

Barometr jest przyrządem do mierzenia i obserwacji zmian ciśnienia atmosferycznego. Wynalazcą pierwszego barometru był włoski fizyk i matematyk Torricelli, żyjący w latach 1608—1648.

Zasadę działania barometru Torricellogo przedstawia rys. 1. Rurka długości około jednego metra została w jednym końcu szczelnie zamknięta przez zatopienie lub zakorkowanie. Następnie napełniono ją rtęcią, otwór rurki zatknięto palcem i odwrócono o 180 stopni umieszczając w szerszym naczyniu również napełnionym rtęcią. Po usunięciu palca rtęć częściowo obniżyła swój poziom w rurce spływając do otwartego naczynia. Poziom rtęci w rurce ustalił się na wysokości około 760 mm nad poziomem rtęci w naczyniu otwartym. Taki poziom rtęci w rurce był wynikiem równowagi ciężaru rtęci i ciśnienia powietrza, które oddziaływało na ciecz w otwartym naczyniu.

Ciężar powietrza (ciśnienie) wywierającego nacisk na rtęć w otwartym naczyniu będzie największy na poziomie morza, w miarę zwiększania wysokości ponad poziom morza wywierany nacisk będzie malał, co spowoduje obniżenie się słupka rtęci w rurce.

W podobny sposób będzie zachowywał się barometr przy zmianie ciśnienia atmosferycznego w miejscu przeprowa-

dzenia obserwacji. Barometr wynaleziony przez Torricellogo jest przyrządem bardzo dokładnym, dysponuje nim prawie każda pracownia fizyki w szkole. Jednak oprócz swych zalet posiada i wady — zajmuje dużo miejsca, działa tylko w pozycji pionowej, nie nadaje się do zastosowania w pojazdach, gdzie występuje kołysanie (samolot, statek). Na skalę przemysłową budowane są barometry — aneroidy. Sercami tych przyrządów są puszki opróżnione z powietrza, podlegające znacznym odkształceniom przy zmianach ciśnienia atmosferycznego. Odkształcenia puszki w aneroidzie przekazywane są za pomocą układów dźwigniowych na wskazówkę, która przesuwając się po skali umożliwia odczytanie ciśnienia powietrza.

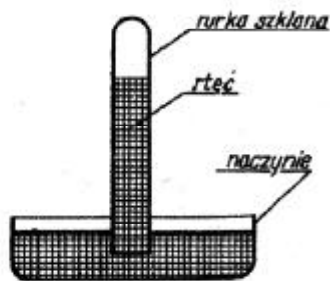
Najłatwiejszy do wykonania byłby barometr rtęciowy, ale ze względu na silnie trujące, a także niedostępne na rynku materiały (rtęć), zrezygnujemy z jego budowy, a wykonamy inne przyrządy z materiałów łatwych do nabycia.

Rys. 2 przedstawia zasadę działania i konstrukcję prostego barometru działającego na zasadzie aneroidu sporządzonego ze słoika po dżemie.

Przy wzroście ciśnienia atmosferycznego nacisk na membranę (11) zwiększy się, ciśnienie wewnątrz słoika pozostanie zaś niezmienione. Po wciśnięciu membrany przez zwiększone ciśnienie atmosferyczne dźwignia (4) obciążona sprężynką (9) lub ciężarkiem (10) opadnie w dół naciskając krótsze ramię dźwigni (5), której drugie ramię zakończone strzałką odchyli się w prawo wskazując na skali (8) wzrost ciśnienia. Przy obniżeniu ciśnienia atmosferycznego ruch wskazówki będzie odbywał się w przeciwnym kierunku.

Do budowy barometru przygotowujemy następujące materiały.

Słoik po dżemie lub innych przetworach spożywczych z metalową nakrętką



Rys. 1

(należy sprawdzić, czy elastyczna uszczelka wewnątrz nakrętki nie jest uszkodzona), płaskowniki z blachy mosiężnej lub miedzianej, niezbyt twardej, o wymiarach  $1 \times 3 \times 100$  mm — 3 szt.,  $1 \times 3 \times 40$  mm — 2 szt.,  $1 \times 3 \times 120$  mm — 1 szt.,  $1 \times 3 \times 225$  mm — 1 szt.,  $1 \times 5 \times 10$  mm — 1 szt., pasek dowolnej blachy o wymiarach  $0,5 \times 15 \times 300$  mm — 1 szt., i  $0,5 \times 30 \times 50$  mm — 1 szt., oraz śruby z nakrętkami M3  $\times$  10 mm lub M4  $\times$  10 mm — 2 szt.

