

Foton 77

LATO
2002

ISSN 0014-0139 (print) / ISSN 1643-9626 (online)

INSTYTUT FIZYKI W UNIWERSYTESIE JAGIELLOŃSKI
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

ZIĘTYT SPECJALNY DLA UCZNIÓW



- Zadania wstępne, maturalne i inne ciekawe
- Osiecka: wzór na diabelski ogon
- Studenci o studiach



Liza Meitner (1878–1968)



Zaproszenie do studiowania fizyki

Zeszyt, który oddajemy Państwu do rąk, „wepchał się” poza kolejną. Powstał w pośpiechu. Ale czyż można było oprzeć się prośbie licealistów, dopominających się o tematy zadań na egzaminach wstępnych na studia?

Medytowanie o fascynujących problemach fizyki jest samą rozkoszą dla ducha. Zrozumienie trudnego problemu napawa nie byle jaką satysfakcją. Aby jednak móc doznawać tych wszystkich przyjemności, trzeba umysł ćwiczyć, czyli rozwiązywać również rutynowe zadania. Nie ma wyjścia. Trzeba rachować do końca, a nie zadawać się przyjemnym uczuciem, że zadanie jest łatwe, wiadomo, jak je rozwiązać, i wobec tego szkoda czasu na rachunki.

W zeszycie znajdziecie Państwo materiał do ćwiczeń, a mianowicie zadania z egzaminów wstępnych, z próbnej matury. Zachowaliśmy oryginalne wersje tych zadań, choć nas w paru przypadkach korciło, by dokonać „poprawy” sformułowań tematów zadań. Dorzuciliśmy parę zadań z fizyki jądrowej z jednego z zupełnie nowych podręczników (M. i K. Fiałkowskich i B. Sagnowskiej). Można też znaleźć w tym zeszycie przykłady prehistorycznych zadań (z 1929 roku).

Fizyka da się lubić. Nie był to z pewnością znienawidzony przedmiot szkolny Agnieszko Osieckiej. A nawet wręcz przeciwnie! Ażeby dostrzec w fizyce elementy dowcipu, trzeba coś z niej rozumieć. Zachęcamy do lektury artykułiku o *Wzorze na diabelski ogon*.

Mając nadzieję, że niektórzy z młodych czytelników wybiorą fizykę jako przedmiot studiów, poprosiliśmy studentów fizyki i doktorantów, by opowiedzieli o fizyce na studiach, o życiu studenckim. Z ich relacji wyłonią się różne oblicza fizyki. Artykuł profesora Strzałkowskiego o *Wskrzeszeniu Uranii* przypomina fascynację nauką miłośników astronomii. Te fascynacje stale są żywe (patrz artykuł o „*Almukantarze*”).

Dla porównania warto rzucić okiem na artykuł o wyboistej drodze do fizyki jednej z najwybitniejszych fizyczek XX wieku, o Lizie Meitner. Sto lat minęło i dokonały się tak wielkie zmiany. O ileż łatwiejszy i przyjemniejszy start ma wasza koleżanka, okładkowa dziewczyna, Marta Targosz. Liza Meitner uprawiała fizykę w stuleciu fizyki. Przyczyniła się istotnie do rozwoju fizyki jądrowej. Do jakiej dziedziny będzie należeć wiek XXI?

ZG-M



Contents

Introduction – Invitation to studying physics	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	1
Entrance examination, Jagellonian University, 1997	
<i>Slawomir Brzezowski</i>	4
Entrance examination, Jagellonian University, 2001	
<i>Marek Gołqb, Zbigniew Sosin</i>	15
H.S. final examination mock tests.....	24
Caution	36
Modern physics in problems	
<i>Maria Fialkowska, Krzysztof Fialkowski</i>	37
Problems from the old textbook by Dr. Witold Rybczyński.....	41
Reading in English. The D. Hewitt problem	42
Agnieszka Osiecka as a physics teacher	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	43
Revival of Urania	
<i>Adam Strzałkowski</i>	46
Experiments. Electrolysis.....	48
How Lise Meitner became a physicist	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	50
Between physics and medicine	
<i>Marta Targosz</i>	53
How to get low dimensional fractal structure in galvanic processes	
<i>Janusz Strzelecki</i>	55
Gravitation waves and their detection	
<i>Jarosław Stasielak</i>	58
IVth floor of the Inst. of Physics, noises and myself	
<i>Bartłomiej Dybiec</i>	65
Magnetic-resonance tomography– how it works?	
<i>Katarzyna Musielok</i>	67
Studies of Mathematical and Natural Science	
<i>Szymon Pustelny</i>	69
Jagellonian University Physics Students Club	
<i>Slawomir Czekaj</i>	71
„Almukantarat”	
<i>Krzysztof Roszkowski</i>	73
Chronicle. Prof. Hryniewicz awarded h.c. in Toruń	
<i>Andrzej Szytula</i>	75
Dreams about teaching in high school. New textbook	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	76
Physics in Internet.....	78
New textbook for a new high school.....	79
Physics can be understood and loved!	
<i>Barbara Warczak</i>	80
School Astronomy Club in Łany	
<i>Walburga Węgrzyk</i>	81
Communicate. Hands on Universe Program	82
Communicate. New studies: Material Engineering	83
Editorial news	85



Spis treści

Wstęp – Zaproszenie do studiowania fizyki	
<i>Zofia Gołęb-Meyer</i>	1
Egzamin wstępny z fizyki, SMP UJ, 1997 r.	
<i>Ślawomir Brzezowski</i>	4
Egzamin wstępny z fizyki, SMP UJ, 2001 r.	
<i>Marek Gołęb, Zbigniew Sosin</i>	15
Próbny egzamin maturalny z fizyki z astronomią, OKE Wrocław.....	24
Ostrzeżenie.....	36
Fizyka współczesna w zadaniach	
<i>Maria Fiałkowska, Krzysztof Fiałkowski</i>	37
Zadania ze zbioru dr. Witolda Rybczyńskiego.....	41
Czytamy po angielsku. Zadanie D. Hewitta.....	42
Agnieszka Osiecka jako nauczycielka fizyki	
<i>Zofia Gołęb-Meyer</i>	43
Wskrzeszenie URANII	
<i>Adam Strzałkowski</i>	46
Kącik eksperymentatora. Elektroliza.....	48
Liza Meitner – jak została fizyczką	
<i>Zofia Gołęb-Meyer</i>	50
Między fizyką a medycyną	
<i>Marta Targosz</i>	53
Wytwarzanie fraktalnych struktur niskowymiarowych metodą galwanizacji	
<i>Janusz Strzelecki</i>	55
Fale grawitacyjne i ich detekcja	
<i>Jarosław Stasielak</i>	58
Czwarte piętro, szumy i ja	
<i>Bartłomiej Dybiec</i>	65
Tomografia magnetyczno-rezonansowa – jak to działa?	
<i>Katarzyna Musielok</i>	67
Studia matematyczno-przyrodnicze	
<i>Szymon Pustelny</i>	69
Naukowe Koło Fizyków Uniwersytetu Jagiellońskiego	
<i>Ślawomir Czekaj</i>	71
„Almukantarat”	
<i>Krzysztof Roszkowski</i>	73
Kronika. Doktorat honorowy dla Profesora Hrynkiwicz	
<i>Andrzej Szytula</i>	75
O nauczaniu fizyki w liceum – marzenia. Refleksje przy lekturze nowego podręcznika	
<i>Zofia Gołęb-Meyer</i>	76
Fizyka w Internecie.....	78
Nowe liceum z nowym podręcznikiem, <i>Wydawnictwo ZamKor</i>	79
Fizykę można zrozumieć i polubić!	
<i>Barbara Warczak</i>	80
Kółko astronomiczne w Szkole Podstawowej w Łanach	
<i>Walburga Węgrzyk</i>	81
Komunikat. Program Hands on Universe – popularyzacja nauk ścisłych w szkołach średnich.....	82
Komunikat. Nowy kierunek studiów na UJ „Inżynieria materiałowa”.....	83
Komunikaty Redakcji.....	85



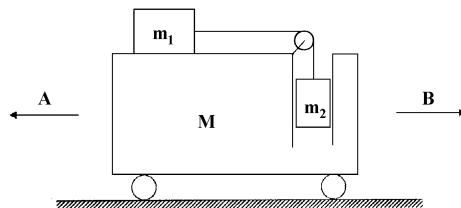
Egzamin wstępny z fizyki, SMP UJ, 1997 r.

(pełny zestaw zadań w Internecie)

Sławomir Brzezowski

Instytut Fizyki UJ

1. Na rysunku pokazano wózek, który może się swobodnie poruszać po poziomych szynach. Na wózku zainstalowano dwa ciała połączone linką przerzuconą przez bloczek. Jedno z tych ciał pod wpływem pola grawitacyjnego opada w pionowej prowadnicy pociągając drugie ciało. Wszystko odbywa się bez tarcia.



- Wózek nie ruszy z miejsca, ponieważ na układ nie działa z zewnątrz żadna pozioma siła.
- Wózek porusza się jednostajnie.
- Wózek będzie przyspieszał w kierunku A.
- Wózek będzie przyspieszał w kierunku B.

2. Obserwator zażywa rozrywki na klasycznej karuzeli.

- W układzie Ziemi działają na obserwatora trzy siły: grawitacji, odśrodkowa i dośrodkowa. Wszystkie te siły równoważą się.
- Siły działające na obserwatora w układzie odniesienia związanym z Ziemią nie równoważą się.
- W układzie Ziemi na obserwatora działa siła odśrodkowa związana z ruchem karuzeli.
- Siła dośrodkowa działająca na pasażera karuzeli wynosi $F = \frac{m\omega^2}{r}$, gdzie ω oznacza prędkość kątową karuzeli, m jest masą pasażera, a r jest jego odległością od osi obrotu.

4. Moment pędu bryły obracającej się wokół ustalonej osi O, obliczony względem punktu leżącego na tej osi:

- Jest zawsze równoległy do osi O.
- Może być prostopadły do tej osi.
- Jest stały, jeżeli suma rzutów (na oś O) momentów wszystkich działających sił jest równa zero.

- d) Może nie być stały nawet wtedy, gdy bryła obraca się jednostajnie wokół tej osi.

8. Gaz doskonały poddajemy przemianie izotermicznej. Energia wewnętrzna gazu:

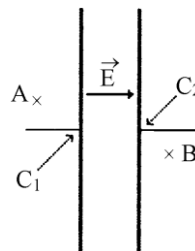
- a) Nie zmienia się, ponieważ średnia odległość cząsteczek pozostaje stała.
 b) Nie zmienia się, ponieważ cząsteczki gazu doskonałego nie oddziałują na odległość.
 c) Pozostaje stała, ponieważ temperatura rośnie ale równocześnie spada ciśnienie.
 d) Zmienia się wraz ze wzrostem ciśnienia.

12. Metalowa sfera naładowana jest ładunkiem ujemnym.

- a) Potencjał w centrum sfery jest taki jak na powierzchni.
 b) Potencjał na powierzchni sfery jest dodatni.
 c) Potencjał w centrum sfery nie zależy od jej promienia (przy ustalonym ładunku w sferze).
 d) Potencjał w centrum sfery jest taki jak w nieskończoności.

13. Płaski kondensator, którego okładki znajdują się w odległości d , znacznie mniejszej od rozmiarów okładek, naładowano tak, że pole w kondensatorze wynosi \vec{E} . Zakładamy, że odległości punktów A i B od punktów – odpowiednio – C_1 i C_2 są znacznie mniejsze od rozmiarów jego okładek.

- a) Potencjał w punkcie A jest wyższy od potencjału w punkcie B o Ed .
 b) Różnica potencjałów między punktami A i B nie może być obliczona, ponieważ nie znamy odległości tych punktów od okładek kondensatora.
 c) Punkty A i B nie leżą na przewodnikach, więc ich potencjały nie mogą być określone.
 d) Potencjał w punkcie A jest taki sam, jak potencjał w punkcie B: obydwa są równe zero.



14. Niech opór włókna żarówki rośnie liniowo z temperaturą włókna, a temperatura włókna świecącej żarówki niech rośnie liniowo z natężeniem prądu. Zależność wydzielanej w żarówce mocy od przyłożonego napięcia spełnia w takich warunkach relację:

- a) $P \sim U$ b) $P \sim U^2$ c) $P \sim \sqrt{U}$ d) $P \sim U \sqrt{U}$.

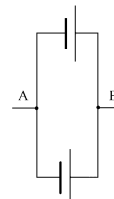
16. Dwa identyczne ogniwa o oporach wewnętrznych R_w i siłach elektromotorycznych ε połączone jak na rysunku.

- Różnica potencjałów między punktami A i B wynosi ε .
- Różnica ta wynosi 2ε .
- Między punktami A i B nie ma różnicy potencjałów.
- W obwodzie nie płynie prąd.



17. Dwa identyczne ogniwa o oporach wewnętrznych R_w i siłach elektromotorycznych ε połączone jak na rysunku.

- Różnica potencjałów między punktami A i B wynosi ε .
- Różnica ta wynosi 2ε .
- Między punktami A i B nie ma różnicy potencjałów.
- W obwodzie płynie prąd.



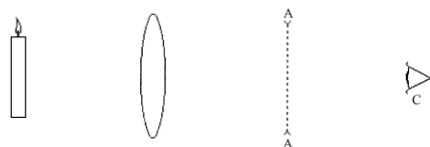
18. Pręt o masie m ustawiono pionowo przy ścianie i pozwolono mu przewrócić się do wnętrza pokoju. Zaniedbujemy tarcie działające na dolny koniec pręta.

- Po przekroczeniu przez pręt pewnego kąta α_0 mierzonych między pionem i prętem, jego dolny koniec zacznie odsuwać się od ściany.
- Podczas całego ruchu pręta $\left(0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}\right)$ na jego dolny koniec działa stała siła reakcji o wartości bezwzględnej równej mg .
- Pozioma składowa pędu pręta jest stała podczas całego ruchu $\left(0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}\right)$.
- Moment pędu pręta, obliczany względem jego dolnego końca, rośnie liniowo z czasem.

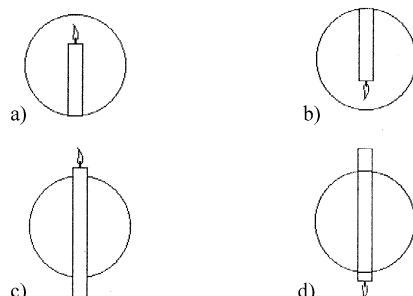
20. Pozioma tarcza obraca się swobodnie wokół pionowej osi. Na środku tarczy stoi człowiek i w chwili początkowej obraca się wraz z tarczą z pewną prędkością kątową. Człowiek przechodzi na brzeg tarczy i zatrzymuje się tam.

- Rzut momentu pędu całego układu (obliczanego względem środka tarczy) na oś obrotu nie zmienia się.
- Rzut ten maleje.
- Energia mechaniczna układu rośnie.
- Energia mechaniczna układu nie zmienia się.

21. Duża soczewka wytwarza rzeczywisty obraz świecy na ekranie ustawionym w płaszczyźnie A-A. Usuamy ekran.



Patrząc z punktu C, zobaczymy (zakładamy, że soczewka całkowicie zasłania nam świecę):



Na powyższych czterech rysunkach kółka przedstawiają zarys soczewki.

22. Odpowiednio wyposażeni leżymy na plecach na dnie stawu i obserwujemy od spodu gładką powierzchnię wody.

- Obiekt leżący na brzegu stawu jest niewidoczny.
- Na oglądanej od spodu powierzchni stawu dostrzegamy koło (o promieniu wyznaczonym przez współczynnik załamania wody i głębokość stawu), w którym mieści się obraz nieba i brzegów stawu.
- Gdyby obserwację przeprowadzić nocą, to widoczne spod wody gwiazdy wydawałyby się leżeć niżej nad horyzontem niż w rzeczywistości.
- Gdyby nurek-observator zaświecił latarkę świecącą jednakowo we wszystkie strony, to obserwator stojący na brzegu nie mógłby zobaczyć jej światła.

24. Próbka gazu doskonałego o temperaturze T znajduje się w objętości V pod tłokiem. Przesuwamy tłok z prędkością większą od prędkości najszybszych cząsteczek gazu i w ten sposób zwiększamy objętość do $2V$. Zakładamy, że opisany proces jest adiabatyczny. Po przywróceniu stanu równowagi:

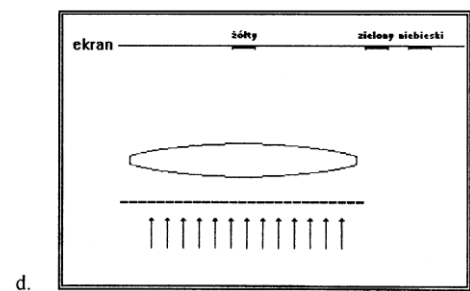
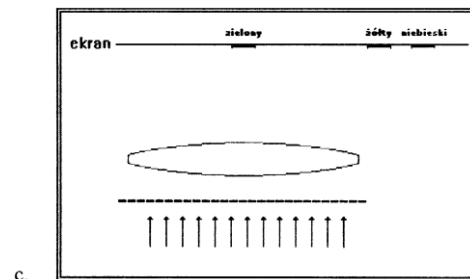
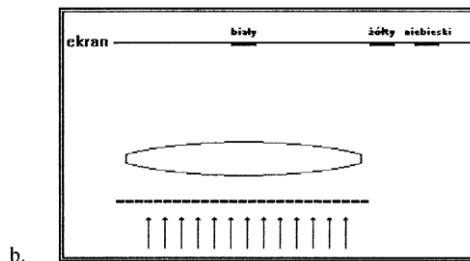
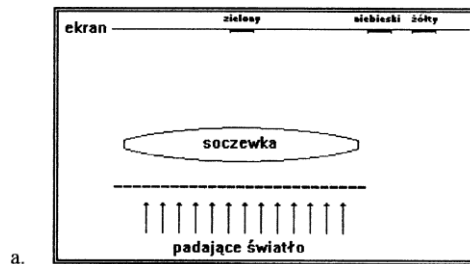
- Temperatura gazu jest równa połowie temperatury początkowej.
- Temperatura gazu będzie dwukrotnie wyższa.
- Temperatura gazu po przemianie będzie taka sama jak przed przemianą.
- Ciśnienie gazu będzie czterokrotnie mniejsze.

25. Na soczewkę dwuwypukłą o ogniskowej f pada światło Księżycy. Za tą soczewką w odległości $2f$ ustawiono soczewkę płasko-wklęsłą.

- Za drugą soczewką powstanie obraz prosty rzeczywisty.
- Za drugą soczewką powstanie obraz odwrócony rzeczywisty.
- Druga soczewka wytworzy obraz pozorny odwrócony.
- Druga soczewka wytworzy obraz pozorny prosty.

27. Na siatkę dyfrakcyjną o stałej d pada wiązka światła będąca superpozycją dwóch fal elektromagnetycznych o dwóch długościach odpowiadających barwom żółtej i niebieskiej.

Na ekranie zobaczymy następujący układ prążków:



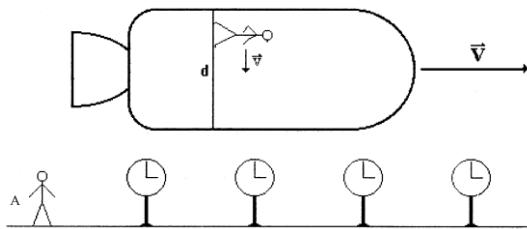
30. Płaski kondensator podłączono na stałe do źródła stałego napięcia. Pomiędzy okładkami kondensatora, równoległe do płaszczyzny okładek, ustawiono kołową pętlę z drutu o oporze R . Okładki kondensatora oddalają się od siebie z pewną prędkością.

- W pętli popłynie prąd, którego kierunek wyznaczony jest przez zwrot wektora natężenia pola elektrycznego, zgodnie z regułą śruby prawej.
- Jak w odpowiedzi „a”, tylko kierunek będzie przeciwny.
- Pomiędzy okładkami kondensatora pojawi się wirowe pole magnetyczne związane ze zwrotem natężenia pola elektrycznego regułą śruby prawej.
- W pętli prąd elektryczny nie popłynie.

Wskazówka: Krążenie wektora indukcji magnetycznej i szybkość zmian strumienia pola elektrycznego spełniają jedno z równań Maxwella:

$$\text{rot}(\vec{B}) = \mu_0 I + \varepsilon_0 \mu_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt}$$

32. Pojazd kosmiczny porusza się z dużą prędkością \vec{V} względem obserwatora A spoczywającego w układzie inercyjnym. Pasażer tego pojazdu odbywa w nim spacer od ściany do ściany, poruszając się poprzecznie w stosunku do pojazdu z prędkością \vec{v} względem pojazdu. Szerokość pojazdu wynosi d .

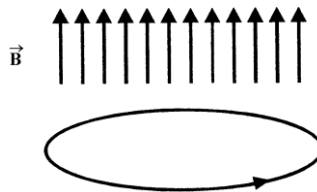


Na zegarach, względem których spoczywa obserwator A, rozstawionych wzdłuż toru pojazdu, upłynie podczas tego spaceru czas:

- $\frac{d}{v}$
- $\frac{d}{v\sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}}$
- $\frac{d}{v}\sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}$
- $\frac{d}{v}\left(1-\frac{V^2}{c^2}\right)$

33. W pętli o kształcie okręgu, masie m i promieniu r , wykonanej z nadprzewodnika, płynie prąd o natężeniu I . Pętlę tę ustawiamy poziomo w jednorodnym polu magnetycznym \vec{B} zwróconym w górę i jednorodnym ziemskim polu grawitacyjnym.

- a) Prąd, który utrzymałby pętlę w równowadze (tak aby lewitowała), można obliczyć z równania $2\pi IB = mg$ (kierunek prądu wyznacza reguła śruby prawej).
- b) Jak w punkcie „a”, ale kierunek prądu odwrotny.
- c) Nie istnieje prąd zapewniający lewitację.
- d) Obecność pola \vec{B} natychmiast zatrzyma przepływ prądu w nadprzewodniku.



34. Rower jedzie ze stałą prędkością \vec{v} bez poślizgu.

- a) Energia kinetyczna punktowej grudki błota przyklejonej do obwodu koła jest w układzie roweru stała i wynosi $\frac{mv^2}{2}$, gdzie m jest masą grudki.
- b) Energia kinetyczna tej grudki jest stała w układzie jezdni i wynosi $\frac{mv^2}{2}$.
- c) Energia ta, odczytywana w układzie jezdni, oscyluje w granicach $0 \leq E_k \leq \frac{mv^2}{2}$.
- d) Suma energii kinetycznej i potencjalnej rozważanej grudki jest stała w czasie.

Odpowiedzi i dyskusja rozwiązań

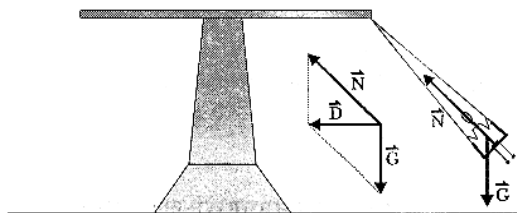
Ad 1.

Pod wpływem siły naprężenia linki ciało o masie m_1 będzie przyspieszało w kierunku B. Skoro jednak na układ, złożony z wózka i obydwu ciał, nie działa żadna pozioma siła zewnętrzna, to z zasady zachowania pędu wynika, że wózek wraz z ciałem o masie m_2 musi przyspieszać w kierunku A. Poprawne jest więc stwierdzenie w punkcie „c”.

Ad 2.

Prawdziwe jest tylko zdanie w punkcie „b”. Istotnie, siły działające na pasażera w układzie Ziemi nie mogą się równoważyć, bo gdyby tak było, to pasażer poruszałby się po prostej.

Stwierdzenie „a” jest nieprawdziwe, ponieważ w układzie Ziemi na pasażera nie działa siła odśrodkowa. Działają jedynie: siła grawitacji \vec{G} i siła \vec{N} , z jaką fotel naciska „od dołu” na pasażera.



Stwierdzenie „c” jest nieprawdziwe, bo w układzie Ziemi nie ma siły odśrodkowej. Punkt „d”: podany wzór na siłę dośrodkową jest błędny.

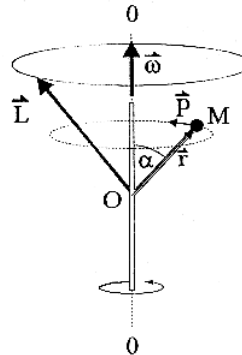
Ad 4.

Moment pędu bryły nie musi być (i na ogół nie jest) równoległy do osi obrotu. Jest równoległy tylko wtedy, gdy oś obrotu jest równoległa do jednego z trzech kierunków głównych bryły. (Każda bryła posiada trzy takie prostopadłe do siebie kierunki.) Stwierdzenie „a” jest więc nieprawdziwe.

Rzut momentu pędu na oś obrotu jest równy iloczynowi momentu bezwładności obliczonemu względem tej osi i prędkości kątowej (która z definicji jest równoległa do tej osi i różna od zera, bo bryła się obraca). Tak więc rzut ten nie może być równy zero, czyli moment pędu nie może być prostopadły do osi obrotu: stwierdzenie „b” jest fałszywe.

Warunki opisane w punkcie „c” gwarantują tylko, że rzut momentu pędu na oś obrotu jest stały. Nie gwarantują jednak tego, że wektor momentu pędu jest stały.

Stwierdzenie „d” jest poprawne: jeżeli bryła obraca się wokół osi nie będącej kierunkiem głównym, to moment pędu nie jest stały, tylko zakreśla powierzchnię stożka z osią obrotu jako osią symetrii. Jako przykład rozważmy bryłę pokazaną na rysunku, składającą się z dwóch nieważkich prętów sztywno połączonych ze sobą pod kątem α i punktu materialnego o masie M , przymocowanego do końca jednego z prętów. Bryła ta może się obracać wokół osi 0-0. Na rysunku zaznaczono wektor momentu pędu $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ obliczanego względem punktu O. Wektor ten zakreśla powierzchnię stożkową o osi symetrii wzdłuż osi 0-0.

**Ad 8.**

W punkcie „a” są dwa nieprawdziwe stwierdzenia:

- po pierwsze, w przemianie izotermicznej średnia odległość cząsteczek nie pozostaje stała (zmienia się objętość);
- po drugie, energia wewnętrzna gazu doskonałego nie ma związku z odległością jego cząsteczek.

Stwierdzenie „b” jest poprawne: cząsteczki gazu doskonałego nie oddziałują na odległość, czyli energia wewnętrzna gazu jest przechowywana w formie energii kinetycznej jego cząsteczek, a ta wiąże się jednoznacznie z temperaturą. Skoro więc temperatura jest stała, czyli średnia energia kinetyczna cząsteczek jest stała, to energia wewnętrzna gazu jest stała.

Stwierdzenie „c” i „d” są jawnie nieprawdziwe.

Ad 12.

Wewnątrz sfery pola nie ma i stąd wynika prawdziwość stwierdzenia „a”.

Potencjał na powierzchni sfery jest ujemny. (Czyli odpowiedź „b” jest fałszywa).

Przy ustalonym ładunku na sferze potencjał w całym jej wnętrzu i na powierzchni wynosi $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$, gdzie r jest promieniem sfery, a Q jest ładunkiem zgromadzonym na sferze. Potencjał zależy więc od promienia sfery. („c” – fałszywe)
Potencjał w nieskończoności jest równy zero, czyli jest różny od potencjału we wnętrzu sfery.

Ad 13.

