

# Fizika 1i, 2018 őszi félév, 7. gyakorlat

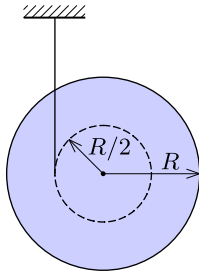
*Szükséges előismeretek:* merev testek dinamikája, tiszta gördülés feltétele, forgási energia; harmonikus rezgőmozgás és dinamikai feltétele; a hőterjedés módjai: hővezetés és hősugárzás, a nyomás és hőmérséklet kinetikus értelmezése;

## Feladatok

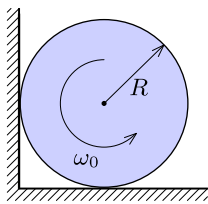
**F1.** Homogén, tömör henger csúszás nélkül gördül le az  $\alpha$  hajlásszögű lejtőn.

- Mekkora a henger tömegközéppontjának gyorsulása?
- Legalább mekkora  $\mu_{\min}$  tapadási súrlódási együttható szükséges a henger tiszta gördüléséhez?
- Mekkora lenne a henger tömegközéppontjának gyorsulása, ha a csúszási és tapadási súrlódási együttható értéke  $\mu_{\min}/2$  lenne?

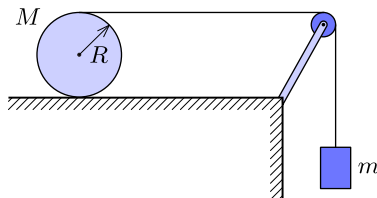
**F2.** Egy jójót  $R$  sugarú, homogén tömegeloszlású koronggal modellezhetünk, melynek peremén egy  $R/2$  mélységű vájat fut végig (lásd az ábrát). A vájatba fonalat tekerünk, melyet a mennyezethez rögzítünk. Mekkora gyorsulással mozog a jójő középpontja?



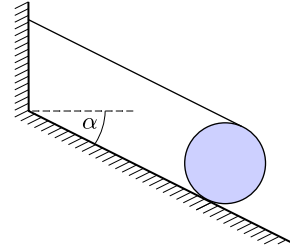
**F3.** Egy  $R$  sugarú, homogén tömegeloszlású hengert tengelye körül  $\omega_0$  szögsebességgel megforgatunk, és az ábrán látható módon egy szögletbe helyezük. A fal és a henger közötti súrlódás elhanyagolható, a talaj és a henger közötti súrlódási együttható  $\mu$ . Hány fordulatot tesz meg a henger a megállásig?



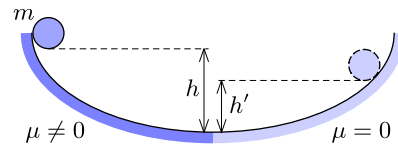
**F4.** Homogén tömegeloszlású,  $M$  tömegű és  $R$  sugarú hengerre fonalat csévéltünk, majd a hengert érdes asztallapra helyeztük. A fonál másik végét egy, a henger legfelső pontjával azonos magasságban rögzített ideális állócsigán vetjük át, és egy  $m$  tömegű testet csatlakoztatunk hozzá. Mekkora gyorsulással mozog a henger középpontja? (A henger mindvégig tisztán gördül.)



**F5.** Egy homogén tömegeloszlású hengerre fonalat csévéltünk, és a hengert súrlódásmentes,  $\alpha$  hajlásszögű lejtőre helyeztük az ábrán látható módon. A fonál végét a lejtő tetejéhez rögzítettük úgy, hogy a fonál párhuzamos legyen a lejtővel. Elengedés után mekkora gyorsulással mozog a henger középpontja?

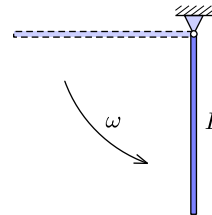


**F6.** Az ábrán látható módon az  $m$  tömegű,  $R$  sugarú,  $\Theta = mR^2/2$  tehetetlenségi nyomatékú hengert egy lejtőn  $h$  magasságban elengedünk. A lejtő első felén a tapadási súrlódási együttható nagy, ezért a henger itt tisztán gördül, a pálya második fele viszont súrlódásmentes.



- Mekkora sebessége és szögsebessége van a hengernek a lejtő alján?
- Milyen  $h'$  magásra jut fel a súrlódásmentes emelkedőn a henger?

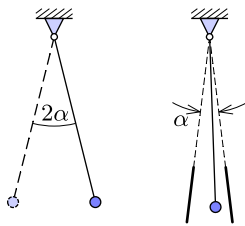
**F7.** A felső végénél csapágyazott,  $L$  hosszúságú rudat vízszintesig kitérítünk, majd elengedünk.



