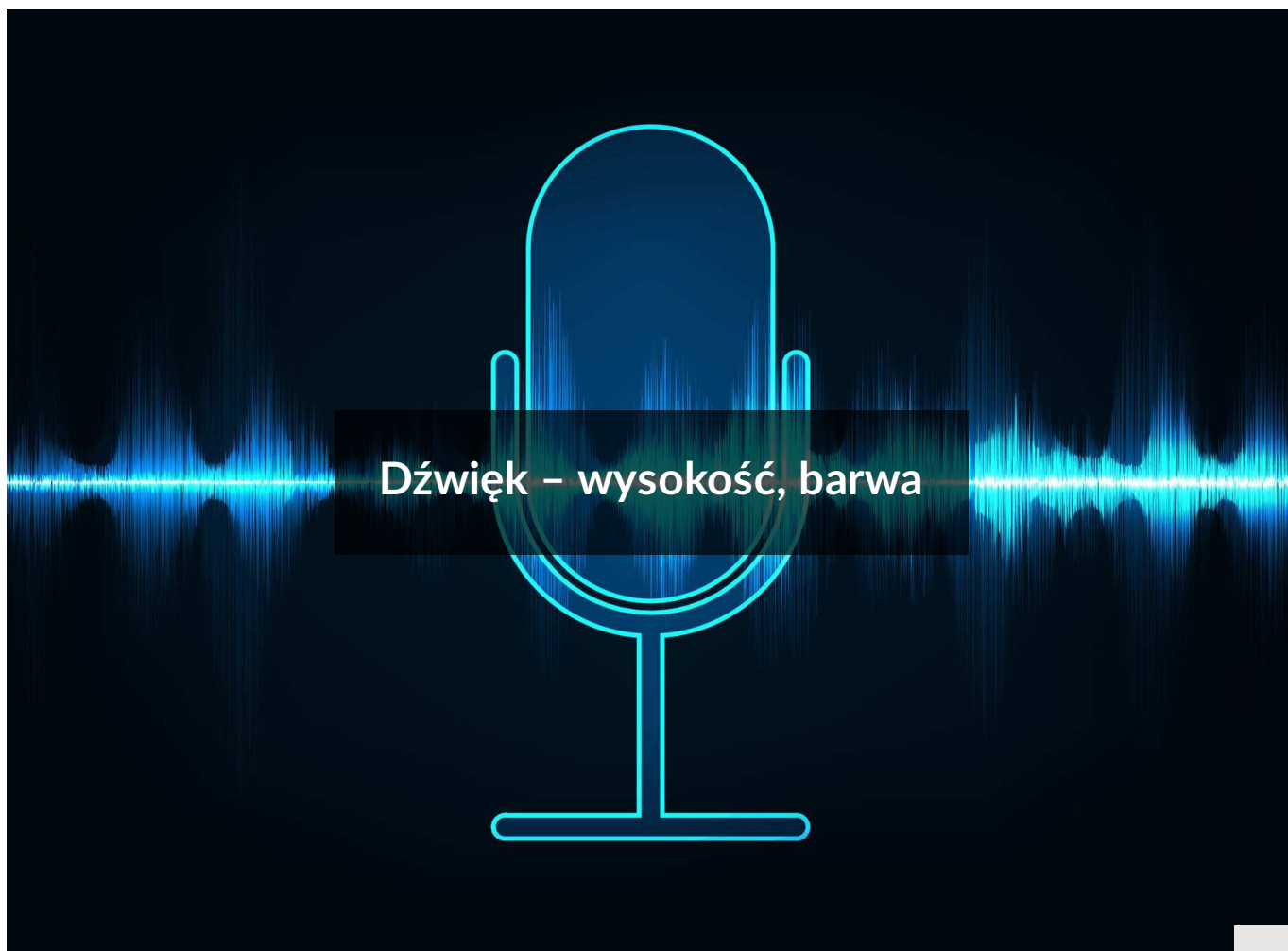




Dźwięk – wysokość, barwa

- Dźwięk – wysokość, barwa



Ważne daty

1711 – umowna data konstrukcji prototypu fortepianu przez Bartolomeo Cristoforiego,

połowa XVIII wieku – początek stosowania stroju temperowanego na szeroką skalę.

Scenariusz dla nauczyciela:

Źródło: online-skills, licencja: CC0.



I. Indywidualna i zespołowa ekspresja muzyczna.

4. W zakresie słuchania i percepcji muzyki. Uczeń:

2) rozpoznaje ze słuchu:

a) brzmienie instrumentów muzycznych;

3) rozpoznaje i analizuje utwory muzyczne określając ich elementy, nastrój i charakter, formułuje wypowiedzi, stosując pojęcia charakterystyczne dla języka muzycznego.

II. Język i funkcje muzyki, myślenie muzyczne, kreacja i twórcze działania.

1. Uczeń zna, rozumie i wykorzystuje w praktyce:

2) określa podstawowe elementy muzyki (rytm, melodię, harmonię, agogikę, dynamikę, kolorystykę, artykulację).

Nauczysz się

definiować pojęcie: materiał dźwiękowy, pogłos;

