

Budowa cząsteczkowa i właściwości fizyczne gazów

Wstęp do tematu: Budowa cząsteczkowa i właściwości fizyczne gazów. Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: diagram kołowy pt. Skład powietrza atmosferycznego, opis doświadczenia, którego celem jest wykazanie, że gaz przyjmuje kształt naczynia, w którym się znajduje; opis doświadczenia, którego celem jest wykazanie, że gazy nie mają swojego kształtu i przybierają kształt naczynia, w którym się znajdują; animację przedstawiającą ruch cząsteczek w gazach; film pt. Rozszerzanie gazu; opis doświadczenia, którego celem jest wykazanie, że siła zewnętrzna może doprowadzić do zmniejszenia objętości gazu; zadanie interaktywne typu prawda/fałsz dotyczące objętości gazu (2 stwierdzenia) i oddziaływań międzycząsteczkowych w gazie (1 stwierdzenie). Doświadczenia w zasobie posiadają załączniki z opisami doświadczeń.

Zasób zawiera: informację o tym, że gazy są złymi przewodnikami ciepła i prądu elektrycznego; opis doświadczenia, którego celem jest wykazanie, że powietrze jest złym przewodnikiem ciepła; opis doświadczenia, którego celem jest wykazanie, że powietrze jest złym przewodnikiem prądu elektrycznego.

Zasób zawiera podsumowanie dotyczące budowy i właściwości gazów (budowa cząsteczkowa, ściśliwość, brak określonego kształtu i objętości, rozprężanie gazu, przewodnictwo).

Słowniczek zawiera pojęcia: ciśnienie, gaz, narkoza azotowa, rozprężanie gazu.

Budowa cząsteczkowa i właściwości fizyczne gazów

Powietrze to mieszanina gazów, dzięki której możesz oddychać. Ale czy jest to możliwe w każdych warunkach? Dlaczego nurek na głębokości 40 metrów musi używać specjalnej mieszaniny gazów zamiast powietrza? Dlaczego tylko nieliczni himalaiści potrafią wspiąć się na wysokość powyżej 8000 m bez korzystania z tlenu? Jeśli chcesz wiedzieć więcej, czytaj dalej.



Nie wszystkie gazy są bezbarwne i całkowicie przezroczyste – gazowy jod ma barwę fioletową

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

- podział materii ze względu na jej stan skupienia;
- gazy nie mają określonych kształtu ani objętości;
- ciecze, ciała stałe i gazy wykazują różnice w budowie cząsteczkowej;
- oddziaływania międzycząsteczkowe w gazach są najsłabsze.

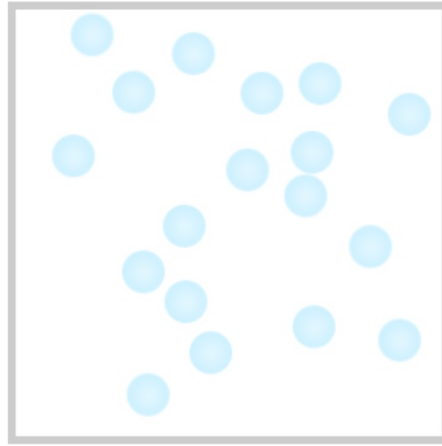
Ich opracowanie znajdziesz w materiale [Stany skupienia materii](#).

Nauczysz się

- budowy cząsteczkowej gazów;
- właściwości gazów;
- jakie są przyczyny zmian ciśnienia gazów;
- opisywać transport ciepła w gazach;
- czym jest przewodnictwo elektryczne gazów.

Budowa cząsteczkowa gazów

Cząsteczki w **gazach** w porównaniu z cząsteczkami w cieczach i ciałach stałych oddziałują ze sobą niezwykle słabo, a ich ruch jest chaotyczny i odbywa się w całej dostępnej przestrzeni.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/P16ufBaC2>

Ruch cząsteczek w gazach

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Zapamiętaj!

Bez względu na kształt naczynia cząsteczki gazu wypełniają całkowicie jego objętość.

