
FENIKS

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

Pakiet nr 1:

Fizyka w domu

Część 1

dr Dagmara SOKOŁOWSKA
Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego
Uniwersytet Jagielloński

Wersja UJ/1.0, luty 2009

Zawarte w tym opracowaniu materiały przeznaczone są do wspomagania pracy nauczycieli i uczniów w czasie zajęć pozalekcyjnych w szkołach biorących udział w projekcie edukacyjnym FENIKS. Materiały do realizacji w czasie zajęć na uczelniach uczelnie przygotowują niezależnie.

<http://feniks.ujk.kielce.pl/>
feniks@th.if.uj.edu.pl

Fizyka w domu

Komentarz dla Nauczyciela



Plan zajęć

**Warsztaty z jednego tematu przewidziano na 45 minut.
Przy każdym punkcie podano orientacyjny czas aktywności.**

Co już wiemy

Zakładamy, że uczniowie przystępujący do warsztatów posiadają pewną wiedzę, bądź to z lekcji fizyki, bądź z poprzednich zajęć. W tym punkcie podajemy zagadnienia, które uczniowie powinni znać. Nauczyciel może ten fragment wiedzy przekazać na początku zajęć w formie 5 minutowego wykładu przypominającego.

Pytania wstępne




Zajęcia z właściwego tematu rozpoczynają się od pytań dotyczących omawianych później zagadnień. Są to najczęściej pytania związane z doświadczeniem, którego uczniowie nabierają w codziennym życiu lub z sytuacjami, które mogą znać z filmów, książek. Pytania należy skierować do całej grupy – nie należy w tym miejscu dawać gotowych odpowiedzi, jeśli uczniowie ich nie znają, ale pozostawić je otwarte. Jest to swojego rodzaju sondaż wiedzy i doświadczenia uczniów oraz sposób wprowadzenia do tematu warsztatów.

Dodatkowe pytania nauczyciela

W tym punkcie pozostawiamy Nauczycielowi miejsce na zadawanie dodatkowych lub pomocniczych pytań dotyczących danego tematu, a w szczególności fizyki w kontekście życia codziennego.

Doświadczenia z objaśnieniami, komentarzami

Warsztaty oparte są na doświadczeniach, które uczniowie będą wykonywali indywidualnie lub w dwuosobowych grupach. Mogą także zostać zaproponowane eksperymenty, które wykona sam Nauczyciel. Do każdego doświadczenia zostanie podany szczegółowy opis wraz z rozróżnieniem typu aktywności:

- indywidualnie 
- w grupach dwuosobowych 
- przez Nauczyciela 

oraz komentarz dotyczący powiązania prezentowanych w eksperymencie zagadnień z życiem codziennym. Uczniowie powinni wykonać doświadczenia samodzielnie posługując się objaśnieniami (które trzeba w takim przypadku skopiować w odpowiedniej liczbie i rozdać uczniom) lub wykonać je zgodnie z instrukcjami Nauczyciela.

Aby maksymalnie móc wykorzystać czas przeznaczony na warsztaty, na początku każdego zajęcia przyrządy i materiały do eksperymentów powinny zostać przygotowane w odpowiedniej ilości i ułożone na ławkach. Przy każdej ławce powinna pracować para uczniów.

Doświadczenia, które nauczyciel będzie wykonywał samodzielnie powinny być także przygotowane w możliwie maksymalnym stopniu jeszcze przed warsztatami.

Podsumowanie (dodatkowy komentarz, ciekawostki)

Tutaj Nauczyciel znajdzie podsumowanie tematu, ciekawostki itp. Tego dodatkowego komentarza do zajęć nie należy przedstawiać uczniom jako bloku informacji. Powinna to być kanwa do ponownej dyskusji, interakcji.

Pytania końcowe

/Zwłaszcza te, na które uczniowie nie odpowiedzieli na początku/

Pod koniec zajęć należy wrócić do pytań wstępnych i dodatkowych, upewniając się, że na wszystkie te pytania podczas warsztatów znaleziona została odpowiedź. Jest tu także miejsce na indywidualne impresje uczniów: co było zaskakujące, co im się w trakcie zajęć przypomniało w związku z tematem warsztatów.

Fizyka w domu

Komentarz dla Nauczyciela



Literatura dla Nauczyciela

Na końcu materiałów dotyczących danego tematu podajemy literaturę oraz linki w Internecie poszerzającą wiedzę w jego zakresie.

I. Eureka! - czyli dlaczego jedno pływa, a drugie tonie

Co już wiemy (3 min)

- Co to jest masa ciała?
- Co to jest objętość ciała?
- Jak obliczyć objętość prostopadłościanu, a jak walca?

Pytania wstępne (5 min)

- Czy drewniany fotel bujany wrzucony do wody będzie w niej pływał, czy utonie?
- Czy metalowy przedmiot może pływać po wodzie?
- Podaj przykłady metalowego przedmiotu pływającego po wodzie
- Czy stearyna, z której zrobione są świece pływa po wodzie, czy w niej tonie?
- Jak rozstrzygnąć, który przedmiot będzie pływał, a który utonie – w wodzie?
- Czy olej jest gęstszy od wody? Czy miód jest gęstszy od wody?
- Czy gęstość każdego kawałka długopisu jest taka sama? A co można na ten temat powiedzieć o statku pasażerskim lub kartce papieru?
- Dlaczego w wodzie czujemy się lżejsi?
- Jaka część góry lodowej znajduje się pod wodą?

Dodatkowe pytania nauczyciela (2 min)

Doświadczenia z objaśnieniami, komentarzami

Doświadczenie 1: Gęstość i gęstość średnia. (8 min)

Doświadczenie 2: Pływanie ciała. (8 min)

Doświadczenie 3: Kostka lodu w wodzie. (4 min)

Doświadczenie 4: Topienie jajka. (5 min)

Doświadczenie 5: Tańczące rodzyнки. (4 min)

Doświadczenie 6: Świeczka w wodzie. (2 min)

Podsumowanie (dodatkowy komentarz, ciekawostki) (1 min)

Siła wyporu jest bardzo użyteczna w wielu dziedzinach życia i wykorzystywana w różnych rozwiązaniach technicznych, w których człowiek niejednokrotnie naśladuje naturalne przystosowanie zwierząt do warunków, w jakich żyją. Korzystając z prawa Archimidesa od wieków konstruowano statki, łodzie, a także pojazdy powietrzne takie jak balony pasażerskie.

W dawnych czasach łodzie i statki budowano na całym świecie jedynie z drewna. Od końca XVIII w. do ich konstrukcji zaczęto wykorzystywać także metale. Prawidłowo zbudowany statek nie tonie, nawet po załadowaniu (o ile nie zostanie przekroczona tzw. nośność statku). Jeżeli jednak dojdzie do przerwania szczelności części kadłuba zanurzonej w wodzie, statek bardzo szybko idzie na dno, ponieważ wówczas średnia gęstość statku zaczyna gwałtownie wzrastać, szybko przekraczając gęstość otaczającej ją wody (patrz: katastrofa Titanica: http://pl.wikipedia.org/wiki/RMS_Titanic).

