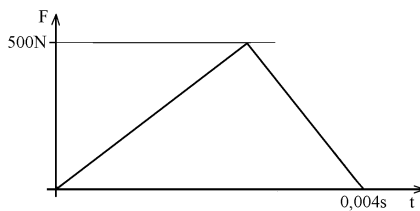
Drugi stopień olimpiady fizycznej na Ukrainie (rok 2000)

Jadwiga Salach

Redakcja prezentuje trzy przykładowe zadania z drugiego stopnia olimpiady fizycznej na Ukrainie (rok 2000). Zadania z tej olimpiady zostały opublikowane w czasopiśmie dla nauczycieli pt. „Fizyka”, które wydawane jest w Kijowie przez wydawnictwo „Szkilnij Swit” (pod protektoratem Ministerstwa Oświaty i Nauki Ukrainy). Naczelnym redaktorem tego czasopisma jest pani Lidia Cholwińska, która przysłała redakcji *Fotonu* jego trzy numery (26, 29 i 30).

Kule (klasa 10)

Kula o masie $m = 1$ kg, poruszająca się z prędkością o wartości $v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zderza się z nieruchomą kulą o masie $M = 0,5$ kg. Na rysunku przedstawiona jest zależność wartości siły wzajemnego działania kul od czasu.



Oblicz przyrost energii wewnętrznej kul podczas zderzenia.

Rozwiązanie

Rysunek oczywiście przedstawia zależność od czasu wartości siły działającej na każdą kulę, bowiem z III zasady dynamiki wynika, że siły, jakimi kule oddziałują wzajemnie mają w każdej chwili takie same wartości.

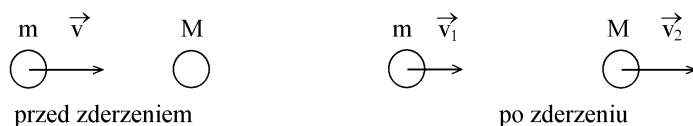
Całkowita zmiana pędu ciała ($\overline{\Delta p}$), zachodząca wskutek działania stałej siły (\vec{F}) wynosi

$$\overline{\Delta p} = \vec{F} \cdot t,$$

a wartość zmiany pędu $|\overline{\Delta p}| = F \cdot t$.

Jeśli siła działająca na ciało ulega zmianie, to (skończony) czas jej działania dzielimy na tak małe odstępy Δt_1 , Δt_2 , Δt_3 itd., aby w każdym z nich siłę można

było uważać za stałą; następnie sumujemy iloczyny $F_1 \cdot \Delta t_1$, $F_2 \cdot \Delta t_2$, $F_3 \cdot \Delta t_3$ itd. Suma tych iloczynów (która graficznie przedstawia sumę pól b. wąskich prostokątów) jest tym bardziej zbliżona do pola powierzchni figury pod wykresem $F(t)$, im odstęp czasu Δt_1 , $\Delta t_2 \dots$ są mniejsze.



Dla kuli o masie m :

$$|mv_1 - mv| = \frac{F_{max} \cdot t}{2},$$

t – czas zderzenia.

$$mv - mv_1 = \frac{F_{max} \cdot t}{2}, \quad \text{skąd} \quad v_1 = v - \frac{F_{max} \cdot t}{2 \cdot m}$$

$$v_1 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} - \frac{500 \text{ N} \cdot 0,004 \text{ s}}{2 \cdot 1 \text{ kg}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Prędkość pierwszej kuli po zderzeniu ma wartość $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Dla kuli o masie M :

$$Mv_2 - 0 = \frac{500 \text{ N} \cdot 0,004 \text{ s}}{2}, \quad \text{skąd} \quad v_2 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = v_1.$$

Prędkości obu kul po zderzeniu są jednakowe, co świadczy o tym, że kule zderzyły się doskonale niesprężyście.

Z zasady zachowania całkowitej energii (tj. kinetycznej i wewnętrznej) wynika, że przyrost energii wewnętrznej kul jest równy ubytkowi ich energii kinetycznej.

$$\Delta U = \frac{mv^2}{2} - \frac{(M+m)v_1^2}{2},$$

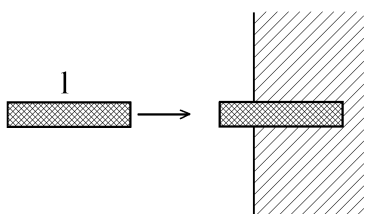
$$\Delta U = \frac{1 \text{ kg} \cdot 9 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} - \frac{1,5 \text{ kg} \cdot 4 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} = 4,5 \text{ J} - 3 \text{ J},$$

$$\underline{\Delta U = 1,5 \text{ J}}.$$

Wskutek opisanego zderzenia energia wewnętrzna kul wzrosła o 1,5 J.

Pręt (klasa 10)

Pręt o długości l porusza się bez tarcia po płaskiej powierzchni lodu z prędkością równoległą do swojej osi.



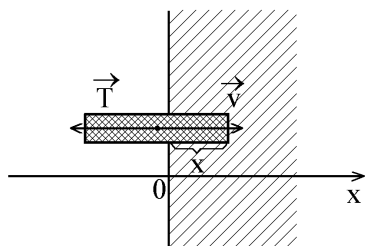
Pręt natrafia na granicę między lodem a asfaltem (współczynnik tarcia między prętem a asfaltem wynosi μ) i zatrzymuje się, gdy jego część znajduje się jeszcze na lodzie – patrz rysunek.

Powierzchnie lodu i asfaltu są poziome. Oblicz czas hamowania pręta.

Rozwiązanie

Aby stwierdzić, jakim ruchem porusza się pręt po wejściu na asfaltową powierzchnię, badamy jak zmienia się siła wypadkowa. Stanowi ją siła tarcia kinetycznego, zwrócona przeciwnie do prędkości pręta. Jej wartość wynosi

$$F_{\text{wyp}} = T = \mu N,$$



gdzie N jest wartością siły nacisku pręta na asfaltową powierzchnię. Wartość tej siły rośnie podczas hamowania – jest ona równa ciężarowi tej części pręta, która znajduje się na asfalcie.

Zachodzi zatem proporcja

$$\frac{N}{mg} = \frac{x}{l}$$

gdzie x jest długością części, znajdującej się na asfalcie.

$$N = \frac{mg}{l} \cdot x, \quad T = \frac{\mu mg}{l} \cdot x.$$

Równanie ruchu pręta:

$$ma_x = -\frac{\mu mg}{l} \cdot x$$

(a_x – współrzędna przyspieszenia, $-\frac{\mu mg}{l} \cdot x$ – współrzędna siły wypadkowej T_x).

Zauważamy, że równanie ma taką samą postać jak w przypadku ruchu harmonicznego. Ruch pręta będzie więc dokładnie taki, jak ruch harmoniczny w ćwiartce okresu: od położenia równowagi do maksymalnego wychylenia. Czas hamowania jest więc równy

$$t = \frac{\tau}{4} \quad (\tau - \text{okres}).$$

Okres w ruchu harmonicznym wyraża się wzorem

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

gdzie k jest współczynnikiem proporcjonalności między wartością siły wypadkowej, a wartością wychylenia $|x|$. W naszym przypadku

$$k = \frac{\mu mg}{l},$$

zatem czas hamowania wyniesie

$$t = \frac{1}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{ml}{\mu mg}},$$

$$\underline{t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l}{\mu g}}}.$$

Magnetyczny bumerang (klasa 11)

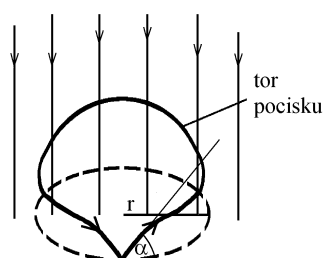
Jak wiadomo z opowiadań Guliwera liliputy z dwóch wysp toczyły ze sobą nieprzerwane wojny. W dawnych czasach, kiedy przez wyspy przechodził biegun magnetyczny Ziemi, a indukcja ziemskiego pola magnetycznego miała wartość $4T$, każdy artylerzysta był nie byle jakim znawcą fizyki. Ci, którzy lekceważyli jej prawa po pewnym czasie kończyli karierę. Wystrzał z działa na ślepo mógł doprowadzić do śmierci od własnego pocisku.

Pod jakim kątem do poziomu został oddany strzał, jeśli pocisk powrócił na miejsce wystrzału?

Masa pocisku wynosi $0,1$ g, a jego ładunek elektryczny $10 \mu C$. Prędkość, z jaką pocisk wylatuje z działa, ma wartość 200 m/s. Pomiń opór powietrza.

