

3 Podstawowe pojęcia z fizyki potrzebne instalatorowi

3.1 Ciśnienie

3.1.1 Ciśnienie i jego jednostki

3

Dwaj mężczyźni o jednakowej wadze, jeden bez, a drugi z rakietami śnieżnymi, pozostawiają w śniegu ślady różnej głębokości, ponieważ ta sama siła nacisku oddziałuje na powierzchnie o różnej wielkości, → 1.

W zamkniętych naczyniach ciecze i gazy są poddawane ciśnieniu; na tłok działa siła – porównaj wskazanie pompki do powietrza, → 2.

Jeśli siła działa na powierzchnię prostopadle, to powstaje ciśnienie. Jest ono tym większe, im większa jest siła i im mniejsza jest powierzchnia.

Ciśnienie jest to siła podzielona przez powierzchnię, → 3.

Jednostką ciśnienia jest 1 N/m^2 , a specjalną nazwą tej jednostki jest 1 paskal¹ (1 Pa).

1 Pa jest wyjątkowo małym ciśnieniem. Odpowiada on mniej więcej ciśnieniu, jakie powoduje mucha, siedząca na powierzchni wielkości paznokcia.

Stosowanie jednostki paskal w technice prowadziłoby do zapisu ciśnienia za pomocą zbyt dużych liczb, dlatego też do wyrażania większych ciśnień wprowadzono jednostkę bar.

Wysokie ciśnienie cieczy i gazów mierzy się w barach (bar), mniejsze w milibarach (mbar) lub hektopaskalach (hPa), a jeszcze mniejsze w paskalach (Pa).

Przy wielu obliczeniach występuje potrzeba zamiany jednostek bar lub Pa na N/m^2 lub N/cm^2 , → 4.

Określenia związane z ciśnieniem można rozpatrywać wg:

- wielkości ciśnienia (wg DIN 1314)
- medium, w którym ciśnienie występuje, np. powietrze, ciecz lub ciśnienie hydrostatyczne
- stanu energetycznego medium, np. ciśnienie statyczne, dynamiczne lub ciśnienie przepływu

3.1.2 Wielkości ciśnienia zgodnie z DIN 1314

Według DIN 1314 rozróżnia się następujące wielkości ciśnienia, → 5:

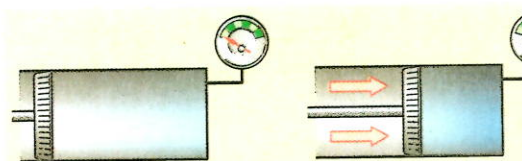
- ciśnienie bezwzględne (absolutne)
- różnice ciśnienia – ciśnienie różnicowe
- nadciśnienie

Ciśnienie bezwzględne p_{bezwzgl} jest to ciśnienie wyznaczone względem próżni doskonałej, której ciśnienie wynosi 0. Wiele zjawisk lub procesów występujących w rurociągach, zbiornikach, pomieszczeniach, kominach itp. zależy często tylko od różnicy panującego tam ciśnienia i jakiegoś określonego ciśnienia odniesienia. Najczęściej tym ciśnieniem odniesienia jest ciśnienie otaczającego nas powietrza, p_{atm} .

¹ Pascal Blaise (1623–1662) – francuski matematyk i fizyk.



1 Ciśnienie jest to siła działająca na jednostkę powierzchni



2 Ciśnienie w cieczech i gazach

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

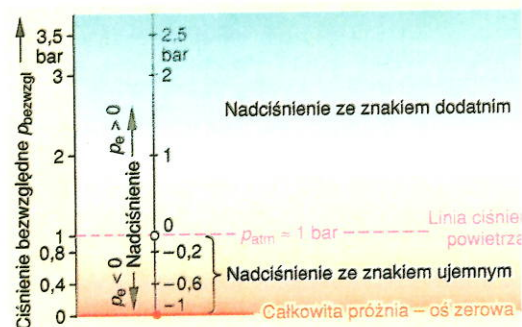
p ciśnienie w Pa ($= \text{N/m}^2$)
 F siła w N
 A powierzchnia w m^2

3 Obliczenie wielkości ciśnienia

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} = \frac{100\,000 \text{ N}}{\text{m}^2} = \frac{100\,000 \text{ N}}{10\,000 \text{ cm}^2} = 10$$

$$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$$

4 Przeliczanie jednostek ciśnienia



Skala ciśnienia zachowuje się tak jak skala temperatury, → 64.2
Skala ciśnienia bezwzględnego \approx skala temperatury bezwzględnej, K

Skala nadciśnienia \approx temperatura w skali Celsjusza, °C

Linia ciśnienia powietrza \approx temperatura 0°C

Żadne ciśnienie nie może być mniejsze od $p_{\text{bezwzgl}} \approx 0 \text{ bar} = p_e$

Temperatura $< 0 \text{ K} \approx -273^\circ\text{C}$ nie istnieje

5 Wartość ciśnienia (zakresy ciśnienia)

Różnica ciśnienia Δp to obliczona różnica dwóch ciśnień, $\Rightarrow 1$

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

Ciśnieniem różnicowym, $\Rightarrow 1$, nazywamy wartość Δp , jeśli nie jest ona obliczona, a bezpośrednio odczytana.

Nadciśnienie p_e^1 jest to różnica między ciśnieniem bezwzględnym p_{bezwzgl} i (każdorazowo) ciśnieniem atmosferycznym p_{atm} , $\Rightarrow 58.5$

$$p_e = p_{\text{bezwzgl}} - p_{\text{atm}}$$

Nadciśnienie ma wartość:

- dodatnią ($p_e > 0$), jeśli ciśnienie bezwzględne jest większe od ciśnienia atmosferycznego ($p_{\text{bezwzgl}} > p_{\text{atm}}$)
- ujemną ($p_e < 0$), jeśli ciśnienie bezwzględne jest mniejsze od ciśnienia atmosferycznego ($p_{\text{bezwzgl}} < p_{\text{atm}}$)

Nadciśnienie o wartościach ujemnych nazywano wcześniej podciśnieniem.

Słowo podciśnienie:

powinno być jeszcze używane tylko do oznaczenia stanu, np.:

- w przewodzie ssawnym panuje podciśnienie
- komora podciśnieniowa

nie powinno być używane do określenia wartości pomiarowej

Przykład

Niepoprawne jest zdanie:

Na wakuometrze odczytano podciśnienie 0,2 bar.

Poprawnie należy powiedzieć:

Na wakuometrze odczytano ciśnienie -0,2 bar.

W słowie złożonym zawierającym >ciśnienie< można wyciągać słowo „nad”, jeśli sytuacja jest jednoznaczna.

Przykład

ciśnienie kontrolne

ciśnienie gazu

ciśnienie w oponach

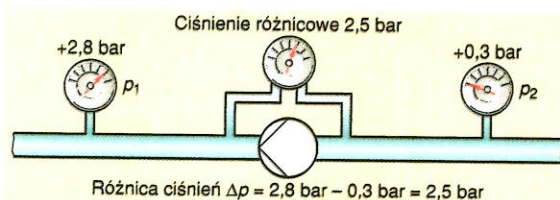
we wszystkich trzech przykładach wiadomo, że chodzi o nadciśnienie.

1.3 Rodzaje ciśnienia w zależności od medium

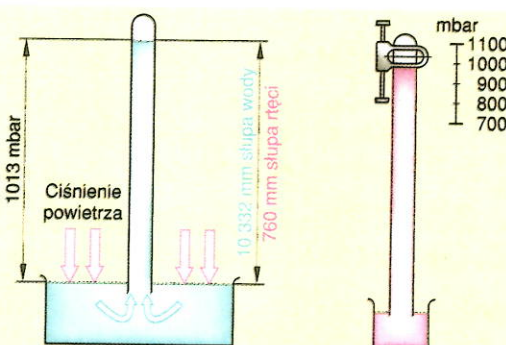
W zależności od medium mówimy o ciśnieniu:

powietrza

hydrostatycznym



1 Różnica ciśnień i ciśnienie różnicowe



Ciśnienie powietrza na poziomie morza jest równe ciśnieniu 10 332 mm słupa wody lub 760 mm słupa rtęci i odpowiada ciśnieniu 1013 mbar. Tę zasadę wykorzystano w budowie barometru naczyniowego

2 Ciśnienie powietrza – działanie i pomiar

3.1.3.1 Ciśnienie powietrza (ciśnienie atmosferyczne)

Ziemia jest otoczona warstwą powietrza o grubości nawet do 500 km, czyli atmosferą. Jej masa jest przyciągana przez Ziemię i wywiera na jej powierzchnię ciśnienie, które jest nazywane ciśnieniem atmosferycznym albo ciśnieniem powietrza.

Na poziomie morza ciśnienie to utrzymuje w równowadze, $\Rightarrow 2$:

- słup wody o wysokości 10 332 mm ≈ 10 m albo
- słup rtęci o wysokości 760 mm (rtęć jest 13,6 razy cięższa od wody)

Odkrycia tego dokonał włoski fizyk Evangelista Torricelli (1608–1647) i wynalazł barometr rtęciowy.

Na cześć Torricellego istniała i była stosowana wcześniej jednostka

1 tor = 1 mm Hg (słupa rtęci)

Jednostki tor i mm Hg nie są, podobnie jak mm słupa wody, jednostkami oficjalnymi i nie powinny być używane.

