

Foton 93

LATO
2006

Pismo dla nauczycieli fizyki i przyrody oraz ich uczniów

INSTYTUT FIZYKI • UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

Fotosynteza
Kosmiczna zupa
Czego nauczył nas Lem
Wampiry i nanorurki





Stanisław Lem jako gimnazjalista
Lwów 1934 rok
(ze strony internetowej www.lem.pl)



Od Redakcji

Planowana przed laty przez ministra Handkego reforma miała w zamyśle dać wreszcie nauczycielom swobodę – możliwość realizowania swoich pomysłów, czasami nowatorskich i ryzykownych, a czasami wypracowanych przez lata praktyki.

Z kadłubka reformy pozostały piękne słowa i znowu ciasny gorset podstaw programowych. Ale też pozostało wąskie, bo wąskie, ale jednak pole manewru. Gorąco zachęcam, a lato jest sposobne do rozmyślań twórczych, do wypracowania swoich koncepcji nauczania. Wszelako należy podejść do tego ze świadomością ogromu niezbędnego wysiłku i być przygotowanym na konieczność współpracy z innymi nauczycielami. Bardzo pouczający jest artykuł Matthew Sandsa w *Postępkach Fizyki* o narodzinach w bólu wykładów z fizyki Feynmana. Widzimy, ile pracy musiał włożyć pokaźny zespół ludzi, dowiadujemy się na jakie trudności natrafiano z powodu, niekiedy słusznych, obiekcji tradycjonalistów. *Uchwycić mądrość Feynmana* to lektura obowiązkowa.

Przygotowaliśmy dla Państwa zestaw wakacyjny z fotosyntezą i wampirami, a cytowane przez nas proste doświadczenia mogą być wykonane na wakacjach. Biografia niezwykłego człowieka, jakim był Faraday, też na pewno przyciągnie Państwa uwagę. Nie zabrakło też artykułu o Stanisławie Lemie, kultowym pisarzu paru pokoleń fizyków. Zachęcamy do przysyłania do Redakcji wypowiedzi na temat „obecność Lema na moich lekcjach fizyki”.

Redakcja życzy Państwu miłego odpoczynku.

Z.G-M



Contents

Editorial	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	1
Is cosmic soup too salty?	
<i>Wojciech A. Hellwing</i>	4
Why is photosynthesis interesting?	
<i>Květoslava Burda</i>	8
Incredible career of magnetic field	
<i>Szymon Pustelny</i>	17
Vampires, nanotubes and secrets of porphyrins	
<i>Ewa Gudowska-Nowak</i>	22
Michael Faraday	
<i>Bronisława Średniawa</i>	30
What did Stanisław Lem teach us?	
<i>Krzysztof Fiałkowski</i>	38
Science museums in Poland	
<i>Henryk Zbigniew Wrembel</i>	40
Problems. Noises from the cave	
<i>Adam Smólski</i>	43
Experiments	
Summer experiment – <i>Michael Faraday</i>	45
After dinner experiment – <i>Waldemar Gorzkowski</i>	46
Obligatory experiment: Camera Obscura – <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	47
Announcement. Pocket experiment	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	48
What to read.....	50
Reading in English.....	51
Physics in the Internet.....	52
Electromagnetic waves and philately	
<i>Jerzy Bartke</i>	54
LV Olympic Games 2005/2006	
<i>Stanisław Urban</i>	56
Announcement.....	59
Editorial News.....	65



Spis treści

Od Redakcji	
<i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	1
Czy kosmiczna zupa jest za słona?	
<i>Wojciech A. Hellwing</i>	4
Dlaczego warto zajmować się fotosyntezą?	
<i>Květoslava Burda</i>	8
Niezwykła kariera pola magnetycznego	
<i>Szymon Pustelny</i>	17
Demitologizacja symboli, czyli o wampirach, nanorurkach i tajemnicach porfiryn	
<i>Ewa Gudowska-Nowak</i>	22
Michael Faraday	
<i>Bronisława Średniawa</i>	30
Czego nauczył nas Lem?	
<i>Krzysztof Fiałkowski</i>	38
Eksplozoria fizyczne w Polsce	
<i>Henryk Zbigniew Wrembel</i>	40
Kącik zadań. Odgłosy z jaskini	
<i>Adam Smólski</i>	43
Kącik doświadczalny	
Doświadczenie wakacyjne – <i>Michael Faraday</i>	45
Doświadczenie na deser – <i>Waldemar Gorzkowski</i>	46
Camera obscura – <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	47
Komunikat. Doświadczenie z kieszeni	
<i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	48
Co czytać	50
Czytamy po angielsku	51
Fizyka w Internecie	52
Fale elektromagnetyczne i filatelistyka	
<i>Jerzy Bartke</i>	54
Informacje o przebiegu i wynikach LV Olimpiady Fizycznej 2005/2006 w Okręgu Małopolskim	
<i>Stanisław Urban</i>	56
Konkurs „Fizyczne ścieżki”	59
Konkurs dla nauczycieli „Bezpieczniej z prądem”	62
Ogłoszenia Redakcji	65



Czy kosmiczna zupa jest za słona?

Wojciech A. Hellwing¹

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, Warszawa

Jeszcze 10–15 lat temu wydawało się, iż współczesna kosmologia wyrastająca z podstaw jakie na początku zeszłego stulecia nakreślili Einstein, Friedman, Lemaître, Robertson, Hubble i inni, jest zasadnym i coraz lepiej funkcjonującym obrazem Wszechświata. Równania Friedmana, które pojawiły się w wyniku zastosowania ogólnej teorii względności (OTW) Alberta Einsteina do opisu jednorodnego i izotropowego Kosmosu, dawały obraz ekspandującej przestrzeni, której ewolucja jest zdominowana najpierw przez promieniowanie a później materię.

Obraz ten diametralnie zmieniły odkrycia, które stały się następstwem gwałtownego rozwoju możliwości obserwacyjnych w ostatnich dwóch dekadach. Mowa o odkryciu, że całkiem niedawno Wszechświat z fazy spowalniającej ekspansji wszedł w fazę ekspansji przyspieszonej oraz ustaleniu, że dane silnie faworyzują płaski model przestrzeni z wkładem materii do gęstości krytycznej rzędu zaledwie 1/3.

Konieczne stało się poszukiwanie natury „paliwa”, które napędza kosmiczną ekspansję i dopełnia zarazem gęstość Wszechświata do gęstości krytycznej. Ów tajemniczy składnik (bądź nowa fizyka, która manifestuje się jak taki składnik) przyjęło się nazywać ciemną energią.

W 1998 roku dwa zespoły (*Supernova Cosmology Project* i *High-Z Supernova Team*), na podstawie diagramu Hubble’a skonstruowanego dla odległych supernowych, odkryły niezależnie, iż lokalny Wszechświat przyspiesza swoją ekspansję. Od tego czasu odkrycie to zostało potwierdzone przez wiele następnych obserwacji i jest obecnie powszechnie uznawane przez kosmologów. Jednakże mimo ciągłego wzrostu dokładności i ilości danych obserwacyjnych dotyczących fenomenu ciemnej energii wciąż wiemy bardzo mało na temat charakteru „paliwa” napędzającego kosmiczną ekspansję.

Pierwszym i oczywistym kandydatem na ciemną energię była niezerowa stała kosmologiczna – Λ , którą Albert Einstein wprowadził do równań ogólnej teorii względności by, paradoksalnie, uzyskać statyczny wszechświat. Gdy w latach 20. XX wieku Edwin Hubble odkrył ucieczkę galaktyk, wprowadzenie Λ do równań OTW Einstein nazwał swoją największą pomyłką. Okazuje się jednak, że po raz kolejny intuicja nie myliła genialnego uczonego, gdyż obecne oszacowania obserwacyjne wskazują z 99% pewnością na dodatnią wartość tej stałej. Niezerowa wartość Λ odpowiada energii próżni, która wywiera ujemne ciśnienie powodując powstawanie siły odpychającej, działającej w kosmologicznej skali odległości. Klasycznie rozumiana stała kosmologiczna może być utożsamiona z kwantową

¹ pchela@camk.edu.pl

energiją fluktuacji próżni. Jak wiemy z teorii kwantów, próżnia fizyczna nie jest „pusta”, wypełnia ją morze pojawiających się i znikających wirtualnych cząstek i pól kwantowych. Niestety, kwantowanie energii próżni daje absurdalnie olbrzymią wartość Λ , różniącą się od wartości obserwowanej o czynnik rzędu 10^{120} ! Dlatego większość obecnych modeli teoretycznych opisujących ciemną energię zakłada, iż jakaś nieznaną symetrią ustawia wartość klasycznej (związanej z energią próżni) stałej kosmologicznej równą zero i zajmuje się modelowaniem efektywnej stałej kosmologicznej, by wyjaśnić akcelerację Wszechświata.

Kosmologowie, badając ewolucję zimnego² Kosmosu, wypełniają przestrzeń różnymi *plynami doskonałymi*. Każdy taki płyn doskonały modeluje inny składnik Wszechświata i ma swoje własne równanie stanu (równanie wiążące gęstość energii z ciśnieniem) w ogólnej postaci $p = \omega \rho c^2$. Tutaj p oznacza ciśnienie, ρ gęstość, zaś c to prędkość światła. Parametr ω przybiera różne wartości dla różnych składników. Dla promieniowania mamy $\omega = 1/3$, dla materii $\omega = 0$, zaś dla stałej kosmologicznej $\omega = -1$. Dla takiego opisu ukuto nawet obiegowy termin „kosmicznej zupy”, której różne składniki odpowiadają różnym formom energii w Kosmosie.

Słyszynym już pomysłem na ciemną energię jest właśnie kosmiczny płyn doskonały w postaci pola skalarnego, który szumnie nazwano *kwintesencją*. W modelu tym za efektywną stałą kosmologiczną odpowiada pole skalare, które ewoluje powoli w dół swojego potencjału. Oznacza to, że człony kinetyczne w lagranżjanie kwintesencji są małe w porównaniu z członami potencjalnymi. Dzięki temu kwintesencja może imitować Λ z parametrem ω równym -1 . Dla odpowiednio dobranej funkcji potencjału gęstość energii związana z kwintesencją zaczyna dominować nad innymi formami energii we Wszechświecie w późnych etapach ewolucji i tym samym powoduje obserwowaną przyspieszoną ekspansję przestrzeni. Kwintesencja jest jednak czysto fenomenologicznym modelem, gdyż jak na razie żadna teoria fizyczna nie przewiduje istnienia jednorodnego i izotropowego pola skalarnego, którego potencjał wynikałby *explicite* z teorii. To nie jedyny problem tego modelu. Możliwe jest bowiem stworzenie modeli innych pól skalarnych o całkiem odmiennych od kwintesencji lagranżjanach (np. pole tachionowe), które równie dobrze udają stałą kosmologiczną. Co gorsza, nie można dokonać rozróżnienia pomiędzy tymi modelami na podstawie obserwacji historii ewolucyjnej Wszechświata (czyli np. jasności blasku odległych supernowych). Wystarczy bowiem odpowiednio skonstruować funkcję potencjału, by różne lagranżjany (więc różne pola skalarne) prowadziły do tej samej zadanej postaci ewolucji.

² Przez zimny rozumiemy tu taki stan, w którym różne składniki (promieniowanie, materia barionowa, ciemna materia itd.) nie są względem siebie w stanie równowagi termodynamicznej.

Nie jest wiadome, czy którakolwiek z odmian teorii kwantowej (teoria strun, supersymetria itp.) będzie w stanie przewidzieć dokładną postać potencjału i wyjaśnić fizyczny mechanizm stojący za kwintesencją. Dlatego kosmologowie nie siedzą z założonymi rękoma czekając aż fizycy wysokich energii znajdą właściwą odpowiedź. W ciągu ostatnich kilku lat zostało zaproponowanych kilka bardzo ciekawych, alternatywnych wobec kwintesencji, modeli ciemnej energii.

Jednym z owych alternatywnych modeli jest tzw. model *uogólnionego gazu Czapłygina* (UGC). Gaz Czapłygina to płyn doskonały, który podlega egzotycznemu równaniu stanu. Nazwa pochodzi od nazwiska znanego rosyjskiego fizyka Siergieja Aleksiejewicza Czapłygina (1869–1942), który jako pierwszy sformułował równanie stanu postaci $p = -A/\rho^\alpha$. Model UGC jest atrakcyjny ze względu na to, iż daje on możliwość opisanie ciemnej energii i ciemnej materii w ramach jednej teorii. W podejściu tym zakłada się, iż ciemna materia i energia stanowią jedną mieszaninę wypełniającą Wszechświat. Oba składniki płynu doskonałego mogą ze sobą oddziaływać poprzez transfer energii. Odpowiednie dobranie parametrów A i α powoduje, że wzmożony transfer energii od składnika ciemnej materii do składnika o ujemnym ciśnieniu (ciemnej energii) następuje dopiero dla późnych etapów ewolucji. Dzięki temu epokę przyspieszonej ekspansji (czyli dominacji ciemnej energii) poprzedza długa epoka dominacji materii, co jest w zgodzie z obserwacjami. Warto zaznaczyć również, iż w modelu tym własności uogólnionego gazu Czapłygina wyprowadza się z lagranżjanu w postaci zaczerpniętej z nieliniowej teorii uogólnionego elektromagnetyzmu Borna-Infelda. Hipoteza ta napotyka jednak na dosyć poważne trudności w kontekście formowania się struktur we Wszechświecie. Składnik utożsamiany z ciemną energią powoduje, że prędkość dźwięku w UGC staje się bardzo duża, gdy energia z ciemnej materii jest przekazywana do ciemnej energii. Efekt ten powodowałby powstawanie niefizycznych oscylacji czy wręcz eksponencjalnych „erupcji” w widmie mocy fluktuacji gęstości materii, co oczywiście nie jest obserwowane. Kosmologowie pracują obecnie nad rozwiązaniem tego problemu, a sam model pozostaje wciąż ciekawą alternatywą pozwalającą opisać dwa mroczne składniki Kosmosu.

To tylko bardzo krótki przegląd współczesnych koncepcji ciemnej energii; w rzeczywistości, gdybyśmy chcieli przedstawić mnogość rozważanych przez naukowców pomysłów na owo tajemnicze „paliwo” napędzające obecną przyspieszoną ekspansję Wszechświata, musielibyśmy napisać opasłe tomy. Być może wspomniana kosmiczna zupa jest już wystarczająco „słona” i dodawanie do niej nowego składnika, który miałby opisywać ciemną energię, spowoduje tylko jej „przesolenie”. Posługując się analogią, możemy powiedzieć, że wolelibyśmy, aby nasza kosmiczna zupa była smaczna, czyli dobrze opisywała obserwowany Wszechświat. Jak zatem wyjaśnić fakt, iż galaktyki rozbiegają się coraz szybciej wbrew przyciągającej je grawitacji? Odpowiedź może leżeć właśnie w samej naturze grawitacji.

Dotychczas kosmologia opierała się na OTW Einsteina, milcząco ekstrapolując jej zakres stosowania od rozmiarów Układu Słonecznego do całego Wszechświata. Ponieważ OTW została dokładnie sprawdzona tylko w naszym układzie planetarnym, użycie jej do opisu całego Kosmosu jest rozszerzeniem „na wiarę” o rząd wielkości 10^{13} ! Oczywiście OTW przez szereg lat była jedynym dostępnym „narzędziem” dla kosmologii i, co więcej, ma wspaniałe osiągnięcia na tym polu (jak model Lemaître-Friedmana). Być może trudności związane z opisaniem ciemnej energii są pierwszym sygnałem wskazującym na nasz brak głębszego zrozumienia natury grawitacji. Nie mam tu na myśli sławnej i wciąż poszukiwanej kwantowej teorii grawitacji, której efekty, jakiegokolwiek by nie były, są do pominięcia w kosmologicznych skalach odległości. Aby móc wyjaśnić obserwowany fenomen ciemnej energii musielibyśmy opracować nową niskoenergetyczną teorię grawitacji, dla której OTW jest tylko szczególnym przypadkiem, obowiązującym dla odległości mniejszych niż promień Wszechświata. Taką próbą modyfikacji teorii Einsteina jest grawitacja DGP (od autorów: Dvali Gabadadze-Porrati). Zakłada ona, iż żyjemy uwięzieni na trójwymiarowej *branie* zanurzonej w pięciowymiarowej czasoprzestrzeni. Dodatkowy, nieskończony wymiar przestrzenny jest dostępny jednak tylko dla grawitacji, która „wycieka” z naszej *brany* do tzw. pustki. W tej teorii istnieje nowa uniwersalna stała przyrody, tak zwana *odległość przejścia*. Odległość ta charakteryzuje dystans, na którym czterowymiarowe prawa grawitacji (czyli OTW) załamują się i przechodzą w pięciowymiarowe. Odległość przejścia jest porównywalna z obecnym promieniem Wszechświata. Teoria ta tłumaczy obserwowaną akcelerację Kosmosu właśnie przez osłabienie grawitacji na olbrzymich odległościach. Przejście z fazy spowolnionej ekspansji do fazy przyspieszonej jest tłumaczone tym, że Wszechświat musiał osiągnąć odpowiednie rozmiary, by wyżejwymiarowy efekt grawitacyjny stał się znaczący. Okazuje się jednak, że mimo olbrzymiej wartości odległości przejścia rzędu 3 Gpc (gigaparseków) istnieją pewne specyficzne dla tej teorii efekty, które można by zaobserwować na znacznie krótszych odległościach. Już w niedalekiej przyszłości czułość naszych instrumentów powinna osiągnąć próg wymagany do detekcji takich efektów.

Niezależnie od tego, który model ostatecznie okaże się prawdziwy, możemy z pewnością powiedzieć, iż przyroda zaskoczyła nas po raz kolejny. Dlatego pewne jest, iż wyjaśnienie zagadki ciemnej energii przyniesie nam nowy i fascynujący obraz Wszechświata, w którym przyszło nam żyć.

W kosmologii **brany** to obiekty podobne do naszego czterowymiarowego Wszechświata, które poruszają się w hiperprzestrzeni o większej liczbie wymiarów. Dwuwymiarowa brana rozpostarta (zanurzona) w 3 wymiarach to po prostu znana nam wszystkim membrana (fizycznie realizowana np. w głośnikach).



Dlaczego warto zajmować się fotosyntezą?

Květoslava Burda

Instytut Fizyki UJ

Fotosynteza jest procesem odpowiedzialnym za wykorzystanie energii słonecznej do produkcji związków organicznych niezbędnych dla wszystkich organizmów żywych. W procesie tym, poza światłem, potrzebna jest woda i dwutlenek węgla pochodzący z atmosfery.

