

Co w zeszycie

Drodzy Czytelnicy, na lato proponujemy wam bardziej zabawowe doświadczenia, w tym również takie do wykonywania z młodszym rodzeństwem lub kolegami podczas wakacji. Możecie zadziwić towarzystwo bieganiem po powierzchni cieczy czy wirującym pierścieniem z kolorowych baloników. Zachęcamy do zapoznania się ze stroną internetową festiwalu „Nauka na Scenie”, który odbył się w Słubicach i Frankfurcie nad Odrą w kwietniu 2013 roku. Znajdziecie tam inspiracje do niesamowitych wręcz doświadczeń. Widoczny na okładce most – wymyślony przez Leonarda da Vinci – zbudowali uczniowie ze szkoły podstawowej dosłownie w 5 minut! Na deszczowe dni proponujemy lekturę „kosmiczną” oraz pozornie dla kontrastu – artykuł o cząstkach i antycząstkach. Pozornie, bowiem fizyka cząstek elementarnych, która zajmuje się najmniejszymi składnikami materii, pozwala nam sięgać do początku Wszechświata, aby go lepiej zrozumieć.

Z. G-M



Spis treści

Kosmiczni wędrowcy	1
Bliskie spotkania z asteroidami	3
Satelita geostacjonarny	5
Wiadomości z Kosmosu	6
Raport z misji Curiosity	8
Metoda Czochralskiego hodowania kryształów.....	10
Antymateria.....	12
Fizyka dla braciszka i siostrzyczki	
Wirujący pierścień z baloników	16
Badamy własności cieczy nieniutonowskiej	17
Polsko-Ukraiński Konkurs Fizyczny „Lwiątko” 2013	19



INTERBLOK

INTERdyscyplinarny program nauczania **BLOK**owego przedmiotów matematyczno-przyrodniczych i informatyki w gimnazjum

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

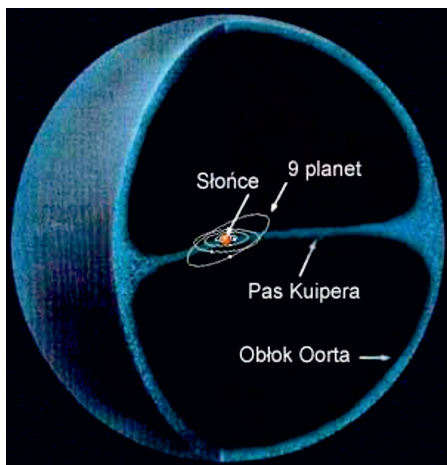


Kosmiczni wędrowcy

Część z nich pojawia się na naszym niebie nagle i niespodziewanie. Nie wiemy dokładnie skąd przybyli, ani gdzie podążają. Inni odwiedzają nas regularnie co kilka, kilkanaście lub kilkadziesiąt lat, co wcale nie oznacza, że nagle po prostu nie znikną. Ich pojawienie się od wieków wzbudzało powszechne zainteresowanie, a nie rzadko też strach.

Choć obecnie wiemy o nich znacznie więcej, komety, bo o nich mowa, ciągle kryją wiele zagadek dla współczesnej nauki. Badanie komet, choć to może zabrzmieć nieco dziwnie, pozwala nam cofnąć się o ponad 4,5 miliarda lat w przeszłość, do czasów, gdy formował się Układ Słoneczny. Wtedy to ogromna chmura wodoru, helu, a także innych pierwiastków, które wcześniej zostały odrzucone w wybuchach innych gwiazd, zaczęła, pod wpływem własnego przyciągania grawitacyjnego, kurczyć się i gęstnieć. Głównym efektem tego procesu było powstanie naszego Słońca. Pozostały materiał uformował planety wraz z ich księżycami oraz planetoidy i mnóstwo różnych mniejszych obiektów o średnicy od kilku do kilkudziesięciu kilometrów. Te z nich, które znajdowały się blisko Słońca czy planet, dosyć szybko po prostu pospadały na swoich większych sąsiadów. Inne, które znajdowały się dostatecznie daleko, miały szansę przetrwać znacznie dłużej. I dlatego właśnie większość z obserwowanych przez nas obecnie komet pochodzi z odległych peryferii Układu Słonecznego – tzw. obłoku Oorta¹. Co ciekawe, istnienie obłoku Oorta, który rozciąga się na przestrzeni od 300 do 100 000 jednostek astronomicznych² od Słońca, jest nadal tylko hipotezą. Jak to możliwe? Otóż najdalsze z wyrzelandych przez ludzi statków kosmicznych badających Układ Słoneczny w ramach misji Pioneer i Voyager znajdują się obecnie, po ponad 30 latach lotu, w odległości nieco ponad 100 j.a., więc po prostu jeszcze tam nie doleciały. Obserwacje teleskopowe stosunkowo niedużych i tak odległych obiektów również są niemożliwe. Cała wiedza o rozmiarach obłoku Oorta pochodzi więc z obserwacji i analizy trajektorii pojawiających się komet lub planetoid.

Dlaczego obiekty, będące tak daleko od Słońca, nagle postanawiają wybrać się na kosmiczną wycieczkę w pobliże naszej gwiazdy? Oczywiście za sprawą grawitacji. Obiekty w obłoku Oorta są wrażliwe na zmiany grawitacji pochodzące od sąsiednich obiektów czy też przesuujących się planet. Te zmiany mogą spowodować „wyrwanie” komety



¹ Jan Henrik Oort – holenderski astronom, który w połowie XX wieku postawił hipotezę istnienia obłoku materii rozciągającego się daleko poza ówczesnie znane granice Układu Słonecznego. Wcześniej analogiczną hipotezę wysunął estoński astronom Ernst Öpik. Z tego powodu często używa się sformułowania „obłok Öpika-Oorta”.

² Jednostka astronomiczna (j.a.) – jednostka odległości równa średniej odległości Ziemi od Słońca tj. ok. 150 mln km.

z obłoku Oorta i skierowanie jej w stronę najsilniejszego źródła przyciągania, jakim jest Słońce. Gdy kometa dotrze dostatecznie blisko Słońca, promieniowanie gwiazdy może ją rozgrzać na tyle, że na skutek parowania jej część utworzy luźną pyłową otoczkę. To samo promieniowanie, które utworzyło tę otoczkę, nieco ją odpycha. Dlatego też charakterystyczny warkocz komety jest zawsze skierowany w stronę przeciwną niż Słońce. Z tego samego powodu kometa najefektowniej prezentuje się po przejściu przez peryhelium³, gdy jej warkocz zawiera dostatecznie dużo materii i malowniczo rozciąga się w przestrzeni. Doskonale widać to na przykładzie tegorocznej wiosennej komety C/2011 L4 (PANSTARRS). Jej amatorskie zdjęcia z różnych etapów przelotu względem Słońca można obejrzeć np. na polskich forach astronomicznych: astropolis.pl czy też astromaniak.pl. Ci, którzy nie zdążyli dostrzec wiosennej komety, będą mieli kolejną szansę późną jesienią. Wtedy na niebie gościć będziemy komętę C/2012 S1 (ISON), która 28 listopada minie Słońce w odległości zaledwie 0,0125 j.a. Jest bardzo prawdopodobne, że będzie ją wyraźnie widać na dziennym niebie obok zachodzącego Słońca. Nie wiadomo natomiast co się stanie z komętą po przejściu przez peryhelium. Być może jej warkocz rozwinie się i zobaczymy w grudniu obrazek bardzo dobrze znany z bożonarodzeniowych kartek. Istnieje także możliwość, że pod wpływem słonecznego ciepła kometa po prostu rozpadnie się na kawałki, które szybko rozproszą się w przestrzeni kosmicznej.

