

8. Mikroszkóp vizsgálata. Lencse görbületi sugarának mérése. Folyadék Törésmutatójának mérése Abbe-féle refraktométerrel.

PÁPICS PÉTER ISTVÁN

csillagász, 3. évfolyam

2005.09.29.

Beadva: 2005.10.13.

**1** A 2-ES (AZ ABLAK FELŐLI) MÉRŐHELYEN MÉRTEM. Először is az eszközökről: az objektív-mikrométer beosztása 0,1 mm-es, az okulár-mikrométer beosztása 0,01 mm-es volt. Utóbbit úgy rögzítettem, hogy a tárgyasztalt mozgatva az a beosztás mentén mozogjon. Többször is megmértem a egy-egy jelölés helyzetét, a nagyítást így számoltam. (Az adatok mm-ben.)

### 3,2/0,10 OBJEKTÍV:

<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>N</i>
7,9±0,05	9,8±0,05	0,19±0,005	7,61±0,005	1,9±0,1	7,42±0,01	3,91
7,9±0,05	9,6±0,05	0,20±0,005	6,83±0,005	1,7±0,1	6,63±0,01	3,90
8,0±0,05	9,8±0,05	0,48±0,005	7,63±0,005	1,8±0,1	7,15±0,01	3,97
8,1±0,05	9,9±0,05	0,98±0,005	8,01±0,005	1,8±0,1	7,03±0,01	3,91

Átlag:	1,8±0,1	7,06±0,01	3,9
--------	---------	-----------	-----

A számításoknál használt képletek:

$$T = T2 - T1$$

$$K = K2 - K1$$

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta K}{K} = \frac{0,1}{1,8} + \frac{0,01}{7,06} = 0,056971986$$

$$\Delta N = 0,056971986 \cdot N = 0,222190745$$

$$N = \frac{K}{T} = \frac{7,06}{1,8} = 3,9 \pm 0,2$$

$$N_{\text{ob1}} = 3,9 \pm 0,2$$

### NAGYÍTÁS MÉRÉSE TUBUSHOSSZABBÍTÓVAL:

<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>N</i>
6,2±0,05	7,6±0,05	0,16±0,005	7,63±0,005	1,4±0,1	7,47±0,01	5,34
6,3±0,05	7,7±0,05	0,68±0,005	8,17±0,005	1,4±0,1	7,49±0,01	5,35
6,4±0,05	7,5±0,05	1,22±0,005	7,10±0,005	1,1±0,1	5,88±0,01	5,35
6,5±0,05	7,4±0,05	1,75±0,005	6,56±0,005	0,9±0,1	4,81±0,01	5,34

Átlag:	1,2±0,1	6,41±0,01	5,3
--------	---------	-----------	-----

A tubushosszabbító hosszának mérése tolómérővel (±0,25mm):

<i>Δ (mm)</i>		
41,0	41,0	41,5
41,5	41,5	

Az átlag (41,3±0,25)mm

A számításoknál használt képletek:

$$T = T2 - T1$$

$$K = K2 - K1$$

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta K}{K} = \frac{0,1}{1,2} + \frac{0,01}{6,41} = 0,084893395$$

$$\Delta N = 0,084893395 \cdot N = 0,449934997$$

$$N = \frac{K}{T} = \frac{7,06}{1,8} = 5,3 \pm 0,4$$

$$N_{ob2} = 5,3 \pm 0,4$$

$$f_1 = \frac{\Delta}{N_{ob2} - N_{ob1}} = 29,5mm$$

$$f_1 = 29,5mm$$

Adódik az objektív fókusztávolsága.