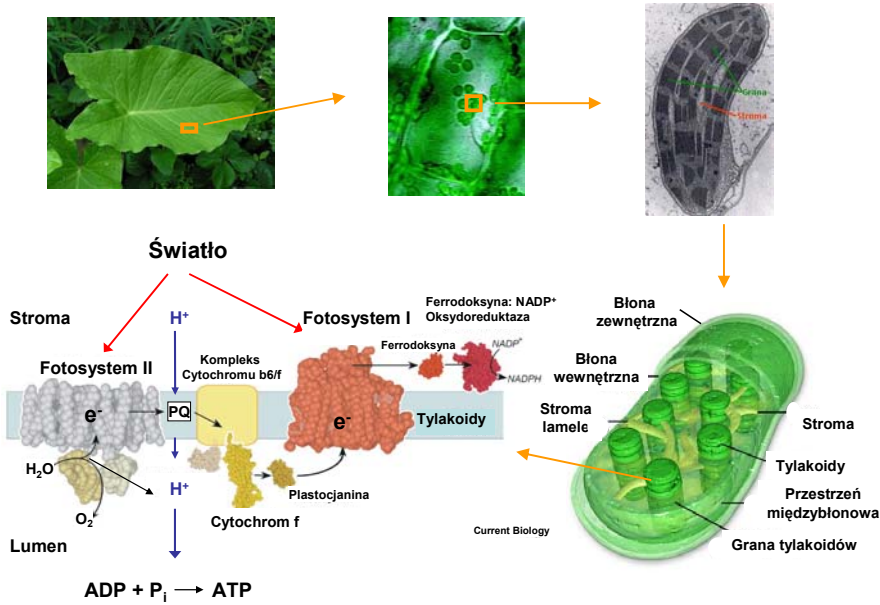
Rozwój pierwszych organizmów zdolnych do fotosyntezy, około 3.5 miliarda lat temu, zapoczątkował życie na Ziemi. Przeważała wtedy fotosynteza beztlenowa, w której zewnętrznym źródłem elektronów i protonów był np. H_2S . Fotosynteza tlenowa pojawiła się ponad 2 miliardy lat temu. Cyjanobakterie, glony i rośliny wyższe wykształciły aparat fotosyntetyczny, który pozwolił na ekstrakcję elektronów i protonów z wody, powszechnie występującej na powierzchni naszej planety. Produktem ubocznym tej reakcji był tlen cząsteczkowy (O_2).

Pojawienie się tlenu w atmosferze zadecydowało o kierunku ewolucji życia. Tlen jest niezbędny w procesie oddychania, w wyniku którego związki organiczne są utleniane z powrotem do dwutlenku węgla i wody z jednoczesnym uwolnieniem energii koniecznej do funkcjonowania organizmów żywych.

Fotosynteza jest procesem zamieniającym energię świetlną w energię chemiczną poprzez łańcuch złożonych reakcji biofizycznych i biochemicznych zachodzących w chloroplastach roślin i komórkach fotosyntetycznych prokariotów.

Sterowane światłem reakcje zlokalizowane są w wewnętrznej błonie chloroplastów, nazywanej tylakoidami (Rys. 1). Fotosynteza składa się z szeregu reakcji, począwszy od rozkładu cząstek wody na tlen cząsteczkowy, kationy wodoru i elektrony, poprzez liniowy transport elektronów, a zakończywszy na tworzeniu NADPH i ATP, związków będących źródłem energii chemicznej wykorzystywanej w metabolizmie komórkowym (szczegóły w Uzupelnieniu 1).

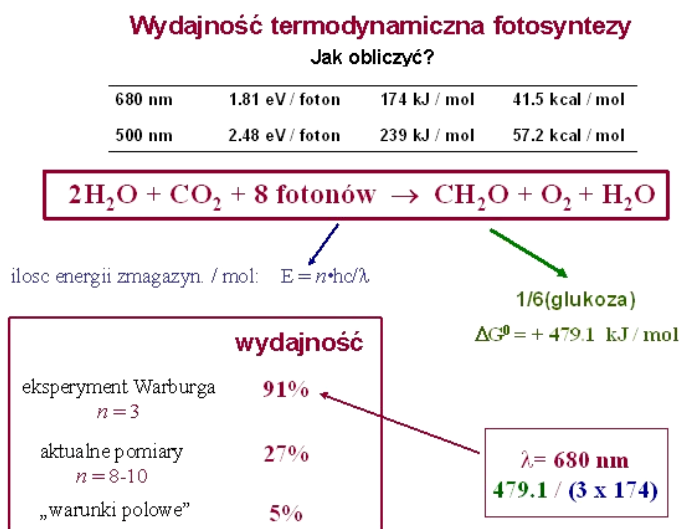
Uzupelnienie 1. Trzy kompleksy współdziałają w łańcuchu transportu elektronów w tylakoidach: fotosystem II (PSII), kompleks cytochromu b6/f i fotosystem I (PSI). Fotosystem II uważany jest za „serce” całego aparatu fotosyntetycznego. To właśnie on wykorzystuje energię światła do katalizy wody, która rozszczepia się na tlen cząsteczkowy, protony (H^+) i elektrony. Przekaz elektronów pomiędzy PSII i PSI jest możliwy dzięki dwóm ruchliwym nośnikom elektronów: plastochinonowi (PQ) i plastocjaninie (PC). Następujące kolejno po sobie reakcje przekazywania elektronów z PSII poprzez cytochrom b6/f do PSI nazywane są fotosyntetycznym liniowym łańcuchem transportu elektronów. Na stronie akceptorowej PSI, $NADP^+$ (forma utleniona fosforanu dwunukleotydu nikotynamidoadeninowego) redukowane jest do NADPH zgodnie z reakcją: $NADP^+ + H^+ + 2e^- \rightarrow NADPH$. Gradient protonowy utworzony w wyniku uwalniania z wody H^+ do wnętrza tylakoidów (strona lumen) i pompowania H^+ z zewnątrz błony do jej wnętrza przez PQ stanowi siłę napędzającą tworzenie ATP (adenozynotrójfosforan).



Rys. 1. Schemat struktury tylakoidów w chloroplastach, zielonych częściach liści oraz schemat łańcucha liniowego transferu elektronów w procesie fotosyntezy, formowania NADPH i ATP, będących końcowymi produktami fazy świetlnej procesu fotosyntezy.

NADPH i ATP powstałe w fazie świetlnej procesu fotosyntezy są wykorzystywane następnie w fazie ciemnej, zwanej cyklem Calvina, w której produkowane są węglowodany i inne związki organiczne. Na tym etapie fotosyntezy zachodzi asymilacja CO_2 . Aby powstała jedna cząsteczka glukozy musi nastąpić sześć kompletnych cykli Calvina, przy czym w każdym z nich zużywane są trzy cząsteczki ATP i dwie cząsteczki NADPH. Proces ten można ująć w następującym równaniu chemicznym:





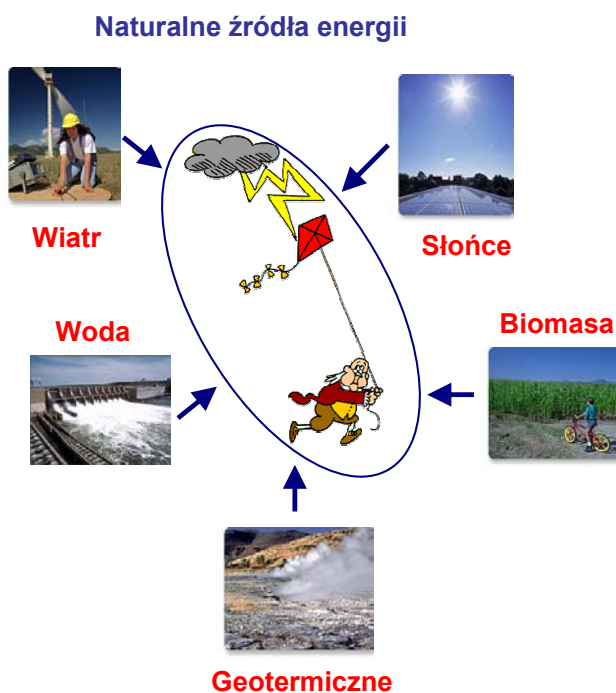
Rys. 2. Termodynamiczna wydajność fotosyntezy

Sposób oszacowania termodynamicznej wydajności całego procesu fotosyntezy został przedstawiony na Rys. 2. Efektywność fotosyntezy nie przekracza 5% (szczegóły zawarte są w Uzupelnieniu 2).

Uzupelnienie 2. Przyjmuje się, że osiem fotonów jest potrzebnych do redukcji jednej cząsteczki CO_2 , czyli wykorzystana energia wynosi $8 \times 174 \text{ kJ/mol}$ dla długości fali 680 nm (jest to maksimum absorpcji centrum reakcji PSII). Energia swobodna reakcji redukcji CO_2 do CH_2O (1/6 cząsteczki glukozy) wynosi 479 kJ/mol. Obliczając stosunek energii związanej w tym procesie do energii włożonej, wyznacza się efektywność procesu fotosyntezy, który sięga 34% w warunkach optymalnych. W rzeczywistości, należałoby uwzględnić absorpcję kwantów energii dla długości fal świetlnych z szerszego zakresu 500–680 nm oraz fakt, że w warunkach naturalnych do utworzenia jednej cząsteczki glukozy potrzebnych jest więcej fotonów, niż zakłada się w warunkach optymalnych. Energia części fotonów ulega rozproszeniu nie dając wkładu do tej reakcji fotochemicznej. Dlatego też wydajność fotosyntezy jest dużo mniejsza i w rzeczywistości nie przekracza 5%.

Słońce w ciągu roku wysyła w kierunku powierzchni Ziemi energię ok. $1,4 \times 10^{18} \text{ kWh}$, ale tylko połowa z niej dociera, gdyż pozostała część ulega rozproszeniu, odbiciu lub absorpcji w atmosferze. Zaledwie $7 \times 10^{14} \text{ kWh}$ jest wykorzystywane przez organizmy fotosyntetyczne (mniej niż 0,1% całkowitej energii wyemitowanej przez Słońce). Jednakże pozostała energia docierająca do Ziemi nie jest tracona, gdyż napędza ona inne procesy energetyczne na powierzchni naszej planety jak wiatry i prądy oceaniczne.

Obecnie ludzkość stoi przed problemem paliwowym, ponieważ szacuje się, iż dostępne rezerwy paliwowe wystarczą zaledwie na ok. 200 lat zakładając, że zużycie energii będzie utrzymywało się na stałym poziomie. Jednakże konsumpcja energii z pewnością wzrośnie wraz z uprzemysłowieniem krajów rozwijających się i stąd konieczność poszukiwania nowych źródeł energii. Marzeniem jest, aby była to energia bezpieczna, czysta i odnawialna. Odnawialne źródła energii mogłyby być w krótkim czasie uzupełniane. Należą do nich między innymi: woda (siła spadku jak i gradienty temperatury wody), wiatr, biomasa, energia słoneczna i geotermiczna (Rys. 3).

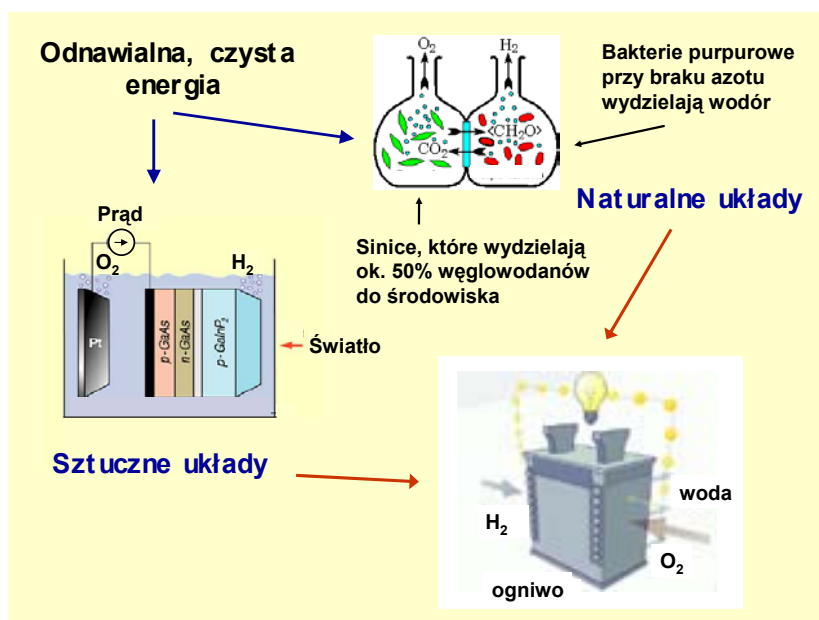


Rys. 3. Naturalne źródła energii

W obliczu kryzysu energetycznego, w ostatnim okresie szczególnie dużo uwagi poświęca się możliwości wykorzystania energii słonecznej i biomasy jako źródeł energii. Prowadzone są prace nad wzrostem wydajności biologicznych źródeł energii przy jednoczesnym obniżeniu kosztów ich eksploatacji. Szczególnie dynamicznie rozwinęły się badania genetyczne organizmów fotosyntetycznych, mające na celu maksymalne wykorzystanie procesu fotosyntezy na poziomie mo-

lekularnym. Można wyróżnić dwa główne kierunki genetycznych i molekularnych badań: (i) pierwszy z nich koncentruje się na poprawie produkcji biomasy w sposób selektywny, aby uzyskać wzrost wydajności odzysku określonych biopaliw (drewno, olej, alkohol), a (ii) drugi z nich dotyczy budowy ogniw paliwowych w oparciu o poznane mechanizmy fizykochemiczne naturalnie występujące w procesie fotosyntezy.

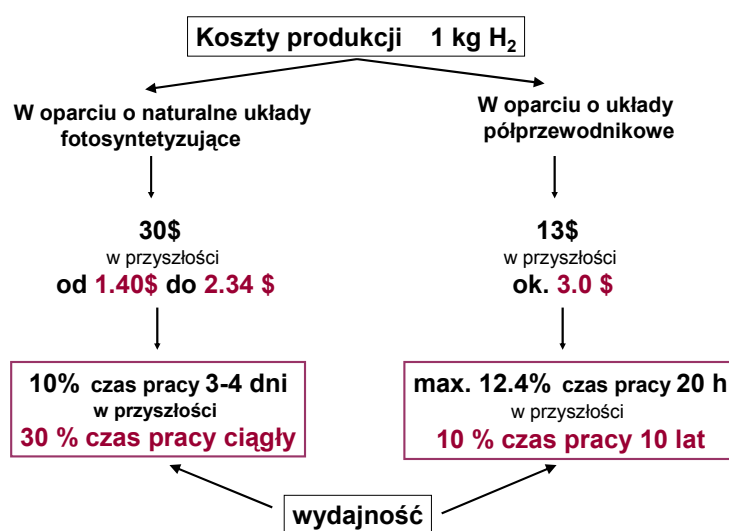
W dalszej części, skoncentrujemy się głównie na wodorze, uważanym obecnie za paliwo przyszłości. Na świecie, wiele grup skupiających specjalistów z różnych dziedzin nauki, między innymi: fizyków, chemików i biologów, pracuje nad tym problemem. Najczystszy sposób produkcji wodoru jest wykorzystanie energii słonecznej do rozszczepienia wody na tlen i wodór. Tego typu proces fotoelektrochemiczny przedstawiony jest na Rys. 4. Ogniwo paliwowe może pracować wykorzystując produkty (O_2 i H_2) powstałe w sztucznych układach półprzewodnikowych, dostępnych już na rynku, lub wytworzone przez naturalne układy fotosyntezy (Rys. 4).



Rys. 4. Naturalne i sztuczne układy zdolne do produkcji H_2

Ogniwo paliwowe jest urządzeniem wykorzystującym tlen i wodór lub paliwo bogate w wodór do wytwarzania prądu. Jeśli użyć czystego H_2 , to ogniwo pali-

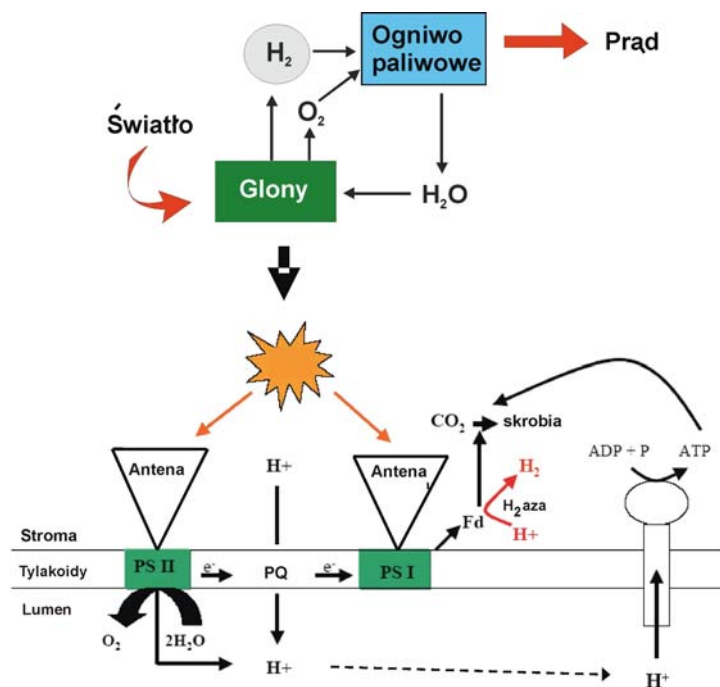
wowe wydziela jedynie ciepło i wodę jako produkt uboczny. Taka produkcja energii w żadnym stopniu nie zanieczyszcza środowiska, a wręcz przeciwnie, jest dla niego przyjazna. Niestety, urządzenia te działające w oparciu o układy półprzewodnikowe są wciąż bardzo drogie, a czas ich pracy zbyt krótki, aby mogły znaleźć powszechne zastosowanie. Układy pracujące w oparciu o organizmy fotosyntetyczne mogłyby być rozwiązaniem tych problemów. Na Rys. 5. zostały przedstawione obecne i przewidywane koszty produkcji wodoru. Z przedstawionego zestawienia jasno wynika, że zarówno koszty jak i wydajność układów naturalnych są znacznie bardziej obiecujące.



Rys. 5. Wydajność i koszty produkcji wodoru

Organizmy fotosyntetyczne produkują wodór z jednoczesnym uwalnianiem tlenu. Jednakże enzym odpowiedzialny za produkcję H₂, zwany hydrogenazą, jest czuły na obecność tlenu. Wzrost stężenia O₂ powoduje zahamowanie wydzielania wodoru. Aby obejść ten problem, podjęto próby skonstruowania mutantów, które byłyby zdolne do produkcji wodoru również w obecności tlenu. Innym rozwiązaniem jest stworzenie takich warunków wzrostu wybranych organizmów fotosyntetycznych, aby można było regulować ich aktywność między fazą wzrostu fotosyntetycznego (wzmoczona produkcja O₂) a fazą produkcji H₂. Za przykład mogą posłużyć niektóre kultury glonów, które wykazują pożądaną zmienną aktywność

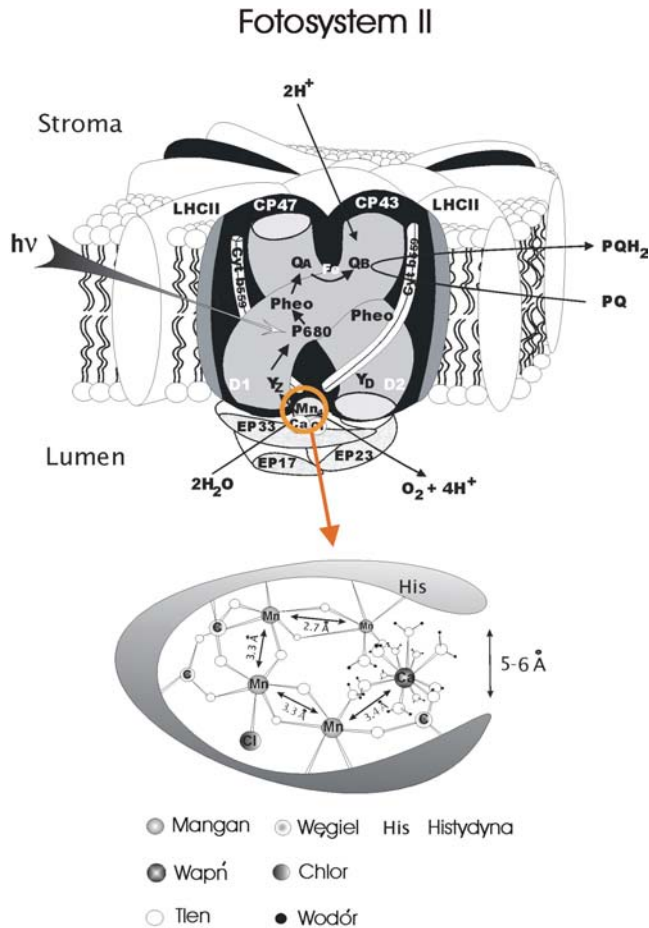
w zależności od koncentracji siarczanów w pożywce. Jak więc widać, istnieje duże spektrum działań fotobiologicznych, które można wykorzystać (Rys. 6).



