

Organizacja Narodów Zjednoczonych ogłosiła rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii (MRA 2009), bowiem w tym roku przypada 400. rocznica użycia przez Galileusza lunety do oglądania nieba. Jego obserwacje stanowiły przełom w postrzeganiu i rozumieniu Kosmosu. Astronomia pozwoliła na formułowanie pierwszych ogólnych praw fizyki.

W tym zeszycie objaśniamy Wam działanie teleskopu i piszemy o tym, co Galileusz zobaczył przez swoją lunetę. Wszystko to, co widział ten wielki człowiek, możecie sami na własne oczy bez trudu zobaczyć. Wybitny astronom Edwin Hubble, który na podstawie swoich obserwacji stwierdził rozszerzanie się Wszechświata, był barwną postacią; opowiadamy Wam o jego dzieciństwie.

W tym zeszycie zajmujemy się też reakcjami jądrowymi, ponieważ chcemy Wam wyjaśnić, jak działają elektrownie jądrowe i skąd Słońce czerpie swą energię.

Gorąco polecamy Wam poszukiwania astronomiczne. Ich inspiracje można znaleźć w Internecie.



Spis treści

Elektrociepłownie jądrowe	1
Skąd Słońce czerpie swą energię	6
Dlaczego lupa powiększa?	8
Co zobaczył Galileusz przez swój teleskop?	11
Edwin Powell Hubble (1889–1953)	13
Doświadczenia	
Zegarek jako Kompas	15
Obserwacje faz Księżyca	16
Jak zapamiętać znaczenie faz Księżyca – sztuczka mnemotechniczna	18
Zadania z „Lwiątką”	19
Konkursy Fizyczne	21
Akademia Fizyki Lato 2009	21



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.



Człowiek – najlepsza inwestycja

Zeszyt częściowo sponsorowany przez Państwową Agencję Atomistyki.



Elektrociepłownie jądrowe

Prąd elektryczny jako nośnik energii jest fundamentem naszej współczesnej cywilizacji. Wystarczy sobie wyobrazić, co się będzie dziać, gdy zostaniemy odcięci od prądu np. w wyniku jakiejś awarii czy kataklizmu. Nie tylko, że nie będzie światła, nie będzie możliwości zagotowania wody, rozmrozi się lodówka, lecz także nie będzie można zatelefonować, kupić w sklepie (kasy fiskalne), wypłacić z banku pieniędzy. Lepiej sobie nie wyobrażać utknięcia w windzie. Totalna katastrofa. Prąd elektryczny jest najwygodniejszym nośnikiem energii, gdyż łatwo go zamienić na inne formy energii (ciepło, światło, energię mechaniczną). Ludzkość ma ogromne zapotrzebowanie na energię elektryczną, które stale wzrasta, ponieważ kraje rozwijające się też chcą korzystać z jego dobrodziejstwa. Prąd musimy wytwarzać. Jednym ze sposobów są elektrownie jądrowe.

Przypomnijmy wiadomości niezbędne do zrozumienia zasady działania elektrowni jądrowej. Chodzi o prawo indukcji elektromagnetycznej nazwane prawem Faradaya, które pozwoli zrozumieć zasadę działania generatora prądu elektrycznego, czyli serca każdej elektrowni.

Gdy już to będziemy wiedzieć, pozostanie zrozumieć, w jaki sposób wykorzystuje się energię rozszczepienia jąder atomowych do wytwarzania gorącej pary wodnej, która w elektrowniach obraca turbiny. Tym razem chodzi o słynny wzór Einsteina $E = mc^2$, który mówi o równoważności masy i energii.

To w zasadzie wszystko, w wielkim uproszczeniu dwa prawa fizyki, które stworzyły współczesną cywilizację. Rzecz jasna to jedynie pozór, że sprawa jest aż tak prosta. Setki wynalazców, fizyków i inżynierów (wspomnę tylko Edisona i naszego ex prezydenta Ignacego Mościckiego) przyczyniły się do opanowania technik budowy rozmaitych elektrowni. I ciągle jeszcze kolejne pokolenia fizyków i inżynierów będą miały wiele do zdziałania.

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej, czyli skąd się bierze prąd elektryczny

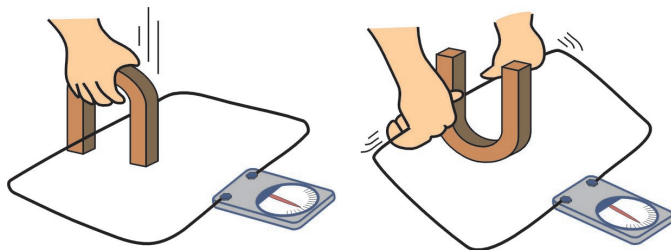
Ludzkość stopniowo odkrywała prawa elektromagnetyzmu. Na początku nie bardzo zdawano sobie sprawę z tego, że zjawiska elektryczne i magnetyczne stanowią jedność.

Gdy przez przewodnik (np. w kształcie cewki) płynie prąd elektryczny, to taki przewodnik zachowuje się jak magnes. Innymi słowy, poruszające się ładunki elektryczne są źródłem pola magnetycznego.

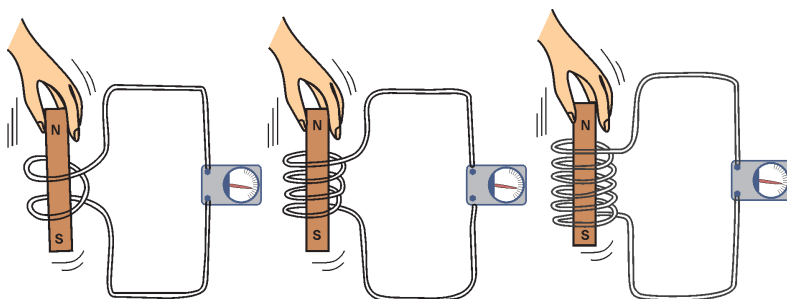
Faraday chciał znaleźć zjawisko niejako odwrotne, czyli w jaki sposób dzięki polu magnetycznemu wygenerować prąd elektryczny. Odkrył on, że można wyindukować (czyli wytworzyć) prąd elektryczny za pomocą **zmiennego** pola magnetycznego. Na poniższych ilustracjach są pokazane konkretne sytuacje powodujące przepływ prądu w rameczce (obwodzie). Woltomierz narysowano, aby było jasne, że powstaje napięcie elektryczne.



Rys. 1. Przy wsuwaniu magnesu do zwojnicy wytwarza się w niej siła elektromotoryczna wprawiająca w ruch ładunki elektryczne



Rys. 2. W przewodniku indukuje się siła elektromotoryczna niezależnie od tego, czy magnes porusza się względem ramki, czy ramka porusza się względem magnesu



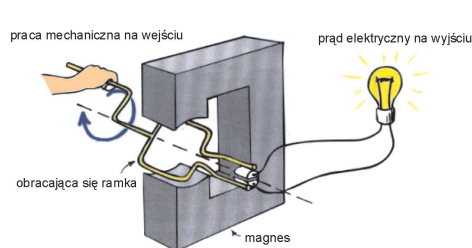
Rys. 3. Siła elektromotoryczna indukowana przez ruch magnesu jest wprost proporcjonalna do liczby zwojów

Przedstawione zjawisko ma ściśle sformułowanie i dokładny matematyczny zapis, którego tu nie przytaczamy.

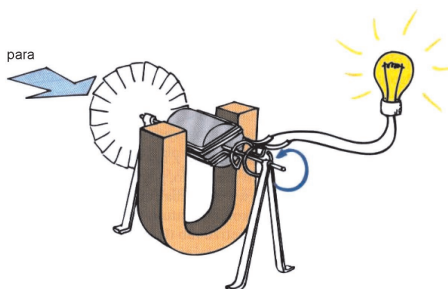
Prądnica

Z powyższych sytuacji najpraktyczniejsza jest ta, w której ktoś obraca rameczkę umieszczoną w polu magnetycznym magnesu.

I tu już mamy praktyczne dynamo. Zamiast samemu kręcić korbką, można zaprząć do pracy gorącą parę wodną. W ten sposób mamy już elektroturbinę, przedstawioną na ilustracji poniżej.



Rys. 4. Najprostszy model prądnicy. Napięcie jest indukowane w ramce obracającej się w polu magnetycznym



Rys. 5. Para wodna napędza łopatki koła turbiny, które są połączone z innymi elementami generatora

Nie zajmujemy się tu rozwiązaniami technicznymi.

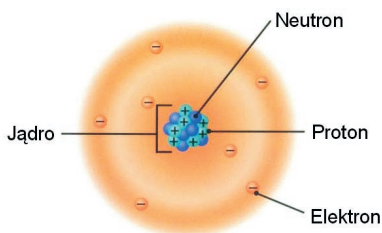
Paliwo jądrowe – produkcja gorącej pary wodnej

W wielu tradycyjnych elektrowniach do produkcji gorącej pary wodnej wykorzystuje się energię chemiczną, czyli mówiąc potocznie, spala się węgiel lub ropę. Węgiel łącząc się z tlenem w CO_2 oddaje otoczeniu energię cieplną.