Dziś ciśnienie powietrza mierzy się w mbar (milibarach) lub hPa (hektopaskalach).

Ciśnienie powietrza ze wzrostem wysokości staje się coraz mniejsze. Na każde 8 m wysokości zmniejsza się ono o 1 mbar = 1 hPa, por. $\Rightarrow 10.1$.

Spadek ciśnienia jest spowodowany zmniejszaniem się gęstości powietrza wraz ze wzrostem odległości od ziemi. Połowa masy atmosfery ziemskiej znajduje się blisko ziemi, aż do wysokości ok. 5500 m n.p.m.

3

Przykład działania ciśnienia powietrza pokazano na rysunku → 1:

Przy wekowaniu przetworów część powietrza wydostaje się z weka. Po ostudzeniu zewnętrzne ciśnienie powietrza dociska pokrywę do słoja, uszczelka gumowa pęcznieje.

Zamiast podgrzewania słoja w celu usunięcia powietrza, można je wyssać za pomocą pompki próżniowej. Podczas wysysania powietrza w pewnym momencie z wody w naczyniu zaczynają się wydobywać pęcherzyki. Woda wrze, choć nie jest nawet ciepła.

Powód: Punkt wrzenia wody w przestrzeni prawie pozbawionej powietrza leży znacznie poniżej 100°C, → 10.1.

W normalnych warunkach nie czuje się oddziaływania ciśnienia powietrza, ponieważ obejmuje ono ciało ze wszystkich stron, tak że jego działanie wzajemnie się znosi.

Przykład

- Otwieramy drzwi jakiegoś pomieszczenia bez wysiłku. Jeśli jednak z jednej strony zawieje silny podmuch wiatru, to trzeba użyć znacznej siły.
- Podobnie wygląda sprawa z samochodem zatopionym w wodzie. Drzwi dadzą się otworzyć dopiero wtedy, kiedy wewnątrz samochodu zostanie całkowicie wypełnione wodą (ciśnienia się znoszą).

3.1.3.2 Ciśnienie hydrostatyczne

Nurkowie dobrze wiedzą, że im głębiej nurkują, tym ciśnienie działające na ich ciało staje się coraz większe. Zbyt szybkie wynurzenie się jest niebezpieczne nawet dla życia, ponieważ ich płuca nie mogą się tak szybko przystosować do mniejszego ciśnienia panującego na powierzchni.

W filmach o łodziach podwodnych niejednokrotnie pokazywano zagrożenie wynikające z ciśnienia słupa wody na dużej głębokości, które może je sprasować. Siła ciężkości danego ciała wywiera ciśnienie na powierzchnię, na której spoczywa.

Jeśli ciśnienie wywiera słup cieczy znajdujący się w spoczynku, to ciśnienie takie nazywamy **hydrostatycznym**¹.

Ciśnienie hydrostatyczne jest określane za pomocą iloczynu następujących wielkości:

- wysokości słupa cieczy h (m)
- gęstości cieczy ρ (kg/m³)
- lokalnego przyspieszenia ziemskiego, ewentualnie lokalnego czynnika g (N/kg)

$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

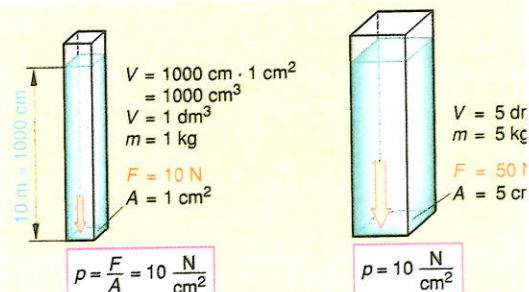
Ze wzoru tego widać, że ciśnienie hydrostatyczne jest niezależne od powierzchni, → 2.

Ciśnienie hydrostatyczne może jednak wywierać olbrzymią siłę wówczas, gdy znacznej wysokości słup cieczy działa na dużą powierzchnię.

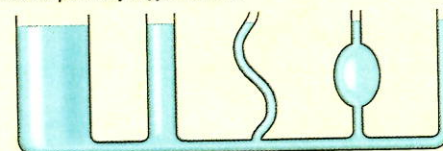
¹ Hydro- (gr.) – woda + statyczny (gr.) – utrzymujący równowagę.



1 Działanie ciśnienia powietrza przy wekowaniu przetworów



Jednakowe ciśnienie mimo różnych mas, ponieważ wysokość i gęstość słupa wody są jednakowe



Jednakowe ciśnienie cieczy znajdującej się w spoczynku, niezależnie od przekroju i kształtu rur

2 Ciśnienie hydrostatyczne

Przykład

Jakie ciśnienie panuje na dole przewodu o wysokości 10 m, jeśli jest on wypełniony:

1. **Wodą** ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)

$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_w = 10 \text{ m} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$p_w = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ bar}$$

2. **Olejem** ($\rho = 850 \text{ kg/m}^3$)

$$p_o = 10 \text{ m} \cdot 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$p_o = 85\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,85 \text{ bar}$$

Słup wody o wysokości 10 m wywiera ciśnienie równe 1 bar.

Zasada ta obowiązuje tylko w odniesieniu do jednej cieczy, które mają inną gęstość, wywierają ciśnienie hydrostatyczne.

Zjawisko ciśnienia hydrostatycznego wykorzystuje np. przy zaopatrywaniu w wodę, pochodzącą ze źródeł wysoko położonych, → 180.3. Słup cieczy „wychodzi” ze zbiornika, utrzymuje ciśnienie w zasilającej na stałym poziomie, także wtedy, pompy zasilające muszą być chwilowo wyłączone

3.1.4 Pomiar ciśnienia

Do pomiaru ciśnienia stosuje się:

- wakuometry
- manometry

Wakuometr mierzy ciśnienie ujemne (dawniej nazywane podciśnieniem, próżnią).

Manometrem mierzy się nadciśnienie gazów i cieczy.

Rozróżnia się kilka typów manometrów, → 1:

- sprężynowy rurkowy
- sprężynowy płytkowy
- sprężynowy puszkowy
- cieczowy
- oraz barometr
- i hydrometr

W **manometrze sprężynowym rurkowym** układem pomiarowym jest rurka sprężynująca, → 2, która rozwija się podobnie jak nadmuchiwany wąż papierowy. Jeśli ciśnienie w rurce wzrasta, to rurka próbuje się wyprostować. Materiał rurki jest elastyczny.

W **manometrze sprężynowym puszkowym**, zamiast membrany, tak jak w **manometrze płytkowym**, → 3, znajduje się puszka cienkościenna, która jest układem pomiarowym. Oba typy manometru służą do pomiaru małych ciśnień.

Za pomocą **manometru cieczowego** można dokładnie mierzyć nadciśnienie zarówno o wartościach dodatnich, jak i ujemnych (podciśnienie).

Manometrami cieczowymi są np.:

- manometr w postaci U-rurki
- manometr z rurką skośną

Manometr w postaci U-rurki ma prostą budowę, wskazuje ciśnienie bardzo dokładnie i dlatego w gazownictwie jest najważniejszym i bardzo cennym urządzeniem pomiarowym dla instalatora, → 4.

Manometr z rurką skośną jest przeznaczony do pomiaru bardzo małych (pod)ciśnień, np. do pomiaru ciągu kominowego, → 5.

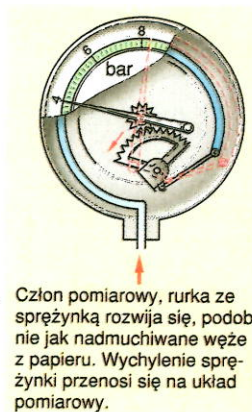
Za pomocą barometru mierzy się ciśnienie atmosferyczne i mogą to być:

- barometry cieczowe
- manometry puszkowe (podobne jak manometr sprężynowy puszkowy)

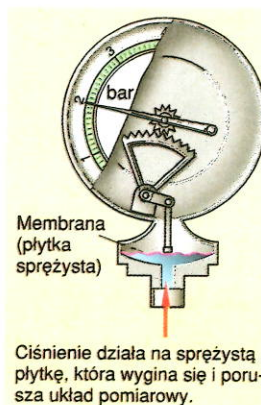
Hydrometr¹ nie mierzy ciśnienia, lecz wysokość (m) słupa wody. Jest on używany w systemach ogrzewczych z otwartym naczyniem rozszerzalnościowym, do sprawdzenia, czy naczynie rozszerzalnościowe w najwyższym punkcie – i tym samym cała instalacja grzewcza – jest wypełniona wodą. Nie należy mylić go z higrometrem², który mierzy wilgotność powietrza.