Pytania końcowe (3 min)

/Zwłaszcza te, na które uczniowie nie odpowiedzieli na początku/



Literatura i linki internetowe dla Nauczyciela

1. NEUTRINO 2, Jesień 2008, „Igraszki z Archimedesem”
2. FOTON 75, Zima 2001, „Prawo Archimedesesa? Ależ to bardzo proste!”, A. Smólski:
<http://www.if.uj.edu.pl/Foton/75/index.html>
3. Poglądowy film rysunkowy dotyczący wyporności oraz warunków pływania i tonięcia ciał (w j. angielskim): <http://www.youtube.com/watch?v=hkT3ulsGWyA>
4. Poglądowy film rysunkowy dotyczący objętości i gęstości ciał (w j. angielskim):
http://www.youtube.com/watch?v=rxb_6UANXqU
5. Poglądowy film krótkometrażowy dotyczący wyporności oraz warunków pływania i tonięcia ciał (w j. angielskim):<http://www.youtube.com/watch?v=VDSYXmvjg6M>



Doświadczenie 1: Gęstość klocka

Przyrządy i materiały:

prostokątna gumka do mazania (taka, która tonie w wodzie) i drewniany klocek (najlepiej, gdyby wszystkie grupy miały po dwa takie same przedmioty), linijka, waga

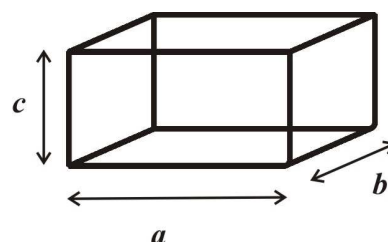
Przygotowanie.

Przed przystąpieniem do eksperymentu należy zmierzyć masę gumki i masę klocka w gramach. Jeżeli masa pojedynczego przedmiotu jest mała, można zważyć naraz wszystkie gumki i ich masę podzielić przez ich liczbę. Podobnie można zrobić z drewnianymi klockami. Przedmioty można zważyć przed warsztatami.

Eksperyment.

Uwaga: Objętość prostokąta: $V = a \cdot b \cdot c$, gdzie a – długość, b – szerokość, c – wysokość prostokąta.

Gęstość przedmiotu: $d = m/V$, gdzie m - masa, V - objętość przedmiotu.



- Zmierz długość, wysokość i szerokość gumki za pomocą linijki. Oblicz jej objętość i wyraż ją w cm^3 . Oblicz gęstość gumki.
- Zmierz długość, wysokość i szerokość drewnianego klocka za pomocą linijki. Oblicz jego objętość i wyraż ją w cm^3 . Oblicz gęstość drewna.

Przewidywanie. Jak sądzisz, czy gęstość gumki i drewnianego klocka jest większa, czy mniejsza od gęstości wody?

Komentarz.

Jeżeli przedmiot jest jednorodny (cała jego objętość jest wypełniona jedną substancją), to gęstość każdego przedmiotu jest taka sama, jak gęstość substancji, z której został wykonany. Jeżeli w przedmiocie można znaleźć wiele substancji (np. długopis, szklanka z wodą), to wzór: $d = m/V$ podaje **średnią gęstość** przedmiotu i nie jest równy gęstości żadnej substancji, z której został wykonany.

Gęstość wody jest równa $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ lub wyrażona w innych jednostkach: $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, albo $1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$.

Oznacza to, że litr wody waży 1 kilogram. Zatem gęstość gumki jest większa niż gęstość wody, natomiast gęstość drewnianego klocka jest mniejsza od gęstości wody, podobnie zresztą gęstość oleju jest mniejsza niż gęstość wody, co może się wydawać zaskakujące. W potocznym języku bowiem „gęstość” utożsamiana jest z lepkością substancji lub jej twardością. W nauce gęstość jest zawsze ilorazem masy i objętości danej ilości substancji.



Doświadczenie 2: Pływanie ciał

Przyrządy i materiały:

gumka do mazania i drewniany klocek z doświadczenia 1, metalowa zakrętka od słoika o pojemności 1 l, aluminiowa osłonka z małej płaskiej świeczki lub metalowa zakrętka od butelki, miska o głębokości przynajmniej 10 cm, młotek, szklanka, trzy łyżki oleju, woda z kranu

Przygotowanie.

Nalej wody do miski tak, aby tafla wody znajdowała się przynajmniej 8 cm powyżej dna i przynajmniej 2cm od górnej krawędzi miski. Napełnij szklankę do połowy wodą.

Eksperyment.

- Wrzuć do miski z wodą gumkę do mazania oraz drewniany klocek.
- Włóż do miski z wodą zakrętkę od słoika tak, jakby była to łódeczka. Podobnie zrób z aluminiową osłonką od płaskiej świeczki lub zakrętką od butelki.
- Wyciągnij zakrętkę od słoika z wody, obróć ją do góry dnem, nieco pochyl w stosunku do tafli i włóż z powrotem do wody.
- Wyciągnij z wody osłonkę od świeczki (lub zakrętkę od butelki). Zgnieć ją starannie za pomocą młotka tak, aby pozbyć się powietrza z jej wnętrza. Wrzuć zgnieciony przedmiot pod pewnym kątem w stosunku do tafli wody (przebijając taflę krawędzią tego przedmiotu)
- Wlej olej do szklanki z wodą.

Obserwacja.

- Które przedmioty pływały w wodzie podczas eksperymentu, a które tonęły?
- Które przedmioty tonęły lub pływały w wodzie w zależności od zajmowanej przez nie objętości?
- Dlaczego zakrętka od słoika najpierw pływała w wodzie jak łódeczka, a obrócona do góry dnem – zatonała?
- Czy warunek tonięcia przedmiotu w wodzie można by sformułować następująco: „Przedmioty cięższe od wody toną w niej, a przedmioty lżejsze od wody płyną w niej”? Dlaczego?
- Na podstawie doświadczenia, spróbuj sformułować warunek pływania i tonięcia przedmiotów i substancji w wodzie.

Komentarz.

Już w starożytności pewien grecki uczyony, Archimedes z Syrakuz, zdał sobie sprawę z tego, że na przedmiot zanurzony w jakiegokolwiek cieczy działa od tej cieczy **siła wyporu**, dzięki czemu przedmiot ten traci część swojego ciężaru. Ciężaru, a nie masy! **Masa** jest niezmienną cechą przedmiotu – żeby się zmniejszyła, trzeba od przedmiotu oderwać jakiś jego kawałek. **Ciężar** natomiast jest siłą, z jaką przedmiot naciska na wagę sprężynową lub rozciąga siłomierz, wisząc pionowo w dół. Najczęściej ciężar ten jest równy co do wartości sile grawitacji, z jaką Ziemia przyciąga przedmiot. W szczególnych przypadkach jednak tak nie jest – np. na przedmiot wrzucony do wody działa zarówno siła grawitacji (skierowana pionowo w dół), jak i siła wyporu (skierowana pionowo w górę). Wynika stąd, że przedmiot zawieszony na siłomierzu i zanurzony w wodzie będzie rozciągał sprężynę siłomierza z mniejszą siłą niż wtedy, gdy byłby zawieszony na siłomierzu w powietrzu. Dlatego także człowiek czuje się w wodzie lżejszy niż w powietrzu.

