Fizyka w chwili obecnej jest bardzo obszerną dziedziną wiedzy. Zajmuje się zarówno takimi wydarzeniami jak powstawanie gwiazd (astrofizyka), jak i własnościami rozmaitych „pospolitych” substancji, jak krochmal, ketchup, piasek.

Niektóre z działów fizyki zyskują swoją nazwę i stają się odrębnymi dziedzinami. Tak stało się np. z astrofizyką, nanotechnologiami, jak i geofizyką, czyli fizyką Ziemi. W tym zeszycie rozpoczynamy serię artykułów z geofizyki, zaczynając od opisu „działania” wulkanów. Życzymy miłej lektury i zachęcamy do eksperymentowania z wykorzystaniem podanych doświadczeń.

Z.G-M

Spis treści

Opowieści z życia gwiazd 1
Wulkany 5
Synchrotron w Krakowie 8
Turystyka naukowa 12
Doświadczenia 13
Lwiątko 2010 – wybrane zadania 20

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.

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Człowiek – najlepsza inwestycja

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

Opowieści z życia gwiazd



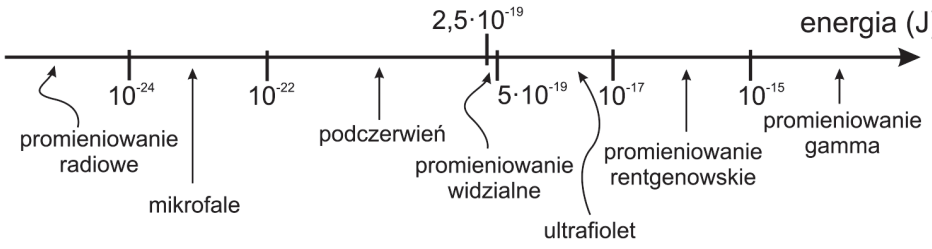
Pomimo tego, że tytułowe „gwiazdy” nie grywają w popularnych serialach, nie zdobywają medali na zawodach sportowych, ani nie mają pięknego głosu, ich życie obfituje w ciekawe zdarzenia, których żadna z „ziemskich gwiazd” nie doświadczy. Gwiazdy, o których będzie mowa, to ogromne, rozgrzane do wysokiej temperatury skupiska atomów różnych pierwiastków, przede wszystkim wodoru i helu. Możecie zapytać: ale skąd biorą się takie skupiska w Kosmosie?

Jak dochodzi do powstania gwiazd i czy żyją one wiecznie? A może znikają pewnego dnia, równie tajemniczo jak się pojawiły? Żeby odpowiedzieć na te i wiele innych pytań, astronomowie od dawna badają życie gwiazd. Do tej pory udało im się ustalić sporo szczegółów dotyczących tego, jak „rodzą się” i „umierają” te obiekty. Spróbujmy więc i my zapoznać się ze scenariuszem życia przeciętnej gwiazdy jednocześnie wyjaśniając, w jaki sposób naukowcy na powierzchni Ziemi badają te obiekty, nie wyruszając w Kosmos.

Wpatrując się w rozgwieżdżone niebo możemy zaobserwować setki gwiazd. Widzimy je, ponieważ wysyłają one światło, czyli widzialne promieniowanie elektromagnetyczne. Ludzie są w stanie zobaczyć tylko wąski zakres widma promieniowania wysyłanego przez gwiazdy. Częstość tego promieniowania odpowiada wszystkim kolorom tęczy. Światło wysyłane przez Słońce odbieramy jako białe (ze względu na mieszanie kolorów). Gwiazdy chłodniejsze są bardziej czerwone, te bielsze – bardziej gorące.

Za pomocą specjalnych przyrządów naukowcy mogą zbadać również inne rodzaje promieniowania elektromagnetycznego wysyłanego przez gwiazdy. Na przykład radioteleskopy służą do badania promieniowania radiowego i mikrofalowego, a specjalne detektory pozwalają badać promieniowanie podczerwone, nadfioletowe, rentgenowskie i promieniowanie gamma. Każdemu rodzajowi promieniowania odpowiada pewien charakterystyczny zakres energii (rys. 1).

Na przykład energia porcji (kwantu) promieniowania radiowego jest mniejsza od energii kwantu promieniowania mikrofalowego, a ta z kolei jest mniejsza od energii kwan-



Rys. 1. Widmo promieniowania elektromagnetycznego. Różne rodzaje promieniowania uszeregowane zgodnie ze wzrostem energii

tu promieniowania widzialnego. Promieniowanie o najwyższej energii to promieniowanie gamma. Różne typy promieniowania odpowiadają różnym procesom zachodzącym w gwiazdach więc badanie całego zakresu promieniowania pozwala zebrać informacje, na podstawie których możemy dowiedzieć się więcej o budowie i ewolucji gwiazd.

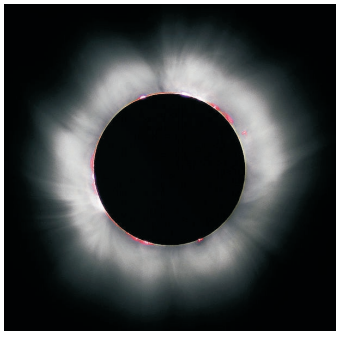
Narodziny gwiazdy

Odległości między poszczególnymi gwiazdami we Wszechświecie są olbrzymie, a przestrzeń pomiędzy nimi wypełniona jest bardzo rzadkim gazem atomów, jonów i cząsteczek (właściwie próżnia). Średnio, na jeden centymetr sześcienny przypada zaledwie jeden atom albo cząsteczka (dla porównania, w jednym centymetrze sześciennym powietrza znajduje się około 10^{19} czyli 10 000 000 000 000 000 000 cząsteczek!). W przestrzeni kosmicznej znajdują się jednak obszary, w których cząsteczki tworzą skupiska o większej gęstości. Gwiazdy rodzą się właśnie w takich gęstych i chłodnych *obłokach gazu i pyłu kosmicznego*. Jeśli w jakimś miejscu obłoku utworzy się lokalne zagęszczenie cząsteczek, to znajdujące się w jego pobliżu atomy i cząsteczki zostaną przyciągnięte do tego skupiska. Dzieje się tak pod wpływem siły grawitacji, czyli tej samej siły, która powoduje, że podrzucona w górę piłka spada na powierzchnię Ziemi. Im więcej cząsteczek w skupisku, z tym większą siłą przyciąga ono inne cząsteczki znajdujące się w sąsiedztwie. W ten sposób skupisko stopniowo powiększa się. Energia spadających ku środkowi skupiska cząsteczek jest zamieniana na ciepło, dlatego temperatura obłoku gazu i pyłu stopniowo rośnie. Wszystkie rozgrzane substancje wysyłają promieniowanie elektromagnetyczne. Początkowo, gdy temperatura skupiska jest niska, emituje ono przede wszystkim promieniowanie mikrofalowe, o niskiej energii[1]. W miarę wzrostu temperatury obłok zaczyna również wysyłać promieniowanie podczerwone. Gdy temperatura przekroczy pewną krytyczną wartość (około 3 000 000 kelvinów) możliwe staje się wystąpienie nowego zjawiska: jądra atomów wodoru (który jest pierwiastkiem najczęściej występującym w gwiazdach) mogą połączyć się, dając w wyniku jądro atomu helu. Zjawisko to nosi nazwę *syntezy* lub *fuzji jądrowej*. Podczas tego procesu wytwarzana jest bardzo duża ilość promieniowania, w tym również promieniowanie widzialne. Obłok rozgrzanego gazu zaczyna wówczas intensywnie świecić – mówimy, że narodziła się nowa gwiazda.

