

Foton 87

ZIMA
2004

Pismo dla nauczycieli fizyki i przyrody oraz ich uczniów

INSTYTUT FIZYKI X UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO



50 lat CERN-u
Lustrzany świat
O Arkadiuszu Piekarze
Nobel 2004

Punkt podparcia

*dajcie mi punkt podparcia
a poruszę Ziemię
mawiał wielki Archimedes
znawca geometrii i wojennych machin
była to kwestia pierwsza.*



*a oto druga,
trudniejsza:
jaką punkt podparcia potrzebny jest
aby poruszyć zaskorupiałe serce
puste jak krater i wcale
niepodobne do kardioidy*

Grzegorz Białkowski (1932–1989)

Człowiek renesansu. Zajmował się fizyką wysokich energii. Był jednym z pierwszych, którzy włączyli się w badania w CERN-ie. Nauczycielom znany z tego, iż poświęcił się sprawom nauczania fizyki i kształcenia nauczycieli. Jego przedwczesna śmierć spowodowała niewypełnioną do tej pory lukę.

W tle wiersz Grzegorza Białkowskiego z tomiku *Całopalenie*, Czytelnik, Warszawa 1986.



W przyszłość z przeszłością

Kolejne rocznice skłaniają do refleksji nad odchodzącą przeszłością i zagadką czasów nadchodzących. Trwa coraz głośniejszy hałas medialny na temat szkoły XXI wieku. Jest to hałas z mało słyszalnym lamentem w tle, lamentem nad rozpadem szkoły, utratą autorytetu nauczycieli, zanikiem etosu naukowca. Ani hałas, ani biadanie nie zastąpią rzetelnej dyskusji i pracy nad sposobem kształcenia przyszłych pokoleń.

Z okazji rocznicy stulecia urodzin Anny Zofii Krygowskiej – twórczyni szkoły dydaktyki matematyki – powiedziano, że Krygowska miałaby powody do satysfakcji i zadowolenia, gdyby mogła uczestniczyć w rocznicowym spotkaniu. Sądzę jednak, iż temu zadowoleniu ze spotkania z tak liczną rzeszą ukochanych uczniów, wnuków i prawnuków naukowych towarzyszyłoby sporo goryczy. Tak wiele z mądrości Pani Profesor Krygowskiej pozostaje jedynie na papierze i ma się nijak do praktyki szkolnej. I to nie o to chodzi, by była ich słuszność negowana, podważana, gdyby odkryto inne zbawcze recepty. Jest gorzej, zaklamuje się rzeczywistość. Dotyczy to w równej mierze nauczania fizyki.

W fizyce nie mieliśmy szczęścia, by mieć „swoją Krygowską”. Mieliśmy prawdziwego pecha, że przedwcześnie zmarł prof. Grzegorz Białkowski. Mieliśmy za to szczęście posiadać wybitnego mistrza, popularyzatora fizyki, dydaktyka, Arkadiusza Piekare. Piekara zostawił spadek w postaci doskonałych podręczników, książeczek dla dzieci, pamięci o jego wspaniałych pokazach, jego idei „Fizyki na Scenie”.

Ta idea, podchwycona przez nauczycieli, znalazła godnych Mistrza kontynuatorów. Warto jednak pamiętać, iż efektowne pokazy były dla Piekary jedynie zwieńczeniem jego dydaktycznych metod. Porządne nauczanie, z porządną pracownią szkolną, to fundament, którego nie zastąpi najwspanialsza fizyka na scenie.

Zapraszamy zarówno do lektury artykułów historycznych jak i do wprowadzających w przyszłość, np. „Czy istnieje lustrzany świat”, „O antymaterii w CERN-ie”.

Mamy dla Państwa prezent gwiazdkowy w postaci płytki CD „Fizyka cząstek” i dodatku do *Rzeczpospolitej*, napisanej w całości przez fizyków związanych z CERN-em.



Redakcja składa Czytelnikom życzenia Wesołych Świąt i szczęśliwego Nowego Roku

Z.G-M



Contents

Towards the future with our traditions <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	1
50 years of CERN <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	4
Searching for symmetries in nature – Antimatter at CERN <i>Helena Bialkowska</i>	5
Mirror world: does it exist? <i>Tadeusz Lesiak</i>	7
Nobel 2004 – the Prize years later <i>Krzysztof Fiałkowski</i>	13
Arkadiusz Piekara – the great master of physics teaching <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	16
Szyborski’s interview with Professor Piekara – his school and university years.....	24
Piekara’s model of energy levels <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	30
Symmetry in nature <i>Katarzyna Ciešlar</i>	37
<i>Primum non nocere</i> – on teaching physics in high school <i>Andrzej Staruszkiewicz</i>	39
Zofia Krygowska – the centennial of her birth.....	40
Zero tolerance for cheating in school <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	41
Errors in textbooks problems <i>Marek Wałkowski</i>	43
CERN and philately <i>Jerzy Bartke</i>	50
Problems. Kinematics – Three hounds going for each other <i>Adam Smólski</i>	52
After dinner experiment. Fog chamber <i>G. Generowicz, M. Masłowska</i>	54
Reading in English. Problems from the 2005 IYPT.....	55
“Science on Stage 1” in Poznań <i>Wojciech Nawroćik</i>	57
Physics on Stage in Tarnów <i>Marek Lipiński</i>	59
Lunar Eclipse – a student field trip to the mountains <i>Lucyna Gut</i>	61
Borowice XVI Autumn School of Physics Pedagogy <i>Urszula Mięsoł</i>	63
What to read.....	66
Physics on the Internet. Multimedia in Physics Teaching and Learning.....	68
A day with physics – poem <i>Barbara Orchel</i>	69
Communications.....	71
Communication. Competitions Physics and Photography.....	73
Communication. XII International Conference of Young Scientists.....	75
Communication.....	76
Editorial News.....	78



Spis treści

W przyszłość z przeszłością <i>Zofia Goląb-Meyer</i>	1
50 lat CERN-u <i>Zofia Goląb-Meyer</i>	4
Badanie symetrii przyrody. O antimaterii w CERN-ie <i>Helena Bialkowska</i>	5
Czy istnieje lustrzany świat <i>Tadeusz Lesiak</i>	7
Nobel 2004 z fizyki: nagroda po latach <i>Krzysztof Fiałkowski</i>	13
Profesor Arkadiusz Piekara w stulecie urodzin <i>Zofia Goląb-Meyer</i>	16
Wywiad.....	24
Model poziomów energii Piekary <i>Zofia Goląb-Meyer</i>	30
Symetria w przyrodzie <i>Katarzyna Cieślar</i>	37
<i>Primum non nocere</i> . Opinia Andrzeja Staruszkiewicza na temat nauczania fizyki w szkole <i>Andrzej Staruszkiewicz</i>	39
Setna rocznica urodzin Profesor Anny Zofii Krygowskiej.....	40
Zero tolerancji <i>Zofia Goląb-Meyer</i>	41
O tym, jak ilość nie przechodzi w jakość <i>Marek Wałkowski</i>	43
CERN i filatelistyka <i>Jerzy Bartke</i>	50
Kącik zadań. Trzy ogary lecą na siebie <i>Adam Smólski</i>	52
Doświadczenie na deser. Komora mgielna <i>G. Generowicz, M. Masłowska</i>	54
Czytamy po angielsku. Problems IYPT 2005 – Winterthur, Switzerland.....	55
Ogólnopolski Festiwal „Nauki Przyrodnicze na Scenie 1” <i>Wojciech Nawroćik</i>	57
Fizyka na Scenie w Tarnowie <i>Marek Lipiński</i>	59
Zaćmienie Księżyca na Wielkiej Raczy <i>Lucyna Gut</i>	61
BOROWICE – XVI Jesienna Szkoła „Problemy dydaktyki fizyki” <i>Urszula Mięso</i>	63
Co czytać.....	66
Fizyka w Internecie. Multimedia w nauczaniu fizyki.....	68
Dzień z fizyką <i>Barbara Orchel</i>	69
Komunikaty.....	71
Komunikat. Konkursy fotograficzne.....	73
Komunikat. XII Międzynarodowa Konferencja Młodych Naukowców.....	75
Komunikat.....	76
Komunikaty Redakcji.....	78



50 lat CERN-u

Zofia Gołqb-Meyer

Pół wieku minęło od powstania międzynarodowego Ośrodka Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN.

Rok 1954 można uznać za początek kolejnego etapu rozwoju fizyki, który w XX wieku doznał wręcz niebywałego przyspieszenia. I tak jeśli początek stulecia to narodziny wielkich nowych teorii, to stworzenie CERN-u było rewolucją w uprawianiu fizyki. Zmierzch „solowych” zmagania, a narodziny pracy i wysiłku zespołów. To również nowa jakość w dziedzinie finansowania nauki. Współczesne koszty są takie, iż nawet bogate państwa nie są w stanie samodzielnie ich pokrywać.

Obraz współczesnego uczonego pracującego w CERN-ie jest dość odległy od widoku uczonego sprzed stu lat. Porównajmy tylko Lizę Meitner, dobijającą się o prawo zdawania matury, z jej kłopotami chodzenia do toalety (w kawiarni w pobliżu berlińskiego instytutu), ze współczesnymi fizyczkami, zajmującymi eksponowane stanowiska, osiągającymi sukcesy zawodowe, a zarazem czasami matkami okazałych gromadek dzieci. Współczesny uczonego nie różni się od współczesnego lekarza, prawnika, inżyniera. Ma zawód i pracuje prawie jak wszyscy inni. CERN zmienił sposób uprawiania fizyki. To jednak tylko efekt uboczny. Najważniejsza jest suma osiągnięć naukowych uzyskanych w CERN-ie, która zrewolucjonizowała nasze rozumienie budowy materii. Zmieniła np. kosmologię z działy filozofii w dział fizyki.

Do tego zeszytu *Fotonu* dołączamy dodatek *Rzeczpospolitej* z 19 października 2004, przygotowany przez polskich fizyków pracujących w CERN-ie. Znajdą tam Państwo i historię CERN-u, i opis wkładu polskich uczonych w badania, artykuły przybliżające teorię cząstek, opisy wielkich urządzeń (akceleratory, czyli przyspieszacz, detektory). Znajdują się w tej wkładce informacje dla studentów, przyszłych pracowników CERN-u. Gorąco zachęcamy do lektury.

Przypominamy już teraz o zainteresowaniu się letnimi kursami dla nauczycieli. Odsyłamy też do sprawozdań z takich kursów (np. *Foton 54*, *Foton 72*, *Foton 79*).

Spis artykułów z dodatku *Rzeczpospolitej*:

Tworzyć nowe, odkrywać nieznanne

Polscy studenci w CERN-ie

Nie jesteście tylko gośćmi (Jerzy Niewodniczański)

Szkoły cernowskie (Maria Rybicka)

Dochodzenie do Europy (Danuta Kisielewska)
Okno na świat (Krzysztof Fiałkowski)
Wyższa energia – nowe wyniki (Ryszard Gokieli)
Big Bang w laboratorium (Jerzy Bartke, Teodor Siemiarczuk)
Antymateria bada materię (Jerzy Jastrzębski, Agnieszka Trzcńska)
Badanie symetrii przyrody (Helena Białkowska)
Z czego zbudowany jest świat (Jan P. Nassalski)
Od kolejki do detektorów (Maria Szeptycka, Michał Turała)
Podziemny kolos (Tadeusz Lesiak, Agnieszka Zalewska, Krzysztof Doroba)
Neutrino w CERN-ie i pod Alpami (Adam Para, Agnieszka Zalewska)
Wymagana precyzja (Lidia Goerlich, Maria Różanska)
Nowe potrzeby, nowe możliwości (Michał Turała)
Bliżej nauki (Grzegorz Polok, Stanisław Latek)
Przemysł w laboratorium (Maciej Chorowski)
Nowa jakość badań (Jan Królikowski, Marek Kowalski, Mariusz Sapiński, Mariusz Witek, Maria Szeptycka)
Historia CERN-u – Kalendarium



Badanie symetrii przyrody O antymaterii w CERN-ie

Helena Białkowska

*Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana
Członek Komitetu Akceleratora SPS*

CERN jest jedynym miejscem na świecie, gdzie są dostępne wiązki bardzo wolnych („zimnych”) antyprotonów. Występuje pozorny paradoks: wciąż słyszymy o potrzebie osiągnięcia coraz wyższych energii wiązek – a tu chodzi o możliwie najwolniejsze. Aby jednak badać niektóre zjawiska, konieczne jest uzyskanie rzeczywiście bardzo niskoenergetycznych antyprotonów, które wówczas mogą tworzyć atomy antymaterii – antywodoru, zbudowanego z antyprotonowego jądra i obiegającego je antyelektronu, czyli pozytonu. Nie, to nie jest tajemnicza broń z powieści Dana Browna – dziś antywodór produkuje się w eksperymentach obficie, ale nie w ilościach makroskopowych, a jego anihilacja z materią rejestrowana jest tylko w postaci pięknych sygnałów w detektorach elektronicznych.

By wytworzyć antywodór, trzeba najpierw zgromadzić zapas jego składników – a więc zebrać antyprotony w odpowiedniej pułapce o ścianach z pól elektrycz-

nych i magnetycznych, wytworzyć sporo pozytonów – i doprowadzić do ich spotkania, i to tak, by możliwie małe prędkości względne dawały szansę na utworzenie atomów. Ten etap eksperymenty cernowskie mają już za sobą – dwa lata temu niemal jednocześnie opublikowano przekonujące dowody, że eksperymenty o kryptonimach ATRAP i ATHENA wytworzyły w swoich pułapkach zimny antywodór.

Następny etap będzie znacznie trudniejszy. Celem tych eksperymentów nie jest bowiem „pokazanie ciekawostki”, ale sprawdzanie jednej z najbardziej podstawowych symetrii przyrody – tak zwanej niezmienniczości CPT, z której wynika, że poziomy energetyczne wodoru i antywodoru są identyczne. Ta symetria jest fundamentem obecnych teorii fizycznych i jej naruszenie – choćby na poziomie niewyobrażalnie rzadkich zdarzeń – oznaczałoby prawdziwą rewolucję.

Dlaczego to jest trudniejsze niż wytworzenie antywodoru? Otóż potrzeba do tego antywodoru w stanie podstawowym – a ten produkowany w obecnych eksperymentach jest bardzo wzbudzony. I, co jeszcze trudniejsze, trzeba ten antywodór w stanie podstawowym złapać w pułpkę działającą na wewnętrzny moment magnetyczny antywodoru, jego spin (to jednak pech, że nie mamy pojemników z antytytanu, jak wzdycha jeden z eksperymentatorów...).

Oprócz eksperymentów badających zimny antywodór działa też w CERN eksperyment ASACUSA, w którym zimne antyprotony używane są do budowy antyprotonowego helu – czyli atomów, w których jeden z elektronów na orbicie zostaje zastąpiony antyprotonem. Spektroskopia antyprotonowego helu – a zbadano już energie przejść między dziesiątkami takich egzotycznych stanów – pozwoliła oszacować parametry takie jak stosunek ładunku do masy dla antyprotonu z dokładnością 10 ppb – czyli „dziesięciu części na miliard”. I wciąż ten parametr nie różni się od odpowiedniej wartości dla zwykłego protonu...

Na podstawie: dodatek do *Rzeczpospolitej*, 19 października 2004.

Od Redakcji

Polecamy artykuł Helen R. Quinn *Asymetria między materią i antimaterią* (tłum. Magdalena Staszal), *Postępy Fizyki*, tom 55, zeszyt 5, 2004, str. 225.



Czy istnieje lustrzany świat?

Tadeusz Lesiak

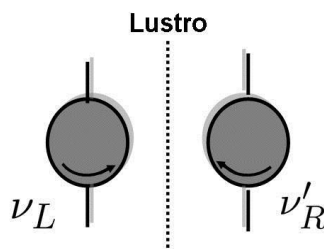
Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie

Fizyków można by określić mianem „tropicieli symetrii natury”. Dotyczy to w szczególności sposobu badania własności oddziaływań pomiędzy cząstkami elementarnymi. Spośród czterech znanych nam sił przyrody: grawitacji, elektromagnetyzmu, oddziaływań silnych i słabych, badania tych ostatnich zgotowały wielką niespodziankę zwolennikom symetrycznego piękna natury. W drugiej połowie lat pięćdziesiątych minionego wieku okazało się bowiem, że lustrzane odbicie procesów fizycznych, w których ma swój udział siła słaba, wygląda inaczej od oryginału. Tym samym wyszło na jaw, że oddziaływania słabe łamią symetrię parzystości przestrzennej. To trochę tak, jakby popatrzeć w lustro w sklepie z lodówkami, w którym np. aż 75 procent z nich ma drzwiczki otwierające się w lewo. Patrząc w lustro, stwierdzilibyśmy wówczas, że jedynie co czwarta lodówka otwiera się w lewo, a trzy czwarte z nich w prawo. Lustrzane odbicie sklepu różni się zatem od tego, co w nim zastaną klienci, niepatrzący w sklepowe lustro.

Łamanie symetrii parzystości przestrzennej jest widoczne najbardziej jaskrawo na przykładzie neutrin. Są one obdarzone wewnętrznym momentem pędu, czyli spinem. Ta liczba kwantowa może przyjmować dwie wartości odpowiadające konfiguracjom, w których kierunki pędu i spinu neutrina są równoległe (prawoskrętność) lub antyrównoległe (lewoskrętność). Okazuje się, że przyroda wybrała tylko jedną z tych dwóch możliwości, dopuszczając występowanie jedynie lewoskrętnych neutrin. W lustrze zamieniają się one na nieistniejące w naturze neutrina prawoskrętne, łamiąc tym samym w sposób maksymalny symetrię parzystości.

Wobec odkrycia łamania parzystości przestrzennej w oddziaływaniach słabych, symetria lustrzana stała się czarną owcą w rodzinie obejmującej tak szacowne i zachowane symetrie, jak m.in. jednorodność i izotropia przestrzeni i czasu. W tej sytuacji naturalne stały się próby skonstruowania modeli teoretycznych, w których symetria parzystości przestrzennej byłaby zachowana za cenę postulowania występowania w przyrodzie „lustrzanej materii”, tj. dodatkowych, dotąd nieodkrytych, cząstek. W ramach tych teorii każda ze znanych obecnie cząstek elementarnych miałaby hipotetycznego, lustrzanego partnera. Charakteryzowałby się on taką samą masą oraz liczbami kwantowymi jak „oryginał”, z jednym wyjątkiem: parzystości obu tych stanów byłyby przeciwne. Tak więc, jak przedstawiono na rys. 1, obok lewoskrętnego neutrina ν_L (index L pochodzi od angielskiego *left*) istniałoby także prawoskrętne, lustrzane neutрино, oznaczane jako ν'_R (R od *right*, a znak *prim* oznacza tu cząstki należące do lustrzanego świata). Odwołując się znów do naszego przykładu z lodówkami, odpowiadałoby to sytuacji, w której

do sklepu zawierającego dotąd pewną ilość urządzeń z drzwiczkami otwierającymi się w lewo, wstawiono dodatkowo taką samą liczbę lodówek z przeciwnym ustawieniem drzwiczek. Wówczas rzeczywisty widok sklepu byłby nie do odróżnienia od jego obrazu w lustrze.



Rys. 1. Hipoteza lustrzanej materii zakłada istnienie dla każdej cząstki „naszego” świata jej lustrzanego odpowiednika, mającego te same liczby kwantowe z wyjątkiem parzystości. Rysunek przedstawia lewoskrętne neutrino ν_L wraz ze swoim „bratem z drugiej strony zwierciadła”: prawoskrętnym neutrinem lustrzanym ν'_R

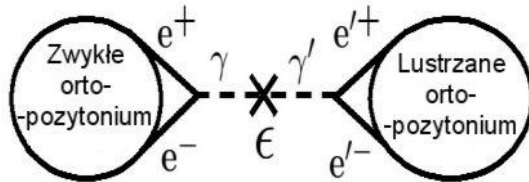
Czyżby więc obok nas mogły istnieć lustrzane galaktyki, gwiazdy, planety, a może nawet żywe istoty? Jeśli tak, to w jaki sposób mogą umykać one naszej uwadze, a przede wszystkim „szkiełku i oku” naukowców? Okazuje się, że jest to zupełnie możliwe, ponieważ modele teoretyczne materii lustrzanej przewidują, że powinna ona oddziaływać ze zwykłą materią niemal¹ wyłącznie grawitacyjnie. Lustrzane cząstki posiadają więc w sposób naturalny podstawowe atrybuty tzw. ciemnej materii: nie emitują promieniowania elektromagnetycznego, a podlegają grawitacji. Istnienie ciemnej materii stanowi z kolei jedną z głównych zagadek współczesnej fizyki. Liczne obserwacje doświadczalne, gromadzone od kilkudziesięciu lat, wykazują bowiem, że obok znanej nam materii, której obecność można wykryć poprzez emitowane przez nią promieniowanie elektromagnetyczne, we Wszechświecie występuje również „materia ciemna”, pozbawiona tej ostatniej cechy. Miałyby ona składać się z cząstek, które dotychczas nie zostały zarejestrowane przez nasze instrumenty. Co więcej, materii ciemnej powinno być co najmniej kilkakrotnie więcej niż „świecącej”. Warto jednak zastrzec, że do statusu ciemnej materii kandyduje, oprócz materii lustrzanej, jeszcze co najmniej kilka egzotycznych cząstek, przewidywanych przez inne teorie.

¹ W dalszej części artykułu będą dyskutowane hipotetyczne, „reszkowe” oddziaływania typu elektromagnetycznego między materią zwykłą i lustrzaną.

Jak dotąd nie ma niepodważalnych dowodów obserwacyjnych istnienia lustrzanych ciał niebieskich. Dysponujemy jednak interesującymi poszlakami, wskazującymi na fakt, że przynajmniej niektóre badane ostatnio obiekty astrofizyczne mogą być „lustrzane”. Do takiego wniosku prowadzą obserwacje (dokonane metodą mikrosoczewkowania grawitacyjnego) obiektów występujących w otocze naszej Galaktyki, a znanych pod angielskim akronimem MACHO. Dotychczas powszechnie sądzono, że MACHO to głównie tzw. białe i brązowe karły. Te pierwsze stanowią produkty końcowe ewolucji gwiazd podobnych do naszego Słońca. Brązowe karły to obiekty o masie poniżej 8% masy Słońca, które okazały się zbyt lekkie do zajścia w ich wnętrzach syntezy jądrowej, Tymczasem ostatnie badania MACHO wykazały, że ich typowa masa jest rzędu połowy masy Słońca oraz że zawierają one znikome ilości ciężkich pierwiastków. Ta pierwsza cecha wyklucza z szeregów MACHO brązowe karły. Znaczna zawartość ciężkich pierwiastków, będących produktem syntezy jądrowej, jest z kolei nieodłączną cechą białych karłów. Jednocześnie ten wynikający z obserwacji obraz MACHO bardzo dobrze pasuje do ich wizerunku przewidywanego w przypadku, gdyby składały się one z materii lustrzanej.

Jednym z największych osiągnięć ostatnich lat, dokonanych przez badaczy kosmosu, była obserwacja planet występujących poza Układem Słonecznym. Obecnie znamy ich już ponad sto. Podobnie jak w przypadku MACHO, także i tutaj okazało się, że własności tych odległych od nas planet są nietypowe dla zwykłej materii. Znalezione bowiem wśród nich zaskakująco dużo planet o rozmiarach i składzie chemicznym bardzo przypominających Jowisza, ale krążących wokół macierzystych gwiazd po niezwykle ciasnych orbitach, o rozmiarach nawet kilkakrotnie mniejszych od orbity „naszego” Merkurego. Według naszej obecnej wiedzy, „zwykłe” planety typu gazowych gigantów nie powinny powstawać w tak bliskiej odległości od swoich gwiazd, gdyż panująca tam bardzo wysoka temperatura uniemożliwia ich formację. Na nieco naciąganą wygląda hipoteza, że planety te tworzą się odpowiednio daleko od swoich gwiazd, a potem przemieszczają się w ich pobliże. Brak bowiem przekonującego mechanizmu takiej migracji. Tymczasem przyjęcie założenia, że te planety zbudowane są z materii lustrzanej, pozwala w pełni uzasadnić ich – egzotyczne dla zwykłej materii – własności.

Gdyby materia lustrzana mogła, choćby w niezwykle mało znaczący (resztkowy) sposób, oddziaływać elektromagnetycznie ze znanymi nam cząstkami, moglibyśmy zaobserwować ślady jej obecności w laboratorium. Takie hipotetyczne oddziaływanie można opisać jako przemianę „zwykłego” fotonu (ozn. γ) w jego lustrzany odpowiednik (γ') z prawdopodobieństwem rzędu $\varepsilon \approx 10^{-5} - 10^{-10}$. Konsekwencją występowania takiej nowej dla nas siły, działającej między γ a γ' , jest możliwość obserwowania cząstek lustrzanych w naszej aparaturze. Mogłyby być one rejestrowane jako obiekty posiadające ułamkowy ładunek o wartości rzędu $\varepsilon \cdot e$, gdzie e oznacza ładunek elektronu.