W XX wieku fizycy odkryli, że w trakcie niektórych reakcji jądrowych wydzielają się bardzo dużo energii. Zarówno w elektrowniach konwencjonalnych (np. na węgiel) jak i jądrowych w podobny sposób wykorzystuje się parę wodną do wytwarzania energii elektryczności.

Energia wiązania jąder. Reakcje jądrowe

W celu zrozumienia działania reaktora, serca elektrowni jądrowej, przypomnijmy jak zbudowane są jądra atomów.



Rys. 6. Budowa atomu

Atomy są neutralne, czyli nienaładowane elektrycznie; mają maleńkie jądra naładowane dodatnio, które są otulone chmurą elektronów (ujemnych) tak, że sumaryczny ładunek całego atomu jest równy zeru.

Ładunek otoczki dyktuje liczba elektronów, którą oznacza się zwykle **Z**. Z jest identyfikatorem pierwiastków. Na przykład atom o $Z = 1$ to wodór, $Z = 2$ – hel, $Z = 6$ – węgiel, $Z = 8$ – tlen, $Z = 13$ – żelazo.

Jądra pierwiastków mają taki sam co do wartości ładunek (tyle, że dodatni), zgromadzony w protonach. Oprócz protonów oznaczanych przez **p**, w jądrach znajduje się pewna liczba neutronów, neutralnych cząsteczek bardzo podobnych do protonów (oznaczanych literą **n**). Sumaryczna liczba protonów i neutronów nazwana została liczbą masową **A**. Nazwa jest usprawiedliwiona, bowiem masa całego atomu skupiona jest praktycznie w jądrze, elektrony są bardzo lekkie (2000 razy lżejsze od protonów).

Przyjęto się używanie notacji, w której przy symbolu pierwiastka z lewej strony u dołu podaje się liczbę Z , zaś u góry A . I tak na przykład ${}_{92}^{235}\text{U}$ oznacza atom uranu ($Z = 92$, a $A = 235$ jest sumą 92 protonów i 143 neutronów), ${}_{36}^{91}\text{K}$ oznacza krypton, a ${}_{56}^{142}\text{Ba}$ – bar. Neutron można zapisać jako ${}_0^1\text{n}$, a proton, czyli jądro wodoru, ${}_1^1\text{p}$.

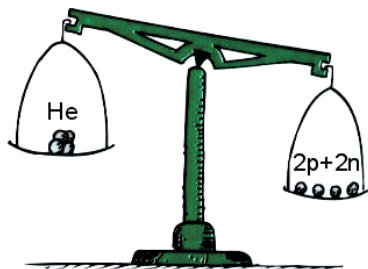
Protony i neutrony noszą wspólną nazwę **nukleonów**. **A** jest liczbą nukleonów w jądrze. Bywają jądra z tym samym **Z**, lecz o różnej liczbie neutronów – nazywamy je wtedy izotopami danego pierwiastka.

Składniki jądra – protony i neutrony – musi coś sklejać razem, by utrzymały się w małej objętości. Nie zapominamy, że protony są naładowane elektrycznie, a jednoimienne ładunki odpychają się, i to tym bardziej, im bliżej siebie się znajdują. Siły, które sklejają nukleony razem to **siły jądrowe**. Nazywamy je oddziaływaniami silnymi, bo są silne w porównaniu z oddziaływaniem elektrycznym.

Utrzymanie jądra w całości nie odbywa się za darmo, jest jego dobrze określona cena, tak zwana **energia wiązania**, która objawia się jako **deficyt masy**.

Otóż wyobraźcie sobie wszystkie składniki jądra helu na jednej szalce wagi (dwa protony i dwa neutrony) luzem, a na drugiej szalce jądro helu (cząstkę alfa).

Jądro helu waży mniej. Po sklejeniu (fuzji) ubyło masy, co jest charakterystyczne dla jąder lekkich pierwiastków.

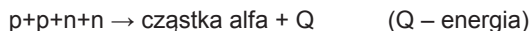


Rys. 7. Dwa swobodne protony i dwa swobodne neutrony ważą więcej niż będące ich połączeniem jądro helu

Fizycy odkryli, że nie wszystkie jądra są jednakowo mocno związane. Aby porównywać energię wiązania operujemy energią wiązania na jeden nukleon w jądrze. Jądro żelaza jest mocno związane, ale już na przykład jądro uranu lżejsze. Wystarczy trącić jądro uranu neutronem, a rozpadnie się ono na dwa lżejsze jądra i dodatkowe neutrony.

Bystry czytelnik zauważył, że raz mówimy o ubytku masy, a innym razem o energii wiązania. Mamy do tego prawo. Einstein stwierdził, i niezliczone eksperymenty to potwierdziły, że masa jest równoważna energii (słynny wzór $E = mc^2$, gdzie E – energia, m – masa, c – prędkość światła w próżni).

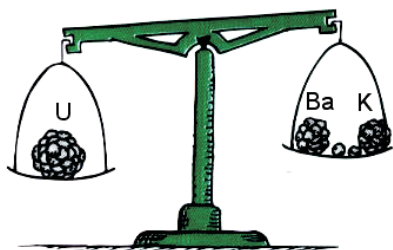
Ponieważ **obowiązuje w przyrodzie prawo zachowania energii, oznacza to, że ubytek masy musi być zrównoważony energią**. I rzeczywiście tak jest. Gdyby doszło np. do spontanicznego procesu połączenia dwóch protonów i neutronów w jądro helu, powinno się wydzielili dużo energii. Reakcje jądrowe, przypominające przykładową reakcję:



zachodzą na Słońcu; o tym opowiadamy w kolejnym artykule.

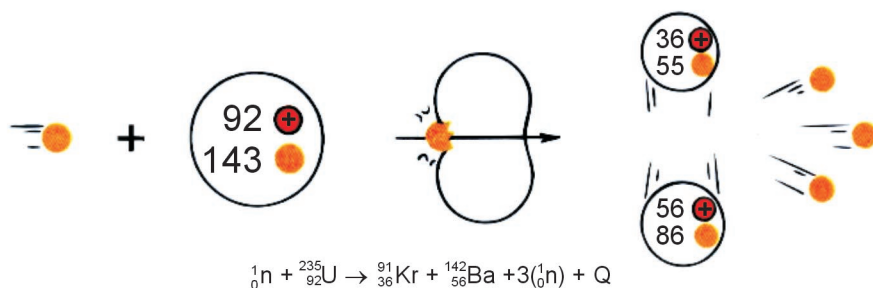
Można zapytać, czy taki efekt zachodzi również w reakcjach chemicznych. Przy połączeniu węgla z tlenem powstaje dwutlenek węgla i energia. Czy cząsteczka CO_2 ma mniejszą masę niż atom węgla i dwa atomy tlenu? Oczywiście tak, tyle tylko, że są to różnice niewykrywalne nawet na najlepszych wagach laboratoryjnych. Ale gdybyśmy tak wzięli już hurtowe ilości składników, to można by się dopatrzeć jakiś gramów różnicy.

W reaktorach jądrowych wykorzystuje się energię wydzielaną przy rozpadzie jąder np. uranu. W jego przypadku mamy bowiem sytuację taką, jak zilustrowano poniżej.



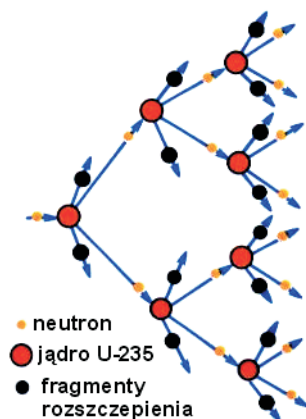
Rys. 8. Fragmenty rozszczepienia ciężkiego jądra uranu mają mniejszą masę niż jądro uranu, z którego powstają

Jądro uranu uderzone lekko neutronem rozpada się, co jest cechą charakterystyczną wielu ciężkich jąder. Oto przebieg reakcji jądrowej wykorzystywanej w reaktorach:



Rys. 9. Przebieg reakcji jądrowej

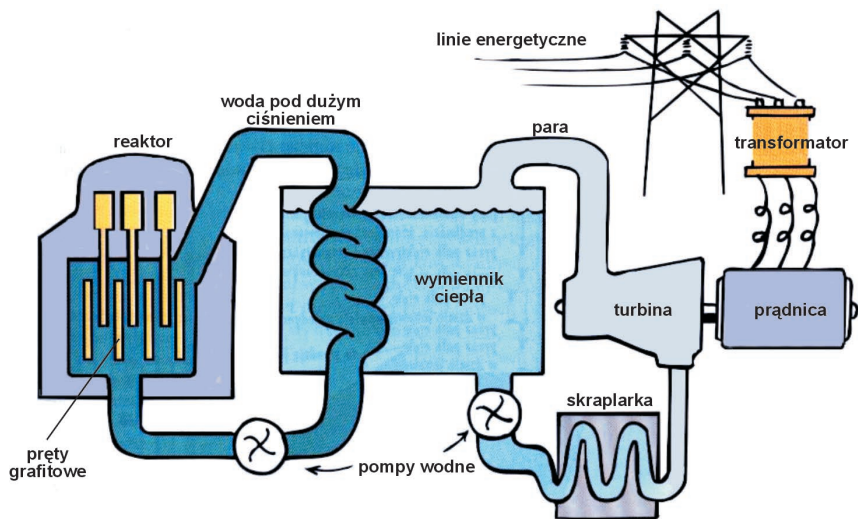
W tym procesie wydzielą się energia, a powstałe neutrony mogą być użyte do kolejnych reakcji. Powstaje możliwość zaistnienia tak zwanej reakcji łańcuchowej.



