

# Kísérleti fizika I.

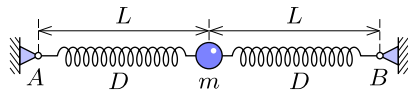
## 10. gyakorlat

### Rezgések II.

*Szükséges előismeretek:* anharmonikus rezgés, merőleges rezgések, csatolt rezgések, normálmódusok és sajátfrekvenciák; csillapított és kényszerrezgések, rezonancia;

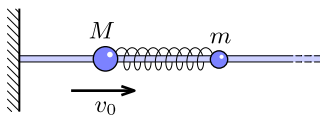
#### Feladatok órai munkára

**F1.** Egy  $m$  tömegű test vízszintes síkban súrlódásmentesen mozoghat. A testet két egyforma,  $D$  rugóállandójú rugóval az ábrán látható  $A$  és  $B$  pontokhoz kapcsoljuk. Ekkor a rugók hossza  $L$ , ami sokkal nagyobb, mint a rugók nyújtatlan hossza.



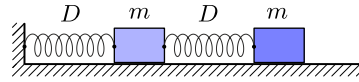
- Mekkora erő hat a testre, ha az  $AB$  szakaszra merőlegesen  $x$  távolsággal kitérítjük? Hogyan közelíthető ez az erő kis kitérések esetén? Mekkora a rezgésidő ebben az esetben?
- Most a rugók nyújtatlan hossza  $L$ , tehát az ábrán látható helyzetben nyújtatlanok. Mekkora erő hat a testre, ha az  $AB$  szakaszra merőlegesen  $x$  távolsággal kitérítjük? Hogyan közelíthető ez az erő kis kitérések esetén?
- A  $b)$  esetben mekkora a rezgésidő 2 cm-es amplitúdó esetén, ha 1 cm-es amplitúdónál a rezgés periódusideje 2 s, és  $AB \gg 1$  cm?

**F2.** Egy egyenes, hosszú, vízszintes rúdra  $m$  és  $M = 2m$  tömegű gyöngyök vannak felfűzve. A gyöngyöket  $D$  rugóállandójú húzó-nyomó rugó köti össze. A kezdetben álló rendszert az  $M$  tömegű gyöngynek adott  $v_0$  kezdeti sebességgel elindítjuk. Írjuk le a mozgást!



**F3.** Egy pontszerű részecskére az  $\mathbf{F} = -\alpha m \mathbf{r}$  erő-törvénnyel megadható erőter hat, ahol  $\alpha$  pozitív állandó,  $m$  a részecske tömege,  $\mathbf{r}$  pedig a részecske helyvektora. Adjuk meg a részecske pályáját, ha a kezdeti időpillanatban a részecske helyvektora  $\mathbf{r} = r_0 \mathbf{i}$ , sebességvektora  $\mathbf{v} = v_0 \mathbf{j}$ , ahol  $\mathbf{i}$  és  $\mathbf{j}$  rendre az  $x$  és  $y$  irányú egységvektorokat jelölik.

**F4.** Az ábrán látható rendszerben a súrlódás és a közegellenállás elhanyagolható. Határozzuk meg a rendszer sajátrezgéseit és sajátmódusait!

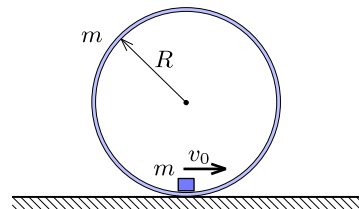


**F5.** Egy magas épület legalsó szintjén álló lift mennyezetéhez  $D$  rugóállandójú van erősítve, rajta egy  $m$  tömegű test függ. Egyszer csak a lift felfelé elindul állandó  $a$  gyorsulással, majd  $\tau$  idő múlva gyorsulása ismét nullára változik, ezután a lift állandó sebességgel halad tovább. Mekkora amplitúdóval rezeg ekkor a test? (A csillapítást hanyagoljuk el.)

**F6.** Egy homogén tömegeloszlású, vékony,  $R$  sugarú korongot kerületének egyik pontjánál fogva felfüggesztettünk. Ezen felfüggesztési pont körül kis szögű rezgést végez (mint egy fizikai inga). A felfüggesztésnél lévő kicsiny súrlódás miatt a rezgés csillapodik. Mekkora a rezgés frekvenciája, ha a logaritmikus dekrementum értéke  $\Lambda$ ?

