



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

OPTIMA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

KOMPONENT WSPÓLNY
FIZYKA - rok szkolny 2012/2013

**„POZNAJEMY SIEBIE
I NASZE
ŚRODOWISKO”**



TEST OTWARCIA

Imię:	Nazwisko:
-------	-----------

1- Temperatura jest wielkością fizyczną:

- a) makroskopową,
- b) mikroskopową,
- c) nie jest wielkością fizyczną,
- d) jest wielkością mikroskopową i makroskopową jednocześnie.

2- Temperatura zera bezwzględnego oznacza:

- a) zero stopni Celsjusza,
- b) zero stopni Fahrenheita,
- c) zero stopni Kelwina,
- d) Temperaturę w której wszystkie skale przyjmują wartość zero.

3- Zakres słyszalności ucha ludzkiego określa się na:

- a) od 10Hz do 1000Hz,
- b) od 20Hz do 2000Hz,
- c) 10Hz do 10 000Hz,
- d) 20Hz do 20 000Hz.

4- Pojęcie infradźwięki oznacza:

- a) dźwięki o bardzo dużym natężeniu,
- b) dźwięki o bardzo małym natężeniu,
- c) dźwięki o bardzo małych częstościach, nie słyszalnych przez człowieka,
- d) dźwięki o bardzo dużych częstościach, nie słyszalnych przez człowieka.

5- Do pomiaru wysokich temperatur (powyżej 200 °C) nie stosuje się termometrów:

- a) sprężynowych,
- b) dylatacyjnych,
- c) alkoholowych,
- d) rtęciowych.

6- Prędkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu jest:

- a) większa aniżeli w wodzie,
- b) taka sama,
- c) mniejsza aniżeli w wodzie,



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

OPTIMA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

- d) zależy od częstotliwości fali.

7- Dzięki jakiemu zjawisku fizycznemu, niektóre owady mogą utrzymywać się na powierzchni wody?

- a) ciśnieniu hydrostatycznemu,
- b) napięciu powierzchniowemu,
- c) prawu Archimedesesa,
- d) prawu powszechnego ciężenia.

8- W którym przypadku igła kompasu magnetycznego, nie zmieni swego położenia:

- a) gdy znajdzie się w pobliżu przewodu przewodzącego prąd,
- b) gdy znajdzie się w pobliżu silnie naelektryzowanego przedmiotu,
- c) gdy znajdzie się w pobliżu żelaznej sztabki,
- d) gdy zbliżymy ją do innego magnesu stałego.

9- Światłowody działają dzięki:

- a) zjawisku odbicia światła,
- b) zjawisku załamania światła,
- c) zjawisku rozszczepienia światła,
- d) dzięki wysokiej przejrzystości ośrodka, z którego są zbudowane.

10- Która z wymienionych substancji najlepiej przewodzi ciepło:

- a) guma,
- b) miedź,
- c) stal nierdzewna,
- d) porcelana



Cele:

Wskazać na zjawiska fizyczne, które towarzyszą nam w życiu codziennym.

Pokazać ich związek z podstawowymi prawami przyrody.

1. Temperatura i jej występowanie w przyrodzie.
2. Hałas.

Plan pracy:

Temperatura

- a- interpretacja w skali mikro i makro,
- b- przyrządy do pomiaru temperatury,
- c- pirometr - podstawowe informacje o budowie,
- d- pomiary temperatury za pomocą pirometru.

Hałas

- a- źródła dźwięku,
- b- cechy fali akustycznej,
- c- decybelomierz - podstawowe informacje o budowie,
- d- pomiary natężenia hałasu za pomocą decybelomierza.



Temperatura

Najważniejsze pojęcia

Energia wewnętrzna – suma wszystkich energii występujących w analizowanym układzie, np. energia ruchu, energia oddziaływań wewnątrz i między cząsteczkowych.

Temperatura – średnia energia kinetyczna cząsteczek. W temperaturze zera bezwzględnego, cząsteczki przestają się poruszać.

Ciepło – jeden ze sposobów (obok pracy) przekazywania energii wewnętrznej, pomiędzy ciałami oddziaływującymi ze sobą. Energia przekazywana jest poprzez zderzenia z chaotycznie drgającymi cząsteczkami (atomy, jony, cząsteczki wieloatomowe).

Ciepło właściwe – energia potrzebna do podniesienia temperatury jednej jednostki masy ciała, o jedną jednostkę temperatury (np. 1kg o 1 °C).

Ciepło molowe – energia potrzebna do podniesienia temperatury jednego mola substancji, o jedną jednostkę temperatury (np. 1Mola CO₂ o 1 °C). Ciepło molowe związane jest z liczbą cząstek, a nie z ich masą.

Temperatura bezwzględna – temperatura wyrażona w stopniach Kelvina (wyznaczona z równania Clapeyrona $pV = nRT$ gdzie p ciśnienie, V objętość, n liczba moli, R stała gazowa = 8,314 J/mol×K, T temperatura). Przeliczając skalę Celsjusza na Kelvina należy pamiętać, że 0 K = -273,15 °C.