Rozwiązanie

Naładowany elektrycznie pocisk wyrzucony ukośnie w polu grawitacyjnym najpierw będzie się wznosił w górę, a następnie opadał w dół. Równocześnie w polu magnetycznym (uważamy, że na biegunie i w jego pobliżu pole magnetyczne jest jednorodne, a linie tego pola są pionowe) pocisk będzie zataczał okrąg o promieniu r , leżący w płaszczyźnie poziomej, z prędkością o wartości $v_0 \cos \alpha$. Jeśli kąt wyrzucenia pocisku będzie akurat taki, że czas ruchu w górę i w dół pod wpływem siły grawitacji będzie równy okresowi w ruchu po okręgu pod wpływem siły magnetycznej, to pocisk upadnie w to samo miejsce, z którego został wyrzucony.



$$\text{Czas ruchu w rzucie ukośnym: } t_r = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}.$$

$$\text{Okres w ruchu po okręgu w polu magnetycznym: } T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$t_r = T; \quad \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2\pi m}{qB},$$

$$\text{skąd} \quad \sin \alpha = \frac{\pi m g}{qB v_0},$$

$$\sin \alpha = \frac{3,14 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{10 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 4 \text{ T} \cdot 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}}.$$

Łatwo sprawdzić, że jednostki po prawej stronie wzoru upraszczają się, wyrażenie to jest bezwymiarowe.

$$\sin \alpha = \frac{3,14 \cdot 9,81 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,314 \cdot 9,81}{8}$$

$$\sin \alpha = 0,3850, \quad \alpha = 22^\circ 40'$$

Pocisk został wyrzucony pod kątem $22^\circ 40'$ do poziomu.



Pomiar prędkości dźwięku w metalach

*Barbara Pukowska
Andrzej Kaczmarek
Krzysztof Sokalski
Instytut Fizyki UJ*

Ćwiczenie studenckie dla I Pracowni Fizycznej

Eksperymenty z dziedziny akustyki są ciekawe, spektakularne, opierają się na uniwersalnych prawach natury. Są bezpieczne, pouczające i względnie tanie. Wśród szerokiej gamy doświadczeń studenckich z zakresu akustyki brakuje w laboratoriach dla początkujących studentów ćwiczeń z zakresu akustyki ciała stałego, które z jednej strony dotyczyłyby zagadnień związanych z propagacją i tłumieniem dźwięku w ciałach stałych, a z drugiej strony były proste w wykonaniu i opierały się na podstawowych definicjach. Propozycją ćwiczenia spełniającego te warunki jest pomiar prędkości rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w metalach wykonany metodą „echa”.

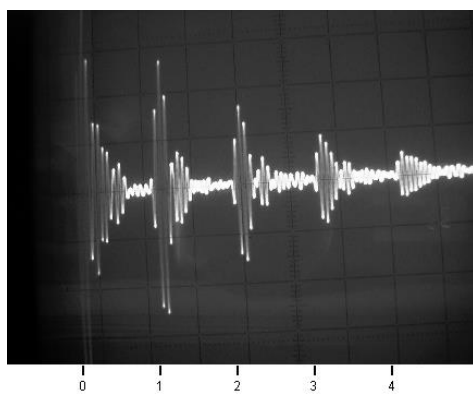
W opisywanych dotychczas układach eksperymentalnych [1] stosowano jedną głowicę ultradźwiękową, która sterowana skomplikowaną aparaturą elektroniczną spełniała rolę nadajnika i odbiornika. Podstawowym elementem modyfikacji opisywanego doświadczenia do pomiaru prędkości ultradźwięków w metalach jest wprowadzenie dwóch głowic ultradźwiękowych, odbiorczej i nadawczej. Układ taki od kilku lat funkcjonuje w I Pracowni Fizycznej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Ogólny widok aparatury pomiarowej przedstawia Rys. 1.



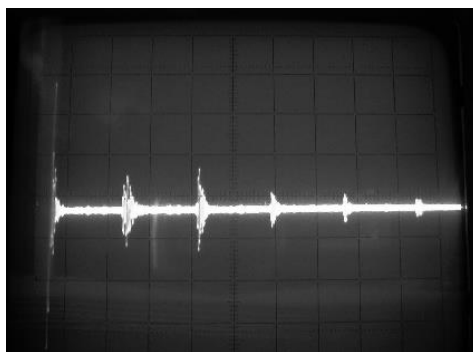
Rys. 1 Ogólny widok aparatury pomiarowej

Przebieg eksperymentu

Celem eksperymentu jest wyznaczenie prędkości dźwięku w trzech różnych metalach: stali, mosiądzu i aluminium. Wielkość tę wyznacza się z równania definicyjnego ($v = s/t$), tzn. wyznaczając drogę s i czas t potrzebny na przebycie tej drogi przez falę ultradźwiękową w badanym materiale. Drogi sygnału w materiale wyznaczają wysokości próbek (próbki są walcami o średnicy ok. 20 mm i wysokościach od ok. 5 mm do ok. 40 mm). Wymiary geometryczne badanych próbek można zmierzyć śrubą mikrometryczną lub suwmiarką. Czasy przelotu przez próbkę impulsu generowanego przez głowicę nadawczą wyznacza się z obrazu na ekranie oscyloskopu, Rys. 2a.

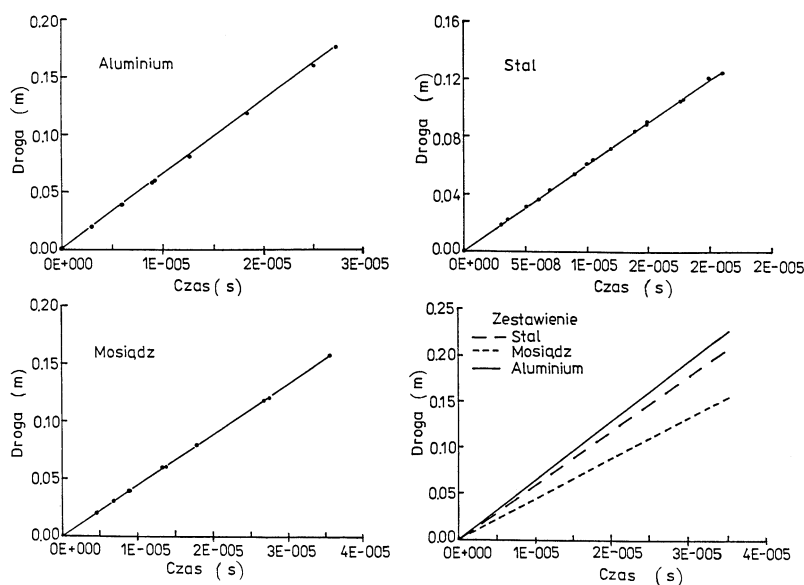


Rys. 2a Sygnał zarejestrowany przez głowicę odbiorczą, obserwowany na ekranie oscyloskopu dla próbki bez defektów



Rys. 2b Sygnał zarejestrowany przez głowicę odbiorczą, obserwowany na ekranie oscyloskopu dla próbki z defektami struktury wewnętrznej

Otrzymane wyniki, tzn. czasy przelotu impulsów i drogi przebyte przez nie w materiale jednego rodzaju, naniesione na wykres – Rys. 3, dają linię prostą. Z nachylenia tej prostej można wyznaczyć średnią wartość prędkości dźwięku w badanym metalu. Znając prędkość rozchodzenia się dźwięku v , można, korzystając z zależności $v = \sqrt{E/\rho}$ [2] przy niewielkim nakładzie pracy wyznaczyć również moduł Younga E jako jeden z parametrów, od których zależy prędkość rozchodzenia się dźwięków w metalach. W tym celu należy wyznaczyć gęstości badanych metali ρ .

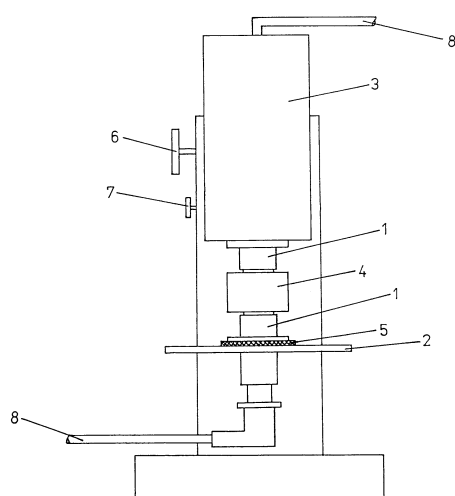


Rys. 3 Przykładowe wyniki pomiarów

Prezentowana poniżej aparatura umożliwi również zilustrowanie zasady działania defektoskopu ultradźwiękowego. Przy obserwacji obrazów „echa” dla próbek o większych wymiarach obserwuje się na ekranie oscyloskopu szereg sygnałów odbitych od defektów struktury wewnętrznej, Rys. 2b. Dla próbki bez defektów sygnał z generatora odbija się tylko od jej podstaw. W wyniku tego do głowicy odbiorczej w równych odstępach czasu docierają sygnały z amplitudą malejącą eksponencjalnie i taki obraz obserwujemy na ekranie oscyloskopu, Rys. 2a. W przypadku próbki z defektami wewnętrznymi obserwowany obraz nie jest już taki łatwy do interpretacji. Oprócz równoodległych sygnałów, „ech” impulsu z generatora odbitych od podstaw, pojawiają się sygnały w innych odległościach od siebie niż wskazywałyby na to wymiary próbki. Natężenia tych sygnałów także są inne niż w przypadku próbek bez defektów, Rys. 2b. Świadczy to

o tym, że sygnał z generatora zanim trafił do głowicy odbiorczej przebył w metalu inną drogę (odbijając się od defektów struktury) niż ten, który został zarejestrowany bezpośrednio po odbiciu od obu podstaw próbki.

