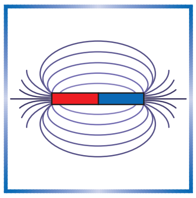


Fizika feladatok megoldása

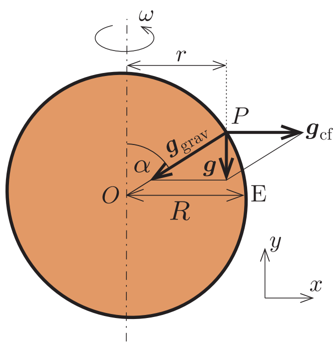
P. 5400. *A kis herceg egyik gömb alakú bolygója olyan gyorsan forog a tengelye körül, hogy az egyenlítőjén nulla a nehézségi gyorsulás. Milyen irányban nőnek a fák a bolygón?*

(*4 pont*)

Megoldás. Célszerű a bolygóhoz rögzített, forgó koordináta-rendszerből szemlélni a helyzetet. Ebben a rendszerben a gravitációs gyorsulás ($\boldsymbol{g}_{\rm grav}$) mellett fellép egy $r\omega^2$ nagyságú, a bolygó forgástengelyére merőleges, attól „elfele” mutató *centrifugális gyorsulás* ($\boldsymbol{g}_{\rm cf}$), ahol r a forgástengelytől mért távolság, ω pedig a bolygó szögsebessége. A gravitációs gyorsulás g_0 nagysága csak a bolygó középpontjától mért távolságtól függ, tehát a bolygó felszínén mindenhol ugyanakkora.

Az eredő nehézségi gyorsulás a gravitációs és a centrifugális gyorsulás vektori összege (lásd az *ábrát*):

$$\boldsymbol{g} = \boldsymbol{g}_{\rm grav} + \boldsymbol{g}_{\rm cf}.$$



Feltételezzük, hogy a fák $\boldsymbol{g}$-vel ellentétes irányban nőnek.

Tudjuk, hogy az R sugarú bolygó egyenlítője (E) mentén

$$|\boldsymbol{g}_{\rm cf}| = R\omega^2 \qquad \text{és} \qquad |\boldsymbol{g}| = 0,$$

tehát fennáll, hogy $g_0 = R\omega^2$.

Tekintsünk most egy tetszőleges P pontot a bolygó felszínén, és legyen az OP egyenesnek a forgástengellyel bezárt szöge α. Az ábrán jelölt koordináta-rendszerben a gyorsulások komponensei:

$$g_{{\rm grav},x} = -g_0 \sin\alpha, \qquad g_{{\rm grav},y} = -g_0\cos\alpha,$$

$$g_{{\rm cf},x} = r\omega^2 = R\omega^2\sin\alpha, \qquad g_{{\rm cf},y} = 0,$$

és így

$$g_x = g_{{\rm grav},x} + g_{{\rm cf},x} = -g_0\sin\alpha + R\omega^2\sin\alpha = \sin\alpha(R\omega^2 - g_0) = 0,$$

valamint $g_y = -g_0\cos\alpha$.

Ezek szerint a fák ezen a furcsa bolygón a forgástengellyel párhuzamosan nőnek, mivel a centrifugális gyorsulás ellensúlyozza a gravitációs gyorsulásnak a forgástengelyre merőleges komponensét. Az északi feltekén tehát „felfelé”, a délin „lefelé” fognak nőni a fák.

Seprődi Barnabás Bendegúz (Budapest, Óbudai Árpád Gimn., 10. évf.)

Megjegyzés. Az egyenlítőn, ahol súlytalanság van, feltehetően egyáltalán nem nőnek fák, vagy ha mégis, akkor azok irányát nem a nehézségi erő, hanem valami más (pl. a fény) határozhatná meg.

30 dolgozat érkezett. Helyes 8 megoldás. Hiányos (1–2 pont) 9, hibás 10, nem versenyszerű 3 dolgozat.