Interpretacja temperatury w skali mikro i makro

W skali mikroskopowej, czyli w skali świata cząsteczek, temperatura związana jest z ruchem. W przypadku gazów i cieczy jest to ruch postępowy molekuł, które pomiędzy zderzeniami poruszają się tym szybciej im więcej ciepła dostarczyliśmy do układu. Dla ciał stałych, ruch ten przejawia się w drganiach. Molekuły uwięzione silnymi wiązaniami, oscylują wokół środka równowagi coraz silniej i z coraz większą częstością, wraz ze wzrostem temperatury. **W zjawiskach makroskopowych**, przejawia się to zwiększeniem objętości ciał. Zjawisko to nosi nazwę dylatacji termicznej. Możemy je zaobserwować na przykładzie linii przesyłowych wysokiego napięcia. Przewody energetyczne, latem zwisają luźno natomiast zimą są mocniej naciągnięte. Ponieważ zjawisko to dotyczy wszystkich ciał (w większym lub mniejszym stopniu), w technice konieczne jest stosowanie specjalnych szczelin dylatacyjnych, umożliwiających korektę rozmiarów podczas zmian temperatury.

Przykład: opis mechanistyczny.

Jeżeli na zapalony palnik kuchenki postawimy garnek z wodą, o początkowej temperaturze np. 20 °C to po upływie pewnego czasu, zauważymy unoszącą się nad powierzchnią cieczy mgłę (skroploną parę wodną). Dalsze ogrzewanie doprowadzi do gwałtownego wydzielania pary całą powierzchnią cieczy. Zjawisko to nazywamy wrzeniem. Gdybyśmy mogli przyjrzeć się pojedynczym cząsteczkom podczas tego procesu, moglibyśmy zaobserwować następujące zjawiska: Wraz z upływem czasu ruch cząsteczek staje się szybszy, dochodzi do coraz częstszych zderzeń pomiędzy cząsteczkami. Niektóre z nich pokonując siły napięcia powierzchniowego, opuszczają garnek i w kontakcie z cząsteczkami powietrza ochładzają się (oddają swoją energię cząsteczkom powietrza). Dochodzi do skroplenia - kondensacji cząsteczek wody - stąd obserwujemy mgłę. Dalsze ogrzewanie nadaje cząsteczkom taką energię, że wszystkie są w stanie przezwyciężyć siły spójności chcąc zamienić się w gaz. To zjawisko nazywamy właśnie wrzeniem.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

OPTIMA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Przykład: opis elektromagnetyczny.

Materia zbudowana jest z trzech podstawowych cząsteczek - protonów i neutronów, wchodzących w skład jądra atomowego i elektronów, równoważących ładunek elektryczny jądra. A zatem możemy powiedzieć, że materia zbudowana jest z ładunków elektrycznych. One spajają atomy w cząsteczki, a cząsteczki w bardziej złożone struktury np. kaczkę albo laptopa. Wiemy z podstawowych praw elektromagnetyzmu, że poruszający się ładunek ruchem zmiennym (zderzenia, drgania itp.) staje się źródłem fal elektromagnetycznych. Fale te niosą informacje o energii drgającej cząsteczki w przestrzeń z prędkością światła (około 300 000 km/s). A zatem przestrzeń jest wypełniona informacją o temperaturze (energii) przedmiotów, które w niej się znajdują. Tylko w temperaturze 0 K (zera bezwzględnego) cząsteczki są w spoczynku, zatem w tej temperaturze nie wysyłają one w przestrzeń fal elektromagnetycznych, w każdym innym przypadku ciała są źródłem promieniowania elektromagnetycznego. Długość fal elektromagnetycznych emitowanych przez ogrzane ciała mieści się w zakresie promieniowania podczerwonego. Oko ludzkie nie widzi tego promieniowania dlatego do jego detekcji niezbędne są odpowiednie przyrządy fizyczne.

Jednym z takich przyrządów jest pirometr.

Przyrządy do pomiaru temperatury

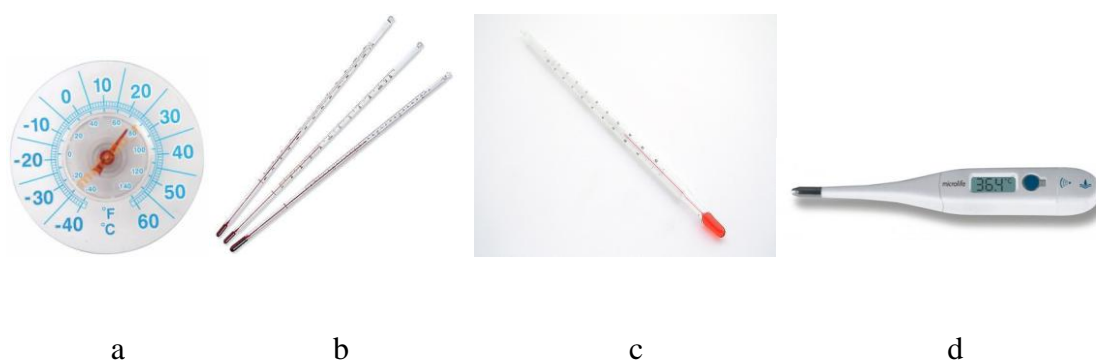
Termometry

Jednym z przyrządów do pomiaru temperatury są termometry. Ze względu na budowę można podzielić je na grupy, uwzględniające rodzaj elementu wrażliwego na zmiany temperatury. Najczęściej spotykane w życiu codziennym są **termometry alkoholowe**. Zabarwiony płyn alkoholowy (niebieski, czerwony), znajduje się w zbiorniku, z którego wychodzi cienka kapilara. Pod wpływem temperatury, płyn ten zmienia swoją objętość co obrazują różne położenie słupka cieczy w kapilarze. Ponieważ zależność ta jest liniowa, łatwo można wyskalować zmiany cieczy, przyporządkowując im odpowiednie temperatury. Temperatura zamarzania alkoholu metylowego wynosi około -114°C , a temperatura wrzenia około 78°C ,