Podczas ruchu cząsteczki gazu zderzają się ze sobą oraz uderzają w ścianki zbiornika. Uderzając, wywierają nacisk na ścianki naczynia (podobnie jak rzucona piłka uderzająca o ścianę). Nacisk ten oznacza, że pojawia się pewna średnia siła (średnia, ponieważ cząstki nie uderzają o ścianki jednocześnie, ponadto każda z cząsteczek ma różną prędkość). Stosunek wartości tej siły (oznaczanej literą F) do pola powierzchni ścianek (oznaczonej S) nazywamy **ciśnieniem gazu p** w zbiorniku.

$$p = \frac{F}{S}$$

Z poprzednich lekcji już wiesz, że prędkości cząsteczek gazu rosną wraz ze wzrostem temperatury. Dlatego im wyższa jest temperatura, tym ciśnienie gazu będzie większe.

Gdyby, bez zmieniania temperatury zbiornika z gazem, zmniejszyć jego objętość, to – łatwo można to sobie wyobrazić – cząsteczki częściej uderzałyby w ścianki (przebywałyby krótszą drogę od ścianki do ścianki). Wtedy średnia siła działająca na ścianki wzrasta, a zatem wzrasta też ciśnienie.

Z tego wynika, że im wyższa temperatura, tym wyższe ciśnienie gazu (zmniejszanie temperatury spowoduje spadek ciśnienia). Zmiany objętości wpływają zaś odwrotnie na

ciśnienie: im większa objętość, tym niższe ciśnienie (zmniejszaniu się objętości gazu towarzyszy wzrost jego ciśnienia).

Prawa opisujące tzw. parametry stanu gazu, czyli objętość, ciśnienie i temperaturę, a także związki między nimi, poznasz w toku dalszej nauki.

Ćwiczenie 1



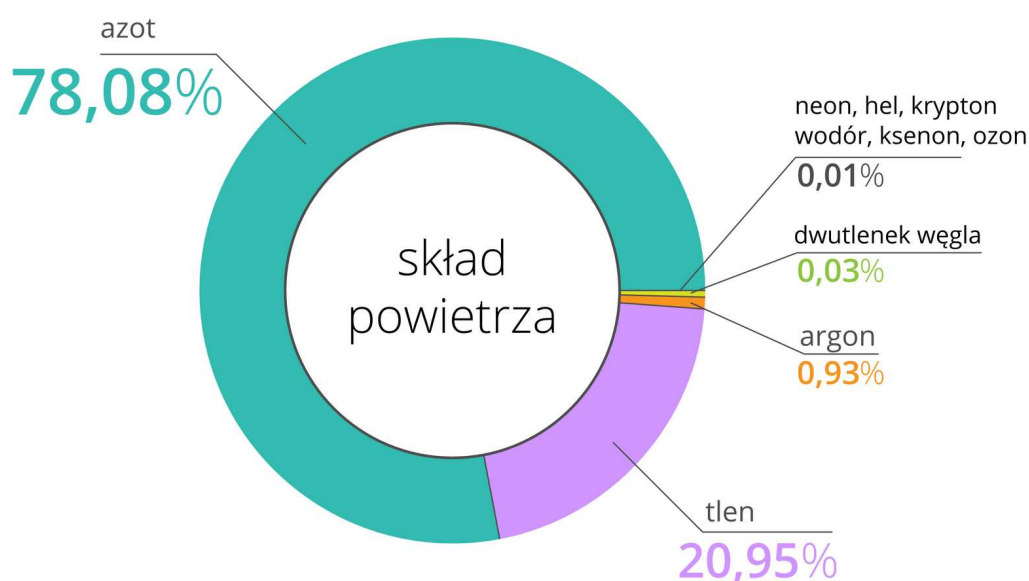
W jakiej sytuacji wzrost temperatury nie spowoduje wzrostu ciśnienia? Wybierz prawidłową odpowiedź.

- ☐ Jeśli zmniejszymy objętość naczynia, w jakim znajduje się gaz, proporcjonalnie do wzrostu temperatury.
- ☐ Taka sytuacja jest niemożliwa.
- ☐ Jeśli zwiększymy objętość naczynia, w jakim znajduje się gaz, proporcjonalnie do wzrostu temperatury.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Właściwości fizyczne gazów

Najbardziej rozpowszechnioną mieszaniną gazów w przyrodzie jest powietrze. W jego skład wchodzi głównie azot (78%) i tlen (21%). Pozostały 1% stanowią inne gazy, takie jak dwutlenek węgla, gazy szlachetne czy para wodna.



