

Aero - herbatka

Abstrakt

Przy pomocy balona, nitki, torebki herbaty i suszarki zaparzemy herbatę. Dokładnie rzecz biorąc - aero-herbatę.

Zastosowanie/Słowa kluczowe

fizyka, aerodynamika, strumień, powietrze

Materiały

- balon
- nitka
- torebka herbaty
- moneta 2zł
- zszywacz biurowy
- kubek
- suszarka do włosów z okrągłym wylotem

Bezpieczeństwo

Pokaz nie stwarza żadnego zagrożenia dla zdrowia.

Warunki szczególne

Prąd do zasilenia suszarki.

Wykonanie

Nadmuchujemy balon i związujemy na końcu. Do supła mocujemy nic o długości ok. 50cm. Na końcu nici dowiazujemy torebkę herbaty. Wcześniej umieszczamy w torebce monetę 2zł (torebkę zamykamy zszywaczem biurowym). Łapiemy za koniec nici (za torebkę) pozwalając balonowi swobodnie zwisac. Przykładamy wylot dmuchawy pionowo w dół do powierzchni balonu. Następnie dmuchamy z góry na balon. Ciagle dmuchając spróbujmy przesunąć suszarkę w którąkolwiek stronę. Strumień jest wciąż skierowany pionowo w dół (nie obracamy suszarką). Niespodzianka! Balon



podąża za strumieniem jakby był połączony z suszarką niewidzialną nicią. Sznurek, którym trzymamy balon, tworzy z pionem pewien kąt. Spróbujemy zwiększyć ten kąt najbardziej jak się da (suszarka musi być bardzo blisko powierzchni balonu). Balon "wisi" prawie poziomo! Obserwowany efekt dowodzi jednoznacznie, że przyklejanie balonów, opisane w części 'Alternatywy', nie ma nic wspólnego z tym, że mamy dwa balony. Efekt "przyklejenia" do strumienia występuje dla jednego balonu. Teraz wykonujemy obrót suszarki, tak żeby balon zaczął lewitować w strumieniu powietrza (jak w cegiełce 'Aero-lewitacja'). Torebka od herbaty swobodnie zwisa. Manipulując suszarką celujemy torebką do wcześniej przygotowanego kubka. W ten sposób parzymy aero-herbatkę

Wytłumaczenie

Jeśli balon umieszczony jest dokładnie w środku strumienia, mamy następującą sytuację: powietrze pada "pionowo" na balon, opływa jego kształt i za balonem mamy strumień, który "pionowo" oddala się od niego. Kierunek strumienia nie zostaje zmieniony. Kiedy odsuwamy balon/suszarkę z położenia środkowego sytuacja się zmienia: strumień padający ma pęd pionowy, ale strumień opuszczający balon nie jest już pionowy, następuje jego odchylenie, a w związku z tym pojawienie się składowej pędu, której strumień pierwotnie nie miał. Pojawia się efekt odrzutu, tzn. jeśli strumień skręcił w lewo, to balon doznaje odrzutu w prawo. Odrzut wciska balon zawsze do środka strumienia. Jeśli zatem balon chce uciec ze strumienia i przesuwa się w lewo, strumień również skręca w lewo, i siła odrzutu popycha balon w prawo, tzn. w środek strumienia. Finalny efekt jest taki, że balon podąża za ruchem suszarki jakby był na niewidzialnej smyczy. Nie jest również w stanie wypaść ze strumienia, co daje aero-lewitację.

Alternatywy

Ten sam eksperyment możemy wykonać za pomocą piłeczki ping-pongowej w strumieniu wody. Zaletą tego eksperymentu jest to, że ewidentnie widać zakrzywienie strumienia. Wada polega na tym, że potrzebujemy kranu ze zlewem (i silny strumień wody).

Przed parzeniem aero-herbatki możemy umieścić w torebce kawałek suchego lodu (żeby ziarnko nam nie wysublimowało trzymamy torebkę w suchym lodzie). Kiedy torebka wpadnie do kubka z wodą pojawi się para i bąbelki - bardzo fajny efekt. Oczywiście kubek musi być przezroczysty.

W podręcznikach, na pokazach naukowych (Piknik Naukowy, Festiwal Nauki), etc możecie spotkać się z następującą wersją eksperymentu. Nadmuchujemy dwa balony, zawiązujemy i do każdego przyczepiamy nitkę takiej samej długości. Na końcu nitki możemy dowiązać gumkę recepturkę. Jest to proste i praktyczne rozwiązanie na zaczepienie balonu do czegośkolwiek. Zawieszamy balony obok siebie (odległość między balonami powinna być porównywalna z "szerokością" strumienia powietrza). Do zawieszenia może posłużyć dowolna rurka (np. taka z PCV kanalizacyjna), drewniany kij, a nawet ręka... dosłownie może to być cokolwiek. Celujemy z góry strumieniem powietrza w przestrzeń między balonami. Obserwujemy przyklejenie się balonów do siebie. UWAGA: obserwowane zjawisko nie wynika z faktu, że w poruszającym się powietrzu ciśnienie musi być niższe niż w

spoczywającym. Jest to nieprawidłowa interpretacja równania Bernoulliego, które mówi jak zmienia się ciśnienie w strumieniu wraz ze zmianą jego prędkości. W nieprawidłowej interpretacji jest sugestia, że przestrzeń między dwoma balonami jest odpowiednikiem przewężenia w [zweźce Venturiego](#). Recz w tym, że balon, bez względu na to, czy drugi jest obok, czy nie, jest "wciągany" do strumienia (tak jak to zostało opisane w części 'Wykonanie'). Stawianie dwóch balonów tylko mąci sprawę, bo efekt jest obserwowany dla jednego.

