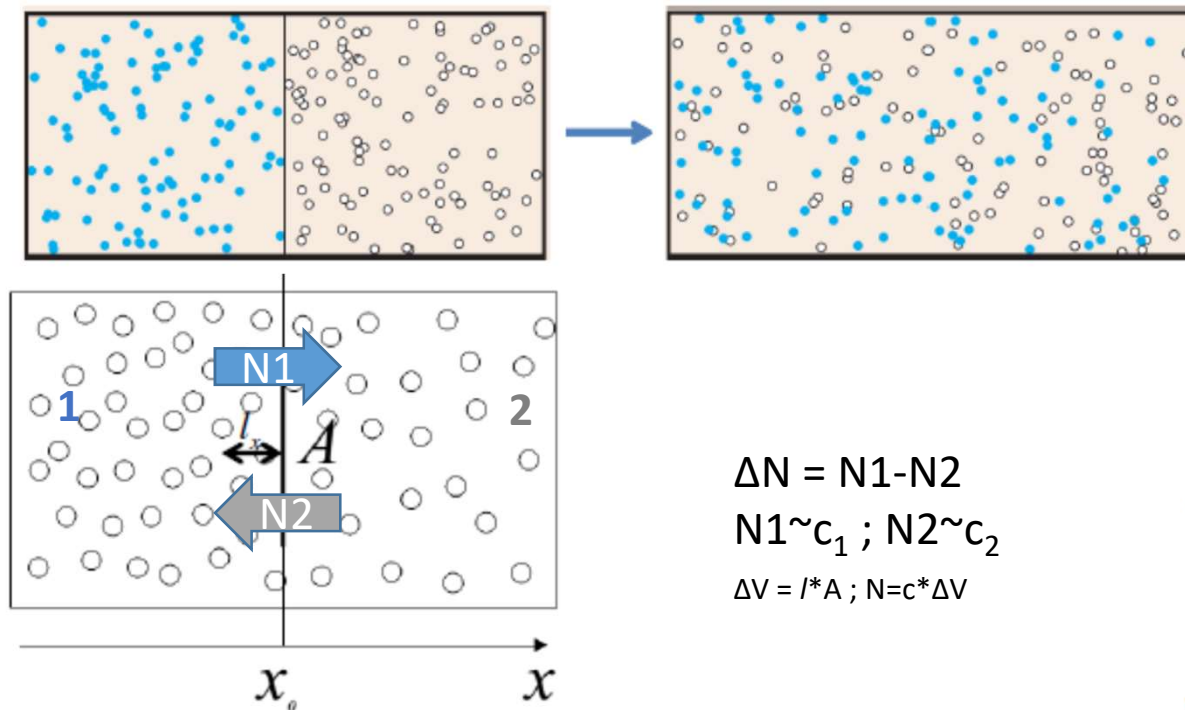


Diffúzió

- Random Walk (véletlen bolyongás)
- Kálium permanganát diffúziója
- képfeldolgozás

Brown-féle mozgás: Részecskék véletlenszerű, korrelálatlan mozgása, mely a hőmozgás és véletlen ütközések következménye.

Diffúzió: Nettó (megfigyelhető) anyagtranszport amely a koncentráció térbeli kiegyenlítődéig tart. (termikus egyensúlyban, szabad mozgás esetén)



