

## Fizikai laboratóriumi gyakorlat

### Hőátviteli egyítható mérése Newton-féle gyűrűk segítségével

#### 1. Feladat

Összeállítottuk a mérési elrendezést és az elektromos kapcsolást a mellékelt ábra alapján.

2. Melegítettük az alumínium tömböt 10 s-ig. A mikroszkópba tekintve piros koncentrikus körgyűrűket látunk. A berendezést fenültség alá helyezve a körgyűrűk a középpont felé elmozdulnak (pirosból feketebe, majd ismét pirosra váltanak).

3. Méréseket végeztünk úgy, hogy az áramerősséget 3 A-ról 0,2 A-val növeltük.

$$\Delta l = 50 \cdot \frac{\lambda}{2} = 50 \cdot \frac{632,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{2} = 1,582 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

#### 4. Feladat

Mérések:

1.  $T_0 = 25,2 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_1 = 38,3 \text{ }^\circ\text{C}$

$I = 0,00 \text{ A}$

$U_0 = 5,10 \text{ V} \rightarrow U_1 = 5,5 \text{ V}$

$t = 170 \text{ s}$

$$\alpha = \frac{50 \cdot 632,8 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 0,055 \cdot 10,1} = 2,196 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 895 \cdot 0,1218 \cdot 13,1 = 1428,04 \text{ J}$$

$$W = U_{\text{eff}} \cdot I \cdot \Delta t = 5,45 \text{ V} \cdot 0 \text{ A} \cdot 170 \text{ s} = 2828,55 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{Q}{W} = 0,505$$

2.

$T_0 = 26,1 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_1 = 38,1 \text{ }^\circ\text{C}$

$I = 0,2 \text{ A}$

$U_0 = 6,04 \text{ V}$

$U_1 = 6,03 \text{ V}$

$t = 149 \text{ s}$

$$\alpha = 2,097 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$Q = 1508,13 \text{ J}$$

$$W = 2847,79 \text{ J}$$

$$\eta = 0,5286$$



3.

$$T_0 = 26,0^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 37,9^\circ\text{C}$$

$$I = 3,1\text{ A}$$

$$U_0 = 6,87\text{ V}$$

$$U_1 = 6,95\text{ V}$$

$$t = 110\text{ s}$$

$$\alpha = 2,117 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$Q = 1294,15\text{ J}$$

$$W = 259,94\text{ J}$$

$$\eta = 0,5005$$

5, Feladat

$$q = 2r^2\pi + 2r\pi \cdot l_0 = 82,56\text{ cm}^2 = 0,008256\text{ m}^2$$

$$I = 2,0\text{ A}$$

$$T_0 = 24^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 38,4^\circ\text{C}$$

$$U = 2,4\text{ V}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_0 = 24^\circ\text{C} \\ T_1 = 38,4^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = 14,4^\circ\text{C}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -k \cdot q \cdot \Delta T$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = U \cdot I$$

$$k = - \frac{U \cdot I}{q \cdot \Delta T} \left( \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

$$2,4 \cdot 2 = -k \cdot 0,008256 \cdot 14,4$$

$$k = -1,048$$

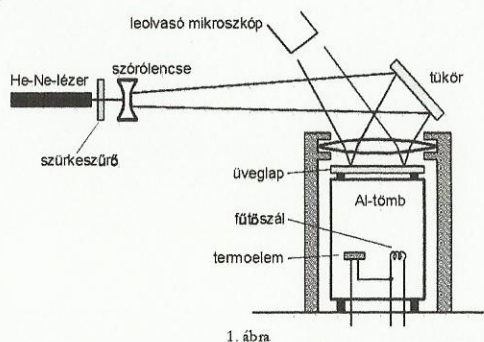
## 12. Hőtágulási együttható mérése Newton-féle gyűrűk segítségével

### Célkitűzés:

- Nagy pontosságú hosszúságmérés megvalósítása interferenciás módszerrel.
- Lézer használata segédeszközként.

### Elméleti összefoglaló és a gyakorlat leírása:

Egy alumínium hengerre rögzített, alsó felén mattított üveglap és egy kétszer domború lencse segítségével *Newton-gyűrűket* (lásd az irodalmat) állíthatunk elő (lásd 1. ábra). A lencse a hengertől függetlenül van rögzítve.



A tömböt melegítve, változni fog az üveglap és a lencse közötti távolság. Ennek hatására a gyűrűk elmozdulnak. Figyelembe véve az elrendezés geometriáját, az interferencia-kép egy renddel történő változása (világosból újra világos lesz, vagy sötétből újra sötét) az üveglap és a lencse közötti távolság  $\lambda/2$ -nyi, azaz az optikai úthosszkülönbség  $\lambda$ -nyi megváltozásának felel meg.