Rys. 10. Reakcja łańcuchowa

Problem polega na tym, że neutrony wytworzone podczas reakcji są za szybkie. By neutron mógł lekko trącić kolejne jądro musi zostać spowolniony. Do tego służą moderatory. Nie tylko spowalniają, ale też regulują ilość neutronów na takim poziomie, by reakcja jądrowa zachodziła w stałym tempie. Zbyt duży wzrost liczby neutronów grozi reakcją niekontrolowaną i wybuchem. Przy spowalnianiu neutrony oddają energię, która w reaktorach jest wykorzystana do wytwarzania gorącej pary wodnej. W czasie II wojny światowej fizycy chcieli stosować tzw. ciężką wodę jako moderator neutronów.

Do kontroli tej reakcji w reaktorze mogą na przykład służyć pręty grafitowe, zwykle rysowane schematycznie na ilustracjach reaktorów.



Rys. 11. Schemat elektrowni jądrowej

W następnym *Neutrinie* wyjaśnimy zalety i wady elektrowni jądrowej, w tym problem zabezpieczania produktów rozpadu jądra uranu. Zajmiemy się bezpieczeństwem elektrowni jądrowych, transportu paliwa i odpadów.

Rysunki zaczerpnięto z polecanej przez nas książki Paula G. Hewitta *Fizyka wokół nas* (Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001).

Z.G-M

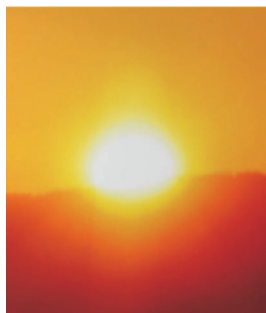
Skąd Słońce czerpie swą energię

Słońce czerpie swą energię z reakcji jądrowych, głównie z syntezy jąder wodoru, czyli protonów. Jest to kolosalna energia. Dzięki niej powstało życie na Ziemi.

Jak pisaliśmy w artykule o elektrowniach jądrowych, możliwe są takie reakcje, w których wydzielana jest energia. Tak się dzieje, gdy masa składników biorących udział w reakcji jest większa niż produktów końcowych. Mówimy wtedy o deficycie masy, który jest równoważny energii. Wiemy na przykład, że suma masy dwóch protonów (jąder wodoru) i dwóch neutronów jest większa niż tych cząstek zlepionych w całość (jądro helu, innymi słowy, cząstka alfa).

Skoro tak jest, to przy połączeniu powinna się wydzielić energia w ilości $E = \Delta mc^2$ (gdzie Δm jest różnicą mas). Niestety dwa swobodne protony i neutrony nie łączą się spontanicznie!

Jakie muszą być warunki, by je zmusić do połączenia? Nasza ziemaska intuicja podpowiada, że może trzeba je zagęścić i poddać olbrzymiemu ciśnieniu tak, aby „nie miały wyjścia” i musiały się łączyć. Otóż właśnie takie warunki panują w Słońcu.



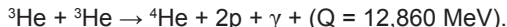
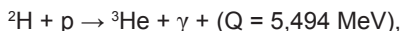
Budowa Słońca

Słońce jest olbrzymią kulą zjonizowanego gazu składającego się głównie z jąder wodoru (74%) i helu (25%). Jest to kula plazmy. Znaczy to, że atomy tracą swoją indywidualność; elektrony i składniki jąder – głównie protony i neutrony – stanowią jakby taką bardzo gęstą supę. Ta kula, jądro Słońca, jest utrzymywana w równowadze dzięki kolosalnemu przyciąganiu grawitacyjnemu i ciśnieniu gazu. Gęstość materii w jądrze Słońca wynosi $1,5 \times 10^5 \text{ kg/m}^3$, a ciśnienie osiąga aż 10^{16} Pa . Temperatura Słońca rośnie wraz z głębokością dochodząc w centrum do kilkunastu milionów stopni. W tak wysokiej temperaturze poszczególne elementy plazmy mają olbrzymią energię kinetyczną, dzięki której mogą zachodzić **reakcje syntezy jądrowej**. W przypadku Słońca jest to przemiana wodoru w hel. Na powierzchni Słońca w fotosferze gęstość wynosi już tylko 10^{-4} kg/m^3 , jest to zatem prawie próżnia.

Reakcje syntezy jądrowej

Przyjrzyjmy się dokładniej jednej z najważniejszych reakcji syntezy zachodzącej na Słońcu. Proces połączenia czterech protonów w jądro helu może zachodzić etapami zwanymi cyklami. Istnieją dwa rodzaje cykli, w których przebiega ta reakcja. Fizycy rozszyfrowali wszystkie reakcje zachodzące w jądrze Słońca.

Prawie cała (99%) energia powstaje w wyniku **cyklu proton-proton (pp)** i ten omówimy. Cykl ten ma trzy gałęzie. Najczęściej (86%) zachodzi cykl nazwany pp1. Składa się on z trzech reakcji:



W nawiasach podana jest ilość energii uwolnionej w tych reakcjach.

Przypominamy oznaczenia: p – to proton, e^+ – pozyton (antycząstka o masie elektronu, ale z ładunkiem dodatnim), ν_e – neutrino elektronowe, ${}^2\text{H}$ – deuter (ciężkie jądro wodoru, proton z neutronem), ${}^3\text{He}$ – hel (2 protony + neutron), ${}^4\text{He}$ – jądro helu (2 protony + 2 neutrony), γ – promieniowanie elektromagnetyczne o dużej częstotliwości.

Widzimy, że końcowym produktem cyklu są jądra helu, protony, pozytony oraz promieniowanie gamma, które unosi wydzieloną w reakcji energię. Jest ona transportowana do powierzchni Słońca (stałe trwają badania nad tym procesem), a następnie wysyłana w przestrzeń przede wszystkim ze światłem i promieniowaniem podczerwonym. Słońce wysyła ponadto ogromne ilości neutrino, o czym była mowa w poprzednich *Neutrinach* oraz w *Fotonie* 104, Wiosna 2009.

Jak długo jeszcze Słońce będzie świecić?

Przypomnijmy raz jeszcze: masa jądra helu jest mniejsza od masy dwóch protonów i dwóch neutronów o 0,71%, niezależnie od rodzaju reakcji, w jakiej hel powstaje. Ten ubytek masy odpowiada energii 26,732 MeV. 98% energii jest zabierane z jądra przez fotony, a 2% przez neutrino. Sugeruje to, że Słońce w trakcie swojego życia musi tracić masę, w tempie równym mocy promieniowania, które wynosi w przybliżeniu $4 \times 10^9 \text{ kg/s}$.

Gdyby przyjąć, że Słońce traci masę w takim tempie przez całe swoje życie, to dotychczasowa całkowita utrata masy wyniosłaby w przybliżeniu $6,5 \times 10^{26} \text{ kg}$. Dla porównania, wartość ta jest mniejsza niż niepewność, z jaką wyznacza się obecnie masę Słońca.

Astrofizycy przypuszczają, że Słońce powstało około 4,6 miliarda lat temu i w tym czasie zwiększyło swój promień o 8–12% oraz jasność o ok. 27%. Zawartość wodoru w jądrze młodego Słońca wynosiła ok. 73%, obecnie już tylko 40%. Gdy zapasy wodoru wyczer-



Zachód Słońca na Spitsbergenie (fot. M. Szymocha)

pią się, co nastąpi za mniej więcej kolejne 5 mld lat, Słońce zmieni się w czerwonego olbrzyma i pochłonie kilka najbliższych planet; po około miliardzie lat odrzuci zewnętrzną warstwę i zacznie zapadać się pod własnym ciężarem, przeistaczając się w białego karła. Według hipotez, przez wiele miliardów lat będzie stygło, aż stanie się obiektem zwanym czarnym karłem. Czarne karły nie są obserwowane obecnie, ponieważ Wszechświat jest jeszcze na nie za młody. Nasze dzieci i wnuki mogą spać spokojnie.

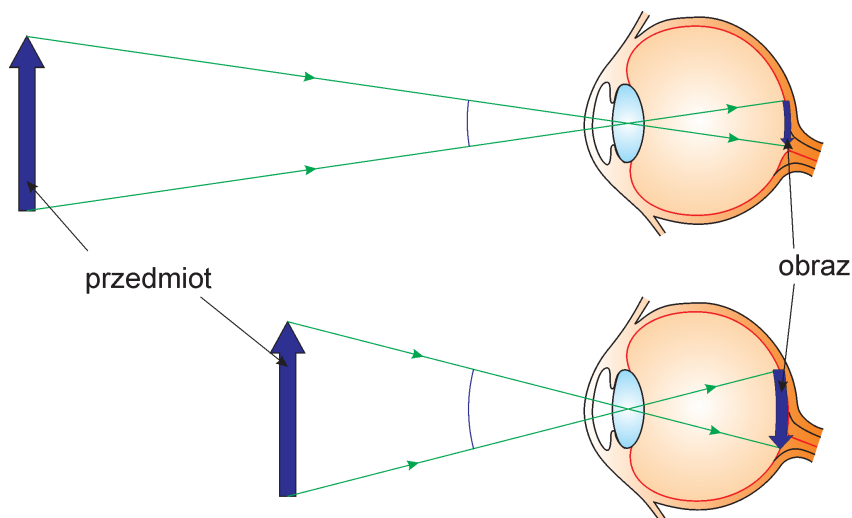
Z.G-M

Dlaczego lupa powiększa?