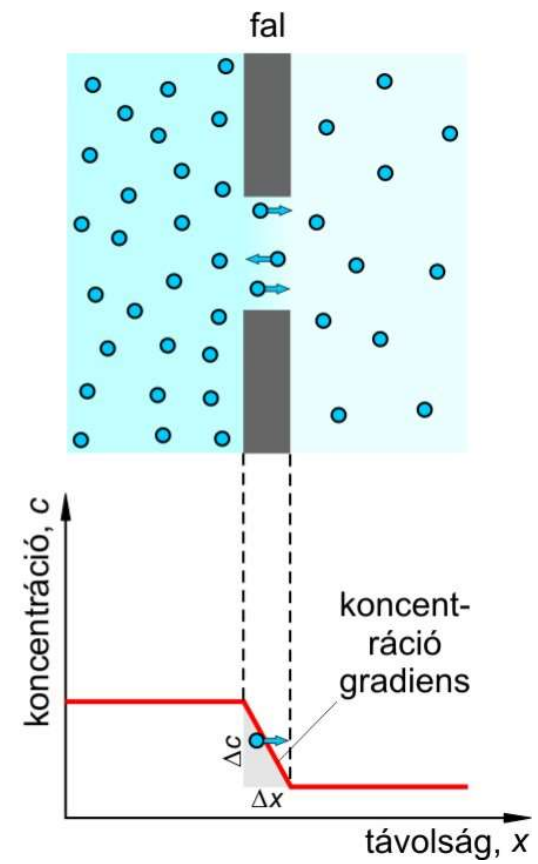
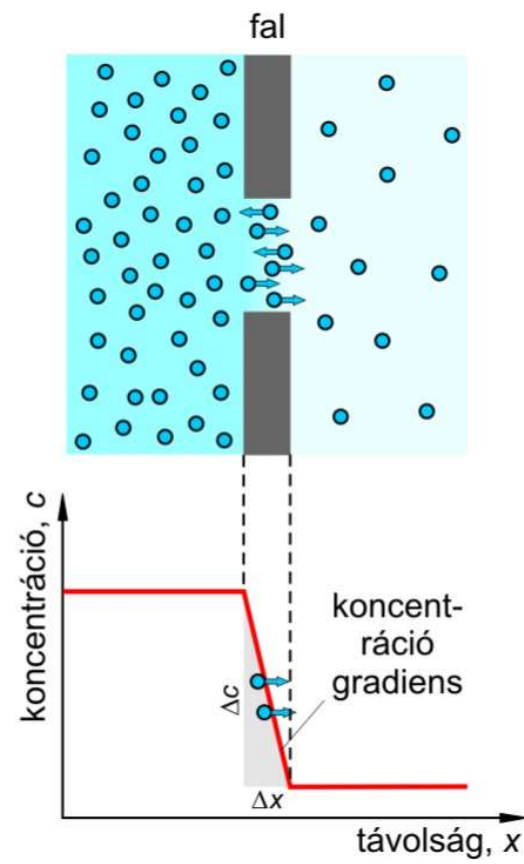
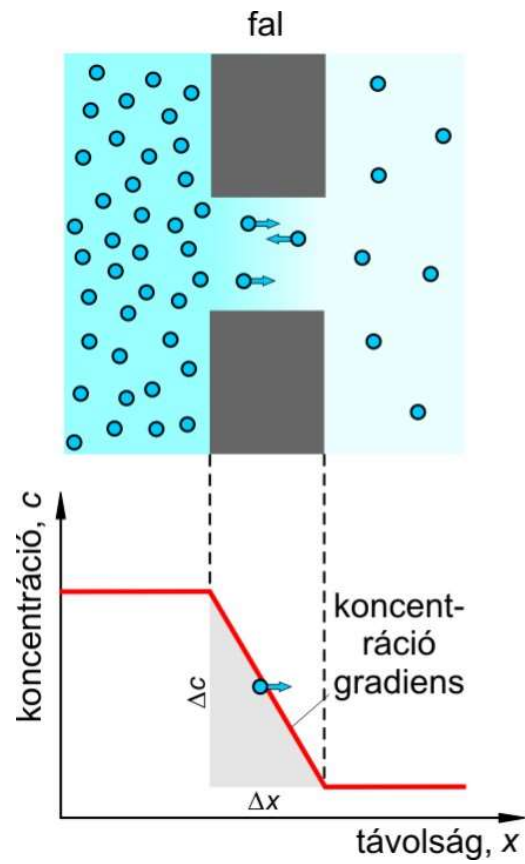
$$\Delta N = N1 - N2$$