P. 5404. *Egy ideális Carnot-gép T_1 és T_2 ($T_2 < T_1$) hőmérsékletű hőtartályok segítségével (izotermikus és adiabatikus állapotváltozásokon keresztül) ciklusonként W hasznos munkát tud végezni. Hogyan módosul a hőerőgép hatásfoka, ha a munkahenger dugattyújának kicsiny súrlódása miatt ciklusonként $2q$ hő fejlődik ($q \ll W$), és ez a hő fele-fele arányban megosztva visszakerül a hőtartályokba?*

(*5 pont*) Közli: *Wiedemann László,* Budapest

Megoldás. Az ideális Carnot-gép hatásfoka (a szokásos jelölésekkel):

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{fel}}} = \frac{Q_{\text{fel}} - Q_{\text{le}}}{Q_{\text{fel}}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

ahonnan

$$Q_{\text{fel}} = \frac{W}{\eta}, \qquad \text{illetve} \qquad Q_{\text{le}} = \frac{1-\eta}{\eta}W.$$

Ha a hőerőgép nem ideális, mert a dugattyú súrlódása miatt ciklusonként $2q$ hő fejlődik, amely fele-fele arányban visszakerül a hőtartályokba, akkor a felvett és leadott hő, valamint a munkavégzés a következőképen módosul:

$$Q'_{\text{fel}} = Q_{\text{fel}} - q = \frac{W}{\eta} - q,$$

$$Q'_{\text{le}} = Q_{\text{le}} + q = \frac{1-\eta}{\eta}W + q,$$

$$W' = Q'_{\text{fel}} - Q'_{\text{le}} = W - 2q.$$

Ezek szerint a módosult hatásfok:

$$\eta' = \frac{W'}{Q'_{\text{fel}}} = \frac{W-2q}{(W/\eta) - q} = \frac{W-2q}{W-\eta q}\eta.$$

Számítsuk ki, hogy mennyivel kisebb ez a hatásfok a Carnot-hatásfoknál:

$$\eta - \eta' = \left(1 - \frac{W-2q}{W-\eta q}\right)\eta = \frac{(2-\eta)\eta q}{W-\eta q} \approx \eta(2-\eta)\frac{q}{W}.$$

(Az utolsó lépésnél kihasználtuk, hogy $q \ll W$.)

A hőerőgép hatásfoka tehát kicsiny súrlódás esetén

$$\eta' = \eta - \eta(2-\eta)\frac{q}{W},$$

amelyet a hőtartályok hőmérsékletével így is megadhatunk:

$$\eta' = \frac{T_1 - T_2}{T_1} - \frac{T_1^2 - T_2^2}{T_1^2} \cdot \frac{q}{W}.$$

Toronyi András (Budapest, Baár-Madas Gimn., 12. évf.)

17 dolgozat érkezett. 5 pontot kapott Toronyi András megoldása. Hiányos (1–3 pont) 9, hibás 5, nem versenyszerű 2 dolgozat.

P. 5405. *Két különálló ellenálláson összesen I erősségű áram folyik át. Igazoljuk, hogy a két ellenállásra eső összteljesítmény akkor minimális, ha a két ellenállásra eső feszültség megegyezik!*

(*4 pont*) Közli: *Holics László,* Budapest

Megoldás. Legyen az egyik ellenállás R, a másik ellenállás az elsőnek x-szerese, azaz xR. Az egyik ellenálláson átfolyó áramerősség i_1, a másikon átfolyó áram erőssége $i_2 = I - i_1$.

Egy R nagyságú ellenállásra eső teljesítmény (általánosságban):

$$P = U \cdot i = R\,i^2,$$

így a feladatban szereplő két ellenállás összteljesítménye:

$$P_{\text{összes}} = P_1 + P_2 = R \cdot i_1^2 + xR \cdot (I - i_1)^2 = R\big[(1+x)i_1^2 - 2xI\,i_1 + xI^2\big].$$

Ismert, hogy az $f(x) = ax^2 + bx + c$ alakú másodfokú kifejezésnek $x = -\frac{b}{2a}$-nál van szélsőértéke ($a > 0$ esetén minimuma). Ennek megfelelően $P_{\text{összes}}$ legkisebb értékéhez tartozó áramerősségek:

$$i_1 = \frac{x}{1+x} I, \qquad \text{illetve} \qquad i_2 = I - i_1 = \frac{1}{1+x} I.$$