Na zakończenie warto wspomnieć o jeszcze jednej, odkrytej na początku tego roku, komecie C/2013 A1 (Siding Spring). Najprawdopodobniej nie zobaczymy jej gołym okiem, gdyż nie zbliży się ona dostatecznie blisko do Słońca. Jednak z przeprowadzonych obserwacji wynika, że 19 października 2014 roku kometa przeleci bardzo blisko Marsa, a być może nawet w niego uderzy! Byłoby to bezprecedensowe wydarzenie we współczesnej historii Układu Słonecznego. Co prawda w lipcu 1994 roku fragmenty komety D/1993 F2 (Shoemaker-Levy 9) zbombardowały Jowisza, jednak należy zwrócić uwagę, że tamte uderzenia zostały znacznie zamortyzowane przez gęstą atmosferę planety, która w zasadzie nie posiada stałej powierzchni. W przypadku Marsa atmosfera jest bardzo rzadka, co oznacza, że kometa z dużą prędkością uderzy w powierzchnię planety. Takie uderzenie może wyzwolić energię porównywalną z energią promieniowaną przez Słońce w czasie równym czasowi trwania uderzenia. W wyniku takiego uderzenia na Marsie powstałby potężny krater, a skaliste fragmenty oderwane od powierzchni planety mogłyby dotrzeć nawet do Ziemi. Na szczęście obecne dane wskazują, że prawdopodobieństwo takiego zderzenia jest mniejsze niż 1/600.



Michał Cieśla

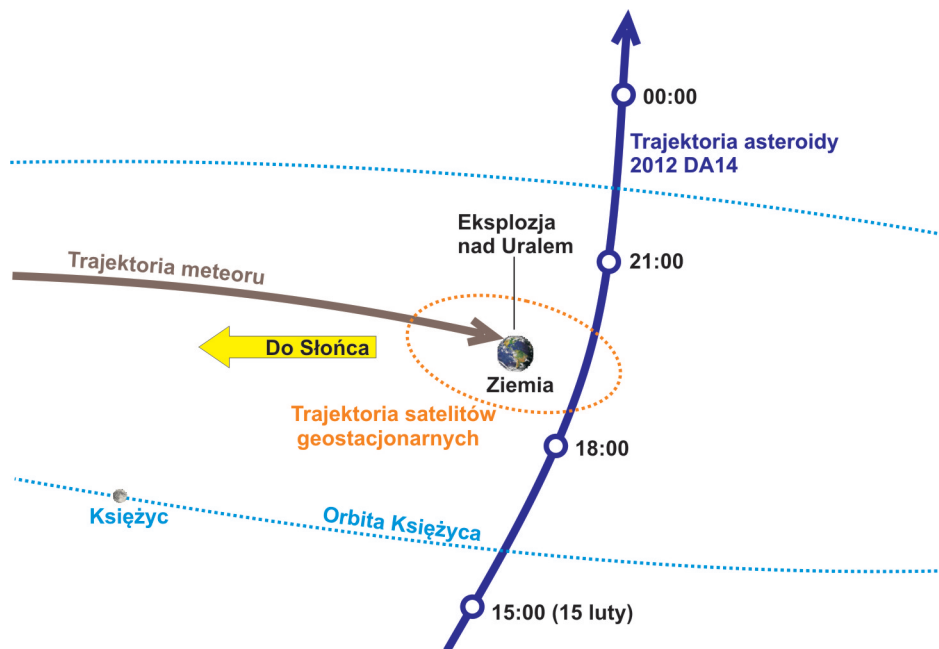
³ Peryhelium – punkt orbity, w którym obiekt znajduje się najbliżej Słońca.

Bliskie spotkania z asteroidami

15 lutego bieżącego roku miały miejsce dwa niezwykle wydarzenia kosmiczne. Jedno z nich było oczekiwane, był to przelot asteroidy 2012 DA14 bardzo blisko Ziemi. Trajektoria asteroidy, czyli ciała krążącego tak jak i Ziemia wokół Słońca po orbicie eliptycznej, znalazła się bardzo blisko Ziemi, bliżej niż satelity geostacjonarne, których kołowe orbity są na wysokości 35 786 km, czyli 42 160 km od środka Ziemi.

Asteroida 2012 DA14 należąca do grupy Apolla jest na tyle duża (jej jasność wskazuje, że mamy do czynienia z obiektem o średnicy 45 metrów), że mogła być wcześniej zauważona przez obserwatoria astronomiczne, a w czasie przelotu można ją było w niektórych miejscach na Ziemi obserwować przy użyciu lornetki.

W momencie największego zbliżenia znalazła się w odległości około 34 053 km od środka Ziemi, czyli około 27 675 km od jej powierzchni. Naukowcy NASA ocenili, że nie ma ryzyka uderzenia tego obiektu w naszą planetę.

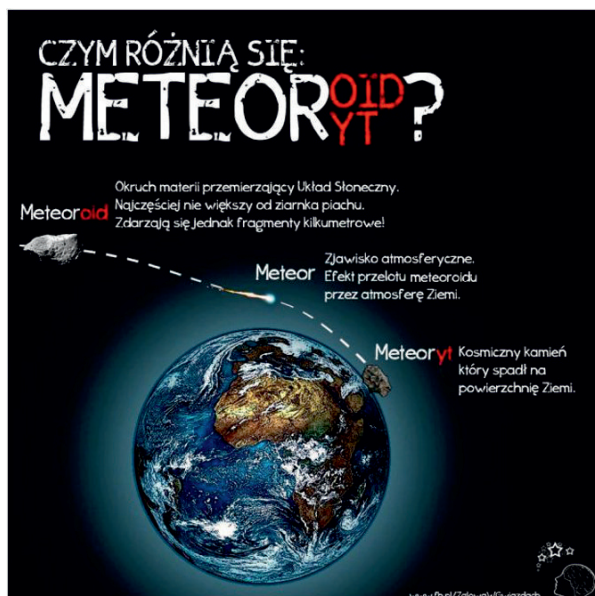


Chociaż asteroida przecięła trajektorię satelitów geostacjonarnych, to nie doszło do kolizji i żaden z nich nie ucierpiał. Tak bliski przelot w pobliżu Ziemi znacznie zmienił orbitę planetoidy. Zmniejszeniu uległ okres T obiegu asteroidy wokół Słońca (okres orbitalny) z 368 dni do 317 dni. Planetoida przeszła z grupy asteroidów Apolla do grupy Atena.

Asteroida zbliży się ponownie do Ziemi 15 lutego 2046 roku i wtedy odległość planetoidy od Ziemi będzie wynosić 60 tysięcy kilometrów.

Tego samego dnia, to jest 15 lutego, nad Uralem przeleciał bolid.

Okazało się, że w ziemską atmosferę wpadł meteoroid na tyle mały, że nie był zauważony wcześniej. Nadleciał od strony Słońca, co dodatkowo utrudniło obserwację. Po mniej więcej 20–30 sekundach lotu eksplodował na wysokości około 10 km. Jego odłamki spadły w Rosji w obwodach czelabińskim, wierdłowskim, tiumeńskim, kurgańskim, orenburskim oraz w Baszkirii i północnym Kazachstanie. Największe odłamki spadły na terenie obwodu czelabińskiego. Zniszczenia nie były jednak skutkiem samego upadku odłamków lecz efektem fali uderzeniowej po eksplozji meteoroidu.



DLACZEGO EKSPLODOWAŁ



Przed asteroidą spręża się powietrze, a za nią tworzy się podciśnienie. Kiedy **różnica ciśnień** staje się zbyt wielka, skała **eksploduje i się kruszy**. Do Ziemi dociera potężna fala uderzeniowa i odłamki (meteoryty)

Według władz obwodu czelabińskiego uszkodzonych zostało około 3 tysięcy domów mieszkalnych, około 360 szkół, przedszkoli, zniszczone zostały obiekty sportowe, a w fabryce cynku zawalił się dach. W oknach budynków wyleciały szyby. Fala uderzeniowa spowodowała włączenie się alarmów samochodowych, nastąpiła też przerwa w działaniu telefonów komórkowych. Ranne zostały 1142 osoby, w tym 258 dzieci, głównie przez odłamki szkła. Największe kawałki meteorytu spadły na niezaludnionym terenie kilkadziesiąt kilometrów od Czelabińska. Jeden z nich wpadł do jeziora Czebarkuł.