Wykres kołowy przedstawiający skład suchego powietrza atmosferycznego

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Powietrze posłuży nam jako obiekt doświadczalny pozwalający lepiej poznać właściwości gazów.

Obserwacja 1

Wykażemy, że gaz przyjmuje kształt naczynia, w którym się znajduje.

Co będzie potrzebne

- szklanka (0,25 l);
- miska, garnek z wodą bądź inne duże naczynie;
- plastikowa słomka z karbowanym przegubem do zaginania.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1d7T5yRw1w5j>

Gazy przyjmują kształt naczynia, w którym się znajdują

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Film dotyczący obserwacji gazów.

Instrukcja

1. Do dużego naczynia nalej tyle wody, aby dało się w niej całkowicie zanurzyć szklankę.
2. Zanurz szklankę tak, aby cała wypełniła się wodą, po czym (pod wodą) odwróć naczynie do góry dnem.
3. Wyciągnij dno szklanki ponad lustro wody, uważając jednak, aby krawędź naczynia pozostała zanurzona; woda powinna znajdować się w szklance.
4. Zagięty (krótszy) koniec rurki wprowadź pod szklankę i delikatnie dmuchnij, tak aby w szklance znalazło się powietrze.
5. Użyj naczynia, które będzie miało zupełnie inny kształt niż szklanka (np. kieliszek do wina, mała karafka) i powtórz doświadczenie.

Podsumowanie

Powietrze wprowadzone do naczynia wyparło z niego wodę i zajęło objętość ograniczoną ściankami szklanki i lustrem wody. Jaki możesz wyciągnąć wniosek z tego doświadczenia?

Zapamiętaj!

Gazy przybierają kształt naczynia, w którym się znajdują.

Obserwacja 2

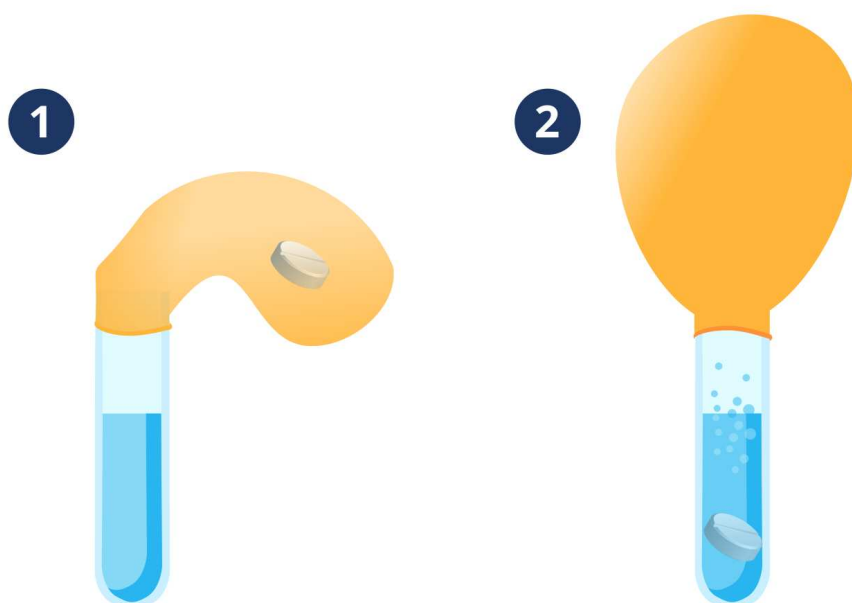
Wykażemy, że gaz przyjmuje objętość naczynia, w którym się znajduje.

Co będzie potrzebne

- tabletkę musującą (np. wapno);
- małą fiolkę (może być też mała butelka po napoju z wąską szyjką) wypełnioną wodą;
- mały balonik.

Instrukcja

1. Włóż pokruszoną tabletkę musującą do wnętrza balonika.
2. Umieść balonik na szyjce fiolki tak, aby w trakcie jego zakładania żadna część pokruszonej tabletki nie dostała się do wody.
3. Podnieś balonik tak, żeby tabletkę wpadła do wody. Pozwól, aby tabletkę rozpuściła się.