Így az R_1 ellenállásra eső feszültség:

$$U_1 = R\,i_1 = \frac{x}{1+x}\,IR,$$

a másik ellenállás feszültsége

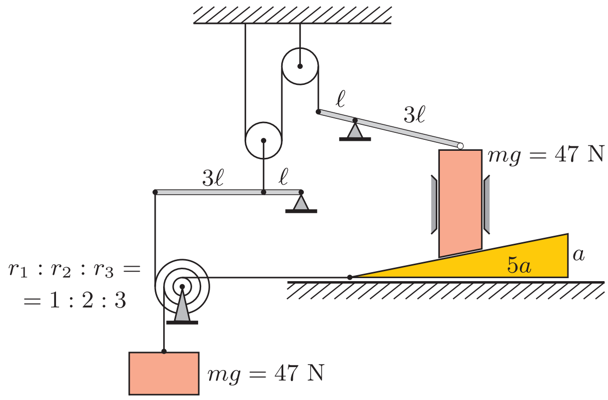
$$U_2 = (xR) \cdot i_2 = \frac{x}{1+x}\,IR.$$

Látjuk, hogy a legkisebb összteljesítmény esetén $U_1 = U_2$, tehát a feladat szövegében szereplő állítás valóban igaz.

Hauber Henrik (Győr, Révai Miklós Gimn. és Koll., 11 évf.)

34 dolgozat érkezett. Helyes 17 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 3, hiányos (1–2 pont) 5, hibás 6, nem versenyszerű 3 dolgozat.

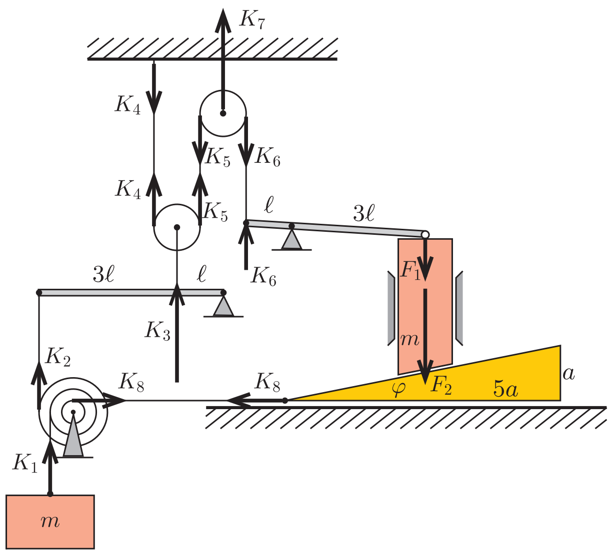
P. 5409. *Az* ábrán *egyszerű gépek kavalkádját láthatjuk. A súrlódás, valamint a csigák és emelők tömege elhanyagolható. Mekkora erő ébred a fonalakban?*



(*4 pont*) *Holics László* feladata nyomán

Megoldás. Használjuk az *ábrán* látható jelöléseket, és használjuk ki, hogy

$$mg = 47\ \mathrm{N} \qquad \text{és} \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{a}{5a} = \frac{1}{5}.$$



Mivel a rendszer egésze és annak minden egyes része egyensúlyban van, a következő egyenleteket írhatjuk fel:

$$K_1 = mg = 47\ \mathrm{N},$$

$$\ell \cdot K_3 = 4\ell \cdot K_2, \qquad \text{azaz} \qquad K_3 = 4K_2,$$

$$K_4 = K_5 = K_6 = \frac{1}{2}K_3 = 2K_2,$$
$$K_7 = K_5 + K_6 = K_3.$$
$$F_1 = \frac{K_6\,\ell}{3\,\ell} = \frac{2}{3}K_2,$$
$$F_2 = F_1 + mg = \frac{2}{3}K_2 + 47\ \mathrm{N},$$
$$K_8 = \operatorname{tg}\varphi\, F_2 = 9{,}4\ \mathrm{N} + \frac{2}{15}K_2.$$

Tudjuk továbbá, hogy a hengerkerékre ható eredő forgatónyomaték nulla:

$$2r_1K_1 - 3r_1K_2 = r_1K_8 = r_1\left(9{,}4\ \mathrm{N} + \frac{2}{15}K_2\right),$$

vagyis

$$2\cdot 47\ \mathrm{N} - 3K_2 = 9{,}4\ \mathrm{N} + \frac{2}{15}K_2.$$

Ennek a lineáris egyenletnek $K_2 = 27$ N a megoldása, amit a többi egyenletbe visszaírva kapjuk:

$$K_3 = K_7 = 108\ \mathrm{N},\qquad K_4 = K_5 = K_6 = 54\ \mathrm{N},\qquad F_8 = 13\ \mathrm{N}.$$

Seprődi Barnabás Bendegúz (Budapest, Óbudai Árpád Gimn., 10. évf.)