Przelot meteorytu zarejestrowały stacje z infradźwiękowymi czujnikami. Ludzie nie słyszą tych dźwięków, w przeciwieństwie np. do słoni. Infradźwięki, których źródłem mogą być maszyny w fabrykach, są jednak bardzo szkodliwe dla organizmu ludzkiego. Dzięki analizie odebranych w różnych miejscach infradźwięków przez sensory CTBTO można było ocenić czas lotu asteroidy w powietrzu oraz energię wyzwoloną przy eksplozji. Szacuje się ją na 470 kiloton TNT (równoważnik trotylu), podczas gdy pierwsze bomby jądrowe miały około 12–15 kiloton TNT. Na szczęście bolid eksplodował wysoko nad powierzchnią Ziemi.

W internecie i w mediach można znaleźć co najmniej kilkanaście filmików dokumentujących przelot bolidu, jego eksplozję i skutki fali uderzeniowej.

Z.G-M

Satelita geostacjonarny

Satelita geostacjonarny okrąża Ziemię w płaszczyźnie równika i znajduje się stale nad jakimś wybranym miejscem na równiku. Z Ziemi wygląda to tak jakby „zawisł” nieruchomo na nieboskłonie. Oznacza to, że jego okres obiegu wokół Ziemi wynosi tyle ile obrót Ziemi wokół swojej osi, czyli dobę. A jak szybko przemieszcza się satelita geostacjonarny? Wiemy, że okres obiegu satelity jest związany z promieniem trajektorii kołowej satelity. Siła dośrodkowa utrzymująca satelitę o masie m poruszającego się ze stałą wartością prędkości v na orbicie o promieniu R to

$$F_d = m \frac{v^2}{R}$$

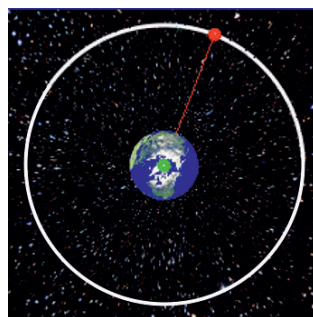
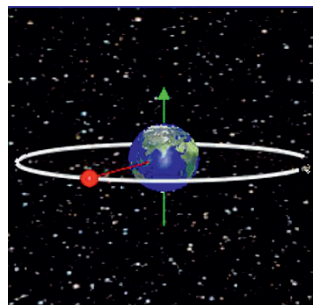
W przypadku satelity tą siłą dośrodkową jest przyciąganie ziemskie, siła grawitacji. Prawo grawitacji Newtona mówi, że siła przyciągania między Ziemią o masie M a satelitą o masie m , oddalonych od siebie na odległość R ma wartość

$$F_g = k \frac{M \cdot m}{R^2}, \text{ gdzie } k \text{ to tzw. stała grawitacji.}$$

Jak powiedzieliśmy $F_d = F_g$, zatem

$$m \frac{v^2}{R} = m \cdot k \frac{M}{R^2}$$

$$v^2 = \frac{kM}{R} \quad (*)$$



Teraz musimy wartość prędkości na orbicie o promieniu R wyrazić przez długość orbity i czas obiegu (okres T). Mamy $v = \frac{2\pi R}{T}$. Po wstawieniu do wzoru (*)

$$\left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 = \frac{k \cdot M}{R}$$

stąd po przekształceniu

$$R^3 = k \frac{M \cdot T^2}{4\pi^2}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{k \cdot M \cdot T^2}{4\pi^2}}$$



Po wstawieniu danych liczbowych do powyższego wzoru mamy

$$R = 42\,164 \text{ km}$$

Tyle wynosi odległość satelity stacjonarnego od środka Ziemi, natomiast jego odległość od powierzchni to $42\,160 \text{ km} - 6378 \text{ km} = 35\,782 \text{ km}$. Teraz łatwo możemy wyliczyć wartość prędkości

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 11\,068 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Z.G-M



Kosmiczne Obserwatoria

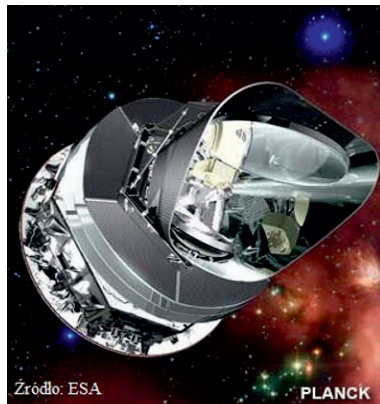
- Pierwsza faza misji teleskopu kosmicznego Kepler, po czterech latach od wystrzelenia, została oficjalnie uznana za zakończoną. Kosmiczne obserwatorium, którego głównym zadaniem jest poszukiwanie planet pozasłonecznych przez obserwacje zmian jasności gwiazd okresowo przez nie przysłanianych, będzie pracować jeszcze przez co najmniej 3,5 roku. Do tej pory, podążający wokół Słońca w ślad za Ziemią teleskop, znalazł ślady 2740 planet. Wiele z nich znajduje się w ekosferach swoich gwiazd, czyli w odległościach sprzyjających powstawaniu życia takiego, jakie znamy na Ziemi. Niestety teleskop obecnie ma problemy techniczne i znajduje się w trybie uśpionym, ale specjaliści liczą na wznowienie misji w najbliższym czasie.



Źródło: NASA

Pomóc w poszukiwaniach planet może każdy korzystając z serwisu **www.zoo.niverse.org**, dostępnego także w języku polskim.

- Obchodzący 23. urodziny teleskop kosmiczny Hubble'a „ustrzelił” znajdującą się 10 mld lat świetlnych od Ziemi supernową UDS10Wil. Oznacza to, że ta najodleglejsza z zaobserwowanych supernowych typu Ia wybuchła niecałe cztery miliardy lat po początku Wszechświata. Znaczenie tego odkrycia jest o tyle duże, że typ Ia to jedna z tzw. świec standardowych, obiektów wykorzystywanych do pomiaru odległości w największych kosmicznych skalach.
- Misja Planck, towarzysząca teleskopowi Herschel, z niesłychaną dokładnością zmierzyła rozkład mikrofalowego promieniowania tła. Promieniowanie to jest echem Wielkiego Wybuchu i pochodzi z okresu, gdy formowały się pierwsze atomy, czyli gdy Wszechświat miał ok. 380 tys. lat. Wyniki pozwoliły poprawić dokładność określenia wieku Wszechświata o ok. 10 mln lat ($13,80 \pm 0,04$ mld lat).



Mars

Mars z pewnością spełniał warunki do istnienia życia, jak donoszą łazik Curiosity i sonda **Mars Reconnaissance Orbiter**. Badania skał osadowych z pierwszych w historii wierceń na powierzchni Czerwonej Planety wykazały, że panujące tam niegdyś warunki były w sam raz odpowiednie dla mikrobów. MRO z kolei znalazł kanały, którymi kiedyś płynęła woda oraz pozostałości jeziora zasilanego z wód gruntowych. Wygląda na to, że w samym Układzie Słonecznym mamy co najmniej dwie planety, na których niezależnie zaistniały warunki do powstania życia. Stawia to ponad 2 tys. planet odkrytych przez misję Kepler w ciekawym świetle.