**F7.** Egy kis méretű,  $m$  tömegű, gömb alakú testet egy vékony, elhanyagolható tömegű rúd végére rögzítettük. A rúd másik végét az  $y = y_0 \cos(\omega t)$  függvény szerint mozgatni kezdjük. A testre a sebességével arányos közegellenállási erő hat:  $\mathbf{F}_{\text{köz.}} = -k\mathbf{v}$ . Határozzuk meg a mozgatáshoz szükséges erőt az idő függvényében!

**F8\*.** Vízszintes asztalapon álló  $m$  tömegű,  $R$  sugarú, vékony, keskeny abroncs alján ugyancsak  $m$  tömegű test nyugszik. A kis testet az abroncs síkjába eső vízszintes, kicsiny  $v_0$  kezdősebességgel elindítjuk. Hogyan mozog a továbbiakban az abroncs középpontja? (A súrlódás mindenütt elhanyagolható.)



#### „kisZH” Házi feladatok

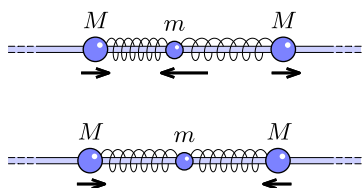
**H1.** Egy  $D$  rugóállandójú rugóra függesztett,  $m$  tömegű test kezdetben nyugalomban van. A testet a  $t = 0$  időpillanatban függőlegesen lefelé irányuló,  $mv_0$  nagyságú, pillanatszerű erőlkésekkel lökdösní kezdjük (pillanatszerűen kap ekkora lendületet), melyek  $\tau$  időközönként követik egymást. Ábrázoljuk a test egyensúlyi helyzetétől mért kitérését az idő függvényében, ha

a)  $\tau = \pi/\omega_0$ ;

b)  $\tau = \pi/(2\omega_0)$ , ahol  $\omega_0 = \sqrt{D/m}$ !

**H2.** Egy kényszerrezgést végző test amplitúdója ugyanakkora  $\omega_1 = 400 \text{ s}^{-1}$  és  $\omega_2 = 600 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciájú gerjesztőerő esetén (az erő amplitúdója a két esetben megegyezik). Mekkora a rezonanciafrekvencia? (Lásd az előadáson készült jegyzetet.)

**H3.** Modellezzük a CO<sub>2</sub>-molekulát három golyóval, melyeket egyforma,  $D$  rugóállandójú rugók kötnék össze. A golyók súrlódásmentesen mozoghatnak egy vízszintes rúdon, valamint  $M = 3/4m$ . Ez a rendszer az ábrán látható módokon rezeghet. (Vegyük észre, hogy a tömegközéppont mindkét esetben egyhelyben marad)

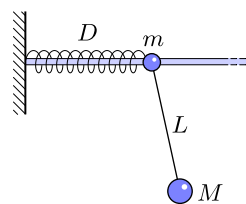


Határozzuk meg mindkét esetben a rezgési frekvenciákat!

**nagyZH pluszpontért beadható házi feladat**

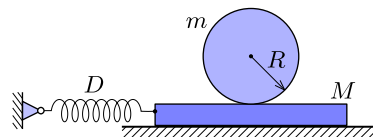
**B1.** Egy  $m$  tömegű, kicsiny gyöngyöt súrlódásmentes, vízszintes rúdra fűztünk fel, majd egy  $D$  rugóállandójú rugóval a függőleges falhoz erősítettük.

Ehhez a testhez egy  $L$  hosszúságú fonál segítségével egy másik pontszerű,  $M = 2m$  tömegű gyöngyöt rögzítettünk. Határozzuk meg a rendszer kis rezgéseinek sajátfrekvenciáit és normálmódusait!



**További feladatok gyakorlásra**

**Gy1.** Egy  $M$  tömegű deszka súrlódásmentesen mozoghat vízszintes síkon, rajta pedig egy  $m$  tömegű,  $R$  sugarú henger tud gördülni csúszásmentesen. A deszka  $D$  rugóállandójú rugóval függőleges falhoz kapcsolódik. Határozzuk meg a rendszer kis rezgéseinek sajátfrekvenciáit!



**Gy2.** Egy  $m = 10 \text{ kg}$  tömegű, pontszerű test egy egyenes mentén csillapított harmonikus rezgőmozgást végez. A környező közeg ellenállása a test sebességével arányos. Határozzuk meg a  $T$  rezgésidőt, ha az amplitúdó három teljes lengés után tizedére csökken! (A rugóállandó  $D = 20 \text{ N/m}$ .)