

Megoldás. *A mérés eszközei:*

- Bunsen-állvány fogós rúddal,
- homorú tükör tartóban,
- méterrúd,
- vonalzó,
- álló mérce,
- izzólámpa tartóban,
- pauszpapír,
- ernyő keretben,
- víz,
- glicerín,
- benzin,
- konyhasó.

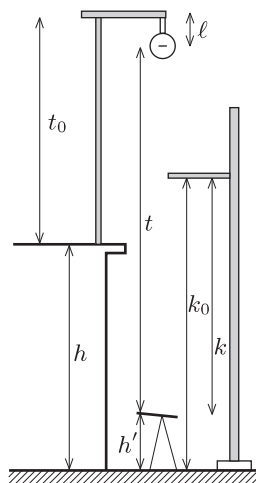
A mérési elrendezés: A mennyezeti fénycső nem alkalmas a mérés elvégzésére, így alternatív megoldást alkalmaztam (1. ábra). A talpas izzólámpát a Bunsen-állványba fogattam, a rendszert az asztalra helyeztem. A padlóra tettem a tükröt és a mércét, az ernyőt pedig a mérce mellett kézzel mozgattam az éles kép megjelenéséig.

A h , h' , k_0 távolságokat a mérce nullapontjától mértem. A mércével, a vonalzóval és a méterrúddal a következő adatokat mértem az elrendezés változatlan paramétereire: $h = (71 \pm 0,2)$ cm; $h' = (19,5 \pm 0,2)$ cm; $\ell = (10,5 \pm 0,2)$ cm. Az adatok felhasználásával a t_0 és k_0 közvetlenül mérhető távolságokból az effektív tárgy- és képtávolságot a következőképp kaphatjuk meg:

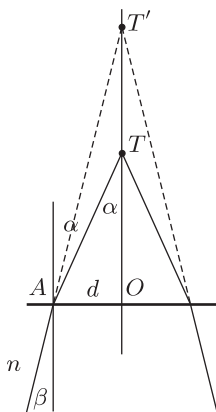
$$t = t_0 + h - h' - \ell = t_0 + (41 \pm 0,35) \text{ cm},$$

$$k = k_0 - h = k_0 - (19,5 \pm 0,2) \text{ cm}.$$

A tárgytávolságot az elrendezésnek köszönhetően változtatni lehet, így több t – k pár mérhető. A tárgytávolságot méterrúddal, a képtávolságot a mércével mértem.



1. ábra



2. ábra

A tükröt egy kicsit meg kellett döntenem, ugyanis a pauszpapír olyan mértékben szórta a lámpa fényét, hogy éles kép visszanyerése lehetetlen volt. A tükör megdöntésével a kép az elsődleges fényútból kikerül, és így a mérés (az elvi összeállítás változatlanul hagyva) elvégezhető.

A mérés elve: Határozzuk meg, hogy az egy pontból érkező fénysugarak hogyan viselkednek másik közegbe átlépve. Most csak a beesési merőlegeshez közeli sugarakat vizsgáljuk. Sejtethetjük, hogy az átlépő fénysugarak is úgy haladnak, mintha egy pontból indultak volna ki. Tekintsük a 2. ábrát. Legyen $OT = t$, $OT' = t'$, $OA = d$. A Snellius–Descartes-törvény szerint:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$

Mivel α és β is kicsi, szinuszuk és tangensük közel egyenlő:

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = n.$$

A szögek tangensébe helyettesítve az OAT és OAT' háromszög megfelelő adatait:

$$\frac{d/t}{d/t'} = n, \quad \text{tehát} \quad t' = nt.$$

Hasonló igaz a kép áthelyeződésére is: $k' = nk$.

A tükörre, mivel azt egyféle közeg veszi körül, alkalmazható az

$$\frac{1}{t'} + \frac{1}{k'} = \frac{1}{f}$$

összefüggés. A virtuális kép- és tárgytávolság behelyettesítése után

$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{n}{f}$$

adódik, ahonnan leolvasható, hogy a tükör+folyadék rendszer egy $\frac{f}{n}$ fókusz-távolságú homorú tükörként működik.

A mérés eredményei: A mérést levegőre (a tükör fókusz-távolságának meghatározására), vízre, 10%-os konyhasó-oldatra, glicerinre és benzinre végeztem el. (Levegőre 7, a többi esetben 5-5 különböző t_0 értéket állítottam be. Az eredmények táblázatba foglaltam (ezeket itt nem közöljük – a Szerk.) és minden adatpárra kiszámítottam a fókusz-távolságot, majd a törésmutatót. A mért fókusz-távolságok egymás hibahatárán belül helyezkednek el, ami a mérés pontosságára utal. A számított törésmutatók átlagos értékei a hibákkal:

$$\begin{aligned} n_{\text{víz}} &= 1,31 \pm 0,05; \\ n_{\text{sóoldat}} &= 1,39 \pm 0,06; \\ n_{\text{glicerin}} &= 1,40 \pm 0,06; \\ n_{\text{benzin}} &= 1,37 \pm 0,06. \end{aligned}$$

Hibaszámítás: A hibaszámításnál a Gauss-féle hibaterjedési törvényt alkalmaztam. A k_0 értékek kivételével az összes mért távolságnál a mérőeszközök leolvasási pontossága miatt a hibát 0,2 cm-nek vehetjük. k_0 mérése viszonylag nehéz, mivel egy kb. 1 cm-es intervallumban a kép élessége nem változik számottevően. Ezen intervallum közepét próbáltam meghatározni, mint az éles kép helyét. A törésmutatók eredő hibája 0,05–0,06-nak adódik. A víz és a glicerin törésmutatója megtalálható a függvénytáblázatban: az irodalmi értékek a hibahatáron belül vannak, ez a mérésünk pontosságára utal.