Rys. 6. Glony mogą zwiększać produkcję tlenu lub wodoru w sposób kontrolowany warunkami zewnętrznymi. (np. dostępność pewnych mikroelementów w pożywce). Kompleks rozszczepiający wodę, zlokalizowany w obrębie fotosystemu II po stronie wewnętrznej błony fotosyntetycznej, odpowiedzialny jest za wydzielanie tlenu. Natomiast hydrogenaza (H_2 -aza) produkująca wodór znajduje się za fotosystemem I po zewnętrznej stronie błony

Badania fotosyntezy są również zorientowane w kierunku poznania mechanizmu rozszczepiania wody w obrębie kompleksu wydzielającego tlen, zlokalizowanym na rdzeniu fotosystemu II. Sterowany światłem proces rozszczepiania wody na O_2 i H^+ w warunkach optymalnych osiąga efektywność 100%. Jednakże sztuczny układ, którego prototypem byłby fotosystem II pozostaje wciąż marzeniem wielu naukowców. Wiadomo, że klaster manganowy składający się z 4 atomów Mn i jednego atomu Ca uczestniczy w bezpośrednim procesie utleniania

wody, ale sam mechanizm pobierania H^+ z wody oraz formowanie wiązania $O=O$ pozostaje zagadką (Rys. 7).

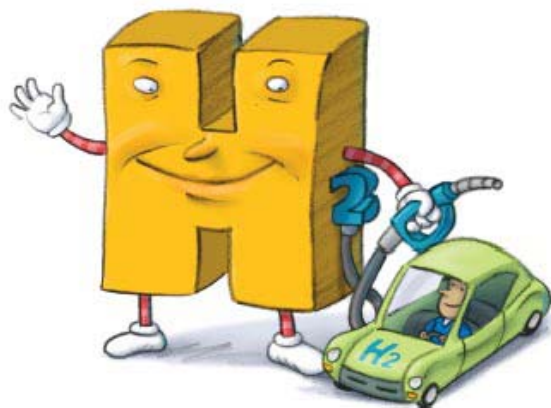


Kompleks wydzielający tlen

Rys. 7. Schemat fotosystemu II z zaznaczonymi aktywnymi przekaźnikami elektronowymi (Tyr – tyrozyna, Pheo – feofityna, Q_A – plastochinon związany w tzw. miejscu Q_A, Q_B – plastochinon związany w tzw. miejscu Q_B, P680 – centrum reakcji PSII, cyt b559 – cytochrom b559, Fe – atom żelaza). Pokazano jedną z możliwych konfiguracji kompleksu wydzielającego tlen, zawierającego 4 atomy Mn i jeden atom Ca

Fizycy odgrywają znaczącą rolę w dziedzinie badań fotosyntezy. Różnorodne metody eksperymentalne, takie jak: XANES (spektroskopia absorpcji promieni X), EPR (elektronowy rezonans paramagnetyczny), NMR (magnetyczny rezonans jądrowy), spektroskopia mössbauerowska, spektroskopia fluorescencyjna i absorpcyjna odgrywają ważną rolę w badaniach struktury klastra manganowego, stanów spinowych i walencyjnych aktywnych redoksowo komponent uczestniczących w transporcie elektronów (np.: kompleksy żelaza, tyrozyny). Dogłębne zrozumienie badanych zjawisk fizycznych pozwala na interpretację i opis modelowy fotosyntetycznego transferu energii i elektronów. Teoretyczne analizy są niezwykle pomocne w konstruowaniu sztucznych układów fotosyntetycznych.

Podsumowując, jesteśmy przekonani, że wspólne działania fizyków, biologów, chemików i genetyków pozwolą w niedalekiej przyszłości osiągnąć zamierzony cel, a mianowicie stworzenie technologii pozwalającej na wytwarzanie z dużą wydajnością bezpiecznej i czystej energii.





Niezwykła kariera poła magnetycznego

Szymon Pustelny¹

Centrum Badań Magnetoptycznych, Instytut Fizyki UJ

Co nieco historii

O tym, że kompas jest niezbędnym elementem wyposażenia podczas surwiwału wie każdy. Niewielu z nas jednak zdaje sobie sprawę jak długa jest historia tego urządzenia. Pierwsze zapiski o magicznych łyżeczkach wskazujących północ znajdujemy w zapiskach kronikarza chińskiej dynastii Han z 83 r. n.e. Od tego momentu informacje o „magicznych rzeczach” wskazujących kierunki geograficzne pojawiały się w różnych pismach chińskich i indyjskich.

Sam kompas, jako urządzenie składające się z niewielkiej igły wskazującej północ zbudowano w Chinach około VIII wieku. Do Europy dotarł on najprawdopodobniej Jedwabnym Szlakiem na początku XII wieku i praktycznie od razu został wykorzystany przez kupców weneckich. Dzięki niemu mogli oni bowiem wyprawić swoje statki handlowe na Bliski Wschód nie tylko latem, kiedy dobra pogoda pozwalała „czytać” mapę nieba, ale również zimą kiedy niebo pokryte gęstą warstwą chmur było nieprzychylnie żeglarzom.

Przez wieki ludzie używali kompasu zupełnie nie rozumiejąc zasady jego działania. Co więcej, nie tylko nie wiedzano jak on działa, ale nieznanym był nawet punkt wskazywany przez jego igłę.

W 1600 roku angielski lekarz i fizyk William Gilbert opublikował książkę zatytułowaną *O magnesach, ciałach magnetycznych i wielkim magnesie Ziemi*. W książce tej postawił on hipotezę, że za obrót igły kompasu odpowiedzialne jest ziemskie pole magnetyczne. W celu jej zweryfikowania Gilbert zbudował z bryły magnetytu, jedyne go znanego wówczas materiału magnetycznego, model Ziemi. Przykładając do niego małą kompas, stworzył on mapę pola magnetycznego na powierzchni swojego modelu. Konfrontując następnie wyniki eksperymentu z dostępnymi mu zapisami wskazań kompasów rejestrowanych podczas podróży morskich, udało mu się w pełni potwierdzić swoją hipotezę.



William Gilbert

¹ Obecnie stypendysta na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley, USA.

Przełomowe w teorii Gilberta było nie tylko wprowadzenie ziemskiego magnetyzmu, ale również wprowadzenie nieznanego wcześniej „działania na odległość”, czyli wprowadzenie pojęcia pola. Do tego momentu bowiem obowiązywało antyczne przekonanie, że ciała mogą na siebie działać tylko wtedy, kiedy znajdują się w fizycznym kontakcie. Gilbert stwierdził jednak, że kontakt taki wcale nie jest konieczny, a ciała mogą na siebie oddziaływać poprzez pole. Dzięki polu Gilbert mógł wyjaśnić oddziaływanie magnetyczne, które rządziło obrotem igły w kompasie. Kilkadziesiąt lat później ta sama idea została wykorzystana przez Izaaka Newtona do stworzenia Teorii Powszechnego Ciężenia.

Kompas jest pierwszym przypadkiem wykorzystania własności pola magnetycznego przez człowieka, z czasem jednak okazało się, że pole magnetyczne ma dużo szersze zastosowanie niż tylko te wiążące się z wyznaczaniem kierunków geograficznych.

Innym ważnym wydarzeniem w historii pola magnetycznego było odkrycie duńskiego uczonego Hansa Christiana Oersteda. W kwietniu 1820 roku podczas przygotowań do wykładu o elektryczności Oersted dokonał zaskakującego odkrycia. Zauważył on, że igła kompasu umieszczonego nieopodal przewodnika z prądem odchyła się wtedy, kiedy w przewodniku tym płynie prąd. Przeprowadzone przez Oersteda badania wykazały, że to właśnie ruch ładunków elektrycznych odpowiedzialny jest za powstanie pola magnetycznego. I to nie tylko w przewodnikach, przez które płynie prąd, ale również w magnesach stałych.



Hans Christian Oersted

Co ciekawe Oersted wcale nie był pierwszym uczonym, który odkrył związek pomiędzy magnetyzmem i prądem elektrycznym. Kilkanaście lat wcześniej tej samej obserwacji dokonał Włoch Gian Domenico Romagnosi, który swoje odkrycie ogłosił w jednej z włoskich gazet. Niestety, odkrycie to nie zostało zauważone przez społeczność naukową i to nie Romagnosi, a Oersted uważany jest dziś za jednego z ojców magnetyzmu.

Wielkim spadkobiercą Oersteda był brytyjski uczoney Michael Faraday. Zauważył on, że nie tylko prąd powoduje powstanie pola magnetycznego, ale także pole magnetyczne może powodować, że w przewodniku będzie płynął prąd. To szalenie ważne odkrycie znalazło szerokie zastosowanie praktyczne. Jest ono dziś wykorzystywane we wszystkich silnikach elektrycznych. Stanowi ono również podstawę wytwarzania prądu elektrycznego w większości działających obecnie elektrowni.

Od czasu Oersteda i Faradaya ludzie wiedzieli, że pomiędzy polem elektrycznym i magnetycznym istnieje nierozzerwalny związek. Teoria łącząca w jedną spójną całość oddziaływania elektryczne i magnetyczne powstała w 1864 roku. Jej

twórcą był Anglik James Clerk Maxwell. Powiązał on ze sobą oba oddziaływania w formie relacji matematycznych znanych dziś pod nazwą równań Maxwella. Teoria ta nie tylko wyjaśniała związek pomiędzy oboma polami, ale również tłumaczyła rozchodzenie się fal elektromagnetycznych w przestrzeni.

Kolejnym przełomowym wydarzeniem w historii pola magnetycznego było odkrycie momentu magnetycznego atomów. Okazuje się bowiem, że atomy zachowują się jak małe magnesy. Klasycznie magnetyzm atomowy można wyjaśnić posługując się planetarnym modelem budowy atomu. W modelu tym każdy elektron krążący po orbicie kołowej wokół jądra może być traktowany jako elementarny przewodnik z prądem. Zgodnie z obserwacją Oersteda prowadzi to do powstania pola magnetycznego. Jednakże na moment magnetyczny atomów składa się nie tylko magnetyzm związany z ruchem elektronów wokół jądra, ale odpowiedzialne jest za niego także pole magnetyczne związane ze spinem. W klasycznym rozumieniu spin to ruch ciała wokół własnej osi. Ponieważ zarówno elektron jak i jądro posiadają ładunek elektryczny ruch taki prowadzi do powstania pola magnetycznego. Suma pól magnetycznych związanych z ruchem elektronów wokół jądra oraz ruchem elektronów i jądra wokół własnej osi składa się na moment magnetyczny atomu.

Seria odkryć naukowych dotyczących pola magnetycznego pozwoliła nam lepiej zrozumieć otaczający nas świat. Lepsze zrozumienie natury prędkiej czy później zawsze prowadzi do konkretnych zastosowań. W przypadku pola magnetycznego zastosowań jest niezmiernie dużo.

Pole magnetyczne – od teorii do zastosowań

Znaczenie pola magnetycznego we współczesnej nauce jest olbrzymie. Jest ono m.in. wykorzystywane w serii eksperymentów, w których weryfikowane są fundamentalne teorie naukowe, pozwala na badanie struktury materii na poziomie mikroskopowym, wykorzystuje się je w badaniach kosmosu.

Pole magnetyczne może pomóc w rozwiązaniu jednej z największych zagadek współczesnej nauki czyli odpowiedzi na pytanie dlaczego we Wszechświecie pojawiła się materia. Zgodnie z obowiązującą obecnie teorią Wszechświat powstał w wyniku tzw. Wielkiego Wybuchu. Jego skutkiem było powstanie materii i antimaterii. Atomy antimaterii zbudowane są z tzw. antycząstek: antyprotonów, antyneutronów i antyelektronów, które posiadają taką samą masę i spin jak ich materialne odpowiedniki, ale mają przeciwny ładunek elektryczny. Gdy cząstka i antycząstka spotykają się ze sobą dochodzi do ich anihilacji – obie cząstki znikają. W ich miejsce pojawia się promieniowanie elektromagnetyczne o odpowiedniej energii. Gdyby jednak we wczesnym Wszechświecie liczba cząstek materii i antimaterii była równa, dziś byłby on wypełniony jedynie promieniowaniem elektromagnetycznym. Tak jednak nie jest, ponieważ tuż po Wielkim Wybuchu złamana została subtelna równowaga pomiędzy materią i antimaterią. Odpowiedź

na pytanie dlaczego tak się stało oraz jakie mechanizmy rządziły tym procesem wciąż pozostaje otwarta. Możliwe, że uda nam się ją przybliżyć poprzez serię eksperymentów, w których bada się własności elektryczne i magnetyczne neutronów.

Za pomocą pola magnetycznego bada się dziś również skład chemiczny materii. Ponieważ cząstki posiadają moment magnetyczny, umieszczenie ich w zewnętrznym polu magnetycznym powoduje, że zaczynają one w tym polu wirować. Częstość ich obrotu zależy od natężenia pola, w którym zostały one umieszczone i jest ona różna dla poszczególnych związków chemicznych. Pozwala to na określenie składu chemicznego danej substancji.

Opisana powyżej metoda nosi nazwę metody rezonansu magnetycznego. Ma ona bardzo szerokie zastosowania poczynając od przełomowych badań nad lekami na raka, poprzez diagnostykę medyczną wielu chorób, a na czujnikach narkotyków montowanych na lotniskach skończywszy.

Pomiary pola magnetycznego są wykorzystywane również w badaniach kosmosu. To m.in. dzięki badaniom magnetosfery Saturna na jednym z jego księżyców – Enceladusie – odkryto po raz pierwszy w kosmosie wodę w stanie ciekłym. Jest to niezmiernie ważne odkrycie, ponieważ woda stanowi podstawowy składnik niezbędny do powstania życia.

W elektronice znane jest prawo Moore'a. Prawo to mówi o tym, jak szybko zwiększa się wydajność i miniaturyzacja produkowanych układów scalonych. Bezpośrednią konsekwencją prawa Moore'a jest istnienie pewnej nieprzekraczalnej granicy technologicznej, która uniemożliwi dalszą miniaturyzację i wzrost wydajności takich układów. Istnienie tej granicy związane jest z probabilistyczną naturą świata ujawniającą się na poziomie mikroskopowym. Wszystko wskazuje na to, że przy obecnym tempie rozwoju techniki granica ta zostanie osiągnięta w ciągu najbliższych kilkunastu lat. Dlatego też niezbędne jest stworzenie nowych rozwiązań, które pozwoliłyby na dalszy rozwój tej dziedziny.

Jedną z propozycji jest tzw. spinotronika. Wykorzystuje się w niej nie tylko ładunek, ale również moment magnetyczny (spin) elektronu. Takie rozwiązanie miałyby pozwolić na prowadzenie tzw. obliczeń kwantowych, w których wykorzystywane byłyby własności mechaniki kwantowej. Już dziś wiadomo, że stworzenie komputerów, w których wykorzystywane byłyby algorytmy kwantowe, stanowiłoby jakościową zmianę w wielu znanych obecnie problemach obliczeniowych. Algorytmy te dramatycznie przyspieszyłyby rozkład liczb na czynniki pierwsze, co stanowi podstawę znanych obecnie algorytmów kryptograficznych oraz algorytmów przeszukujących bazy danych.

Nie mniej znaczące są zastosowania pola magnetycznego w technice. Już samo jego zastosowanie we wszystkich typach silników elektrycznych nadaje mu zupełnie wyjątkowe znaczenie. Na tym jednak jego zastosowania w technice wcale się nie kończą. Jest ono np. wykorzystywane do zapisu informacji. Realizacja

zapisu danych w postaci odpowiednio namagnesowanych obszarów w materiale magnetycznym, jak to ma miejsce w przypadku twardego dysku, jest bardzo wydajna i szybka. Pozwala ona na zapis setek gigabajtów na powierzchni nie większej od spodeczka do kawy. Co więcej, najnowsze osiągnięcia dotyczące superczułych czujników pola magnetycznego przyczynią się do dalszej miniaturyzacji obszaru potrzebnego do zapisu informacji. Pozwoli to na wielokrotne zwiększenie pojemności stosowanych obecnie twardego dysku.

Badania pola magnetycznego znalazły również zastosowanie w początkowej fazie poszukiwań złóż surowców mineralnych. Okazuje się bowiem, że w miejscach, w których występują złoża ropy naftowej czy gazu ziemnego dochodzi do zaburzenia ziemskiego pola magnetycznego. Wszystko dlatego, że blisko 10% ziemskiego pola magnetycznego pochodzi od namagnesowanych skał znajdujących się w skorupie ziemskiej. W miejscach gdzie występują złoża ropy czy gazu ziemnego takich skał nie ma, a przez to odpowiednio mniejsze jest ziemskie pole magnetyczne. Badania anomalii w ziemskim polu magnetycznym pozwalają zatem na wstępną lokalizację obszarów, w których złoża takie mogą występować.

Nie mniej ważnym zastosowaniem pola magnetycznego są zastosowania militarne. Okazuje się bowiem, że dokładne czujniki pola magnetycznego mogą stanowić podstawę działania urządzeń służących do wykrywania łodzi podwodnych. Wbrew szpiegowskim opowieściom większość współczesnych misji takich łodzi polega na wielotygodniowym nieruchomym przebywaniu na dnie morza. Nie poruszając się są one praktycznie niewykrywalne przy pomocy wykorzystywanych obecnie przez wojsko czujników. Ponieważ jednak łodzie podwodne są w większości zbudowane ze stali, która jest materiałem magnetycznym, w pewnym obszarze wokół nich dochodzi do zaburzeń pola magnetycznego. Istnienie takich zmian na znanych mapach magnetycznych pozwoli na wykrycie łodzi nawet wtedy, kiedy nieruchomo leżą one na dnie morza.

Pole magnetyczne znalazło we współczesnym świecie niezliczoną liczbę zastosowań począwszy od silników elektrycznych, poprzez czujniki narkotyków, a na poszukiwaniach złóż skończywszy. Co więcej wszystko wskazuje na to, że z biegiem czasu ich liczba będzie wciąż rosła. Być może będą wśród nich tak spektakularne jak choćby te związane z komputerami kwantowymi. A przecież wszystko zaczęło się od zwykłego kompasu.



Demitologizacja symboli, czyli o wampirach, nanorurkach i tajemnicach porfiryn

Ewa Gudowska-Nowak

Instytut Fizyki UJ

Od Redakcji:

Artykuł jest napisany przez dwie autorki, z których jedna – Dorottya Bakó, literaturoznawca – pochodzi z Transylwanii, zaś druga – Ewa Gudowska-Nowak – jest profesorem na Uniwersytecie Jagiellońskim i zajmuje się problematyką złożonych układów biologicznych, w tym kinetyką przekazu energetycznego i ładunkowego w ośrodkach nieuporządkowanych, jakimi są np. białka.