Rys. 2: Diagram ukazujący przemianę „zwykłego” orto-pozytonium w lustrzane (czas na rysunku biegnie od lewej do prawej). Proces ten jest dopuszczalny tylko wtedy, gdy fotony z naszego świata (γ) mogą oddziaływać ze swoimi lustrzanymi odpowiednikami (γ'). Przemianę tę zaznaczono krzyżykiem, a jego siłę mierzy parametr ϵ

Efekty elektromagnetyczne, pochodzące od lustrzanego świata powinny być stosunkowo dobrze widoczne dla orto-pozytonium, tj. stanu związanego elektronu i pozytonu, których spiny są do siebie równoległe. Czas jego życia wynosi ok. 0,14 μs . Oddziaływanie z lustrzanymi cząstkami umożliwiłoby w tym przypadku minimalnie szybszy rozpad próbki orto-pozytonium. Część z nich wybierałaby bowiem transformację do stanu swojego lustrzanego krewniaka, zgodnie z diagramem ukazanym na rys. 2. Tym samym część materii, choćby znikomo mała, znikłaby, wybierając istnienie w lustrzanym świecie.

Być może efekt ten został już zaobserwowany w eksperymencie wykonanym w roku 1990 w Ann Arbor w Stanach Zjednoczonych. Badano w nich rozpady próbki orto-pozytonium, umieszczonej w komorze próżniowej, stwierdzając, że stosunek zmierzonego czasu życia tego stanu do wartości przewidywanej dla zwykłej materii przez elektrodynamikę kwantową wynosi $0,9988 \pm 0,0002$. To niewielkie, lecz statystycznie znaczące skrócenie czasu życia orto-pozytonium można wyjaśnić, przyjmując istnienie materii lustrzanej, oddziałującej resztkowo z siłą rzędu $\epsilon \approx 10^{-6}$. Obecnie planowane są nowe, dokładniejsze eksperymenty, które powinny w ostateczny sposób i w stosunkowo krótkim czasie rozstrzygnąć istnienie skrócenia czasu życia orto-pozytonium.

Obecność lustrzanego świata można by znacznie wyraźniej wykazać dla bozonu Higgsa, dotąd niezaobserwowanej jeszcze doświadczalnie cząstki skalarnej, której oddziaływanie z innymi cząstkami elementarnymi nadawałoby masę tym ostatnim. Aż połowa cząstek Higgsa powinna rozpadać się, przechodząc do lustrzanego świata. Ta hipoteza zostanie z pewnością sprawdzona w ciągu najbliższych kilku lat, w przypadku eksperymentalnego potwierdzenia istnienia bozonów Higgsa w potężnych zderzaczach cząstek elementarnych TEVATRON i LHC.

Przyjęcie założenia o resztkowym oddziaływaniu elektromagnetycznym między zwykłą materią a lustrzaną dość nieoczekiwanie objaśnia zagadkę istnienia nietypowych meteorów. Ich niezwykłość przejawia się na trzy sposoby. Po pierwsze, są one widoczne dopiero tuż nad Ziemią. Tymczasem większość meteorów,

wchodząc w ziemską atmosferę z ogromną prędkością rzędu 30 km/s, rozgrzewa się bardzo szybko i świeci najjaśniej w jej górnych warstwach. W miarę opadania ci kosmiczni goście topią się i rozpadają na mniejsze kawałki, co powoduje znaczne obniżenie ich jasności. Dwie pozostałe egzotyczne cechy omawianych meteorów to gwałtowne, wybuchowe wydzielanie dużych ilości energii tuż nad Ziemią, prowadzące często do pożaru na jej powierzchni, oraz brak jakichkolwiek odłamków. Zarówno zwykłe jak i nietypowe meteory mają przy tym tuż przed upadkiem stosunkowo małą prędkość, wynoszącą około 1 km/s. Są więc wówczas na tyle chłodne, że nie powinny wzniecić pożaru po upadku na Ziemię.

Te trzy cechy nietypowych meteorów stałyby się zrozumiałe, gdyby były one zbudowane z materii lustrzanej. Kula takiej materii mogłaby wejść w ziemską atmosferę niezauważona, rozgrzewając się powoli w całej swojej objętości (zwykła materia rozgrzewa się powierzchniowo w wyniku tarcia), dzięki wyjątkowo słabemu oddziaływaniu resztkowemu. Dokładne obliczenia wskazują, że proces ogrzewania lustrzanego meteoru powinien być na tyle powolny, że nie może doprowadzić do jego stopienia i rozpadu przed upadkiem na Ziemię. Dopiero tuż przed nim temperatura obiektu staje się na tyle duża, że można zaobserwować jego świecenie pochodzące od zwykłych cząstek, rozgrzanych poprzez oddziaływanie z ich lustrzanymi krewniakami. Wkrótce potem nagromadzona w ognistej, lustrzanej kuli energia zostaje gwałtownie wydzielona w sposób wybuchowy. Przypomina to nieco efekt rozlania gorącego, płynnego ołowiu na chłodny grunt. Tak gwałtowne zjawisko może powodować pożary oraz powalenie drzew na znacznym obszarze. Powstałe przy tym odłamki materii lustrzanej są nieobserwowalne dotychczas stosowanymi metodami detekcji. Najważniejszym, choć nie jedynym, przedstawicielem klasy tych nietypowych zdarzeń jest słynny meteor Tunguski. Jego upadek dnia 30 czerwca 1908 roku spowodował powalenie około 2100 km² syberyjskiej tajgi, nie zostawiając przy tym po uderzeniu krateru ani odłamków.

Pełną informację o lustrzanej materii można, w ujęciu popularyzatorskim, znaleźć w książce opublikowanej niedawno po angielsku przez jej propagatora i entuzjastę, doktora Roberta Foota z Uniwersytetu w Melbourne [1], lub zaglądając na jego stronę internetową [2] bądź też na witrynę o adresie podanym w [3]. Materii lustrzanej poświęcono cały rozdział w wydanej także po polsku książce Marcusa Chowna [4]. Więcej na temat „lustrzanych” planet można dowiedzieć się, surfując do [5], a najważniejsze lustrzane meteory są dokładnie omawiane na stronach [6] oraz [7]. Ciekawe spekulacje na temat obecności lustrzanej materii w Układzie Słonecznym można wyczytać w artykule [8]. Czytelników znających współczesną teorię polecam do przeczytania artykułu (Z. Berezhiani [9]) na temat kosmologicznej implikacji lustrzanego świata oraz do sięgnięcia do książki [10].

Na zakończenie warto podkreślić, że hipoteza lustrzanej materii pozostaje jak dotąd jedynie atrakcyjną ideą, która w prosty sposób przywraca piękno i symetrię natury za cenę otwarcia przed nami nowego świata „z drugiej strony lustra”. Jak wszystkie teorie fizyczne, musi ona jeszcze zdać trudny egzamin zgodności z wynikami odpowiednich eksperymentów. Opisane w artykule argumenty za istnieniem materii lustrzanej nie są jeszcze z pewnością wystarczające, aby uznać ten egzamin za zaliczony. Nawet jednak jeśli hipoteza lustrzanej materii nie znajdzie potwierdzenia doświadczalnego, jest ona niezwykle atrakcyjna dla „tropicieli symetrii” i z pewnością zasługuje na to bardzo skrótowe omówienie. Nie zapominajmy jednak, że wiele poważnych rozważań, jak choćby te dotyczące nietypowych meteorów, ma charakter spekulatywny.

Literatura:

- [1] R. Foot, *Shadowlands; Quest for Mirror Matter in the Universe*, Universal Publisher 2002
- [2] <http://www.ph.unimelb.edu.au/~foot>
- [3] <http://www.geocities.com/mirrorplanets>
- [4] Marcus Chown, *Sąsiedni Wszechświat*, Wydawnictwo Zysk
- [5] <http://cfa-www.harvard.edu/planets/encycl.html>
- [6] <http://www-th.bo.infn.it/tunguska/>
- [7] <http://www.jas.org.jo/mett.html>
- [8] R. Foot i Z.K. Silagadze, *Acta Phys. Pol.* **B32** (2001) 2271
- [9] Z. Berezhiani, preprint hep-ph/0312335
- [10] M.Y. Khlopv, *Cosmoparticle Physics*, World Scientific Publisher 2000



Nobel 2004 z fizyki: nagroda po latach

Krzysztof Fiałkowski

Nagrodę Nobla z dziedziny fizyki w roku 2004 otrzymali trzej fizycy amerykańscy: **David J. Gross, H. David Politzer i Frank Wilczek**, „za odkrycie asymptotycznej swobody w teorii silnych oddziaływań”. Dla niefachowców to uzasadnienie brzmi zapewne bardzo dziwnie: jak można „odkryć” coś w teorii, która jest przecież dziełem fizyków, a nie zjawiskiem naturalnym? Okazuje się jednak, że konstrukcje matematyczne budowane przez fizyków teoretyków bywają tak złożone, że pewne ich własności objawiają się dopiero po żmudnych badaniach – i to często nie tym, którzy byli autorami pomysłu leżącego u podstaw konstrukcji. Tak właśnie było tym razem.



David J. Gross



H. David Politzer



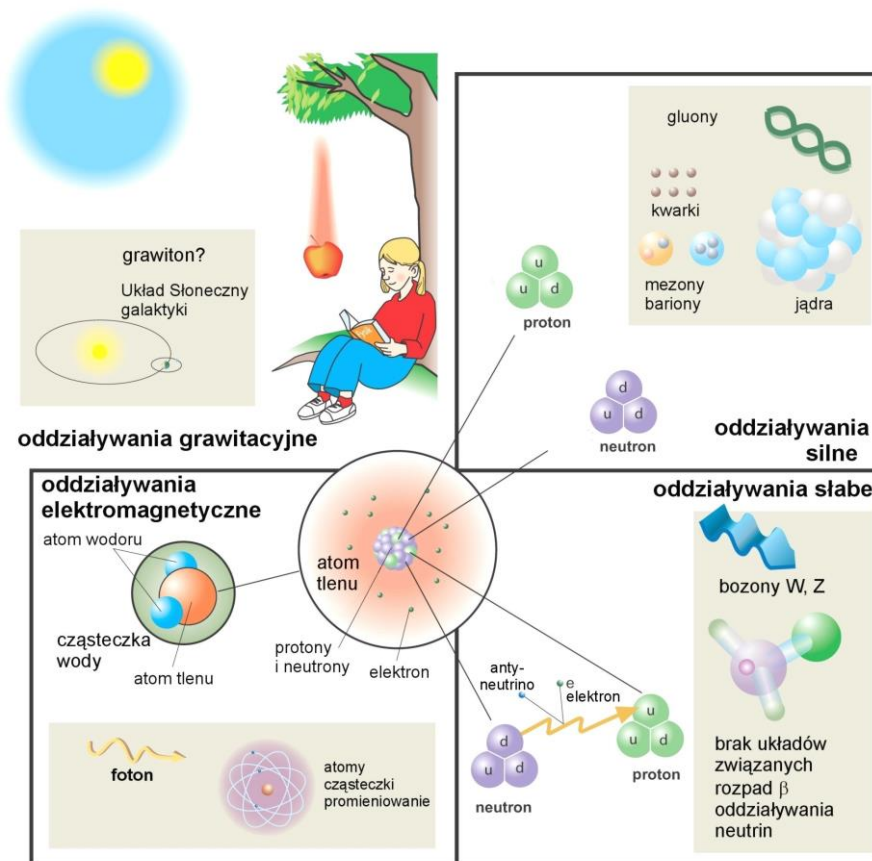
Frank Wilczek

A rozważany problem był jednym z najważniejszych w historii fizyki. Jak wiadomo już od lat trzydziestych XX wieku, do opisu jąder atomowych i zachodzących w nich procesów należało wprowadzić dwa nowe rodzaje oddziaływań (oprócz znanych wszystkim oddziaływań grawitacyjnych i elektromagnetycznych): tzw. oddziaływania silne i słabe.

Oddziaływania słabe, odpowiedzialne za tzw. rozpady β jąder (a więc pośrednio za skład stabilnej materii) opisał najpierw Enrico Fermi, a obowiązującą do dziś teorię stworzyli w latach sześćdziesiątych Sheldon Glashow, Abdus Salam i Steven Weinberg, wyróżnieni za to Nagrodą Nobla już po kilkunastu latach (w roku 1979).

Stworzenie teorii oddziaływań silnych, odpowiedzialnych za istnienie jąder atomowych i za reakcje, dzięki którym świeci Słońce i inne gwiazdy, okazało się

trudniejsze. Pierwszą próbę konstrukcji takiej teorii przeprowadził w latach trzydziestych Hideki Yukawa, ale w porównaniu z powstającą równocześnie nowoczesną teorią oddziaływań elektromagnetycznych, elektrodynamiką kwantową (na której wzorowali później swoją teorię Glashow, Salam i Weinberg), teoria Yukawy była bardzo niezadowolająca. Okazało się, że główną przyczynę trudności stanowił fakt, że oddziałujące silnie cząstki (takie jak wchodzące w skład jąder protony i neutrony, obejmowane zwykle wspólną nazwą nukleonów) nie są elementarne, lecz stanowią układy związane obiektów elementarnych – kwarków. Za sformułowanie modelu kwarków Nagrodę Nobla otrzymał już w 1969 roku amerykański fizyk Murray Gell-Mann, ale do rozwiązania pozostało trudniejsze zadanie: stworzenie szczegółowej teorii silnych oddziaływań kwarków.



Podstawowa trudność polegała na tym, że kwarków nie dało się zarejestrować w żadnym doświadczeniu. Po serii bezowocnych poszukiwań fizycy zgodzili się, że najwyraźniej kwarki nie istnieją jako cząstki swobodne: są trwale uwięzione w takich cząstkach, jak nukleony. Musiały je więc tam więzić niezwykle potężne siły. Równocześnie jednak wiele właściwości nukleonów i ich oddziaływań opisywano poprawnie, zakładając, że kwarki w nukleonach zachowują się tak jak cząstki „prawie swobodne”. Wydawało się to nierozwiązywalnym paradoksem.

Rozwiązanie podane przez tegorocznych laureatów w 1973 roku (niezależnie w dwóch pracach opublikowanych równocześnie: jednej Grossa i Wilczka, a drugiej Politzera) było zaskakujące. Nie wchodząc w szczegóły, można powiedzieć, że analiza matematycznej struktury rozważanej przez nich teorii (zwanej dziś chromodynamiką kwantową) wykazała, że oddziaływanie silne między zderzającymi się kwarkami jest tym słabsze, im większa jest ich energia. Ten właśnie efekt nazywamy asymptotyczną swobodą silnych oddziaływań. Jest on związany z faktem, że siły tych oddziaływań nie maleją ze wzrostem odległości. Kwarki położone blisko siebie oddziałują stosunkowo słabo, jednak „wyrwanie” kwarku z nukleonu na nieograniczoną odległość wymaga nieograniczonej energii (czyli jest niemożliwe).

Dlaczego Nagrodę Nobla przyznano laureatom dopiero dziś, po trzydziestu latach? Szczerze mówiąc, trudno odpowiedzieć na to pytanie. W ostatnich latach nie zdarzyło się nic, co istotnie zwiększyłoby wagę opisanych wyników (skądinąd ogromną). Można przypuszczać, że przyczyną opóźnienia był nadmiar kandydatów do nagrody wśród ludzi, którzy przyczynili się do rozwoju chromodynamiki kwantowej. Wprawdzie większość fizyków uważała już dawno prace Grossa, Wilczka i Politzera za najważniejsze, ale być może uznano, że na laureatów są zbyt młodzi: w chwili publikacji tylko Gross miał ponad 30 lat, a Wilczek i Politzer nie zdążyli nawet uzyskać stopnia doktora. Dziś czas usunął już tę „wadę”, a wielu z konkurentów wyeliminowała natura...

Polskich czytelników zastanawia zapewne niedwuznacznie polskie nazwisko jednego z laureatów. Niestety, jednak trudno zaliczyć go do grona „prawie naszych” laureatów Nagrody Nobla. Frank Wilczek urodził się w USA i nie włada językiem polskim. Z Polski wyemigrowali rodzice jego ojca. Niemniej Frank Wilczek utrzymuje kontakty naukowe z wieloma fizykami z Polski, a w 1998 roku brał udział w dorocznej Krakowskiej Szkole Fizyki Teoretycznej, wygłaszając na niej wykłady.



Profesor Arkadiusz Piekara w stulecie urodzin

Zofia Gołęb-Meyer

W tym roku mija sto lat od narodzin Arkadiusza Henryka Piekary, znakomitego fizyka oraz żarliwego krzewiciela fizyki. Profesor Piekara tak bardzo umiłował fizykę, że nie tylko służył jej wiernie, lecz z wielkim posłannictwem głosił jej piękno innym. Celowo użyłam nieco pompatycznego języka; taki język oddaje bowiem charakter działalności naukowej i popularyzatorskiej Profesora. Profesor głosił piękno fizyki wyszukaną polszczyzną, przejętą w spadku po swoim mistrzu, profesorze Natansonie, wszędzie i wszystkim. Dzieciom, uczniom, studentom, laikom, np. w domu wczasowym Ustronie (tzw. Dom Pracy Twórczej). Był Wielkim Nauczycielem, obdarzonym charyzmą oddziaływania na innych. Posiadał to, co się nazywa wrodzonym talentem pedagogicznym. Wiedział jednak doskonale, że nawet największy talent, dar od Boga, musi być poparty solidną pracą i przygotowaniem. Tego sam się nauczył od swoich mistrzów, dał temu wyraz w dedykacji książki *Nowe oblicze optyki*:

Pamięci mistrzów moich:

Profesora Doktora *Stefana Pieńkowskiego*,
u którego pierwsze w Optyce kroki stawiałem,

Profesora Doktora *Władysława Natansona*,
który mi jej piękno ukazał,

Profesora Doktora *Aimé Cottona*,
Który mnie rzemiosła nauczył.

Dedykacja ta świadczy, iż Profesor był świadomy tego, co chce swoim uczniom przekazać. Jak to robić doskonale – podpowiadała mu intuicja i studiowanie wzorów.

Piekara – autor podręczników i popularyzator

Wzorem podręcznika fizyki był dla Piekary wydany w 1765 roku podręcznik księdza Józefa Rogalińskiego, *Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadających*. Oto, co sam Profesor napisał o tym podręczniku (*Nayiaśniejszemu y naypotężniejszemu Panu, czyli o nauki horyzontach dalekich*, PAX 1984): „Od czasu do czasu biorę długopis do ręki i usiłuję napisać co czuję i myślę, gdy Twoje dzieło czytam. A i rozkoszuję się nim także”.

Autorka artykułu rozkoszowała się natomiast jako piętnastolatka (i stan ten nieobcy jest jej do dzisiaj) podręcznikiem *Elektryczność i budowa materii*. Po przyciężkim podręczniku Zakrzewskiego było to istne odkrycie. Książka Piekary fascynowała. Na owe czasy była niesłychanie nowatorska i bardzo starannie przemyślana (kursu nie rozpoczyna elektrostatyka, lecz nauka o prądach stałych). Czytelnik został potraktowany bardzo poważnie. Lektura pobudza do samodzielnego działania (inspirujące doświadczenia, zadania). Początkującego licealistę Piekara wprowadza w tajniki elektrotechniki, elektroniki, ukazując mu piękno tych dyscyplin, następnie z charakterystyczną dla siebie finezją zapoznaje go z zagadnieniami fizyki atomowej i jądrowej. Tu „ofiara” ulega fascynacji współczesną fizyką i z niedoszłego inżyniera przeistacza się w przyszłego fizyka. Późniejsze, nieco zmienione wydania tego podręcznika, *Elektryczność i magnetyzm* (PWN) są używane przez studentów do dzisiaj. To właśnie z podręcznika Piekary student fizyki Janusz Strzelecki z UMK w Toruniu, laureat pierwszej nagrody w konkursie PTF, zaczerpnął pomysł demonstracji. Profesor Piekara jest również autorem podręcznika do mechaniki. Nie jest on aż tak oryginalny jak podręcznik elektryczności, ale jako studentka nieraz sięgałam do niego, by coś zrozumieć, a jako prowadząca zajęcia ze studentami i uczniami, znajdowałam w nim dobre przykłady i pomysły na prezentację materiału.

Nieraz zastanawiałam się, na czym polega wyjątkowość książek Arkadiusza Piekary. Nie chodzi tu przecież o ich wysoki poziom merytoryczny, inne bywają pod tym względem równie doskonałe. Niewątpliwie część ich uroku polega na pięknej polszczyźnie (tu Piekara jest kontynuatorem stylu profesora Władysława Natanson), niebagatelne znaczenie ma też dramaturgiczna konstrukcja tych książek, oparta na budowaniu napięcia, obecności lżejszych wtrętów i dygresji sprzyjających relaksowi i rozrywce czytelnika. Chyba najbardziej niezwykle jest to, że czytelnik odnosi wrażenie, iż książka napisana została tylko i specjalnie dla niego. Czuję się, że autor włożył w nią całe swoje jestestwo i ogromny entuzjazm. Dzięki mistrzostwu autora, książka trafia do szerokiego kręgu czytelników.

Elektryczność i budowa materii rezonans budzi zarówno u „urodzonych teoretyków”, jak również u przyszłych inżynierów. Piekarę poznać po paru linijkach. Tak indywidualne piętno potrafi odcisnąć na podręcznikach niewiele ze współczesnych. Można by do nich zaliczyć Feynmana z jego nieco gawędziarskim stylem, doborem tematów i ich kolejnością. Coś z ducha Piekary błąka się w nieco kontrowersyjnym podręczniku Paula Hewitta *Fizyka wokół nas* – mam na myśli entuzjazm i przyjemność objaśniania Przyrody. Hewittowi zabrakło jednak wnikliwości doskonałego fizyka, jakim był Piekara. Pomimo pewnych błędów merytorycznych, jakie można znaleźć u Hewitta, jest to podręcznik wart zainteresowania, szczególnie tych, którzy nie traktują podręczników jako suchego *vademecum* czy podsumowującego bryka.

Trudno w tej chwili wyrokować, w jakim kierunku podąży styl podręczników w XXI wieku, czy będą to suche kompendia zminimalizowanej objętości z rozszerzeniami w dowolnych miejscach, adresowane do czytelników nie lubiących marnować czasu, czy raczej osobiste, nieco gawędziarskie, oryginalne opracowania. Stale nie brak autorów podejmujących to ryzykowne wyzwanie, ostatnio uczynił to Wojciech Dindorf i Sławomir Brzezowski.

O pasji dydaktycznej i talencie Piekary świadczą dwie uroczne książeczki dla dzieci. Jedna wprowadza w świat mechaniki newtonowskiej *O maszyniście Felusiu, który był mędrce* (IW Nasza Księgarnia, Warszawa 1979), a druga to *Ciekawe historie o powietrzu* (IW Nasza Księgarnia, Warszawa 1984). *Felus* jest absolutnie niepowtarzalny! Książeczek podobnych do *Ciekawych historii o powietrzu* obecnie mamy wręcz zatrzęsienie. Są barwnie ilustrowane, zawierają świetne propozycje doświadczeń z użyciem materiałów niedostępnych aż tak powszechnie dwadzieścia lat temu, a jednak książeczka Piekary stale je bije na głowę. Celnością doboru przykładów, doborem słów i porównań w tłumaczeniu zjawisk oraz tym indywidualnym podejściem do młodego czytelnika.

Chęć docierania do jak najszerzego grona czytelników objawiła się w dość osobliwej formie podręcznika *Nowe oblicze optyki*. Jak sam autor pisze:

„Wstęp i część pierwsza przeznaczone są dla wszystkich, którzy chcą się dowiedzieć czegoś o elektronice kwantowej, a poza tym niewiele lub tylko coś niecoś pamiętają z fizyki i matematyki szkolnej... część trzecia i czwarta przeznaczone są dla studentów i pracowników naukowych”.

Profesor Piekara był mistrzem w stosowaniu modeli i analogii. Barwny opis Rynku Jeżyckiego w Poznaniu służy jako model sprzężenia zwrotnego. Rozdział 2.3, „Rzecz o poziomach energetycznych, czyli opisanie stołu językiem fizyki atomowej”, jest zrozumiałą dla licealistów, co autorka artykułu sama sprawdzała wielokrotnie. Weszło w użycie powiedzenie „stołek Piekary”. Szuflada z klockami z rozdziału 2.7 „Rozkład Boltzmanna, czyli porządek w bezwładzie” jest już rutynowo, np. w Krakowie, stosowana do nauczania fizyki statystycznej (demonstracja, pierwsza pracownia). Niestety nie było mi dane słuchać wykładów Profesora ani obserwować Jego pokazów. Musiały być one wspaniałe, niepozbawione dramaturgii. Z wywiadu udzielonego przez Profesora dr. K. Szymborskiemu, opublikowanego w *Postępie Fizyki* (35, zeszyt 2, 1984), dowiadujemy się, z jaką pasją Profesor przygotowywał i wygłaszał swe wykłady. Nawet w małym, prywatnym gronie był świetnym mówcą, świadomie używał wręcz rozmaitych sztuczek aktorskich, by pobudzić zainteresowanie słuchaczy (Ustronie). Te cechy Profesora zachował do końca życia, podobnie jak ciekawość świata i chęć dzielenia się z innymi swą wiedzą.

Piekara – nauczyciel w liceum w Rydzynie

Wspomnienie o Profesorze Piekarze nie byłoby pełne, gdyby zabrakło w nim wzmianki o dziesięcioletniej działalności nauczycielskiej w Rydzynie. Był to również okres wyjątkowej pracy naukowej i najważniejszych odkryć Profesora z optyki. Chodzi o odkrycie zjawiska odwrotnego nasycenia dielektrycznego oraz anomalii dielektrycznych i optycznych w okolicy punktu krytycznego.

