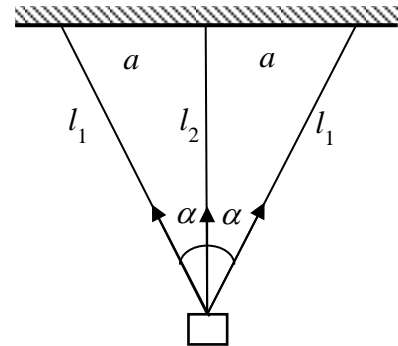


**56. ročník Fyzikálnej olympiády  
v školskom roku 2014/2015  
Kategória B**

*Úlohy krajského kola – text v maďarskom jazyku*

**1. Erőegyensúly**

Az  $m$  tömegű test három elhanyagolhatóan kis tömegű gumizsinóron függ, mindegyik zsinór merevsége  $k = 20 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ , és terhelés nélküli hossza  $l_0 = 10 \text{ cm}$ . A két szélső gumizsinór felfüggesztési pontja  $a = 15 \text{ cm}$  távolságban van a középső felfüggesztési pontjától (lásd a B2–1 ábrát).



B2–1 ábra

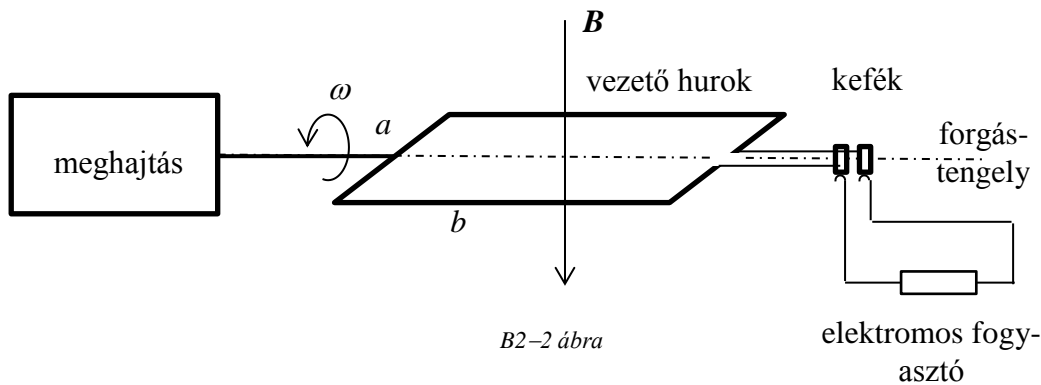
- Fejezzék ki a test  $m$  tömegét az  $\alpha$  szög függvényeként (a szög, amelyet a szélső gumizsinórok zárnak be a függőlegessel)! Tárgyalják a különböző lehetséges eseteket!
- Határozzák meg a test  $m$  tömegének  $m_1$  és  $m_2$  értékét, amelynél az  $\alpha$  szög értéke  $\alpha_1 = 60^\circ$  és  $\alpha_2 = 45^\circ$ !
- Bizonyítsák be, hogy a test egyensúlyi helyzetéből való kismértékű ( $x \ll l_2$ ) függőleges kitérítésekor a testre ható  $F$  eredő erő egyenesen arányos a kitérítés nagyságával, tehát  $F \approx -Kx$ ! Határozzák meg a  $K$  tényező  $K_1$  ill.  $K_2$  értékét, ha a test tömege  $m_1$  ill.  $m_2$ !

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre;  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

*Megjegyzés: A  $k$  merevség az  $F$  nyújtó erő hatására bekövetkező  $(l - l_0)$  megnyúlást határozza meg az  $F = k(l - l_0)$  összefüggéssel.*

**2. Elektromos és mágneses tér**

A B2–2 ábrán egy indukciós, váltakozó áramú generátor egyszerűsített vázlata látható. A generátort tekercsét egy  $a$  és  $b$  oldalhosszúságú téglalap formájú vezető hurok alkotja, amely forog a forgástengelyre merőleges  $\mathbf{B}$  mágneses indukciójú mágneses térben.



