Kísérleti fizika I.

9. gyakorlat

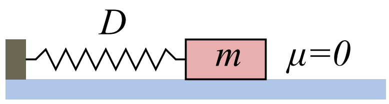
Rezgések I.

Szükséges előismeretek: a harmonikus rezgőmozgás kinematikája és dinamikája, energetikai viszonyok;

Feladatok órai munkára

F1. Vízszintes, csúszós ($\mu = 0$) asztallapon egy $m = 4{,}0$ kg tömegű, pontszerűnek tekinthető test nyugszik. A testet egy $D = 100$ N/m rugóállandójú rugóval a falhoz kötöttük, a test az x tengely mentén mozoghat, ahol az $x = 0$ pontot rugó nyújtatlan hosszánál jelöltük ki. A testet kitérítettük egyensúlyi helyzetéből, kitérés-idő függvényét az alábbi alakban keressük:

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$$



a) Mekkora az ω körfrekvencia?

b) Határozzuk meg az A és φ konstansokat, ha a $t = 0$ időpontban

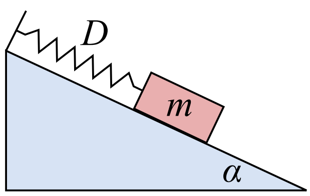
- $x(0) = 10$ cm, és $v(0) = 0{,}0$ m/s;
- $x(0) = 0$ cm, és $v(0) = 0{,}5$ m/s;
- $x(0) = 10$ cm, és $v(0) = 0{,}5$ m/s;
- $x(0) = 10$ cm, és $v(0) = -0{,}5$ m/s!

F2. Oldjuk meg ismét az **F1.** feladatot, de most keressük a kitérés-idő függvényt az

$$x(t) = A_1\sin(\omega t) + A_2\cos(\omega t)$$

alakban!

F3. Tekintsük az *ábrán* látható elrendezést, ahol egy csúszós ($\mu = 0$), $\alpha = 30°$ hajlásszögű lejtőre helyezett $m = 2$ kg tömegű testet $D = 100$ N/m rugóállandójú rugóval kötöttünk a lejtő tetejéhez. A test x elmozdulását mérjük a rugó nyújtatlan helyzetétől. A testet a $t = 0$ időpillanatban úgy helyeztük el, hogy a rugó összenyomódása 5,0 cm és a test nyugalomban van. Ezután elengedtük a testet.



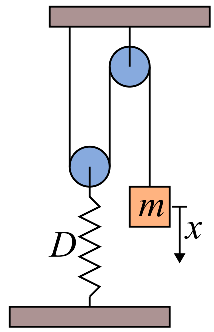
a) Határozzuk meg a test mozgásegyenletét!

b) Mutassuk meg, hogy az x koordinátát megfelelően eltolva (azaz az egyensúlyi helyzettől mérve) a mozgásegyenlet egyszerű harmonikus oszcillátort ír már le!

c) Mik az „új”, eltolt koordinátákban a kezdeti feltételek?

d) Adjuk meg a test kitérés-idő függvényét az „új” és az eredeti koordinátákkal is!

F4. Tekintsük az *ábrán* látható elrendezést, ismert a test m tömege és a rugó D rugóállandója. A csigák tömege elhanyagolható.

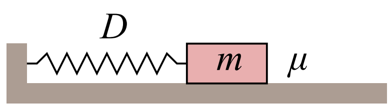


a) Írjuk fel a test mozgásegyenletét!

b) Mekkora a test x_0 elmozdulása az egyensúlyi helyzetben? Mekkora ekkor a rugó megnyúlása?

c) Mekkora körfrekvenciájú rezgéseket végez a test?

F5. Tekintsük ismét az **F1.** feladat elrendezését ($m = 4$ kg, $D = 100$ N/m), azonban az asztal és a test között most legyen véges $\mu = \mu_0 = 0{,}1$ csúszási és tapadási súrlódási együttható. A testet kezdetben $x_0 = 40$ cm-rel kitérítettük majd elengedtük. A célunk a test mozgásának, majd végső helyzetének megadása.

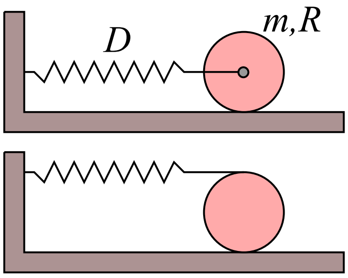


a) Mutassuk meg, hogy a súrlódási erő különböző módon tolja el az „egyensúlyi” helyzetet, amikor a test balra illetve jobbra megy! Hol vannak ezek a egyensúlyi helyzetek?

b) Adjuk meg az egyes „félperiódusok” amplitúdóit!

c) Hol áll meg végül a test?

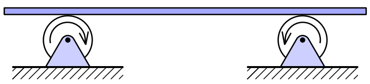
F6. Van egy m tömegű R sugarú hengerünk ($\Theta = \frac{1}{2}mR^2$) és egy D rugóállandójú rugónk. A hengert vízszintes asztalra helyeztük, melyen tisztán gördül a feladatban.



