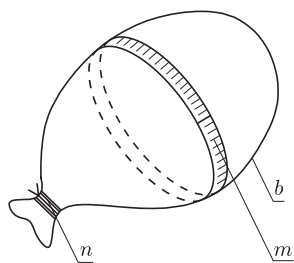


Poznajemy zjawisko rozszerzalności cieplnej

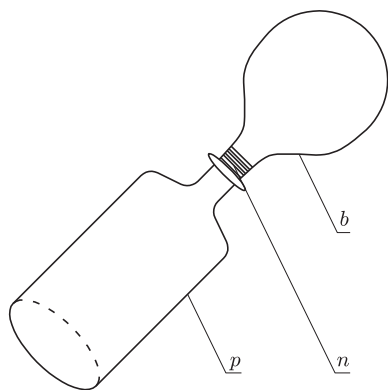
Stanisław BEDNAREK

Celem naszych dzisiejszych eksperymentów fizycznych będzie poznanie i wyjaśnienie zjawiska rozszerzalności cieplnej ciał stałych, cieczy i gazów. Zaczniemy od gazów. Na początek potrzebne nam będą dwa gumowe baloniki, suszarka do włosów, nitka, centymetr krawiecki, plastikowa butelka od napojów. Jeżeli nie mamy centymetra krawieckiego, to możemy posłużyć się linijką i papierową taśmą. Jeden z baloników nadmuchujemy i zawiązujemy nitką. Używając centymetra krawieckiego lub papierowej taśmy, mierzymy maksymalny obwód balonika w jego przekroju poprzecznym (rys. 1). Wynik pomiaru zapisujemy lub zapamiętujemy.



Rys. 1. Pomiar obwodu balonika;
b – balonik, n – nitka, m – centymetr krawiecki.

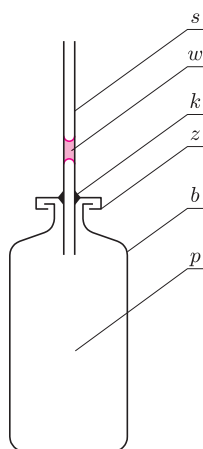
Następnie balonik ogrzewamy przez kilka minut ciepłym powietrzem z suszarki do włosów. Podobnie jak poprzednio mierzymy maksymalny obwód balonika w przekroju poprzecznym. Porównujemy wyniki pomiarów. Jaki wniosek możemy stąd wyciągnąć? Bez trudu stwierdzamy, że obwód balonika wzrósł o kilka centymetrów. Oznacza to, iż powietrze zawarte w baloniku zwiększyło swoją objętość w wyniku ogrzewania.



Rys. 2. Przyrząd do badania rozszerzalności cieplnej gazów;
p – plastikowa przezroczysta butelka,
b – balonik, n – nitka.

Cylindryczną część drugiego balonika naciągamy na szyjkę otwartej butelki (rys. 2). Balonik pozostaje nienaprzężony. Butelkę wstawiamy do ciepłej wody lub ogrzewamy ją ciepłym powietrzem z suszarki do włosów. Obserwujemy zachowanie się balonika. Podobnie jak w poprzednim doświadczeniu zauważamy, że balonik się napręża, a jego objętość rośnie. Zaobserwowany efekt jest spowodowany rozszerzalnością cieplną powietrza zawartego w butelce. Ponieważ rozmiary plastikowej butelki mogą tylko nieznacznie wzrosnąć, więc powietrze, rozszerzając się, zwiększa objętość balonika.