Potencjał całej lewej okładki jest wyższy od potencjału prawej okładki o wielkość $|\vec{E}|d$. Pomiedzy okładką lewą i punktem A pole jest równe zero, więc potencjał punktu A jest taki jak lewej okładki. Podobnie potencjał punktu B jest taki jak prawej okładki. Dlatego prawdziwe jest stwierdzenie „a”.

Z tych samych powodów stwierdzenie „b” jest nieprawdziwe.

Stwierdzenie „c” jest nieprawdziwe, ponieważ potencjał jest wielkością określaną dla punktów przestrzeni; obecność przewodnika nie jest konieczna.

Stwierdzenie „d” jest jawnie nieprawdziwe.

Ad 14.

Skoro $R = \alpha T$ i równocześnie $T = \beta I$, to

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{\alpha\beta I} = \frac{U^2}{\alpha\beta \frac{P}{U}}, \quad \text{czyli} \quad P^2 = \frac{U^3}{\alpha\beta}.$$

Prawdziwe jest więc stwierdzenie ujęte w punkcie „d”.

Ad 16.

W układzie poplynie „prąd okrężny” o natężeniu I równym $\frac{2\epsilon}{2R_W} = \frac{\epsilon}{R_W}$. Na każ-

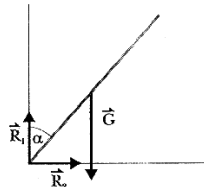
dym ogniwie mamy spadek potencjału na oporze wewnętrznym o $IR_W = \epsilon$ i zarazem wzrost potencjału o ϵ (z powodu siły elektromotorycznej). Przechodząc przez każde ogniwo odnotujemy więc zerową zmianę potencjału prawdziwe jest stwierdzenie „c”.

Ad 17.

Mamy tu identyczne ogniwa połączone równolegle, które dają łączną SEM równą ϵ . Stwierdzenie „a” jest więc prawdziwe.

Ad 18.

Stwierdzenie „a” jest prawdziwe. Na pręt działają siły: grawitacji \vec{G} , reakcji podłoża \vec{R}_1 i reakcji ściany (na rysunku jest to siła \vec{R}_2 działająca w prawo). Pod wpływem tej właśnie siły pręt zwiększa poziomą (zwróconą w prawo) składową swo-



jego pędu). Gdyby jednak dolny koniec pręta pozostał na miejscu aż do upadku pręta, to pozioma składowa pędu pręta byłaby w chwili jego uderzenia o podłogę równa zero (bo pęd w tej chwili byłby pionowy). Wynika z tego, że w naszym doświadczeniu poziomy pęd pręta rośnie tylko od początku ruchu do pewnej chwili (do pewnego kąta α). Później pęd ten jest już stały, czyli prędkość pozioma środka masy pręta jest stała: dolny koniec pręta odsuwa się od ściany i od tej chwili siły \vec{R}_2 nie ma.

Stwierdzenie „b” jest jawnie fałszywe. Stwierdzenie „c” jest fałszywe w świetle wyjaśnień dotyczących punktu „a”.

Pręt wykonuje w pierwszej fazie ruch wahadła fizycznego, w którym prędkość kąto-
wa nie rośnie liniowo z czasem, bo moment sił (zwiększający prędkość kątową) nie jest stały. (Stwierdzenie „d” jest więc fałszywe.)

Ad 20.

Stwierdzenie „a” jest prawdziwe, bo tarcza obraca się swobodnie: brak momentów sił zewnętrznych, których rzut na oś obrotu byłby różny od zera, a więc rzut momentu pędu na tę os jest stały. Z tych samych powodów stwierdzenie „b” jest nieprawdziwe.

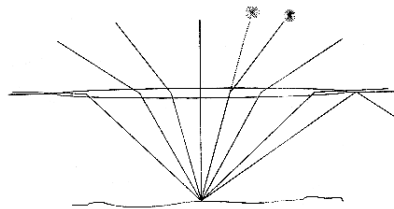
W czasie marszu człowieka ze środka tarczy na jej brzeg energia kinetyczna układu maleje. Wynika to z zasady zachowania pionowej składowej momentu pędu. Jej wartość bezwzględna równa jest $|L_2| = I\omega$, gdzie I oznacza moment bezwładności układu, obliczany względem osi obrotu, zaś ω oznacza prędkość kątową. Zachowanie pionowej składowej momentu pędu oznacza, że ilokrotnie rośnie moment bezwładności, tylokrotnie maleje prędkość kąto-
wa. Wynika z tego, że przy n -krotnym wzroście momentu bezwładności (gdy człowiek przechodzi na brzeg tarczy), następuje n^2 -krotne zmniejszenie kwadratu prędkości kątowej, czyli n -krotne zmniejszenie energii kinetycznej $\frac{I\omega^2}{2}$.

Ad 21.

Oko zobaczy rzeczywisty odwrócony obraz „zawieszony” w przestrzeni w miejscu, w którym był ekran. Obraz ten tworzą promienie nadbiegające do oka z soczewki, dlatego będzie on widoczny tylko na tle soczewki. Przy dostatecznie dużej soczewce możemy zobaczyć go obydwoma oczami, co pozwala na przestrzenne zlokalizowanie obrazu (bardzo efektowne doświadczenie). (Poprawny jest rysunek „b”.)

Ad 22.

Leżąc na dnie stawu, widzimy nad sobą zdeformowany obraz całego otoczenia zbiornika wodnego. Wyjaśnia to rysunek: do naszego oka dociera obraz przedmiotu znajdującego się na brzegu zbiornika, przy samej powierzchni wody. Obraz ten wypadnie na



brzegu koła. Poza tym kołem widzimy już tylko obraz dna odbity od wewnętrznej powierzchni wody. Tak więc prawdziwe jest stwierdzenie „b”.

Stwierdzenie „c” jest nieprawdziwe, bo obraz gwiazdy jest bliżej zenitu niż w rzeczywistości.

Stwierdzenie „d” też jest nieprawdziwe.

Ad 24.

Podczas przesuwania tłoka żadna z cząsteczek nie mogła go dogonić. Wynika z tego, że gaz nie mógł wykonać żadnej pracy na tłoku, czyli nie zmieniła się energia wewnętrzna gazu. Wynika z tego dalej, że temperatura gazu nie zmieniła się. Prawdziwe jest stwierdzenie „c”.

Ciśnienie gazu zmaleje dwukrotnie, czyli stwierdzenie „d” jest nieprawdziwe.

Ad 25.

Obraz Księżyca, jaki utworzy się w odległości f za pierwszą soczewką, służy jako odwrócony przedmiot dla soczewki rozpraszającej. Soczewka rozpraszająca tworzy pozorny, nieodwrócony obraz tego przedmiotu, czyli pozorny, odwrócony obraz Księżyca. Prawdziwe jest zatem stwierdzenie „c”.

Ad 27.

Prawdziwe jest stwierdzenie „a”. Na wprost (prążek centralny) zobaczymy barwę zieloną, bo nałożą się prążki żółty i niebieski. W widmie pierwszego rzędu (i następnych rzędów, których już nie ma na rysunkach) większemu odchyleniu podlega dłuższa fala, czyli będzie tak, jak napisano w punkcie „a”.

Ad 30.

Prąd elektryczny popłynąłby w pętli tylko wtedy, gdyby pojawiło się wirowe pole elektryczne. W warunkach opisanych z zadaniu we wnętrzu kondensatora pojawia się tylko wirowe pole magnetyczne (bo pole elektryczne słabnie). Dlatego prawdziwe jest stwierdzenie „d”.

Bliższe prawdy jest stwierdzenie „c”. Istotnie, pojawi się wirowe pole magnetyczne, ale w tym przypadku zorientowane przeciwnie, niż to jest sugerowane w punkcie „c”.

Ad 32.

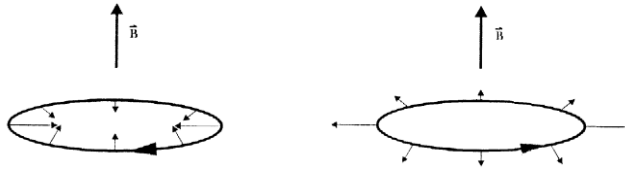
Prawdziwa jest odpowiedź „b”. Na zegarku kosmonauty upłynie bowiem czas $\frac{d}{v}$.

Na zegarach w układzie spoczywającym upłynie czas $\left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ razy większy.

Ad 33.

W warunkach opisanych w zadaniu prąd zapewniający lewitację nie istnieje, ponieważ siła Lorentza rodząca się ze współdziałania prądu w poziomej pętli z pionowym polem magnetycznym jest (dla każdego odcinka pętli) pozioma. Prawdzi-

we jest tylko stwierdzenie „c”. Na rysunkach pokazaliśmy siły działające na poszczególne fragmenty przewodnika w zależności od kierunku prądu.



Ad 34.

Stwierdzenie „a” jest prawdziwe. Grudka porusza się w układzie roweru z prędkością o wartości bezwzględnej równej wartości bezwzględnej prędkości roweru względem jezdni.

Błoto przyklejone do koła na przemian leży na jezdni i pomyka na szczycie koła. Stwierdzenie „b” jest więc fałszywe.

Stwierdzenie „d” jest fałszywe.

Energia w układzie jezdni oscyluje w granicach $0 \leq E_k \leq \frac{1}{2}m(2v)^2$, stwierdzenie „c” jest zatem fałszywe.

Stwierdzenie „d” jest jawnie fałszywe.



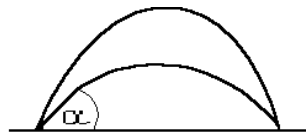
Egzamin wstępny z fizyki, SMP UJ, 2001 r.

Marek Gołąb, Zbigniew Sosin

Instytut Fizyki UJ

1. Oddajemy dwa strzały z armaty. Pierwszy, mniejszy kąt wystrzału wynosił α . Przy drugim strzale, oddanym pod większym kątem, uzyskano ten sam zasięg. Stosunek czasów przelotu kul wynosił (prędkość wylotu kuli w obu przypadkach jest taka sama):

- A) $\sin 2\alpha$
- B) $\sin \alpha$
- C) $\operatorname{tg} \alpha$
- D) $\cos \alpha$

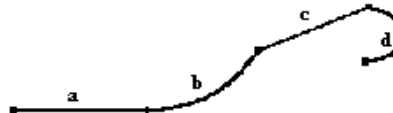


2. Walec o masie m i momencie bezwładności J może zsunąć się po równi pochyłej bez tarcia, jak również stoczyć się po niej bez poślizgu. W którym z przypadków walec szybciej znajdzie się na końcu równi?

- A) tocząc się
- B) ślizgając się
- C) czasy będą równe
- D) to zależy od stosunku J/m

3. Na rysunku zaznaczono tor, po którym poruszało się ciało w układzie inercyjnym. Na której z części toru na ciało mogła nie działać siła.

- A) w częściach b i c
- B) w częściach a i c
- C) w częściach a i b
- D) w częściach b i d



4. Kulka o masie m_1 , zderzająca się centralnie ze spoczywającą drugą kulką o masie m_2 , traci najwięcej energii kinetycznej:

- A) gdy $m_1 = m_2$
- B) strata energii nie zależy od stosunku mas
- C) gdy $m_1 < m_2$
- D) gdy $m_1 > m_2$

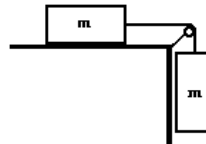
5. Siła tarcia nie zależy od:

- A) rodzaju powierzchni trących
- B) wielkości powierzchni
- C) siły nacisku
- D) współczynnika tarcia

6. Naciąg liny w układzie przedstawionym na rysunku wynosi:

(tarcie i masę bloczka pomijamy)

- A) mg
- B) $0,5mg$
- C) $2 mg$
- D) 0



7. Kulka porusza się po okręgu zawierającym się w płaszczyźnie pionowej. W najwyższym położonym punkcie wypadkowa siła działająca na kulkę wynosi zero. Stosunek energii kinetycznej w najniższym punkcie toru do energii kinetycznej w punkcie najwyższym wynosi:

- A) 2
- B) 4
- C) 5
- D) 3

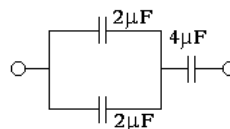
8. Energia ruchu obrotowego łyżwiarza wykonującego piruet wraz ze zbliżaniem ramion:

- A) nie zmienia się gdyż rośnie prędkość jego obrotów i maleje moment bezwładności
B) nie zmienia się ze względu na zasadę zachowania pędu
C) wzrasta o wartość pracy wykonanej przez łyżwiarza podczas przyciągania ramion
D) maleje, bo maleje moment bezwładności
9. Ze stali wykonano obręcz, kulę, sześcian i pręt (o przekroju równym przekrojowi obręczy). Waga każdego obiektu wynosi 1 kg. Zakładając, że oś obrotu przechodzi przez środek ciała, maksymalny moment bezwładności posiada:
- A) pręt
B) kula
C) obręcz
D) sześcian
10. Wahadło wykonuje drgania harmoniczne. W punkcie największego wychylenia:
- A) prędkość i przyspieszenie ciała są maksymalne
B) prędkość jest równa zero a przyspieszenie jest maksymalne
C) prędkość i przyspieszenie ciała są równe zero
D) prędkość jest maksymalna, a przyspieszenie równe zero
11. Ciężar ciała na równiku jest:
- A) taki sam jak na biegunie
B) mniejszy niż na biegunie
C) większy niż na biegunie
D) to zależy od pory dnia
12. Na jakiej wysokości h nad powierzchnią Ziemi przyspieszenie ziemskie jest cztery razy mniejsze niż tuż przy powierzchni Ziemi (R_z – promień Ziemi)?
- A) $h = R_z$
B) $h = 2R_z$
C) $h = 4R_z$
D) $h = 0,5R_z$
13. Stan nieważkości w rakiecie lecącej na Księżyc pojawi się w chwili, gdy:
- A) osiągnie ona pierwszą prędkość kosmiczną
B) osiągnie ona drugą prędkość kosmiczną
C) osiągnie punkt równowagi przyciągania Ziemi i Księżyca
D) ustanie praca silnika
14. Dwie kulki znajdują się w stałej odległości. Jak należy rozdzielić ładunek Q na te kulki, by siła ich wzajemnego odpychania była największa?
- A) po połowie
B) w stosunku 1:2

- C) w stosunku 1:3
D) w stosunku 1: π
15. Na okrąg o promieniu r wprowadzono ładunek Q , uzyskując stałą jego gęstość λ ($Q = 2\pi r\lambda$). Potencjał V w środku okręgu wynosi:
- A) $\lambda/(2\epsilon\epsilon_0)$
B) $\lambda^2/(2\epsilon\epsilon_0 r)$
C) $\lambda/(2\epsilon\epsilon_0 r^2)$
D) $\lambda/(2\epsilon\epsilon_0 \ln r)$
16. Sferę kulistą naładowano równomiernie ładunkiem Q . Jeśli odległość od środka sfery oznaczymy przez r , to pole elektryczne jest określone następująco:
- A) jest równe 0 wewnątrz sfery, a na zewnątrz $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$
B) wewnątrz i na zewnątrz sfery $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$
C) wewnątrz sfery $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$, a na zewnątrz $E = \text{const.}$
D) jest równe $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r)$ wewnątrz sfery, a na zewnątrz $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$
17. Naładowana cząstka porusza się w polu elektrostatycznym. W czasie jej ruchu nie zmienia się:
- A) energia kinetyczna
B) energia całkowita
C) energia potencjalna
D) pęd
18. Jeśli z naładowanego kondensatora odłączonego od źródła napięcia usuniemy dielektryk ($\epsilon_r > 1$), to energia kondensatora:
- A) wzrośnie
B) zmaleje
C) nie zmieni się
D) efekt zależy od pojemności kondensatora

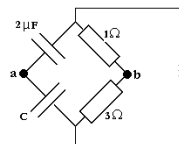
19. Pojemność baterii kondensatorów przedstawionej na schemacie wynosi:

- A) $1\ \mu\text{F}$
B) $2\ \mu\text{F}$
C) $3\ \mu\text{F}$
D) $5\ \mu\text{F}$



20. W obwodzie pokazanym na rysunku różnica potencjałów pomiędzy punktami a i b jest równa zero gdy pojemność C przyjmuje wartość:

- A) $2/3\ \mu\text{F}$

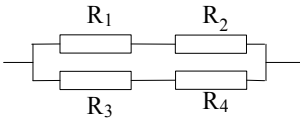


- B) $3\mu\text{F}$
C) $6\mu\text{F}$
D) $1/3\mu\text{F}$
21. Jeżeli dwie grzałki o jednakowej mocy połączymy szeregowo i włączymy do sieci, to w stosunku do pojedynczej grzałki woda zagotuje się w czasie:
A) dwa razy krótszym
B) takim samym
C) cztery razy dłuższym
D) około dwa razy dłuższym
22. Energia równa 1 kilowatogodzinie jest pobierana przez odbiornik $20\ \Omega$ w czasie 0,5 h. Wynika stąd, że płynący przez opornik prąd ma wartość:
A) 4 A
B) 2 A
C) 10 A
D) 20 A
23. W obwodzie zamkniętym indukuje się siła elektromotoryczna indukcji proporcjonalna do:
A) wielkości prądu płynącego w tym obwodzie
B) szybkości zmian strumienia magnetycznego obejmowanego przez obwód
C) pojemności obwodu
D) wielkości użytych w obwodzie oporników
24. Ramka wiruje w jednorodnym polu magnetycznym i wykonuje $n = 10$ obr/s. Jeżeli wiadomo, że maksymalna wartość siły elektromotorycznej wynosi $E = 2\ \text{V}$, to maksymalna wartość strumienia obejmującego ramkę wynosi:
A) 2 Wb
B) $3,18 \cdot 10^{-2}$ Wb
C) 0,5 Wb
D) 2,16 Wb
25. Transformator podwyższa napięcie $U_1 = 220\ \text{V}$ do wartości 1500 V. W uzwojeniu wtórnym płynie prąd o natężeniu $I_2 = 0,2\ \text{A}$. Jeśli sprawność transformatora $\eta = 96\%$, to natężenie prądu w obwodzie pierwotnym wynosi:
A) 1,42 A
B) 2,46 A
C) 15,1 A
D) 0,029 A
26. Jeśli podgrzewamy półprzewodnik samoistny, to wówczas:
A) rośnie liczba elektronów przewodnictwa, a maleje liczba dziur
B) rośnie liczba dziur, a maleje liczba elektronów

- C) rośnie jednakowo liczba elektronów i dziur
D) maleją liczby elektronów i dziur
27. Światło odbite jest całkowicie spolaryzowane, gdy kąt padania na granicę dwu ośrodków przezroczystych jest:
A) mniejszy od granicznego
B) większy od granicznego
C) równy granicznemu
D) taki, że promień załamany i odbity tworzą kąt prosty
28. Za pomocą którego spośród niżej wymienionych zjawisk można wykazać, że badana fala jest falą poprzeczną:
A) interferencji
B) dyfrakcji
C) rozszczepienia w pryzmacie
D) żadnego z wymienionych
29. W oku ludzkim na siatkówce powstaje obraz:
A) rzeczywisty i odwrócony
B) rzeczywisty i prosty
C) pozorny i odwrócony
D) pozorny i prosty
30. Powierzchnia metalu emituje elektrony, gdy pada na nią światło zielone, natomiast nie emituje elektronów pod wpływem światła żółtego. Elektrony będą również wybijane przez:
A) promieniowanie podczerwone
B) światło fioletowe
C) światło czerwone
D) promieniowanie mikrofalowe
31. Z wysokiego mostu upuszczono 2 kamienie w odstępie czasu Δt . W jaki sposób podczas spadku zmienia się odległość między kamieniami (opór powietrza zaniedbujemy)?
A) rośnie liniowo z upływem czasu
B) pozostaje stała
C) zmniejsza się
D) rośnie proporcjonalnie do kwadratu czasu
32. Pęd fotonu dany jest wyrażeniem:
A) $p = mc$
B) $p = h/\lambda$
C) $p = hv$
D) $p = h\omega/c$

33. Zgodnie z prawami elektrodynamiki klasycznej, elektron krążący wokół jądra atomowego:
- A) po krótkim czasie powinien spaść na jądro, poruszając się po torze spiralnym
 - B) obiega jądro atomowe po torze kołowym
 - C) obiega jądro atomowe po torze eliptycznym (jądro znajduje się w jednym z ognisk elipsy)
 - D) oddali się od jądra
34. Jakie powinno być napięcie przyspieszające elektrony w mikroskopie elektronowym, aby długość fali de Broglie'a wynosiła 0,01 nm?
- A) 3 kV
 - B) 15 kV
 - C) 20 kV
 - D) 1,5 kV
35. Średni własny czas życia mionu wynosi około $2 \cdot 10^{-6}$ s. Prędkość wiązki mionów wynosi 0,9 c. Jaką drogę przebędą miony przed rozpadem (c – prędkość światła)?
- A) $12,4 \cdot 10^3$ cm
 - B) $12,4 \cdot 10^2$ m
 - C) 540 m
 - D) $6 \cdot 10^2$ m
36. Podczas przemiany izotermicznej zmiana energii wewnętrznej gazu doskonałego wynosi:
- A) $p\Delta V$
 - B) $V\Delta p$
 - C) zero
 - D) $\Delta p\Delta V$
37. W otwartej chłodnicy idealnego silnika Carnota znajduje się woda o temperaturze 100°C. Temperatura źródła ciepła wynosi $T_1 = 473$ K. Po wykonaniu przez silnik pracy $W = 100$ kJ z chłodnicy ubyło (ciepło parowania wody wynosi 2260 kJ/kg):
- A) 209 g
 - B) 165 g
 - C) 42 g
 - D) 105 g
38. Jeżeli temperatura gazu doskonałego wzrośnie dwukrotnie, to średni pęd cząsteczek gazu wzrośnie:
- A) 2 razy
 - B) 4 razy

- C) $\sqrt{2}$ razy
D) $2\sqrt{2}$ razy
39. 2 gramy helu ogrzewano w zamkniętym pojemniku, uzyskując przyrost temperatury $\Delta T = 50$ K. O ile dłużej należy ogrzewać tę samą ilość helu w cylindrze z ruchomym tłokiem, aby uzyskać taki sam przyrost temperatury (przy założeniu, że całe dostarczone ciepło jest przejmowane przez gaz)? Moc grzałki wynosi 41,55 W.
- A) 5 s
B) 5 min
C) 10 s
D) 15 s
40. Ile wody o temperaturze 10°C należy dolać do 2 kg wody o temperaturze 373 K, aby otrzymać wodę o temperaturze 60°C ? Ciepło właściwe wody wynosi 4,19 kJ/kg.
- A) 1,2 kg
B) 1,6 kg
C) 2,0 kg
D) 2,4 kg
41. Izotermy dwóch gazów w różnych temperaturach pokrywają się. Gazy te różnią się:
- A) gęstością
B) liczbą atomów w cząsteczce
C) liczbą cząsteczek
D) masą cząsteczkową
42. Pojemność kuli o promieniu R naładowanej ładunkiem Q wynosi:
- A) $4\pi\epsilon_0 R$
B) $R/(4\pi\epsilon_0)$
C) $4\pi\epsilon_0 Q/R$
D) $Q/(4\pi\epsilon_0 R)$
43. Przy rozprężaniu pewnej ilości gazu jego objętość wzrosła dwukrotnie, a ciśnienie zmalało 4 razy. Temperatura bezwzględna tego gazu:
- A) zmalała 2 razy
B) wzrosła 2razy
C) zmalała 4 razy
D) wzrosła 4 razy
44. Masa $m = 100$ g, zawieszona na sprężynie, rozciąga tę sprężynę o 10 cm. Po wprawieniu układu w drgania okres drgań wynosi około (przyjmując $g = 10 \text{ m/s}^2$):
- A) 6,3 s
B) 0,63 s

- C) 1,2 s
D) 0,3 s
45. Przesunięcie linii widmowych ku czerwieni jest wynikiem:
A) efektu Cole-Portera
B) absorpcji światła przez pył międzygalaktyczny
C) oddalaniem się galaktyk
D) zbliżaniem się galaktyk
46. Podczas efektu Comptona rozproszone pod pewnym kątem promieniowanie X:
A) ulega dyfrakcji przy niezmięniętej długości fali
B) ma mniejszą długość fali niż promieniowanie padające
C) ma większą długość fali niż promieniowanie padające
D) ma taką samą długość fali jak promieniowanie padające
47. Wartości oporów są następujące: $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$. Największy spadek napięcia występuje na oporniku:
- A) R_1
B) R_2
C) R_3
D) R_4
- 
48. Dwie kulki, na których znajdują się ładunki jednoimienne, wiszą na nitkach zaczepionych w jednym punkcie. Po umieszczeniu między kulkami uziemionej płyty metalowej, kulki:
A) rozchylą się bardziej
B) zbliżą się do siebie, ale nie zetkną się z płytą
C) nie zmienią położenia
D) dotkną płyty
49. Współczynnik załamania światła na granicy dwóch ośrodków jest związany:
A) ze zmianą częstotliwości fali świetlnej na granicy ośrodków
B) ze zmianą prędkości rozchodzenia się światła na granicy ośrodków
C) ze zmianą częstotliwości i długości fali świetlnej na granicy ośrodków
D) ze zmianą częstotliwości i prędkości rozchodzenia się fali świetlnej na granicy ośrodków
50. Różnica faz między dwoma odległymi o 0,5 m punktami ośrodka, w którym rozchodzi się fala dźwiękowa o częstotliwości 340 Hz z prędkością 340 m/s, wynosi:
A) $\pi/2$
B) 0
C) $\pi/4$
D) π

Odpowiedzi:

1 C	2 B	3 B	4 A	5 B	6 B	7 C	8 C	9 C	10 B
11 B	12 A	13 D	14 A	15 A	16 A	17 B	18 A	19 B	20 A
21 D	22 C	23 B	24 B	25 A	26 C	27 D	28 D	29 A	30 B
31 A	32 B	33 A	34 B	35 B	36 C	37 B	38 C	39 A	40 B
41 C	42 A	43 A	44 B	45 C	46 C	47 B	48 D	49 B	50 D



Próbny egzamin maturalny z fizyki z astronomią

OKE Wrocław

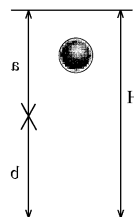
Od Redakcji:

Zachowano oryginalne sformułowania, spisane z formularzy wręczanych uczniom.

Zadania z arkusza egzaminacyjnego I (czas pracy 90 minut)

Zadanie 1. (3 pkt.)

Ciało spada swobodnie z wysokości H (patrz rysunek). Odcinki a i b są równe. Czy prawdziwa jest teza, że szybkość zmiany energii kinetycznej jest większa na odcinku b niż na odcinku a ? Odpowiedź uzasadnij.

**Zadanie 2. (3 pkt.)**

Automatyczna stacja kosmiczna krąży wokół Ziemi w odległości $H_1 = 3R_z$ (R_z promień Ziemi) **od jej powierzchni**. Jak i ile razy zmieni się energia kinetyczna stacji, jeżeli sprowadzimy ją na orbitę leżącą na wysokości $H_2 = R_z$ od jej powierzchni?

Zadanie 3. (3 pkt.)

