

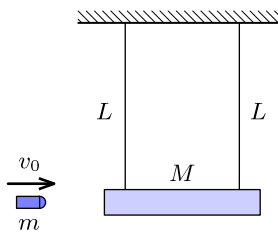
Fizika 1i, 2018 őszi félév, 6. gyakorlat

Szükséges előismeretek: Pontrendszerek mechanikája, tömegközéppont, impulzustétel, impulzusmegmaradás, tömegközéppont-tétel, ütközések: rugalmas és tökéletesen rugalmatlan; merev testek statikája, forgatónyomaték;

Feladatok

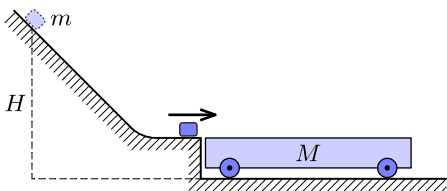
F1. Egy 1 kg tömegű, $\mathbf{v}_1 = 3\mathbf{i} - 2\mathbf{j}$ sebességgel mozgó tömegpont tökéletesen rugalmatlanul ütközik egy 2 kg tömegű, $\mathbf{v}_2 = 4\mathbf{j} - 6\mathbf{k}$ sebességű másik tömegponttal. (Itt \mathbf{i} , \mathbf{j} , \mathbf{k} a szokásos, x , y és z irányú egységvektorokat jelölik, a szorzótényezők pedig m/s-ban vannak megadva.) Adjuk meg az ütközés után az összetapadt tömegpontok sebességvektorát és annak nagyságát!

F2. Egy m tömegű, vízszintesen repülő lövedék egy olyan M tömegű fahasábba fúródik, amely két azonos, L hosszúságú fonálra van függesztve az ábrán látható módon. A becsapódás hatására a fonalak α szöggel térülnek ki. Feltételezve, hogy $m \ll M$, határozzuk meg a következőket:



- a lövedék ütközés előtti v_0 sebességét;
- a lövedék kezdeti mozgási energiájának mekkora hányada alakult hővé.

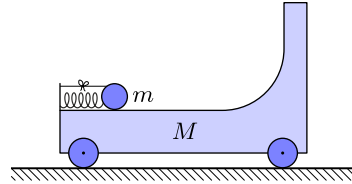
F3. Egy H magasságú, súrlódásmentes lejtő tezejéről egy kicsiny, m tömegű test csúszik le. A vízszintesben végződő lejtő elhagyása után a test egy M tömegű kiskocsi platójára ér, ahol a súrlódás miatt megáll. A kocsi és a talaj közötti súrlódás elhanyagolható.



- Mekkora közös sebességgel mozog a kis test és a kocsi?
- Mekkora energia disszipálódott a mozgás során?

F4. Egy $M = 20$ dkg tömegű kiskocsi vízszintes talajon súrlódásmentesen mozoghat. A kiskocsi síkos platója az egyik oldalon vízszintes, a másik oldalon pedig ívesen függőlegesbe fordul, magassága 10 cm. A vízszintes részen egy $m = 5$ dkg tömegű kis go-

lyó található, amely a plató széléhez erősített rugóhoz támaszkodik. A rugót kezdetben egy fonál tartja összenyomott állapotban, a rugóban tárolt energia $E = 0,2$ J.



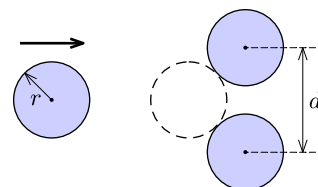
A fonál elégetését követően milyen magasra emelkedik a golyó?

F5. Egy holdexpedíció során az asztronauták a sík talajról egy jelzőrakétát lőnek fel függőlegesen felfelé. Amikor a rakéta a pályája legmagasabb pontjára, $H = 120$ m-re emelkedik, szétrobban két darabra, melyek tömegének aránya 1 : 2. A nagyobbik darab $t = 8$ s után a fellövés helyétől $s = 40$ m-re éri el a talajt. Milyen magasán, és a fellövési ponttól vízszintesen mérve milyen távol van ebben a pillanatban a kisebb lövedék? (A Holdon a nehézségi gyorsulás $1,63$ m/s².)

F6. A súlytalanság állapotában két pontszerű test ütközik. Kezdetben az egyik test áll, az ütközés rugalmas és egyenes. Mekkora a testek tömegének aránya, ha ütközés után a két test azonos nagyságú, de ellentétes irányú sebességgel mozog?

F7. A Nemzetközi Űrállomáson egy kísérletben két azonos tömegű biliárdgolyót ütköztetnek a teljes súlytalanság állapotában. Kezdetben az egyik golyó áll, a másik pedig felé mozog, de az ütközés nem egyenes, rugalmas (a golyók közötti súrlódás elhanyagolható). Mutassuk meg, hogy ütközés után a golyók derékszögben repülnek szét!

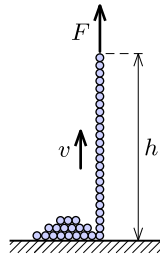
F8. Légpárnás asztalon egy r sugarú korong halad két másik, vele azonos tömegű és sugarú, álló korong felé az ábrán látható módon. Mekkora az álló korongok középpontjai közötti d távolság, ha a rugalmas ütközések lezajlása után a kezdetben mozgó korong megáll?



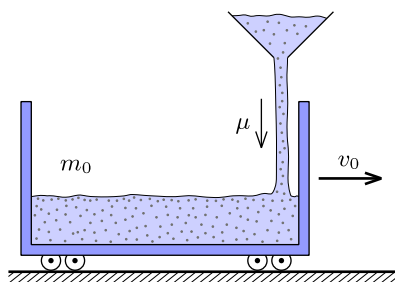
F9. Miért „késlekedik” a rakéta az indítás után? A 4100 kg tömegű kutatórakétából 2500 m/s sebességgel áramlik ki az égéstermék, másodpercenként 16 kg. Mikor indul el? Mekkora hibát vétünk a számolásban, ha $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ helyett a kerekített 10 m/s^2 értékkel számolunk?