Aparatura składa się z: generatora impulsów prostokątnych, oscyloskopu i statywu na próbki wraz z uchwytami na głowice ultradźwiękowe. Sygnał z generatora jest podawany na jedną z głowic ultradźwiękowych zamontowanych w statywie. Po między głowicami umieszcza się badaną próbkę. Druga głowica odbiera sygnał, który przeszedł przez próbkę i podaje go na oscyloskop pracujący z włączonym generatorem podstawy czasu. Statyw złożony jest z dwóch głowic ultradźwiękowych (Rys. 4).



Rys. 4 Statyw na próbki

- 1 – głowice ultradźwiękowe
- 2 – stolik
- 3 – ruchomy tubus
- 4 – próbka
- 5 – podkładka gumowa
- 6 – pokrętko do przesuwu tubusu wraz z górną głowicą ultradźwiękową
- 7 – śruba kontruująca
- 8 – kable doprowadzające i odprowadzające sygnały

Jedna głowica zamocowana jest nieruchomo na statywie, druga umieszczona została w ruchomym tubusie. Dolna głowica ultradźwiękowa (1) jest zamocowana na stoliku (2) tak, aby mogła dopasowywać się do ewentualnych nierównoległości podstaw mierzonych próbek. Na dolnej głowicy umieszcza się badaną próbkę (4)

i do jej górnej powierzchni dociska górną głowicę (1) zamocowaną w ruchomym tubusie (3). Na jedną z głowic ultradźwiękowych jest podawany prostokątny impuls z generatora. Druga głowica odbiera przechodzące przez próbkę sygnały i podaje je na wejście oscyloskopu. Przy włączonej podstawie czasu na ekranie oscyloskopu otrzymuje się szereg równoodległych impulsów o malejącej eksponencjalnie amplitudzie – Rys. 2a. Pierwszy sygnał o maksymalnym natężeniu (na Rys. 2a zaznaczony jako „0”) odpowiada zarejestrowaniu przez głowicę odbierającą impulsu, który został wysłany przez generator i przeszedł przez próbkę. Drugi i wszystkie następne sygnały to tzw. „echo”, tzn. impulsy, które zostały odbite od podstawy próbki przeciwległej do głowicy nadawczej, przeszły przez całą próbkę, odbiły się powtórnie od podstawy przylegającej do głowicy nadawczej i zostały odebrane przez głowicę odbiorczą. Na Rys. 2a zaznaczone zostały kolejnymi numerami „echa” – 1, 2, 3, ... Im więcej kolejnych odbić od zewnętrznych powierzchni, tym słabszy sygnał (mniejsza amplituda). Pierwsze „echo” to impuls, który przebył dwa razy wysokość próbki względem pierwszego, obserwowanego na ekranie oscyloskopu. Drugie „echo” odpowiada czterokrotnemu przejściu generowanego impulsu przez próbkę itd. Ogólnie – droga przebyta przez impuls w materiale próbki jest równa jej wysokości pomnożonej przez $2n$, gdzie n jest kolejnym numerem „echa”.

Zadaniem eksperymentatora jest:

- zmierzenie wysokości badanych próbek – pozwoli to określić drogę impulsu przebytą w metalu;
- identyfikacja impulsów odpowiadających „echom” na ekranie oscyloskopu;
- obliczenie czasu t potrzebnego na przebycie każdej z dróg: $t = l \cdot m$, gdzie l – odległość między sygnałem zerowym i każdym kolejnym „echem”, mierzona w jednostkach skali ekranu oscyloskopu; m – stała podstawy czasu oscyloskopu, mierzona w jednostkach czasu na jedną jednostkę skali ekranu oscyloskopu;
- sporządzenie wykresu zależności drogi impulsu w metalu od czasu, w którym ta droga została przebyta;
- obliczenie na podstawie wykresu średniej wartości prędkości w każdym metalu;
- wyznaczenie gęstości ρ badanych metali na podstawie pomiaru masy m i objętości V ($\rho = m/V$);
- obliczenie modułu Younga E ($E = v^2 \cdot \rho$).

Opisana aparatura pozwala na wykonanie ciekawego doświadczenia i prostą interpretację otrzymanych wyników.

Literatura

- [1] C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Warszawa 1974, str. 139
- [2] J. Obraz, *Ultradźwięki w technice pomiarowej*, WNT, Warszawa 1983

Redakcja poleca artykuły w *Postęпах Fizyki* **51**, zeszyt 6 (2000), strony: 306 i 310.



KACIK EKSPERYMENTATORA

Obserwacja kryształów

Pokaz na rzutniku

Alfred Pflug

Dortmund

Położ kryształek soli i cukru na szklanej powierzchni rzutnika pisma, aby pokazać powiększony obraz ich regularnego kształtu. Po usunięciu kryształów z rzutnika i uderzeniu małym drewnianym młoteczką kryształek soli rozbije się na mniejsze kryształki (sześciiany), podczas gdy kryształy cukru zamienią się w drobny proszek bez konkretnego kształtu pojedynczych drobin. Ponownie obejrzyj je za pomocą rzutnika. W domu podobną obserwację można przeprowadzić używając lupy.

Wyjaśnienie korzystając z modelu atomowego

Sól kuchenna (chlorek sodu NaCl) jest kryształem jonowym o trójwymiarowej strukturze kubicznej utworzonej przez dodatnie jony sodu i ujemne – chloru umieszczone w sąsiadujących węzłach sieci (patrz artykuł *Kryształy w nauce i technice*, Rys. 4). W wyjściowej sytuacji każdy z jonów jest otoczony przez sześciu sąsiadów o przeciwnych ładunkach. Uderzenie młotka przesuwając dwie części kryształu względem siebie wzdłuż jednej z płaszczyzn krystalicznych o jedną odległość międzywęzłową tak, że jony o tym samym znaku ładunku znajdują się w sąsiadujących pozycjach w kierunku prostopadłym do tej płaszczyzny. Odpychanie elektrostatyczne rozdziela następnie kryształ na dwie części wzdłuż płaszczyzny sieciowej zachowując symetrię kubiczną w zewnętrznym wyglądzie powstałych części.

Cukier w postaci krystalicznej składa się z kryształków molekularnych utworzonych z identycznych drobin utrzymanych razem przez ich moment dipolowy. Przesunięcie o jedną odległość międzywęzłową przywraca całkowicie poprzednią strukturę krystaliczną tak, że żadne rozłupanie kryształu wzdłuż jednej z płaszczyzn sieciowych nie będzie mogło zajść bardzo łatwo. W porównaniu do kowalnych metali, dla których przesunięcie dwóch części kryształu o jeden węzeł sieci również całkowicie przywraca wyjściową strukturę cukier jest bardziej kruchy, ponieważ oddziaływanie wiążące pomiędzy sąsiednimi dipolami zostaje zerwane w trakcie przesunięcia, podczas gdy „ciekły” i łatwo powracający do poprzedniego stanu gaz elektronowy metalu może dopasować się tak szybko, że spójność jest zachowana nawet w stanie zdeformowanym.



CZYTAMY PO ANGIELSKU

Broken Symmetry

Gorąco polecamy lekturę *The Physics Teacher*. W grudniowym numerze (Vol. 38, 2000), Martin Gardner przedstawia w rubryce „Physics Trick of the Month” artykuł o złamanej symetrii.

Broken symmetry is a key concept in modern cosmology. Immediately after the big bang, matter was in a highly symmetrical and extremely hot state. As the universe cooled, various symmetries were broken to form the cool universe we know and love.

