

# **Szakács Jenő Megyei Fizikaverseny**

2023/2024. tanév

I. forduló

2023. december 11.

Minden versenyzőnek a számára (az alábbi táblázatban) kijelölt **négy** feladatot kell megoldania. Azoknak a tanulóknak, akik nem gimnáziumi rendszerben tanulnak fizikát, az **A** feladatsort kell megoldani.

A rendelkezésre álló idő 180 perc. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, függvénytáblázat és számológép használható. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A feladatok különböző pontértékűek és az egyes kategóriákban elérhető maximális pontszámok is eltérőek.

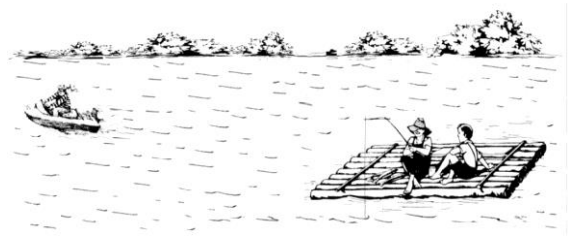
A gimnazisták feladatai		A szakközépiskolások feladatai	
9. osztály	2., 4., 6., 12. (50 pont)	A.	1., 6., 10., 12. (55 pont)
10. osztály	5., 7., 11., 13. (55 pont)		
11. osztály	3., 8., 15., 16. (90 pont)		
12. osztály	9., 10., 14., 15. (80 pont)		

**FIGYELEM!!!**

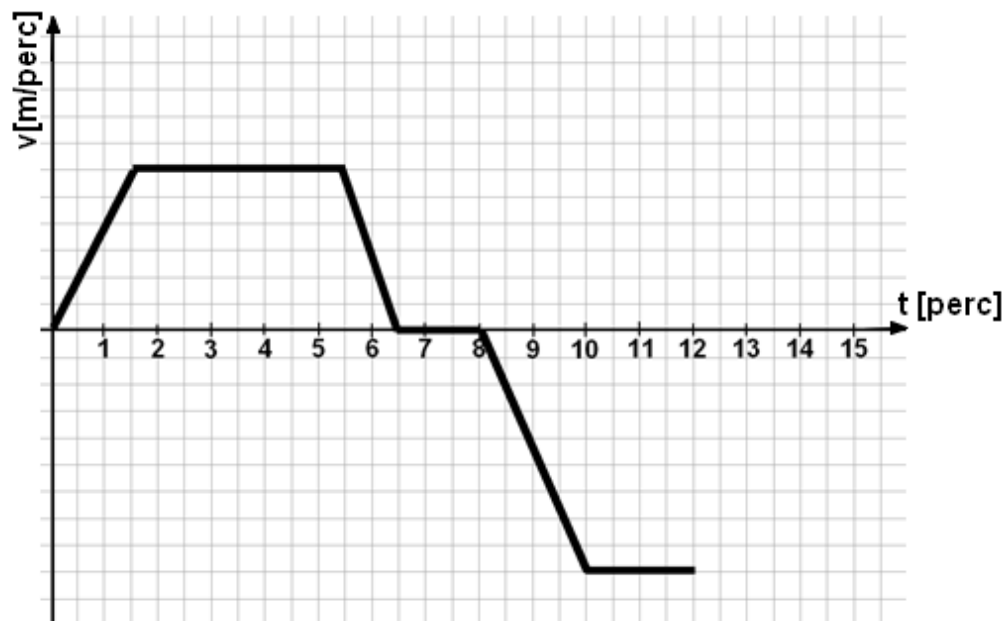
Azokban a feladatokban, ahol erre az adatra szükség van, vegye a földfelszíni gravitációs gyorsulás értékét **10 m/s<sup>2</sup>**-nek (hacsak a feladat nem ad meg más értéket)!

Jó munkát kívánunk!

