

Fizika i 2025 tavasz, 4. gyakorlat

K1. Egy hagyományos izzószál 1000°C -on 10W teljesítménnyel sugároz. Igaz vagy hamis, hogy 2000°C -on a sugárzási teljesítmény 160W ? (H)

K2. Két azonos hőmérsékletre hevített, különböző sugarú vasgolyó azonos teljesítménnyel sugároz. (H)

K3. Szobahőmérsékletű fém- és fafelületre helyezett jégkockák közül azért olvad el a fémfelületre helyezett jégkocka hamarabb, mert a fém jobb hővezető a fánál. (I)

K4. A hőszállítás létrejöttéhez légnemű közeg (pl. levegő) szükséges. (H)

K5. A radiátor fölé függesztett papírkígyó forgásba jön. Igaz vagy hamis, hogy a jelenség oka a hőáramlás? (I)

K6. Egy abszolút fekete test által kisugárzott teljesítmény a $^\circ\text{C}$ -ban mért hőmérséklet negyedik hatványával arányos. (H)

F1. A korábbi méter-etalon hossza 0°C -on pontosan 1 m . Ez az „ősméter”, amit Franciaországban, Párizs közelében a Nemzetközi Súly- és Mérésügyi Hivatalban őriznek, olyan platina-iridium ötvözetből készül, amelynek átlagos lineáris hőtágulási együtthatója $8,9 \times 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$. Határozzuk meg a rúd hosszát 37°C -on! ($\Delta L = 3,293 \times 10^{-4} \text{ m}$)

F2. Egy autó benzintartálya acélból készült, térfogata $68,19\text{ l}$. 15°C -on teletöltötték egy földalatti tároló tartályból. Mennyi benzin folyik ki, ha ezután az autó addig áll a napon, amíg tartálya 37°C -ra felmelegszik. (1,37 l)

F3* Egy $d_1 = 38\text{ cm}$ vastag, kisméretű téglából épült hétvégi ház külső falainak átlagos hővezetési tényezője $\kappa_1 = 0,52\text{ W}/(\text{m K})$. Hány százalékkal kisebb teljesítményű kályhára lenne szükség a ház fűtéséhez, ha a falak $d_2 = 30\text{ cm}$ vastag, $\kappa_2 = 0,18\text{ W}/(\text{m K})$ 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!)

A) 12%

B) 28%

C) 44%

D) 56%

F4 Egy zárt, 60 cm oldalélű, kocka alakú akvárium vizének hőmérsékletét a benne elhelyezett fűtőtest állandó, 28°C -os hőmérsékleten tartja. Az akvárium fala 12 mm vastagságú, $0,8\text{ W}/(\text{K m})$ hővezetési együtthatójú üvegből készült, a szoba levegőjének hőmérséklete 22°C . Mekkora a fűtőtest által leadott teljesítmény, ha feltesszük, hogy a kocka alap- és fedlapján keresztül a hővezetés elhanyagolható, a maradék négy lapon keresztül pedig egyforma?

A) 960 W

B) 576 W

C) 480 W

D) egyik sem

F5 Egy husky bundájának effektív hővezetési tényezője (a bőrét is beleértve) $0,025\text{ W}/(\text{m K})$. A kutya legfeljebb 50 W teljesítménnyel képes hőt leadni, belső testhőmérséklete 38°C ; bundájának teljes területe $1,3\text{ m}^2$, vastagsága 5 cm . Hány fokos hidegben képes még éppen állandó értéken tartani a kutya a belső hőmérsékletét?

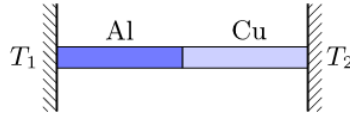
A) -52°C

B) -39°C

C) -27°C

D) -77°C

F6*. Egy-egy 50 cm hosszúságú és 10 cm^2 keresztmetszetű alumínium- és réz rudat összeillesztettünk az ábra szerint. Az alu-míniumrúd szabad végét állandó $T_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, a rézrúd szabad végét pedig $T_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten tartjuk. Ábrázoljuk a hőmérsékletet a rudak mentén mért távolság függvényében! Az alumínium hővezetési együtthatója $240 \text{ W}/(\text{m K})$, a réz pedig $400 \text{ W}/(\text{m K})$.



