

## Diffúzió jegyzőkönyv

---



Mérést végezte:  
Kerekes Máté (T19I0R)  
Koroknai Botond (AT5M0G)

Mérés időpontja:  
2023.09.19

Jegyzőkönyv leadásának időpontja:  
2023.09.26

## Tartalomjegyzék:

<b>1</b>	<b>A mérés célja és menete</b>	<b>2</b>
1.1	Megjegyzés . . . . .	2
1.2	Cél . . . . .	2
<b>2</b>	<b>A mérőeszközök</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Fontos összefüggések</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Mérési adatok és kiértékelésük</b>	<b>3</b>
4.1	A kiértékelés menete . . . . .	3
4.2	Az adatok kiértékelése . . . . .	3
4.2.1	1 mólos oldat . . . . .	3
4.2.2	$\frac{1}{2}$ mólos oldat . . . . .	4
4.2.3	Diffúziós állandók értéke és hibája: . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Diszkusszió</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Források:</b>	<b>5</b>

# 1 A mérés célja és menete

## 1.1 Megjegyzés

A mérést oldatok hiányában sajnálatos módon késeve tudtuk csak megkezdeni, így tanári engedéllyel, csak az  $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , valamint a  $\frac{1}{2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  méréseket végeztük el.

## 1.2 Cél

A mérés során a cink-szulfát ( $\text{ZnSO}_4$ ) különböző koncentrációjú oldatainak desztillált vízbe való diffúzióját vizsgáltuk Schlieren-módszerrel. A mérés célja a só diffúziós állandójának kiderítése. A mérés részletesebb leírása megtalálható a laborhoz készült jegyzet "Diffúzió" című fejezete alatt.

# 2 A mérőeszközök

- mérőedények
- pipetta
- telefon
- küvetta
- ernyő + miliméterpapír
- hengerlencse
- kondenzor-lencsék
- teleszkopikus rendszert alkotó lencsék
- forgatható rés
- vízszintes rés
- optikai sín
- cink-szulfát oldat
- desztillált víz

# 3 Fontos összefüggések

Diffúziós együttható(D): Arányossági tényező, amely megadja az egységnyi idő alatt, egységnyi felületen átdiffundált anyag mennyiségét, ha a koncentrációesés is egységnyi volt.

$$D = L \left( \frac{\partial \mu}{\partial c} \right)_{T,p}$$

Mivel D függ a koncentrációtól, és a kezdeti koncentráció ( $C_0$ ) kapcsolatban áll a Gauss görbe területével így a Gauss-görbe területe kapcsolatban áll D diffúziós-együtthatóval is. Értékét a következőképpen kapjuk meg: jelöljük F-el az ernyőn látható Gauss görbe területét, valamint M-el a magasságát, továbbá t- vel az aktuális állapothoz tartozó időt. Ekkor a képlet alakja a következő:

$$\frac{F}{M} = 2\sqrt{\pi Dt} \quad (1)$$

Egy kis rendezés után a diffúziós együttható:

$$\left( \frac{F}{M} \right)^2 = D \cdot t \quad (2)$$

## 4 Mérési adatok és kiértékelésük

### 4.1 A kiértékelés mente

A fentebb említett okok miatt a mérést csupán 1, valamint  $\frac{1}{2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ -es sóoldatokkal végeztük el. A feladatnak megfelelően a folyamat során 7-7 képet készítettünk a megadott időpontokban, melyeknek kiértékelését az "ImageJ" nevű alkalmazással végeztük. A kiértékelés menete a következő volt: először is a programban található "set scale" segítségével meghatároztuk a képek miliméter-pixel arányát: jelöljük most  $k$ -val ( $k$  minden kép esetén más-más értéket vett fel a különböző pozíciójú és nagyítású képek miatt, valamint a képek körbevágása sem ugyan úgy történt), majd ezt követően a "modern physics" plugin segítségével egy:

$$f(x) = a + (b - a) \cdot e^{-\frac{(x-c)^2}{2d^2}} \quad (3)$$

alakú függvényt illesztettünk a képekre, hogy a kívánt paramétereket meghatározhassuk ( $F_1$  - pixelekben megadott terület,  $M_1$  - pixelekben megadott magasság). Végül, de nem utolsó sorban egy 100 ft-os érme segítségével meghatároztuk az optikai rendszer nagyítását is:  $n = 3.2$ .