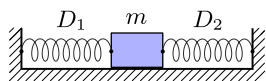
- Mekkora szögsebességgel éri el a rúd a függőleges helyzetet?
- Hányszor akkora a rúd  $90^\circ$ -os lengéseinek periódusideje, mint egy ugyanilyen hosszúságú fonálingaé? (Vigyázat, a lengés nagy kitérésekre nem harmonikus!)

**F8.** Egy  $\ell$  hosszúságú fonálinga kis  $\alpha$  szögamplitúdóval leng. Oldalról vízszintes irányban az ingalengés síkjával párhuzamos fénysugarak érkeznek. Milyen mozgást végez az ingatest árnyéka a fénysugarakra merőleges falon? (Használjuk a kis szögekre érvényes közelítő formulákat!)

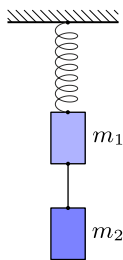
**F9.** Egy fonálinga kezdetben  $\alpha$  szögamplitúdóval leng. Hányszorosára változik a lengésideje, ha hirtelen két olyan, szimmetrikusan elhelyezkedő rugalmas falal fogjuk közre, amelyek szögtávolsága  $\alpha$ ?



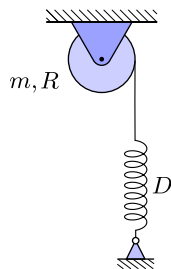
**F10.** Határozzuk meg az ábrán látható  $m$  tömegű test kis rezgéseinek periódusidejét, ha a súrlódás elhanyagolható!



**F11.** Egy állványon függő csavarrugóra egymás alá két, fonállal összekötött testet erősítünk az ábrán látható módon. Ha a fonál elszakad, a rugón maradó test rezgőmozgásba jön. Ha a két testet felcseréljük és ezután szakad el a fonál, a rugón maradó test ismét rezegni kezd. A két rezgésidő különbsége 0,3 másodperc. Mekkora a két esetben a rezgésidő, ha együtt ugyanezen a rugón 1,5 másodperc periódusidővel rezegnek a testek?



**F12.** Az ábrán látható elrendezésben a csiga sugara  $R$ , tömege  $m$ , tehetetlenségi nyomatéka a forgástengelyére nézve  $\Theta = mR^2/2$ , a csiga pereméhez rögzített (húzó-nyomó) csavarrugó rugóállandó  $D$ . Határozzuk meg a csiga kis rezgéseinek periódusidejét!



**F13.** Egy faház belső hőmérsékletét  $T_b = 20^\circ\text{C}$ -on szeretnénk tartani. Ha télen a külső hőmérséklet  $T_{k,1} = 0^\circ\text{C}$ , akkor ehhez  $P_1 = 2000\text{ W}$  fűtési teljesítmény szükséges. Mekkora fűtési teljesítmény kell akkor, ha a külső hőmérséklet  $T_{k,2} = -10^\circ\text{C}$ -ra csökken?

**F14.** Egy nagy tó feletti levegő  $-10^\circ\text{C}$ -os, a tó vi-ze  $0^\circ\text{C}$ -os. Feltéve, hogy csak a hővezetés szerepe meg-

határozó, becsüljük meg, hogy mennyi idő alatt növekszik a jelenlegi 8 cm-es jégréteg vastagsága 1 mm-re! A jég hővezetési tényezője  $\kappa = 2,3\text{ W}/(\text{m K})$ , fagyáshője  $L = 334\text{ kJ}/\text{kg}$ , sűrűsége  $\rho = 920\text{ kg}/\text{m}^3$ .

**F15.** Egy zárt edényben a környezettel termikus egyensúlyban lévő,  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ -os hőmérsékletű víz található. A vizet és az edényt egy állandó,  $P = 500\text{ W}$  hasznos teljesítményű fűtőszállal melegíteni kezdjük. A rendszer hőmérséklete a fűtőszál bekapcsolását követően  $\frac{\Delta T}{\Delta t} = 10\frac{^\circ\text{C}}{\text{min}}$  ütemben kezd növekedni. Amikor a rendszer hőmérséklete  $T = 50^\circ\text{C}$ -ra emelkedik, a hőmérséklet változási üteme már csak  $\frac{\Delta T}{\Delta t} = 4\frac{^\circ\text{C}}{\text{min}}$ . Mekkora végső hőmérsékletre melegedhet fel a rendszer?