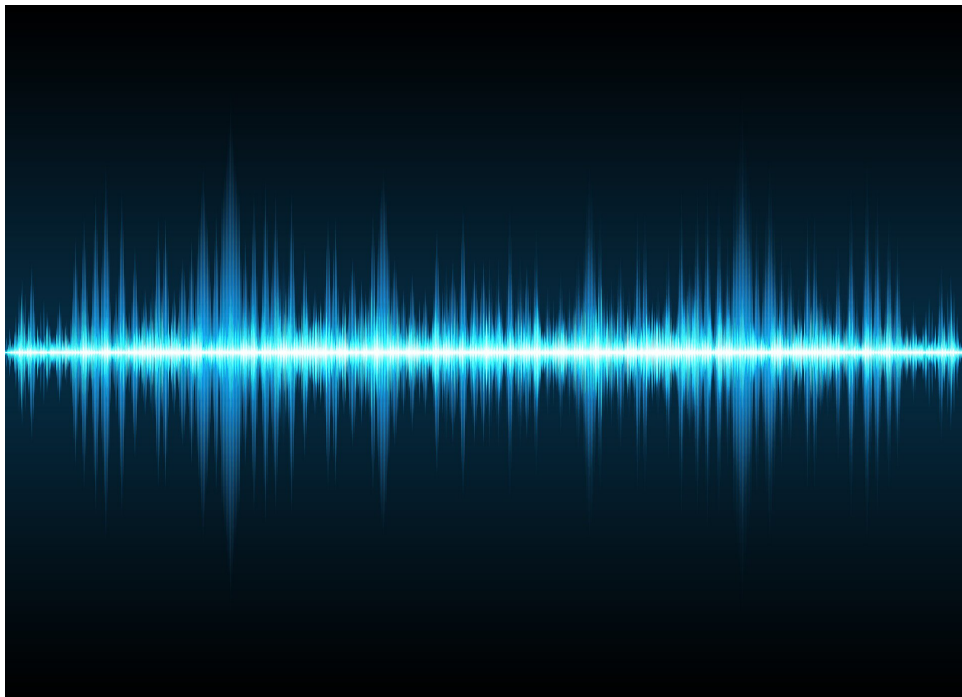
wymieniać nazwy zwierząt, które posługują się infra i ultradźwiękami.

dostrzegać zjawisko pogłosu w pomieszczeniu.

Dźwięk - wprowadzenie i definicja

Wiele dziedzin sztuki jest mocno zależnych od konkretnych zmysłów. Sztuki plastyczne, takie jak malarstwo, rysunek czy rzeźba nie mogłyby istnieć bez wzroku. To za jego pośrednictwem artyści tworzą swoje dzieła, a odbiorcy mogą je podziwiać i oceniać. Zmysł dotyku może być pomocny przy odbiorze niektórych rzeźb, instalacji, a nawet dzieł architektonicznych. Słuch jest kolejnym ze zmysłów, bez którego wiele dziedzin sztuki nigdy by nie zaistniało. Muzyka jest jedną z nich, ale można tu wymienić też film czy teatr, które bez możliwości usłyszenia byłyby zupełnie inne. Czym jest słuch? To dzięki niemu ludzie mogą odbierać wrażenia słuchowe, czyli dźwięki. Za ich pośrednictwem możliwy jest nie tylko odbiór muzyki, ale też komunikacja czy rozpoznawanie zdarzeń w otoczeniu.

Czym tak naprawdę jest dźwięk? Można go odnieść do samego wrażenia słuchowego, jednak naukowe wyjaśnienie jest bardziej dokładne. Dźwięk to fala akustyczna rozchodząca się w ośrodku sprężystym, np. w powietrzu, wodzie, zdolne do wywołania wrażenia słuchowego. Oznacza to, że aby powstał dźwięk, potrzebne jest jakieś ciało: ciecz, gaz lub ciało stałe, które posiada cechę sprężystości. Sprężystość pozwala ciału na powrót do swojej formy po tym, jak zostanie wprowadzone w ruch. Najczęściej podawanym przykładem jest sprężyna - po jej naciągnięciu drga, by w końcu osiągnąć stan spoczynku (wraca do pierwotnego stanu). W przypadku muzyki nie wystarczy jednak dowolne, sprężyste ciało - musi posiadać pewne właściwości.



Źródło: Marcin Łukasiewicz.

W wyniku rozchodzenia się drgań w ośrodku sprężystym powstaje fala dźwiękowa. Drgania źródła dźwięku powodują drgania najbliższych cząsteczek ośrodka, a te wpływają na drgania kolejnych – w ten sposób dźwięk rozchodzi się w ośrodku (np. w powietrzu, w wodzie, w stali).

Cechy dźwięku rozpoznawalne przez ucho to wysokość, głośność i barwa. Odpowiadają im cechy dźwięku, które można zmierzyć: częstotliwość, natężenie dźwięku oraz liczba i jakość tonów składowych.

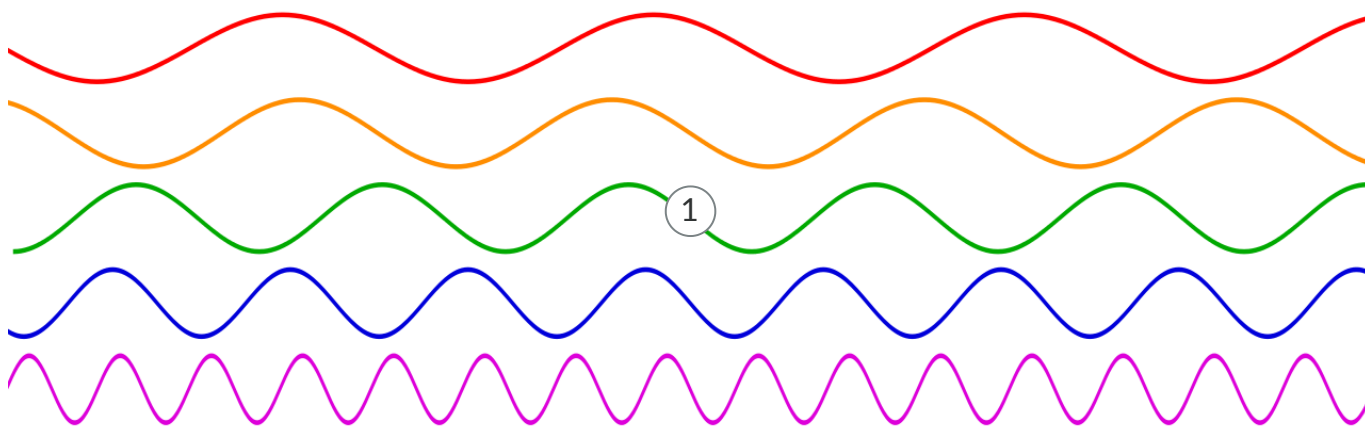
Wysokość dźwięku

Wysokość dźwięku jest pierwszą cechą, która jest związana bezpośrednio z falą dźwiękową. Decyduje o niej **częstotliwość drgań**, którą w fizyce oznaczamy literą *f*. Jest ona wyrażana w hercach, które zapisywane są skrótem Hz (ich nazwa pochodzi od nazwiska wynalazcy fal elektromagnetycznych – Heinricha Hertza (1857–1894)). Częstotliwość wyraża się w liczbie drgań (cykli) na sekundę. Innymi słowy, jeden herc oznacza jeden cykl drgań w ciągu sekundy.

