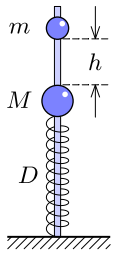
Kísérleti fizika I., 2018 őszi félév

10. gyakorlat

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

Feladatok órai munkára

F1. Függőleges rúd alsó végéhez egy D rugóállandójú rugót erősítettünk, melynek másik vége a rúdra felfűzött M tömegű gyöngyhöz van rögzítve (lásd az *ábrát*). Erre a gyöngyre h magasságból ráejtünk egy m tömegű kis gyöngyöt, amely rugalmatlanul ütközik vele. Mekkora amplitúdójú rezgést végeznek a gyöngyök az ütközés után? Mekkora a rezgésben tárolt energia?

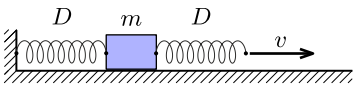


F2. Egy $m = 0{,}50$ kg tömegű test vízszintes, $\mu = 0{,}10$ súrlódási együtthatóval jellemezhető felületen nyugszik. A test egy kezdetben nyújtatlan, $D = 2{,}45$ N/cm rugóállandójú rugóval függőleges falhoz van rögzítve. A testet eredeti egyensúlyi helyzetéből a rugóval párhuzamos irányban $x_0 = 3{,}0$ cm-rel kimozdítjuk, majd elengedjük.

a) Mekkora periódusidővel rezeg a test?

b) Összesen hány periódusnyit mozog a test?

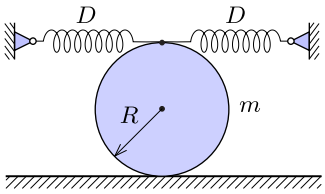
F3. Egy m tömegű test nyugszik súrlódásmentes asztallapon, amelynek két oldalához egyforma, D rugóállandójú rugók csatlakoznak. A bal oldali rugó bal végét egy falhoz erősítettük, a másik rugó jobb oldali végét pedig a $t = 0$ időpillanatban v állandó sebességgel húzni kezdjük az *ábrán* látható módon.



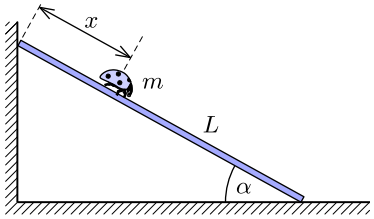
a) Az indítást követően mikor lesz először a test sebessége v?

b) Az eredeti helyzetétől mekkora távolságra lesz a test az *a*) esetben?

F4. Egy tömör, m tömegű henger a palástjához rögzített D rugóállandójú rugók hatására kis rezgéseket végez egyensúlyi helyzete körül (lásd az *ábrát*). Határozzuk meg a rezgés körfrekvenciáját, ha a henger nem csúszik meg az asztalon!



F5. Egy elhanyagolható tömegű, L hosszúságú szalmaszál támaszkodik egy szoba szélének függőleges falához és vízszintes padlójához. A fal és a padló is csúszós ($\mu \approx 0$), a szalmaszál vízszintessel bezárt szöge α. Egy m tömegű katicabogár szeretne a szalmaszál felső végétől az alsó végéhez eljutni.



a) Hogyan változtassa a bogár a gyorsulását az *ábrán* látható x távolság függvényében ahhoz, hogy elérjen a szalmaszál alsó végpontjáig anélkül, hogy a szalmaszál megmozdulna?

b) Mennyi időbe telik mindez, ha a katica nyugalomból indul?

Házi feladatok

H1. Egy L hosszúságú fonál végeit azonos magasságban, egymástól D távolságra rögzítjük. A fonálon egy apró gyöngyöcske csúszhat súrlódásmentesen. Mekkora a gyöngy egyensúlyi helyzete körüli kis rezgéseinek periódusideje, ha

a) a kitérés a fonál síkjára merőleges;

b) a kitérés a fonál síkjában van?

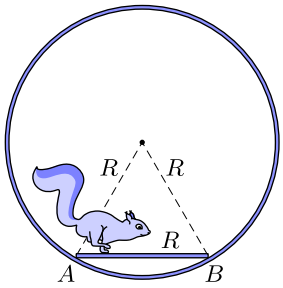
H2. A titánfaló kis zöld emberkék egyik űrhajója rátalált egy tökéletesen gömb alakú, homogén, titán anyagú, légkör nélküli kisbolygóra. A bányászat előkészítésére egy egyenes, keskeny alagutat fúrtak, és abba síneket fektettek. Az alagút mindkét vége a felszínen volt, és hossza a kisbolygó sugarával egyezett meg. Sajnos az egyik csille, jóllehet befékezték, az alagút egyik végénél belecsúszott az aknába. Eleinte gyorsult, utána fokozatosan lelassult és visszafordult, majd éppen az alagút közepén megállt. A fordulópontnál hajszál híján elütötte az ott álló bányamestert. Az esettel kapcsolatban a Kozmikus Baleseteket Kivizsgáló Intézet (KOBALKIVI) a következő kérdésekre várja a *számszerű* választ a szakértőktől (vagyis a fizikushallgatóktól):

a) Az alagút teljes hosszának hányadrészénél állt a bányamester?

