

Domború lencse fókusz távolságának mérése Bessel-módszerrel

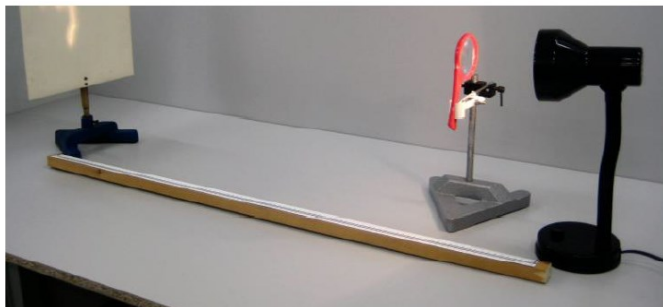
Feladat:

Állítsa össze a kísérleti összeállítást a leírás szerint!

Határozza meg a leírt Bessel-féle módszerrel a lencse fókusz távolságát!

Eszközök

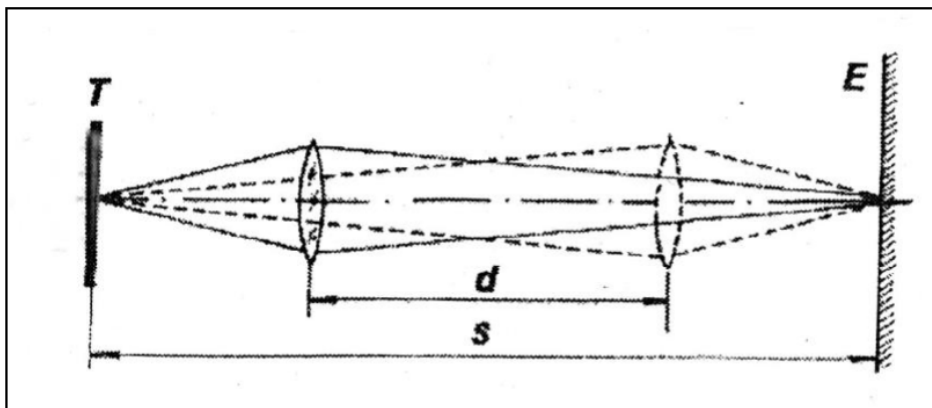
- Üveg vagy műanyag gyűjtőlencse (kb. 10-30 cm fókusz távolságú)
- Ernyő
- Asztali lámpa 25 W-os izzóval
- Optikai pad 3 db mozgatható lovassal, rögzítésre szolgáló befogókkal
- Mérőszalag



A mérés leírása

A feladat kiírásában szereplő Bessel-módszer segítségével meghatározható a fókusz távolság. A módszer lényege, hogy a tárgyat (fényforrás) és az ernyőt adott távolságban (s) rögzítjük, a távolságot lemérjük, és ezen a későbbiekben nem változtatunk. Ezt követően a tárgy és az ernyő között elhelyezzük a domború lencsét, és annak mozgatásával keressük azt a helyzetet, amelynél éles nagyított képet látunk az ernyőn. Ezután a lencsét eltoljuk addig, amíg a tárgy éles kicsinyített képe nem jelenik meg az ernyőn. A két lencsehelyzet közötti távolságot (d) mérőszalaggal mérjük.

A mérést 3-szor végezzük el! Számítsunk relatív hibát!



A fókusz távolság meghatározása

A Bessel-módszerrel elvégzett mérési adatokat felhasználva a fókusz távolság a következő összefüggés alapján adható meg:

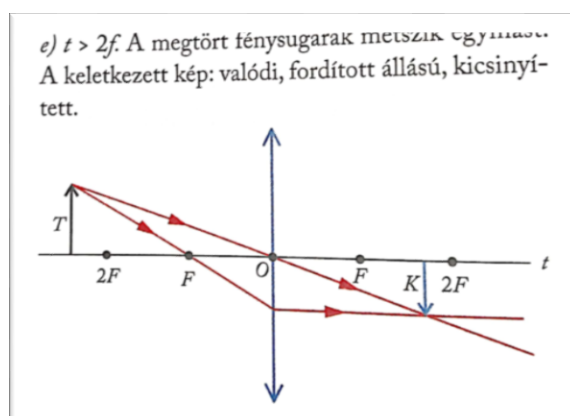
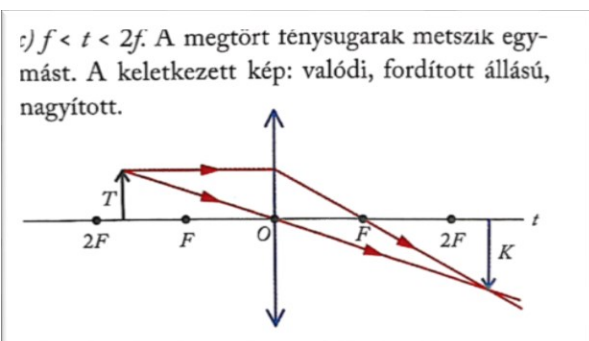
$$f = \frac{(s + d) \cdot (s - d)}{4s}$$

- A két lencsehelyzet esetén felírva a leképezési törvényt igazolja a fókusz távolságra megadott formulát!
- A mérést elvégezve határozza meg a lencse fókusz távolságát!