$1 \text{ Hz} = 1 \text{ drganie na sekundę}$.

Wysokość dźwięku jest zależna od częstotliwości.

Na poniższym materiale widać pięć fal o różnej częstotliwości. Najwyższa, czyli czerwona, ma najniższą częstotliwość; najniższa, czyli różowa, posiada najwyższą częstotliwość drgań. Po kliknięciu na grafikę, będzie można usłyszeć dźwięk o rosnącej częstotliwości – od 20Hz do 20kHz.



1

To, co teraz słyszysz, to dźwięk, którego wysokość rośnie. Początkowo wynosi on 20Hz, natomiast pod koniec 20 tysięcy Hz.

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>

Ludzkie ucho jest w stanie usłyszeć dźwięki z zakresu 16Hz do 20 tysięcy Hz. Zakres ten jest określany jako dźwięki słyszalne. Dźwięki poniżej 16Hz są nazywane infradźwiękami, natomiast wyższe niż 20 tysięcy Hz - ultradźwiękami. Warto podkreślić też, że zakres dźwięków słyszalnych może być nieco różny dla każdego, szczególnie biorąc pod uwagę choroby, takie jak niedosłuch. Z wiekiem zwęża się także granica słyszalności wysokich dźwięków. Chociaż infradźwięki i **ultradźwięki** nie są słyszalne dla człowieka, to jednak są pewne zwierzęta, które potrafią je odbierać. Infradźwięki są wykorzystywane przez słonie i wieloryby do komunikacji, natomiast ultradźwięki są wykorzystywane do echolokacji przez nietoperze. Ludzie używają ich w sonarach, medycynie oraz produkcji żywności. Infradźwięki i ultradźwięki mogą być też szkodliwe dla zdrowia ludzi przy zbyt dużej głośności.

Ultrasonograf, online-skills, CC BY 3.0

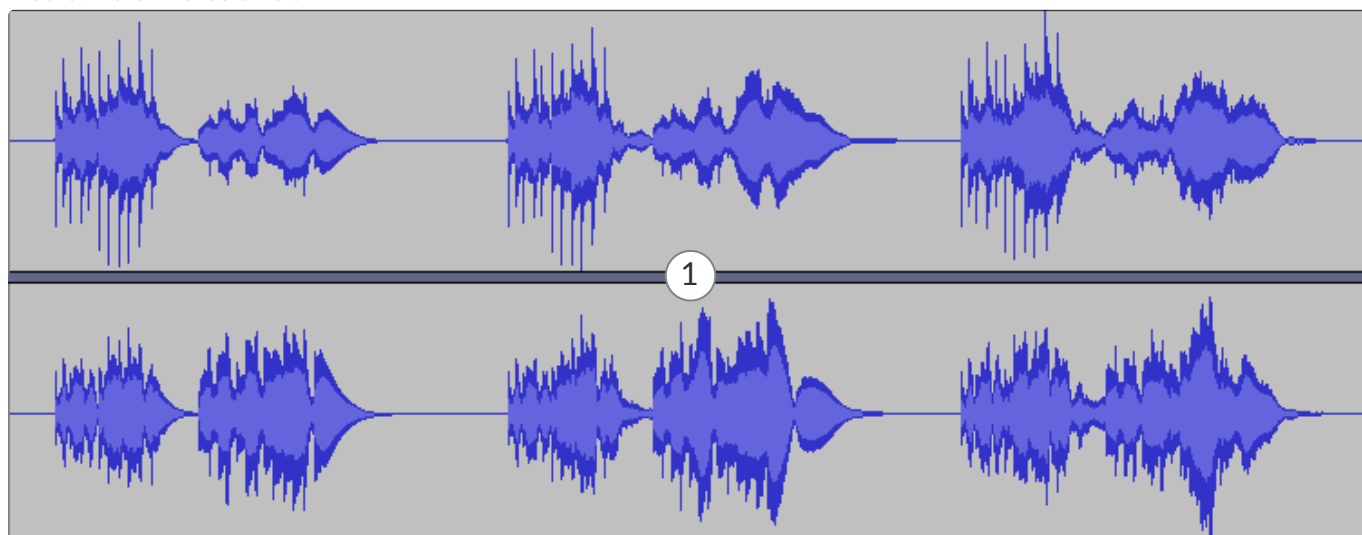
Czas trwania dźwięku

Czas trwania dźwięku to cecha, która bezpośrednio zależy od czasu drgań ciała. W teorii dźwięk przestajemy słyszeć wtedy, kiedy ciało przestaje drgać - zanika fala akustyczna, a więc i dźwięk. W praktyce można dźwięk słyszeć dłużej, jeśli jest tworzony w dużych salach ze ścianami. Takie zjawisko nazywa się **pogłosem**. Polega on na tym, iż fale akustyczne odbijają się od powierzchni pomieszczenia (mogą to być wspomniane ściany, ale także sufit czy podłoga), a ludzie rejestrują to pozorne przedłużenie jako dalsze trwanie dźwięku. Pogłos zależy zarówno od wielkości pomieszczenia i jego kształtu, ale też od rodzaju użytych materiałów do jego konstrukcji, częstotliwości dźwięku, położenia jego źródła oraz wilgotności i temperatury powietrza, w którym dźwięk się rozchodzi. Obecnie pogłos stanowi ważną część muzyki - jest jednym z kryteriów wyboru pomieszczeń koncertowych i studyjnych (nowe budynki są budowane w taki sposób, by osiągnąć zamierzony efekt).

Ponadto do celów nagraniowych powstało wiele sposobów, mających dodać pogłos do nagrania, takich jak komora pogłosowa, pogłos płytowy i sprężynowy. Współcześnie coraz częściej pogłos jest tworzony cyfrowo.



Źródło: Marcin Łukasiewicz.