Lupa jest najprostszym przyrządem optycznym. Służy do obserwacji („powiększania”) małych obiektów znajdujących się blisko.

Lupe stanowi jedna, najczęściej szklana soczewka skupiająca lub tzw. *soczewka Fresnela* (specjalna przezroczysta folia z pierścieniami). O tym, w jaki sposób powstają obrazy przy użyciu soczewki, możesz przeczytać w podręczniku do fizyki lub na wielu stronach internetowych (np. w Wikipedii).

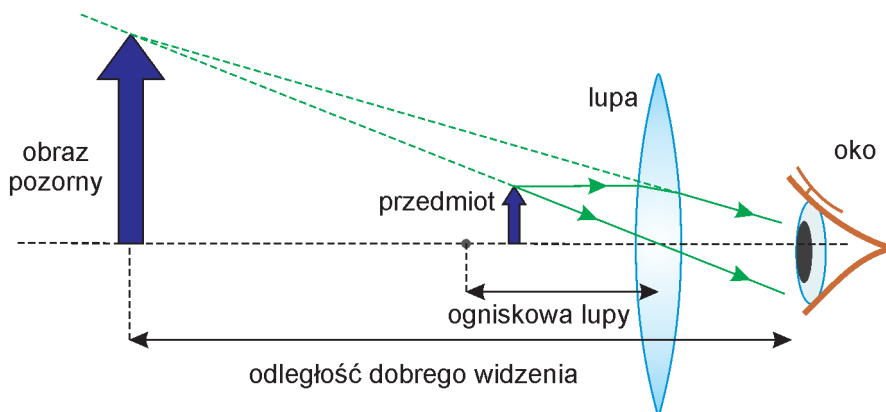
Ekranem, na którym, wyświetlają się widziane przez nas obrazy, jest część oka zwana *siatkówką*. To, jak wiele szczegółów przedmiotu możemy dostrzec zależy od tego, jak duży obraz powstanie na siatkówce. To z kolei zależy zarówno od rzeczywistej wielkości samego przedmiotu (symbolicznie przedstawionego jako granatowa, pionowa strzałka), jak i jego odległości od oka (rys. 1).



Rys. 1.

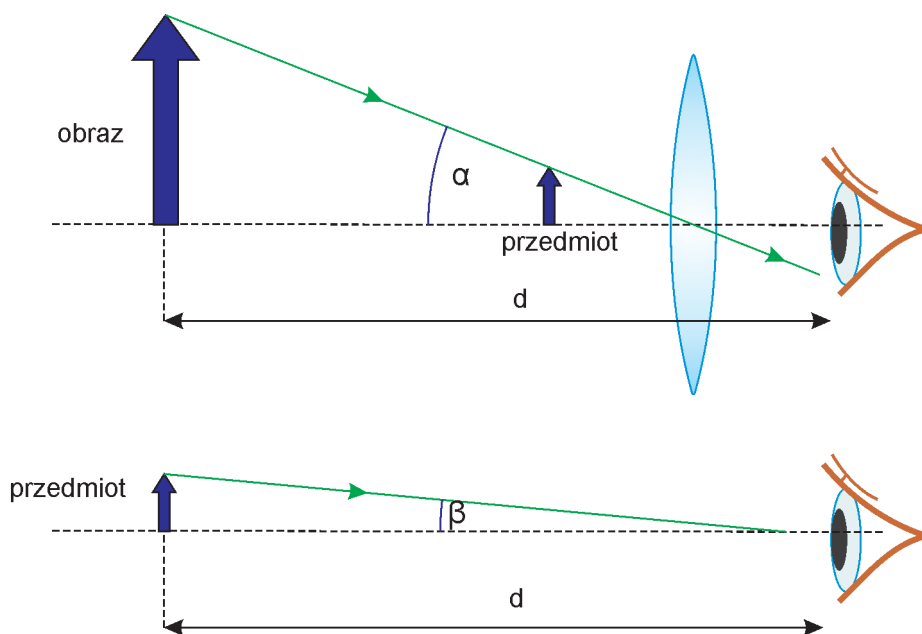
Na rysunku widać, że im bliżej oka znajduje się przedmiot, tym większy kąt tworzą promienie światła docierające do oka z końców przedmiotu, i tym większy obraz powstaje w oku. Zatem wydawać by się mogło, że jeśli chcemy zobaczyć mały przedmiot, wystarczy umieścić go bardzo blisko oka. Niestety, im bliżej oka znajduje się przedmiot, tym trudniej soczewce oka zapewnić ostre widzenie. Oko ludzkie ostro widzi bez wysiłku, gdy przedmiot znajduje się około 25 cm od oka – jest to tzw. *odległość dobrego widzenia*. Oglądanie przedmiotów z mniejszej odległości jest dla oka męczące i nie może trwać długo.

Aby obejść to ograniczenie należy posłużyć się właśnie lupą. Umieszczamy ją między okiem a przedmiotem w taki sposób, aby odległość przedmiotu od soczewki (lupy) była mniejsza od ogniskowej f tej soczewki. Na rys. 2 przedstawiono dwa wybrane promienie światła biegnące od wierzchołka przedmiotu (pionowa strzałka) przez lupę do oka. Soczewka oka dodatkowo skupia te promienie tak, że na siatkówce powstaje obraz.



Rys. 2.

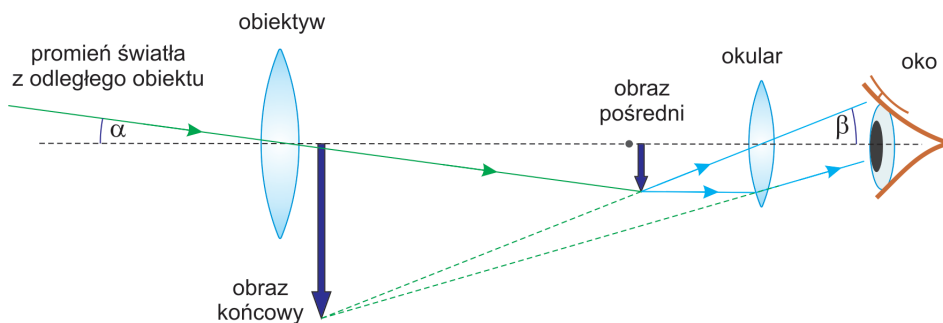
Dzięki lупie bieg promieni światła jest taki, jakby wychodziły one z punktu znajdującego się w miejscu, gdzie przecinają się ich przedłużenia (linie przerywane). Dotyczy to nie tylko dwóch narysowanych promieni, ale wszystkich promieni światła wychodzących z danego punktu przedmiotu. W miejscu przecięcia tych przedłużeń powstaje tzw. pozorny obraz przedmiotu. Określenie pozorny oznacza, że na umieszczonym w tym miejscu ekranie, żaden obraz nie powstanie. Oko natomiast tworzy na siatkówce obraz na podstawie „ostatniego” kierunku promienia światła, nie „widzi” tego, że wcześniej promień ulegał załamaniu. Przedmiot i lupę ustawia się w takich odległościach od oka, aby obraz pozorny powstał w odległości dobrego widzenia. Obraz ten jest powiększony, tzn. większy niż sam oglądany obiekt. Obraz powstały na siatkówce oka również jest większy, niż gdyby oglądany bez lupy przedmiot umieścić w odległości dobrego widzenia (rys. 3), gdyż kąt α , jaki tworzą promienie docierające do oka z przeciwnych krańców oglądanego przedmiotu jest większy niż kąt β , jaki tworzą te same promienie docierające do oka nieuzbrojonego. Lupa umożliwia więc powiększenie **rozmiaru kątownego** przedmiotu.



Rys. 3.

Dlaczego przez teleskop widać więcej gwiazd niż gołym okiem?

Oglądane przez teleskop ciała niebieskie są jaśniejsze i większe niż te widziane gołym okiem. Jest to możliwe dzięki temu, że rozproszone światło, padające z odległych obiektów, takich jak gwiazdy lub planety, zostaje skupione przez soczewkę lub lustro znajdujące się na jednym z końców teleskopu. Powstający w ten sposób obraz pośredni można traktować jak przedmiot, który jest oglądany przez drugą soczewkę – okular. Okular działa tu jak lupa – powiększa obraz pośredni. Zasadę powstawania obrazu w teleskopie zilustrowano na poniższym rysunku.



Rys. 4.

