

Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych ogłosiło rok 2011 Międzynarodowym Rokiem Chemii. Wybór ten jest nieprzypadkowy, obchodzimy bowiem setną rocznicę otrzymania Nagrody Nobla przez Marię Skłodowską-Curie za wydzielenie czystego radu. Jednocześnie Sejm Rzeczypospolitej Polskiej ustanowił rok 2011 Rokiem Marii Skłodowskiej-Curie. Z tej okazji zamieszczamy artykuł, który przybliży życie i pracę naukową naszej wybitnej rodaczki.

Z artykułu o promieniotwórczości dowiedziecie się co nieco o tym, jak mierzy się szkodliwość promieniowania jonizującego. Obecność tego artykułu ma związek z eksplozją, która nastąpiła w elektrowni jądrowej Fukushima w Japonii po trzęsieniu ziemi i tsunami.

Tematem przewodnim tego zeszytu jest jednak optyka, a w szczególności narząd wzroku – oko. Zmysł wzroku odgrywa w naszym życiu bardzo ważną rolę – większość informacji z otaczającego nas świata odbieramy właśnie za jego pomocą. To właśnie dzięki niemu możecie czytać *Neutrino*! Dowiedziecie się więc jak oko jest zbudowane, jak funkcjonuje oraz na czym polegają wady wzroku.

Nie przegapcie też zamieszczonych opisów doświadczeń, w szczególności artykułu laureatek konkursu projektów uczniowskich Feniks. Zapraszamy do lektury!

WZ

Spis treści

Promieniowanie jonizujące i jego skutki biologiczne	1
Jak powstaje obraz w oku?	4
Laboratorium optyczne we wnętrzu oka	7
Wady wzroku	11
Magiczna soczewka	13
Zabawa z połówką soczewki	14
Setna rocznica przyznania Nagrody Nobla z chemii Marii Skłodowskiej-Curie	15
Doświadczenie Marii Skłodowskiej-Curie z pływającymi jajkami	16
Doświadczenia Jana Gaja	17
Czy podczas kąpieli w czekoladzie może porazić nas prąd, czyli o przewodnictwie elektrycznym cieczy	18
Zadania	21

Komunikaty



FENIKS – długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo-technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów.

Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



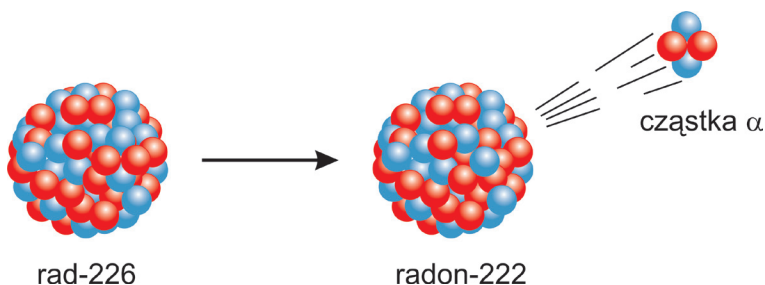
Człowiek – najlepsza inwestycja

Druk czasopisma współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Promieniowanie jonizujące i jego skutki biologiczne

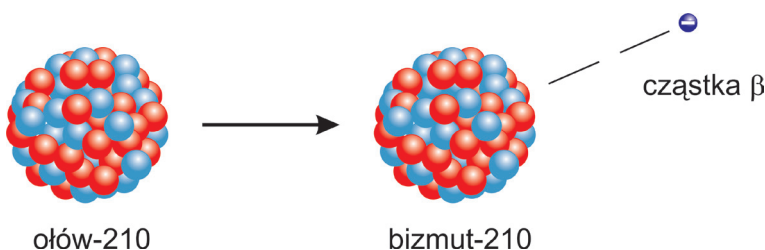
W związku z awarią w elektrowni atomowej Fukushima w Japonii spowodowaną tsunami dużo się mówi o szkodliwości promieniowania jonizującego, o skażeniu wody i żywności. Zanim poddamy się presji strachu przed tym niewidzialnym promieniowaniem, warto dowiedzieć się o nim czegoś więcej.

Dokładnie 100 lat temu Maria Skłodowska-Curie została uhonorowana Nagrodą Nobla z chemii za odkrycie pierwiastka o nazwie rad oraz zbadanie jego własności fizycznych i chemicznych. Rad ma liczbę masową¹ $A = 226$ i jest promieniotwórczy, to znaczy, że jego jądro jest niestabilne i rozpada się samorzutnie na jądro lżejszego pierwiastka, tzn. gazu nazywanego radonem o liczbie masowej $A = 222$ i cząstkę alfa (α), czyli jądro helu.



To właśnie cząstki α wysyłane przy rozpadzie radu oraz przy rozpadzie innych jąder nazywamy promieniowaniem α . Cząstki α mają ładunek elektryczny dodatni równy 2 w jednostkach ładunku elementarnego.

Niestabilne jądra mogą się też rozpadać na inne jądra oraz elektrony. Wysyłane wtedy promieniowanie nazywamy promieniowaniem beta (β). Ma ono oczywiście ładunek ujemny. Poniżej ilustracja rozpadu jądra ołowiu 210 na bismut 210 i cząstkę β .



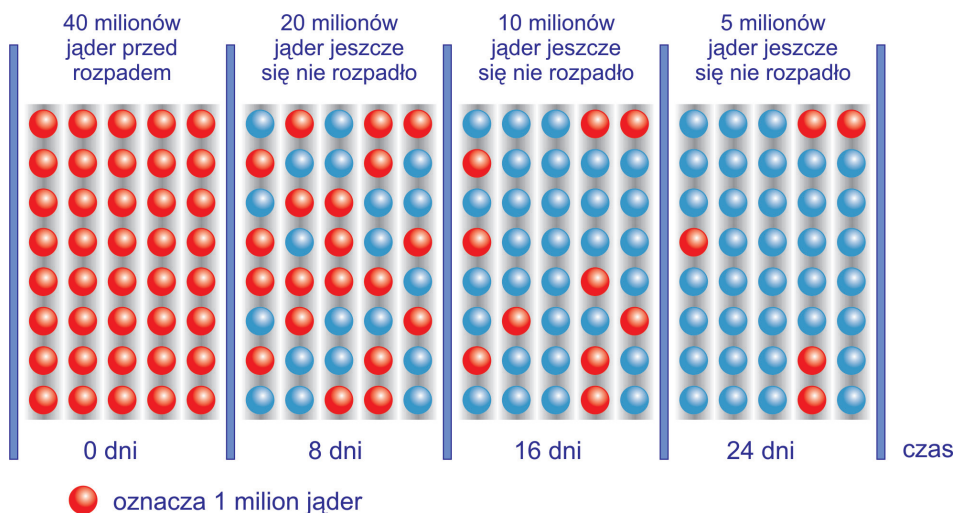
Niestabilne jądra mogą również przy rozpadzie wysyłać bardzo energetyczne promieniowanie elektromagnetyczne (podobne do promieni rentgenowskich), nazywamy je promieniowaniem gamma (γ). Ono oczywiście nie ma ładunku elektrycznego.

Promieniowanie α , β i γ jest promieniowaniem jonizującym. Oznacza to, że kiedy padnie na materię, wnika w nią i jonizuje neutralne atomy. Jonizacja żywych tkanek może być szkodliwa, zaburza bowiem prawidłowe działanie komórek.

Największą zdolność do jonizacji ma promieniowanie α , ale jest najmniej przenikliwe. Najbardziej przenikliwe jest promieniowanie γ .

¹ Liczba masowa (A) oznacza liczbę wszystkich protonów i neutronów w jądrze.

Stabilność jąder (a raczej jej brak) określa się poprzez czas połowicznego rozpadu. Wyobraźmy sobie, że mamy pewną ilość radioaktywnego jodu ^{131}I . Czas połowicznego rozpadu dla tego pierwiastka wynosi 8 dni. Oznacza to, że po 8 dniach rozpadnie się połowa jąder, za kolejne 8 dni połowa tej połowy, a za kolejne 8 dni połowa pozostałej jednej czwartej, po 24 dniach będziemy mieć już tylko $1/8$ początkowej ilości jodu.



Rozpad radionuklidu o 8-dniowym okresie połowicznego rozpadu

Radioaktywny węgiel ^{14}C ma okres połowicznego rozpadu aż 5739 lat. Dzięki pomiarowi zawartości ^{14}C np. w próbkach starych drzew, w lodowcach oraz znajomości czasu połowicznego rozpadu, można oceniać ich wiek. Im dłuższy czas połowicznego rozpadu tym stabilniejsze są jądra.

Gdy mamy do czynienia z substancją promieniotwórczą to interesuje nas, jaką intensywność ma wysyłane przez nią promieniowanie, tzn. ile rozpadów następuje w sekundzie. Oczywiście zależy to od ilości tej substancji. Tę liczbę rozpadów na sekundę mierzy się w bekerelach (Bq) – jednostce nazwanej tak na cześć fizyka francuskiego Becquerela, który wraz z Marią Skłodowską-Curie i jej mężem Piotrem dostali w 1903 roku Nagrodę Nobla z fizyki za odkrycie i badanie zjawiska promieniotwórczości.