W 1928 roku na zamku w Rydzynie otwarto gimnazjum z internatem im. Sułkowskich. Powstało ono na bazie dawnej ordynacji Sułkowskich. Uczniowie oraz nauczyciele wraz z rodzinami mieszkali na zamku. Program ustalała szkoła. Duży procent uczniów stanowili synowie chłopów, robotników, drobnych rzemieślników i urzędników oraz nauczycieli. Mieszkanie prawie połowy uczniów opłacała fundacja. A oto co pisze Profesor Piekara o nauczaniu fizyki w szkole rydzynskiej (*Nayiaśnieszemu...*):

„Piękna i obszerna pracownia służyła nauczaniu fizyki. Trzy sale zamkowe w stylu barokowym... – stanowiły teren, na którym działały się zgoła osobliwe rzeczy... W sali obok – zbiory przyrządów w szafach i kilka stołów ze skomplikowaną aparaturą. To warsztat doświadczalny paru uczniów, rozmówanych w fizyce. [...] Przejdźmy przez salę przygotowawczą, gdzie grupa uczniów szykuje eksperymenty pokazowe na następną lekcję i zajrzyjmy do przyległej małej salki, [...] a poniżej... – biurko, szafa z książkami i najnowszymi numerami *Acta Physica Polonica*, *Journal de Physique*, *Physikalische Zeitschrift*, *Nature*. Na kilku stołach aparatura elektryczna, termostaty, destylarki. Uczeń pompuje olej pompką ręczną, nauczyciel patrzy w lunetkę galwanometru. Jesteśmy w pracowni nauczyciela fizyki. Nauczycielem tym byłem ja, zostawiłem tu część serca...

Nauczanie wszystkich przedmiotów w Rydzynie cechowało poszukiwanie – poszukiwanie nowych metod, lepszych programów, skuteczniejszego dotarcia do osobowości ucznia. Odnosiło się to szczególnie do fizyki. Na czym poszukiwania te polegały?

Przede wszystkim oparliśmy się w nauczaniu fizyki na obowiązkowej i nadobowiązkowej pracy ucznia. Staraliśmy się uczynić ją interesującą, rozbudzającą wyobraźnię i atrakcyjną. Atrakcyjna była przez postawione cele, przez możliwość majsterkowania, przez możliwość realizowania własnych pomysłów, a wreszcie przez miłą, swobodną, a nawet wesołą atmosferę, która sprawiała, że pracowni fizyki, jak również inne pracowni, uczniowie uważali za coś bardzo bliskiego. Chciałbym to poprzeć przykładem: uczniowie mają na następną lekcję przygotować kilka eksperymentów, których nigdy jeszcze w ogóle nie widzieli, np. z zakresu

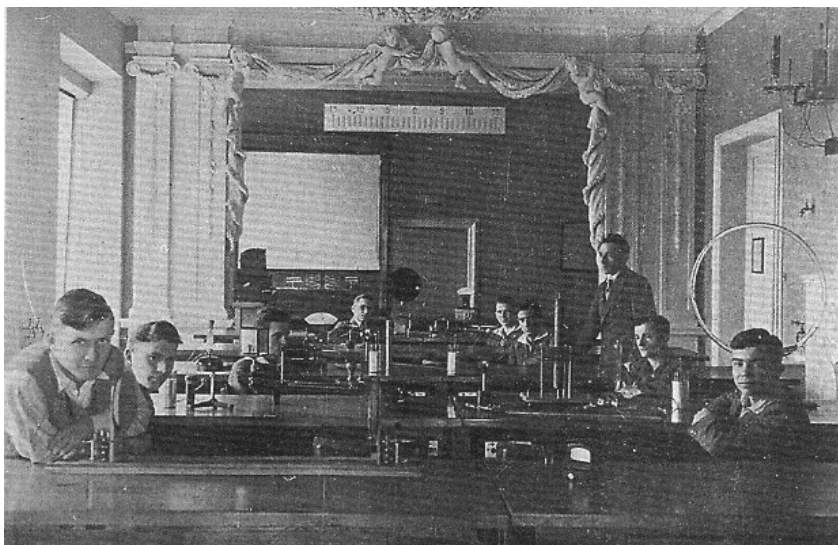
drgań elektrycznych albo zjawisk fotoelektrycznych, a może z zastosowań praw mechaniki, z prawa Archimedesesa lub przewodzenia i unoszenia ciepła, z promieniowania cieplnego... Na następnej lekcji mają te eksperymenty pokazać swoim kolegom i objaśnić... Oczywiście tą metodą nie można przeprowadzać wszystkich lekcji. Przesada mogłaby przynieść tylko szkodę... Uczeń, którego pociągała pracownia fizyki, otrzymuje od nauczyciela jakieś drobne zadanie eksperymentalne do rozwiązania. Może to być odtworzenie zjawiska albo jego ilościowe zbadanie przez wykonanie pewnych pomiarów. Ale przede wszystkim trzeba zbudować aparaturę... Nie bez znaczenia był fakt, że każdy z nich (uczniów) po wykonaniu pracy referował jej wyniki na posiedzeniu kółka fizycznego... Wiele innych zostało przez ich wykonawców opracowanych do druku w postaci artykułów opublikowanych do druku w piśmie uczniowskim *Rydzyńskiak*.

Stosowanie opisanej tu metody lekcyjnej oraz prac indywidualnych wymagało odmiennego wyposażenia pracowni fizycznej. Wyposażenie to było nie tyle bogate, ile inne... Jeśli chodzi o poszukiwania w dziedzinie programów nauczania, zrobiliśmy dwa udane eksperymenty. Po pierwsze wypróbowaliśmy z dyrektorem Łopuszańskim program mechaniki opracowany przez niego. Program ten, oparty na wielkiej liczbie ćwiczeń uczniowskich, poleca rozpoczynać naukę mechaniki od zapoznania uczniów ze zjawiskiem siły tarcia, potem następuje trzecia zasada Newtona wraz ze statyką, a dopiero później kinematyka z dynamiką. Drugi eksperyment polegał na rozpoczynaniu nauki o elektryczności od pojęcia prądu elektrycznego i oparciu elektrostatyki na doświadczeniach z kondensatorami technicznymi...

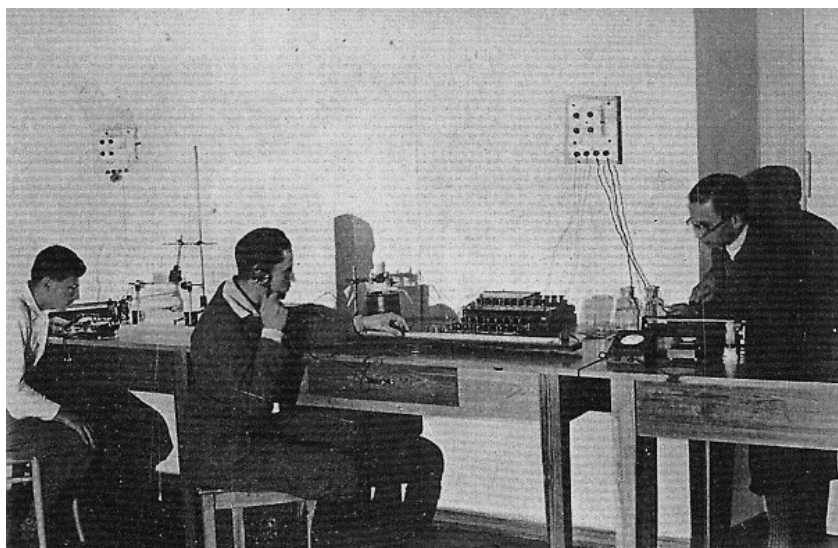
Niektórzy nauczyciele szkoły rydzyńskiej pracowali naukowo... Dodatni wpływ, jaki miała praca naukowa nauczyciela na jego pracę dydaktyczną i odwrotnie, praca dydaktyczna na naukową był niezaprzeczalny. Odczuwałem to w mojej własnej pracy w sposób wyraźny”.

Na zakończenie tego krótkiego artykułu chciałabym raz jeszcze podkreślić, iż Profesor Arkadiusz Piekara, choć był wybitnym uczonym, nigdy nie żałował czasu na nauczanie, i to nawet maluczkich. Nie uważał tego czasu za stracony dla badań naukowych, a wręcz przeciwnie – sam wyraźnie podkreślał, że jest to czas, który może badaczowi pomóc w jego badaniach.

Profesor Piekara nie tylko nauczał fizyki. On również wychowywał. Starał się wpajać swoim wychowankom to, co uważał w życiu za cenne i szlachetne. Przekazywał im swoje ideały, pamiętając jednakże cały czas o praktycznej stronie życia. Patrzył w przyszłość swoich uczniów, patrzył w przyszłość swojej Ojczyzny.



Z pracowni fizycznej. Uczniowie demonstrują przygotowane przez siebie doświadczenia z zakresu fal elektromagnetycznych



Z pracowni fizycznej. Uczniowie przy pracach indywidualnych

Piekara w anegdocie

Aby zilustrować poczucie humoru Profesora niech mi będzie wolno opowiedzieć pewną anegdotę z ulubionego miejsca odpoczynku i pracy Profesora, a mianowicie Ustronia (Dom Pracy Twórczej, Ustronie koło Kępna).

Pod koniec dekady lat siedemdziesiątych Profesor wraz żoną spędzał Wielkanoc w Ustroniu. Żona Krystyna, znacznie młodsza od Profesora, odznaczała się wyjątkową urodą i wdziękiem. Mój paroletni wówczas syn Stasio adorował Państwa Piekarów, i to zarówno uroczą Panią Piekarową, jak również Profesora, który prowadził z malcem uczone dysputy.

Pewnego poranka, nieoczekiwanie bardzo słonecznego, ustróńskie towarzystwo zgromadziło się na tarasie tzw. solarium. Wylegiwano się na leżakach, czytano, gawędzono, a między dorosłymi hasały dzieci – wśród nich Staś, który zabawiał rozmową Panią Piekarową, opalającą się w kostiumie kąpielowym. W pewnym momencie na horyzoncie ukazał się profesor Piekara w zimowym palcie, zakutany szalikiem. Zbliżał się charakterystycznym, dreptającym krokiem, a wszyscy oczywiście z uwagą obserwowali nadejście mistrza. Profesor zagadnął Staszka, który – widocznie sprowokowany przez niego do szczerzej uwagi na temat Pani Piekarowej – powiedział coś, z czego jednoznacznie wynikało, że jego zdaniem Państwo Piekarowie „nie pasują do siebie”. W solarium zaległa cisza. Zamilkł również Profesor, po czym zapytał, dlaczego Staszek tak sądzi – niefortunne pytanie, które mogło sytuację dodatkowo pogorszyć. Staszek, który widocznie zorientował się, iż popełnił gafę, próbował się ratować, odpowiadając: „bo Pan jeździ nerwowo autem”. Pogrzyżyło go to zupełnie, gdyż biedak nie wiedział, że prowadzenie samochodu było wtedy czułym punktem Profesora. Z tego też powodu nikt, właśnie z wyjątkiem Staszka, nie dostępował zaszczytu jazdy z Profesorostwem. Profesor rozwiązał jednak sprawę z wyjątkowym taktem i wyczuciem. Wyzwał Staszka na pojedynek w ping-ponga (w tymże solarium) i wygrał go. Stasio na otarcie łez dostał książeczkę z piękną dedykacją, nadal pozostał wielbicielem Państwa Piekarów, a i od fizyki nie stronił.



Profesor Piekara w Ustroniu

Dedykacja, jaką Profesor Piekara napisał mojemu, wówczas paroletniemu, synowi:

Ustronie, w domu Piekara Narodzinia 1985 r.

Kochany Stasiu, naukę swojego Drogiu, biskupa Pry-
jaciela, Stanisława Gołbca, wzięto Matematyka!

Być może, że pójdziesz Jego drogą, a może drogą Tworzą
wspaniałych Rodziców, a może jaką inną, własną. Otrę
jakichś pójdziesz drogą, nie wiesz, ja nie żek
— fizyka będzie Ci zawsze krótko i wspaniale.

Pamiętaj o tym że książka ta, oraz inne, pełni (niektóre)
dla Ciebie nieprzerwanie, będą Ci zawsze pomocą, a zapewne
i fundamentem Twojej wiedzy, niezależnie od tego czy będziesz
kierownikiem, czy może lekarzem.

A wiec nie się fizyki!

Twoje Ci są

Twój autor

i przyjaciel

Andrzej H. Piekara.

A.H.Piekara
ciekawe
historie
o powietrzu



WYWIAD

Od pierwszych kroków w fizyce do odkrycia zjawiska odwrotnego nasycenia dielektrycznego

Fragmety rozmowy Krzysztofa Szymborskiego z prof. Arkadiuszem H. Piekara¹

Postępy Fizyki, tom 35, zeszyt 2, 1984

K. Szymborski [KS]: [...] jakie były bezpośrednie przyczyny, że Pan wybrał ten kierunek studiów?

A. Piekara [AP]: Na to pytanie trudno mi odpowiedzieć, bo ja sobie chyba kierunku studiów nie wybierałem, ja się z nim urodziłem. Jak sięgnę pamięcią do dzieciństwa, to jeszcze nie wiedziałem wtedy o istnieniu fizyki, ale to czym pragnąłem być – to fizykiem, chociaż nie wiedziałem o istnieniu takiej nauki. Potem sądziłem, że to, czym chciałem być, uprawiają inżynierowie, tak przypuszczałem, no i zresztą takie z domu wyniosłem przekonanie. Ale zetknąwszy się z inżynierami ówczesnego okresu, tj. około 1910 r., przekonałem się, że to jest niezupełnie to, co ja chciałem uprawiać, czym się chciałem interesować. Przypominam sobie ostatecznie kiedy do tego wniosku doszedłem. W 1920 r., kiedy stałem na warcie z karabinem w rękę na Dworcu Towarowym w Warszawie (późniejszy Dworzec Główny), jakieś 400 m ode mnie stał na warcie drugi mój towarzysz – inżynier elektryk. Byłem szczęśliwy, że spacerując wzdłuż tego odcinka, stykałem się z nim co kilka minut. Wtedy nawiązałem rozmowę z nim. Chciałem się dowiedzieć czegoś o tym wyładowaniu elektrycznym, które mnie pasjonowało. Miałem wówczas 16 lat. Tam jony i elektrony występują, więc chciałem się koniecznie czegoś więcej dowiedzieć. Gdy zaliczałem z nim rozmowę, okazało się, że on się ode mnie dowiadywał, nie ja od niego, i o jonach mówił: „te Pańskie jony”. Dowiedziałem się, że jony są moje, a nie jego i dowiedziałem się, że muszę być nie inżynierem, lecz fizykiem.

¹ Rozmowa niniejsza zaczerpnięta jest z materiałów gromadzonych z inicjatywy Komisji Historii Fizyki PTF, której przewodniczy prof. R.S. Ingarden. Komisja ta zainicjowała w 1976 r. przeprowadzanie wywiadów z wybitnymi fizykami polskimi. W ramach tej inicjatywy – dr Krzysztof Szymborski z Instytutu Historii Nauki, Oświaty i Techniki PAN przeprowadził i nagrał w styczniu 1977 r. rozmowę z prof. Arkadiuszem Piekara. Przesłuchania tej taśmy i opracowania tekstu dokonała redakcja *Postępów Fizyki*. Tekst ten prof. Piekara następnie uzupełnił (lipiec 1983 r.) do postaci przedstawionej poniżej.

Taśma z rozmową przechowywana jest w Instytucie Historii Nauki, Oświaty i Techniki PAN, Warszawa, ul. Nowy Świat 72.

KS: *Właśnie, ale skąd Pan się o tych „swoich jonach” już dowiedział?*

AP: Ogromna rola książek popularnych, jakie ówczesni fizycy pisali. Mało tego było, ale w każdym razie było. Na przykład nie wiem, czy to wtedy właśnie, czy może rok lub dwa później, ukazała się książka prof. Biernackiego *Widzialne i niewidzialne, dziedziny widma*. Tego typu książki pochłaniałem. Na przykład o odkryciu promień Roentgena w 1895 r. dowiedziałem się w kilka lat po urodzeniu – urodziłem się w 1904 r., więc jako kilkuletni chłopiec już o tym czytałem i pasjonowałem się tym, aczkolwiek prawie nic nie rozumiałem, ale już kochałem.

KS: *Czy Pana zainteresowania fizyczne były wtedy już sprecyzowane do pewnej dziedziny fizyki, czy obejmowały wszystko?*

AP: Nie, do dziedziny nie, obejmowały w ogóle fizykę.

KS: *Ciekaw jestem, czy zauważył Pan jakieś ożywienie wywołane powstawaniem mechaniki kwantowej czy teorii względności. W jaki sposób Pan wówczas te sprawy odbierał?*

AP: Jeśli chodzi o teorię względności, to od samego początku słuchałem jej wykładów jako uczeń, a później jako student. Pierwsze jakieś wiadomości, ale takie najbardziej pierwsze, miałem z książki i lekcji z moim profesorem fizyki w szkole średniej – drem Bolesławem Gaweckim, który mnie nauczył zasady względności przede wszystkim. Napisał on podręcznik fizyki, z którego bardzo skorzystałem, no i z rozmów z nim. To był filozof, który jednocześnie był nauczycielem fizyki i uczył w Gimnazjum im. Tadeusza Rejtana. Uczyłem się w tym gimnazjum. A jeśli chodzi o mechanikę kwantową, to moje pierwsze zetknięcie się z nią było w końcu 1924 r. lub na początku 1925 r., wkrótce po napisaniu pracy doktorskiej przez Ludwika de Broglie’a. I tę pracę doktorską, czyli tzw. tezę, w języku francuskim przez niego wydaną we Francji, kupowaliśmy w Polsce i referowaliśmy na seminariach u prof. Białobrzeskiego. Było to więc bardzo wcześnie, rok jakiś 1926. Przyszedł potem czas na studiowanie czegoś niezwykle i bardzo abstrakcyjnego, tj. ujęcie tej hipotezy w postaci teorii przez Schrödingera w 1926 r. i przez Heisenberga i Jordana w 1925–1927 r. – było to ujęte techniką macierzową, a techniką równań różniczkowych falowych przez Schrödingera. Otóż objawienie, że te dwie tak różne techniki (mechanika falowa i algebra macierzowa) prowadzą do jednego i tego samego!

KS: *Hipoteza kwantów już powstała w 1900 r. Z tych najwcześniejszych Pana wspomnień, czy przypomina Pan sobie, czy istniała świadomość tego, że fizyka przeżywa jakiś okres rewolucyjny? Jaką rolę wtedy przypisywano hipotezie kwantów?*

AP: Ciągłe, od samego początku, zawsze rewolucja w fizyce. Nie było żadnego „spokojnego czasu”. W roku 1922, kiedy byłem uczniem Gimnazjum im. T. Rejtana, słuchałem już wykładów PTF-u, tzw. wykładów wielkopostnych – zawsze odbywały się w okresie wielkopostnym w soboty. Otóż te wykłady miewali prof. Pieńkowski, prof. Wolfke, prof. Reczyński, ówczesny doc. Pogorzelski,

pani dr Kowalczevska, która mówiła o budowie atomu i przedstawiła teorię Bohra. Do dziś pamiętam zakończenie jej odczytu, kiedy pokazawszy bardzo piękne doświadczenie, powiedziała, że atom jest jeszcze ciągle tak niezbadany, jak – bardzo po kobiecemu zakończyła – jak dusza ludzka. Otóż te odczyty działały na wyobraźnię bardzo pobudzająco. To był ferment. No i w fizyce ferment ciągle trwał, trwa ustawicznie. Potem marzeniem moim było poznać teorię kwantów na podstawie podręcznika Sommerfelda *Atombaun und Spektrallinien*, wydanego w 1924 r., drugie wydanie ukazało się, zdaje się, w 1926 r. Ledwie osiągnąłem, proszę pana, jaki taki poziom i ciągle dla mnie jeszcze były tajemnicą rozmaite reguły zakazu i wyboru (pochodzące od Rubinowicza), wtedy to wybuchła mechanika kwantowa i znów ciągle wspinanie się po tej drabinie, i ciągle nie widać końca było, do dziś go nie ma. I żaden koniec w ogóle nie jest możliwy, i w ogóle nie ma sensu. Im dłużej fizyka się rozwija, tym liczba problemów do rozwiązania rośnie!

KS: *Jeszcze chciałbym wrócić do tych czasów szkolnych. Jak rozumiem, Pan miał w szkole wyjątkowo sprzyjające warunki do rozwijania swoich zainteresowań. Czy środowisko domowe miało też wpływ?*

AP: Ja w domu miałem prywatne laboratorium, własne, budowane od dzieciństwa samego. Otóż wszystkie swoje zarobki, oszczędności wkładałem w to laboratorium. To laboratorium było i fizyczne, i chemiczne.

KS: *Podobnie jak Władysław Natanson, on zdaje się też w domu rodziców pierwsze swoje doświadczenia przeprowadzał.*

AP: I to bardzo poważne doświadczenia. Wykonywał je razem z bratem Edwardem. Miał wtedy 16 lat. Ich praca jest cytowana w podręcznikach termodynamiki. Dotyczyła dysocjacji dwutlenku azotu.

KS: *Czy Pan po rodzicach swoje zainteresowania odziedziczył?*

AP: Nie, w mojej rodzinie był tylko jeden wynalazca – mechanik, Jan Piekara, mój stryj, który wynalazł maszynę do robienia tzw. gilz papierosowych bez kleju. No, ale nie umiał tego wykorzystać tak, aby stać się sławny.

KS: *Pana rodzice mieli raczej zdolności humanistyczne?*

AP: Proszę pana, moi rodzice byli ludźmi wysokiej kultury, chociaż nie mieli dyplomów. Ale mieli oni dość wyobraźni, aby marzyć o tym, by ich dzieci miały dyplomy. Przede wszystkim byli światłymi i mądrymi wychowawcami: dzieci wychowywali nie słowem, lecz przykładem własnego życia, który zapamiętałem na zawsze.

KS: *To były czasy, kiedy atmosfera zainteresowania nauką była charakterystyczna dla Polski.*

AP: Mój ojciec bardzo popierał moje zainteresowania mechaniką, maszynami, inżynierią. Może dlatego miałem takie duże zaufanie do inżynierów, że od nich nauczę się wiele. Jak już wspominałem, rozczarowałem się po paru latach bardzo: wiele się nie nauczyłem.

KS: *W tym czasie, kiedy Pan chodził do szkoły podstawowej...*

AP: Nigdy nie chodziłem do szkoły podstawowej. Chodziłem do świetnego gimnazjum filologicznego, do gimnazjum Tomasza Łebkowskiego i tam była klasa podwstępna A, podwstępna B, wstępna, a potem pierwsza, druga, trzecia aż do siódmej. Ósmej ostatniej nie było, gdyż zaborcy szykanowali szkolnictwo prywatne jako niebezpieczne dla nich. Gdy przyszedł rok 1918, a Tomasz Łebkowski zmienił swoją szkołę z filologicznej na handlową, czym prędkiej uciekłem, sam, bez pomocy starszych, do gimnazjum Rychłowskiego, o którym wiedziałem, że za rok będzie upaństwowione. I rzeczywiście, za rok stało się państwowym Gimnazjum im. Tadeusza Rejtana. Tam, niecierpliwym fizyki, wybrałem kierunek matematyczno-fizyczny.

KS: *Wybierając tę szkołę, wiedział Pan, że tam fizyka stoi na wysokim poziomie?*

AP: Tak, wiedziałem też, że są tam dwa wydziały: humanistyczny i matematyczno-przyrodniczy. Wybrałem matematyczno-przyrodniczy, ale w szkole Łebkowskiego, która była szkołą filologiczną, uczyłem się łaciny i to sobie bardzo ceniłem, i cenię.

KS: *Zanim Pan zaczął studia, już Pan chodził na wykłady prowadzone przez PTF, tak że chyba wybór kierunku studiów był zupełnie naturalny i żadnej wątpliwości nie budził.*

AP: Wybór już zrobiłem wcześniej. Wie pan, programy szkolne zmieniały się nie tylko w czasach, kiedy byłem nauczycielem fizyki, ale zmieniały się też, gdy byłem dzieckiem. Nie mogłem doczekać się fizyki, bo tak zmieniano programy, że fizyka stale się oddalała. W moim gimnazjum filologicznym Łebkowskiego fizyki się nie uczyłem i dopiero zacząłem się jej uczyć u Rychłowskiego, fizyki wykładanej przez dra Bolesława Gaweckiego.

KS: *On wykladał na podstawie własnego podręcznika?*

AP: Jeszcze niewydanego. W parę lat później, może dwa, może rok, wydał podręcznik bardzo oryginalny i bardzo ścisły.

KS: *W którym roku zaczął Pan studia?*

AP: W 1922.

KS: *Czy może Pan coś powiedzieć o warunkach, które wtedy na Wydziale Fizyki panowały, kto fizykę wykladał, jacy byli pracownicy, ilu studentów?*

AP: Nie było wówczas jeszcze Wydziału Fizyki, był Wydział Filozofii, który obejmował filozofię ścisłą, matematykę, fizykę, chemię, biologię oraz wszystkie nauki humanistyczne, z wyjątkiem prawa i medycyny, które miały oddzielne wydziały. Z uniwersytetem zetknąłem się w wakacje 1922 r., wcześniej, niż się zapisałem, dlatego że zaraz po otrzymaniu matury przypadek zetknął mnie ze studentem chemii Antonim Hornungiem, chemikiem. Spotkaliśmy się w sklepie „Urania” na Świętokrzyskiej. To był umiłowany mój sklep. Tam na wystawie, na dwóch wystawach tego sklepu, można było oglądać rozmaite przyrządy fizyczne

i chemiczne, m.in. kolby, retorty, krany, pipety, aparaty Kippa. Marzeniem moim było mieć w domu trochę sprzętu chemicznego i fizycznego. I rzeczywiście, zacząłem kupować w „Uranii”, a także u Berenta i Plewińskiego na ul. Moniuszki rurki, próbówki, menzurki, retorty, a w „Uranii” kupiłem po raz pierwszy aparat Kippa, wielkie aparacisko, trzy kule. Lampę Roentgena też kupiłem.