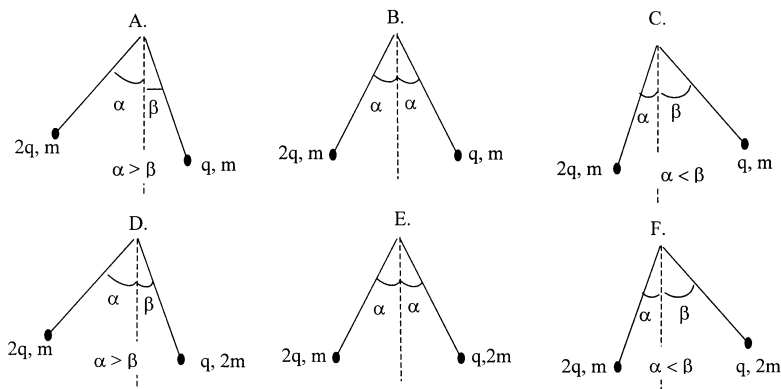
W elektronicznej lampie błyskowej zastosowano kondensator o pojemności $100 \mu\text{F}$. Podczas błysku dostarcza on w czasie 10^{-3} sekundy średnią moc o wartości $5 \cdot 10^4$ watów. Oblicz wartość napięcia panującego pomiędzy okładkami tego kondensatora w chwili rozpoczynania błysku.

Zadanie 4. (2 pkt.) (S1b, T7)

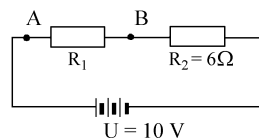
Dwie kulki naładowano ładunkami q i $2q$ i zawieszono w jednym punkcie na jedwabnych nitkach o długości L każda. Który z zamieszczonych niżej rysunków prawidłowo przedstawia ustawienie nici dla:

a) kulek o jednakowej masie.

b) kulek, z których jedna o ładunku q ma masę $2m$, a druga o ładunku $2q$ ma masę m .

**Zadanie 5. (3 pkt.)**

Między punktami AB w obwodzie przedstawionym na rysunku napięcie wynosi 4 V , napięcie na zaciskach baterii jest równe 10 V . Oblicz wartość oporu R_1 .

**Zadanie 6. (2 pkt.) (S2a, T9)**

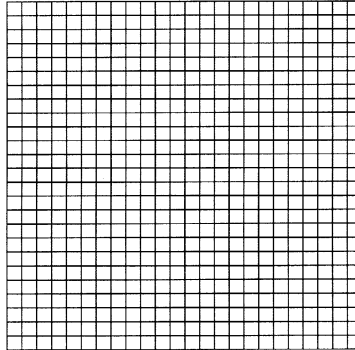
Od lipca 2001 r. została dokonana zmiana napięcia w sieci z 220 V na 230 V . Oblicz moc, jaką ma obecnie dawna żarówka 100 W . Załóż stałość oporu.

Zadanie 7. (4 pkt.) (S3, T8)

Rozpad promieniotwórczego pierwiastka jest mierzony za pomocą licznika Geigera-Müllera. Najpierw stwierdzono, że w miejscu dokonywania pomiaru tło wynosi 20 impulsów na minutę. Następnie przy liczniku umieszczono badaną próbkę pierwiastka. Co kilka godzin mierzono i zapisywano w tabeli ilości impulsów na minutę rejestrowane przez licznik. Oto wyniki:

Czas w godzinach od rozpoczęcia pomiarów	Ilość impulsów na minutę rejestrowana przez licznik	
0 (start)	120	
6	71	
8	59	
10,5	52	
20	29	

Sporządź wykres zależności ilości impulsów na minutę od czasu rozpadu promieniotwórczego pierwiastka. Na jego podstawie wyznacz okres połowicznego zaniku pierwiastka. Uzasadnij odpowiedź.



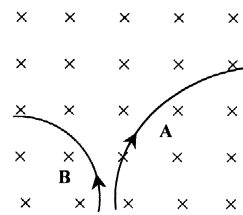
Zadanie 8. (2 pkt.) (S2a, T8)

Jeden z izotopów pierwiastka ameryk rozpada się, emitując cząstkę α i przekształca w izotop neptunu ${}^{237}_{93}\text{Np}$. Wyznacz liczbę protonów i neutronów w jądrze ameryku.

Zadanie 9. (2 pkt.) (S1b, T10)

Rysunek obok przedstawia ślady torów dwóch cząstek A i B w komorze Wilsona. Pole magnetyczne jest jednorodne i ma kierunek prostopadły do płaszczyzny rysunku i zwrot za płaszczyznę kartki. Tory leżą w płaszczyźnie kartki.

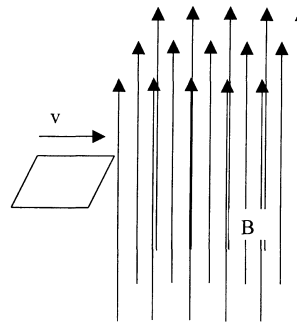
- Która z cząstek ma ładunek dodatni, a która ujemny?
- Która z nich ma większą masę, zakładając, że obie cząstki mają jednakowe prędkości i wartości ładunków? Odpowiedź uzasadnij.



Zadanie 10. (4 pkt.) (S1b, T11)

Kwadratowa ramka poruszająca się ruchem jednostajnym wchodzi do pola magnetycznego tak, że płaszczyzna ramki jest prostopadła do kierunku pola magnetycznego (jak na rysunku). W czasie ruchu, gdy pole obejmuje tylko część powierzchni ramki, powstaje w niej prąd o stałym natężeniu. Po całkowitym wejściu ramki w pole, mimo dalszego jej ruchu prąd znika.

- Uzasadnij dlaczego natężenie indukującego się prądu jest najpierw stałe, a potem równe zero.
- Czy powstałby prąd indukcyjny gdyby ramka znajdująca się całkowicie w jednorodnym polu magnetycznym poruszała się w nim ruchem jednostajnie przyspieszonym? Odpowiedzi uzasadnij.



Zadanie 11. (3 pkt.) (2Sb, T11)

Jak wiadomo, transformator może służyć do podwyższania napięcia podczas przesyłania energii elektrycznej na duże odległości. Powoduje to znaczne zmniejszenie

strat w liniach przesyłowych (mniejsze wydzielanie ciepła w przewodach). Oblicz, jaki powinien być stosunek liczby zwojów uzwojenia wtórnego do liczby zwojów uzwojenia pierwotnego, aby straty zmniejszyły się 10 000 razy? Zakładamy, że moc przekazywana do odbiorcy jest taka sama.

Zadanie 12. (2 pkt.) (S1b, T12)

Powietrze składa się przede wszystkim z cząsteczek azotu i tlenu. Obie cząsteczki są dwuatomowe, masy atomowe tlenu i azotu wynoszą odpowiednio: 16 i 14.

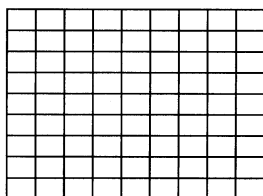
Które z cząsteczek (azotu czy tlenu) poruszają się (średnio) z większą prędkością w tej samej temperaturze? Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 13. (2 pkt.) (S4a, T14)

Wiszący na sprężynie ciężarek został pociągnięty w dół, a następnie puszczone swobodnie, w wyniku czego zaczął wykonywać drgania o okresie $T = 2$ sekundy z amplitudą $A = 2$ cm.

a) Na znajdującej się poniżej siatce naszkicuj wykres zależności wychylenia od czasu (liczonego od momentu puszczenia ciężarka) dla opisanego ruchu podczas jednego okresu drgań.

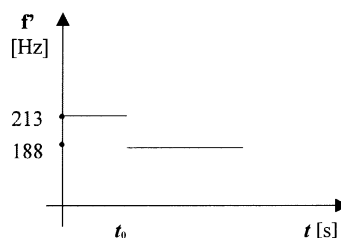
b) Przyjmując, że zależność wychylenia od czasu ma postać: $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, oblicz wartość fazy początkowej w opisywanym ruchu.



Zadanie 14. (3 pkt.) (S2a, T15)

W pobliżu linii kolejowej rejestrujemy wysokość dźwięku sygnału wysyłanego z pociągu poruszającego się ze stałą prędkością u . Zapis częstotliwości dźwięku w funkcji czasu ma postać przedstawioną na wykresie obok.

Oblicz prędkość u pociągu. Przyjmij prędkość dźwięku w powietrzu równą 332 m/s.



Zadanie 15. (2 pkt.) (S2a, T16)

Jeżeli na siatkę dyfrakcyjną pada światło białe, to w wyniku rozszczepienia podczas dyfrakcji, na ekranie zobaczymy kolorowe widma różnych rzędów. Możliwe jest częściowe nakładanie widma jednego rzędu na widmo innego rzędu. Zakładając, że w widmie trzeciego rzędu światło niebieskie ($\lambda = 0,45 \mu\text{m}$) pokrywa się ze światłem o innej barwie w widmie drugiego rzędu, oblicz długość fali i podaj barwę światła w widmie drugiego rzędu.

Zadania z arkusza egzaminacyjnego II (czas pracy 120 minut)

Zadanie 16. (12 pkt.)

Stara łódź podwodna

W czasie operacji zanurzenia łodzi podwodnej odległość od dna mierzona jest sonarem z dokładnością do 1 m. Kapitan zerka na zegarek, rejestrując czas osiągnięcia kolejnych pozycji zanurzenia. Jego obserwacje przedstawia poniższa tabelka:

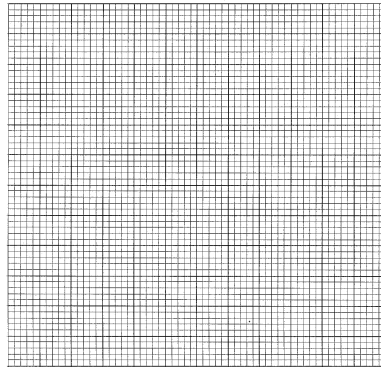
x [m]	50	40	29	20	10
t [s]	6,0	12,0	19,0	24,0	29,0

gdzie: x – oznacza odległość okrętu od dna,

t – czas, w którym łódź znajduje się w określonej odległości nad dnem.

Biorąc pod uwagę nierówności dna oraz czas reakcji człowieka, kapitan przyjął, że niepewność pomiaru położenia wynosiła: $\Delta x = \pm 1$ m, a niepewność pomiaru czasu wynosiła $\Delta t = \pm 1$ s.

a) Wykonaj wykres zależności odległości okrętu od dna od czasu: na znajdującej się siatkę nanieś punkty pomiarowe i narysuj linię najlepszego dopasowania. (5 pkt.)



b) Korzystając z narysowanej prostej wyznacz średnią szybkość zanurzenia okrętu. (2 pkt.)

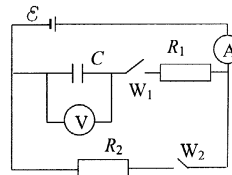
c) Zaznacz na wykresie niepewności pomiarów i narysuj proste minimalnego i maksymalnego nachylenia. (2 pkt.)

d) Na ich podstawie oszacuj niepewność wyznaczenia średniej szybkości zanurzenia okrętu. (3 pkt.)

Zadanie 17. (10 pkt.)

Kondensator w obwodzie elektrycznym

W przedstawionym obok obwodzie elektrycznym ogniwo elektryczne ma SEM równą 1,5 V i opór wewnętrzny $R_w = 0,5 \Omega$. Opór $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 1,5 \Omega$. Pojemność kondensatora



C wynosi 100 pF. Opór woltomierza jest bardzo duży (rzędu kilku $M\Omega$). Opór amperomierza jest znikomo mały.

W pierwszej części doświadczenia wyłącznik W_2 jest otwarty.

a) Po zamknięciu wyłącznika W_1 obserwowano niewielki prąd płynący przez amperomierz; po chwili prąd przestał płynąć. Podaj i krótko opisz przyczynę tego zjawiska. (1 pkt)

b) Podaj wartość napięcia wskazywanego przez woltomierz w momencie, w którym prąd nie płynie przez amperomierz. Uzasadnij odpowiedź. (2 pkt.)

c) Od czego zależał będzie czas (po zamknięciu wyłącznika W_1), w którym przez amperomierz będzie płynął prąd? Uzasadnij odpowiedź. (2 pkt.)

d) Oblicz wartość ładunku zgromadzonego na okładkach kondensatora w momencie, w którym prąd przestał już płynąć. (1 pkt)

Przy zamkniętym wyłączniku W_1 , zamykamy wyłącznik W_2 .

e) Wykaż, że wartość natężenia prądu wskazywanego przez amperomierz po dłuższej chwili po zamknięciu wyłącznika W_1 (wskazania są ustabilizowane) wynosi 750 mA. (1 pkt)

f) Oblicz wskazania woltomierza w sytuacji przedstawionej w punkcie poprzednim. (2 pkt.)

g) Czy wartość napięcia wskazywanego przez woltomierz będzie zależała od wartości oporu opornika R_1 ? Dlaczego? (1 pkt)

Zadanie 18. (13 pkt.)

Gaz

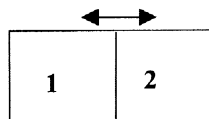
W izolowanym pojemniku znajdują się dwa jednoatomowe gazy (spełniające prawa stanu gazu doskonałego) rozdzielone przesuwaną się ścianką, która może przewodzić ciepło.

Wartości parametrów obu gazów w chwili początkowej są równe:

$$V_1 = V_2 = V = 1 \text{ m}^3$$

$$p_1 = p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$T_1 = 450 \text{ K}, \quad T_2 = 300 \text{ K}$$



a) Korzystając z równania Clapeyrona, oblicz stosunek liczby moli obu gazów. W której części pojemnika: 1 czy 2, jest więcej cząstek gazu? Uzasadnij odpowiedź. (3 pkt.)

b) Wiedząc, że ścianka rozdzielająca oba gazy może przewodzić ciepło, porównaj końcowe parametry obu gazów p , T , V po ustaleniu się stanu równowagi (podaj relacje między nimi: $<$, $=$, \neq , $>$). (3 pkt.)

c) O ile i w którą stronę przesuwnie się ścianka na skutek przepływu ciepła pomiędzy pojemnikami 1 i 2? Powierzchnia ścianki jest równa 1 m^2 . (5 pkt.)

d) Oblicz temperaturę końcową, po ustaleniu się stanu równowagi obu gazów. Załóż, że ciśnienie gazu w obu częściach pojemnika jest nadal jednakowe i równe początkowemu. (2 pkt.)

Zadanie 19. (14 pkt.)

Niesforny chłopiec

Chłopiec przymocował do sznurka kamień o masie równej 0,4 kg i kręci nim nad głową, trzymając rękę na wysokości $H = 1,7$ m od ziemi. W pewnym momencie kamień, obracający się w płaszczyźnie poziomej osiąga wysokość $h = 1,3$ m. Długość sznurka wynosi $l = 0,8$ m. Oblicz wartości:



a) promienia okręgu, jaki zakreśli kamień na tej wysokości. (1 pkt)

b) siły, z jaką sznur działa na kamień i siły dośrodkowej. Przyjmij przyspieszenie ziemskie równe $9,81 \text{ m/s}^2$. (4 pkt.)

c) Oblicz pracę, jaką należy wykonać, aby kamień poruszający się początkowo w płaszczyźnie poziomej na wysokości $h = 1,4$ m nad powierzchnią ziemi, poruszał się w poziomej płaszczyźnie na wysokości $h = 1,6$ m. Podczas rozwiązywania tego zadania skorzystaj z tabeli, którą sporządzili uczniowie, gdy nauczyciel polecił im analizę ruchu takiego kamienia w płaszczyźnie poziomej na różnych wysokościach nad ziemią. (4 pkt.)

h [m]	r [m]	N [N]	Q [N]	$F_{\text{doś}}$ [N]	v [m/s]
1,4	0,74	10,45	3,92	9,69	4,2
1,5	0,77	15,69	3,92	15,19	5,4
1,6	0,79	31,36	3,92	31,11	7,8

Oznaczenia:

h – odległość płaszczyzny poziomej, w której zachodzi ruch kamienia od powierzchni ziemi;

r – promień okręgu po jakim porusza się kamień;

N – wartość siły naciągu sznura;

Q – wartość siły ciężkości kamienia;

$F_{\text{doś}}$ – wartość siły dośrodkowej;

v – szybkość kamienia.

Nauczyciel fizyki zwrócił uwagę, że kamień po zerwaniu się sznurka mógł trafić w bawiące się dzieci. Polecił uczniom rozwiązać następujące zadanie:

d) Na placu zabaw oprócz niesfornego chłopca przebywają dzieci. Żadne z nich jednak nie znajduje się bliżej niż 7 m od chłopca. Czy kamień może trafić w dzieci, jeżeli sznurek zerwie się przy szybkości kamienia 10 m/s. Przyjmij, że kamień będzie wówczas poruszał się na wysokości równej 1,7 m nad ziemią po okręgu o promieniu równym długości sznura $l = 0,8$ m. Odpowiedź uzasadnij. (5 pkt.)

Zadanie 20. (11 pkt.)**USG**

Poniższy tekst został napisany na podstawie artykułu pochodzącego z czasopisma „Wiedza i Życie”. Tekst dotyczy badań ultrasonograficznych zwanych potocznie USG.

Zastosowanie ultradźwięków w diagnostyce medycznej opiera się na zjawisku odbicia i załamania fali przy wykorzystaniu korzystnych warunków rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w tkankach miękkich.

Poniższa tabela przedstawia szybkości dźwięku w różnych środowiskach i niektóre gęstości tych ośrodków.

Szybkość fali w różnych ośrodkach		Gęstości ośrodków
Powietrze (w 20°C)	344 m/s	1,2 kg/m ³
Krew	1570 m/s	1060 kg/m ³
Tkanka tłuszczowa	1450 m/s	960 kg/m ³
Mózg	1540 m/s	narządy wewnętrzne od 1010 kg/m ³ do 1070 kg/m ³
Wątroba	1550 m/s	
Nerki	1560 m/s	
Woda destylowana	1530 m/s	998 kg/m ³

*Wyemitowana fala (wytworzona przez źródło ultradźwięków), przechodząc przez ciało człowieka, wprawia w drgania napotkane tkanki. Gdy trafia na obszar o innej gęstości, na przykład granicę między różnymi strukturami anatomicznymi lub niejednorodności tkanki, takie jak zwapnienia, pęcherzyki gazów czy ciała obce, jej część zostaje odbita i wraca do źródła, część zaś podąża dalej, aż trafi na kolejną granicę. Stosunek natężenia fali odbitej do natężenia fali padającej prostopadle na granicę dwóch ośrodków jest nazywany **stopniem odbicia R** i wyraża się zależnością:*

$$R = \left(\frac{\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2}{\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2} \right)^2, \text{ gdzie } \rho - \text{ jest gęstością ośrodka, } v - \text{ szybkością fali w ośrodku.}$$

a) Oszacuj wartość stopnia odbicia fali ultradźwiękowej dla przypadku, gdyby graniczyły ze sobą dwa narządy wewnętrzne o skrajnych wartościach gęstości zapisanych w tabeli. Przyjmij średnią szybkość rozchodzenia się fali w tych narządach równą 1540 m/s. (1 pkt)

Przed badaniem lekarz nakłada na skórę specjalny żel, eliminując w ten sposób warstwę powietrza, która oddziela głowicę od powierzchni skóry. Zamiast dwóch wyraźnych granic – na styku głowicy aparatu z powietrzem oraz powietrza ze skórą – mamy jedną dzięki odpowiednim własnościom żelu.

b) Oszacuj wartość stopnia odbicia fali na granicy powietrze – skóra i krótko skomentuj otrzymany wynik. Załóż, że gęstość skóry i szybkość fali ultradźwiękowej są zbliżone do odpowiednich wartości dla tkanek miękkich (patrz tabela). (2 pkt.)

Oporem akustycznym właściwym nazywamy iloczyn gęstości ośrodka i szybkości rozchodzenia się w nim fali.

c) Jaki powinien być opór akustyczny właściwy żelu, aby fala ultradźwiękowa prawie w całości przenikała do skóry. (1 pkt)

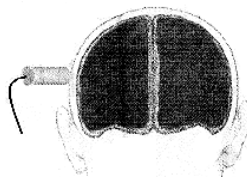
Rozdzielczość (czyli najmniejsze rozmiary szczegółów widocznych na obrazie USG) jest tym większa, im mniejsza jest długość fali ultradźwiękowej i jest rzędu długości fali.

Tłumienie fal w tkankach miękkich jest wprost proporcjonalne do częstości w zakresie stosowanym w diagnostyce medycznej (od 2 MHz do 20 MHz). Do badań np. jamy brzusznej, gdzie głębokość penetracji dochodzi do 30 cm stosuje się fale o częstości 2 MHz, natomiast do badań oczu, gdzie wymagany zasięg fal wynosi 3 cm, stosowane są częstości rzędu 20 MHz.

d) Oszacuj rozmiary najmniejszych szczegółów obserwowanych podczas badania oka i jamy brzusznej. Do obliczeń przyjmij średnią szybkość fali ultradźwiękowej dla ciała ludzkiego równą 1540 m/s. Dlaczego podczas obserwacji jamy brzusznej nie można użyć fal o częstości 20 MHz i tym samym uzyskać tak wysokiej rozdzielczości jak przy badaniu oka? (3 pkt.)

Generator ultradźwięków, będący drgającym kryształem, może równocześnie odbierać falę odbitą (echo) od granicy tkanek. Czas przejścia i amplituda są podstawowymi parametrami, z których uzyskuje się informacje o ośrodku badanym metodą echa.

Metoda ultrasonograficzna może być wykorzystywana np. do badania mózgu. Fale ultradźwiękowe o odpowiedniej częstości emitowane przez specjalną głowicę wysyłane są np. z lewej strony czaszki. Załóżmy, że przez głowicę zostały zarejestrowane trzy odbicia fali: od lewej strony mózgu, obszaru pomiędzy półkulami i prawej strony mózgu. Znając czas powrotu (zarejestrowany czas od emisji impulsu do jego powrotu po odbiciu) poszczególnych fal, można obliczyć np. rozmiary półkul mózgowych.



e) Podczas pewnego badania otrzymano następujące wyniki: odbicie od lewej strony czaszki (granica czaszka – mózg) nastąpiło po 0,011 milisekundy od wysłania impulsu, od obszaru pomiędzy półkulami po 0,127 milisekundy i od prawej strony czaszki po 0,241 milisekundy. Czy takie wyniki świadczą, że jedna z półkul jest powiększona; jeśli tak, to o ile? Odpowiedź uzasadnij. (4 pkt.)

Częściowe odpowiedzi (spisane z arkuszy ocen zadań):

Ad 1. Szybkość zmiany energii będzie rosła. Większa na odcinku b.

Ad 2. Energia kinetyczna stacji wzrośnie dwa razy.

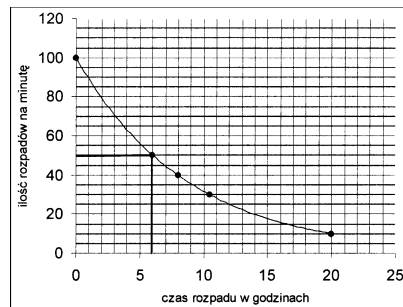
Ad 3. $U = 1000 \text{ V}$.

Ad 4. W przypadku a) prawidłowy jest rysunek B.
W przypadku b) prawidłowy jest rysunek D.

Ad 5. $R_1 = 4\Omega$

Ad 6. $P_2 \sim 109 \text{ W}$

Ad 7.



Czas połowicznego zaniku około 6 h.

Ad 8. Liczba protonów 95, neutronów 146.

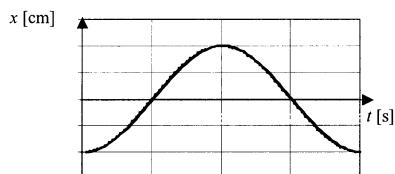
Ad 9. Cząstka C ma ładunek dodatni, a cząstka A ładunek ujemny. Większą masę ma cząstka A, bo $r = \frac{mU}{qB}$, q i v są jednakowe i cząstka o większej masie porusza się po okręgu o większym promieniu.

Ad 10. Przyrost powierzchni w jednostce czasu jest stały, gdy ramka porusza się ruchem jednostajnym, wtedy SEM indukcji i natężenie prądu są stałe.

Ad 11. $n_{wt}/n_{pierw.} = 100$

Ad 12. $v_{SiO_2} < v_{SiN_2}$

Ad 13.



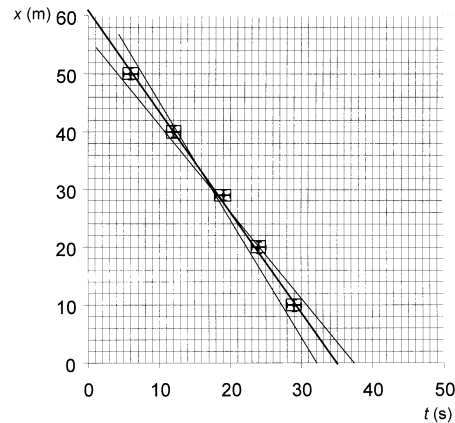
Faza początkowa $\varphi = -\pi/2$

Ad 14. $u \approx 21 \text{ m/s}$

Ad 15. $\lambda_2 = 0,67 \text{ }\mu\text{m}$, jest to światło o barwie czerwonej.

Ad 16.

a)



b) Średnia szybkość około $1,7 \text{ m/s}$

c) v_{max} na podstawie wykresu $\sim 2,0 \text{ m/s}$

v_{min} na podstawie wykresu $\sim 1,5 \text{ m/s}$

d) $\Delta v = \sim 0,25 \text{ m/s}$

Ad 17. Wyłącznik W_2 otwarty, W_1 zamknięty.

a) Prąd płynie powodując ładowanie się kondensatora, aż do uzyskania pomiędzy okładkami takiego samego napięcia jak na zaciskach źródła napięcia.

b) $U = SEM = 1,5 \text{ V}$

c) Ponieważ $Q = CU$, ale $Q = I_{\text{sr}} \cdot t$, więc czas przepływu prądu będzie większy, im większa będzie pojemność kondensatora (trzeba większego ładunku). Czas ten będzie również zależał od natężenia prądu i w efekcie od oporu opornika R_1 – im większy opór R_1 tym mniejsze natężenie prądu i tym dłuższy czas potrzebny do naładowania kondensatora.

d) Wartość ładunku $Q = CU = C\varepsilon = 100 \text{ pF} \cdot 1,5 \text{ V} = 150 \text{ pC} = 150 \cdot 10^{-12} \text{ C} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ C}$

Wyłącznik W_2 zamknięty, W_1 otwarty.

e) Natężenie prądu $I = \varepsilon / (R_2 + R_w) = 0,75 \text{ A}$

f) $U = \varepsilon - IR_w = 1,125 \text{ V}$

- g) Wartość napięcia nie będzie zależała od wartości oporu opornika, gdyż przez opornik R_1 nie płynie prąd i spadek potencjału wzdłuż tego opornika jest równy zero.

Ad 18.

$$\text{a) } \frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{450}{300} = \frac{3}{2}$$

$$N_2/N_1 = 1,5$$

Więcej cząstek jest w pojemniku 2.

$$\text{b) } T_1 = T_2$$

$$p_1 = p_2$$

Objętości zajmowane przez oba gazy będą różne ($V_2 > V_1$).

$$\text{c) } \frac{V_2'}{V_1'} = \frac{n_2}{n_1} = 1,5$$

$$V_2' = \frac{2V \cdot 3}{5} = \frac{6}{5}V = 1,2 \text{ m}^3$$

Powierzchnia ścianki przesunie się w lewo o 0,2 m.

$$\text{c) alternatywne } \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{3}$$

$$\text{d) } T_k = 360 \text{ K}$$

Ad 19.

$$\text{a) } \alpha = 60^\circ$$

$$r = 0,693 \text{ m}$$

$$\text{b) } F_{\text{dos}} \approx 6,8 \text{ N}$$

$$\text{c) } W = 9,4 \text{ J}$$

- d) Nie ma niebezpieczeństwa, by kamień trafił w bawiące się w odległości 7 m dzieci.