Jak powiedzieliśmy, promieniowanie jonizujące ze względu na własność jonizacji może być szkodliwe dla zdrowia.

Od czego ta szkodliwość będzie zależeć? Oczywiście od dawki, czyli od tego, ile danego promieniowania nasz organizm pochłoniął. Te dawkę najlepiej wyrazić w ilości pochłoniętej energii przypadającej na 1 kg masy ciała, np. 1 džul na kilogram masy ciała. Tak określona dawka ma tę niedogodność, że nie uwzględnia różnej szkodliwości (zdolności jonizacyjnych) promieni α , β i γ . Zbadano, że promieniowanie α jest dwadzieścia razy bardziej szkodliwe niż β i γ przy tej samej zdeponowanej w organizmie energii.

Dlatego wprowadzono inną jednostkę przemnożoną przez współczynnik szkodliwości. Wynosi on 20 dla cząstek α i 1 dla β i γ . Nazwano tę jednostkę siwertem (Sv). Siwert jest to tzw. dawka zrównoważona dla 1 kg masy ciała. Porównując otrzymane dawki zawsze trzeba też zwracać uwagę, w jakim czasie były otrzymane.

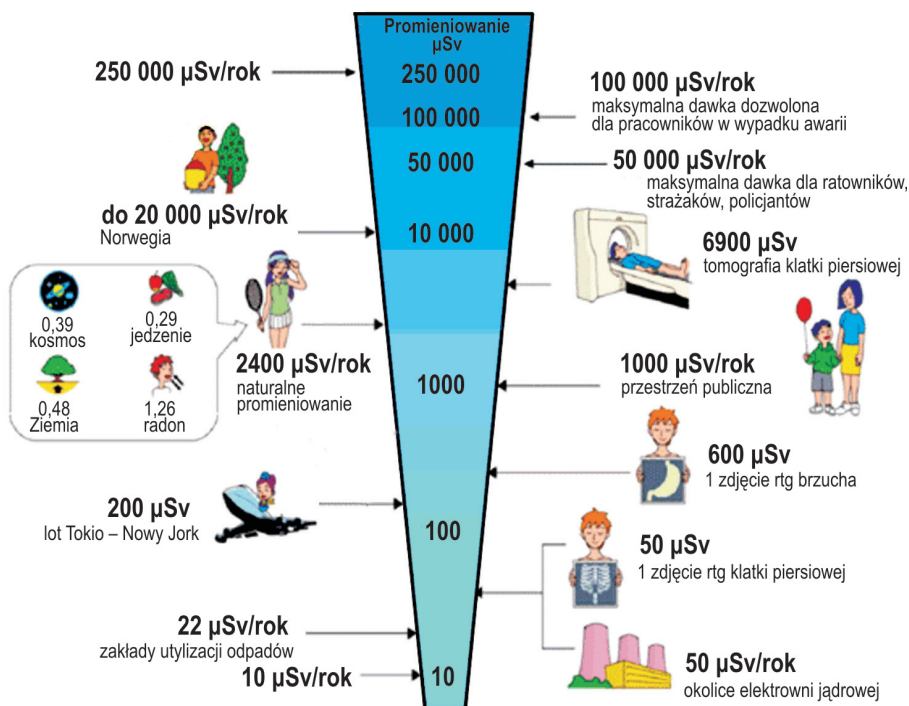
Zjadanie przez 10 lat lekko radioaktywnej sałaty (np. podlewanej radioaktywną wodą mineralną) czy grzybów jest równoważne jednorazowej dawce promieniowania otrzyma-

nego np. przy zabiegu tomografii, w obu tych przypadkach nie są to dawki niebezpieczne dla zdrowia.

Po wybuchu bomb jądrowych w Hiroszimie i Nagasaki oraz po awarii w Czarnobylu lekarze ustalili, jakie dawki są niebezpieczne dla zdrowia i życia ludzkiego, a jakie są całkowicie bezpieczne.

Poniżej znajduje się ilustracja przedstawiająca pochłanianie przez człowieka dawki promieniowania pochodzącego z różnych źródeł oraz ustalone dawki dopuszczalne.

Przyjmowane dawki promieniowania jonizującego w życiu codziennym



Sv (siwert) = równoważna dawka napromieniowania

$1 \mu\text{Sv} = 10^{-6} \text{ Sv}$; $1 \text{ mSv} = 10^{-3} \text{ Sv}$

Ilustracja wykonana na podstawie http://asset.soup.io/asset/1680/9547_8c75.gif

Skąd się bierze promieniotwórczość naturalna?

Promieniotwórcze są przykopalniane hałdy, dymy z elektrowni węglowych, a nawet dym z ogniska. W piwnicach naszych domów zbiera się radioaktywny gaz radon, radioaktywne są też wody mineralne. W Polsce bardzo radioaktywne są wody mineralne ze Szklarskiej Poręby, dawka promieniowania wynosi ponad 1000 Bq na 1 litr wody. Z Kosmosu nadlatuje promieniowanie kosmiczne. Człowiek żyje narażony na to promieniowanie. Uważa się, że małe dawki są nawet korzystne dla zdrowia. Zjawisko to nazywa się hormezą radiacyjną (zob. np. artykuł w *Fotonie* 110).

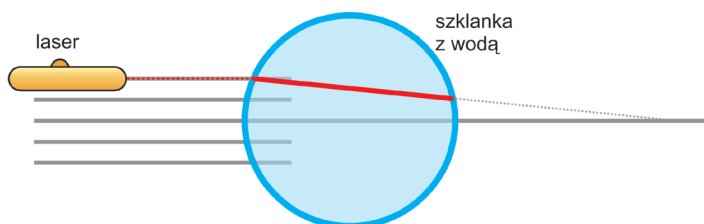
Przy ocenianiu zagrożenia radiacyjnego trzeba zdać sobie sprawę, że jeden siwert (1 Sv) jest bardzo dużą jednostką – dawka 1 Sv jest niebezpieczna dla zdrowia. Jeden mi-

załamania światła. Na zewnątrz oka jest powietrze, którego współczynnik załamania jest równy w przybliżeniu jedności. Wnętrze oka wypełnione jest substancjami, których współczynnik załamania jest w przybliżeniu równy współczynnikowi załamania światła w wodzie. Będziemy przyjmować, że jest równy w przybliżeniu $\frac{4}{3}$.

Eksperyment

Zacznijmy od eksperymentu. Do doświadczenia potrzebne są: zlewka lub szklanka, woda, mleko, wskaźnik laserowy, arkusz papieru w kratkę, flamaster. Doświadczenie najłatwiej wykonać w dwie osoby.

1. Na papierze w kratkę narysujecie kilka równoległych linii, odległych od siebie o 1 cm.
2. Nalejcie wody do szklanki i wpuście do niej kilka kropli mleka. Zamieszajcie.
3. Ustawcie szklankę na papierze w sposób przedstawiony na rys. 2.

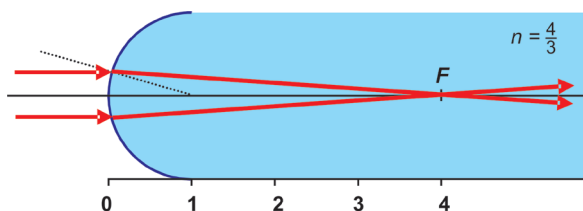


Rys. 2. Sposób wykonania doświadczenia

4. Skierujcie na szklankę wzdłuż linii środkowej promień ze wskaźnika laserowego. Sprawdźcie, że promień nie uległ załamaniu.
5. Obrysujcie flamastrem kontur szklanki.
6. Niech jedno z was skieruje na szklankę promień lasera wzdłuż wybranej linii. Drugie niech zaznaczy na papierze miejsce, w którym promień wszedł do szklanki i miejsce, w którym promień wyszedł ze szklanki.
7. Powtórzcie to jeszcze dla paru linii.

Możemy teraz zadać pytanie: przypuśćmy, że promienie załamane nie dobiegałyby do przeciwległej ścianki szklanki, ale mogłyby dowolnie daleko biec wewnątrz wody. Gdzie przecięłyby się z linią zerową, czyli osią optyczną układu?

Aby na to pytanie odpowiedzieć, trzeba przeprowadzić linię przez punkt, w którym promień wszedł do szklanki i punkt, w którym wyszedł ze szklanki, przedłużając go odpowiednio daleko w prawo (linia przerywana na rys. 2). Wynik jest taki, że promienie przecinają się w punkcie, odległym od „frontu” powierzchni kulistej w odległości równej w przybliżeniu jej czterem promieniom (rys. 3). Punkt ten jest ogniskiem pojedynczej powierzchni łamiącej. Tutaj powstałby obraz świecącego punktowego przedmiotu, znajdującego się bardzo daleko od oka.