Jak twierdzą autorki, „wątki folkloru *wampirycznego* stanowią o naszych wspólnych zainteresowaniach, które w formie referatów przedstawiane były na konferencjach naukowych i odczytach popularyzujących naukę. [...] Ku zagadnieniom współczesnej wampirologii skłoniły nas prywatne ustalenia, że obydwie jesteśmy wiedźmami...”

Symbolika krwi i kult wampira



Słynne wampiry historyczne: Drakula (książe Vlad Tsepes) i rozkochana w swojej urodzie krwiożercza Erzsébet Báthory, księżna węgierska i krewna króla polskiego

Mit wampira ma swe prapoczątki w bogatych i niepokojących wyobrażeniach tworzonych przez kulturę strachu. Inspirowany był odwieczną i osobliwą potrzebą egzotyizmu, w której wzrastały opowieści o duchach, demonach i powrotach zmarłych, nawiedzających ziemię i łaknących krwi. Nie ulega wątpliwości, że początków wampirycznego kultu, rozpowszechnionego w Europie już w XII wieku należy poszukiwać w rozmaitych tradycjach kultur Wschodu, Mezopotamii, Babilonii i starożytnego Rzymu. Upiory, zjawy i demony przewijają się tam pod najróżniejszymi imionami w zależności od czasu i kraju. W Indiach znane były *vetale*, nie-

zmiennie związane z symboliką seksu i krwi; preislamscy Arabowie uznawali zaś istnienie *nefs* – dusz wegetatywnych o niespójnej i dość hedonistycznej naturze. Klasyfikacja wampirycznych demonów przeprowadzana przez Jean Poul Roux (patrz J.-P. Roux, *Krew, Mity, symbole, rzeczywistość*, przekład M. Perek, Znak, Kraków 1994) i rozważana w kontekście kultury romantycznej przez Marię Janion (M. Janion, *Wampir, Biografia symboliczna, Słowo, obraz, terytoria, Gdańsk*, 2003) przytacza przykłady rozwiązłych rzymskich *lamiae*, podobnych rusalkom słowiańskich *beregirni*, czy bułgarskich dusz dziecięcych – *istrali*. Duchami zmarłych były też *upyri*, których nazwa przejęta przez język niemiecki (*upuri*) stanowi pierwowzór późniejszego *wampira*. Teologiczny wykład o zjawach autorstwa benedyktyna Dom Calmeta (*Traité sur les apparitions des esprits*, 1746) daje świadectwo szerokiego rozpowszechnienia mitu wampira na terenach ówczesnego Śląska, Moraw, Czech i Węgier. Jest jednocześnie próbą krytycznej analizy wierzeń i legend, które w epoce Kartezjusza Kościół starał się poddać systematycznemu i podejrzliwemu oglądowi. Co znamienne, kultura słowiańska wprowadza do wampiryzmu nowe elementy, które zjawisku nadają zgoła odmienny sens: oto w Kościele ortodoksyjnym wampirami bądź *drakulami* nazwani zostaną heretycy! Wyobraźnia kreowana przez przekaz ustny i wspomagana późniejszymi dziełami literackimi, czy wreszcie spotęgowana neoromantyczną modą zapoczątkowaną powieścią Brama Stokera (*Dracula*, 1897) nie pozwala jednoznacznie opisać wampira. Wiadomo, że istota ta miała być duchem lub ożywionym ciałem zmarłego, że opuszczając zaświaty unikała światła i że błądząc nocą wysysała krew ze śpiących, sycąc się w ten sposób pokarmem mogącym przywrócić jej życie. Ta wizja przybierała rozmaite kształty, nie stroniąc od wersji, w której bardzo wyraźnie pojawia się płciowość wampirza – bliskie *wampirom* marokańskie *ghule* uważane były za istoty żeńskie, „z upodobaniem zjadające mężczyzn” (E. Westermarck, *Survivances paiennes dans la civilisation mahométane*, Payot, Paris, 1935). Przeciwstawieniem stosunkowo łagodnych wampirów kobiecych jest mroczna postać historycznego prototypu Draculi, włoskiego księcia Vlada Tsepasa sprawującego władzę ze szczególnym sadyzmem i okrucieństwem.

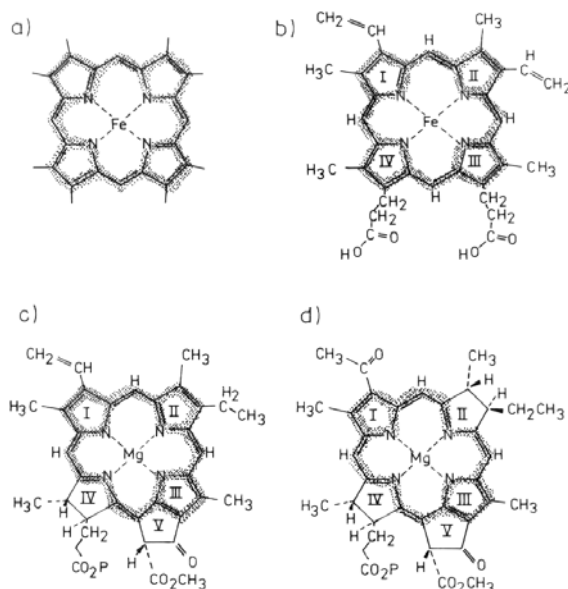
Lęk przed demonami i upiorami potęgował zainteresowanie alchemią i ziołolecznictwem. Orężem w walce z wampirami miały być nie tylko szeroko omawiane w dziele Jean’a Delumeau (J. Delumeau, *Strach w kulturze Zachodu*, Pax, Warszawa, 1986) praktyki okultystyczne. Szczególne działanie przypisywano też *Allium Sativum* – czosnkowi, którego kult rozwinął się w Europie Południowej nadając przyprawie wielorakie, nie tylko medyczne znaczenie. W Serbii, drzwi domostw chroniących się przed atakiem wampirów i wilkołaków smarowano czosnkiem, zaś plecione z niego wieńce wieszano w izbach, aby oddalić moce zła.

Folklor wampirystyczny ma swoją wykładnię kulturową. Od wieków, archetyp wampira fascynował, budził strach, inspirował i znajdował swoje odbicia w sztuce. Pomijając romantyzm postaci i jej symbolikę, interpretacji mitu wampi-

ra można doszukiwać się w hipotezach ściśle „scjentystycznych”. Biochemia i medycyna wskazują tu nieprzypadkowo na porfiryny – substancje, których rola w przyrodzie żywej jest trudna do przecenienia...

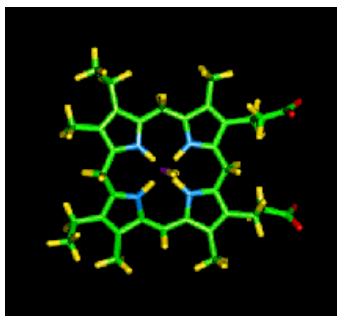
„Dlaczego trawa jest zielona, a krew czerwona” (John Donne)

Porfiryny, powszechnie uznawane są za jedne z najstarszych chromoforów organicznych, a ich filogeneza sięga początków życia na Ziemi. O roli porfiryn w łańcuchu ewolucji zadecydowała zapewne ich zdolność do kompleksowego wiązania metali, ponieważ kompleksy takie tworzą grupy prostetyczne wielu funkcjonalnie aktywnych białek. Porfiryny są związkami chemicznymi posiadającymi selektywną zdolność absorpcji światła widzialnego i jako takie stanowią grupę cząsteczek biologicznych, których obecność w naturze ma fundamentalne znaczenie dla procesów produkcji i przetwarzania energii. Wspólną cechą porfiryn jest szkieletowa budowa oparta na czterech łańcuchach pirolowych (patrz rysunek) tworząca pierścień naprzemiennie pojedynczych i podwójnych wiązań pomiędzy atomami węgla.



Charakterystyczny podstawowy pierścień porfirynowy (a) złożony jest głównie z atomów węgla, wodoru i azotu. Obszary zacienione wskazują układ sprzężonych wiązań podwójnych ze zdelokalizowanymi elektronami. W centrum cząsteczki znajduje się jon metalu (żelazo, w przypadku hemu (b), magnez w molekułach chlorofilu (c) i bakteriochlorofilu (d) oraz kobalt w cząsteczce witaminy B12)

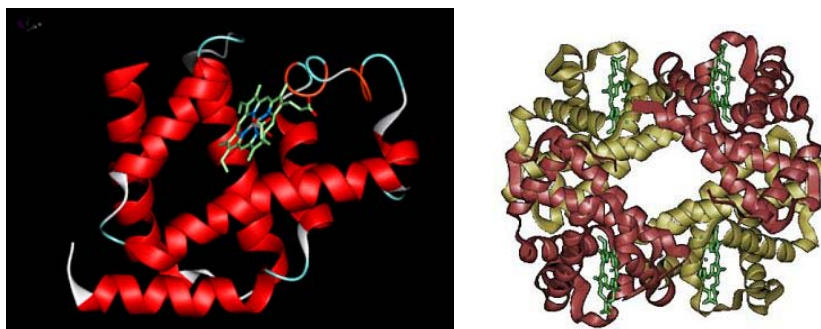
Wewnętrzną przestrzeń pierścienia wypełnia wiązany kowalencyjnie z atomami azotu jon metalu. Łańcuch jedenastu podwójnych wiązań sprawia, że porfiryny są niezwykle trwałymi cząsteczkami z charakterystycznym dla tego typu wiązań układem „rozmytych” elektronów typu π . Przykładami biologicznie czynnych porfiryn są hem (będący niebiałkową częścią hemoglobiny, głównego składnika krwi), cytochromy, a także niektóre enzymy (katalazy i peroksydazy).



Podstawowy model cząsteczki hemu. W centrum zaznaczono kolorem fioletowym jon metalu (żelaza). Na niebiesko zaznaczone są pozycje atomów azotu; pierścień porfiryny tworzą zaznaczone kolorem zielonym atomy węgla (kolory widoczne w wersji elektronicznej)

Wszystkie zawierają jon żelaza i mogą służyć jako cząsteczki magazynujące elektrony. W odróżnieniu, grupa chlorofilu i bakteriochlorofilu tworzy rodzinę porfiryn posiadających centralnie osadzony jon magnezu. Wspomniane molekuly różnią się odmiennymi grupami podstawników, czyli zespołów atomów dołączanych do makropierścienia porfiryny. Widmo absorpcji chlorofilu jest przesunięte do zakresu czerwonej barwy światła widzialnego, zaś obserwowalna przez nas zielona barwa pigmentu odpowiada, w przybliżeniu, barwie rozpraszanego światła z przeciwnego krańca widma. Dokładnie odwrotna sytuacja ma miejsce dla odpowiadającego za czerwony kolor krwi, hemu. Różnica ta decyduje o kontemplowanych w 1612 roku w dziele *Of the progresse of the Soule* Johna Donne'a barwach krwi i trawy!

Ostatnio opublikowano materiał dotyczący fascynujących własności porfiryn: oto udało się syntetycznie skonstruować mikrometrowej długości porfiryne nano-rurki mogące pełnić rolę uaktywnianych światłem fotoprzewodników. W Polsce badania tego typu prowadzone są z dużym powodzeniem w grupie Lechosława Latos-Grażyńskiego na Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, gdzie zsyntezowano tzw. „odwróconą” porfiryne. (Cząsteczka symetrycznej porfiryny ma cztery atomy azotu zlokalizowane w centrum – w porfiryne odwróconej jeden atom azotu jest zastąpiony węglem, zaś azot znajduje się na pierścieniu cząsteczki.)



Model struktury hemoglobiny, barwnika czerwonych ciałek krwi, którego funkcją jest przenoszenie tlenu (przyłączanie go w płucach i uwalnianie w tkankach). Składa się z części białkowej i tzw. grupy prostetycznej (hemu)

Z wcześniejszych badań nad naturalnymi porfirydami wiadomo było także, że skutkiem wadliwego, niepełnego metabolizmu hemu, biologiczne porfirydy odkładają się w tkankach, między innymi, w skórze. Pod wpływem światła ulegają one wówczas wzbudzeniu, zaś nadmiar energii mogą przekazywać innym cząsteczkom, prowadząc do powstawania wysoce reaktywnych, toksycznych dla komórek, wolnych rodników tlenowych. To fotouczulające działanie porfirydy jest dzisiaj podstawą uznanej terapii fotodynamicznej, w której wzbudzone światłem porfirydy wykorzystywane są do niszczenia szybko dzielących się komórek nowotworowych. Oryginalny pomysł na tworzenie fotouczulaczy porfirydowych zrodził się przypadkiem, przy badaniu zaburzonego metabolizmu hemu, który prowadzić może do poważnej choroby o symptomach zbliżonych do cech „wampiryzmu” – porfirii erytopoetycznej.

Porfiria, choroba Günther'a i folklor wampirystyczny

Wydanie lipcowe „The Lancet” z roku 1908, w artykule Archibalda Garrod'a przynosi obszernie omówienie wrodzonych wad metabolizmu wzmiankując też o chorobach krwi. Znane i sklasyfikowane zaburzenia dziedziczne i nabyte, spowodowane brakiem enzymu biorącego udział w syntezie hemu nazwano wkrótce porfiriadami lub zespołem chorobowym Günthera. We wrodzonej porfirii erytopoetycznej rejestruje się niedobór kossyntazy: na drodze syntezy hemu pojawia się wówczas, oprócz niezbędnego uroporfirydenu III, uroporfiryden I, symetryczny izomer tego samego związku, który jednak nie odgrywa żadnej roli fizjologicznej. Poza zbędnym produktem syntezy hemu, odkładane są wówczas w organizmie także inne związki porfirydowe oraz ich pochodne. Są one odpowiedzialne za silnie czerwoną fluorescencję uzębienia osób chorych na porfirię. Podobnie, nagromadzeniu porfirydy w skórze chorych przypisuje się ich szczególną wrażliwość

na światło, która prowadzić może do pęknięcia naskórka i tworzenia się trudno gojących się ran. Chorobie towarzyszyć mogą postępujące deformacje twarzy. Wiadomo także, że w przypadku porfirii wrodzonych (zespół genów odpowiedzialnych za dziedziczenie choroby został odkryty na 10-tym chromosomie), z czasem mogą nasilać się symptomy wskazujące na uszkodzenie układu nerwowego.

Najprawdopodobniej na porfirię cierpiał król angielski, Jerzy III (1738–1820), którego „szaleństwa” (znane z filmowego obrazu Nicholasa Hytnera „Szaleństwa króla Jerzego”) zdecydowały o utracie przez Brytyjczyków „kolonii amerykańskich”. Hipotezę taką wysunuli psychiatrzy badający dokumentację medyczną przechowywaną w archiwach królewskich w Windsorze. Współczesne źródła medyczne wskazują także na możliwe pochodzenie porfirii nabytych, uaktywniających się pod wpływem działania silnych środków chemicznych (np. herbicydów). Podejrzewa się, że jednym z nich był stosowany przez Stany Zjednoczone defoliant, Agent Orange. W istocie, sugeruje się, że podstawowe elementy biochemicznej syntezy porfiryn, tzn. kwas delta-aminolewulinowy czy porfobilinogen mogą atakować układ nerwowy, co w niektórych przypadkach prowadzić może do dodatkowych objawów psychicznych porfirii, tj. bezsenności, łaknienia i napadów lęku.

Wątek porfirii i symptomów wampirycznych podniesiony został w 1985 roku przez Davida Dolphin, profesora biochemii na Uniwersytecie British Columbia w Vancouver. Dolphin w swoim wystąpieniu konferencyjnym poświęconym rozpowszechnianiu osiągnięć naukowych wspominał także o hipotezie tłumaczącej „antywampiryczne” działanie czosnku. Z badań nad cytochromem P450 i degradacją hemu, jakie prowadzone były przez grupę Dolphin wynika, że proces alkilacji (przyłączania grupy alkilowej) może być odpowiedzialny za destrukcję cząsteczki hemu.

Sugerowałoby to, że *Allium Sativum*, zawierające siarczek alkilu miałyby dostarczać chemicznego narzędzia niszczącego krew, a więc mocno uwrażliwiającego wampira na jego chorobę...



Obwoluta książki „Wampir: biografia symboliczna” Marii Janion. Znakomity przewodnik po wątkach wampirystycznych w sztuce i literaturze

W przeciwieństwie jednak do roli nadmiarowego gromadzenia się porfiryn w organizmie człowieka, które dobrze tłumaczy „wampiryczne” symptomy choroby (w tym wspomnianą reakcję na światło, czy fluorescencję tkanki kostnej), hipotetyzowane przez Dolphina „odstraszające” działanie *Allium Sativum* nie zostało do końca zweryfikowane naukowo.

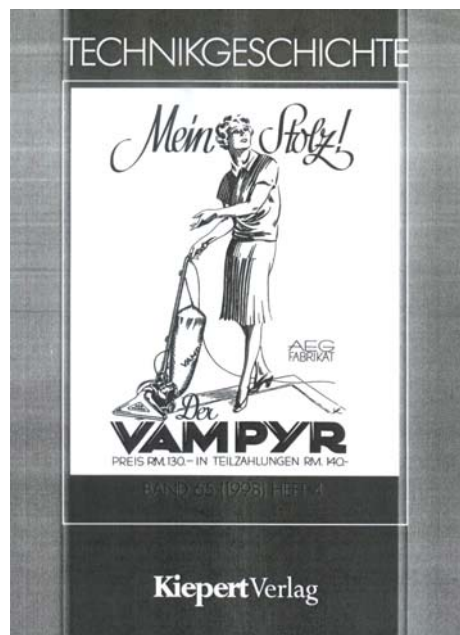
Zapewne, omówieniu powinny też być poświęcone źródła tradycyjnych przekazów dotyczących wielu innych środków używanych w walce z wampirami. Tym jednak, podobnie jak idei srebrnej kuli i osikowego kołka poświęcimy kilka słów przy innej okazji.



Sabat czarownic Hansa Baldunga Griena. Późne średniowiecze obfitowało w alegoryczne przedstawienia, w których pojawiają się często na pół sataniczne postaci ludzkie, wiedźmy i demony, odrażające i pokraczne istoty przyprawiające o zgrozę



Wampir Edwarda Muncha (1863–1944)
ze zbiorów grupy muzealnej w Würth'a w Niemczech



Bodaj najpopularniejszy model wampira współczesnego produkowanego przez koncern AEG...