1

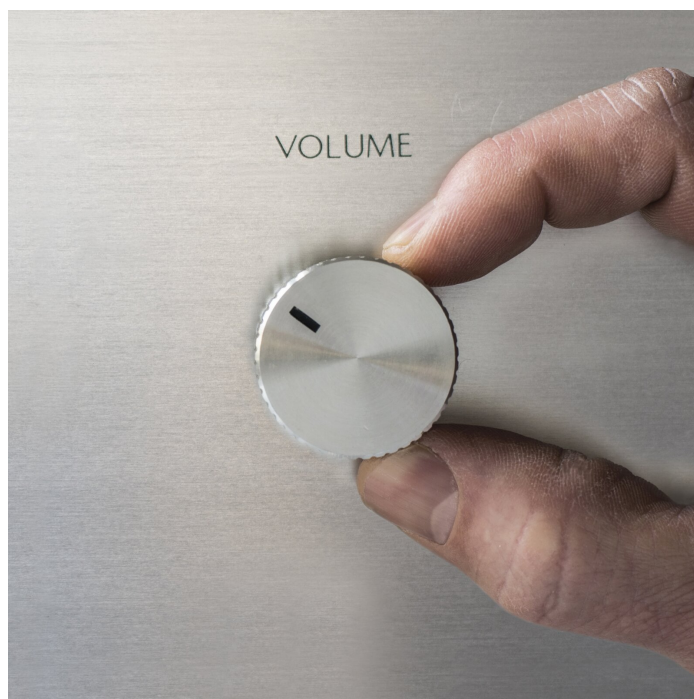
To, co teraz słyszysz, to zjawisko pogłosu - przedstawienie dźwięku z coraz dłużej trwającym echem.

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>

Głośność dźwięku

Głośność dźwięku jest silnie związana z **natężeniem fali dźwiękowej**. Wzrost natężenia powoduje wzrost głośności. Samo natężenie to energia fali akustycznej, która jest dzielona przez czas emitowania i powierzchnię, na jaką padła. Jest oznaczane symbolem I , a jego jednostka to wat na metr kwadratowy (czyli W/m^2). Ucho ludzkie może odebrać dźwięk o niskiej energii jako głośny, jeśli jego czas trwania jest bardzo krótki i pada na małą

powierzchnię. Analogicznie, jeśli dźwięk o wysokiej energii rozkłada się na wielki obszar (na przykład na całe osiedle), a czas rozchodzenia się jest długi (np. tydzień), to może on być niesłyszalny. Progiem słyszalności jest natężenie o wartości 10 do potęgi -12 W/m^2 . Wartość jest istotna przy obliczaniu poziomu natężenia dźwięku, który jest wyrażany w decybelach (dB). Oznacza się nią wrażenie głośności, na które ma wpływ też częstotliwość dźwięku. Częstotliwości skrajne, czyli niskie i wysokie z zakresu słyszalności człowieka, dają wrażenie cichszych. Środkowy zakres częstotliwości jest odbierany jako głośniejszy. Szelest liści to mniej więcej dziesięć decybeli, odkurzacz wytwarza najczęściej około sześćdziesięciu decybeli, a piła łańcuchowa nieco ponad sto decybeli. Należy pamiętać, że dźwięki o wartości powyżej stu dwudziestu decybeli mogą stale uszkodzić słuch, a powyżej stu czterdziestu powodują fizyczny ból. Hałas powyżej dwustu decybeli może spowodować nawet śmierć.

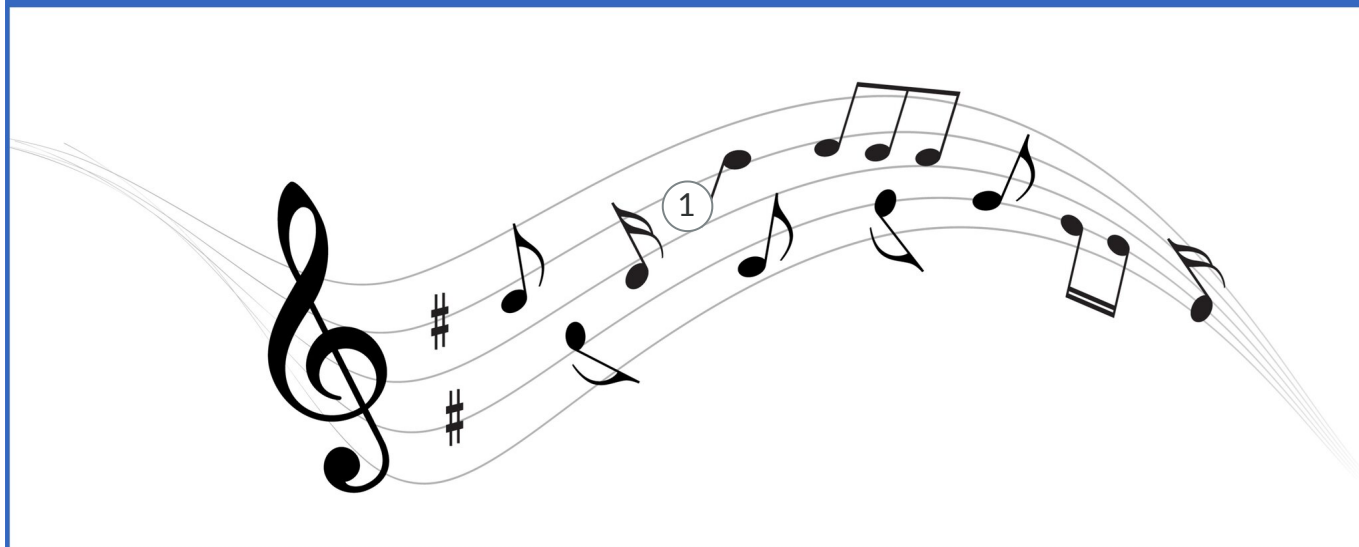


Źródło: Marcin Łukasiewicz.