Dorastanie gwiazdy

Nowo powstała gwiazda ma budowę warstwową, podobnie jak cebula. Reakcja fuzji jądrowej zachodzi w samym wnętrzu gwiazdy. Tam też jest najgoręcej. W miarę oddalania się od środka temperatura maleje i osiąga najniższą wartość przy powierzchni gwiazdy, w tzw. *fotosferze*, czyli najniższej warstwie atmosfery gwiazdy. Powyżej znajduje się jeszcze korona – obszar bardzo gorącego, ale mocno rozrzedzonego gazu (to właśnie tę warstwę widać podczas całkowitego zaćmienia Słońca).

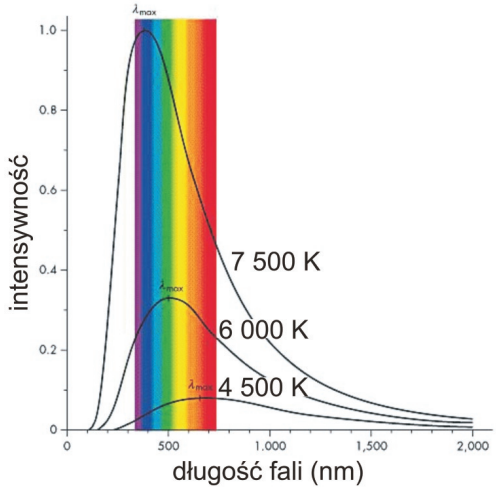
Większość docierającego do naszych oczu światła widzialnego pochodzi z fotosfery. W zależności od temperatury powierzchni gwiazdy, docierające do nas promieniowanie może zawierać różne proporcje poszczególnych kolorów. Gwiazdy o niskiej temperaturze wysyłają dużo więcej promieniowania czerwonego niż



Korona słoneczna widziana podczas całkowitego zaćmienia Słońca w 1999 roku (Wikipedia)

[1] Przypominamy (patrz *Neutrino* 7), że energia kwantu promieniowania wiąże się z częstością $E = h\nu$ (gdzie h – stała Plancka, ν – częstotliwość), a częstość z długością fali $\nu = c / \lambda$, gdzie c – prędkość światła w próżni.

niebieskiego i dlatego widzimy je jako czerwone. Natomiast bardzo gorące gwiazdy wysyłają dużo więcej promieniowania niebieskiego, co nadaje im niebieskawe zabarwienie. Gwiazdy o pośredniej temperaturze wysyłają najwięcej światła o kolorze pomarańczowym, żółtym i zielonym, co nasze oczy postrzegają jako kolor żółty.

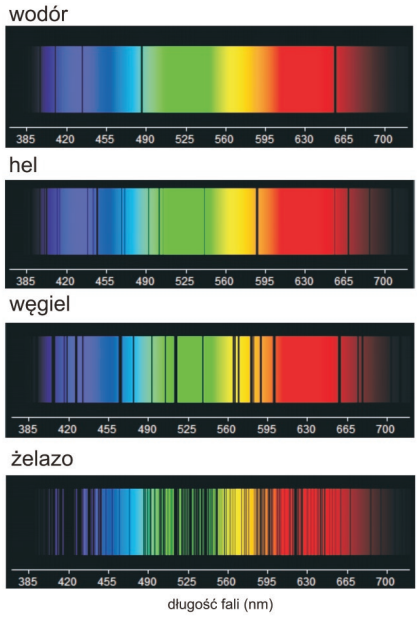


Rys. 2. Widma promieniowania różnych typów gwiazd

Rysunek 2 przedstawia trzy krzywe obrazujące udział poszczególnych barw występujących w promieniowaniu gwiazd o różnej temperaturze powierzchni. Najniższa krzywa odpowiada promieniowaniu gwiazdy o temperaturze równej 4500 K. Promieniowanie tej gwiazdy zawiera najwięcej koloru czerwonego i pomarańczowego. W przypadku gwiazdy o temperaturze powierzchni równej 6000 K (krzywa środkowa) proporcje kolorów są inne – tutaj najwięcej jest koloru żółtego i zielonego. Trzecia krzywa przedstawia promieniowanie najgorętszej gwiazdy (temperatura powierzchni równa 7500 K), w którym dominuje barwa niebieska i fioletowa. Badając skład promieniowania docierającego do nas z gwiazdy można więc określić temperaturę jej powierzchni.

Ale to nie wszystko. Obecność atomów różnych pierwiastków i cząsteczek znajdujących się w fotosferze powoduje, że promieniowanie o pewnych energiach zostaje pochłonięte w tej warstwie. To tak, jakby oglądać światło lampy przez kolorowy filtr. Pewne kolory zostają usunięte i do oka dociera tylko ta część światła, która nie została pochłonięta przez filtr. Atomy i cząsteczki to takie bardzo precyzyjne „filtry". Każdy atom lub cząsteczka „wycina" promieniowanie o pewnych konkretnych energiach. Zbiór energii charakterystycznych dla danego atomu lub cząsteczki stanowi jego „osobisty" podpis lub „odcisk palców". Na rysunku 3 przedstawiono przykłady takich „podpisów" dla atomów wodoru, helu, węgla oraz żelaza.

Na tle zakresu promieniowania widzialnego widać czarne prążki odpowiadające promieniowaniu pochłoniętemu przez konkretny pierwiastek. Dzięki temu, sprawdzając, których energii promieniowania brakuje w docierającym do nas promieniowaniu, można zidentyfikować obecne w fotosferze gwiazdy atomy i cząsteczki. Badanie promieniowania gwiazd pozwala więc określić ich skład chemiczny.



Rys. 3. Widma absorpcyjne, czyli „osobiste podpisy" kilku pierwiastków

Koniec i nowy początek

Podczas całego swojego życia gwiazda balansuje na granicy równowagi. Z jednej strony tworzące ją atomy przyciągane są stale w kierunku środka gwiazdy. Z drugiej jednak strony wydostające się z jej wnętrza promieniowanie „rozdmuchuje" atomy i cząsteczki, spychając je ku zewnętrznym warstwom gwiazdy. Jeśli żadna z tych tendencji nie dominuje, to gwiazda jest w stanie równowagi. Jej wielkość nie zmienia się – gwiazda ani się nie zapada ani nie rośnie. Jednak przebiegająca wewnątrz gwiazdy reakcja łączenia się jąder atomów (reakcja fuzji) nie może trwać wiecznie. Kiedy cały obecny we wnętrzu gwiazdy wodór zostaje zamieniony na hel, gwieździe zaczyna brakować „paliwa" i zaczyna ona świecić mniej intensywnie. Zmniejszenie ilości wysyłanego promieniowania wytrąca gwiazdę z równowagi i tworzące ją cząsteczki zostają przyciągnięte ku jej środkowi – gwiazda robi się coraz mniejsza, a jej gęstość zwiększa się, jednocześnie temperatura w jej wnętrzu rośnie. Jeśli gwiazda jest wystarczająco masywna, to temperatura może wzrosnąć tak bardzo, że w jej wnętrzu może rozpocząć się kolejna reakcja syntezy – tym razem to jądra atomów helu połączą się razem, by utworzyć jądro atomu węgla. Ponieważ reakcja ta powoduje na nowo emisję dużej ilości promieniowania, rozmiary gwiazdy ponownie wzrosną. W zależności od początkowej masy gwiazdy może dochodzić do kilku takich cykli „wygasania" i ponownego „zapalania" się gwiazdy. Ostatecznie gwiazda albo wygasa całkowicie, albo wybucha gwałtownie, wysyłając przy tym w przestrzeń kosmiczną olbrzymią ilość promieniowania o bardzo dużej energii (promieniowanie rentgenowskie i gamma). Taka kosmiczna eksplozja zwana „supernową" jest bardzo widowiskowa. Supernowe były już niejednokrotnie obserwowane przez astronomów. Pozostałe po wygaśnięciu lub wybuchu gwiazdy cząsteczki i atomy tworzą materiał mogący kiedyś wejść w skład nowej gwiazdy. W ten sposób kończy się cykl życia gwiazdy.