Troubleshooting

Torebka herbaty musi być obciążona. Sprawdza się wkładanie do niej monety 2 zł. Balonik powinien mieć kształt jak najbardziej okrągły. Zwiększy to stabilność.

Komin

Abstrakt

Wykonamy najprostszy na świecie rozpylacz. Urządzenie to wykorzystuje fakt, że pędzący strumień powietrza porywa ze sobą cząsteczki powietrza znajdujące się wewnątrz rury rozpylacza. Jest to zatem rozpylacz aerodynamiczny.

Zastosowanie/Słowa kluczowe

fizyka, aerodynamika, ciśnienie

Materiały

- szklanka (bezbarwna, przezroczysta)
- przezroczysta rurka
- kompresor powietrza z kierownicą strumienia
- 12 piłeczek ping-pongowych
- model komina
- dmuchawa ogrodowa

Bezpieczeństwo

Pokaz nie sprawia żadnego zagrożenia dla zdrowia. Komin wyrzuca z siebie piłeczki pingpongowe albo w wersji rozpylacza drobne kropelki wody, więc możemy kogoś, chcący lub niechcący, pomóc.

Warunki szczególne

Prąd do zasilenia dmuchawy lub kompresora. Zabezpieczamy dostęp do kompresora. Nikt, oprócz prowadzącego pokaz, nie powinien mieć do niego dostępu.

Wykonanie

Na zasadzie "ciągu z komina" możemy zrobić komin. Do rury z pleksi (mamy do dyspozycji 2m składaną z 2 części) wsypujemy 12 piłeczek ping-pongowych (jest to maksymalna ilość jaką potrafi wyciągnąć nasza dmuchawa ogrodowa). Do górnego wylotu komina przykładamy silny strumień powietrza z dmuchawy



ogrodowej. Przy odpowiednim ustawieniu wylotu dmuchawy obserwujemy, że piłeczki podnoszą się i to wszystkie na raz! Kiedy dojdą do szczytu komina są porywane z impetem przez silny strumień. Jest to bardzo widowiskowe.

Zasada jest prosta lekki przedmiot, rura i silny strumień. Możecie poprobować na czym się da.

Wytłumaczenie

Najczęściej powtarzanym błędem jest stwierdzenie, że w strumieniu poruszającego się powietrza panuje niższe ciśnienie, niż w powietrzu nieruchomym oraz, że jest to konsekwencją równania Bernoulliego. Równanie Bernoulliego pozwala porównywać ciśnienia dla różnych punktów ale TYLKO w obrębie danego strumienia. W szczególności nie wolno przy pomocy tego równania porównywać ciśnienia w strumieniu z ciśnieniem panującym poza nim albo porównywać ciśnień w dwóch różnych strumieniach.

A teraz wracamy do wyjaśnienia zjawiska rozpylacza. Najkrócej rzecz ujmując chodzi o to, że strumień powietrza pędzący nad wylotem rurki porywa za sobą sąsiadujące z nim cząsteczki powietrza, między innymi te znajdujące się wewnątrz rurki. Wynika to z istnienia międzycząsteczkowych sił lepkości. W konsekwencji w rurce ubywa gazu i obniża się ciśnienie, co powoduje wysysanie cieczy ze szklanki. Fizyk zwróci uwagę na fakt, że środek ciężkości cieczy się podnosi, więc coś wykonuje pracę podniesienia cieczy. Co wykonuje tę pracę? Odpowiedź: ciśnienie atmosferyczne. Na powierzchnię cieczy zawartej w szklance napiera ciśnienie atmosferyczne. W rurce ciśnienie spadło więc w jednym miejscu nacisk ciśnienia atmosferycznego się zmniejszył. Ciśnienie atmosferyczne naciskające na te punkty powierzchni wody, których nie obejmowała rurka, wcisnęło wodę do rurki.

Alternatywy

Kompresor musi być ustawiony na 7atm. Nalewamy do szklanki wody (do samego brzegu). Umieszczamy w szklance szeroką rurkę i mocno przytrzymujemy w górnej części. Ustawiamy odpowiednio kierownicę i puszczamy strumień. Woda powinna unieść się na do połowy wysokości rurki. Zmieniamy rurkę na cienką. Woda unosi się tak wysoko, że wyskakuje z rurki (dla kwarcowej rurki dostępnej w pudle Aero potrzebne ciśnienie to ok. 6atm). Pędzący strumień powietrza rozpyla ją. Tak działają niektóre rozpylacze farb i lakierów (kiedyś w samochodach były gaźniki, które działały na tej samej zasadzie). Aby woda była lepiej widoczna można spróbować zabarwić ją barwnikiem spożywczym (stosowanym do barwienia jaj), jednak odradzam robienie tego - ludzie boją się, że rozpylona woda pobrudzi im ubranie.