### 6,3/0,16 OBJEKTÍV:

<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>N</i>
7,8±0,05	8,8±0,05	0,32±0,005	7,59±0,005	1,0±0,1	7,27±0,01	7,27
7,9±0,05	8,7±0,05	1,05±0,005	6,86±0,005	0,8±0,1	5,81±0,01	7,26
8,0±0,05	8,8±0,05	1,76±0,005	7,58±0,005	0,8±0,1	5,82±0,01	7,27
7,8±0,05	8,6±0,05	0,31±0,005	6,13±0,005	0,8±0,1	5,82±0,01	7,28

Átlag:	0,9±0,1	6,18±0,01	7,3
--------	---------	-----------	-----

A számításoknál használt képletek:

$$T = T2 - T1$$

$$K = K2 - K1$$

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta K}{K} = \frac{0,1}{0,9} + \frac{0,01}{6,18} = 0,112729234$$

$$\Delta N = 0,112729234 \cdot N = 0,822923408$$

$$N = \frac{K}{T} = \frac{6,18}{0,9} = 7,3 \pm 0,8$$

$$N_{ob} = 7,3 \pm 0,8$$

### A RÉZMIKROSKÓP OBJEKTÍVJE:

<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>N</i>
7,5±0,05	10,0±0,05	0,08±0,005	7,44±0,005	2,5±0,1	7,36±0,01	2,94
7,6±0,05	10,1±0,05	0,39±0,005	7,72±0,005	2,5±0,1	7,33±0,01	2,93
7,7±0,05	10,0±0,05	0,67±0,005	7,44±0,005	2,3±0,1	6,77±0,01	2,94
7,5±0,05	9,9±0,05	0,09±0,005	7,14±0,005	2,4±0,1	7,05±0,01	2,94

Átlag: 

2,4±0,1	7,13±0,01	2,9
---------	-----------	-----

A számításoknál használt képletek:

$$T = T2 - T1$$

$$K = K2 - K1$$

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta K}{K} = \frac{0,1}{2,4} + \frac{0,01}{7,13} = 0,043069191$$

$$\Delta N = 0,043069191 \cdot N = 0,124900654$$

$$N = \frac{K}{T} = \frac{6,18}{0,9} = 2,9 \pm 0,1$$

$$N_{\text{ob}} = 2,9 \pm 0,1$$

**2** A NUMERIKUS APERTÚRA mérése volt a következő feladat. Ezt a **3,2/0,10-es objektív**vel végeztem el. A pengét egy  **$h=(9,365\pm 0,005)mm$**  vastag (6 mérésből) plexilemezre helyeztem, a mikroszkópot élesre állítottam, majd a plexi eltávolítása után az okulárt lyukblendére cserélve végeztem el az előírt mérést.

A leolvasási pontosság itt  $\pm 0,05mm$  volt, két-két szélső helyzetet is mértem, melyből pontosan ugyan az az eredmény adódott:

<b>A</b>	<b>B</b>
67,20	65,50
67,10	65,40
67,15	65,45

A legelső sorban az átlag látható.

Tehát a mikroszkóp mércéjének elmozdulása

$$a = [(67,15 \pm 0,05) - (65,45 \pm 0,05)]mm = (1,70 \pm 0,07)mm$$

A hiba a következő képletből adódik:

$$\Delta a = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2} = 0,07$$

A további számításokhoz

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta h}{h} = \frac{0,07}{1,70} + \frac{0,005}{9,365} = 0,041710373$$

$$x = \frac{a}{2h} = 0,090763481$$

$$\Delta x = 0,041710373 \cdot 0,090763481 = 0,003785778$$

Így végül

$$x = 0,090 \pm 0,004$$

$$\Delta u = \frac{1}{1+x^2} \Delta x \cong 0,004$$

$$u = \arctg \frac{a}{2h} = 0,090 \pm 0,004 \text{ [RAD]}$$

$$\Delta A = n \cdot \cos u \cdot \Delta u = 0,00398381$$

$$A = n \cdot \sin u = 0,089878549$$

Azaz a numerikus apertúra

$$\mathbf{A=0,090\pm0,004}$$

A felbontóképességre pedig

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta A}{A} = \frac{0,00398381}{0,089878549} = 0,044324369$$