Przebieg doświadczenia

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

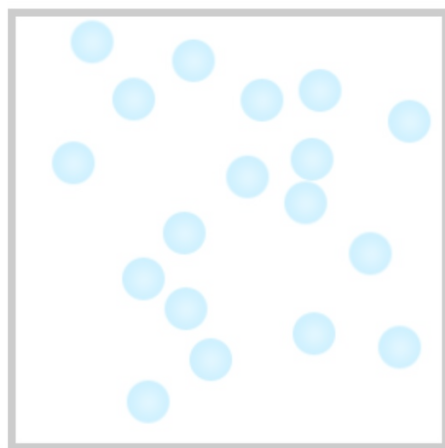
Podsumowanie

Balonik powoli napętnia się gazem uwolnionym na skutek reakcji chemicznej, która zaszła między tabletką musującą a wodą w fiolce – objętość balonika wzrasta. Oznacza to, że gaz samorzutnie wypełnia każdą dostępną objętość.

Zapamiętaj!

Gazy przybierają objętość naczynia, w którym się znajdują.

Jak widzisz, pod tym względem gazy nie różnią się od cieczy, które również przybierają kształt naczynia, w którym się znajdują. Jednak ciecze wypełniają najczęściej tylko część naczynia. A jak to jest z gazami? Wróćmy do animacji.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/P16ufBaC2>

Ruch cząsteczek w gazach

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Czy udało ci się zaobserwować sytuację, w której wszystkie cząsteczki zgromadziły się np. na górze naczynia, a jego dolna część pozostała pusta? Prawda, że nie?

Kiedy siedzisz przed komputerem i przeglądasz ten podręcznik (albo robisz coś innego), nie obawiasz się, że całe powietrze zgromadzi się pod sufitem i nie będziesz mieć czym oddychać. Takie rzeczy się nie zdarzają.

Zapamiętaj!

Gazy zawsze wypełniają całą dostępną im objętość!



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RHZxCwOkJZ2LW>

Gaz zajmuje całą dostępną objętość naczynia, w którym się znajduje

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Film dotyczący rozszerzalności gazu.

Obserwacja 3

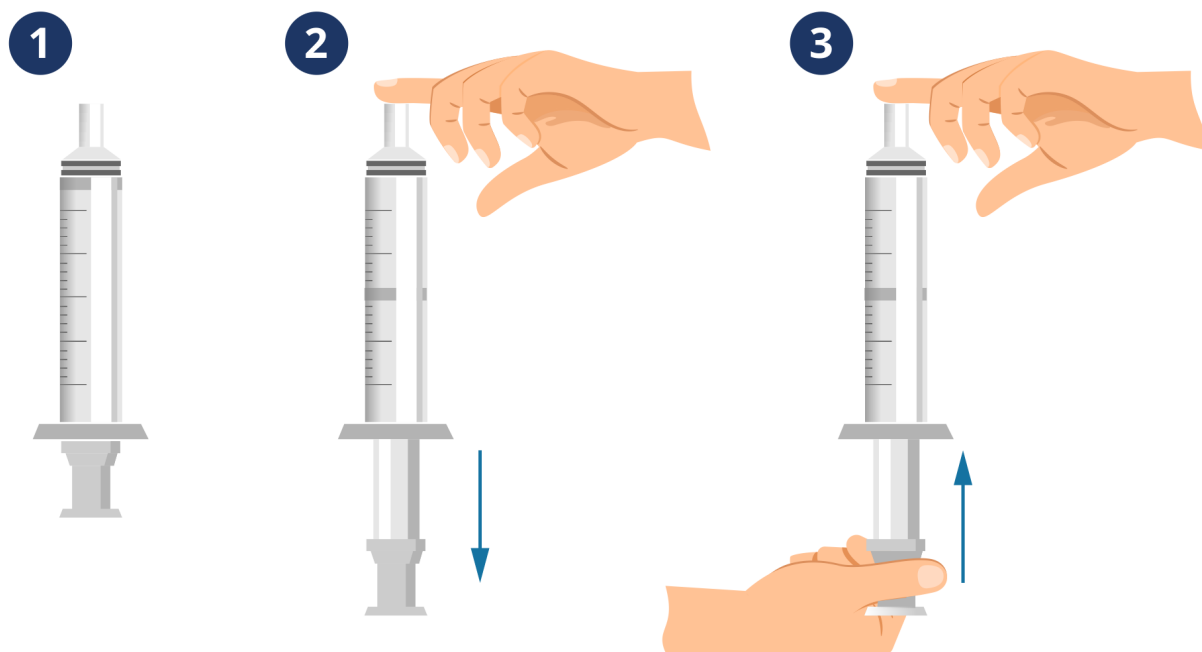
Wykażemy, że siła zewnętrzna może doprowadzić do zmniejszenia objętości gazu.