Troubleshooting

Szybko wylatujące powietrze może przesuwać rurkę. Dlatego należy ją mocno trzymać w górnej części. Najlepiej jest oprzeć wylot kierownicy strumienia o ściankę rurki, przy samym jej końcu, a sam strumień skierować lekko w górę. Jeśli jako źródła strumienia używamy kompresora powietrza, to potrzebne ciśnienie wynosi ok. 7 atm.

Strumień z dmuchawy ogrodowej wydobywa się z mniejszego, a nie z większego otworu i to nim trzeba celować w krawędź rury.

Maksymalna ilość piłeczek, przy której można zaprezentować to doświadczenie wynosi 12.

Bernoulli w lejku

Abstrakt

Zademonstrujemy efekt Bernoulliego w lejku kuchennym. Doświadczenie daje paradoksalny wynik, polegający na tym, że im mocniej wydmuchujemy piłkę z lejka, tym mniejsze szanse, że nam się to uda.

Zastosowanie/Słowa kluczowe

aerodynamika Bernoulli strumień powietrze płyn

Materiały

- piłeczka ping-pongowa
- stalowy mini-lejek
- rurka do napojów o zwiększonej średnicy (takie jak w Grycanie)

W wersji pro:

- suszarka do włosów z okrągłym wylotem i zimnym nawiewem
- wielki lejek (winiarski)
- okrągły balon

Bezpieczeństwo

Pokaz nie stwarza żadnego zagrożenia dla zdrowia. Wielokrotnie powtarzane, silne dmuchanie może spowodować zawroty głowy.

Warunki szczególne

Prąd do zasilenia suszarki.

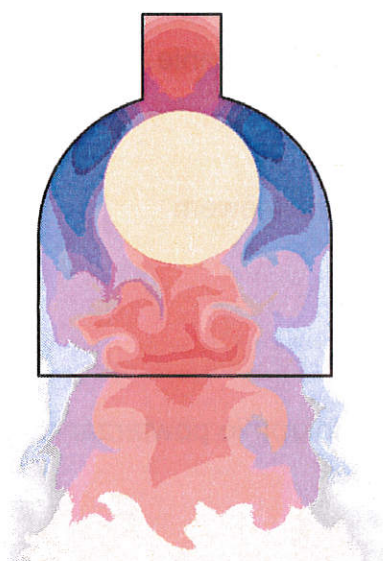
Wykonanie

Najpierw łączymy słomkę do picia z lejkiem mini stalowym. Umieszczamy w lejku piłeczkę ping-pongową i mocno dmuchamy, pionowo do góry. Sztuka wydmuchnięcia piłeczki - choćby nie wiem jak mocno dmuchał - nie uda się nikomu. Im mocniej się dmucha tym bardziej się nie uda. Można teraz pokazać, że nawet jak obróci się układ do góry nogami, piłka nie wyleci. Jedyne warunki - trzeba dmuchać.



Wy tłumaczenie

Mamy tutaj do czynienia z klasycznym efektem Bernoulliego. Powietrze wylatując z rurki lejka, w przypadku gdy nie ma piłeczki, wydostaje się do obszaru ograniczonego ściankami w kształcie dzwonu. Strumień rozszerza się i zwalnia. Kiedy na drodze staje piłeczka ping-pongowa, jedyna droga, którą może wydostać się strumień, prowadzi przez wąską szczelinę między wewnętrzną powierzchnią dzwonu i powierzchnią piłeczki. Przestrzeń między piłką i lejkiem jest bardzo ciasna, a gaz nie jest zbyt chętny do ściskania (oczywiście gaz jest setki razy bardziej ściśliwy niż ciecz, ale tak długo, jak prędkości przepływu strumienia są małe w porównaniu z prędkością dźwięku w gazie, można uznać, że przepływy są nieściśliwe). Łatwiej jest strumieniowi przyspieszyć i szybko prześlizgnąć się przez przewężenie, niż być skompresowanym. Wniosek: tam gdzie mamy przewężenie, strumień przyspiesza. Zastanówmy się teraz: gaz SAMOISTNIE przyspieszył, czyli zwiększył swoją energię kinetyczną. Ale skąd właściwie wziął tę dodatkową energię?



Przecież energia nie może pojawiać się znikąd i nie może również znikać. Poprawna odpowiedź brzmi: gaz zwiększył swoją energię kinetyczną kosztem innej energii, w tym wypadku kosztem ciśnienia (ciśnienie jest miarą gęstości energii)! Właśnie o tym mówi prawo Bernoulliego (w rzeczywistości nie ma czegoś takiego jak "prawo Bernoulliego", jest tylko równanie Bernoulliego i często, w kontekście tego równania, mówi się o efekcie lub prawie Bernoulliego). Zatem na obwodzie styku piłeczki ping-pongowej z lejkiem mamy obszar przyspieszonego gazu i obniżonego ciśnienia (kolor niebieski na rysunku obok). Ciśnienie atmosferyczne dociska w związku z tym piłeczkę do lejka i dlatego piłeczki nie da się wydmuchać.