Prawo Archimedesa, stwierdzające istnieje siły wyporu działającej na przedmiot jest prawdziwe zarówno w przypadku, gdy przedmiot ten jest zanurzony w dowolnej cieczy, jak i w dowolnym gazie. Zatem na przedmioty znajdujące się w powietrzu również działa siła wyporu. Siła wyporu jest zależna od gęstości cieczy lub gazu, w którym zanurzamy przedmiot oraz od wielkości zanurzonej części przedmiotu (tj. objętości zanurzonej) oraz od wartości przyspieszenia

grawitacyjnego: $F_{\text{wyporu}} = d_{\text{cieczy}} \cdot g \cdot V_{\text{zanurzone w cieczy}}$

Warunek pływania i tonięcia przedmiotów w cieczy lub gazie nie mówi nic o lekkich (mających małą masę), czy ciężkich przedmiotach. Przedmiot tonie w cieczy lub gazie (opada na dno), jeśli **średnia gęstość** przedmiotu jest większa niż gęstość cieczy (gazu). Przedmiot pływa całkowicie

I. Eureka! - czyli dlaczego jedno pływa, a drugie tonie

zanurzony w cieczy lub gazie, jeśli średnia gęstość przedmiotu jest równa gęstości cieczy (gazu). Przedmiot wypływa na powierzchnię cieczy (lub unosi się w górę w gazie), jeżeli średnia gęstość przedmiotu jest mniejsza od gęstości cieczy (otaczającego go gazu).

Gęstość człowieka jest niewiele mniejsza od gęstości wody. Dlatego człowiek może się na wodzie unosić. Wielki tankowiec, zbudowany z metalu nie tonie, ponieważ jego średnia gęstość jest także mniejsza od gęstości wody. Jak to możliwe? Średnia gęstość statku to iloraz jego masy (masy blachy, ładunku i powietrza zawartego w statku) oraz dużej objętości statku.

Dzięki istnieniu pęcherza pławnego ryby mogą zmieniać swoją średnią gęstość i regulować w ten sposób zanurzenie się i wypływanie na powierzchnię wody.

Uwaga: Świecek pozostałą po wyjęciu z osłonki można użyć w doświadczeniu 6.

Jeśli chcesz się dowiedzieć więcej na temat Archimidesa i jego wynalazków oraz legendy związanej z odkryciem przez niego prawa nazwanego jego imieniem, zajrzyj do:

http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Archimidesa oraz <http://pl.wikipedia.org/wiki/Archimedes>

Pod adresem: <http://www.youtube.com/watch?v=VDSYXmvjg6M> znajdziesz poglądowy film krótkometrażowy dotyczący wyporności oraz warunków pływania i tonięcia ciał (w j. angielskim).

Doświadczenie 3: Kostka lodu w wodzie



Wymaga wstępnego przygotowania minimum 3 godzin przed eksperymentem



Niezbędny zamrażalnik

Przyrządy i materiały:

giętkie, plastikowe pudełko o prostych ściankach po margarynie, miska o głębokości co najmniej 8 cm, linijka, nożyczki, zamrażalnik, woda z kranu

Przygotowanie.

Wlej do pudełka wodę, wypełniając $\frac{3}{4}$ jego objętości. Wstaw pudełko z wodą do zamrażalnika, układając je na płasko.

Eksperyment.

Napełnij miskę wodą tak, aby tafla wody znajdowała się ok. 1-2 cm poniżej górnej krawędzi miski. Wyciągnij plastikowe pudełko z zamrażalnika. Wyciągnij kostkę lodu z pudełka. Zmierz grubość kostki lodu. Wrzuć kostkę lodu do miski z wodą. Zmierz za pomocą linijki grubość warstwy lodu zanurzonej w wodzie.

Obserwacja.

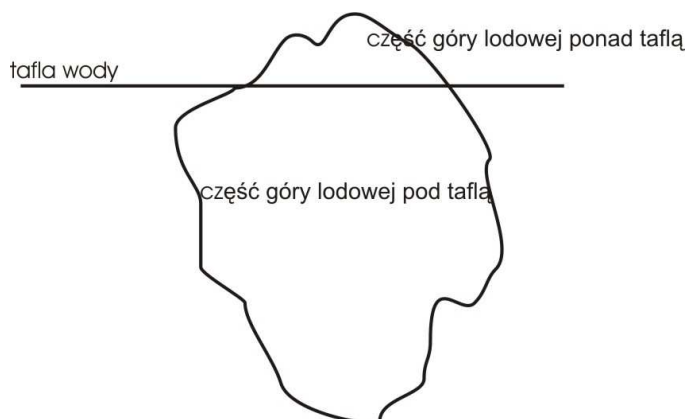
- Czy kostka lodu pływa, czy tonie w wodzie?
- Co możesz powiedzieć o gęstości lodu w porównaniu z gęstością wody?
- Jak sądzisz, jaka część góry lodowej znajduje się pod wodą?

Komentarz.

Cechą charakterystyczną H_2O jest to, że przechodząc w stan stały (lód) zwiększa ona swoją objętość. W przypadku zdecydowanej większości substancji jest dokładnie na odwrót. Ze względu na zwiększoną objętość, przy stałej masie, gęstość bryłki lodu powstałej z wody jest mniejsza od gęstości tej wody jeszcze w stanie ciekłym. Zatem ogólnie – **gęstość lodu jest mniejsza niż gęstość wody**. Dlatego kostka lodu pływa w wodzie. Mierząc wysokość całej prostopadłościennej kostki lodu oraz głębokość jej zanurzonej części podczas dowodnego unoszenia się na wodzie,

można obliczyć gęstość lodu: $d_{\text{lodu}} = d_{\text{wody}} \cdot \frac{h_{\text{zanurzone}}}{h_{\text{całej kostki}}}$. Gęstość lodu to około $0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Wynika stąd na przykład, że aż 90% góry lodowej znajduje się pod taflą wody!





Doświadczenie 4: Topienie jajka

Przyrządy i materiały:

stoik lub inne naczynie przezroczyste o pojemności większej niż pół litra, pół szklanki soli, łyżkę, 1 świeże jajko, woda z kranu

Przygotowanie.

Sparz skorupkę jajka wkładając je na 15 s do wrzącej wody.

Eksperyment.

- Do przezroczystego naczynia włóż jajko. Wlej tyle zimnej wody, żeby przykryła jajko, a poziom wody wznosił się około 2 cm nad jajkiem. Zapamiętaj położenie jajka w naczyniu. Wymij jajko. Wsyp do wody 3 łyżki soli. Dokładnie wymieszaj. Dosypuj po ćwierć łyżki soli i mieszaj za każdym razem dokładnie aż nie będziesz w stanie rozmieszać części soli, która zgromadzi się na dnie naczynia. W ten sposób otrzymujesz **nasycony roztwór** wody z solą. Sprawdź jajko do wody. Zapamiętaj położenie jajka w naczyniu.
- Powoli dolewaj zimnej wody do roztworu, wlewając wodę prosto na jajko (wlej około 1,5 szklanki czystej wody). Zapamiętaj położenie jajka w naczyniu.

