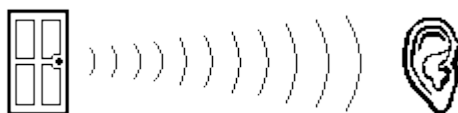
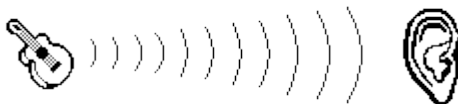


Няколко задачи по акустика

Кратък увод. Когато говорим за *звук*, имаме предвид *звукова вълна*. Звуковата вълна се характеризира с трептене на частиците на средата, в която тя се разпространява. Много често средата е въздух. Някакъв източник (напр. музикален инструмент, автомобил, човек или животно) предизвиква това трептене. Посредством въздушните частици, то се предава до ушите ни. Когато вратата скърца, тя предизвиква трептене и вие чувате звук:

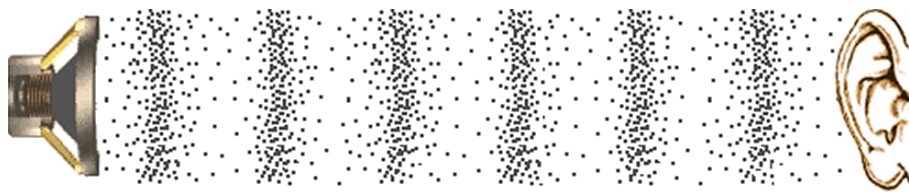


Ако дръпнете струната на китара, тя започва да вибрира и предава вибрациите на частиците на въздуха – отново чувате звук:

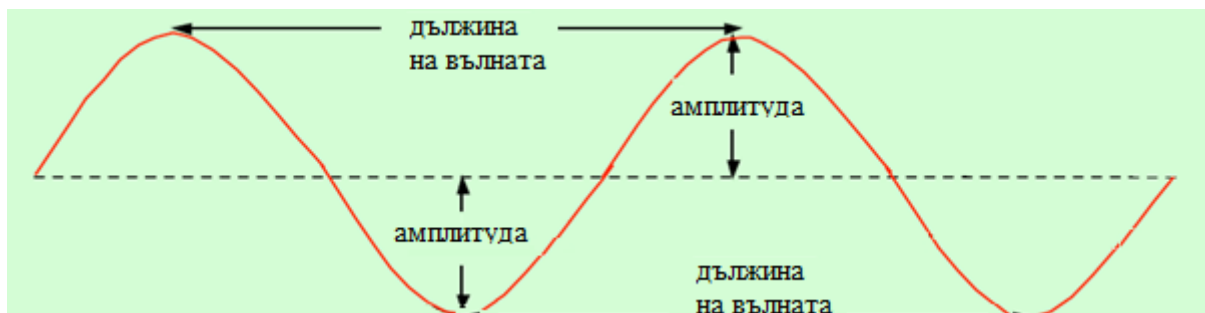


Какво прави звуците различни? За да отговорим на този въпрос, трябва да разгледаме някои графики.

Както вече знаете, звукът – това е вълна, която се разпространява в дадена среда. На места частиците са по-близо една до друга (налягането е по-високо), а на други са по-раздалечени (там налягането е по-ниско).



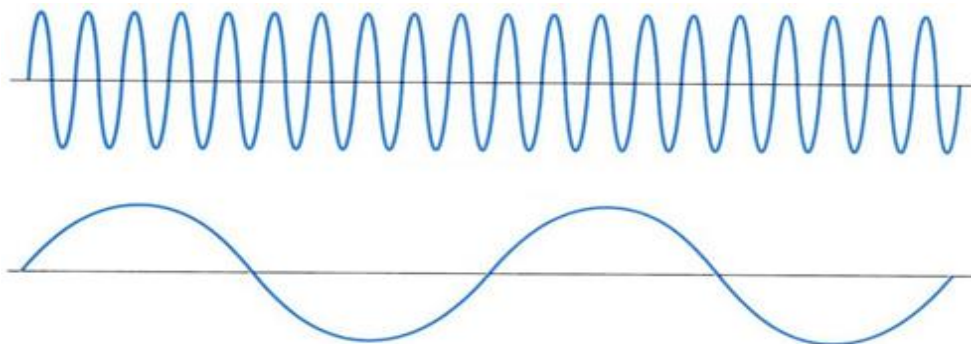
Разпространението може да се изобрази графично така:



Звуците, които чуваме, са с дължини на вълната от 1,7 cm до 17 m.