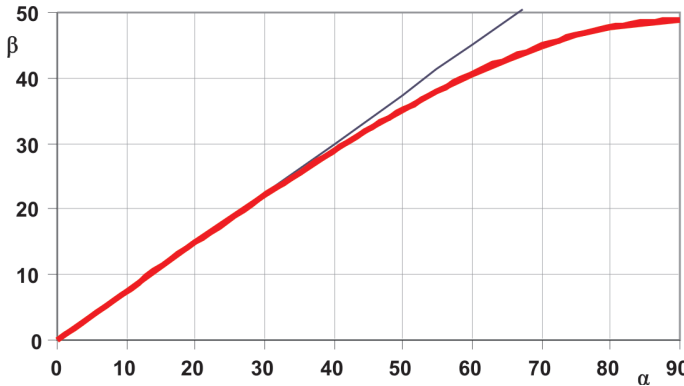
Rys. 3. Załamanie na pojedynczej powierzchni kulistej

Teoria

Dlaczego tak się dzieje? Odpowiemy na to pytanie, wykonując odpowiedni rysunek. Skorzystamy przy tym z faktu, że dla małych kątów kąt załamania β jest proporcjonalny do kąta padania α (rys. 4). Można wtedy napisać

$$\beta \approx \frac{\alpha}{n}; \quad (1)$$

gdzie n jest współczynnikiem załamania światła.



Rys. 4. Zależność kąta załamania β od kąta padania α dla współczynnika załamania $n = \frac{4}{3}$

Sporządzmy więc rysunek przedstawiający załamanie światła na pojedynczej powierzchni łamiącej (rys. 5):

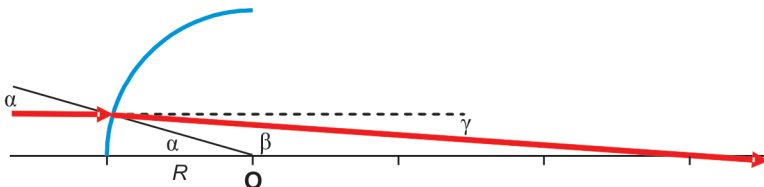
1. Narysujmy promień kuli tworzący kąt α z osią optyczną. Promień ten jest oczywiście prostopadły do powierzchni kuli. Na rysunku $\alpha = 16^\circ$.
2. Promień światła, który pada na powierzchnię kulistą w miejscu jej przecięcia z narysowanym promieniem kuli, tworzy z linią prostopadłą do powierzchni także kąt $\alpha = 16^\circ$.
3. Skorzystamy teraz ze wzoru (1). Współczynnik załamania jest równy $n = \frac{4}{3}$. Jego odwrotność jest równa $\frac{3}{4}$. Kąt załamania β jest więc równy:

$$\beta \approx \frac{\alpha}{n} = \frac{3}{4} \cdot 16^\circ = 12^\circ. \quad (2)$$

4. Kąt γ odchylenia promienia świetlnego od kierunku pierwotnego jest równy:

$$\gamma = \alpha - \beta = 16^\circ - 12^\circ = 4^\circ \quad (3)$$

5. Tak właśnie został narysowany promień załamany. Widać, że z dokładnością rysunku przecina on oś w odległości czterech promieni od powierzchni.



Rys. 5. Ilustracja rozumowania podanego w tekście

Wnioski

Z naszych rozważań wynika, że pojedyncza powierzchnia łamiąca rogówki skupiłaby promienie równoległe do jej osi optycznej w odległości $4R = 4 \cdot 7,5 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$. Jest to wielkość tylko niewiele większa od średnicy oka. Widać stąd, że główne znaczenie dla tworzenia obrazu w oku ma powierzchnia łamiąca rogówki. Soczewka ma tylko znaczenie pomocnicze, w szczególności służy do „ustawiania na ostrość”.

Jeżeli człowiek ma blizny na rogówce, to tworzony przez oko obraz jest nieostry. Można w tym przypadku uzyskać znaczną poprawę stosując szkła kontaktowe. Obszar pomiędzy rogówką a wewnętrzną powierzchnią takiego szkła powinien być wypełniony cieczą. Wtedy prawie nie ma załamania na zdeformowanej powierzchni rogówki, a jej funkcję przejmuje zewnętrzna powierzchnia szkła kontaktowego.

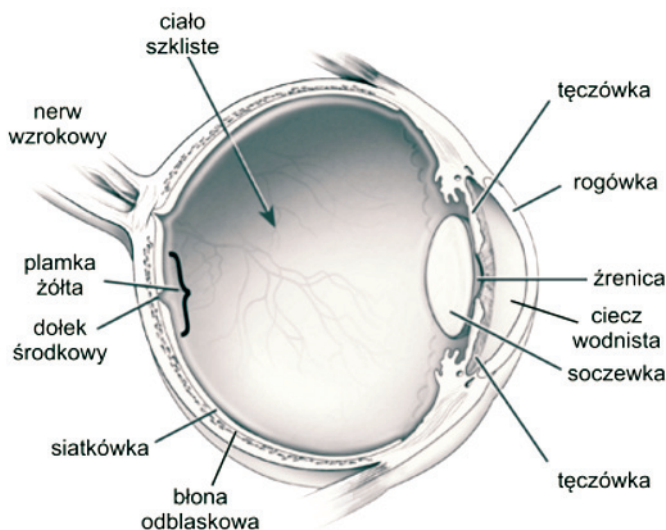
Jerzy Ginter

Laboratorium optyczne we wnętrzu oka

Do demonstracji zjawisk optycznych zwykle konieczne jest zaciemnione pomieszczenie, źródło światła oraz zestaw odpowiednich przyrządów, takich jak: lustro, soczewka, pryzmat, siatka dyfrakcyjna, polaryzator itp. Jednak każdy z nas dysponuje osobistym przyrządem optycznym, który również można wykorzystać do badania zjawisk optycznych, a tym przyrządem jest nasze oko.

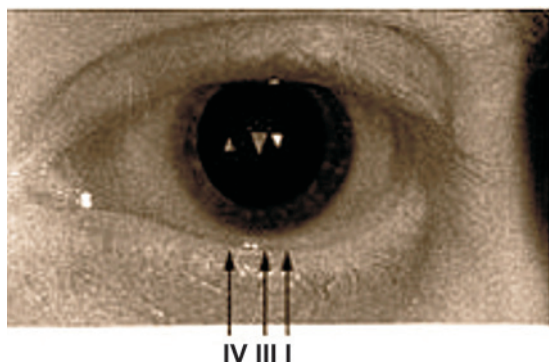
Odbicie światła

Żeby na siatkówce oka powstał obraz, światło musi przedostać się kolejno przez rogówkę, ciecz wodnistą, soczewkę oraz ciało szkliste (rys. 1). Więcej na temat tworzenia się obrazu na soczewce oka dowiedzieliście się z poprzedniego artykułu „Jak powstaje obraz w oku?”.



Rys. 1. Budowa oka

Na każdej powierzchni granicznej następuje częściowe odbicie światła, a otrzymane w ten sposób obrazy noszą nazwę obrazów Purkiniego (od nazwiska czeskiego fizjologa Jana Ewangelisty Purkyněgo). Obraz uzyskany na skutek odbicia od zewnętrznej powierzchni rogówki oznacza się jako obraz I. Kolejne obrazy powstają w wyniku odbicia światła na granicy pomiędzy rogówką i ciekłą wodnistą (obraz II), ciekłą wodnistą i soczewką (obraz III) oraz soczewką i ciałem szklistym (obraz IV). Żeby zaobserwować obrazy Purkiniego we własnym oku potrzebne jest lusterko oraz silne źródło światła (dobrze nadaje się do tego mała latarka diodowa, z której najlepiej ściągnąć osłonkę żarówki). Lusterko należy ustawić na wprost twarzy tak, żeby obraz oka znajdował się w pobliżu jednej z krawędzi lusterka. Następnie należy przystawić latarkę do brzegu lusterka i obserwować obrazy żarówki powstające na tle źrenicy oka. Najjaśniejszy z obserwowanych obrazów to I obraz Purkiniego. Poruszając latarkę w górę i w dół można też zaobserwować drugi (odwrócony) obraz źródła przesuwający się zawsze w przeciwną stronę niż latarka – to IV obraz Purkiniego. Pomiędzy obrazem I i IV pojawia się również powiększony i nieco rozmyty obraz III, który podczas przesuwania latarki porusza się zgodnie z obrazem I (rys. 2).