Co będzie potrzebne

- plastikowa strzykawka.

Instrukcja

1. Wyciągnij tłok do połowy objętości strzykawki.
2. Zatkaj palcem jej wylot.
3. Spróbuj wcisnąć z powrotem tłok przy zatkanym wylocie strzykawki.



Przebieg doświadczenia

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowanie

Powietrze w strzykawce na początku da się delikatnie ścisnąć, jednak przy dalszym wciskaniu pojawiają się coraz większe opory.

Zapamiętaj!

W przeciwieństwie do ciał stałych i cieczy, gazy są ściśliwe. Samorzutnie zwiększają one swoją objętość, jeśli tylko mają taką możliwość. Zmniejszanie ich objętości wymaga działania siły zewnętrznej. Zwiększanie objętości gazu prowadzące do zmniejszania ciśnienia nazywamy **rozprężaniem gazu**.

Ćwiczenie 2



Spośród poniższych, wybierz sytuacje, w których doszło do rozprężenia gazów

☐ Przebicie opony

☐ Otwarcie butelki z napojem gazowanym

☐ Rozpylenie dezodorantu

☐ Tworzenie się chmur

☐ Pompowanie balonika

☐ Wypuszczenie powietrza z balonika

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Zapamiętaj!

Podczas zwiększania objętości gazu i spadku jego ciśnienia, dochodzi też do spadku temperatury. Ten spadek jest tym większy, im szybciej objętość wzrasta. Efekt jest widoczny m.in. podczas otwierania butelki z wodą gazowaną czy rozpylania dezodorantu.

W wodzie gazowanej znajduje się rozpuszczony dwutlenek węgla. Po otwarciu butelki gaz ten gwałtownie ulatuje, zwiększając przy tym swoją objętość (można wtedy zobaczyć bąbelki) i ochładzając się. Zimniejszy gaz zmniejsza z kolei temperaturę wody. Zapytaj rodziców, jak wyglądało otrzymywanie wody gazowanej za pomocą syfonów z pojemnikami z CO_2 . Proces zwiększania objętości i spadku ciśnienia gazu trwał bardzo krótko, a temperatura spadała tak znacznie, że na powierzchni pojemnika osadzał się szron. Obecnie również można kupić syfony i pojemniki z dwutlenkiem węgla, jednak znacznie częściej używamy butelek z gotową wodą gazowaną.

Ciekawostka

Na powierzchni żyjemy otoczeni mieszaniną gazów, powietrzem, które wywiera na ciało człowieka ciśnienie zwane ciśnieniem atmosferycznym. Zanurzając się w głębokim basenie odczuwamy, że również woda wywiera na nasze ciało ciśnienie, tym większe im głębiej się zanurzamy. Na głębokości 40 m panuje **ciśnienie** około 5 razy większe niż to, obecne na powierzchni. Ciśnienie wywierane na nurka ma wpływ na objętość gazów w płucach i ich rozpuszczalność, a co za tym idzie na procesy fizjologiczne zachodzące w organizmie człowieka. Zanurzenie się na znaczną głębokość może być dla organizmu bardzo niebezpieczne i prowadzić do urazów ciśnieniowych płuc, narkozy azotowej, choroby dekompresyjnej, a nawet do śmierci. Dlatego nurkować należy z rozważą, po przebyciu odpowiednich szkoleń.