Here is a dramatic way to model broken symmetry. Start by balancing the cards of a deck on their edges to form the structure shown in Fig. 1. You have to be very careful and patient through this process, and the assistance of a friend can be helpful. (Using 25 or so 3.5-in computer diskettes may be easier). The completed structure has what mathematicians call radial symmetry, like the symmetry of a right circular cylinder. It is mirror symmetric, identical with its mirror image.

Bang your fist on the table to represent the universe’s big bang. The beautiful radial symmetry is broken, and the cards collapse into the lovely rosette shown in Fig. 2. It will have left- or right-handedness, or *chirality* as physicists prefer to say. The two possible states of the rosette occur with equal probability. They model the fact that as the universe cooled, its initial symmetry broke into matter rather than antimatter of opposite chirality. Exactly how and why this happened is still controversial.

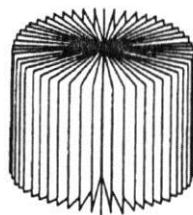


Fig. 1

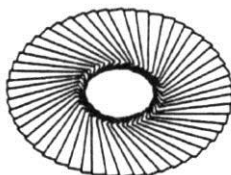


Fig. 2



Setna Rocznica Urodzin Henryka Niewodniczańskiego

16 listopada 2000 roku w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego odbyła się sesja naukowa poświęcona pamięci profesora Henryka Niewodniczańskiego w setną rocznicę urodzin Profesora. Podczas sesji w trzech wykładach zaprezentowano główne dziedziny badań, które uprawiał i przeniósł do Krakowa właśnie profesor Henryk Niewodniczański: fizykę jądrową, fizykę atomową oraz fizykę ciała stałego. Dzień później w siedzibie Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie, podczas kolejnej sesji naukowej, kontynuowano wspomnienia związane z Profesorem. W obu spotkaniach uczestniczyli członkowie rodziny Profesora.

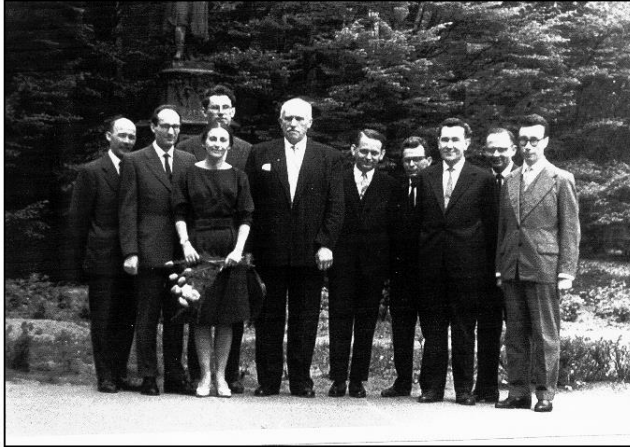
O tym jak niezwykłym człowiekiem był profesor Henryk Niewodniczański i jak wiele zawdzięcza mu środowisko krakowskich fizyków pisaliśmy już wielokrotnie. Przypomnę jedynie esej profesora Andrzeja Hrynkiwicza *Henryk Niewodniczański (1900–1968)*, który ukazał się w trzech częściach w numerach 62, 63 i 64 *Fotonu*.

Tym razem pozwolę sobie zacytować fragment wspomnień profesora Adama Strzałkowskiego pod tytułem *Henryk Niewodniczański – Nasz Mistrz i Nauczyciel*¹:

Był Profesor Henryk Niewodniczański naszym Nauczycielem i Mistrzem. Był naszym Nauczycielem w czasie studiów, ale przede wszystkim był Mistrzem w naszej pracy naukowej na wzór tych, którzy kształcili swych czeladników i następców w dawnych kongregacjach cechowych. Praktycznie wszyscy fizycy doświadczalni starszej generacji Instytutów zarówno Uniwersyteckiego, jak i Fizyki Jądrowej byli przez niego promowani. Dziś już dorasta pokolenie uczniów naszych uczniów, a zatem naukowych prawnuków Profesora.

Profesor przeniósł i zaszczerpił na gruncie stworzonych przez siebie Instytutów najbardziej współczesne, uprawiane przez siebie kierunki badań: fizykę jądrową, fizykę atomową i fizykę ciała stałego. Dbał zawsze o ich pełny i harmonijny rozwój. Stwarzał swoim współpracownikom doskonale warunki pracy zarówno przez rozbudowę Instytutów i laboratoriów, jak i przez zapewnienie im praktyk naukowych w najlepszych współcześnie ośrodkach fizyki na świecie.

¹ Z Biuletynu Informacyjnego IFJ, 8 grudzień 1993.



Na zdjęciu od lewej: Andrzej Kisiel, Franciszek Leś, Zofia Leś, Adam Wanic (z tyłu), Henryk Niewodniczański, Jerzy Pietruszka, Stanisław Ogaza, Adam Strzałkowski, Jacek Henel, Kazimierz Grotowski

Instytuty stworzone przez Niego żyją dalej życiem, które On w nich wzbudził. Trwa bowiem ciągłość w przekazywaniu tego, czego nauczył nas Profesor. A nauczył nas nie tylko fizyki. Uczyl nas zapalu, wytrwałości i rzetelności w pracy naukowej, celowości i skuteczności działania. Uczyl nas wzajemnej lojalności, przyjaźni i serdeczności w stosunku do naszych młodszych kolegów i studentów. Tym, co sobie osobiście zawsze ceniłem najbardziej, była wytworzona przez Niego wspaniała atmosfera stosunków międzyludzkich w Instytutach, które stworzył. Byliśmy naprawdę jedną wielką rodziną, której On był Papą. Mam nadzieję, że wszystko to potrafiliśmy zachować i przekazać naszym następcom.

BW



Nagroda Minerwy dla Profesora Lucjana Jarczyka

Paweł Moskal
Instytut Fizyki UJ

W Jülich, mieście Nadrenii-Westfalii założonym 2000 lat temu jako rzymska stacja przydrożna między Kolonią a Akwizgranem, wciąż pamięta się o italskich tradycjach. Wyrazem tego jest przyznawana przez kapitułę Towarzystwa Kulturalnego Jülich Nagroda Minerwy (Minerva Preis), bogini mądrości, opiekunki rzemiosł, sztuki i literatury. Nagroda wręczana jest co dwa lata za szczególne zasługi dla miasta na polu sztuki, kultury, nauki i ekonomii. Tym razem, 8 grudnia 2000 roku, późnym wieczorem w pięknej zamkowej kaplicy Cytadeli w Jülich uroczystość wręczenia statuetki bogini Minerwy rozpoczęła się odegraniem poloneza A-dur Fryderyka Chopina, a laureatem nagrody był polski fizyk, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego Lucjan Jarczyk. Uroczystość zgromadziła osobistości z kręgu nauki i polityki, a także wielu przyjaciół i uczniów Profesora. Obecni byli między innymi: prorektor Uniwersytetu Jagiellońskiego prof. Krzysztof Królas, dziekan Wydziału Matematyki i Fizyki prof. Karol Musioł oraz dyrektor Instytutu Fizyki prof. Krzysztof Tomala.



Źródło: Paweł Moskal

Na zdjęciu od lewej: burmistrz miasta Jülich Heinrich Stomel, premier Nadrenii Westfalii dr Wolfgang Clement, dyrektor Centrum Badań Jülich prof. Joachim Trensche, **prof. Lucjan Jarczyk**, radca Ambasady Polskiej w RFN dr Krzysztof Miszczak, prorektor UJ prof. Krzysztof Królas

Laudację wygłosił premier Nadrenii-Westfalii Dr Wolfgang Clement. Przewodniczący kapituły prof. Joachim Treusch, obecny dyrektor Centrum Badawczego Jülich, wręczając statuetkę, podkreślił, że prof. Lucjan Jarczyk został uhonorowany za inicjowanie i umacnianie naukowego i międzyludzkiego dialogu Polaków i Niemców oraz za wybitne zasługi w dziedzinie wymiany kulturalnej i naukowej pomiędzy Krakowem i Jülich. O randze przyznanej Profesorowi nagrody niech świadczy fakt, że jego poprzednikiem dwa lata temu był obecny prezydent Republiki Federalnej Niemiec Johannes Rau.

Przed wiekami, w rocznicę założenia świątyni Minerwy, w szkołach zawieszano naukę. Tym razem w Centrum Badawczym Jülich przerwano prace akceleratora COSY, aby przybyłym gościom umożliwić obejrzenie stanowisk doświadczalnych, wykorzystywanych przez fizyków z całego świata, w dużej mierze także przez krakowskich fizyków jądrowych. Zwiedzający mogli przyjrzeć się między innymi aparaturze, za pomocą której bada się, w jaki sposób z energii ruchu zderzających się protonów powstaje nowa materia, czy też detektorom pozwalającym na pomiar czasu życia dziwnych neutronów wytwarzanych wewnątrz jąder uranu. Niemal przy każdym oglądanym stanowisku doświadczalnym goście mieli okazję zobaczyć układy detekcji cząstek wykonane w Zakładzie Fizyki Jądrowej Uniwersytetu Jagiellońskiego przez grupę fizyków skupionych wokół profesora Lucjana Jarczyka. Znacznie łatwiej byłoby wymienić te eksperymenty, w których profesor Jarczyk nie bierze udziału, niż te, w których czynnie uczestniczy.