Rys. 2. Obrazy Purkiniego na tle źrenicy oka. Do oświetlenia użyto źródła w kształcie trójkąta

Żeby móc zobaczyć II obraz Purkiniego należy przesunąć latarkę tak, aby światło padało na powierzchnię rogówki pod dużym kątem. Po przeciwnej stronie względem źródła światła, pod podobnym kątem należy umieścić lusterko. Widoczne będą wówczas dwa obrazy. Jaśniejszy z nich odpowiada ponownie I obrazowi Purkiniego. Obok niego, po przeciwnej stronie w stosunku do źródła światła znajduje się dużo słabszy obraz II, który przesuwa się zgodnie z obrazem I podczas poruszania latarką.

Załamanie światła

Zanim światło padające na rogówkę oka dotrze do siatkówki przechodzi ono przez obszary różniące się współczynnikami załamania. Na każdej powierzchni granicznej dochodzi do załamania światła i zmiany kierunku jego rozchodzenia się. Jednak spośród wszystkich powierzchni łamiących oka największe znaczenie ma granica pomiędzy powietrzem a rogówką. To dlatego właśnie widzimy nieostro przez zalane łzami oczy. Wystarczy zakropić do oczu odrobinę soli fizjologicznej (lub rozplakać się), po czym przechylić głowę w dół tak, aby ciecz spłynęła na środek oka. Świat oglądany przez oczy pokryte warstwą cieczy będzie rozmyty, ponieważ płyn zmienia przejściowo kształt rogówki. Wprawdzie oko posiada zdolność do akomodacji, to znaczy umiejętność korygowania ostrości poprzez zmianę kształtu soczewki oka. Jednak mechanizm ten pozwala na dopasowanie ostrości jedynie w niewielkim stopniu i nie jest w stanie skorygować zbyt dużych zmian. Każde

odkształcenie rogówki powoduje utratę ostrości. Dlatego niewyraźnie widzimy również po nocy spędzonej z twarzą wciśniętą w poduszkę. Nacisk wywierany w ten sposób na rogówkę powoduje bowiem jej przejściowe spłaszczenie i w konsekwencji zmianę ostrości widzenia.

Dyspersja

Zjawisko dyspersji związane jest z tym, że współczynnik załamania światła zależy od częstotliwości fali świetlnej, czyli koloru światła. W wodzie, w szkłe, a także we wnętrzu naszego oka współczynnik załamania rośnie wraz z częstotliwością. Oznacza to, że jest on najmniejszy dla światła czerwonego, a największy dla fioletowego. Zjawisko dyspersji odpowiedzialne jest za wadę soczewek zwaną aberracją chromatyczną. Polega ona na tym, że światło każdego koloru skupiane jest w innym miejscu. Ze względu na to obraz jest mniej wyraźny. Wada ta powoduje również, że ciemne przedmioty na jasnym tle wydają się być otoczone przez kolorowe obwódki. Żeby zaobserwować zjawisko aberracji chromatycznej we własnym oku można narysować i wyświetlić na ekranie komputera poniższy rysunek (rys. 3), przy czym do narysowania czerwonego i niebieskiego kwadratu najlepiej użyć nasyconych kolorów.



Rys. 3. Obraz do demonstracji aberracji chromatycznej (dwukolorowa metoda Verniera)

Następnie w nieprzezroczystym kawałku kartonu należy zrobić mały otworek (o średnicy około 1 mm) i ustawić go w odległości 1–2 cm od oka. Dzięki otworkowi można wybrać obszar soczewki oka, na który pada światło. Przesuwając powoli kartonik z dziurką przed nieruchomym okiem należy obserwować czarne linie na tle czerwonego kwadratu. Podczas przesuwania kartonika z lewej strony na prawą czarna pionowa linia przesunie się delikatnie w przeciwną stronę. Podobnie, kiedy przesuniemy kartonik w dół czarna pozioma linia przesunie się nieco w górę.

Absorpcja

Rolę ekranu, na którym powstaje obraz w naszym oku, pełni siatkówka. Jest ona pokryta komórkami wrażliwymi na światło, dzięki którym powstający obraz zamieniany jest następnie na sygnał elektryczny przekazywany do mózgu. W centralnym miejscu siatkówki znajduje się obszar dużego zagęszczenia komórek wrażliwych na kolor światła. Miejsce to nosi nazwę plamki żółtej ze względu na swoje charakterystyczne zabarwienie. Żółty barwnik pochłania częściowo światło fioletowe i niebieskie, dzięki czemu możliwe jest zaobserwowanie kształtu tego obszaru. W tym celu należy zamknąć jedno oko, a drugim naprzemiennie patrzeć na dwa jasno oświetlone obszary: jeden koloru zielonego, a drugi niebieskiego. Żeby zrealizować ten eksperyment, można na przykład zmieniać co pół sekundy tło ekranu komputera z niebieskiego na zielone. Na tle zmieniającego się

koloru ekranu będzie można zauważyć niewielką kolistą plamkę o rozmytych brzegach. Ponieważ żółty barwnik pochłania światło fioletowe i niebieskie, a przepuszcza zielone i czerwone, to na niebieskim tle plamka ta będzie wydawać się ciemniejsza, a na zielonym – jaśniejsza.

Polaryzacja

Większość wyświetlaczy LCD (w ekranach komputerów i telefonów komórkowych) emituje światło liniowo spolaryzowane. Oznacza to, że drgania fali świetlnej odbywają się jedynie w pewnym wybranym kierunku leżącym w płaszczyźnie emitującego światła ekranu. Patrząc na wyświetlacz LCD przez polaryzujące szkła okularów przeciwsłonecznych można zauważyć, że obraz staje się jaśniejszy lub ciemniejszy w zależności od tego czy przechylamy głowę w prawo, czy w lewo. Niebieski barwnik znajdujący się w komórkach światłoczułych plamki żółtej jest wrażliwy na polaryzację światła. Fakt ten umożliwia zaobserwowanie ciekawego efektu zwanego „szczotką Haidingera”. W tym celu trzeba zamknąć jedno oko, a drugie zbliżyć do ekranu emitującego białe światło spolaryzowane (na przykład wyświetlacza w telefonie komórkowym). Następnie należy kręcić głową na boki lub obracać wyświetlacz na zmianę w prawo i w lewo. Na białym tle można wówczas zobaczyć bardzo słaby obraz w postaci niewielkiej żółtej klepsydry z dwoma niebieskimi plamkami po obydwu stronach (rys. 4). Obserwowany wzór ma rozmiar zbliżony do paznokcia kciuka obserwowanego w odległości wyciągniętej ręki i szybko znika, jeśli zaprzestaje się obracania wyświetlacza.



Rys. 4. „Szczotka Haidingera”

Podobny obraz można zaobserwować kręcąc kawałkiem folii polaryzacyjnej na jasnym tle. W tym celu można przesłonić żarówkę latarki kawałkiem matowego papieru (kalki technicznej lub papieru do pieczenia) oraz folii polaryzacyjnej (dostępnej w sklepach z artykułami dla fotografów). Żeby ułatwić obserwację obrazu latarkę można zamontować na obrotowej osi.

Dyfrakcja i interferencja

Zjawisko dyfrakcji można zaobserwować, kiedy światło napotyka na swojej drodze przeszkodę rozmiarami zbliżoną do długości fali światła. Dochodzi wówczas do zmiany kierunku rozchodzenia się fali wokół przeszkody. Interferencja dotyczy przypadku, gdy dwie lub więcej fal spotyka się w tym samym miejscu. W wyniku tego zjawiska może dojść do wzmożenia lub wygaszenia fali. Zjawisko dyfrakcji i interferencji zachodzące we wnętrzu naszego oka można zademonstrować obserwując cienie rzucane przez komórki krwi

przepływające w naczyniach krwionośnych w pobliżu siatkówki. W tym celu należy użyć kawałka folii aluminiowej z maleńkim otworkiem (o średnicy około 0,3 mm), zaklejonym przezroczystą taśmą klejącą. Patrząc przez otworek umieszczony około 2 cm od oka na jasne źródło światła można zauważyć cienie maleńkich cząsteczek poruszających się na powierzchni i wewnątrz oka. Najmniejsze z nich odpowiadają pojedynczym komórkom krwi przepływającym w pobliżu siatkówki. W centrum każdego z tych cieni można zauważyć jasną plamkę, która wynika z wzmocnienia światła w procesie interferencji.

Na podstawie *Experiencing Light's Properties Within Your Own Eye* Michaela Mausera.

KC

Wady wzroku

Czy zauważyliście, że czasem, gdy nauczyciel noszący okulary chce przeczytać coś z dziennika, zsuwa je na czubek nosa? Dlaczego krótkowidz mruży oczy i ma skłonności do tarcia oczu? Po co dziadkom dwie pary okularów? Co to są wady konwergencji i dlaczego osoby na nie cierpiące czują się nieswojo w lesie? Wszystko to następstwa wad wzroku, tych wrodzonych i tych nabytych. Zapraszamy do lektury!