Obserwacja.

1. Na jakiej głębokości ulokowało się jajko włożone do czystej zimnej wody (zanim wsypano do niej sól)?
2. Na jakiej głębokości ulokowało się jajko w roztworze nasyconym solą?
3. Na jakiej głębokości ulokowało się jajko po dolaniu zimnej wody do roztworu?

Komentarz.

Jajko tonie w czystej wodzie, ponieważ jest gęstsze od wody. To samo jajko wypływa ku powierzchni roztworu wody nasyconej solą, bo roztwór ten jest gęstszy od jajka. Kiedy do roztworu wody i soli doleje się ostrożnie czystej wody, woda ta nie wymiesza się z wodą słoną. Powstaną dwie warstwy: roztwór wody i soli na dnie i czysta woda u góry (nie można zobaczyć granicy tych warstw gołym okiem). Jajko lokuje się wtedy w środku stoika – ani nie opada na dno, ani nie wypływa na powierzchnię czystej wody.



Doświadczenie 5: Tańczące rodzynki

Przyrządy i materiały:

1 szklanka, kilka suchych rodzynek, jasny, przezroczysty, słodki napój gazowany (na przykład *Sprite*)

Eksperyment.

Napój wlej do szklanki i natychmiast wrzuć do niej także rodzynki. Obserwuj rodzynki przez pewien czas. Jeśli któraś rodzynka nie opada na dno, obróć ją delikatnie „do góry nogami”

Komentarz.

Na samym początku rodzynki opadają na dno, ponieważ siła grawitacji ciągnąca rodzynekę w dół przewyższa siłę, którą woda wypiera rodzynekę do góry. W każdym napoju gazowanym rozpuszczone są cząsteczki **dwutlenku węgla**. Rodzynki leżące na dnie stopniowo otaczane są przez bąbelki dwutlenku węgla. Po krótkiej chwili „bąbelkowe rodzynki” odrywają się od dna i wędrują ku górze (ponieważ wtedy siła wyporu przewyższa siłę ciężkości działającą na „bąbelkową rodzynekę”). Po dotarciu do powierzchni napoju, rodzynki tracą bąbelki dwutlenku węgla, które wydostają się do powietrza. Rodzynki ponownie opadają na dno szklanki.

Wszystko powtarza się tak długo aż rodzynki nasiąkną napojem lub napój nie wygazuje się.

Podobny mechanizm jest niekiedy stosowany do podnoszenia ciężkich, zatopionych przedmiotów (np. wraków statków). Przyczepia się do nich balony wypełnione gazem, które podobnie jak bąbelki dwutlenku węgla w tym doświadczeniu, wynoszą przedmiot na powierzchnię wody.



Doświadczenie 6: Śweczka w wodzie

Przyrządy i materiały:

mała śweczka (np. ta, która pozostała z doświadczenia 2), szklanka, mały nóż, woda z kranu

Przygotowanie.

Jeżeli na spodzie śweczki widoczny jest knot, wyciągnij go lub zetnij. Jeżeli spód śweczki jest nierówny, postaraj się zeszkrobać nierówności nożem. Spodnia powierzchnia śweczki nie musi być idealnie gładka, ale musi być na tyle płaska, aby po włożeniu jej do szklanki i dociśnięciu do jej dna oraz nalaniu wody, ani kropla cieczy nie przedostała się pomiędzy szklankę a śweczkę.

Nawet jeżeli po wyjęciu knota w świeczce pozostała dziura na wylot, nie przeszkadza to w prawidłowym przebiegu doświadczenia.

Eksperyment.

Włóż śweczkę do szklanki i dociśnij ją płaską stroną do dna. Powoli dolewaj zimnej wody, wlewając ją prosto na śweczkę, aż do napełnienia $\frac{3}{4}$ objętości szklanki. Zapamiętaj położenie śweczki.

Lekko podważ śweczkę. Zapamiętaj położenie śweczki. Wyciągnij śweczkę z wody i ponownie wrzuć ją do wody. Zapamiętaj położenie śweczki.

Obserwacja.

Komentarz.

Stearyna, z której robione są śweczki jest mniej gęsta niż woda. Dlatego śweczka wrzucona do wody, pływa i jest tylko częściowo w niej zanurzona. Siła wyporu pochodząca od wody znajdującej się pod śweczką wypycha ją bowiem ku górze.

Jeżeli jednak śweczka zostanie przyciśnięta do dna szklanki tak, że pomiędzy szklanką a śweczką nie ma wody, nie wystąpi siła wyporu skierowana ku górze. Śweczka pozostanie na dnie szklanki tak długo, jak długo woda nie wedrze się pod jej spód.

II. Konwekcja

Co już wiemy (3 min)

- Co to jest gęstość substancji, ciała?
- Podać przykład ciała, którego gęstość średnia jest różna od gęstości jego poszczególnych elementów.
- Co to jest ciśnienie?
- O czym mówi (czego dotyczy) prawo Archimedesesa?

Pytania wstępne (3 min)

- Dlaczego w piwnicy jest zimno?
- Gdzie najczęściej znajdują się kaloryfery w pomieszczeniach?
- Gdzie znajdują się kotły grzewcze w domach?
- Dlaczego kaloryfery są przy podłodze, a kotły w piwnicach?
- Dlaczego klimatyzatory zawieszają się pod sufitem?
- Dlaczego garnki stawia się na płytach grzewczych, a nie odwrotnie?
- Dlaczego chmury znajdują się na pewnej wysokości i nie spadają na dół?
- Dlaczego kominarz musi regularnie czyścić kominy?

Dodatkowe pytania nauczyciela (2 min)

Doświadczenia z objaśnieniami, komentarzami

Doświadczenie 1: Gęstość zimnego i ciepłego powietrza (4 min)

Doświadczenie 2: Wiatraczek na konwekcję (7 min)

Doświadczenie 3: Demonstracja prądów konwekcyjnych (film lub odtworzenie przebiegu eksperymentu podczas warsztatów) (4 min)

Doświadczenie 4: Film - Prądy konwekcyjne w przyrodzie (2 min)

Doświadczenie 5: Obieg ciepła w domu (4 min)

Doświadczenie 6: Zanieczyszczenia w kominie (10 min)

Podsumowanie (dodatkowy komentarz, ciekawostki) (4 min)

Zjawisko konwekcji jest powszechnie wykorzystywane w systemach grzewczych budynków. Kotły grzewcze montuje się w piwnicach domów, skąd odprowadza się system rur do wszystkich pomieszczeń na wyższych kondygnacjach. Jedną częścią systemu woda lub ogrzane powietrze płynie dzięki prądom konwekcyjnym ku górze. Na piętrach ochładza się, a następnie spływa drugą częścią systemu rur w dół.

Również w przyrodzie występują prądy konwekcyjne, powodując cyrkulację powietrza wokół Ziemi. Konwekcja w atmosferze i wodzie ma duże znaczenie w kształtowaniu klimatu i pogody na Ziemi.