Ad 20.

$$\text{a) } R = 0,0008 \cong 0,1\%$$

- b) Następuje prawie całkowite odbicie fali na granicy, więc energia fali wnikającej jest niewielka.

- c) Aby fala ultradźwiękowa prawie w całości wniknęła do skóry, opór akustyczny właściwy żelu musi być zbliżony do oporu właściwego skóry.

- d) Najmniejsze szczegóły możliwe do zaobserwowania przy badaniu:

$$\text{oka } \lambda = \frac{v}{f} = 0,077 \text{ mm}$$

$$\text{jamy brzusznej } \lambda = 0,77 \text{ mm}$$

Rozdzielczość jest tym większa, im częstotliwość fali jest większa. Jednak wraz ze wzrostem częstotliwości rośnie tłumienie fal i zmniejsza się tym

samym zasięgu penetracji danego ośrodka. Chcąc otrzymać obraz o większej penetracji dla jamy brzusznej, należy zmniejszyć częstotliwość fali ultradźwiękowej.

- e) Rozmiar lewej półkuli mózgowej jest równy wartości połowy drogi fali ultradźwiękowej, jaką przebywa ona w tej części mózgu.

Czas przejścia fali przez lewą półkulę jest równy:

$$t = 0,127 - 0,011 = 0,116 \text{ ms} = 0,116 \cdot 10^{-3} \text{ s}, \text{ a prędkość fali ultradźwiękowej w mózgu wynosi } 1540 \text{ m/s, więc}$$

$$s_L = v t / 2 = 98,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8,93 \text{ cm}$$

Czas przejścia fali przez prawą półkulę jest równy:

$$t = 0,114 \text{ ms, więc jej rozmiar } s_p = 8,77 \text{ cm}$$

Z porównania wyników widać, że lewa półkula jest o ok. 1,6 mm większa.

Inne rozwiązanie:

Czas przejścia fali przez lewą półkulę jest równy:

$$t_L = 0,127 - 0,011 = 0,116 \text{ ms} = 0,116 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

czas przejścia fali przez prawą półkulę jest równy:

$$t_p = 0,114 \text{ ms}$$

Połowa z różnicy czasów przejścia $(t_L - t_p)/2 = 0,001 \cdot 10^{-3} \text{ s}$, pomnożona przez prędkość rozchodzenia się fali w mózgu, daje różnicę w rozmiarze półkul.

$$\text{Różnica dróg: } \Delta s = 0,001 \cdot 10^{-3} \text{ s} \cdot 1540 \text{ m/s} = 1,54 \text{ mm}$$

Z porównania wyników widać, że lewa półkula jest o ok. 1,6 mm większa.



Ostrzeżenie!



Ostrzegamy, szczególnie uczniów, przed zbiorem tematów i zagadnień maturalnych *Matura 2001; fizyka* Janusza Kopeckiego, wydanym przez Wydawnictwo Szkolne OMEGA, Kraków 2000. W zbiorze, oprócz ciekawych zadań, znajdują się zadania niepoprawne. Redakcja dziękuje panu Ryszardowi Zapale, nauczycielowi z V LO w Krakowie, za zwrócenie na ten fakt uwagi. Informujemy również, iż niektóre z zadań próbnej matury z fizyki 2001 Krakowskiej OKE są również niepoprawne.

ZG-M



Fizyka współczesna w zadaniach

Maria Fiałkowska, Krzysztof Fiałkowski

Poniżej przedstawiono przykładowo (wraz z rozwiązaniami) zadania rachunkowe „z interesującym wynikiem” oraz zadania, w których szacuje się wartości wielkości fizycznych, wybrane z podręcznika *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, prezentowanego w tym zeszycie.

Strona 202, zadanie 1

Deuter stanowi ok. 0,015% naturalnego wodoru. Powierzchnia oceanów na Ziemi wynosi ok. 360 milionów, a ich średnia głębokość 3,8 km. Przyjmując, że wodór stanowi ok. 11% masy wody, oblicz, ile deuteru można uzyskać z wód oceanów.

Rozwiązanie:

$$S \approx 360\,000\,000 \text{ km}^2 = 3,6 \cdot 10^{14} \text{ m}^2, \quad h \approx 3,8 \cdot 10^3 \text{ m}$$

Objętość wody w oceanach:

$$V = S \cdot h, \quad V \approx 13,7 \cdot 10^{17} \text{ m}^3$$

Masa wody w oceanach:

$$M = \rho \cdot V, \quad M_{H_2O} \approx 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 13,7 \cdot 10^{17} \text{ m}^3 \approx 13,7 \cdot 10^{20} \text{ kg}$$

Masa wodoru zawarta w wodach oceanów:

$$M_{H_2} \approx \frac{11}{100} \cdot 13,7 \cdot 10^{20} \text{ kg} \approx 1,5 \cdot 10^{20} \text{ kg}$$

Masa deuteru zawarta w wodach oceanów:

$$M_d \approx 0,015 \cdot 10^{-2} M_{H_2} = 1,5 \cdot 10^{-4} M_{H_2} \approx \mathbf{2,3 \cdot 10^{16} \text{ kg}}$$

Strona 201, zadanie 2

Słońce zużywa ok. 700 milionów ton deuteru na sekundę. Na jak długi czas wystarczyłyby mu „dostawy deuteru z Ziemi”?

Rozwiązanie:

$$z = 700 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 7 \cdot 10^{11} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$t = \frac{2,3 \cdot 10^{16} \text{ kg}}{7 \cdot 10^{11} \frac{\text{kg}}{\text{s}}}, \quad t \approx 0,3 \cdot 10^5 \text{ s}$$

$$1 \text{ h} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$t = \frac{0,3}{3,6} \cdot \frac{10^5}{10^3} \text{ h}, \quad t \approx 8,3 \text{ h}$$

Strona 80, zadanie 3

Przy odzyskiwaniu metalu z rudy (tlenku metalu) musimy dostarczyć na każdą tonę materiału energii rzędu 10^9 J . O ile większa będzie masa otrzymanego metalu i tlenu od masy rudy M , jeśli $M = 10 \text{ t}$?

Rozwiązanie:

$$\Delta m = m_{\text{metal}} + m_{\text{tlenu}} - M_{\text{rudy}}$$

$$\Delta m = \frac{E_w}{c^2}$$

$$\Delta m = \frac{10 \cdot 10^9 \text{ J}}{\left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = \frac{10^{10} \text{ J}}{9 \cdot 10^{16} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ kg}$$

$$\Delta m \approx 0,11 \text{ mg}$$

Strona 226, zadanie 1

Wartość drugiej prędkości kosmicznej wyraża się wzorem:

$$v = \sqrt{\frac{2MG}{R}}$$

Jeśli promień obiektu maleje, wartość tej prędkości wzrasta, a gdy przekroczy c , nawet światło nie będzie mogło obiektu opuścić. Staje się on czarną dziurą.

a) Jaki byłby promień Ziemi, Słońca, gdyby skurczyły się tak, że byłyby czarnymi dziurami?

b) Ile razy większa byłaby wówczas gęstość Ziemi, Słońca?

Do obliczeń przyjmij:

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}, \quad M_Z = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}, \quad M_S = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad R_Z = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}, \quad R_S = 0,75 \cdot 10^9 \text{ m}$$

Rozwiązanie:

$$v = \sqrt{\frac{2MG}{R}}, \quad C = \sqrt{\frac{2MG}{R}}, \quad R = \frac{2MG}{c^2}$$

a) Dla Ziemi	Dla Słońca
$R_Z = \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{9 \cdot 10^{16} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}$	$R_S = \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{9 \cdot 10^{16} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}$
$R_Z \approx 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	$R_S \approx 3 \cdot 10^3 \text{ m}$
$R_Z \approx \mathbf{0,9 \text{ cm}}$	$R_S \approx \mathbf{3 \text{ km}}$

b) Dla Ziemi	Dla Słońca
$\rho_Z = \frac{M_Z}{V_Z}, \quad V_Z = \frac{4}{3} \pi R_Z^3$	$\rho_S = \frac{M_S}{V_S}, \quad V_S = \frac{4}{3} \pi R_S^3$
$\rho'_Z = \frac{M_Z}{V'_Z}, \quad V'_Z = \frac{4}{3} \pi R'_Z{}^3$	$\rho'_S = \frac{M_S}{V'_S}, \quad V'_S = \frac{4}{3} \pi R'_S{}^3$
$\frac{\rho'_Z}{\rho_Z} = \frac{V_Z}{V'_Z} = \left(\frac{R_Z}{R'_Z} \right)^3$	$\frac{\rho'_S}{\rho_S} = \frac{V_S}{V'_S} = \left(\frac{R_S}{R'_S} \right)^3$
$\frac{\rho'_Z}{\rho_Z} = \left(\frac{6,37 \cdot 10^6 \text{ m}}{9 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \right)^3 \approx \mathbf{3,5 \cdot 10^{26}}$	$\frac{\rho'_S}{\rho_S} = \left(\frac{0,75 \cdot 10^9 \text{ m}}{3 \cdot 10^3 \text{ m}} \right)^3 \approx \mathbf{1,6 \cdot 10^{16}}$

Strona 78, zadanie 4

Zakładając, że energia jonizacji atomu wodoru jest równa około $2,2 \cdot 10^{-18} \text{ J}$, a masa elektronu około 10^{-30} kg , oblicz rząd wielkości szybkości elektronu na orbicie atomowej.

Rozwiązanie:

$$E_{\text{jon}} = E_w \approx 2,2 \cdot 10^{-18} \text{ J} \quad (\text{jest rzędu } 10^{-18} \text{ J}), \quad m_e \approx 10^{-30} \text{ kg}$$

$$E_w = |E_p| - E_k, \quad E_k = \frac{mv^2}{2}, \quad \frac{mv^2}{r} = \frac{ke^2}{r^2}, \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{ke^2}{2r}$$

$$E_k = \frac{|E_p|}{2}, \quad E_w = |E_p| - \frac{|E_p|}{2} = \frac{|E_p|}{2} = E_k$$

$$\frac{mv^2}{2} = 2,2 \cdot 10^{-18} \text{J}, \quad v^2 \approx \frac{4,4 \cdot 10^{-18}}{10^{-30} \text{kg}}, \quad \left(v \text{ jest rzędu } \sqrt{10^{12}} \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$\text{czyli} \quad v \approx 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Strona 190, zadanie 1

W jądrze atomu ołowiu jest ponad 200 nukleonów, a deficyt masy stanowi ponad 0,5% masy jądra. Czy znając masę jądra, możemy poprawnie obliczyć, ile nukleonów jest w jądrze, jeśli zapomnimy o deficycie masy?

Rozwiązanie:

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_j, \quad m_p \approx m_n = m, \quad \Delta m \approx A \cdot m - M_j$$

$$\text{Czy liczba nukleonów} = \frac{M_j}{m} ? \quad \text{Nie, jeśli } \Delta m \geq m$$

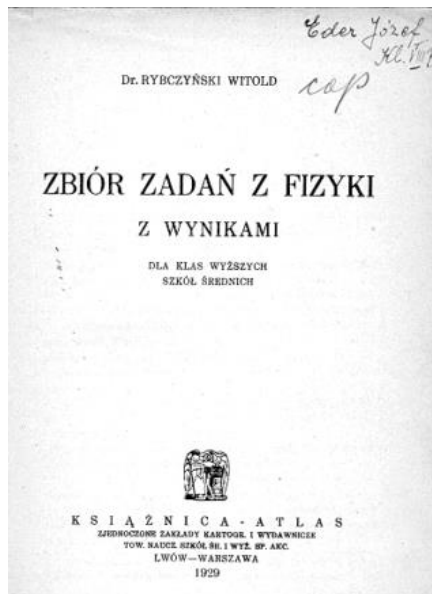
Dla ołowiu

$$\Delta m > 0,5 \cdot 10^{-2} \cdot 200 m$$

$$\Delta m > m$$



Zadania ze zbioru dr. Witolda Rybczyńskiego



Zad. 97, str. 11

Jaka jest długość wahadła sekundowego w Warszawie? ($g = 981.22 \text{ cm/sek.}^2$).

Zad. 325, str. 33

Bezwzględna wilgotność powietrza w Polsce w zimie (-4°C) wynosi 3 g/m^3 a w lecie ($+18^\circ\text{C}$) 12 g/m^3 . Kiedy powietrze w Polsce jest względnie suchsze, w zimie czy w lecie? (Wilgotność bezwzględna powietrza nasyconego parą wynosi w temp. -4°C 3.7 g/m^3 a w temp. $+18^\circ\text{C}$ 15.3 g/m^3).

Zad. 331, str. 33

Zator lodowy wysadzono dynamitem; ktoś, znajdujący się na rzece w odległości 3-6 km, uczuje najpierw wstrząśnienie a potem usłyszy huk. W jakim odstępie czasu odbierze te wrażenia? (Sp. spr. lodu = $3 \cdot 10^{10} \text{ dyn/cm}^2$).



CZYTAMY PO ANGIELSKU **Zadanie D. Hewitta**

Which of these continually emits electromagnetic radiation?

- a) An un-lit flashlight bulb.
- b) A hot steam radiator.
- c) A tray of ice cubes.
- d) None do.
- e) All do.



Answer: e

All bodies with any temperature whatever continually emit electromagnetic radiation. The frequency of the emitted radiation varies with temperature. The rule is $\bar{f} \sim T$, where \bar{f} is the peak frequency of emitted radiation and T is the absolute temperature of the body emitting it. The bodies listed have relatively low temperatures so they emit relatively low frequencies – infrared. If you raise their temperatures sufficiently, their radiation will be visible light.



All bodies in nature, you, me, and all things, both emit and receive electromagnetic radiation continuously. When a body emits more than it receives, its temperature drops. When it receives more than it emits, its temperature increases. At any constant temperature a body emits as much as it receives. Nature is dynamic.

The Physics Teacher, Vol. 40, Nr 4, April 2002.

Dictionary:

un-lit flashlight bulb – niezapalona żarówka
continually – ciągle
steam radiator – kaloryfer na gorącą parę



Agnieszka Osiecka jako nauczycielka fizyki

Zofia Gołąb-Meyer

W 1974 roku *Nasza Księgarnia* wydała, w nakładzie 30277 egzemplarzy, uroczą książeczkę Agnieszki Osieckiej, ilustrowaną przez Bohdana Butenkę. Książeczka nosi tytuł *Wzór na diabelski ogon* i jest hołdem wystawionym nauczycielowi. Z Agnieszką Osiecką podglądamy fizyka. Wypowiedane przez niego zdania, podawane przykłady i sformułowania są tak trafne, że głęboko zapadają w pamięć. Dotykają sedna sprawy. Agnieszka Osiecka podpatrywała też reakcje uczniów, ich sposób myślenia. Ponieważ książeczka wyszła w sporym nakładzie, powinna się jeszcze płać po bibliotekach. Warto poszukać i poczytać. Co za miła chwila relaksu!

I choć tekst Osieckiej można uznać za poprawny, bo nie wnosi zamieszania, tylko rozjaśnia, to jednak rysunki Butenki, jak to u niego bardzo dowcipne, są jedynie wizjami artysty dotyczącymi tekstu. Krzywych wektorów w nich pełno!

Poniżej cytujemy kilka rozkosznych powiedzonek i fragmentów oraz fantazyjną ilustrację prawa Archimedesesa.

— Panie psorze... Ile energii zmagazynowane jest w Belu? Powiedzmy — w jego ogonie?

— Ziemia, dziecino. To ona, ziemia-matula, ciągnie nas w dół. Ciebie też, pstragu zielony.

— Wszystko przyciąga wszystko, gwiazda gwiazdę, ptak ptaka — ciągnął Liczyborski.

O czym śpiewają gwiazdy — nie wiem,
jak się miewają gwiazdy — nie wiem,
o czym ziewają gwiazdy,
nie wiem, nie wiem, nie wiem...

— Stary Grek Tales zauważył, że przy przedzeniu wełny bursztynowe wrzeczono przyciąga nitki.

Fyzyk najspokojniej w świecie leżał sobie na ławko-gwoździach i wcale mu to nie przeszkadzało. Po chwili wstał, gwoździe zniknęły, a on uklonił się i na bis przeniósł na jednym palcu tacę ze szklanką pełną herbaty.

— Panie psorze, czy każdy człowiek może nosić tacę na palcu, czy tylko specjalne meduzy? — wyświergotała Zosia.

— Ona chciała powiedzieć „media” — wtrącił się Franek.

Fyzyk przybrał wygląd uczony.

— KAŻDY człowiek może nosić tacę na jednym palcu. Wystarczy ją podeprzeć w samym środku ciężkości.

— Taca nie spada, bo pan profesor jest bardzo miłutki — powiedziała Dziunia.

— Spójrzcie, panowie! Co to jest, co ja trzymam w ręce?

— Balonik pełen łez.

— A teraz — mówi fizyk — naciskam ciecz tłoczkiem. Spójrzcie uważnie, co się z nią dzieje.

Hm... Patrzę uważnie i widzę, że łzy tryskają teraz z balonika tak, jak tryskały przedtem z oczu fizyka, tyle że po prostu tryskają na wszystkie strony.

— Właśnie — mówi fizyk. — Właśnie... To jest słynne doświadczenie Pascala. Zrobił je trzysta lat temu.

Nagle czuję, że dzieje się coś ważnego.

Czuję po prostu, że jestem bardzo, bardzo lekki, o wiele lżejszy niż na zewnątrz. A to heca! Wylazłem z wanny, podskakuję, łażę, no, nie ma cudów — jestem cięższy. Więc znów — do wanny. Jestem lżejszy!

Trudno. Zważyłem się. Raz normalnie, raz w wodzie (była draka z tym ważeniem, ale niech tam!). No jasne: jest różnica! Więc myślę: co też to za różnica być może? A nuż ja straciłem na wadze tyle, ile ważyła woda wyparta przeze mnie? No dobrze, sprawdzimy! Narysowałem kreseczkę na wannie, wybrałem garnkiem tę wodę, co ją wyparłem, i zważyłem. Jasne! Zgodziło się! Ważyła tyle samo, ile ja straciłem na wadze. A to heca! Natychmiast się ubrałem i bez śniadania poleciałem do szkoły.

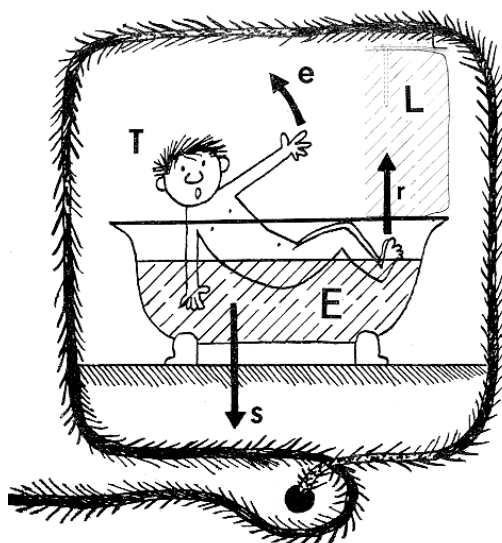
— Chłopaki! — wrzeszczę. — Coś dla was mam!

— Jest tak i tak. Pietruch zanurzony w wodzie...
 W klasie wszystkich zatkało. Liczyborski aż sapie z zazdrości. „Prawo Pietrucha i Francoliniego”. W życiu by tego nie wymyślił. Jadźka pośłała nam spojrzenie numer 1, które normalnie należy tylko do fizyka. Ale cóż ten fizyk? Czy on wcale nie zachwyca się naszym prawem? Otóż nie! Wyobraźcie sobie, nasz zdradziecki fizyk uśmiecha się sadystycznie i mówi:
 — Kochane dzieci! (tak powiedział! „Kochane dzieci” — powiedział do młodych uczonych). Pietruch i Franek mają rację, ale to, co mówią, nie jest odkryciem nowym. To samo spostrzeżenie w podobnych warunkach uczynił grecki mędrzec Archimedes.

Wcale nie byłem zadowolony, ale nie chciało mi się gadać. Świństwo i tyle.

Tymczasem stary poszedł do tablicy i napisał moje prawo, lekko tylko przekreścone (potem obaj wezmą za to pieniądze. To czy są ludzie!):

Na każde ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu cieczy skierowana ku górze (a więc przeciwnie niż siła ciężkości) i równa ciężarowi cieczy wypartej przez to ciało.





Wskrzeszenie URANII

Adam Strzałkowski

Instytut Fizyki UJ

„Po 7-miu latach przerwy, spowodowanej wojną i okupacją, przystępujemy do wznowienia wydawnictwa *Uranii*, jako czasopisma Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Astronomii.” Tymi słowami zaczynał się pierwszy powojenny numer *Uranii* wydany w lipcu 1946 roku. Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii – bo taka była naprawdę jego nazwa – założone w roku 1921, jeszcze wtedy w PRL-u formalnie nie istniało. Dopiero w styczniu 1948 roku władze zatwierdziły jego statut. Niemniej miało już od przeszło roku swój organ!

Do 1939 roku redaktorem *Uranii*, wydawanej od roku 1922, był dr Lucjan Orkisz. Po wojnie wskrzesił ją i przez kilka lat pełnił obowiązki redaktora dr Jan Gadomski. Najpierw wydawana dość przypadkowo, to jako kwartalnik, to co 2 lub 3 miesiącem miesięcznikiem stała się w roku 1952, gdy jej redaktorem już od dwóch lat był prof. Stefan Piotrowski. PTMA przesował najpierw Gadomski, a później inż. Władysław Kucharski, niezwykle barwna postać, minister dwóch bodajże rządów u zarania II Rzeczypospolitej. Tak się przy tym przejął swą funkcją, że zaczął nawet w tym czasie – dobrze już poważny pan – studiować astronomię.

Już w tym pierwszym powojennym numerze *Uranii* Redakcja pisała, że „[...] wydawnictwo stawia sobie za cel zaspokojenie kulturalnych potrzeb entuzjastów nauki o niebie, współpracę z ciałem pedagogicznym i młodzieżą liceów, w których – według nowego programu Ministerstwa Oświaty – ma być wykładana astronomia, jako osobny przedmiot.” Pisali potem w *Uranii* na temat nauczania astronomii w szkole Władysław Horbacki i Janusz Pagaczewski.

Moje bliskie związki z *Uranią* datują się od objęcia jej redakcji przez Stefana Piotrowskiego, który był nie tylko jednym z moich mistrzów, lecz i serdecznym przyjacielem. Zaczęłam wtedy pisywać do *Uranii* i notatki do kroniki wydarzeń astronomicznych oraz dłuższe artykuły, w tym większy cykl popularnych artykułów o podstawach fizyki gwiazd. Byłam jeszcze wówczas nie tylko „wierzącym”, ale i „praktykującym” astronomem. A potem, od połowy roku 1956, objąłem na 1,5 roku, do mego wyjazdu na staż zagraniczny, tękę redaktora naczelnego *Uranii*.

Urania od początku starała się na bieżąco informować czytelników, co dzieje się w astronomii i w ogóle w naukach fizycznych. Pojawiały się artykuły i o radio-astronomii i o nowych metodach obserwacyjnych, i różnych robionych w tym czasie odkryciach. Starałem się nawet wówczas, w roku 1950, zareklamować poronioną, zunifikowaną teorię grawitacji i elektromagnetyzmu, powstanie której ogłosił wtedy Einstein na konferencji prasowej. Okazało się to niewypałem, ale w tym samym czasie pisał entuzjastycznie o tej teorii i sam wielki Leopold Infeld.

Urania uparcie trzymała się w tym czasie programowej linii popularyzacji nauki, unikając polityki. Przeglądając teraz te pierwsze roczniki *Uranii*, z pewnym

zdumieniem stwierdziłem, jak nikły był w niej ślad przemian ideologicznych zachodzących w Polsce. Raz tylko artykuł *Materializm podstawą nauk przyrodniczych* Władysława Tęczy, etatowego marksisty w Komitecie redakcyjnym, nekrolog Stalina z jakimś dość obojętnym cytatem z jego pism, notatka o II Zjeździe PZPR, próba Tęczy zapoczątkowania marksistowskiej dyskusji o popularyzacji nauki, bez oddźwięku zresztą. I to wszystko.

A były to oczywiście czasy działalności cenzury. Mogłoby się wydawać: co miała cenzura do astronomii. A jednak... Mieliśmy na przykład wielkie trudności z artykułem Eustachego Białoborskiego o raketach, w których chciał on zamieścić dedykację z pracy Józefa Bema z roku 1819 dla „Jego Cesarskiej Wysokości Wielkiego Księcia Konstantego, Naczelnego Wodza Wszystkich Królewskich Wojsk Polskich”, a cenzorowi kojarzyło się to za bardzo z... Konstantym Rokossowskim.

Mistrzem w nabieraniu cenzury był prof. Michał Kamieński, często zamieszczający w *Uranii* swe artykuły o kometach. Pisząc o powrotach komety Halleya, napisał: „[...] patriarcha Abraham był współczesny królowi Hammurabiemu, który panował od roku 1792 p.n.e. do roku 1750 p.n.e.”, cytując: „p. W. J. Awdijew: *Istoria DREWNIAWO WOSTOKA 1948*”. Wtedy każda wzmianka zatraćająca o religię była podejrzana, zapytałem więc profesora, czy naprawdę Awdijew pisał o Abrahamie.

– Ależ skąd! O Hammurabim – padła odpowiedź.

A w cenzurze to przeszło!

Gdy wyjechałem do Anglii, w roku 1959 redakcję *Uranii* przejął Andrzej Ka-jetan Wróblewski, który jeszcze wtedy podpisywał swe liczne artykuły w czasopiśmie tylko pierwszym imieniem. Przypomniał mi teraz, z okazji jubileuszu *Uranii*, że już z Liverpoolu przesłałem mu list z „dobrymi radami”, z których najważniejsza była, aby przypadkiem moim śladem nie przestał pisać do *Uranii*, gdy został jej redaktorem. Wydaje mi się, że na szczęście do niej się zastosował.

A teraz *Urania* zakończyła samodzielny żywot, łącząc się z *Postępami Astronomii*. Co najgorsze – wbrew zasadom edytorskim – czasopismo zmieniło przy tym format. I nie pasuje mi już na półce do dawnych roczników *Uranii*, które z sentymentem i pietyzmem przechowuję. A szkoda...



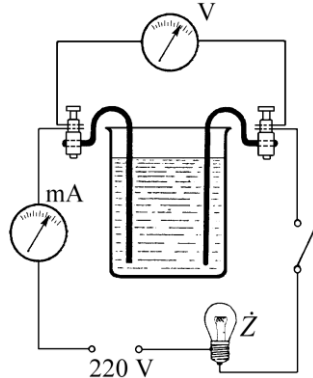
KĄCIK EKSPERYMENTATORA

Elektroliza

Profesor Arkadiusz Piekara (1904–1989), znakomity eksperymentator i niedościgły dydaktyk fizyki, pozostawił nam w opublikowanych przez siebie książkach mnóstwo świetnie opisanych, prostych doświadczeń. Powołany na nauczyciela fizyki w eksperymentalnym Gimnazjum im. Sułkowskich w Rydzynie, w 1928 roku zorganizował tam pracownię fizyczną, w której obok pokazów prowadził swoje najlepsze badania naukowe – uczestniczyli w nich uczniowie! W czasie okupacji hitlerowskiej, po powrocie z obozów, pracował w Mościcach, gdzie równocześnie prowadził badania nad raketą V2. Czas wolny od pracy naukowej poświęcił na pisanie genialnego podręcznika *Elektryczność i budowa materii*. Podręcznik ten jest perłą dydaktyczną i kopalnią wspaniałych zadań oraz projektów eksperymentalnych.

