

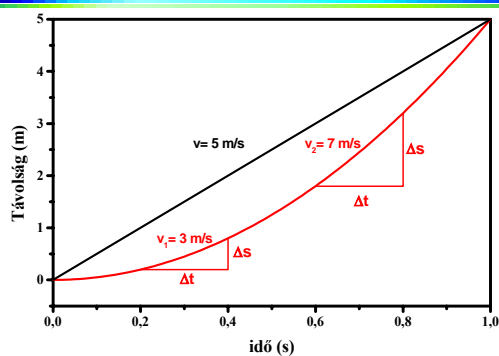
Bevezetés

Mozgás, sebesség, erő

Térbeli pozíció: referenciaponthoz képest, 3 dimenziós koordináta rendszerben.

Sebesség: térbeli pozíció közötti távolság / idő.

Mozgás, sebesség, erő



Mozgás, sebesség, erő

Térbeli pozíció: referenciaponthoz képest, 3 dimenziós koordináta rendszerben.

Sebesség: térbeli pozíció közötti távolság / idő.

Gyorsulás: egységnyi időre eső sebességváltozás, (okozhat lassulást is).

Erő: alakváltozást vagy sebességváltozást hoz létre.

$$F = m \times a$$

Súlyos és tehetetlen tömeg.

Nyomás

Mekkora felületen hat az erő:

$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

Folyadékokban (levegőben): Adott mélységben minden irányban egyenlő, mélységgel arányos.

Felhajtóerő: kiszorított folyadék súlyával egyenlő.

Légköri nyomás: 10^5 Pa

Időjárási frontokban lassú nyomásváltozás. Akusztikus jelenségekben gyors és kismértékű nyomásváltozás.

Munka, energia, teljesítmény

Munka: erő \times elmozdulás. $W = F \times d$.

Mechanikai energia: munkavégző képesség.

Kinetikus (mozgási) energia: $E_k = \frac{1}{2} m \times v^2$.

Potenciális (helyzeti) energia: $E_{pot} = m \times g \times h$.

Összenyomott rugó (potenciális energia): $E_{pot} = \frac{1}{2} K \times y^2$.

V térfogatú, $p_0 + p$ nyomású gáz: $E_{pot} = \frac{1}{2} \frac{V}{p_0} p^2$

Teljesítmény: megadja, hogy mennyi idő alatt végezzük el a munkát.

Rezgő rendszerek

Egyszerű harmonikus rezgés

Rugóra függesztett tömeg.

$$F = -K \times y$$

Amplitúdó: legnagyobb kitérés (pozitív, negatív).

A periódusidő független a rezgés amplitúdójától.

Kinetikus (mozgási) energia: $E_k = \frac{1}{2} m \times v^2$.

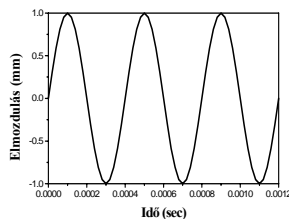
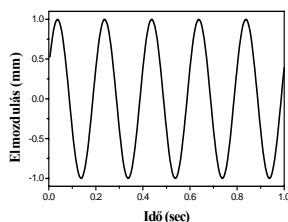
Potenciális energia: $E_{pot} = \frac{1}{2} K \times y^2$.

Egydimenziós rezgés

$$x = a \sin(2\pi f t + \alpha)$$

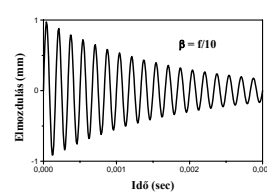
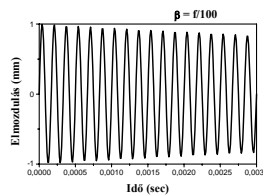
$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}$$



Csillapodó rezgés

$$x = a \sin(2\pi f t + \alpha) e^{-\beta t}$$



Példák rezgő rendszerekre

Inga kis kitérések esetén ($x \ll L$).

