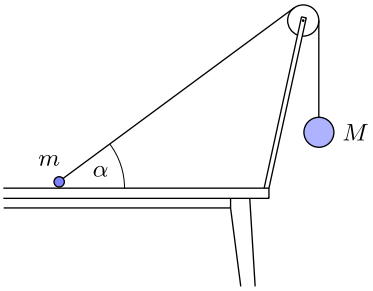
Kísérleti fizika I., 2018 őszi félév

4. gyakorlat

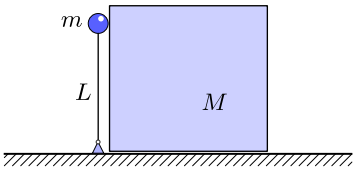
Szükséges előismeretek: Newton-törvények, körmozgás dinamikája, súrlódás, közegellenállás, lejtőn való mozgás, kényszerfeltételek, egyszerű differenciálegyenletek;

Feladatok órai munkára

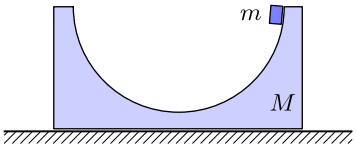
F1. Az *ábrán* látható összeállításban a csiga tehetetlensége és a súrlódás elhanyagolható. A rendszert nyugalmi helyzetből indítjuk. Határozzuk meg, hogy milyen α szögek esetén emelkedik fel az m tömegű test a vízszintes asztalról közvetlenül az elindítás után! Vizsgáljuk meg az $M \gg m$ esetet is!



F2. Egy könnyű, L hosszúságú rúd egyik végét csuklóval a vízszintes talajhoz kötjük, másik végéhez pedig egy kicsiny, m tömegű golyót rögzítünk. Kezdetben a rúd függőleges, és a golyó egy M tömegű téglatesttel érintkezve nyugalomban van. A rendszert magára hagyjuk, és abban a pillanatban, amikor a rúd $\alpha = \pi/6$ szöget zár be a vízszintessel, a téglatest elválik a golyótól. Határozzuk meg az M/m tömegarányt és téglatest u sebességét az elválás pillanatában!

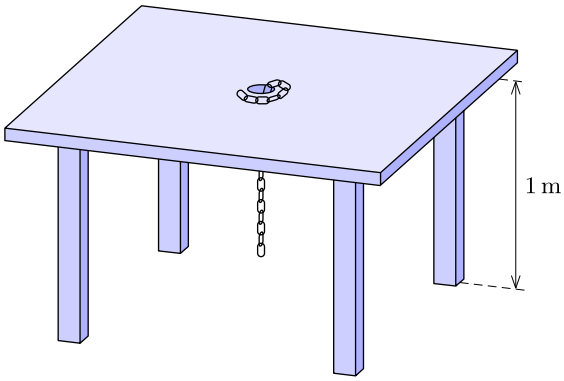


F3. Egy M tömegű, félgömb alakú vájattal rendelkező hasáb a vízszintes asztallapon szabadon elmozdulhat. A vájat peremén egy apró, m tömegű testet helyezünk el, majd elengedjük azt. Mekkora erővel nyomja a hasáb a kis testet, amikor az pályájának legalsó pontján áthalad? A súrlódás mindenhol elhanyagolható.

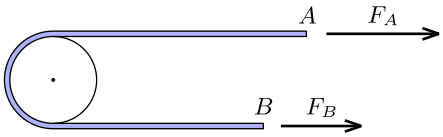


F4. Egy 1 méter magas asztal lapjának közepén lyuk van. A lyuk közvetlen környezetében az asztallapon lazán elhelyeztünk egy 1 méter hosszú, vékony láncot. Ennek egyik végét a lyukon keresztül kicsit meghúzzuk, majd elengedjük. A lánc egyre növekvő sebességgel szalad le a lyukon át. (Feltételezhetjük, hogy a lánc nem gubancolódik össze. A súrlódás és a légellenállás elhanyagolható.)

Mennyi idő alatt ér a lánc alsó vége a földre?



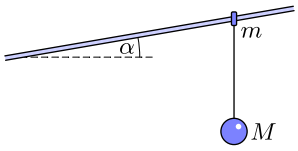
F5. Egy rögzített henger kerületének felére az *ábrán* látható módon könnyű, nyújthatatlan fonalat feszítünk ki.



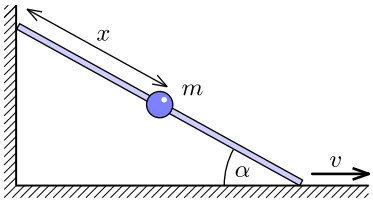
A fonál (a súrlódás következtében) akkor tapad a hengerre, ha a végpontjaiban ható erők nagysága között teljesül az $\frac{1}{2}F_A \leq F_B \leq 2F_A$ egyenlőtlenség. Határozzuk meg a fenti összefüggés segítségével a fonál és a henger közötti súrlódási együtthatót!

Házi feladatok

H1. Egy csúszós rudat a vízszinteshez képest α szöget bezáró helyzetben tartunk. Erre a rúdra egy kicsiny, m tömegű gyűrű van felfűzve. A gyűrűhöz egy hosszú fonállal egy M tömegű, kis golyót csatlakoztatunk. Kezdetben a gyűrűt mozdulatlanul tartjuk, és a fonál függőleges. Egyszer csak a gyűrűt elengedjük. Mekkora a golyó gyorsulása az elengedést követő pillanatban?