Miután meghatároztunk minden szükséges segédparamétert, rátérhetünk a területek ( $F$ ), valamint a magasságok ( $M$ ) kiszámítására, melyeket két egyszerű képlet segítségével hajtunk végre:

$$F = \frac{F_1}{k^2 \cdot n^2} \quad (4a)$$

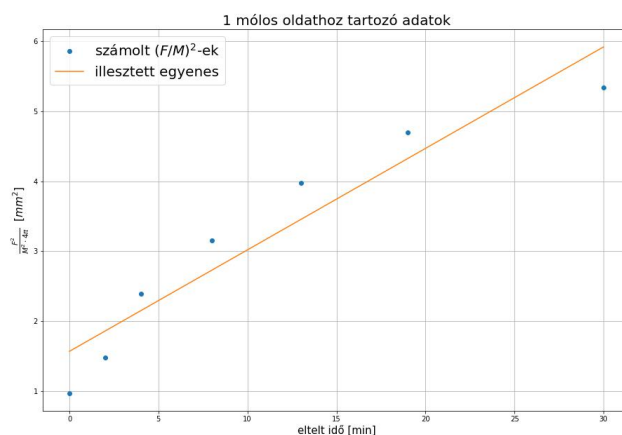
$$M = \frac{M_1}{k \cdot n} \quad (4b)$$

Az így meghatározott  $\frac{F}{M}$  pontokat, osszuk le  $4\pi$ -vel, annak érdekében, hogy felhasználhassuk a (2) - es kifejezést, azaz rájuk valamilyen  $y = D \cdot t + q$  egyenest illeszthessünk. Végző soron az így kapott egyenes meredeksége választ fog adni a kérdünkre, hisz megadja a diffúziós együtthatót.

### 4.2 Az adatok kiértékelése

#### 4.2.1 1 mólos oldat

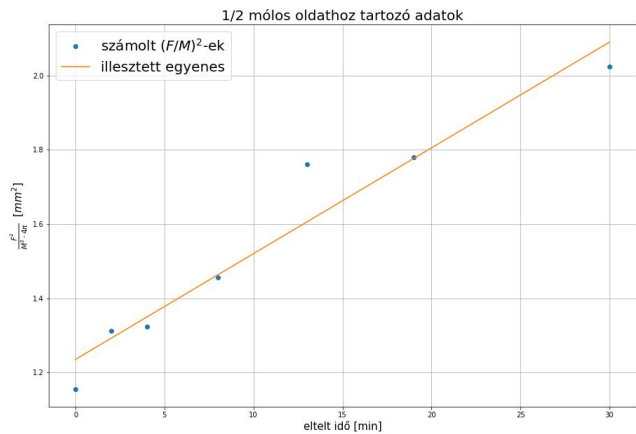
t [min]	k	$F_1$ [pixel]	$M_1$ [pixel]	$F$ [mm <sup>2</sup> ]	$M$ [mm]	$\frac{F^2}{M^2 \cdot 4\pi}$ [mm <sup>2</sup> ]
0	13.48	25738.87	171.63	13.83	3.98	0.965
2	18.8	57531.13	221.62	15.89	3.68	1.483
4	12.76	37839.93	168.95	22.69	4.137	2.39
8	14.39	53211.64	183.55	25.09	3.986	3.15
13	16.26	77420.93	210.64	28.59	4.04	3.971
19	16.16	90610.89	228.13	33.88	4.41	4.693
30	14.19	71022.99	191.01	34.45	4.21	5.338



1. ábra: Az 1 mólos méréshez tartozó értékek ábrázolása

4.2.2  $\frac{1}{2}$  mólos oldat

t [min]	k	$F_1$ [pixel]	$M_1$ [pixel]	F [ $mm^2$ ]	M [mm]	$\frac{F^2}{M^2 \cdot 4\pi}$ [ $mm^2$ ]
0	20	43700.12	179.89	10.67	2.81	1.15
2	23.5	51008.56	167.12	9.01	2.22	1.31
4	25.35	35408.21	107.01	5.38	1.31	1.32
8	22.13	53450.04	177.5	10.78	2.52	1.45
13	24.5	68201.18	184.12	11.09	2.34	1.76
19	21.5	55708.23	171.14	11.76	2.48	1.78
30	23.15	51608.03	138.23	9.405	1.87	1.86