Płaskowniki podane w zestawieniu materiałowym można otrzymać przez odcięcie pasków z arkusza blachy, a następnie dokładnie wyprostować je i wyrównać. Jeżeli ktoś wykonał miniaturową walcarkę opisaną w MT 9/72, to będzie mógł ją wykorzystać do sporządzenia płaskowników. Po przewalcowaniu drutu miedzianego o średnicy 2,2 mm otrzymamy odpowiednie płaskowniki.

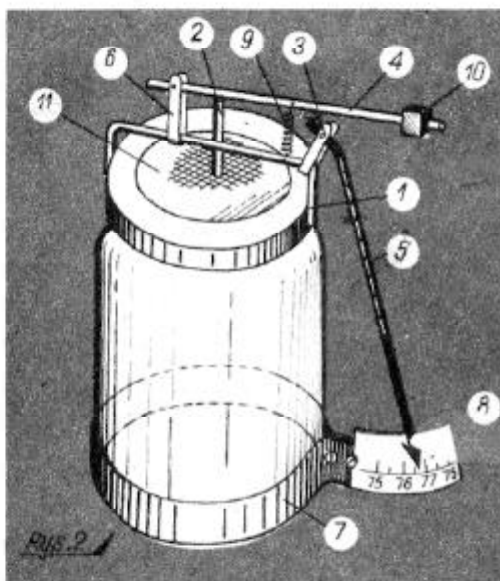
Wykonanie barometru rozpoczniemy od przygotowania membrany z metalowej przykrywki od słoika. Powierzchnię przykrywki, organiczoną uszczelką od wewnętrznej strony słoika, zeszkrobujemy w celu zmniejszenia jej grubości. Skrobania dokonamy z dwóch stron za pomocą skrobaka lub szczyryka (rys. 3). W czasie zeszkrobывania trzeba uważać, aby nacisk narzędzia nie był zbyt duży, by nie spowodował trwałych odkształceń blachy względnie jej przebicia. Operacji dokonujemy co najmniej w dwóch kierunkach — wzajemnie prostopadle.

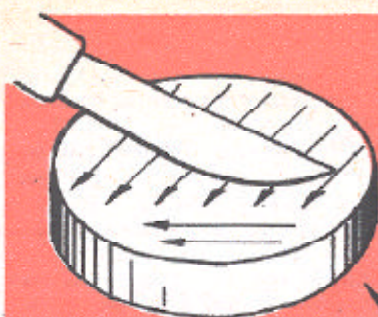
Dobra membrana powinna pod bardzo lekkim naciskiem palca dawać widoczne odkształcenia sprężyste (po usunięciu nacisku palca winna wracać do dawnego położenia). Membrana, która po naciśnięciu (odkształceniu) zajmuje tylko dwa krańcowe położenia, a przy przejściu z jednego położenia w drugie wydaje metaliczny dźwięk, nie nadaje się do naszego urządzenia. Dobrze pracującą membranę przeszlifujemy drobnopziarnistym płótnem ściernym wygładzając ślady po skrobaniu. Podczas tej czynności nie należy zbyt mocno naciskać, aby nie

powstało jedno z wymienionych uszkodzeń.

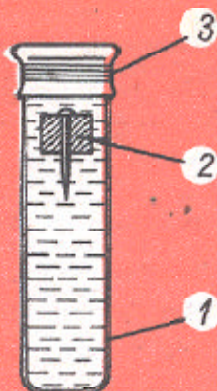
Po wykonaniu membrany przystąpimy do montażu urządzenia dźwigniowego. Wymiary poszczególnych elementów dostosowane są do słoika wysokości 105 mm, średnicy naczynia szklanego (u dołu) 80 mm i średnicy przykrywki metalowej — 70 mm. Jeżeli ktoś posłuży się słoikiem o innych wymiarach, musi odpowiednio dostosować wymiary poszczególnych elementów, zwracając uwagę na zasadę działania przyrządu.