Ostateczny efekt działania teleskopu również polega na tym, że teleskop umożliwia powiększenie **rozmiaru kąowego** przedmiotu. Dzięki temu obiekty, które położone są blisko siebie na niebie i widziane gołym okiem „zlewają się” w jeden punkt, mogą zostać rozdzielone przez teleskop.

Odpowiadając na tytułowe pytanie: Przez teleskop widać więcej gwiazd niż gołym okiem ponieważ:

- teleskop umożliwia skupienie większej niż oko ilości światła wysyłanego przez odległe gwiazdy,
- teleskop pozwala na rozdzielenie gwiazd, które widziane gołym okiem widzimy jako pojedynczy punkt.

KC, WZ

Co zobaczył Galileusz przez swój teleskop?

Historia budowy teleskopów sięga początków XVI wieku. Jednym z pierwszych budowniczych tych przyrządów był Galileo Galilei (Galileusz). Oto jak opisał on swoje początkowe próby ich konstrukcji, w swoim dziele zatytułowanym *Gwiezdny posłaniec*:

„Najpierw przygotowałem rurę z ołowiu, na której końcach przymocowałem dwie soczewki szklane, obie z jednej strony płaskie, z drugiej zaś strony jedna była wklęsła, druga – wypukła. Następnie, umieszczając oko przy soczewce wklęsłej spostrzegłem przedmioty wyraźnie powiększone i zbliżone, gdyż wydawały mi się trzykrotnie bliższe i dziewięciokrotnie większe niż oglądane gołym okiem. Potem skonstruowałem drugi przyrząd, dokładniejszy, powiększający przedmioty przeszło sześćdziesiąt razy. Wreszcie, nie żałując trudu ani wydatków, udało mi się zbudować instrument tak doskonały, że przedmioty widziane przy jego użyciu wydawały się prawie tysiąc razy powiększone i ponad trzydzieści razy bliższe niż kiedy były oglądane bez przyrządu”.

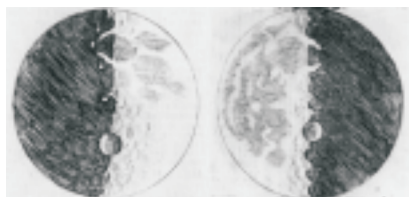




Galileusz, jakbyśmy to dzisiaj powiedzieli, prowadził działalność gospodarczą – produkował instrumenty naukowe, m.in. teleskopy. Był właścicielem warsztatu, w którym zatrudniał pracowników. Do dnia dzisiejszego zachowało się kilka egzemplarzy teleskopów skonstruowanych przez Galileusza. Na fotografii obok przedstawiony jest teleskop Galileusza znajdujący się w Instytucie i Muzeum Historii Nauki we Florencji.

Przy użyciu zbudowanego przez siebie przyrządu, Galileusz odkrył między innymi, że powierzchnia Księżyca nie jest idealnie płaska, lecz podobnie jak powierzchnia Ziemi – pokryta jest górami i dolinami (rys. 1). Zaobserwował też, że wokół Jowisza krążą cztery mniejsze obiekty i studiując ich ruch doszedł do wniosku, że są to jego księżyce. Zauważył również, że Saturn wygląda inaczej niż pozostałe planety i wykonał rysunki, które pokazują wyraźnie otaczające tę planetę pierścienie (rys. 2). Obserwując Drogę Mleczną zobaczył, że składa się ona z olbrzymiej liczby gwiazd. Rozwiązał tym samym trapiącą filozofów zagadkę dotyczącą pochodzenia i natury Drogi Mlecznej. Dzięki teleskopowi Galileusz mógł zaobserwować fazy planety Wenus (rys. 3) oraz plamy na powierzchni Słońca (rys. 4).

Rysunki wykonane przez Galileusza.



Rys. 1



Rys. 2



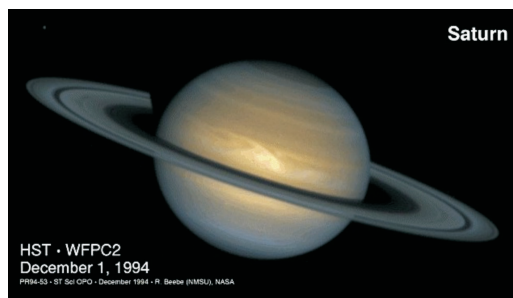
Rys. 3



Rys. 4

Odkrycia, których dokonał Galileusz przy użyciu teleskopu miały bardzo duże znaczenie dla nauki. Jego obserwacje potwierdziły słuszność poglądów Mikołaja Kopernika i spotkały się z oporem ówczesnych filozofów i astronomów, uderzały bowiem w podstawy panującego wówczas systemu naukowego, opartego na poglądach Arystotelesa.

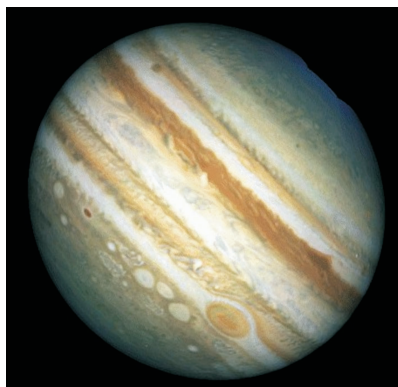
Należy podkreślić, że w tym samym czasie podobne obserwacje prowadziło niezależnie kilku innych uczonych, między innymi Thomas Herriot (obserwacje powierzchni Księżyca), Johannes Fabricius i Christopher Scheiner (obserwacje plam na Słońcu), Simon Mayr (obserwacja księżyców Jowisza).



Burza na Saturnie (pocieniwiana biała plama). Obraz uzyskany przez Teleskop Kosmiczny Hubble'a

Zdjęcia pochodzą ze strony:
<http://galileo.rice.edu/index.html>

Więcej o teleskopach na stronie:
www.teleskopy.pl



Wielka Czerwona Plama na Jowiszu. Powyżej na lewo równoległe do równika planety trzy jasne pasy (stan górnych warstw atmosfery zaobserwowany przez Teleskop Kosmiczny Hubble'a)

Czytelników zachęcamy do czytania *Historii fizyki* Andrzeja Kajetana Wróblewskiego (Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006). Nikt też nie będzie się nudził przy zbeletryzowanej historii życia i odkryć Galileusza *Lunacy* Arthura Köstlera (Wyd. Zys i S-ka, przekł. Tomasz Bieroń, Poznań 2002). Dzieje wybitnie uzdolnionej córki Galileusza, Virginii Gamby (Marii Celesty), można poznać z wydanej niedawno książki *Córka Galileusza* (Dava Sobel, tłum. N. Radomski, Rebis 2008).

Edwin Powell Hubble (1889–1953)



Edwin Powell Hubble, którego nazwisko często gości w mediach za sprawą teleskopu Hubble'a, został mianowany jednym z trzech bohaterów roku astronomii 2009. Słusznie, ponieważ to dzięki jego odkryciom wiemy, że nasz Wszechświat na kończy się na Drodze Mlecznej, naszej galaktyce, i nie tylko jest znacznie większy, ale także rozszerza się. To było bardzo rewolucyjne odkrycie dotyczące Wszechświata.

Edwin Hubble wzbudziłby i dzisiaj podziw, zarówno jako uczeń, jak i nauczyciel oraz jako wielki uczony. Nie był typem naukowca z głową w chmurach; Hubble był bardzo wysokim, atletycznie zbudowanym chłopcem o wszechstronnych uzdolnieniach. Pozostał wysokim i zgrabnym człowiekiem, był elegancki i nosił się z europejską, zawsze z nieodzowną fajeczką, w garniturze czy tweedowej marynarce. Był przeciwieństwem Alberta Einsteina, innego patrona roku astronomii. Einstein chadzał z wielką chmurą włosów, w porozciąganych swetrach, a jak pogoda pozwalała, to w sandałach.



Edwin Hubble był prawie rówieśnikiem polskiego wielkiego astronoma Tadeusza Banachiewicza (1882–1954), urodzonego jeszcze w Polsce pod zaborami, a zmarłego po II wojnie światowej w Krakowie, gdzie został pochowany na Skałce.

Edwin Hubble, którego ojciec był urzędnikiem ubezpieczeniowym miał, jak to w Stanach Zjednoczonych było powszechne, liczne rodzeństwo. Dwie siostry oraz dwóch braci. W domu było wesoło. Do dobrej szkoły średniej uczęszczał w Chicago. W klasie, nawet dwa lata młodszy od swych kolegów, górował nad nimi wzrostem. W szkole był znany głównie jako sportowiec. Trenował boks, uprawiał lekkoatletykę, rzucał dyskiem, oszczepem, a w skoku wzwyż zdobył nawet mistrzostwo stanu Illinois (1906). Uprawiał też sporty zespołowe (piłkę nożną, koszykówkę). Interesował się astronomią, napisał nawet do gazety lokalnej artykuł o Marsie. Nie zaniedbywał nauki języków – w szkole uczył się hiszpańskiego – jedynie ortografia nie była jego najmocniejszą stroną. Podobnie jak większość nastolatków w Stanach Zjednoczonych zarabiał na kieszonkowe roznosząc gazety przed pójściem do szkoły.