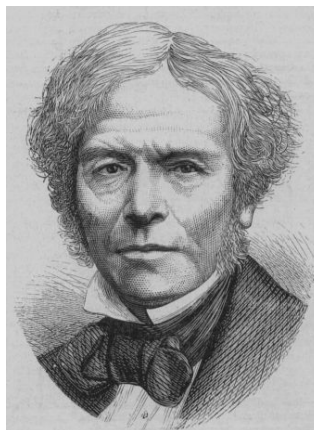
Michael Faraday

Bronisława Średniawa

II LO, Kraków

Rodzina, dzieciństwo i droga do pracy w nauce

Michael Faraday urodził się 22 września 1791 r. W Wielkiej Brytanii był to czas rewolucji przemysłowej, która spowodowała masowy ruch ludności w kierunku dużych miast. Na krótko przed urodzeniem Michaela jego rodzina, pochodząca z Yorkshire, osiadła w Newington Butts, wówczas podlondyńskiej wsi. Dziś jest to okolica dworca kolejowego Waterloo. Faradayowie należeli do presbiteriańskiej sekty zwanej sandemańską, wywodzącej się z XVIII-wiecznej Szkocji, która dążyła do powrotu do prostych, wczesnochrześcijańskich form kultu. James, ojciec Michaela, był kowalem. Status finansowy rodziny był bardzo skromny. Zanim w wieku lat 12 Michael rozpoczął pracę zarobkową jako chłopak na posyłki w księgarni, zakończył pierwszy etap edukacji w szkole, uwieńczony umiejętnością czytania, pisania i znajomością podstaw arytmetyki. Kolejnym etapem jego drogi zawodowej była siedmioletnia praktyka introligatorska, po której został pełnoprawnym rzemieślnikiem. Faraday nie tylko oprawiał książki naukowe, ale również je czytał i studiował. Uczęszczał także na różne wykłady popularnonaukowe, wysłuchał między innymi cyklu prelekcji, które wygłaszał Sir Humphry Davy w *Royal Institution* w Londynie. Davy, pochodzący z Kornwalii, wówczas 32-letni profesor chemii, znany z wynalazku bezpiecznej lampy górniczej i z doświadczeń z łukami elektrycznymi, poza tym odkrywca kilku pierwiastków, był świetnym wykładowcą. Po wysłuchaniu kilku wystąpień Davy'ego Faradayem zawładnęła nieodparta myśl o pracy naukowej, choćby na najniższym stanowisku. Skompletował swoje notatki z czterech wysłuchanych wykładów, opatrzył rysunkami i wysłał najpierw do Przewodniczącego *Royal Society*, na co nie otrzymał żadnej odpowiedzi, a potem do samego Davy'ego, który natychmiast odpowiedział na list w sposób przyjacielski, a po jakimś czasie, gdy zwolniło się miejsce laboranta, zaangażował go do pracy w Laboratorium w *Royal Institution*. Był to marzec 1813 roku, Faraday miał 21 lat.



Wielka podróż

W październiku tego roku Davy, jego żona i Faraday wyruszyli w długą podróż naukową po Europie. Pomimo trwającej wówczas wojny Anglii z Francją nasi angielscy bohaterowie dzięki specjalnemu pozwoleniu władz francuskich podróżowali bezpiecznie po kraju odwiecznego wroga. Trasa całej podróży wiodła poprzez Francję, Włochy, Niemcy i Belgię. W Paryżu spotkali się z Ampèrem, Gay-Lussakiem i Humboldtem. Od Ampère'a Davy dostał preparat, z analizy którego zidentyfikował nowy pierwiastek jod, wykonał tu również doświadczenia elektrochemiczne przy pomocy dużego ogniwa Volty. W Genui badali rybę, która magazynuje całkiem sporo ładunku elektrycznego i wytwarza „wysokie” napięcie. We Florencji przy użyciu wielkich soczewek Księcia Toskańskiego Davy przeprowadził doświadczenie ze spalaniem diamentu udowadniając, że diament zbudowany jest z węgla. W Rzymie brali udział w badaniach magnetyzmu. Najbardziej na południu byli na Wezuwiuszu i w Neapolu. W drodze powrotnej miało miejsce spotkanie Davy'ego i Faradaya z Alessandro Voltą. Odwiedzili jeszcze Genewę i Bawarię. Podczas drugiego pobytu w Rzymie w czasie karnawału Faraday bawił się i cieszył z zabawy, tak różnej od londyńskich zimowych wieczorów i nocy. Po półtorarocznych wjazdach po kontynencie w kwietniu 1815 roku, w pośpiechu, państwo Davy i Faraday powrócili do Anglii. Ten przyspieszony powrót mogła spowodować zarówno skomplikowana sytuacja polityczna (za dwa miesiące miała rozegrać się bitwa pod Waterloo), jak i dysonanse w związku państwa Davy'ch. Mrs. Apreece, młoda, bogata wdowa ze Szkocji poślubiła Sir Davy'ego w 1812 roku, w 3 dni po otrzymaniu przez niego tytułu szlacheckiego. Należała do tego rodzaju ludzi, którym tytuły i dostatek szkodzą, czyniąc ich przykrymi dla otoczenia i coraz trudniejszymi w kontaktach. Faradaya traktowała źle, na co on bynajmniej nie reagował potulnie. Pomimo utarczek z Lady Davy, ta niezwykła podróż naukowa była jego wprowadzeniem w świat wielkiej nauki.

Członkostwo w *Royal Society*

Założone w 1660 roku *Royal Society*, choć początkowo jego członkami bywali również amatorzy, cieszyło się wielkim prestiżem. Członkostwo w *Royal Society* jest wielkim honorem dla każdego brytyjskiego naukowca, stawia go w szeregu z Newtonem, Wrenem, Hookiem czy Dirakiem. Obcokrajowcy mają szansę na status Członka Zagranicznego, a tym samym na towarzystwo Ohma, Bethego, Bohra czy Heisenberga.

Członkostwo w *Royal Society* było dla Faradaya tym zaszczytem, który wiele lat później cenił sobie najbardziej ze wszystkich otrzymanych wyróżnień. W 1820 r. Faraday był już autorem 37 prac i komunikatów naukowych oraz miał za sobą serię wykładów z chemii w *City Philosophical Society*. Jednak na przeszkodzie do wyboru stanęły niesłuszne oskarżenia o plagiat, które szybko zostały wyjaśnione oraz osobisty sprzeciw Davy'ego, aktualnie sprawującego funkcję przewodniczą-

cego tego stowarzyszenia. Sprzeciw Davy'ego można tłumaczyć nie tylko tym, że podupadał on już wówczas na zdrowiu, ale także zazdrością i strachem przed konkurencją ze strony 13 lat młodszego Faradaya. Z upływem czasu sprzeciw Davy'ego osłabł i w styczniu 1824 roku Faraday dostąpił upragnionego wyboru. Mimo tego niefortunnego incydentu w znajomości obu uczonych, Faraday zawsze wyrażał się z najwyższym szacunkiem o Davym. Biograf Davy'ego tak pisze o ich stosunkach naukowych: „Faraday, świadomie lub nieświadomie, zawdzięczał dużo tym błyskom geniuszu Davy'ego. Faraday z jego zdolnością do doświadczeń, z jego cierpliwością i nieomylną intuicją, dodawał precyzję i końcową postać do wstępnej myśli Davy'ego”. Z upływem czasu Faraday coraz więcej zajmował się własną tematyką naukową.

Faraday poślubił 9 lat od niego młodszą Sarah Bernard, siostrę swego przyjaciela. Znała ona przez swego brata dawne zapiski młodego Michaela na temat małżeństwa. Tym bardziej była nieufna, gdy Michael zaczął okazywać jej swoje zainteresowanie. Ojciec panny, złotnik, również sceptycznie odniósł się do zalotów młodego uczonego. Panna wyjechała do Ramsgate by spokojnie sprawę przemyśleć. Faraday podążył w ślad za nią. Spędzili razem w tym nadmorskim, portowym mieście tydzień. Ich ślub odbył się w czerwcu 1821 roku. Własnych dzieci nie mieli, ale w roku 1826 wzięli na wychowanie kilkuletnią krewną żony; życie rodzinne układało im się harmonijnie i szczęśliwie. Mieszkali w gmachu *Royal Institution*. W każdy sobotni wieczór składali wizytę u rodziny Sarah.

Należąc już do *Royal Society* Faraday, przy aktywnym poparciu Davy'ego, został Dyrektorem Laboratorium w *Royal Institution* w 1825 roku. Wtedy właśnie rozpoczęto spotkania naukowe w piątki wieczorem. Z siedemnastu seminariów, które odbyły się w pierwszym roku działalności, sześć wygłosił osobiście Faraday. Spotkania te odbywają się do dziś. W rok później zapoczątkowano tam także tradycję bożonarodzeniowych wykładów dla młodych słuchaczy. Faraday, bardzo dobry prelegent, był wytrawnym słuchaczem wykładów i na temat sztuki wykładania miał od wczesnej młodości skryształizowane poglądy. Twierdził on, że wykładowca powinien zachowywać się swobodnie, a równocześnie być skupiony, przekazywać wiedzę w sposób czytelny, ilustrować wykład, nie powinien zapominać o słuchaczach, a wręcz okazywać im szacunek, nie powinien czytać z notatek (poza cytataми), wykłady nie powinny być zbyt długie, by nie męczyć słuchaczy. Wciąż aktualne są jego praktyczne zalecenia, by nie powtarzać tego samego zdania kilka razy, by nie poprawiać samego siebie, lub nie chrząkać i bąkać, w czasie, gdy szuka się w głowie odpowiedniego słowa. Doceniał wagę zarówno treści, jak i formy wykładu; poziom obu składowych świadczył o doskonałości każdego wystąpienia. Sześć popularnonaukowych wykładów Faradaya z roku 1860 ukazało się jako książka pod tytułem *The Chemical History of a Candle*. (Tytuł polskiego przekładu „Dzieje świecy”).

Jeżeli prąd elektryczny wytwarza pole magnetyczne, to czy pole magnetyczne może indukować prąd elektryczny?

Przypomnijmy w telegraficznym skrócie kilka faktów z historii nauki o elektryczności. W 1800 r. Alessandro Volta zbudował pierwsze ogniwo, dzięki czemu można było rozpocząć systematyczne badania prądu elektrycznego. W 1819 r. Christian Oersted stwierdził, że **prąd elektryczny płynący w przewodniku oddycha igłę magnetyczną**, a Ampère dorzucił do tego, że prąd elektryczny w przewodniku wytwarza pole magnetyczne wokół przewodnika, a zatem oddziałuje z dowolnym polem magnetycznym w sąsiedztwie. Odkrył on również, że **dwa przewodniki z prądem oddziałują na siebie**. Biorąc takie fakty pod uwagę nasuło się pytanie: skoro (stały) prąd elektryczny wytwarza (stałe) pole magnetyczne, to czy możliwe jest, aby pole magnetyczne wytwarzało prąd elektryczny. Zauważmy jeszcze, że wtedy nikt nie mógł wiedzieć tego, co jest dla nas oczywiste, że prąd elektryczny w przewodniku to ruch elektronów (elektron odkrył J.J. Thomson w 1897 r.). Jeśli **dwa magnesy leżące koło siebie wywierają na siebie siły**, to może magnes położony koło przewodnika wywoła przepływ prądu? Okazało się, że takie doświadczenie się nie udało, a dziś wiemy, że udać się nie mogło z powodu zasady zachowania energii. Pytanie z podtytułu nie dawało spokoju Faradayowi od 1824 do 1831 roku. Wykonał w tym czasie wiele doświadczeń i „pomniejszych” odkryć, których uwieńczeniem była seria eksperymentów przeprowadzonych w ciągu kilku tygodni późnym latem i jesienią 1831 roku.

Do pierwszego z nich użył żelaznej obręczy grubej na $\frac{7}{8}$ cala, o zewnętrznej średnicy 6 cali. Na tej obręczy nawinięte były dwie cewki, A i B, które były oddzielone od siebie. Cewka A podłączona była do baterii, cewka B w przypadku przepływu w niej prądu miała ładować inną baterię, oddaloną od niej. Igła magnetyczna ustawiona była w odległości 3 stóp od obręczy z cewkami, przy przewodniku łączącym cewkę B z baterią. Gdy Faraday podłączał końce cewki A do baterii, obserwował wyraźne oscylacje igły magnetycznej, która niebawem przestawała drgać. Gdy z kolei rozłączał końce cewki A z baterią, igła magnetyczna również doznawała drgań. Zatem włączając i rozłączając prąd elektryczny w cewce A, Faraday zaobserwował wzbudzenie (indukcję) prądu elektrycznego w cewce B. Oscylacje igły magnetycznej były pierwszym obserwowanym dowodem na istnienie zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Innymi słowy, doświadczenie opisane powyżej było również wynalazkiem i próbą działania pierwszego transformatora. Włączając i wyłączając prąd w cewce A otrzymał prąd zmienny w cewce B. Faraday konsekwentnie kontynuował doświadczenia i w kilka tygodni później udało mu się wytworzyć prąd elektryczny wyłącznie za pomocą magnesu.

Do tego słynnego doświadczenia użył magnesu stałego w kształcie walca o średnicy $\frac{3}{4}$ cala i długości $8\frac{1}{2}$ cala. Wsuwając szybkim ruchem magnes na całą długość do solenoidu, Faraday zaobserwował, że wskazówka podłączonego do

zwojnicy galwanometru poruszyła się. Gdy wyciągał magnes z solenoidu, wskazówka galwanometru drgnęła w kierunku przeciwnym. Powtarzając tę czynność, otrzymał indukowany prąd zmienny.

Trzecie doświadczenie przeprowadził w jedenaście dni po drugim. Okrągłą tarczę z miedzi obracał między biegunami dużego magnesu w kształcie podkowy. Oś i brzeg dysku były podłączone do galwanometru. Gdy tarcza się obracała, wskazówka galwanometru odchyłała się. Był to prototyp generatora prądotwórczego.

Wpływ opisanych powyżej odkryć na rozwój nauki i techniki trudno byłoby przecenić. Po pierwsze, wynaleziony przez Faradaya generator elektryczny do dziś dnia i jeszcze długo będzie sercem każdej elektrowni, a jego transformator działa od tamtego czasu w niezmięnionej postaci. Po drugie, uczony zadał pytanie o odwracalność zjawisk spotykanych w przyrodzie: jeśli elektryczność powoduje powstanie magnetyzmu, to czy magnetyzm może wytworzyć elektryczność, a ogólnie pytał, czy jeżeli A produkuje B, to czy B może wyprodukować A?

Faraday, rozważając np. oddziaływania pomiędzy dwoma magnesami, z niechęcią odnosił się do koncepcji oddziaływań „zjawisk na odległość”. Pojęcia linii magnetycznych, a potem linii elektrycznych były mu bardzo przydatne, aby uniknąć tłumaczenia zjawisk w tym duchu.

Prawa elektrolizy Faradaya

W latach 1833–1834 zajmował się zjawiskami związanymi z przepływem prądu elektrycznego w cieczach. Zauważywszy, że lód nie przewodzi prądu, a woda (musiała nie być chemicznie czysta) przewodzi, badał przewodzenie prądu przez związki chloru w postaci stałej i ich roztwory. Wynikiem tych szczegółowych badań były dogłębne opisy zjawiska, teoria dysocjacji elektrolitycznej, zaproponowanie terminów fizycznych związanych z tym działem fizyko-chemii, a zatem słów: anoda, katoda, anion, kation, elektrolit, elektroliza. W ciągu miesięcy spędzonych w laboratorium nad pomiarami wpływu prądu elektrycznego na zachowanie się wielu elektrolitów, doszedł do wniosków, które dziś nazywamy prawami elektrolizy Faradaya: masa substancji wydzielonych na elektrodach jest wprost proporcjonalna do natężenia i czasu przepływu prądu; ten sam ładunek uwalnia zawsze ilość substancji, która jest proporcjonalna do jej równoważnika chemicznego (96 500 C uwalnia zawsze 1 gramorównoważnik chemiczny substancji). Te pionierskie odkrycia Faradaya dały początek szybko się rozwijającej od tamtego czasu gałęzi nauki zwanej elektrochemią.

Elektryczność jest jedna

W tamtych czasach opisywano kilka rodzajów elektryczności. Elektryczność „zwykłą” otrzymywano przez pocieranie, między innymi w maszynie elektrostatycznej, „voltyczną” wytwarzano na skutek reakcji chemicznych na przykład w bateriach

Volty, „magnetyczną” produkowano w generatorach prądu elektrycznego, „termoelektryczność” obserwowano na spoiniach metali, które były umieszczone w ośrodkach o różnych temperaturach, aż w końcu (choć chronologicznie jako pierwszą) badano elektryczność zwierzęcą, głównie obserwowaną u żab i u ryb, na przykład u węgorzy. Hipoteza Faradaya była następująca: jeżeli obserwowane rezultaty działania tych różnych rodzajów elektryczności są takie same, to istota tych zjawisk, pomimo z pozoru różnych źródeł zjawiska, powinna być również taka sama. Zatem systematycznie i metodycznie sprawdzał doświadczalnie, które z pięciu wyszczególnionych rodzajów elektryczności powodują taki sam skutek, jaki jest obserwowany w przypadku jakiegokolwiek innego rodzaju elektryczności. Sprawdzał krok po kroku czy każde z pięciu źródeł napięcia wywołuje ten sam efekt na ludzkie zmysły, czy przepływ prądu elektrycznego z każdego z tych źródeł odchyła igłę magnetyczną, czy indukuje magnetyzm, czy pomiędzy elektrodami każdego z tych źródeł może przeskoczyć iskra, czy prąd płynący z każdego z tych źródeł wytwarza ciepło itd. Wyniki tych badań zawarł w tabelce. X oznacza, że taki efekt zaobserwował w doświadczeniu, + oznacza, że nie został zaobserwowany, ale wydaje się być bardzo prawdopodobny.

Observed results Rodzaj elektryczności	physiological fizjologiczny	deflection of magnetic needle odchylenie igły magnetycznej	induction of magnetism indukowanie magnetyzmu	spark jumping przeskakwanie iskry	production of heat wytwarzanie ciepła	decomposition of chemical substance rozkład substancji chemicznej	attraction and repulsion przyciąganie i odpychanie	heating of air rozładowanie w gorącym powietrzu
VOLTYCZNA	X	X	X	X	X	X	X	X
ZWYKŁA	X	X	X	X	X	X	X	X
MAGNETYCZNA	X	X	X	X	X	X	X	
TERMICZNA	X	X	+	+	+	+	+	
ZWIERZĘCA	X	X	X	+	+	X		

Faraday tłumaczył, że brak doświadczalnego dowodu niektórych zjawisk, spośród wymienionych w tabeli, w przypadku elektryczności termicznej i zwierzęcej jest wynikiem słabej intensywności tych rodzajów elektryczności. Wykonał również wiele doświadczeń ilościowych potwierdzających jego tezę.

Kryzys wieku męskiego, lata podeszłe

Po kilkudziesięcioletnim okresie wyjątkowej pracy Faraday podupadł na zdrowiu. W 1841 roku cierpiał na poważne załamanie psychiczne i już nigdy nie powrócił do pełni sił. Objawy jego choroby sam opisywał jako utratę pamięci, utratę fizycznej wytrzymałości mózgu, niemożność rysowania... Pewien wpływ na stan

jego zdrowia mogło mieć wieloletnie używanie kubeczków z rtęcią jako połączeń drutów. Z pewnością krople rtęci co jakiś czas rozlewały się na podłodze i parowały w laboratorium trując sukcesywnie uczonego przez wiele lat. W 1844 roku Faraday, stosując używane wówczas metody otrzymywania niskich temperatur poprzez mieszaniny oziębiające i szybko parujące ciecze, dokonał skroplenia chloru i kilku innych gazów oraz udowodnił, że powyżej pewnej temperatury nie można gazu już skroplić. Bezskutecznie próbował również skroplić tlen i wodór

Począwszy od 1845 roku podjął prace bardziej teoretyczne, myślał o teorii elektromagnetyzmu i jego związku z grawitacją. W 1858 roku wyprowadził się z mieszkania w *Royal Institution* do domu ofiarowanego mu przez królową Wiktorię w pobliżu *Hampton Court*. Ostatni wykład wygłosił w wieku 70 lat, jednakże przerwał go w połowie i już więcej do niego nie powrócił. Wtedy słuchacze wstali z miejsc i we wzruszającej atmosferze zgotowali mu długą owację. Michael Faraday zmarł w wieku 77 lat.