Levezetés (nem kötelező, de érteni kell)

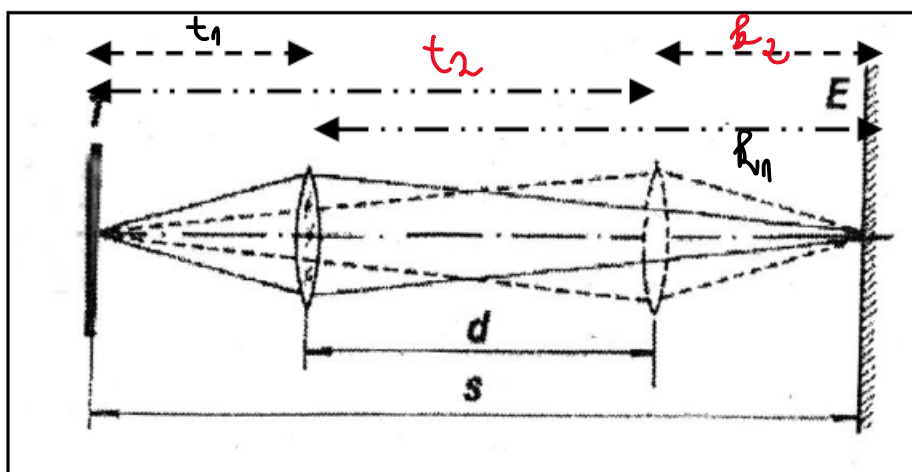
A levezetéshez a leképezés törvényéből indulunk ki. Ugyanazon tárgy-kép (ernyő) távolság esetén két helyzetben találunk éles képet. Mindkét esetre alkalmazzuk a leképezés törvényét.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{k_1}, \quad \text{és} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{t_2} + \frac{1}{k_2}$$



Felhasználjuk, hogy

$$t_2 = t_1 + d, \quad k_2 = k_1 - d \quad k_1 + t_1 = s = k_2 + t_2$$



A lencsehelyzet változtatásakor gyakorlatilag a kép és a tárgy szerepet cserél.

Így

$$t_1 = k_2 = t$$

$$k_1 = t_2 = k$$

$$s - 2t = d$$

$$2k - d = s$$

Írjuk fel a leképezési törvényt, helyettesítsünk be t és k értékeket:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{s-d}{2}} + \frac{1}{\frac{s+d}{2}}.$$

$$f = \frac{s^2 - d^2}{4s} = \frac{(s+d) \cdot (s-d)}{4s}$$

A kapott fókusz távolság értékek átlagát vegyük, majd számítsunk relatív hibát (átlagtól mért legnagyobb eltérés átlaghoz viszonyított értéke)!

Fogalmak

Optikai tengely: A lencsék szimmetriatengelye.

Optikai középpont: Az optikai tengely és a lencse metszéspontja. Jele: O.

Domború lencse esetén az optikai tengellyel párhuzamosan érkező fénysugarak a lencsén áthaladva a tengely egy pontjában, a lencse túloldalán a fókuszpontban metszik egymást.

Fókusz távolság: Az optikai középpont és a fókuszpont távolsága.

Képtávolság: Az optikai középpont és a kép távolsága.

Tárgytávolság: Az optikai középpont és a tárgy távolsága.

Leképezés törvénye:

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

Dioptria: A fókusz távolság méterben mért reciproka.

Domború lencse képalkotása függ a tárgyhelyzettől.

Ha $t < f$: látszólagos, nagyított, a tárggyal azonos állású kép keletkezik.

Ha $t=f$: A megtört fénysugarak párhuzamosak, nem keletkezik kép.

Ha $f < t < 2f$: valódi, fordított állású, nagyított kép keletkezik.

Ha $t=2f$: valódi fordított állású, a tárggyal azonos méretű kép keletkezik.

Ha $t > 2f$: valódi, fordított állású, kicsinyített kép keletkezik.

A Bessel-módszer előnye

- d és s távolságok pontosabban mérhetők, mint a tárgy-és képtávolság

Hibaforrások

- mérőszalag leolvasási hibája
- éles nagyított és kicsinyített kép megkeresési pontatlansága

Videó:

<https://www.youtube.com/watch?v=RX4fbX6FBro>