$$d = \frac{\lambda}{A} = \frac{589}{0,090} = 6544,444444nm$$

$$\Delta d = 6544,444444 \cdot 0,044324369 = 290,0783705nm$$

$$\mathbf{d=(6,5\pm0,3)\mu m}$$

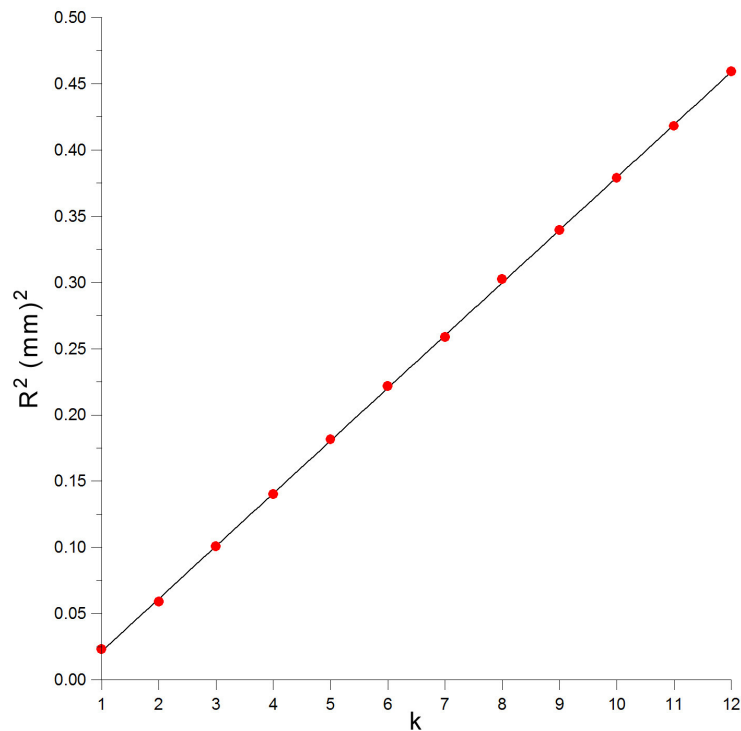
**3** A LENCSE GÖRBÜLETI SUGARÁNAK MÉRÉSE NEWTON-GYŰRŰKKEL: a mérés során először az I-es számú domború lencsét vizsgáltam plánparalel lemezzel borítva, majd a plánparalel lemezt helyettesítettem egy homorú lencsével (nem találtam meg a sorszámát, de valószínűleg a IV-es lencse lehetett). A réz mikroszkóppal dolgoztam, a fényforrás egy 589nm-en sugárzó nátriumlámpa volt.

### DOMBORÚ + PLÁNPARALEL:

Először lássuk a mérés adatait (minden mm, ill. mm<sup>2</sup>-ben, a leolvasási hiba ±0,005mm):

$k$	$x_{bal}$	$x_{jobb}$	$r$	$r^2$
1	3,25	4,13	0,1517	0,0230
2	2,99	4,40	0,2431	0,0591
3	2,78	4,62	0,3172	0,1006
4	2,62	4,79	0,3741	0,1400
5	2,48	4,95	0,4259	0,1814
6	2,34	5,07	0,4707	0,2215
7	2,24	5,19	0,5086	0,2587
8	2,12	5,31	0,5500	0,3025
9	2,03	5,41	0,5828	0,3396
10	1,92	5,49	0,6155	0,3789
11	1,83	5,58	0,6466	0,4180
12	1,74	5,67	0,6776	0,4591

$m \cdot x + b$  egyenest illesztve a mérési pontokra:



Itt az egyenes meredeksége  $m = (3,98 \cdot 10^{-8} \pm 0,01 \cdot 10^{-8})m^2$

Az egyenes tengelymetszete  $b = (-1,83 \cdot 10^{-8} \pm 0,09 \cdot 10^{-8})m^2$

$$\text{Ezek után } R = \frac{m}{\lambda} = \frac{(3,98 \cdot 10^{-8} \pm 0,01 \cdot 10^{-8})m^2}{589 \cdot 10^{-9}m} = (0,067572156 \pm 0,000169779)m$$