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

te parametry dyskryminują zakres pomiarowy przyrządu. Termometry takie nie nadają się do pomiaru wysokich temperatur, przekraczających 70°C i zbyt niskich - poniżej - 114°C . Przekroczenie tego zakresu zakończyłoby się zniszczeniem przyrządu. Szerszą skalę pomiarową w zakresie wyższych temperatur posiadają **termometry rtęciowe**. Temperatura wrzenia rtęci wynosi ponad 356°C , a temperatura zamarzania - 39°C . Są one najczęściej stosowane w laboratoriach, ponieważ umożliwiają precyzyjne odczyty temperatury w szerokim zakresie. Ze względu na toksyczne właściwości rtęci, termometry te są rzadko stosowane w życiu codziennym - zbiecie zbiorniczka uwalnia toksyczną zawartość. Zarówno termometry rtęciowe jak i alkoholowe są bardzo wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Dlatego w technice, gdzie mamy do czynienia z drganiami stosuje się termometry sprężynowe. Są one mało precyzyjne, jednak odporne na uderzenia. Do pomiaru temperatury ciała, stosuje się często termometry elektroniczne (termometry lekarskie). Ich zasada działania jest zupełnie odmienna od poprzednich, w których wykorzystywano własność rozszerzalności termicznej ciał. W przypadku termometrów elektronicznych, stosuje się elementy półprzewodnikowe lub termistorowe, które pod wpływem temperatury zmieniają opór elektryczny. Wszystkie wymienione termometry są termometrami kontaktowymi i wymagają bezpośredniego kontaktu pomiędzy termo czułym elementem, a mierzonym ciałem. Grupę tych przyrządów przedstawiono na rysunku poniżej.



Rysunek przedstawia przykłady termometrów, których zasada działania polega na bezpośrednim kontakcie pomiędzy badanym obiektem, a termo czułym elementem: a- termometr sprężynowy, b- termometr rtęciowy, c- termometr alkoholowy, d- termometr elektroniczny.



Pirometry

Pirometry, należą do grupy przyrządów fizycznych, umożliwiających odczyt temperatury badanego ciała na odległość. Z teorii promieniowania ciała doskonale czarnego wynika, że długość fali elektromagnetycznej emitowanej przez ciało, jest proporcjonalna do temperatury. Wzrost temperatury powoduje wysłanie w przestrzeń fal, o krótszej długości (większej częstotliwości) aniżeli dla ciał chłodniejszych. Ponieważ energia kwantów jest zdefiniowana jako,

$$E = h\nu$$

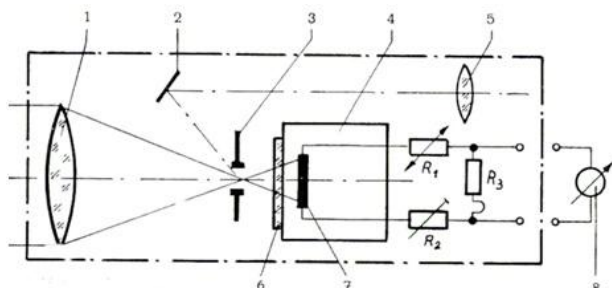
gdzie:

h - stała Plancka = $6,626\ 069\ 57(29) \cdot 10^{-34}$ J·s lub $4,135\ 667\ 516(91) \cdot 10^{-15}$ eV·s,
 ν - częstotliwość fali elektromagnetycznej wyrażona w Hz,

mierząc jej wartość, lub wyznaczając długość fali, dostaniemy informację o temperaturze ciała – źródła promieniowania. Detektorem wrażliwym na energię kwantów, najczęściej są półprzewodniki domieszkowe, których czułość jest regulowana za pomocą filtrów, lub odpowiednio dobranych substancji chemicznych, budujących kryształy detektora. W przypadku bardzo wysokich temperatur, stosuje się dodatkowo pirometry optyczne. Znajdują one zastosowanie przede wszystkim w przemyśle metalurgicznym do określania temperatury ciekłego metalu. W tym przypadku, temperaturę określa się przez porównanie barwy emitowanej przez rozgrzane ciało (np. roztopione żelazo w piecu hutniczym), z zestawem filtrów barwnych z przyporządkowaną wartością temperatury.



Budowa pirometru



- 1- Soczewka,
- 2- Lusterko,
- 3- Kolimator,
- 4- Detektor,
- 5- Soczewka celownicza,
- 6- Filtr,
- 7- Fotoelement,
- 8- Przetwornik – miernik.