Alternatywy

Można przeskalować doświadczenie do większych rozmiarów. W tym celu używamy lejka winiarskiego, suszarki do włosów i okrągłego balonu. W czasie gdy balon jest już zassany możemy nawet obrócić lejek „do góry nogami”. Możemy nawet szarpać całym układem. Nic to nie da - balon zostaje w lejku. Jednakowoż w momencie wyłączenia suszarki balon po chwili odpada.

Eksperyment z lejkiem i piłeczką można wykonać ze strumieniem wody.

Do zabawy można użyć suszarki (musi mieć okrągły wylot powietrza i koniecznie zimny nawiew). Na wyposażeniu pudła Aero jest taka. Najlepsze byłyby przezroczyste i bezbarwne lejki ale takich prawie nie ma (lub trudno je dostać).

Dlatego zamiast klasycznego lejka kuchennego warto użyć uciętej górnej części butelki PET. Jak połączyć gwint PET z suszarką? Poprzez specjalnie zrobiony adapter (na wyposażeniu pudła Aero). Uwaga: gwinty butelek PET różnych producentów nie są identyczne; adapter jest przystosowany do gwintów od butelek po Coca-Coli (bez względu na objętość). W przezroczystym lejku ładnie widać piłeczkę i jej niespokojne ruchy.

Świetny efekt daje użycie stalowego mini-lejka z kompresorem powietrza.

Troubleshooting

Zasysanie nie jest bardzo mocne. Jeśli piłeczka wypada należy - paradoksalnie - zwiększyć ciąg suszarki.

UWAGA: Suszarka z gorącym nawiewem może się spalić! Dlatego przed wykonaniem doświadczenia trzeba sprawdzić, czy suszarka ma opcję ustawienia zimnego nawiewu.

Podkręcony Magnus

Abstrakt

W tym doświadczeniu spróbujemy zrozumieć, jaka fizyka kryje się za sztuczką wykorzystywaną w niemal każdym "piłkowym" sporcie. Czyli o co chodzi w podkręcaniu.

Zastosowanie/Słowa kluczowe

aerodynamika Magnus strumień lepkość powietrze

Materiały

- papierowy walec

lub

- "walec" zbudowany z dwóch styropianowych kubków sklejonych szerszą częścią

Bezpieczeństwo

Pokaz nie stanowi żadnego zagrożenia dla zdrowia.

Warunki szczególne

brak

Wykonanie

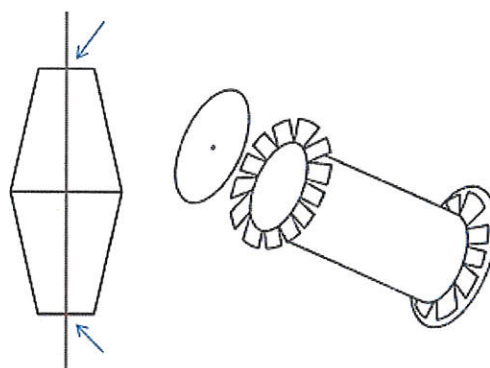
Wersja 1. Jest to najłżejsza i najlepiej działająca aczkolwiek najdelikatniejsza wersja (stąd przechowywanie w metalowej puszcze); przygotowanie wymaga czasu i narzędzi

Wykonujemy papierowy walec wg poniższej instrukcji:

a. narysuj cyrklem dwa okręgi o średnicy 12cm i

b. w obu zrób wykałaczką dziurkę dokładnie w środku wyciętego koła

c. kartkę papieru ponacinaj na krótszych bokach na głębokość ok. 2cm w kilkunastu miejscach (tak żeby powstały paski szerokie na ok. 2cm)



wytnij je

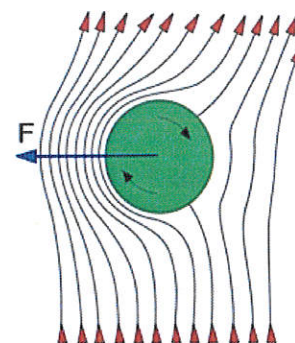
- d. utnij skrajny pasek w lewym dolnym rogu i w prawym dolnym rogu kartki
- e. posmaruj klejem krawędź kartki na dłuższym boku, ten na którym uciętaś/ucięłaś skrajne paski; zwiń kartkę w walec (klejenie krawędzi bardzo ułatwia powierzchnia boczna rury kanalizacyjnej o średnicy ok. 10cm)
- f. odegnij wcześniej nacięte paski i przyklej do tak przygotowanych 'kołnierzy' podstawy walców, czyli wycięte wcześniej i nadziurkowane koła
- g. włóż w przygotowane dziurki patyki do grilla (przebić przez całą wysokość walca) i wpuść kilka kropel kleju na powierzchnię styku kartka-wykałaczką, odczekaj minutkę i walec gotowy

Wersja 2. Z dwóch styropianowych kubków wykonujemy "walec", tak jak pokazuje to rysunek. W miejscach zaznaczonych strzałką wpuszczamy odrobinę "Kropelki". Dla wzmocnienia konstrukcji, używamy taśmy klejącej w miejscach styku kubków, na obwodzie. Walec powinien być jak najlżejszy i zbalansowany (co oznacza użycie małej ilości taśmy i kleju oraz równe po obu stronach masy wystających kawałków drewnianego patyka).