Manometr	Zakres pomiarowy	Zastosowanie
Sprężynowy	0/0,6 bar do 0/1000 bar	ciecze i gazy
Płytkowy	0/16 mbar do 0/25 bar	ciecze i gazy
Sprężynowy z nakładką	0/2,5 mbar do 0/600 mbar	gazy
Cieczowy (U-rurka, z rurką skośną)	0/2,5 mbar do 0/600 mbar	gazy

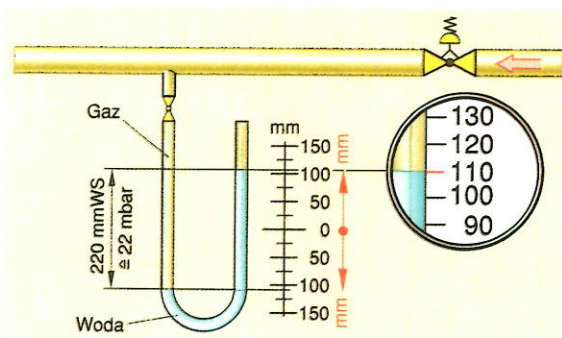
1 Manometr – zakres pomiarowy i zastosowanie



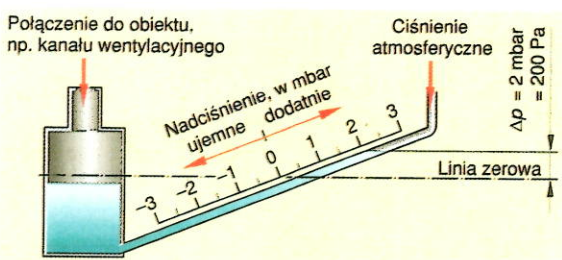
2 Manometr sprężynowy rurkowy



3 Manometr sprężynowy płytkowy



4 Manometr w postaci U-rurki



5 Manometr z rurką skośną

¹ Hydro- (gr.) – woda, ciecz.

² Hygro- (gr.) – wilgotność (powietrza), wilgoć.

3.1.5 Rozchodzenie się ciśnienia

Każdy na pewno zauważył następujące zjawisko:

- Jeśli zanurzymy rękę w zbiorniku z wodą, to część wody ustępuje, a jej poziom w zbiorniku się podnosi.
- Jeśli natomiast spróbować nacisnąć ciecz w butelce zakorkowanej lub wypełnionej po brzegi, to okazuje się to niemożliwe.

Wyjaśnienie:

- Częstki cieczy w naczyniu otwartym dają się łatwo wypierać; są one bardzo ruchliwe.
- Ciecze nie dają się praktycznie w ogóle ścisnąć, w przeciwieństwie do gazów (gazy pod ciśnieniem mogą zajmować bardzo małą objętość!).

Dzięki dużej ruchliwości cząsteczek cieczy i całkowitemu braku ich ściśliwości, ciśnienie w cieczach praktycznie rozchodzi się równomiernie we wszystkich kierunkach, → 1.

3.1.6 Straty ciśnienia w przewodach

W systemie rurociągów panują różne rodzaje ciśnienia, zależnie od stanu przepływu wody we wzajemnych powiązaniach.

Jest to ciśnienie:

- spoczynkowe
- dynamiczne
- przepływu
- całkowite

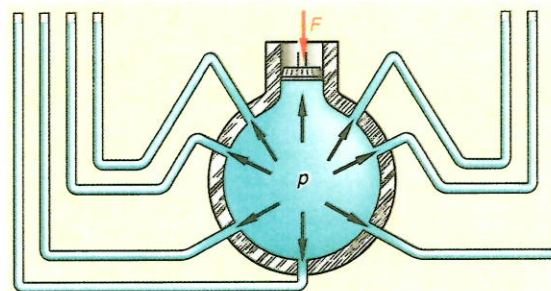
Jeśli woda nie płynie (znajduje się w spoczynku), to w systemie przewodów panuje na tej samej wysokości jednakowe ciśnienie, które nazywamy **ciśnieniem spoczynkowym** lub **ciśnieniem statycznym**, → 2a. Działa ono we wszystkich kierunkach, nawet na ścianki naczynia. Można je zmierzyć manometrem.

W stanie spoczynku ciśnienie spoczynkowe odpowiada ciśnieniu całkowitemu.

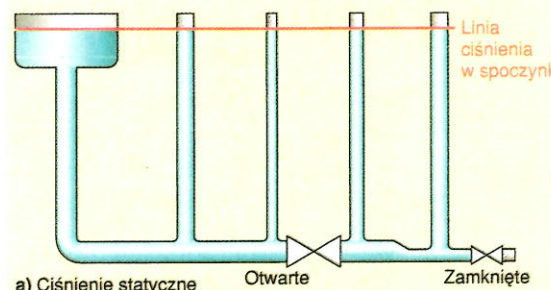
Do poruszenia masy wody w przewodzie jest potrzebne ciśnienie, → 2b. Ta część ciśnienia, która wywołuje ruch wody, jest nazywana **ciśnieniem dynamicznym** (por. słowo *dynamo*).

Ciśnienie dynamiczne nie działa na ścianki naczyń, lecz w kierunku przepływu cieczy i nadaje ono wodzie prędkość przepływu. Może być zmierzone za pomocą sondy ciśnienia statycznego, w której prąd przepływu powoduje podpiętrzenie. Dlatego też ciśnienie dynamiczne nazywa się również **ciśnieniem podpiętrzenia**. Im większa prędkość przepływu wody, tym większe musi być ciśnienie dynamiczne, → 3.

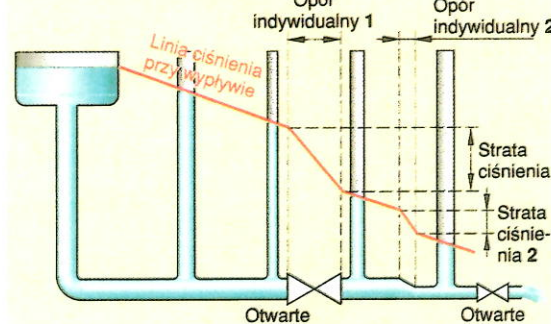
Przy bardzo dużych prędkościach przepływu w przewężeniach przewodów lub w armaturze może się zdarzyć, że ciśnienie statyczne będzie mniejsze niż atmosferyczne. Wówczas w miejscu przewężenia powstaje nadciśnienie ujemne. Jeżeli w tym miejscu wywierciemy otwór, to będzie przez niego zasysane powietrze.



1 Ciśnienie w cieczy rozchodzi się równomiernie we wszystkich kierunkach

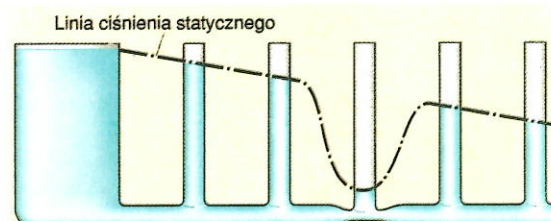


a) Ciśnienie statyczne



b) Ciśnienie dynamiczne

2 Ciśnienie statyczne i dynamiczne



Przy przepływie wody ciśnienie statyczne się obniża, ponieważ w wyniku tarcia o ścianki rury następuje zamiana energii. W miejscu przewężenia spada ono szczególnie silnie; dla większych prędkości przepływu konieczne jest większe ciśnienie dynamiczne.

3 Ciśnienie przepływu w rurze z przewężeniem

Zjawisko to wykorzystuje się np. w:

- Napowietrzaniu wody w armaturze wypływowej. Zasysane powietrze jest mieszane z wodą i powstaje strumień perlający się wody (perlator).
- Pompach wodnych (strumienice), → 1, przeznaczonych do odsysania małych ilości wody, przez wszystkim w laboratoriach.

- Zwężkach Venturiego stosowanych w przełącznikach pobierających wodę z gazowych lub elektrycznych podgrzewaczy przepływowych, \Rightarrow 478.1.
- Dyszach gazowych w palnikach, \Rightarrow 389.3.

W praktyce trudno jest zmierzyć ciśnienie dynamiczne, ale bardzo łatwo je obliczyć

$$\text{Ciśnienie dynamiczne} = \text{ciśnienie spoczynkowe} - \text{ciśnienie przepływu}$$

Pozostała reszta ciśnienia spoczynkowego jest określana jako **ciśnienie przepływu**, które jest równe ciśnieniu statycznemu w stanie przepływu i z tego powodu łatwo je odczytać za pomocą manometru.

$$\text{Ciśnienie przepływu} = \text{ciśnienie spoczynkowe} - \text{ciśnienie dynamiczne}$$

Ponadto występują następujące zależności:

- W stanie spoczynku

$$\text{Ciśnienie całkowite} = \text{ciśnienie statyczne}$$

- Podczas przepływu

$$\text{Ciśnienie całkowite} = \text{ciśnienie dynamiczne} + \text{ciśnienie przepływu}$$

3.2 Ciepło

3.2.1 Ciepło i temperatura

Przykład

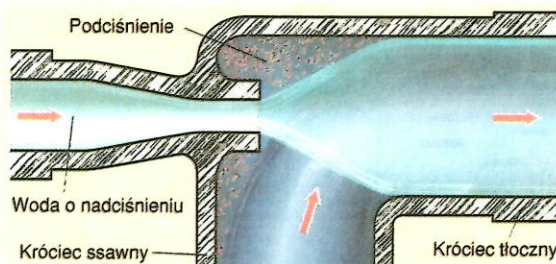
- Naczynie zawierające 1 l wody jest ogrzewane przez ok. 5 min grzałką o mocy 1000 W, woda ogrzeje się o ok. 60 K.
- Jeśli do 2 l wody doprowadzi się tę samą ilość ciepła, to woda ogrzeje się tylko o 30 K, \Rightarrow 2.