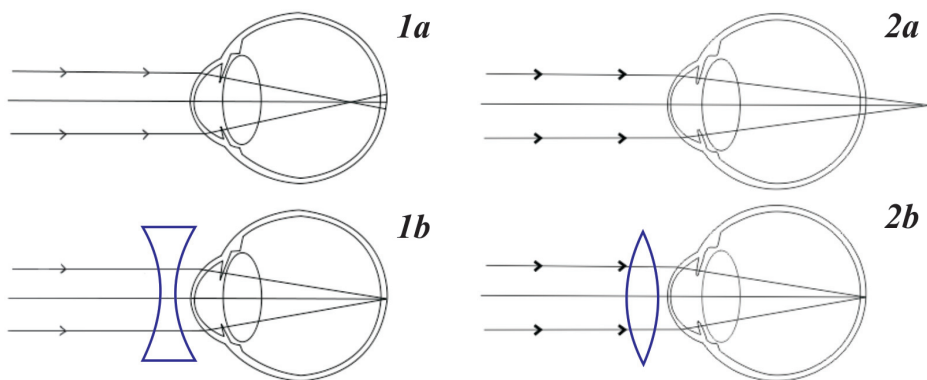
Czy wady wzroku są obecnie często spotykane? Tablice, książki, gazety, wreszcie telewizory, monitory i telefony komórkowe – dzisiejszy nowoczesny świat wymaga od naszych oczu długotrwałej koncentracji na przedmiotach znajdujących się w stałej odległości od oka. Przeważnie oczy radzą sobie z tym, ale nie jest to środowisko naturalne więc ten najważniejszy narząd zmysłów męczy się i buntuje. Ludzkie oczy wykształciły się przecież tysiące lat temu, gdy ludzie biegali w dziczy goniąc za zwierzyną. Statystyki pokazują, że ponad połowa Polaków powyżej 16 lat doświadcza pewnych problemów z oczami. Zresztą – wystarczy rozejrzeć się dookoła! Kilkaset lat temu budziłoby to trwogę, dziś na szczęście metody korekcji wad wzroku są szeroko rozwinięte i powszechnie dostępne. Niepokojące jest natomiast to, że wciąż u znaczącej liczby osób wady pozostają niewykryte. Uskarżają się oni na bóle głowy, problemy z koncentracją i złe samopoczucie – to właśnie mogą być objawy niezdiagnozowanej wady wzroku.

Zakładamy, że znasz już budowę i działanie oka. Dla porządku w telegraficznym skrócie: światło załamuje się na rogówce, przechodzi przez otworek w tęczówce i następnie jest skupiane przez soczewkę na siatkówce. Kształt soczewki zmienia się w zależności od tego, jak daleko jest obserwowany przedmiot tak, aby światło ogniskowane było na siatkówce – zdolność tą nazywamy **akomodacją**. Możesz to sprawdzić wyciągając kciuk w wyprostowanej przed siebie ręce i nie ruszając ręką, skupiaj wzrok raz na kciuku, a raz na dalekim krajobrazie. Z biegiem lat zdolność ta zmniejsza się, by średnio ok. 70 roku życia zaniknąć całkowicie. Wówczas potrzebne są dwie pary okularów: do czytania oraz do patrzenia w dal.

A co się dzieje, gdy z jakichś względów rogówka ma kształt trochę odbiegający od normy? Otóż gdy jest zbyt wypukła, promienie równoległe wpadające do oka ogniskowane będą przed siatkówką (rys. 1a). Oczywiście jest jeszcze soczewka – dla przedmiotów znajdujących się w niewielkiej odległości odkształci się tak, by utworzyć ostry obraz, jednak ogniskowanie w przypadku obiektów dalszych leży poza jej możliwościami. Stąd nazwa dolegliwości – **krótkowzroczność**, z greckiego *miopia*, czyli mrużyć. Geneza nazwy jest nieprzypadkowa – mrużenie oczu pomaga krótkowidzom, tak jak patrzenie przez mały otworek. Dzięki odcięciu promieni leżących z dala od osi optycznej, obraz powstający na siatkówce jest mniej rozmyty. Można też postąpić inaczej – wystarczy odkształcić rogówkę. Niektóre osoby robią to podświadomie, trąc mocno oczy – rozplaszczają ją. Podobny

zabieg był stosowany przez starochińskich medyków – na oczy krótkowidzów kładziono na noc worki z piaskiem. Ale długotrwały wzrost ciśnienia wewnątrz gałki ocznej może powodować jaskrę! Istnieje jednak metoda (ortokeratologia), która wykorzystuje ten pomysł w pełni bezpieczny sposób. Najczęściej stosowane i sprawdzone rozwiązanie polega jednak na zastosowaniu rozpraszającej soczewki korekcyjnej (o ujemnej zdolności skupiającej, tzw. *minusy*), która wstawiona przed oko zmieni bieg promieni świetlnych tak, by poprawnie skupiły się na siatkówce (rys. 1b).

W przypadku, gdy rogówka jest za mało wypukła, sytuacja odwraca się – powstaje **nadwzroczność**. Promienie wpadające do oka skupiają się za siatkówką, a więc za daleko (rys. 2a). Dla przedmiotów znajdujących się blisko, soczewka nie jest już w stanie swoim kształtem skorygować tej wady. Aby widzieć ostro dalekowidze odsuwają więc czytana książkę czy gazetę daleko od nieuzbrojonego oka. Pomogą im soczewki skupiające (o dodatniej zdolności skupiającej – tzw. *plusy*) wstawione w bieg promieni wpadających do oka (rys. 2b).



W przypadku układu kilku soczewek na zdolność skupiającą układu wpływa odległość pomiędzy nimi. Tak też jest w przypadku szkieł okularów – oddalanie soczewki od oka zwiększa całkowitą zdolność skupiającą układu. Dlatego ludzie, których wada wzroku powiększyła się i posiadane szkła są za słabe, zsuwają je na czubek nosa „podrasowując” w ten sposób ich zdolność skupiającą. Ponadto dla dalekowidza ma to jeszcze wymiar praktyczny: patrząc znad oprawek widzi wyraźnie otoczenie, a patrząc przez okulary widzi ostry tekst przed sobą... poza tym, wygląda wtedy bardziej srogo jeśli jest odpytującym uczniów nauczycielem.

Jest jeszcze inna możliwość niezdrowego odkształcenia rogówki – powodująca **astygmatyzm** (niezborność). Wyobraźmy sobie, że rogówka kształtem przypomina zewnętrzną powierzchnię jajka (elipsoidę). Wówczas promienie padające wzdłuż dłuższej osi (mniejsza krzywizna) skupione będą dalej, a wzdłuż osi krótszej (większa krzywizna) – bliżej. Zdrowe oko wykazuje niezborność na poziomie co najwyżej 0,5 D¹. Większe odstępstwo wymaga już specjalistycznych szkieł korekcyjnych.

Gdy patrzymy daleko przed siebie, osie optyczne naszych oczu są do siebie równoległe. Co innego, gdy parzysz na czubek swojego nosa – wówczas tworzą one pewien kąt. Zjawisko to nazywamy **konwergencją**. Kąt, pod jakim przecinają się osie optyczne oka prawego i lewego pozwala naszemu narządowi ocenić, jak daleko znajduje się przedmiot, na którym aktualnie koncentrujemy wzrok. Umiejętność ta – widzenie stereoskopowe – jest czasami

¹ Dioptria jest to jednostka zdolności skupiającej soczewki lub układu optycznego; 1 D = 1/m.

zaburzona w wyniku wady wrodzonej osłabiającej mięśnie jednej z gałek ocznych, w wyniku czego osie optyczne oczu biegną w różnych kierunkach. Zez, jak nazywa się ta choroba, znacząco utrudnia ocenę odległości przedmiotów na podstawie konta konwergencji.

Opisane powyżej zaburzenia widzenia nie wyczerpują wszystkich spotykanych przypadków. Szczęśliwie jest jednak to, że wszystkie opisane, a większość występujących wad wzroku jesteśmy w stanie obecnie korygować, leczyć lub nawet całkowicie wyeliminować. Dlatego pamiętaj – dbaj o swój wzrok i w przypadku zaobserwowania niepokojących objawów niezwłocznie udaj się do okulisty.

Grzegorz Brzezinka

Magiczna soczewka

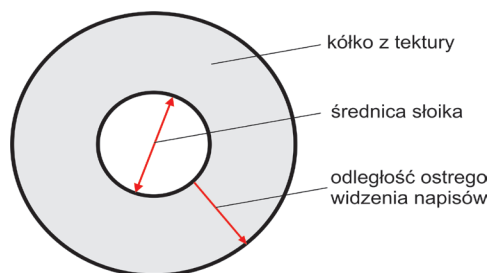
Grubą soczewkę cylindryczną najlepiej wykonać z długiego, wąskiego słoika lub przezroczystego, walcowatego naczynia po wodzie mineralnej lub szamponie. W redakcji posłużyliśmy się słoikiem po oliwkach. Naczynie należy napęlić wodą do pełna i zakręcić, dbając o to, by nie pozostały w wodzie bąbelki powietrza. Na białej kartce papieru piszemy dużymi drukowanymi literami wyrazy: MAMA, OKO, TATA, KOKI.