Propozycję doświadczeń ułatwiających lepsze zrozumienie zjawiska elektrolizy zaczerpnijemy z tego właśnie podręcznika Profesora. W wydaniu drugim, rok 1955, w rozdziale VI pt. *Zjawiska elektryczne w cieczech* w podrozdziale 1. *Elektroliza* w § 186 *Przewodnictwo różnych cieczy* czytamy:

„Nietrudno jest zbadać przewodnictwo cieczy, szczególnie jeśli nie chodzi o wielką dokładność pomiaru. Wystarczy, jak wykazuje rys. 340, przepuścić przez ciecz prąd elektryczny i zmierzyć jego natężenie. Podzieliwszy napięcie panujące między elektrodami przez natężenie prądu, obliczymy opór $R = U/i$. [...] Jeśli ta część powierzchni elektrod, która styka się z cieczą wynosi s (jednostronnie), a odległość elektrod – l , to opór właściwy cieczy można obliczyć w przybliżeniu ze wzoru (13a)



Rys. 340. Badanie przewodnictwa cieczy. (Z to żarówka, służąca tu jako zabezpieczenie przed zwarcieniem, gdyby badana ciecz okazała się dobrze przewodząca)

Podzieliwszy napięcie panujące między elektrodami przez natężenie prądu, obliczymy opór $R = U/i$. [...] Jeśli ta część powierzchni elektrod, która styka się z cieczą wynosi s (jednostronnie), a odległość elektrod – l , to opór właściwy cieczy można obliczyć w przybliżeniu ze wzoru (13a)

$$\rho = R \frac{s}{l};$$

mierzy się on, jak wiemy, w Ω cm. Często używa się odwrotności ρ , którą nazywa się przewodnictwem właściwym κ :

$$\kappa = \frac{1}{\rho};$$

jednostkami są $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

Za pomocą aparatury wyobrażonej na rysunku 340, zbadajmy przewodnictwo różnych cieczy.

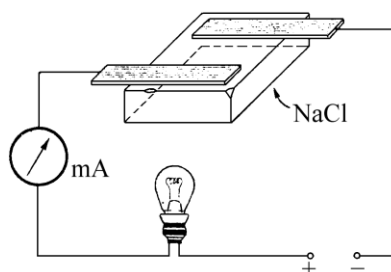
a) Przede wszystkim przekonajmy się, że takie ciecze, jak nafta, różne oleje mineralne, benzen itp., są bardzo dobrymi izolatorami; nie tylko miliamperomierz (rys. 340) nie wskazuje prądu, ale nawet galwanometr o czułości 10^{-6} nie da najmniejszego wychylenia. [...]

b) Powtórzmy to doświadczenie z wodą destylowaną. Przekonamy się, że w obwodzie płynie bardzo słaby prąd, mniej więcej około 1 mA. [...] Widzimy, że woda destylowana nie jest dobrym izolatorem, ale jest również bardzo złym przewodnikiem.

W wodzie tej rozpuścimy trochę jakiegoś kwasu, zasady lub soli. Natychmiast żarówka zacznie się świecić, co dowodzi, że przewodnictwo cieczy ogromnie wzrosło. [...] Jednocześnie na powierzchni elektrod wydzielają się pęcherzyki gazu, ewentualnie występują inne objawy reakcji chemicznych. [...]

Powyższa właściwość roztworów wodnych kwasów, zasad i soli jest tym osobliwsza, że substancje te w stanie bezwodnym niemal zupełnie nie przewodzą prądu elektrycznego (patrz rys. 341), podobnie jak czysta woda.

Zjawisko przepływu prądu elektrycznego przez roztwory wodne kwasów, zasad i soli wraz z towarzyszącymi im procesami chemicznymi nosi nazwę elektrolizy.”



Rys. 341. Suchy kryształ soli kuchennej (lub jakiegokolwiek innej) nie przewodzi prądu elektrycznego

Abyście mogli się o tych właściwościach, w tak jasno opisanych eksperymentach przekonać, wykonajcie je sami. Do dzieła!



Liza Meitner – jak została fizyczką

Zofia Gołąb-Meyer



Liza Meitner (1878–1968). Fizyczką jądrową, urodzona w Wiedniu w żydowskiej rodzinie prawniczej. Eksternistyczną maturę uzyskała w 1901 roku. Po zakończeniu studiów we Wiedniu w 1905 roku obroniła pracę doktorską w 1906 roku u Ludwiga Boltzmana (jako druga kobieta w historii Uniwersytetu Wiedeńskiego). Pierwsze jej prace dotyczyły promieniowania α i β . Uważa się ją za twórczynię radiofizyki. Następnie wyjechała do Berlina, gdzie przebywała do 1938 roku (jako Żydówka musiała opuścić Berlin). W Berlinie pracowała z radiochemikiem Otto Hahnem. Odkryli wspólnie pierwiastek praeactinum. Razem z Hahnem i Straßmanem rozpoczęła badania nad transuranowcami, wraz z Frischem zinterpretowała eksperyment Hahna i Straßmana rozszczepienia uranu 238, który stał się początkiem ery energii jądrowej. Hahn za odkrycie rozszczepienia uranu dostał w 1944 roku Nagrodę Nobla z chemii. Wojnę i czasy powojenne Liza Meitner spędziła w Szwecji i w Anglii, pracując w dziedzinie fizyki reaktorów.

Pisząc artykuł, nagle sobie uświadomiłam, iż Liza Meitner żyła w tym czasie co moje babcie, a nawet była od nich młodsza. Miałam więc potencjalną szansę na zetknięcie się z nią osobiście. Do głowy by mi nie przyszło wyobrazić sobie, iż by wywalczyć sobie miejsce w badaniach naukowych, musiała pokonać wielkie przeszkody. Już moja mama matematyczka (ur. w 1903 r.) miała swobodny dostęp do studiów. Owszem, pamiętałam z cikliwej książki Ewy Curie o matce Marii Skłodowskiej-Curie, iż musiała ona z determinacją walczyć o prawo do studiów. Ale jako główne przeszkody zapamiętałam biedę, brak matki, a poza tym to było tak dawno! Zabawne, że Liza Meitner początek życia miała usłany różami. Cóż może być lepszego dla rozwoju intelektualnego od zamożnej, inteligentkiej, wielodzietnej żydowskiej rodziny w Wiedniu?

Liza Meitner urodziła się w 1878 roku w Wiedniu jako trzecie dziecko Jadwigi i Filipa Meitnerów. Wiedeń, w którym spędziła 29 lat, to miasto jej dzieciństwa i młodości. Liza Meitner w duszy czuła się wiedenką do końca życia. Urodziła się 7 albo 17 listopada: metryka z gminy żydowskiej opiewa na 7 listopada, w innych dokumentach widnieje data 17 listopada. Historia jej rodziców to interesujący opis wędrówek środkowoeuropejskich i rosyjskich Żydów. Wiedeń za czasów dzieciństwa Lizy był ekspandującą, wielonarodową metropolią ze wszystkimi jej światnościami. Rodzice przyszłej uczoney reprezentowali klasę liberalnych zamożnych inteligentów o szerokich zainteresowaniach sztuką, polityką. Meitnerowie z ośmiorgiem dzieci mieszkali w dobrej dzielnicy, a ojciec z pensji prawnika utrzymywał rodzinę na bardzo przyzwoitym poziomie: dobre szkoły, wakacje w górach były do dyspozycji dzieci. Dzieci były chowane nowocześnie. Liza jako dziecko pobierała, tak jak i reszta rodzeństwa, lekcje muzyki. Była bardzo muzykalna i muzyka pozostała jej pasją do końca życia. Zainteresowania matematyką i przyrodą zaczęła

objawiać bardzo wcześnie. Ośmioletnia, przechowywała pod poduszką właśnie książkę do matematyki. Pamięta, iż w tym wieku zainteresowała się kolorami tęczy powstającymi przy odbiciu światła od plamy oleju. Ktoś z domowników kompetentnie tłumaczył jej to zjawisko.

Chociaż nie znam zbyt wielu szczegółów, mogę sobie wyobrazić, iż Liza wzra-
stała w środowisku idealnym dla rozwoju intelektualnego. Duża liczba rodzeństwa
zarówno starszego jak i młodszego rzucała wyzwanie samodzielności i konkuren-
cji. Dorosli dbali o rozwój dzieci, byli partnerami do rozmów, zabaw i wycieczek.
Meitnerowie nie byli rygorystycznie ortodoksyjni i na początku XX wieku przeszli
na protestantyzm. W rodzinie panowały liberalne poglądy.

W wieku 14 lat (1892) Liza ukończyła publiczną szkołę z wynikami dobrymi,
lecz nie celującymi. Tak jakby szkoła nie była dla niej zbyt dużym wyzwaniem.
Uczyła się w swojej szkole matematyki, arytmetyki handlowej, historii, geografii,
trochę przyrody, rysunku, śpiewu, robót ręcznych, gimnastyki i francuskiego. Dal-
szą edukację dziewcząt umożliwiały prywatne szkoły, w których można było uzyska-
ć uprawnienia nauczycielskie. Liza wybrała język francuski, z zawodu była więc
nauczycielką francuskiego. W tym momencie jej życia pojawiły się kłopoty, po-
nieważ w Austro-Węgrzech kobiety nie miały prawa studiowania na uniwersytetach,
nie było też gimnazjów dla dziewcząt, czyli szkół zakończonych maturą, stano-
wiącą bilet wstępu na uczelnie.

Dopiero w 1897 roku dopuszczono dziewczęta na studia. Było bowiem zapo-
trzebowanie na kobiety-lekarki w muzułmańskiej Bośni. Wcześniej niż w Wiedniu,
o dziwo, mogły kobiety studiować w Zurychu. To w Zurychu na studiach Einstein
spotkał swoją przyszłą żonę, Bośniaczkę Milewę.

Paryż też już był w tym czasie otwarty dla studentek. Panny Skłodowskie mo-
gły złożyć egzaminy maturalne w prywatnej warszawskiej żeńskiej pensji i wyje-
chać na studia do Paryża. Tymczasem w Wiedniu, metropolii tętniącej życiem kul-
turalnym i naukowym, dziewczęta nie miały odpowiedniej szkoły. Ojciec liberal
wspierał aspiracje córek dążących do wykształcenia. W 1901 roku Liza przystąpiła
do matury eksternistycznej wraz z 14 innymi dziewczętami. Spośród nich świadec-
two uzyskały tylko cztery. Jedną z nich była córka sławnego fizyka Boltzmann.
Liza M. w swych wspomnieniach uzmysławia nam, jakim koszmarem był egzamin:
bardzo liczna męska komisja siedząca za długim stołem, w obcym budynku, a przed
nią ofiara. Łatwo sobie wyobrazić przycinki, złośliwości i strach ogarniający
dziewczęta. Zdawać trzeba było wszystkie przedmioty. A matura to była zaledwie
pierwsza pokonana przeszkoda.

Zapewne na rozbudzenie zainteresowań fizyką i matematyką wpłynęły przy-
gotowujące Lizę do matury korepetycje. Korepetytorem był młody doktor fizyki
Uniwersytetu Wiedeńskiego Artur Szarvassy. Jak wspominała sama Liza Meitner,
miał on talent pedagogiczny. Udawało mu się zabierać czasami uczennice na uni-
wersytet i prezentować im jakieś przyrządy fizyczne. Liza Meitner uważała Szar-
vassyego za swojego pierwszego mistrza fizyki. Nie ulega wątpliwości, iż wpłynął
on na kierunek studiów Lizy. Młoda, zdolna i ambitna dziewczyna mogła wybrać

dowolny inny kierunek. Medycyna znajdowała się w polu zainteresowania Lizy ze względu na społeczną użyteczność.

Na pierwszym roku studiów Liza niczym wygłodniałe zwierzę studiowała, co tylko się dało. Profesor analizy, wykładający rachunek różniczkowy i całkowy, Gegenbauer polecił jej znaleźć błąd w rachunkach jakiegoś włoskiego matematyka. Liza znalazła ten błąd i profesor Gegenbauer uznał wynik za wystarczająco interesujący, by go opublikować. Liza odmówiła, uznając, iż jej wkład był zbyt mały. Świadczy to o jej skromności i braku nieprzepartego instynktu rywalizacji, który często towarzyszy wybitnym uczonym. Lizę zachwyciła pracownia fizyczna, wykonywanie eksperymentów, to ją skłoniło ostatecznie ku fizyce.

I tu nasza historia się kończy, bo wtedy właśnie narodziła się fizyczka Liza Meitner. Kalendarium jej życia można znaleźć na stronie internetowej. Niewiele z niego można wyczytać o prześladowaniach antysemitycznych (poza tym, że zmuszona była wyjechać czy raczej uciekać z Berlina), a już zupełnie nie można rozpoznać szykan antifeministycznych, bardzo niesympatycznych. Liza Meitner, jako jedna z pierwszych, weszła z sukcesem do męskiego świata fizyki, ale uczyniła to bardzo nieśmiało i skromnie. Pominięcie jej przy Nagrodzie Nobla przyznanej Hahnowi było być może również wyrazem męskiego szowinizmu. Ale to wszystko inne historie.

W polecanej już w *Fotonie* biografii Ottona Hahna *Wina i odpowiedzialność. Konflikty uczonego* Klausa Hoffmanna (WNT, 1997) można przeczytać o współpracy Hahna z Lizą Meitner, szykanach i afrontach, na jakie była narażona w pracy.

W niedużego formatu (niecałe 600 str.) kompendium z matematyki i fizyki *Taschenbuch für Mathematiker und Physiker* z 1911 r. (Leipzig und Berlin Verlag B.G. Teubner) wśród spisu fizyków i matematyków obszaru niemieckojęzycznego nie figuruje ani Liza Meitner, już wtedy autorka ważnych prac, pracująca (za darmo) w Berlinie, ani jej rówieśnica z Erlangen, matematyczka Emma Nother (też z łaski pracująca za darmo). Jest obecny jej ojciec Max Nother, profesor matematyki, znany współcześnie głównie jako ojciec Emmy Nother.

Podsumujmy: Liza Meitner była wybitną uczoną, która wniosła duży wkład do fizyki XX wieku. Niewątpliwie mogła, u schyłku życia, mieć z tego satysfakcję, która osładzała gorzkość pominięcia jej przez Komitet Noblowski. Miała szczęście; talent i pasja poznawcza zostały rozpoznane i pielęgnowane przez rodzinę. Trafiła też na dobrego nauczyciela, profesorów, współpracowników. Znana jest prawda o tym, iż trudności hartują i stymulują ambicje. Trudności miała w nadmiarze. Sądząc ze zdjęć, była osobą przystojną, ale mimo to wydaje się, że na żadnym etapie życia kobiecość nie była jej atutem, raczej tylko przeszkodą.

W procesie kształtowania i rozwoju wybitnych naukowców na ogół współgrają dwa elementy. Pierwszym jest autentyczna pasja poznawcza dotycząca wybranej dziedziny; drugim jest przemożna chęć sprostania trudnym wyzwaniom oraz rywalizacji, czyli to, co nazywa się ambicją. Często właśnie ten drugi element bywa dominujący, a fizyka jest niejako przypadkową dziedziną dostarczającą wyzwań.

Wydaje się, iż u Lizy Meitner to bardziej czysta pasja poznawcza niż chęć rzucenia wyzwania męskiemu światu fizyki pchała ją do sukcesów.



Między fizyką a medycyną

Marta Targosz
studentka fizyki UJ

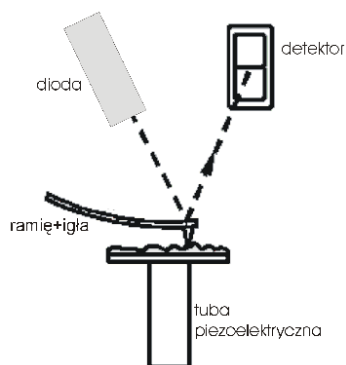


Między fizyką a medycyną – to stwierdzenie dobrze określa specjalność, jaką wybrałam, studiując fizykę na Uniwersytecie Jagiellońskim. Jest to fizyka medyczna – jedna ze specjalności, która uczy, jak praktycznie wykorzystywać wiedzę zdobytą na studiach, pokazuje, jak ważną rolę we współczesnych naukach medycznych spełnia fizyka. Studia fizyki medycznej można zaliczyć do studiów interdyscyplinarnych, ponieważ oprócz kursów fizyki zawierają kursy z zakresu medycyny, biologii i chemii.

Ukończyłam Liceum Ogólnokształcące im. Marii Skłodowskiej-Curie w Suchej Beskidzkiej, gdzie uczyłam się w klasie o profilu ogólnym. Zawsze fascynowały mnie przedmioty ścisłe, takie jak fizyka, biologia, chemia, dlatego kończąc liceum, stanęłam przed trudnym wyborem: jaki wybrać kierunek, aby pogodzić te zainteresowania? Gdy usłyszałam o fizyce medycznej, wydała mi się bardzo ciekawą specjalnością i postanowiłam, że będę studiować fizykę.

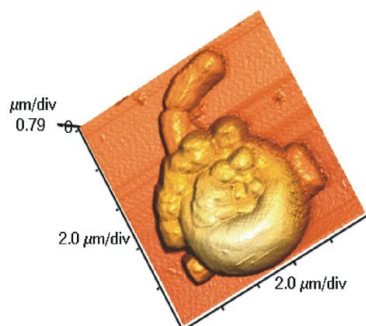
Obecnie jestem na piątym roku i piszę pracę magisterską w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej IF UJ, a temat mojej pracy brzmi „Zastosowanie mikroskopu sił atomowych do badania żywych komórek krwi”.

Mikroskop sił atomowych (AFM) należy do rodziny mikroskopów bliskich oddziaływań (SPM). Mikroskop AFM, w odróżnieniu od innych mikroskopów, nie „ogłada” badanej próbki, posługując się odpowiednim układem optycznym, ale tworzy obraz przez oddziaływanie z powierzchnią próbki. Z pewnością brzmi to trochę dziwnie – bo jak badać komórkę czy molekułę „przez dotyk”? Okazuje się, że wytłumaczenie, a jednocześnie pomysł na zbudowanie takiego mikroskopu, jest stosunkowo prosty.



Schemat mikroskopu sił atomowych

Przede wszystkim potrzebne jest ostrze, które będzie bezpośrednio oddziaływać z powierzchnią próbki – „dotykać” jej. Ostrze stanowi bardzo ważną część mikroskopu, jego kształt i rozmiar jest dobierany odpowiednio do rodzaju badanej próbki. Ostrze umieszczamy na bardzo elastycznym ramieniu, które jest głównym elementem odbierającym informację o badanej powierzchni. Wielkość odkształcenia (wygięcia) ramienia, będąca odpowiedzią na zmianę topografii próbki, jest odpowiednio monitorowana poprzez układ pomiarowy. W celu dokonania pomiaru odchylenia ramienia wąski strumień światła emitowany przez specjalną diodę półprzewodnikową pada na ramię, tuż nad miejscem, w którym przyczepione jest ostrze. Światło odbija się od niego i pada na czterosegmentowy detektor pozycyjny. Podczas skanowania ramię wychyla się z położenia równowagi z powodu różnic w topografii badanej powierzchni. Z kolei ruch ramienia sprawia, że zmienia się kąt odbicia światła, a tym samym przesuwa się miejsce padania wiązki na fotodiode. Kolejną ważną częścią mikroskopu AFM jest układ do precyzyjnej kontroli ruchu próbki. Realizuje się go poprzez umieszczenie próbki na układzie elementów piezoelektrycznych. Wykorzystując zjawisko piezoelektryczne, poprzez przyłożenie odpowiedniego napięcia na elementy układu możemy bardzo precyzyjnie zmieniać położenie próbki względem ostrza mikroskopu.



Krwinka czerwona atakowana przez bakterię

Mikroskop sił atomowych, należący do nowej generacji mikroskopów, ma bardzo wiele zastosowań, nie tylko do badań biologicznych. Pozwala na dokładne wyznaczenie topografii powierzchni badanych obiektów, zbadanie własności powierzchni, obserwację zmian na powierzchni błony, wyznaczenie siły wiązania chemicznego. Możemy badać układy biologiczne od molekuł przez różne komórki do tkanek, a badania można przeprowadzać nie tylko w powietrzu, ale też i w cieczy (!). Badanie komórek w ich płynie fizjologicznym pozwala zaobserwować procesy, jakie zachodzą w błonie komórkowej zarówno w warunkach zbliżonych do naturalnych, jak i po dodaniu czynników zniekształcających błonę. Również przygotowanie preparatu jest znacznie prostsze i mniej ingerujące w strukturę badanego obiektu, w porównaniu np. do preparatyki stosowanej w mikroskopii elektronowej.



Wytwarzanie fraktalnych struktur niskowymiarowych metodą galwanizacji

Janusz Strzelecki

student fizyki UMK Toruń



Wykonanie tego doświadczenia umożliwia badanie widowskich zjawisk formowania agregacji ograniczonych dyfuzją (DLA – *diffusion limited aggregates*). Zestaw doświadczalny jest bardzo prosty do wykonania, a rezultaty są niezwykle interesujące. Obserwuje się dzięki niemu wytwarzanie miedzianych dendrytów¹ o małych rozmiarach z możliwością sterowania ich prędkością wzrostu i stopniem rozgałęzienia. Badania nad tymi strukturami są prowadzone w wielu placówkach naukowych, widzi się w nich bowiem szansę na budowę nowych, trójwymiarowych układów scalonych. Pierwsze doświadczenie może być wykonane przy użyciu najprostszycy materiałów, natomiast drugie i trzecie są bardziej zaawansowane.

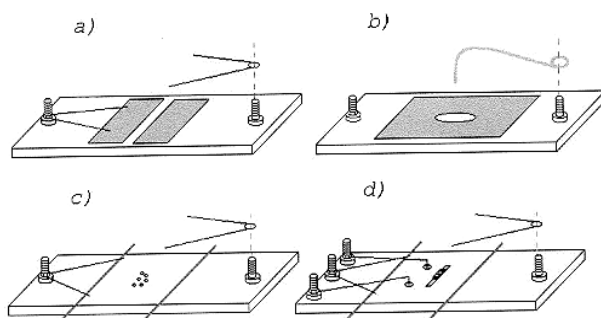
1.

Przygotowanie tego zestawu sprowadza się do naklejenia elektrod miedzianych na przezroczystą płytkę. Elektrody można zaprojektować na kilka sposobów. Można wykonać je w postaci dwóch pasków 10×20 mm, wyciętych z bardzo cienkiej (0,1 mm) blachy miedzianej, które następnie naklejamy równolegle do siebie w odległości 2 mm na mikroskopowym szkiełku podstawowym (rys. 1a). W przypadku trudności ze zdobyciem takiej miedzianej folii można wyciąć kawałek jednostronnej płytki drukowanej z jasnego laminatu i wytrawić na jej środku 2-milimetrową przerwę. Można też przykleić równolegle do siebie dwa miedziane druty.

Innym rozwiązaniem jest wycięcie w miedzianej blaszce 3-milimetrowego otworu za pomocą ostrego wycinaka do skóry. Drugą elektrodę stanowi miedziany drut ($\varnothing 1$ mm), zgięty pod kątem prostym i umieszczony w centrum otworu (rys. 1b).

Na samym początku po prostu lutowałem przewody bezpośrednio do elektrod, jednak nie jest to dobre rozwiązanie. Dużo lepiej jest przykleić do boków płytki dwie śrubki o płaskich łebkach, najlepiej za pomocą żywicy epoksydowej. Śrubki te utrzymują krótkie kawałki sprężystego drutu, które stykają się z elektrodami. Elektroda z drutu z rozwiązania drugiego również jest mocowana do śrubki. W ten sposób możemy szybko łączyć elektrody z zasilaczem za pomocą krokodylków.

¹ **Dendryt** – kryształ dendrytyczny, agregat krystaliczny o rozgałęzionej, fraktalnej strukturze przypominającej drzewo bądź kryształy lodu na szybie (patrz *Wielka Internetowa Encyklopedia Multimedialna*: wiem.onet.pl, a także software fraktalny, dostępny on-line spanky.triumf.ca/www/fractint/fractint.html)



Rys. 1

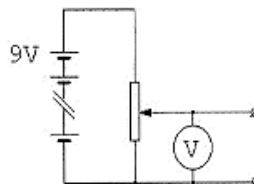
Zasilacz stanowi po prostu ogniwo baterii 9 V. Do tego doświadczenia wystarczą dwie takie baterie, ale w następnych dwóch eksperymentalnych potrzebne będą co najmniej cztery. Łączymy je z potencjometrem pełniącym funkcję dzielnika napięcia (rys. 2). Dobrze jest również połączyć z wyjściem woltomierz, aby łatwo kontrolować potencjały na elektrodach.

Zjawisko obserwujemy pod mikroskopem. Większość szczegółów widoczna jest już przy powiększeniu 40 ×. Przy prezentowaniu doświadczenia większej liczbie osób konieczny jest zwykle mikroskop sprzęgnięty z kamerą lub projektorem.

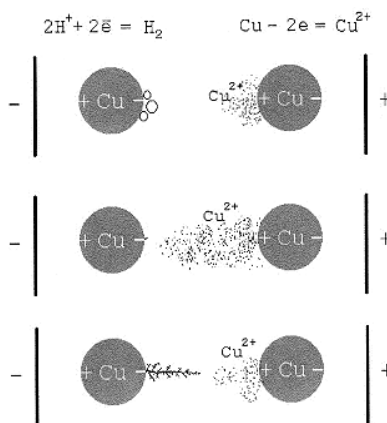
Pomiędzy elektrody наносimy kilka kropli wody za pomocą zakraplacza. W przypadku gdy są to elektrody z blachy, warto jest przykryć szczelinę szkiełkiem nakrywkowym lub rozprościć wodę, by nie tworzyła soczewki zniekształcającej obraz. Po podłączeniu elektrod do zasilacza i umieszczeniu płytki pod mikroskopem ustawiamy potencjometrem różnicę potencjałów na ok. 20 V i włączamy zasilanie.

Niemal natychmiast powinniśmy zaobserwować tworzenie się gazowych pęcherzy na ujemnie spolaryzowanej elektrodzie. Jest to wodór, powstający podczas redukcji wody. Równolegle na elektrodzie dodatniej zachodzi utlenianie miedzi, w wyniku którego jony miedzi przedostają się do wody.

Po mniej więcej minucie koncentracja jonów w pobliżu elektrody ujemnej jest na tyle duża, że redukcja ulega zahamowaniu, a jony przyłączają się do elektrody. Tworzy się DLA, kształtem przypominający kla-



Rys. 2



Rys. 3

syczny fraktal drzewkowy (rys. 3). Rośnie on do momentu zetknięcia z elektrodą przeciwną. Możliwe jest sterowanie prędkością wzrostu poprzez zwiększenie napięcia. Warto zaobserwować zwłaszcza moment, gdy napięcie jest na tyle duże, że kształt ścieżek staje się zbliżony do prostych „pajęczynok” z niewielką liczbą odgałęzień. Badać można także zależność prędkości wzrostu od napięcia. Struktury, które otrzymaliśmy, mogą także posłużyć jako obiekty badań z matematyki stosowanej. Na stronie www.scissors.com opisany jest projekt sprawdzania samopodobieństwa powstałych fraktali DLA.

2.