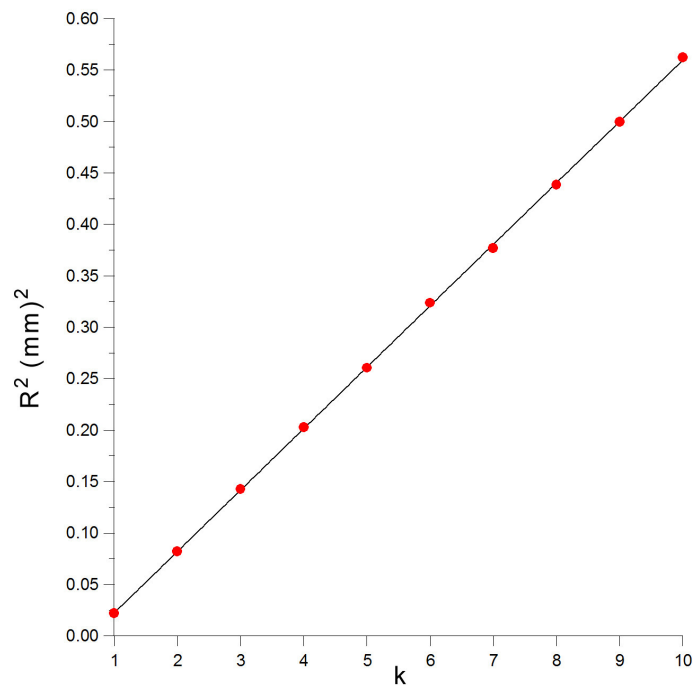
$$R_d = (0,0676 \pm 0,0002)m$$

### DOMBORÚ + HOMORÚ:

Először lássuk a mérés adatait (minden mm, ill. mm<sup>2</sup>-ben, a leolvasási hiba ±0,005mm):

$k$	$x_{bal}$	$x_{jobb}$	$r$	$r^2$
1	3,44	4,30	0,1483	0,0220
2	3,02	4,68	0,2862	0,0819
3	2,75	4,94	0,3776	0,1426
4	2,54	5,15	0,4500	0,2025
5	2,37	5,33	0,5103	0,2605
6	2,18	5,48	0,5690	0,3237
7	2,06	5,62	0,6138	0,3767
8	1,91	5,75	0,6621	0,4383
9	1,78	5,88	0,7069	0,4997
10	1,65	6,00	0,7500	0,5625

$m \cdot x + b$  egyenest illesztve a mérési pontokra:





Itt az egyenes meredeksége  $m = (5,97 \cdot 10^{-8} \pm 0,02 \cdot 10^{-8})m^2$

Az egyenes tengelymetszete  $b = (-3,7 \cdot 10^{-8} \pm 0,1 \cdot 10^{-8})m^2$

$$R_{eff} = \frac{m}{\lambda} = \frac{(5,97 \cdot 10^{-8} \pm 0,02 \cdot 10^{-8})m^2}{589 \cdot 10^{-9} m} = 0,1014 \pm 0,0003$$

$$\Delta R_{homorú} = \sqrt{(\Delta R_d)^2 + (\Delta R_{eff})^2} = \sqrt{0,0002^2 + 0,0003^2} = 0,000360555 \cong 0,0004$$

$$\frac{1}{R_h} = \frac{1}{R_d} - \frac{1}{R_{eff}} \Rightarrow R_h = 0,2028 \pm 0,0004$$