KS: *I robił Pan w domu wodór?*

AP: Oczywiście, zaraz zacząłem produkować w domu wodór, ale nie tylko wodór, bo kiedy już oswoiłem się z produkcją wodoru i robiłem redukcję tlenków w strumieniu wodoru, zachciało mi się produkować siarkowodór – z siarczku żelaza i kwasu solnego. Odczynniki już miałem, kupowałem wcześniej. Cieszyłem się każdą butelką i każdym słoikiem, jakie mi przybywały. Szafkę sobie zrobiłem sam, oszkloną, i w tej szafce trzymałem te odczynniki, straszliwe trucizny, np. cyjanek potasu. I właśnie pewnej niedzieli rano umyłem mój aparat Kippa, oswoiłem od cynku i kwasu siarkowego, naładowałem go siarczkiem żelaza i naląłem kwasu solnego: zacząłem produkcję siarkowodoru. Moi rodzice i domownicy – siostry moje i brat młodszy – nic nie wiedzieli o tym i w pewnej chwili zaczęli w popłochu zamykać okna, sądząc, że wchodzi okrutny zaduch z zewnątrz, ale jeszcze się gorzej zrobiło. Wykryli źródło – oczywiście, ale nikt mnie, proszę pana, nie zganił, nikt, absolutnie nikt. Tylko ja sam musiałem to szybko likwidować, żeby nie zatruć rodziny. Ale sąsiedzi zaczęli wcześniej zamykać swoje okna.

KS: *To był wpływ Pana znajomego Hornunga?*

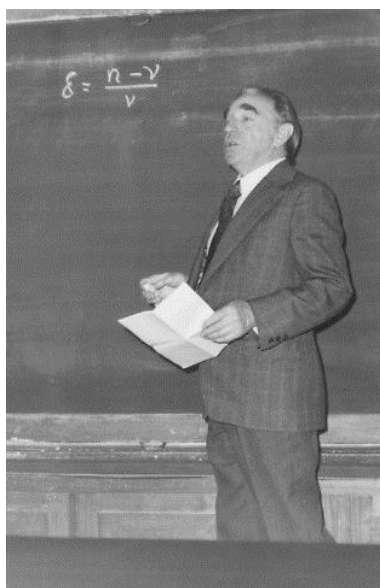
AP: Nie, to nie był wpływ Hornunga. To była moja własna namiętność. Wpływ Hornunga był duży, ale inny. Mianowicie, widząc mój zapał do fizyki i chemii, zaproponował mi odczyt. Mnie, uczniowi po maturze!

KS: *Gdzie to było?*

AP: W Wołominie, w remizie strażackiej. Dzisiaj takie rzeczy się nie zdarzają. Odczyt rzeczywiście miałem, przygotowania zrobiłem. Aparaty zawiozłem, na własny koszt pojechałem i rodzina tam pojechała, bo to było wydarzenie ważne – syn 18-letni ma publiczny odczyt! Nie było wtedy żadnych prac zleconych ani delegacji służbowych, ani zwrotów za przejazdy; do głowy by mi to nie przyszło. Własne przyrządy, akumulatory nawet, wziąłem ze sobą. Już dzisiaj sobie nie przypominam, jak ja się zabrałem z tym ogromnym bagażem tych przyrządów, które zajęły wielki stół długości kilku metrów, ustawiony na krzyżakach w remizie strażackiej. Odczyt miał nosić tytuł „Co to jest elektryczność?”. Ja natychmiast zgodziłem się na ten tytuł, chociaż zapewnić pana muszę, że słuchacze moi nie dowiedzieli się, *co to jest* elektryczność. Co gorsza, to prelegent od początku do końca sam nie wiedział, *co to jest* elektryczność. Ale pokazałem zjawiska elektryczne od Coulomba do Roentgena i Hertza. Otóż to był okrutnie obszerny materiał. Ja żyłem tym, przeżywałem to i zdaje się, że zapaliłem tak mych słuchaczy, iż nikt nie opuścił sali przed końcem. Ale co z Hornungiem? Otóż on mi nie tylko zaproponował ten odczyt, ale jeszcze poradził, abyśmy poszli razem do pewnego

asystenta fizyki, który był jeszcze studentem, ale już był także asystentem, i Hornung się z nim zetknął. Jak ja się dowiedziałem, że mam iść na Hożą do Zakładu Fizyki, to oczywiście skorzystałem z tego, bo chciałem zobaczyć ten gmach, który znałem, bywając w sali wykładowej już od paru lat. Zajrzeć tam od tyłu, to było dla mnie coś bardzo pociągającego. Więc poszliśmy z Hornungiem i zobaczyłem tam w II pracowni fizycznej (w drugiej, a nie w pierwszej) dla zaawansowanych studentów Sołtana pracującego, i pierwsze moje pytanie było, czy pan robi już oryginalne badania, czy jeszcze pracownię ćwiczeniową. I on mi powiedział, że jeszcze robi ćwiczenia, ale że już ma skryzalizowany temat, mianowicie będzie badał widma par rtęci. Sołtan przeczytał plan mojego odczytu nie tylko go zaakceptował, a był przeładowany, ale jeszcze mi radził dodać do niego coś i ja dodałem. O ile sobie przypominam, zachęcił mnie do tego, aby dodać jeszcze prądy Tesli. To była niebywała rzecz na owe czasy zobaczyć takie prądy wysokiej częstotliwości, które dają iskry, Bóg wie jak długie, i można je do ciała własnego wprowadzić i to nie szkodzi zdrowiu ludzkiemu wcale, a ponieważ ja już z tym eksperymentowałem w domu, to zgodziłem się i dodałem prądy Tesli, a potem to wszystko pokazałem w remizie strażackiej.

Redakcja dziękuje Panu Krzysztofowi Szymborskiemu i Redakcji *Postępów Fizyki* za zgodę na przedruk.





Model poziomów energii Piekary

Zofia Gołąb-Meyer

Fizyki kwantowej nie sposób pominąć zupełnym milczeniem w nauczaniu fizyki w szkole. To przecież jedna z wielkich teorii fizycznych o niebywałych sukcesach „praktycznych” i ogromnych implikacjach filozoficznych. Jej elementy należą do podstaw nauczania.

Nauczanie w szkole to nie lada wyzwanie, gdyż to, co w mechanice kwantowej jest jasne i dobrze zrozumiałe, jest skryte za zaawansowanym aparatem matematycznym, niedostępnym uczniowi, zaś to, co tyczy jej podstaw, interpretacji, to co przyciąga uwagę i zainteresowanie uczniów, stale nie jest w zasięgu aparatu pojęciowego ucznia.

Pomiary poziomów energii atomów, drobin, to uniwersalny sposób obserwacji w mikroświecie, w którym nie da się obiektów „ogłądać” gołym okiem. Pomiar poziomów energii dla atomów i drobin to jak zdejmowanie odcisków palców. Więcej, to nie tylko metoda identyfikacji, lecz również metoda badania dynamiki procesów.

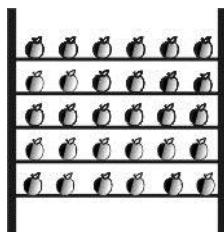
Aby przybliżyć uczniom pojęcie poziomów energii i promieniowania (przejść między nimi), znakomity popularyzator Arkadiusz Piekara zaproponował model, nazwany „krzesłem Piekary” (*Foton* nr 12, październik 1992, na podst.: A. Piekara, *Nowe oblicza optyki, Wprowadzenie do elektroniki kwantowej, a w szczególności do optyki nieliniowej i optyki światła spójnego*. PWN, Warszawa 1976, s. 52).

Model dotyczy skwantowania poziomów energii potencjalnej w polu grawitacyjnym.

Dla przykładu rozważmy zbiór jabłek, które obrodziły na dorodnej jabłonce. Jest ich bardzo dużo, gałęzie jabłonce mogą być nieco elastyczne. Energia potencjalna jabłek (dla jabłka $E = mgh$, gdzie m – masa jabłka, h – wysokość nad powierzchnią Ziemi) znajduje się w pewnym paśmie od h_1 do h_2 . Jeśli jabłek jest dużo, możemy założyć widmo ciągłe, to znaczy każdy stan jabłka mgh ($h \in (h_1, h_2)$) jest obsadzony.



Inaczej jest, gdy jabłka po zbiorze umieszczone są na półkach. Ich energie są skwantowane – wysokość półek dyktuje „poziomy energetyczne”

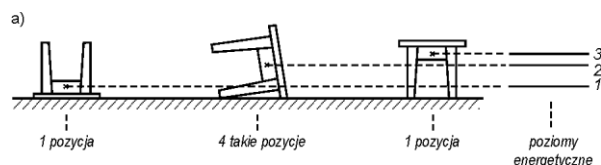


Jabłka przy przechodzeniu z poziomu na poziom oddają energię (gdy spadają) lub ją pobierają (trzeba wykonać pracę) przy przenoszeniu ich na wyższą półkę.

Kwantowane poziomy energii potencjalnej ma osobnik stojący na schodach. W stanie równowagi stoi sobie na dwóch nogach na jakimś konkretnym stopniu, którego wysokość dyktuje wartość energii potencjalnej grawitacji.

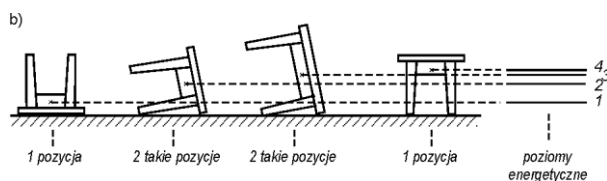
Gdy badanym obiektem nie jest zbiór jabłek, tylko bryła przestrzenna, np. sześcian, czworościan czy stołek, to w pozycji równowagi może mieć ona cały szereg poziomów równowagi. Piekara jako obiekt wybrał stołek. Cytuję:

„Każdy układ ciał makroskopowych ma w dowolnej konfiguracji jakąś wartość energii: mówimy, że znajduje się na pewnym poziomie energetycznym. Jako przykład rozważmy kwadratowy stół spoczywający w rozmaitych pozycjach na podłodze (rys. 1a). Możemy zapytać: w ilu pozycjach może on stale przebywać? Odpowiedź nietrudna: w sześciu. Gdy stoi na blacie odwrócony do góry nogami, ma najmniejszą energię potencjalną, gdyż jego środek ciężkości zajmuje najniższe położenie; będziemy mówili, że układ nasz znajduje się na *najniższym poziomie energetycznym* albo inaczej w *stanie podstawowym*. Gdy położymy ten stół na jednym z boków (są cztery takie pozycje), wówczas jego środek ciężkości znajduje się wyżej i układ będzie miał większą energię potencjalną, czyli będzie się znajdował na wyższym poziomie energetycznym albo w *pierwszym stanie wzbudzonym*. Zauważmy, że układ nasz ma sześć możliwych konfiguracji, ale zaledwie trzy poziomy energetyczne, bowiem pierwszemu poziomowi wzbudzonemu odpowiadają cztery możliwe konfiguracje: mówimy, że poziom ten jest poczwórnie *zdegenerowany* (o krotności degeneracji mówi symetria stołka)”.



Rys. 1. a) Poziomy energetyczne stołka o płycie kwadratowej

1 – poziom podstawowy, 2 – pierwszy poziom wzbudzony poczwórnie zdegenerowany, 3 – drugi poziom wzbudzony (pojedynczy)



Rys. 1. b) Poziomy energetyczne stołka o płycie prostokątnej

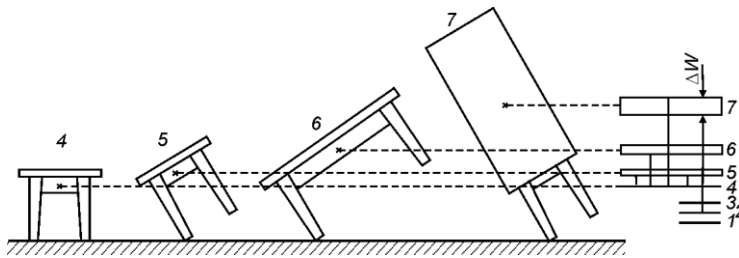
1 – poziom podstawowy, 2 i 3 – poziomy wzbudzone podwójnie zdegenerowane, 4 – trzeci poziom wzbudzony (pojedynczy)

Poczwórna degeneracja pierwszego poziomu wzbudzonego ma swoją przyczynę w wysokiej symetrii płyty stołu, która jest kwadratowa. Gdy zmniejszyć stopień symetrii i uczynić płytę stołu prostokątną, natychmiast poczwórnie zdegenerowany poziom *rozszerza się* na dwa poziomy podwójnie zdegenerowane, niższy i wyższy, przy czym niższy odnosić się będzie do obu położen stołu, spoczywającego na jednej z dwóch dłuższych krawędzi płyty (rys. 1b). Gdy symetrię stołu dalej zubożymy, wbijając w środku jednej z dłuższych krawędzi płyty gwóźdź, wówczas niższy poziom podwójny rozszepi się na dwa poziomy pojedyncze (rys. 2).



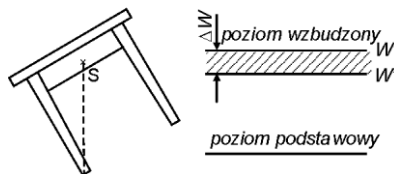
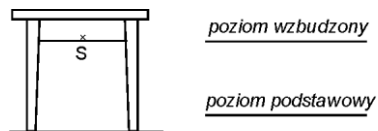
Rys. 2. Rozszepienie poziomu 2 na dwa poziomy (dublet) 2_1 2_2 jako skutek wbicia gwóźdźa w środek dłuższej krawędzi płyty, 2_1 – gwóźdź znajduje się w pozycji u dołu, 2_2 – gwóźdź znajduje się w pozycji u góry

Degenerację tego poziomu możemy przywrócić, wbijając symetrycznie do przeciwległej krawędzi stołu drugi taki sam gwóźdź: znów więc będziemy mieli jeden poziom podwójny. Istnieje pewien osobliwy sposób rozszepienia tego poziomu energetycznego, mianowicie gdy oba te gwóźdźe są stalowe, ustawione równoległe do siebie i do płaszczyzny stołu i namagnesowane w zgodnych kierunkach. Zdziałajmy polem magnetycznym równoległym do kierunku namagnesowania obu gwóźdźi: w jednym z położen stołu energia gwóźdźi, a więc i energia stołu zmniejszy się, podobnie jak zmniejsza się energia igły magnesowej kompasu, gdy ustawia się ona jednym swoim końcem ku północy. Jeżeli teraz stół nasz położymy na przeciwległym boku, energia jego nie będzie taka sama jak bez pola magnetycznego, lecz będzie zwiększona. A więc poprzedni podwójny poziom energetyczny został przez pole magnetyczne rozszepiony na dwa poziomy, nieco wyższy i nieco niższy, i rozszepienie to jest tym większe, im silniejsze zastosowano pole magnetyczne. Zjawisko rozszepienia poziomów energetycznych w świecie atomów jest dobrze znane i nosi nazwę *zjawiska Zeemana*. Rolę namagnesowanych gwóźdźi spełniają tam wirujące elektrony.



Rys. 3. Z poziomów krótkożyjących 5, 6 i 7 stół przechodzi do poziomemu metatrwałego 4. Z poziomu tego do poziomu niższego 2 nie ma przejścia bezpośredniego; jest jednak przejście przez poziom wyższy 5

Stół, stojący w swej normalnej pozycji lub też dowolnie przewrócony, znajduje się na *trwałym* poziomie energetycznym. Ale oprócz poziomów trwałych istnieje wiele poziomów *nietrwałych*, odpowiadających pozycjom równowagi chwiejnej, a więc nietrwałej. Na rysunku 3 zaznaczone są tylko trzy najważniejsze poziomy nietrwałe: najwyższy z nich odpowiada pozycji stołu ustawionego na jednej nodze, tak by jego środek ciężkości znajdował się nad punktem podparcia; gdy stół ustawimy na dwóch nogach bliższych, otrzymamy poziom energetyczny nieco niższy, gdy zaś na dwóch nogach dalszych – otrzymamy poziom energetyczny jeszcze niższy. Wszystkie trzy stany energetyczne są nietrwałe, gdyż stół, będąc w równowadze chwiejnej, może w tych stanach przebywać zaledwie ułamek sekundy (zresztą zależy to od warunków, tzn. od *oddziaływań z otoczeniem*). O takich stanach powiemy, że ich czas życia jest krótki: w naszym przypadku wynosić może około pół sekundy. Inaczej powiemy o stanach energetycznych stołu znajdujących się w równowadze trwałej; czas życia tych stanów jest niezmiernie długi.



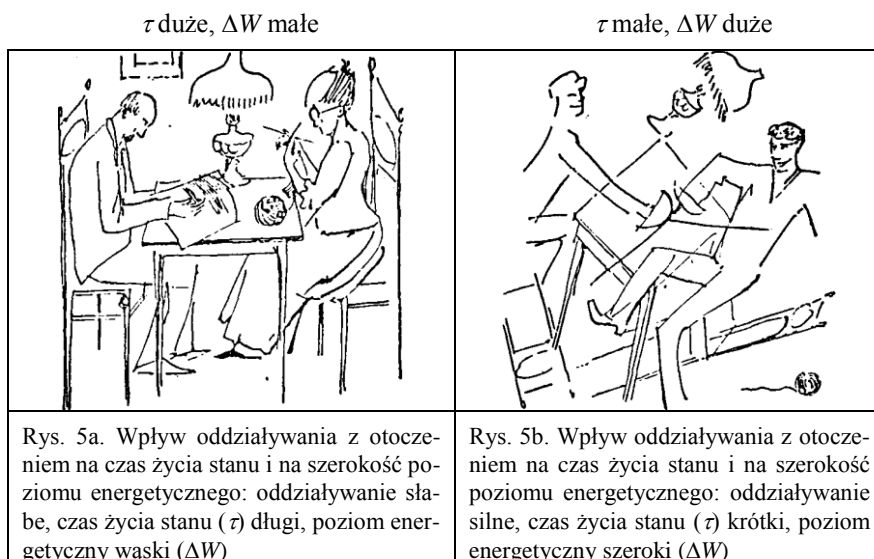
Rys. 4. U góry: czas życia stanu długi, poziom energetyczny wąski.

U dołu: czas życia stanu krótki, poziom energetyczny szeroki

A teraz proszę sobie wyobrazić, że w ciągu czasu życia jakiegoś stanu energetycznego naszego stołu wykonujemy wiele pomiarów jego energii potencjalnej: to znaczy mierzymy wysokość środka ciężkości stołu ponad podłogą i liczbę tę mnożymy przez ciężar stołu. Jeśli stół jest w równowadze trwałej, to nawet tysiąc pomiarów da w wyniku jedną i tę samą liczbę, powiedzmy W . Jeśli natomiast stół

jest w równowadze chwiejnej, to pomiary, oczywiście robione z taśmy filmowej, dadzą różne wyniki, zależne od chwili, w której klatka aparatu filmowego uchwyci chwiejący się stół. Znakomita większość tych wyników będzie zawarta między wartościami W' i W'' , tak że wielkość rozrzutu pomiarów wyniesie $\Delta W = W'' - W'$. Tę wielkość ΔW będziemy nazywali *szerokością poziomu energetycznego* stołu (ściślej definicji szerokości poziomu podawać tu nie będziemy). Na tej podstawie możemy powiedzieć, że szerokość poziomu energetycznego odpowiadającego stanowi o krótkim czasie życia jest duża, szerokość zaś poziomu o długim czasie życia jest mała (rys. 4).

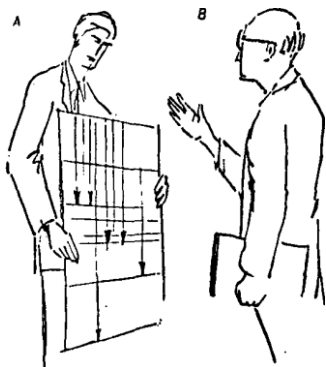
Zatem wszelkie czynniki, które skracają czas życia stanu (czegokolwiek, nie tylko stołu!), rozszerzają jego poziom energetyczny. Czynnikiem takim może być trzęsienie ziemi albo chłopcy bawiący się w Zorro (rys. 5b). W świecie molekuł i atomów czynnikami rozszerzającymi poziom energetyczny będą np.: ruch cieplny molekuł i atomów lub ich wzajemne oddziaływania i zderzenia. Zarówno obniżenie temperatury, jak i zmniejszenie ciśnienia zwążają poziomy energetyczne, a jednocześnie wydłużają czas życia stanów wzbudzonych.



(oryginalna ilustracja z książki *Nowe oblicza optyki*)

Co robi stół, stojący na dwóch nogach? Po pewnym czasie (równym przeciętnemu czasowi życia danego stanu) spada na cztery nogi albo przewraca się na bok. Powiemy ogólnie: przechodzi do niższego stanu energetycznego, albo: spada na

niższy poziom energetyczny. Nadmiar swojej energii oddaje przy tym na zewnątrz w postaci ciepła (ogrzeją się nieco i stół, i podłoga) oraz w postaci fali akustycznej, która niezawodnie zaalarmuje domowników. Na ich pytania odpowiecie naukowo: „Badam *emisję spontaniczną*, towarzyszącą przejściu stołu z wyższego poziomu energetycznego na niższy”. A gdybyście chcieli skorzystać z tej okazji i poprowadzić lekcję poglądową dalej, powtórzcie doświadczenie jeszcze raz, ale tak, aby stół ten padając przewrócił stół drugi. Wówczas powiecie: „Oto był przykład *emisji wymuszonej*, polegającej na tym, że stół drugi przeszedł ze wzbudzonego poziomu trwałego (możecie powiedzieć ‘metatrwałego’, tak mówią fizycy o atomach) do poziomu niższego, przy czym akt ten został wywołany przez emisję stołu pierwszego: bez tego oddziaływania obu stołów na próżno oczekivalibyśmy emisji spontanicznej, ponieważ wobec długiego czasu życia stanu metatrwałego emisja spontaniczna jest *niezmiernie mało prawdopodobna*”. Na zakończenie poproście Waszych słuchaczy, aby wzięli udział w absorpcji energii przez Wasz układ (tutaj obu stołów), to znaczy aby przenieśli stoły z niższego stanu energetycznego do wyższego, czyli aby je podnieśli.



Rys. 6. Wyobraźcie sobie taką rozmowę dwóch panów A i B:

- A. Oto schemat poziomów energetycznych mojego nowego nabytku. Zgadnij, co to jest?
- B. Oczywiście krzesło, i to bardzo piękne.
- A. Dobrze, a w jakim stylu?
- B. Sądząc ze stosunków odległości poziomów, to na pewno nie Biedermeier, raczej Ludwik XIV.

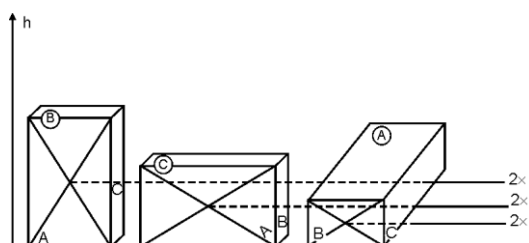
Jeżeli dalej wyobrażacie sobie, że pan B. wcale nie wie, jak wygląda styl taki czy inny (lecz potrafi odróżnić style według układu poziomów energetycznych), oraz że nigdy w ogóle nie widział krzesła, to będziecie mieli pojęcie o sytuacji i kunszcie fizyka współczesnego!

Tym językiem, językiem poziomów energetycznych, można opisać nie tylko stół, ale i dowolne ciała makroskopowe. Jednak w zastosowaniu do ciał makroskopowych opis ten byłby dość dziwaczny, a przede wszystkim niecelowy. Natomiast w zastosowaniu do atomów – jest to opis jedynie możliwy. Stół możemy opisać lepiej podając jego rozmiary, materiał, barwę, styl, aniżeli podając schemat jego poziomów energetycznych i możliwych przejść między nimi (rys. 6). Atomów nie możemy lepiej opisać, jak schematem poziomów energetycznych i poda-

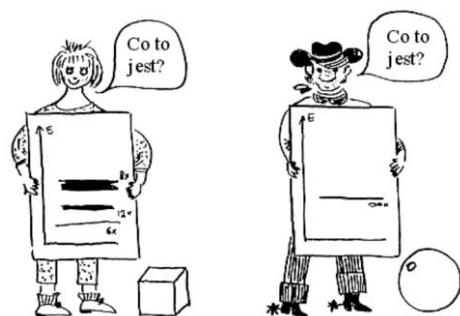
niem ich właściwości (degeneracja, czas życia, rozszczepienie w polu magnetycznym itd.), są to bowiem informacje dostarczane nam przez doświadczenie. Elektron-kulka obiegająca jądro, albo elektron-chmura – to obraz pomocniczy, to „mechanizm” – raczej naiwny, lecz mający siłę heurystyczną i pomocny w pracy – ale schemat poziomów to fakt podyktowany przez doświadczenie, to fundament naszej wiedzy o atomie.