Kiedy mamy już walec puszczaamy go swobodnie nadając mu palcami dużą rotację. Zamiast opadać pionowo, zacznie poruszać się "po skosie" oddalając się od punktu startowego. Walec może polecieć na nas lub od nas i zależy to od kierunku rotacji. Najlepiej jeśli walec startuje z dużej wysokości, dlatego pokaz może wykonać na podwyższeniu (tabelet, krzesło, stolik, drabinka rozstawna etc).

Wytłumaczenie

Opadający walec jest równoważny nieruchomemu walcowi omiatanemu przez strumień powietrza. Jeśli walec opada, to równoważny strumień jest skierowany do góry. Strumień powietrza, opływając walec, rozdziela się na lewy i prawy. Rotacja walca oraz tarcie cząsteczek powietrza o powierzchnię powodują, że cząsteczki w jednym strumieniu są przyspieszane (dostają impetu od kręcącego się obiektu), a w drugim spowalniane (świadomie nie użyłem określeń lewy lub prawy strumień, gdyż to, który strumień jest przyspieszany, a który spowalniany zależy od kierunku obrotu walca). Pojawia się też dodatkowy efekt polegający na przywieraniu przyściennych warstw powietrza do powierzchni opływanego przedmiotu. Wszystko to razem powoduje, że szybszy strumień przylega do walca na dłuższym odcinku jego obwodu (linie szybszego strumienia zataczają większy łuk dookoła obwodu walca, niż linie strumienia wolniejszego). To z kolei daje taki efekt, że szybszy strumień jest odchylany w lewo lub w prawo, w zależności od tego w którą stronę kręci się walec. Dwa strumienie, lewy i prawy, łączą się, za walcem, z powrotem w jeden.



Okazuje się jednak, że wypadkowy strumień, powstały za walcem, jest odchylony w stosunku do pierwotnego, który nacierał na walec (porównajcie z rysunkiem obok). Zmiana kierunku strumienia daje efekt odrzutu (jest to konsekwencja III zasady dynamiki Newtona albo, co wychodzi na to samo, zasady zachowania pędu). Walec zamiast opadać pionowo, jest odrzucany w kierunku przeciwnym niż kierunek zagięcia strumienia, np. jeśli strumień wypadkowy jest odchylany w lewo, to walec doznaje odrzutu w prawo. W efekcie walec spada po skosie.

Efekt skręcania szybko poruszających się obiektów obdarzonych prędkością obrotową nazywamy efektem Magnusa.

1. Regulowany głośnik

Abstrakt

Głośnik podłączony jest do generatora, dzięki któremu możemy płynnie zmieniać częstotliwość dźwięku od pojedynczych Hz do dziesiątek kHz. Możemy sprawdzić jaki zakres słyszy publiczność (i jak zależy to od wieku)

Słowa kluczowe

Częstotliwość, próg słyszalności, infra- i ultradźwięki

Lista materiałów

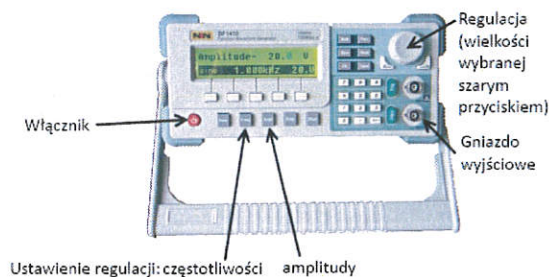
Głośnik przenoszący wysokie częstotliwości (nie subwoofer), generator funkcyjny, wzmacniacz mocy, przewody do łączenia

Warunki szczególne - bezpieczeństwo

Głośnik, generator i wzmacniacz muszą być podłączone do zasilania.

Instrukcja wykonania

Przygotowanie przed pokazem: włączamy generator, ustawiamy amplitudę na 1,0V i częstotliwość na około 2000Hz. Ścisamy wzmacniacz do zera.



W trakcie pokazu zgłaśniamy wzmacniacz i słyszymy dźwięk z głośnika. Ustawiamy generator pokrętle na coraz wyższe częstotliwości, coraz bardziej piskliwe – prosimy, żeby wszyscy, którzy słyszą dźwięk podnieśli rękę. Jedziemy w górę i przy 20kHz już nikt nie powinien słyszeć. Do sprawdzenia czy dzieci opuszczą rękę szybciej niż dorośli i czy w hałasie w Agorze w ogóle będzie coś słychać.

Wy tłumaczenie [Bibliografia: pozycje 5,7]

Generator funkcyjny generuje zmienne napięcie o zadanym kształcie, częstotliwości i amplitudzie – np. sinusoidalny sygnał, który podajemy na głośnik. Ponieważ generator może nie mieć dość dużo mocy, po drodze można włączyć wzmacniacz. Wszystko służy temu, aby wydobyć z głośnika dźwięk (membrana drga w rytm zmiennego napięcia (sygnału)), który możemy płynnie regulować – możemy wyjść z jego częstotliwością poza zakres słyszalności, czyli w granice 17-18kHz dla wysokich dźwięków i 15-20Hz dla niskich dźwięków.