Ciepło i temperatura są to zatem różne wielkości:

- Energia cieplna, w skrócie **ciepło**, jest to energia zgromadzona w jakimś materiale, a zatem jest to jego energia wewnętrzna, która powstaje w wyniku ruchu cząsteczek materiału. Kwota ciepła jest określana jako ilość ciepła, np. w kWh.
- **Temperatura** jest to (zmierzony) stan cieplny jakiejś materii.

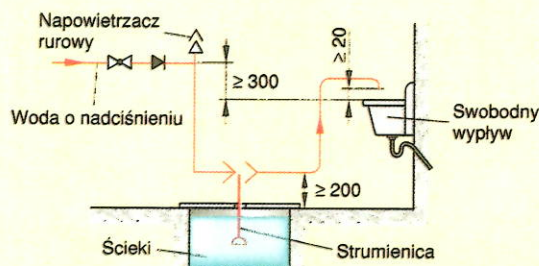
Im więcej ciepła doprowadza się do jakiejś materii, tym intensywniej poruszają się jej cząsteczki i coraz bardziej wychylają się z położenia spoczynkowego, \Rightarrow 3. W ten sposób można wyjaśnić:

- Wzrost temperatury – ponieważ w wyniku tarcia wewnętrznego cząsteczek materii, materia ta się ogrzewa.
- Zmiany stanu skupienia (stały, płynny, gazowy).
- Rozszerzalność liniową lub objętościową materii – zmienia się napięcie lub ciśnienie.
- Wzrost ciśnienia w zbiornikach wypełnionych cieczą lub gazem, ponieważ pojedyncze cząstki materii intensywniej naciskają na ściany naczynia.



W dyszy strumienicy ciśnienie statyczne spada tak silnie, że jest ono niższe od ciśnienia atmosferycznego. To ciśnienie wciska wodę do komory pompy zasysającej. Strumienice są stosowane tam, gdzie niewielkie ilości wody są przetłaczane zaledwie kilka razy w roku, np. w piwnicach, w których od czasu do czasu gromadzi się woda. Strumienica podnosi wodę na wysokość od 2 do 3 m. Na 1 m³ odpompowywanych ścieków potrzeba ok. 1 m³ wody pod ciśnieniem.

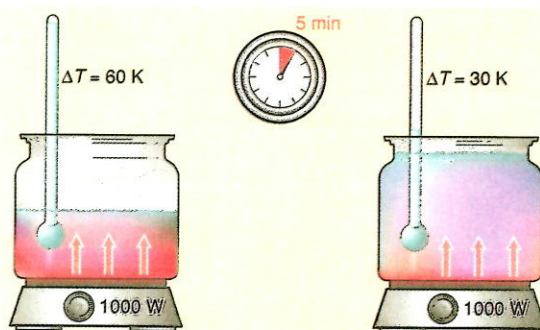
a) Dysza



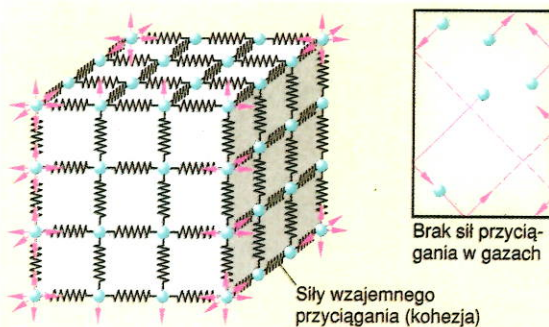
Pompa powinna znajdować się min. 200 mm nad studzienką, a napowietrzacz rurowy co najmniej 300 mm powyżej swobodnego wypływu

b) Szkic montażu

1 Pompka wodna (strumienica)



2 Pojęcia ciepło i temperatura



3 Ruch cząstek (molekuł) w ciałach stałych i gazach

3.2.2 Jednostki ilości ciepła i temperatury

Jednostką ilości ciepła jest

1 džul = 1 Watosekunda

1 J = 1 W·s

1 J (1 W·s) jest to wyjątkowo mała ilość ciepła. W praktyce najczęściej używa się jednostek: kilowatogodziny (kWh), jej części – watogodziny (Wh), albo jej wielokrotności (MWh, GWh), \Rightarrow 1.

Temperaturę mierzy się, \Rightarrow 2, w:

skali Celsjusza, ϑ w $^{\circ}\text{C}$ (stopnie Celsjusza¹)

skali termodynamicznej², T w K (kelwiny)

Celsjusz przyjął temperaturę:

- topnienia lodu $\vartheta_{\text{lodu}} = 0^{\circ}\text{C}$
- wrzenia wody $\vartheta_{\text{wody}} = 100^{\circ}\text{C}$

Termodynamiczna temperatura T (w K) jest podstawową jednostką w międzynarodowym układzie jednostek. Przy temperaturze $\vartheta = -273,15^{\circ}\text{C} = T_0 = 0\text{ K}$ nie istnieje już żaden ruch cząsteczek. Ponieważ od tego poziomu może już być tylko cieplej, w skali Kelvina nie ma wartości ujemnych.

Najniższa możliwa temperatura $T_0 = 0\text{ K}$ nazywa się **zerem absolutnym**. Zero absolutne zostało prawie osiągnięte, z dokładnością do kilku dziesiątych stopnia, ale niecałkowicie.

Ponieważ w skali termodynamicznej odstęp między jednostkami zostały przyjęte ze skali Celsjusza, to charakterystyczne punkty mają wartość dla temperatury:

- topnienia lodu $T_{\text{lodu}} = 273\text{ K}$
- wrzenia wody $T_{\text{wody}} = 373\text{ K}$, \Rightarrow 2

Punkty na skali temperatury są podawane najczęściej w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$). Temperatury niższe niż 0°C mają wartości ujemne, np. -12°C .

Różnice temperatury podaje się najczęściej w kelwinach (K). Przy obliczeniach z dziedziny rozszerzalności gazów – wartości temperatury należy bezwzględnie podawać w K.

3.2.3 Pomiar temperatury

Temperaturę czujemy i dlatego mówimy o zimnie, temperaturze letniej, cieplej i gorącej. Dokładnie można ustalić temperaturę jednakże tylko przez pomiar za pomocą termometru³ lub pirometru⁴.

Dla wartości liczbowych podanych w K lub w $^{\circ}\text{C}$ mamy:

- różne punkty na skali, \Rightarrow 2
- jednakową różnicę temperatury

$$\Delta\vartheta = \Delta T$$

¹ Celsjusz Anders (1701–1744) – szwedzki astronom.

² Termodynamika jest to nauka o relacjach między ciepłem a siłą.

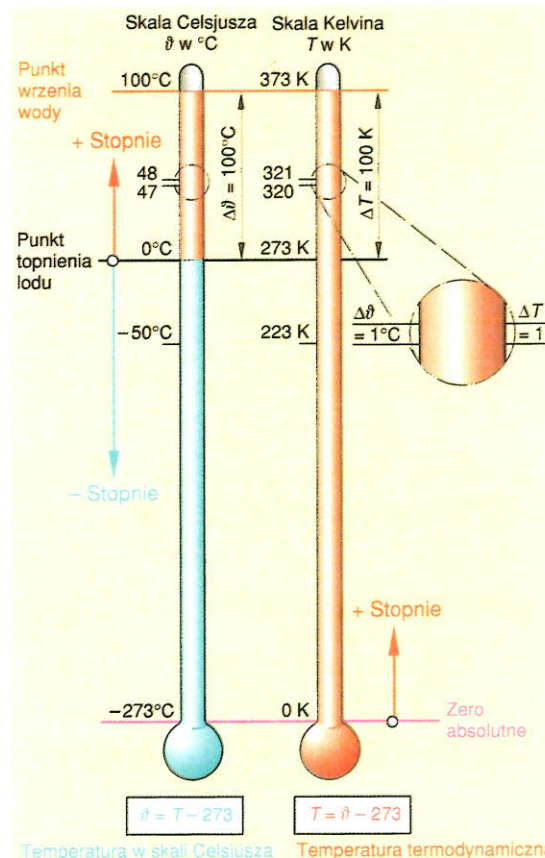
³ Termo (gr. *thermós*) – ciepły.

⁴ Piro (gr. *pyr*) – ogień, gorąco.

Jednostka	Przeliczenie
J, W·s	1 J = 1 W·s
Wh	1 Wh = 3600 W·s
kWh	1 kWh = 1000 Wh = 3600000 W·s
MWh	1 MWh = 1000 kWh = 1000000 Wh
GWh	1 GWh = 1000 MWh = 1000000000 Wh

M = Mega (milion razy), G = Giga (miliard razy)

1 Jednostki ilości ciepła Q



2 Jednostki temperatury T w K i ϑ w $^{\circ}\text{C}$

Działanie tych instrumentów pomiarowych polega na wykorzystaniu:

- Rozszerzalności materii, np. cieczy w termometrze cieczowym i metali w termometrze bimetalicznym \Rightarrow 65.1, 65.2.
- Oporu elektrycznego znanych substancji – termometr oporowy.
- Napięcia elektrycznego wytworzonego między dwoma metalami – termoelementy, patrz p. 13.
- Siły światła lub ciepła promieniowania – pirometry promieniowe.
- Temperatury wrzenia i topnienia znanych substancji – stożek Segera, farby zmieniające barwę (mometryczne barwne ołówki).