Przyznacie Państwo, iż model zaprezentowany przez Piekarę jest majstersztykiem.

W mojej praktyce zamiast stołka posługuję się pudłem prostopadłościennym (po butach). Pudło ma 3 stany równowagi trwałej, każdy podwójnie zdegenerowany (rys. poniżej). Pudło posiada też stany równowagi niestabilnej, gdy stoi na krawędzi i na szpicach. Uczniowie mogą mieć dobrą i pouczającą zabawę dzięki studiowaniu zależności degeneracji poziomów z symetriami.



Poniżej przedstawiam rysunek wykonany przez uczennicę. Powstał on w czasie „zabawy”. Jedni uczniowie rysowali poziomy energetyczne prostych brył, a inni odgadywali, co to za bryły.



Odgadywano rodzaj bryły: sześcian, prostopadłościan, stożek, ostrosłup foremny i inne.



Symetria w przyrodzie

Katarzyna Cieślak

Instytut Fizyki UJ

Przyglądając się kształtom zwierząt i roślin, jak również elementów przyrody nieożywionej, można zauważyć pewną uderzającą cechę – wszystkie one wykazują różnego rodzaju symetrię. Pomyślmy chociażby o symetrii płatka śniegu, kielicha kwiatu, owocu porzeczki, skrzydeł motyla czy naszej twarzy. Oczywiście nie są to w żadnym przypadku symetrie idealne, ale ich istnienie stanowi mocny argument na rzecz tego, że są one czymś podstawowym w przyrodzie.

Słowo **symetria** pochodzi od greckiego *symmetria* i tłumaczy się jako współmierność, proporcja. Według słynnego niemieckiego matematyka Hermanna Weyla przedmiot jest symetryczny, jeśli istnieje coś, co można z nim zrobić w taki sposób, że po zrobieniu tego wygląda on tak samo jak przedtem. Mówimy, że system posiada symetrię, jeśli istnieje jakaś cecha, która jest *niezmiennicza* („wygląda” tak samo) przed i po wykonaniu określonego przekształcenia (*transformacji symetrii*).

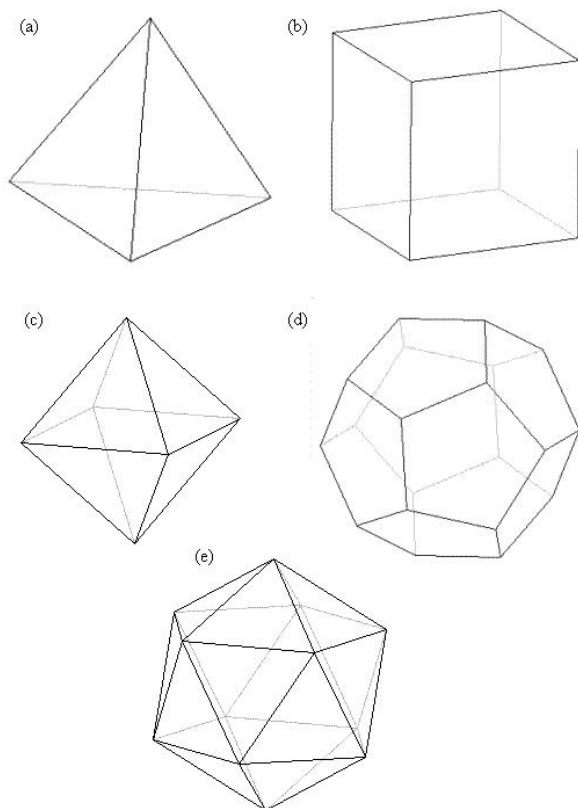
Symetryczne kształty interesowały już starożytnych. Istnieje pięć tzw. brył platońskich, czyli wielościanów foremnych. Pitagoras udowodnił, że jeśli wszystkie ściany wielościanu mają być jednakowe i foremne, to istnieje tylko pięć takich brył: czworościan, sześciąt, ośmiościan, dwunastościan i dwudziestościan. Według filozofa Platona miały one uosabiać wyższą harmonię świata.

Ludzka fascynacja symetrią przejawia się również w sztuce, i to od samych jej początków. Dla naszych przodków podstawowe symbole geometryczne miały cechy magiczne. Zdobiono nimi przedmioty kultu i przedmioty codziennego użytku. Również dzisiaj posługujemy się na co dzień ogromną ilością prostych symboli. Za przykład niech posłużą tu internetowe „emotikony” czy oznaczenia na metkach różnych produktów. Wspaniałe pałace, katedry, rozkład ulic i budowli w miastach obrazują to, jak bardzo symetria obecna jest również w klasycznej architekturze.

Również w fizyce, szczególnie w fizyce współczesnej, symetrie mają ogromne znaczenie. Według twierdzenia słynnej matematyczki Emmy Noether każdemu prawu zachowania w przyrodzie odpowiada jakaś określona transformacja symetrii. I tak na przykład prawo zachowania energii odpowiada symetria przesunięcia w czasie, prawo zachowania pędu – symetria przesunięcia o wektor w przestrzeni, a prawo zachowania momentu pędu – symetria obrotu wokół osi.

Przekonanie o istnieniu głębokiej symetrii natury skłoniło fizyków do podjęcia wysiłku stworzenia tzw. zunifikowanej teorii pola. Jest ona próbą połączenia wszystkich oddziaływań występujących w przyrodzie tak, by można je było opi-

sać jednym zestawem podstawowych praw. Sukces tej teorii ucieszyłby zapewne nie tylko naukowców, ale również tych wszystkich uczniów, którzy nie lubią uczyć się zbyt dużej ilości wzorów na pamięć :-). Spośród czterech podstawowych oddziaływań: silnych (krótkozasięgowych oddziaływań wiążących części składowe jądra atomowego), elektromagnetycznych, grawitacyjnych i słabych (odpowiedzialnych za takie procesy jądrowe jak rozpad beta) udało się jak dotąd zunifikować oddziaływania elektromagnetyczne ze słabymi. W chwili obecnej teoretycy pracują nad połączeniem oddziaływań silnych i elektroslabych, a w dalszej kolejności nad zunifikowaniem oddziaływań grawitacyjnych z pozostałymi.



Wielościany foremne: (a) czworościan foremny, (b) sześcian, (c) ośmiościan, (d) dwunastościan, (e) dwudziestościan



Primum non nocere
Opinia Andrzeja Staruszkiewicza
na temat nauczania fizyki w szkole

W czasie sesji dydaktycznej Sekcji Nauczycielskiej PTF (Kraków, 29.09.2004) profesor Andrzej Staruszkiewicz wygłosił wykład, zainspirowany jego pracą w Komisji Podręczników PAU.

Andrzej Staruszkiewicz zwrócił uwagę na parę notorycznie powtarzających się w wielu podręcznikach błędów merytorycznych. Wykład nosił tytuł „*Primum non nocere*¹ – czego unikać w szkolnej nauce fizyki”. Redakcja *Fotonu* spisała z tablicy omówione przez A. Staruszkiewicza punkty.

W każdym zagadnieniu naukowym, które jest przedmiotem nauczania szkolnego, należy:

1. Znać stanowisko nauki uniwersyteckiej.
2. Rozważyć, czy cała jego treść może być przekazana uczniom.
3. Jeżeli TAK, to w jaki sposób?
4. Jeżeli NIE, to co z naukowej prawdy powinno znaleźć się w nauczaniu szkolnym?
5. W żadnym wypadku nie należy mówić rzeczy nieprawdziwych lub prawdziwych przy niesformułowanych założeniach.

Jako przykłady trudnych – i z reguły źle uczonych – problemów profesor omówił krótko:

1. „Równoważność masy i energii” wyrażona wzorem $E = mc^2$.
2. Prawo grawitacji Newtona $F = k \frac{m_1 m_2}{r^2}$.
3. Środek masy NIE jest punktem przyłożenia siły ciężenia.
4. Pole elektryczne i magnetyczne (a także światło) stanowią materię, a nie coś różnego od materii.

Za przykłady beznadziejnie trudnych problemów profesor A. Staruszkiewicz uznał:

1. Jednostki MKSA.
2. Interpretację probabilistyczną mechaniki kwantowej.

¹ Po pierwsze, nie szkodzić – stara lekarska maksyma.

Poszczególne punkty będą kolejno omawiane na łaniach *Fotonu*. Tymczasem zachęcamy wszystkich Państwa do włączenia się do dyskusji na poruszony przez A. Staruszkiewicza temat.

W szczególności zachęcamy do wypowiedzi o tym, jak Państwo uczą powyższych zagadnień, z jakich korzystają podręczników, innymi słowy, jak Państwo rozwiązują problem przedstawiony przez A. Staruszkiewicza.

Prosimy o wypowiedzi na temat trudności uczniów, nabywanych przez nich ewentualnie błędnych koncepcji. Mamy nadzieję wypracować jakiś kanon, który ułatwi tworzenie programów nauczania i pisanie poprawnych podręczników.



Setna rocznica urodzin Profesor Anny Zofii Krygowskiej

Na Sesji Naukowej zorganizowanej w stulecie urodzin Pani Profesor Anny Zofii Krygowskiej, zorganizowanej przez Akademię Pedagogiczną w Krakowie, prof. Stefan Turnau przypomniał apel Krygowskiej: „Nie zmiękczać matematyki”. Krygowska miała na myśli powierzchowny formalizm i przesunięcie ku *quasi*-, czy pseudointuicyjnemu podejściu w nauczaniu matematyki.



Anna Zofia Krygowska o nauczaniu matematyki:

„Matematyka elementarna dla wszystkich nie powinna być okrojona lub zniekształconą matematyką dla elity. [...] Powinna być natomiast matematyką rzetelną, nowoczesną w treści, strukturze i języku na każdym etapie nauczania”.

(Z. Krygowska, *Koncepcje powszechnego matematycznego kształcenia w reformach programów szkolnych z lat 1969–1980*; Wydawnictwo Naukowe WSP, Kraków 1981)



Zero tolerancji

Zofia Gołąb-Meyer

Nauczanie, nawet fizyki, czy ogólniej, przedmiotów ścisłych, nierozłącznie wiąże się z wychowywaniem, i to na każdym szczeblu nauczania. Bardzo pięknie pisał na ten temat Władysław Natanson, którego *Scholia* są kopalnią niezwykle celnych myśli.

Koniec roku szkolnego przyniósł wiele zenujących wydarzeń w szkołach, które stały się ogólnopolskimi i lokalnymi hitami medialnymi. Chodzi o fałszerstwa na maturach i egzaminach gimnazjalnych. Dla mnie najbardziej pesymistyczne były tłumaczenia do kamer nauczycieli i dyrektorów szkół. Przepraszali, ot, popełnili błędy (tzn. dali się złapać), i nic się nie stało. Uczniowie nie dostali wilczych biletów, nauczyciele nie wylecieli ze szkół (a podobno jest nadmiar nauczycieli). Nastął nowy rok szkolny. Podobne zenujące i bulwersujące przypadki mnożą się. Ostatnio w Białej Podlaskiej nauczyciel angielskiego został pobity do nieprzytomności za nieznaczne obniżenie noty ściągającej uczennicy.

Jest przyzwolenie społeczne na szachrajstwo i ono wdarło się również w szeregi nauczycieli. Do tej pory zasady specyficznej etyki szkolnej dopuszczały jakieś ściągawki, podpowiadania, a nawet jakieś życzliwe znaki od nauczycieli dla zdenerwowanych uczniów, nigdy jednak nie kojarzone z „dowodami wdzięczności”. Do tej pory na zjazdach absolwentów ludzie przypominają sobie przejawy takiej pomocy. Nieraz dopiero po kilkudziesięciu latach ktoś np. przyznaje się, że gdyby nie siedział za plecami życzliwej koleżanki, nie zdałby egzaminu. Zawsze też istniały nadużycia. Były to jednak rzadkie przypadki. Gesty pomocy egzaminacyjnej miały być wyrazem solidarności społeczności szkolnej. Życie pokazało, jak łatwo zostały przekroczone granice, jak tzw. ludzkie gesty przeszły w kanty, w kumoterstwo. Pozornie drobne oszustwa szkolne przeradzają się w plagę kupowania prac egzaminacyjnych, magisterskich, a nawet doktorskich. Okazuje się, że prawo jest bezradne, pozostało w tyle za życiem. Oczywiście prawo musi być pilnie naprawione, jest jednak pewne, że samo prawo nie uzdrowi sytuacji. Kary surowe (wilcze bilety) są potrzebne, lecz jeszcze ważniejsze jest społeczne potępienie. A to może być osiągnięte tylko dzięki szkole.

Kiedyś, przed laty, z wyższością słuchaliśmy egzotycznych opowieści z Zachodu o studentach ostro rywalizujących ze sobą i niepomagających sobie na egzaminach. Myśleliśmy: obrzydliwy wyścig szczurów. W rezultacie naszej tolerancji mamy wyścig cwaniaków i oszustów. Rada jest jedna: należy postępować jak były burmistrz Nowego Jorku Rudolph W. Giuliani, zero tolerancji.

Nie chodzi o to, by nauczyciel był policjantem, lecz o to, by były jasne reguły gry i by były one przestrzegane z żelazną konsekwencją. By kary za oszustwa, nawet drobne, były wysokie. Instynkty i nawyki solidarnościowe, umiejętności kolektywnej pracy można osiągać i premiować w inny sposób, choćby przez nagradzanie tych, którzy jawnie pomagają innym, np. jeśli paru uczniów potrafi zrobić zadanie, to powinni się z tym podzielić z innymi. W dobrze ustawionym systemie nagród (ocen) można nawet element rywalizacji, tak przecież potrzebny, wykorzystać do kształcenia nawyków solidarności. Przecież macie Państwo na to swoje metody.

Klasówka, sprawdzian, egzamin ma się odbywać uczciwie. Mamy obowiązek tak je przeprowadzać, by nie kusić uczniów, okazja bowiem czyni złodzieja. Ponadto należy bardzo sprawiedliwie przyznawać oceny. Poczucie krzywdy prowadzi do oszukiwania.

Jeśli chcemy wymagać od uczniów absolutnej uczciwości na klasówkach, egzaminach, na maturze musimy zadbać, by zadania na nich były „uczciwe”. Uczciwe to znaczy poprawne merytorycznie, sprawdzające to, czego się uczniowie uczyli w szkole, zgodnie z podstawą programową, przyjazne uczniowi, a nie przygotowane pod kątem wygody poprawiających te zadania. Wszyscy musimy wymusić na MENiS, by te zadania były takie.

Wobec spełnienia powszechności nauczania nauczyciel ze swoim kagankiem ma docierać do wszystkich uczniów. Fizyka jest jednym z bardziej demokratycznych przedmiotów, w tym sensie, że wyniki osiągnięte przez uczniów mało zależą od wpływu domu, a znacznie więcej od zdolności i pracowitości ucznia oraz od szkoły, do której uczęszcza. To na lekcjach fizyki uczniowie z każdego środowiska mogą się wykazać i wybić, mieć sukcesy i w konsekwencji dobrze urządzić się w życiu, wyrwać się z kręgu biedy i bezrobocia. Wyrwać uczciwie.

Internet to wspaniałe narzędzie, lecz też uczy łatwizny. Uczniowie przepisują gotowe teksty bezkrytycznie, nawet ich nie czytając. Forma często przerasta treść. Trzeba być czujnym, by nagradzać wysiłek i efekty pracy uczniów, a z drugiej strony, by nie dać się naiwnie nabrać na formę.

Kolejna sprawa, na którą mamy wpływ, to lekceważący stosunek uczniów i rodziców do obecności w szkole. Wyjazd na narty, imieniny wujka są ważniejsze od szkoły. I wszyscy to akceptują. Jest to nie do pomyślenia w innych krajach, np. w Szwajcarii czy Niemczech. Dotyczy to uczniów od najmłodszych klas; tam jest po prostu obowiązek szkolny. Uczeń jednak nie może mieć poczucia, że marnuje w szkole czas. Nie powinny się zdarzać sytuacje, w których uczeń zмага się cały tydzień z zadaniem, a potem nikt o nie nie zapyta. Nie powinny przepadać lekcje z błahych powodów.

Młodzież i dzieci mamy wspaniałe, a w miarę dorastania stają się do nas podobni. Powinniśmy być dla nich mistrzami, również pod względem etycznym.



O tym, jak ilość nie przechodzi w jakość

Na przykładzie zbiorów zadań z fizyki

Marek Wałkowski

Nauczyciel Zespołu Szkół Elektrycznych nr 1 w Poznaniu

Reforma oświaty spowodowała powstanie wielu programów nauczania i, co za tym idzie, istny zalew podręczników, zbiorów zadań, poradników dla nauczycieli, zeszytów ćwiczeń i ostatnio książek dla maturzystów. W sumie na rynku jest kilkadziesiąt książek z fizyki na poziomie ponadgimnazjalnym, a po ukazaniu się tych, które są zapowiadane, będzie ich ponad sto. Gdyby ten artykuł powstał dwa lata temu, miałby podtytuł „Na przykładzie podręczników do fizyki”. Wydawnictwa (oczywiście nie wszystkie) wypuszczają na rynek produkty opracowane w pośpiechu i wyraźnie niedopracowane. Kolejny raz chciałem „chwycić za pióro” godzinę po zapoznaniu się z *Informatorem maturalnym* (jeszcze wcześniej złapałem się za głowę). Niestety, wydaje się, że mimo pracy ekspertów z Polskiego Towarzystwa Fizycznego nad poprawioną wersją informatora, na maturze w 2005 roku obowiązywać będzie wersja pierwotna. Wychodząc z takiego założenia, kilka wydawnictw wydało już książki dla chcących zdawać nową maturę z fizyki. Artykuł ten napisałem w sierpniu 2004, po przestudiowaniu następujących książek: 1) A. Melson, W. Spionek – *Matura 2005, część pierwsza* – wyd. Omega; 2) C. Koneczny – *Ruch i siły* (poziom rozszerzony) – wyd. Tutor; 3) C. Koneczny – *Arkusze egzaminacyjne* – wyd. Harmonia (rok wydania 2001(!), ale dopiero od kilku miesięcy w księgarniach); 4) B. Górską, B. Józefiak, W. Kwiatek, J. Sawicki, J. Ślósarz, I. Wroński – *Zbiór zadań maturalnych (Trening przed maturą)* – wyd. Omega. Spośród wyżej wymienionych książek najwyżej oceniam pozycję czwartą, ale jest to, jak mówią, „najlepszy wśród równych”, czyli książek pełnych błędów. Z tym że w tym przypadku błędów jest mniej i mają z reguły mniejszą rangę. Autorzy tej pozycji, moim zdaniem, przeceniają możliwości zdających maturę na poziomie podstawowym i wiele zadań powinni w następnym wydaniu przesunąć do poziomu rozszerzonego. Trzeba przyznać, że we wszystkich omawianych książkach, oprócz typowych zadań, znajduje się wiele ciekawych zadań autorskich (lub w przypadku pozycji czwartej zadań maturalnych z lat ubiegłych), autorzy stosują różne typy zadań, ale jak mówi przysłowie – „łyżka dziegciu psuje beczkę miodu”. W tym przypadku moją ocenę bardzo obniżają błędne odpowiedzi. Proszę postawić się w sytuacji ambitnego ucznia, który marnuje cenny czas i przeżywa stresy, próbując uzyskać wynik z odpowiedzi. W ramach jednego artykułu nie sposób omówić dokładnie wszystkich zarzutów, bo patrząc na swoje notatki, widzę, że jest to materiał na książkę. Moje zarzuty najłatwiej jest mi opisać na przykładzie pozycji pierwszej, która zawiera odpowiedzi liczbowe i zapisa-

ne za pomocą symboli literowych, pozostałe zawierają głównie odpowiedzi liczbowe (maksymalną zwięzłość cenię na nagrobku, natomiast w odpowiedzi chciałbym znaleźć więcej informacji). Jest to książka przeznaczona głównie dla uczniów zdających maturę na poziomie podstawowym i, co jest zaletą tej książki, poziom trudności większości tych zadań nie powinien odstraszać przyszłych maturzystów. Natomiast kandydat chcący zdać maturę na poziomie rozszerzonym może potraktować te zadania jako trening przed zadaniami dla poziomu rozszerzonego. Teraz, po tym przydługim wstępie, zajmę się różnymi rodzajami błędów występujących w zbiorach zadań, najczęściej ilustrując to przykładami z książki *Matura 2005*. Ponieważ podobne błędy występują też w innych zbiorach zadań, będę nawiązywał również do innych książek, aby lepiej przedstawić dany problem. Zacznę od drobiazgów, a zakończę poważnymi zarzutami.

Błędy pierwszego rodzaju – brak szacunku dla liczby

a) Autor zaokrąglił wynik liczbowy pierwszej części zadania, np. tylko do dwóch cyfr, i używa tego wyniku w części drugiej, otrzymując czasami wynik znacznie odbiegający od prawdziwego, uzyskanego przez kogoś, kto podstawia wartości liczbowe do ogólnego wyniku literowego lub używa wyniku z pierwszej części, ale mającego 4 cyfry, bądź ma na kalkulatorze przycisk „Ans”. Przykład: zad. 10, str. 96. Samochód ma masę 800 kg i prędkość np. w jednej z rubryk tabeli $v = 20$ km/h. Polecenie: oblicz prędkość w m/s i pęd z dokładnością do 1 miejsca po przecinku. Autor podaje $v = 5,6$ m/s i $p = 4480$ kgm/s. Prawidłowy wynik $p = 4444,4$ kgm/s. Jeżeli obliczając v , wynik zaokrąglono do 2 cyfr, to obliczając p , nie można podawać więcej cyfr znaczących ($p = 4,4 \cdot 10^3$ kgm/s). Podręczniki i zbiory zadań pełne są błędów tego typu. Autorzy beztrąsko zaokrąglają jakąś wielkość, czasami nie przestrzegają przy tym reguł zaokrąglania (np. 1,37 zaokrąglają do 1,3), w kolejnym wzorze mają kwadrat tej wielkości i uzyskują wynik odbiegający od prawdziwego czasami o kilkanaście procent. Uczeń uczony w ten sposób bez zastanowienia zaokrągli 0,019 do 0,01 w danych zadania (np. przy zamianie km/h na m/s), potem osobno obliczy wartość licznika w zaokrągleniu, to samo zrobi w mianowniku, potem dopiero podzieli i... otrzyma 3,36, a powinno być 7,13. Warto polecić uczniom kalkulator naukowy i czasami pomóc obsługiwać, tak aby nauczyli się liczyć do końca bez kasowania. Wiem, że wśród urządzeń z klawiaturą kalkulator jest przez uczniów znacznie mniej ceniony niż komórka, ale zapewniam, nawet tzw. humanistkę można namówić do korzystania z tego urządzenia.

b) Przykład ze *Zbioru zadań*, cz. 1 (rozszerzenie) wyd. Operon, autorstwa L. Falandyusza, zad. 1.7, str. 195: „Dane jest równanie ruchu punktu drgającego: $y = \sin 628t$. Oblicz: a) największą szybkość, b) wartość przyspieszenia po 1 sekundzie ruchu”. W b) otrzymujemy w przybliżeniu $-3,94 \cdot 10^5 \sin 628$ m/s². Dla autora 628 to 200π , więc $\sin 628 = 0$ i $a = 0$. Prawidłowo $\sin 628 = -0,3132$, więc $a = 1,24 \cdot 10^5$

m/s^2 . Ponieważ 124 000 bardzo różni się od zera, więc sądzę, że tym przykładem przekonałem tych czytelników, którzy sądzili dotąd, że się czepiam.

Błędy drugiego rodzaju – kłopoty z kalkulatorem

Chodzi o przypadek zadania, w którym jest dobry wynik ogólny zapisany za pomocą symboli, a zły liczbowy (nie wliczam tu omawianych wcześniej błędów typu pierwszego). Przykład: zad. 123 z *Matury 2005*: „Szybowiec o masie 400 kg porusza się na wysokości 200 m ze średnią prędkością o wartości 50 m/s. Oblicz całkowitą energię mechaniczną tego szybowca”. W odp. znajdujemy $E = mgh + 0,5 mv^2 = 130 \text{ kJ}$. (Prawidłowa odp. liczbową $E = 1300 \text{ kJ}$). Myślę, że w podanym przykładzie uczeń sam zauważy pomyłkę autora. Jeżeli jednak w odpowiedzi uczeń znajduje tylko zły wynik liczbowy, często zostawia takie zadanie jako nierozwiązane. W zad. 54, str. 61 (*Trening przed maturą*), należy obliczyć opór właściwy spirali. Uczeń znajduje odp. $\rho = 2,26 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$, powinien znaleźć $\rho = \pi^2 R_1 / (4l_1) = 5,65 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$ (czyli autor zapomniał podzielić przez 4).