Nurkowanie może przebiegać bez możliwości wymiany gazowej, na tzw. wstrzymanym oddechu (rekordziści nurkują na wstrzymanym oddechu do głębokości około 200 m) lub z zastosowaniem specjalistycznego sprzętu umożliwiającego oddychanie.



Nurek na większych głębokościach musi oddychać sprężonym powietrzem

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Czy to wszystko? Nie! Wraz ze wzrostem głębokości, a co za tym idzie ciśnienia zwiększa się tzw. ciśnienie parcjale gazów rozpuszczonych we krwi nurka. Obecny w powietrzu i specjalnych mieszaninach gazów do oddychania azot, wykazuje działanie narkotyczne, tym silniejsze im większa głębokość nurkowania, a co za tym idzie ciśnienie. Objawy narkozy azotowej pojawiają się na głębokościach nurkowania większych niż 30 m, powodując obniżenie sprawności umysłowej oraz koncentracji. Dlatego, do nurkowania na dużych głębokościach stosuje się specjalne mieszaniny gazów o zredukowanej ilości azotu.



Nurek oddycha specjalnie dobranymi mieszankami gazów.

Źródło: dostępny w internecie: pxfuel.com, domena publiczna.

Ćwiczenie 3



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Gazy łatwo zmniejszają swoją objętość, ponieważ ich cząsteczki znajdują się daleko od siebie.	☐	☐
Gazy wypełniają całą dostępną przestrzeń, ponieważ oddziaływania między cząsteczkami są bardzo słabe.	☐	☐
Rozprężenie gazu występuje wtedy, gdy gaz zmniejsza swoją objętość.	☐	☐
Cząsteczki gazów wykazują duże oddziaływania przyciągające i słabe oddziaływania odpychające.	☐	☐

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ciepłne i elektryczne przewodnictwo gazów

Zapamiętaj!

Gazy są złymi przewodnikami ciepła i prądu elektrycznego.

Obserwacja 4

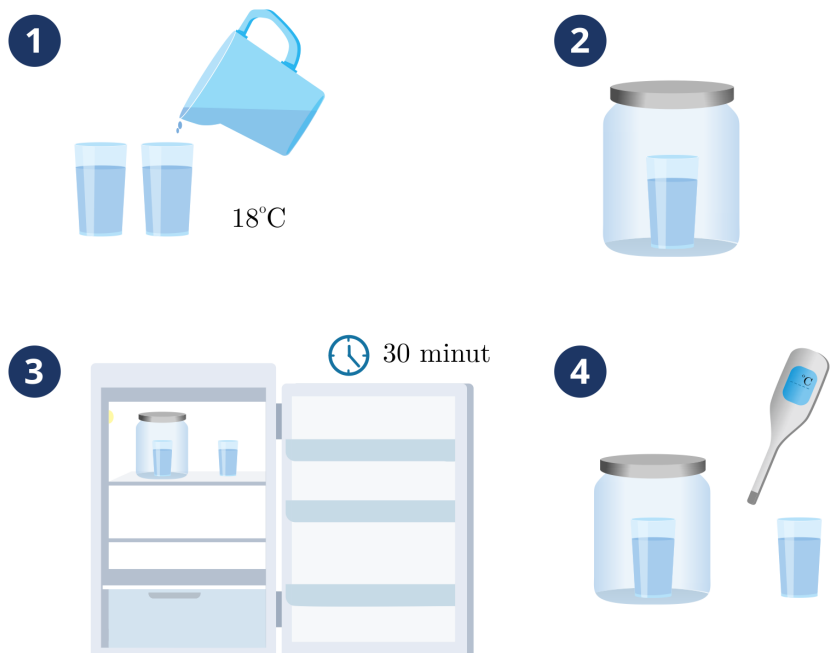
Wykażemy, że powietrze nie jest dobrym przewodnikiem ciepła.

Co będzie potrzebne

- dwie jednakowe szklanki;
- słoik o pojemności ok. 1 litra i takiej średnicy, aby do słoika można było wstawić szklankę; lepsza byłaby zamykana metalowa puszka o podobnej pojemności;
- lodówka.