KC

Wulkany

Wulkanem ludzie nazywają stożkowatą górę z kraterem, z którego mogą się wydobywać gazy i lawa. Nie jest to ścisła nazwa, bowiem w geologii wulkanem nazywamy miejsce, gdzie z wnętrza Ziemi wydobywają się lawa, odłamki skalne, popioły i gazy. Nie musi być to stożek. Wyrzucana lawa może być bardzo gorąca i wtedy lawa świeci na czerwono. Z tego powodu erupcje, czyli wybuchy wulkanu, starożytni związali z rzymskim bogiem ognia i kowalstwa *Vulcanusem*.



Erupcja wulkanu Stromboli w 1980 roku na wysokość 100 m (źródło: Internet)

Wulkany mogą znajdować się w stanie czuwania albo w stanie erupcji. Wyróżniamy:

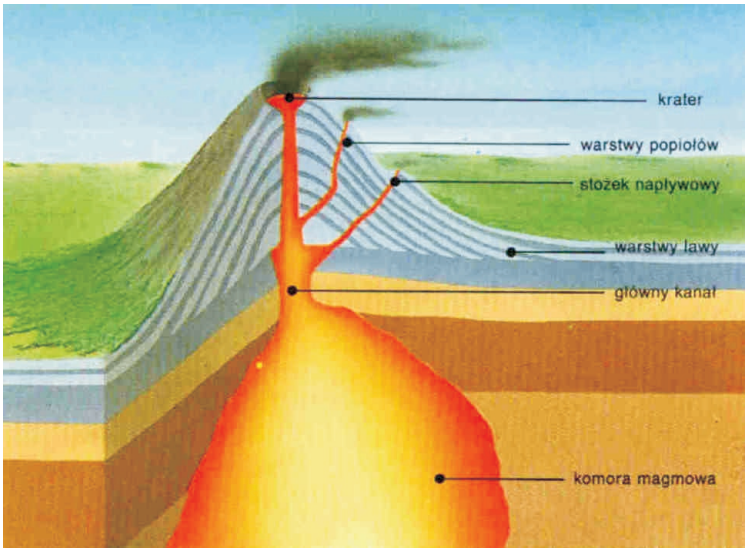
- **wulkany czynne**, czyli takie, które stale lub sporadycznie objawiają swoją działalność (np. włoskie wulkany Wezuwiusz, Etna, Stromboli),
- **wulkany drzemiące**, takie których działalność zaobserwowano i udokumentowano w czasach historycznych (np. japońska góra Fudżi, wulkan Tambora),
- **wulkany wygasłe**, których działalność nie została wprawdzie zaobserwowana w czasach historycznych, lecz jest rozpoznana przez geologów. Można je znaleźć między innymi w Polsce i w Niemczech. Są to charakterystyczne stożki wulkaniczne.

Powstawanie wulkanów

Powstawanie i erupcja wulkanów są wynikiem procesów geologicznych zachodzących we wnętrzu Ziemi, a te są związane z budową Ziemi (polecamy artykuł w następnym zeszycie). Procesy te zachodzą bardzo powoli i potrzeba setek, a nawet tysięcy lat na to, aby efekty ich działania stały się widoczne. Niekiedy jednak proces taki przebiega niezwykle gwałtownie, a jego katastrofalne skutki widoczne są natychmiast. Takim właśnie zjawiskiem są trzęsienia Ziemi i wybuchy wulkanów. Głęboko pod skorupą ziemską, w płaszczu Ziemi, znajduje się płynna magma, czyli roztopiona gorąca skała. Uwalniane z magmy gazy wytwarzają olbrzymie ciśnienie, które wpycha magmę do tzw. komór magmowych. Komory magmowe są to wielkie szczeliny w skałach skorupy ziemskiej, stanowiące swe-

go rodzaju „magazyny", skąd magma jest wypychana w górę. Gorąca magma topi skały stojące jej na drodze i drąży kanał aż wydostanie się spod skorupy ziemskiej na zewnątrz. Kiedy płynna magma dociera do powierzchni nazywana jest lawą. Prawie zawsze erupcjom lawy towarzyszą trujące gazy: dwutlenek węgla, siarkowodór, metan, chlor, dwutlenek siarki, chlorowodór i wodór. Wydostając się z wulkanu lawa osiąga temperaturę około 1000°C i może spływać po zboczach wulkanu z prędkością ponad 165 m/s! Im dalej od krateru, tym ruch lawy staje się wolniejszy, a temperatura oczywiście niższa. W zależności od rodzaju wyrzucanego materiału, jego temperatury i lepkości tworzą się rozmaite wulkany, np. stożkowe, tarczowe (bardziej szeroko rozlane) czy kopulaste. Wszystko zależy od płynności lawy i stopnia nachylenia zbocza wulkanu. Po wybuchu sytuacja może powrócić do stanu równowagi, może jednak oznaczać początek jakiejś większej katastrofy, jak kolejne wybuchy tego samego lub sąsiadujących wulkanów. W chwili obecnej naukowcy nie potrafią jeszcze przewidywać wybuchów wulkanów.

Lawa zastygła na zboczach wulkanów tworzy bardzo żyzną glebę, dlatego ludzie, nie bacząc na niebezpieczeństwo kolejnych erupcji, osiedlają się w pobliżu wulkanów. Często w kraterach nieczynnych wulkanów powstają jeziora.



Schemat powstawania i działania wulkanu (źródło: Internet)

Geograficzne rozmieszczenie wulkanów na Ziemi jest ściśle związane z obszarami aktywnych trzęsień Ziemi, z budową skorupy ziemskiej, która składa się z tzw. płyt litosfery. W miejscach, gdzie płyty nacierają na siebie, jedna płyta litosfery zagłębia się pod drugą, wulkany powstają wzdłuż ich krawędzi. Największe skupiska wulkanów na świecie znajdują się w Indonezji (ok. 80 wulkanów aktywnych, 100 drzemiących) i wzdłuż tzw. „Drogi Wulkanów" z 30 stożkami w Ekwadorze.

W czasach historycznych mieliśmy okazję do obserwacji narodzin wulkanów. Wysepka **Surtsey** u brzegów Islandii powstała na skutek podmorskiej erupcji wulkanicznej, która rozpoczęła się na głębokości 130 metrów i wyłoniła się na powierzchnię 14 listopada 1963 roku. Wyspa osiągnęła swą największą powierzchnię – 2,7 km^2. Od tego czasu wpływy fal i wiatru powodują erozję i stałe zmniejszanie się powierzchni wyspy (w 2002 pozostało tylko 1,4 km^2 powierzchni).

Nowa wyspa została nazwana imieniem boga ognia Surtra z mitologii nordyckiej. Już podczas jej tworzenia była obiektem intensywnych badań wulkanologów, a od zakończenia erupcji stanowi przedmiot zainteresowania botaników i biologów, obserwujących stopniowy rozwój życia na początkowo jałowej powierzchni. Podmorskie kominy wulkaniczne, które utworzyły wyspę Surtsey, stanowią część podmorskiego systemu wulkanicznego archipelagu wysp Vestmannaeyjar, znajdującego się na śródoceanicznym grzbiecie nazywanym Grzbietem Śródatlantyckim. W 2008 roku wyspę wpisano na listę światowego dziedzictwa UNESCO.