Eksperyment

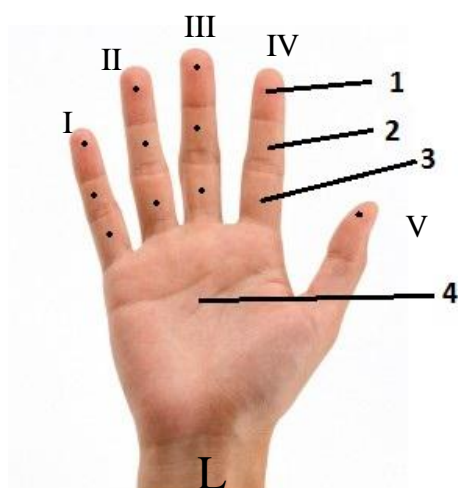
Pomiar temperatury dłoni

Za pomocą pirometru, dokonamy pomiarów umożliwiających sporządzenie mapy rozkładu temperatury na dłoniach. Człowiek należy do organizmów stałocieplnych, jednak ze względu na szereg uwarunkowań fizycznych związanych z osiągnięciem przez układ równowagi termodynamicznej, różnice w temperaturze skóry w różnych rejonach ciała mogą być znaczne. Za utrzymywanie temperatury na stałym poziomie odpowiedzialna jest przede wszystkim krew. Naczynia krwionośne w organizmie spełniają funkcję transportera energii cieplnej. Zaburzenia w przepływie krwi znajdują swoje odbicie w nierównomiernym rozkładzie temperatur. Analizując obraz termiczny człowieka można wnioskować o kondycji układu krążenia.



Wykonanie ćwiczenia:

Dokonaj pomiaru temperatury, odpowiednio dłoni lewej i prawej w punktach zaznaczonych na rysunku. Pirometr posiada celownik laserowy, który umożliwi precyzyjne ustawienie przyrządu. Wrzystkie pomiary należy dokonać z odległości około 10 cm. Każdy z pomiarów powinien być przeprowadzony przynajmniej 3 razy, a wyniki powinny być uśrednione. Pięć minut przed rozpoczęciem pomiarów dłonie powinny spoczywać swobodnie np. na stole, w pozycji otwartej (jak na rysunku). Następnie, postępując w analogiczny sposób, dokonaj pomiarów dłoni na dworze. Ważne jest, aby różnica temperatur, pomiędzy pomieszczeniem a dworem wynosiła przynajmniej 10 stopni. Im będzie ona większa, tym pełniejsze informacje otrzymamy o stanie badanego organizmu.



Rysunek przedstawia punkty pomiarowe na dłoni, których temperaturę należy wyznaczyć za pomocą pirometru. Czarnymi kropkami zaznaczono punkty pomiarowe (1,2,3 – rozkład temperatur palców, 4 – temperatura dłoni). Po dokonaniu pomiarów i obliczeniu wartości średnich, tworzymy barwną mapę rozkładu temperatury na dłoniach. W tym celu przyporządkowujemy określony kolor danej temperaturze, np. czerwony – temperatura najwyższa, niebieski – temperatura najniższa, zielony i żółty temperatury pośrednie. Można również zastosować jeden kolor, a stopniem intensywności barwy zróżnicować wartość temperatury.



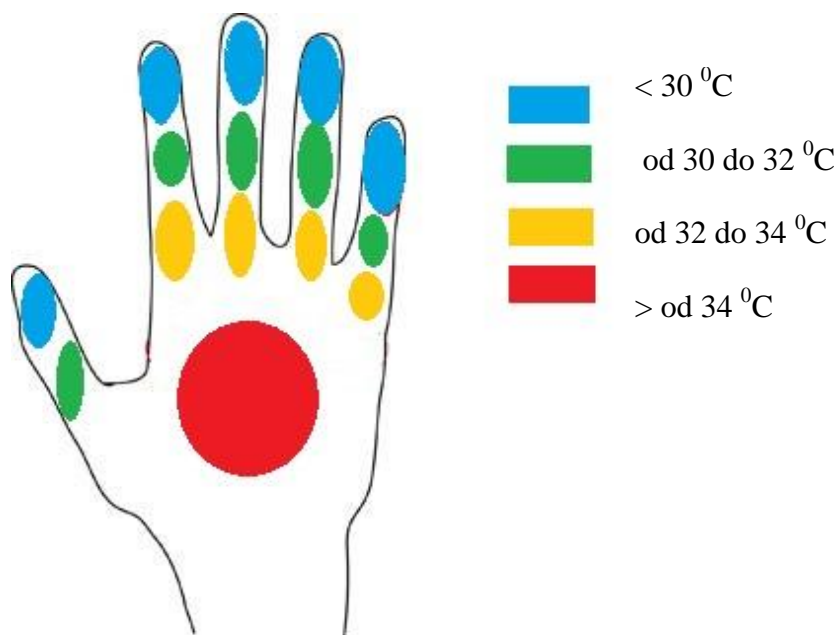
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Przykładowa tabela pomiarowa:

	L I	L II	L III	L IV	L V	L (4)
1	1 31,4	1	1	1	1	1
	2 30,9	2	2	2	2	2
	3 32,0	3	3	3	3	3
	średnia 31,4 °C	średnia	średnia	średnia	średnia	średnia
2	1	1	1	1	1	
	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	
	średnia	średnia	średnia	średnia	średnia	
3	1	1	1	1		
	2	2	2	2		
	3	3	3	3		
	średnia	średnia	średnia	średnia		

Podobną tabelę sporządzamy dla dłoni prawej.

Przykładowa mapa rozkładu temperatur





Pomiar temperatury twarzy i szyi



Rysunek przedstawia punkty pomiarowe na twarzy i szyi, których temperaturę należy wyznaczyć za pomocą pirometru. Czarnymi kropkami zaznaczono punkty pomiarowe. Po dokonaniu pomiarów i obliczeniu wartości średnich, tworzymy barwną mapę rozkładu temperatury, podobnie jak w przypadku mapowania dłoni.