Alternatywa w fazie testów: nagrać/wygenerować liniowo narastający dźwięk na odtwarzacz mp3 i podłączyć do głośnika z wbudowanym wzmacniaczem. Wtedy układ uprości się do odtwarzacza, kabla, głośnika – z pominięciem generatora i wzmacniacza.

Dodatek: Muzyk mówi o dźwiękach wyższe-niższe, a fizyk woli określenie o wyższej lub niższej częstotliwości. Wyjaśniając związek drgania z wysokością dźwięku można użyć metafory kolibra i kormorana. Mając bardzo dużą i bardzo małą kartkę papieru (jak skrzydła kormorana i kolibra) możemy (lub ochotnicy) machać nimi jak najszybciej – oczywiście szybciej (z większą częstotliwością) macha "koliber".

Opisy doświadczeń ze scenariusza.

Wdmuchiwanie kulki

Abstrakt

Zaprezentowany zostanie paradoks aerodynamiczny polegający na tym, że mimo dmuchania w kierunku „do środka butelki” papierowa kulka wyskakuje z butelki.

Zastosowanie/Słowa kluczowe

fizyka, aerodynamika, ciśnienie, ciśnienie atmosferyczne, nadciśnienie, powietrze

Materiały

- mała kulka papieru
- przezroczysta i bezbarwna butelka po winie (istotne żeby miała długą szyjkę)

Warunki szczególne

brak specjalnych wymogów

Wykonanie

Papierową kulkę umieszczamy w środku butelki, na głębokości szyjki. Trzymając butelkę poziomo i pilnując aby jej nie przechylać, próbujemy wdmuchnąć kulkę głębiej. Efekt jest taki, że kulka wyskakuje na zewnątrz!

Wytłumaczenie

Najprostszym wyjaśnieniem niech będzie sparafrazowane przysłowie: do pełnego i Salomon nie doleje. Butelka jest pełna powietrza, a dmuchając próbujemy „dolać” jeszcze więcej. Skutek jest taki, że nadmiarowe powietrze „wylewa” się z butelki, zabierając ze sobą kulkę. Używając innego języka: wdmuchując powietrze zwiększamy ciśnienie gazu wewnątrz objętości butelki. Zwiększone ciśnienie powoduje, że powietrze chce się wydostać, a jedyną drogą ucieczki jest otwór butelki. Kulka jest porywana razem z powietrzem i wylatuje na zewnątrz, mimo że strumień powietrza z naszych ust porusza się w przeciwnym kierunku.

Alternatywy

W ten sam sposób można wyciągnąć [jajko z karafki](#). Przechylamy karafkę tak żeby jajko skierowało się ostrzejszą stroną ku dołowi. Jajko zatrzymuje się na przewężeniu naczynia. Teraz przykładamy otwór karafki szczelnie do ust (tak żeby nie było



szparki, przez którą mogłoby wydostawać się powietrze), mocno dmuchamy i szybko zabieramy usta od wylotu. Wszystko trwa ułamek sekundy i hop, jajko jest na zewnątrz.

Troubleshooting

Jeśli kulka wpada do środka, to najprawdopodobniej dlatego, że przechylono butelkę.

Trzeba też uważać aby ani kulka, ani ścianki butelki nie były wilgotne. Wtedy kulka może się przykleić.

1. Fala „kopernikańska”

Abstrakt

naśladowanie ruchu fali podłużnej wykonana przez publiczność.

Słowa kluczowe

fala podłużna

Lista materiałów

brak

Warunki szczególne

brak

Instrukcja wykonania

Zapraszamy 5-6 ochotników na scenę. Stają rzędem - twarzą do publiczności. Instruuujemy jaki ruch mają wykonać /kolejno kołyszają się na boki, zgodnie z ruchem ręki prowadzącego pokaz/. Przy prawidłowo wykonanej aktywności wyraźnie będzie widać zaburzenie (ruch widzów) przemieszczające się na podobieństwo fali dźwiękowej.

Wytlumaczenie [Bibliografia: pozycje 2,5]

Wyjaśniamy- **falową naturę dźwięku**. Wprowadzenie: czym jest dźwięk od strony fizycznej? Zbierzmy sobie to co na powyższy temat ustaliła nauka: po pierwsze dźwięk jest falą. Falę stanowi rozchodzące się w ośrodku zaburzenie, Tym co zmienia się (zaburza) w przypadku dźwięku, rozchodzącego się w powietrzu, czy wodzie jest gęstość i ciśnienie ośrodka. Dźwięk rozchodzący się w płynach (w powietrzu, w wodzie) jest falą **PODLUŻNĄ**, a nie poprzeczną (jak fala pokazywana na szarpanym sznurku). Oznacza to, że kierunek zgęszczania się i rozrzedzania się cząsteczek jest zgodny z kierunkiem rozchodzenia się fali.