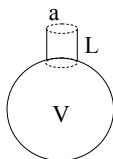
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

Helmholtz rezonátor:

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{VL}}$$

(Tömeg-rugó rendszer)

$$m = \rho a L \quad K = \frac{\rho a^2 c^2}{V}$$



Szabadsági fok

Tömeg-rugó rendszer: egy szabadsági fok \rightarrow egyetlen sajátmódus.

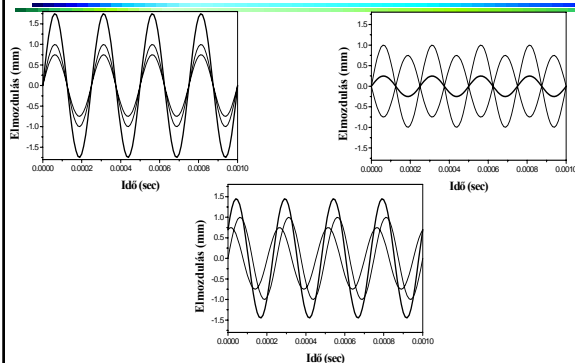
N szabadsági fok \rightarrow N sajátmódus.

A sajátmódusok egymástól függetlenek, bármely rezgési állapot felírható mint a sajátmódusok szuperpozíciója.

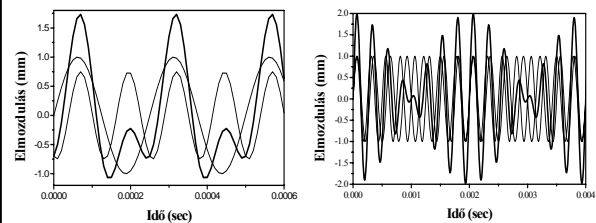
Spektrum: egy tetszőleges rezgés esetén a sajátmódusok súlyfaktora.

Spektrum analízis, Fourier analízis.

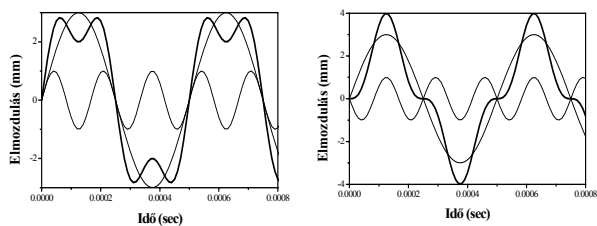
Rezgések összetevése, felbontása: egyenlő frekvenciájú rezgések



Rezgések összetevése, felbontása: Különböző frekvenciájú rezgések (1)



Rezgések összetevése, felbontása Különböző frekvenciájú rezgések (2)

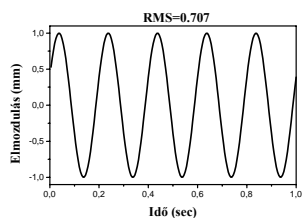


Effektív érték (RMS)

$$p_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt$$

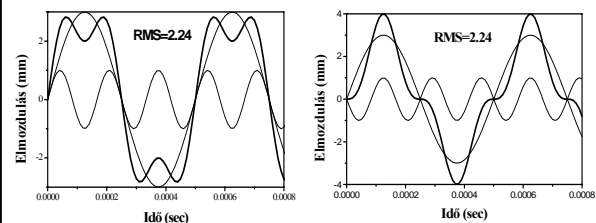
$$p_{\text{eff,eredő}}^2 = p_{\text{eff,1}}^2 + p_{\text{eff,2}}^2 + p_{\text{eff,2}}^2 + \dots$$

Effektív érték (2)