Powstawanie wysepki Surtsey (źródło: Internet)

Szacuje się, że w ciągu ostatnich 10 tys. lat na kuli ziemskiej czynnych było 1500 wulkanów. W tym czasie miało miejsce około 7900 erupcji. W chwili obecnej mamy około 800 czynnych wulkanów. Ponad połowa z nich znajduje się na obszarze lądowym. Ponadto można spotkać kilka tysięcy nieczynnych wulkanów na lądzie oraz kilkadziesiąt tysięcy pod wodą.

Wybuch wulkanu Eyjafjallajokull

14 kwietnia 2010 wszystkie agencje prasowe nadały komunikat brytyjskich władz lotniczych: „Z powodu chmury popiołów z wulkanu Eyjafjallajokull na Islandii od godz. 13:00 do co najmniej 19:00 (czasu polskiego) zawieszone zostaną loty ze wszystkich londyńskich lotnisk. O godzinie 10:00 zamknięto przestrzeń powietrzną nad Norwegią. Chmura pyłu wulkanicznego z czynnego wulkanu ogranicza widoczność.” Kilkaset osób mieszkających w pobliżu wulkanu musiało opuścić domy. Słup dymu i popiołu z islandzkiego wulkanu osiągał wysokość 11 tysięcy metrów. Pył wulkaniczny, który jest jednym z produktów wybuchu wulkanu, składa się z mikroskopijnych cząsteczek szkła, sproszkowanych skał i krzemianów, które mogą długo utrzymywać się w powietrzu. Geolog Mirosław Rutkowski z Państwowego Instytutu Geologicznego uspokajał, że pył nie jest specjalnie groźny dla zdrowia. Chmury popiołów z wulkanu są jednak zabójcze dla samolotów odrzutowych. Po dostaniu się do silników działają jak papier ścierny, powodując zatarcie silników. Niszczą również poszycie samolotów.

Co dalej? – Scenariusze mogą być bardzo różne – odpowiadał geolog Mirosław Rutkowski – następny wybuch Eyjafjallajokull raczej nie grozi. Ten wybuch będzie się przeradzał w erupcję lawową. Będzie dużo pary wodnej, która unosi się z topniejącego lodowca.

Ale to nie oznacza, że zbliża się koniec kłopotów. – Wszyscy mają obawy o sąsiedni znacznie większy wulkan Katla, który jest jakby sprzężony z Eyjafjallajokull. W ciągu ostatnich 1100 lat wybuchał trzy razy – prekursorem zawsze były wybuchy Eyjafjallajokull – mówił Rutkowski w komentarzach Radia TOK FM.



Polecamy galerię zdjęć pod adresem:

http://www.boston.com/bigpicture/2010/04/more_from_eyjafjallajokull.html

Z.G-M

Synchrotron w Krakowie

W Krakowie, na obszarze III Campusu UJ, zostanie wybudowane (kosztem 143 milionów złotych) urządzenie zwane synchrotronem. Planowana data jego uruchomienia to 2014 rok. Przy budowie, a potem eksploatacji synchrotronu, znajdzie zatrudnienie kilkudziesięciu młodych fizyków, elektroników, mechaników i informatyków. Znacznie więcej naukowców będzie mogło pracować na nim w charakterze użytkowników promieniowania synchrotronowego. Gdy sukcesywnie zbudowane zostaną kolejne linie pomiarowe, to w ciągu roku nawet ponad 1000 osób będzie mogło wykonywać swoje badania naukowe na pierwszym polskim synchrotronie.

Co to jest synchrotron

Synchrotron jest dużym urządzeniem badawczym, w którym elektrony są przyspieszane do prędkości bliskich prędkości światła. W czasie tego przyspieszania elektrony wysyłają promieniowanie tzw. synchrotronowe, czyli promieniowanie elektromagnetyczne o wysokich energiach, które znajduje zastosowanie w rozmaitych badaniach naukowych.

Synchrotron jest rodzajem akceleratora, czyli przyspieszacza naładowanych cząstek. W Krakowie będą przyspieszane elektrony.

Jak działa synchrotron

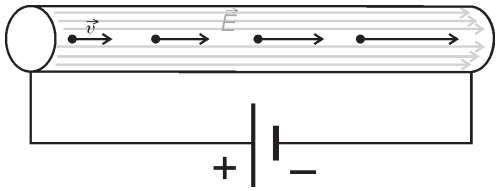
Aby zrozumieć zasadę działania synchrotronu trzeba przypomnieć sobie (lub poznać) kilka faktów z fizyki. Sama zasada działania synchrotronu jest prosta, aczkolwiek już praktyczna realizacja bardzo pomysłowa i dość skomplikowana.



Makieta budynku, w którym znajdzie się krakowski synchrotron

A oto niezbędna wiedza potrzebna do zrozumienia działania synchrotronu.

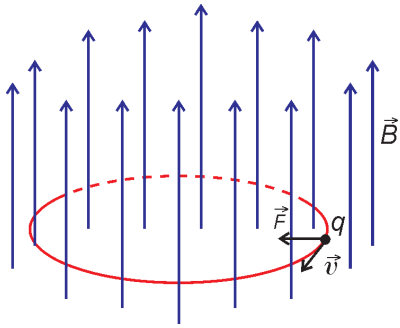
- Cząstki naładowane przyspieszane są w polu elektrostatycznym, np. pomiędzy okładkami kondensatora w synchrotronie.



Cząstki o ładunku dodatnim q przyspieszane w polu elektrostatycznym $\vec{E}$

Pole elektrostatyczne przyspiesza cząstki, zyskują one energię kinetyczną. Pierwsze akceleratory, czyli przyspieszacze cząstek, były liniowe. Stanowił je długi, prosty tunel, w którym pole elektrostatyczne przyspieszało naładowane cząstki. W dłuższym tunelu cząstki można było bardziej przyspieszyć. Te akceleratory stwarzały jednak liczne problemy konstrukcyjne. By rozwiązać niektóre z nich fizycy wymyślili urządzenie zwane cyklotronem.

- Zgodnie z elektrodynamiką klasyczną, naładowana cząstka, która wpadanie w jednorodne pole magnetyczne, porusza się po okręgu ze stałą szybkością (to znaczy, że ma stałą energię kinetyczną). Pole magnetyczne może utrzymywać naładowane cząstki w ograniczonym obszarze, cząstki nie uciekają z pola.

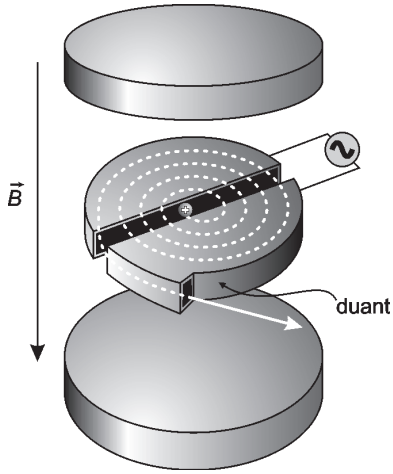


Na cząstkę poruszającą się prostopadle do pola magnetycznego działa siła Lorentza prostopadła do wektorów prędkości i indukcji pola magnetycznego; siła ta pełni rolę siły dośrodkowej:

$$F = q\,v B = \frac{m v^2}{r}$$

gdzie m – masa cząstki, q – jej ładunek, $\vec{v}$ – prędkość, r – promień toru ruchu, $\vec{B}$ – indukcja pola magnetycznego.
Siła Lorentza utrzymuje ładunek krążący po okręgu o promieniu r, ze stałą szybkością v, zatem jego energia kinetyczna jest stała. Tak jest dla cząstki klasycznej, czyli poruszającej się z szybkością v dużo mniejszą od szybkości światła c.