Instalator wykorzystuje termometry:

- bimetaliczny, → 1
- cieczowy, → 2
- z termoelementami o zróżnicowanym zakresie pomiarowym, → 3
- oraz ołówki barwne

Barwne ołówki termometryczne stosuje się w pomiarze wysokiej temperatury na powierzchni jakiegoś ciała, np. lustra spawalniczego przy spawaniu PE. Na ołówku barwnym jest podana tzw. **temperatura przejścia**. Kreska barwna na lustrze spawalniczym musi w ciągu kilku sekund zmienić swoje zabarwienie. Zamiast ołówków barwnych można stosować termometry z termoelementem lub elektryczne termometry oporowe.

Stożek Segera stosuje się podczas wypalania ceramiki. Stożki o różnej temperaturze topnienia razem z paliwem wkłada się do pieca. Dokładną temperaturę wypału pokazuje najmniej stopiony stożek.

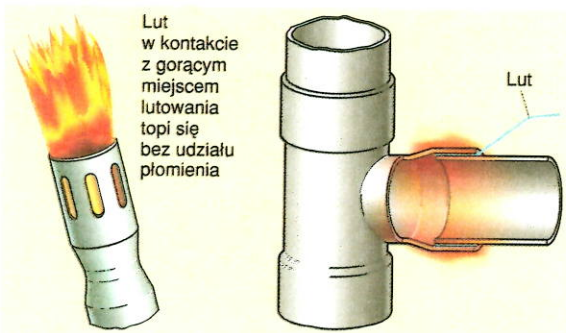
3.2.4 Przekazywanie ciepła

Przy spawaniu rur miedzianych lutem miękkim miejsce lutowane ogrzewa się płomieniem, który następnie się odsuwa. Ogrzane miejsce powinno spowodować stopienie się lutu, → 4. Zatem ciepło gorącego miejsca lutowania jest przenoszone na zimny lut, tak że ten się topi.

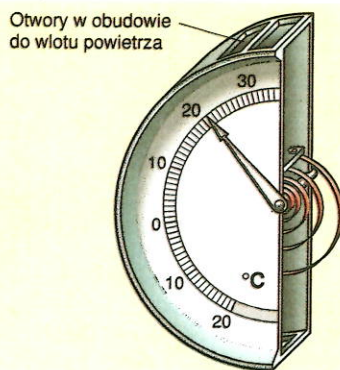
Ciepło przepływa zawsze od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze, podobnie, jak woda płynie zawsze od wyższego poziomu do miejsc niżej położonych.

Zjawisko przekazywania ciepła jest wykorzystywane np. przy ogrzewaniu, gotowaniu, podgrzewaniu wody, przy lutowaniu. Jednak jest ono niepożądane wówczas, gdy wymiana zachodzi między ogrzewanym pomieszczeniem a powietrzem zewnętrznym lub gdy powoduje wychładzanie się podgrzewaczy wody, ogrzewanie się zimnej wody w instalacji.

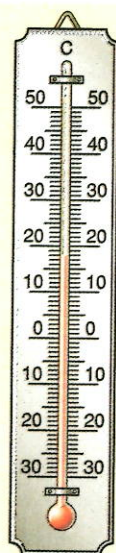
Przekazywanie ciepła jest zawsze skierowane od ciała cieplejszego do chłodniejszego.



4 Przewodzenie ciepła przez luty miękkie



1 Termometr bimetaliczny



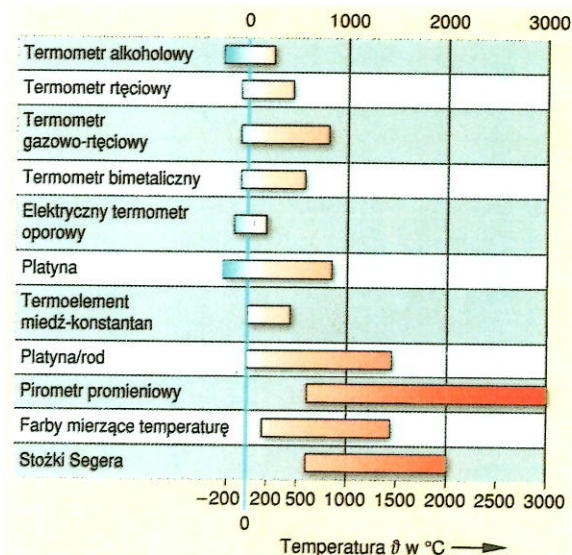
2 Termometr cieczowy

Zakres pomiarowy

Rtęć
-39°C...+300°C

Rtęć + gaz
-39°C...+800°C

Zabarwiony alkohol + gaz
-110°C...+200°C



3 Zakres pomiarowy mierników temperatury

3

Ciepło może się rozprzestrzeniać przez, \Rightarrow 1:

- przewodzenie
- unoszenie (konwekcja)
- promieniowanie

Przewodzenie ciepła

Ciepło jest przenoszone wewnątrz ciała z cząsteczki na cząsteczkę, ale cząsteczki nie zmieniają przy tym swojego położenia, np. przy lutowaniu, \Rightarrow 1. Ciała stałe, przede wszystkim metale, np. srebro, miedź, aluminium, *por.* \Rightarrow 2, dobrze przewodzą ciepło i dlatego są nazywane **dobrymi przewodnikami ciepła**.

Przeciwnie, tworzywa sztuczne, drewno, szkło, porcelana źle przewodzą ciepło. Szczególnie **złymi przewodnikami ciepła** są gazy (np. powietrze) i materiały porowate, w których znajduje się dużo powietrza, np. tworzywa piankowe, styropor, lekkie kruszywo ceramiczne (gliniec), wełna mineralna, korek, wełna naturalna, filc. Te materiały nazywamy **izolatorami ciepła**.

Przewodność cieplna λ (lambda) danego materiału podaje, jak duży jest strumień ciepła Φ (phi), który przechodzi przez powierzchnię 1 m^2 materiału o grubości 1 m przy różnicy temperatury po obu stronach tego ciała równej 1 K , \Rightarrow 3; Φ jest mierzony w $\text{W} \cdot \text{m}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Przewodność λ jest stała dla każdego materiału i nie zależy od jego grubości.

Przewodność cieplna mówi nam również, jak dana substancja przewodzi ciepło. Wysoka wartość wskaźnika oznacza dobrą przewodność, natomiast niska wartość wskazuje na dobrą izolację cieplną.

Współczynnik przenikania ciepła U uwzględnia grubość ścianki d , \Rightarrow 3: $U = \lambda/d$ w $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Aż do 2001 roku do oznaczenia współczynnika przenikania ciepła obowiązywał symbol k (wartość k).

W normach europejskich zastąpiono k przez U . Zastąpiono również stary symbol oznaczający strumień ciepła \dot{Q} nowym Φ .

Strumień ciepła Φ przenikający przez ścianę A o dowolnej wielkości i przy różnicy temperatury $\Delta\vartheta$ po obu stronach oblicza się wg wzoru

$$\Phi = A \cdot U \cdot \Delta\vartheta$$

Przykład

Ile ciepła płynie przez oszklenie izolacyjne o powierzchni $4,4 \text{ m}^2$ i współczynnika przenikania ciepła $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, jeśli na zewnątrz jest zimno i temperatura wynosi -11°C , a w pomieszczeniu (ciepło) $+20^\circ\text{C}$?

$$\Phi = A \cdot U \cdot \Delta\vartheta$$

$$\Phi = 4,4 \text{ m}^2 \cdot 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot 31 \text{ K}$$

$$\Phi = 150,04 \text{ W}$$

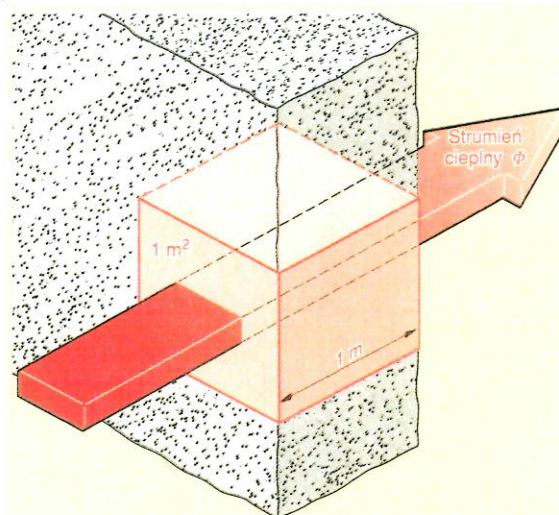
Ta ilość ciepła odpowiada energii pobranej przez żarówkę o mocy 150 W .