Barwa dźwięku

O barwie dźwięku decyduje kilka czynników, z których najważniejszym jest [widmo dźwięku](#). Widmo to suma składników dźwięku, czyli tonów. Dzięki barwie można odróżniać od siebie dźwięki o takich samych, innych cechach, czyli głośności, czasie trwania i wysokości. To barwa powoduje, że różne instrumenty i głosy brzmią inaczej – różnią się ilością tonów składowych. Można też wpływać na barwę dźwięku w obrębie tego samego instrumentu, najczęściej poprzez sposób i siłę wzbudzania drgań. Barwę można określać słownie; instrumenty mogą dawać jaśniejsze lub ciemniejsze brzmienie, ostrzejsze lub łagodne. Poniższy materiał przedstawia *Sonatę nr 5* Johna Cage'a.

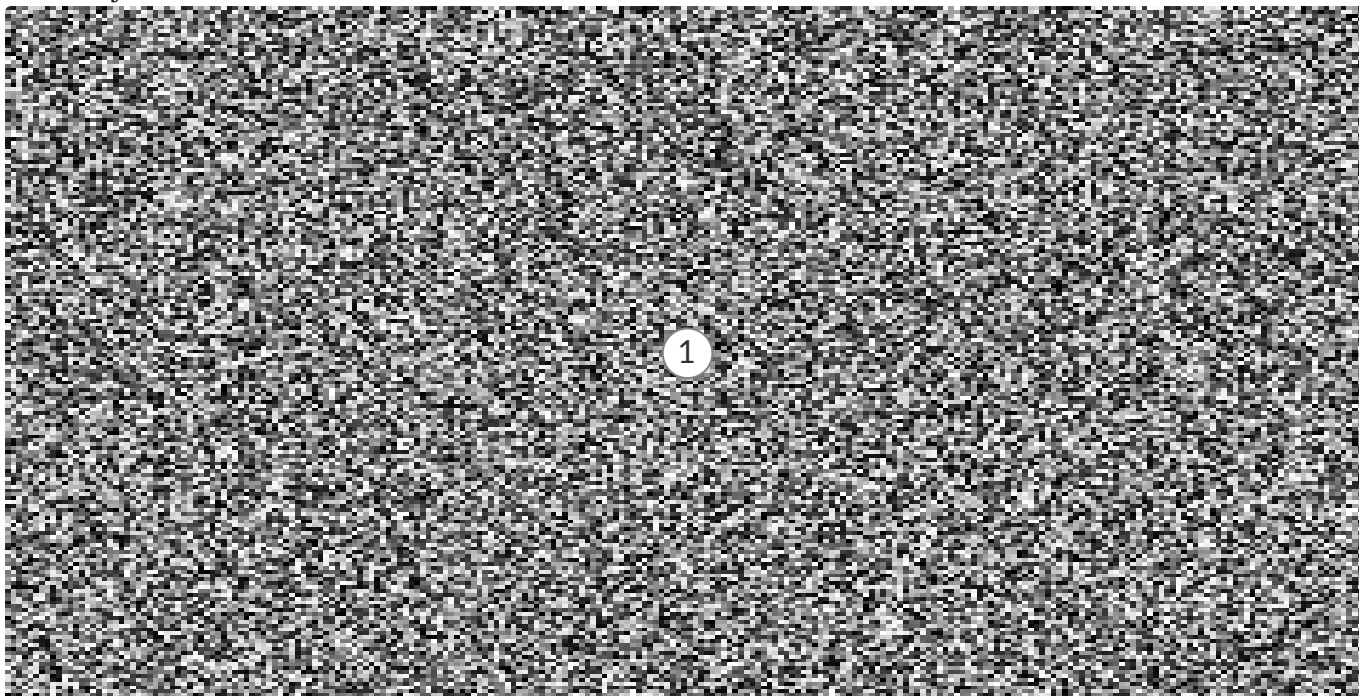
Kliknij tutaj, aby wysłuchać utwór muzyczny.



1

Akademia Muzyczna im. Feliksa Nowowiejskiego w Bydgoszczy
Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>

Dźwięk mający widmo ciągłe to szum. Szum o płaskim widmie ciągłym nazywamy białym, jednak ludzkie ucho odbiera go jako wysoki. Szum szary daje wrażenie jednakowej głośności wszystkich częstotliwości, natomiast szumy różowy i czerwony są odbierany przez zmysł słuchu jako niskie w brzmieniu.



1

To, co słyszysz, to szum o płaskim widmie ciągłym, który nazywamy jest białym.

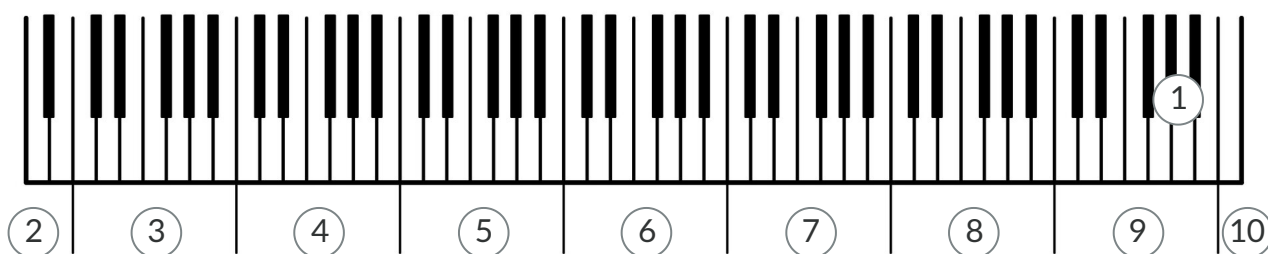
Dźwięki w muzyce. Materiał dźwiękowy.

Wynalezienie prototypu fortepianu przez Bartolomea Cristoforiego na początku XVIII wieku spowodowało początek procesu przyjmowania stroju równomiernie temperowanego, który jest stosowany do dzisiaj. W muzyce dźwięki najczęściej mają określoną wysokość.