Wszystkie pomiary, w takim samym reżimie powtarzamy na dworze – w obniżonej temperaturze otoczenia. Porównując wyniki pomiarów pomiędzy sobą, lewa i prawa dłoń, w pomieszczeniu i na zewnątrz, możemy wnioskować o kondycji naszego układu krążenia. Różnice nie powinny być zbyt duże. Znacząca rozbieżność w temperaturze, (np. o więcej niż 2°C) pomiędzy lewą i prawą dłonią, może wskazywać na kłopoty z sercem lub zaburzenia w krążeniu krwi w którejś z kończyn.



Hałas

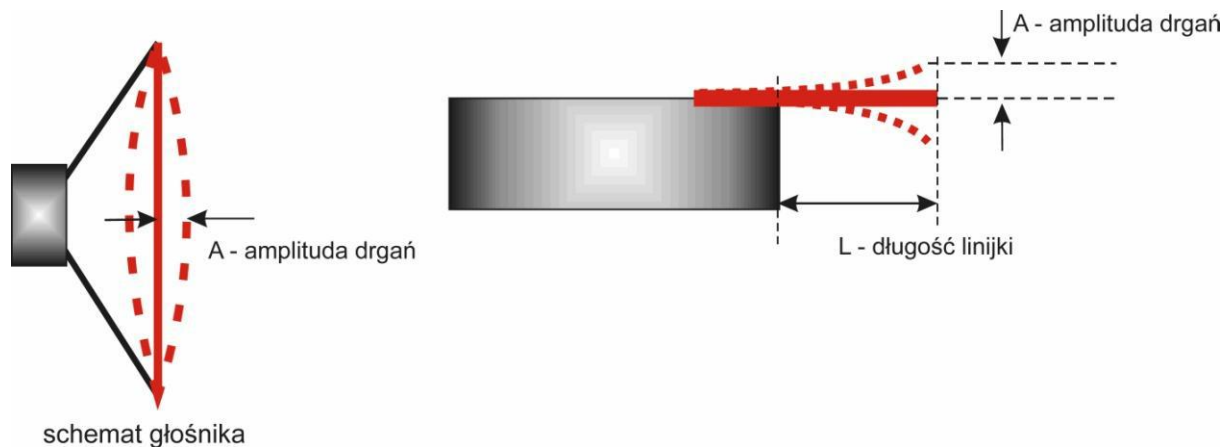
Źródła dźwięku

Otoczająca nas przyroda charakteryzuje się nieustannym przepływem różnych form energii. Jedną z takich form, jest fala akustyczna. Z punktu widzenia fizyki, jest to rozchodzenie się w jakimś ośrodku, np. powietrzu, zaburzenia gęstości tego ośrodka. A więc to co nazywamy dźwiękiem, jest przemieszczającym się ciśnieniem. Większa gęstość cząsteczek powietrza - większe ciśnienie, mniejsza gęstość - mniejsze ciśnienie. Jeżeli tak będziemy dalej rozumować to łatwo odnajdziemy różne źródła dźwięku. Muszą to być przedmioty poruszające się, np. drgające. Szybki ruch ręki, spowoduje z jednej strony, zagęszczenie cząsteczek powietrza, a z drugiej rozrzedzenie. A zatem, machając rękami w powietrzu wytwarzamy falę akustyczną. Jednak nie słyszymy tej fali. Dlaczego? Nasze ucho, detektor akustyczny, jest w stanie rozpoznać drgania z określonego przedziału: do 20 drgań na sekundę do 20 000 drgań na sekundę. Oznacza to, że musielibyśmy machać rękami co najmniej 20 razy w ciągu sekundy aby usłyszeć tą czynność. Najwyraźniej tego nie potrafimy. Ptaki również wytwarzają dźwięki niesłyszalne dla naszego ucha, ruch ich skrzydeł jest wolniejszy aniżeli 20 drgań na sekundę. Natomiast słyszymy ruch skrzydeł muchy, trzmieła, komara itp. Stąd wniosek, że ich skrzydła muszą poruszać się szybciej. Wraz ze wzrostem liczby drgań rośnie częstotliwość. Dlatego trzmiel latając wytwarza niskie dźwięki (wolniej macha skrzydłami) a komar wysokie (szybciej macha skrzydłami).

Eksperyment

Jak powstaje dźwięk?

Przeprowadźmy następujący eksperyment: na blacie stołu umieszczamy linijkę lub listewkę w taki sposób, aby część jej wystawała poza krawędź. Jedną ręką mocno przyciskamy ją do blatu, a drugą wychylamy z położenia. Po puszczeniu linijka zaczyna drgać emitując dźwięk. Skracając, lub wysuwając część linijki poza blat regulujemy wysokość tonu (częstotliwość drgań). Zmieniając wychylenie (na mniejsze lub większe) regulujemy głośność (natężenie dźwięku).



Na podobnej zasadzie działa głośnik. Membrana drgając pod wpływem sił wciągających ją i wypychających do przodu staje się źródłem dźwięku. W tym przypadku funkcję ręki wprawiającej głośnik w drgania spełnia cewka przyklejona do membrany i umieszczona w silnym polu magnetycznym. Prąd płynący przez cewkę wytwarza pole magnetyczne. W zależności od kierunku prądu cewka jest wciągana lub wypychana z pola magnesu. Wartość prądu decyduje o amplitudzie (głośności), częstotliwość prądu określa prędkość drgań membrany (wysokość tonu). Jak widać z przedstawionych przykładów wszędzie tam, gdzie pojawiają się drgania jakichś elementów, powstaje dźwięk. Komar latając brzęczy, ponieważ jego skrzydełka uderzając w powietrze (podobnie jak linijka) powodują lokalne zmiany ciśnienia. Zaburzenie to rozchodzi się w przestrzeni i trafiając np. do naszego ucha, gdzie zamieniane jest na impuls nerwowy (elektryczny). Impuls ten po kablu, zwanym nerwem słuchowym, wędruje do mózgu, gdzie jest interpretowany jako wrażenie słuchowe (dźwięk).