9 dolgozat érkezett. Helyes a Csillingek csapatának, továbbá Seprődi Barnabás Bendegúz, Toronyi András és Vig Zsófia megoldása. Hiányos (1–2 pont) 4, hibás 1 dolgozat.

P. 5410. *A vándorsólyom szárnycsapások nélkül is képes megtenni nagyobb távolságokat. Ilyenkor a mozgása két részből áll. Az első részben kiterjesztett szárnyakkal körözve emelkedik egy fölfelé áramló meleg levegőoszlopban (termikben) v_1 függőleges sebességgel. A második részben a termiket elhagyva a vízszintessel α szöget bezárva állandó sebességgel siklik a következő, L távolságra lévő termikig. A v_2 siklási sebesség jó közelítéssel egyenesen arányos a siklás vízszintessel bezárt α szögének szinuszával: $v_2 = k\sin\alpha$, ahol k egy ismert állandó.*

a) Legalább milyen magasra kell a madárnak emelkednie a termikben, hogy egy emelkedésből és egy siklásból álló mozgás a legrövidebb ideig tartson?

b) Legalább mennyi időre van szüksége a vándorsólyomnak, hogy az egyik termik aljától eljuthasson a másik termik aljáig?

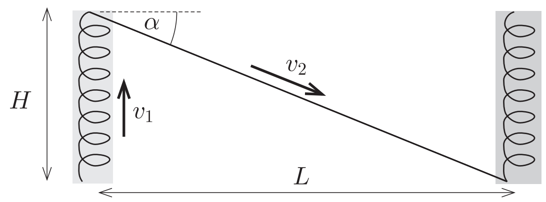
c) Határozzuk meg az optimális menetidejű mozgáshoz tartozó siklási szöget!

Adatok: $v_1 = 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $k = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $L = 2$ km.

(*5 pont*) Közli: *Simon Péter,* Pécs

Megoldás. Az *ábra* alapján az emelkedés és a siklás teljes idejére érvényes:

$$t = \frac{H}{v_1} + \frac{L}{v_2 \cos\alpha}.$$



Mivel

$$\cos\alpha = \frac{L}{\sqrt{H^2+L^2}} \qquad \text{és} \qquad v_2 = k\sin\alpha = k\frac{H}{\sqrt{H^2+L^2}},$$

az egyik termik aljától a következő termik aljáig

$$t = \frac{H}{v_1} + \frac{L^2+H^2}{kH} \tag{1}$$

idő alatt jut el a vándorsólyom.

Ha valahonnan ismernénk t értékét, akkor annak segítségével az (1) egyenletből ki tudnánk számítani az emelkedés H magasságát. Rendezés után egy (H-ra nézve) másodfokú egyenlethez jutunk:

$$(k+v_1)\,H^2 - kv_1 t\,H + v_1 L^2 = 0.$$

Ennek csak akkor van (valós) megoldása, ha a diszkrimináns nem negatív:

$$k^2 v_1^2 t^2 - 4(k+v_1)v_1 L^2 \geqslant 0,$$

vagyis

$$t \geqslant \frac{2L}{k}\sqrt{\frac{k+v_1}{v_1}} = t_{\min}.$$

b) Ezek szerint egy-egy repülési ciklus legrövidebb ideje a fenti $t_{\min}$, ami a megadott számadatok mellett kb. 980 s, azaz 16,3 perc.

a) A legrövidebb időhöz tartozó emelkedési magasság:

$$H = \frac{v_1 k t_{\min}}{2(k+v_1)} = L\sqrt{\frac{v_1}{k+v_1}} \approx 816 \text{ m.}$$

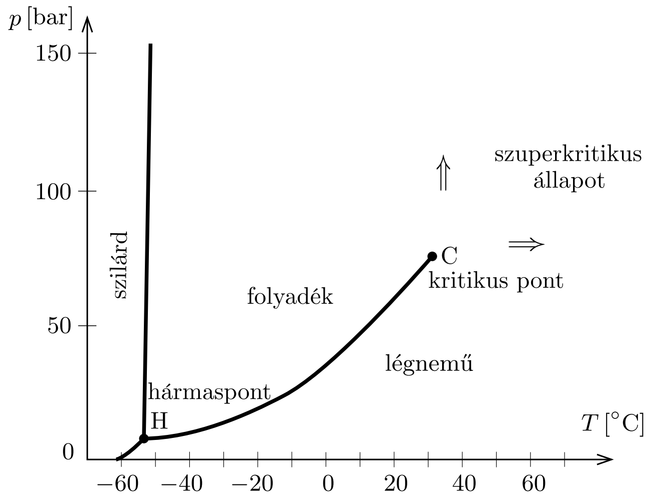
c) A fentebb kiszámolt optimális „menetidőhöz” tartozó siklási szög:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\sqrt{\frac{v_1}{k+v_1}} \approx 22^\circ.$$

Téglás Panna (Révkomárom, Selye J. Gimn., 12. évf.)