Stacionárius esetben a rúd mentén, a T_1 hőmérsékletű végponttól mérve x távolságban a hőmérsékletet a

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \kappa_1 A \frac{T_1 - T(x)}{x}, \text{ ha } x \leq L,$$

illetve a

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \kappa_2 A \frac{T(x) - T_2}{2L - x}, \text{ ha } x \geq L$$

egyenletekből kaphatjuk meg. A rúd bármelyik pontján a $P = \Delta Q/\Delta t$ hőáram ugyanakkora. Ha $x = L$, akkor a fenti két egyenletből a T hőmérséklet:

$$T = \frac{\kappa_1 T_1 + \kappa_2 T_2}{\kappa_1 + \kappa_2} = 37,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Ezzel a rendszeren átmenő hőáram:

$$P = \kappa_1 A \frac{T_1 - T}{L} = \frac{\kappa_1 \kappa_2}{\kappa_1 + \kappa_2} A \frac{T_1 - T_2}{L} = 30 \text{ W}.$$

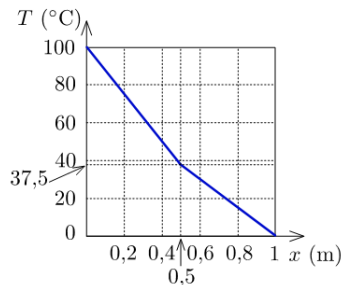
Tehát a rúd hőmérséklete:

$$T(x) = \begin{cases} T_1 - \frac{P}{\kappa_1 A} x, & \text{ha } 0 \leq x \leq L, \\ T_2 + \frac{P}{\kappa_2 A} (2L - x), & \text{ha } L \leq x \leq 2L. \end{cases}$$

Behelyettesítve a számadatokat:

$$T(x) = \begin{cases} 100 \text{ }^\circ\text{C} - 125 \frac{^\circ\text{C}}{\text{m}} \cdot x, & \text{ha } 0 \leq x \leq L, \\ 75 \text{ }^\circ\text{C} - 75 \frac{^\circ\text{C}}{\text{m}} \cdot x, & \text{ha } L \leq x \leq 2L. \end{cases}$$

Ábrázolva:



F7. 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!

b) Ha a Hold felszínének hőmérséklete állandó, akkor az egységnyi felületre, egységnyi idő alatt beérkező és az egységnyi felület által, egységnyi idő alatt kisugárzott energia megegyezik. A kisugárzott energia teljesítménye 1 m^2 felületen

a) A Nap által másodpercenként kisugárzott energia

$$P_{\text{Nap}} = \sigma \cdot 4R_N^2 \pi T_N^4.$$

$$I_{\text{ki}} = \sigma T_H^4.$$

Ugyanekkora hőenergia érkezik a Nap köré képzeltek, r sugarú gömbfelületre egyenletesen. A Hold 1 m^2 nagyságú, sugárzásra merőleges felületére eső energia másodpercenként (intenzitás):

Az elnyelt intenzitás az előző rész eredménye szerint $I_{\text{be}} = I_{\text{Hold}}$, tehát az $I_{\text{be}} = I_{\text{ki}}$ egyenlőségből megkapjuk a Hold felszínének hőmérsékletét ott, ahol merőleges a beeső napfény:

$$I_{\text{Hold}} = \frac{P_{\text{Nap}}}{4r^2\pi} = \frac{\sigma R_N^2 T_N^4}{r^2} \approx 1600 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}.$$

$$T_H = T_N \sqrt{\frac{R_N}{r}} \approx 410 \text{ K}.$$

F8.** A XX. század elején a Napot egy 6000 K hőmérsékletű, homogén izzó gázgömbnek képelték, amely H_2 molekulákból áll, és a hőszugárzás során lassan hűl. A napsugárzás intenzitása a Földünk távolságában jelenleg 1400 W/m^2 . 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