Połączenie części nieruchomych wykonamy lutując je cyną. Dźwignia (4 i 5 na rys. 2) odchyłać się będą na osiach sporządzonych ze szpilek. Dźwignia (4) może być obciążona ciężarkiem z wkrętem dociskowym, który zabezpieczy go przed przesuwaniem się wzdłuż dźwigni. Jeżeli natomiast przy wsporniku (3) między dźwigarem (1) a dźwignią (4) zamontujemy sprężynkę (9), to dźwignię (4) można skrócić o 40 mm. Sprężynkę można zwinąć z najcieńszej struny od gitary, mandoliny lub skrzypiec, można

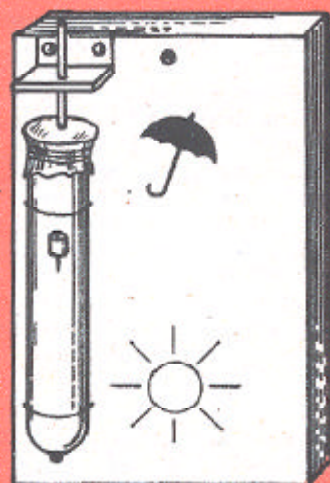




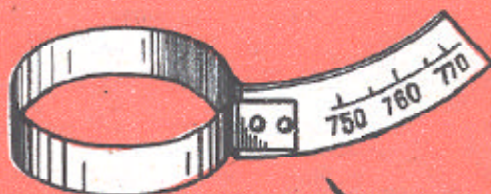
Rys. 3.



Rys. 5.



Rys. 8.



Rys. 4.

również wykorzystać sprężynkę gotową, np. ze starego długopisu.

W celu zamocowania skali wygnieśmy pasek blachy o wymiarach  $0,5 \times 15 \times 300$  mm tworząc obejmę (rys. 4). Obejma z tabliczką skali o wymiarach  $30 \times 50$  mm tworzy jedną całość, a po usztywnieniu śrubkami M4 dobrze utrzymuje się na słoiku. Na tabliczce przykleimy biały karton, na którym wykreślimy skalę. Przykrywkę słoika wraz z gotowym urządzeniem dźwigniowym zakręcimy na naczyniu, najlepiej w temperaturze pokojowej około  $20^{\circ}\text{C}$ . Do skalowania naszego przyrządu pożądane jest użycie barometru fabrycznego. Przy ciśnieniu słupka rtęci 760 mm wskazówka powinna być ustawiona w środku

skali. Jeżeli jest inaczej, należy ją odpowiednio wygiąć lub przelutować w inne miejsce łącznik membrany (2) z dźwigni (4).

Sprawdzenie szczelności urządzenia przeprowadzimy następująco:

Barometr ze wskazówką ustawioną pośrodku skali podgrzejemy np. parą wodną wydostającą się z czajnika. Wewnątrz słoika na skutek ogrzania wzrośnie ciśnienie. Reakcja wskazówki powinna być taka jak przy zmniejszeniu ciśnienia atmosferycznego — wskazówka powinna opaść i zbliżyć się do szkła. Sprawdzenie szczelności przyczyni się również do sprawdzenia, w jakim stopniu wahania temperatury wpływają na fałszywe wyniki wskazań zmian ciśnie-

nia atmosferycznego. Biorąc to pod uwagę barometr ustawimy w pomieszczeniu o jak najmniejszych wahanach temperatury. Jeżeli przy podgrzewaniu słoika wskazówka nie wychyla się, to świadczy o uszkodzeniu uszczelki w pokrywce.

Inny barometr, który łatwo możemy zbudować, opierać się będzie na właściwościach tak zwanego nureka Kartezjusza. Do budowy tego barometru przygotowujemy następujące materiały: deszczkę lub sklejkę grubości 5 mm o wymiarach 140 × 50 mm — 1 szt., probówkę szklaną np. po pastylkach — 1 szt., śrubę M4 — 1 szt., kątownik do śruby M4 — 1 szt., wkręty  $\varnothing 2 \times 18$  mm — 2 szt., kawałek gumki z balonika, drut miękki długości około 200 mm — 1 szt., 1 pineškę, kawałek styropianu lub korka na pływak.

