

Rezonancia

Rugalmasság, rezgések, rezonancia

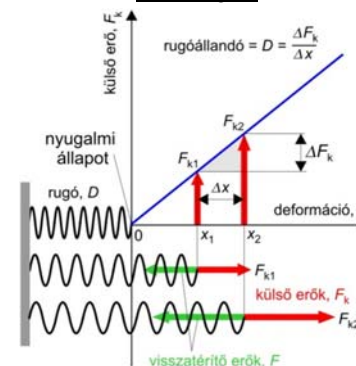
Rugalmas alakváltozás:

Rugalmasnak nevezünk egy szilárd testet akkor, ha a test alakját deformáló külső erők hatására a testben olyan erők lépnek fel, amelyek a test eredeti alakját vissza igyekeznek állítani.

Rugalmassági (Hooke)-törvény: $F = -Dx$

- F : testben ébredő visszatérítő erő (húzó, nyomó, hajlító stb.)
- x : deformáció
- D : rugóállandó

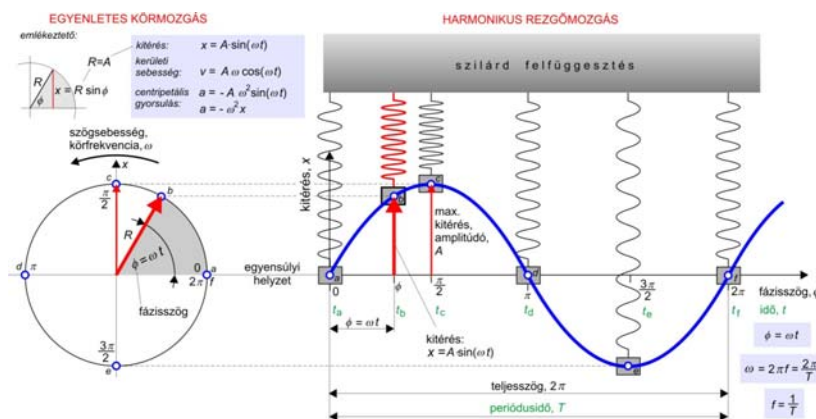
Rugóállandó származtatása az erő-deformáció-függvény meredekségéből



A rezgés, lengés, avagy oszcilláció ismétlődő mozgást, eltérést, kitérést jelent egy fizikai, kémiai vagy biokémiai változó egyensúlyi értéke körül.

Harmonikus rezgés: Egy pontszerű test harmonikus rezgőmozgást végez, ha a nyugalmi helyzetéből kimozdított pontra ható visszatérítő erő arányos a pont kitérésével és a nyugalmi helyzet felé mutat. Ilyenkor a változás szinuszos.

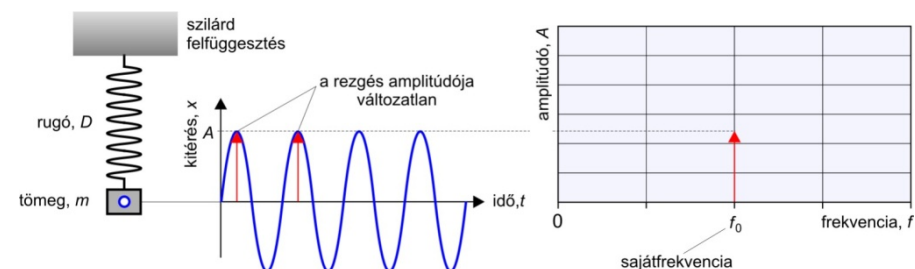
Harmonikus rezgőmozgás (pl. rugó-tömeg rezgőrendszer) származtatása az egyenletes körmozgásból



Csillapítatlan szabadrezgés

Amennyiben a példaként szereplő rugó-tömeg-rezgőrendszert súrlódásmentesnek tételezzük fel, akkor a nyugalmi helyzetéből $x = A$ mértékben kimozdított tömeg ún. csillapítatlan szabadrezgést végez változatlan amplitúdóval, végtelen ideig.

Rugó-tömeg-rezgőrendszer csillapítatlan szabadrezgése és spektruma



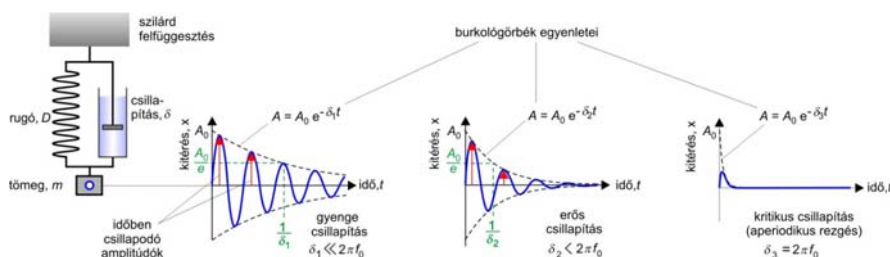
Csillapított szabadrezgés

A gyakorlatban a súrlódás mindig jelen van, ezért a rezgőrendszer energiája a rezgés során fokozatosan felemészthető (hővé alakul), a rezgés amplitúdója egyre csökken. Ha az energiavesztést egy, a rezgés pillanatnyi sebességével arányos közegellenállási erő okozza (viszkózus csillapítás), a rezgés csillapodását egy δ csillapítási tényezővel vesszük figyelembe. Ilyenkor a rezgés A amplitúdója exponenciális jellegű csökkenést mutat.