„Muszę pozostać Michaelem Faradayem do końca”

Faraday od czasów swojej młodszej praktyki czeladniczej nie lubił merkantylnej postawy życiowej. Pomimo wielu pokus zawsze wyżej stawiał wolność naukowca i filozofa od osobistego dobrobytu. Pozostał do końca uczonym niezależnym od przemysłu, fabrykantów czy polityków. Został również kaznodzieją w swoim Kościele. Jego kazania były starannie przygotowywane, niezwykle taktowne, nakierowane na zainteresowanie słuchacza i przekazanie mu własnej radości wypływającej z doznawania wzruszeń religijnych. Ofiarowano mu tytuł szlachecki, ale wrodzona skromność nie pozwoliła mu go przyjąć, dwukrotnie też proponowano najwyższy honor w świecie brytyjskiej nauki, objęcie funkcji przewodniczącego *Royal Society*; także i ten zaszczyt odrzucił, gdyż obawiał się, że ze względu na stan zdrowia nie podoła funkcji.

Podsumowanie

Faraday był nie tylko wybitnym eksperymentatorem. Na podstawie swoich doświadczeń sformułował wiele koncepcji oraz praw fizyki. Myślał dogłębnie, metodycznie i systematycznie rozwijał logicznie swój tok rozumowania, którego poprawność sprawdzał i korygował za pomocą wyników i wniosków z kolejnych doświadczeń. Jego następcą w *Royal Institution*, John Tyndall pisał wręcz górnolotnie, że Faraday był więcej niż filozofem, że był prorokiem. Maxwell, znający Faradaya osobiście, tak pisał: „Proste, szlachetne życie Faradaya pozostanie równie długo we wspomnieniach potomnych, jak odkrycia, które jego imię uczyniły nieśmiertelnym”.

Faraday znalazł się w gronie uczonych i odkrywców, których nazwiska wymienia się nie tylko w kontekście odkryć oraz praw fizyki – dwie jednostki fizyczne wzięły nazwę od jego nazwiska: stała Faradaya – ilość ładunku potrzebna

do wytrącenia na elektrodzie jednego gramorównoważnika substancji oraz farad – jednostka pojemności elektrycznej.

Referencje

- [1] D.C.K. MacDonald, *Faraday, Maxwell and Kelvin*, wyd. Heinemann, London 1964.
- [2] Rom Harré, *Great Scientific Experiments*, wyd. Phaidon, Oxford 1981.
- [3] J. Gordon Cook, *Michael Faraday*, wyd. Adam&Charles Black, London 1963.

Od Redakcji:

Władysław Natanson w eseju *Michał Faraday*, będącym wstępem do książeczki *Dzieje świecy* (Prószyński i S-ka, Warszawa 1997) przytacza słowa Faradaya:

„Mam o wiele więcej zaufania do jednego człowieka, który ciałem i duszą usiłuje rozwiązać pewne zadanie, aniżeli do sześciu ludzi, jeśli o nim tylko wciąż rozprawiają. Nic nie dorówna doświadczeniu, ono prostuje sądy mylne i dla wiedzy jest prawdziwym postępek. [Podręczna notatka.]”

„Elektryczność nazywają siłą piękną, cudowną... Ale urok elektryczności nie na tym polega, że jej działanie jest nieoczekiwane i tajemnicze, że każdy zmysł ludzki może podrażnić zniechęca; nie, raczej na tym, że poddana jest pewnym prawom, że wiedza i rozum człowieka potrafi ją rządzić. [Ustęp z publicznego wykładu w 1858 r.]”



Czego nauczył nas Lem?

Krzysztof Fiałkowski

Instytut Fizyki UJ



Stanisław Lem z jamnikiem Pegazem, rok 1973 (fot. Andrzej Kobos, *Zwoje*)

Ktoś może zachnąć się na postawione w tytule pytanie. Przecież Lem nie był uczonym, nie pełnił też żadnej ważnej funkcji państwowej, ani społecznej. Był „tylko” pisarzem i publicystą, choć jego dorobek klasyfikowany jest w innych krajach jako ważny przyczynek do filozofii współczesnej. Niemniej będę się upierał, że dla pokoleń Polaków Lem był bardzo ważnym nauczycielem, a dla mojego pokolenia – urodzonych podczas wojny, wychowywanych w stalinowskim PRL-u – jednym z najważniejszych.

Nie zamierzam tu wyliczać dziesiątków zjawisk dzisiejszego świata, które Lem przewidział, bo nie chodzi tu o to, że przygotowywał nas On do zmian, które nadchodzą. Każde społeczeństwo jest i tak nieodmiennie zaskakiwane takimi zmianami i dopiero po fakcie przypomina sobie: „ach, przecież ktoś nam to już zapowiadał”. Uważam, że waga twórczości Lema wynikała głównie z innego faktu.

Lata stalinowskie były czasem tak groźnym nie tylko dlatego, że odebrano nam swobody obywatelskie, że nawet bezczynność nie zabezpieczała nikogo przed losowo spadającymi represjami, ale dlatego, że próbowano nas zniechęcić do samodzielnego myślenia. Mieliliśmy czytać tylko książki upewniające nas w słuszności jedynej właściwej ideologii, przekonujące – niekiedy bardzo skutecznie – o nieuchronności biegu historii, prowadzącej wszystkich do nowego, wspaniałego świata komunizmu. Dawna literatura, stosownie przesiana, miała stopniowo

odchodzić i odgrywać coraz mniejszą rolę, a nowe książki wydawano po uważnej cenzurze. Jak to się więc stało, że powieści i opowiadania Lema, pozornie zgodne z wymaganiami ideologicznej ortodoksji, wychowały młodych ludzi gotowych do kontestacji zastanej rzeczywistości?

Myślę, że można odpowiedzieć na to pytanie krótkim, ale naprawdę trafnym zdaniem: bo On uczył nas myśleć. Nawet w Jego wczesnych powieściach, opisujących podróże gwiazdne organizowane przez rządzących na całej Ziemi komunistów, występowali ludzie żywi, gotowi do poświęceń, ale nie wolni od wątpliwości, a przede wszystkim myślący i uznający prawa innych do samodzielnego myślenia. A z czasem Lem rozwijał i swoje umiejętności pisarskie, i wizję Człowieka, któremu żadna władza nie odbierze zdolności myślenia i (choć pozornie ograniczonego) kierowania własnym losem.

Przez ponad pół wieku powstawały kolejne książki Lema, a czytali je nie tylko uczniowie i studenci, ale coraz szersze rzesze dojrzałych czytelników. Wielu miało Mu za złe, że nie porzuca „getta” fantastyki naukowej, że po „Szpitalu Przemienienia” nie wrócił już do tematyki współczesnej. Ale przecież świat przyszłości z powieści Lema to ten sam świat, w którym my żyjemy, „tylko trochę później”. Piloci raket kosmicznych muszą zmagać się z tymi samymi problemami, które znali marynarze Conrada i piloci Saint-Exupery’ego. A my, czytając książki Lema, na nowo przeżywamy te same rozterki. Nie wątpię, że lektura tych książek będzie udziałem jeszcze wielu pokoleń.



Eksploratoria fizyczne w Polsce

Henryk Zbigniew Wrembel

Bydgoszcz

Chciałbym uzupełnić interesujący artykuł Stanisława Bednarka pod tym tytułem (*Foton* Nr 91, zima 2005, s. 53–57) informacją o funkcjonowaniu w Bydgoszczy Fundacji Promocji Nauki i Techniki *Experimentarium*. Jest to *sui generis* muzeum nowego rodzaju, jakich wiele powstało na świecie w ostatnich dekadach XX w. W istocie rzeczy są owe muzea ośrodkami upowszechnienia nauki, w których eksponaty można „dotknąć”, a także samodzielnie wykonać wiele eksperymentów. Tego rodzaju ekspozycje przyjęło się nazywać *hands-on museum*.

Bydgoskie *Experimentarium* powstało 23 lutego 2004, a jego niestereotypowymi fundatorami są: prof. dr hab. Jerzy Stelmach – dziekan Wydziału Matematyczno-Fizycznego Uniwersytetu Szczecińskiego, przedsiębiorca Zbigniew Jurgiel z Bydgoszczy oraz mec. mgr Paweł Szafranek – wzięty bydgoski adwokat młodszego pokolenia. Interesujący jest również skład Rady Fundacji, stanowią ją: fizyk prof. dr hab. Jerzy Stelmach (*nota bene* ze Szczecina), biolog mgr Magdalena Nowak-Szafranek i pedagog mgr Elżbieta Sitarek. Fundacja działa na zasadzie organizacji *non profit*, a dochód ze sprzedaży biletów przeznaczony jest na utrzymanie i dalszy rozwój *Experimentarium*.

Ekspozycję *Experimentarium Bydgoskie* składającą się z kilkudziesięciu rekwizytów fizycznych ulokowano na urokliwej Wyspie Młyńskiej w okazałym zabytkowym „czerwonym spichlerzu”, budynku znajdującym się obecnie w gestii Muzeum Okręgowego w Bydgoszczy. Ekspozycje na wystawę wynajdują w przeróżnych rupieciarniach, mozolnie odtwarzają lub klecą od nowa pp. Zbigniew Jurgiel i mec. mgr Paweł Szafranek oraz dr Małgorzata Pyskir z Katedry Biofizyki Collegium Medicum UMK w Bydgoszczy i doc. dr Mikołaj Rozwadowski, były dyrektor Instytutu Fizyki i Matematyki Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy – jedyni bydgoscy fizycy, którzy przyłączyli się do tej działalności. Dyżury na wystawie pełnią studenci Collegium Medicum UMK oraz studenci fizyki technicznej Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy.

Wystawa *Experimentarium Bydgoskie*, podobnie, jak i w innych ośrodkach, cieszy się w Bydgoszczy ogromnym powodzeniem – nie tylko u młodzieży szkolnej, ale i wśród dorosłych. Rocznie zwiedza ją ponad 5 tys. osób, co stanowi więcej niż 1% mieszkańców Bydgoszczy! Taką frekwencją nie może się poszczycić żadne z pozostałych bydgoskich muzeów. W lutym ubiegłego roku – w ramach Światowego Roku Fizyki – eksponowano ją przez kilka tygodni także w Żninie.

Również i tu zainteresowanie publiczności było ogromne, a w ciągu miesiąca zwiedziło ją ponad tysiąc osób. Niestety, ów zabytkowy spichlerz nie jest ogrzewany, a próby dogrzania go za pomocą różnego rodzaju dmuchaw spełzły na niczym. Z tego powodu ekspozycja dostępna jest jedynie w ciągu 7–8 cieplejszych miesięcy, od późnej wiosny do wczesnej jesieni.

Niezmiernie budujące w tym wszystkim jest to, że potrzebę takiej instytucji zauważyli w Bydgoszczy nie fizycy, lecz przedsiębiorca, biolog, pedagog i prawnik! Bardzo natomiast dziwi brak współpracy z Fundacją bydgoskich fizyków – kilkudziesięciu działających na tutejszych wyższych uczelniach, jak i licznego grona fizyków zatrudnionych w oświacie.

Smętnie wspominam, że za czasów mojej odległej młodości ekspozyty pokazywane obecnie z pietyzmem na przeróżnych wystawach w rodzaju Eksploratorium, Experymentarium, jak i na wystawach Zabawek fizycznych stanowiły standardowe wyposażenie szkolnych gabinetów fizycznych. Niestety, kolejne „reformy oświaty” jak i odejście z zawodu zaangażowanych nauczycieli fizyki spowodowały w większości szkół całkowite zniszczenie owych zbiorów, a tam, gdzie jakimś zbiegiem okoliczności jeszcze przetrwały, pokrywa je często gruba warstwa kurzu.

Nie dziwi też, że pierwsze na świecie centra upowszechniania nauki w rodzaju *hands-on museum* utworzono właśnie w USA. Nastąpiło to w reakcji na rozpaczliwie niski poziom nauczania przedmiotów z zakresu *science* w tamtejszych szkołach. Pierwsze z nich, *Exploratorium, the museum of science, art and human perception*, powstało w 1969 r. w San Francisco z inicjatywy znakomitego amerykańskiego fizyka – dra Franka Oppenheimera (1912–1985), który był zresztą jego dyrektorem aż do swej śmierci w 1985 r. W swoim czasie był wybitnym specjalistą w zakresie separacji izotopów uranu. Pod koniec drugiej wojny światowej dołączył do grona znakomych uczonych prowadzących w *Los Alamos* od 1942 r. w ramach tzw. Programu Manhattan – *the Manhattan Project* – badania nad bronią jądrową. Programem tym kierował jego starszy brat Jacob Robert Oppenheimer (1904–1967) nazwany później *ojcem bomby atomowej*. Działał tu również znakomity polski matematyk Stanisław Ulam, który między innymi opracował konstrukcję ostatecznej wersji bomby wodorowej, bomby-H.



Frank Oppenheimer
pod koniec życia

W programie „Manhattan”, w samym tylko laboratorium w *Los Alamos*, zatrudnionych było w tamtym czasie 6 tys. naukowców, a ogółem uczestniczyło w nim 125 tys. osób. Koszt tych badań wyniósł ok. 2 mld ówczesnych dolarów, co odpowiada mniej więcej wartości pół biliona, tj. $5 \cdot 10^{11}$, obecnych U\$...

W 1949 r. osławiona komisja McCarthy’ego odsunęła dra Franka Oppenheimera od prac badawczych. Następnym 10 lat spędził jako hodowca bydła w *Pagosa Springs*, Kolorado. Stracił też całkowicie kontakt z intensywnie rozwijającą się wówczas fizyką jądrową. Toteż po podjęciu w 1959 r. pracy na stanowym *University of Colorado* poświęcił się całkowicie popularyzacji fizyki i nauk przyrodniczych (tzw. *science*). Na *University of Colorado* zbudował *Laboratorium*, które wyprzedzało w pewnym sensie przyszłe, kalifornijskie *Exploratorium*. Ostateczna koncepcja tego ośrodka ukształtowała się jednak dopiero w 1965 r., gdy w ramach stypendium Guggenheima poznał europejski system muzealnictwa.

Od Redakcji:

Globtroterom przypominamy, iż w poprzednim *Fotonie* (nr 92, wiosna 2006) zamieściliśmy adresy internetowe eksploratoriów z całego świata.



KĄCIK ZADAŃ

Odgłosy z jaskini

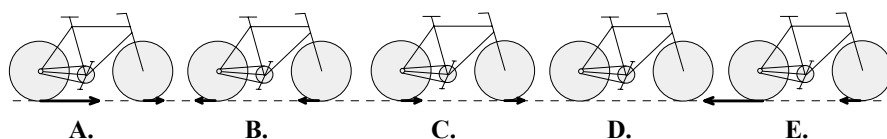
Adam Smólski

W zestawach licealnych Lwiątko 2006 wśród licznych zadań o rowerze pojawiła się seria podobnych do siebie pytań o siłę tarcia działającą ze strony podłoża na rowerowe koło. Rozważane były sytuacje, gdy rowerzysta

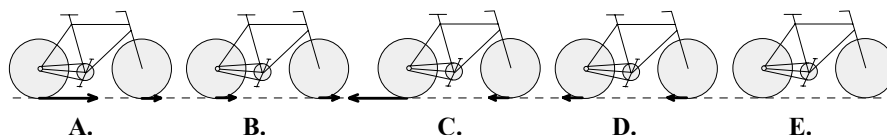
- „pedałuje ochoczo” (III klasa liceum)
- „nie pedałuje, bo mocno hamuje, tylnym hamulcem” (I klasa liceum)
- „nie pedałuje, bo mocno hamuje, przednim hamulcem” (II klasa liceum)

Proponuję kolejne warianty zadania, niewykorzystane w Lwiątku, ale godne rozważenia:

Który rysunek może pokazywać poprawnie siły tarcia działające na opony kół roweru? Rowerzysta siedzi na siodełku, ale nie pedałuje i rower toczy się, zwalniając wyraźnie z powodu wiatru z przodu. Brak strzałki oznacza siłę zero.



Który rysunek może pokazywać poprawnie siły tarcia działające na opony kół roweru? Rowerzysta siedzi na siodełku i nie pedałuje, ale bardzo silny wiatr w plecy powoduje, że mimo to rower wyraźnie przyspiesza. Brak strzałki oznacza siłę zero.



Można oczywiście dalej rozwijać ten pomysł, na przykład rozpatrując jazdę po pochyłości. Zachęcam (także do jazdy, niekoniecznie po pochyłości).

Rozwiązanie: w pierwszym wariancie poprawna jest odpowiedź C, w drugiej D. Główny błąd, jaki grozi rozwiązującemu, to przypuszczenie, że z powodu większego nacisku tylnego koła na podłoże również siła tarcia jest w tym miejscu większa. Jednak tarcie ma tu charakter statyczny i póki nie osiąga maksymalnej wartości, nie jest zależne od nacisku. Siła tarcia jest w tym wypadku główną siłą, powodującą zmianę prędkości kątowej koła.

W pierwszym wariancie zadania ta prędkość maleje. Występuje co prawda pewien opór w łożyskach, hamujący obrót koła, ale w zadaniu jest powiedziane, że to opór powietrza jest główną przyczyną zwalniania roweru jako całości (czyli jego ruchu postępowego), ale nie kół (czyli ich ruchu obrotowego), bo siła oporu powietrza działa przez widelec na oś koła i jej moment względem tej osi jest zerowy. Zatem to tarcie o podłoże musi wyhamowywać ruch obrotowy koła. W drugiej wersji, analogicznie, siła tarcia musi przyspieszać obrót koła.

Dlaczego wartości sił tarcia dla obu kół są jednakowe? Oba koła mają w przybliżeniu ten sam moment bezwładności (kaseta z zębatkami nie waży dużo i jest tuż przy osi) i przyspieszenie kątowe obydwu kół także jest jednakowe. Oba koła mają wreszcie taki sam promień. Zatem oba koła są hamowane lub przyspieszane na obwodzie taką samą siłą.



KACIK DOŚWIADCZALNY

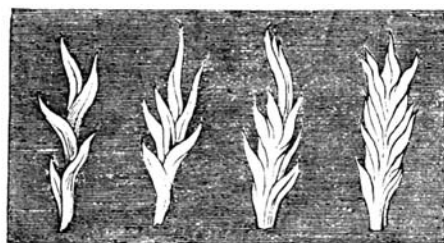
Doświadczenie wakacyjne

Michael Faraday

Od Redakcji:

A oto propozycja wielkiego Faradaya. Wybraliśmy dla Państwa fragment jego wykładu z książeczki *Dzieje świecy* (Prószyński i S-ka, Warszawa 1997, str. 46:

„[...] biorę duży kłębek bawełny, zanurzam go w spirytusie i zapalam. Czymże się różni ten płomień od płomienia zwykłej świecy? Jedyne żywością spalania się, potęgą i pięknnością, jakich świeca nie posiada w tak znacznym stopniu. Czy widzicie te wspaniałe języki tryskające w górę, te rozgałęzienia i strzępy ognia! Aby wyjaśnić wam to zjawisko, wykonam doświadczenie, które, być może, niejednen z was robił już dawniej, któż bowiem nie zna angielskiej gry dziecięcej, polegającej na paleniu spirytusu w filiżance, w której leżą rodzynki! Nie znam piękniejszej ilustracji dla tej części naszego wykładu nad tę dziecinną zabawę. Przede wszystkim trzeba dobrze ogrzać filiżankę, nie zawadzi też ogrzać rodzynek i spirytusu. Filiżanka ze spirytusem zastąpi nam miseczkę świecy wypełnioną substancją świecy, rodzynki odegrają rolę knota. Zapalam spirytus i wnet tryskają piękne węże ogniste. Tworzy je powietrze wciskające się poprzez brzegi filiżanki. Ten gwałtowny przyływ powietrza i nierównomierne palenie się powodują, że płomień nie może jednym strumieniem unieść się w górę, nie tworzy więc jednolitego obrazu, lecz mnóstwo odrębnych postaci, rzekłbym, niemal mnóstwo niezależnych od siebie świec. Nie sądźcie jednak, że w pewnej określonej chwili płomień ma taki kształt, jak tu widzicie – w rzeczywistości przybiera on wiele rozmaitych kształtów, tak szybko po sobie następujących, że oko doznaje złudzenia, jak gdyby istniały one jednocześnie. O tych poszczególnych postaciach płomienia daje wyobrażenie rysunek 6.”