Rodzaj	Materiał	Sposób przenoszenia ciepła
Przewodzenie ciepła	Głównie ciała stałe	Z cząsteczki na cząsteczkę, bez ich przemieszczania się
Konwekcja	W cieczach i gazach	Przez cząsteczki wędrujące, które unoszą ze sobą ciepło
Promieniowanie ciepłe	Bez udziału materii	Przez fale elektromagnetyczne, nawet w przestrzeni pozbawionej powietrza

1 Sposoby przenoszenia ciepła

Materiał	λ w $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
Aluminium	200
Stal budowlana	60
Stal nierdzewna	14
Żeliwo	58
Miedź	380
Srebro	410
Żelbet	2,1
Cegła	0,5÷0,9
Szkło	0,80
Drewno (średnio)	0,15
Korek	0,05
Powietrze (w spoczynku)	0,023
Wełna owcza	0,040
Materiały izolacyjne	0,025÷0,050

2 Przewodność cieplna wybranych materiałów



3 Współczynnik przenikania ciepła

Unoszenie ciepła (konwekcja)

Przy unoszeniu ciepła jest transportowane wraz z wędrującymi cząstkami materii:
w gazach (np. z wiatrem) w strumieniach ciepłego powietrza, podczas cyrkulacji powietrza w pomieszczeniach, → 1
płynącej cieczy, → 2, jak to ma miejsce przy cyrkulacji ciepłej wody w instalacjach

Unoszenie ciepła może odbywać się przez:
naturalne siły napędowe
wymuszenie działaniem sił mechanicznych

Przebieg naturalny występuje wtedy, kiedy w jednym materiale cząsteczki mają różną temperaturę. Cząsteczki cieplejsze i tym samym lżejsze unoszą się wtedy ku górze, a zimniejsze opadają ku dołowi na skutek różnicy ciężarów, → 1, 2.

Przebieg wymuszony siły mechanicznej powodującej unoszenie ciepła są:

pompy w przewodach cyrkulacyjnych, → 507.2
wentylatory w systemach kanałów powietrznych,
→ 593.1

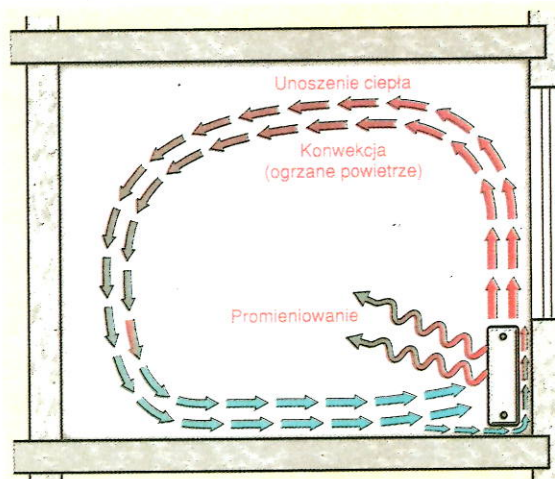
Promieniowanie ciepłe

Najbardziej znane i najważniejsze promieniowanie ciepłe to promieniowanie przenoszone od Słońca przez pozbawioną powietrza przestrzeń kosmiczną do Ziemi. Od tego zależy całe życie na Ziemi.

Ciepło jest przekazywane przez promieniowanie bez żadnych materiałów pośredniczących w wyniku fal elektromagnetycznych, bez względu na to, czy źródłem są np. ogień w kominku, promienniki ciepła czy też Słońce.

Ciepło promieniowania może, → 3:

być przejmowane (**absorbowane**)
całkowicie lub częściowo oddawane (**odbijane**)
przenikać przez materię, np. szkło
zależy to od barwy, kształtu i powierzchni (zimnych) ciała. Ciemne, chropowate powierzchnie absorbują promieniowanie ciepłe lepiej niż powierzchnie jasne, gładkie i błyszczące (np. kolektory słoneczne).



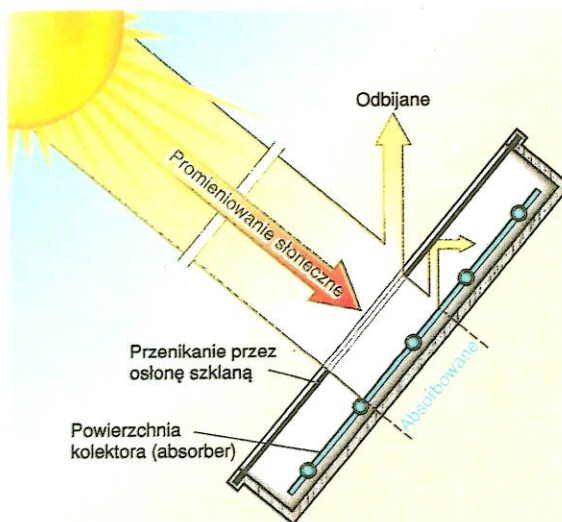
1 Przenoszenie ciepła w gazach (tu: w powietrzu)

W celu wizualizacji cyrkulacji można wsypać kilka ziarenek nadmanganianu potasu



Przez przeniesienie palnika w inne miejsce można odwrócić kierunek cyrkulacji

2 Przenoszenie ciepła w cieczach za pomocą napędu cieplnego (termika) lub przez siły mechaniczne



3 Kolektor słoneczny

Ćwiczenia

1. Co rozumiemy pod pojęciem ciepła?
2. Co mówi nam określenie ilość ciepła?
3. Wskaż różnice w pojęciach temperatura, ciepło.
4. Na jakiej podstawie jest zbudowana skala Kelvina?
5. Na jakiej zasadzie są zbudowane termometry? Wymień kilka przykładów.
6. Jak może być przenoszony ciepło? Podaj przykłady.
7. Co rozumie się pod pojęciem:
 - a) materiały izolacyjne? Wymień 4 przykłady.
 - b) dobry przewodnik ciepła? Podaj 3 przykłady.

3.3 Hałas i ochrona przed hałasem

3.3.1 Podstawowe pojęcia w akustyce¹

Szumy i hałas działają na człowieka w sposób bardzo zróżnicowany, zależnie od jego predyspozycji. Mogą one obniżać zdolność do pracy i koncentrację, pogarszać samopoczucie, zakłócać spokój nocny, a przy długotrwałym oddziaływaniu prowadzić nawet do uszkodzeń zdrowia.

Źródłem szumów mogą być:

- świat zewnętrzny (komunikacja, rzemiosło, przemysł, ludzie)
- zachowanie się współmieszkańców i gości wspólnego budynku
- urządzenia wyposażenia technicznego (windy, aparaty radiowe i telewizyjne), urządzenia do wytworzenia ciepła oraz zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków

Jeśli wrzucić kamień do stojącej wody, to widać, jak rozprzestrzeniają się fale, kółeczka od punktu centralnego, → 2. Duży kamień wywołuje większe fale, które z większym ciśnieniem uderzają o brzeg niż kamień mały.

W podobny sposób rozchodzą się w powietrzu fale dźwiękowe, jeśli np. ktoś będzie uderzał w bęben, → 1, to:

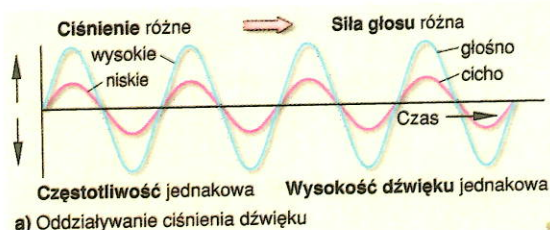
- szczyty fal powstają przy odchylaniu się w górę skóry bębna – powietrze jest zagęszczane
- doliny fal powstają przy opuszczaniu się skóry – powietrze jest rozrzedzane

Czy bęben wydaje tony głośnie, czy ciche, to zależy, jak silnie się weni uderza i jak duże są wahania skóry, a zatem jak duże jest **ciśnienie dźwięku**, → 3a.

Bardzo silnie napięta skóra silnie wibruje, wykonuje wiele drgań na sekundę – dźwięk jest jasny. Jeśli skóra jest mniej napięta, to nie drga ona tak szybko – bęben dźwięczy głucho.

Liczba drgań na sekundę nazywa się częstotliwością, to ona decyduje o tym, czy jakiś ton jest odbierany jako wysoki czy niski, → 3b.

Ucho ludzkie odbiera drgania o częstotliwości od 16 Hz – tony bardzo głębokie, do ok. 16 000 Hz – tony bardzo wysokie. Drgania o częstotliwości większej niż 20 000 Hz leżą powyżej czułości ludzkiego słuchu. Jest to tzw. zakres fal ultradźwiękowych.



3 Oddziaływanie ciśnienia dźwięku i częstotliwości

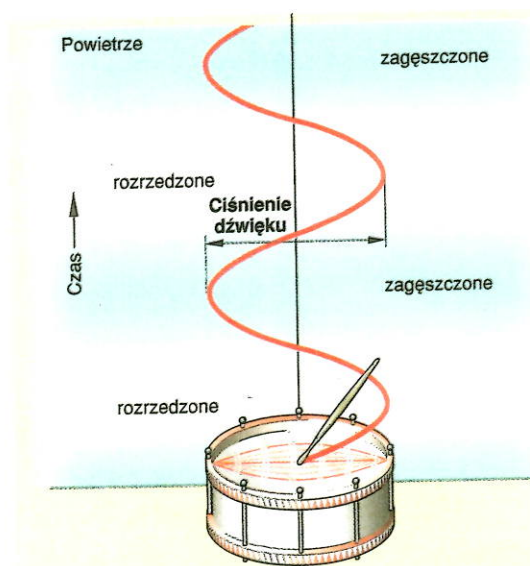
¹ Akustyka (gr.) – nauka o dźwiękach.

Dźwięki rozchodzą się nie tylko w powietrzu, ale również we wszystkich materiałach.