Patrzmy z góry na poszczególne wyrazy przez naszą soczewkę, ustawioną równolegle do napisów. Znajdujemy taką wysokość soczewki nad kartką papieru, dla której oglądany napis jest ostry; widzimy, że litery są tej samej wielkości co oryginał. Obserwujemy, że niektóre z wyrazów wyglądają identycznie jak oryginał, np. OKO, KOKI, natomiast wyraz MAMA jest odwrócony. Dlaczego tak się dzieje? Czym się różni wyraz MAMA od pozostałych? Matematycy mówią, że wyrazy OKO i KOKI mają oś symetrii.

Napisy, które mają być nieodwrócone muszą zostać napisane literami posiadającymi poziomą oś symetrii, czyli: B, C, D, E, H, I, K, O, X. Przygotowując napisy należy zwrócić uwagę, żeby czcionki tych liter były dokładnie symetryczne względem osi poziomej.

--- OKO --- KOKI --- BOBO ---

Doświadczenie będzie bardziej efektowne, gdy soczewkę „ubierzemy” w dwa sztywne tekturowe kołnierze (jak na ilustracji).



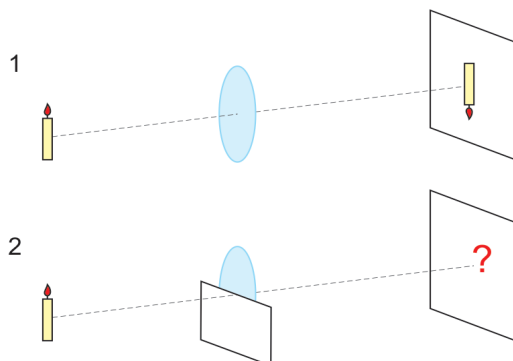
Więcej na ten temat w *Fotonie* 112.

Z.G-M

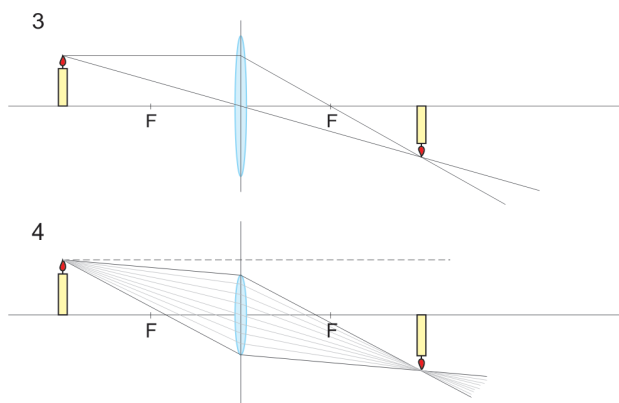
Zabawa z połową soczewki

Na ekranie (białej ścianie) powstaje rzeczywisty obraz świeczki utworzony przez soczewkę skupiającą (rys. 1). Gdy przysłoniemy dolną połowę soczewki (rys. 2), na ekranie powstanie:

- A) dolna część obrazu;
- B) górna część obrazu;
- C) obraz nieostry;
- D) obraz ciemniejszy.



Odp. D) – obraz będzie ciemniejszy niż w przypadku użycia całej soczewki. Po prostu przez połowę soczewki będzie przechodzić mniej światła tworzącego obraz.



Niech nas nie zmyli ilustracja konstrukcji powstawania obrazu w soczewce skupiającej (rys. 3). Wykreśla się te promienie, które najłatwiej narysować, np. promień równoległy do osi przechodzi po przejściu przez soczewkę przez ognisko (F) za soczewką. Promień przechodzący przez środek cienkiej soczewki przechodzi bez zmiany kierunku i bez przesunięcia. Obraz powstaje na przecięciu tych powierzchni. Soczewka w takiej konstrukcji musi być większa od przedmiotu, tak jak na rysunku.

W naszym rzeczywistym doświadczeniu, w którym soczewka jest mniejsza od przedmiotu (świeczki), promień wychodzący z czubka przedmiotu równoległy do osi soczewki nie bierze udziału w powstawaniu obrazu. Biorą udział te promienie, które się „zmieszczają” w soczewce (rys. 4).

Setna rocznica przyznania Nagrody Nobla z chemii Marii Skłodowskiej-Curie

Minęła właśnie setna rocznica przyznania Marii Skłodowskiej-Curie Nagrody Nobla z chemii. Pierwszą Nagrodę Nobla dostała wspólnie z mężem Piotrem Curie i Antoinem Henri Becquerелеm w roku 1903. Nagroda z 1911 roku była nagrodą indywidualną za odkrycie i wyodrębnienie nowego pierwiastka promieniotwórczego – radu.

Maria Skłodowska-Curie była osobą ze wszech miar niezwykłą. Ten artykuł przybliży Wam jej postać.

Urodziła się w roku 1867 w Warszawie, wówczas pod zaborem rosyjskim, w której po Powstaniu Styczniowym (1864) Polakom żyło się bardzo ciężko i biednie. W szkole, w prywatnej pensji, do której chodziła, językiem wykładowym był rosyjski i używanie polskiego było wręcz zakazane. Maria, choć najmłodsza, była w szkole przymuska.



Maria Skłodowska jako młoda nauczycielka

Dzieciństwo ze starszym, kochającym rodzeństwem, choć smutne z powodu straty matki (Maria miała wtedy 9 lat) i najstarszej siostry, było jednak szczęśliwe. Była otoczona miłością. Ojciec był znanym i poważanym w Warszawie nauczycielem fizyki i matematyki. Ojciec oraz kuzyn, bratanek mamy Józef Boguski, rozbudzi w Maniusi (bo tak ją nazywano) zainteresowania przedmiotami ścisłymi.

Maria już jako 16-latką, absolwentką szkoły, miała jasno wytyczony cel, do którego dążyła z żelazną konsekwencją: studia przedmiotów ścisłych w Paryżu.

Aby zebrać pieniądze na studia 4 lata guwernerowała (czyli nauczała prywatnie) i dokształcała się. Studiowała książki z fizyki i matematyki, pod okiem kuzyna trenowała się w wykonywaniu doświadczeń w pracowni fizyczno-chemicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie. Jeśli tylko mogła, uczestniczyła w zajęciach na tzw. Latającym Uniwersytecie, zorganizowanym w Warszawie z myślą o dziewczętach, które nie mogły wówczas studiować w Polsce.

Po latach guwernerki Maria wyjechała do Paryża sama (a w tamtych czasach młode kobiety zazwyczaj samotnie nie podróżowały). Tam już czekała na nią jej starsza siostra, która była lekarką. Maria wcześniej wspierała finansowo studia siostry, teraz siostra pospieszyła jej z pomocą.

Maria nie przestraszyła się ani problemów bytowych (życie na nieopalonej mansardzie paryskiej, w której woda zamarzała w miednicy, niedożywienie), ani trudności związanych z barierą językową (przynajmniej na początku) i studiowaniem w męskim gronie. Studia ukończyła szybko, uzyskała licencjat zarówno z fizyki (w 1893 roku, pierwsza lokata!), jak i z matematyki rok później (czwarta lokata).

Wtedy na jej drodze stanął starszy od niej, znany już wtedy fizyk, Piotr Curie. Dogadali się szybko. Maria zaproponowała mu tematykę związaną z promieniotwórczością. Jej zainteresowania poszły bowiem w kierunku nowej dziedziny badań, jaką było odkryte promieniowanie Becquerela, emitowane samorzutnie przez pierwiastek uran. Maria wpadła na genialny pomysł, że powinny istnieć inne pierwiastki emitujące przenikliwe promieniowanie.

Pierwszy odkryty przez Marię i Piotra pierwiastek promieniotwórczy nazwano polonem na cześć zniewolonej Polski.

Pracę doktorską obroniła z wyróżnieniem w 1903 roku i tego samego roku jesienią przyznano małżonkom Piotrowi Curie i Marii Skłodowskiej-Curie oraz Henrykowi Becquerelowi Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

W 1906 roku Piotr Curie zginął tragicznie na jednej z paryskich ulic pod ciężkim wozem ciągniętym przez spłoszone konie. Maria pozostała sama z dwiema córkami – Ireną (6 lat) i Ewą (2 lata). Maria poświęcała córkom wiele uwagi i zawsze znajdowała dla nich czas. Założyła nawet wraz z innymi naukowcami prywatną szkołę, do której przez dwa lata uczęszczała starsza Irena, która też została naukowcem i laureatką Nagrody Nobla. To umiłowanie fizyki zostało przekazane dalej. Córka Ireny, Helena Joliot, również została fizykiem jądrowym, a jej syn Ives, prawnuk Skłodowskiej, jest astrofizykiem.

Pomimo samotnego wychowywania dzieci, nadal niezwykle intensywnie pracowała naukowo. Przerobiła całe tony rudy uranowej, by w końcu wyodrębnić kilka gramów radu, za co w 1911 roku została uhonorowana Nagrodą Nobla.