Cechy fali akustycznej

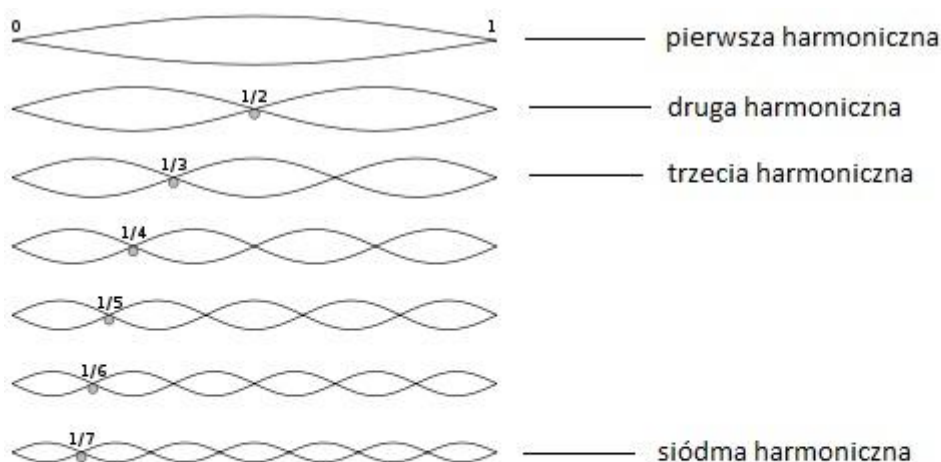
Wielkości fizyczne opisujące falę akustyczną, to **częstotliwość** (wysokość tonu), **barwa** dźwięku (ilość harmoniczných składowych), **amplituda** (głośność).

Częstotliwość, to liczba drgań w jednostce czasu. W układzie SI miarą częstotliwości jest Herc (Hz). 1Hz oznacza jedno drganie na sekundę. Przyjmuje się, że ucho ludzkie słyszy częstotliwości z zakresu 20Hz - 20kHz (kilo herców). Częstotliwości mniejsze, nazywamy infradźwiękami, a wyższe ultradźwiękami. Za pomocą infradźwięków porozumiewają się wieloryby. Płetwal Błękitny, komunikuje się częstością 4 - 7 Hz. Tak niskie dźwięki świetnie rozchodzą się w wodzie. Dlatego wieloryby mogą "rozmawiać" będąc setki kilometrów od siebie. Ultra dźwięki, tworzą wiązki kierunkowe (jak snop światła z reflektora), jednak są mocno tłumione przez wodę. Nadają się świetnie do echo lokacji ale gorzej do dalekich "rozmów". Delfiny wykorzystują ultradźwięki do odnajdywania pożywienia, jak i do komunikacji na bliskie odległości. Niektóre zwierzęta np. psy, słyszą ultradźwięki, dzięki czemu są w stanie wykryć zagrożenia, których nie widzi człowiek.

Barwa, to cecha dźwięku charakteryzująca indywidualne brzmienie źródła dźwięku. Na przykład, możemy rozpoznać ludzi po brzmieniu głosu, zidentyfikować instrument muzyczny, czy rozpoznać wokalistę podczas śpiewu. Barwę określa rodzaj i natężenia tonów składowych, tak zwanych harmoniczných. Drgania harmoniczne, są to wielokrotności, długości fali podstawowej. Pudło rezonansowe w gitarze lub fortepianie, spełnia funkcję układu fizycznego, w którym powstają dodatkowe drgania harmoniczne. Decydują one o jakości instrumentu, jego niepowtarzalnym brzmieniu. Dodatkowo pudła rezonansowe wzmacniają dźwięk. Wyjątkowa barwa dźwięku, często decyduje o jakości instrumentu, a w konsekwencji i jego cenie.



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



Przykład drgającej struny i jej kolejne drgania harmoniczne

Amplituda, decyduje o natężeniu dźwięku, jego głośności. W przypadku struny, lub membrany głośnika, jest to maksymalne wychylenie z położenia równowagi.

Miarą energii fali akustycznej, jest wat na metr kwadratowy (W/m^2). Jest ona równa średniej wartości strumienia energii akustycznej przepływającego w czasie 1 s przez jednostkowe pole powierzchni ($1 m^2$) zorientowanej prostopadle do kierunku rozchodzenia się fali. Natężenie akustyczne mierzone jest jako wartość ciśnienia akustycznego. Dla fali sinusoidalnej natężenie **I** wyraża się wzorem,

$$I = \frac{p^2}{2\rho c}$$

gdzie:

P – amplituda ciśnienia akustycznego

ρ – gęstość ośrodka

c – prędkość rozchodzenia się fali akustycznej.

Można powiedzieć, że natężenie dźwięku jest proporcjonalne do kwadratu amplitudy - rośnie jak kwadrat amplitudy.