Naturalna cyrkulacja jest wykorzystywana przez niektóre ptaki. Na przykład obserwując mewy, można zauważyć ich szybowanie w powietrzu, bez machania skrzydłami. Lot tych ptaków naśladowany jest przez pilotów szybowców, które nie posiadają silników, dlatego do przemieszczania się nimi wykorzystuje się właśnie prądy konwekcyjne.

Już pod koniec XVIII w. (czyli dużo wcześniej niż skonstruowano szybowce) ludzie zaczęli wykorzystywać konwekcję do transportowania ludzi. Powstały wówczas we Francji tzw. montgolfiery, czyli pierwsze pasażerskie balony na ogrzane powietrze. Były one zbudowane z papieru, płótna lub jedwabiu, a powietrze nagrzewano za pomocą paleniska znajdującego się w koszu balonu.

Zjawisko konwekcji bardzo trudno zobaczyć, ponieważ powietrze ciepłe i zimne, choć różnią się gęstością, różnica ta nie może zostać dostrzeżona gołym okiem. Aby można było zobaczyć prąd konwekcyjny, powietrze lub woda muszą zostać zabarwione. W warunkach domowych przykładem widocznego prądu konwekcyjnego jest dym wydobywający się z komina lub **śreżoga**, czyli drganie gorącego powietrza tuż nad powierzchnią drogi (np. asfaltowej jezdni), szczególnie wyraźne w upalny dzień.

II. Konwekcja

Pytania końcowe (2 min)

/Zwłaszcza te, na które uczniowie nie odpowiedzieli na początku/

Literatura i linki internetowe dla Nauczyciela

6. FOTON 92, Wiosna 2006, „Jak to działa? Komin”, D. Sokołowska:
<http://www.if.uj.edu.pl/Foton/92/index.html>
7. FOTON 61, Zima 1999, „Kącik doświadczalny – Konwekcja”, T. Jaworska-Gołąb:
<http://www.if.uj.edu.pl/Foton/61/>
8. „Doświadczenia Wojciecha Dindorfa” – cz. 5 (DVD lub VHS), doświadczenie 3; Wydawnictwo Zamkor
9. Poglądowy film rysunkowy dotyczący ogrzewania mieszkań i lotów balonem pasażerskim (w j. angielskim): <http://www.youtube.com/watch?v=5pG-tkbQgMo&hl=pl>
10. Poglądowy film demonstracyjny dotyczący prądów konwekcyjnych (w j. angielskim):
<http://www.youtube.com/watch?v=7VcBOMn1LbY&hl=pl>
11. Poglądowe filmy dokumentalne dotyczące konwekcji w atmosferze:
<http://www.youtube.com/watch?v=QpriSb6uN4A> oraz
<http://www.youtube.com/watch?v=aLvk2cbsvzM>

II. Konwekcja

Doświadczenie 1: Gęstość zimnego i ciepłego powietrza



Wymaga wstępnego przygotowania ok.30 min przed eksperymentem



Niezbędny zamrażalnik

Przyrządy i materiały:

balonik, flamaster lub pisak, metr krawiecki, zamrażalnik, zegarek lub stoper

Przygotowanie.

Nadmuchaj balonik. Zmierz obwód balonika w najszerszym miejscu (zaznacz flamastrem na baloniku linię pomiaru). Upewnij się, że z balonika nie uchodzi powietrze. Włóż balonik do zamrażalnika na ok.30-45 min.

Eksperyment.

Wyciągnij balonik z zamrażalnika i zmierz natychmiast jego obwód wzdłuż uprzednio zaznaczonej linii.

Obserwacja.

- Jak zmienił się obwód balonika?
- Czy objętość balonika zmalała, czy wzrosła w zamrażalniku?
- Czy objętość powietrza w baloniku zmalała, czy wzrosła?
- Jak sądzisz, co stało się z masą powietrza w baloniku (zmałała, wzrosła, pozostała bez zmian)?
- Jaka jest gęstość powietrza zimnego w porównaniu z gęstością powietrza ciepłego?

Komentarz.

Ciśnienie powietrza wdmuchanego do balonika jest większe niż ciśnienie powietrza na zewnątrz, ponieważ musi ono zrównoważyć ciśnienie atmosferyczne i naprężenie samego balonika. Ciśnienie wewnątrz balonika właściwie się nie zmienia podczas jego chłodzenia.

Masa powietrza wdmuchanego do balonika nie zmienia się podczas chłodzenia, bo powietrze nie wydostaje się z balonika. Obwód balonika zmierzony przed włożeniem do zamrażalnika jest większy niż obwód balonika mierzony wzdłuż tej samej linii po wyciągnięciu z zamrażalnika. Oznacza to, że podczas chłodzenia balonika w zamrażalniku, objętość zawartego w nim powietrza zmalała. Gęstość substancji to iloraz jej masy i objętości. Masy ciepłego i zimnego powietrza w baloniku są jednakowe, a objętość zajmowana przez ciepłe powietrze jest większa niż objętość zajmowana przez zimne powietrze. Oznacza to, że **gęstość ciepłego powietrza jest mniejsza niż gęstość zimnego powietrza.**

II. Konwekcja

Doświadczenie 2: Wiatraczek na konwekcję



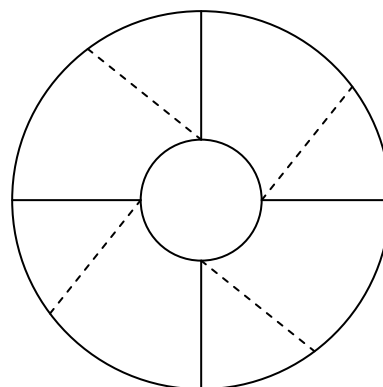
Eksperyment najlepiej wykonać w chłodnym, ale nieprzewodnym pomieszczeniu.

Przyrządy i materiały:

dobrze zaostriżony ołówek, kawałek plasteliny wielkości kciuka, nożyczki, wiatraczek wycięty z papieru według wzoru:

Przygotowanie.

Wytnij wiatraczek według szablonu. Przetnij go wzdłuż czterech odcinków zaznaczonych linią ciągłą i zagnij do dołu powstałe tak cztery łopatki wiatraczka (wzdłuż linii przerywanych).



Eksperyment.

Za pomocą plasteliny przymocuj ołówek do stołu pionowo, ostrzem w górę. Ostrożnie umieść wiatraczek na ostrzu ołówka. Uważaj, żeby nie przebić papieru!

- Z dala od wiatraczka potrzyj dłonie jedną o drugą. Powoli, nie wzbudzając uchu powietrza, umieść dłonie pod wiatraczkiem. Poczekaj około pół minuty w tej pozycji.
- Ponownie rozgrzej dłonie pocierając je o siebie z dala od wiatraczka. Powoli, nie wzbudzając ruchu powietrza umieść dłonie w odległości ok. 30 cm powyżej wiatraczka.

Obserwacja.