Helowy kaczor Donald i wieszcz w oparach jodu – reminiscencje z dni otwartych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Andrzej Bugaj

Akademia Medyczna w Poznaniu

W dniach 27–28 października br. odbyły się w Poznaniu dni otwarte Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. Imprezę tę, której celem jest przybliżenie działalności naukowo-dydaktycznej najstarszej uczelni Poznania, zorganizowano przede wszystkim z myślą o młodzieży, w istocie jednak skierowana była ona do wszystkich.

W namiotach rozstawionych na Placu Adama Mickiewicza w sąsiedztwie pomnika wieszca i Collegium Minus, działalność swą prezentowali pracownicy Instytutów m.in. Archeologii, Akustyki i Astronomii. Największy tłok panował jednak przed namiotem „Lab 2000”, gdzie można było obejrzeć nader interesujące

doświadczenia, przygotowane niewielkim nakładem sił i środków przez pracowników Instytutu Fizyki i Wydziału Chemii.

Szczególnym zainteresowaniem cieszyły się doświadczenia z ciekłym helem, prezentowane przez fizyków pod hasłem „Fizyka – królowa nauk”. Opór zwojnicy połączonej z baterią i żaróweczką po zanurzeniu w ciekłym helu znacząco malał, wskutek czego żaróweczka zaczynała świecić. Zanurzony w ciekłym helu balonik silnie zmniejszał swoją objętość, aby dopiero po wyjęciu stopniowo wracać do pierwotnych rozmiarów. Podobnie, wyciągnięty z ciekłego helu dzwonek brzmiał bardziej donośnie, a kwiat róży okazywał się kruchy jak szkło, co w fizyce zostało nawet nazwane „efektem róży”. Niemale zaciekawienie, ale i rozbawienie, wywołał również „efekt kaczoza Donalda” polegający na tym, że po wchłonięciu do płuc gazowego helu barwa głosu ulega zmianie. Głos mówiącego przypomina popularnego bohatera filmów dla dzieci Kaczora Donalda. W helu bowiem dźwięk rozchodzi się z inną szybkością niż w powietrzu, a to powoduje, iż płuca i jama ustna (rezonator) wzmacniają inne składowe wydawanych przez struny głosowe drgań.

Interesujące były także inne doświadczenia dotyczące praw i zjawisk fizyki. Rozsypana na powierzchni wody natka pietruszki po dodaniu do wody kropli detergentu zdążyła ku brzegom naczynia na skutek obniżenia napięcia powierzchniowego cieczy. Zamknięta metalowa puszką z wodą, ogrzana, a następnie gwałtownie oziębiona, ulegała natychmiast zgnieceniu na skutek spadku ciśnienia gazów w jej wnętrzu podczas częściowego skroplenia nasyconej pary wodnej, która znajdowała się w puszcze nad powierzchnią wody. Z odwróconej butelki, zakończonej długim węzłem, woda wylewała się szybciej niż z takiej samej butelki z węzłem krótkim, ilustrując fakt, że ciśnienie hydrostatyczne słupa cieczy jest proporcjonalne do jego wysokości, a szybkość wypływającej cieczy jest rosnącą funkcją ciśnienia. Zainteresowanie wzbudził również pokaz tworzenia łuku elektrycznego, między dwoma drutami, do których przyłożone było wysokie napięcie, w powietrzu zjonizowanym płomieniem świecy.

Nie mniejszym zainteresowaniem cieszyły się efektowne eksperymenty chemiczne prezentowane przez studentów z Naukowego Koła Chemików. Kartka papieru zwilżona roztworem fosforu w dwusiarczku węgla samorzutnie zapalała się na powietrzu, a „chemiczne ciasto” z cukru, wody i kwasu siarkowego wyrsałało w oczach, nie zachęcając wszakże do konsumpcji swą ciemną barwą i lepką, brudzącą konsystencją, o czym na własnej skórze przekonał się jeden z widzów. Bardzo efektownie wyglądała przeprowadzona na wolnym powietrzu reakcja utleniania gliceryny nadmanganianem potasu w obecności metalicznego magnezu i wody, czemu towarzyszyły jaskrawe, pomarańczowe płomienie, tym silniej wybuchające, im więcej dodano wody. Stanowiło to „jaskrawy” dowód na to, że metalicznego magnezu nie należy „gasić wodą”.

Błyski i trzaski towarzyszyły również reakcjom utleniania etanolu nadmanganianem potasu w obecności kwasu siarkowego oraz siarki nadchloranem potasu podczas ucierania tych substancji w moździerz. Nieco mniej udał się „wulkan

dwuchromianowy”, który miał wybuchnąć, zaledwie iskrzył. Niepowtarzalnych wrażeń estetycznych mogła natomiast dostarczyć sublimacja jodu, którego fioletowe pary unosiły się wysoko nad pomnikiem Adama Mickiewicza, jakby otaczały wieszczka „poezji liliowym oparem”. Obrazu tego nie zakłócił nawet dramatyczny incydent, kiedy to jednemu z eksperymentatorów tlić się zaczęły rękawice ochronne, opuścił on jednak audytorium i, prawdopodobnie kocem, zdusił niebezpieczeństwo w zarodku. Przygotowana zawczasu gaśnica tym razem nie musiała być użyta.

[Uwaga od Redakcji: opisane doświadczenia chemiczne są bardzo niebezpieczne i nie należy ich wykonywać ani w szkole, ani w domu!].

Interesującą ekspozycję przygotował również Wydział Biologii. W holu Collegium Maius pracownicy tego wydziału wprowadzali w arkana hodowli tzw. roślin transgenicznych, o sztucznie zmodyfikowanym materiale genetycznym. Umożliwia to uzyskanie roślin odpornych na działanie czynników środowiska (suszę, zimno, szkodniki, chwasty, herbicydy itp.), udoskonalenie organoleptycznych i konsumpcyjnych właściwości produktów żywnościowych, a także tanią produkcję szczepionek i innych substancji biologicznie czynnych w oparciu o symbiozę bakterii z roślinami transgenicznymi. Na wystawie tej zaprezentowano m.in. „Elektroporator” – nowoczesne urządzenie umożliwiające wprowadzanie do komórek roślinnych kwasu DNA za pośrednictwem silnego impulsu elektrycznego. W efektywny i ciekawy sposób przedstawiono także rozdział białek na drodze elektroforezy, wykorzystując w tym celu symulację komputerową.

Wydaje się, że podczas Dni Otwartych Uniwersytetu Adama Mickiewicza osiągnięto zamierzony cel, udało się zgromadzić znaczne rzesze zainteresowanych. Sprzyjało temu z jednej strony zorganizowanie imprezy na początku roku szkolnego i akademickiego, z drugiej zaś odbywające się niemal jednocześnie w Poznaniu Targi Książki Akademickiej oraz Targi Pracy, w znacznym stopniu powiązane z inicjatywą poznańskiej uczelni. Oby inicjatywa ta nauczyła cenić naukę i korzyści z niej płynące, młodym zaś pomogła w wyborze przyszłej drogi zawodowej!



KRONIKA

Polska na międzynarodowych zawodach QUANTA 2000

Dwa brązowe medale

Tomasz Kłoda – VIII LO w Katowicach

W okresie od 10 do 13 listopada 2000 roku w indyjskim mieście Lucknow odbyły się VI Doroczne Międzynarodowe Zawody w Naukach Przyrodniczych, Matematyce, Astronomii i Informatyce QUANTA 2000 organizowane przez największą prywatną szkołę świata – Montessori School. Polskę reprezentowała Grupa Twórcza „Quark” z katowickiego Pałacu Młodzieży w następującym składzie: Urszula Woźnikowska-Bezak (opiekun), Beata Ryl (opiekun), Patrycja Scelina z VIII LO w Katowicach, Tomasz Kulawik z I Społecznego LO w Katowicach, Tomasz Kłoda z VIII LO w Katowicach.

Zawody miały na celu umożliwienie uczniom współzawodnictwa, zaznajomienie gości spoza kraju z kulturą Indii oraz wzajemne poznanie młodzieży z odległych zakątków świata. Promowano idee współpracy między narodami oraz światowego pokoju, które zapisane są w 51. artykule indyjskiej konstytucji, a ich hasło *Ziemia jest jednym Państwem, a wszyscy Ludzie jego Obywatelami* stanowi zasadę, której podporządkowane są działania Szkoły Montessori.