Wspomniano już o ewentualnym zastosowaniu tych struktur w mikroelektronice. Łatwo jednak zauważyć, że powyższa metoda, przy użyciu której musimy być bezpośrednio podłączeni do punktu wzrostu ścieżki, jest wielce kłopotliwa. W 1997 roku zespół J. C. Bradleya zaprezentował prostą i pomysłową metodę, dzięki której problem ten może zostać ominięty.

Tym razem drobne wysepkki miedziane zostają umieszczone w wodzie wraz z oddalonymi nieco od nich elektrodami. W polu wytwarzanym przez te elektrody wysepkki polaryzują się i przy odpowiednim jego natężeniu może dojść do procesu opisanego powyżej, ale w dowolnie wybranej przez nas skali i bez bezpośredniego połączenia z zasilaczem. Ponadto tworząc odpowiednią matrycę wysepek, możemy sterować kierunkiem wzrostu.

Największy problem stanowią elektrody zewnętrzne, muszą być bowiem wykonane z elektrochemicznie nieaktywnego materiału. Najlepszym rozwiązaniem jest drut platynowy o średnicy 1 mm. Można również przeprowadzić próby z palczkami grafitowymi, są one jednak dużo bardziej kłopotliwe. Oczywiście, do jednorazowych prób można zastosować dowolny metal, jednak należy się liczyć ze znacznymi zanieczyszczeniami roztworu.

Płytkę wykonamy poprzez trawienie jednostronnie krytego miedzią laminatu w chlorku żelazowym. Na wyciętą płytkę nanosimy drobne kropelki lakieru. Można to zrobić za pomocą igły lub też użyć specjalnego pisaka olejnego do rysowania płytek drukowanych. Po godzinie płytkę wrzucamy do roztworu FeCl_2 . Gotową płytkę, jak poprzednio, zaopatrzymy w śrubki. Zewnętrzne elektrody w postaci kałków drutu mocujemy do płytki poprzez sprężyste dociski (rys. 1c).

Postępujemy podobnie jak poprzednio, z tym że używamy napięcia rzędu 40 V. Odległość pomiędzy elektrodami zewnętrznymi a wysepkami powinna być większa niż odległość pomiędzy wysepkami. Stosując różne matryce wysepek, możemy ukierunkować wzrost ścieżek.

3.

Zaprezentowana w poprzednim punkcie technika może zostać zastosowana do zrobienia prostego, samorosnącego układu elektronicznego. Dioda LED zostanie tu poprzez miedziane ścieżki podłączona do zasilania.

Płytkę wytrawiamy tak, jak pokazuje rys. 1d. Stosujemy LED SMD o możliwie jak najmniejszych rozmiarach. Aby przylutować go do dwóch wysepek, stosujemy zwykłą lutownicę, na której grot nawijamy trochę drutu o pożądanej przez nas grubości i ukośnie spiłowanym końcu. Zasilanie doprowadzamy poprzez dwa sprężyste, zagięte i zaostrzone druty, które stykają się z wysepkami. Diodę zasilac będziemy z wykonanego poprzednio zasilacza.

Po uruchomieniu zasilania czekamy, aż wytworzą się połączenia. Kiedy to nastąpi, odłączamy krokodylki od elektrod i skręcamy potencjometr do minimum. Krokodylki podłączamy pod wyprowadzenia diody i powoli zwiększamy napięcie, aż do momentu zapalenia diody. Jeśli po rozerwaniu ścieżek dioda gaśnie, to znaczy, że na skutek przewodnictwa wody efekt ten nie ma miejsca.

Na zakończenie pragnę przestrzec, że doświadczenia 2 i 3 bywają kapryśne i potrafią „odmówić współpracy” w sytuacji, gdy powinny działać bez zarzutu. Jednym z najważniejszych warunków powodzenia jest czystość elementów. Największy problem sprawiają płytki wykonane z trawionego laminatu, gdyż wszelkie zanieczyszczenia wbijają się w liczne pory. Czasami wykonana płytka jest po prostu z gruntu wadliwa i pozostaje tylko wykonanie nowej. Warto także sprawdzić, czy wysepki nie ekranują się nawzajem. W powyższych doświadczeniach stosowano czystą destylowaną wodę, można jednak eksperymentować z dodawaniem niewielkich ilości kwasu siarkowego lub słabym roztworem CuSO_4 .

Wszystkich zainteresowanych odsyłam do artykułu *Creating electrical contacts between metal particles using directed electrochemical growth* Jean-Clauda Bradleya *et al.* (*Nature*, 18 września 1997, vol. 389). Znajdują się tam wszystkie najważniejsze informacje, oraz wiele odnośników do innych prac. Wszystkie pytania i uwagi proszę kierować na adres: raistlin@actyn.phys.uni.torun.pl



Fale grawitacyjne i ich detekcja

Jarosław Stasielak

student fizyki UJ



Wstęp

W newtonowskiej teorii grawitacji oddziaływanie pomiędzy dwoma ciałami jest natychmiastowe. Jednak według ogólnej teorii względności prędkość światła jest największą prędkością, z jaką mogą rozchodzić się oddziaływania. Jeżeli pewne ciało zmieni swój kształt, to odpowiadająca temu zmiana w polu grawitacyjnym będzie się rozchodzić na zewnątrz z prędkością światła. To rozchodzące się zaburzenie jest właśnie falą grawitacyjną.

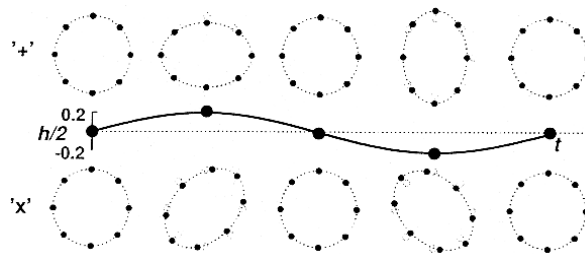
Zgodnie z ogólną teorią względności układ traci swoją energię i moment pędu poprzez emisję fal grawitacyjnych. W ostatnich latach Hulse i Taylor zaobserwowali straty energii i kąty w podwójnym pulsarze PSR 1913+16, za co dostali Nagrodę Nobla w 1993 roku. Było to bardzo ważne odkrycie, ponieważ pośrednio potwierdzało istnienie fal grawitacyjnych. Jak dotąd jest to jedyny dowód na istnienie tych fal, gdyż do tej pory nie udało się bezpośrednio ich wykryć.

Istnienie fal grawitacyjnych wynika z równań Einsteina. Równania te są nieliniowe, a przez to skomplikowane.

Właściwości fal grawitacyjnych

Jak wiadomo, metryka odpowiada za geometryczne właściwości czasoprzestrzeni, a więc w szczególności za odległości przestrzenne między różnymi jej punktami. Fala grawitacyjna zmienia odległości przestrzenne między cząstkami próbnymi umieszczonymi na jej drodze. Fizycznie wynika to z faktu, że cząstki próbne umieszczone w różnych punktach czasoprzestrzeni spadają w polu grawitacyjnym o różnym natężeniu lub kierunku, a zmiana ich względnej odległości jest związana z różnicą przyspieszeń w tych polach. Mówi się, że na cząstki działają siły pływowe. Analogiczny efekt mamy dla układu cząstek, który swobodnie spada w polu ziemskim. Siła grawitacji działająca na cząstki jest skierowana do centrum Ziemi, wobec czego w czasie spadku cząsteczki zbliżają się do siebie.

Analiza równania Einsteina prowadzi do wniosku, że podobnie jak fale elektromagnetyczne, fale grawitacyjne są falami poprzecznymi. Oznacza to, że względna zmiana odległości między cząstkami następuje tylko w kierunkach prostopadłych do kierunku rozchodzenia się fali, a nie ma jej wzdłuż tego kierunku. Okazuje się również, że fale grawitacyjne posiadają dwie niezależne polaryzacje „+” i „X”.



Rys. 1

Wyobraźmy sobie pierścień cząstek próbnych, który jest ustawiony prostopadle do padającej fali grawitacyjnej. Przechodząca fala będzie powodować jego odkształcenie. W przypadku czystych polaryzacji „+” i „X” deformacje, jakim podlega pierścień, są przedstawione na rys. 1. Można powiedzieć, że fala przedstawia impuls grawitacyjnych sił pływowych, pod wpływem których pierścień doznaje odkształcenia. Odkształcenie to jest proporcjonalne do rozmiarów pierścienia. Pola-

ryzacje „+” i „X” są obrócone o 45° . Można w tym miejscu zdefiniować parametr h , który opisuje „siłę” fali grawitacyjnej. Jeżeli dwie cząstki próbne są oddalone od siebie o L , a w czasie przechodzenia fali maksymalna zmiana ich odległości wynosi δL , to h jest zdefiniowane następującym wzorem:

$$\frac{1}{2}h = \frac{\delta L}{L} \quad (1)$$

Oznacza to, że h jest wielkością, która mówi, jak duża będzie względna zmiana odległości między dwoma cząstkami próbnymi.

W przeciwieństwie do fal elektromagnetycznych źródłem fal grawitacyjnych nie może być dipol. Pole elektromagnetyczne jest polem wektorowym i fale elektromagnetyczne mogą być generowane przez źródła wektorowe, takie jak prądy elektryczne lub drgania ładunków elektrycznych. Innymi słowy, dipole mogą już być źródłami (dipol można przedstawić za pomocą wektora). Pole grawitacyjne ma charakter tensorowy i do jego wzbudzenia konieczne jest źródło o większej liczbie składowych niż dipol (wektor). Skoro tensor można uważać za wynik koniunkcji dwóch wektorów, to źródło musi być co najmniej tak skomplikowane jak układ dwóch wektorów (kwadrupol). Oznacza to, że źródłem fal grawitacyjnych nie może być sferycznie symetryczny rozkład masy (pulsująca gwiazda), natomiast będzie nim zmienny w czasie moment kwadrupolowy.

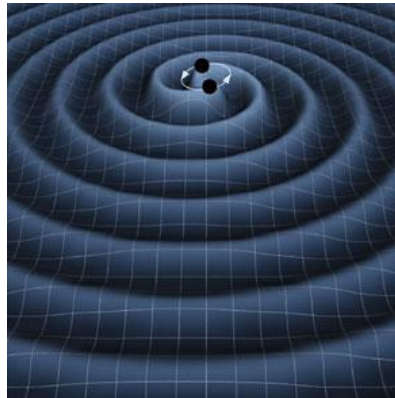
Również obserwacja fal grawitacyjnych różni się od obserwacji fal elektromagnetycznych [4]. W przypadku detekcji fal elektromagnetycznych wykorzystuje się metody bolometryczne. Polegają one na mierzeniu energii fali (ilości fotonów i ich częstotliwości), nie rejestrując przy tym fazy. Fale elektromagnetyczne oscylują po prostu zbyt szybko, aby ją zarejestrować. Spektroskopia jest tutaj dosyć skomplikowana i wymaga użycia specjalnych urządzeń, np. siatek dyfrakcyjnych czy przyzmatów. Inaczej jest w przypadku fal grawitacyjnych. Oscylują one z częstotliwością rzędu kHz lub niższą i są bezpośrednio związane z ruchem mas w źródle. Prawie wszystkie użyteczne informacje zawarte są w ich fazie. Detekcja polega na mierzeniu amplitudy i fazy fali. Spektroskopia jest bardzo prosta i polega na rozkładzie mierzonego sygnału na szereg Fouriera. Wystarczająca ilość danych, znane procedury (m.in. odróżnianie szumów), dobry komputer już na to pozwalają.

Potencjalne źródła fal grawitacyjnych

We Wszechświecie znajduje się wiele źródeł wytwarzających silne fale grawitacyjne. Przykładem mogą być podwójne układy gwiazd neutronowych, czarnych dziur, ciasne układy podwójne białych karłów, akrecja materii na czarną dziurę, czy implozja jądra gwiazdy, która powoduje wybuch supernowej. Źródłem fal grawitacyjnych jest również sam Wielki Wybuch. Warto tutaj przedstawić proces ewolucji układów podwójnych. W miarę wypromieniowywania fal grawitacyjnych rozmiary orbit składników takiego układu będą się zmniejszać. Skoro moment pędu układu jest zachowany, gwiazdy będą wirować wokół siebie coraz szybciej. Będzie to powodować emisję fal o coraz większej częstotliwości i coraz większej amplitudzie. W końcu gwiazdy zblizną się do siebie na tyle, że zaczną się ze sobą stykać

i rozpocznie się proces ich łączenia. Proces ten jest bardzo krótkotrwały (rzędu 50 ms) i jest źródłem silnych fal grawitacyjnych. Okazuje się, że ze względu na słabość sygnałów grawitacyjnych, w najbliższej przyszłości możliwe do detekcji będą tylko najsilniejsze źródła tych fal. Należą do nich ostatnie stadia ewolucji podwójnych układów gwiazd neutronowych lub czarnych dziur.

Jednym z najsilniejszych źródeł fal grawitacyjnych we Wszechświecie są zderzające się czarne dziury (rys. 2). Spróbujmy oszacować „siłę” fali grawitacyjnej emitowanej przez taki proces. Kiedy fala jest ciągle w pobliżu czarnych dziur, jej amplituda jest równa w przybliżeniu 1 ($h \approx 1$). Oznacza to, że fala rozciąga i ścisza obiekty prawie o tyle, ile wynosi ich rozmiar. Człowiek zostałby zabity przez tak silną falę. Jednak w miarę oddalania się od źródła amplituda fali, podobnie jak dla światła, maleje odwrotnie proporcjonalnie do odległości ($h \sim 1/r$). Proces zderzania się czarnych dziur jest bardzo krótkotrwały, ponadto jest raczej mało prawdopodobne, że zajdzie w pobliżu Ziemi. Jeżeli chcemy go zaobserwować w rozsądnym czasie (np. w ciągu roku), to musimy obserwo-



Rys. 2. Dwie czarne dziury, zbliżając się do siebie, promieniują fale grawitacyjne (Tim Carnahan (GSFC) / William Folkner (JPL) / NASA)

wać duże obszary Wszechświata (np. do odległości rzędu 10^9 lat świetlnych). Wobec tego wydaje się rozsądnym założenie, że typowe odległości do zderzających się czarnych dziur są równe 10^9 lat świetlnych. Dla tej odległości dostajemy amplitudę fali w pobliżu Ziemi $h \sim 10^{-21}$. Taka fala powoduje zmianę średnicy Ziemi rzędu 10^{-14} m, co jest równe 10^{-4} średnicy atomu! Jak widać, typowe fale grawitacyjne są bardzo słabe, dlatego do tej pory nie zostały bezpośrednio zaobserwowane. Aby zmierzyć tak niewielkie odległości, potrzebne są bardzo wyrafinowane metody pomiaru.

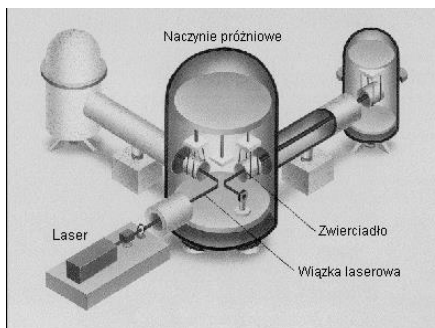
Detektory fal grawitacyjnych

Pierwszą laboratoryjną antenę do odbioru fal grawitacyjnych zbudował w 1959 roku prof. Joseph Weber z Uniwersytetu Maryland. Przez blisko 10 lat był on jedynym badaczem pracującym w dziedzinie astronomii grawitacyjnej. Zastosowanym przez niego detektorem był aluminiowy cylinder o długości 1,53 m i średnicy 0,66 m, ważący 1,4 tony. Jego częstość rezonansowa była równa 1660 Hz. Środkowa część cylindra była pokryta kryształem piezoelektrycznym. Gdy cylinder wibrował, jego powierzchnia ściszała i rozciągała kryształ, który wytwarzał napięcie elektryczne. Aby wykryć fale o amplitudzie $h = 10^{-21}$, detektor ten musiałby wykryć zmianę długości równą 10^{-6} średnicy nukleonu!

Obecnie detektory cylindryczne są w stanie wykryć fale o amplitudzie $h = 10^{-17}$, co jest o cztery rzędy wielkości za mało w porównaniu do wymaganej czułości $h = 10^{-21}$. Drugą poważną wadą jest fakt, że wykrywają one tylko fale o częstotliwości zbliżonej do ich częstotliwości naturalnej. Trzeba by użyć tysięcy cylindrów, aby pokryć cały zakres częstotliwości fal grawitacyjnych.

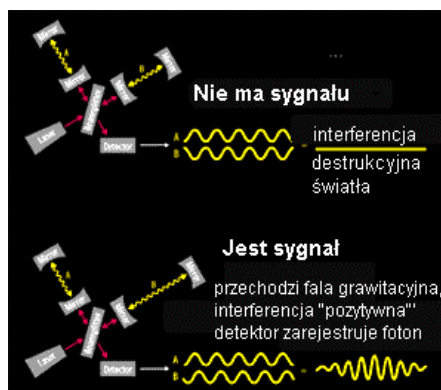
W ostatnich latach duże nadzieje wiąże się z wykorzystaniem zasady działania interferometru Michelsona.

Jeden z możliwych układów tego typu, przedstawiony na rys. 3, składa się z lasera i pięciu zawieszonych na drucie masywnych zwierciadeł. Spójne światło lasera, padając na zwierciadło umieszczone na przecięciu ramion interferometru, zostaje rozdzielone na dwie wiązki, które wpadają do tych ramion. Każda z wiązek wielokrotnie odbija się między dwoma zwierciadłami umieszczonymi w ramionach interferometru. Po wielu odbiciach obie wiązki łączy się i rejestruje za pomocą



Rys. 3

fotodetektora. Jeżeli odległość między zwierciadłami w jednym ramieniu interferometru jest taka sama jak między zwierciadłami w drugim ramieniu, to w wyniku destruktywnej interferencji fotodetektor nie zarejestruje światła (rys. 4). Przejście fali grawitacyjnej spowoduje skrócenie jednego ramienia interferometru, a wydłużenie drugiego. Wprowadzi to różnicę dróg optycznych między obiema wiązkami. Interferencja nie będzie już całkowicie destruktywna i fotodetektor zarejestruje światło (rys. 4). Mierzac natężenie odbieranego światła możemy określić różnicę długości obu ramion interferometru, a więc „siłę” fali grawitacyjnej. Czułość interferometru można podnosić przez wydłużenie jego ramion lub zwiększenie liczby odbić między zwierciadłami dzięki zastosowaniu zwierciadeł o bardzo dużej zdolności odbijającej. Powoduje to efektywnie zwiększenie ramion interferometru, przez co światło w obu ramionach przebywa większą drogę. Różnica dróg optycznych między dwoma wiązkami zwiększa się, co wprowadza większe różnice w natężeniu światła odbieranego przez fotodetektor. Zaletą takiego układu jest duża czułość i fakt, że rejestruje on fale w szerokim zakresie częstotliwości. Poważną jednak wadą jest wysoki koszt budowy takiego detektora.



Rys. 4

GEO 600

Obecnie w fazie konstrukcji jest wiele detektorów wykorzystujących zasadę działania interferometrów. Przykładem mogą być projekty LIGO w USA (rys. 5), GEO 600 w Niemczech, VIRGO we Włoszech, TAMA 300 w Japonii czy wreszcie projekt LISA. W tym rozdziale skupię się wyłącznie na projekcie GEO 600.



Rys. 5. Jeden z interferometrów projektu LIGO w Hanford w USA.
LIGO Laboratory, Caltech

Początki tego projektu sięgają 1985 roku, gdy grupa naukowców z Instytutu Maxa Plancka w Garching zaproponowała budowę dużego detektora o długości ramion interferometru równej 3 km. Rok później podobny projekt zaproponowała angielska grupa z uniwersytetu w Glasgow. Obie grupy połączyły swe wysiłki w 1989 roku. Tak narodził się projekt GEO. Jednak z powodów finansowych budowa detektora nie rozpoczęła się. Dopiero w 1994 roku zaproponowano budowę pod Hannoverem mniejszego detektora GEO 600 o długości ramion równej 600 metrów. Budowa ta rozpoczęła się we wrześniu 1995 roku. Obecnie projekt jest w fazie uruchamiania. Poniżej widok detektora GEO600 z lotu ptaka (DEUTSCHE LUFTBILD W. Seelmann & Co. GmbH, Hamburg) (rys. 6).



Rys. 6

Interferometr GEO 600 składa się z dwóch ramion o średnicy 60 cm, w których utrzymywana jest wysoka próżnia (8–10 mBar). W układzie wykorzystywany jest laser o pojedynczym modzie 1064 nm i mocy 10 W. Specjalne zwierciadła ze szkła kwarcowego zapewniają dużą liczbę odbić między zwierciadłami w ramionach interferometru, która może dochodzić nawet do tysiąca. Czułość detektora powinna wynosić od $h \sim 10^{-20}$ – 10^{-21} dla sygnałów impulsowych (krótkotrwałych), aż do

$h \sim 10^{-26}$ dla sygnałów ciągłych, przy czasie zbierania danych równym jednemu rokowi. Częstotliwości fal grawitacyjnych rozciągają się od mHz do kHz. Jednakże szumy sejsmiczne ograniczają wszystkie ziemskie detektory do częstotliwości większych od 10 Hz. GEO 600 może wykrywać fale w zakresie od 50 Hz do 1,5 kHz.

Poważnym problemem mogą być szumy interferometru imitujące fale grawitacyjne. Takie szumy prawie nigdy nie występują jednocześnie w dwóch różnych detektorach. Wobec tego, aby je wykluczyć, potrzebne są dwa takie detektory. W rzeczywistości, aby uzyskać pełną informację (pozycję źródła, polaryzację) z impulsowego sygnału fali grawitacyjnej (np. pochodzącej ze zderzenia się czarnych dziur), potrzebne są aż cztery detektory. Dodatkowo używanie większej liczby detektorów pozwala osiągnąć o wiele większą dokładność. Dlatego grupa naukowców z GEO 600 współpracuje z innymi grupami w USA (LIGO), Francji/Włosech (VIRGO) i w Japonii (TAMA 300).

Najsilniejsze fale grawitacyjne są emitowane w regionach o bardzo silnych polach grawitacyjnych, gdzie duże ilości materii poruszają się lub wirują z prędkościami bliskimi światła. Takie regiony są często otoczone przez cienką warstwę materii, która absorbuje fale elektromagnetyczne, ale nie absorbuje fal grawitacyjnych. Regiony o silnych polach grawitacyjnych nie emitują więc promieniowania elektromagnetycznego. Przeciwnie, promieniowanie elektromagnetyczne obserwowane przez astronomów prawie całkowicie pochodzi z regionów o słabych polach grawitacyjnych i niskich prędkościach materii. Przykładem może być powierzchnia gwiazdy czy supernowa. Fale grawitacyjne niosą więc informacje z zupełnie innych regionów niż fale elektromagnetyczne. Rozwój astronomii fal grawitacyjnych może zrewolucjonizować nasze rozumienie Wszechświata nawet bardziej, niż zrobił to rozwój radioastronomii. Celem GEO 600 i innych detektorów fal grawitacyjnych jest uzyskanie informacji na temat supernowych, czarnych dziur, zwartych układów podwójnych czy grawitacyjnego promieniowania relikтового, które to informacje nie mogą być uzyskane w inny sposób. Dodatkowo obserwacje układów podwójnych pozwolą na określenie masy ich składników, położenia, odległości od Ziemi oraz kształtu ich orbit. Można również będzie określić pewne parametry kosmologiczne np. stałą Hubble'a.

Fale grawitacyjne powinny zostać już niebawem zaobserwowane. Początkowo obserwacje te nie będą zbyt dokładne, ale na pewno w niedalekiej przyszłości czułość detektorów ulegnie znacznej poprawie.

Zakończenie

Fale grawitacyjne to nic innego jak falowanie krzywizny czasoprzestrzeni. Są one produkowane przez przyspieszane masy. Ponieważ oddziaływanie grawitacyjne jest bardzo słabe, więc do wytworzenia fal grawitacyjnych o znaczącej amplitudzie (którą można zarejestrować) potrzebne są duże masy i silne przyspieszenia. Warunki te są spełnione podczas gwałtownych wydarzeń astrofizycznych. Detekcja i zrozumienie fal grawitacyjnych są bardzo ważne z naukowego punktu widzenia. Dają one nowe możliwości, dzięki którym będziemy mogli zebrać nowe informa-

cje na temat różnych astrofizycznych układów – eksplozji supernowych, pulsarów oraz zwartych układów podwójnych. Jest całkiem możliwe, że nastąpią zupełnie nieoczekiwane odkrycia, podobnie jak miało to miejsce w radioastronomii.

Artykuł napisany na podstawie pracy seminaryjnej, wykonanej pod kierunkiem prof. dr. hab. E. Malca.

Bibliografia:

- [1] Schutz Bernard F., *Wstęp do ogólnej teorii względności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995
- [2] Davies Paul C. W., *Fale grawitacyjne*, PWN, Warszawa 1985
- [3] Thorne Kip S., *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy*, W. W. Norton & Company, Inc., New York 1994 (rozdział: *Ripples of Curvature*)
- [4] <http://www.geo600.uni-hannover.de/>

Zachęcam do zajrzenia na następujące strony w Internecie:

<http://www.astronomy.com>

strona domowa TAMA300 <http://tamago.mtk.nao.ac.jp/tama>

strona domowa GEO600 <http://www.geo600.uni-hannover.de/geo600>

<http://www.ligo-wa.caltech.edu>



Czwarte piętro, szumy i ja

Bartłomiej Dybiec

doktorant, Instytut Fizyki UJ



Jak znalazłem się na czwartym piętrze? Pierwszą nasuwającą się odpowiedzią jest: wyszedłem po schodach lub wyjechałem windą. W tym przypadku nie chodzi o jakieś zwykłe czwarte piętro w jakimś zwyczajnym budynku. Chodzi o budynek Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego, w którym znajduje się Zakład Fizyki Statystycznej. W tej sytuacji można by powiedzieć, że przez przypadek. Niestety, i ta odpowiedź nie jest w pełni prawdziwa, ale jest w niej przysłowiowe ziarenko prawdy.

Po trzecim roku studiów musiałem podjąć decyzję dotyczącą wyboru specjalizacji. Dokładnie zapoznałem się z wszystkimi istniejącymi możliwościami i zdecydowałem się na fizykę teoretyczną. W moim przypadku wybór wiązał się też z ustaleniem problematyki, którą będę się zajmował. Po raz pierwszy w Zakładzie Fizyki Statystycznej znalazłem się podczas egzaminu z fizyki statystycznej, po raz

drugi – poszukując opiekuna naukowego. Moje pierwsze spotkanie z przyszłą Panią Promotor odbyło się we wrześniu 1999 roku. Termin został ustalony drogą elektroniczną, ponieważ dr hab. Ewa Gudowska-Nowak przebywała wówczas w Niemczech. Zaopatrzony w kopie poleconego artykułu poszedłem na spotkanie nieznanego. Na początek dostałem pewien mały i prosty problem do rozwiązania. Patrząc z dzisiejszej perspektywy, stwierdzam, że był prosty. Jednakże wtedy, gdy miałem „coś mu zrobić”, prosty na pewno nie był. Mówiąc bardzo skrótowo, polegał on na zbadaniu pewnych własności błędzenia przypadkowego (ruchów Browna) w polu zewnętrznych, zmiennych w czasie sił. Ruchy Browna po raz pierwszy zostały zauważone przez Jana Ingenhousza w 1785 roku. Ponad pół wieku później obserwował je także angielski botanik Robert Brown, oglądając pod mikroskopem zawieszinę pyłków roślinnych. Ruchy te są spowodowane nieustannymi zderzeniami cząstek ośrodka z sobą. Ich teoretyczne uzasadnienie zostało podane przez Alberta Einsteina oraz Mariana Smoluchowskiego, patrona Instytutu Fizyki UJ.