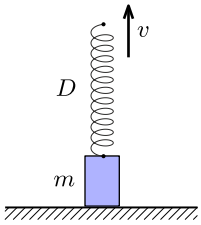
b) Mekkora lehetett a csille kerekei és a sínek közötti csúszási súrlódási együttható?

c) Mennyi ideig mozgott a csille?

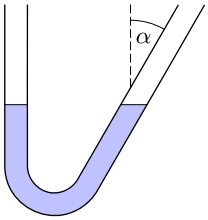
H3. Egy rögzített tengely körül könnyen forgó R sugarú mókuskerékbe R hosszúságú létrát szereltünk. Egy olyan pillanatban, amikor a kerék éppen nyugalomban van és a létra vízszintes, a mókus elindul az A pontból, és úgy fut át a létrán a B pontba, hogy közben a kerék mozdulatlan marad. Hogyan kell a mókusnak mozognia? Mennyi idő alatt fut át a létrán, ha $R = 0{,}5$ méter?



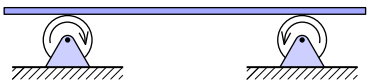
H4. Az asztalon nyugvó m tömegű testhez D rugóállandójú rugót erősítettünk. A rugó felső végét a $t = 0$ időpillanatban állandó v sebességgel húzni kezdjük az *ábrán* látható módon. Mikor lesz a test sebessége maximális, és mekkora ez a maximális sebesség?



H5. Az *ábrán* látható U alakú cső egyik szára függőleges, a másik pedig a függőlegessel $\alpha = 30°$-os szöget zár be, a cső keresztmetszete $A = 0{,}50\ \mathrm{cm}^2$. A csőbe $m = 200$ g tömegű higanyt öntünk. Mekkora a higanyoszlop kis rezgéseinek periódusideje? (A higany sűrűsége $\varrho = 13600\ \mathrm{kg/m^3}$, viszkozitása pedig elhanyagolható.)

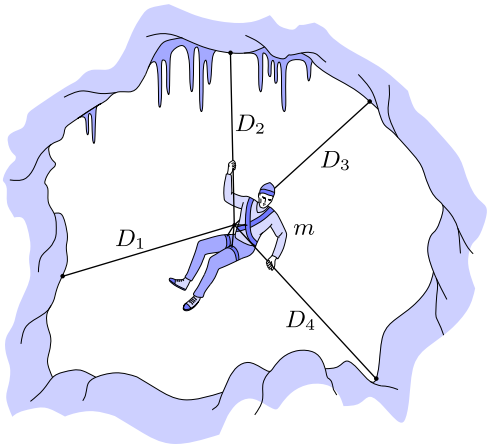


H6. Egy homogén tömegeloszlású deszkát két egyforma, azonos magasságban lévő, ellentétes irányba sebesen forgó hengerre helyezünk az *ábrán* látható módon. A hengerek tengelyei $L = 20$ cm távolságra helyezkednek el, a csúszási súrlódási együttható a hengerek és a deszka között $\mu = 0{,}18$. Mutassuk meg, hogy ha a rudat egyensúlyi helyzetéből kicsit oldalirányban kitérítjük, akkor harmonikus rezgőmozgásba kezd! Mekkora a mozgás periódusideje?

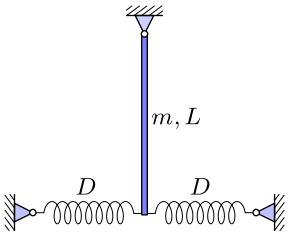


H7. Egy cirkuszi artistából lett sziklamászó ideális pihenőhelynek látszó barlanghoz érkezik. Úgy dönt, hogy egy-egy különlegesen nyúlékony gumikötéllel a sziklafalba erősített négy kampóhoz kapcsolja magát, és így tölti az éjszakát. A gumikötelek eredeti hossza a megnyúlt hosszhoz képest elhanyagolható, rugalmas viselkedésük a $D_1 = 150$ N/m, $D_2 = 250$ N/m, $D_3 = 300$ N/m és $D_4 = 400$ N/m rugóállandókkal jellemezhető. A sziklamászó tömege $m = 70$ kg.

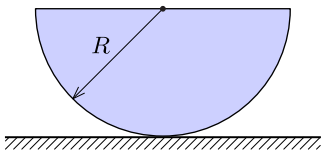
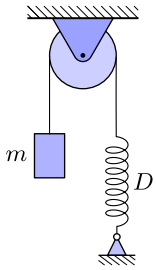
Mekkora a sziklamászó egyensúlyi helyzet körüli kis rezgéseinek periódusideje, és függ-e a kitérés irányától?



H8. Egy homogén, m tömegű, L hosszúságú, felső végénél tengelyezett rúd alsó végéhez az *ábrán* látható módon két egyforma, D rugóállandójú rugó csatlakozik. Határozzuk meg a rúd kis rezgéseinek frekvenciáját!



H9. 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.)



H10. Határozzuk meg a *ábrán* látható elrendezésben az m tömegű test kis rezgéseinek körfrekvenciáját! A csiga sugara R, tehetetlenségi nyomatéka a forgástengelyére nézve Θ, a rugóállandó D. Feltehetjük, hogy a fonál nem csúszik meg a csigán.