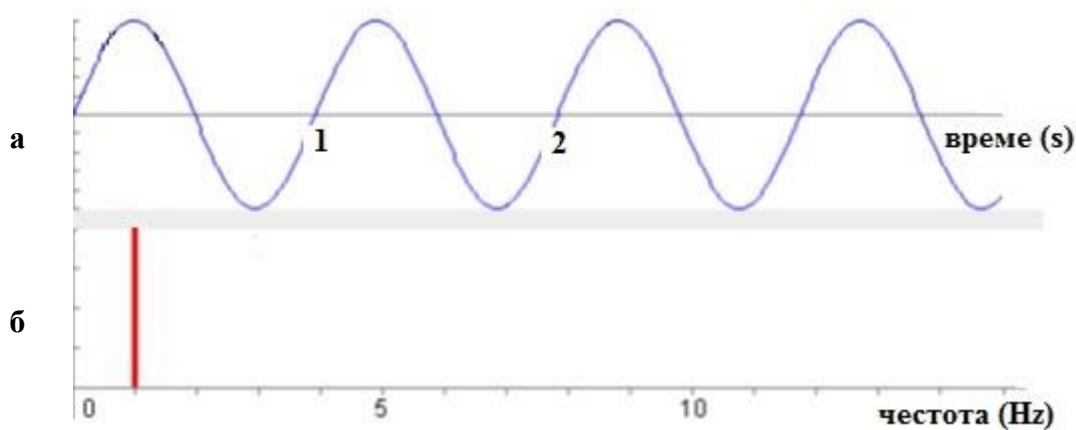
Друга важна величина, която характеризира *звука* е неговата *честота*. Тя показва броя трептения за 1 секунда – например колко пъти в секунда налягането върху тъпанчевата мембрана ще се промени. Единицата за честота се нарича Херц (Hz) – 1 Hz това е едно трептене за една секунда. Звуците, които хората чуват са с честоти от 20 Hz до 20000 Hz.

На фиг. 2.1 са показани графики на сигнал с малка дължина на вълната (висока честота) и на сигнал с по-голяма дължина на вълната (по-ниска честота).



фиг. 2.1

Звуковата вълна може да се изобрази с дължината на вълната (2.2 а) или с нейната честота (фиг. 2.2 б).



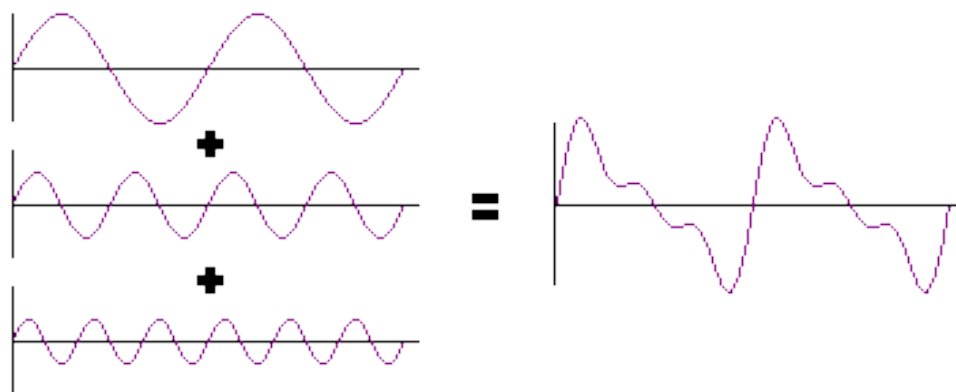
фиг. 2.2

Между дължината на вълната и честотата съществува следната връзка:

$$\lambda f = v,$$

където λ е дължината на вълната, f – честотата,
 v скоростта в дадена среда при определена температура

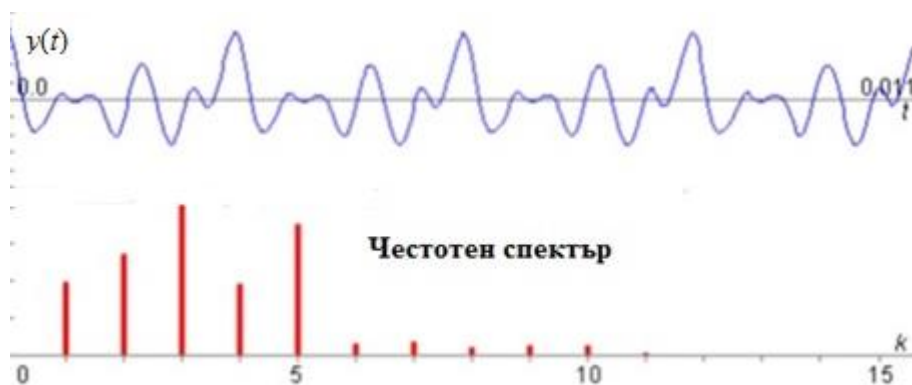
Повечето звуци представляват смес от няколко честоти (фиг. 2.3):



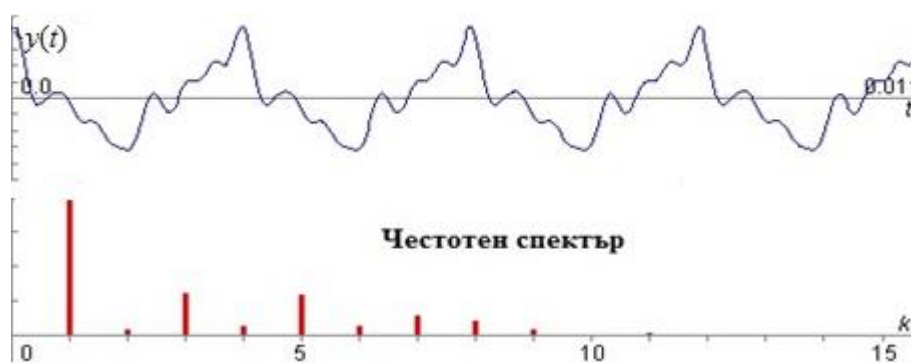
фиг. 2.3

Като пример – на фиг. 2.4 и 2.5 са показани графиките на звуци, издадени от музикалните инструменти обой и кларинет.