Nasza reprezentacja dotarła na miejsce w czwartek, 9 listopada. Powitano nas bardzo gościnnie, był tradycyjny poczęstunek i dekorowanie wieńcami z kwiatów. Następnego dnia odbyła się ceremonia otwierająca QUANTĘ 2000. Było to wspaniałe widowisko kulturalne, uświetnione przemówieniami wybitnych gości i pokazami sztucznych ogni. Każdy dzień zawodów rozpoczynał się wspólną ekumeniczną modlitwą wszystkich uczestników. Następnie jeden z gości zapalał znicz symbolizujący ideę nauki – poszukiwania prawdy o świecie. Konkurencje zawodów były bardzo różnorodne. Uczestnicy debaty zatytułowanej *Rozpoznanie genomu człowieka jest potencjalną katastrofą etyczną* mieli okazję przedstawić i bronić swojego zdania na ten temat na forum publicznym. Można było wykazać się wiedzą w quizach z matematyki, astronomii lub science (fizyki, chemii i biologii). Każda drużyna mogła także przygotować model urządzenia lub projekt i miała okazję go prezentować. Nie zapomniano o informatyce – uczestnicy próbowali swoich sił w tworzeniu programów komputerowych. Młodzież obdarzona talentami plastycznymi wykorzystywała je podczas tworzenia kolażu artystycznego o tematyce ekologicznej. Wszystkie wysiłki członków ekip były dokładnie obserwowane i oceniane przez jurorów, którzy następnie ustalali punktację i wybierali najlepsze drużyny. Nasza reprezentacja wzięła udział w quizie naukowym

oraz w prezentacji modelu (projektu laboratorium objazdowego dotyczącego fizyki zabawek). W obu konkurencjach zdobyliśmy trzecie miejsce.

Oprócz zawodów miały też miejsce wykłady znakomitych gości. Między innymi obecni byli: prof. J.V. Narlikar z Indii, dr. Paul Argo ze Stanów Zjednoczonych, dr Michael K. Brewster z Kanady, dr. Richard A. Russel z Australii, dr Adam Jones z Anglii, dr Zsuzsanna Rajkovits z Węgier i dr. Valentin Lobyshev z Rosji. Na przykład profesor Paul Argo z Los Alamos National Lab zaprezentował główną ideę organizowanych corocznie zawodów Beam Robotics, które pozwalają młodzieży własnoręcznie budować modele robotów, a następnie sprawdzać je w różnych warunkach. Podczas innego wykładu można było przekonać się, jak ważny w postrzeganiu naszego wszechświata jest rząd wielkości badanego obiektu. Trzeba także dodać, że na ceremonii zakończenia był premier lokalnego rządu.

W zawodach uczestniczyły 32 drużyny. Siedem pochodziło z Europy (Czechy, Słowacja, Węgry, Austria, Niemcy, Jugosławia i Polska), jedna z Indonezji natomiast pozostałe 24 reprezentowały szkoły z różnych miast Indii.

Moim zdaniem zawody te były bardzo udane. Byliśmy podejmowani bardzo gościnnie i z wielką troską. Zarówno wysoki poziom merytoryczny, jak i perfekcyjna organizacja zrobiły na mnie duże wrażenie. Nasz występ został doceniony przez jury, bowiem trzecie miejsce, które zdobyliśmy było pierwszym wśród obcokrajowców. Najważniejsza jednak była dla mnie możliwość bliższego poznania nie tylko kultury i sposobu życia innych narodów (Hindusów w szczególności), ale także ich poglądów i sposobu myślenia, które, jak się przekonałem, są zupełnie odmienne a nawet trudne do zrozumienia dla młodego człowieka z Europy. Dodatkowo można było zupełnie nieoficjalnie, na przykład podczas wspólnych posiłków, podyskutować na różne tematy z gośćmi zawodów – wybitnymi przedstawicielami światowej nauki.

Pierwszą nagrodę w Konkursie Prac Młodych Naukowców Unii Europejskiej w 2000 roku w wysokości 3500 zł przyznano uczniowi z Zakopanego za pracę *Sieć neuronowa do rozwiązywania zadań klasyfikacyjnych*.

Informację na temat regulaminu konkursu można uzyskać w Krajowym Funduszu Na Rzecz Dzieci
e-mail: fundusz@gask.pl.



Sprawozdanie z XIV Jesiennej Szkoły Dydaktyki Fizyki

Jadwiga Salach

W dniach 13–17 listopada 2000 odbyła się w Borowicach XIV Jesienna Szkoła Dydaktyki Fizyki. Jej organizatorami były następujące instytucje: Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego, „Edukom” z Wrocławia i OSI Compu Train z Warszawy. Osoby szczególnie zaangażowane w organizację Szkoły: Ewa Dębowska, Stanisław Jakubowicz, Wojciech Małecki i Zygmunt Mazur. Główny temat Szkoły: „Nauczanie fizyki w warunkach wprowadzania reformy”. Cele: zweryfikować dotychczasowe prace i przygotować fizykę do nowej – tworzonej przez reformę – szkoły, przedyskutować dotychczasowe doświadczenia, nadzieje i zagrożenia, jakie niosą zmiany wprowadzone przez reformę w nauczaniu fizyki we wszystkich typach szkół.

Uczestnicy wysłuchali kilku wykładów:

Prof. dr hab. Wacław Świątkowski – Efekt Dopplera a spektroskopia atomowa i jądrowa; Wolny rynek a jakość podręczników.

Prof. dr hab. Bogusława D. Gołębiak – Zmiany w wiedzy i kompetencjach pedagogicznych nauczycieli fizyki – wyzwania dla edukacji wstępnej i doskonalenia.

Prof. dr hab. Ryszard Cach – Nowa metodyka nauczania fizyki na poziomie akademickim.

Oto niektóre tematy seminariów i warsztatów:

Integracja międzyprzedmiotowa metodą rozwoju inteligencji emocjonalnej.

Metoda projektów w nauczaniu przyrody i fizyki.

Program nauczania a ocenianie.

Wykorzystanie Internetu w nauczaniu fizyki.

Egzaminy z fizyki, planowanie przygotowania uczniów.

Jedno popołudnie poświęcono prezentacji podręczników i książek, wydanych przez trzy wydawnictwa: Wydawnictwo Szkolne PWN, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Wydawnictwo Zamiat Korepetycji.

Wojciech Dindorf planował prowadzenie dwóch zajęć warsztatowych:

1) Czy to musi być dychotomia: Uczymy poprawnie, ale nudno – ciekawie, ale byle jak?

2) Fizyka w gimnazjum – nowa jakość, czy tylko zmiana nazwy?

Zajęcia odbyły się (nawet trzy), ale żadne z nich nie zostało poświęcone wyżej sformułowanej tematyce, lecz prezentacji ciekawych doświadczeń, z których niektóre zostały wyjaśnione. Zajęcia te cieszyły się bardzo dużym powodzeniem.

Odbyło się kilka wieczornych dyskusji panelowych na następujące tematy:
Zdalne nauczanie, zdalne doskonalenie, wirtualne doradztwo – przyszłość czy iluzja?

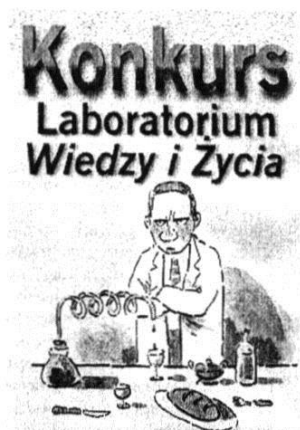
Fizyka w szkole ponadgimnazjalnej – podstawy, standardy, wymagania, programy.

Dydaktyka fizyki jako akademicki przedmiot wspomagający reformę.

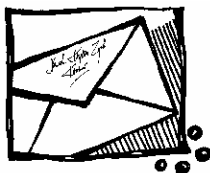
Fizyka w przyrodzie (jako przedmiocie nauczania) – integracja czy dezintegracja?

Przez cały czas trwania Szkoły czynna była praca komputerowa z bankiem programów edukacyjnych. Uczestnicy mogli także prezentować własne programy. Prezentowano różne możliwości programu COACH oraz interaktywny kurs fizyki do I klasy gimnazjum, oferowany przez gdańską firmę Young Digital Poland (YDP).