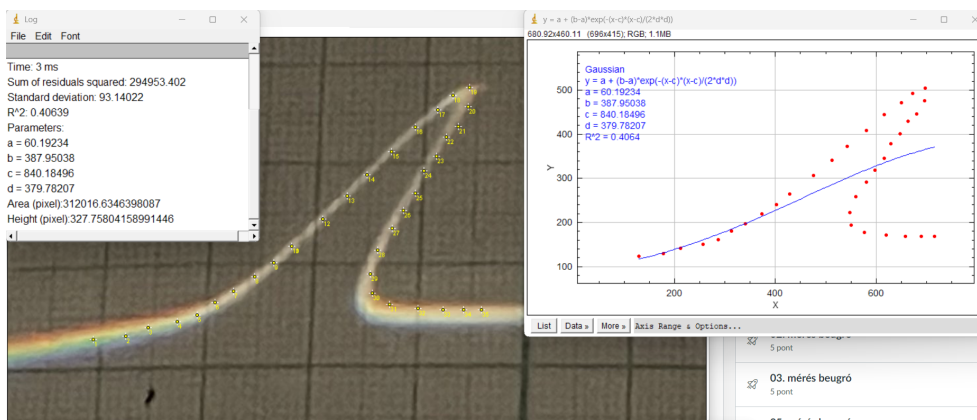
2. ábra: A  $\frac{1}{2}$  mólos méréshez tartozó értékek ábrázolása

4.2.3 Diffúziós állandók értéke és hibája:

	D [ $\frac{mm^2}{min}$ ]	q [ $mm^2$ ]	D relatív hibája [%]
1 mólos	$1.569 \pm 0.145$	$0.306 \pm 0.021$	9.24
$\frac{1}{2}$ mólos	$1.235 \pm 0.047$	$0.028 \pm 0.03$	3.80

## 5 Diszkusszió

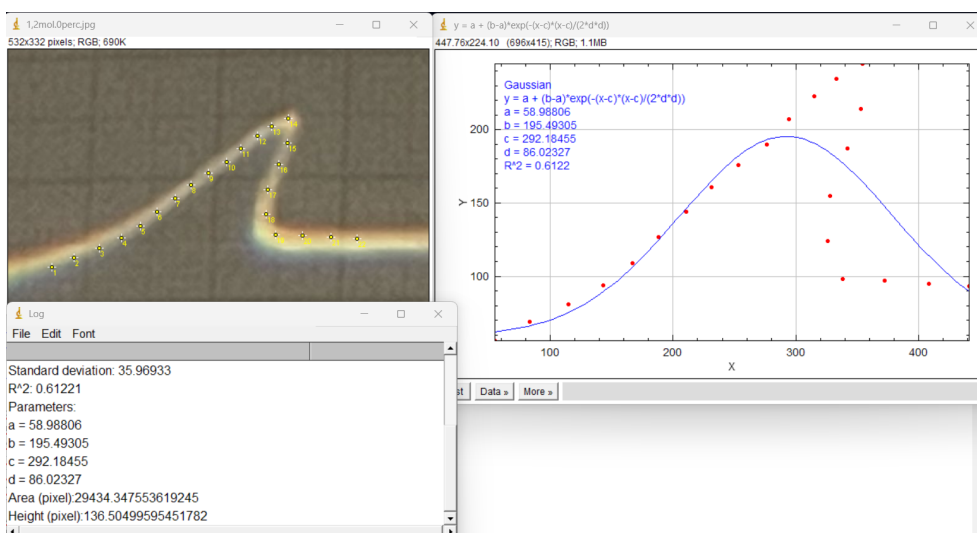
A két mérés esetén 9.24% és 3.80% -os hibákat kaptunk az illesztés során. Az 1 mólós mérés során igen nagy hiba adódott, melynek okai a Gauss görbe asszimmetrikussága (nagyon pontatlan illesztéshez vezet), a fotózás helyének/nagyításának változtatása.



*példa az 1 mólós illesztésre*

Sajnos a korábbi méréseink paramétereit nem mentettük le ezért nem tudjuk a Gauss görbéket egybe ábrázolni, viszont az egyértelműen látszik, hogy a program által vissza adott illesztés értékelhetetlen. A kiértékelés során a taktikánk leginkább az volt, hogy addig illesztettünk újra és újra amíg valami nagyjából használható eredményt nem kaptunk.

Az  $\frac{1}{2}$  mólós mérés esetén már jóval jobb értéket kaptunk, csupán 3.80% -os hibával, de még ez is messze volt a tökéletestől hisz a 7 méréspontból kb 4 illeszkedik az egyenesre, a maradék 3 szinte véletlenszerűen szóródik.



*példa az 1/2 mólós illesztésre*

Sajnos ebben az esetben se mentettük le az eredeti értékeink paramétereit, de mint látjuk itt már sokkal szebb lett az illesztés, és kevesebb ismétlést kellett végezni, mire használható paramétereket tudtunk találni. Összességében elmondhajtuk, hogy a hibák döntő része az illesztési hibákból adódott, de a mérés nagyon tanulságos volt.

## 6 Források:

- Mérés leírás - modern16.pdf

- [https://vik.wiki/images/f/fa/Biofiz\\_gyak\\_diffuzio\\_FF.pdf](https://vik.wiki/images/f/fa/Biofiz_gyak_diffuzio_FF.pdf) - Diffúziós állandó