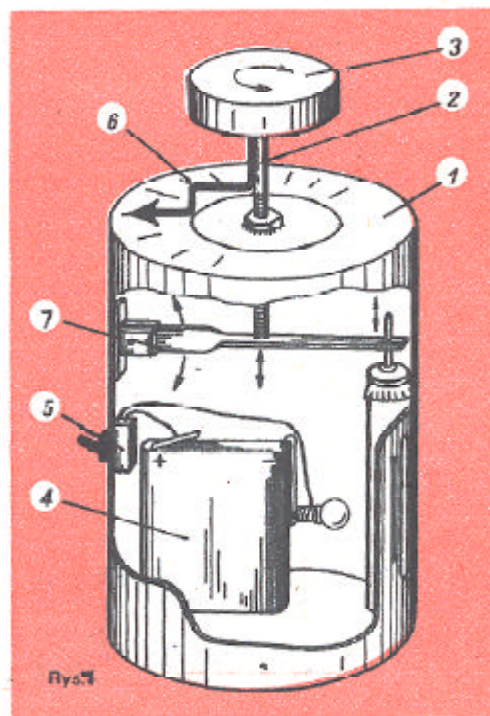
Przed montażem barometru zrobimy następujące doświadczenie: fiolkę po pastylkach (1) długości około 100 mm, napelnimy wodą (rys. 5). Z korka lub ze styropianu wytniemy mały pływak, który obciążamy pinešką. Pływak z obciążeniem wyważamy tak, aby nie tonął i miał tendencję do powolnego wynurzenia się na powierzchnię. Wyważony pływak umieścimy w fiolce napelnionej wodą, a jej otwór zamkniemy gumką z balonika (3) lekko naciągniętą do wyrównania zmarszczek i obwiążemy nicią.

Pływak umieszczony wewnątrz fiolki powinien mieć takie wymiary, aby mógł swobodnie przesuwać się w górę i w dół.

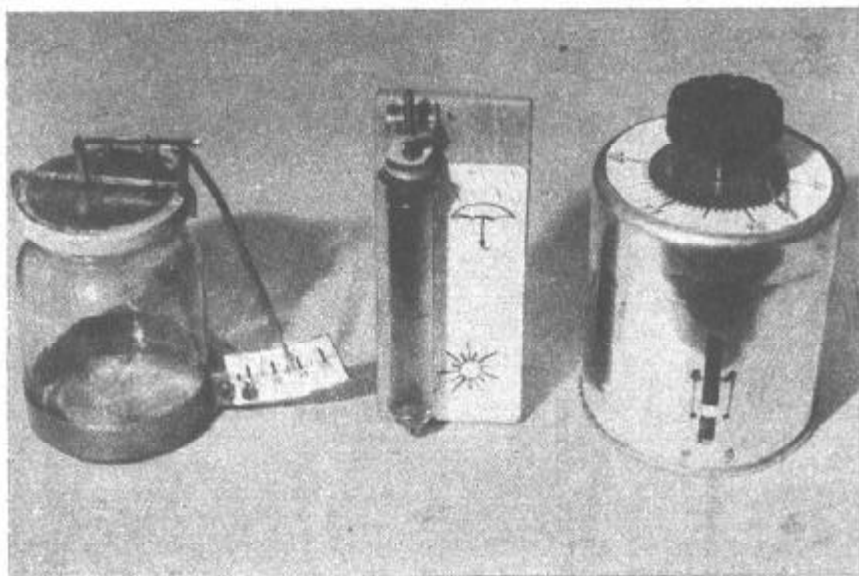
Teraz zaobserwujemy ciekawe zjawisko. Przy naciskaniu palcem gumowej membrany pływak-nurek Kartezjusza opuszcza się na dno, po uwolnieniu nacisku palca na membranę — wraca do góry, wynurza się. Jeżeli po naciśnięciu membrany nurek nie tonie, to znaczy, że ma on zbyt dużą wyporność, a zatem należy nieznacznie zmniejszyć wymiary pływaka, aż doświadczenie uda się. Następnie przygotowujemy płytkę montażową. W płytce wywiercimy 4 otworki o średnicy około 2 mm, przełożymy przez nie drucik i zamocujemy nim fiolkę (rys. 6). Pod dnem fiolki umieścimy wkręt

do drewna ( $\varnothing 2 \times 18$  mm), który zabezpieczy przyrząd przed uszkodzeniem. Nad membraną przykręcimy kątownik — uchwyt ze śrubą M4 × 30 mm z łbem kulistym skierowanym do dołu. Łeb śruby należy wygładzić płótnem ściernym, a w jej drugim końcu naciąć rowek do wkrętaka. Między membranę a łeb śruby włożymy krążek wycięty z kartonu zabezpieczający gumkę membrany przed uszkodzeniem pod bezpośrednim naciskiem śruby.

Przygotowanie barometru do pracy będzie polegało na tym, że w czasie deszczowych dni, gdy ciśnienie atmosferyczne jest niskie, tak długo będziemy dokręcać śrubę dociskową, aż nurek zatonie. Następnie powoli zaczniemy odkręcać śrubę, aż nurek wypłynie na wierzch. Dopiero w tym położeniu ustalimy docisk śruby.