26 dolgozat érkezett. Helyes 17 megoldás. Kicsit hiányos (4 pont) 5, hiányos (1–2 pont) 4 dolgozat.

P. 5412. *Ha egy gázt (állandó nyomás mellett) lehűtünk, akkor elegendően alacsony hőmérsékleten a gáz általában cseppfolyósodik (kondenzálódik, lecsapódik). Ez azonban csak bizonyos nyomástartományban történik így. Az* ábra *a szén-dioxid „fázisdiagramját” mutatja. Legalább, illetve legfeljebb mekkora nyomás mellett történik meg a cseppfolyósodás a fenti módon? Mi történik, ha a hűtést ennél a tartománynál magasabb, illetve alacsonyabb nyomáson végezzük?*



(Lásd még „A gőz, gáz és a kritikus hőmérséklet” c. rövid cikket a KöMaL honlapján.)*

(*3 pont*) Közli: *Honyek Gyula,* Veresegyház

Megoldás. Az *ábrán* látható, hogy ha a H-val jelölt hármaspont nyomása alatti nyomáson légnemű szén-dioxidot hűtünk, akkor a gáz nem fog cseppfolyósodni, hanem bizonyos hőmérsékleten azonnal szilárd halmazállapotba megy át, megszilárdul. A hármaspont nyomása az ábra alapján kb. 5 bar.

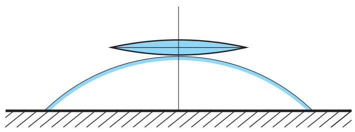
* `https://www.komal.hu/cikkek/cikklista.h.shtml`

A szén-dioxid nyomását az ábrán C-vel jelölt kritikus pont nyomása fölé emelve a szén-dioxid szuperkritikus állapotba kerül. Itt eltűnnek a fázishatárok, vagyis a szén-dioxid nem gőzként, de nem is folyadékként fog viselkedni, tehát hűtés hatására nem fog cseppfolyósodni a fent leírt módon. Az ábra alapján a kritikus pont nyomása kb. 75 bar.

Tehát a szén-dioxid 5 bar és 75 bar nyomás között cseppfolyósítható a fent leírt módon. (A Wikipedia alapján a pontosabb értékek 5,1 bar és 73,8 bar).

Toronyi András (Budapest, Baár-Madas Ref. Gimn., 12. évf.)

9 dolgozat érkezett. Helyes Horváth Zsóka, Szabó Márton és Toronyi András megoldása. Kicsit hiányos (2 pont) 4, hiányos (1 pont) 1, nem versenyszerű 1 dolgozat.



P. 5413. *Egy* 20 cm *fókusztávolságú gyűjtőlencsét az* ábra *szerint egy domború gömbtükörre helyezünk. Mekkora legyen a tükör görbületi sugara, hogy a lencsére függőlegesen érkező, párhuzamos fénynyaláb a rendszerről való visszaverődés után is párhuzamos maradjon?*

(*4 pont*) *Példatári feladat nyomán*

I. megoldás. Ha az optikai rendszerre párhuzamosan érkeznek a fénysugarak, és ugyancsak párhuzamosan haladva távoznak onnan, akkor a rendszer dioptriája *nulla.* A fénysugarak kétszer haladnak át lencsén, így

$$D_{\text{rendszer}} = 2D_{\text{lencse}} + D_{\text{tükör}} = 2 \cdot \frac{1}{f_{\text{lencse}}} - \frac{2}{R_{\text{tükör}}} = 0,$$

ahonnan a gömbtükör görbületi sugara

$$R_{\text{tükör}} = f_{\text{lencse}} = 20 \text{ cm}.$$

Pethő Dorottya (Kecskeméti Katona J. Gimn., 11. évf.)