- Co się dzieje z wiatraczkiem, gdy umieszczasz pod nim rozgrzane tarcie dłonie?
- Do czego można by wykorzystać takie zjawisko?
- Co się dzieje z wiatraczkiem, gdy umieszczasz rozgrzane dłonie nad nim?

Komentarz.

Podczas pocierania dłoni o siebie, wydziela się ciepło i wnętrza dłoni rozgrzewają się do wyższej temperatury, niż temperatura ciała człowieka. Powietrze tuż nad dłońmi ogrzewa się od nich. Staje się ono cieplejsze i jednocześnie mniej gęste niż otaczające je powietrze chłodnego pomieszczenia.

Zgodnie z prawem Archimidesa, ogrzane powietrze zaczyna się unosić do góry, tworząc tak zwany **prąd konwekcyjny**. Sam proces przenoszenia (transportu) ciepła w związku z ruchem materii nazywa się **konwekcją**. Pionowy ruch ciepłego powietrza spod wiatraczka powoduje jego obracanie.

Gdy rozgrzane dłonie zostaną umieszczone ponad wiatraczkiem, prąd konwekcyjny ponownie spowoduje unoszenie się ciepłego powietrza, ale tym razem powietrze to nie napotka na swojej drodze wiatraczka, dlatego pozostanie ono w spoczynku.

Doświadczenie to należy wykonywać bardzo powoli. Można bowiem także wzbudzić ruch wiatraczka niechcący i bez udziału prądów konwekcyjnych.

Zjawisko konwekcji jest powszechnie wykorzystywane w systemach grzewczych budynków. Również w przyrodzie występuje ono, powodując cyrkulację powietrza wokół Ziemi.

II. Konwekcja

Doświadczenie 3: Demonstracja prądów konwekcyjnych



Projekcja filmu z Internetu.
Film można wcześniej
skopiować na dysk lokalny.

W miarę możliwości można zamiast projekcji filmu odtworzyć przebieg doświadczenia podczas zajęć.

Poglądowy film demonstracyjny dotyczący prądów konwekcyjnych (w j. angielskim):
<http://www.youtube.com/watch?v=7VcBOMn1LbY&hl=pl> (czas trwania: 3 min 15 s)

Tłumaczenie.

0:00 Witajcie w klasie internetowej Pana Musselmana.

0:06 W dzisiejszym doświadczeniu będziemy obserwować prostokątną ramkę zrobioną z rurki, która jest szklanym pojemnikiem wypełnionym wodą

0:14 Pod jednym z narożników ramki postawiono świeczkę.

0:18 Świeczkę i rurkę umocowano za pomocą uchwytów zainstalowanych na statywie.

0:25 W górnej części ramki zrobiono małą dziurkę

0:29 Przez dziurkę wprowadzono dwie krople zielonego barwnika.

0:33 Powstaje pytanie: co by się stało z zielonym barwnikiem po jego przedostaniu się do wody w szklanej ramce?

0:42 Zatrzymaj film. Spróbuj zgadnąć i wróć do odtwarzania filmu, kiedy będziesz gotowy.

0:51 Czy spróbowałeś przewidzieć, co się stanie? Dobrze. Idźmy dalej.

1:26 Nasz barwnik zbliża się do świeczki. Jak sądzisz: zostanie on na dnie szklanej ramki, czy zacznie wędrować ku górze?

1:51 Ciekawe, że zielony barwnik, który początkowo był bardzo ciemny w lewym ramieniu rurki, teraz staje się przezroczysty, od kiedy płynie do prawego ramienia rurki. Dlaczego tak jest?

2:51 Jak teraz wygląda barwnik?

2:54 Jak to się stało, że całkowicie wypełnił szklaną ramkę?

3:11 Jeśli oczekujesz odpowiedzi ode mnie, to jej nie uzyskasz.

3:15 I tak kończy się kolejna internetowa lekcja Pana Musselmana. Szczególne podziękowania dla Nicky'ego i Ray'a za pomoc w realizacji tego filmu.

Obserwacja.

- Czy to przypadek, że zielony barwnik zaczął wędrować w stronę lewego, a nie prawego ramienia rurki?
- Jaki byłby scenariusz eksperymentu, gdyby świeczka została umieszczona pod prawym dolnym rogiem ramki?

Komentarz.

Świeczka zapalona jeszcze przed wprowadzeniem barwnika i umieszczona pod ramką zaczęła ogrzewać wodę w prawym ramieniu rurki. Ogrzana woda ma mniejszą gęstość niż woda zimna (podobnie było w przypadku powietrza w doświadczeniach 1 i 2), dlatego zaczyna się unosić w rurce, ustępując miejsca wodzie zimnej. W ten sposób rozpoczyna się cyrkulacja wody przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Wprowadzony do rurki barwnik miesza się z wodą i zaczyna uczestniczyć w tym samym ruchu okrężnym. Dzięki obecności barwnika możemy obserwować prąd konwekcyjny.

Jednocześnie barwnik rozpuszcza się w wodzie, dlatego po chwili cała woda zostaje zabarwiona na zielono, a jej kolor jest zdecydowanie mniej intensywny (bardziej przezroczysty) niż kolor samego barwnika na początku.

II. Konwekcja

Doświadczenie 4: Prądy konwekcyjne w przyrodzie



Projekcja filmu z Internetu.
Film można wcześniej
skopiować na dysk lokalny.

Poglądowe filmy dokumentalne dotyczące konwekcji w atmosferze:
<http://www.youtube.com/watch?v=QpriSb6uN4A> (czas trwania: 12 s)

<http://www.youtube.com/watch?v=aLvk2cbsvzM> (czas trwania: 22 s)

Obserwacja.

- Co powoduje „eksplozje chmur” ?
- Dlaczego chmury wiszą na pewnej wysokości nad Ziemią?

Komentarz.

Ziemia jest nieustannie nagrzewana promieniami słonecznymi. Częściowo jest także ogrzewana przez swoje wewnętrzne jądro. Ziemia ogrzewa powietrze znajdujące się w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Powietrze to zaczyna wędrować ku wyższym warstwom atmosfery, tworząc prądy konwekcyjne. Woda znajdująca się na Ziemi paruje przez cały czas i wraz z nagrzanym powietrzem unosi się w postaci pary wodnej do góry. W Wyższych partiach atmosfery para wodna napotyka na zimniejsze warstwy powietrza i kondensuje w postaci kropelek zawieszonych w powietrzu, tworząc chmurę. Samo powietrze również ochładza się w wyższych partiach atmosfery, dzięki czemu zaczyna opadać w dół. Tworzy się cyrkulacja powietrza w przyrodzie.

Chmury mogą ważyć wiele ton. Chociaż działa na nie siła grawitacji, na ogół nie spadają one jednak na Ziemię, gdyż są nieustannie podtrzymywane (wypychane ku górze) przez prądy konwekcyjne.

Podobne prądy tworzą się w wodach kuli ziemskiej.

II. Konwekcja

Doświadczenie 5: Obieg ciepła w domu



Przyrządy i materiały:

Pisaki lub kredki w dwóch różnych kolorach: czerwonym i niebieskim, schemat parterowego domu z przekrojem komina oraz z kaloryferem

Eksperyment.