B2–2 ábra

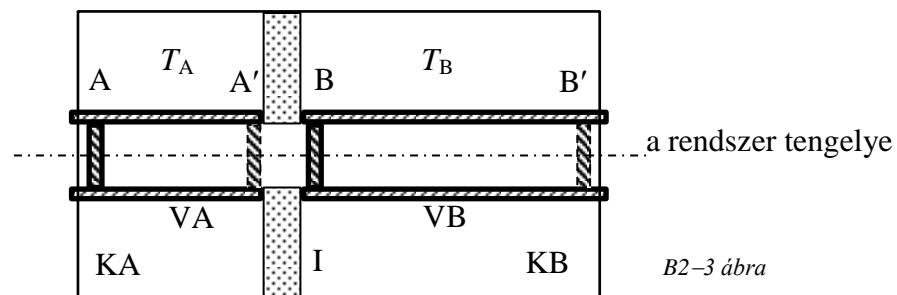
A vezető hurok tengely közelében megszakított részéhez kefékkel csatlakozik egy  $R$  ellenállású elektromos fogyasztó! A hurok ellenállása  $R_0$ . A hurkot mechanikus meghajtás forgatja  $\omega$  szögsebességgel a forgástengelye körül.

- A hurokban  $\omega$  körfrekvenciájú váltakozó feszültség indukálódik! Határozzák meg az indukált feszültség  $U_m$  amplitúdóját (maximális értékét), valamint az  $\alpha$  szöget, amelyet a  $\mathbf{B}$  mágneses indukció zár a hurok síkjával, amikor az indukált feszültség értéke maximális ( $U_m$ )! Írják le az indukált feszültséget az idő függvényeként, feltételezve  $\alpha = \omega t$ !

- b) Határozzák meg a mechanikus meghajtás  $M$  forgatónyomatékát az idő függvényeként, ha a kerekhez csatlakoztatott  $R$  ellenállású elektromos fogyasztó zárja az áramkört! Adják meg ezt a funkciót, és számítsák ki  $M_s$  középértékét!
- c) Határozzák meg a mechanikus meghajtás teljesítményének  $P_m$  középértékét, valamint az elektromos fogyasztón leadott tényleges teljesítmény  $P_s$  középértékét! Határozzák meg a fogyasztó  $R_m$  ellenállását, amelynél a  $P_s$  teljesítmény eléri a maximális  $P_{s,max}$  értéket (optimális teljesítmény felvétel)! Határozzák meg  $P_{s,max}$  értékét!
- d) Vezessék le az  $\eta = P_s/P_m$  mechanikus meghajtás és fogyasztó közti teljesítmény átvitelének hatásfokát, majd határozzák meg  $\eta_m$  értékét a fogyasztó optimális teljesítmény felvételekor.

### 3. A hőgép

A B2–3 ábrán egy termodinamikai rendszer két hővezető, azonos keresztmetszetű, közös tengelyű hengerből áll (VA, VB), mindegyikben mozgatható dugattyúval (A,B). A hengerek a folyadékkal töltött KA és KB kamrákban vannak, a folyadékok hőmérséklete  $T_A = 330$  K és  $T_B = 300$  K. A hengereket és kamrákat hőszigetelő válaszfal (I) választja el egymástól egy nyílással a tengely mentén, amelyen keresztül gáz szabadon áramolhat a két henger között. A dugattyúk mechanikus meghajtáshoz csatlakoznak, mozgásuk tartománya eltérő. A két dugattyú közt  $n = 2,0$  mol anyagmennyiségű széndioxid van.