Przykład

- Przysypani w górnictwie lub podczas trzęsien ziemi mogą zostać znalezieni i uratowani na podstawie identyfikacji dźwięku ich pukania.
- Nie tylko czeladnicy porozumiewali się ze swoimi pomocnikami przez kilka pięter za pomocą umówionego sposobu pukania w rury stalowe z tego sposobu korzystali też inni. Uderzenie młotkiem wprawia rurę w drgania, które się przenoszą w rurze jako drgania materiału i są słyszalne.
- Nurkowie słyszą odgłosy śrub okrętowej, które drgania rozchodzą się w wodzie.

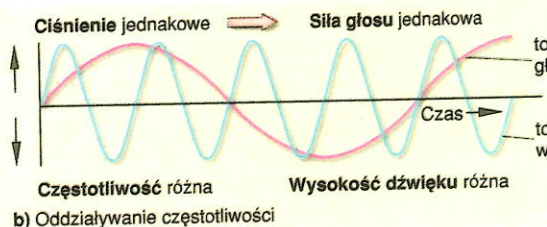
Fale dźwiękowe są to drgania mechaniczne, które są przenoszone w elastycznych ośrodkach gazy, ciekłych lub stałych.



1 Fale dźwiękowe i ciśnienie dźwięku



2 Rozprzestrzenianie się fal na wodzie



Zależnie od medium, w którym rozchodzą się drgania, mówi się o drganiach:

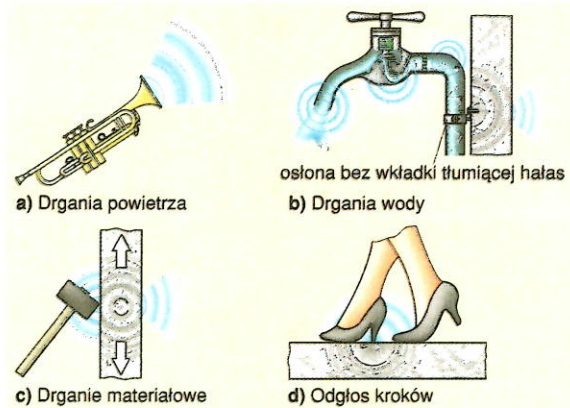
- powietrza
- ciał stałych (materiałowe)
- wody
- powodowanych odgłosem kroków

Drgania powietrza, \Rightarrow 1a, rozchodzą się z prędkością dźwięku $v = 340$ m/s.

Drgania wody, \Rightarrow 1b, powstają np. w najwyższych miejscach armatury i rozchodzą się z $v = 1450$ m/s w środowisku wodnym. Przez ścianki rur lub przez osłony mogą one być przenoszone na konstrukcję budynku.

Drgania materiałowe, \Rightarrow 1c, są przenoszone przez ciała stałe ze zróżnicowaną prędkością, np. w stali ($v \approx 5200$ m/s), w betonie ($v \approx 4000$ m/s), w drewnie ($v \approx 3300-4200$ m/s), w korku ($v \approx 500$ m/s).

Odgłosy kroków, \Rightarrow 1d, to specjalna forma drgania materiału – powstają przy chodzeniu po podłodze. Są one przekazywane dalej częściowo jako drgania materiałowe, częściowo wypromieniowywane jako drgania powietrza.



1 Rodzaje dźwięku

3.3.2 Pomiary natężenia dźwięku

Czy dany dźwięk jest odbierany jako głośny, czy cichy, to zależy od ciśnienia fali dźwiękowej, która drgania np. skóry na bębnie przenosi do naszego ucha. To tak zwane **ciśnienie dźwięku** p jest mierzone w paskalach (Pa). 1 Pa jest wyjątkowo niskim ciśnieniem i odpowiada ciśnieniu słupa wody o wysokości $h = 0,1$ mm.

Człowiek odbiera ciśnienie dźwięku między granicą:

- słyszalności – $0,00002$ Pa = $20 \mu\text{Pa}$
- i bólu – 20 Pa

Choć w tej sytuacji chodzi o całkiem małe ciśnienia, to zakres ciśnienia jest olbrzymi, mianowicie od $0,00002$ do 20 Pa, tj. milion jednostek. Dla porównania na taśmie mierniczej byłoby to od 1 do $1\,000\,000$ mm, tj. 1 km. Takie szczegółowe stopniowanie w dużym zakresie ciśnienia jest bezużyteczne w praktyce. Dlatego określa się wartość natężenia dźwięku w skali logarytmicznej¹ – jest to **poziom natężenia dźwięku**, zwany częściej w skrócie **poziomem hałasu** i jest on mierzony w decybelach (dB). To umożliwia zróżnicowanie za pomocą prostych liczb, \Rightarrow 2:

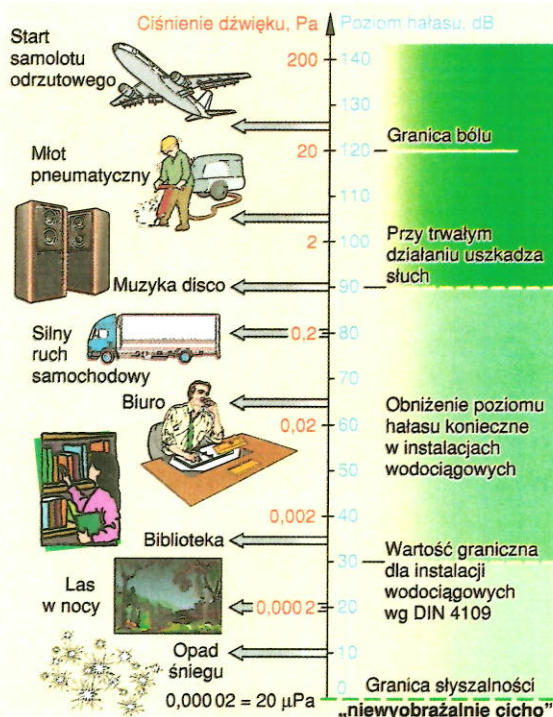
Zakres słyszalności	Ciśnienie dźwięku p	Poziom hałas L_p
Granica dolna	$0,00002$ Pa	0 dB
Granica bólu	20 Pa	120 dB

Przy logarytmicznym systemie mierzenia wzrost natężenia hałasu o 10 dB powoduje, że hałas jest podwójnie głośny.

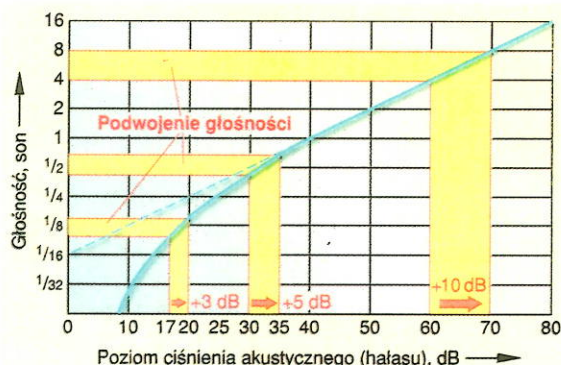
Ucho ludzkie odbiera jednak hałas w granicach do 40 dB w różny sposób, \Rightarrow 3, jest to uwarunkowane przez:

- hałas otoczenia
- częstotliwość fal dźwiękowych
- natężenie dźwięków

¹ Skala logarytmiczna to rodzaj skali pomiarowej, np. skala decybelowa (dB) – do określenia poziomu wielkości akustycznych; wartości głośności dźwięku są przeliczane na poziomy i podawane w dB.



2 Zakres dźwięków odbieranych przez człowieka



3 Związek między poziomem natężenia hałasu i odczuwalną głośnością

Wpływ siły dźwięku otoczenia znamy wszyscy z doświadczenia:

Jeśli jest cicho, słyszy się każdy hałas, jeśli jest głośno – nie dosłyszysz się wielu odgłosów.

3

Przykład

Przy pełnej ciszy nocą w lesie słyszy się nawet pękającego żuka.

Na dyskoteczce czasami nie można zrozumieć nawet sąsiada z przeciwka.

Człowiek odbiera niskie częstotliwości (tony głębokie) jako bardziej przyjemne niż wysokie. Najbardziej nieprzyjemne są tony o bardzo wysokiej częstotliwości. Tony przyjemne mogą być głośniejsze, zanim one zaczyną przeszkadzać. Nieprzyjemne przeszkadzają, nawet jeśli są ciche.

Jeśli chcemy określić, jak silnie jakiś szum (mieszani na tonów o różnej częstotliwości) działa na człowieka, to należy zmierzyć go za pomocą miernika hałasu ze specjalnym filtrem, który dopasowuje szumy do czułości ludzkiego słuchu.

W budownictwie często używa się do pomiarów filtra A i podaje się poziom dźwięku z dodatkiem litery A, np. $L_p = 40 \text{ dB(A)}$.

Jeśli wydajność dźwięku (wypromieniowana energia w jednostce czasu) zostanie podwyższona, to poziom dźwięku wzrasta nieznacznie.