A csillapított szabadrezgés egyenlete: $A = A_0 \cdot e^{-\delta t} \sin(\omega t)$

Kritikus csillapítás: a periódusonkénti energiavesztés olyan nagy, hogy a rezgő pont, vagy test már nem lendül át az egyensúlyi helyzetén, ilyenkor a mozgás aperiodikusá válik.

Rugó-tömeg-csillapítás rezgőrendszer csillapodó szabadrezgései

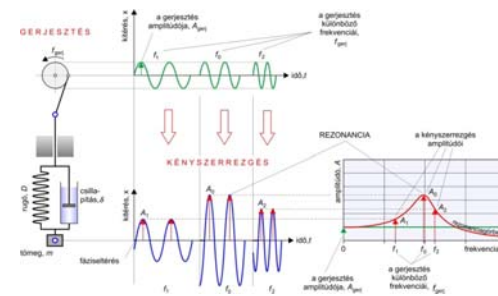


Csillapított kényszerrezgés

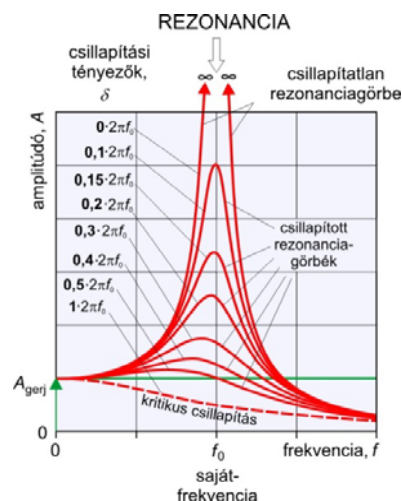
Amennyiben egy külső, adott frekvenciájú és amplitúdójú erő mintegy kényszeríti, gerjeszti a rezgőrendszert, ún. **kényszerrezgés** alakul ki.

A kényszerrezgés frekvenciája a rezgőrendszer sajátfrekvenciájától függetlenül egy bizonyos átmeneti idő elteltével azonos lesz a gerjesztő rezgés frekvenciájával. Mivel a kényszerrezgés energiája a csillapítás miatt hővé alakuló energiát folyamatosan pótolja, ezért a transziens idő elteltével a kényszerrezgés amplitúdója állandó lesz. A kényszerrezgés amplitúdója azonban erősen függ attól, hogy a gerjesztés frekvenciája milyen közel van a rezgőrendszer sajátfrekvenciájához. Ha a gerjesztés frekvenciája közelít a rezgőrendszer sajátfrekvenciájához, a kényszerrezgés amplitúdója a csillapítástól függően igen nagy lehet, ez a jelenség a **rezonancia**. Az amplitúdó-frekvencia-függvényt **rezonanciaigörbének**, maximumhelyét pedig **rezonanciafrekvenciának** nevezzük (ez megegyezik a sajátfrekvenciával).

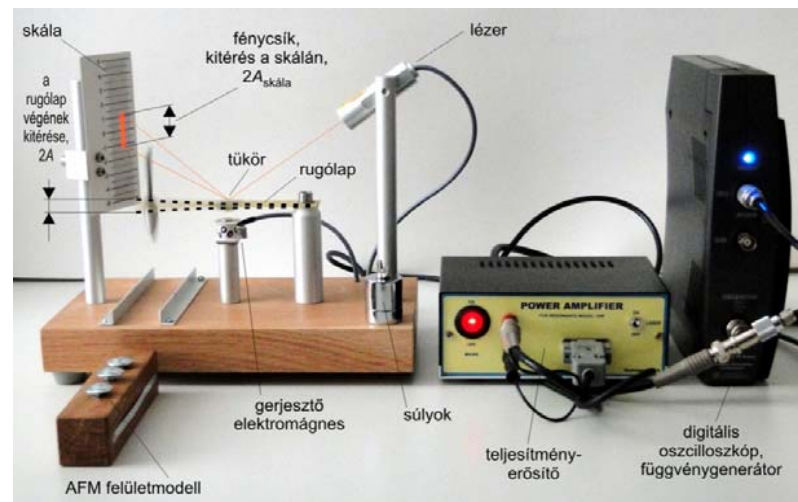
Rugó-tömeg-csillapítás rezgőrendszer csillapított kényszerrezgése



Csillapított kényszerrezgések rezonanciái különböző csillapítások esetén



A rezonancia-mérőberendezés összeállítása. A rugólap itt súlyok nélkül rezeg.



Csillapított kényszerrezgés amplitúdóváltozása külső, távolságfüggő erő hatására (AFM modell)