- A jak działa cyklotron? Fizycy podzielili komorę ze stałym polem magnetycznym na dwie części (duanty) tak, aby przyłożone między nimi pole elektryczne mogło przyspieszać naładowane cząstki krążące po coraz większym okręgu. W miarę przyspieszania, czyli zwiększania szybkości, cząstki poruszają się po torze o coraz większym promieniu.



- Prawa elektrodynamiki mówią, że przyspieszane (czy hamowane) naładowane cząstki emitują promieniowanie elektromagnetyczne, unoszące energię. W cyklotronie nie można zbytnio przyspieszać cząstek, **ponieważ przy dużych szybkościach cząstki stają się relatywistyczne**, ich masa wzrasta; zaczyna też być znaczące (niechciane w tym przypadku) tzw. promieniowanie synchrotronowe.

Kolejnym krokiem naprzód w budowie kołowego akceleratora cząstek był synchrotron. Nazwa oddaje cechę urządzenia, które w sposób idealnie zsynchronizowany „taktuje" zmianami przyspieszającego pola elektrycznego i pola magnetycznego utrzymującego elektrony na orbicie kołowej.

W synchrotronie elektrony są najpierw przyspieszane do bardzo wysokich energii, a potem krążą z prędkością dochodzącą do prędkości światła w pierścieniu o obwodzie kilkudziesięciu, a czasami nawet kilkuset metrów. W każdym punkcie zakrzywienia ich toru, elektrony emitują promieniowanie elektromagnetyczne, wykorzystywane do dalszych badań.

Co sprawia, że promieniowanie synchrotronowe jest tak użyteczne w badaniach

Promieniowanie synchrotronowe ma specjalne własności decydujące o jego przydatności do badań. Ma ono duże natężenia (przewyższające intensywność wszystkich znanych źródeł promieniowania elektromagnetycznego o kilka rzędów wielkości), jest dobrze skolimowane (czyli zogniskowane). Wiązka takiego promieniowania zawiera fotony o szerokim zakresie energii, od dalekiej podczerwieni do tzw. twardych promieni rentgenowskich, posiada tez wysoki stopień polaryzacji liniowej lub kołowej. Takie własności promieniowania synchrotronowego sprawiają, że za jego pomocą można wykonać badania i analizy, których praktycznie nie da się przeprowadzić stosując inne źródła.

Promieniowanie synchrotronowe ma zastosowanie w badaniach naukowych i technologicznych wielu dziedzin nauki i techniki: w fizyce, chemii, materiałoznawstwie, geologii, mineralogii, biochemii, farmakologii, biologii i medycynie.

Na świecie pracuje kilkadziesiąt synchrotronów, najwięcej w Japonii i USA. W krajach Europy Zachodniej działa około 10 synchrotronów. Ciągle budowane są nowe.

Krakowski akcelerator liniowy, budowany na terenie III Campusu UJ, będzie przyspieszał elektrony do energii 0,7 GeV[1]. Następnie elektrony będą wstrzykiwane do pierścienia akumulującego o obwodzie 96 metrów. Tam będą mogły być dalej przyspieszane do energii 1,5 GeV. Promieniowanie synchrotronowe generowane w magnesach odchylających kierowane będzie do kilkunastu linii pomiarowych, przeznaczonych do prowadzenia badań różnymi metodami dla potrzeb wielu dziedzin. Obecnie około 300 polskich uczonych prowadzi swoje badania naukowe dzięki współpracy z kolegami z zagranicznych ośrodków synchrotronowych, w przyszłości oni i ich koleżanki i koledzy z różnych krajów będą mogli prowadzić badania w Krakowie.

Skorzystano z: „PAUza Akademicka” Nr 75/76, 1–8 kwietnia 2010, s. 2, *Synchrotron w Krakowie*, Krzysztof Królas, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego, UJ.

Polecamy też: „Wiedza i Życie”, *Fantastyczne światło*, Jarosław Chrostowski, nr 4/2009.



Wnętrze hali synchrotronu w Lund w Szwecji

Z.G-M

[1] GeV, czyli gigaelektronowolt, 1 GeV = 1,6 · 10^{-10} J.

Turystyka naukowa

Obserwatorium wulkaniczne we Włoszech

We Włoszech nad Zatoką Neapolitańską znajduje się wulkan Wezuwiusz, jeden z pięciu najniebezpieczniejszych wulkanów świata. Początki jego aktywności sięgają okresu sprzed ok. 16 tys. lat. Najbardziej znana erupcja miała miejsce w I wieku n.e., dokładnie 24 sierpnia 79 roku i zostały zniszczone wtedy miasta: Pompeje, Herkulanum i Stabie.

W 1841 roku zostało ufundowane najstarsze w świecie obserwatorium wulkaniczne *Osservatorio Vesuviano*. Znajduje się ono pomiędzy Ercolano i Torre del Greco na Valle del Salvatore. Obecnie obserwatorium rejestruje przez całą dobę wszystkie ruchy sejsmiczne we wnętrzu wulkanu, a także trzęsienia Ziemi. Pracownicy muzeum współpracują z wulkanologami z całego świata. W muzeum można oglądać wystawy ukazujące osiągnięcia wulkanologów.

Przed wyjazdem polecamy stronę: http://www.ov.ingv.it/index_eng.htm

W Polsce znajdują się pozostałości po nieczynnych wulkanach. Polecamy stronę: http://edu.pgi.gov.pl/muzeum/wulkany/wstep.htm

Góra Ostrzyca koło Proboszczowa wygląda jak stożek wulkaniczny i stanowi rezerwat przyrody nieożywionej. Zbudowana jest z czarnej skały – bazanitu – o drobnych, nierozróżnialnych makroskopowo kryształach; stanowi prawdopodobnie jedynie fragment stożka wulkanicznego.





Na wzgórzu Rataj na południe od Myśliborza są tzw. małe organy myśliborskie. Na bazaltowej ścianie znajduje się doskonale rozwinięty system ciosu kolumnowego. Cienkie słupy układają się wachlarzowato. Forma ta mogła być niewielkim czopem wulkanicznym.

Doświadczenia[1]

W proponowanych dwóch doświadczeniach zbadamy substancje, o których fizycy mówią „ciecze nienewtonowskie". Cieczami newtonowskimi są np. woda, spirytus, herbata.

Ketchup



Przyrządy i materiały:

- ketchup w przezroczystej, plastikowej (giętkiej) butelce (butelka powinna być wypełniona ketchupem najwyżej do połowy)
- olej lub miód w przezroczystej, giętkiej butelce (butelka powinna być wypełniona cieczą najwyżej do połowy)

Uwaga: najlepiej, gdyby obie butelki były zrobione z podobnego tworzywa.

Eksperyment:

Obróć butelkę z miodem lub olejem tak, aby ciecz znalazła się u góry. Zaobserwuj zachowanie cieczy.

Następnie obróć butelkę z ketchupem tak, aby ketchup znalazł się u góry. Zaobserwuj zachowanie cieczy.

Obserwacja:

- Czy olej lub miód natychmiast zaczyna spływać w dół po obróceniu butelki do góry dnem?
- Czy ketchup natychmiast zaczyna spływać w dół po obróceniu butelki do góry dnem?