Wyróżniamy dwanaście różnych dźwięków: c, cis/des, d, dis/es, e, f, fis/ges, g, gis/as, a, b oraz h. Dźwięki mogą nosić różne nazwy, co jest nazywane enharmonią. Obecnie dźwięki takie jak fis i ges mają taką samą wysokość, co jest związane z rozwojem systemu temperowanego. W temperowanym stroju najmniejszą jednostką odległości jest półton. Dwanaście półtonów (czyli sześć całych tonów) tworzy razem oktawę (może też septymę zwiększoną). Należy pamiętać, że oktawa może oznaczać interwał (czyli odległość dźwięków od siebie), jednak w tym kontekście oznacza ona pewien wycinek materiału dźwiękowego. **Materiał dźwiękowy** to wszystkie dźwięki, którymi posługuje się muzyka. Tak jak wcześniej zostało to przedstawione, wyróżniamy dwanaście dźwięków w obrębie oktawy; w muzyce używa się dziewięciu oktaw. Ich nazwy to:

- oktawa subkontra (najniższa),
- oktawa kontra,
- oktawa wielka,
- oktawa mała,
- oktawa razkreślna,
- oktawa dwukreślna,
- oktawa trzykreślna,
- oktawa czterokreślna,
- oktawa pięciokreślna.

Klawiatura fortepianu



oktawy subkontra (po lewej stronie, klawisze A, B i H) oraz jeden dźwięk oktawy pięciokreślnej (po prawej stronie, dźwięk C).

2

subkontra

3

kontra

4

wielka

5

mała

6

razkreślna

7

dwukreślna

8

trzykreślna

9

czterokreślna

10

pięciokreślna

Zadania

Ćwiczenie 1

Jaka cecha jest wymagana od ciała, aby mogło stać się źródłem dźwięku?

- ☐ Niski opór
- ☐ Sprężystość
- ☐ Wysokie ciśnienie

Ćwiczenie 2

Połącz w pary cechy dźwięku rozpoznawalne przez ucho z cechami mierzalnymi.

Wysokość dźwięku

widmo dźwięku

Głośność dźwięku

czas trwania drgań

Barwa dźwięku

częstotliwość drgań

Czas trwania dźwięku

natężenie fali dźwiękowej

Ćwiczenie 3

Wysokość dźwięku jest zależna od częstotliwości drgań ciała. Wskaż, jaką jednostką jest ona wyrażana.

- ☐ Hercami
- ☐ Decybelami
- ☐ Watami

Ćwiczenie 4

Dopasuj zakres drgań do nazwy dźwięków.

Infradźwięki:

Dźwięki słyszalne:

Ultradźwięki:

16Hz-20kHz

od 20kHz

do 16 Hz

Ćwiczenie 5

Na czym polega zjawisko pogłosu?

☐ Na odbijaniu się fal dźwiękowych od ścian pomieszczenia

☐ Na pozornym przedłużeniu dźwięku

☐ Na emitowaniu dźwięku o wysokiej energii

Ćwiczenie 6

Uporządkuj oktawy od najniższej do najwyższej.

oktawa kontra



oktawa czterokreślna



oktawa mała



oktawa trzykreślna



oktawa razkreślna



oktawa dwukreślna



oktawa pięciokreślna



oktawa wielka



oktawa subkontra



Ćwiczenie 7

Wskaż, czym jest widmo dźwięku.



Sumą składników dźwięku, czyli tonów



Zakresem obejmującym dźwięki niesłyszalne dla człowieka



Szumem

Słownik pojęć

Częstotliwość drgań

cecha fali akustycznej, od której zależy wysokość dźwięku. W fizyce jest oznaczana literą f i przedstawiana w hercach.

Infradźwięki

dźwięki niższe od 16Hz, niesłyszalne dla człowieka. Wykorzystują je do komunikacji słonie oraz wieloryby.

Materiał dźwiękowy

wszystkie dźwięki, którymi posługuje się muzyka. Może też dotyczyć danego utworu, np. materiał dźwiękowy *Requiem* Mozarta to zbiór dźwięków, które w nim występują.

Natężenie fali dźwiękowej

cecha fali akustycznej, która wpływa na głośność dźwięku. Poziom natężenia dźwięku jest wyrażany w decybelach; jeśli jest zbyt duży, może spowodować trwały uszczerbek na zdrowiu.

Pogłos

pozorne przedłużenie trwania dźwięku, które powstaje w wyniku odbijania się fali dźwiękowej od powierzchni pomieszczenia.

Ultradźwięki

dźwięki wyższe od 20kHz, niesłyszalne dla człowieka. Są wykorzystywane w medycynie, wojsku i produkcji żywności.

Widmo dźwięku

cecha fali akustycznej, która wpływa na barwę dźwięku; jest to suma jego tonów.

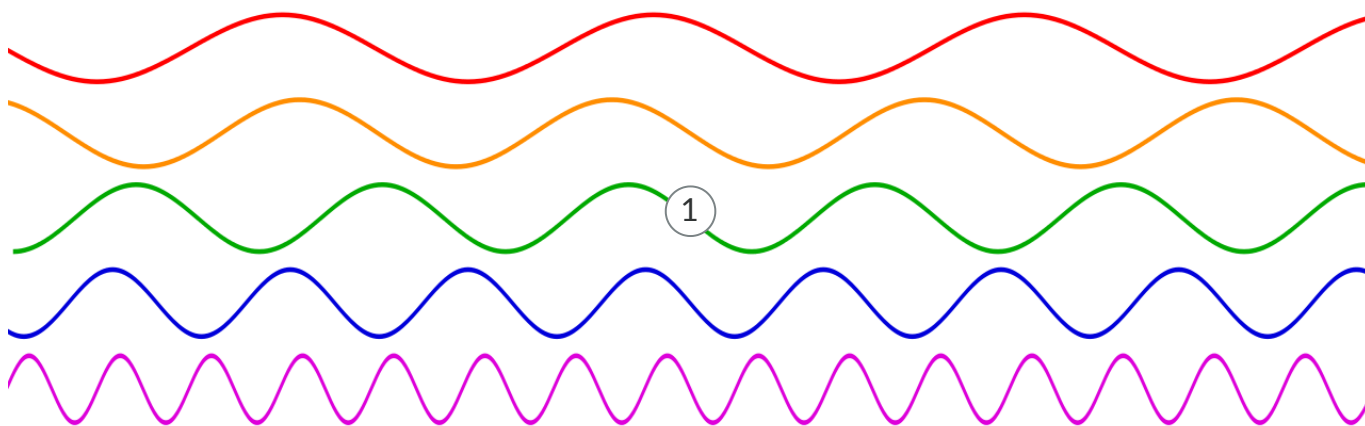
Źródła:

<http://www.muzykotekaskolna.pl>

<http://scholaris.pl>

Mieczysław Drobner, *Instrumentoznawstwo i akustyka*, wyd. PWM 1985

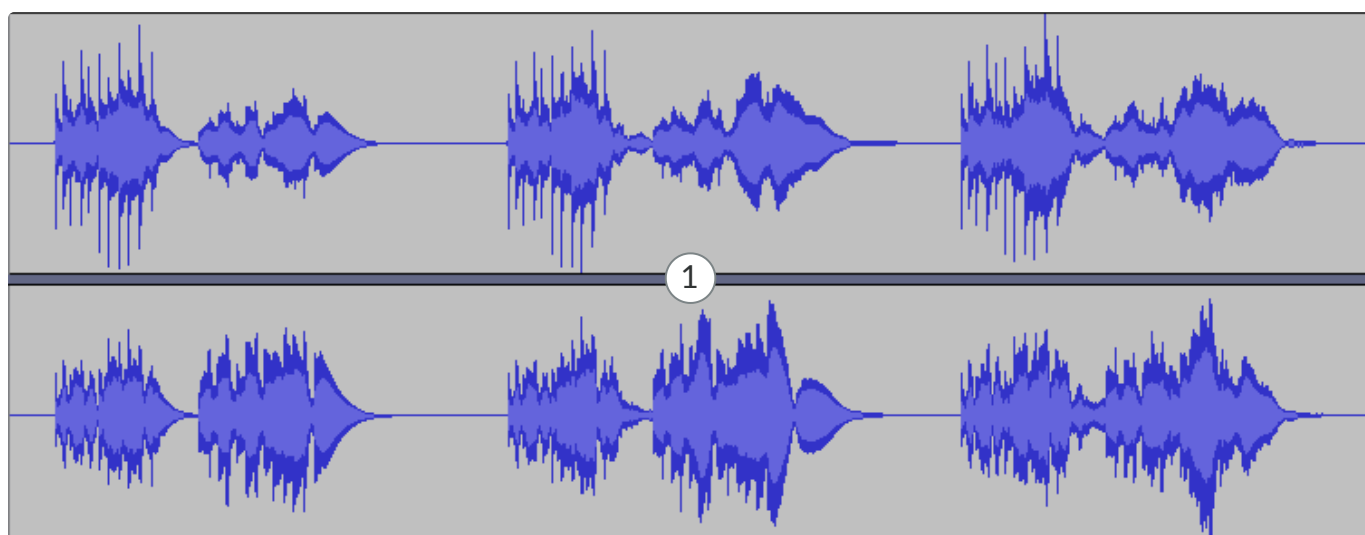
Biblioteka muzyczna



1

To, co teraz słyszysz, to dźwięk, którego wysokość rośnie. Początkowo wynosi on 20Hz, natomiast pod koniec 20 tysięcy Hz.

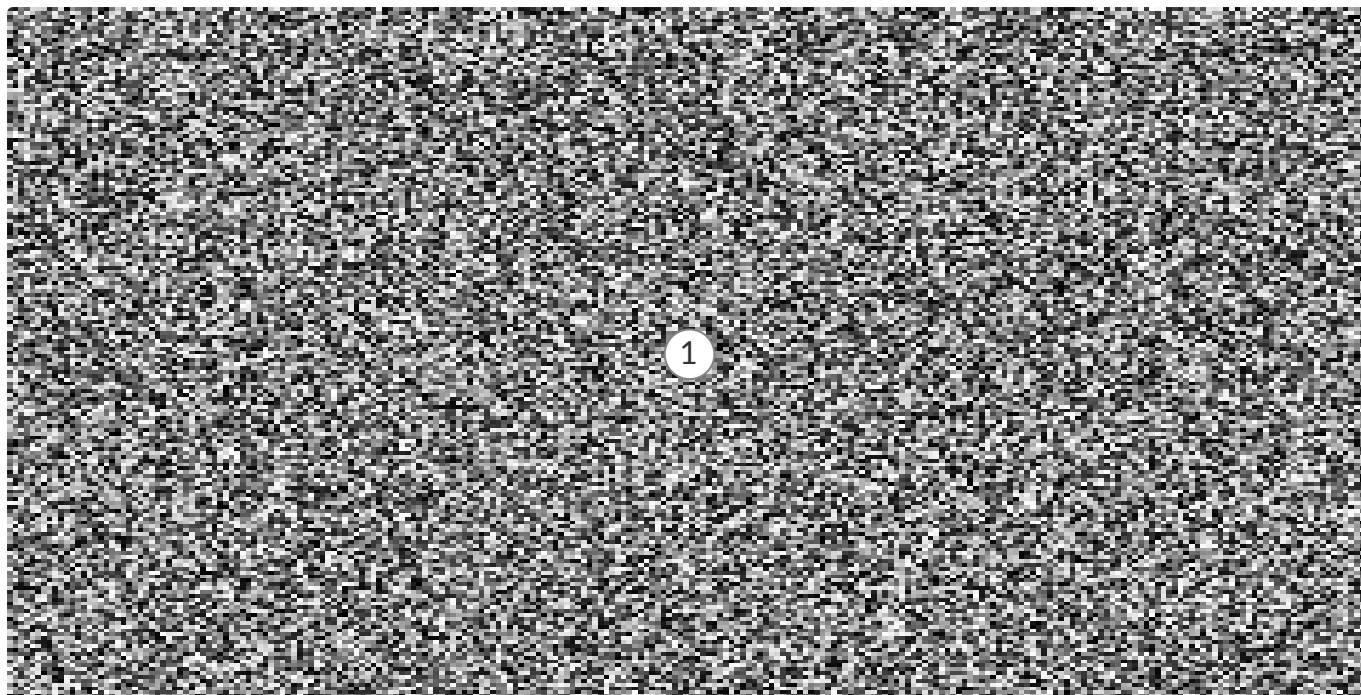
Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>