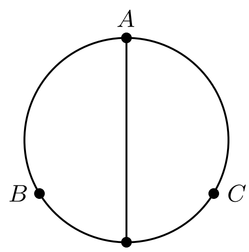
II. megoldás. A rendszer forgásszimmetriája miatt a visszaverődés után párhuzamosan távozó fénynyaláb is függőleges. A tükörről visszavert fénysugaraknak tehát úgy kell a lencséhez érkezniük, mintha a lencse fókuszpontjából indultak volna, hiszen ekkor távozik a lencséből függőleges, párhuzamos fénynyaláb.

A lencsére érkező párhuzamos fénynyaláb a lencsén való törés után annak fókuszpontja felé halad tovább. Az előbbiekben tárgyaltaknak megfelelően a domború tükörről való visszaverődés után a fénysugarak ugyanezen az útvonalon, de fordított irányban haladnak. Ez akkor következik be, ha minden egyes fénysugár merőlegesen, vagyis a gömb középpontja felé tartva esik a gömbtükörre. Ezek szerint a lencse fókuszpontjának egybe kell esnie a gömb középpontjával, vagyis a gömbtükör görbületi sugara is 20 cm.

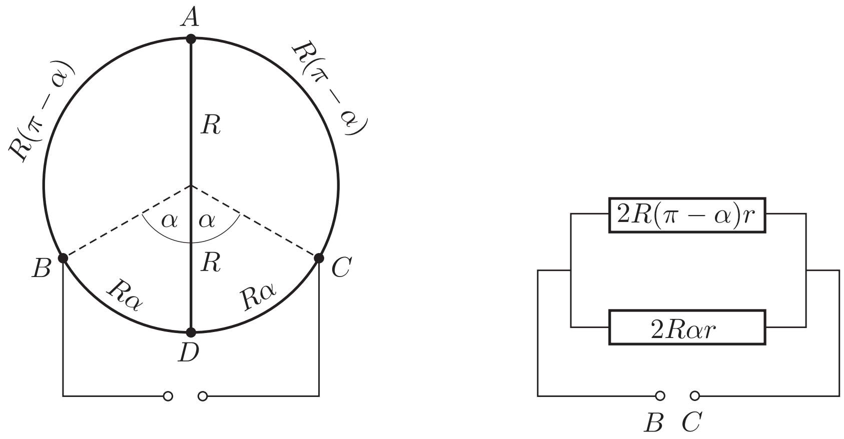
18 dolgozat érkezett. Helyes 13 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 3, hiányos (2 pont) 2 dolgozat.

P. 5414. *Fémdrótból egy R sugarú kört formáztunk, és ugyanebből a drótból az egyik átmérőt is elkészítettük. Mekkora legyen az $AB=AC$ ívek hossza, hogy az A és B pontok között mérhető eredő ellenállás megegyezzen a B és C pontok között mérhető eredő ellenállással?*

(*4 pont*) Közli: *Gáspár Merse Előd,* Budapest



Megoldás. Legyen a huzal egységnyi hosszúságú darabjának ellenállása r. Határozzuk meg először a B és a C pontok közötti eredő ellenállást. Mivel az egyenes vezeték végpontjai (az elrendezés szimmetriája miatt) ekvipotenciálisak, közöttük nem folyik áram, az átmérő menti vezeték tehát eltávolítható (*1. ábra*).



1. ábra

$$R_{BC}=\left(\frac{1}{2R(\pi-\alpha)r}+\frac{1}{2R\alpha r}\right)^{-1}=2Rr\frac{\alpha(\pi-\alpha)}{\pi}.$$

Az A és B pontok közötti eredő ellenállást a *2. ábra* alapján lépésről lépésre számolhatjuk.

A felső ág bal oldalán látható párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredője:

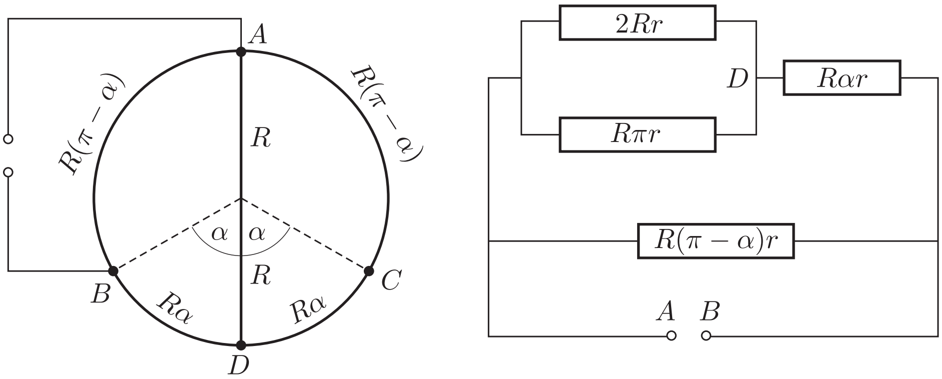
$$R_1=\frac{2Rr\cdot R\pi r}{2Rr+R\pi r}=\frac{2R\pi}{2+\pi}r.$$