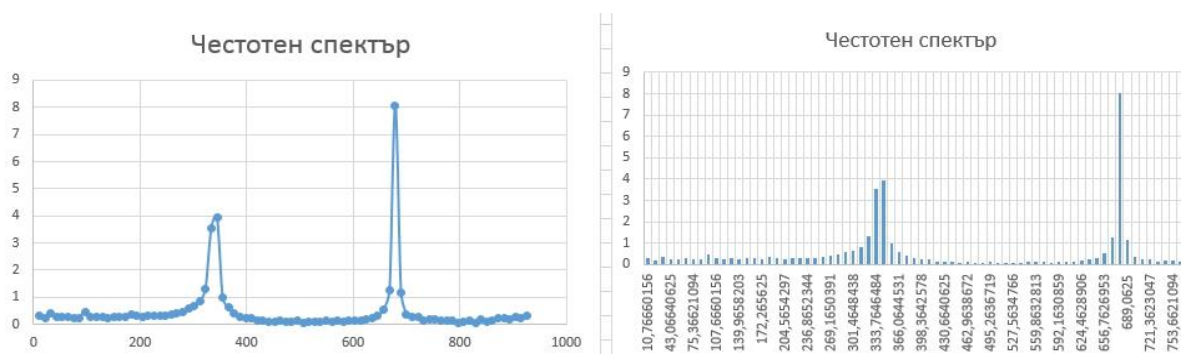
фиг. 2.4



фиг. 2.5



Честотният спектър може да бъде показан със стълбчета (като на фиг. 2.2, 2.4 и 2.5) или с линия – фиг. 2.6. Колкото е по-високо стълбчето, толкова по-силно се чува тази честота.



Фиг. 2.6

Задача 1: По време на лятна буря ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) на вашия смартфон включвате програми за анализ на звуци и хронометър. Виждате светкавица и засичате време 5 s, а анализаторът показва основни честоти 25 Hz и 48 Hz. На какво разстояние от вас е паднала мълнията и какви са дължините на вълната, отговарящи на основните честоти?

Скорост на звука в сух въздух					
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	0	10	20	30	40
Скорост (m/s)	331,3	337,3	343,3	349,0	354,7

Задача 2: Вие сте на рок-концерт. Концертът се предава и по телевизията. Намирате се на разстояние 40 m от сцената, а телевизионните микрофони са непосредствено до инструментите на групата. Барабанистът удря два барабана (честоти $f_1 = 88\text{ Hz}$ и $f_2 = 125\text{ Hz}$). Кой ще чуе по-напред звука: вие или телевизионен зрител (и в двата случая $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 343\text{ m/s}$). Какви са дължините на вълната, съответстващи на тези честоти?

Задача 3: С учебен уред (нарича се тръба на Квинке) може да измервате скорости на звука при различни температури. Използвате честота $f = 600\text{ Hz}$. Какви скорости ще получите при температура $t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и при температура $t_2 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Каква е дължината на вълната в двата случая?

Скорост на звука в сух въздух					
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	0	10	20	30	40
Скорост (m/s)	331,3	337,3	343,3	349,0	354,7

Задача 4: Катя свири на китара и има много мощна уредба. Това ви пречи да си подготвяте уроците. Китаристката знае, че тонът *ре-диез* е с честота $f = 311,13\text{ Hz}$, тонът *сол диез* от същата гама – с честота $f = 369,99\text{ Hz}$. Договаряте се, че ако тя не определи дължините на вълната на съответните тонове достатъчно точно, трябва да намали силата на звука. Какви са отговорите при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Какво ли ще каже съседката?

Скорост на звука в сух въздух					
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	0	10	20	30	40
Скорост (m/s)	331,3	337,3	343,3	349,0	354,7

поставите графиката с paste във всеки един друг файл – например в Paint или във Word.

Задача 5: Китове, делфини и други морски бозайници използват звуци за комуникация помежду си. Китът Джони издава звуци с честоти между 16 и 40 Hz, които други китове чуват на разстояние до 800 km, а делфинчето Джани издава звук с честота 120 Hz, които се чува на разстояние до 24 km. Скоростта на звука във вода при $t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ е $v = 1427\text{ m/s}$. Каква е дължината на вълната за звуците, с които тези животни общуват при посочената температура?