Zbudujemy teraz prosty przyrząd, służący do badania rozszerzalności cieplnej gazów. Przyrząd ten nazywa się termoskopem gazowym. W tym celu potrzebne będą: szklana butelka z zakrętką, przezroczysta rurka do picia napojów (tzw. słomka), nożyczki, nitka, zabarwiona woda (np. atramentem), zakraplacz do oczu, szybkowiązujący klej epoksydowy (np. poxipol lub poxilina). Butelka powinna być szklana, żeby miała sztywne ścianki, nie odkształcające się podczas trzymania w rękach, jak to ma miejsce w przypadku butelek plastikowych. W zakrętce butelki wywiercamy otwór o średnicy ok. 5 mm, używając do tego ostrego końca nożyczek. Należy przy tym zachować ostrożność, żeby się nie skaleczyć, lub poprosić o wywiercenie otworu osobą dorosłą.



Rys. 3. Termoskop gazowy; s – słomka do picia napojów, w – kropla wody, k – klej epoksydowy, z – zakrętka butelki, b – butelka, p – powietrze.

W otwór wkładamy słomkę do picia napojów, umieszczając ją tak, żeby pod zakrętką znalazł się odcinek o długości ok. 1 cm (rys. 3). Miejsce przejścia słomki przez zakrętkę uszczelniamy klejem epoksydowym. Po utwardzeniu się kleju wprowadzamy do słomki kilka kropli zabarwionej wody. Używamy do tego celu zakraplacza do oczu i wpuszczamy krople od strony zakrętki po odwróceniu słomki dłuższą częścią ku dołowi. Woda powinna utworzyć w słomce słupkę o długości 1–1,5 cm, znajdujący się w połowie dłuższej części słomki. Słomkę owijamy kilkakrotnie nitką i związujemy jej końce tak, żeby utworzyć przesuwającą opaskę służącą do zaznaczania położenia słupka wody. Mając prawidłowo przygotowany słupkę wody, zamykamy butelkę zakrętką i przystępujemy do doświadczeń.

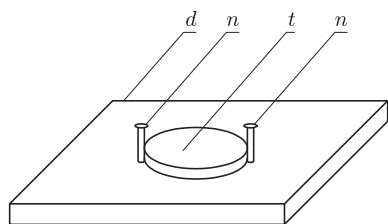
Ustawiamy butelkę na stole i zaznaczamy opaską z nitki położenie górnego końca słupka wody. Obejmujemy dłońmi butelkę i trzymamy ją przez kilka minut. Obserwujemy zachowanie się słupka wody w słomce. Zaznaczamy opaską nowe położenie słupka wody. Odstawiamy butelkę na kilka minut i patrzymy, jak zmienia się położenie słupka wody. Następnie butelkę umieszczamy



Rozwiązanie zadania F 733.

W czasie silnych mrozów woda w wiadrze może zamarzać bardzo szybko. Powstawanie lodu zaczyna się na powierzchni wody oraz przy ściankach wiadra. Jeśli na powierzchni wody utworzy się gruba i solidna warstwa lodu, to tworzący się podczas dalszego zamarzania lód, mający większą objętość niż woda, może odkształcić, a nawet rozerwać wiadro.

Przykrycie wiadra gazetą zmniejsza ochładzanie się powierzchni wody i dzięki temu jej zamarzanie zaczyna się nie od powierzchni. Niezamarznięta woda może się swobodnie podnosić i nie grozi już zniszczenie wiadra.



Rys. 4. Przyrząd do badania rozszerzalności cieplnej ciał stałych; d – deseczka, n – gwoździć, t – podkładka lub moneta.



pod kranem i ostrożnie polewamy najpierw zimną, a potem ciepłą wodą. Cały czas obserwujemy położenie słupka wody w słonce. Okazuje się, że podczas ogrzewania butelki dłońmi lub przez polewanie ciepłą wodą objętość powietrza w butelce wzrasta i słupek wody w słonce przesuwają się wyżej. Przesuwanie się słupka wody podczas ogrzewania dłońmi świadczy o dużej czułości naszego termoskopu. Potrzeba odczekania kilku minut na zauważenie przesunięcia jest wynikiem bezwładności cieplnej butelki. Z kolei, gdy butelka została oziębiona, zawarte w niej powietrze zmniejszyło swoją objętość i słupek wody przesunął się w dół.