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Poziom dźwięku to poziom ciśnienia akustycznego, wywołany przez fale akustyczne (dźwiękowe). Najniższy poziom dźwięku słyszalny przez ludzi, jest ich cechą indywidualną i nazywa się **progiem słyszenia**. Największy poziom dźwięku, który może znieść ucho ludzkie to **próg bólu**. Powyżej tego progu, nie rozróżnia się już dalszego wzrostu natężenia dźwięku, natomiast może dojść do trwałego uszkodzenia słuchu - na przykład, pęknięcia błony bębenkowej. Do opisu ciśnienia akustycznego, używana jest skala logarytmiczna, mierzona w decybelach (dB).

Wielkość ta wyznaczana jest ze wzoru:

$$A = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

A - poziom natężenia, wyrażany w decybelach [dB],

I - natężenie badanej fali dźwiękowej w [W/m²],

I₀ - natężenie tzw. "progu słyszalności", czyli wielkość równa około 10⁻¹² [W/m²].

Przykładowe porównania:

2 - krotny wzrost natężenia, oznacza wzrost poziomu głośności o ok. 3 dB.

10 - krotny wzrost natężenia, daje wzrost poziomu głośności o 10 dB.

100 - krotny wzrost natężenia, daje wzrost poziomu głośności o 20 dB

1000 - krotny wzrost natężenia, daje wzrost poziomu głośności o 30 dB

Normy hałasu

Poziomy dźwięku (A) w pomieszczeniach przeznaczonych do pracy i odpoczynku.

PN-87/B-02151/02 - Akustyka budowlana.

- Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach.
- Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.

Równoważny poziom dźwięku (A) przenikającego do pomieszczeń, nie może przekraczać wartości podanych w kolumnie 3 i 4 - tabela poniżej.



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Lp.	Przeznaczenie pomieszczenia	Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku (A) - hałasu przenikającego do pomieszczenia od wszystkich źródeł hałasu łącznie w dB		Dopuszczalny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem			
		dzień	noc	Średni poziom dźwięku (A) (dla hałasu ustalonego*) lub równoważny poziom dźwięku (dla hałasu nieustalonego**)		Maksymalny poziom dźwięku (A) przy hałasie nieustalonym**	
				dzień	noc	dzień	noc
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pomieszczenia mieszkalne w budynkach mieszkalnych, internatach, domach rencistów, domach dziecka, hotelach, hotelach robotniczych	40	30	35	25	40	30
2	Kuchnie i pomieszczenia sanitarne w mieszkaniach	45	40	40	40	45	45
3	Pokoje w hotelach kategorii II i niższych	45	35	40	30	45	35
4	Pokoje w domach czasowych***	40-45	30-35	35-40	25-30	40-45	30-35
5	Pokoje chorych w szpitalach i sanatoriach za wyjątkiem pokoi w oddziałach intensywnej opieki medycznej	35	30	30	25	35	30
6	Pomieszczenia łóżkowe w oddziałach intensywnej opieki medycznej	30	30	25	25	30	30
7	Sale operacyjne, pokoje przygotowania chorych do operacji	35	-	30	-	35	-
8	Gabinety badań lekarskich w przychodniach i szpitalach, pomieszczenia psychoterapii	35	-	30	-	35	-
9	Pokoje lekarskie, pielęgniarskie oraz inne pomieszczenia szpitalne (za wyjątkiem działów technicznych i gospodarczych)	40	30	35	25	40	35
10	Laboratoria medyczne, pokoje recepturowe w aptekach	40	-	35	-	40	-
11	Pokoje dla dzieci w żłobkach, klasy w przedszkolach	35	-	30	-	35	-
12	Klasy i pracownie szkolne (za wyjątkiem pracowni zajęć technicznych), sale wykładowe, audytoria	40	-	35	-	40	-
13	Sale konferencyjne	40	-	35	-	40	-
14	Pomieszczenia do pracy umysłowej wymagającej silnej koncentracji uwagi	35	-	30	-	35	-
15	Pomieszczenia administracyjne bez wewnętrznych źródeł hałasu	40	-	35	-	40	-
16	Pomieszczenia administracyjne z wewnętrznymi źródłami hałasu, pomieszczenia administracyjne w obiektach tymczasowych	45	-	40	-	45	-
17	Sale zajęć w domach kultury****	35-45	-	30-40	-	40-50	-
18	Sale kawiarniane i restauracyjne	50	-	45	-	*****	-
19	Sale sklepowe	50	-	45	-	*****	-



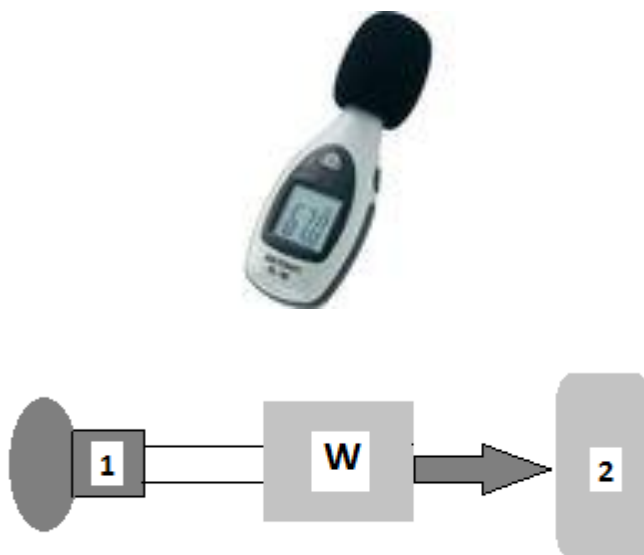
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

- * - np. pochodzącego od centralnego ogrzewania, wentylacji, stacji transformatorowych,
- ** - np. pochodzącego od urządzeń dźwigowych, ze zsyków śmieciowych, itp.,
- *** - należy przyjmować indywidualnie w podanych granicach w zależności od kategorii obiektu,
- **** - należy przyjmować indywidualnie w podanych granicach w zależności od rodzaju zajęć,
- ***** -nie normalizuje się wartości maksymalnych.