Tutaj po raz pierwszy pojawiają się zagadkowe, występujące w tytule szumy. Szumy modelują oddziaływanie badanej przez nas cząstki z innymi cząstkami ośrodka i mają bardzo ważne znaczenie. W fizyce występuje cała grupa zjawisk, które pokazują konstruktywną rolę szumów, m.in. w układach fizycznych i biologicznych. Stwierdzenie, że w pewnych przypadkach szum może wzmocnić sygnał, w pierwszym momencie brzmi trochę paradoksalnie, kłóci się z intuicją wyniesioną z życia codziennego – przecież nikt nie lubi, gdy radio trzeszczy. W układach fizycznych szum może być bardzo pożyteczny, dzięki oddziaływaniu z cząstkami ośrodka możliwa jest ucieczka cząstki z minimów („dołków”) potencjału, czyli miejsc, w których zewnętrzna siła działająca na cząstkę wynosi zero. Oznacza to, że cząstka nie musi przez cały czas przebywać w okolicach „dołka”, ale może dowolnie zmieniać położenie. Czasem trzeba tylko bardzo dłuugo czekać, aż znajdzie się w jakimś innym miejscu. Oczywiście, są też sytuacje, w których szum jest niepożądany. Przy pomiarach bardzo słabych sygnałów problemem jest odróżnienie tego, co chcemy zmierzyć, od szumu. Generalnie w układach elektronicznych chcemy się go pozbyć. Jednakże w przypadku, którym zajmowali się Arno Penzias i Robert Woodrow Wilson, „niepożądany” szum okazał się być promieniowaniem reliktowym, za odkrycie którego otrzymali w 1978 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

Prosty problem dość naturalnie przerodził się w temat pracy magisterskiej. Stał się doskonałym polem do nauki pewnych metod i technik obliczeniowych, a także doskonałym miejscem do sprawdzania nowych pomysłów. Obecnie jestem słuchaczem studiów doktoranckich i zajmuję się czymś trochę innym, co nadal jednak wiąże się szumami, a na czwarte piętro staram się chodzić po schodach.



Tomografia magnetyczno-rezonansowa – jak to działa?

Katarzyna Musielok
studentka fizyki UJ



Jak działa mikser? Jak działa telewizor? Jak działa komputer? I Ty pewnie, Drogi Czytelniku, nieraz stawiałeś sobie takie lub podobne pytania. Mnie osobiście dręczyły one od dzieciństwa i do dzisiaj nie dają mi spokoju. Szybko rozwijająca się technika zmusza nas do korzystania każdego dnia z coraz bardziej zaawansowanych urządzeń i narzędzi. Jednym z miejsc, gdzie możemy się spotkać z najnowocześniejszym sprzętem, jest... dobrze wyposażony szpital. Wszyscy mamy nadzieję, że takich szpitali będzie w Polsce coraz więcej, ale jeśli tak, to z czym się tam spotkamy? Jak będą wyglądać nowoczesne badania? Jakich urządzeń możemy się spodziewać w „klinice przyszłości”?



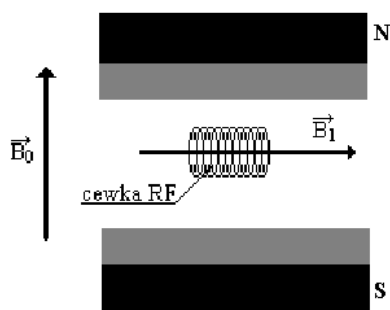
Rys. 1. Tomograf magnetycznego rezonansu jądrowego

Z pewnością znajdzie się tam tomograf magnetycznego rezonansu (powyżej). W skład tomografu wchodzi magnes, system cewek wytwarzających gradienty pola magnetycznego w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach, cewka radiowej częstości, komputer sterujący oraz stół, na którym leży pacjent podczas badania.

Obrazowanie magnetyczno-rezonansowe (MRI – *Magnetic Resonance Imaging*) staje się coraz powszechniej stosowaną techniką uzyskiwania wysokiej jakości obrazów wnętrza ludzkiego ciała. Ważne jest, by zapewnić pacjentom odpowiedni komfort podczas badania, dlatego duży nacisk kładzie się obecnie na skracanie całkowitego czasu obrazowania.

Celem mojej pracy magisterskiej jest właśnie uruchomienie jednej z najszybszych technik obrazowania na tomografie znajdującym się w Instytucie Fizyki Jądrowej w Bronowicach. Metoda, którą się zajmuję, nosi nazwę *FLASH* – od angielskich słów *Fast Low Angle Shot*. W wolnym tłumaczeniu można nazwę oddać jako „metoda szybkich niskokątowych strzałów”. Czas rejestracji pojedynczego obrazu w tej metodzie wynosi około 1 s. Opracowywana przeze mnie technika będzie miała zastosowanie w planowanych badaniach serca myszy transgenicznej, stanowiącego model rozwoju chorób serca u człowieka. Moim zadaniem jest przygotowanie sekwencji pomiarowej do tych badań.

Przejdźmy do najciekawszego: jak działa tomograf magnetyczno-rezonansowy? Spójrzmy na poniższy schemat.



Rys. 2. Schemat tomografu magnetyczno-rezonansowego

Przedstawia on magnes (obszar zaczerńiony), wytwarzający pole magnetyczne B_0 , oraz cewkę częstości radiowej (RF), wytwarzającą zmienne pole magnetyczne B_1 . Wewnątrz magnesu umieszczony jest również system cewek gradientowych (obszar szary). W czasie badania pacjent leży na stole wewnątrz cewki RF.

Ale co dzieje się z pacjentem podczas badania? Otóż jądra wodoru, w obfitości znajdujące się w naszym ciele, posiadają własność wektorową zwaną momentem magnetycznym. Jądra obdarzone tą własnością w obecności pola magnetycznego ustawiają się tak, aby kierunek momentów magnetycznych był zgodny z kierunkiem zewnętrznego pola B_0 . Powoduje to powstanie wypadkowego wektora magnetyzacji. Włączenie pola B_1 o odpowiednio dobranej częstości (stąd słowo *rezonans* w nazwie metody) powoduje obrócenie wektora magnetyzacji o pewien kąt względem kierunku pola B_0 . Po wyłączeniu pola B_1 odchylony wektor wraca do położenia początkowego, wykonując jednocześnie ruch precesyjny wokół kierunku wektora B_0 . Ruch ten, zgodnie z prawem Faradaya, wywołuje w cewce zmienne napięcie, którego amplituda zależy między innymi od ilości jąder wodoru w obrazowanym obiekcie oraz rodzajów substancji chemicznych znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu obrazowanych jąder.

Na czym więc polega tomografia magnetyczno-rezonansowa? Z powyższego opisu wynika, że możemy uzyskać informację o ilości jąder wodoru oraz ich otoczeniu chemicznym w badanym obiekcie. Jak można tę informację wykorzystać? Jak przetłumaczyć ją na zrozumiały dla oka ludzkiego obraz?

Te i wiele innych pytań zaciękało mnie na tyle, że postanowiłam wybrać tomografię magnetyczno-rezonansową jako temat mojej pracy magisterskiej. Opracowaną przeze mnie metodę *FLASH* planuję następnie wykorzystać do obrazowania płuc za pomocą rezonansu jąder helu 3, spolaryzowanego światłem laserowym (więcej na ten temat znaleźć można w *Fotonie* nr 75). Badania będą się odbywały w Instytucie Fizyki UJ.

Zapewniam Cię, Drogi Czytelniku, że tomografia magnetyczno-rezonansowa to naprawdę fascynująca metoda badań. Jeśli i Ciebie zainteresowała, zachęcam do zapoznania się z następującą pozycją:

Jacek W. Hennel, Teresa Kryst-Widźgowska, *Na czym polega tomografia magnetyczno-rezonansowa?*, Wydawnictwo IFJ, Kraków 1995.

Ta przystępnie napisana książka odpowie na pewno na wiele pytań, a może skłoni Cię również do zajęcia się tą tematyką w przyszłości?

Bibliografia:

- [1] Blicharska B., *Foton* 26, luty 1994. str. 2–9
- [2] Dohnalik T., *Foton* 75, zima 2001, str. 9–12
- [3] Hennel J. W., Kryst-Widźgowska T., *Na czym polega tomografia magnetyczno-rezonansowa?*, Wydawnictwo IFJ, Kraków 1995
- [4] Grib P., Królicki L., *Wiedza i Życie* 10, 1997, str. 60–65



Studia matematyczno-przyrodnicze

Szymon Pustelny

student fizyki UJ



Wielu ludzi zastanawia się, co chciałoby robić po szkole średniej. Często ich zainteresowania są na tyle szerokie, że żal im zdecydować się na wąską specjalizację kształcenia. Chcieliby rozwijać swoje bardzo różne zainteresowania. Studia matematyczno-przyrodnicze są właśnie wyborem dla nich.

Zacznijmy od nazwy: **międzywydziałowe indywidualne studia matematyczno-przyrodnicze**. Krok po kroku wyjaśnijmy, co oznacza ta nazwa.

Międzywydziałowe – studia te są wspólną inicjatywą trzech wydziałów, w ramach których student może wybierać kursy w każdym z dziesięciu instytutów.

Matematyczno-przyrodnicze – obejmują matematykę i informatykę oraz kierunki przyrodnicze: astronomię, biologię, biotechnologię, chemię, fizykę, geologię, geografę, ochronę środowiska. Student SMP może uczestniczyć w wykładach, ćwiczeniach i laboratoriach na każdym z tych kierunków. Dopiero po dwóch latach studiów musi się zdecydować, z jakiego zakresu będzie pisał pracę dyplomową. Wtedy musi wypełnić minimum programowa i realizować program danego kierunku. Zazwyczaj już od pierwszego roku studenci mają sprecyzowany kierunek wiodący, na który kładą główny nacisk. Prócz tego jednak uczestniczą w zajęciach, które wydają im się ciekawe i które, jak sądzą, pozwalają na pełniejsze zapoznanie się z interesującymi szczególnie tematami.

Studia indywidualne – student SMP jest rzeczywiście osobą, która w dużym stopniu sama decyduje o tym, co i jak ma studiować. Jednak aby cała odpowiedzialność nie spoczęła tylko na barkach studenta, każdy SeMP ma mieć indywidualnego opiekuna, czyli *tutora*. Zadania opiekuna są dwojakie. Z jednej strony, tutor ma pomóc studentowi w realizacji konkretnych zamierzeń, m.in. poprzez pomoc w doborze zajęć. Z drugiej zaś strony, ma on wprowadzać studenta w pracę naukową już od pierwszego roku studiów. Cotygodniowe spotkania z opiekunem, tzw. *tutorials*, są właśnie metodą realizacji tego celu. Dodatkowo pod koniec pierwszego i drugiego roku SeMP ma napisać pracę roczną, która jest formą sprawdzenia, jak dobrze radzi on sobie ze stawianymi mu zadaniami. Co ważne, wybór tutora nie jest ani ostateczny (można go zmienić po każdym roku), ani nie wiąże się z koniecznością pisania pracy magisterskiej u tej właśnie osoby.

Studenci SMP są osobami o szerokich zainteresowaniach i dużych ambicjach. Większość z nich planuje zostać na uczelni na studiach doktoranckich, a nawet wiąże swoją przyszłość z pracą naukową. Możliwość obcowania z „wielką” nauką od samego początku jest bardzo dużą zaletą SMP.

Przez blisko dziesięć lat od momentu otwarcia studiów matematyczno-przyrodniczych zdążyły one zasłużyć na bardzo dobrą opinię. Studenci rekrutujący się z SMP są zawsze w ścisłej czołówce każdego z kierunków kształcenia. Nie znaczy to jednak, że SeMPy są nadludźmi. Wręcz przeciwnie. Podobnie jak wszyscy mają swoje problemy, troski, a czasem chwile wątplenia. Obcowanie z tymi nierzadko bardzo zdolnymi ludźmi jest niezmiernie stymulujące, ale pozwala też nabrać wiary we własne umiejętności. Procentuje to później brakiem tremy przed konfrontacją z najlepszymi. W tym swoistym tyglu, który tworzą ludzie o różnych zainteresowaniach, każdy może znaleźć coś dla siebie, ale także coś do niego włożyć. To bardzo ważny element tych właśnie studiów.

Studia matematyczno-przyrodnicze nie są łatwe, a to dlatego, że każdy student realizuje program, który zawsze wykracza poza ramy jednego kierunku. Co za tym idzie, zarówno ilość pracy, jak i obciążenie godzinowe przekracza standardy obowiązujące na innych kierunkach. Niemniej studia matematyczno-przyrodnicze dają dużą satysfakcję oraz pozwalają na lepszą realizację własnych zainteresowań.

I Ty możesz zostać SeMPem!



Naukowe Koło Fizyków Uniwersytetu Jagiellońskiego

Sławomir Czekaj
student fizyki UJ

⟨N | K | F⟩



Zawsze będę pamiętał pierwszy semestr studiów. Tytu nowych ludzi, pierwsze wykłady, zajęcia, kolokwia. I w końcu ona – pierwsza sesja egzaminacyjna. Niczym Mount Everest, wielka, potężna i nie do przejścia. Jakaż była moja radość, kiedy po ostatnim – z tych pierwszych – egzaminie mogłem powiedzieć wreszcie, wydychając już jakoś inaczej powietrze z płuc: zaliczyłem tę pierwszą największą. Później były trudniejsze i bardziej skomplikowane egzaminy, ale te będę pamiętał zawsze. Zresztą już na pierwszy egzamin szedłem trochę podbudowany:

przecież widziałem już tylu, którzy przeżyli. Oni też to przeszli, tłumaczyłem sobie po cichu przed drzwiami sali egzaminacyjnej.

Ale może zaczniemy po kolei. Nie ma studenta fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego, który by nie odwiedził pewnej sali. Sala ta, znajdująca się na antresoli naszego Instytutu, jest miejscem spotkań wszystkich studentów fizyki i nie tylko. Jest to lokal Naukowego Koła Fizyków. Można powiedzieć, że to jedynie przedsiönek do właściwego miejsca, w którym spotykamy się my wszyscy. Właśnie to miejsce stanowi sztab wszystkich studentów. Tutaj uzgadnia się sposoby rozwiązywania problemów. Tablica Koła zawsze jest cała zapisana. Znaleźć na niej można rozwiązania różnych problemów – opis ćwiczenia z pracowni fizycznej, obok czyjaś próba rozwiązania równania Schrödingera, na drugim końcu równia pochyła, a w rogu mapa krakowskiego Rynku – wielki znak „X” w połowie drogi między Sienną a kościołem Świętego Wojciecha – czyżby zajęcia w terenie?

Niepowtarzalna atmosfera Koła (zwanego przez wtajemniczonych „enkaefem”) powoduje, że lokal jest zawsze pełny. Dzień zaczyna się w momencie, gdy można swobodnie wejść do Instytutu, najczęściej po siódmej wybucha szal drukowania sprawozdań, bo to drukarka zawiodła nad ranem, to znowu zadziałało któreś z praw Murphy’ego. Dzień w Kole kończy zachód słońca (?) lub (co jest przypadkiem najczęstszym) po prostu pecety zmieniają datę o północy. Inaczej mówiąc, czasami doba studencka trwa nieco dłużej niż dwadzieścia cztery godziny. Każdy powód, by trochę złamać wymogi natury dotyczące długości snu, jest dobry: a to zaległe sprawozdanie, a to zdany lub też przyszedł egzamin. Zresztą rozmowy typu:

- Chłopie, co ty tak wcześnie do Instytutu przychodzisz?
- A kto powiedział – odpowiada student znad klawiatury komputera – że ja przyszedłem wcześnie. Chyba że dla ciebie piąta po południu to wczesna pora...

Oczywiście to nie to, że wszyscy jesteśmy pracoholikami. Ale tak po prostu bywa, że raz się jest do przodu, innym razem do tyłu. Z drugiej strony, przeznaczać jedną trzecią życia dwudziestolatka na sen to straszne marnotrawstwo.

Wracając do Koła, a dokładnie do mojego w nim członkostwa – od początku studiów NKF interesował mnie bardzo. Nie mogłem się zdobyć na wejście do najdalejszego pokoju Koła aż do pierwszej sesji. Sam nawet nie wiem, dlaczego – może to nieśmiałość, może zaganianie, w końcu wokoło same nowości. Odwaga przyszła po pierwszej sesji. Dumny z pieczętki w indeksie: „Rok akademicki 98/99 I sem. Data Podpis Dyrektora”, wkroczyłem do Koła. Byłem już pełną gębą studentem. Po ciepłym przyjęciu przez starszych kolegów tylko w myślach zapytałem: no i czego się tu było bać? Może tylko ówczesnego prezesa Krzyśka – facet do rany przyłóż, choć ja patrzyłem na niego z zadartą do góry głową, a muszę powiedzieć, że w dowodzie przy miejscu wzrost napisano czarno na białym: „wysoki”.

Muszę powiedzieć, że studiowanie fizyki na UJ jest bardzo ciekawe. Studiowanie fizyki bez enkaefu byłoby bardzo ciekawe, ale nie odjazdowe. Naukowe Koło Fizyków łączy wszystko, co związane jest z fizyką, studiami, ludźmi, Krakowem i wieloma innymi sprawami. NKF to seminaria, wykłady, spotkania z fizykami. W NKF-ie bywają goście z całego świata. My też bywamy wszędzie. Wycieczki: szkoły w terenie (zimowe lub letnie), jednodniowe wyjazdy w góry, żeby odetchnąć, czasami wyjazdy na seminaria do innych, zaprzyjaźnionych Kół. Czasami „daleka” wycieczka, bo do matematyków, na piąte piętro tego samego budynku, na Sesję Kół Naukowych. Krótko mówiąc, życie w Kole wre, nieraz hałas w lokalu przypomina ul na wiosnę.

Nasze koło NKF wywodzi się z Kółka Matematyczno-Fizycznego Uczniów Uniwersytetu Jagiellońskiego. Mamy tradycję przeszło stuletnią, 3 grudnia 1893 roku odbyło się bowiem zebranie przedwstępne Kółka. Chlubą Kółka była wspańska biblioteka. Wydawała ona skrypty dla studentów. W 1939 roku uratowana przez profesora Bronisława Średniawę, służyła studentom tajnego nauczania. 12 września 1950 roku nastąpiła likwidacja Kółka i marnotrawstwo biblioteki. Obecnie odbudowaliśmy skromny księgozbiór.

Cały czas przez NKF przewijają się zastępy studentów (nie tylko fizyki!), choć czasem jedni odchodzą, a przybywają inni. Z przyjemnością odkrywa się po wakacjach, że starszy kolega został doktorantem. Teraz stoi po drugiej stronie „barykady”. Życie studenta jest piękne, zwłaszcza na uczelni z tradycjami.



„Almukantarat”

sekretarz „Almukantarat” Krzysztof Roszkowski
doktorant, Instytut Fizyki UJ



Ostatnia dekada XX wieku i początek naszego stulecia z pewnością przejdą do historii astronomii. Budowa olbrzymich obserwatoriów, wysłanie poza zanieczyszczoną atmosferę kosmicznego teleskopu Hubble’a, próby wykrycia fal grawitacyjnych poszerzały naszą wiedzę w tempie do tej pory niespotykanym. Paradoksalnie jednak, zalew pseudonaukowej literatury astrologicznej, wszelkiej maści horoskopów, wreszcie coraz brudniejsze niebo i nocny zalew światła tłumiących blask najjaśniejszych nawet gwiazd – spowodowały wśród społeczeństwa, a zwłaszcza wśród młodzieży, raptowny spadek wiedzy astronomicznej. Ta wspaniała dziedzina wiedzy wypierana jest z programów szkolnych, choć jeszcze kilkadziesiąt lat temu była ona osobnym przedmiotem nauczonym w liceum. Obecnie astronomia włączona została w zakres zajęć z fizyki. Oczywiście, odbyło się to z potężną dla niej stratą, program fizyki jest bowiem tak obszerny, że brakuje czasu na poruszanie zagadnień czysto astronomicznych.

Na szczęście, jest to z wszystkich nauk przyrodniczych dziedzina bodaj najbardziej romantyczna, stąd ogromna ilość kółek naukowych, zarówno prowadzonych przez pełnych poświęcenia nauczycieli, jak też i przez samych uczniów. Chcielibyśmy w tym właśnie miejscu zaproponować Państwu współpracę z jedną z takich organizacji, której jesteśmy członkami. Nasz Klub Astronomiczny ma pewną cechę wyróżniającą go spośród innych, podobnych grup – jego działania obejmują zasięgiem cały kraj oraz są w pełni sformalizowane. Wpływ na to miały korzenie „Almukantaratu” (taką dźwięczną nazwę, pochodzącą oczywiście od astronomicznego terminu, oznaczającego odpowiednik lokalnego równoleżnika na sferze niebieskiej, przyjęło nasze stowarzyszenie), sięgające lat 80. dwudziestego wieku. Wówczas to, pod patronatem Uczniowskiego Ruchu Naukowego, odbywały się liczne obozy przeznaczone dla młodzieży szkolnej, chcącej pogłębić swoją wiedzę i zainteresowania. Jedną z dziedzin (nie jedyną, były również grupy dziennikarskie, archeologiczne, czy krótkofalarskie) była astronomia. Niestety, pod koniec lat 80. działalność URN-u stawała się coraz słabsza, większość grup zawiesiła swoją działalność, przez pewien czas pomocą dla kółek uczniowskich była Awangarda XXI Wieku, mająca zastąpić zamierający URN. Wkrótce jednak ostatnią aktywną grupą okazał się nasz Klub Astronomiczny. Od 1985 roku nasze spotkania odbywają się w Ośrodku Harcerskim w Załęczu Wielkim koło Wielunia na północnym krańcu Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Początkowo spotykaliśmy się pod patronatem i opieką ZHP. Pełną samodzielność uzyskaliśmy w roku 1995, kiedy to zawiązano Sto-

warzyszenie Klubu Astronomicznego „Almukantarat”, zajmujący się organizacją spotkań o tematyce naukowej dla młodzieży z całej Polski.

Przyjęliśmy zasadę stopniowego zwiększania obowiązków uczestników naszych spotkań – podczas pierwszego obozu młodzież słucha wykładów przygotowanych przez starszych kolegów, obszerna tematyka obejmuje zarówno klasyczną astronomię obserwacyjną, jak i zajęcia z analizy matematycznej, informatyki czy astrofizyki. Zajęcia prowadzą studenci i absolwenci wydziałów fizyki, matematyki i informatyki, nierzadko doktoranci. Podczas kolejnych spotkań młodzi uczestnicy prezentują przygotowane przez siebie referaty na tematy astronomiczne, by po kilku latach znów znaleźć się na pierwszym obozie – tym razem w roli wykładowców.

Przez wiele lat możliwość uczestnictwa w naszych pracach była nagrodą dla uczniów odnoszących sukcesy w konkursach fizycznych i matematycznych w szkołach podstawowych. Doświadczenie jednak pokazało, że czasami osoby nieco przypadkowo zwerbowane przez swoich znajomych, niekiedy wręcz niezainteresowane naukami ścisłymi, odkrywały w sobie żyłkę astronomiczną i przez wiele lat aktywnie uczestniczyły w naszych spotkaniach. Obecnie staramy się więc trafić do nieco szerszego grona uczniów, nadal zachowując elitarny sposób ich doboru.

Zależy nam na kontakcie z młodzieżą, która nie chce ograniczać się tylko do wypełniania minimum obowiązków szkolnych, ale pragnie dowiedzieć się czegoś więcej i wiedzę tą podzielić się z innymi. Nie jest to bynajmniej proste, wymaga dużego zaangażowania i poświęcenia. Jest to jednak jedyna droga do osiągnięcia sukcesu naukowego, a celem naszego Klubu jest wspieranie młodzieży w jej ambicjach naukowych, postanowieniach i pracy. Czasami młodzi ludzie bardzo potrzebują takiej pomocy, mimo swego zainteresowania naukami ścisłymi, uważają, że ich wiedza jest zbyt skromna, by, na przykład, uczestniczyć w olimpiadach przedmiotowych. Nasza organizacja stara się zawsze pomóc w przygotowaniach do wszelkich konkursów, wychowaliśmy kilkunastu laureatów wysokich miejsc Olimpiady Fizycznej, a zwłaszcza Astronomicznej.

Boimy się jednak, że jest jeszcze sporo osób, które, przeczytawszy nawet informację o naszym obozie, nie decydują się na zgłoszenie. Stąd nasz apel: bardzo prosimy o nakłanianie wszystkich wahających się do przyjazdu na obóz i przekonania się na własne oczy, jak piękna może być astronomia!

Znacznie więcej informacji o Klubie można uzyskać na naszej stronie internetowej: www.camk.edu.pl/almukantarat/.

Zapraszamy także do odwiedzenia portalu astronomicznego, przygotowywanego przez naszych członków i sympatyków www.astronet.pl.

Gdyby ktoś chciał do nas napisać, listy prosimy adresować:
Klub Astronomiczny „Almukantarat”
Centrum im. M. Kopernika PAN
ul. Bartycka 18
00-716 Warszawa
tel. 0-prefix-22 841-00-41 wew. 103 (prosić Kacpra Korneta)
e-mail: almukantarat@camk.edu.pl



KRONIKA

Doktorat honorowy dla Profesora Hrynkiewicza

Andrzej Szytuła

Instytut Fizyki UJ

19 lutego 2002 r. w Auli Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu odbyła się uroczystość nadania godności doktora honoris causa tej uczelni Profesorowi Andrzejowi Zygmuntowi Hrynkiewiczowi. Jest to godność szczególnie cenna, bo nadana przez uczelnię, na której Profesor rozpoczął studia fizyczne oraz działalność dydaktyczną jako zastępca asystenta.

Profesor Hrynkiewicz, znany czytelnikom *Fotonu* z serii artykułów poświęconych promieniowaniu jonizującemu, jest uczonym światowej sławy. Jego wkład w rozwój nowoczesnej fizyki polskiej jest imponujący. Dowodem uznania jest fakt, że od wielu lat jest członkiem rzeczywistym PAN (1980), członkiem czynnym PAU (1989) oraz członkiem tytularnym Europejskiej Akademii Nauki, Sztuki i Literatury (1998).

Po ukończeniu studiów Profesor Hrynkiewicz na stałe związał się z Uniwersyte-
tem Jagiellońskim oraz Instytutem Fizyki
Jądrowej. Był jednym z głównych organi-
zatorów życia naukowego w tych placów-
kach, pełniąc w nich funkcję dyrektora.

Istotnym elementem Jego działalności jest fakt, że swoje osiągnięcia i bogate doświadczenia zdobyte za granicą zawsze przynosił na polski grunt, organizując nowoczesne laboratoria i skupiając wokół siebie zespoły wybitnych fizyków.

Profesor Hrynkiewicz był promotorem 46 doktorów, spośród których 17 habilitowało się, a 12 uzyskało tytuł profesora.

W działalności naukowej Profesora Hrynkiewicza można wyraźnie zauważyć Jego ogromny wkład w rozwój fizyki jądrowej oraz fizyki ciała stałego. Był organizatorem badań metodą rezonansu jądrowego, efektu Mössbauera oraz zaburzonych korelacji kierunkowych promieniowania gamma. Wieloletnia praca Profesora Hrynkiewicza w Komitecie Badań Naukowych oraz siedmiu Radach Naukowych miała wpływ na rozwój badań w Polsce.