Błędy trzeciego rodzaju – dziwne działania na wektorach

W książce *Matura 2005* na szczęście tych błędów nie ma, ale są w kilku książkach obecnych na rynku. Zacznę od *Informatora maturalnego*. W zad. 24 siła wypadkowa przedstawiona jest jako różnica wektorów, dlatego że akurat siły mają przeciwne zwroty. Wiadomo, że siła wypadkowa to zawsze suma wektorów sił składowych, a odejmujemy wartości sił, licząc wartość siły wypadkowej. W *Zbiorze zadań*, cz. 1 (rozszerzone wydanie) autor L. Falandysz w odpowiedzi do zad. 2.16, str. 46 **dzieli skalar przez wektor (!)**, otrzymując skalar, w odpowiedzi do zad. 2.1.b, str. 84 odejmuje dwa wektory, otrzymując skalar, w odpowiedzi do zad. 1.18, str. 155 rozkładając siły na równi pochyłej, rysuje ciężar ukośnie. Być może są to błędy czwartego rodzaju, może jakieś błędy dodano w wydawnictwie, ale nie ma erraty. J. Kopecki w książce *Matura 2004* (wyd. Omega) na str. 131 **dzieli dwa wektory (!)**, otrzymując skalar. Trudno się potem dziwić, że niektórzy uczniowie stosują wektory jako ozdobę wzoru, nie wnikając w to, co naprawdę oznaczają. Przykłady: $V = s/t$ (dzielimy dwa skalary i otrzymujemy wektor), $T = \mu \cdot N$ (mnożąc liczbę przez wektor pionowy, otrzymujemy wektor poziomy).

Błędy czwartego rodzaju – roztargnienie, zmęczenie, pośpiech, skleroza

Wróćmy do książki *Matura 2005*. Jest tu kilkanaście błędów tego rodzaju. Przykłady: w kilku zadaniach w innej kolejności są polecenia do obliczenia, a w innej (odwrotnej) kolejności autor udziela odpowiedzi. Bywa, że autor pyta o jedną rzecz, a udziela odpowiedzi na temat drugiej. Czasami ta sama wielkość oznaczona jest jednym symbolem w treści zadania, a innym w odpowiedzi. Zadania z ruchu drgającego na str. 109 i 110 mają dziwną kolejność 9, 11, 12, 10; w efekcie odpowiedź do zad. 11 ma nr 10 itd.

Błędy piątego rodzaju, czyli błędy w obliczaniu błędów

Ponieważ obliczanie niepewności pomiarowych to temat obszerny i trudny, dlatego w podręcznikach szkolnych omawiany jest najczęściej w sposób skrótowy i bywa, że o niektórych rodzajach niepewności uczeń nie dowiaduje się wcale. Obliczanie niepewności standardowych bez kalkulatora naukowego to „droga przez mękę”. Zastanawiam się też, ilu uczniów na maturze, mając taki kalkulator, będzie umiało z niego w tym celu skorzystać. Konieczne jest moim zdaniem określenie w zadaniu doświadczalnym rodzaju niepewności i punktacji, która odzwierciedli ilość pracy włożonej w różne czasochłonne czynności (obliczenia, wykres itd.). W „Arkuszach egzaminacyjnych” w zad. 3, str. 129, na wykresie zależności $T^2(m)$ uczeń ma zaznaczyć $\Delta(T^2)$, co moim zdaniem jest czasochłonne. Autor w odpowiedzi nie tylko nie podał, że $\Delta(T^2) = 2\Delta T \cdot T$, ale w ogóle nie przyznał za to nawet 1 punktu z 20. Pozostaje mieć nadzieję, że w arkuszach na maturze tego typu wpadki się nie przydarzą. Wolałbym mieć pewność, ale po lekturze *Informatora* takiej pewności nie mam.

W „Arkuszach egzaminacyjnych”, w zad 2 (str. 20), dotyczącym przemiany izochorycznej i wyznaczenia stałej gazowej R , uzyskałem inną niepewność niż autor, który np. stwierdza, że dokładność odczytu temperatury wynosi 5% wartości mierzonej, ale na wykresie każde Δt jest tak samo szerokie, równoległobok błędów jest 2 razy szerszy, niż powinien być i ostateczną niepewność stałej gazowej podaje jako $\Delta R = 3,26 \text{ J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$. Nawet gdyby zgodzić się z tym wynikiem (liczbowym, bo jednostka jest zła), to podawanie 3 cyfr w niepewności to lekka przesada. W tym zadaniu $R = bV/n$, gdzie n – liczba moli, $V = 2 \text{ dm}^3$ z niepewnością $0,1 \text{ dm}^3$, $b = \Delta p / \Delta t$ i jest wyznaczana z wykresu. Autor podaje $\Delta R = R\Delta b/b$ z komentarzem: „niepewności innych wielkości nie mają praktycznie żadnego znaczenia”. Gdyby stosując wyniki autora, uwzględnić jednak niepewność objętości, to otrzymamy $\Delta R = 3,71 \text{ J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$, a gdyby nie przesadzać z niepewnością b (według autora $b_{\max} = 6,11 \text{ hPa}/^\circ\text{C}$, $b_{\min} = 2,86 \text{ hPa}/^\circ\text{C}$), to okazałoby się, że niepewności objętości lepiej nie pomijać. W zad. 3 na str. 77 należy wyznaczyć promień krzywizny zwierciadła wklęsłego, mierząc kilka razy x i y . Najpierw obliczamy ogniskową $f = 20,1 \text{ cm}$ i jej niepewność. Według autora $\Delta f = 0,2 \text{ cm}$, $R = 10,05 \text{ cm}$ z niepewnością $0,2 \text{ cm}$ (podpunkt c) lub $R = 40 \text{ cm}$ (podpunkt l). Sposobu obliczania niepewności autor nie zdradza w całej książce. Na podstawie tego i innych wyników należy sądzić, że jako niepewność stosuje odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru. Jeżeli stosuje metody statystyczne, to dlaczego nie podaje odchylenia standardowego średniej arytmetycznej? Jak ocenić ucznia, który obliczył niepewność maksymalną lub przeciętną? Oczywiście $R = 2f = 40,2 \text{ cm}$ z niepewnością $\Delta R = 2\Delta f$, a nie $R = f/2$ z niepewnością $\Delta R = \Delta f$.

Błędy szóstego rodzaju – gruby kaliber, czyli autor umie wymyślić zadanie, ale nie umie go rozwiązać

Wymienię kilka błędów piątego rodzaju, zauważonych w książce *Matura 2005* (głównie takich, które nie wymagają długiego omawiania i przytaczania całej długiej treści zadania)

W zad. 21: „Prędkość samochodu opisuje równanie $v = A + Bt$, gdzie: $A = 10\text{m/s}$, $B = 5\text{ m/s}^2$. a)... b) Zapisz wartość prędkości końcowej pod koniec 2 sekundy ruchu. c) Oblicz drogę przebytą przez samochód w 4 sekundzie ruchu”. Autor słusznie postępuje, stosując wzór $s = s_4 - s_3$, ale w przypadku ruchu z prędkością początkową nie można stosować wzoru $s = 0,5 \cdot (a \cdot 4^2 - a \cdot 3^2)$ (czwartą sekundę ruchu liczymy oczywiście od chwili $t = 0$, a nie od początku świata czy od chwili, gdy samochód spoczywał, bo przecież nie wiemy, jak jechał przed $t = 0$. Zresztą autor w podpunkcie b) tak samo jak ja rozumie drugą sekundę ruchu, podając prawidłowo $v_2 = 20\text{ m/s}$).

Zad. 40 jest przykładem zadania, które aby dokładnie omówić, należałoby rysować wykresy i, ponieważ popełniono w nim kilka błędów, długo je opisywać. W skrócie: a) jeżeli ciało najpierw hamuje aż do zatrzymania, a potem zmienia zwrot prędkości i porusza się ruchem przyspieszonym, to współrzędna przyspieszenia w obu tych ruchach jest ujemna (w danych zadania na wykresie $a(t)$ – pomyłkowo oznaczonym jako $v(t)$! – pierwsze przyspieszenie jest ujemne, a drugie dodatnie); b) na wykresie w odpowiedzi $s(t)$ (oznaczonym jako $v(t)$!) mamy dla tych ruchów parabole. Jednak parabole te na pewno nie są opisane równaniami: $s = -|a_1| \cdot t^2$ i $s = a_2 \cdot t^2$ (itd.). W obecnej wersji takie zadanie zamiast pomóc uczniowi, tylko mu zaszkodzi.

Z zakwalifikowaniem zad. 79 miałem pewne problemy. Jak wytłumaczyć sobie wzór, który autor stosuje na objętość kuli $V = \pi R^3$? Na pewno jest zły, ale czy jest to błąd czwartego, czy szóstego rodzaju? Ostatecznie opisuję to w tym miejscu, ponieważ jest w tym zadaniu jeszcze inny błąd, co razem sprawia, że w następnym wydaniu trzeba to zadanie gruntownie poprawić (na wykresie na osi pionowej (F) nie zachowano właściwych proporcji).

W zad. do standardu I, podpunkt 2, str. 45: „W chwili startu rakiety kosmicznej z przyspieszeniem 5 razy większym od przyspieszenia ziemskiego siła, jaką człowiek o masie 70 kg działa na podłoże we wnętrzu rakiety, wzrośnie o: A. 4200 N, B. 3500 N, C. 3200 N, D. 2800 N”. Według autora dobrą odpowiedzią jest D. Moim zdaniem: $F_1 = mg$, $F_2 = m(a + g)$, $\Delta F = F_2 - F_1 = ma = 5mg = 3500\text{ N}$ ($g = 10\text{ m/s}^2$).

W rozdziale „Fizyka relatywistyczna” jest kilka błędnych zadań (z reguły dotyczą energii kinetycznej – zad. 141, 142, 143, 147, 149). Przykładowo omówię zad. 147. „Oblicz energię kinetyczną elektronu, którego masa jest dwukrotnie większa od masy spoczynkowej”. Prawidłowe rozwiązanie:

$$E_k = E - E_0 = (m - m_0)c^2 = (2m_0 - m_0)c^2 = m_0c^2, \text{ według autora } E_k = 0,75m_0c^2.$$

W zad. 205 mamy krążek, na który nawinięto linkę i przymocowano ciężarek. Do wzoru $\varepsilon = M/J$ autor podstawia $M = m_2 g R$, gdzie m_2 jest masą ciężarka, podczas gdy prawidłowo $M = NR$, gdzie N jest naciągiem nici.

W zad. 11 na str. 106: „Oblicz wartość energii kinetycznej elektronu poruszającego się z prędkością równą 0,9 prędkości światła”. Tym razem w odpowiedzi na str. 146 autor zdradza swój sposób rozumowania. Z wzoru $m = \gamma m_0$ oblicza m i podstawia do wzoru klasycznego $E_k = 0,5mv^2$ otrzymuje wynik $E_k = 7,7 \cdot 10^{-13}$ J. Nawiasem mówiąc, ja, licząc tym sposobem, uzyskałem wynik $E_k = 7,62 \cdot 10^{-14}$ J. Wiedząc, jak autor rozwiązuje to zadanie, można wrócić do zadań wcześniejszych z teorii względności i w zad. 147 uzyskać wynik autora $E_k = 0,75m_0c^2$. Ten sposób postępowania przypomina uczniowski sposób rozwiązywania zadań z ruchu przyspieszonego (gdy $v_0 = 0$) za pomocą 2 wzorów: dobrego $s = at^2/2$ i niedobrego $v = s/t$.

Omawiając zadania, używałem tej samej terminologii co autorzy (prędkość, a nie szybkość, masa spoczynkowa itd.). Zdaję sobie sprawę, że tematu nie wyczerpałem i to zaledwie wstęp do omówienia błędów w zbiorach zadań.

W swoim artykule skupiłem się bardziej na samej fizyce, a mniej na zagadnieniach dydaktycznych. Jednak podział błędów popełnianych przez **autorów zadań** chętnie bym widział jako mój wkład w praktyczną dydaktykę fizyki. Oczywiście są jeszcze inne błędy popełniane przez uczniów, nauczycieli (łącznie ze mną) czy autorów. Przykładowo opiszę jeden rodzaj błędu, czasami popełnianego przez **autorów podręczników**.

Doświadczenia pomyślane, czyli jeśli Einstein takie robił, to ja nie będę gorszy

Przykład z podręcznika *Fizyka i astronomia*, cz. 1 (wyd. 1), zakres podstawowy – P. Walczak, G. Wojewoda. Na str. 82 jest doświadczenie 2, dotyczące tarcia (klocek na równi pochyłej). W 2. części czytamy „Klocek obciążamy ciężarkami o coraz większych masach. Badamy, dla jakiego kąta nachylenia równi klocek zaczyna się zsuwać. **Wynik:** Im większa jest masa ciężarka (nacisk klocka na równię), tym kąt, przy którym klocek się zsuwa z równi, jest większy. Wniosek: Maksymalna wartość siły tarcia statycznego jest proporcjonalna do wartości siły nacisku”. Z wnioskiem się zgadzam, natomiast wynik jest wymyślony przez autora, który nie przeprowadził tego doświadczenia, ale poleca go uczniom. Przecież $\tan \alpha = f_s$, α – kąt, przy którym ciało zaczyna się zsuwać z równi, czyli α nie zależy od masy. (Ciekawe, dla jakiej masy kąt wynosi 90° ?)

Pora na podsumowanie

W poszukiwaniu zbioru zadań, który można by z czystym sumieniem polecić maturzyście, czekam jeszcze na inne pozycje. Chociaż, gdyby w następnych wydaniach autorzy usunęli ten dziegieć... Niestety usuwanie dziegciu z miodu jest znacznie trudniejsze niż jego prowadzenie. Na razie stwierdzam, że lepsze przy-

gotowanie do matury mogą zapewnić dobre zbiory zadań dla licealistów, nawet jeżeli nie mają w tytule „Nowa matura”. Osobiście polecam zbiory zadań wydawnictwa ZamKor.

Od Redakcji:

Temat zad. 147, przytaczany w artykule za autorami zbioru *Matura 2005* jest oczywiście błędny, obecnie bowiem przyjmuje się, że nie ma „masy” i „masy spoczynkowej”, jest po prostu **masa** ciała, jednakowa we wszystkich układach odniesienia, natomiast pęd relatywistyczny wyraża się wzorem $\vec{p} = \gamma m \vec{v}$. Można jedynie mówić o energii i energii spoczynkowej.

Temat powinien zatem brzmieć: Oblicz energię kinetyczną elektronu, którego energia całkowita jest dwukrotnie większa od jego energii spoczynkowej.

Rozwiązanie: $E_k = 2mc^2 - mc^2 = mc^2$.

Obliczając prawidłowo wartość energii kinetycznej elektronu w zad. 11 na str. 106, otrzymujemy:

$$E_k = (\gamma - 1)mc^2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,9c)^2}{c^2}}} mc^2 = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,81}} mc^2 = \frac{1}{\sqrt{0,19}} mc^2 \approx 1,88 \cdot 10^{-13} \text{ J.}$$



CERN i filatelistyka

Jerzy Bartke

Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie

W artykule chciałbym przedstawić czytelnikom znaczki i ostemplowania pocztowe poświęcone CERN-owi. Zacznę od przedstawienia trzech znaczków¹. W dniu 21.02.1966 r. poczta szwajcarska wydała znaczek o nominale 0,50 CHF, przedstawiający flagi 12 państw członkowskich CERN-u na tle konturu mapy Szwajcarii (obecnie CERN liczy 21 państw członkowskich, wśród których od 1991 r. jest także Polska). W dniu 22.10.1976 r., w związku z uruchomieniem dużego synchrotronu SPS rozmieszczonego na terytorium Francji, poczta francuska wydała znaczek o nominale 1,40 FF, przedstawiający fragment mapy regionu z naniesionym konturem nowego akceleratora (synchrotron zbudowany jest w podziemnym tunelu). Wreszcie w dniu 9.03.2004 r., z okazji 50-lecia CERN-u, poczta szwajcarska wydała znaczek o nominale 1,80 CHF, przedstawiający rysunek symbolizujący dążenie do badania coraz to mniejszych wymiarów. Badania cząstek elementarnych i ich struktury są obecnie głównym przedmiotem prowadzonych w CERN-ie eksperymentów. Ten ostatni znaczek wydano w małych 10-znaczkowych arkusikach z napisem na dolnym marginesie: „CERN 1954–2004”. Reprodukujemy te znaczki na kopertach ze stemplami pierwszego dnia obiegu, nawiązującymi do tematyki znaczków.

Ale dla filatelisty te trzy okolicznościowe znaczki nie wyczerpują tematyki CERN-u. Na każdej przychodzącej z CERN-u przesyłce pocztowej znajdujemy ślad działalności tamtejszej poczty, a właściwie jednej z dwóch poczty: szwajcarskiej lub francuskiej. W początkowym okresie swojej działalności CERN mieścił się całkowicie na terytorium Szwajcarii i uruchomiono tam urząd pocztowy „GENÈVE 23”. Po pozyskaniu od Francji terytorium dla budowy dużego synchrotronu protonowego SPS (uruchomiony w r. 1976), we francuskiej części CERN-u powstał urząd o nazwie „CERN – SITE DE PREVESSIN”. Każdy z tych urzędów używa oczywiście znaczków lub maszyn frankujących w walucie swojego kraju. Przesyłki urzędowe są z reguły frankowane mechanicznie, co ułatwia procedurę rozliczania kosztów. Stemple używane do kasowania znaczków, a także tzw. nakładki frankatur mechanicznych, posiadają także cechy identyfikacyjne CERN-u i stanowią również interesujące obiekty.

W załączeniu pokazujemy przykłady stosowanych w CERN-owskich urządach pocztowych stempli i frankatur mechanicznych. Nakładka najwcześniejszej

¹ Reprodukcje omawianych obiektów zamieszczamy po artykule i na ostatniej stronie okładki.

z frankatur przedstawia ślady cząstek zarejestrowane w detektorze zwanym komorą pęcherzykową. Późniejsze zawierają emblemat CERN-u.

Na koniec pokazujemy okolicznościowy stempel „50 lat CERN-u” użyty w pobliskiej francuskiej miejscowości Cessy w dniu 16.10.2004 r., kiedy odbywał się w CERN-ie „Dzień otwarty” inaugurujący uroczystości jubileuszowe.



Patrz również tył okładki.



KĄCIK ZADAŃ

Trzy ogary lecą na siebie

Adam Smólski

Fizyka w Szkole, Warszawa

Oto zadanie 6 z testu na inteligencję zamieszczonego w *Gazecie Wyborczej* (20. X. 2004) pod hasłem przygotowań do Narodowego Testu IQ.

„Trzy ogary stały na łące, każdy był oddalony od innego o 60 metrów. W tym samym momencie pierwszy zaczął gonić drugiego, drugi trzeciego, trzeci pierwszego. A że pozycja gonionego bez przerwy się zmieniała, kierunek biegu goniącego zmieniał się nieustannie. Po jakim czasie ogary dobiegły do siebie, jeśli biegły z prędkością 5 metrów na sekundę?

- a) 12 s
- b) 15 s
- c) 18,7 s
- d) 21,1 s”

Eleganckie zadanie z fizyki, prawda?

We wstępie do testów czytamy: „Zadania z grupy tzw. zadań niestereotypowych to testy «na myślenie». Są w nich często ukryte pułapki, w które wpada zazwyczaj ten, kto podchodzi do ich rozwiązywania, stosując wyuczony stereotyp rozumowania”.

A oto „rozwiązanie” z *Gazety*:

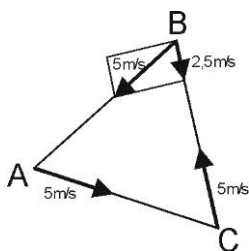
a) Pozycje ogarów w każdym momencie tworzą wierzchołki obracającego się trójkąta o równych bokach (rysunek). Ogar zawsze biegnie wzdłuż boku trójkąta. Pomińmy teraz obrót trójkąta i zauważmy, że początkowa długość boku wynosiła 60 m”.



Pytanie:

W jaką pułapkę wpadła *Gazeta* i z powodu jakiego wyuczonego stereotypu rozumowania?

Najpierw rozwiążmy zadanie poprawnie: szybkość zmian wzajemnej odległości dwóch punktów jest równa długości rzutu ich względnej prędkości na kierunek łączącego je odcinka. W tym wypadku jest to 7,5 m/s. 60 metrów dzielone przez 7,5 m/s daje 8 sekund. Takiej odpowiedzi w teście wcale nie przewidziano.



A w jaką pułapkę wpadła *Gazeta*? Gdyby chodziło o cztery ogary w wierzchołkach kwadratu, rozumowanie podobne do „gazetowego” byłoby poprawne. Ktoś to zadanie najwyraźniej klonował bez zrozumienia.

Osobiście dotknięty fizyk z Krakowa, pan Jerzy Ogar, posłał w tej sprawie do *Gazety* interpelację: „Skoro jestem Ogarem, to wiem, co mówię, a poza tym można to wykazać bez biegania... Przyznam, że jest to pyszne zadanie z fizyki szkolnej na względność ruchu... i dla ogarów w sam raz. Ogary, nie dajcie się nabierać! Hau, hau, haauuuu....”

Jednak sprostowanie się nie ukazało.

Próbna matura z fizyki

Zapraszamy do lektury komentarza Adama Smólskiego dotyczącego zadań z matury próbnej, która odbyła się 2 grudnia, na stronie <http://www.ptf.agh.edu.pl/SN/> i <http://www.wsip.com.pl/serwisy/czasfiz/strony/forum.htm>.

Podjmij wyzwanie w Roku Fizyki 2005

W 2005 r. Borys Korsunsky w kąciku w *The Physics Teacher* będzie zamieszczał zadania co tydzień. Wejdź na stronę <http://www.aapt.org/tpt> lub na stronę *Fotonu* <http://www.if.uj.edu.pl/Foton/> i włącz się w rozwiązywanie. Można wygrać okolicznościową koszulkę i zyskać dyplom.



DOŚWIADCZENIE NA DESER

Komora mgielna

G. Generowicz – Gimnazjum nr 1 w Kaliszu

M. Masłowska – Gimnazjum w Koźminku

Doświadczenie z nagrodzonego pokazu „Fizyka na Scenie” (Poznań 2004), pokazane również w Borowicach 2004.

Aby zademonstrować powstawanie chmur oraz wpływ ciśnienia i zanieczyszczeń powietrza na to zjawisko, możesz użyć dwóch metod:

1. Weź dwie przezroczyste butelki PET, nalej do nich niewielką ilość wody z kranu, do jednej wprowadź odrobinę dymu (kadzidelko lub dym ze zgaszonej zapalki). Ścisnąc i puszczać obydwie, uzyskasz w jednej z nich (tej z dymem – lewej) wyraźne zamglenie w fazie rozprężenia. Możesz w ten sposób wyjaśnić stan pogody w czasie wyżu i niżu atmosferycznego. Na zdjęciu kolorowym w Internecie efekt jest widoczny.



2. Weź słoik 5-litrowy. Wlej do niego odrobinę wody z kranu i wprowadź niewielką ilość dymu (kadzidelko lub dym ze zgaszonej zapalki). Załóż na słoik rękawicę gumową lub worek foliowy (użyj gumki recepturki, powierzchnia worka nie powinna być naciągnięta). Włóż rękę do rękawicy lub złap za środek worka. Wkładając i wyjmując rękę ze słoika, spowodujesz zmiany ciśnienia gazu wewnątrz słoika, a to wywoła zjawiska podobne do tych w butelkach (patrz pkt 1).

Polecamy artykuł na temat demonstracji zjawisk fizyki atmosfery *Cloud Formation* Marka Talmage Grahama (*The Physics Teacher*, May 2004).



CZYTAMY PO ANGIELSKU
**Problems IYPT 2005 –
Winterthur, Switzerland**

Avalanche

Under what conditions may an avalanche occur? Investigate the phenomenon experimentally.

Noise

When a droplet of water or other liquid falls on a hot surface, it produces a sound. On what parameters does the sound depend?

Sound in the glass

Fill a glass with water. Put a tea-spoon of salt into the water and stir it. Explain the change of the sound produced by the clicking of the glass with the tea-spoon during the dissolving process.

Water droplets

If a stream of water droplets is directed at a small angle to the surface of water in a container, droplets may bounce off the surface and roll across it before merging with the body of water. In some cases the droplets rest on the surface for a significant length of time. They can even sink before merging. Investigate these phenomena.

Hard starch

A mixture of starch (e.g. cornflour or cornstarch) and a little water has some interesting properties. Investigate how its “viscosity” changes when stirred and account for this effect. Do any other common substances demonstrate this effect?

Obstacle in a funnel

Granular material is flowing out of a vessel through a funnel. Investigate if it is possible to increase the outflow by putting an “obstacle” above the outlet pipe?

Ocean “Solaris”

A transparent vessel is half-filled with saturated salt water solution and then fresh water is added with caution. A distinct boundary between these liquids is formed. Investigate its behaviour if the lower liquid is heated.

Zadania Turnieju Młodych Fizyków 2005

Lawina

W jakich warunkach może wystąpić lawina? Zbadaj to zjawisko doświadczalnie.

Skwierczący dźwięk

Gdy kropla wody lub innej cieczy upada na gorącą powierzchnię, wytwarza się dźwięk. Od jakich czynników (parametrów) ten dźwięk zależy?

Dźwięk w szklance

Napełnij szklankę wodą, wsyp łyżeczkę soli i zamieszaj. Wyjaśnij zmiany dźwięku towarzyszącego uderzaniu ścianek szklanki przez łyżeczkę, jakie występują w trakcie procesu rozpuszczania soli.

Kropelki wody

Podczas padania strumienia kropelek wody pod małym kątem na powierzchnię wody w zbiorniku kropelki, zanim połączą się z masą wody w zbiorniku, mogą się odbijać od powierzchni lub toczyć po niej. W pewnych przypadkach kropelki pozostają na powierzchni wody przez znaczny czas. Zdarza się nawet, że zanurzają się w wodzie, zanim się w niej rozpląną. Zbadaj to zjawisko.