Gdy miał 15 lat, w czasie letnich wakacji, wyruszył z grupą ludzi wytyczających nową linię kolejową w przepastne lasy, z dala od cywilizacji. Jakież przygody go tam nie spotkały! Zupełnie na miarę jego ukochanych lektur Juliusza Vernego, takich jak *20 000 mil podwodnej żeglugi*. W lasach tych było i bliskie spotkanie z niedźwiedziem, z rzeźmieszkami, i okropna burza, w czasie której miał zginąć jeden z towarzyszy Hubble'a.

W wieku 17 lat Edwin wstąpił na Uniwersytet Chicagowski. Po trzech latach ukończył studia z tytułem licencjata. Na studiach zajmował się astronomią, matematyką i, rzecz jasna, sportem. Musiał też pracować, bowiem przez pomyłkę otrzymał jedynie połowę stypendium. Studia w Stanach były za czasów Hubble'a bardzo drogie. Tak jest i obecnie.

Jako wybitny student otrzymał stypendium na studia w Europie, w Oxfordzie. Ponieważ przyrzekł ojcu na łożu śmierci, że zdobędzie bardziej praktyczny zawód, dotrzymał słowa i w Oxfordzie studiował prawo, literaturę i język hiszpański. Sportu dalej nie zaniedbywał, lansował w Oxfordzie baseball. Oczywiście podobał się dziewczynom. Podobno był nawet wpłątany w pojedynek. Chodziło o piękną żonę jakiegoś oficera marynarki niemieckiej.

Po powrocie z Oxfordu Hubble przez rok uczył w szkole, był uwielbiany przez uczniów. Powołanie do astronomii było jednak silniejsze od szkoły i od perspektywy lukratywnego zawodu prawnika.

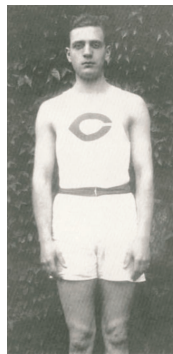
Hubble szybko ukończył studia doktoranckie, napisał pracę doktorską (1917) i po powrocie z Europy (brał bowiem udział w I wojnie światowej) osiadł w Kalifornii, gdzie nieba-



wem został dyrektorem obserwatorium astronomicznego na Mount Wilson. To tam zauważył, że odległe mgławice nie są częścią naszej galaktyki, ale odrębnymi galaktykami. Hubble zinterpretował tzw. przesunięcie ku czerwieni widm galaktyk, jako ich ucieczkę. Okazało się, że ucieczka danej galaktyki jest tym szybsza im dalej od nas galaktyka się znajduje (jest to treść słynnego prawa Hubble'a). To potwierdziło hipotezę rozszerzającego się Wszechświata.

Z.G-M

Edwin Hubble przy teleskopie



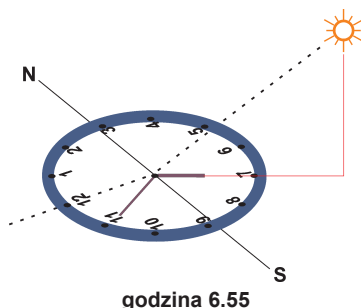
Doświadczenia

Zegarek jako kompas

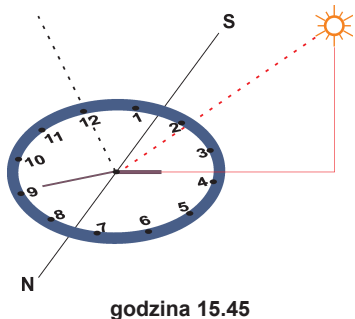
Jeśli akurat nie masz pod ręką kompasu, a potrzebujesz określić kierunki geograficzne w miejscu, w którym się znajdujesz, możesz do tego celu użyć zegarka ze wskazówkami, pokazującego aktualny czas. Doświadczenie należy wykonać w słoneczny dzień.

Uwaga: Jeżeli wykonujesz doświadczenie w tzw. czasie letnim, przestaw najpierw wskazówki swojego zegarka o jedną godzinę wstecz.

1. Ustaw zegarek w płaszczyźnie poziomej (czyli na płasko).
2. Wyobraź sobie odcinek łączący środek tarczy zegarka z położeniem środka Słońca na niebie, a następnie rzut tego odcinka na powierzchnię Ziemi.
3. Przekręć zegarek tak, aby rzut odcinka łączącego środek zegarka ze Słońcem pokrywał się ze wskazówką godzinową.



4. Podziel na połowę kąt pomiędzy wskazówką godzinową a półprostą prowadzącą od środka tarczy zegarka do liczby 12. Linia tego podziału wskazuje linię geograficzną północ-południe.



5. Jeśli zegarek wskazuje godzinę przed 12.00, to północ geograficzna (N) leży po tej stronie prostej, którą napotykamy idąc **przeciwnie do ruchu wskazówek zegara** od wskazówki godzinowej do półprostej wskazującej liczbę 12.

6. Jeśli zegarek wskazuje godzinę po 12.00, to północ geograficzna (N) leży po tej stronie prostej, którą napotykamy idąc **zgodnie z ruchem wskazówek zegara** od wskazówki godzinowej do półprostej wskazującej liczbę 12.

Bez względu na porę roku pozycja Słońca na niebie względem stron świata jest dla każdej godziny (liczonej według czasu zimowego) ściśle określona. Pora roku może wpływać jedynie na wysokość położenia Słońca ponad horyzontem. Ale zawsze maksymalna wysokość Słońca w ciągu dnia występuje w samo południe, czyli o 12.00, licząc według **czasu słonecznego** (astronomicznego), czyli wynikającego bezpośrednio z pozycji Słońca na niebie. Czas słoneczny jest ustalony dla wszystkich miejsc położonych wzdłuż jednego południka, ale zmienia się od południka do południka. Zatem mierzenie czasu według położenia Słońca jest zupełnie niepraktyczne, gdyż wówczas nawet na terenie jednego województwa, nie mówiąc już o całym państwie, w różnych miejscach trzeba by nastawiać zegarki w różny sposób.

Ludzie umówili się zatem, że podzielą całą kulę ziemską na 24 strefy czasowe, rozciągające się południkowo – każda o szerokości 15° długości geograficznej. W ramach jednej strefy położenie Słońca na niebie w określonej chwili czasu zmienia się niewiele, dlatego całej strefie przypisuje się czas słoneczny jej środkowego południka.

Strefy czasowe w niezmiennym kształcie obowiązują na morzach i oceanach. Na lądach ich kształt został zmodyfikowany tak, by małe i średnie państwa w całości znalazły się w jednej strefie.

zły się w obrębie jednej strefy czasowej, czyli obowiązywał w nich jeden **czas urzędowy**. Większe państwa, takie jak Stany Zjednoczone, Kanada, Brazylia, Rosja czy Australia, znajdują się w kilku strefach czasowych i poszczególne ich regiony mają różne czasy urzędowe. W ekstremalnych przypadkach czas urzędowy obowiązujący w danym miejscu dość znacznie może się różnić od czasu słonecznego (tak jest np. w niektórych państwach Chin).

W całej Unii Europejskiej zegarki są ustawiane według czasu urzędowego, który jedynie w przybliżeniu pokrywa się z czasem słonecznym, od ostatniej niedzieli października do ostatniej soboty marca. Ten okres nazywa się **czasem zimowym** dla odróżnienia go od **czasu letniego**, kiedy to wszystkie zegarki są przestawione o jedną godzinę do przodu. Czas letni trwa w całej Unii Europejskiej od ostatniej niedzieli marca do ostatniej soboty października.

Zmiany czasu mają spowodować efektywniejsze wykorzystanie światła dziennego, a co za tym idzie – oszczędność energii elektrycznej używanej do oświetlenia. Latem standardowy czas słoneczny jest przesuwany o godzinę do przodu, aby czas aktywności człowieka był lepiej dopasowany do godzin, w których jest najwięcej światła słonecznego (nie jest nam potrzebne to światło o 4.00 nad ranem!). Jako pierwsi czas letni wprowadzili Niemcy podczas I wojny światowej. W Polsce zmiany czasu z zimowego na letni i z letniego na zimowy wprowadzano od czasów II wojny kilkakrotnie, ale nieprzerwanie zmiana ta obowiązuje dopiero od 1977 roku.

DS

Więcej ciekawych doświadczeń znajdziesz w Laboratorium na stronie: www.swietlik.edu.pl

Obserwacje faz Księżyca

To doświadczenie składa się z dwóch części: pierwszej – trwającej 29 dni i drugiej – trwającej kilkanaście minut. Można je wykonać niezależnie od siebie.

Przyrządy i materiały

kartka papieru, coś do pisania, kawałek kredy (niekoniecznie), jabłko, patyk do nabicia jabłka, lampka dająca silne światło (najlepiej latarka)

Przygotowanie

1. Wybierz jakieś miejsce koło domu, z którego jest dobrze widoczny jak największy fragment nieba.
2. Określ w tym miejscu kierunki geograficzne (za pomocą kompasu lub wykonując doświadczenie „zegarek jako kompas”). Narysuj na kartce papieru tabelkę według wzoru:

Dzień	Pora dnia, w której obserwowano Księżyc	Kierunek geograficzny miejsca, w którym widzimy Księżyc	Kształt oświetlonej części Księżyca

To tylko fragment tabelki. Twoja tabelka powinna mieć przynajmniej 29 pustych wierszy.