A felső ág két sorosan kapcsolt ellenállásának eredője:

$$R_2=R_1+R\alpha r=\frac{2\pi+\pi\alpha+2\alpha}{\pi+2}Rr,$$

végül pedig (algebrai átalakítások után)

$$R_{AB}=\frac{(\pi-\alpha)Rr\cdot R_2}{(\pi-\alpha)Rr+R_2}=\frac{(\pi-\alpha)(2\pi+2\alpha+\pi\alpha)}{\pi(\pi+4)}Rr.$$



2. ábra

Az $R_{AB}=R_{BC}$ feltétel szerint fennáll, hogy

$$2Rr\frac{\alpha(\pi-\alpha)}{\pi}=\frac{(\pi-\alpha)(2\pi+2\alpha+\pi\alpha)}{\pi(\pi+4)}Rr.$$

Ennek az egyenletnek az egyik megoldása: $\alpha_1=\pi$. Ha ez teljesül, akkor az A, B és C pontok egybeesnek, és így nyilván $R_{AB}=R_{BC}=0$. Számunkra ez a gyök érdektelen, hiszen ebben az esetben nem is beszélhetünk AB és AC ívekről. Az egyenlet másik gyöke:

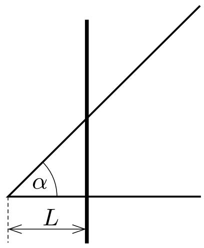
$$\alpha_2=\frac{2\pi}{6+\pi}\approx 0{,}69 \text{ radián},$$

és így a keresett ívhosszak:

$$\widehat{AB}=\widehat{BC}=(\pi-\alpha_2)R=\pi\frac{4+\pi}{6+\pi}R\approx 2{,}45\,R.$$

Somlán Gellért (Pécs, Leőwey Klára Gimn., 12. évf.)

23 dolgozat érkezett. Helyes 13 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 6, hiányos (1–2 pont) 4 dolgozat.



P. 5415. *Egy elhanyagolható ellenállású, szigetelés nélküli huzalból, a vízszintes síkban elhelyezkedő, $\alpha=45^\circ$-os szöget bezáró, V alakot hajlítunk. Ezt az elrendezést olyan mágneses mezőbe helyezzük, melynek* $\boldsymbol{B}$ *indukcióvektora merőleges a vízszintes síkra, és nagysága a $B(t)=B_0/t_0\cdot t$ összefüggés szerint változik az időben, ahol B_0 és t_0 ismert állandók. A* V *alakú vezetőre szigetelés nélküli, kezdetben rögzített fémrudat helyezünk az* ábrának *megfelelő módon. A rúd egységnyi hosszúságú darabjának ellenállása r.*

a) Mennyi hő fejlődik a fémrúdban t_0 idő alatt?

b) A bekapcsolástól ($t=0$ időpillanat) számított t_0 időpillanatban a mágneses indukció változása megszűnik. Ebben a pillanatban az eddig rögzített fémrudat a vízszintes síkban, a fémrúdra merőlegesen v_0 sebességgel mozgatni kezdjük. Mekkora legyen ez a sebesség, hogy a rúdban folyó áram erőssége ne változzon?

c) Hányszor több hő fejlődik a fémrúdban a mozgatás során, mint a rögzített helyzetben, ha a fémrudat $2t_0$ hosszú ideig mozgatjuk?