Twardy krochmal

Mieszanka krochmalu i niewielkiej ilości wody ma pewne interesujące właściwości. Zbadaj, jak „lepkość” takiej mieszaniny zmienia się pod wpływem mieszania, i wyjaśnij to zjawisko. Czy jakaś inna powszechnie dostępna substancja wykazuje podobny efekt?

Przeszkoda w lejku

Ziarnisty materiał wypływa z pojemnika przez lejek. Zbadaj, czy jest możliwe zwiększenie szybkości wypływu przez umieszczenie pewnej „przeszkody” nad wylotową rurką.

Ocean „Solaris”

Gdy do przezroczystego naczynia, napełnionego do połowy nasyconym roztworem soli, naleje się ostrożnie czystej wody, wytwarza się wyraźna granica. Zbadaj, jak zachowuje się ta granica podczas podgrzewania dolnej cieczy.

Pełny tekst na stronie internetowej <http://ptf.fuw.edu.pl/tmf.html>



Ogólnopolski Festiwal „Nauki Przyrodnicze na Scenie 1”

Wojciech Nawrocik
Wydział Fizyki UAM, Poznań

Ogólnopolski Festiwal „Nauki Przyrodnicze na Scenie 1” zgodnie z planem odbył się w Poznaniu na Wydziale Fizyki UAM w dniach 24–25 września 2004 roku.

W Auditorium Maximum Collegium Physicum UAM zespoły zaprezentowały 14 demonstracji i 11 przedstawień.

W Auli A Collegium Physicum zespoły przedstawiły 17 prezentacji multimedialnych. Wszystkie wystąpienia były starannie przygotowane i zostały przez widzów przyjęte z zainteresowaniem. Wiele z wystąpień prezentowało bardzo wysoki poziom.

W festiwalu uczestniczyło ponad 200 nauczycieli i uczniów szkół ponadpodstawowych oraz kilku dydaktyków z wyższych uczelni.

Za sprawny przebieg festiwalu odpowiadała prawie 40-osobowa grupa organizatorów. W skład dwóch sekcji jury wchodziło 13 osób. Jury przewodniczył prezes PTF prof. Maciej Kolwas z IF PAN w Warszawie.

[...]

Festiwal otwierały dwa przedstawienia:

„*Szukam Fizyki*” w wykonaniu dzieci z **Zespołu Szkół Specjalnych nr 102 w Poznaniu** i „*Mali poznaniacy wyruszają w podróż po Wszechświecie*” w wykonaniu dzieci z **Przedszkola nr 100 w Poznaniu**. Autorką scenariuszy obu przedstawień jest mgr Anna Budzińska.

Po obejrzeniu wszystkich zaplanowanych w programie wystąpień jury przyznało następujące nagrody i wyróżnienia.

Kategoria demonstracje:

I miejsce – zespół z **I Liceum Ogólnokształcącego w Tarnowie** za demonstrację pt.: „*Woda – cykl doświadczeń*”

II miejsce – zespół z **XIV LO w Warszawie** za demonstrację pt. „*Dyfrakcja i fraktale*”

III miejsce – zespół z **Gimnazjum w Koźminku i Gimnazjum nr 1 w Kaliszu** za demonstrację pt. „*Dwa żywioły – Smoke on the Water*”

Wyróżnienia:

Dr Jan Olejniczak z Instytutu Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego za demonstrację pt. „*Pojazdy z napędem wiatrowym poruszające się pod wiatr*”

Dr Maciej Kluza z Muzeum Collegium Maius Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie za demonstrację pt. „Czarne, białe i kolorowe, czyli jak dzieła siatkówka”

Kategoria przedstawienia:

I miejsce – zespół z Publicznego Gimnazjum nr 2 w Opolu za przedstawienie pt.: „Zabawa Prosiaczka z cieniem, czyli łamanie praw fizyki w bajkach”

II miejsce – zespół z Gimnazjum nr 2 w Tychach za przedstawienie pt. „Muzyczna fizyka – czyli dźwięk wokół nas”

III miejsce – zespół z II Liceum Ogólnokształcącego w Cieszynie za przedstawienie pt. „Prawa fizyki a ludzkie ciało”

Wyróżnienia:

Zespół z Liceum Ogólnokształcącego w Świnoujściu za przedstawienie pt. „W strumieniu światła”

Zespół z XIV Liceum Ogólnokształcącego w Warszawie za przedstawienie pt. „Ósma pieczęć”

Kategoria prezentacje multimedialne:

I miejsce – Zespół z I Liceum Ogólnokształcącego w Pszczynie za prezentację pt. „Zjawiska na niebie i Ziemi o którym nie śniło się filologom”

II miejsce – zespół VI Liceum Ogólnokształcącego w Poznaniu za prezentację pt. „Fuzja termojądrowa – energia przyszłości”

III miejsce – zespół z I Liceum Ogólnokształcącego w Lesznie za prezentację pt. „Ogniwa galwaniczne – małe elektrownie wokół nas”

Wyróżnienia:

Zespół z I Liceum Ogólnokształcącego w Lesznie za prezentację pt. „Serce jako pompa”

Zespół z I Liceum Ogólnokształcącego w Busku Zdroju za prezentację pt. „e-Fizyka – projekt udostępnienia fizycznego oprogramowania edukacyjnego”

Uczestnicy festiwalu byli zadowoleni z przyjazdu do Poznania i wielu z nich już teraz wyraziło chęć uczestnictwa w następnym festiwalu.

[...]

Głównym sponsorem festiwalu był wojewoda wielkopolski Andrzej Nowakowski, który ofiarował 10 kompletów kilkutomowej encyklopedii Gutenberga.

W znaczny sposób wspomogli nas nagrodami także: PAA, WSiP, Wydawnictwo ŻAK.

Serdecznie ofiarodawcom dziękuję!



Fizyka na Scenie w Tarnowie

Marek Lipiński

I Liceum Ogólnokształcące

Dane ogólne

Tytuł: *O powietrzu*

Termin: 24.04.2003 r. – 2 pokazy

28.04.2004 r. – 2 pokazy

Miejsce: *aula szkolna I Liceum Ogólnokształcącego im. K. Brodzińskiego w Tarnowie*

Widzów: *łącznie ok. 440 uczniów z 16 klas, w tym 14 klas – I LO i 2 klasy – ZSM-E Tarnów*

W planie: *kilka następujących pokazów dla gimnazjów*

Środki: *pomoce z pracowni fizycznej plus specjalnie własnoręcznie zrobione na ten pokaz: baroskop – waga pod klosz pompy próżniowej, blaszki łukowate, blaszki kołowe, stożek, rura z otworami na gaz, model rozpylacza, końcówki = strumienice do dmuchawy, modyfikacja wagi laboratoryjnej oraz komputer i rzutnik multimedialny*

Prowadzący: *uczniowie klasy 1b (matematyczno-informatycznej)*

Paulina Kusza

Alicja Łoboda

Rafał Łośko

Błażej Rzepka

Opieka: **mgr Marek Lipiński**

Od wielu lat w ramach rozwijania zainteresowań fizyką, pobudzania ciekawości świata oraz nawiązywania kontaktów z wyższymi uczelniami Krakowa, wraz z uczniami koła fizycznego oraz klas matematyczno-fizycznych i matematyczno-informatycznych dość regularnie uczestniczymy w środowowych wykładach Sekcji Nauczycielskiej Polskiego Towarzystwa Fizycznego, organizowanych przez dr Z. Gołąb-Meyer w Instytucie Fizyki UJ. Po jednym z takich wykładów pod koniec roku 2002, w którym uczestniczyła grupa 12 uczniów koła fizycznego, rekrutujących się z klas pierwszych nowego 3-letniego I LO im. K. Brodzińskiego w Tarnowie, zrodził się pomysł zorganizowania czegoś podobnego w naszej szkole.

Cała prezentacja nawiązuje do trwającego już 2 lata europejskiego cyklu „Physics on Stage”. Własne pokazy kilkunastu doświadczeń „O powietrzu” nazwaliśmy *Fizyką na scenie szkolnej* z przeznaczeniem dla uczniów I LO.

Przygotowania objęły część teoretyczną oraz eksperymenty, do których uczniowie wykonali kilka przyrządów, jakimi nie dysponowała pracownia fizyczna. Uczniowie bardzo chętnie włączyli się do pracy.

Całość prezentacji wspomagana była multimedialną serią slajdów wykonanych przez uczniów w środowisku PowerPointa. Ciekawe i efektowne pokazy przypominały i przybliżały uczestnikom wiadomości na temat powietrza, jego składu i własności, łącząc mikroskopowy model kinetycznej teorii budowy gazów

z makroskopowymi parametrami, takimi jak ciśnienie, temperatura, objętość czy gęstość, opisującymi jego stan.

W czasie spotkania widzowie zostali poproszeni o odpowiedzi na pytania, np. o masę powietrza, jaką zawiera średniej wielkości pokój czy aula szkolna, czy też o prędkości ruchu molekuł powietrza. Dużym zaskoczeniem były masy powietrza – odpowiednio równe ok. 45 kg i 500 kg. Na oczach zebranych przy użyciu pompy próżniowej zważone zostało powietrze w litrowej kolbie szklanej oraz wykazana została różnica mas jednakowych baloników: napompowanego i pustego.

Pobudzająco na wyobraźnię podziało wyliczenie-oszacowanie liczby ziaren zbóż, jakie ludzkość zebrała od początku uprawiania roli i porównaniem jej z liczbą Avogadra, która okazała się być 1000-krotnie większą od wspomnianej ilości ziaren.

Ważną rolę w prezentacji odegrała wspomniana szkolna pompa próżniowa, dzięki której wszyscy przekonali się, jak duże jest ciśnienie atmosferyczne, z chwilą, gdy pod jej kloszem znalazły się kolejno zawiązana gumowa rękawiczka i zawiązany, nienapompowany balonik. Duże wrażenie zrobiło ciastko-pianka w polewie czekoladowej, które prawie dwukrotnie „urozło” po odpompowaniu powietrza. Zwrócono uwagę słuchaczy na to zjawisko w kontekście dekompresji, która dotyczy wynurzających się z dużych głębokości pętlonurków.

Zmniejszenie ciśnienia pod kloszem pompy umożliwiło ukazanie roli powietrza w propagacji fal dźwiękowych oraz skutek obecności powietrza, jakim jest siła oporu podczas ruchu ciał (rura Newtona). Półkule magdeburskie dały możliwość wykazania tężyzny fizycznej niektórych widzów.

Ostatnim doświadczeniem z aerostatyki było udowodnienie istnienia siły wyporu w powietrzu, zgodnie z prawem Archimedesza. Zawieszona na wadze w powietrzu, zamknięta szczelnie puszką aluminiową została zrównoważona odważnikami. Pod kloszem pompy próżniowej okazało się, że puszką jest cięższa.

Końcowy fragment spotkania to kilka doświadczeń ilustrujących prawo Bernoulliego, opisujące dynamikę płynów. Paradoksy hydrodynamiczne z blaszkami łukowymi, blaszkami kołowymi, lejkiem i stożkiem oraz z modelem rozpylacza pozwoliły widzom zrozumieć wywodzące się z zasady zachowania energii, podstawowe prawo dynamiki płynów.

Doświadczenie z trzema piłeczkami pingpongowymi, które utrzymywały się nawet w ukośnej strudze powietrza, wydmuchiwanego przez specjalną końcówkę wykonaną na zajęciach koła, były punktem wyjścia do rozważań nad siłą nośną, jaka powstaje na płatach skrzydeł szybowców i samolotów silnikowych.

Spotkanie kończyło efektowne doświadczenie z rurą, z której wypływający z kilku otworów gaz zmieniał wysokość płomienia po nachyleniu rury pod pewnym kątem do poziomu.

Jeszcze tylko głęboki haust helu z balonika i głosem jak z filmów o Kaczorze Donaldzie pożegnał publiczność opiekun młodzieży mgr Marek Lipiński.



Zaćmienie Księżyca na Wielkiej Raczy

Lucyna Gut

Zespół Szkół w Libiążu

Podczas obserwacji całkowitego zaćmienia Księżyca 28 października 2004 na Wielkiej Raczy w Beskidzie Żywieckim spotkała się spora grupa miłośników astronomii: członkowie żywieckiego koła „Antares”, uczniowie ZSME w Żywcu, młodzież z Krakowa i Pszczyny oraz członkowie naszego szkolnego koła astronomicznego „Deneb” z ZS w Libiążu.



Nie byliśmy pewni, czy opłaci się nasz trud zdobycia góry, niebo bowiem nad nami było zachmurzone. Wieczorem jednak chmury zniknęły i można było przez przyniesiony sprzęt (trzy teleskopy w systemie Newtona: 90/900, 120/900 i 150/800 mm, wszystkie firmy „Uniwersał”, oraz lornetki) obserwować gwiazdy bądź też przyglądać się pełni Księżyca, który przepięknie oświetlał góry. Potwierdziło się to, że Wielka Racza jest bardzo dobrym miejscem do obserwacji astronomicznych. Mieliśmy praktycznie 360-stopniowy widok na niebo. Podczas obserwacji trochę dokuczał zimny wiatr, ale mało kto się tym przejmował.

Punkt kulminacyjny naszych obserwacji nastąpił o godzinie 3.15, kiedy to Księżyc wszedł w strefę cienia. Obserwowaliśmy jego ubywanie. W czasie trwania zaćmienia notowaliśmy czasy poszczególnych kontaktów cienia Ziemi z Księżycem i zaznaczaliśmy na mapie, jak cień przesunął się przez księżycowe morza

i kratery. O godzinie 4.23 rozpoczęło się zaćmienie całkowite i nasz naturalny satelita przybrał barwę brunatnoczerwoną. Barwa ta pochodzi od promieni słonecznych, załamujących się w atmosferze naszej planety i tracących niebieską część swojego widma. Czas całkowitego zaćmienia Księżyca wykorzystaliśmy do obserwacji innych ciał niebieskich. Udało nam się znaleźć kilka obiektów z katalogu Messiera i widoczne o tej porze planety: Saturn, Wenus i Jowisz. Od 5.45 Księżyc zaczął się wyłaniać z cienia Ziemi. Całe zjawisko trwało do godziny 6.54. Pogoda nie przeszkodziła nam w obserwacjach. Jak się później okazało, Wielka Racza była jednym z nielicznych miejsc w Polsce, gdzie Księżyca nie przesłaniały chmury.

W czasie trwania zaćmienia nasz kolega z I LO w Pszczynie, Damian Jabłeka, robił zdjęcia zjawiska aparatem Zenit zamontowanym do teleskopu 90/900 mm.

Do domów wróciliśmy zadowoleni, bo zobaczyliśmy zjawisko, które, oglądane w mieście, nie dostarczyłoby nam tylu przeżyć.





BOROWICE – XVI Jesienna Szkoła „Problemy dydaktyki fizyki”

Urszula Mięśok

Gimnazjum im. O. M. Tomaszka w Pieńsku

W dniach 8–12 listopada 2004 r. w Borowicach koło Jeleniej Góry po raz szesnasty spotkali się dydaktycy fizyki, praktycy – nauczyciele i „teoretycy” z uczelni na Jesiennej Szkole „Problemy Dydaktyki Fizyki”. Jesienna Szkoła została zorganizowana przez: Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego, Instytut Kształcenia Ustawicznego Nauczycieli i Studiów Edukacyjnych DSWE we Wrocławiu, Ogólnopolską Szkołę Informatyczną OSI Compu Train S.A. oraz CNTA sp. z o.o. we Wrocławiu. Dzięki wysiłkom organizatorów: prof. dr hab. Ewie Dębowskiej i dr. Stanisława Jakubowicza, uczestniczących w zajęciach nauczycieli wspomogły finansowo wyżej wymienione instytucje oraz Wydawnictwo ZamKor, Wydawnictwa Szkolne PWN, Urząd Miasta Wrocławia i Marszałek Województwa Dolnośląskiego.

Temat wiodący tej Szkoły to „Fizyka w zreformowanej szkole – między behawioryzmem a konstruktywizmem”. Wykład prof. dr hab. B.D. Gołębniak utwierdził słuchaczy w przekonaniu, że nauczanie konstruktywistyczne może być i jest ciekawe, ale w podsumowaniu i dyskusji doszliśmy do wniosku: „nie bądźmy na siłę konstruktywistami, behawioryzm też się przyda”.

Uczestniczyliśmy w wielu interesujących wykładach. Wspomnę o dwóch: „Moja przygoda z pozytonami” prof. dr. hab. Waclawa Świątkowskiego oraz „Pojęcie pola w podręcznikach od początku stulecia do dzisiaj” dr Zofii Gołąb-Meyer. Tematyka tych wykładów była różna, ale... oba były „historyczne”. Jeden z nich mówił o odkryciu pozytonu i jego dalszej historii, a drugi o definicji pola w podręcznikach z XX wieku.

O kształceniu nauczycieli fizyki poprzez pracę z uczniami niesłyszącymi (po wprowadzeniu przez dr J. Skurską) niezwykle ciekawie mówił dr P. Skurski, wspierany przez mgr. Pawła Barczyńskiego. Ten temat był dla wielu z nas zaskakujący i oczywiście bardzo ciekawy. Nie mogę się oprzeć, by nie zacytować słów młodego człowieka, jakim jest Paweł Barczyński: „Okazało się, że fizyka nie używa słów. Natura zapytana dobrze zaplanowanym doświadczeniem sama udziela odpowiedzi...” Doświadczenie zyskane w nauczaniu niesłyszących przynosi korzyści w nauczaniu „zwykłych” dzieci. Echem była bardzo krótka wypowiedź Krzysztofa Tabaszewskiego na temat pracy z uczniami niewidzącymi. To dopiero jest fascynujące i mam taką cichą nadzieję, że za dwa lata w Borowicach usłyszymy na ten temat dużo więcej.

Uczestniczyłam w warsztatach opracowujących propozycje zmian tzw. „standardów osiągnięć gimnazjalnych z fizyki”. Jak napisał w raporcie szef warszta-

tów, – dr Adam Smólski (red. nac. *Fizyki w Szkole*) – nasza praca trwała ponad 10 godzin. Rozjechaliśmy się z uczuciem, że nie została zakończona. Dyskusje były burzliwe, ale twórcze; wykazaliśmy się i rozsądkiem, i innymi cechami, o których nie chcę wspominać. Jedno jest pewne, że jeśli wymagania w stosunku do uczniów nie będą dyskutowane z nami, nauczycielami, to nigdy nie będzie dobrze. Zapewne mądrzejsi od nas mają swoje wizje, ale my – praktycy – wiemy, jak jest: znamy możliwości uczniów, ich „zapał” do matematyki występującej w fizyce, kłopoty z czasem itd. (Chętnych, którzy chcą wypowiedzieć się na temat tychże standardów, odsyłam na stronę <http://www.wsip.com.pl/serwisy/czasfiz/index.htm>).

Tradycyjnie już Wydawnictwo ZamKor, Wydawnictwo Szkolne PWN, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oraz Wydawnictwo Nowik przedstawiły swoje oferty. Niektórzy dokonali zakupów, wszyscy zostaliśmy obdarowani prezencjami. Niezwykły prezent, czyli *Moją fizykę* Wojciecha Dindorfa, otrzymaliśmy od autora. Jest to ciekawy podręcznik (niestety, nie do zdobycia w księgarniach), który może być dla ucznia szkoły ponadgimnazjalnej niezwykle inspirujący. Uważam, że książka Pana Dindorfa tak pięknie i tak prosto mówi o fizyce, że wycofanie jej z druku jest zbrodnią. Pisząc o *Mojej fizyce* wspomnę też o autorze, który kolejny raz czarował nas prostymi pokazami. Poza tym Wojciech Dindorf pokazał nam, jak fizyk może znaleźć eksperymentalnie tzw. punkt Fermata (inaczej punkt Torricellego) na błonach mydlanych.



Wojciech Dindorf demonstruje

Zaskoczyły nas i oczarowały dwie koleżanki: Małgosia Masłowska i Grażyna Generowicz, które przy akompaniamencie „Smoke on the Water” legendarnego zespołu Deep Purple i za pomocą prostych środków pokazały, jak zademonstrować uczniom mgłę, huragan, tornado i inne zjawiska (patrz *Kącik eksperymentatora*).

W Borowicach zawsze dużo się dzieje. Tym razem znowu na jesiennej szkole spotkaliśmy zimę i przeżyliśmy też wspólnie Dzień Odzyskania Niepodległości.

W związku z tym, tak ważnym dla Polaków, dniem odbyła się uroczysta sesja, przed której rozpoczęciem wszyscy uczestnicy zostali obdarowani biało-czerwonymi kokardkami (to był sygnał, że nastrój będzie uroczysty). Pan Wojciech Małecki, prowadzący sesję, sprawdził naszą tożsamość narodową, zadając pytanie: „Kto ty jesteś?”. Grono fizyków odpowiedziało: „Polak mały”. I tak wspólnie wyrecytowaliśmy „Katechizm małego Polaka” Władysława Bełzy. Kolejne etapy tej uroczystej sesji to wzruszający wiersz piewcy czynu legionowego E. Słońskiego „Brygadier Piłsudski” i wspólne odśpiewanie „Pierwszej Brygady” przy akompaniamencie gitary Witka Polesiuka. A później dowiedzieliśmy się dużo na temat programów nauczania i podręczników do fizyki z okresu międzywojennego. Bardzo ciekawa sesja.

Na Jesiennej Szkole PDF panuje niesamowicie ciepła atmosfera. Zacytuję redaktora naszego borowickiego biuletynu – Maćka Sójkę: „Myślę, że to jest właśnie na tej Szkole piękne – atmosfera wielkiej «rodziny», którą łączy wspólne zainteresowanie i wspólna pasja”. Tak, tak to właśnie odbieramy. Dlatego potrafimy rozmawiać, kłócić się i bawić aż do białego rana. Wieczory poetyckie przy gitarze (w tym roku powstało bardzo dużo wierszy i piosenek), wspólne dyskusje na różne tematy i taniec – to też Jesienna Szkoła PDF.

Tradycją jest, że środowy wieczór to tzw. sesja wieczorna, podczas której od początku istnienia szkoły (1974 r.) na gorąco układane są i śpiewane kuplety, a to, co w nich jest, jest słodką tajemnicą uczestników Szkoły. Tegoroczna Sesja prowadzona była przez młodsze pokolenie: Dobromiłę Nowak-Szczepaniak i Ludwika Lehmana. Przy wsparciu grupy artystycznej prowadzący zaprezentowali kilka ciekawych, świeżo stworzonych piosenek dotyczących wydarzeń w Borowicach, czym zaskoczyli doświadczonych. Ktoś z setki uczestników (tylu nas było w tym roku) powiedział: „...nie wiedziałem, że wśród fizyków jest tylu artystów”, a ja bez wahania odpowiedziałam: „wszyscy fizycy są artystami, bo fizyka i jej nauczanie jest sztuką”. Tańce trwały do białego rana, a na poranne zajęcia należało iść. I to jest mankament szkoły – za dużo, nie dajemy rady – nawet gdyby nie było sesji wieczornych.

Program zajęć był tak bogaty i tak zajmujące są zajęcia, że trudno było wybrać. Jeden z uczestników przyznał mi się, że biegał między jednymi warsztatami a drugimi, bo chciał uczestniczyć we wszystkim.

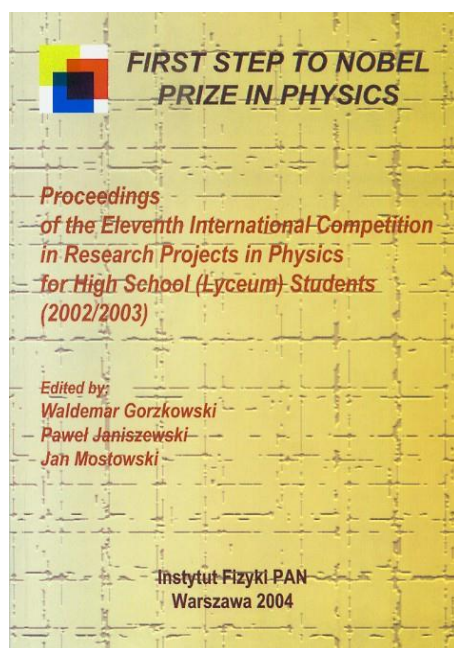
Udało się przed inauguracyjnym wykładem odbyć spacer po górach.

W borowickich spotkaniach piękne jest to, że my, nauczyciele, spotykamy się z naszymi idolami (byłymi wykładowcami, autorami naszych studenckich podręczników) na partnerskich warunkach. Ale pozostaje w nas podziw i szacunek dla tych ludzi, którzy nas kształtowali, nawet wtedy gdy jesteśmy z nimi „na ty”. Właśnie za to i nie tylko za to, w imieniu uczestników dziękuję organizatorowi Panu Stanisławowi Jakubowiczowi.