Eksperyment

Część pierwsza

1. Codziennie szukaj Księżyca na niebie o stałych porach: rano (zaraz po przebudzeniu), tuż po zachodzie Słońca i wieczorem, przed pójściem spać.
2. Uzupełniaj tabelkę codziennie. Jeżeli któregoś dnia zapomnisz o obserwacji lub niebo będzie zachmurzone, albo nie będziesz mógł znaleźć Księżyca na niebie we wskazanych porach, możesz zapisać w tabelce: „brak obserwacji”.

Część druga (najlepiej wykonać ją w asyście drugiej osoby)

1. Nabij jabłko na patyk.
2. Na swojej lewej dłoni napisz E (albo: wschód), a na prawej W (albo zachód).
3. W ciemnym pomieszczeniu zapal małą lampkę na wysokości czubka swojej głowy, w odległości ponad 1 m od siebie. Wyobraź sobie, że to jest Słońce.
4. Stań przodem do lampki. Umocuj patyk z jabłkiem gdzieś po swojej lewej stronie, na wysokości ok. 20–30 cm powyżej głowy, w odległości nie większej niż pół metra od siebie. Wyobraź sobie, że to Księżyc. Patrząc cały czas prosto przed siebie, obracaj się dookoła swojej osi w lewą stronę. Wyobraź sobie, że jesteś kulą ziemską. Zapamiętaj, w którą stronę: Twojej lewej (E), czy prawej (W) dłoni zwrócona jest oświetlona część jabłka, gdy patrzysz na nie na wprost. Jaki jest kształt widzianej przez Ciebie, oświetlonej części jabłka? Gdzie wtedy znajduje się lampka?
5. Stań przodem do lampki. Umocuj patyk z jabłkiem („Księżyc”) gdzieś po swojej prawej stronie, na wysokości ok. 20–30 cm powyżej głowy w odległości nie większej niż pół metra. Patrząc cały czas prosto przed siebie, obracaj się dookoła swojej osi w lewą stronę. Zapamiętaj, w którą stronę: Twojej lewej (E), czy prawej (W) dłoni zwrócona jest oświetlona część jabłka, gdy patrzysz na nie na wprost. Jaki jest kształt widzianej przez Ciebie, oświetlonej części jabłka? Po której stronie: Twojej lewej (E) czy prawej (W) dłoni znajduje się wtedy lampka?
6. Umocuj patyk z jabłkiem naprzeciwko lampki, w odległości ok. 1,5 m od niej, na wysokości ok. 20–30 cm powyżej swojej głowy. Stań pomiędzy jabłkiem a lampką, przodem do lampki. Cały czas patrząc prosto przed siebie, obracaj się dookoła swojej osi w lewą stronę. Zapamiętaj wzajemne usytuowanie lampki i jabłka. Jaki kształt ma oświetlona część jabłka, gdy patrzysz na nie na wprost?

Obserwacja

1. Przypatrz się swoim notatkom w tabelce. Jaki był kształt oświetlonej części Księżyca, obserwowanego o zachodzie Słońca na południowej części nieba? Który kierunek geograficzny wskazywała wówczas oświetlona część prawdziwego Księżyca?
2. W którym kierunku (E czy W) zwrócona była oświetlona część jabłka, jeżeli podczas Twojego obrotu patrzyłeś na jabłko na wprost, a lampka znajdowała się po Twojej prawej stronie (czyli na zachodzie, W)?
3. Przypatrz się tabelce. Jaki był kształt oświetlonej części Księżyca, gdy był on widoczny na południowej części nieba wcześniej rano? Który kierunek geograficzny wskazywała wówczas oświetlona część tarczy prawdziwego Księżyca?
4. W którym kierunku (E czy W) zwrócona była oświetlona część jabłka, jeżeli podczas Twojego obrotu patrzyłeś na jabłko na wprost, a lampka znajdowała się po Twojej lewej stronie (czyli na wschodzie, E)?

Komentarz

Słońce jest gwiazdą znajdującą się najbliżej Ziemi. Księżyc nie jest gwiazdą, zatem sam nie wysyła światła. Może natomiast odbijać światło słoneczne.

Księżyc porusza się po orbicie dookoła Ziemi, a Ziemia porusza się po innej orbicie dookoła Słońca. Księżyc okrąża Ziemię w ciągu około 27,3 dni (jest to tak zwany **miesiąc sydereczny** lub **miesiąc gwiazdowy**) po orbicie, której płaszczyzna nie pokrywa się z płaszczyzną równika Ziemi. W czasie jednego pełnego obiegu Ziemi Księżyc wykonuje też jeden obrót dookoła własnej osi, dlatego ukazuje Ziemi stale tę samą stronę.

Oprócz wędrówki dookoła Słońca, Ziemia obraca się wokół własnej osi. Pełen obrót zajmuje jej w przybliżeniu 24 godziny.

Księżyc pojawia się na niebie w czterech postaciach zwanych **fazami Księżyca**. Są to: **nów** (Księżyc niewidoczny), **pierwsza kwadra** (Księżyc oświetlony w połowie i oświetlona

część tarczy powiększa się), **pełnia** (oświetlona cała tarcza Księżyca) i **ostatnia kwadra** (Księżyc oświetlony w połowie i oświetlona część tarczy zmniejsza się). Pomiedzy dwoma takimi samymi fazami Księżyca upływa 29,5 doby (jest to tak zwany **miesiąc synodyczny**).

Miesiąc synodyczny jest o ponad 2 dni dłuższy od miesiąca syderycznego. Czas ten jest potrzebny, aby Księżyc ponownie znalazł się w tym samym położeniu względem prostej Słońce–Ziemia. Na przykład: startując od sytuacji Księżyca w pełni po jednym miesiącu syderycznym zobaczymy, że Księżyc okrążył Ziemię o 360 stopni, ale w tym czasie Ziemia przesunęła się po swojej orbicie w wędrówce dookoła Słońca. Prosta Słońce–Ziemia obróciła się w tym czasie o ok. 30 stopni, czyli Księżyc dla obserwatora ziemskiego nie wrócił jeszcze do wyjściowego położenia względem Słońca. Potrzeba na to właśnie około 2 dodatkowych dni.

Kiedy w pierwszej części doświadczenia obserwujesz prawdziwy Księżyc na południowym niebie o zachodzie Słońca, to tak jakbyś w części drugiej doświadczenia widział jabłko na wprost, mając lampkę po swojej prawej stronie. Zauważysz wówczas, że jasna strona jabłka wskazuje kierunek zachodni (prawą dłoń, W). Oświetlona część prawdziwego Księżyca widocznego na południowym niebie tuż po zachodzie Słońca także wskazuje kierunek zachodni. Księżyc jest wtedy w pierwszej kwadrze.

Kiedy w pierwszej części doświadczenia obserwujesz Księżyc na południowym niebie o wschodzie Słońca, to tak jakbyś w części drugiej widział jabłko na wprost mając lampkę po swojej lewej stronie. Zauważysz wówczas, że jasna strona jabłka wskazuje kierunek wschodni (lewą dłoń). Oświetlona część prawdziwego Księżyca widocznego o wschodzie Słońca na południowym niebie także wskazuje kierunek wschodni. Księżyc jest wtedy w ostatniej kwadrze.

Kiedy w pierwszej części doświadczenia obserwujesz tarczę Księżyca oświetloną w całości, to Księżyc jest wtedy w pełni. W takiej postaci pojawia się na nocnym niebie. W drugiej części doświadczenia w analogicznej sytuacji obserwujesz w pełni oświetloną całą połowę jabłka.

DS

Polecamy stronę: <http://edu.i-lo.tarnow.pl/ast/sim/rzast/index.html> na której uczeń II klasy z tarnowskiego LO opisuje sposób wyznaczania faz Księżyca metodą fotograficzną.

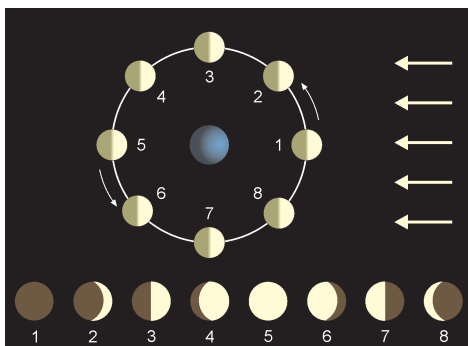
Jak zapamiętać znaczenie faz Księżyca – sztuczka mnemotechniczna

Patrząc na Księżyc możemy ocenić, w której fazie się znajduje:

Jeżeli ma kształt litery **D**, to znaczy, że się **D**opelnia, robi się **D**uży, **D**ąży do pełni – czyli nadchodzi pełnia. Jeżeli ma kształt litery **C**, to się **C**ofa, **C**iemnieje – **C**iemnieje, **C**hudnie – jest już po pełni.