Technika

Program Commercial Resupply Services, czyli zatrudnianie prywatnych firm do wykonywania kontraktów NASA na loty kosmiczne, ma się bardzo dobrze. W marcu byliśmy świadkami drugiego startu pojazdu Dragon, który poleciał z misją zaopatrzeniową na międzynarodową stację kosmiczną (ISS). Po trzech tygodniach szczęśliwie powrócił na Ziemię przywożąc wyniki niektórych eksperymentów. Ten kolejny już sukces firmy SpaceX, należącej do miliardera Elona Muska, zbiega się w czasie z doniesieniami o pomyślnie zakończonych testach silnika Merlin-1D. Silnik ten, zamontowany na flagowej rakiecie koncernu Falcon-9, ma w przyszłości zapewnić możliwość bezpiecznego powrotu na lądowisko, po wyniesieniu ładunku na orbitę. Jesteśmy coraz bliżej rakiet wielorazowego użytku i tym samym znacznego zmniejszenia kosztów lotów kosmicznych.



Wkrótce na stronie internetowej *Neutrino*:

- Ślady ciemnej materii znalezione na międzynarodowej stacji kosmicznej?
- Powrót gwiazdy – komandor Chris Hadfield znowu na Ziemi.
- Obserwacje wirowania czarnych dziur.
- Misja Exo-Mars znów realna!

Krystian Sycz

Raport z misji Curiosity

Potrzeba poszukiwania życia poza Ziemią leży w naszej naturze i od zawsze budziła kontrowersje. Kierując się intuicją, szukamy go na obiektach podobnych do naszej rodzimej planety. Mars jest właśnie jednym z nich.

Ta czwarta w kolejności od Słońca planeta, niespełna dwa razy mniejsza od Ziemi, zdawała się spełnić nasze oczekiwania co do obecności pozaziemskiego życia. O ile kwestia występowania życia w teraźniejszości na Czerwonej Planecie została rozwiana w XX wieku, o tyle kwestia obecności życia w przeszłości nie jest już taka oczywista.

Właśnie tutaj na scenę wchodzi łazik Curiosity. Ten ważący niecałe cztery tony stwór stanowi współczesne oko na przeszłość i teraźniejszość Marsa. Czym jest sam Curiosity?

Mówiąc w skrócie – wszystkim. Jest to niesamowite mobilne stanowisko laboratoryjne wyposażone w różnorodną aparaturę pomiarową i analityczną, mającą na celu zbadanie składu skał i atmosfery w mierzącym 150 km kraterze Gale.

Niezwykłość tego łazika leży głównie w możliwości przeprowadzenia całościowych badań marsjańskich skał bez potrzeby ich sprowadzania na Ziemię. Wygoda badania próbek na miejscu związana jest z faktem wyposażenia łazika w aż cztery spektrometry wchodzące w skład podzespołów: ChemCam, APXS, CheMin i SAM. Pierwszy z nich wyposażony jest w spektrometr LIBS pozwalający na analizę składu chemicznego skały traktowanej wiązką laserową, natomiast APXS to rentgenowski spektrometr cząstek alfa umożliwiający analizę składu chemicznego podłoża i skał; pozwala wykryć pierwiastki począwszy od sodu, a kończąc na stronczie. CheMin to spektrometr wykorzystujący dyfrakcję promieniowania X, dzięki czemu otwiera drogę to detekcji fosforanów, węglanów, siarczanów i krzemionek, a więc związków chemicznych istotnych przy powstawaniu życia. Ostatnim z czterech spektrometrów jest SAM, który wykorzystuje spektrometrię masową – w tym wypadku instrument ten pozwala wykryć ważne dla życia pierwiastki oraz CO₂.

Łazik ma głównie za zadanie badanie gleby pod względem obecności wody i cząsteczek biogennych, świadczących o obecności życia na Marsie w jego przeszłości. Same cząsteczki biogenne można podzielić na te, które są potrzebne do zaistnienia znanego nam na Ziemi życia (woda, węgiel, azot, siarka, wodór, tlen) jak i te, które są wynikiem przekształcania środowiska przez organizmy żywe (dwutlenek węgla, metan, nadchlorki, tlen).

Od wylądowania Curiosity 6 sierpnia 2012 w kraterze Gale na Czerwonej Planecie minęło już sporo czasu. Jak dotąd pokonał niespełna 50 metrów, a już narobił sporo hałasu w mediach. Dlaczego? Otóż za sprawą wykrytych przez niego nadchlorków. Jeżeli wyniki potwierdzą się dla innych obszarów krater-

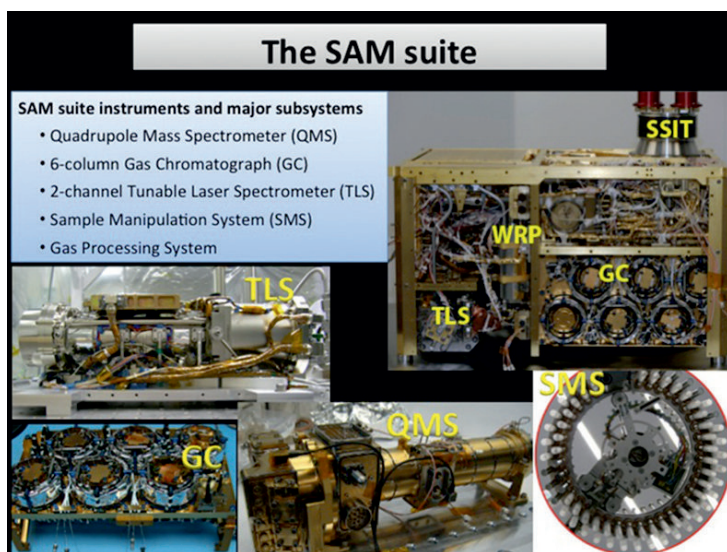
ru i zostanie wykluczone zanieczyszczenie gleby ze strony łazika lub innych kosmicznych odpadków pochodzenia ziemskiego (choćby kawałek płaszcza osłaniającego łazik podczas lądowania na którym jakimś cudem przetrwało biologiczne zanieczyszczenie), to będzie można mówić o możliwości wytworzenia ich przez jakieś prymitywne marsjańskie organizmy. Dlaczego jednak jest mowa o możliwości, a nie o pewności, że wytworzyły te substancje marsjańska flora lub fauna? Cały sęk w tym, że obserwacje astronomiczne potwierdziły już wielokrotnie obecność olbrzymich skupisk organicznych związków w przestrzeni kosmicznej, takie jak gigantyczne obłoki metanu, etanolu czy cząsteczek bogatych w azot, węgiel i tlen. Nie stanowiłoby to tak dużego problemu, gdyby nie fakt, że istnieją w kosmosie złomiarze – komety, które przemierzając przestrzeń kosmiczną przedzierają się przez różnego typu skupiska materii i gromadzą ją na swojej powierzchni. Gdy taka kometa, skierowana przez oddziaływanie z polem grawitacyjnym Jowisza, pojawi się w wewnętrznych rejonach Układu Słonecznego jest szansa, że albo ona, albo jej odłamki znajdą się na trasie kolizyjnej z Marsem i tym samym zanieczyszczą jego powierzchnię tymi związkami.

Sprawa obecności życia na Marsie w bliższej lub dalszej przeszłości pozostaje ciągle otwarta. Otrzymane wyniki są dopiero wstępne i musimy uzbroić się w cierpliwość i mieć nadzieję, że przewidziana na co najmniej dwa lata misja Curiosity przyniesie ciekawe i intrygujące wyniki, pozwalające poznać lepiej historię tej niezwykłej planety i nas samych.

Mateusz Bała

Od Redakcji:

Polscy uczeni i konstruktorzy mają swój udział w misji łazika Curiosity. Centrum Badań Kosmicznych PAN współpracowało we wcześniejszych misjach, w szczególności w budowie jednego ze spektrometrów europejskiej sondy Mars Express, która ciągle znajduje się na orbicie wokół Marsa, i która wspierała proces lądowania Curiosity, przekazując sygnał z lądownika na Ziemię.