Oznaczając zimne powietrze kolorem niebieskim, a ciepłe – kolorem czerwonym:

- na schemacie nr 1 narysuj prądy konwekcyjne w pokoju,
- na schemacie nr 2 dorysuj elementy systemu i narysuj prądy konwekcyjne w domowym systemie grzewczym,
- na schemacie nr 3 narysuj ruch wymianę powietrza w domu.

Schematy dołączono na następnych kartkach

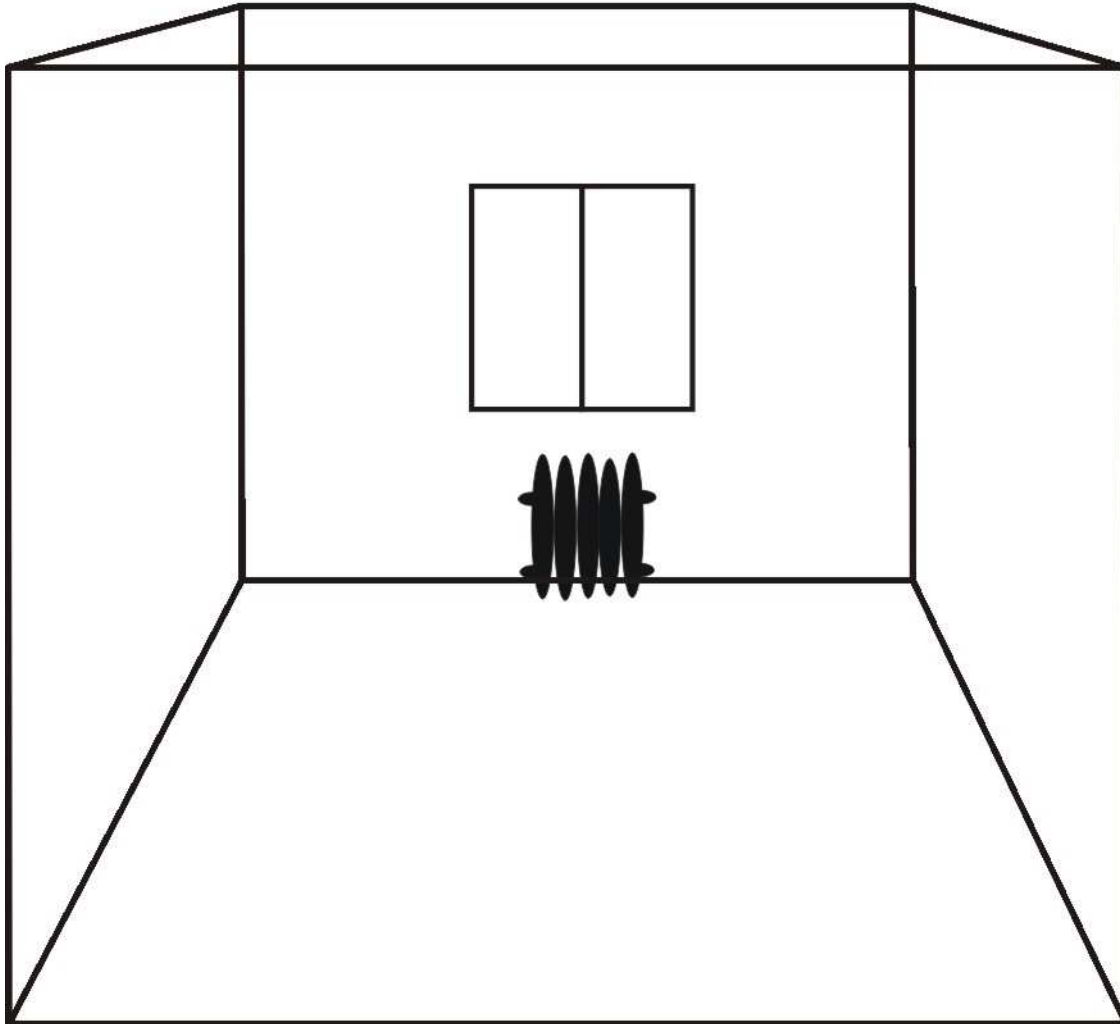
Komentarz.

Przeczytaj w domu artykuł dotyczący zasady działania komina:

FOTON 92, Wiosna 2006, „Jak to działa? Komin”, D. Sokołowska (artykuł dostępny na stronie internetowej: <http://www.if.uj.edu.pl/Foton/92/index.html>)