2. Linka – fala stojąca

Abstrakt

wizualizacja fali stojącej przy pomocy kręcącej się poziomo linki

Słowa kluczowe

fala dźwiękowa, fala podłużna, fala stojąca, węzły, strzałki

Lista materiałów

wkrętarka z doczepioną linką, zakończoną obracającym się elementem i pałeczką do chwycenia

Warunki szczególne - bezpieczeństwo¹

Należy zwrócić uwagę, by animator techniczny dobrze trzymał linkę (by nie “wystrzeliła w stronę publiczności).

Instrukcja wykonania

- Animator techniczny trzyma mocno wolny koniec linki

- włączamy wkrętarkę. Regulujemy prędkość, obroty i naciągnięcie linki tak - by pojawiła się fala stojąca

Wytlumaczenie [Bibliografia: pozycje 2,5]

Należy zwrócić uwagę, że nie prezentujemy tu fali dźwiękowej (tzn. podłużnej), a tylko pokazujemy rodzaj drgań **PODOBNY** do tych jakie mogą pojawić się np. na strunie instrumentu muzycznego. Te drgania będą pobudzać ośrodek w którym się znajdują do drgań.

¹ Do zakończenia testów nie bierzemy ochotnika

Wyjaśniamy- **falową naturę dźwięku**. Wprowadzenie Czyli: czym jest dźwięk od strony fizycznej? Zbierzmy sobie to co na powyższy temat ustaliła nauka: po pierwsze dźwięk jest falą . Falę stanowi rozchodzące się w ośrodku zaburzenie, Tym co zmienia się (zaburza) w przypadku dźwięku, rozchodzącego się w powietrzu, czy wodzie jest gęstość i ciśnienie ośrodka. /tu można odwołać się do przykładu wykonanej aktywności "kopernikańskiej fali "

Gdyby fali dźwiękowej przyrzeć się dokładniej (jakby ją "sfotografować"), to dałoby się zobaczyć, że stanowią go cykliczne zgęszczenia i rozrzedzenia powietrza. Te obszary zagęszczeń i rozrzedzeń przesuwiają się z prędkością dźwięku w pewnym kierunku, i jeżeli tak się zdarzy - mogą wpaść do czyjegoś ucha i wywołać w nim wrażenie dźwięku.

Dźwięk rozchodzący się w płynach (w powietrzu, w wodzie) **jest falą podłużną**. Oznacza to, że kierunek zgęszczania się i rozrzedzania się cząsteczek jest zgodny z kierunkiem rozchodzenia się fali.

Przy omawianiu ruchu falowego warto rozróżnić dwie różne prędkości z nim związane:

- prędkość ruchu cząsteczek powietrza

- prędkość przesuwania się fali dźwiękowej Fala jako całość, nie przemieszcza ze sobą wszystkich cząsteczek od źródła dźwięku do ucha . Przesuwa się tylko samo zgęszczenie tych cząsteczek, obejmując coraz to nowe obszary przestrzeni.(same cząsteczki nie przesuwiają się z A do B - przekazywany jest tylko sam "rozkaz" zagęszczania i rozrzedzania.

Fala stojąca. Szczególnym przypadkiem fali dźwiękowej jest tak zwana fala stojąca (np w instrumentach muzycznych emitujących dźwięk określonej wysokości) Fala stojąca to jak widać - fala, której grzbiety i doliny nie przemieszczają się.

Fala stojąca powstaje na skutek interferencji dwóch takich samych fal poruszających się w przeciwnych kierunkach. Zwykle efekt ten powstaje np. poprzez nałożenie na falę biegnącą fali odbitej. Idealna fala stojąca różni się od fali biegnącej tym, że nie ma tu propagacji drgań, nie występuje zatem np. czoło fali.

1. Upadające rurki

Abstrakt

Rurki o różnej długości rzucające na ziemię, wydają dźwięki o różnej wysokości, zależny od długości rurek

Słowa kluczowe

Fala, wysokość dźwięku

Lista materiałów

Rurki o różnej długości i tej samej średnicy. Tu użyte aluminiowe o średnicy 10 mm i ściankach 1mm.
Długość rurek - 220mm, 235mm, 251mm

Warunki szczególne - bezpieczeństwo

twarde podłoże do rzucania rurek

Instrukcja wykonania

Prowadzący wybiera 4 ochotników i daje im po komplecie rurek (każdemu jednakowej długości), ochotnicy na wskazanie animatora, kolejno rzucają rurkami o ziemię „wygrywając melodie”
Kolejność upuszczanych rurek: 251mm, 235 mm, 220mm, 251mm, 251mm, 235 mm, 220mm, 251mm.
Razem z w miarę rytmicznym rzucaniem, daje to pierwsze takty do popularnej melodii „Panie Janie”

Wy tłumaczenie [Bibliografia: pozycje 5,7]

Jest to podobnie jak w dzwonach rurowych czy w kamertonie - rzucona na ziemię rurka, cała zaczyna drgać. Od uderzenia zaczynają rozchodzić się w niej różne fale – te, które długością dobrane są do rozmiarów rurki odbijają się od końca i powrócą, tworząc falę stojącą (inne się wygaszają). Dlatego rurka o danej długości gra konkretny dźwięk.

Przyklejone powietrze

Abstrakt

W tym doświadczeniu zdmuchniemy świeczkę zasłoniętą dużym przedmiotem.