1

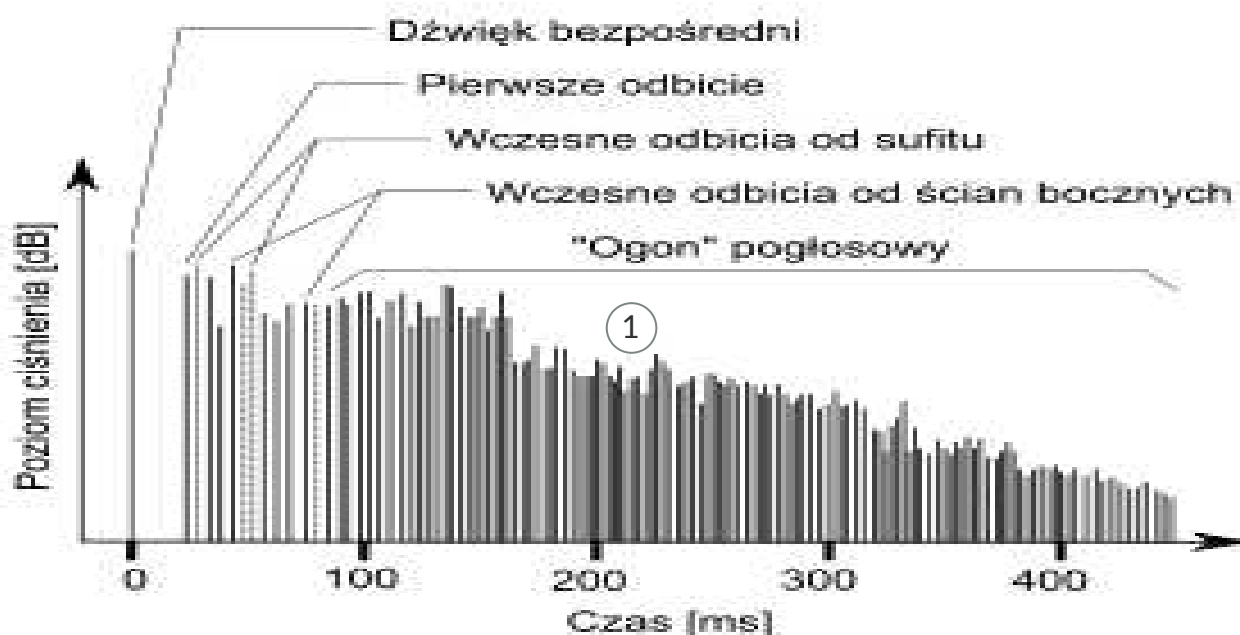
To, co teraz słyszysz, to zjawisko pogłosu - przedstawienie dźwięku z coraz dłużej trwającym echem.

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>



1

To, co słyszysz, to szum o płaskim widmie ciągłym, który nazywamy jest białym.
Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>



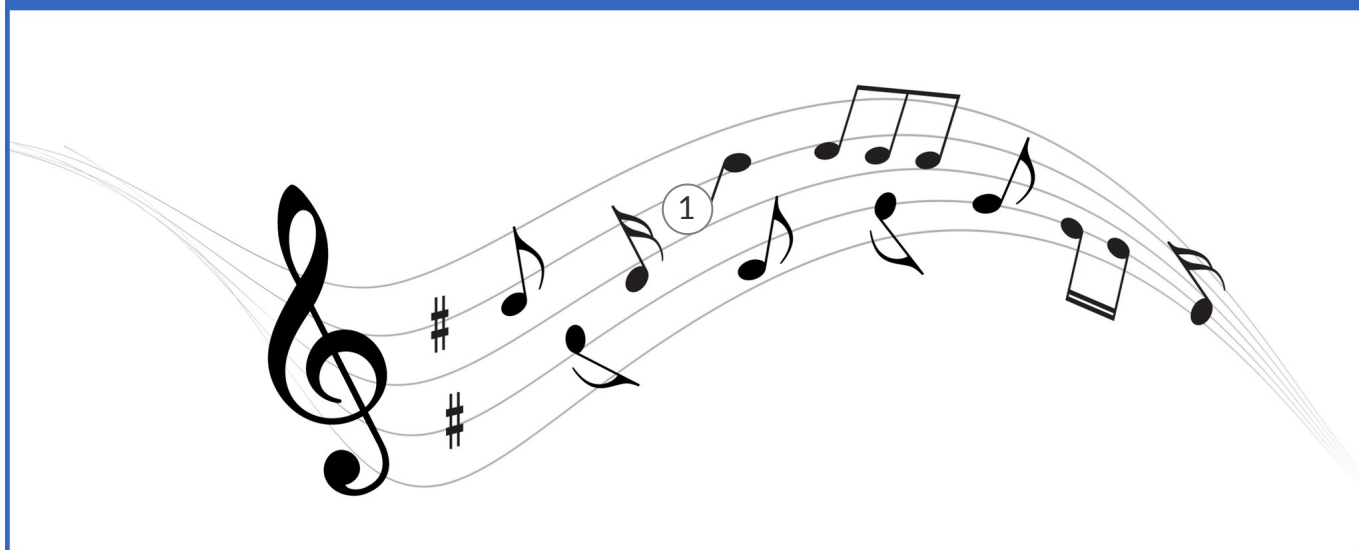
1

To, co teraz słyszysz, to zjawisko pogłosu - przedstawienie dźwięku z coraz dłużej trwającym echem.

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>

Źródło: online-skills, źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Reverberation_effect.ogg.

Kliknij tutaj, aby wysłuchać utwór muzyczny.



1

Akademia Muzyczna im. Feliksa Nowowiejskiego w Bydgoszczy
Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PlvuBZF1p>

Bibliografia

www.muzykotecaszkolna.pl

www.scholaris.pl

www.ninateka.pl

M. Kowalska, *ABC Historii Muzyki*, Musica Iagiellonica, Kraków 2001

M. Drobner, *Instrumentoznawstwo i akustyka*, PWM, Kraków 1985