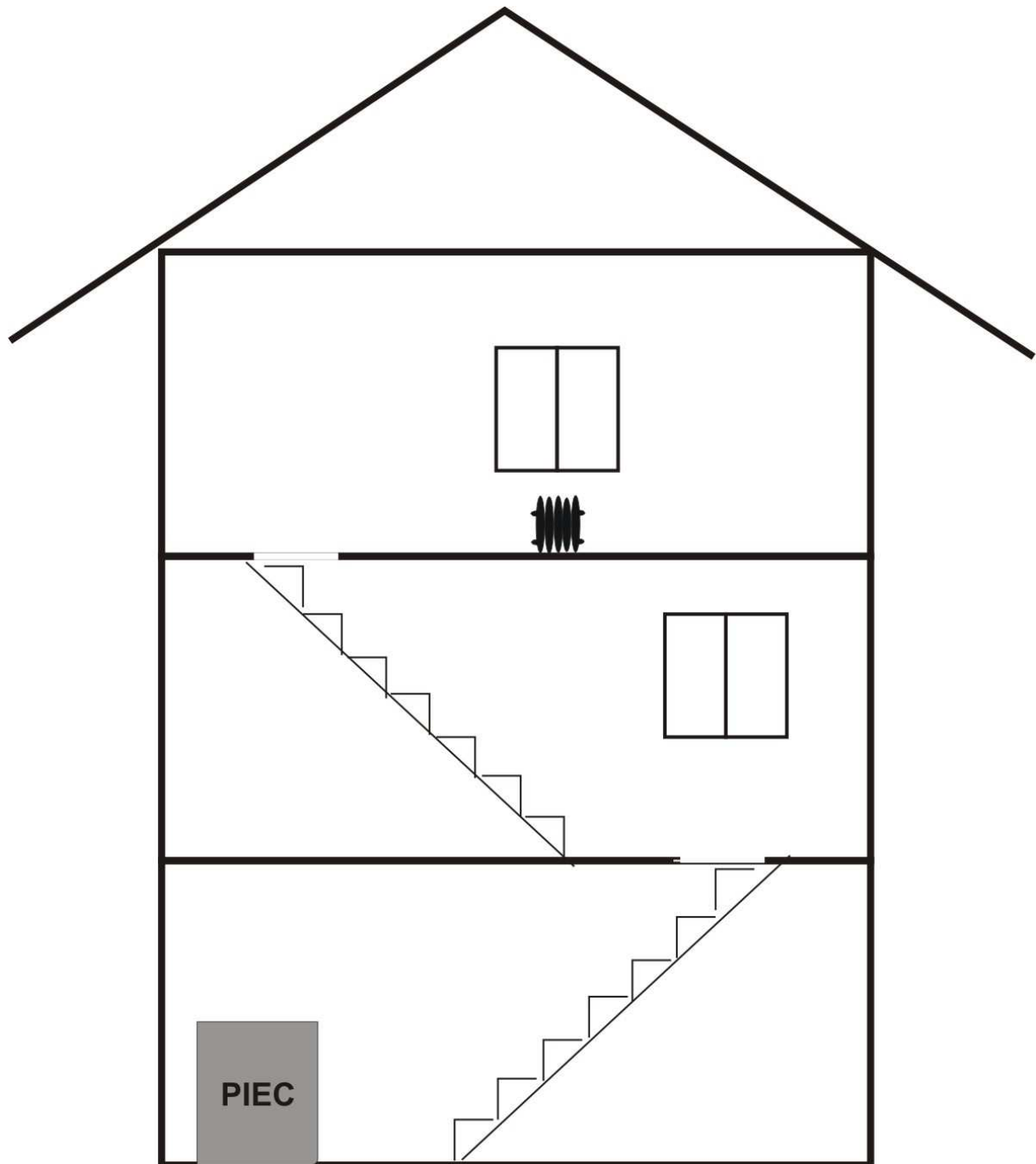
II. Konwekcja

Schemat nr 1 do doświadczenia 5



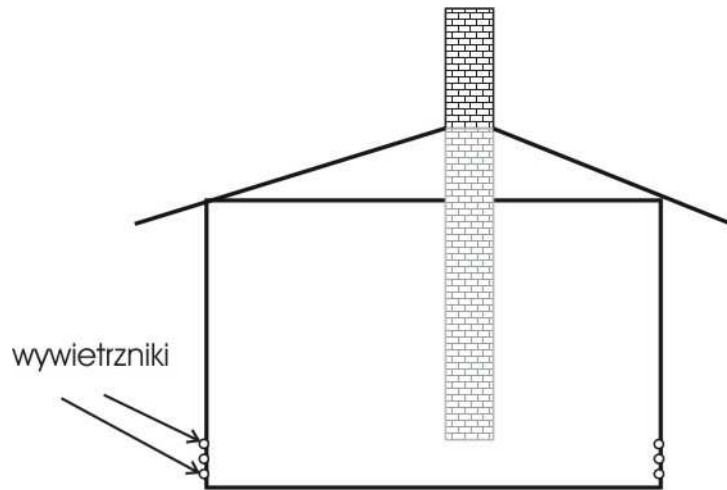
II. Konwekcja

Schemat nr 2 do doświadczenia 5



II. Konwekcja

Schemat nr 3 do doświadczenia 5



II. Konwekcja



Doświadczenie 6: Zanieczyszczenia w kominie

Przyrządy i materiały:

mała świeczka, płaski talerzyk, długa (przynajmniej 45 cm) wąska szklana rurka obustronnie otwarta o polu podstawy większym niż pole podstawy świeczki, patyczek do szaszłyków, prostokątny pasek z folii aluminiowej 90 długości ok. 15 cm), nożyczki, 1/3 szklanki wody, zapałki, chusteczka higieniczna
Uwaga: rurkę można zastąpić na przykład butelką plastikową o objętości 15,-2 l, w której odetnie się dno na płasko

Przygotowanie.

Wytnij z folii aluminiowej pasek o szerokości nieco mniejszej niż średnica górnej części przezroczystego naczynia i o długości nieco mniejszej niż wysokość tego naczynia. Pasek umocuj na patyczku do szaszłyków, nawijając go kilkakrotnie.

Eksperyment.

- Ustaw świeczkę na talerzyku. Do talerzyka wlej wodę tak, aby pokrywała jego dno cienką warstwą. Zapal świeczkę.

Przewidywanie. Co się stanie po chwili, kiedy szklana rurka zostanie nałożona na świecę tak, aby ta znalazła się w jej wnętrzu, a dopływ powietrza do świecy był możliwy wyłącznie przez górny otwór rurki?

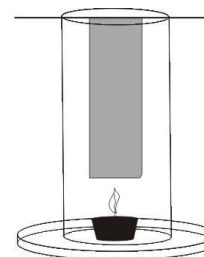
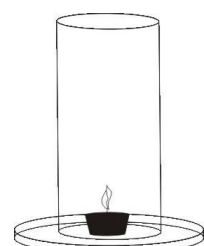
Nałóż przezroczyste naczynie na świeczkę. Sprawdź wynik tego doświadczenia. Zwróć uwagę na to, aby dolna krawędź rurki w żadnym miejscu nie wystawała ponad wodę!

- Usuń naczynie. Ponownie zapal świeczkę.

Przewidywanie. Co się stanie po chwili, kiedy szklana rurka zostanie ponownie nałożona na świeczkę, ale tym razem na szklanym naczyniu położymy także patyczek, a pasek aluminium będzie swobodnie zwisał wewnątrz naczynia?

Nałóż przezroczyste naczynie na świeczkę. Sprawdź wynik tego doświadczenia. Aluminiowy pasek nie może dotykać płomienia świecy! Zwróć uwagę na to, aby dolna krawędź rurki w żadnym miejscu nie wystawała ponad wodę!

- Zwiń ciasno i zapal chusteczkę higieniczną, a następnie zdmuchnij płomień. Dymiącą chusteczkę przytknij do górnego otworu rurki raz z jednej, raz z drugiej strony przegrody. W ten sposób możesz zobaczyć prądy konwekcyjne w rurce.



Obserwacja.

- Co się stało z płomieniem świecy, gdy wewnątrz rurki nie było przegrody?
- Co się stało z płomieniem świecy, gdy wewnątrz rurki była przegroda?
- Jaka jest przyczyna takiego zachowania płomienia?

Komentarz.

Płomień świecy ogrzewa powietrze, które na skutek konwekcji wędruje pionowo w górę. Zimne powietrze mogłoby się dostać w dół do świeczki jedynie poprzez górny wlot rurki, ale prąd konwekcyjny ciepłego powietrza blokuje wlot zimnego do rurki. Cyrkulacja powietrza wewnątrz rurki nie jest możliwa. Świeczka szybko wypala tlen, który znajduje się w rurce. Bez dopływu świeżego powietrza zawierającego tlen, świeczka gaśnie.

Poprzez wstawienie przegrody do rurki umożliwiona zostaje cyrkulacja powietrza. Powietrze ciepłe płynie w górę korytarzem po jednej stronie przegrody, a powietrze zimne opada korytarzem po drugiej stronie przegrody. Stały dopływ świeżego powietrza (w tym – tlenu) nie pozwala świeczce zgasnąć.

Wszelkiego rodzaju przedmioty (przegrody), które wpadną do kominia stają się niebezpieczne dla mieszkańców budynku. Stwarzają bowiem możliwość utworzenia się cyrkulacji powietrza w kominie. Wraz z opadającym w dół kominia powietrzem z zewnątrz, może zostać wtłoczony do domu tlenek węgla, powstały w wyniku niecałkowitego spalania. Dlatego kominiarze często dokonują przeglądów i czyszczenia kominów.