Komentarz:



Głównym źródłem sił oporu pojawiających się przy ruchu ciał stałych w cieczach jest **lepkość**, charakteryzowana przez współczynnik lepkości. Im większy współczynnik lepkości cieczy, tym trudniej na przykład wylać ją z naczynia. Nie należy mylić współczynnika lepkości cieczy z gęstością cieczy. Olej jest bardziej lepki od wody, ale ma jednocześnie mniejszą niż woda gęstość.

Współczynnik lepkości wielu cieczy zmienia się jedynie pod wpływem zmian ich temperatury (a nie zależy np. od szybkości ciała poruszającego się w tej cieczy). Ze względu na tę własność ciecze takie nazywane są ogólnie **cieczami newtonowskimi** (czytaj: niutonowskimi), od nazwiska słynnego fizyka, Izaaka Newtona, który zajmował ich badaniem. Do cieczy newtonowskich należą na przykład: woda, olej i miód.

Ketchup należy do tych cieczy, których współczynnik lepkości zależy zarówno od temperatury jak i od szybkości. Ciecze takie nazywamy **cieczami nienewtonowskimi** (czytaj: nieniutonowskimi). W przypadku ketchupu, jego lepkość zależy od szybkości: im większa szybkość ketchupu wypływającego z butelki, tym lepkość ketchupu mniejsza, czyli np. tym mniejsza siła równoległa do ścianek butelki, hamująca ruch ketchupu po ściankach w dół. W ketchupie zatem **opór lepki maleje wraz ze wzrostem szybkości** poruszającego się w nim ciała.

[1] Część doświadczeń pochodzi z Ogólnopolskiego Konkursu Nauk Przyrodniczych „Świetlik" oraz Projektu Feniks.

Skrobia w zimnej wodzie

Przyrządy i materiały:

- szklanka z zimną wodą
- szklanka mąki ziemniaczanej
- talerz lub miska
- łyżka



Eksperyment:

Wlej do miski pół szklanki wody. Powoli wsypuj mąkę do wody w misce, ciągle mieszając cały roztwór łyżką. Gdy mieszanie stanie się bardzo trudne, przestań mieszać i odłóż łyżkę. Bardzo powoli zamieszaj palcem roztwór w misce. Następnie uderz bardzo gwałtownie całą pięścią w powierzchnię mieszaniny.

Uwaga: Jeżeli mieszanina rozprysła się na boki, należy dosypać jeszcze trochę mąki, wymieszać i uderzyć pięścią jeszcze raz.

Obserwacja:

- Jak zachowywała się substancja podczas dodawania skrobi do miski?
- Po zaprzestaniu mieszania – co się działo z substancją podczas powolnego mieszania jej palcami?
- Jak zachowywała się substancja, gdy została mocno uderzona pięścią?
- Kiedy mieszanina nie przylepiła się do palców: wtedy, gdy była powoli mieszana palcem, czy wtedy gdy uderzono ją mocno i gwałtownie?

Komentarz:

Podstawowym składnikiem proszku do robienia budyniu jest **skrobia ziemniaczana**. Kiedy robimy sobie budyń, najpierw musimy wymieszać skrobię z zimną wodą. W tym czasie cząsteczki wody otulają cząsteczki skrobi ziemniaczanej, tworząc dla nich jakby „kołderki" (takie kołderki nie tworzą się w ciepłej wodzie, dlatego budyń przed i po ugotowaniu wygląda zupełnie inaczej).

Gdy w zimnej wodzie znajduje się mało skrobi, łatwo jest nam ją mieszać zarówno szybko, jak i powoli, podobnie, jak łatwo jest mieszać wodę o dowolnej temperaturze. Kiedy jednak dosypiemy wystarczająco dużo mąki ziemniaczanej, mieszanina zaczyna zachowywać się zupełnie inaczej. Kiedy mieszamy ją powoli, to właściwie nie stawia oporu (lepkiego) i oblepia nam palce. Natomiast, gdy miesza się ją gwałtownie lub w nią uderza, to mieszanina stawia bardzo duży opór i nie oblepia dłoni. Przy gwałtownym mieszaniu skrobia staje się twarda i prawie „sucha". To dlatego, że mocne, szybkie uderzenie wyciska wodę spomiędzy cząsteczek skrobi, czyli pozbawia je na chwilę „kołderek", a to, co pozostaje pod dłonią, to prawie czysta, „sucha" skrobia.

Skrobia z zimną wodą jest kolejnym przykładem **cieczy nienewtonowskiej**. Jednak w przeciwieństwie do ketchupu, skrobia z zimną wodą jest typem cieczy, w której **opór lepki rośnie wraz ze wzrostem szybkości ciała** poruszającego się w tej cieczy (np. naszej łyżki) lub ze wzrostem wartości siły przyłożonej do cieczy prostopadle do jej warstw (np. siły wywieranej przez dłoń uderzającą w taflę cieczy).



Kolejnym przykładem niezwykłej cieczy jest przechłodzona woda, czyli ciecz H_2O w temperaturze poniżej 0°C!

Przechłodzona woda

Przygotuj:

- półlitrowa plastikowa butelka wody mineralnej niegazowanej, oryginalnie zamknięta (Redakcja wykonała doświadczenie z wodą „Żywiec")
- zamrażalnik (można do zamrażalnika włożyć 2 butelki, gdyby przypadkiem doświadczenie nie udało się za pierwszym razem)
- zegarek
- stół w pobliżu zamrażalnika

Uwaga – przygotowanie tego doświadczenia trwa ok. 2 godzin.

Zadanie:

1. Wstaw obie butelki z wodą do zamrażalnika, w którym panuje temperatura ok. –18°C. **Butelki powinny stać pionowo**.
2. Odczekaj co najmniej 2 godziny, jednak nie dłużej niż 4.

Eksperyment:

1. **Ostrożnie** wyjmij butelkę i postaw ją na stole. Staraj się nie zgniatać butelki! Stół powinien znajdować się w pobliżu zamrażalnika, żeby nie trzeba było butelki przenosić zbyt daleko.
2. Nie dotykając butelki sprawdź, czy jest w niej lód.
3. Jeśli w butelce znajduje się sama woda, podnieś butelkę ponad stół i energicznie uderz nią w blat stołu. Obserwuj, co się stanie w butelce.
4. Jeśli w butelce jest lód, zaobserwuj jego strukturę, a do wykonania eksperymentu użyj drugiej butelki z przechłodzoną wodą.

Obserwacja:

1. Co się stało z wodą w butelce po uderzeniu butelką w stół?
2. Od której strony lód zaczął wypełniać butelkę?

Komentarz:

Temperatura wody pozostawionej na kilka godzin w zamrażalniku spada poniżej 0°C, czyli poniżej temperatury krzepnięcia. Jednak w zamkniętej butelce z wodą jeszcze przez pewien czas po osiągnięciu 0°C nie tworzy się lód. Woda ulega **przechłodzeniu** poniżej temperatury krzepnięcia. Taki stan jest jednak bardzo nietrwały, tzn. wystarczy jakieś zaburzenie (np. uderzenie butelką w stół), aby rozpoczęła się gwałtowna krystalizacja wody – czyli jej krzepnięcie (przemiana w lód).

W idealnych warunkach wodę można przechłodzić nawet do –40°C!



Efekt orzecha brazylijskiego

czyli doświadczenie, w którym pokażemy jak łatwo posortować ziarna o różnej wielkości.

Przygotuj:

- szklankę, miseczkę lub słoik o prostych ściankach
- łyżkę
- sól kuchenną lub cukier
- kaszę
- ryż
- suchy groch lub suchą, małą fasolę
- orzechy laskowe



Eksperyment:

1. Kolejno odmierzaj po jednej łyżce produktów i wsypuj do pojemnika w kolejności:
   - na dno pojemnika wsyp orzechy,
   - potem groch lub fasolę,
   - następnie kaszę i ryż
   - a na końcu sól lub cukier.