Ennek alapján az alumínium lineáris hőtágulási együtthatója, figyelembe véve a

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (1)$$

összefüggést, a következő:

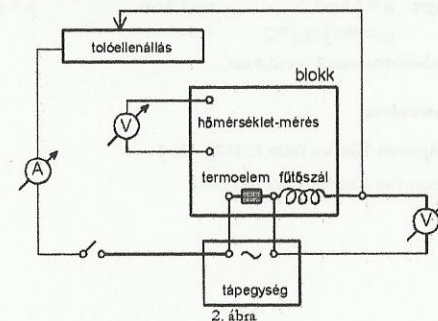
$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T} = \frac{N \cdot \lambda}{2 \cdot l_0 \cdot \Delta T}, \quad (2)$$

ahol  $N$  a rendek változásának száma,  $\lambda$  a fény hullámhossza,  $l_0$  az alumínium henger eredeti magassága,  $T$  a hőmérséklet.

### Feladatok:

- 1) Állítsa össze a mérési elrendezést az 1. ábra alapján. A szűrkeszűrő a lézerre van szerelve, azt onnan elmozdítani TILOS! TILOS a lézer fényét szűrő nélkül használni!

Először szórólencse nélkül állítsa be a fényutat, majd helyezze be a szórólencsét is. Az alumínium henger, a rá rögzített üveglap, a lencse, a fűtőszál és az elektromos hőmérő a lezárt blokkba van beépítve. Az elektromos kapcsolás összeállításához használja a 2. ábrát.



A hőmérő tápfeszültségét és a fűtőáramot a 12 V-os váltakozó áramú tápegység szolgáltatja. A hőmérő és a fűtőszál földpontja közös; ezt a tápegység jobboldali csatlakozójához (jelölt földpont) kell kapcsolni. A baloldali csatlakozóhoz kell kapcsolni a hőmérő másik vezetékét és a fűtőáram vezetékét egy ampermérőn, a kiadott tolóellenálláson és a kapcsolón keresztül. Az ampermérőt a 20 A, AC méréshatáron kell használni! A hőmérsékletet a blokkhoz csatlakoztatott feszültségmérőn olvashatjuk le: a 2 V, DC méréshatáron a 10 mV = 1 °C összefüggés alapján. 0 V megfelel 0 °C-nak. A fűtőszálon eső feszültséget a harmadik műszerrel mérje.

- 2) Figyelje meg a kapott képet a leolvasó mikroszkóppal. Melegítse az alumínium tömböt kb. 20 s-ig, közben figyelje meg a változásokat és értelmezze azokat. (Az  $I_f$  fűtőáram 3,5 – 4 A legyen.)
- 3) Melegítse a tömböt, és mérjen meg  $\Delta l = 50 \lambda/2$ -nek megfelelő hőmérséklet-változást! A mérést 5-ször végezze el, a fűtőáramot az egyes mérések között 3 A-ról fokozatosan 3,8 A-ig növelve. Mérje a melegítéshez szükséges időt és a fűtőszálon eső feszültséget. Az egyes mérések után várja meg, amíg a tömb hőmérséklete 25 °C alá csökken. A mérésekből adja meg az alumínium lineáris hőtágulási együtthatóját. A pontosabb mérés érdekében legyen kb. 1 °C-nyi "nekifutás", mielőtt elindítja a stoppert és elkezdi számolni a gyűrűket.  
(Az utolsó mérés után ne kapcsolja ki a fűtőáramot, hanem állítsa azt vissza kb. 2 A-ra, elérendő az 5. feladathoz szükséges stacionárius állapotot.)
- 4) Számolja ki a 3) feladatban végzett mérési eredmények alapján a tömb melegítésére fordított hő és a betáplált elektromos energiát. Számítsa ki a fűtés hatásfokát.
- 5) Várja meg, míg az alumínium tömbben az  $I \approx 2$  A fűtőáram hatására közel stacionárius állapot alakul ki (a hőmérséklet 1 perc alatt maximum 0,1 °C-al változik). Mérje meg a tömb hőmérsékletét, az áramot és a fűtőszálon eső feszültséget. Határozza meg a fűtési teljesítményt. A tömb és a környezete közötti hőátvitelre jó közelítéssel a

$$\frac{AQ}{\Delta t} = -k \cdot q \cdot \Delta T$$



összefüggés érvényes, ahol  $\Delta Q$  a fal  $q$  felületén  $\Delta t$  idő alatt átadott hőmennyiség,  $k$  a hőátadási együttható és  $\Delta T$  a tömb fala és a környezet közötti hőmérséklet-különbség. Számítsa ki  $k$  értékét.

Adatok:

Al-henger:  $h_0 = 5,5 \text{ cm}$ ,  $r = 1,8 \text{ cm}$ ,  $m = 0,1218 \text{ kg}$ ,

$c_{Al} = 895 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ .

A lézer hullámhossza:  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ .

**Ajánlott irodalom:**

📖 Budó Ágoston: Kísérleti fizika I., 112. §, 150. §

📖 Budó Ágoston: Kísérleti fizika III., 278. §