Maria od początku swoich odkryć orientowała się w ich znaczeniu terapeutycznym. Nie opatentowała ich jednak, lecz wspierała miłośników udostępniła je za darmo. Część pieniędzy z pierwszej Nagrody Nobla przeznaczyła na budowę sanatorium przeciwgruźliczego w Zakopanem (założonego przez siostrę i szwagra), a pieniądze z drugiej nagrody zostały przeznaczone na budowę pracowni radiologicznej Warszawskiego Towarzystwa Naukowego.

W czasie I wojny światowej Maria wraz z córką Ireną, już wtedy osiemnastolatką, jeździła w pobliże frontu z aparaturą do wykonywania zdjęć rentgenowskich.

Praca z substancjami promieniotwórczymi oraz z promieniami Röntgena bez należytych zabezpieczeń spowodowała chorobę krwi i Maria zmarła w sanatorium w Szwajcarii w 1935 roku.

Maria Skłodowska-Curie była niezwykła nie tylko ze względu na wielki talent, ale i na upór i konsekwencję w dążeniu do celu. Na słynnych konferencjach solwayowskich, w których uczestniczyli wszyscy najwybitniejsi fizycy tamtych czasów, oczywiście prawie wyłącznie mężczyźni, Maria często jak lwica broniła swoich argumentów. Koledzy naukowcy bardzo ją szanowali i liczyli się z jej zdaniem. Poza tym nie była typem naukowca zamkniętym wyłącznie w twierdzy nauki. Wyżywała się jako gospodyni domowa, matka. Jak trzeba było, ruszała do pracy społecznej, wykazała się odwagą w czasie wojny. W swoim laboratorium zatrudniała młode adeptki chemii i fizyki, otaczała je opieką. Jednocześnie potrafiła być ciepła i kobieca, mężczyźni ją adorowali, przez co wpadła w duże kłopoty w wyniku romansu z profesorem fizyki Langevinem. Wywiązała się wręcz afera państwowa, bo Maria była wówczas we Francji bardzo znaną osobą.

Życiorys Marii brzmi jak laurka, ale prawda jest taka, iż była naprawdę osobą ze wszech miar niezwykłą, nawet na tle innych wybitnych naukowców.

Z.G-M

Doświadczenie Marii Skłodowskiej-Curie z pływającymi jajkami

Z książki *Lekcje Marii Skłodowskiej-Curie. Notatki Isabelle Chavannes z 1907 roku* (WSiP, Warszawa 2004).

– Wiemy, że w czystej wodzie jajka opadają na dno. Jajka włożyliśmy do słonej wody. Jak widzimy, pływają, ponieważ ich gęstość jest mniejsza niż słonej wody. Dolejcie teraz wszyscy wody czystej do słonej, aż jej gęstość stanie się taka sama jak gęstość jajek. Rozpoznać to po tym, że jajka będą wtedy pływały zawieszane w wodzie.

Wszystkim dzieciom doświadczenie udaje się wspaniale.

– A teraz zrobimy bardzo piękne doświadczenie. Oto dwie zlewki. W jednej jest woda i oliwa: oliwa pływa po wierzchu, ponieważ jej gęstość jest mniejsza od gęstości wody.

W drugiej jest oliwa i alkohol; tu oliwa jest na dnie, ponieważ ma większą gęstość niż alkohol. Skoro oliwa wypływa na powierzchnię wody, a w alkoholu opada na dno zlewki, można zrobić taką mieszaninę wody i alkoholu, żeby oliwa ani nie tonęła, ani nie pływała po powierzchni. Zobaczycie, że oliwa przybierze wtedy kształt kulki i jak to ładnie wygląda.

Musimy próbować na chybił trafił. Gdy oliwa wypływa, to oznacza, że dodaliśmy do naszej mieszaniny za dużo wody; jeżeli opada na dno naczynia, to dłatego, że dolaliśmy zbyt dużo alkoholu.

Każdemu dziecku udaje się w końcu uformować piękną, złocistożółtą kulę zawieszoną w cieczy. Wszystkie dzieci są zachwycone.

Redakcja *Neutrino* zachęca wszystkich nauczycieli, rodziców i dziadków do przestudiowania książeczki i próby pójsia w ślady Marii Skłodowskiej-Curie. Latem można założyć „spółdzielnię” dla dzieciaków przebywających na wakacjach, nudzących się na koloniach i obozach.



Isabelle Chavannes i Irene Curie © Album G. Chavannes 1905

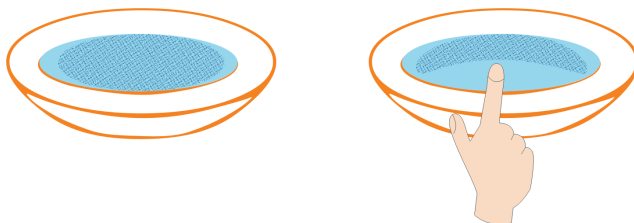
Z.G-M

Doświadczenia Jana Gaja

Polecamy kultową książkę Jana Gaja *Laboratorium fizyczne w naszym domu* (WNT, Warszawa 1982) oraz strony archiwalne *Wiedzy i Życia*, gdzie Jan Gaj prowadził rubrykę „Laboratorium Wiedzy i Życia”. Na przykład w zeszycie 7 z 2001 roku znajdziecie propozycję doświadczenia „zamiany wody w wino” (<http://archiwum.wiz.pl/2001/01074600.asp>).

Doświadczenie I

Na czysty talerz nalewamy wodę. Na powierzchnię wody sypiemy trochę mielonego pieprzu, a następnie dotykamy powierzchni wody palcem zamoczonym uprzednio w płynie do zmywania. Obserwujemy jak ziarenka pieprzu „uciekają” od palca.



Doświadczenie II

Na powierzchnię teflonowej patelni lub na tłusty talerz nalewamy kilka kropli wody. Obserwujemy, że woda nie rozlewa się równą warstwą tylko pozostaje w kształcie spłaszczonej kropki.

Za oba te zjawiska odpowiedzialne są siły spójności między cząsteczkami wody. To one powodują powstanie na powierzchni wody elastycznej błonki. Wewnątrz wody siły spójno-

ści działają na drobiny wody ze wszystkich stron jednakowo, a na powierzchni drobina jest wciągana do środka. To tak, jakby woda była pokryta cienką, elastyczną błoną otulającą ciecz, która „chce ciecz ścisnąć”. Płyn do zmywania zmniejsza napięcie powierzchniowe, a pieprz ucieka do miejsc gdzie jeszcze napięcie powierzchni jest większe. Jeśli patelnie lub tłusty talerz spryskamy płynem do zmywania, krople rozpułną się. Płyny do zmywania i prania myją i piorą w ten sposób, że zmniejszają napięcie powierzchniowe wody i ona wtedy może wnikać w szczeliny między brudem a mytą czy praną rzeczą. Sprawdźcie, że napięcie powierzchniowe wody jest na tyle silne, że może utrzymać na powierzchni wody nie tylko igłę, ale i aluminium monetę.

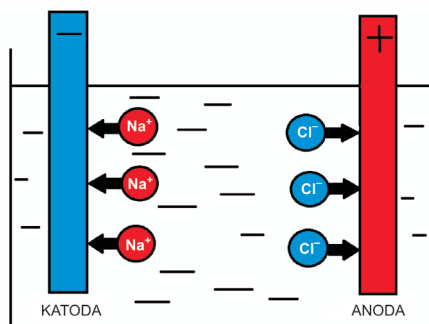
Czy podczas kąpieli w czekoladzie może porazić nas prąd, czyli o przewodnictwie elektrycznym cieczy

Doświadczenia wykonane w ramach projektu FENIKS, I miejsce w konkursie.

Wstęp

Do tematu zainspirował nas teledysk zespołu *No Doubt* do piosenki „It's my life”, na którym Gwen Stefani wrzuca podłączoną do prądu suszarkę do wanny, przez co razi prądem mężczyznę. Postanowiliśmy doświadczalnie zbadać, jak rozmaite cieczce przewodzą prąd elektryczny. W tym celu wykonaliśmy serię eksperymentów z różnymi cieczami stosowanymi w gospodarstwie domowym.

Elektrolity są to substancje przewodzące prąd elektryczny za pośrednictwem swobodnych jonów dodatnich i ujemnych. Do elektrolitów należą wodne roztwory kwasów, zasad i soli lub stopione związki (np. sole). Przewodnictwo elektrolitów wynika z tego, że cząsteczki rozpuszczone w wodzie rozdzielają się na jony, które mają nadmiar lub niedobór elektronów. Proces rozpadu cząsteczek na jony swobodne pod wpływem rozpuszczalnika nazywamy **dysocjacją elektrolityczną**. Kiedy w elektrolicie zanurzymy dwie **elektrody** i podłączymy je do źródła napięcia, ujemne jony będą dążyć do dodatniej elektrody – anody, a jony dodatnie będą dążyć do elektrody ujemnej – katody. Proces ten nazywamy **elektrolizą**. Podczas przepływu prądu przez elektrolit zachodzi zjawisko wydzielania się substancji na elektrodach.