Instrukcja

1. Do każdej szklanki wlej wodę o temperaturze pokojowej (do $\frac{3}{4}$ objętości).
2. Jedną ze szklanek wstaw do słoika (lub puszki) i zamknij go pokrywką.
3. Słoik (lub puszkę) ze szklanką i drugą szklankę z wodą wstaw do lodówki.
4. Po 30 minutach sprawdź temperaturę wody w obu szklankach (termometrem lub po prostu włóż palec jednej dłoni do pierwszej szklanki, a drugiej – do drugiej).



Przebieg doświadczenia

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowanie

Mimo że woda w obu szklankach znajduje się w podobnych warunkach, woda w szklance umieszczonej w słoiku jest cieplejsza. Oznacza to, że powietrze niechętnie przewodzi ciepło, czyli jest złym przewodnikiem ciepła. Własność ta dotyczy wszystkich gazów.

Obserwacja 5

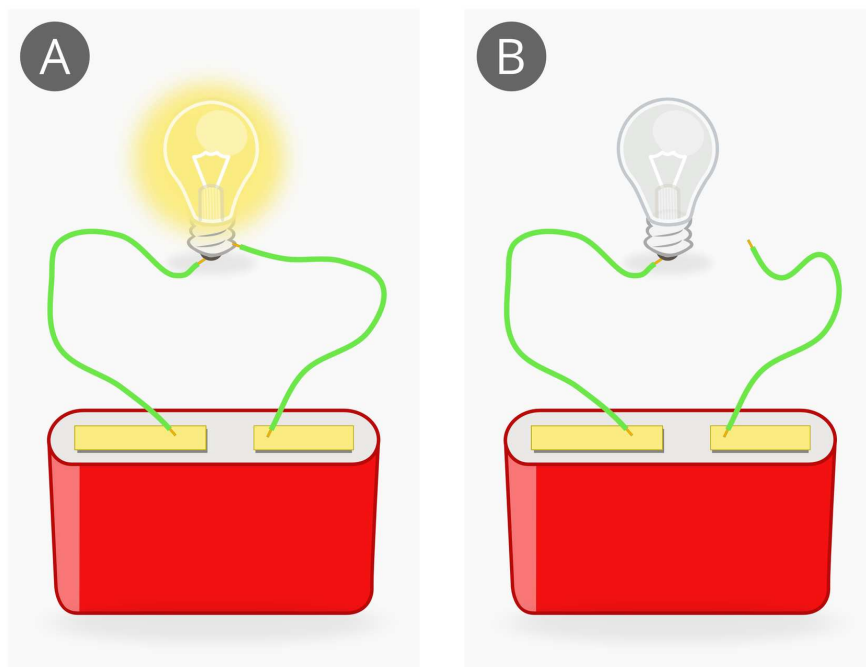
Wykażemy, że powietrze jest złym przewodnikiem prądu elektrycznego.

Co będzie potrzebne

- bateria 4,5 V;
- żarówka 4,5 V;
- przewody elektryczne.

Instrukcja

1. Zbuduj obwód elektryczny zgodnie z poniższym rysunkiem.



A – obwód zamknięty; B – obwód otwarty

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

2. Na przemian otwieraj i zamykaj obwód.

Podsumowanie

Żarówka zaświeci się, gdy obwód zostanie zamknięty. Nawet jeśli przewód będzie znajdował się blisko oprawki żarówki, ale nie będzie się z nią stykał, prąd elektryczny w obwodzie nie popłynie. Warstwa powietrza oddzielająca przewód od oprawki żarówki nie jest dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego. Powietrze w normalnych warunkach nie przewodzi prądu elektrycznego.

Warto jednak pamiętać, że w niektórych warunkach powietrze może przewodzić prąd elektryczny (np. podczas wyładowań atmosferycznych). Istnieją też gazy zdolne przewodzić prąd elektryczny - więcej na ten temat dowiesz się podczas dalszej nauki.