**1.** Egy motorcsónak a folyón felfelé (folyásiránnyal szemben) haladva egy lefelé (folyásirányba) úszó tutajjal találkozik. Ezután egy órával motorja meghibásodik, ezután a csónak is a folyásirányba sodródik. A lefelé sodródó csónakon 30 perc alatt sikerül a motort megjavítani, ezt követően pedig a vízhez képest ugyanakkora sebességgel, mint amivel fölfelé haladt, lefelé indul. Így utoléri a tutajt 7,5 km-re attól a ponttól, ahol először találkoztak. Mekkora a víz folyási sebessége? (10 pont)



**2.** Lisszabon híres 28-as vonalán egyetlen villamoskocsi jár 3150 m távolságban levő alsó (tengerpart) és felső (hegytető) állomás között oda-vissza (közbenő megállóhely nélkül), az alsó megállóból 15 percnként indulva. Az ábrán a villamos egy oda-vissza útjának sebesség-idő grafikonja látható, de nem a teljes oda-vissza út (a vége hiányzik). Az idő tengelyen perc mértékegységet használunk és a skálaléptéket is feltüntettük, a sebességtengelyen méter/perc mértékegységet használunk, de nem áruljuk el a léptéket.

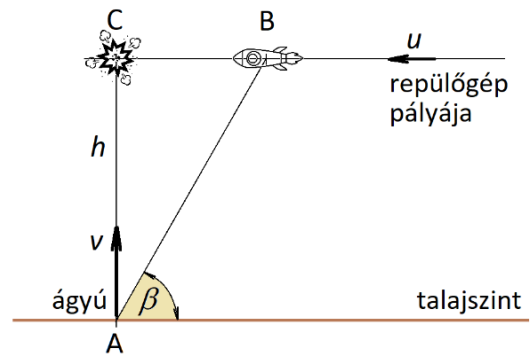


(a) Mekkora (hány méter/perc) az osztás a sebesség tengelyen? (5 pont)

A grafikonon csak az indulástól mért első 12 percen jelenítettük meg a villamos sebességét. A 12. perctől a villamos egyenletesen lassít, majd megállás után a 15. perc végéig az alsó állomáson áll (miután újra nekiindul ugyanezen grafikon szerint).

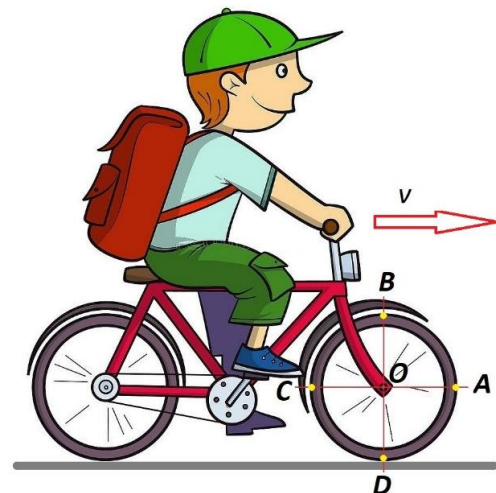
(b) Egészítse ki a grafikont a 15. perc végéig! (5 pont)

**3.** Egy repülőgép  $h = 3000$  m magasan halad egy légvédelmi ágyú felé  $u = 100$  m/s sebességgel. A repülőgépet meg akarják semmisíteni az ágyúval, ezért annak csövét függőlegesen fölfelé irányították. Az ágyúcsőből kilépő lövedék torkolati sebessége  $v = 1000$  m/s. A lövedékre ható légellenállást hanyagoljuk el,  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. (Az ábra nem méretarányos.)