Rys. 6



Wygląd zewnętrzny opisanych barometrów. Od lewej: barometr pracujący na zasadzie aneroidu, oraz dwa barometry pracujące na zasadzie nurka Kartezjusza — bez obudowy i w metalowej obudowie

Kiedy ciśnienie atmosferyczne znacznie wzrasta, co będzie oznaką zbliżającej się dobrej pogody, nacisk zwiększonego ciśnienia wywieranego na membranę spowoduje opadnięcie nurka na dno. W celu odczytywania wskazań barometru namalujemy obok fiolki dwa obrazki: u góry charakterystyczny dla pogody deszczowej — u dołu dla słonecznej.

Opisany barometr będzie wskazywał dwa stany: górne położenie pływaka — deszcz i zachmurzenie, dolne położenie — słoneczną pogodę. Nie wielkie wymiary fiolki nie pozwalają na zrównoważenie nurka w każdym dowolnym położeniu i sporządzenie skali.

Jeżeli na pływak użyjemy styropianu lub korka, to uprzednio musimy te materiały zanurzyć w wodzie na około 10 dni. Tak przygotowane materiały nie będą już zmieniały ciężaru właściwego. Wyważony pływak dobrze jest zabezpieczyć stearyną.

Trzeci barometr będzie działał na podobnej zasadzie jak nurek Kartezjusza, jednakże fiolkę umieścimy wewnątrz blaszanej puszki (rys. 7). W puszce (1) wytniemy kanałek, przez który będziemy obserwować opadający i unoszący się do góry pływak. Wewnątrz puszki zamocujemy również baterię (4) z żaróweczką, w obwód elektryczny zaś wmontujemy wyłącznik (5) od lampki nocnej. W dnie puszki wierzimy otworek i wlotowujemy wąż nakrętkę M5, w którą wkręcimy śrubę (2) z pokrętle (3) i wskazówką (6). Puszke odwrócimy do góry dnem, na dnie nakleimy pierścień z kartonu służący jako skala. Wewnątrz puszki należy zamocować blaszaną dźwignię (7) tak, aby podczas obracania pokrętle śruba dociskowa (2) przekazywała swój ruch posuwisty na gumę membrany. W opisie pominięte zostały wymiary poszczególnych elementów, gdyż nie mają one istotnego znaczenia dla działania przyrządu. Należy tylko pamiętać,

że obrót gałki w jedną stronę musi powodować nacisk na membranę, obrót w przeciwną stronę zaś musi ją luzować.

Skalowanie przyrządu powinniśmy przeprowadzić według wzorcowego barometru. W tym celu przekreścimy gałkę w lewo tak, aby pływak wynurzył się do góry. Następnie dokreścimy gałkę, aż pływak zatonie. Miejsce, w którym zatrzyma się wskazówka w chwili zatonięcia pływaka, oznaczymy podziałką na pierścieniu z kartonu, przy podziałce zaś zapiszemy wielkość ciśnienia odczytaną na barometrze wzorcowym. Aby uzyskać pełną skalę pomiarową, należy przeprowadzić kilka takich pomiarów przy różnej pogodzie. Ustawienie się wskazówki na tarczy za każdym razem należy oznaczyć kreską i zapisać przy niej wielkość ciśnienia atmosferycznego.

Prognozowanie pogody na podstawie wskazań barometru, termometru i wilgotnościomierza jest następujące:

1. Jeżeli wilgotność powietrza rano silnie się zmniejsza, a pod wieczór ponownie wzrasta, jest to oznaką dobrej pogody.
2. Jeżeli barometr w ciągu dnia nieprzerwanie opada, należy oczekiwać zwiększenia siły wiatru, obniżenia temperatury latem, a podwyższenia zimą.
3. Jeżeli barometr opada bardzo silnie, można oczekiwać burzy.
4. Jeżeli barometr w ciągu kilku dni powoli i stale się podnosi, można oczekiwać długotrwałej pięknej pogody: latem upałów i posuchy, zimą trwałych mrozów.
5. Szybkie wahania temperatury wskazują na nietrwałość pogody.
6. Jeżeli barometr z rapa zaczyna powoli opadać, a temperatura i wilgotność powietrza jednocześnie wzrastają szybciej niż normalnie — można oczekiwać burzy.