Podsumowanie

- Cząsteczki w gazach słabo na siebie oddziałują, ich ruch jest chaotyczny i odbywa się w całej dostępnej przestrzeni.
- Cząsteczki gazu wypełniają całkowicie objętość naczynia, bez względu na jego kształt. Podczas ruchu dochodzi do ich wzajemnych zderzeń i „bombardowania” ścianek pojemnika.
- Najbardziej znaną mieszaniną gazów w przyrodzie jest powietrze. Jest ono mieszaniną azotu (78%) i tlenu (21%). Pozostały 1% stanowią, między innymi, dwutlenek węgla, gazy szlachetne czy para wodna.
- Gazy nie mają kształtu – przybierają kształt naczynia, w którym się znajdują.
- Gazy nie mają określonej objętości – przybierają objętość naczynia, w którym się znajdują.
- Gazy są ściśliwe (w przeciwieństwie do ciał stałych i cieczy).
- Rozprężanie gazu polega na zwiększaniu jego objętości i spadku ciśnienia.
- Rozprężaniu gazu często towarzyszy obniżenie jego temperatury, co najłatwiej zaobserwować, gdy ten proces zachodzi gwałtownie.
- Gazy są złymi przewodnikami ciepła.
- Powietrze w normalnych nie przewodzi prądu elektrycznego, jednak niektóre gazy mają taką zdolność.

Ćwiczenie 4



Wybierz, co musi się stać z temperaturą, żeby zaszła dana sytuacja

Sytuacja	Gdy temperatura spadnie	Gdy temperatura wzrośnie
Kiedy piłka plażowa wydaje się mieć mniej powietrza, mimo że została napompowana do pełna?	☐	☐
Kiedy napompowany balonik 'sam' pęknie?	☐	☐
Kiedy łatwiej będzie ścisnąć zakręconą, pustą butelkę po napoju?	☐	☐

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5



Czy dana sytuacja opisuje sprężanie czy rozprężanie powietrza? Przeciągnij kafelki lub wejdź w pole i wybierz odpowiednie elementy grupy z listy rozwijalnej.

Sprężanie

pompowanie balonika

pompowanie dętki rowerowej

użycie odświeżacza powietrza w spray'u

'zamknięcie' gazu w butli do nurkowania

wypuszczenie powietrza z balonika

przebicie opony

Rozprężanie

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Zobacz także

- [Cząsteczkowa budowa materii](#)

Słownik

ciśnienie (p)

wielkość fizyczna definiowana jako wartość siły działającej prostopadle do powierzchni podzielona przez pole tej powierzchni. Jeżeli gaz jest zamknięty w zbiorniku, to

cząsteczki (lub atomy) poruszające się chaotycznie uderzają w ścianki zbiornika i podczas zderzenia działają na nie siłą. Siły te są przyczyną ciśnienia wywieranego przez gaz na ścianki naczynia. Im wyższa temperatura, tym wyższe ciśnienie gazu (zmniejszenie temperatury spowoduje spadek ciśnienia). Zmiany objętości wpływają odwrotnie na ciśnienie: im większa objętość, tym niższe ciśnienie (zmniejszaniu się objętości gazu towarzyszy wzrost jego ciśnienia).

gaz

jeden z trzech stanów skupienia materii; cząsteczki w gazach znajdują się w znacznych odległościach od siebie, dużo większych od średnicy tych cząsteczek. Gazy zajmują całą dostępną przestrzeń i przybierają kształt naczynia, w którym się znajdują. Cząsteczki w gazach nieustannie poruszają się względem siebie, co jakiś czas się zderzając. Uderzają także w ścianki naczynia i wywierają na nie ciśnienie.

narkoza azotowa

zaburzenie występujące u nurków wynikające z narkotycznego działania azotu znajdującego się w sprężonym powietrzu. Przypomina nieco stan podobny do stanu nadmiernego spożycia alkoholu; przy mniejszych głębokościach może się objawiać jako euforia (bądź panika), a wraz ze wzrostem głębokości obniża się sprawność umysłowa, a zdolność koncentracji i koordynacji ruchowej spada. Może nawet prowadzić do śmierci. Za granicę, poniżej której może wystąpić narkoza azotowa, przyjęto 30 m poniżej lustra wody.

rozprężanie gazu

proces polegający na zwiększaniu objętości gazu i spadku jego ciśnienia.

Zadanie podsumowujące

Ćwiczenie 6



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Gazy są złymi przewodnikami ciepła.	☐	☐
Gazy mogą dobrze izolować przed utratą ciepła i być izolatorami prądu elektrycznego.	☐	☐
Gazy nigdy nie przewodzą prądu elektrycznego.	☐	☐