Klasyczny sposób zapamiętywania tej zasady na podstawie podobieństw do liter C i D oparto w języku łacińskim na sformułowaniu *Luna mendax* (księżyc kłamca). W języku łacińskim słowo *Crescit* oznacza „rośnie, zwiększa się”, natomiast *Decrescit* – „maleje, zmniejsza się”. Kształt pierwszej litery jest więc odwrotny niż obserwowany kształt Księżyca.

Powyższe zasady dotyczą obserwatora znajdującego się na półkuli północnej. Na półkuli południowej sytuacja jest odwrotna, czyli Księżyc w kształcie litery C dąży do pełni, a w kształcie litery D – zmniejsza się. (Wikipedia).



Fazy Księżyca

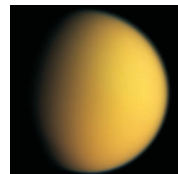
Zadania z „Lwiątką”

1. Największym księżycem w Układzie Słonecznym jest:

- A. Tytan, księżyc Jowisza,
- B. Ganimedes, księżyc Jowisza,
- C. Tytan, księżyc Saturna,
- D. Ganimedes, księżyc Saturna,
- E. ziemski Księżyc.



Ganimedes widziany przez sondę Galileo, w naturalnych kolorach



Zdjęcie Tytana wykonane przez sondę Cassini, w naturalnych barwach

2. Która z nazw Księżyca wiąże się z jego ruchem wokół Ziemi?

- A. Księżyc.
- B. Srebrny Glob.
- C. Miesiąc.
- D. Luna.
- E. Łysy.



3. Doba gwiazdowa, czyli czas jednego obrotu Ziemi wokół osi w układzie odniesienia gwiazd, jest od równo 24-godzinnej doby słonecznej krótsza o około

- A. 1/4 dnia,
- B. 0,5 h,
- C. 4 min,
- D. 0,5 s,
- E. Nie jest krótsza, jest taka sama.



4. Które zjawisko występuje na Księżycu?

- A. Tęcza.
- B. Zorza polarna.
- C. Zaćmienie Słońca.
- D. Echo.
- E. Wybuchy wulkanów.

5. Jeśli mieszkańcy Polski widzą pewnej nocy Księżyc w pełni, to na południu Afryki jest on wtedy widoczny

- A. w nowiu,
- B. także w pełni,
- C. w pierwszej kwadrze,
- D. w ostatniej kwadrze
- E. wcale nie jest widoczny, bo w Afryce jest wtedy dzień.



6. Różnica między zaćmieniem Słońca całkowitym a częściowym polega na tym, że

- A. przy całkowitym Księżyc znajduje się między Słońcem a Ziemią, a przy częściowym na odwrót,
- B. zaćmienie częściowe występuje w obszarze półcienia, a całkowite w obszarze cienia,
- C. zaćmienie całkowite występuje w obszarze półcienia, a częściowe w obszarze cienia,
- D. przy całkowitym cień Ziemi obejmuje cały Księżyc, a przy częściowym tylko część,
- E. przy całkowitym cień Księżyca obejmuje całą Ziemię, a przy częściowym tylko część.



ciowego ma szerokość ok. 4000 km. Ziemia się obraca (a Księżyc powoli przesuwa) i obszar cienia po niej wędruje. Pas zacienienia części (zacienienia całkowitego) jest bardzo wąski, szerokość nie przekracza 250 km – jest to pas, ponieważ zacienienie częściowe jest właśnie w obszarze półcienia. Pas pełnego cienia na powierzchni Ziemi dociera tylko części światła, a więc nie od wszystkich źródeł lub nie z wszystkich części źródła. Zatem źródło światła, lub jednego, ale rozciągniętego, półcieniem nazywa się obszar, do którego światła. Zatem całkowite zacienienie jest właśnie w obszarze cienia. W przypadku kilku cieniem rzucałym przez Księżyc na Ziemię. Cień to obszar, z którego nie widać źródła całkowite tam, gdzie Księżyc zasłania Słońce całkowicie. Jedno i drugie wiąże się z



Zad. 6. Prawidłowa odpowiedź: B

Uzasadnienie: Fazy ciała niebieskiego zależą od kąta pomiędzy kierunkiem, z którego patrzymy, a kierunkiem, z którego oświetla je Słońce (kąt jest bliski zeru w pełni, ma 90° w kwadrze, a bliski 180° podczas nowiu). Różnica między kierunkami widzenia Księżycą z dwóch punktów kuli ziemskiej nie przekracza 1°, a więc nie wpływa dostatecznie na fazę. Południowy kraniec Afryki ma podobną do Polski długość geograficzną. Niewielkie różnice czasu wschodu i zachodu Słońca nie przeszkadzają zauważeniu fazy Księżycy – mowa jest przecież o nocy, a nie o wieczorze ani ranku.

Zad. 5. Prawidłowa odpowiedź: B

Uzasadnienie: Gdy u Ziemi występuje zacienienie Księżycy – Księżyc kryje się w cieniu Ziemi – wtedy na Księżycu następuje zacienienie Słońca. Większość kraterów na powierzchni Księżycy pochodzi od uderzeń meteoroidów, nieliczne są śladami aktywności wulkanicznej, ale bardzo dawnej, gdy Księżyc był jeszcze geologicznie młody. Niewystępowanie echa i tęczy jest skutkiem braku atmosfery, a zorze polarne „potrzebują” atmosfery, i pola magnetycznego, którego Księżyc także nie posiada.

Zad. 4. Prawidłowa odpowiedź: C

Uzasadnienie: Ziemia obiega Słońce w tym samym kierunku, co obraca się wokół własnej osi (gdy patrzymy od strony bieguna północnego, jest to kierunek przeciwny do ruchu wskazówek zegara). W czasie jednej doby gwiazdowej przebywa mniej więcej 1/365 orbity wokół Słońca, przez co 1/365 doby, czyli około 4 minut.

Zad. 3. Prawidłowa odpowiedź: C

Uzasadnienie: Okres obiegu Księżycy wokół Ziemi to tzw. miesiąc synodyczny, liczący ok. 27,3 doby. Ze względu na wędrowną Księżycy razem z Ziemią w jej ruchu obiegowym wokół Słońca, fazy Księżycy, zależne od jego położenia względem Słońca, powtarzają się w dłuższym nieco cyklu. Okres zmienności faz Księżycy, tzw. miesiąc synodyczny, to ok. 29,5 doby – i to ten odłamek czasu był od starożytności podstawą budowania kalendarzy.

Zad. 2. Prawidłowa odpowiedź: C

Uzasadnienie: Średnica Ganimedesa to 5268 km (dla porównania planet Merkury ma średnicę 4880 km), Tytan, Księżyc Saturna, jest drugi co do wielkości, ze średnicą 5150 km. Ziemski Księżyc jest

Zad. 1. Prawidłowa odpowiedź: B

Prawidłowe odpowiedzi!



Konkursy Fizyczne

Polsko-Ukraiński Konkurs Fizyczny **LWIĄTKO 2009**



Konkurs rozgrywany jest jako test jednokrotnego wyboru na pięciu poziomach: klasy 1–2 gimnazjum; klasy 3 gimnazjum; klasy I liceum i technikum; klasy II liceum i technikum; klasy III liceum oraz III i V technikum. Więcej informacji na stronie: www.lwiatko.org

Wszelkie pytania prosimy kierować na adres: konkurs.lwiatko@o2.pl
Finał Konkursu 2009 odbył się 30 marca. Kolejna edycja już za rok.

* * *

Ogólnopolski Konkurs Nauk Przyrodniczych dla uczniów szkół podstawowych **ŚWIETLIK**

Organizowany przez Fundację dla Uniwersytetu Jagiellońskiego pod patronatem Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ



Konkurs składa się z jednego etapu w formie testu jednokrotnego wyboru. Dla każdej grupy wiekowej z klas 2–6 szkoły podstawowej przeznaczony jest osobny test. Uczniowie przygotowujący się do każdej edycji Konkursu mają za zadanie przeprowadzić zestaw **prostych eksperymentów** z użyciem przyrządów i przedmiotów domowego użytku. Informacje, testy próbne, doświadczenia i zgłoszenia: www.swietlik.edu.pl. Finał Konkursu 2009 odbył się 24 marca. **Zgłoszenia do III edycji Konkursu przyjmowane będą od 1 września 2009.**

Akademia Fizyki Lato 2009

Sesje naukowe dla uczniów i sesje dydaktyczne dla nauczycieli organizowane przez: Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego

Sesja dla gimnazjalistów:

**Szkiełko i oko czyli granice poznania
15 czerwca 2009**

Sesja dla licealistów:

**Wszechobecna energia
16–18 czerwca 2009**

Miejsce spotkań: IF UJ – ul. Reymonta 4, Kraków, w godz. 9.00–15.00

Szczegółowy harmonogram zostanie podany na początku czerwca 2009 na stronie internetowej: <http://www.if.uj.edu.pl/akademia/akademia.htm>

DLA SPOSTRZEGAWCZYCH

W *Neutrinie* 3 na str. 7 do artykułu „Energie małe, wielkie i takie sobie” wkradł się chochlik drukarski i trochę narozrabiał. Wśród uważnych uczniów, którzy znajdą błędy i napiszą do Redakcji podając prawidłowe wyniki, rozlosujemy ciekawe upominki.