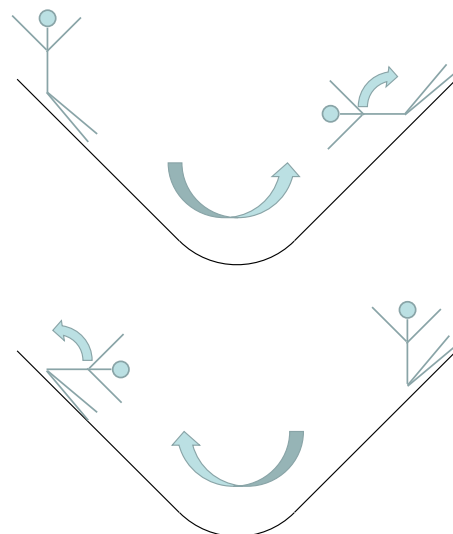
- (a) A vízszintes sík felett mekkora  $\beta$  szög alatt kell látszania a repülőgépnek ahhoz, hogy ekkor elsütve az ágyút, a lövedék eltalálja a célpontot? **(15 pont)**
- (b) Magyarázza el a lövedék lehetséges röppályáit. Milyen irányból találja el a lövedék a célpontot? **(5 pont)**

**4.** Egy kerékpáros  $v = 18$  km/h sebességgel halad a vízszintes útesten. A kerekek csúszásmentesen gördülnek. Az első gumiabroncs külső felületén bejelöltük az  $A$ ,  $B$ ,  $C$  és  $D$  pontot, illetve a kerék  $O$  forgástengelyét (lásd az ábrát).



- (a) Mekkora a keréken bejelölt négy pont útesthez viszonyított sebességének nagysága, és milyen az iránya? **(10 pont)**
- (b) Az eredményt (a sebességvektorokat) rajzon is mutassa be. **(5 pont)**

**5.** A Matematikai és Fizikai Vidámparkban a játszótéren különleges játékok, közöttük a megszokottól eltérő „hinták” találhatóak. Ezeknek nem láncon vagy kötélben lóg az ülése, hanem egy súrlódásmentes, két lejtőből és egy körív felépített pályán mozoghat. A két lejtő hajlásszöge  $45^\circ$ , egyik oldalt lejtő, a másikon emelkedő irányú, és a két lejtőt törésmentesen köti össze a körív alakú rész. Egy óvodást, aki már tudja hajtani magát a hintákon, a lejtős részen indítanak el, és oly módon „hintázzik” rajta, hogy a lejtős részen függőleges felsőtesttel indul, és mereven tartja magát mozgásának emelkedő oldali tetőpontjáig, így értelemeszerűen vízszintes felsőtesttel érkezik oda. Az emelkedő oldali tetőponton derekának egy gyors mozdulatával újra függőlegesbe fordítja a felsőtestét (ezt olyan rövid idő alatt teszi, hogy eközben az ülésel együtt való elmozdulása elhanyagolható), így, magát mereven tartva indul



visszafelé, és a lejtős oldali tetőpontra megint csak vízszintes felsőtesttel érkeznek. A hintázás leírt ciklusából már csak az az utolsó mozzanat hiányzik, hogy felsőtestét ekkor is pillanatszerűen függőlegesbe fordítja.

Az óvodás testtömege 23 kg, melyből felsőteste 15 kg tömegű, a felsőtest tömegközéppontja a derekától 15 cm távolságban van. Az ülés 4 kg tömegű.

Hány hintázási ciklus alatt emelkedik a mozgás tetőpontja 1 métert? (10 pont)

**6.** A fúvócső bambuszból vagy üreges faágból készült löfegyver. A vadász a lövedéket (pl. agyaggolyót) behelyezi a cső alsó végébe, mély lélegzetvétel után szájába veszi a cső alsó végét (lásd az ábrát), céloz, majd hirtelen nagy erővel összeszorítja a rekeszizmait, és levegőt présel a csőbe.

A fúvócső hossza  $L = 1,5$  m, belső átmérője  $D = 2$  cm, a lövedék tömege  $m = 5$  gramm.

A lövedék és a csőfal közötti tapadási erő olyan nagy, hogy a lövedék csak  $p = 1,1$  bar nyomásnál indul el. Miközben a lövedék a fúvócsőben mozog, a vadász tüdejében és a csőben a nyomás állandó. A külső légnyomás  $p_0 = 1$  bar.

A lövedék és a csőfal közötti súrlódási erőt és a tömítetlenségi veszteséget hanyagoljuk el (a lövedék légmentesen zár).