Rys. 6



KACIK DOŚWIADCZALNY

Doświadczenie na deser

Waldemar Gorzkowski

Instytut Fizyki PAN

Od Redakcji:

Poniżej przedstawiamy zadanie Waldemara Gorzkowskiego **dla pełnoletnich Czytelników**. Dla młodszych mamy wersję wprowadzającą: weź dwie szklanki do herbaty z cienkiego szkła. Każdą z nich napełnij wodą do $\frac{2}{3}$ wysokości: jedną wodą gazowaną, drugą – niegazowaną. Trąć delikatnie łyżeczką poniżej poziomu cieczy. Czy słyszysz różnicę? Powinieneś usłyszeć dźwięczny odgłos, gdy trącisz szklankę z wodą niegazowaną. Gdy trącisz szklankę z wodą gazowaną dźwięk będzie głuchy, „drewniany”.

Weź dwie walcowe szklanki do picia szampana, butelkę dobrego szampana i butelkę dobrego wina oraz Szanowną Małżonkę.

Następnie do szklanek nalej ulubionego wina do mniej więcej $\frac{2}{3}$ wysokości. Trąć się swą szklaneczką z Małżonką. Powinieneś usłyszeć dźwięczny odgłos, co zapewne Cię nie dziwi, bo z pewnością ten rodzaj dźwięku wywoływałeś w swym życiu nie raz i znasz go dobrze. Wypijcie wino na zdrowie swoje i moje (a ponieważ zdrowia nigdy nie ma za dużo, więc możecie doświadczenie powtórzyć).

Teraz nalej do szklanek (też do mniej więcej $\frac{2}{3}$ wysokości) ulubionego szampana. Odczekaj kilka minut, aż przestanie się pienić. Do szklanki nie dmuchaj, nie chuchaj do niej itp. Niech wszystko dojdzie samo do równowagi! Teraz trąć się swą szklaneczką z Małżonką. Ku swemu zdziwieniu zamiast dźwięcznego odgłosu usłyszysz głuchy dźwięk, jakbyś uderzył drewnem w drewno. I znów: wypijcie zawartość szklaneczek za zdrowie swoje i moje (i to też kilka razy, bo przecież otwartego szampana nie będziecie trzymać na później).

Wyjaśnij różnice w rodzaju dźwięku w obu przypadkach.

Przy okazji drugie zadanie:

Dlaczego napoje gazowane należy pić w szklankach/kieliszkach wysokich, a wąskich?

Od Redakcji:

Redakcja uważa, iż kieliszki mimo wszystko mają zalety, ponieważ trzymając kieliszek za nóżkę nie tłumimy powstającego dźwięku.



DOŚWIADCZENIE OBOWIĄZKOWE

Camera obscura

Zofia Gołąb-Meyer

Optyka to wyjątkowo wdzięczna dziedzina do wakacyjnych eksperymentów i zabaw. Gorąco do nich zachęcam; sporo informacji można znaleźć w Internecie. Niewprawni eksperymentatorzy, do jakich się zaliczam, czasami wpadają w pułapki, w szczególności nie popłaca zbyt lenistwo. Chcę się z państwem podzielić jednym z moich niepowodzeń po to, by przekonać państwa, że nie należy się łatwo zniechęcać oraz, by wcześniej sprawdzić „jak to działa”, aby później (jak to było w moim przypadku), nie narażać swojego autorytetu na szwank.

Camera obscura powinna należeć do repertuaru doświadczeń obowiązkowych. Kamera pozwala wyjaśnić i zrozumieć mechanizm powstawania obrazów na siatkówce oka oraz obrazu w aparacie fotograficznym. Jest to urządzenie niebywale proste i wakacje są akurat doskonałym czasem, by je wykonać, łącząc przyjemne z pożytecznym. Dzieci mogą sporządzać kolorowe pejzaże okolic. Można zatrudnić maluchy i dostarczyć im świetnego zajęcia. Zrobiłam taką kamerę z moimi przedszkolakami; dzieci starannie wymalowały na czarno wnętrze pudła po butach. Wycięliśmy jedną ściankę zaklejając ją półprzezroczystym papierem śniadaniowym (bo tylko taki był w domu), zrobiliśmy stosowną dziurkę na przeciwległej ścianie i rozpoczęliśmy, pełni emocji, pierwszą obserwację.

Efekt nas rozczarował! Ledwo widoczne plamy światła, które przy dużej dawce dobrej woli można było zidentyfikować jako obraz okna, na które kamera była skierowana, jednak zbyt niewyraźny, by można było rozpoznać, iż to obraz odwrócony. Śliski papier śniadaniowy nie nadawał się też do nakreślenia szkicu obrazu ołówkiem. Powstawały odbłaski. Totalna klapa!

A tymczasem trzeba było wziąć mniejsze, raczej węższe pudełko i koniecznie jedną ściankę zakleić kalką techniczną. Powstaje na niej wyraźny obraz, jak na matówce, bez odbłasków, który łatwo na kalce szkicować ołówkiem. Koniecznie trzeba okryć głowę i kamerę ciemnym kocem (lub narzutą), by odizolować się od zewnętrznego światła. Obraz na kalce powstaje dzięki niewielkiej ilości światła wpadającego przez mały otwór do pudła. Przy dużej jasności na zewnątrz nasze oko nie będzie w stanie dostrzec obrazu na matówce.

Nie bez przyczyny urządzenie nazywa się *camera obscura*, czyli czarny pokój. Powstałe obrazy są tak wyraźne, że można je na kalce szkicować, a następnie po wyjęciu kalki z kamery dopracować i kolorować. Tak powstawały kiedyś pejzaże.

Mały otworek, (np. dziurka w pasku od zegarka) może posłużyć jako **lupa**. Umieszczona nad tekstem lub nad małym przedmiotem, np. biedronką w odległoś-

ci dostosowanej do danego oka – powiększa. Jako lupa jeszcze lepiej działa mała kropeczka wody umieszczona w dziurce od klucza *yale*.

Dzieci wprawia w zdumienie słoiczek z wodą „odwracający strzałkę”. Namalowana na kartce papieru strzałka, obserwowana pod odpowiednim kątem poprzez szklanekę wskazuje przeciwny kierunek. Sprawdźcie sami!

Zachęcam też do odwiedzenia strony internetowej *Fotonu*, gdzie mogą Państwo znaleźć artykuł Grzegorza Karwasza pt. „Soczewki grubasy” (*Foton* 86, jesień 2004).

Zabawy z optyką, wykonywane nawet z małymi dziećmi, którym trudno jest dokładnie wszystko objaśniać, mają jednak duży walor kształcący, są dobrze pamiętane, i w odpowiednim momencie wyciągane z pamięci, co w konsekwencji powoduje ułatwienie zrozumienia praw optyki.



KOMUNIKAT

Doświadczenie z kieszeni

Zofia Gołąb-Meyer

Serdecznie zapraszamy Wszystkich Państwa do udziału w pokazie ulubionych doświadczeń z kieszeni. Wielu z nas ma w zanadrzu takie doświadczenia, które demonstruje np. na wycieczkach, czy przysłowiowych imieninach cioci. Chodzi nie tylko o oryginalność doświadczeń, lecz również o sposób ich prezentacji.

W październiku (4. X. 2006, środa) w czasie pokazów tych doświadczeń wybierzemy przez losowanie te najciekawsze; może u niektórych osób odkryjemy ukryte talenty w prezentowaniu fizyki, a na pewno sami podpatrzmy cudze dobre pomysły. Na pokazy te zostaną zaproszeni uczniowie oraz wszyscy krewni i znajomi.

Zgłoszenia zawierające skrótowy opis prosimy nadsyłać pocztą e-mailową do 15 września 2006. Czas przeznaczony na prezentację od 1 do 5 min.

meyer@th.if.uj.edu.pl

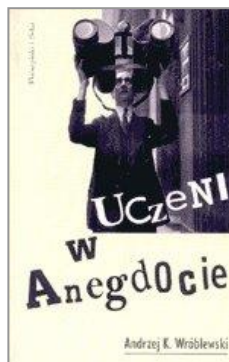


CO CZYTAĆ

Lektury na wakacje

Wakacje to pora na biografie, a jest w czym wybierać.

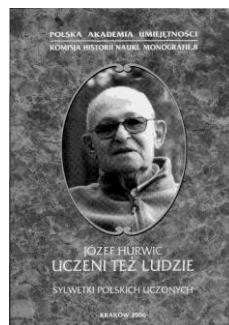
Andrzej Kajetan Wróblewski dostarcza pouczającej rozrywki w swojej książce *Uczeni w anegdocie* (Prószyński i S-ka, Warszawa 2004).



Polecamy również gorąco książkę Józefa Hurwica *Uczeni też ludzie* (PAU, Komisja Historii Nauki. Monografie.8, Kraków 2006).

Książka zawiera barwnie napisane biografie następujących uczonych:

- Stanisław KALINOWSKI (1873–1946) *Fizyk i działacz społeczny*
- Czesław BIAŁOBRZESKI (1878–1953) *Fizyk i filozof nauki*
- Wojciech ŚWIĘTOSŁAWSKI (1881–1968) *Troska o dokładność pomiaru źródłem inicjatywy badawczej*
- Waclaw SIERPIŃSKI (1882–1969) *Współtwórca Polskiej Szkoły Matematycznej*
- Hugo STEINHAUS (1887–1972) *Matematyk, a „nieobliczalny”*
- Ludwik WERTENSTEIN (1887–1945) *Twórca polskiej nukleoniki*
- Wojciech RUBINOWICZ (1889–1974) *Twórca teorii fali dyfrakcyjnej brzegowej i odkrywca reguł wyboru*
- Leopold INFELD (1898–1968) *Fizyk-humanista*
- Tadeusz URBAŃSKI (1901–1985) *Chemik-organik i technolog*
- Wiktor KEMULA (1902–1985) *Złote ręce i nieprzeciętny umysł*
- Arkadiusz PIEKARA (1904–1989) *Nayiaśniejszemu y Naypotężniejszemu Panu*
- Włodzimierz ZONN (1905–1975) *Astronom i utalentowany publicysta naukowy*
- Marian DANYSZ (1909–1983) i Jerzy PNIEWSKI (1913–1989) *Odkrywczy hiperjader*



Jak wskazuje tytuł książki, Czytelnik znajdzie nie tylko sprawozdanie z prac naukowych i związanych z nauką, ale również barwne informacje o życiu prywatnym uczonych i, co naszych czytelników interesuje, również o dzieciństwie i młodości.

Liczne fotografie wprowadzają w klimat czasów, w jakich działali opisani przez Józefa Hurwica uczeni. Książka ta, to również lekcja najnowszej historii Polski, historii życia naukowego i kulturalnego, przedstawionej poprzez przykładowe losy naukowców.

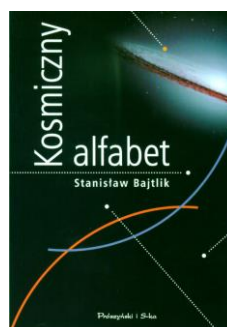
Zachęcamy do tej lektury. Warto sobie zadać trud zdobycia tej pozycji. Hurwic ma zacięcie literackie, będziecie mieć państwo sporo przyjemności z tej lektury.

Zamówienia na tę książkę należy kierować (najlepiej zbiorowo)

- listem – Wydawnictwa PAU, 31-016 Kraków, ul. Sławkowska 17
- faksem – 48-124225422
- telefonicznie – 012 424 02 12
- pocztą elektroniczną – wydawnictwo@pau.krakow.pl
- nabyć można też w siedzibie Wydawnictwa PAU, Kraków, ul. Sławkowska 17

Zachęcamy do zabrania na wakacje

Kosmiczny alfabet Stanisława Bajtlika (Prószyński i S-ka, Warszawa 2004) oraz polecamy felietony tegoż autora w „Tygodniku Powszechnym” w dodatku o książkach.



First Step to Nobel Prize in Physics. Proceedings of the Thirteenth International Competition in Research Projects in Physics for High School (Lyceum) Students (2004/2005)

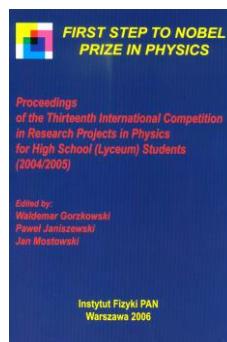
A oto tytuły zamieszczonych prac uczniów:

Anike Nelce Bowaire, *Chaos in an Accelerated Rotating Horizontal Spring* (Indonezja)

Stanley Shang Chiang, *A Step Closer to the Quantum Computer: Fabrication of Novel Superconducting Josephson Junctions to Couple Multiple Flux States of a Quantum Bit* (USA)

Marina Radulaški, *Trajectories Relevant for the Calculation of Path Integrals in Quantum Mechanics* (Serbia i Czarnogóra)

Dhina Pramita Susanti, *Curved Motion of a Shuttlecock* (Indonezja)





CZYTAMY PO ANGIELSKU

Updated technologies expose air's unseen eruption

Science News, April 8, 2006, Vol. 169, No 14

KER-POW! – Two different shock wave patterns emerge in this high-speed schlieren photograph of a .30-06-caliber rifle discharge. The wake of the supersonic bullet heads to the left. A much larger, spherical shock wave – a phenomenon recently made visible by advanced imaging methods – balloons from the muzzle's length. Hot gases billow from the muzzle's tip.



Dictionary:

shock wave – fala uderzeniowa

supersonic – naddźwiękowy

muzzle – spust



FIZYKA W INTERNECIE

Wiesław Zajiczek
Student IV roku, Instytut Fizyki UJ

Droga do fizyki współczesnej – wystawa wirtualna

Celem tej wystawy jest pokazanie, że fizyka jest książką w pisaniu, *in statu nascendi*, a nie nauką zamkniętą. Strona stanowi obszerny przegląd zagadnień związanych z powstaniem fizyki współczesnej. Szczególny akcent położony jest na część doświadczalną. Na uwagę zasługuje spory wybór zdjęć przedstawiających eksperymenty oraz barwne, humorystyczne opisy.

© Copyright 2003, *G.P. Karwasz, T. Wróblewski*, hypertext: *E. Rajch, D. Pliszka*
<http://lab.pap.edu.pl/~zs/wystawy/droga/>

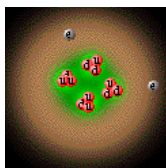
Fizyka – Wirtualny Wszechświat

Witryna zawierająca aktualne wiadomości, ciekawostki i artykuły ze świata fizyki. Szczególnie godny polecenia jest dział „Biblioteka”, w którym można znaleźć spory wybór fragmentów popularnonaukowych książek, a nawet książki w całości (np. *Ewolucję fizyki* Alberta Einsteina i Leopolda Infelda).

Copyright © Prószyński i S-ka SA 2000–2005.
<http://www.wiw.pl/fizyka/>

Kwarki i kosmologia **Leptony, hadrony, kwarki**

Bardzo rozbudowane opracowanie dotyczące podstawowych cegiełek materii i teoretycznych modeli ich oddziaływań. Prócz informacji na poziomie popularnym, autor przedstawił zarys matematycznego opisu tych zagadnień.

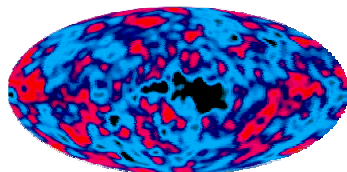


<http://iftia9.univ.gda.pl/~fizjks/kwarki/kwarki.html>

Kosmologia

Jedno z najlepszych polskojęzycznych internetowych wprowadzeń do kosmologii! Ile lat ma Wszechświat? Czy będzie się rozszerzał wiecznie? Czym jest tajemnicza ciemna energia? To tylko niektóre z fundamentalnych pytań, na które stara się odpowiedzieć ta nauka.

Każdy znajdzie tu coś dla siebie – osoba poszukująca informacji na poziomie popularnym bez trudu je wydobędzie. Natomiast wytrwały czytelnik znający rachunek różniczkowy i całkowy z pewnością nagrodzony zostanie „błyskiem rozumienia”...



autor: Jerzy Sikorski, IFTiA UG fizjks@iftia.univ.gda.pl

<http://iftia9.univ.gda.pl/~fizjks/>

Java Applets on Physics

Interaktywne applety Java ilustrujące wiele podstawowych zjawisk fizycznych. Cenna pomoc dydaktyczna dla uczniów i nauczycieli!

autor: Walter Fendt

copyright: <http://www.walter-fendt.de/ph14/copyrightphe.htm>

<http://www.walter-fendt.de/ph11e/>



Strony CERN-u w polskiej wersji językowej. Zobaczysz, jak wygląda największe centrum fizyki cząstek na świecie, dowiesz się, dlaczego fizycy chcą badać cząstki i jak wyglądają eksperymenty, w których – prócz materii – na co dzień produkuje się antymaterię (ok. 10 milionów cząstek na sekundę).

© Copyright CERN

<http://www.fuw.edu.pl/~ajduk/Public/Welcome.html>

Praca wykonana w ramach Europejskiego projektu PhysFun Nr 020772



Fale elektromagnetyczne i filatelistyka

Jerzy Bartke

Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie

Temat fal elektromagnetycznych znalazł swoje odbicie również i w filatelistyce.

Z falami elektromagnetycznymi związane są nazwiska dwóch wielkich uczonych: Maxwella i Hertza. Angielski fizyk James Clerk Maxwell (1831–1879) w roku 1864 sformułował równanie opisujące pole elektromagnetyczne i jego rozchodzenie się w przestrzeni w postaci fal. Równanie Maxwella umieszczono na znaczku Nikaragui wśród „dziesięciu równań matematycznych, które zmieniły oblicze Ziemi”. Fale elektromagnetyczne wytworzył i zaobserwował po raz pierwszy w roku 1886 niemiecki fizyk Heinrich Hertz (1857–1894).

Wizerunki Maxwella i Hertza znalazły się na znaczku Meksyku, Hertza upamiętniono na znaczkach niemieckich i na znaczku czeskim. Na znaczkach tych widać również w tle linie obrazujące fale elektromagnetyczne, a na niemieckim stemplu okolicznościowym z roku 1994 przedstawiono schemat oryginalnego eksperymentu Hertza.



Fale elektromagnetyczne stanowią też temat dwóch znaczków niemieckich oraz różnych znaczków i stempli pocztowych związanych z radiofonią (pokazujemy dwa niemieckie stemple wirmikowe z lat 40. XX wieku). Warto również przypomnieć, że motyw fal elektromagnetycznych został wybrany przez znanego szwajcarskiego grafika Hansa Erni jako alegoria fizyki (znaczek Księstwa Liechtenstein z roku 1969).





Znaczenie fal elektromagnetycznych jest ogromne. Wykorzystują je: radiofonia, telewizja i telekomunikacja bezprzewodowa. Trudno byłoby wyobrazić sobie nasze obecne życie bez tych wynalazków, u podstaw których leży odkrycie Hertza sprzed 120 lat...