Uwaga: jeżeli pojemnik jest duży można wsypywać więcej – na przykład po dwie łyżki każdego z produktów. Im większy pojemnik i większe porcje, tym wyraźniejszy efekt końcowy.

2. Potrząsaj rytmicznie pojemnikiem przez ok. 1–2 minuty.
3. Wymieszaj łyżką dokładnie wszystkie produkty i ponownie potrząsaj rytmicznie pojemnikiem przez 1–2 minuty.

Obserwacja:

1. Czy podczas potrząsania produkty sortują się?
2. Czy wynik sortowania zależy od początkowego ułożenia produktów względem siebie?
3. Która cecha ziarna decyduje, twoim zdaniem, o kolejności powstawania warstw?
4. Dlaczego kasza i ryż mają tendencję do tworzenia jednej, wspólnej warstwy?



Komentarz:

Kolejność wsypywania produktów sypkich nie ma w tym eksperymencie znaczenia. Ale efekt sortowania widać najwyraźniej, gdy zastosujesz kolejność podaną w przepisie eksperymentu w punkcie 1.

Gdy mieszasz produkty łyżką – robisz bałagan. Gdy rytmicznie potrząsasz pojemnik z produktami – porządkujesz je. Podczas potrząsania produkty sortują się według swoich rozmiarów. Zawsze te małe przesuwają się na spód, a duże – na wierzch. Dlaczego? Bo potrząsanie sprawia, że składniki chcą upakować się jak najciaśniej. Małe wskakują w puste miejsca, których nie mogą zająć duże elementy. Wszystkie elementy ciągnie w dół siła grawitacji, ale tylko najmniejsze kawałki mają wystarczająco dużo miejsca, żeby się w dół przecisnąć.

Efekt ten został nazwany „efektem orzecha brazylijskiego”. Ponieważ występuje on powszechnie, także w przyrodzie, poświęcono mu wiele prac naukowych. Do tej pory jednak nie wyjaśniono tego zjawiska dokładnie.

W doświadczeniu wykonanym w Redakcji i przedstawionym na powyższych fotografiach w miseczce wymieszaliśmy: sól, kaszę gryczaną, małe i duże fasolki oraz kolorowe cukierki. Produkty, jak widać na zdjęciu dolnym, ułożyły się w warstwy: na dnie sól, następnie kasza gryczana, a na wierzchu nierozsortowane duże elementy, czyli fasolki i cukierki.

Czytelnikom polecamy artykuł pt. „Efekt brazylijskiego orzecha”, Konrada Sklorza, ucznia gimnazjum w Katowicach, zamieszczony w „Delcie” 4/2005. Aby zbadać ten efekt skonstruował on bardzo prosty przyrząd składający się z ramki i dwóch równoległych szybek, między które wrzucał monety o różnych rozmiarach.

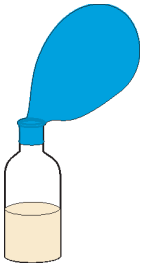


Na koniec doświadczenia z dwutlenkiem węgla.

Nadmuchiwanie balonika CO_2

Przygotuj:

- 1 łyżeczkę sody oczyszczonej lub proszku do pieczenia
- 2 łyżeczki octu 10%
- 2 łyżki ciepłej wody z kranu
- balonik
- łyżeczkę
- szklankę
- plastikową butelkę po napoju o pojemności 1 litra
- butelkę dowolnego napoju gazowanego



Zadanie:

1. Przećwicz szybkie nakładanie balonika na otwartą szyjkę pustej butelki.

Eksperyment 1:

1. Wymieszaj w szklance wodę z proszkiem do pieczenia.
2. Wlej mieszaninę do butelki.
3. Dodaj ocet i natychmiast naciągnij balonik na szyjkę butelki. Odczekaj ok. 1 min.

Obserwacja:

1. Co się stało z balonikiem?

Eksperyment 2:

4. Otwórz butelkę dowolnego gazowanego napoju i zaobserwuj towarzyszące temu zjawiska.

Obserwacja:

2. Co się dzieje, gdy otwierasz butelkę gazowanego napoju?

Komentarz:

W pustej, otwartej butelce znajduje się powietrze o takim samym ciśnieniu, jak ciśnienie w otoczeniu butelki (jest to tak zwane ciśnienie atmosferyczne) W wyniku reakcji mieszaniny wody i proszku do pieczenia (zasady) z octem (kwasem), z roztworu wydobywa się **dwutlenek węgla** (CO_2) i miesza się z powietrzem. Ciśnienie w butelce wzrasta, a mieszanina wypełnia butelkę i dołączony do niej balonik.

Dodanie proszku do pieczenia do ciasta powoduje jego spulchnienie i wyrastanie podczas pieczenia. Podobną funkcję pełnią drożdże piekarskie. W obu tych przypadkach wyrastanie ciasta jest związane z uwalnianiem się dwutlenku węgla.

Dwutlenek węgla wchodzi także w skład wszystkich napojów gazowanych, ponieważ bardzo łatwo rozpuszcza się w wodzie (można go rozpuścić 30 razy więcej niż tlenu). Gaz ten wtłaczany jest do napojów pod wysokim ciśnieniem i ulatnia się z nich stosunkowo powoli. Jeśli butelka jest szczelnie zamknięta, nad taflą napoju powstaje warstwa gazu (głównie dwutlenku węgla i pary wodnej) o ciśnieniu znacznie większym od atmosferycznego. W trakcie otwierania takiej butelki słyszymy charakterystyczny syk, towarzyszący gwałtownemu uwalnianiu (rozprężaniu) się tego gazu. Podczas tego rozprężania gwałtownie spada temperatura gazówu wylotu butelki. Zgromadzona tam para wodna kondensuje, co obserwujemy jako mgiełkę. Jednocześnie dwutlenek węgla zaczyna wydobywać się gwałtownie z całej objętości napoju, wzburzając go i tworząc pianę.

Jeśli masz już ocet i proszek do pieczenia, możesz swojemu młodszemu rodzeństwu zademonstrować model wulkanu. Górkę wulkaniczną należy usypać z mąki, zaś w zrobiony na czubku dołek wsypać proszek do pieczenia i polać odrobiną octu. Z wnętrza wulkanu (naszego dołka) zacznie się wydobywać wzburzona piana–lawa i powoli będzie spływać po zboczach stożka. Dla efektu można dodać kropelkę barszczu. Na zdjęciach model wykonany w Redakcji; zaprzyjaźnione przedszkolaki były zafascynowane.







Gaszenie płomienia



Przygotuj:

- 5 łyżek sody oczyszczonej
- 10 łyżek octu
- 2 wąskie wysokie szklanki
- 1 łyżkę
- 1 świeczkę
- zapałki
- dużą miskę (możesz wykorzystać zlew lub umywalkę)

Zadanie. Przygotuj dwutlenek węgla, CO_2:

1. Na dno pierwszej szklanki wsyp 1 łyżkę sody oczyszczonej. Dolej 2 łyżki octu i natychmiast przykryj szklankę szczelnie dłonią.
2. Gdy burzliwa reakcja ustanie, cofnij dłoń, szybko podnieś szklankę i przechyl ją w stronę drugiej szklanki tak, jakbyś chciał przelać do tej drugiej gaz znajdujący się w pierwszej szklance.

Uważaj, żeby do suchej (tej drugiej) szklanki nie wlała się mieszanina sody z octem! Ta część doświadczenia jest najtrudniejsza, bo nie widzisz gazu, który przelewasz.