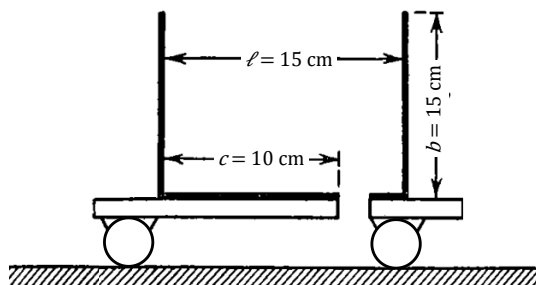
(a) Mekkora a lövedékre ható tapadási erő? (5 pont)

(b) Mekkora a lövedék gyorsulása? (5 pont)

(c) Mekkora sebességgel lép ki a lövedék a csőből (mekkora a torkolati lövedéksebesség), és mennyi ideig mozog a lövedék a csőben? (5 pont)



**7.** Egy kiskocsira az ábra szerinti méretű, felül nyitott edényt helyeztek, melynek alján lyuk található. Milyen gyorsulással kell mozgatnunk a rendszert ahhoz, hogy az edényben a lehető legtöbb víz maradjon meg? (10 pont)



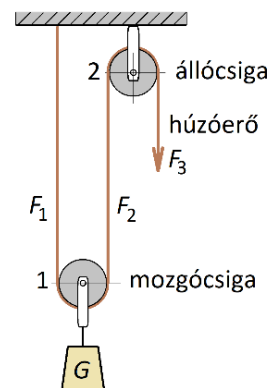
**8.** Egy mozgó- és egy állócsigából összeállított emelővel terhet emelünk az ábra szerint. A teher súlya  $G = 1000$  N, emelési sebessége állandó. A csigák és a kötéltömeget hanyagoljuk el. A csigák méretei megegyeznek.

(a) Mekkora az  $F_3$  húzóerő, ha feltételezzük, hogy a csigák és a tengelyük közötti súrlódás zérus? (5 pont)

A valóságban a csigák és a tengelyük között súrlódási nyomaték ébred, ez akadályozza a csigák forgását. Ezek a súrlódási nyomatékok arányosak a tengelyeket terhelő kötélerők összegével:

$$\frac{M_{2,\text{súrl}}}{M_{1,\text{súrl}}} = \frac{F_2 + F_3}{F_1 + F_2} . \text{ (Az } F_1, F_2, F_3 \text{ a kötélerőket bejelöltük az ábrán.)}$$

A mérések szerint a  $G = 1000$  N súlyú teher emeléséhez szükséges húzóerő:  $F_3 = 600$  N.



(b) Mekkora az  $F_2$  és  $F_1$  kötél erő? (10 pont)

(c) Mekkora a teheremelés hatásfoka (a teher helyzeti energiájának növekedése osztva a húzóerő munkájával)? (5 pont)

(d) Mekkora a mozgó- és az állócsiga hatásfoka? (10 pont)

**9.** A Sanghaj-torony (Kína) gyorsliftje közbülső megállás nélkül  $t = 53$  s alatt juttatja föl a látogatókat a földszintről a  $H = 578,5$  m magasan levő kilátó szintre. A lift az emelkedési út első felében egyenletesen gyorsul, a másodikban egyenletesen lassul. A gyorsulás és a lassulás nagysága azonos. A felfelé és a lefelé vezető út menetideje, gyorsulása és lassulása megegyezik.



(a) Mekkora a lift gyorsulása? (5 pont)

(b) Mekkora a lift legnagyobb sebessége? (5 pont)

(c) A liftben van egy kisméretű precíz ingaóra, ez az álló liftben pontosan jár. A lift naponta  $n = 100$  alkalommal teszi meg a teljes fel/le utat.