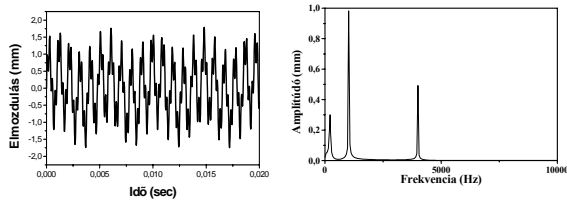


Egyfrekvenciás szinusz: $\text{RMS} = 0.707 \times \text{Amplitúdó}$

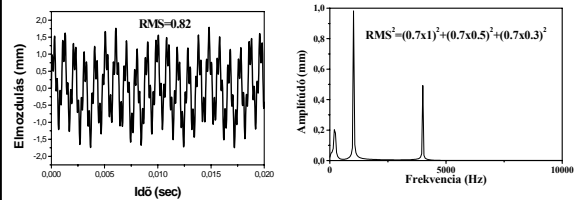
Effektív érték (3)



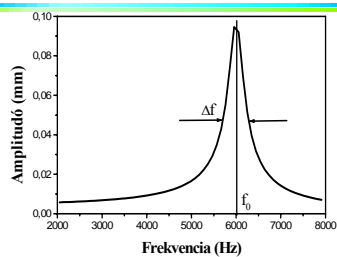
Spektrális felbontás, Fourier analízis



Effektív érték (4)

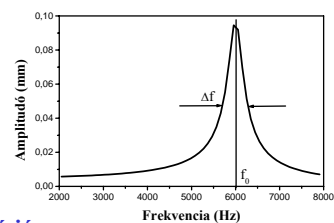


Kényszerrezgés, rezonancia (1)



Speciális spektrum: Válaszfüggvény!

Jósági tényező



Formális definíció:

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

Lényegi jelentés:

$$Q = 2\pi \frac{\text{Összes tárolt energia}}{\text{1 periódus alatt elvesztett energia}}$$

Hullám

Különböző fajta hullámok, hasonló tulajdonságok.

Energiát és információt szállít, de nincs anyag transzport (a közeg a hullám elhaladása után visszatér nyugalmi állapotába).

Nagyon eltérő terjedési sebesség.

Longitudinális vagy transzverzális hullámok.

Szuperpozíció.

Hullámterjedés

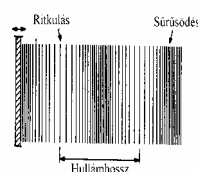
Hullámfront, terjedési irány

Makroszkopikus részecske

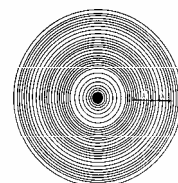
Pontforrás (gömbhullám), vonalforrás (hengerhullám)

Síkhullám

Gömbhullám



$$\lambda f = c$$



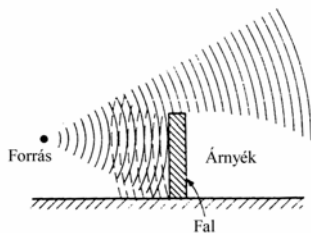
Hullámterjedés során fellépő jelenségek (1):

Visszaverődés
Elhajlás
Törés
Interferencia
Állóhullámok

Hullámterjedés során fellépő jelenségek (2): Visszaverődés, refrakció

Egydimenziós eset: egy sűrűsödési hullám egy nyitott csővégről ritkulási hullámként verődik vissza.
Imaginárius forrás a fal mögött.
Refrakció: elhajlás hangsebesség változás következtében.

Hullámterjedés során fellépő jelenségek (3): Diffrakció



Energiaviszonyok hullámterjedés során

Az energia és az energiasűrűség c sebességgel terjed.

Hullámforrás teljesítménye:
időegység alatt kibocsátott energia.

Intenzitás:

$$I = \frac{W}{S} = \frac{W}{4\pi r_0^2}$$

Hang (1)

Egyensúlyi nyomás és sűrűség körüli kis ingadozások.
Levegőben longitudinális.

Hangsebesség:

$$c^2 = \frac{\kappa p_0}{\rho_0}$$

Hőmérsékletfüggés:

$$c = 331.3 + 0.6 \times T(^{\circ}\text{C}) \quad (\text{m/s})$$

Hang (2)

Részecskesebesség (u)

Akusztikus impedancia:

$$Z = \frac{p}{u} = \rho c$$

Doppler effektus:

$$f = f_0 \frac{v + v_0}{v}$$

Irányított hangforrások