Zajmiemy się teraz rozszerzalnością cieplną cieczy. W tym celu przerobimy nasz termoskop gazowy na termoskop cieczowy. Odkręcamy butelkę i napełniamy ją zabarwioną wodą. Do słomki wkraplamy zakraplaczem zabarwioną wodę tak, żeby jej słupek wypełniał dolną połowę długości słomki. Zamykamy butelkę zakrętką i przystępujemy do doświadczeń. Podobnie jak poprzednio, ogrzewamy butelkę dłońmi oraz ciepłą wodą z kranu. Następnie chłodzimy butelkę pod kranem strumieniem zimnej wody. Obserwujemy zachowanie się słupka wody w słonce. Stwierdzamy, że podczas ogrzewania objętość wody w butelce wzrasta i słupek wody w słonce staje się wyższy. Z kolei podczas chłodzenia objętość wody w butelce maleje i słupek wody w słonce staje się niższy.

Należy tu dodać, że zachodzi wyjątek od tych prawidłowości. Woda ogrzewana w przedziale temperatur od 0°C do 4°C zmniejsza swoją objętość. Żeby potwierdzić ten wyjątek, potrzebny będzie nam termometr oraz naczynie, np. garnek, zawierające mieszaninę wody z lodem. Nasz termoskop cieczowy wstawiamy do tego naczynia i wkładamy do niego termometr. Oczekujemy, aż termometr będzie wskazywał temperaturę 0°C i rozpoczynamy obserwację wysokości słupka wody w słonce. Kiedy cały lód ulegnie stopieniu, temperatura wody w naczyniu zacznie wzrastać i będziemy mogli zauważyć opadanie słupka wody w słonce.

Pozostało nam do zbadania zachowanie się ciał stałych podczas ogrzewania. Do tego doświadczenia będzie nam potrzebna okrągła podkładka pod nakrętkę o średnicy kilkunastu milimetrów (zamiast podkładki może być stara moneta dwudziestozłotowa), deseczka, dwa gwoźdźdiki, młotek, kombinerki, świeczka lub dostęp do kuchenki gazowej i zapałki. Gwoźdźdiki wbijamy w deseczkę w takiej odległości od siebie, żeby podkładka lub moneta ciasno przechodziła między nimi (rys. 4). W praktyce robimy to w ten sposób, że najpierw wbijamy jeden gwoździć, przykładamy do niego podkładkę lub monetę i po przeciwnej jej stronie wbijamy drugi gwoździć.

Chwytny podkładkę lub monetę kombinerkami i sprawdzamy, czy przechodzi ona ciasno między gwoździkami. Następnie, trzymając podkładkę lub monetę kombinerkami, ogrzewamy ją w płomieniu świecy lub kuchenki gazowej. Należy przy tym zachować ostrożność, żeby się nie oparzyć. Ogrzaną podkładkę lub monetę trzymaną kombinerkami próbujemy przesunąć między gwoździkami. Co zauważamy? Okazuje się, że ogrzana podkładka lub moneta nie przechodzi między gwoździkami. Świadczy to o tym, iż jej wymiary wzrosły w wyniku ogrzewania. Możemy się o tym łatwo przekonać po odczekaniu, aż podkładka lub moneta ostygnie. Wówczas znowu przechodzi ona między gwoździkami.

Na koniec pozostaje pytanie, czy wszystkie ciała stałe zwiększają swoje rozmiary podczas ogrzewania w dowolnym przedziale temperatur i jaka jest przyczyna rozszerzalności cieplnej ciał? Odpowiedź na pierwszą część pytania brzmi: tak, ale są nieliczne wyjątki. Należą do nich grafit i stop drukarski, używany do odlewania czcionek. W odpowiedzi na drugą część pytania wyjaśniamy, że przyczyną rozszerzalności cieplnej ciał jest wzrost intensywności ruchów cieplnych cząsteczek, z których składają się wszystkie ciała.