**F16.** Hányadrésére csökken az ablakon kiszökő hőáram, ha az egyrétegű,  $d_{\text{üveg}} = 2\text{ mm}$  vastag üvegből készült ablakot ugyanilyen üvegtáblából készült, kétrétegű ablakra cseréljük, melynek üvegei között  $d_{\text{levegő}} = 1\text{ cm}$ -es levegőrés van? A levegő és az üveg hővezetési tényezője  $\kappa_{\text{levegő}} = 0,025\frac{\text{W}}{\text{m K}}$  és  $\kappa_{\text{üveg}} = 1,2\frac{\text{W}}{\text{m K}}$ .

**F17.** A Nap sugara  $R_N = 7,0 \cdot 10^8\text{ m}$ , felszíni hőmérséklete  $T_N \approx 6000\text{ K}$ .

a) Mekkora a Naptól  $r = 1,5 \cdot 10^{11}\text{ m}$  távolságra lévő Hold felszínét érő napsugárzás teljesítménye négyzetméterenként ott, ahol a napsugarak merőlegesen érik el a felszínt? A Stefan-Boltzmann-állandó értéke  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K}^4)$ .

b) Az előző eredmény felhasználásával becsüljük meg, hány fokra melegszik fel a Hold felszíne a napsugárzás hatására „délben” ott, ahol a sugarak merőlegesen érik el a felszínt!

**F18.** A XX. század elején a Napot egy 6000 K hőmérsékletű, homogén izzó gázgömbnek képzelték, amely  $\text{H}_2$  molekulákból áll, és a hőszugárzás során lassan hűl. A napsugárzás intenzitása a Földünk távolságában jelenleg  $1400\text{ W}/\text{m}^2$ . Becsüljük meg, mennyi idő múlva sötétülne el a Nap, vagyis csökkenne a hőmérséklete kb.  $1000\text{ K}$ -re? (Ma már tudjuk, hogy a Nap - hasonlóan a többi csillaghoz - sugárzását atommagok fúziójakor felszabaduló energiából nyeri, és még kb. 5 milliárd évig süt!)

**F19.** Mekkora a nitrogén-, illetve oxigénmolekulák sebességének négyzetes középértéke a  $23^\circ\text{C}$ -os tantermi levegőben?

**F20.** Egy másodpercnyi időtartam alatt  $5,0 \cdot 10^{23}$  nitrogénmolekula ütközik egy  $8,0\text{ cm}^2$  területű sík falal. A molekulák falra merőleges sebességkomponensének átlagos értéke  $300\text{ m}/\text{s}$ . Mekkora a falra ható nyomás?

**F21.** Ultranagy vákuumot előállító berendezésben  $1,00 \cdot 10^{-10}$  torr nyomást mérünk, ahol  $1\text{ torr} = 133\text{ Pa}$ . Feltételezve, hogy a hőmérséklet  $300\text{ K}$ , határozzuk meg a berendezésben található gázcseccskék közötti átlagos távolságot!

## Megoldások

**F1.** a)  $a = (2/3)g \sin \alpha$ ,

b)  $\mu_0 \leq \operatorname{tg} \alpha/3$ ,

c)  $a' = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = (5/6)g \sin \alpha$ ;

**F6.**  $v = \sqrt{4gh/3}$ ,  $\omega = \sqrt{4gh/(3R^2)}$ ,

$h' = (2/3)h$ ;

**F9.**  $T' = T/3$ ;

**F12.**  $T = 2\pi\sqrt{m/(2D)}$

**F16.**  $\frac{P_{\text{kétréteg}}}{P_{\text{egyréteg}}} = \frac{\frac{d_{\text{üveg}}}{\kappa_{\text{üveg}}}}{2\frac{d_{\text{üveg}}}{\kappa_{\text{üveg}}} + \frac{d_{\text{levegő}}}{\kappa_{\text{levegő}}}} = \frac{1}{242}$

**F17.** a)  $P/A = \sigma T_{\text{N}}^4 \left( \frac{R_{\text{N}}^2}{r^2} \right) \approx 1600 \text{ W}$ .

b)  $T_{\text{H}} = T_{\text{N}} \sqrt{\frac{R_{\text{N}}}{r}} \approx 137 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**F20.**  $p = \frac{\bar{F}}{A} = \frac{2MNv_x}{AN_{\text{A}}\Delta t} = 1,75 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ .

**F21.**  $d = \sqrt[3]{V/N} = \sqrt[3]{k_{\text{B}}T/p} \approx 68 \text{ } \mu\text{m}$ .