

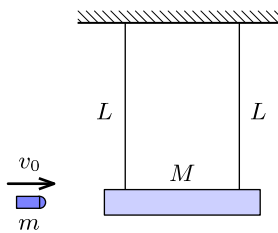
# Fizika 1i, 2018 őszi félév, 6. gyakorlat

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

## Feladatok

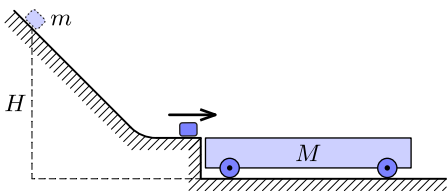
**F1.** Egy 1 kg tömegű,  $\mathbf{v}_1 = 3\mathbf{i} - 2\mathbf{j}$  sebességgel mozgó tömegpont tökéletesen rugalmatlanul ütközik egy 2 kg tömegű,  $\mathbf{v}_2 = 4\mathbf{j} - 6\mathbf{k}$  sebességű másik tömegponttal. (Itt  $\mathbf{i}$ ,  $\mathbf{j}$ ,  $\mathbf{k}$  a szokásos,  $x$ ,  $y$  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  $\alpha$  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.

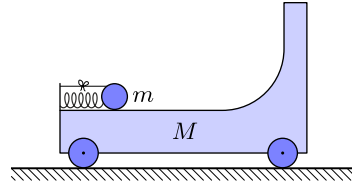
**F3.** Egy  $H$  magasságú, súrlódásmentes lejtő tezejéről egy kicsiny,  $m$  tömegű test csúszik le. A vízszintesben végződő lejtő elhagyása után a test egy  $M$  tömegű kiskocsi platójára ér, ahol a súrlódás miatt megáll. A kocsi és a talaj közötti súrlódás elhanyagolható.



- 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.



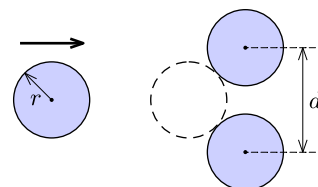
A fonál elégetését követően milyen magasra emelkedik a golyó?

**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/s<sup>2</sup>.)

**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!

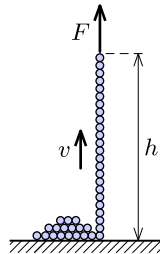
**F8.** Légpárnás asztalon egy  $r$  sugarú korong halad két másik, vele azonos tömegű és sugarú, álló korong felé az ábrán látható módon. Mekkora az álló korongok középpontjai közötti  $d$  távolság, ha a rugalmas ütközések lezajlása után a kezdetben mozgó korong megáll?



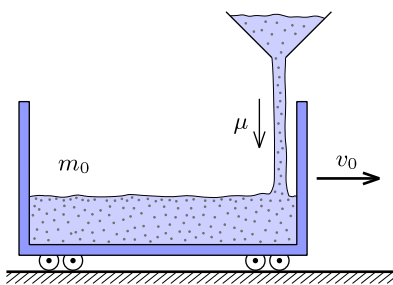
**F9.** Miért „késlekedik” a rakéta az indítás után? A 4100 kg tömegű kutatórakétából 2500 m/s sebességgel áramlik ki az égéstermék, másodpercenként 16 kg. Mikor indul el? Mekkora hibát vétünk a számolásban, ha  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  helyett a kerekített  $10 \text{ m/s}^2$  értékkel számolunk?

**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  $\mu$  tömegű homok esik rá. A kerekek gördülési ellenállását és a tengelysúrlódást is elhanyagolhatjuk.

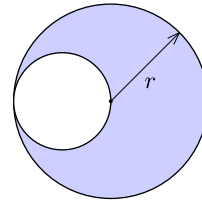


a) Mekkora a vasúti kocsi gyorsulása (ami valójában „lassulás”)?

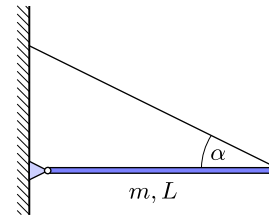
b) Mekkora végső sebességgel halad a kocsi, ha  $t$  idő alatt halad el a tartály alatt?

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

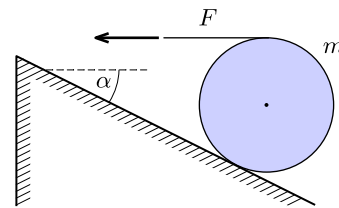
**F14.** Egy  $r$  sugarú, homogén tömegeloszlású körlepből  $r/2$  sugarú kört vágunk ki az ábrán látható módon. A nagy körlap középpontjától milyen messze van a lyukas lemez tömegközéppontja?



**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?



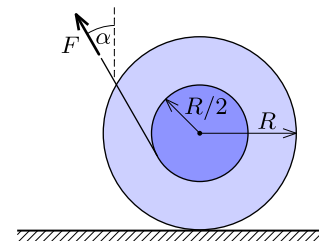
**F16.** Egy  $m$  tömegű, homogén tömegeloszlású hengert  $\alpha$  hajlásszögű érdes lejtőre helyezünk, majd a palástjához rögzített fonál segítségével vízszintes irányú  $F$  erővel egyensúlyban tartjuk (lásd az ábrát).



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  $\alpha$  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 súrlódási erőnek 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  $\alpha = 30^\circ$ .