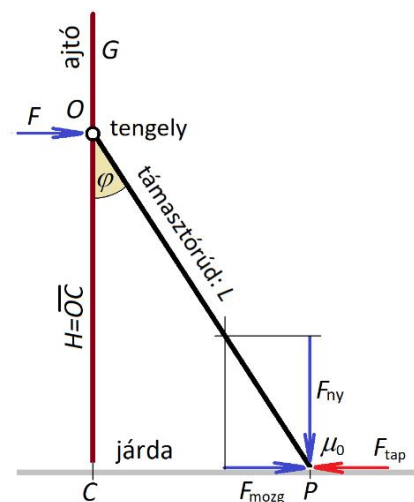
Naponta hány másodpercet késik vagy siet a liftben levő ingaóra?

(15 pont)

A matematikai inga lengésidejével számoljunk,  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>

**10.** Garázsajtók kitámasztásához (becsapódásuk megakadályozására) használják a képen látható ajtókitámasztót, amelyet az ajtó aljához kell rögzíteni. A támasztórúd felső vége az ajtóhoz rögzített,  $O$  ponton

átmenő vízszintes tengely körül elfordulhat. (A tengely jó közelítéssel az ajtó síkjában van.) A rudat egy rugópár húzza föl, illetve nyomja le a járdához. A rúd hossza  $L = 250$  mm, tömegét és a rugóerőket hanyagoljuk el. A kitámasztott ajtóra ható erők (pl. szélerek) merőlegesen az ajtóra, és a vízszintes  $F$  erővel nyomják a támasztórúd  $H$  magasságban levő tengelyét.



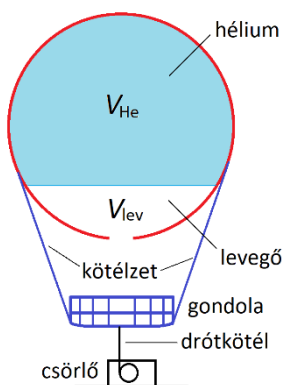
(a) A rúd alsó végén ( $P$ ) levő gumisapka és a járda közötti tapadási tényező  $\mu_0 = 0,5$ . Legalább milyen magasan legyen a támasztórúd tengelye ( $H = ?$ ), hogy az ajtó ne csapódjon be (a gumisapka ne csússzon meg a járdán)? (10 pont)

(b) Az ajtó súlya  $G = 400$  N. Kellően nagy szélerek esetén a támasztórúd leemeli az ajtót a zsanérokról. Legalább mekkora  $F$  erőnél következne ez be? (A zsanérok súrlódását hanyagoljuk el.) (10 pont)

**11.** 2022-ben újra indult a Városligetben a ballon-kilátó. Ez egy héliummal töltött, állandó térfogatú, alul nyitott ballon, amely drótkötéllal a földön levő csörlőhöz van kikötve. A ballon gömb alakú, térfogata  $V_0 = 6000 \text{ m}^3$ . A gondola, a kötélzet és a ballonburkolat tömege  $m_{\text{gond}} = 1000 \text{ kg}$ , ezek tömör térfogata elhanyagolható a ballon térfogata mellett. Ha a léghőmérséklet  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ , a légnyomás  $p_0 = 100 \text{ kPa}$ , a ballon  $m_{\text{max}} = 4000 \text{ kg}$  terhet (például városnézőket) képes megemelni és lebegésben tartani. A teher térfogatát is hanyagoljuk el. Tehát a megemelt legnagyobb tömör tömeg a gondolával együtt  $m_0 = 5000 \text{ kg}$ .



A ballon felső részében  $\rho_{\text{He}} = 0,164 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű hélium van, alatta és a ballonon kívül  $\rho_{\text{lev}} = 1,19 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű levegő.



- (a) Miért helyezkedik el felül a hélium? (2 pont)  
 (b) Mekkora a hélium és a levegő térfogata a ballonban? (8 pont)

Egyik felemelkedés alkalmával a hasznos teher csak  $m_{\text{ht}} = 3000 \text{ kg}$  volt (a megemelt összes tömör tömeg  $4000 \text{ kg}$ ).