Specjalny Zespół Redakcyjny codziennie wydawał Biuletyn Informacyjny Szkoły (nadredaktor: E. Dębowska), zawierający aktualny program zajęć na każdy dzień i różne komunikaty oraz ogłoszenia. Biuletyn wiernie oddawał atmosferę obrad. Każdy uczestnik Szkoły mógł w nim zamieszczać swój prywatny komentarz i refleksje na temat obrad w poprzednim dniu.



Do wzięcia udziału w konkursie zapraszamy wszystkich Czytelników nie związanych zawodowo z fizyką. W każdym zeszycie *Wiedzy i Życia* do lipca 2001 roku zostanie ogłoszone zadanie konkursowe o charakterze doświadczalnym. Aby wziąć udział w konkursie, należy nadesłać na adres redakcji *Wiedzy i Życia* raport z wykonania co najmniej jednego z zadań.



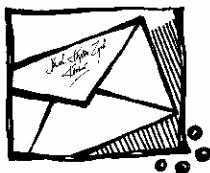
LIST DO REDAKCJI

O podręczniku

Uczę fizyki 14 lat. Po raz pierwszy mam ogromną pomoc w nauczaniu trudnego dla większości uczniów przedmiotu, w postaci rewelacyjnego podręcznika i zeszytu przedmiotowo-ćwiczeniowego autorstwa M. Rozenbajgier, R. Rozenbajgier, J.M. Kreiner. Logicznie poukładana treść, jasny, zrozumiały dla uczniów język – to walory nowego podręcznika do nauki fizyki w gimnazjum. Możliwość wyćwiczenia ważnych umiejętności przez wypełnienie pod kierunkiem nauczyciela lub samodzielnie w domu ćwiczeń w zeszycie przedmiotowo-ćwiczeniowym (który jest wspaniale skorelowany z treściami wykładanymi w podręczniku), ułatwia naukę uczniom, a nauczycielowi sugeruje sposób przygotowania kolejnej jednostki lekcyjnej. Ogromną pomocą dla nauczyciela jest fachowo opracowany „Poradnik dla nauczyciela”, wydawany do każdego realizowanego działu. Jego lektura już niejednokrotnie zainspirowała mnie do zmiany metodyki przeprowadzenia lekcji na zadany temat. Dużą pomocą są też dołączane do każdej części poradnika wielostopniowe testy, umożliwiające systematyczne sprawdzanie wiadomości uczniów. Każdy test zawiera plan, który uczniowie mogą otrzymać jako pomoc przy uczeniu się do sprawdzianu. Określony jest również sposób oceniania danego testu, co sprzyja obiektywnej ocenie ucznia. [...]

Zalecając uczniom korzystanie z podręcznika i zeszytu ćwiczeń autorstwa M. i R. Rozenbajgier, mam pewność, że wyposażę je w rzetelną wiedzę, która zaowocuje w szkole średniej, a niektórych moich uczniów ukierunkuje do wyboru w przyszłości studiów technicznych. Prawdą jest, że realizowanie już w pierwszej klasie zagadnień z kinematyki i dynamiki jest źródłem szkolnych niepowodzeń u słabszych uczniów. Sądzę jednak, że przy pedagogicznym podejściu nauczyciela, który rozumie źródła tych trudności, ten tradycyjny układ materiału nie powinien być powodem formułowania złej opinii o omawianym podręczniku. Przecież podczas realizacji wielu treści w II klasie, jest możliwość ponownego omówienia niektórych trudnych dla pierwszoklasistów zagadnień. Nie wolno nam również zapominać, że nauka w gimnazjum ma uczniowi ułatwić wybór przyszłej szkoły, a nawet przyszłego zawodu. Uczeń, który nie ma predyspozycji do nauk ścisłych, otrzyma na lekcjach fizyki nieformalny komunikat, że powinien realizować się w innych dziedzinach. Za to uczeń zdolny będzie z satysfakcją zgłębiał omawiane zagadnienia, samodzielnie poszerzał swoje wiadomości z dziedziny nauk przyrodniczych, a to jest marzeniem każdego nauczyciela. Polecam gorąco omawiane powyżej pozycje wydawnictwa „Zamiast Korepetycji”. [...]

mgr inż. Joanna Bojko
nauczycielka fizyki w Gimnazjum w Kluczach



LIST DO REDAKCJI

Więcej historii fizyki w nauczaniu

Szanowna Redakcjo,

Z dużym zainteresowaniem przeczytałam list Pana Reńdy (Foton 67) dotyczący, między innymi, problemu uczenia fizyki w klasach humanistycznych. Podobnie jak autor listu jestem przekonana, iż w tych klasach jest wielu uczniów zainteresowanych fizyką jako filozofią przyrody, nauką, która tłumaczy świat realny. Powiem więcej, również w klasach matematyczno-fizycznych zagadnienia wymienione przez Pana Reńdę (powstanie, budowa i ewolucja Wszechświata, problem życia we Wszechświecie) spotykają się z dużym zainteresowaniem uczniów. Niestety, w większości koncepcji nauczania fizyki w szkole dziedzina ta ukazywana jest jako nauka o bloczkach, równiach pochyłych i układach oporników, nauka o rozwiązywaniu zadań, niewiele mająca wspólnego z pasjonującym problemem zrozumienia świata. Uczymy fizyki tak, jakby wiedza z tego przedmiotu kończyła się wraz z końcem XIX wieku. [...] Co więcej, podajemy wiedzę tak, jakby była ludzkości z góry i raz na zawsze dana, niezmienna i bezwarunkowo prawdziwa. Uczymy o nauce w taki sposób, jakby była podaną do wierzenia religią, budując obraz czegoś niepojętego dla przeciętnych zjadaczy chleba, nafaszerowanego niezrozumiałą matematyką, co w najlepszym razie rodzi u ucznia mieszanię lęku i nabożnej czci, a w najgorszym totalnego znudzenia. Nic więc dziwnego, że mimo iż nie istnieje chyba kultura, w której nie byłoby mitu stworzenia świata i powstania życia, co świadczy o wadze tych problemów dla człowieka, to jednocześnie nie ma chyba przedmiotu szkolnego tak znienawidzonego jak fizyka.

Z mojego doświadczenia wynika, że duże zainteresowanie uczniów budzi przedstawienie fizyki jako nauki tworzonej przez ludzi z krwi i kości, nauki żywej, niejako *in statu nascendi*. Odwołanie się do osobistych doświadczeń naukowców, ich motywacji, ich sposobu pracy, ich sukcesów i porażek sprawia, że nauka, którą tworzą, staje się pasjonującym poszukiwaniem prawdy, a nie prawdą samą w sobie, absolutną. [...] Nauka, a w szczególności fizyka, powinna nas przede wszystkim nauczyć sztuki wątpienia, umiejętności brania pod uwagę faktu, że przekonania, które uważamy za same przez się zrozumiałe i oczywiste, mogą wynikać z obyczaju lub uprzedzeń, albo po prostu być błędne. Powinna również wykształcić w nas pewną dyscyplinę intelektualną, pomagającą uchronić się przed popełnianiem tego typu błędów. [...]

Bardzo pouczającymi przykładami z historii nauki jest historia dwóch „odkryć” w dziedzinie fizyki, a mianowicie „odkrycia” promieni N przez Blondlota

oraz „odkrycia” zimnej fuzji przez Fleishmanna i Ponsa. W obu przypadkach autorami fałszywych odkryć byli szanowani naukowcy, pracujący i przedstawiający swoje wyniki w dobrej wierze, z absolutną uczciwością. [...] Uczniowie zarówno w klasach humanistycznych, jak i matematyczno-fizycznych, z dużym zainteresowaniem dyskutowali zarówno o samej metodzie naukowej, jak i o powyższych przypadkach jej pogwałcenia.

Z bardzo dużym zainteresowaniem uczniów spotkała się także lekcja pt. „Fizyka dla poetów”, na której zwróciłam uwagę na inspiracje literackie, których źródłem mogą być teorie fizyczne. Przykładem takiego zjawiska może być wiersz Swinburne’a, ilustrujący pojęcie śmierci ciepłej Wszechświata (w tłumaczeniu W. Dąbrowskiego)

I już nie czuwa słońce ani gwiazda
Światło niezmiennie nieodmiennie lśni
Szum wód wstrząśnionych ani nie narasta,
Ani nie cichnie; ani widok, ni
Głos; ni zimowe żdźbła ani wiosenne,
Ani dni, ani żadne rzeczy dzienne –
Tylko wiecznego snu trwanie niezmiennie
W nocy niezmiennej od miliarda dni.

Tego typu wierszy jest więcej, niektóre odnaleźli sami uczniowie. Szukanie śladów teorii fizycznych w wierszach było dla nich badawczą przygodą. Miarą zainteresowania uczniów takim podejściem do fizyki może być erotyk inspirowany teorią względności, który później napisała jedna z uczennic (klasy matematyczno-fizycznej zresztą).