3. Odstaw szklankę z samym gazem na stół. Niech szklanka będzie otwarta!
4. Wylej mieszaninę sody z octem z pierwszej szklanki do zlewu lub dużej miski.
5. Punkty 1–4 Zadania powtórz jeszcze czterokrotnie, dolewając za każdym razem nową porcję dwutlenku węgla do suchej szklanki.

Eksperyment – część 1:

1. Zapal świeczkę.
2. Trzymając świeczkę w jednej dłoni, chwyć szklankę ze zgromadzonym gazem w drugą dłoń.
3. Umieść szklankę tuż nad płomieniem i energicznym ruchem obróć ją do góry dnem tak, jakbyś chciał wylać z niej coś wprost na płomień świecy.

Obserwacja:

1. Czy świeczka zgasła? Jeśli nie, to znaczy, że w szklance nie zgromadziłeś wystarczająco dużo dwutlenku węgla. W takim wypadku, zdmuchnij płomień świecy i powtórz Zadanie oraz Eksperyment – część 1.

Eksperyment – część 2:

4. Umyj szklankę, w której mieszałeś ocet z sodą.
5. Zapal świeczkę.
6. Trzymając świeczkę w jednej dłoni, chwyć tę szklankę w drugą dłoń.
7. Umieść szklankę tuż nad płomieniem i energicznym ruchem obróć ją do góry dnem tak, jakbyś chciał wylać z niej coś wprost na płomień świecy.

Obserwacja:

1. Czy świeczka zgasła?

Komentarz:

Do podtrzymywania płomienia świecy niezbędny jest stały dopływ tlenu. Jeśli zgromadzisz odpowiednią ilość dwutlenku węgla w suchej szklance, to w pierwszej części eksperymen-

tu, po wylaniu dwutlenku węgla na świeczkę, płomień gaśnie. Dzieje się tak dlatego, że dwutlenek węgla odcina na krótką chwilę dopływ tlenu do palącego się knota. Gdy jednak w drugiej części eksperymentu zarówno w szklance, jak i wszędzie w otoczeniu płomienia znajduje się powietrze, to świeczka nie gaśnie, ponieważ powietrze zawiera tlen, więc dostęp tlenu nie jest odcinany. Powietrze zawiera około 78% azotu i 21% tlenu oraz 1% mieszaniny innych gazów.

Dlaczego podczas wykonywania Zadania nie trzeba było dbać o zamykanie suchej szklanki ze zgromadzonym w niej dwutlenkiem węgla? Dwutlenek węgla ma większą gęstość niż tlen i azot, znajdujące się w powietrzu. Dlatego dwutlenek węgla „przelany" do szklanki z powietrzem gromadzi się na dnie tej szklanki, a nad nim unosi się przykrywająca go warstwa powietrza.

DS

Lwiątko 2010 – wybrane zadania

1. Lotniska budowane są tak, aby pasy do startu i lądowania miały kierunek najczęściej wiejących w danym rejonie wiatrów. Czyni się tak po to, by samoloty:

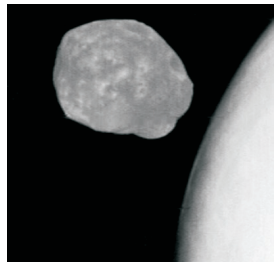
A. startowały i lądowały pod wiatr,
B. startowały i lądowały z wiatrem,
C. startowały pod wiatr, a lądowały z wiatrem,
D. startowały z wiatrem, a lądowały pod wiatr.
E. Kierunek wiatru nie ma znaczenia dla startu i lądowania samolotów.



Odp. **A**. Samolot uzyskuje siłę nośną dzięki przepływowi powietrza pod i nad skrzydłem. Siła nośna jest tym większa, im większa jest szybkość powietrza względem samolotu. Podczas startu i lądowania samolot porusza się po pasie startowym z małą szybkością. Jeśli porusza się wtedy pod wiatr, to szybkość samolotu względem powietrza jest większa niż gdyby poruszał się z wiatrem.

2. Mars, podobnie jak Ziemia, obraca się wokół własnej osi z zachodu na wschód, ma też zbliżony do ziemskiego okres obrotu, nieco ponad 24 godziny. Fobos, jeden z dwóch księżyców Marsa, obiega tę planetę w ciągu około 8 godzin, w kierunku tym samym, co kierunek wirowania Marsa. Zatem Fobos

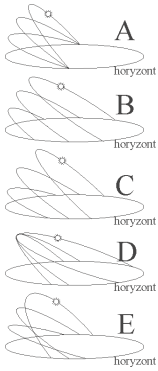
A. wschodzi i zachodzi na wschodzie Marsa,
B. wschodzi i zachodzi na zachodzie Marsa,
C. wschodzi na wschodzie i zachodzi na zachodzie Marsa,
D. wschodzi na zachodzie i zachodzi na wschodzie Marsa,
E. jeśli z jakiegoś miejsca planety jest widoczny, to przez całą dobę.



Odp. **E**. Fobos obiega planetę w krótszym czasie niż okres obrotu marsa wokół własnej osi, zatem księżyc ten krąży szybciej niż Mars obraca się wokół własnej osi. Dlatego

wschodzi na zachodniej stronie marsjańskiego nieba, dość szybko przemieszcza się po niebie i zachodzi po wschodniej stronie nieba. Wschód i zachód następują mniej więcej dwa razy dziennie, co około 11 godzin.

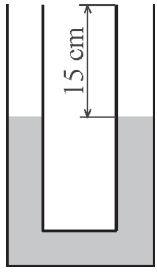
W Wikipedii (pod hasłem Fobos) znajduje się animacja ruchu Fobosa wokół Marsa.



3. Który rysunek pokazuje tory pozornego dobowego ruchu Słońca w różnych porach roku, dla obserwatora w Polsce?

Odp. **B.** Ziemia obraca się wokół stałej osi, zatem płaszczyzna toru pozornego dobowego ruchu Słońca na niebie jest zawsze (w każdej porze roku) równoległa do płaszczyzny równika. Kąt, jaki tworzy płaszczyzna toru Słońca z horyzontem w danym punkcie na Ziemi jest więc stały w ciągu całego roku i zależny tylko od szerokości geograficznej danego punktu.





4. W U-kształtnej rurce o polu przekroju 10 cm^2 znajduje się woda, jak pokazuje rysunek. Ile maksymalnie wody można wlać do jednego z ramion, aby się z niego nie wylała?

A. 150 cm^3,
B. 200 cm^3,
C. 250 cm^3,
D. 300 cm^3,
E. 350 cm^3.

Odp. **D.** Podczas wlewania wody do jednego z ramion U-rurki, poziom cieczy podnosi się również w drugim ramieniu (w obu ramionach powierzchnia wody jest na takim samym poziomie). Maksymalnie można więc dolać taką ilość wody, że w obu ramionach ciecz dosięgnie brzegu rurek, czyli $2 \cdot 10\ cm^2 \cdot 15\ cm = 300\ cm^3$.



5. Ze statku płynącego do portu ze stałą prędkością, po linii prostej, wysłano gołębia pocztowego, a godzinę później – drugiego gołębia. Gołębie dotarły do portu w odstępie 45 minut. Ile razy prędkość gołębia pocztowego jest większa od prędkości statku? Pogoda była bezwietrzna.

A. 3.
B. 4.
C. 6.
D. 7.
E. Jest za mało danych, by to określić.

Odp. **B.** Drugi gołąb frunie o 15 minut krócej niż pierwszy, mając do przebycia drogę krótszą o tyle, ile statek przepływa w ciągu godziny. To wymusza, aby gołąb leciał 4 razy szybciej, niż płynie statek.