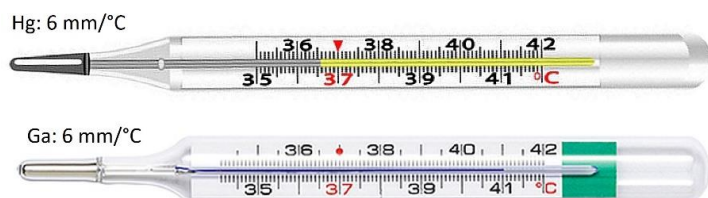
- (c) Ha induláskor elszakadna a drótkötél, mekkora kezdő gyorsulással emelkedne a ballon?  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . (10 pont)

**12.** Egy nagy tavon a parttól távol léket vágnak a jégbe. Milyen mélyre kell leengedni a lékbe egy vödröt, hogy vizet tudjuk fölhúzni vele? A jég  $10 \text{ m}$  vastag (pl. az Erie-tó jege 2010-2011 telén elérte ezt a vastagságot). (10 pont)



**13.** A folyadékos lázmérők hőre táguló folyadékkal töltött zárt üvegtartályból és az ehhez csatlakozó kapilláriscsőből állnak. A mért hőmérsékletet a kapilláriscső (szűk keresztmetszetű üvegcső) mögött elhelyezett skáláról lehet leolvasni.

A 2009 előtt forgalomba hozott lázmérők higanyal (Hg) voltak töltve, azóta egy kevésbé mérgező gallium-indium-ón ötvözet (galinstan) a töltőfolyadék.



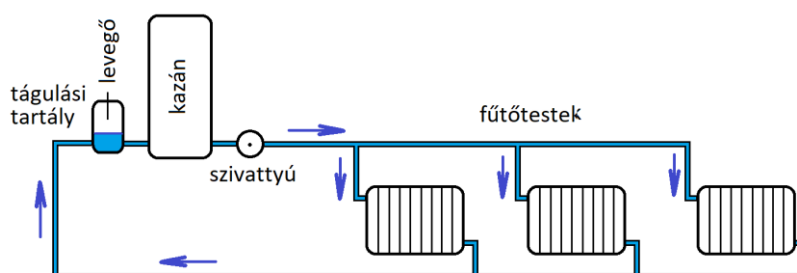
Egy higanyos és egy galliumos lázmérő skálaosztása megegyezik:  $s = 6 \text{ mm/}^\circ\text{C}$ , azaz  $1^\circ\text{C}$  hőmérsékletváltozásra  $6 \text{ mm}$ -rel mozdul el a kapillárisban a folyadékoszlop vége. (Az ábrán a higanyos lázmérő  $36,5^\circ\text{C}$ -ot, a galliumos  $41^\circ\text{C}$ -ot mutat.)

A lázmérők üveganyagának vonalas hőtágulási együtthatója  $\alpha_{\text{üveg}} = 17,6 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , a higany, illetve a galliumötvözet térfogati hőtágulási együtthatója  $\beta_{\text{Hg}} = 181 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  
 $\beta_{\text{Ga}} = 126 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

- (a) A higanyos lázmérőben  $V_{\text{Hg}0} = 45 \text{ mm}^3$  higany van ( $35^\circ\text{C}$ -on). A kapilláriscső térfogatát hanyagoljuk el a tartály térfogata mellett. Mekkora a kapilláriscső átmérője? **(10 pont)**  
 (b) A galliumos lázmérő kapilláriscsövének átmérője megegyezik a higanyoséval. Mekkora térfogatú galliumötvözet van a galliumos lázmérőben? **(5 pont)**

**14.** Egy családi házat úgynevezett cirkóval fűtenek. Ennek lényege a következő.

Egy kazánban elégetjük a földgázt. Ennek égéshője vizet melegít, amit egy szivattyú csöveken keresztül juttat el a helyiségekben levő fűtőtestekbe (az ábrán hármat tüntettünk fel). Miközben a fűtőtestek melegítik a helyiségeket, a bennük átfolyó víz kissé lehűl és visszaáramlik a kazánba.



A rendszerbe be van iktatva egy tágulási tartály is az ábra szerint. Ennek felső részében levegő van. Egy szivattyú keringteti (cirkuláltatja) a vizet a kazán, a csövek, a tágulási tartály és a fűtőtestek által kialakított zárt térben.