F10. Egy játékrakéta hajtóműve másodpercenként 10 g hajtóanyagot lövell ki a rakétához képest 10 m/s sebességgel. A rakétát vízszintes kötélpályára függesztjük, és a hajtóművet bekapcsoljuk. A rakéta súrlódás nélkül csúszik a kötélen, mozgását a sebesség négyzetével arányos közegellenállási erő fékezi. A közegellenállási erő 1 m/s sebességnél 0,004 N. Mekkora maximális sebességre gyorsulhat fel a rakéta?

F11. Egy függőlegesen lógó, m tömegű, hajlékony, L hosszúságú gyöngysort állandó v sebességgel emelünk fel az asztalról az ábrán látható módon. Adjuk meg az idő függvényében, hogy mekkora erő szükséges a gyöngysor felemeléséhez. (Kezdetben a gyöngysor teljes egészében az asztalon volt.)



F12. Egy m_0 össztömegű, motor nélküli, homokot szállító tehervagon v_0 sebességgel szabadon halad a vasúti pályán. Egyszer csak egy olyan tartályhoz ér, amelyből állandó ütemben időegységenként μ tömegű homok esik rá. A kerekek gördülési ellenállását és a tengelysúrlódást is elhanyagolhatjuk.

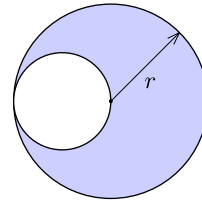


a) Mekkora a vasúti kocsi gyorsulása (ami valójában „lassulás”)?

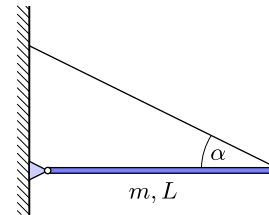
b) Mekkora végső sebességgel halad a kocsi, ha t idő alatt halad el a tartály alatt?

F13. Egyenletes vastagságú, homogén, m tömegű háromszögletű csúcsainál alátámasztva vízszintes síkban tartunk. A háromszög oldalai a , b és c hosszúságúak. Mekkora erő hat az alátámasztásoknál?

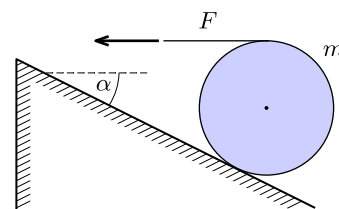
F14. Egy r sugarú, homogén tömegeloszlású körlepből $r/2$ sugarú kört vágunk ki az ábrán látható módon. A nagy körlap középpontjától milyen messze van a lyukas lemez tömegközéppontja?



F15. Homogén tömegeloszlású, m tömegű rúd egyik végét csuklóval a falhoz rögzítjük, másik végét pedig egy fonállal a falhoz kötjük az ábrán látható módon. Mekkora erő feszíti a fonalat és mekkora a csapágyban ébredő erő?



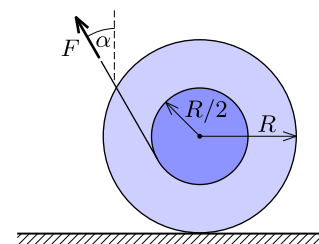
F16. Egy m tömegű, homogén tömegeloszlású hengert α hajlásszögű érdes lejtőre helyezünk, majd a palástjához rögzített fonál segítségével vízszintes irányú F erővel egyensúlyban tartjuk (lásd az ábrát).



a) Mekkora az F erő?

b) Legalább mekkora a tapadási súrlódási együttható a lejtő és a henger között?

F17. Egy cérnaorsó egy középső, $R/2$ sugarú, henger alakú csévetestből és annak két végére erősített, R sugarú korongokból áll. Az orsót érdes asztallapra helyezzük, és a cérna végét az ábrán látható módon húzni kezdjük. Mekkora α szöget zár be a fonál a függőlegessel, ha az orsó egyik irányba sem indul el? A tapadási súrlódás elegendően nagy ahhoz, hogy az orsó ne csússzon meg.



Megoldások

F2. a) $M/m\sqrt{2gL(1 - \cos \alpha)}$, b) $\eta \approx 1 - m/M$

F4. $h = E/(mg) \approx 40$ cm. (A kiskocsi a lendületmegmaradás miatt megáll, amikor a golyó a plató függőleges részéhez ér.)

F5. A tömegközéppont t idő alatt $(g/2)t^2$ utat esik lefelé. A tömegközéppont-tételből és a hasonló háromszögekből gyorsan adódik a válasz:

$$h' = 3\left(H - \frac{g}{2}t^2\right) = 204 \text{ m}, \quad s' = 2s = 80 \text{ m}.$$

F6. A tömegarány 1 : 3.

F9. 1,4 s és 6,25 s.

F14. A szimmetriatengelyen, $r/6$ távolságra a nagy körlap középpontjától.

F16. Az erőt a lejtővel való érintkezési pontra felírt forgatónyomatékokból határozzuk meg:

$$F = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} mg$$

A lejtő által kifejtett eredő erőnek (súrlódási és nyomóerő összege) át kell mennie henger és a fonál érintkezési pontján (erre nézve a forgatónyomaték csak így tűnik el). A kerületi-középponti szögek miatt:

$$\mu = \tan(\alpha/2)$$

F17. A talajjal való érintkezési pontra a forgatónyomaték csak akkor tűnik el, ha a fonál egyenese átmegy ezen a ponton. Ebből $\alpha = 30^\circ$.