(*5 pont*) Közli: *Kotek László,* Pécs

Megoldás. Az ellenállás nélküli huzal és a fémrúd zárt áramkört alkot, amelyben a változó mágneses fluxus miatt feszültség indukálódik, áram folyik és hő fejlődik.

a) A $0 \leqslant t \leqslant t_0$ időintervallumban az indukált feszültséget a nyugalmi indukció összefüggése alapján számíthatjuk. Mivel a mágneses indukció nagysága $\Delta t = t_0$ idő alatt (egyenletesen változva) nulláról B_0-ra nő, a hurok területe pedig $L^2/2$, Faraday törvénye szerint az indukált feszültség

$$U = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{L^2}{2} = \frac{B_0 L^2}{2t_0}.$$

Ekkora feszültség az $R = Lr$ ellenállású áramkörben

$$I_a = \frac{U}{R} = \frac{B_0 L}{2rt_0}$$

erősségű áramot hoz létre, és így t_0 idő alatt

$$Q_a = I_a^2 R t_0 = \frac{B_0^2 L^3}{4rt_0}$$

hő fejlődik.

b) A $t_0 \leqslant t \leqslant 3t_0$ időintervallumban a mágneses indukció nagysága állandó B_0, viszont a fémrúdnak a vezetékek közé eső részének ℓ hossza egyre nagyobb lesz:

$$\ell(t) = L + v_0(t - t_0).$$

Az áramkörben indukálódott feszültség a mozgási indukció törvénye szerint

$$U(t) = B_0 v_0 \ell(t),$$

tehát időben változik, de az áramkör ellenállása is ugyanilyen ütemben növekszik: $R(t) = r\ell(t)$. A kialakuló áramerősség:

$$I_b = \frac{U(t)}{R(t)} = \frac{B_0 v_0 \ell(t)}{r\ell(t)} = \frac{B_0 v_0}{r} = \text{állandó}.$$

Ez az áramerősség akkor egyezik meg a korábban kiszámított I_a áramerősséggel, ha

$$\frac{B_0 v_0}{r} = \frac{B_0 L}{2rt_0},$$

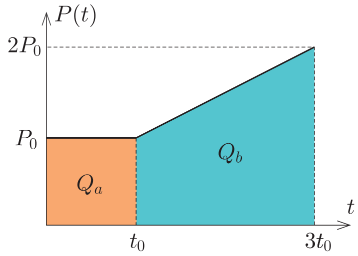
vagyis a rúd sebessége

$$v_0 = \frac{L}{2t_0}.$$

A rúd vezetékek közötti részének hossza a mozgás végén

$$\ell(3t_0) = 2t_0 v_0 = 2L.$$

c) Amikor a rúd még nem mozog, a feszültség is és az áramerősség is állandó, tehát a hőfejlődés teljesítménye is időben állandó P_0. A rúd mozgása során az áramerősség időben állandó, de a rúdnak az áramvezetésben részt vevő hossza L-ről $2L$-re nő, és emiatt az ellenállása is a kezdeti érték kétszerese lesz. Ennek megfelelően a teljesítmény is időben (egyenletesen) változik, és a mozgás végén $2P_0$ lesz.



Ábrázoljuk a hőfejlődés teljesítményét az idő függvényében. A grafikon alatti területek a fejlődött hő nagyságát adják meg.

Az *ábráról* leolvasható, hogy

$$Q_a = P_0 t_0, \qquad \text{illetve} \qquad Q_b = \frac{P_0 + 2P_0}{2} \cdot 2t_0 = 3P_0 t_0,$$

vagyis $Q_b = 3\,Q_a$.

Somlán Gellért (Pécs, Leőwey Klára Gimn., 12. évf.)
dolgozata felhasználásával

15 dolgozat érkezett. Helyes 7 megoldás. Kicsit hiányos (4 pont) 2, hiányos (2–3 pont) 6 dolgozat.

Fizikából kitűzött feladatok

M. 417. Készítsünk 50 gemkapocsból álló láncot. Tartsuk a láncot függőlegesen az egyik végénél fogva úgy, hogy a másik vége éppen az asztalhoz érjen. Sokszor egymás után ejtsük le a láncot, és mérjük meg minden alkalommal az összegabalyodott lánckupac legnagyobb méretét, illetve a lánc két vége közötti távolságot. Számoljuk ki a mért értékek átlagát és szórását! Hasonlítsuk össze ezeket a kifeszített lánc teljes hosszával!

(*6 pont*) Közli: *Schramek Anikó,* Fót

G. 793. Egy ember testén 1000 hPa nyomáson 15 tonna súlyának megfelelő nyomóerő oszlik el.

a) Mekkora a testfelülete?

b) Mekkora ez a nyomóerő a Magas-Tátra legmagasabb pontján?

(*3 pont*)