1. $15,24 \text{ m}$ hosszú acél vasúti síneket úgy rakják le, hogy végeik között kis réseket hagynak a hőtágulásra. Ha 10°C -os hőmérsékleten fektették le a síneket, mekkora minimális réssel lehet megakadályozni, hogy 50°C -os hőmérsékleten összeérjenek? A lineáris hőtágulási tényező a sínekre $1,1 \times 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$.

2 Egy ház fedetlen autóbeállójának alapja egy $5,0 \text{ m}^2$ területű, 12 cm vastagságú betontömb. A tömb alatt elektromos fűtőszálak vannak telepítve, amik megakadályozzák a téli hónapokban a beton jegesedését. Legalább mekkora teljesítményt kell a fűtőszálaknak leadniuk, hogy a betontömb alsó és felső felülete között 20°C hőmérséklet-különbség alakuljon ki? A beton hővezetési együtthatója $0,80 \text{ W}/(\text{mK})$.

A) 333 W

B) 100 W

C) 196 W

D) 667 W

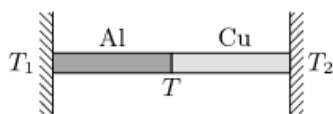
3 Becsüljük meg a Plútó nappali átlaghőmérsékletét! Ismert, hogy a Plútó 40-szer távolabb van a Naptól, mint a Hold, és a Hold nappali átlaghőmérséklete 130°C .

A) 3°C

B) 20°C

C) -127°C

D) -209°C



4 Egy-egy 50 cm hosszúságú és 10 cm^2 keresztmetszetű alumínium- és rézrudat összeillesztettünk az ábra szerint. Az alumíniumrúd szabad végét állandó $T_1 = 100^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, a rézrúd szabad végét pedig $T_2 = 0^\circ\text{C}$ hőmérsékleten tartjuk. Mekkora az összeillesztési pont T hőmérséklete? Az alumínium hővezetési együtthatója $240 \text{ W}/(\text{mK})$, a réz pedig $400 \text{ W}/(\text{mK})$.

A) $37,5^\circ\text{C}$

B) 50°C

C) $62,5^\circ\text{C}$

D) egyik sem

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

6. **. Egy zárt edényben a környezettel termikus egyensúlyban lévő, $T_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ -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 $T = 50\text{ }^\circ\text{C}$ -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?

7. *. Hányadrészére 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 levegőréteg van? A levegő és az üveg hővezetési tényezője $\kappa_{\text{levegő}} = 0,025\text{ W/(m K)}$ és $\kappa_{\text{üveg}} = 1,2\text{ W/(m K)}$.

8. *. Egy nagy tó feletti levegő $-10\text{ }^\circ\text{C}$ -os, a tó vize $0\text{ }^\circ\text{C}$ -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 $\kappa = 2,3\text{ W/(m K)}$, fagyáshője $L = 334\text{ kJ/kg}$, sűrűsége $\rho = 920\text{ kg/m}^3$.

19A-3 Egy $15,24\text{ m}$ hosszúságú ólomcső $-20\text{ }^\circ\text{C}$ -ról $+30\text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítve $2,286\text{ cm}$ -rel nyúlik meg. Határozza meg az ólom hőtágulási tényezőjét!

19A-6 $18,288\text{ m}$ hosszú acél vasúti sín-elemeket $0,254\text{ cm}$ -es hézagokkal fektettek le olyan napon, amikor a hőmérséklet $35\text{ }^\circ\text{C}$ volt. Mekkora lesznek a sínek közötti rések, ha a hőmérséklet $-29\text{ }^\circ\text{C}$ -ra csökken? Az acél lineáris hőtágulási tényezője $12 \times 10^{-6}\text{ }1/^\circ\text{C}$.