Informacje o przebiegu i wynikach LV Olimpiady Fizycznej 2005/2006 w Okręgu Małopolskim

Stanisław Urban

Instytut Fizyki UJ

Tradycyjnie zawody Olimpiady Fizycznej rozgrywane są w trzech etapach. W pierwszym etapie uczniowie rozwiązują zadania w domu i mogą czerpać wiadomości oraz konsultować poprawność rozwiązań bez żadnych ograniczeń. Niewątpliwie nauczyciel przedmiotu jest tu niezastąpionym przewodnikiem i „trenerem”. Zgłaszane do Komitetu Okręgowego OF prace są oceniane przez dwie osoby (są to zwykle doktoranci w Instytucie Fizyki UJ, byli olimpijczycy), a końcowe oceny są uzgadniane tak, aby różnica nie przekraczała jednego punktu w skali 10-punktowej (dla zadań doświadczalnych – 20-punktowej). Punkty obu recenzentów są sumowane. Do tegorocznej edycji OF przystąpiło 132 uczestników z 30 szkół (w tym zaledwie 12 dziewcząt), czyli znacząco więcej niż w poprzednim roku (87). Niestety, skala ocen była bardzo zróżnicowana. Komitet Okręgowy dopuścił do II etapu 64 uczniów z 19 szkół (w tym 4 dziewczyny) z minimum 82 punktami na 200 możliwych (maksymalna ocena – 162 punktów, 42 prace powyżej 100 punktów).

Zawody II etapu były przeprowadzane anonimowo. Uczniowie rozwiązywali 3 zadania teoretyczne w czasie 4,5 godziny. Ten test okazał się za trudny dla większości uczestników. Zaledwie 18 chłopców uzyskało 34 punkty (na 60 możliwych), które Komitet Okręgowy uznał za minimum uprawniające do udziału w części doświadczalnej (maksymalna ocena – 59 punktów). Za wykonanie doświadczenia, trwającego 4,5 godziny, można było uzyskać 40 punktów. Najwyżej oceniona praca uzyskała 39 punktów.

Zadania II etapu były ponownie oceniane przez recenzentów Komitetu Głównego OF, ewentualne różnice dyskutowane, a następnie zatwierdzone na zebraniu przedstawicieli wszystkich okręgów. Zgodnie ze statutem OF minimum kwalifikujące do zawodów III etapu wynosiło w tym roku 64 punkty na 100 możliwych (4 osoby z różnych okręgów uzyskały po 97 punktów). Zgodnie z tym, do dalszych zawodów dopuszczono 77 uczniów, z czego 8 z naszego okręgu. Najlepszy nasz zawodnik uzyskał 89 punktów, co dało mu 12 pozycję. Wyniki prezentowane są na stronie <http://www.kgof.edu.pl/>.

A oto lista uczniów z naszego okręgu dopuszczonych do części doświadczalnej z zaznaczeniem tych, którzy zakwalifikowani zostali do III etapu:

Lp.	Imię i Nazwisko	Szkoła	Miejscowość	Zakwalifikowani do III etapu
1	Łukasz Bańdur	I LO	Tarnów	
2	Karol Dąbrowski	V LO	Kraków	x
3	Jan Fuerst	V LO	Kraków	x
4	Aleksander Gajos	V LO	Kraków	
5	Przemysław Kośmider	II LO	Kraków	x
6	Jan Krupa	II LO	Kraków	x
7	Maciej Machulec	V LO	Kraków	
8	Marcin Mycek	V LO	Kraków	
9	Robert Obryk	V LO	Kraków	x
10	Paweł Pawłowski	V LO	Kraków	
11	Daniel Rudnicki	II LO	Kraków	
12	Konrad Sklorz	V LO	Kraków	x
13	Marcin Sobczyk	V LO	Kraków	x
14	Marcin Solarz	I LO	Tarnów	
15	Jacek Trepkowski	V LO	Kraków	x
16	Krzysztof Wesolowski	ZLO	Oświęcim	
17	Rafał Wolfram	II LO	Kraków	
18	Jakub Wójcik	V LO	Kraków	

Zawody centralne (III etap) rozegrano w dniach 1–4 kwietnia w Warszawie. Składały się, jak zwykle, z części doświadczalnej i teoretycznej. W przerwie na ocenę zadań organizatorzy zapewnili uczestnikom bardzo bogaty program naukowy i kulturalny. Wysłuchali oni fascynujących wykładów trzech warszawskich profesorów: Tomasza Dietla (*Nanospintronika*), Andrzeja Udalskiego (*Pozasłoneczne układy planetarne*) i Zbigniewa Jaworskiego (*Cywilizacja, źródła energii i Czarnobyl*). Zwiedzili też interaktywną wystawę *Odkrywanie czasu* oraz zobaczyli *Skrzypka na dachu* w Teatrze Żydowskim.

Najlepiej z naszego okręgu wypadł **Marcin Sobczyk** z V LO im. A. Witkowskiego w Krakowie (nauczyciel – Dr Jerzy Mucha). Zdobył on III miejsce i dyplom Laureata oraz został (jako jedyny) wyróżniony za najbardziej oryginalne rozwiązanie zadania teoretycznego. Oczywiście Marcin będzie reprezentował Polskę na Międzynarodowej Olimpiadzie Fizycznej, która w tym roku odbędzie się w Singapurze. Inni nasi finaliści uplasowali się poza pierwszą dwudziestką (nie są podawane lokaty) i otrzymali dyplom Finalisty OF. Należy zaznaczyć, że wiele uczelni lub wydziałów honoruje te dyplomy i przyjmuje laureatów i finalistów na studia poza systemem kwalifikacyjnym.

Warto przy okazji przyjrzeć się, które szkoły i którzy nauczyciele są szczególnie aktywni w propagowaniu zawodów olimpiady fizycznej w Okręgu Małopolskim. Największą liczbę uczestników w zawodach I stopnia miały następujące szkoły:

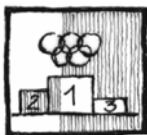
Szkoła	Nauczyciel	Liczba zawodników	Zakwalifikowani do części		
			II teor.	II dośw.	III
V LO Kraków	Ryszard Zapała	21	10	3	3
V LO Kraków	Sławomir Brzezowski	13	10	5	2
V LO Kraków	Jerzy Mucha	12	8	3	1
II LO Kraków	Grzegorz Knapik	9	6	3	2
III LO Kraków	Wanda Łabno	6			
Katolickie LO Kraków	Jadwiga Bendo	6			
IV LO Olkusz	Katarzyna Stochel	5			
I LO Tarnów	Marek Lipiński	4	4	2	
Zespół Szkół Ogóln. Tarnów-Mościce	Władysław Strejczak	4	2		
I LO Kraków	Agnieszka Trzepacz	4	1		

Często pojawia się pytanie, czy warto i czy należy zachęcać uczniów do startu w zawodach OF? Dla mnie nie ulega wątpliwości, że *tak* – z kilku powodów. Niewątpliwie zawody olimpiady fizycznej są jedną z nielicznych okazji do wyłaniania prawdziwych talentów i jest to rzecz nie do przecenienia. Nawet dla przeciętnych uczniów start w zawodach daje szansę na pogłębienie wiadomości z fizyki, a przede wszystkim poczucie zmierzenia się z kolegami w pięknej intelektualnej rywalizacji. Wydaje mi się, że niedoceniany jest fakt, iż uczniowie uczą się w ten sposób samodzielności i liczenia tylko na siebie przy rozwiązywaniu zadań. Pokonywanie stresu i oswajanie się z nieco innym niż w czasie lekcji sposobem udzielania odpowiedzi na zadany temat oraz systemem oceniania tych odpowiedzi będzie niewątpliwie owocowało przy zmaganiach o indeks czy w trakcie studiów. Dla nauczycieli zaś sukcesy lub niepowodzenia uczniów stanowić winny wskazówkę, co i jak zmienić, aby coraz więcej podopiecznych było lepiej przygotowanych do samodzielnej pracy.

Na jedną istotną sprawę chcę wszystkim zwrócić uwagę: poza nielicznymi wyjątkami, uczniowie nie potrafią przelewać na papier swoich myśli i intencji tak, aby recenzent był w stanie ocenić pracę bez konieczności snucia domysłów, co piszący chciał naprawdę wyrazić w słabo czytelnych zdaniach czy wzorach. Te wady mogą, niestety, prowadzić do pomyłek w ocenie prac mimo najlepszej woli sprawdzających.

Stanisław Urban
Przewodniczący Okręgu Małopolskiego
Olimpiady Fizycznej

Teksty i rozwiązania zadań można znaleźć na stronie internetowej *Fizyki w Szkole*.



KONKURS **„Fizyczne ścieżki”**

Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana w Świerku wraz z Instytutem Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie ogłaszają II konkurs prac uczniowskich

„FIZYCZNE ŚCIEŻKI”

Konkurs odbywa się w trzech kategoriach:

1. **na samodzielną pracę naukową** (w języku polskim), spełniającą kryterium publikowalności w czasopismach o profilu naukowym lub dydaktycznym;
2. **na przygotowanie atrakcyjnego pokazu** zjawiska fizycznego z jego wyjaśnieniem, a więc krótkiego wykładu, którego zasadniczym elementem jest publiczne przeprowadzenie doświadczenia fizycznego i wyjaśnienie zaobserwowanych zjawisk w możliwie atrakcyjny sposób;
3. **na esej**, czyli pracę o walorach literackich, ukazującą związki fizyki z filozofią, kulturą, sztuką lub historią cywilizacji.

Regulaminy konkursowe i bieżące informacje o konkursie można znaleźć na stronach internetowych organizatorów: <http://www.ipj.gov.pl> oraz <http://www.ifpan.edu.pl/ACTIVITY/popularyzacja.html>. W szczególności organizatorzy zwracają uwagę na fakt, że w **pierwszych dwóch kategoriach konkursowych może brać udział zespół składający się z grupy do 3 uczniów**.

Terminy: konkurs rozpoczyna się z dniem 1 maja i jest rozstrzygany 15 marca następnego roku. Prace na konkurs należy nadsyłać do dnia 15 stycznia 2007 na adres:

Dział Szkolenia i Doradztwa
Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana
05-400 Otwock-Świerk

podając na kopercie i wewnątrz adres zwrotny, personalia uczestnika, klasę, nazwę i adres szkoły uczestnika. Na kopercie należy też umieścić hasło „Ścieżki fizyczne”.

Zapytania i niejasności można wyjaśnić bądź korespondencyjnie pod wskazanym wyżej adresem, bądź pod adresem elektronicznym: dsid@ipj.gov.pl.

Dla laureatów konkursu i ich opiekunów przewidziane są nagrody rzeczowe, dyplomy oraz możliwość zwiedzenia wiodących laboratoriów krajowych i zagranicznych*

Komitet Organizacyjny: prof. dr hab. Ludwik Dobrzyński – Przewodniczący, dr Marek Gutowski, dr Lech Nowicki, dr Marek Pawłowski, doc. dr hab. Andrzej Wiśniewski.

Komitet Doradczy: prof. dr hab. Tomasz Dietl (IF PAN, Warszawa), doc. dr hab. Zofia Gołąb-Meyer (IFJ PAN, Kraków), dr Waldemar Gorzkowski (IF PAN, Warszawa), prof. dr hab. Marian Grynberg (IFD UW, Warszawa), prof. dr hab. Edward Kapuściak (Wydział Fizyki Teoretycznej UŁ, Łódź), prof. dr hab. Wojciech Nawrociak (IF UAM, Poznań), prof. dr hab. Andrzej Sołtan (CAMK, Warszawa), prof. dr hab. Maria Szeptycka (IPJ, Warszawa), prof. dr hab. Henryk Szymczak (IF PAN, Warszawa), mgr Mirosław Trociuk (LO Włodawa), prof. dr hab. Michał Waligórski (Centrum Onkologii, Kraków).

Konkurs „Fizyczne ścieżki” 2005 rozstrzygnięty!

W edycji 2005 na konkurs wpłynęło:

- 40 prac w kategorii esej
- 12 prac w kategorii praca naukowa.
- 12 prac w kategorii pokaz zjawiska.

Wyniki konkursu

W kategorii esej pierwszej nagrody nie przyznano

Nagroda/wyróżnienie	Nazwisko i imię autora – miasto – szkoła	Tytuł pracy
II	Hareźlak Katarzyna – Bielsko-Biała – LO	Gdzie początek tego końca
III oraz nagroda specjalna Przewodniczącego KO	Kubiak Tomasz – Gniezno – LO	Filozofowanie w kontekście fizyki
Wyróżnienie	Kot Agata – Warszawa – G	Czas względnie bezwzględny
Wyróżnienie	Siekanowicz Katarzyna – Międzyrzecz – LO	Pokaż mi swoje wnętrze, a powiem ci, kim jestem

* Choć opiekun naukowy może być nagrodzony, nie może być on jednak współautorem prac konkursowych.

W kategorii **praca naukowa** przyznano dwie równorzędne pierwsze nagrody

Nagroda/wyróżnienie	Nazwiska i imiona autorów – miasto – szkoła	Tytuł pracy
I	Kołodziejczak Kajetan, Pierzyński Rafał, Sobczak Rafał – Łódź – LO	Teleskop liczników Geigera-Mullera
I	Koral Jakub – Czosnów – G	Badanie zależności między szybkością przepływu cieczy a przekrojem otworów

W kategorii **pokaz zjawiska**

Nagroda/wyróżnienie	Nazwiska i imiona autorów – miasto – szkoła	Tytuł pracy
I	Stocki Mateusz – Leszno – LO	Zimny wrzątek
II	Błoński Dawid, Ryplewicz Rafał – Bielsko-Biała – LO	Efekt Magnusa w tenisie stołowym
III	Kościółek Dawid, Plantos Michał – Złoty Stok – G	Zjawisko napięcia powierzchniowego i interfe- rencji cienkowarstwowej

Wszystkie prace wykazały pasję poznania i za samo uczestnictwo w konkursie Komitet Organizacyjny wyraża swoje uznanie autorom i ich pedagogom.

Uroczyste rozstrzygnięcie konkursu nastąpiło w auli IF PAN w sobotę 25 marca 2005 r. Finaliści zaprezentowali swoje prace, a po obiedzie, podczas tajnych obrad jury, wysłuchali wykładu prof. Tomasza Wojtowicza „Epitaksja z wiązek molekularnych (MBE) jako metoda wytwarzania nanostruktur półprzewodnikowych”.



Konkurs dla nauczycieli **„Bezpieczniej z prądem”**

Z inicjatywy Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej oraz skupionych w nim Spółek i Koncernów Energetycznych, wraz z początkiem 2006 roku rozpoczęła się III edycja ogólnopolskiego programu edukacyjnego „Bezpieczniej z prądem”, którego celem jest podnoszenie świadomości właściwego korzystania z urządzeń elektrycznych wśród dzieci i młodzieży oraz promowanie bezpiecznego, ekologicznego i racjonalnego użytkowania energii elektrycznej.

W styczniu rozpoczęły się konkursy dla uczniów szkół podstawowych i gimnazjów. W tegorocznej edycji organizatorzy przygotowali zarówno konkurs plastyczny, jak i plastyczno-literacki pt. „Jak bezpieczny i pożyteczny jest prąd”. Z myślą o uczniach gimnazjów odbywać się będzie także konkurs komputerowy na przygotowanie projektu strony, przedstawiającej propozycję nowego działu portalu edukacyjnego www.MojaEnergia.pl.

Kolejny etap programu, w ramach którego organizowany jest ogólnopolski konkurs dla nauczycieli „Bezpieczniej z prądem” rozpoczął się 1 kwietnia br. Celem konkursu jest wyłonienie interesującego scenariusza lekcji poświęconej problematyce energii elektrycznej, do przeprowadzenia w ciągu 1 godziny lekcyjnej, który uatrakcyjniłby lekcje i spełniał cel konkursu, jakim jest podnoszenie świadomości właściwego obchodzenia się z energią elektryczną wśród dzieci i młodzieży oraz promowanie jej bezpiecznego, ekologicznego i racjonalnego użytkowania. Autorem scenariusza może być jedna osoba lub zespół, a prace konkursowe będą oceniane w dwóch kategoriach: skierowane do uczniów klas 4–6 szkół podstawowych oraz skierowane do uczniów gimnazjów.

Autorzy najciekawszych scenariuszy zostaną uhonorowani nagrodami pieniężnymi, a scenariusze zostaną opracowane w formie konspektów i udostępnione wszystkim zainteresowanym dydaktykom w celu ich włączenia do działań edukacyjnych skierowanych do dzieci i młodzieży.

Tegoroczna edycja programu „Bezpieczniej z prądem” prowadzona jest pod patronatem honorowym następujących instytucji: Ministra Edukacji i Nauki, Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, Rzecznika Praw Dziecka, Towarzystwa Przyjaciół Dzieci, Związku Nauczycielstwa Polskiego, Centralnego Ośrodka Doskonalenia Nauczycieli oraz Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Ponadto patronatem medialnym objęły program: miesięczniki Energetyka, Gigawat Energia, Wiado-

mości Elektrotechniczne, portal CIRE.PL, a także wydawnictwa edukacyjne *Fizyka w Szkole*, *Biologia w szkole*, *Życie szkoły* oraz *Polonistyka*.

Prace należy kierować na adres Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (ul. Wołyńska 22 60-637 Poznań), a termin nadsyłania prac mija 30 września br. Regulamin konkursu oraz szczegóły programu „Bezpieczniej z prądem” znajdują Państwo w edukacyjnym portalu internetowym www.MojaEnergia.pl poświęconym elektryczności oraz na stronie www.ptpiree.pl/ptpiree.

Dodatkowych informacji udziela: Olga Fasiicka (PTPiREE) tel. (61) 846 02 06 lub fasiicka@ptpiree.pl

19 maja br. w warszawskim Teatrze Buffo odbyło się uroczyste wręczenie nagród w ogólnopolskim konkursie organizowanym w ramach programu edukacyjnego „Bezpieczniej z prądem”. Podczas uroczystości podsumowano dotychczasowe działania oraz nagrodzono laureatów konkursu. Uczestnicy obejrzeli fragment musicalu „Metro” oraz wystawę nagrodzonych prac.



<http://www.universe.com.pl>



Teleskop zwierciadlany (reflektor) jest urządzeniem optycznym mającym za zadanie zbieranie światła pochodzącego od bardzo dalekich źródeł. Ze względu na budowę wyróżniamy dwa podstawowe systemy:

- system Newtona charakteryzuje się krótką ogniskową, szerokim polem widzenia i dużą światłosiłą. Teleskopy zbudowane w tym systemie polecamy początkującym i średnio zaawansowanym miłośnikom astronomii.

– system Cassegraina, choć nieco starszy od systemu Newtona, jest bardziej skomplikowany. Charakteryzuje się długą ogniskową i niską światłosiłą, co czyni go doskonałym do obserwacji planet i Księżyca. Polecamy go średnio zaawansowanym i zaawansowanym obserwatorom.

- system Newton-Cassegrain jest konstrukcją łączącą zalety obu wspomnianych już systemów. Takie dwusystemowe teleskopy polecamy szczególnie zaawansowanym miłośnikom nocnego nieba.

Ceny bardzo przystępne nawet na prywatną kieszeń.





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 2006/2007 w **środy o 16⁰⁰** w Instytucie Fizyki UJ będą się odbywać wykłady i pokazy dla młodzieży szkół średnich, jak również dla gimnazjów.

Tytuły i terminy znajdują się na stronie internetowej:

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

W chwili oddawania tego zeszytu do druku zaplanowano:

4 X 2006 Sekcja Nauczycielska PTF, *Pokazy doświadczeń z kieszeni*

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

UNIwersytet Jagielloński w Krakowie