CO CZYTAĆ

Polecamy uwadze:



Książki nadesłane:

Elementy matematyki wyższej, t. 2, Ryszard Nowakowski, Wydawnictwo Naukowo-Oświatowe ALEF, Wrocław 2000

Poradnik samouka. Suplement do podręcznika Elementy matematyki wyższej, Ryszard Nowakowski, Wydawnictwo Naukowo-Oświatowe ALEF, Wrocław

Matematyka wyższa w technice i naukach stosowanych. Do samodzielnych studiów, Ryszard Nowakowski, Wydawnictwo Naukowo-Oświatowe ALEF, Wrocław 2003

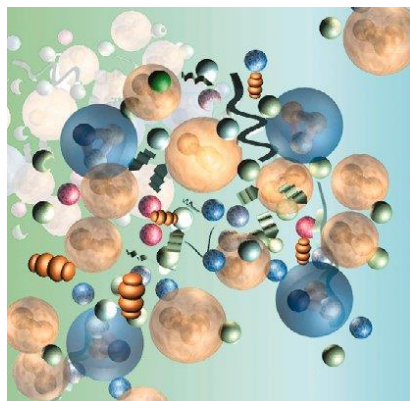
Elementy równań różniczkowych w studiach techniki, Ryszard Nowakowski, Wydawnictwo Naukowo-Oświatowe ALEF, Wrocław

Kilka słów o płytce CD pt. „Klucz do narodzin czasu”

Tadeusz Lesiak, Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie

Płytką CD z programem popularyzatorsko-edukacyjnym pt. „Klucz do narodzin czasu” zasługuje z pewnością na uwagę nauczycieli fizyki oraz zainteresowanych tym przedmiotem uczniów. Jej zawartość stanowi kontynuację i rozszerzenie niezwykle wartościowego, internetowego projektu edukacyjnego pod nazwą „Hands on CERN”, zainicjowanego przed pięć laty przez szwedzkich fizyków cząstek elementarnych: Erika Johanssona i Torda Malmgrena (<http://hands-on-cern.physto.se>). „Klucz do narodzin czasu” stanowi polską wersję angielskiego oryginału, opracowanego przez fizyków z ośrodka CERN pod Genewą: Jamesa Gilliesa i Richarda Jacobssona. Przekładu na nasz język dokonali nauczyciele: Danuta Czyżewska oraz Leszek Jabłoński. Płytką została wydana z okazji 50-lecia ośrodka CERN przez Komitet organizujący na tę okazję sesję naukowo-dydaktyczną w Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie (23 października br.)

Zawartość płytki stanowi zwięzłą prezentację podstawowych zagadnień fizyki cząstek elementarnych. Korzystając z niej, można w przystępny sposób dowiedzieć się, po co badamy elementarne cegiełki materii oraz ich wzajemne oddziaływanie oraz jakie urządzenia są do tego używane. Płytką oferuje także możliwość praktycznych ćwiczeń. W oparciu o zdarzenia zarejestrowane w prawdziwym detektorze fizyki cząstek można zabawić się w badacza i wykonać kilka fundamentalnych pomiarów, sprawdzających naturę naszego świata. Takie ćwiczenia dla uczniów szkół średnich są już od kilku lat prowadzone przez katowickich, krakowskich, łódzkich i warszawskich badaczy pod nazwą „warsztatów fizyki cząstek elementarnych”. Już kilkuset uczniów miało dzięki nim możliwość posmakowania w sposób praktyczny, jak pracują współcześni tropiciele zagadek mikroświata.





FIZYKA W INTERNECIE

Multimedia w nauczaniu fizyki

MPTL (Multimedia in Physics Teaching and Learning)

http://pen.physik.uni-kl.de/w_jodl/mmeuro.htm

1. M. Benedict, Physics Department, University of Szeged (H); 2. E. Dębowska, Physics Department, University of Wrocław (PL); 3. H.J. Jodl, Physics Department, University of Kaiserslautern (G); 4. L. Mathelitsch, Physics Department, University of Graz (A); 5. R. Sporcken, Physics Department, University of Namur (B) przejrżeli setki stron. Oto adresy dostępnych w języku angielskim stron www, które uznaliśmy za dobre i warte polecenia nauczycielom, studentom i uczniom.

Mechanika kwantowa (Fizyka kwantowa)

Proceedings of the European Workshop MPTL-7, Parma, September 2002

<http://informando.infm.it/MPTL/>

Poziom uniwersytecki:

- <http://www.quantum-physics.polytechnique.fr>
- <http://rugth30.phys.rug.nl/quantummechanics/>
- <http://webphysics.davidson.edu/>, <http://webphysics.davidson.edu/qmbook/>
- <http://www3.adnc.com/~topquark/quantum/quantumapplets.html>

Poziom licealny:

- Physics'2000, <http://www.colorado.edu/physics/2000/mdex.pl>
- The Particle Adventure, <http://particleadventure.org/particleadventure/index.html>
- Quantum Physics Online,
<http://www.quantumphysics.polytechnique.fr/en/index.html>
- Visual Quantum Mechanics, <http://www.phys.ksu.edu/perg/vqm/>

WebPhysics, <http://webphysics.davidson.edu/>,

PHYSLETS jest zbiorem wielu interaktywnych apletów przygotowanych z myślą o studentach, ale rozdział Classical Mechanics vs. Quantum Mechanics powinien być przestudiowany przez nauczycieli w celu wybrania czegoś interesującego dla ich uczniów.

Ewa Dębowska, Uniwersytet Wrocławski

(Na podstawie biuletynu Szkoły Jesiennej *pdf*, Borowice 2004)



Dzień z fizyką

Barbara Orchel
XXXI LO w Krakowie

Cytowany poniżej wierszyk jest tekstem–przewodnikiem do prezentacji i pokazów doświadczeń przygotowanych przez B. Orchel i jej uczniów dla swoich młodszych kolegów.

Kiedy świt wstaje, codziennie z rana
Rozlega się dzwonek budzika.
Od fal dźwiękowych drży ucha membrana,
„Dzień dobry” mówi ci fizyka.

Podłużna fala kulista
Rozchodzi się po pokoju,
Przez nerw słuchowy mózg odbiera sygnał,
Że koniec nocnego spokoju.

Zapalasz światło – blask żarówki
Rozjaśnia poranne ciemności.
Żrenice kurczą się, bo siatkówki
Nie lubią nadmiaru światłości.

Mózg bez przerwy pracuje
Nad przetwarzaniem danych,
Bo soczewka nam stawia
Świat do góry nogami.

Z trudem podnosisz się do pionu,
Krew w skroniach mocniej pulsuje,
Bo serce-pompa w klatce piersiowej
Już z pełną mocą pracuje.

Skontroluj czasem swe ciśnienie,
Nim kawę przygotujesz,
A przy okazji – to urządzenie
Też dzięki fizykom pracuje.

Oglądasz w lustrze swe odbicie,
Ostrość widzenia poprawiasz;
Obraz pozorny, choć rzeczywiste.
Za tobą ktoś się pojawia.

A teraz kilka głębokich wdechów
– Mocno pracuje przepona
By dzięki płucom krew do serca
Szła lepiej dotleniona.

Jeszcze poranna gimnastyka:
♪ Muzyka rytm ci dyktuje,
Przyspiesza tętno, poprawia krążenie,
Organizm aktywizuje.

Jeśli chcesz ćwiczyć wycucie rytmu,
Metronom wykorzystujesz
I jak w wahadle – poprzez długość
Okres drgań regulujesz.

Każdy ruch ciała twoje mięśnie
Przez skurcze wywołują,
Na układ dźwigni z kości i stawów
Skutecznie oddziałują.

W łazience prysznic, szczotka na warcie,
By zęby wyszorować.
Walczysz z próchnicą, a jednocześnie
Możesz fizyce dziękować.

Gdy czajnik elektryczny włączysz
I wodę sobie gotujesz,
To – choć myślami pewnie gdzieś błędzisz –
Moc urządzenia testujesz.

Pamiętaj zawsze o sprawdzeniu,
Czy czajnik jest napełniony.
Wystarczy zerknąć na wskaźniki poziomu
– przykład naczyń połączonych.

Gdy czajnik stawiasz blisko przy ścianie,
Która zazwyczaj chłodna bywa,
Zaobserwujesz pary skraplanie:
Woda po ścianie nieładnie spływa.

Węglowodany, tłuszcze, białka
To jest podstawa śniadania,
Aby energię zgromadzić w komórkach
Przez proces utleniania.

Gdy w bułkę wbijasz noża ostrze
I na kanapki ją rozcinasz,
Wykorzystujesz maszyny proste,
Bo nóż to przykład klina.

Nawet ruch noża tu nabiera
Znaczenia praktycznego,
Bo przecież mniejszy jest współczynnik
Tarcia kinetycznego.

Kozuszek, albo puszystą kurtkę
Ubierasz w zimową porę.
– Wykorzystujesz fakt, że powietrze
Jest cieplnym izolatorem.

Wychodząc z domu nie myślisz może,
Że w miejscu dreptałbyś uparcie,
Gdyby pomiędzy butem a podłożem
Nagle zanikło tarcie.

Biegniesz do szkoły, a wtedy mięśnie
Część swej energii chemicznej,
Wykorzystują na wykonanie
Konkretnej pracy fizycznej.

W szkole, choć pracy fizycznej nie widać
(Zerowe przemieszczenie),
To jednak tracisz część swej energii
Na intensywne myślenie.

Jeśli w zeszycie „pisziesz nosem”
Lub przy czytaniu rąk ci brakuje,
Wystarczy sięgnąć po okulary,
A wzrok skutecznie skorygujesz.

Gdy siedzisz w ławce, niektóre mięśnie
Wyraźnie są pokrzywdzone.
Kręgosłupowi ulgę przyniesie
Kończący lekcję dzwonek.

Wracasz do domu, twój organizm domaga
się jedzenia,
Wysłał sygnał elektryczny do „centrum
dowodzenia”.
Szybka narada się odbywa w przepracowa-
nej główce:
Mózg odpowiada, że trzeba obiad odgrzać
w mikrofalówce.

Gdy włączysz radio lub telewizor,
By trochę się zrelaksować
To znów, choć wcale o tym nie myślisz,
fizyce wypada dziękować.

Najchętniej siadasz w miękkim fotelu,
Bo twarde krzesło cię gniecie.
Warto więc wspomnieć o Pascalu,
Bo zmniejszasz ciśnienie przecieź.

Komputer i telefon komórkowy,
To urządzenia ogromnie praktyczne,
Lecz dla zdrowia to jest problem nowy.
Silne pole elektromagnetyczne.

Nie przesiaduj więc przed monitorem,
Znajdź na wolny czas lepsze propozycje:
Wychodź z domu, kiedy tylko możesz
I przez sport poprawiaj swą kondycję.

Gdy skacząc na linie
Mocnych wrażeń szukasz,
Masz okazję sprawdzić
słuszność prawa Hooke’a.

Każda dziedzina sportu
Korzysta z praw fizyki.
Jeśli chcesz zostać mistrzem
Zgłębiaj jej tajniki.

A gdy już przez wytrwały trening
Zyskasz kondycję fizyczną,
Możesz zamienić pracę mięśni
W energię elektryczną.

Warto się ruszać, żeby zdrowie
Na długie lata zachować.
Bardziej leniwi mogą jak Dulski
Na kopiec pomaszerować.

Jeżeli piękna okolica
Wzbudzi twój zachwyt szczery
Utrwal widoki na fotografii
Lub za pomocą kamery.

Czas szybko płynie, więc nie możesz
Zbyt długo podziwiać natury
Wracasz piechotą, lub na rowerze
W – nie zawsze – zdrowe mury.



KOMUNIKATY

Grupa Twórcza Quark pracowni fizyki Pałacu Młodzieży w Katowicach w związku z obchodami w 2005 roku Światowego Roku Fizyki organizuje konkursy:

- XX Ogólnopolski Konkurs na Pracę z Fizyki poświęcony prof. G. Białkowskiemu – 17.03.2005
- XI Ogólnopolski Konkurs na Pracę „Fizyka a ekologia” im. prof. Mieczysława F. Pazdura – 7.04.2005

XII Międzynarodowa Konferencja Młodych Naukowców w dziedzinach: matematyka, fizyka, informatyka i ekologia – 25–30.04.2005

Więcej informacji można znaleźć na stronie internetowej:

www.pm.katowice.pl/fizyka/

LETNIA MIĘDZYNARODOWA SZKOŁA DLA MŁODYCH FIZYKÓW

(International Summer School for Young Physicist – ISSYP*)

W celu wyłonienia 2 uczniów, którzy w sierpniu 2005 pojadą do Perimeter Institute (PI) w Waterloo, Kanada, **Instytut Fizyki Teoretycznej we Wrocławiu** organizuje

I POLSKI KONKURS KWALIFIKACYJNY DO ISSYP

REGULAMIN KONKURSU

1. W KONKURSIE mogą wziąć udział uczniowie klas I i II szkół ponadgimnazjalnych (zainteresowani przedmiotami ścisłymi i posługujący się biegle językiem angielskim w mowie i piśmie), zwani dalej *uczestnikami*, pod opieką nauczyciela fizyki/matematyki lub wychowawcy, zwanego dalej *koordynatorem*.

2. Uczestnicy:

2.1. Piszą esej na jeden z poniżej wymienionych tematów:

- „Dlaczego uważam, że fizyka jest ciekawa”
- „Dlaczego warto uczyć się fizyki i matematyki”

* <http://www.perimeterinstitute.ca/activities/community/highschool/summerinstitute.php>

- „Najciekawsze, moim zdaniem, książki popularnonaukowe dotyczące fizyki i matematyki”
- „Fizyka – moja pasja”

Esej powinien zawierać do 1000 słów i powinien być napisany w dwu wersjach językowych – polskiej i angielskiej.

2.2. Wypełniają formularz zgłoszeniowy, który ma być dostępny na stronie

www.ift.uni.wroc.pl

3. Koordynator (opiekun ucznia):

wypełnia ankietę (dostępną na www.ift.uni.wroc.pl)

wysyła zgłoszenie zawierające:

- wypracowanie w dwu wersjach językowych,
- wypełniony formularz zgłoszeniowy,
- ankietę wypełnioną przez koordynatora

na adres

Instytut Fizyki Teoretycznej

plac Maxa Borna 9

Wrocław

Z DOPISKIEM „Polskie uczestnictwo w ISSYP”

4. Termin nadsyłania zgłoszeń upływa 1 lutego 2005 roku.

5. Autorzy najlepszych prac zostaną zaproszeni do IFT UW r na kolejny etap kwalifikacji (marzec 2005), a dwie spośród zaproszonych osób zostaną zakwalifikowane na wyjazd do PI w Kanadzie.

Zakopiańskie Przedszkole Fizyki

Zainteresowanych informujemy, iż w dniach 6.06–10.06.2005 planowane jest Przedszkole Fizyki przy XLIV Szkole Fizyki Teoretycznej w Zakopanem.

Zgłoszenia należy kierować na adres dr Zofii Gołąb-Meyer: meyer@th.if.uj.edu.pl oraz śledzić komunikaty w Internecie.





KOMUNIKAT

Konkursy fotograficzne

Z okazji Światowego Roku Fizyki PTF ogłasza:

Konkurs fizyczno-fotograficzny pod nazwą „Fotografujemy zjawiska fizyczne” przeprowadzony we wszystkich gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych w Polsce.

Organizatorami konkursu są Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne S.A. oraz Polskie Towarzystwo Fizyczne.



Kontakt: mgr Maria Dobkowska, koordynator
e-mail: mariado@interia.pl

Koło Młodych Fizyków przy MDK w Wieluniu ogłasza:

III Ogólnopolski konkurs fizyczno-fotograficzny „Zjawiska fizyczne wokół nas”

Oferta dla uczniów z gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych

Organizatorzy konkursu: Starosta wieluński, Młodzieżowy Dom Kultury („Domek Harcerza”) w Wieluniu, Koło Młodych Fizyków przy MDK w Wieluniu



Warunki udziału w konkursie

Konkurs jest adresowany do uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych. Warunkiem udziału w konkursie jest przesłanie lub osobiste dostarczenie do Młodzieżowego Domu Kultury **WŁASNORĘCZNIE WYKONANYCH ZDJĘĆ**, przedstawiających dowolnie wybrane zjawiska fizyczne, dostrzeżone w otaczającej przyrodzie lub świadomie wyeksponowane w przeprowadzonym przez ucznia eksperymencie.

Oczekujemy od Was na fotografie barwne lub czarno-białe wyłącznie formatu 13×18 cm i poprawne technicznie.

Konkurs rozstrzygniemy w dwóch kategoriach:

- a) fotografie przedstawiające określone zjawiska fizyczne
- b) serie zdjęć ilustrujące eksperymenty fizyczne

Prosimy Was, abyście na odwrocie każdej fotografii podali: swoje nazwisko i imię, nazwę szkoły, telefon (faks) i koniecznie nazwisko nauczyciela, jeśli prace wykonane były z jego pomocą.

Prosimy także, abyście na oddzielnie załączonej kartce podali **nazwę zjawiska** oraz zamieścili **krótki opis swojego eksperymentu fizycznego**. Ułatwi to pracę komisji konkursowej, ale przede wszystkim unikniemy fałszywej interpretacji treści Waszych zdjęć.

Na fotografii oczekiwać będziemy do 14 maja 2005 r.

- O wynikach konkursu, laureatów i finalistów powiadomimy telefonicznie, natomiast nagrody rzeczowe, dyplomy i podziękowania prześlemy pocztą.
- Prace nagrodzone i wyróżnione zostaną wyeksponowane w galerii Młodzieżowego Domu Kultury.
- Prac nadesłanych na konkurs nie odsyłamy, stanowią one własność organizatora i będą wykorzystywane na zajęciach w Kole Młodych Fizyków, które od wielu lat funkcjonuje w MDK.
- Ponadto organizatorzy zastrzegają sobie prawo do ewentualnego opublikowania nadesłanych zdjęć z podaniem danych autora.
- Komisja konkursowa nie będzie kwalifikować prac niesamodzielnych (np. „ściągniętych” z Internetu).

Wierzymy, że udział w trzeciej już edycji konkursu fizyczno-fotograficznego będzie dla Was pasjonującą przygodą edukacyjną.

Informacji o konkursie udziela i prace przyjmuje:
Sekretariat MDK, ul. 3 Maja 29, 98-300 Wieluń
tel.: (043) 843-87-80; e-mail: mdkwielun@wp.pl



KOMUNIKAT

XII Międzynarodowa Konferencja Młodych Naukowców

w dziedzinach: matematyka, fizyka, informatyka i ekologia
25.04–30.04.2005 – Pałac Młodzieży w Katowicach

Rok 2005 ogłoszony został Międzynarodowym Rokiem Fizyki. Ważnym elementem obchodów Światowego Roku Fizyki będzie organizowana przez Pałac Młodzieży w Katowicach XII Międzynarodowa Konferencja Młodych Naukowców w dziedzinach: matematyka, fizyka, informatyka i ekologia, która odbędzie się w dniach 25–30 kwietnia 2005.

Celem Konferencji jest prezentacja przez młodzież szkół starszych klas gimnazjalnych i szkół ponadgimnazjalnych badań własnych w zakresie matematyki, fizyki, informatyki i ekologii lub o charakterze interdyscyplinarnym, przeprowadzonych pod okiem nauczycieli i pracowników naukowych. Każdy uczeń szkoły ponadgimnazjalnej powinien mieć wszelkie informacje na temat przyszłej pracy w interesującej go dyscyplinie. **Zawody** te stwarzają taką możliwość, aby nabywać naukową wiedzę z danej dziedziny.

10-minutowe prezentacje multimedialne i eksperymentalne będą oceniane przez międzynarodowe Jury (pracownicy naukowcy). Prace zostaną ocenione według czterech kryteriów:

1. Unikalność problemu, przyczyny i powód wyboru tematu.
2. Wyniki, użyte przyrządy, poziom użytych argumentów.
3. Jakość prezentacji.
4. Ogólne wrażenia wiedza i zrozumienie tematu.

Najlepsze prace zostaną nagrodzone.

Konferencja corocznie organizowana jest przez inne państwo – w 2000 r. w Holandii, w 2001 r. w Polsce (Pałac Młodzieży w Katowicach, Prezydent Konferencji Urszula Woźnikowska-Bezak), w 2002 r. w Gruzji, w 2003 r. w Czechach, w 2004 r. w Nijmegen, Holandia, i w 2005 r., Światowym Rokiem Fizyki, Pałac Młodzieży w Katowicach.

Opiekun Naukowy prof. dr hab. Marek Zrałek (UŚ w Katowicach)	Pałac Młodzieży im. prof. A. Kamińskiego w Katowicach
Patronat prof. dr hab. Maciej Kolwas (Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Fizycznego)	Prezydent XII Międzynarodowej Konferencji Młodych Naukowców – mgr Urszula Woźnikowska-Bezak



KOMUNIKAT

Zakład Dydaktyki Fizyki, Instytut Fizyki im. A. Chełkowskiego
Uniwersytet Śląski
zaprasza na

STAŁE WYKŁADY Z FIZYKI

dla szkół ponadgimnazjalnych
połączone z pokazami
oraz na

ZAMAWIANE WYKŁADY Z FIZYKI

dla wszystkich szkół
połączone z pokazami
realizowane na zamówienie każdej szkoły

Wykłady będą się odbywać w gmachu Instytutu Fizyki przy ul. Uniwersyteckiej 4 w Katowicach, od października do końca roku szkolnego.

Wykłady stałe: w każdą pierwszą środę miesiąca, godz. 10⁰⁰, cena biletu **4 zł** od osoby, tematy wykładów będą ogłaszane z miesięcznym wyprzedzeniem.

Wykłady zamawiane: w pozostałe środy, cena biletu wynosi **8 zł** od osoby za jednogodzinny wykład (dla nauczycieli wstęp bezpłatny).

Tematy, terminy i godzinę rozpoczęcia wykładów należy uzgodnić co najmniej dwa tygodnie wcześniej telefonicznie lub osobiście w Zakładzie Dydaktyki Fizyki.

Tel.: (032) 3591596 lub (032) (2588-211, lub 2588-230, lub 2587-231, lub 2599-601) wew. 1170.

Uwaga:

Zgłoszenia na wykłady zamawiane przyjmujemy od grup nie mniejszych niż 30 osób.

Program pokazów



„Energia zmienną jest”

Ilość energii we Wszechświecie jest stała, nie oznacza to jednak, że nic się nie dzieje... energia cały czas zmienia swe oblicze. Rozróżniamy energię potencjalną i kinetyczną, ciepłą i mechaniczną, chemiczną i jądrową... ale to ciągle ta sama, znajoma energia.



„Fizyka na biwaku”

Biwakowanie bywa praktycznym sprawdzianem znajomości wielu praw i zjawisk fizycznych związanych z przewodnictwem cieplnym, napięciem powierzchniowym, przemianami energii, a także z procesami zachodzącymi w atmosferze. Pokażemy, jak znajomość fizyki może pomóc nam w leśnej głuszy.



„Pod napięciem”

Wykład wprowadza w tajemnice wyładowań atmosferycznych i przybliża sposoby działania piorunochronów. Zobaczymy wyładowania o dużej energii, poznamy właściwości elektrycznych pól statycznych i zmiennych. Przekonamy się także, jak zachowują się organizmy żywe pod napięciem 50 tysięcy wolt.



KOMUNIKATY REDAKCJI

SPOTKANIA ŚRODOWE W IF UJ

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

Uprzejmie informujemy, iż w roku szkolnym 2004/2005 w **środy o 16⁰⁰** w Instytucie Fizyki UJ odbywać się będą wykłady i pokazy dla młodzieży szkół średnich, jak również dla gimnazjów.

Tytuły i terminy można znaleźć na stronie internetowej:

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

W chwili druku tego zeszytu zaplanowano:

12 I 2005 – dr Zofia Gołąb-Meyer – *O ruchu falowym* (dla gimnazjalistów)

19 I 2005 – mgr Bogusz Kinasiewicz – *O planetach* (dla gimnazjalistów)

23 II 2005 – dr Marek Gołąb – *Jak to działa? – Wykorzystanie elektronów* (dla gimnazjalistów)

9 III 2005 – dr hab. Hubert Harańczyk – *Fizyka baśni – o niemożliwości istnienia krasnoludków, smoków i olbrzymów* (dla licealistów)

30 III 2005 – dr hab. Piotr Bizoń – *Fizyka jest łatwa – analiza wymiarowa* (dla licealistów)

6 IV 2005 – prof. dr hab. Wojciech Gawlik – *Najniższe temperatury we Wszechświecie* (dla licealistów)

13 IV 2005 – dr Monika Marzec, Adriana Mikułko – *Zmiany stanów skupienia* (dla gimnazjalistów)

20 IV 2005 – Antoni. Tekieli, Szymon. Godlewski – *Jak łatwo zobaczyć efekty kwantowe, czyli o przewodności elektrycznej w nanodrutach* (dla licealistów)

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

**Uczestnictwo w wykładach wyłącznie po zgłoszeniu telefonicznym:
663 55 63 bądź 663 56 77, lub za pośrednictwem e-mail: foton@if.uj.edu.pl**

Przypominamy Państwu, że rok 2005 jest ogłoszony Światowym Rokiem Fizyki. Zapraszamy na stronę internetową PTF. W szczególności prosimy zwrócić uwagę na Zjazd Fizyków Polskich we wrześniu 2005 roku w Warszawie i na konkursy dla nauczycieli. Imprezy i konkursy organizowane przez Państwa mogą odbywać się w ramach Światowego Roku Fizyki. Należy je zarejestrować w Krajowym Komitecie Organizacyjnym ŚRF 2005.

<http://fizyka2005.fuw.edu.pl/index2.php>

Zachęcamy do odwiedzenia strony

<http://www.wsip.com.pl/serwisy/czasfiz/index.htm>

na której zamieszczono ostateczną wersję „Standardów Osiągnięć” z fizyki dla gimnazjum. Istnieje tam możliwość poparcia postulatu (przez złożenie podpisu, by standardy stały się obowiązującym wzorcem. „Standardy” są wynikiem dwuletniej pracy wielu osób z różnych ośrodków dydaktycznych. Końcowa wersja powstała w czasie trwania Jesiennej Szkoły Dydaktyki w Borowicach, 8–12 listopada 2004.