$$\mathbf{R_h = (0,2028 \pm 0,0004)m}$$

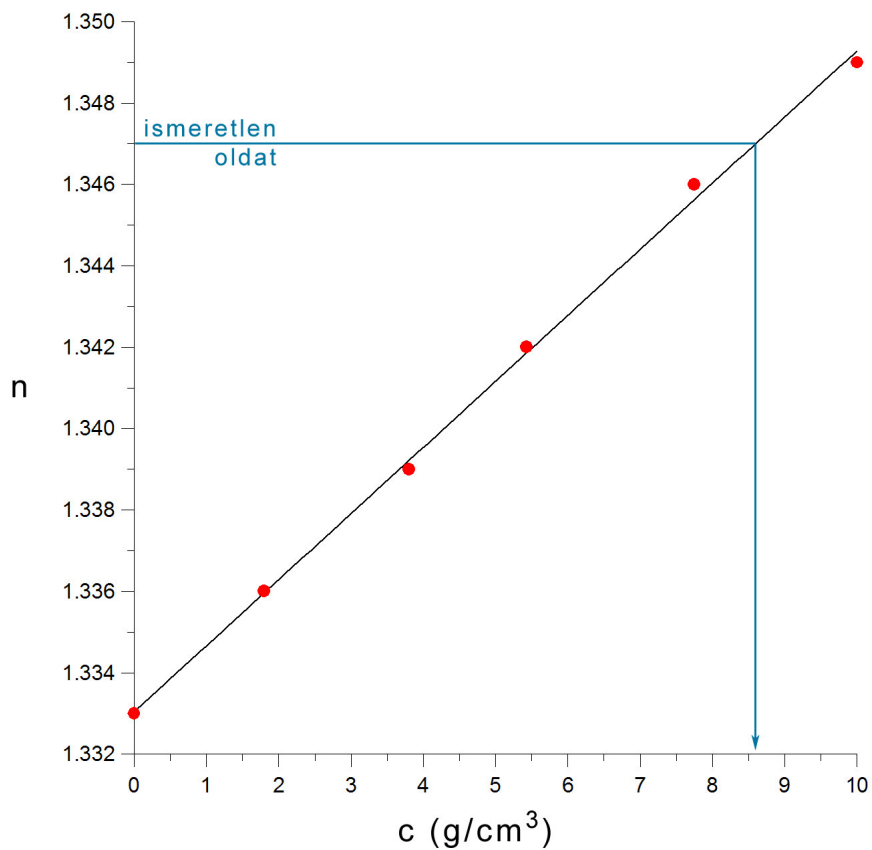
**4** ● Az ABBE-FÉLE REFRAKTOMÉTERREL mértük 5 ismert koncentrációjú NaCl oldat (+ a desztillált víz) törésmutatóját, és a kapott összefüggés segítségével a 6. oldat törésmutatójának ismeretében meghatároztuk annak koncentrációját.

Adatok:

$n$	$c \text{ (g/cm}^3\text{)}$
1,333	0,00
1,336	1,80
1,339	3,80
1,342	5,43
1,346	7,75
1,349	10,00

Az ismeretlen oldat törésmutatója  $n_x=1,347$ -nek adódott.

Az adatokat ábrázolva:



Itt az egyenes meredeksége  $m = (0,00162 \pm 0,00003) [100\text{cm}^3/\text{g}]$

Az egyenes tengelymetszete  $b = n_0 = 1,3330 \pm 0,0002$

Így pedig számolható az ismeretlen oldalra:

$$n = 0,00162 \cdot c_x + 1,3330 \Rightarrow c_x = \frac{n - 1,3330}{0,00162} = 8,641975309$$

$$\frac{\Delta c_x}{c_x} = \frac{\Delta n_x + \Delta n_0}{n_x - n_0} + \frac{\Delta m}{m} = \frac{0,0005 + 0,0002}{1,347 - 1,3330} + \frac{0,00003}{0,00162} = 0,068518518$$

$$\Delta c_x = 0,068518518 \cdot 8,641975309 = 0,593135345$$

$$c_x = (8,6 \pm 0,6) \text{ g/100cm}^3$$