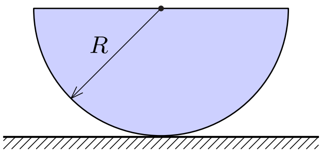
a) Határozzuk meg a rendszer rezgési frekvenciáját, ha a rugót a henger jól csapágyazott tengelyéhez kötöttük!

b) Határozzuk meg a rendszer rezgési frekvenciáját, ha a rugót egy olyan madzaghoz kötöttük, ami fel van csévélve a hengerre!

F7.* Egy homogén tömegeloszlású deszkát két egyforma, azonos magasságban lévő, ellentétes irányba sebesen forgó hengerre helyezünk az *ábrán* látható módon. A hengerek tengelyei $L = 20$ cm távolságra helyezkednek el, a csúszási súrlódási együttható a hengerek és a deszka között $\mu = 0{,}18$. Mutassuk meg, hogy ha a rudat egyensúlyi helyzetéből kicsit oldalirányban kitérítjük, akkor harmonikus rezgőmozgásba kezd! Mekkora a mozgás periódusideje?

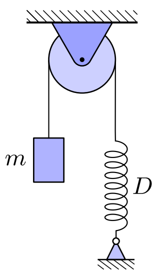


F8.* Az asztalon egy szinte tökéletes R sugarú félgömb alakú, félbevágott narancs nyugszik. Határozzuk meg a (homogénnek tekintett) narancs egyensúlyi helyzete körüli kis rezgéseinek körfrekvenciáját! (A tapadási súrlódási tényező elegendően nagy ahhoz, hogy a narancs ne csússzon meg, a félgömb súlypontja a sugár 3/8-ad részénél van.)



„kisZH" Házi feladatok

H1. Tekintsük az *ábrán* látható rendszert, melyben $m = 1{,}0$ kg, a csiga tengelyére vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka $\Theta = 0{,}010$ kg m^2, sugara $R = 10$ cm, a rugóállandó pedig $D = 200$ N/m. A kötél nem csúszik meg a csigán.

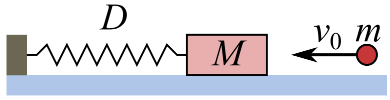


a) Mekkora a rugó megnyúlása az egyensúlyi helyzetben?

b) Írjuk fel a rendszer mozgásegyenleteit úgy, hogy a kitérést az egyensúlyi helyzettől mérjük!

c) Mekkora a rendszer szabad rezgésének frekvenciája?

H2. Egy $M = 3{,}0$ kg tömegű testet $D = 100$ N/m rugóállandójú rugóhoz kötöttünk, a rugót a falhoz kötöttük, a testet pedig vízszintes, csúszós asztalra helyeztük (a rugó is vízszintes). A testnek a rugóval párhuzamos irányban nekilövünk egy $m = 1{,}0$ kg tömegű, ragadós gyurmalabdát $v_0 = 2{,}0$ m/s sebességgel, ami rugalmatlan ütközés után hozzáragad a testhez.



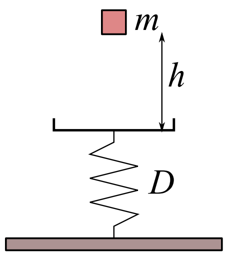
a) Mekkora lesz a (gyurmával megnövelt) test kezdősebessége az ütközés után?

b) Mekkora a rezgő rendszer körfrekvenciája?

c) Mekkora a rugó maximális benyomódása?

d) Adjuk meg a (gyurmával megnövelt) test $x(t)$ kitérés-idő függvényét!

H3. Egy függőleges, $D = 100$ N/m rugóállandójú rugó tetejére könnyű tálcát rögzítettünk. A tálcára $h = 2{,}0$ m magasságból ráejtünk egy $m = 1{,}0$ kg tömegű testet, amely az érintkezés után egészen addig a tálcán marad, míg a rugó ismét nyújtatlan nem lesz, utána felemelkedik, mi pedig ügyesen elkapjuk.



a) Mennyivel tolódik el a rendszer egyensúlyi helyzete, amikor a test a tálcán van?

b) Ha a tálca elmozdulását az „új", eltolt egyensúlyi helyzethez képest mérjük, adjuk meg a rendszer $x(0)$ kitérését és $v(0)$ kezdősebességét akkor, amikor a testtel éppen érintkezésbe lép!

c) Adjuk meg a rendszer kitérés-idő függvényét!

d) Melyik időpontban válik el a test a tálcától?

nagyZH pluszpontért beadható házi feladat

B1. Egy R sugarú, könnyű, vékony falú gömböt vízzel töltünk meg, majd a gömböt egy vékony, súlytalan rúdhoz erősítve fellógatjuk. A gömb középpontja és a felfüggesztési pont közötti távolság $4R$. Hányszorosára változik ennek az ingának a lengésideje, ha a víz a gömbben megfagy? A víz viszkozitásától eltekinthetünk, valamint a fagyás során bekövetkező térfogatváltozást is elhanyagolhatjuk. Az inga szögkitérése kicsiny.