Przykład

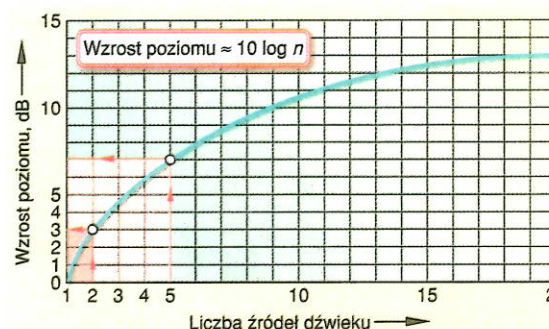
Jeśli w baterii z mieszaniem po otwarciu zimnej wody otworzymy także zawór wody ciepłej (czyli drugie tak samo głośne źródło hałasu), to poziom hałasu wzrasta tylko o 3 dB; przy pięciu jednakowo głośnych źródłach poziom hałasu wzrasta o 7 dB, $\Rightarrow 1$.

3.3.3 Rozchodzenie się dźwięków w materiałach budowlanych

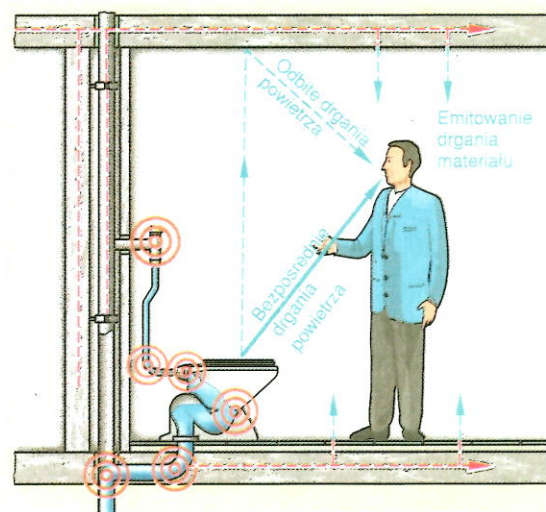
Jeśli spłukujemy miskę klozetową, to wypływająca z urządzenia spłukującego woda wprawia w drgania samo urządzenie, rurę spłukującą, miskę ustępową i przewód odpływowy. Te drgania przenoszą się na elementy budowlane jako drgania materiału i są wypromieniowywane jako drgania powietrza, $\Rightarrow 2$.

Drgania materiału powstają wówczas, gdy trwały, elastyczny materiał zostanie wprawiony w drgania, które rozchodzą się z niego, np. na rury z metalu, armaturę sanitarną. Drgania materiału nie są słyszalne bezpośrednio. Są one natomiast przenoszone przez bezpośredni kontakt na inne ciała stałe, np. ściany, stropy. Porównaj drgania obudowy instrumentów muzycznych, które emitują je przez wspólne drgania (rezonans) i wzmocnione – drgania powietrza, $\Rightarrow 3$.

Dźwięki w wodzie zachowują się podobnie jak drgania ciał stałych, z tą różnicą, że w drgania jest wprawiana woda. Ona pobudza do drgań ścianki rur, które poprzez osłony lub przez bezpośredni kontakt z konstrukcją przenoszą się (mostkowanie dźwięków) i są emitowane jako drgania powietrza.



1 Wzrost poziomu hałasu przy zwiększonym natężeniu dźwięku



2 Rozchodzenie się dźwięków



Podobnie jak w przypadku skrzypiec osłona rury przenosi drgania materiału z rury na strop i ściany. One zaś powodują drgania powietrza.

3 Przenoszenie drgań materiału, wzmacnianie i emitowanie drgań powietrza

3.3 Hałas i ochrona przed hałasem

Dźwięki w powietrzu rozchodzą się w przestrzeni, to one wprawiają powietrze w drgania, które z kolei trafiają od np. bębna do ucha, a poza tym na ściany otaczające pomieszczenie. Część dźwięków odbijają ściany (jak reflektory), część przechodzi przez ściany lub jest przez nie przekazywana dalej, a część jest absorbowana¹ i również tłumiona, ⇒ 1. Podział między poszczególne części jest różny i zależy od materiału ściany (jej grubości, rodzaju) oraz dróg przenoszenia, ⇒ 2. Grube elementy budowlane, o dużej masie, są wprawiane w drgania tylko w niewielkim stopniu przez drgania powietrza. One odbijają dźwięki rozchodzące się w powietrzu i przeszkadzają w ich przenikaniu; najczęściej mówiąc tłumią je, natomiast dobrze przewodzą dźwięki w materiale (por. pukanie w rurę). Materiały miękkie, takie jak filc, włókno mineralne, tkanina, guma, łatwo jest pobudzić do drgań – ich włókna ocierają się jedno o drugie. W ten sposób zamieniają one energię fal dźwiękowych w ciepło (energia). Jest to nazywane absorpcją dźwięków albo ich tłumieniem. Odgłosy ruchu człowieka, np. odgłos kroków jest również „połykany” przez miękkie dywany. Z tego powodu miękkie elementy budowlane są stosowane do tłumienia dźwięków wydawanych przez człowieka i np. odgłosu kroków.

Przykład

- płyty z włókna mineralnego lub styroporu na podłodze surowej
- wkładki gumowe w osłonach rur, ⇒ 79.1
- kompensatory gumowe lub odcinki węży gumowych w instalacjach, ⇒ 80.1
- płyty gumowe pod maszynami
- maty dźwiękochłonne między wiszącą na ścianie miską ustępową i ścianą, ⇒ 588.2
- twarda osłona piankowa przy montażu wanny i niecki prysznicowej

Ciężkie materiały budowlane – tłumią, zaś miękkie materiały budowlane wchłaniają (absorbują) dźwięki.

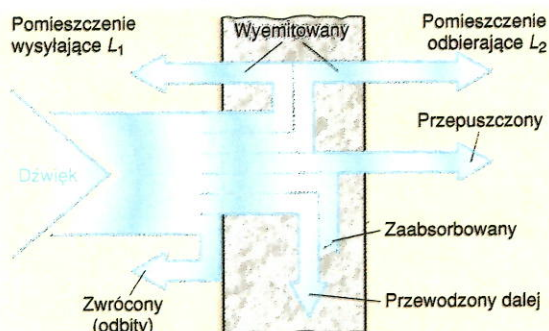
3.3.4 Dopuszczalne natężenie dźwięku w budynkach

Dla instalatorów szczególne znaczenie mają:

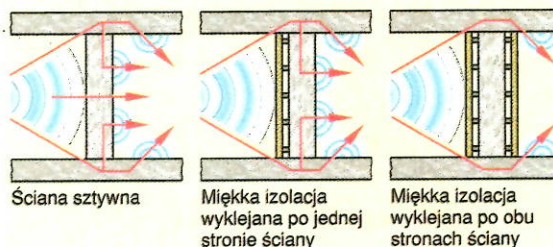
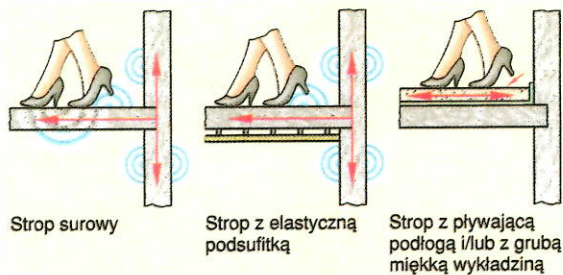
- DIN 4109-1/ÖN B 8115 *Ochrona przed hałasem z domowych instalacji technicznych i napędów* Karta Dodatkowa 2 *Zalecenia dotyczące projektowania i wykonawstwa*, ⇒ 1.
- DIN 4109-10 *Propozycje podwyższonej ochrony przed hałasem*.

W normach tych są zawarte wymagania, które powinny zapobiegać powstawaniu dźwięków i ich przeniesieniu do innych pomieszczeń. W ten sposób powinni być chronieni mieszkańcy przebywający w pomieszczeniach dziennych przed niepotrzebnym obciążeniem z tytułu przenoszenia dźwięków przez domowe instalacje techniczne i napędy z innych mieszkań w tym samym budynku.

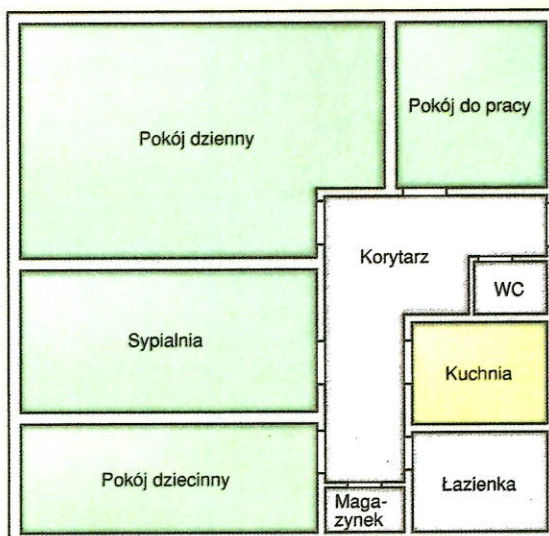
¹ Absorbować (łac.) – połykać, wsysać, wchłaniać w siebie.



1 Rozpraszanie się energii przy odbiciu dźwięków od ściany



2 Drogi rozprzestrzeniania się dźwięków w ścianach i stropach



Kuchnia jest chroniona tylko wtedy, kiedy ludzie przebywają w niej dłuższy czas.

3 Pomieszczenia w mieszkaniu wymagające ochrony przed hałasem