Z moich obserwacji wynika również, iż uczniowie bardzo chętnie samodzielnie pracują nad dużymi blokami tematycznymi, które pomagają im zbliżyć się do odpowiedzi, na trzy fundamentalne pytania, a mianowicie:

- a. Co to jest Wszechświat?
- b. Co to jest życie?
- c. Kim jest człowiek?

Wyniki tej pracy z dużą pasją i pomysłowością prezentują na seminariach, na które zapraszają nie tylko przedstawiciele szkoły, ale także lokalnych władz oraz lokalnych mediów. Materiały z seminariów publikują w szkolnej gazecie.

Danuta Czyżewska
Nauczycielka z Żyrardowa

Od Redakcji:

Autorkę niewątpliwie zainspirowała książka *Fakty i mity w fizyce* Andrzeja Kajetana Wróblewskiego. Redakcja poleca książkę, ale zaleca ostrożność. Dla nowicjuszy może być nieco myląca. Jest to lektura raczej na deser, a nie pierwotne źródło wiedzy.

(Z.G-M)}



FIZYKA W INTERNECIE

Visit Quantum on the Web!

You'll find an index of Quantum articles, a directory of personnel and services, background information on Quantum and its sister magazine Kvant, and more. Point your Web browser to

<http://www.nsta.org/quantum>

PTF

Zapraszam do odwiedzenia stron Polskiego Towarzystwa Fizycznego Można tu znaleźć między innymi bieżące informacje dotyczące olimpiady fizycznej.

<http://www.fuw.edu.pl/~ptf/>

Oscyloskop na stronie internetowej!

Jeśli ktoś ma komputer z kartą dźwiękową, może korzystać z oscyloskopu dostępnego na stronie internetowej „Laboratorium Wiedzy Życia”

<http://www.proszynski.pl/czasopisma/wiedzaizycie.laboratorium>

Obudowa internetowa podręczników!

Witryna Wydawnictw Szkolnych i Pedagogicznych prezentuje obudowę internetową podręcznika *Fizyka* Jerzego Gintera. Część dla nauczyciela stanowi pomoc i inspirację, natomiast część dla ucznia to zachęta i zabawa.

http://www.wsip.com.pl/oip/fizyka/index_htm

Zamówienia filmów popularnonaukowych prosto ze strony WWW!

Obecnie, dzięki zgodzie producentów i sponsorów, filmy o charakterze popularnonaukowym mogą być udostępniane szkołom oraz instytucjom zajmującym się edukacją za zwrotem kosztów kopiowania. Katalog filmów i formularz zamówienia znajduje się na stronie

<http://www.ambernet.pl/>

WM

Ostrzegam! przed „profesorem” www.profesor.pl. Można tu znaleźć niepoprawne! i infantylne testy z fizyki.

Z.G-M



CO CZYTAĆ

Ewolucja Wszechświata, Fred Adams, Greg Laughlin
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000

Autorzy przedstawiają powstanie Wszechświata w Wielkim Wybuchu, śledzą jego ewolucję do chwili obecnej, a następnie tworzą obraz Wszechświata w nie-wyobrażalnie dalekiej przyszłości, do wieku Wszechświata rzędu 10^{100} lat. Opowiadają o tym, jak gwiazdy znikają z nocnego nieba, ustępując miejsca dziwnym zmrożonym obiektom, parującym czarnym dziurom i atomom o rozmiarach galaktyk.



Ostrożnie z lekturą *Gazety Wyborczej*

Nie wierzyłam własnym oczom czytając 29 listopada 2000 roku w *Gazecie Wyborczej* artykuł Anny Gębickiej pt. „Gdzie siadają bociany?”. Już dawno nie czytałam nigdzie, a co dopiero w gazecie, która ma ambicję bycia wiarygodną, tak piramidalnych bzdur. Artykuł zbyt prymitywny nawet na Prima Aprilis. Szkoda miejsca w *Fotonie* na cytowanie i omawianie wszystkich nonsensów. Gwoli wątpliwej rozrywki zacytuję: „promieniowanie telewizora niweluje łyżka soli kuchennej na spodeczku postawionym w pobliżu odbiornika. Sól należy zmieniać co tydzień. Dłużej w tym miejscu będzie działać łyżeczka goździków”.

To wszystko nie jest śmieszne. To, że ludzie płacą grube pieniądze za pseudonaukowe ekspertyzy promieniowania żył wodnych w swoich mieszkaniach jest w końcu ich sprawą. Można sobie swoje pieniądze na to wydawać, jeśli się ma taką fantazję i jeśli to poprawia samopoczucie. Znacznie gorzej gdy władze miasta Krakowa zamiast naprawić nawierzchnię jezdni budują jakieś ekrany pochłaniające „szkodliwe promieniowanie”. Te ekrany są budowane za nasze pieniądze!

Po to uczymy fizyki w szkole, by nasi uczniowie nie dawali sobie wyciągać pieniędzy z kieszeni wszelakiej maści hochsztaplerom, a co ważniejsze, by nie wydawali irracjonalnie wspólnych pieniędzy.

W najbliższym czasie w *Fotonie* ukaże się artykuł na temat wiarygodności (czy raczej jej braku) różdkarskich metod wykrywania wody.

Z.G-M



KOMUNIKATY REDAKCJI **TERMINY SPOTKAŃ ŚRODOWYCH**

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

Uprzejmie informujemy, iż w **środy o 16⁰⁰** w Instytucie Fizyki UJ odbywają się wykłady i pokazy dla młodzieży szkół średnich. Informacje o wykładach rozprządza Krakowski WOM.

7.III.2001 mgr Bartosz Such – *Materia widziana z bliska*

14.III.2001 mgr Adam Starnawski – *Szkolne doświadczenie pokazowe z elektrostatyki*

21.III.2001 prof. Jacek Turnau – *Fizyka cząstek – wczoraj, dziś i jutro*

11.IV.2001 dr Jerzy Zachorowski – *O regulowaniu zegarków, czyli ile trwa sekunda*

25.IV.2001 dr Witold Chałupczak – *Niektóre militarne zastosowania fizyki*

Pracownia Zbiorów w IF UJ informuje, że może organizować płatne pokazy demonstracji fizycznych na uzgodnione ze szkołami tematy. Koszt jednego pokazu wynosi 200 zł (rozkłada się na szkoły). Kontakt: **Pracownia Zbiorów, dr Jerzy Mucha, tel.: 632-48-88, w. 5504.**

Uczestnictwo w wykładach wyłącznie po zgłoszeniu telefonicznym:

632-48-88 w. 5563 oraz w. 5677,

lub za pośrednictwem e-mail: foton@if.uj.edu.pl

Z przyczyn losowych terminy mogą ulec przesunięciu.

Errata – *Foton* 71/2000

str. 18 wiersz 15 od dołu: jest ...na różnych szerokościach geograficznych...
powinno być: **...na różnych długościach geograficznych...**

str. 30 wzór: jest $W = 1 - 0.00081(^{\circ}C) \cdot \frac{P_0}{P_n} \cdot (t_0 - t)$

powinno być, $W = 1 - 0.00081(^{\circ}C)^{-1} \cdot \frac{P_0}{P_n} \cdot (t_0 - t)$

Czytelników przepraszam (BW)



KOMUNIKATY

Zjazd Fizyków Polskich

Tegoroczny Zjazd odbędzie się w Toruniu, w dniach 17–20 września. Organizatorami są: Oddział Toruński PTF, Instytut Fizyki UAM i Zarząd Miasta Torunia. Program zjazdu przewiduje sesje plenarne, obrady w sekcjach, sesje satelitarne i pokazy oraz wystawy (dydaktyczne, aparatury naukowej i historyczne).

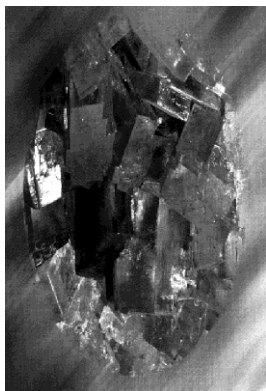
Całkowity koszt (uczestnictwo + zakwaterowanie + wyżywienie + imprezy towarzyszące) dla osób zakwaterowanych w domach studenckich (pokoje 2-osobowe) wynosi:

pełny	750 zł
członkowie PTF	630 zł
nauczyciele, studenci, uczniowie	480 zł

(możliwe jest zamieszkanie w hotelach).

Karta zgłoszeniowa z podaniem terminów płatności zostanie rozesłana w marcu. Adres sieciowy:

<http://www.phys.uni.torun.pl/~ptf/zjazd.html>



To jest kryształ



A to nie jest kryształ