Polska firma przemysłowa VIGO System S.A. dostarczyła detektory podczerwieni zastosowane w jednym ze spektrometrów amerykańskiej sondy Curiosity.

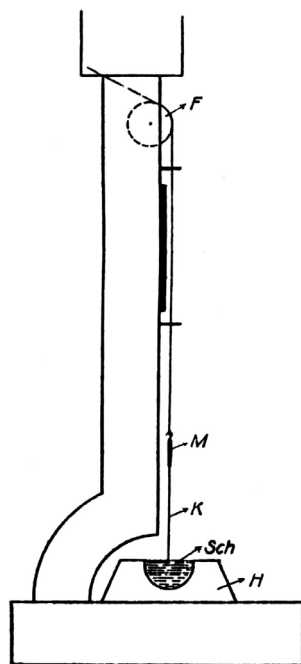
Na pokładzie Curiosity zainstalowano różne instrumenty naukowe, w tym czułe spektrofotometry przeznaczone do badania par materiałów, które powstają w wyniku oświetlania określonych miejsc na powierzchni gruntu silnymi impulsami laserowymi. Analiza składu wymaga zastosowania czułych detektorów podczerwieni, pozwalających zbadać widmo absorpcyjne badanych par, co pozwala ustalić, jakie związki chemiczne występują w mieszaninie gazów.

Metoda Czochralskiego hodowania kryształów

Od drucika do skalaka

Opowieść o Janie Czochralskim nie może obyć się bez omówienia, choćby skrótownego, najważniejszego odkrycia, dzięki któremu zasłynął na świecie. Chociaż było to opracowanie nowej metody badawczej, to jej podstawę stanowiło nowe zjawisko fizyczne zaobserwowane przypadkowo. Więcej, zjawisko to było następstwem błędu zmęczonego Czochralskiego – samoistnie w przyrodzie nie występuje. Można więc spokojnie mówić o „odkryciu” metody, a nie tylko jej wymyśleniu czy opracowaniu.

Jan Czochralski zdawał sobie dobrze sprawę, że badanie własności metali (bo tym się zajmował w laboratorium berlińskiego koncernu AEG) wymaga czystych i dobrych próbek. Najlepszymi są tu monokryształy badanego związku. Ale dotychczas stosowane metody, m.in. wydłubywania kryształków ze spieku, nie były skuteczne. Czochralski opracował metodę rekrystalizacji sztabek metalowych, wymyślił specjalne diagramy do opisu własności metali (stosowane są do dzisiaj!), później opracował radiomikroskop będący pierwowzorem dzisiejszych skaningowych mikroskopów analizujących (nagrodzonych Nagrodą Nobla!). Ale nie był zadowolony. Dopiero przypadek, jak sam to nazwał – „zaskakujący przypadek” sprawił, że w 1916 roku metoda otrzymywania monokryształów metali została odkryta. Ów przypadek pokazał, jak bardzo spostrzegawczym badaczem był Czochralski. Sprawa wydawała się być banalna – zamyślony Czochralski zanurzył pióro, zamiast do kałamarza z atramentem, do tygla ze stopioną cyną. Zaskoczony szybko wyciągnął pióro z cyny. Zdziwiony zobaczył, że z rozcięcia stalówki zwisa cienka nić zestalonego metalu. Zamiast wyrzucić zniszczoną stalówkę i powrócić do pisania notatek, zaczął



Słynny schemat metody Czochralskiego

eksperymentować. Z różną szybkością zanurzał i wyciągał pióro z tygla. Za każdym razem tworzył się drucik, raz grubszy, raz cieńszy, cynowego kryształu. Odkrycie zostało dokonane, a następnie opisane w publikacji naukowej. Data publikacji – 19 sierpnia 1916 roku – uznawana jest za datę narodzin „metody Czochralskiego”.

Dopiero po śmierci profesora przeniesienie metody z metaloznawstwa do fizyki półprzewodników, a zwłaszcza zastosowanie jej do otrzymywania monokryształów krzemu, uruchomiło lawinę dalszych odkryć i w efekcie rewolucję w elektronice. Dziś świat wyglądałby zupełnie inaczej bez metody Czochralskiego.

Zapewne bez zainteresowania ze strony wielkiego przemysłu elektronicznego nie doczekalibyśmy się tak wielkiego rozwoju metody Czochralskiego. I odwrotnie, bez metody Czochralskiego nie byłoby dzisiejszej elektroniki, bo to zalety i możliwości jego metody pozwoliły na produkcję coraz to większych, a więc coraz tańszych, monokryształów krzemu. Wiadomo bowiem, że im większą średnicę ma płytka wycięta z monokryształu krzemu, tym więcej można na niej zmieścić układów scalonych, a więc są one tańsze. Dziś produkowane kryształy krzemu mają średnicę 40 cm i długość ponad 2 metrów.



Przemysłowe urządzenie do otrzymywania monokryształów krzemu o średnicy 400 mm w japońskim konsorcjum SSI. O skali urządzenia świadczy postać jednego z pracowników

Co takiego szczególnego tkwi w tej metodzie sprzed prawie stu lat, że do dziś pozostała aktualna, więcej – żadna inna metoda nie dorównuje jej wielością zastosowań? Ogromny sukces metody Czochralskiego tkwi w prostocie idei i w możliwości jej użycia do otrzymywania szerokiej gamy związków.

Idea metody jest zaskakująco prosta – powoli wyciągamy zarodek (zaródź) z roztopionego materiału utrzymywanego w temperaturze bliskiej temperatury krzepnięcia. Na zarodku, w miarę wyciągania go, narastają kolejne warstwy atomów uporządkowane zgodnie z kierunkiem narzuconym przez orientację użytego zarodka. Badania wykazały, że taka metoda ma kilka istotnych zalet:

- możliwość otrzymywania dużych kryształów w różnych warunkach (np. w atmosferach gazowych),
- kierunkowość wzrostu kryształu określona przez orientację zarodka,

- wzrost beznaprężeniowy wobec braku kontaktu z tygłem,
- łatwość kontroli jakości i składu chemicznego (możliwość domieszkania krysztalu, czyli kontrolowanego wprowadzania domieszek!) już podczas hodowli,
- możliwość ponownego przetopienia złego krysztalu w całości lub częściowo (co obniża straty materiału i koszty produkcji).

Trudno więc się dziwić, że jest to metoda tak popularna. Dziś można pokusić się nawet o stwierdzenie, że genialny w swej prostocie pomysł, jak każdy prosty pomysł, był niejako skazany na sukces. Należy jednak dziękować Czochralskiemu za bystrość umysłu, bo bez tego, zadziwiający przypadek, który doprowadził do odkrycia metody, nie zostałby właściwie odczytany, a więc metoda utracona może nawet bezpowrotnie.



Monokryształ krzemu o średnicy 300 mm, długości 2 m i wadze 265 kg (Siltronic AG)

Myślę, że wbrew oczekiwaniom optymistów, że nowe materiały (np. grafen) zastąpią krzem w niedalekiej przyszłości, jeszcze długo właśnie krzem będzie podstawowym materiałem dla elektroniki. Wraz z nim metoda Czochralskiego będzie nadal potrzebna i używana.

Janowi Czochralskiemu zawdzięczamy więc dzisiejszy obraz świata. Czy to mało jak na „chłopca z gór”, jak o sobie pisał w jednym ze swoich wierszy?