Zastosowanie/Słowa kluczowe

aerodynamika powietrze strumień

Materiały

- rura o średnicy do 18cm i długości 40-60cm
- świeczka zwykła (nie taka jak do podgrzewaczy do herbaty)
- zapalki
- taśma klejąca (najlepiej malarska, bo nie zostawia trudno zmywalnych śladów)
Można też użyć rzepów dostępnych w zestawie do pokazu Aero.

Bezpieczeństwo

Pokaz nie stwarza żadnego zagrożenia dla zdrowia. Wielokrotnie powtarzane, silne dmuchanie może spowodować zawroty głowy.

Warunki szczególne

Trochę zaciemnienia nie zaszkodzi, chociaż nie jest to warunek konieczny.

Wykonanie

Jak wyglądałby strumień powietrza opływający rurę? Intuicja jest taka, że gładko opłynąłby obiekt, gdyż rura jest opływowa. Ale jak zobaczyć strumień skoro jest niewidzialny? Jak pokazać, że za tuż za rurą istnieje "porządny" strumień powietrza? Musimy zastosować wybieg. Przyklejamy świeczkę taśmą do rury i zapalamy. Dmuchamy w stronę płomienia ale ZZA RURY. Świeczka jest zupełnie przesłonięta i niewidoczna dla "zdmuchiwacza". Powietrze opływa rurę i gasi świeczkę. Możemy brać coraz większe naczynia (chodzi o coraz większą średnicę). Moje próby pokazały, że da się zgasić świeczkę stosując naczynia o średnicy do 18cm. Walec o średnicy 28cm (po prostu wiadro) dawał wynik



negatywny. Sądzę jednak, że gdyby zamiast płuc użyć suszarki, przeszkoda o takiej średnicy nie stanowiłaby najmniejszego problemu.

Wytłumaczenie

Strumień powietrza pod wieloma względami przypomina strumień cieczy, np. wody. Każdy w domu może przyjrzeć się jak strumień wody opływa opływowe kształty. Wydaje się, że się do nich przykleja. Powietrze zachowuje się podobnie. W naszym doświadczeniu wydmuchiwanie powietrza omiata naczynie z lewej i prawej strony dokładnie podążając za kształtem przedmiotu. Za naczyniem dwa strumienie łączą się w jeden i podążają w mniej więcej tym samym kierunku co strumień pierwotny, zdmuchując przy tym świeczkę. Własność przylegania strumienia do kształtu przedmiotu wynika z faktu, że mamy do czynienia z płynem (dla fizyka powietrze, tak samo jak ciecz, jest płynem). Płyn to nie zbiór kulek (jak np. można powiedzieć o soli). Jego opis jest bardziej skomplikowany (patrz [równania Naviera-Stokesa](#)). Przyleganie płynu do przedmiotów jest jeszcze silniejsze gdy uwzględnimy siły tarcia (lepkości) między cząsteczkami powietrza oraz oddziaływanie między cząsteczkami i powierzchnią. Takie dodatkowe przyleganie ze względu na lepkość nazywamy efektem Coandy. Ale pamiętajmy, że nawet płyny o znikomej lepkości będą opływały gładko przeszkodę.

Alternatywy

Można używać najróżniejszych walcowatych przedmiotów (rury, butelki PET, donice, puszki po farbach etc...).

Troubleshooting

Jeśli użyjesz zbyt dużego przedmiotu (ja np. testowałem to na wiadrze o średnicy 28cm), nie dasz rady zdmuchnąć świeczki. Widać, że płomień jest zaburzany ale siła wydechu jest za mała. W takim wypadku trzeba użyć suszarki. Najlepiej jeśli płomień świecy znajduje się mniej więcej po środku rury. Jeśli jest za nisko, to ktoś może powiedzieć, że płomień został zgaszony powietrzem odbitym od powierzchni (jeśli rura z przymocowaną do niej świeczką stała np. na blacie). Gdy jest za wysoko, to można podejrzewać, że płomień został zdmuchnięty strumieniem nadlatującym z góry.

Przed pokazem sprawdź, czy jesteś w stanie zdmuchnąć zza rury zapaloną świeczkę. Jeśli nie, to utnij jej końcówkę i zostaw świeży knot. Spróbuj teraz. Jeśli dalej nie możesz zdmuchnąć świeczki, to w trakcie pokazu zdmuchnij ją suszarką aranżując żart sytuacyjny. W ogólności, gdy świeczka pali się dłużej niż 30 sek (chodzi o łączny czas, tzn. liczymy czas wszystkich zapaleń), to knot świeczki jest tak dobrze nasączony woskiem, że raczej nie będziesz w stanie zdmuchnąć płomienia zza rury. Dlatego nie zostawiamy bez potrzeby zapalanej świeczki i nie przedłużajmy niepotrzebnie czasu palenia.

Dobrze mieć szklankę z wodą do której potem możemy włożyć zgaszoną zapałkę

1. Miejsce- zagospodarowanie przestrzeni
2. Zadbanie o widoczność doświadczeń
3. Nasz ruch na scenie (kontakt wzrokowy)
4. Nasz głos na scenie
5. Przekaz
6. Energia
7. Angażowanie publiczności
8. To nie czas na eksperymenty