Beüzemeléskor a rendszert  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ -on feltöltik vízzel úgy, hogy a tágulási tartály felső részében  $V_{0,\text{lev}} = 8$  liter térfogatú,  $p_0 = 2$  bar nyomású (teljes nyomás) levegő maradjon. A zárt tér teljes térfogata  $V_0 = 100$  liter, így a betöltött víz térfogata  $V_{0,\text{víz}} = 92$  liter.

A kazán, a csövek, a tágulási tartály és a fűtőtestek acélból készültek. Az acél lineáris hőtágulási együtthatója  $\alpha_{\text{acél}} = 11 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ . A víz térfogati hőtágulási együtthatója

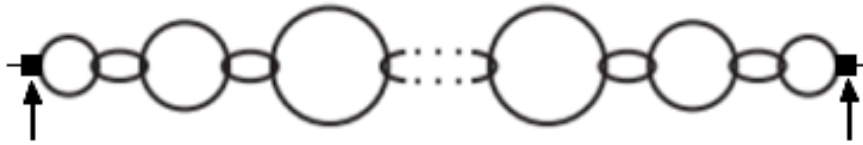
$$\beta_{\text{víz}} = 430 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}.$$

A rendszer egyes elemeinek szintkülönbségét hanyagoljuk el. A vizet tekintsük összenyomhatatlannak. A zárt tér térfogata a rendszerben kialakuló nyomás hatására nem változik.

- (a) Ha a fűtés során az egész rendszer hőmérséklete jó közelítéssel  $T_1 = 60^\circ\text{C}$ , mekkora nyomás alakul ki benne? **(12 pont)**  
 (b) Mi történne a fűtés során, ha nem lenne tágulási tartály a rendszerben? **(3 pont)**

**15.** Egy 6 g tömegű ezüzlánc 22 db különböző átmérőjű ezüst gyűrűből áll, de az egyes gyűrűkben az ezüsthuzal keresztmetszete azonos és jóval kisebb, mint a gyűrű mérete. A megfeszített lánc hossza 48 cm, elektromos ellenállása  $0,045 \Omega$ . Az ezüst gyűrűk, mint vezetőkek által képviselt ellenálláson kívül a gyűrűk érintkezési pontjainál is ellenállás lép fel. Mekkora az egyes érintkezési pontokban fellépő elektromos ellenállás átlagos értéke? **(20 pont)**





(A két csatlakozást, amelyeken a megfeszített teljes lánc eredő ellenállását mérjük, tételezzük fel ideálisnak.) Az ezüst sűrűsége  $10500 \text{ kg/m}^3$ , a fajlagos ellenállása  $1,629 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ .

**16.** A mobiltelefonokban lítium-polimer akkumulátort használnak (katód: lítium-kobalt-oxid, anód: grafit, elektrolit: lítium-hexafluorfoszfát).

Egy ilyen akkumulátor adatai:

- kapacitás (töltéstároló képesség): 5000 mA h
- névleges feszültség 3,6 V
- belső ellenállás 30 m $\Omega$
- tömeg 80 gramm
- hőkapacitás 150 J/°C
- lítium olvadáspontja 180°C



- (a) Mennyi energiát tárol a feltöltött akkumulátor? Az eredményt adja meg W h és kJ egységben is. **(5 pont)**
- (b) A feltöltött akkumulátorban belső zárlat keletkezik. Mekkora a rövidzárlati áram és teljesítmény? **(5 pont)**
- (c) Mennyi hőenergia szükséges ahhoz, hogy az akkumulátor 30°C-ról 180°C-ra (ez a lítium olvadáspontja) melegedjen? Ez az energia hány százaléka az akkumulátorban tárolt energiának? **(5 pont)**
- (d) A rövidzárlati teljesítménnyel számolva, mennyi idő telik el ezalatt? A melegedés közben az akkumulátor és környezete közt kialakuló hőcserét hanyagoljuk el. **(5 pont)**