Paweł Tomaszewski

Antymateria

W literaturze science fiction oraz grach komputerowych niejednokrotnie spotykamy się ze zjawiskiem anihilacji, unicestwienia obiektu materialnego (po łacinie *ni-hil* znaczy *nic*) i wydzielania się przy tym energii. W fizyce **anihilacja** oznacza przemianę pary cząstek (cząstki i antycząstki) na energię (emitowaną w postaci promieniowania elektromagnetycznego) bądź na inne cząstki. Proces ten zachodzi zgodnie ze słynnym wzorem Einsteina, który oznacza równoważność masy m i energii E :

$$E = mc^2, \quad \text{gdzie } c - \text{prędkość światła.}$$

Skoro masa i energia są równoważne, może też zajść proces odwrotny – **kreacja** – w wyniku którego powstaje cząstka i jej antycząstka, a oba te zjawiska (kreacja i anihilacja) zachodzą wskutek określonych oddziaływań.

Wszystkie procesy, w których ma miejsce anihilacja i kreacja cząstek, przebiegają zgodnie z zasadą zachowania energii, w bilansie której jest uwzględniana masa powstałych cząstek, zgodnie z wzorem Einsteina.



Każda cząstka ma swoją antycząstkę. Cząstka i jej antycząstka mają **takie same masy oraz przeciwne ładunki** (jeśli posiadają ładunek)¹

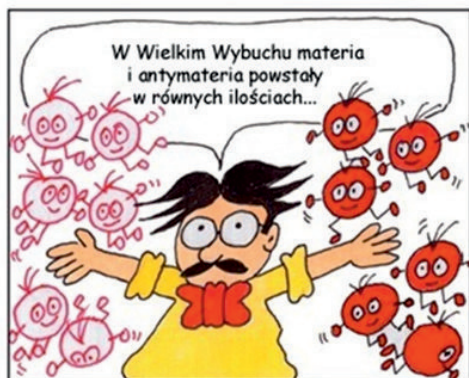
Cząstką „przeciwną” do elektronu, czyli antycząstką, jest **pozyton** (w języku angielskim *positron*), neutronu – antyneutron (te cząstki nie posiadają ładunku), ale bywa i tak, jak w przypadku fotonu, że cząstka jest jednocześnie swoją antycząstką.

Historia odkrycia pozytonu to klasyczny przykład wielu odkryć współczesnej fizyki: najpierw teoria i umiejętne zinterpretowanie jej wyników (tworowi matematycznemu trzeba przypisać „obiekt fizyczny”), a na koniec eksperyment weryfikujący teorię. W tym przypadku wyglądało to następująco.

W roku 1928 Paul Dirac zaproponował pewne równanie, słynne obecnie równanie Diraca. Rozwiązania tego równania opisują elektron oraz nieznany wówczas „obiekt”, antyelektron, którego istnienie wydawało się wtedy czystą fantazją.

W roku 1932 dwie niezależne grupy uczonych, badając promieniowanie kosmiczne, zaobserwowały cząstkę „przeciwną” do elektronu. Ponieważ jednak to Carl David Anderson jako pierwszy opublikował swoje wyniki, jemu przypisuje się odkrycie pozytonu.

Kiedyś, bardzo, bardzo dawno, prawie 14 mld lat temu, tuż po Wielkim Wybuchu, materia i antymateria powstały w równych ilościach. Jednak chwilę potem **antymateria** gdzieś **zniknęła**. Gdyby tak się nie stało, cząstki i ich antycząstki ciągle by ze sobą anihilowały, stając się źródłem energii. Ta z kolei stawałaby się źródłem nowych cząstek i antycząstek.



¹ Ilustracja według *Świata cząstek*, multimedialnej wersji komiksu *The World of Particles*, wydanej z okazji 50-lecia CERNu. Kolejne rysunki zostały również zaczerpnięte z tego komiksu.

I tak w kółko? Nie, ponieważ Wszechświat rozszerzał się i stygł i w pewnym momencie energia byłaby za mała, żeby móc wytworzyć kolejne cząstki i antycząstki.

Na szczęście dla nas tak się nie stało. Dzięki zaburzeniu symetrii, powstaniu nieznacznej przewagi materii nad antymaterią, powstał nasz Wszechświat.

Czy rzeczywiście we Wszechświecie nie ma już antymaterii?

Jest, ale w znikomych ilościach. Antymateria jest obecna w Kosmosie, gdzie powstaje wskutek ostrzału jąder atomów gazu przez promieniowanie kosmiczne, wybuchy supernowych bądź strugi materii wyrzucane z dysków akrecyjnych czarnych dziur. Ale tylko nieznaczna jej część dociera do Ziemi, gdzie również anihiluje, czyli pojawia się na moment w mikroskopijnych ilościach i natychmiast znika.

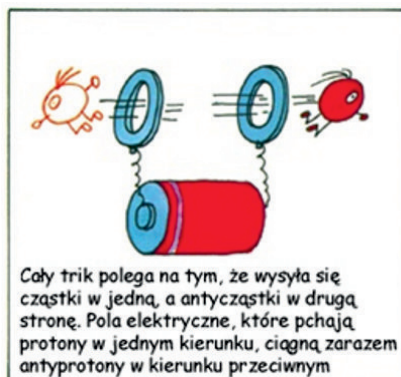
Kolejnym źródłem antymaterii (w tym przypadku pozytonów) są pierwiastki promieniotwórcze występujące w skorupie ziemskiej. Pozytony powstają z tzw. rozpadu β^+ , w którym proton w jądrze atomu przekształca się w neutron. Ponieważ jednak w każdym zjawisku fizycznym musi być spełniona zasada zachowania ładunku, przemianie tej towarzyszy pojawienie się pozytonu.

Antymateria może być również wytwarzana sztucznie, np. w akceleratorach (przyspieszaczach cząstek). Zasada działania akceleratora (w tym przypadku kołowego) jest wyjątkowo obrazowo wytłumaczona w multimedialnej wersji komiksu *The World of Particles*. Niestety, nie jest ona ogólnie dostępna w Internecie, tak jak dostępne są filmy PhD Comics Jorge Cham. Np. film <http://vimeo.com/41038445> poświęcony eksperymentom w CERNie również przedstawia taki akcelerator, w którym zderza się cząstki (w j. ang. *collider*, czyli zderzacz).



Zdjęcie „zderzacza” LEP/LHC

Large Electron Positron Collider (LEP) o **obwodzie 27 km**, w którym w 1989 roku przeprowadzono pierwsze zderzenia elektronów z pozytonami, został wybudowany w lekko pochylonym podziemnym tunelu na głębokości od 40 do 130 m. W roku 2000 LEP został zamknięty i przebudowany na Large Hadron Collider (LHC). Powód? Ponieważ masa protonu jest 1836 razy większa niż masa elektronu, zgodnie z wzorem Einsteina, anihilacja proton-antyproton dostarczy (w wyniku zamiany masy na energię) 1836 razy większą energię niż anihilacja elektron-pozyton.



Zasada działania akceleratora kołowego oraz przyspieszania cząstek i antycząstek w celu ich późniejszego zderzenia

Być może niektórzy z was zapytają: po co nam aż tak duże energie?

Żeby uzyskać energie bliskie tym, jakie panowały w momencie Wielkiego Wybuchu, żeby odtworzyć zachodzące wtedy reakcje i zweryfikować nowe teorie, jak również „zobaczyć”, dlaczego symetria między materią a antymaterią została zaburzona.

W roku 2008, gdy miał ruszyć wielki zderzacz hadronów LHC, na świecie zawrzało. Cóż ci fizycy wyprawiają! Przy tak wielkich energiach powstaną czarne dziury, które doprowadzą do naszej zagłady! Prasa na całym świecie straszyla kataklizmem. Bez paniki! Te eksperymenty krzywdy nam nie zrobią, ponieważ to nie są wielkie energie, natomiast są one niezwykle silnie skoncentrowane.

W tym momencie może nasunąć się pytanie: po co to wszystko? Tym bardziej, że te „zabawy fizyków” pochłaniają masę pieniędzy!

