

# Fizika 1i, 2020 őszi félév, 6. gyakorlat

*Szükséges előismeretek:* harmonikus rezgőmozgás kinematikája, dinamikája és energetikai viszonyai; az ideális gáz fogalma, kinetikus gázelmélet, ekvipartíció tétele, szabadsági fok, a hőmérséklet és nyomás kinetikus értelmezése; a hőterjedés módjai: hővezetés és hőszugárzás;

## Órai munkára javasolt feladatok

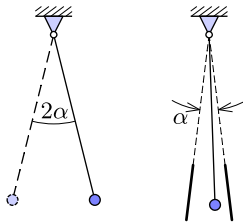
**F1\***. Egy  $m = 2,50$  kg tömegű testet  $D = 90$  N/m rugóállandójú rugóra függesztünk. A testet egyensúlyi helyzetéből függőlegesen lefelé  $x_0 = 13$  cm távolságra kitérítjük, majd lefelé irányuló  $v_0 = 78$  cm/s kezdősebességgel elindítjuk.

a) Adjuk meg a test  $x(t)$  kitérését az idő függvényében! Az indítás után legközelebb mennyi idő elteltével halad át a test az egyensúlyi állapotot?

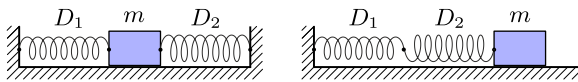
b) Mekkora a test legnagyobb kitérése, sebessége és gyorsulása a mozgás során?

c) Mennyi a rezgésben tárolt teljes energia?

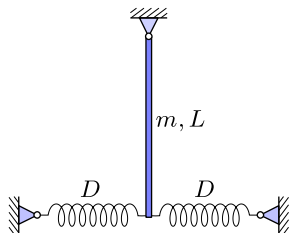
**F2\***. Egy fonálinga kezdetben  $\alpha$  szögamplitúdóval leng. Hányszorosára változik a lengésideje, ha hirtelen két olyan, szimmetrikusan elhelyezkedő rugalmas fallal fogjuk közre, amelyek szögtávolsága  $\alpha$ ?



**F3.** Határozzuk meg az ábrán látható  $m$  tömegű test kis rezgéseinek periódusidejét, ha a súrlódás elhanyagolható!



**F4\*\*.** 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!



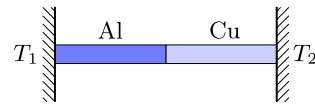
**F5\***. Egy másodpercnyi időtartam alatt  $5,0 \cdot 10^{23}$  nitrogénmolekula ütközik egy  $8,0$  cm<sup>2</sup> területű sík fallal. A molekulák falra merőleges sebességkomponensének átlagos értéke  $300$  m/s.

a) Mekkora a falra ható nyomás?

b) Becsüljük meg a gáz hőmérsékletét és az egy molekulára jutó átlagos mozgási (haladási és forgási) energiát! (Használjuk a  $\langle |v_x| \rangle \approx \sqrt{\langle v_x^2 \rangle}$  közelítést!)

c) Becsüljük meg a molekulák közötti átlagos távolságot!

**F6\***. Egy-egy  $50$  cm hosszúságú és  $10$  cm<sup>2</sup> keresztmetszetű alumínium- és rézrudat összeillesztünk az ábra szerint. Az alumíniumrúd szabad végét állandó  $T_1 = 100$  °C hőmérsékleten, a rézrúd szabad végét pedig  $T_2 = 0$  °C hőmérsékleten tartjuk. Ábrázoljuk a hőmérsékletet a rudak mentén mért távolság függvényében! Az alumínium hővezetési együtthatója  $240$  W/(m K), a réz pedig  $400$  W/(m K).



**F7\***. Egy  $d_1 = 38$  cm vastag, kis méretű téglából épült hétfévi ház külső falainak átlagos hővezetési tényezője  $\kappa_1 = 0,52$  W/(m K). Hány százalékkal kisebb teljesítményű kályhára lenne szükség a ház fűtéséhez, ha a falak  $d_2 = 30$  cm vastag,  $\kappa_2 = 0,18$  W/(m K) átlagos hővezetési tényezőjű porotherm téglából készültek volna? (A belső hőmérsékletet állandó  $23$  °C-on szeretnénk tartani, a külső hőmérséklet  $5$  °C. Csak a falakon történő hővezetést vegyük figyelembe!)

**F8.** A Nap sugara  $R_N = 7,0 \cdot 10^8$  m, felszíni hőmérséklete  $T_N \approx 6000$  K.

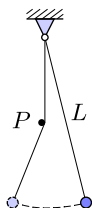
a) Mekkora a Naptól  $r = 1,5 \cdot 10^{11}$  m távolságra lévő Hold felszínét érő napsugárzás teljesítménye négyzetméterenként ott, ahol a napsugarak merőlegesen érik el a felszínét? A Stefan–Boltzmann- állandó értéke  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  W/(m<sup>2</sup> K<sup>4</sup>).

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 felszínét!

**F9\*\*.** A XX. század elején a Napot egy  $6000$  K hőmérsékletű, homogén izzó gázgömbnek képzelték, amely H<sub>2</sub> molekulákból áll, és a hőszugárzás során lassan hűl. A napsugárzás intenzitása a Földünk távolságában jelenleg  $1400$  W/m<sup>2</sup>. Becsüljük meg, mennyi idő múlva sötétülne el a Nap, vagyis csökkenne a hőmérséklete kb.  $1000$  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!)