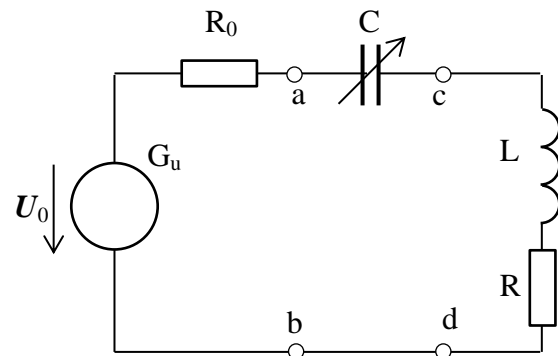
A rendszer körfolyamatot végez. Az elején (1. állapot) a dugattyúk az A és B pozíciókban vannak, ekkor a gáz térfogata  $V_1$ , hőmérséklete pedig a KA kamrában levő folyadék  $T_A$  hőmérsékletével egyenlő. Ezután a dugattyúk gyorsan az A' és B' pozícióba mozdnak, miközben a gáz térfogata adiabatikusan nő a  $V_2 = kV_1$  értékre, ahol  $k = 1,5$  (2. állapot). Ebben az állapotban a gáz hőmérséklete kiegyenlítődik a KB kamrában levő folyadék  $T_B$  hőmérsékletével (3. állapot). Ezután a dugattyúk, adiabatikus folyamatban, átmennek az A és B pozíciókba (4. állapot), majd a gáz hőmérséklete kiegyenlítődik a KA kamrában levő folyadék  $T_A$  hőmérsékletével. A folyamat célja hőt leadni a KA kamrában levő folyadéknak.

- a) Ábrázolják a körfolyamatot  $p - V$  diagrammban, és írják le az egyes folyamatokat!
- b) Határozzák meg a gáz  $T_2, T_4$  hőmérsékletét a 2. és 4. állapotban, valamint a  $k$  tényező értékére érvényes feltételt, amelynél a gáz hőt ad le a KA kamrában levő folyadéknak!
- c) Határozzák meg a dugattyúk meghajtása által végzett  $W$  munkát egy ciklusban, és a gáz által a KA kamra folyadékjának leadott  $Q_A$  hőt! Határozzák meg a hőforrás  $\eta = Q_A/W$  hatásfokát!

A feladatot oldják meg általánosan, majd az adott értékekre! A  $\text{CO}_2$  három atomos gázok adiabatikus kitevője  $\kappa = 4/3$ . A gáz hőkapacitása  $C_V = 3nR$ , ahol  $R = 8,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ , és  $n$  a gáz anyagmennyisége.

#### 4. Az elektromos áramkör

A  $G_u$  váltakozó feszültségű áramforrás az **a** és **b** pontokban csatlakozik az áramkörhöz, amely **c** és **d** pontjaihoz csatoljuk az  $R = 20 \Omega$  ellenállású és  $L = 50 \text{ mH}$  indukciójú elektromos fogyasztót. Az áramforrás és fogyasztó közé van iktatva a  $C$  változtatható kapacitású kondenzátor (lásd a B2-4 ábrát). Az áramforrás effektív feszültsége  $U_0 = 24 \text{ V}$ , frekvenciája  $f = 500 \text{ Hz}$  és belső ellenállása  $R_0 = 8,0 \Omega$ .



B2-4 ábra

- Adják meg az áramkörben folyó  $I$  effektív áram képletét, és  $I_1$  ill.  $I_2$  értékét, ha a kondenzátor kapacitásának értéke  $C_1 = 1,0 \mu\text{F}$  ill.  $C_2 = 4,0 \mu\text{F}$  !
- Határozzák meg a kondenzátor  $C$  kapacitásának  $C_m$  értékét, amelynél az áramkörben folyó  $I$  áram eléri maximális  $I_m$  értékét! Határozzák meg  $I_m$  értékét!
- Határozzák meg a fogyasztón fellépő feszültség  $U_{RL}$  effektív értékét, ha kondenzátor kapacitása  $C_m$ ! Hasonlítsák össze ezt a feszültséget az áramforrás  $U_0$  feszültségével!
- Határozzák meg a rendszer  $\eta = P/P_0$  hatásfokát, ahol  $P$  az elektromos fogyasztónak leadott tényleges teljesítmény,  $P_0$  pedig az áramforrás tényleges teljesítménye!

---

#### 56. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie B

Autori úloh:	Lubomír Konrád (1,3), Ivo Čáp (2,4)
Recenzia a úprava:	Daniel Klvanec, Lubomír Mucha
Preklad:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015