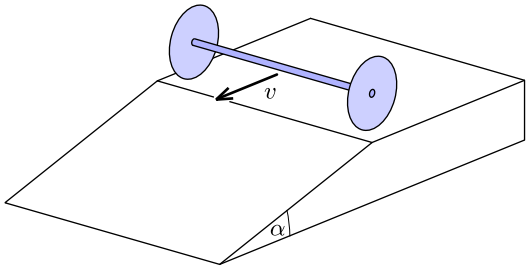
H2. Egy súlytalan rúd hossza $2L$. A rúdra a felső végétől $x = L$ távolságra egy m tömegű kis golyó van rögzítve. A rúd felső vége függőleges falhoz, alsó vége a padlóhoz támaszkodik. A rúd alsó végét állandó v sebességgel mozgatjuk a fallal ellenkező irányban.



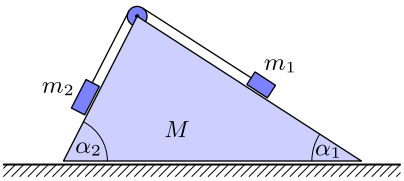
a) Mekkora erővel hat a golyó a rúdra, amikor a rúd és a talaj közötti szög $\alpha = 45°$?

b) Mi a válasz az *a*) kérdésre, ha $x \neq L$?

H3. Két könnyű, R sugarú kerék egy nehéz tengelyhez van erősítve. A rendszer egy olyan vízszintes felületen gördül, ami hirtelen egy α hajlásszögű lejtőhöz csatlakozik. Mekkora α szögek esetén nem fognak a kerekek felemelkedni, azaz minden pillanatban érinteni a felületet? A tengely a vízszintes és a lejtős felületek határvonalával párhuzamos, v nagyságú sebességgel halad.

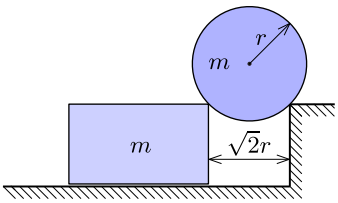


H4. Egy M tömegű, α_1 és α_2 hegyesszögű lejtő vízszintes síkon nyugszik. Egy fonál a lejtő tetején lévő csigán átvetve m_1 és m_2 tömegű testeket köt össze. Mekkora a lejtő gyorsulása, ha a rendszert magára hagyjuk? A súrlódástól mindenhol eltekinthetünk.



H5. Három kicsi, egyforma, m tömegű golyó (A, B és C jelű) két tömeg nélküli, ℓ hosszúságú rúddal van összekötve úgy, hogy az egyik rúd az A és B golyót, a másik rúd a B és C golyót köti össze. A B golyónál a kapcsolódás csuklós, így a rudak közötti szög akadálytalanul változhat. A rendszer a súlytalanság állapotában nyugalomban van, és a három golyó egy egyenes mentén helyezkedik el. Az A golyónak pillanatszerűen a rudakra merőleges irányú, v_0 nagyságú sebességet adunk. Mekkora erő ébred a két rúdban közvetlenül az indulás után?

H6. Egy lépcső közelébe egy m tömegű, a lépcső magasságával azonos magasságú téglát helyeztünk, úgy hogy a kettő között nagyon keskeny rés legyen. Ezután egy m tömegű, r sugarú hengert helyeztünk rájuk. A súrlódás mindenütt elhanyagolható, kezdetben mindkét test nyugalomban van. Mekkora erővel nyomja a lépcső a hengert abban a pillanatban, amikor a tégla és a lépcső közötti távolság $\sqrt{2}r$? A lépcsőtől vagy a téglától válik el hamarabb a henger?



H7. Egy apró gyöngy mozgását vizsgáljuk vízben. A gyöngyöt a sebességével ellentétes irányú, annak nagyságával arányos (Stokes-féle) közegellenállási erő fékezi, ezért ha a gyöngyöt a víz alatt kezdősebesség nélkül elengedjük, az rövid idő után állandó v_1 sebességgel süllyed. Egy kísérletben a gyöngyöt v_2 nagyságú, vízszintes irányú sebességgel indítjuk el.

a) Mekkora lesz mozgása során a gyöngy legkisebb sebessége?

b) Milyen irányban indítsuk $v_2 < v_1$ sebességgel a gyöngyöt, hogy sebessége végig növekedjen?

H8. Egy mély szakadék szélén álló almafáról kezdősebesség nélkül a szakadékba pottyan egy alma. Zuhanása során az alma először gyorsul, majd a levegő közegellenállása miatt $v_{\max}$ állandósult sebességre tesz szert. A nehézségi gyorsulás g.

Adjuk meg az alma sebességét az idő függvényében! (*Útmutatás:* Írjuk fel az alma sebességére vonatkozó differenciálegyenletet, és keressük meg a megoldást az *Abramovitz-Stegunban*!)

H9. Egy μ súrlódási együtthatójú, vízszintes síkon m tömegű test nyugszik. A $t = 0$ pillanatban a testre vízszintes irányú $\boldsymbol{F}(t) = \boldsymbol{b} \cdot t$ erő kezd hatni, ahol $\boldsymbol{b}$ egy állandó vektor. Határozzuk meg a test által megtett utat az erőhatás kezdetétől számított t idő elteltével!

H10. Kör alakú versenypálya adott pontjából egy versenyző motorkerékpárral kezdősebesség nélkül állandó gyorsulással indul. A motorkerékpár a versenypálya mely pontján éri el maximális sebességét?

(*Nehéz! A válasz:* 45° *szögelfordulás után.*)