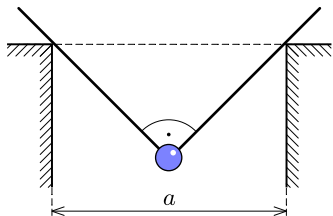
## Otthoni gyakorlásra szánt feladatok

**H1\***. Egy kis szögben kitértett  $L = 100$  cm hosszúságú fonálinga mozgása közben beleakad a függeszűti pontja alatt  $L/2$  távolságban lévő szögbe. Mekkora ennek az „aszimmetrikus” ingának a periódusideje?



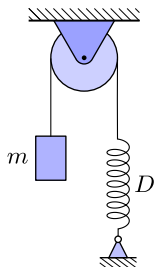
**H2\***. Egy könnyű, merev drótot a közepénél derékszögben meghajlítottunk. A hajlathoz egy nehéz golyót erősítettünk és a drótot két támaszra helyezünk az ábrán látható módon. A támaszok közötti vízszintes távolság  $a$ , a súrlódás a támaszoknál elhanyagolható. Mekkora a golyó egyensúlyi helyzet körüli kis rezgéseinek periódusideje, ha a golyó kitérése

- az ábra síkjára merőleges;
- az ábra síkjában van?



**H3\***. Egy állványon függő csavarrugóra egymás alá két, fonállal összekötött testet erősítünk. 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 egyúttal ugyanezen a rugón 1,5 másodperc periódusidejével rezegnek a testek?

**H4\*\***. Határozzuk meg a ábrán látható elrendezésben az  $m$  tömegű test kis rezgéseinek körfrekvenciáját! A csiga sugara  $R$ , tehetetlenségi nyomatéka a forgástengelyére nézve  $\Theta$ , a rugóállandó  $D$ . Feltehetjük, hogy a fonál nem csúszik meg a csigán.



**H5\***. Jégeső közben 30 másodperc alatt 500 jégdarab csapódik egy  $0,60$  m<sup>2</sup> területű ablaküvegre az ablak felületével  $45^\circ$ -os szöget bezáró irányból. Egy-egy jégdarabka tömege átlagosan  $5,0$  g, sebessége  $8,0$  m/s. Tökéletesen rugalmas ütközéseket feltételezve határozzuk meg az ablaküvegre ható átlagos erő nagyságát és az átlagos nyomást!

**H6\***. Egy  $30,0$  cm átmérőjű, gömb alakú léggömb  $20,0^\circ\text{C}$  hőmérsékletű,  $1,00$  atmoszféra nyomású héliummal van töltve.

- Hány darab, illetve hány mólnyi héliumatom található a léggömbben?
- Mekkora a héliumatomok átlagos mozgási energiája?
- Mekkora a léggömbben lévő héliumatomok sebességének négyzetes középértéke?

**H7\***. Ultranagy vákuumot előállító berendezésben  $1,00 \cdot 10^{-10}$  torr nyomást mérünk, ahol  $1$  torr =  $133$  Pa. Feltételezve, hogy a hőmérséklet  $300$  K, határozzuk meg a berendezésben található gázcseppcikk közötti átlagos távolságot!

**H8\***. Egy hétvégi ház levegőjének hőmérsékletét fűtéssel  $10^\circ\text{C}$ -ról  $25^\circ\text{C}$ -ra növeljük. A ház nyílászáróinál lévő szellőzőrések miatt a belső levegő nyomása mindvégig a külső nyomással azonos. Növekszik-e, és ha igen, mennyivel:

- a levegőrezecskék átlagos mozgási energiája,
- a ház levegőjének teljes belső energiája?

**H9\***. 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  $P_1 = 2000$  W fűtési teljesítmény szükséges. Mekkora fűtési teljesítmény kell akkor, ha a külső hőmérséklet  $T_{k,2} = -10^\circ\text{C}$ -ra csökken?

**H10\*\***. 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,  $P = 500$  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?

**H11\***. Hányadrészére csökken az ablakon kiszökő hőáram, ha az egyrétegű,  $d_{\text{üveg}} = 2$  mm vastag üvegből készült ablakot ugyanilyen üvegtáblából készült, kétrétegű ablakra cseréljük, melynek üvegei között  $d_{\text{levegő}} = 1$  cm-es levegőrés van? A levegő és az üveg hővezetési tényezője  $\kappa_{\text{levegő}} = 0,025$  W/(m K) és  $\kappa_{\text{üveg}} = 1,2$  W/(m K).

**H12\***. Egy nagy tó feletti levegő  $-10^\circ\text{C}$ -os, a tó vize  $0^\circ\text{C}$ -os. Feltéve, hogy csak a hővezetés szerepe meghatározó, becsüljük meg, hogy mennyi idő alatt növekszik a jelenlegi  $8$  cm-es jég réteg vastagsága  $1$  mm-rel! A jég hővezetési tényezője  $\kappa = 2,3$  W/(m K), fagyáshője  $L = 334$  kJ/kg, sűrűsége  $\rho = 920$  kg/m<sup>3</sup>.

*Jelmagyarázat:* nincs csillag = csak normál gyakorlatokra, \* = normál és iMSc gyakorlatokra, \*\* = csak iMSc gyakorlatokra; a **kékkkel** kiemelt feladatok a kisZH-ra készüléshez ajánlottak;