Jest znakomitym, bardzo lubianym przez studentów dydaktykiem oraz popularyzatorem fizyki i dziedzin z nią związanych. Profesor Hrynkiewicz zaangażował się w problematykę ochrony środowiska. Jego liczne wystąpienia zaczęły przekonywać społeczeństwo o potrzebie rozwoju energetyki jądrowej.

Uczniowie oraz Redakcja serdecznie gratulują Panu Profesorowi.



Prof. Hrynkiewicz w trakcie wykładu
„Lectio doctoris”



O nauczaniu fizyki w liceum – marzenia Refleksje przy lekturze nowego podręcznika

Zofia Gołąb-Meyer

Wydawnictwo ZamKor zaprezentowało podręcznik do fizyki dla szkół ponadgimnazjalnych, w zakresie programu kształcenia ogólnego, czyli tzw. kanonu¹. Podręcznik jest całością przeznaczoną dla wszystkich klas szkoły średniej. Można zatem zorientować się, jak autorzy podręcznika wyobrażają sobie realizację Podstawy Programowej Kształcenia Ogólnego. Podręcznik jest idealnie dopasowany do tej podstawy; odnosi się nawet wrażenie, iż autorzy podręcznika mają wkład w jej konstrukcję. Lektura podręcznika skłania do refleksji.

Słuszną jest obserwacja, iż źle nauczana fizyka w szkole zamieniała się często w jej karykaturę. Obronną ręką wychodzili zdolni i motywowani uczniowie dobrych nauczycieli. Reszta nienawidziła fizyki. Z drugiej strony, trudno nie widzieć ogromnego głodu informacji. Tłumy uczestników na pokazach, festiwalach i jarmarkach to nie tylko prymusi z fizyki. Na szczęście nikt nie kwestionuje potrzeby jakiegось, jeśli już nie gruntownego wykształcenia, to obycia z fizyką.

Nowy kanon nauczania, a z nim program i podręcznik o którym mowa, mają ambitny cel sprostania temu zadaniu. Wiadomo też, iż w przygotowaniu są inne ambitne propozycje. Muszę przyznać, iż moja opinia na temat propozycji kanonu – jako podstawy nauczania wszystkich uczniów w liceum – była krytyczna. Uważam, iż (również z powodu ograniczania fizyki na uczelniach technicznych) uczniowie klas tzw. mat.-fiz. w skróconym, praktycznie 2,5-rocznym okresie, powinni raczej uczyć się tradycyjnie, czyli na początku porządnej podstawy. Uważam też, iż kanon sformułowany jest zbyt obszernie i jest trudny do zrealizowania w klasach ogólnych, wymaga dużo wysiłku od nauczyciela.

Tymczasem ukazał się podręcznik, który pokazuje czarno na białym, iż to się da zrobić.

Trzeba przyznać, iż wydawnictwo zadbało (i efekty są widoczne), by skompletować doskonały zespół autorski. W powstawaniu podręcznika oprócz autorów: profesora fizyki UJ K. Fiałkowskiego, dwóch nauczycielek fizyki (dr M. Fiałkow-

¹ Maria Fiałkowska, Krzysztof Fiałkowski, Barbara Sagnowska, *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, Wydawnictwo ZamKor. Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników szkolnych przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania fizyki (w zakresie podstawowym) na poziomie liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum, na podstawie recenzji rzeczoznawców: dr. hab. Władysława Błasiaka – z rekomendacji Akademii Pedagogicznej w Krakowie, dr. hab. Jana Olszewskiego – z rekomendacji Akademii Pedagogicznej w Krakowie, mgr. Władysława Kulpy – z rekomendacji Wojewódzkiego Ośrodka Metodycznego w Przemyślu i dr Henryki Kaczorowskiej – z rekomendacji Towarzystwa Kultury Języka.

ska i mgr B. Sagnowska) i równocześnie pracowniczek Akademii Pedagogicznej w Krakowie (kontakty z nauczycielami) brały udział współautorki: dr D. Gawlik i dr M. Godlewska (rozdział „Doświadczenia”). Dużą rolę w powstawaniu podręcznika odegrała redaktorka naukowa J. Salach oraz recenzenci.

Uczniowie i nauczyciele otrzymali bardzo dobry i, zważywszy na czas powstawania, bardzo starannie przygotowany podręcznik. Ponieważ nie jest to recenzja podręcznika, nie będę wymieniać licznych jego zalet, które docenią nauczyciele i uczniowie. Nie będę też wytykać usterek, które niewątpliwie zostaną usunięte w kolejnych wydaniach.

Chodzi mi raczej o ustosunkowanie się do nowatorskiej filozofii nauczania w liceum. Nowatorstwo polega na próbie realizacji celów nauczania (dokumenty MENiS) i odejściu od stosowanego nauczania spiralnego, polegającego na tym, iż w kolejnych podejściach (szkoła podstawowa, liceum, studia) powraca się do tych samych zagadnień, traktując je głębiej i obszerniej. Nowatorstwo polega na zerwaniu z klasyczną kolejnością, to jest najpierw przerabianiem podstawy, tzn. klasycznych działów fizyki z wiodącą mechaniką, a dopiero na deser nową fizyką, zastosowaniami.

Rozdziały podręcznika: „Fizyka jądrowa i jej zastosowania”, „Budowa i ewolucja Wszechświata”, „Jedność mikro- i makroświata”, „Fizyka a filozofia”, „Narzędzia współczesnej fizyki” zawierają bardzo dużo haseł, z których każde stanowi odrębny temat co najmniej na jedną lekcję. Rozdziały te są napisane nadzwyczaj starannie. Maksimum informacji przy minimum słów i nieomalże optymalne dla takiego podręcznika ścisłości. Po prostu nic dodać, nic ująć. Głośne przeczytanie każdego z haseł, które powinno być tematem jednej lekcji, zajmuje parę minut. Nauczyciel musi wyjść poza ten tekst! Oczywiście jest dużo materiałów drukowanych, publikowanych w Internecie. Pomimo to rodzi się podejrzenie, iż lekcja może zamiast rozjaśnić, zamącić rozumienie, gdyż każde wyjście nauczyciela poza tekst podręcznika jest wyjściem de facto amatora. Kto z nauczycieli będzie się odważał rozwijać temat o cząstkach, o granicach układów kwantowych, o metodologii nauk bez własnej gruntowniejszej nauki? Załóżmy jednak, iż nauczyciele doszkołą się i podejmą wyzwanie. Wtedy jednak na omówienie tematu potrzebują czasu. Np. temat: „Wpływ promieniowania na tkankę biologiczną i zastosowania medyczne” wymaga **co najmniej** 2 godzin czasu, o ile uczniowie mają się czegoś nauczyć, ma się ich pobudzić do myślenia. Lekcje nie powinny przypominać dyskusji w TV, gdzie jest narzucony bardzo ostry reżim czasowy.

Na „Narzędzia współczesnej fizyki” przeznaczono 2 godziny. To jest zdecydowanie zbyt mało. W końcu chcemy (patrz wymagania), by uczeń sam potrafił wskazać najważniejsze osiągnięcia fizyki XX wieku dla życia codziennego.

Po jednej z pierwszych lekcji proponuje się uczniom samodzielne przygotowanie dyskusji na temat dynamiki przez wcielenie się w postacie Arystotelesa, Galileusza i Newtona. Wielokrotnie przeprowadzałam podobną grę zarówno z uczniami, jak i studentami. Jeśli nie jest ona bardzo starannie przygotowana przez uczniów i niesłychanie ostrożnie i krytycznie prowadzona przez nauczyciela, to mija się

z celem. Niewielu nauczycieli jest przygotowanych do kompetentnego prowadzenia takiej lekcji i niewielu zechce poświęcić na to czas ze skromnej liczby 125 godzin na całość.

Dokładny wgląd w podręcznik pokazuje, iż autorzy przewidują również kurs klasycznej fizyki, i to dość bogaty. Moja obiekcja dotyczy „skompaktowania” materiału. Mam obawy, że mogą nawet nie pomóc ładne doświadczenia i zadania komputerowe. Braknie czasu. Boję się, że uczeń **nie będzie miał czasu na oswajanie się** z coraz to nowymi problemami.

Nauczanie fizyki to przeprowadzenie uczniów z wyspy ich jakiegś tam wiedzy o świecie poprzez morze i rafy fizyki do świata opisanego przez język nauki. Może się zdarzyć, iż odrzucamy stare łodzie, mało zdadne do użytku, i w miejsce starych łodzi pakujemy młodzież na nowoczesne, ale przeciążone promy, które zatoną.

Doświadczenia innych krajów uczą, iż zmiana sposobu nauczania jest bardzo bolesna. Wymaga przekonania do niej nauczycieli. Najlepszy nawet podręcznik nie wystarczy. Potrzebne są liczne warsztaty dla nauczycieli. Nauczyciele potrzebują bardzo łatwo dostępnych materiałów merytorycznych i wskazówek dydaktycznych.

Wracając do podręcznika: podręcznik będzie znacznie lepiej wykorzystany, jeśli wydawnictwo dokona wysiłku i do poszczególnych tematów opracuje materiały metodyczne i rozszerzające. Niektóre treści w podręczniku pełnią bowiem rolę kompetentnych podsumowań.

Muszę powiedzieć, iż z uczuciem ogromnej ulgi przyjmę fakt, iż moje obawy były niezasadne. Może za trzy lata nowi absolwenci liceów wykazą swoją wiedzę, iż proponowana strategia (nowy kanon) jest słuszna. Ja mam skromniejsze marzenia, by każdy licealista tyle umiał, ile zaplanowaliśmy dla gimnazjalisty. To by było całkiem niezłe!



FIZYKA W INTERNECIE

Pod adresem <http://www.astronet.pl> znajduje się strona główna portalu astronomicznego. Serwis ten udostępnia informacje na temat aktualnych zjawisk astronomicznych, zbiór zdjęć o tematyce astronomicznej i bogaty zestaw linków do innych stron, wraz z opisem i oceną ich zawartości.

Na stronie <http://www.camk.edu.pl/almukantarat/> znajdują się informacje na temat klubu astronomicznego „Almukantarat”, organizującego obozy letnie dla młodzieży licealnej zainteresowanej fizyką i astronomią.



Nowe liceum z nowym podręcznikiem

Wydawnictwo ZamKor

Podręcznik Marii Fiałkowskiej, Krzysztofa Fiałkowskiego i Barbary Sagnowskiej *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, Wydawnictwa ZamKor, Kraków 2002.

Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników szkolnych przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania fizyki (w zakresie podstawowym) na poziomie liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum, na podstawie recenzji rzeczoznawców: dr. hab. Władysława Błasiaka – z rekomendacji Akademii Pedagogicznej w Krakowie, dr. hab. Jana Olszewskiego – z rekomendacji Akademii Pedagogicznej w Krakowie, mgr. Władysława Kulpy – z rekomendacji Wojewódzkiego Ośrodka Metodycznego w Przemyślu i dr Henryki Kaczorowskiej – z rekomendacji Towarzystwa Kultury Języka.

Podręcznik zawiera:

Treści na trzech poziomach

- Wyraźnie wyróżnione powtórzenie treści gimnazjalnych (w zakresie koniecznym do zrozumienia nowych zagadnień).
- Treści podstawowe, przeznaczone dla wszystkich uczniów.
- Treści uzupełniające dla zainteresowanych lub uczących się fizyki w zakresie rozszerzonym.

Zadania

Podręcznik stanowi równocześnie podstawowy zbiór prawie 400 różnorodnych zadań.

Doświadczenia uczniowskie

W Aneksie 2 autorstwa Małgorzaty Godlewskiej i Danuty Szot-Gawlik zamieszczono 21 instrukcji służących wykonywaniu doświadczeń w zespołach uczniowskich i opisano elementarne metody obliczania niepewności pomiarowych. Doświadczenia nie wymagają drogich przyrządów.

Programy komputerowe

W podręczniku zamieszczono 28 okienek z przygotowanymi przez Jadwigę Salach szczegółowymi poleceniami, dotyczącymi wykorzystania programów komputerowych, udostępnionych nam przez autorów, przetłumaczonych i opracowanych w Wydawnictwie i zamieszczonych na stronie www.zamkor.com.pl.

Każdy nauczyciel, który ma kłopoty z dostępem do Internetu, może je otrzymać bezpłatnie na dyskietce i kopiować bez ograniczeń.

Szeroki wachlarz możliwości, jakie daje podręcznik, stanowi propozycję pozwalającą dokonać wyboru. Nie wszyscy uczniowie muszą przeczytać cały podręcznik, rozwiązać wszystkie zadania, wykonać wszystkie doświadczenia i polecenia dotyczące wykorzystania programów komputerowych. Książka jest tak opracowana, by każdy znalazł w niej coś ciekawego dla siebie.



Fizykę można zrozumieć i polubić!

Barbara Warczak

Fizyka z astronomią, podręcznik dla liceum i technikum
Krzysztof Chyla, Andrzej Warczak, Barbara Warczak
Część I – Od Arystotelesa do Einsteina
Część II – Od świata w skali mikro- do makroświata
Część III – Od galaktyk po kwarki.



Podręcznik, który pragnę Państwu polecić, jest podręcznikiem nowym, innym niż dotychczas spotykane na rynku. Ta jego „nowość” nie wynika jedynie z tego, że został napisany w oparciu o nową podstawę programową, lecz przede wszystkim z tego, że jest przeznaczony dla NOWEGO UCZNIA. To właśnie tego ucznia, nieco starszego, żyjącego w zwariowanych czasach przemian, atakowanego ze wszystkich stron informacjami, pragniemy zainteresować prawami przyrody i pokazać mu, że fizykę można i warto zrozumieć, a nawet się nią zafascynować. Pragniemy zainteresować każdego, dlatego poza rzetelną prezentacją praw fizyki oraz ich najnowszych zastosowań, sporo jest w nim zagadnień dotyczących filozofii i historii nauki. Za ich pomocą stworzyliśmy coś w rodzaju scenografii dla naszych bohaterów, Galileusza, Newtona, Faradaya, Plancka, Einsteina i wielu innych wielkich uczonych. To fragmenty ich biografii oraz cytaty z oryginalnych prac i niejednokrotnie bardzo osobiste wypowiedzi powodują, że prawa fizyki nie są zbiorem niedostępnych rozumieniu przeciętnego ucznia prawd objawionych, ale zbiorem reguł rządzących światem, które poznawano „na raty”, tworząc kolejne, coraz lepsze modele.

W naszej ofercie programowej to uczeń jest podmiotem, pracuje z tekstem oraz sprawdza swoje osiągnięcia. Dlatego po każdym rozdziale zamieszczona została bogata część ewaluacyjna: testy, ćwiczenia, pytania, cytaty prowokujące do dyskusji, zadawania pytań i samodzielnego poszukiwania odpowiedzi. Nie brak również zadań przygotowujących uczniów do nowej matury. Ważnym elementem tego bloku są propozycje tematów do samodzielnego opracowania oraz spis dodatkowej literatury, w tym ciekawych leksykonów i encyklopedii.

Podręcznik uzupełnia, w mojej subiektywnej opinii, doskonały poradnik metodyczny, który dla Państwa napisałam. Zawiera on poza wskazówkami dla nauczycieli, również komplementarny blok ewaluacyjny, z testami diagnozy wstępnej oraz różnorodnymi ćwiczeniami i przygotowanymi propozycjami sprawdzianów. Liczę na Państwa uwagi i gorąco polecam tę pięknie ilustrowaną, nowoczesną i, co najważniejsze, trafiającą do uczniów książkę!



Kółko astronomiczne w Szkole Podstawowej w Łanach

Walburga Węgrzyk

Publiczna Szkoła Podstawowa w Łanach

W życiu każdego człowieka bardzo ważne jest zadowolenie z wykonywanej pracy. Chciałabym przedstawić swoją receptę na odrobinę zadowolenia z pracy i zainteresowanie uczniów jakąś dziedziną wiedzy. Oto ona: **autentyczna pasja, trochę czasu, spontaniczność działania.**

Jestem nauczycielką matematyki w Publicznej Szkole Podstawowej w Łanach. Przez dziesięć lat uczyłam także fizyki, choć nie miałam przygotowania do prowadzenia tego przedmiotu. Mimo to polubiłam lekcje fizyki. Były dla mnie relaksującą odmianą między monotematycznymi zajęciami z matematyki. W pewnym momencie swojego życia zorientowałam się, że zaczęła mnie pasjonować astronomia. Postanowiłam założyć kółko astronomiczne. Pierwsze spotkanie kółka sprawiło mi w zdumienie. Przyszło ponad 50 dzieci z około 200 uczących się w naszej szkole. Wiedziałam już, że swoim pomysłem trafiłam w dziesiątkę. Podział na grupy nie był zaplanowany, ale okazał się bardzo pomocny w podtrzymaniu zapału dzieci. Przeznaczałam na spotkanie koła jedno popołudnie w tygodniu, z każdą grupą spotykałam się jednak średnio raz w miesiącu. Dziś wiem, że cotygodniowe spotkania szybko znużyłyby moich nastolatków. Spotkanie raz w miesiącu było natomiast tym, na co z niecierpliwością czekali, traktując je jak coś wyjątkowego.

Na początku nie posiadaliśmy żadnego sprzętu do obserwacji nieba. Pomagały nam mapki nieba kserowane z *Wiedzy i Życia*, programy komputerowe oraz pięknie wydane książki. Znaleźliśmy też pozytywnie nastawionych do naszej działalności ludzi, którzy pożyczyli nam teleskopy. Dziś szkoła ma do dyspozycji przez kilka zimowych tygodni dwa takie urządzenia. Spotkania odbywają się wtedy kilka razy w tygodniu, gdyż każde dziecko chce zobaczyć Księżyc z bliska.

To, co robię, nie wydawało mi się pracą, a raczej zabawą z dziećmi. Ostatnio jednak rozmowy z moimi kolegami-nauczycielami i popularyzatorami fizyki na spotkaniu „Physics on Stage” w CERN-ie pod Genewą pobudziły mnie do refleksji, co przez tę „zabawę z dziećmi w astronomię” osiągnęłam. Prawie stuosobowej grupie uczniów zaszczepiłam pasję poznawania wszechświata i zachwyty nad jego wspaniałością.

Koleżanki i koledzy, fizycy i przyrodnicy! Jeżeli poczujecie się zmęczeni i zdruzgotani szkolną rzeczywistością, spróbujcie mojej recepty. Wasze koło zainteresowań wcale nie musi dotyczyć astronomii. Ważne, by było to coś, co was samych autentycznie pasjonuje. Jeżeli podejmiecie się takiej pracy, to wynagrodzenie nie może być celem głównym. Jeżeli uda się trafić w zainteresowania, to uzyskane rezultaty znacznie bardziej was dowartościują niż ewentualna kwota, która mogłaby zasilić waszą skromną pensję.

[Redakcja dokonała skrótów w tekście].



KOMUNIKAT

Program Hands on Universe – popularyzacja nauk ścisłych w szkołach średnich w Polsce

Program Hands on Universe jest narzędziem popularyzacji nauk ścisłych za pomocą aktualnych, autentycznych obserwacji astronomicznych z pochodzących z uczestniczących w programie teleskopów, np. teleskopu Hubble'a. Jest to propozycja skierowana do nauczycieli i uczniów szkół średnich. Program HOU powstał w USA na uniwersytecie w Berkeley, w Kalifornii. W międzynarodowej wersji programu biorą udział uczniowie z USA, Australii, Niemiec, Włoch, Japonii, Szwecji, Francji, Brazylii i Anglii.

Nauczyciele uczestniczący w programie otrzymują oprogramowanie umożliwiające analizę obrazów astronomicznych razem z wyczerpującą instrukcją, zawierającą dokładny opis oprogramowania razem z kursem jego obsługi oraz wyczerpującą dyskusję problemów z dziedziny fizyki, jakie można omawiać z uczniami na kanwie analizowanych obrazów. Szkoły biorące udział w programie mają dostęp do bazy danych zawierającej obserwacje z afiliowanych w programie teleskopów, mogą także, o ile wykażą się kompetencją, przedstawiać własne propozycje i zamawiać obserwacje konkretnych obiektów. Program kładzie nacisk na współpracę międzynarodową między szkołami.

Licencja uprawniająca do użytkowania oprogramowania HOU i dostępu do baz danych jest płatna. Udało nam się wynegocjować wyjątkowo korzystne warunki, tak że jednorazowa opłata za licencję szkolną (nieograniczona liczba komputerów szkolnych i prywatnych w domach uczniów) wynosi 50 USD. Cena została ustalona proporcjonalnie do stosunku średniej płacy nauczycieli w Polsce i w USA.

Obecnie w programie uczestniczy 5 szkół na terenie całej Polski i Planetarium w Olsztynie. Planujemy zorganizowanie warsztatów dla nauczycieli poświęconych programowi HOU-Polska. Program HOU-Polska koordynowany jest przez konsorcjum złożone z Centrum Fizyki Teoretycznej PAN i Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN.

Lech Mankiewicz
Centrum Fizyki Teoretycznej PAN
Koordynator HOU-Polska



KOMUNIKAT

NOWY KIERUNEK STUDIÓW NA UNIWERSYTECIE JAGIELLOŃSKIM

„Inżynieria materiałowa”

Międzywydziałowe studia, prowadzone przez Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki oraz Wydział Chemii, ukierunkowane na kształcenie specjalistów niezbędnych w interdyscyplinarnym sektorze zaawansowanych technologii.

Studia magisterskie na kierunku inżynieria materiałowa będą trwały 5 lat i kończyły się obroną pracy magisterskiej. Dwa pierwsze lata studiów poświęcone są głównie przyswojeniu przez studentów niezbędnych wiadomości z matematyki, fizyki i chemii. Trzeci rok studiów stanowi przygotowanie do wyboru i studiowania jednej z siedmiu proponowanych specjalności:

- Nanostruktury i nanotechnologie
- Inżynieria układów molekularnych
- Inżynieria materiałów magnetycznych, półprzewodnikowych i nadprzewodzących
- Fotonika i inżynieria stanów kwantowych
- Polimery naturalne i syntetyczne
- Materiały nano- i supramolekularne
- Biomateriały

Czwarty i piąty rok studiów wymaga realizacji programu wybranej specjalności oraz przygotowania pracy magisterskiej.

Absolwent studiów magisterskich na kierunku **inżynieria materiałowa** uzyska głęboką ogólną wiedzę w zakresie różnych dziedzin i tendencji rozwoju nauki o materiałach oraz gruntowne przygotowanie zawodowe w wybranej specjalności z zakresu inżynierii materiałowej. Ta żywiłowo rozwijająca się dyscyplina obejmuje szereg interdyscyplinarnych zagadnień i wykracza poza program tradycyjnych kierunków uniwersyteckich i technicznych. Absolwent tego kierunku posiada umiejętności z pogranicza fundamentalnych nauk ścisłych i nauk stosowanych.

Absolwenci mogą liczyć na zatrudnienie w tzw. sektorze zaawansowanych technologii, na przykład w:

- laboratoriach naukowo-badawczych, najczęściej związanych bezpośrednio z przemysłem, prowadzących badania nad własnościami i technologiami wytwarzania nowych materiałów,
- zakładach przemysłowych stosujących w produkcji technologie oparte na nowych osiągnięciach w dziedzinie badań materiałowych. Liczba takich przedsiębiorstw rośnie w świecie lawinowo i sądzić należy, że w przyszłości Polska dołączy także do krajów szeroko stosujących zaawansowane technologie,
- instytucjach farmaceutycznych, medycznych, biotechnologicznych, które w coraz większym zakresie stosują nanotechnologie, nanostruktury i materiały molekularne w diagnostyce i terapii,
- placówkach kształcenia, zwłaszcza na etapie wyższym i specjalistycznym, w jednej z najbardziej istotnych dziedzin nauki i techniki, która zadecyduje o dalszym rozwoju nowego społeczeństwa.

Proponowane interdyscyplinarne wykształcenie, obejmujące również kierunki ekonomiczne i menedżerskie, przygotowuje także absolwentów tego kierunku do rozwijania własnej działalności, na przykład do zakładania firm prowadzących działalność w sektorze zaawansowanych technologii.

Kryteria kwalifikacji

Podstawową formą rekrutacji na kierunek inżynieria materiałowa jest konkurs świadectw, przy czym będą brane pod uwagę oceny z matematyki, fizyki i chemii. Bez postępowania kwalifikacyjnego zostaną m.in. przyjęci laureaci i finaliści różnego rodzaju konkursów i olimpiad. Szczegółowe informacje na ten temat zostały umieszczone na stronie WWW Instytutu Fizyki UJ.

Termin i miejsce składania dokumentów

Dokumenty należy składać do dnia 5 lipca 2002 roku w Instytucie Fizyki, ul. Reymonta 4, pok. 013 – Sekretariat Dydaktyczny, tel. (+12) 6324888-5701. Dodatkowe informacje, szczegółowy program studiów oraz treści programowe niektórych wykładów są dostępne na stronie WWW Instytutu Fizyki UJ.

Strona internetowa Instytutu Fizyki UJ: <http://www.if.uj.edu>



KOMUNIKATY REDAKCJI

TERMINY SPOTKAŃ ŚRODOWYCH

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

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

Informacje można znaleźć na stronie internetowej: <http://www.if.uj.edu.pl/Foton/>

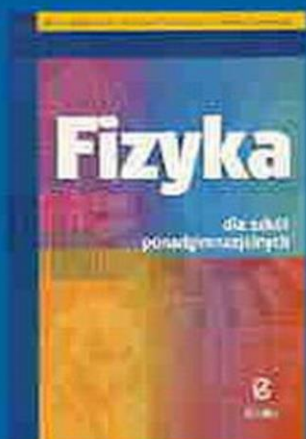
15.V.2002 – Sławomir Czekaj, Katarzyna Szelągowska *Fizyka niskich temperatur*

Pracownia Zbiorów w IF UJ informuje, że może organizować płatne pokazy demonstracji fizycznych na uzgodnione ze szkołami tematy. Koszt jednego pokazu wynosi 250 zł (rozkłada się na szkoły). Kontakt: **Pracownia Zbiorów, dr Jerzy Mucha, tel. 632-48-88 w. 5504.**

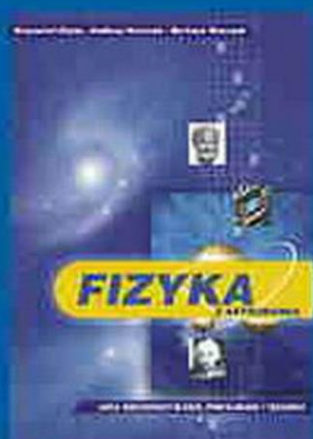
Uczestnictwo w wykładach wyłącznie po zgłoszeniu telefonicznym:
632-48-88 w. 5563 bądź **5677**, lub za pośrednictwem e-mail: foton@if.uj.edu.pl

Z przyczyn losowych terminy spotkań mogą ulec przesunięciu. Prosimy sprawdzić na stronie internetowej *Fotonu*.

W NOWE LICEUM Z NOWYMI KSIĄŻKAMI



Wydawnictwo Zamkowe
ul. Armii 7 31-144 Kraków
tel. tel. (012) 6214841, 400 00 02 01 88 42
e-mail: zamkowe@zamkowe.com.pl
<http://www.zamkowe.com.pl>



Wydawnictwo Zamkowe
ul. Powstańców 5, 03-202 Warszawa
e-mail: wzy@zamkowe.com.pl
www.zamkowe.com.pl
Działanie: tel. (022) 611 5144