To fakt, pochłaniają. Ale rozwojowi wiedzy towarzyszy zawsze sporo wynalazków, również technologicznych. W efekcie wydatki na naukę (ta uwaga dotyczy nie tylko badań w CERNie) przynoszą po latach olbrzymie zyski, nie tylko finansowe. Przykładów jest wiele – m.in. super klisze, na których zdjęcia rtg mają lepszą rozdzielczość, a pacjent jest napromieniowany znacznie mniejszą dawką promieniowania, czy nowe liczniki cyfrowe, dzięki którym funkcjonuje aparatura medyczna, jak np. PET (skrót od nazwy angielskiej *positron emission tomography*). PET to tomografia z wykorzystaniem pozytonów. Cząstki antymaterii wstrzykuje się do naszego organizmu w celach diagnostycznych. Pozyton anihiluje z elektronem wewnątrz naszego ciała, a powstające kwanty promieniowania, rejestrowane w specjalnych licznikach, dostarczają lekarzowi unikalnych informacji o naszym organizmie.

Tak więc, jeśli tylko dostaniemy „zastrzyk antymaterii”, część „naszych elektronów” zanihiluje – na szczęście bez uszczerbku dla naszego ciała.

Fizyka dla braciszka i siostrzyczki

Wirujący pierścień z baloników



Proponujemy wykonanie eksperymentu z wirującym pierścieniem z baloników np. dla młodszego rodzeństwa. Potrzebne nam są kolorowe baloniki niezbyt mocno nadmuchiwanie, które łączymy w pierścień przyklejając jeden do drugiego taśmą klejącą (tak jak na ilustracji). Potrzebna też jest suszarka do włosów. Skierowanie strumienia powietrza pionowo do góry w pobliżu pierścienia z baloników powoduje nie tylko „lewitowanie” kółka, ale również jego obrót.

Zaskakującą „lewitację” baloników tłumaczymy opierając się na prawie Bernoulliego. Wyjaśniamy, że strumień powietrza wydmuchiwany z suszarki porusza się z większą prędkością nad pierścieniem z baloników, co powoduje spadek ciśnienia. Strumień powietrza wolniej opływa baloniki pod pierścieniem, a to sprawia, że pod pierścieniem ciśnienie powietrza jest większe niż nad nim. Różnica ciśnień powoduje powstanie siły nośnej, skierowanej pionowo w górę. Ze zjawiskiem powstawania siły nośnej spotykamy się przy opływie skrzydeł samolotu. Jednak wyjaśnienie powstawania siły nośnej samolotu jest bardziej skomplikowane. Przy odpowiednio dobranych parametrach eksperymentu (liczbie baloników – w szczególności chodzi o masę całego pierścienia oraz odpowiednio dobranej prędkości powietrza z suszarki) możemy wytworzyć siłę nośną, która zrównoważy siłę ciężkości pierścienia z baloników. Rotacja pierścienia wynika z asymetrii układu. Strumień powietrza z suszarki nie jest skierowany idealnie pionowo, lecz pod pewnym kątem do powierzchni stołu i opływając baloniki popycha je nieco nadając pierścieniowi ruch obrotowy.

Jeśli chodzi o małe dzieci:

1. Zaczynamy od wyjaśnienia, że otacza nas powietrze, które jest mieszaniną różnych pierwiastków i cząsteczek. Mówimy, że te cząsteczki są jak małe kuleczki, które cały czas się poruszają i zderzają się z sobą. Wyjaśniamy

dzieciom, że jeśli uwięzimy powietrze, np. w baloniku, to cząsteczki powietrza zderzają się nie tylko z sobą, ale też ze ściankami balonika i wywierają na te ścianki nacisk. Wyjaśniamy, że w ten sam sposób powietrze naciska na wszystko, co otacza. Mówimy, że ten nacisk cząsteczek powietrza na jakąś powierzchnię nazywamy ciśnieniem.

2. Przekładamy na język małych dzieci prawo Bernoulliego. Mówimy dzieciom, że szybki strumień powietrza z suszarki „wydmuchuje” cząsteczki powietrza znad pierścienia. Nad pierścieniem jest mniej cząsteczek, dlatego zmniejsza się nacisk powietrza nad pierścieniem, czyli ciśnienie powietrza jest mniejsze. Pod pierścieniem cząsteczki powietrza poruszają się wolniej – nie są tak szybko „wydmuchiwane” – jest ich tam więcej, dlatego wywołują większe ciśnienie.
3. Mniejsze ciśnienie jest na górze, a większe na dole i ta różnica powoduje, że powstaje siła zwana nośną, która pcha pierścień z baloników w górę. Dodajemy, że jest to ta sama siła, która pozwala latać ciężkim samolotom.

Hanna Moczko i Edyta Dzikowska

Badamy własności cieczy nieniuetonowskiej



Ciecz niutonowska to np. zwykła woda, herbata, olej. Ciecze takie zachowują się „normalnie”, to znaczy przy włożeniu do nich ciała stałego, np. nogi, łódzki, „rozstępują się” i wstawione ciało albo unosi się, albo tonie – w zależności od jego gęstości. Wszystkie ciecze mają pewną lepkość, która powoduje hamowanie ciała poruszającego się w cieczy. Woda ma małą lepkość, która nie zależy od szybkości poruszającego się w niej ciała. Na przykład, jeśli wodę w garnku mieszamy łyżką, to lepkość wody jest taka sama przy szybkim, jak i wolnym mieszaniu.

Tak nie jest w przypadku cieczy nienewtonowskich. Jeśli do takiej cieczy wkłada się ciało stałe, ono oczywiście wywiera ciśnienie na ciecz, ale to czy ciecz się „rozstąpi”, jak woda pod wpływem wkładanego ciała, zależy

od tego, jak szybko to zrobimy. Jeśli powolutku, ciecz się rozstąpi i ciało się w niej zanurzy. Jeśli jednak zrobimy to szybko, ciecz zachowa się jak sprężysta plastelina – czyli jak ciało stałe. **Substancja, która zachowuje się jak ciecz lub ciało stałe – w zależności od przyłożonej do niej siły – to właśnie ciecz nieniutonowska.**

Sporządzimy taką ciecz i zbadamy jej własności. Eksperyment z cieczą nieniutonowską pozwoli odkryć niezwykle jej właściwości, a jednocześnie dostarczyć dzieciom dużo wspaniałej zabawy.

Potrzebne materiały:

- ✓ woda,
- ✓ skrobia ziemniaczana,
- ✓ miarka (np. kubek, szklanka),
- ✓ naczynie o dużej podstawie (np. szeroki garnek, miska),
- ✓ łyżka,
- ✓ słomka do napojów,
- ✓ patyczek,
- ✓ piłeczka (np. tenisowa).

Opis doświadczenia:

- 1) do naczynia wsypujemy **dwie** miarki skrobi ziemniaczanej;
- 2) dolewamy **jedną** miarkę wody;
- 3) dokładnie mieszamy;
- 4) obserwujemy zachowanie cieczy nieniutonowskiej w momencie oddziaływania na nią większą lub mniejszą siłą.

Obserwujemy, kiedy płyn nieniutonowski zachowuje się jak ciało stałe:

- ✓ możemy rwać powierzchnię płynu jak ciało stałe,
- ✓ możemy odbijać od jego powierzchni piłeczkę, o ile uderzamy nią o powierzchnię płynu z dużą siłą,
- ✓ możemy ulepić z niego kulkę, a gdy zwolnimy nacisk kulka przecieka nam przez palce jak ciecz.