Decybelomierz - podstawowe informacje o budowie

Przyrządem fizycznym służącym do pomiaru poziomu dźwięku jest decybelomierz.

Zbudowany z mikrofonu, wzmacniacza, układu logicznego - mikroprocesora i wyświetlacza.



1- mikrofon, W - wzmacniacz z mikroprocesorem, 2 - wyświetlacz ciekłokrystaliczny. Podczas pomiarów, należy pamiętać aby mikrofon był skierowany dokładnie w kierunku źródła dźwięku. Fale akustyczne rozchodzą się kierunkowo, w szczególności fale o wysokiej częstotliwości (wysoki tony). Dźwięk rozchodzący się w powietrzu ulega osłabieniu, wraz z rosnącą odległością od źródła. Czasami fale dźwiękowe mogą ulec wzmocnieniu. Zjawisko to wykorzystuje się w instrumentach muzycznych przez dodanie do strun, pudła rezonansowego, np. fortepian, gitara. W przypadku drgających blaszek lub słupa powietrza, w celu wzmocnienia dźwięku dodaje się rury rezonujące: organy, instrumenty dęte itp. Jednak nie zawsze chcemy wzmocniać dźwięk, czasami wręcz odwrotnie, chcemy go wyciszyć. Do tego celu służą ekrany akustyczne. Mogą one albo odbijać albo pochłaniać fale akustyczne.



Dobrym materiałem pochłaniającym dźwięk, są luźno zawieszane tkaniny, materiał porowaty i miękkie o nieregularnych kształtach kompozyty. Materiały takie np. stosuje się w salach koncertowych, kinowych i teatralnych. Niwelują one pogłos i wyciszają akustycznie pomieszczenie.

Eksperyment

Pomiary natężenia hałasu

Dźwięk, który nam przeszkadza nazywamy hałasem. Ponieważ hałas potrafi być uciążliwy, a czasami wręcz szkodliwy dla naszego zdrowia, fizycy opracowali przyrząd do pomiaru hałasu, a lekarze, utworzyli tabelę norm poziomu dźwięku. W warunkach domowych z hałasem najczęściej spotykamy się podczas pracy urządzeń mechanicznych, do których można zaliczyć: odkurzacz, suszarkę do włosów, radio z włączonym disco polo, silnik samochodu czy motoru.

Pomiar natężenia hałasu: odkurzacza, suszarki do włosów, telewizora.

Pomiary natężenia hałasu należy przeprowadzić w różnych odległościach od źródła. W tym celu zaopatrujemy się w taśmę mierniczą (minimum 3m). Czas pomiaru ustalamy na 10 s. Z miernika odczytujemy wartość maksymalną, wykorzystując boczny przełącznik "max_min".

Każdy z pomiarów przeprowadzamy trzykrotnie, a wynik końcowy uśredniamy. Przykładowa tabela pomiarowa została umieszczona poniżej. Na podstawie wyników uzyskanych z pomiarów, sporządzamy wykres ilustrujący, zależność natężenia hałasu od odległości od źródła i rodzaju źródła. Na osi pionowej, zaznaczamy wartości natężenia hałasu A [dB] - będą to wartości średnie obliczone i zapisane w tabeli w tabeli pomiarowej (przykład tabeli poniżej). Na osi poziomej, zaznaczamy odległość od źródła dźwięku L[m]. Do wykresu dołączamy obliczenia, z niepewnościami pomiarowymi.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

OPTIMA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Wyznaczamy je w następujący sposób:

Obliczamy największe różnice jakie wystąpiły podczas pomiarów tych samych parametrów. Na przykład, natężenie zmierzone w odległości 1 metra od odkurzacza wyniosło, 75 dB, 77 dB i 74 dB. Największa różnica, wyniesie zatem $\Delta A = |77 - 74| = 3 \text{ dB}$. Wartość średnia wyniesie $(75+77+74)/3 = 75,3 \text{ dB}$.

Teraz obliczamy względny błąd procentowy naszego pomiaru, według przepisu:

$$dA\% = (\Delta A / \text{średnia}) \times 100\%$$

dla naszego przykładu otrzymamy,

$$dA\% = (3/75,3) \times 100\% = 4\%$$

Wynik ten oznacza, że pomiar natężenia hałasu został zmierzony przez nas z dokładnością 4%. Postępując w ten sposób należy wyznaczyć niepewności pomiarowe dla wszystkich punktów pomiarowych.



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

przykład tabeli pomiarów

L [m]	lp.	odkurzacz [dB]	suszarka [dB]	TV [dB]
0,1	1			
	2			
	3			
	średnia			
0,2	1			
	2			
	3			
	średnia			
0,3	1			
	2			
	3			
	średnia			
0,5	1			
	2			
	3			
	średnia			
1	1			
	2			
	3			
	średnia			
1,5	1			
	2			
	3			
	średnia			
2	1			
	2			
	3			
	średnia			
2,5	1			
	2			
	3			
	średnia			

opracował: dr Dariusz Man