Rys. 1. Przewodnictwo elektrolitów

Doświadczenie 1, w którym badamy przewodnictwo elektryczne cieczy używanych w gospodarstwie domowym i sprawdzamy, które cieczce są elektrolitami, a które nimi nie są oraz badamy, które z nich najlepiej przewodzą prąd:

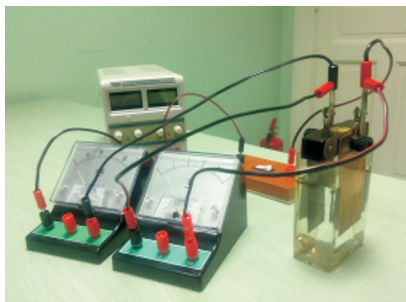
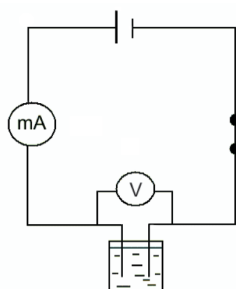
(1) roztwór soli (roztwór 10%), (2) roztwór cukru (roztwór 10%), (3) woda z ogórków kiszonych, (4) kwas cytrynowy (roztwór 10%), (5) spirytus, (6) ocet, (7) woda z kranu, (8) woda mineralna, (9) woda destylowana, (10) olej, (11) płynna czekolada.

Przyrządy:

- naczynie szklane,
- elektrody wraz z uchwytem,
- zasilacz prądu stałego,
- woltomierz, amperomierz,
- wyłącznik,
- przewody, krokodylki,
- waga laboratoryjna wraz z odważnikami,
- menzurka.

Przebieg doświadczenia:

- Przygotowujemy wodne 10-procentowe roztwory cukru, soli, kwasu cytrynowego. W tym celu odważamy odpowiednią ilość substancji za pomocą wagi laboratoryjnej i odmierzamy menzurką odpowiednią ilość wody. Sporządzamy roztwór.
- Montujemy obwód elektryczny zgodnie ze schematem (rys. 2).



Rys. 2. Zestaw doświadczalny

- Nalewamy po kolei ciecze do naczynia i badamy, jakie jest natężenie prądu zaraz po zamknięciu obwodu dla różnych wartości napięcia elektrycznego między elektrodami.
- Wyniki pomiarów zestawiamy w tabeli i przedstawiamy na wykresie (pomiar napięcia był wykonywany z dokładnością do $\pm 0,3$ V, a natężenia z dokładnością do ± 10 mA).



Rys. 3. Przygotowywanie roztworów
– ważenie wykonywane przez Amirę Gharbi

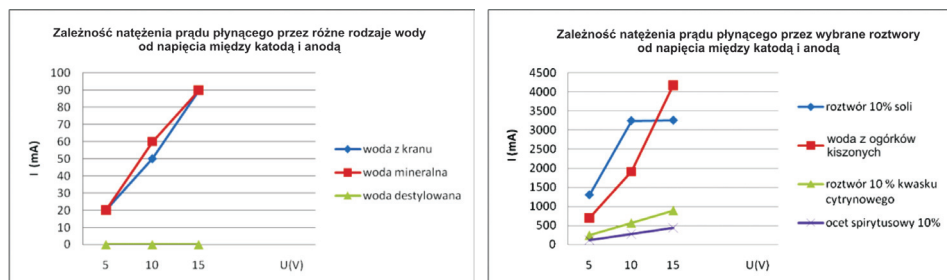


Rys. 4. Wykonywanie odczytu wskazań mierników przez Zuzannę Berwecką

Wyniki doświadczenia:

Podczas badania następujących cieczy: spirytus, roztwór cukru, olej, woda destylowana, czekolada, amperomierz wskazywał zero przy trzech zadanych (5 V, 10 V, 15 V) wartościach napięcia. Oznacza to, że te ciecz nie przewodzą prądu elektrycznego.

Oto wyniki naszego doświadczenia przedstawione na wykresach (rys. 5):

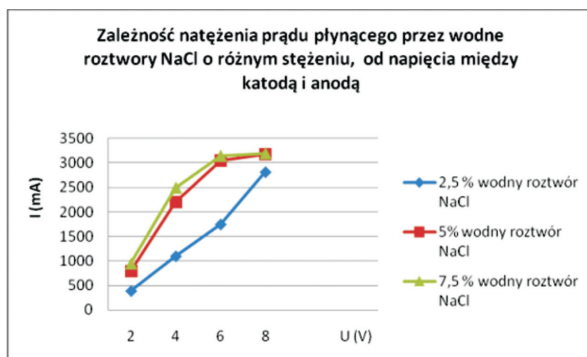


Rys. 5

Doświadczenie 2, w którym badamy, czy stężenie roztworu ma wpływ na przewodnictwo cieczy. Wykonaliśmy pomiary dla trzech różnych stężeń roztworów wodnych soli kuchennej 2,5%, 5% oraz 7,5%.

Przyrządy:

Używany wcześniej zestaw doświadczalny oraz wodne roztwory soli o różnych stężeniach. Wyniki pomiarów są przedstawione na poniższym wykresie (rys. 6).



Rys. 6

Wnioski z doświadczeń:

- Nie wszystkie ciecz przewodzą prąd elektryczny.
- Powiedzenie „woda przewodzi prąd elektryczny” jest nieprecyzyjne, chemicznie czysta woda prądu nie przewodzi.
- Do elektrolitów w badanej grupie cieczy należą: woda z kiszonych ogórków, roztwory wodne soli oraz kwasu cytrynowego, ocet, woda z kranu, woda mineralna.
- Do najlepiej przewodzących cieczy można zaliczyć roztwór wodny soli kuchennej oraz wodę z ogórków kiszonych.
- Natężenie prądu płynącego przez daną ciecz jest zależne od napięcia między katodą i anodą.
- Natężenie prądu płynącego przez roztwór jest zależne od jego stężenia procentowego.

- Podczas przepływu prądu przez niektóre ciecze można było obserwować gwałtowne wydzielanie się substancji gazowych na elektrodach, niekiedy zmieniała się barwa roztworu.
- W niektórych przypadkach natężenie prądu malało w miarę upływu czasu (występował utrudniony dostęp jonów do elektrod).

Kąpiel w destylowanej wodzie, roztworze wodnym cukru, spirytusie, oleju i czekoladzie nie stanowi zagrożenia związanego z przepływem prądu w zakresie stosowanych przez nas wartości napięcia. Nie wiemy jednak jak się te ciecze zachowają przy napięciu z sieci 230 V!

Strony internetowe:

<http://www.sciaga.pl/tekst/4907-5-elektrolity>

http://www.nasza-szkola.pl/podstrony/fizyka/podstrony/przemek/ciecze_prad.pdf

<http://www.youtube.com/watch?v=ubvV498pyIM&feature=related>

Uczennice: Zuzanna Berwecka, Amira Gharbi, pod opieką mgr Jadwigi Wójcickiej
Prywatne Gimnazjum Akademickie nr 6 im. Fryderyka Chopina w Krakowie

Zadania

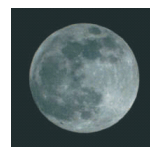
1. Kilku chłopców sprzeczało się o to, który z nich jest najsilniejszy. Jeden z nich przechwalał się, że uniesie wiadro pełne rtęci. Czy potrafi tego dokonać, jeśli może podnieść ciężar 40 kg? Wiadro ma pojemność 10 litrów, a gęstość rtęci wynosi 13 600 kg/m³.

- A) Tak, jeśli rtęć zamarznie.
- B) Tak, jeśli rtęć będzie w stanie ciekłym.
- C) Nie.
- D) To zależy od ciśnienia atmosferycznego.
- E) To zależy od temperatury.



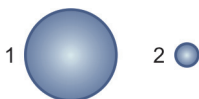
2. Odwrotną stronę Księżyca można obserwować

- A) ze stacji kosmicznej ISS,
- B) za pomocą teleskopu Hubble'a,
- C) z każdego miejsca na Ziemi za pomocą dość silnego teleskopu,
- D) z każdego miejsca na Ziemi nawet za pomocą zwykłej lornetki,
- E) inna odpowiedź.



3. Kula 1 ma 4 razy większą średnicę i 4 razy większą masę od kuli 2. Stosunek średnich gęstości kul ρ_1/ρ_2 wynosi:

- A) 16
- B) 4
- C) 1
- D) 1/4
- E) 1/16



4. Która wieża z klocków przewróci się? Klocki różnią się tylko długością.

- A) Wieża A.
- B) Wieża B.
- C) Wieża C.
- D) Wieża D.
- E) Żadna.