Kiedy płyn nieniutonowski zachowuje się jak ciecz:

- ✓ możemy w nim mieszać jak w cieczy (np. patyczkiem),
- ✓ możemy robić fale na jego powierzchni (dmuchamy w powierzchnię płynu słomką do napojów),
- ✓ przedmiot (np. piłeczka) położony swobodnie na powierzchni płynu powoli zatoni,
- ✓ jeżeli weźmiemy płyn do ręki, nie wywierając nacisku, spłynie nam między palcami jak ciecz.

Hanna Moczko i Edyta Dzikowska

Od Redakcji:

Na stronie „Weird Science” Marka Plesa <http://weirdscience.eu/P%C5%82 yn%20nienewtonowski.html> znajduje się film o cieczy nieniutonowskiej „na grającym głośniku”, z powierzchni której wynurzają się niesamowite „stwory”!



Na Festiwalu Nauka na Scenie w Słubicach w 2013 roku pokazywano „bieganie” po powierzchni cieczy nieniutonowskiej. Można to łatwo zademonstrować, gdy przygotuje się odpowiednio dużo cieczy w większej misce. Dziecko, które powoli wejdzie do miski z cieczą zanurzy w niej stopy podobnie jak w wodzie. Jeśli jednak zacznie tupać szybciej, to stopy będą się elastycznie odbijać od powierzchni cieczy, będzie to bieg w miejscu po powierzchni. Bardzo efektowne doświadczenie, a koszt to cena paru kilogramów mączki.

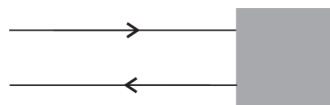
Na stronie Festiwalu <http://www.youtube.com/user/scienceonstageeurope> można również obejrzeć, jak grać w ping ponga bańkami mydlanymi i wiele innych niesamowitych eksperymentów.



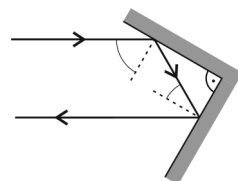
Polsko-Ukraiński Konkurs Fizyczny „Lwiątko” 2013

1. Dla zmniejszenia długości układów optycznych można „zawrócić” bieg światła, odbijając je od pary zwierciadeł, przez co światło biegnie tak, jak na rysunku. Szary kwadrat zasłania parę prostopadłych do siebie zwierciadeł. Promień padający na pierwsze zwierciadło musi tworzyć z linią do niego prostopadłą kąt (jest to tzw. kąt padania)

- A. koniecznie 30° ,
- B. koniecznie 45° ,
- C. koniecznie 60° ,
- D. koniecznie 90° ,
- E. inna odpowiedź.

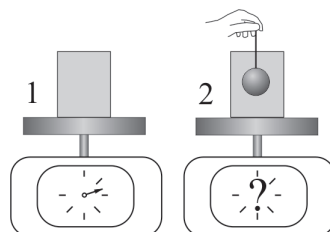


2. Smok wawelski ma 7 głów. Każda, gdy zostanie ścięta, odrasta dokładnie po 42 sekundach. Smok ginie, gdy nie ma żadnej głowy (chwila ostatniego cięcia musi poprzedzać chwilę, w której kolejna by mu odrastała). Jak często dzielny rycerz Leo musi dokonywać cięcia, by zabić smoka? Każdym cięciem rycerz ścina jedną głowę.



- A. Częściej niż co 5 s.
- B. Częściej niż co 6 s, ale niekoniecznie częściej niż co 5 s.
- C. Częściej niż co 7 s, ale niekoniecznie częściej niż co 6 s.
- D. Częściej niż co 8 s, ale niekoniecznie częściej niż co 7 s.
- E. W ogóle nie uda mu się zabić smoka.

3. Do szklanki pełnej wody włożono drewnianą kulkę, wypychając ją pod wodę cienkim drucikiem (rysunek), wskutek czego część wody wylała się. Wagi wyskalowano w gramach. Po dokładnym wytarciu rozlanej wody wskazanie wagi 2 w porównaniu ze wskazaniem wagi 1 będzie



- A. niższe o masę wylanej wody,
 B. wyższe o masę kulki,
 C. wyższe o siłę wyporu działającą na kulkę,
 D. takie samo,
 E. niższe o różnicę między masą wylanej wody a masą kulki.
4. Szalony wirtuoz jedzie kabrioletem i cały czas gra na flecie dźwięk a (la), o częstotliwości 440 Hz. Gdy kabriolet osiąga szybkość 130 km/h, nieruchomy obserwator, do którego się zbliża, słyszy należący do tej samej oktawy dźwięk
- A. e (mi),
 B. f (fa),
 C. g (sol),
 D. a (la),
 E. h (si).



Rozwiązanie: Gdy źródło fali (np. dźwięku) porusza się względem obserwatora, to częstotliwość fali odbieranej jest różna od częstotliwości fali wysyłanej przez to źródło. Sposób podanych odpowiedzi tylko to większa niż wysyłanego przez źródło. Jeżeli źródło dźwięku przemieszcza się do obserwatora, to częstotliwość dźwięku odbieranego jest większa niż wysyłanego przez źródło. Sposób podanych odpowiedzi tylko to większa niż wysyłanego przez źródło. Sposób podanych odpowiedzi tylko to większa niż wysyłanego przez źródło.

Zad. 4 – odp. E

Rozwiązanie: Zgodnie z prawem Archimidesa siła wyporu działająca na zanurzoną w wodzie kulkę ma wartość równą ciężarowi wypartej wody. Z kolei, zgodnie z II III zasadą dynamiki Newtona, kula działa na ciecz siłą o takiej samej wartości, co siła wyporu. Zatem siła nacisku cieczy na dno naczynia jest taka sama, jak przed włożeniem kulki.

Zad. 3 – odp. D

Rozwiązanie: Po ścięciu pierwszej głowy smoka zostaje do ścięcia jeszcze 6 głów. Leo musi tego dokonać zanim pierwsza głowa odrośnie, a więc w ciągu 42 sekund. Na ścięcie jednej głowy „przypada” zatem mniej niż 42 : 6 = 7 sekund.

Zad. 2 – odp. C

Rozwiązanie: Kąt padania promienia światła na pierwsze zwierciadło może być dowolny (rysunek). Im jest on większy, tym mniejszy jest kąt padania na drugie zwierciadło.

Zad 1 – odp. E

Odpowiedzi i rozwiązania



W następnym numerze zamieścimy instrukcję, jak samodzielnie wykonać rakietę według pomysłu z Projektu INTERBLOK www.interblok.pl. Na zdjęciu (wykonanym przez panią Bożenę Malarę) uczniowie z Publicznego Gimnazjum Samorządowego w Kazimierzy Wielkiej testują wykonaną przez siebie rakietę.



NEUTRINO - pismo dla uczniów o fizyce i astronomii
ISSN 1689-9571

wydawane przez FOTON
Biuletyn Sekcji Nauczycielskiej Polskiego Towarzystwa Fizycznego
Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie
ISSN 1234-4729

Zespół redakcyjny:
Zofia Gołąb-Meyer (red. nacz.), Katarzyna Cieślar,
Katarzyna Dziedzic-Kocurek, Dagmara Sokołowska, Witold Zawadzki

Adres Redakcji:
FOTON
Instytut Fizyki UJ, 30-059 Kraków, ul. Reymonta 4
tel. 0-12 663-55-63, fax. 0-12 633-40-79
e-mail: foton@if.uj.edu.pl

Redakcja techniczna, opracowanie graficzne i skład:
Anna Gagattek, IF UJ

Projekt okładki: Andrzej Cieślar

Zachęcamy do prenumeraty NEUTRINA z FOTONEM:
Cena prenumeraty rocznej wynosi 31,50 zł. Pieniądze należy wpłacić na konto:

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ
"FOTON"

Bank PEKAO S.A. O/Kraków
Nr r-ku: 07 1240 4722 1111 0000 4855 9692

Prosimy o poinformowanie Redakcji o dokonanej wpłacie i podanie nr NIP