$$N1 \sim c_1 ; N2 \sim c_2$$

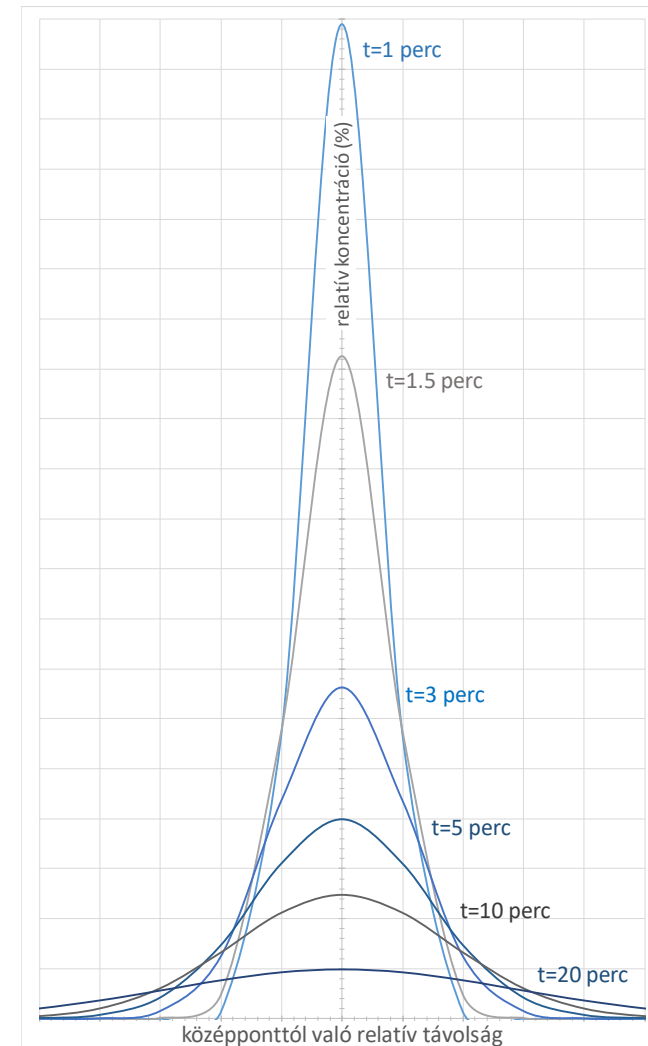
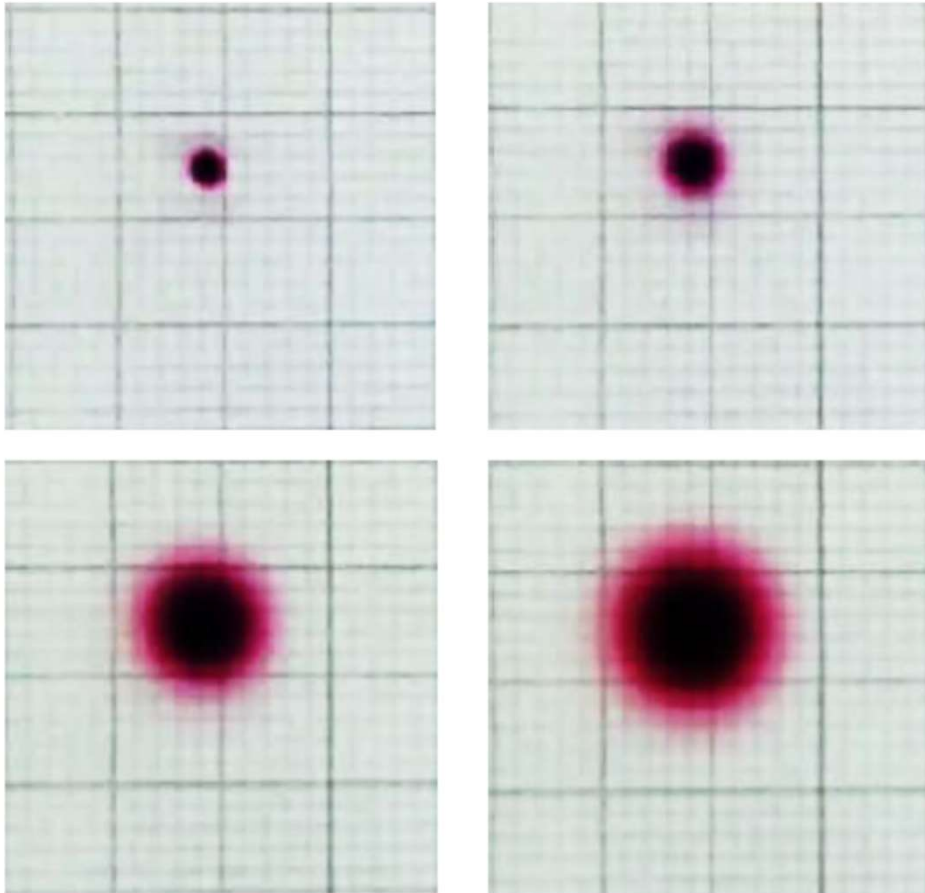
$$\Delta V = l \cdot A ; N = c \cdot \Delta V$$

$$J_v = -D \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

$$D \cdot \frac{\Delta \left(\frac{\Delta c}{\Delta x} \right)}{\Delta x} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

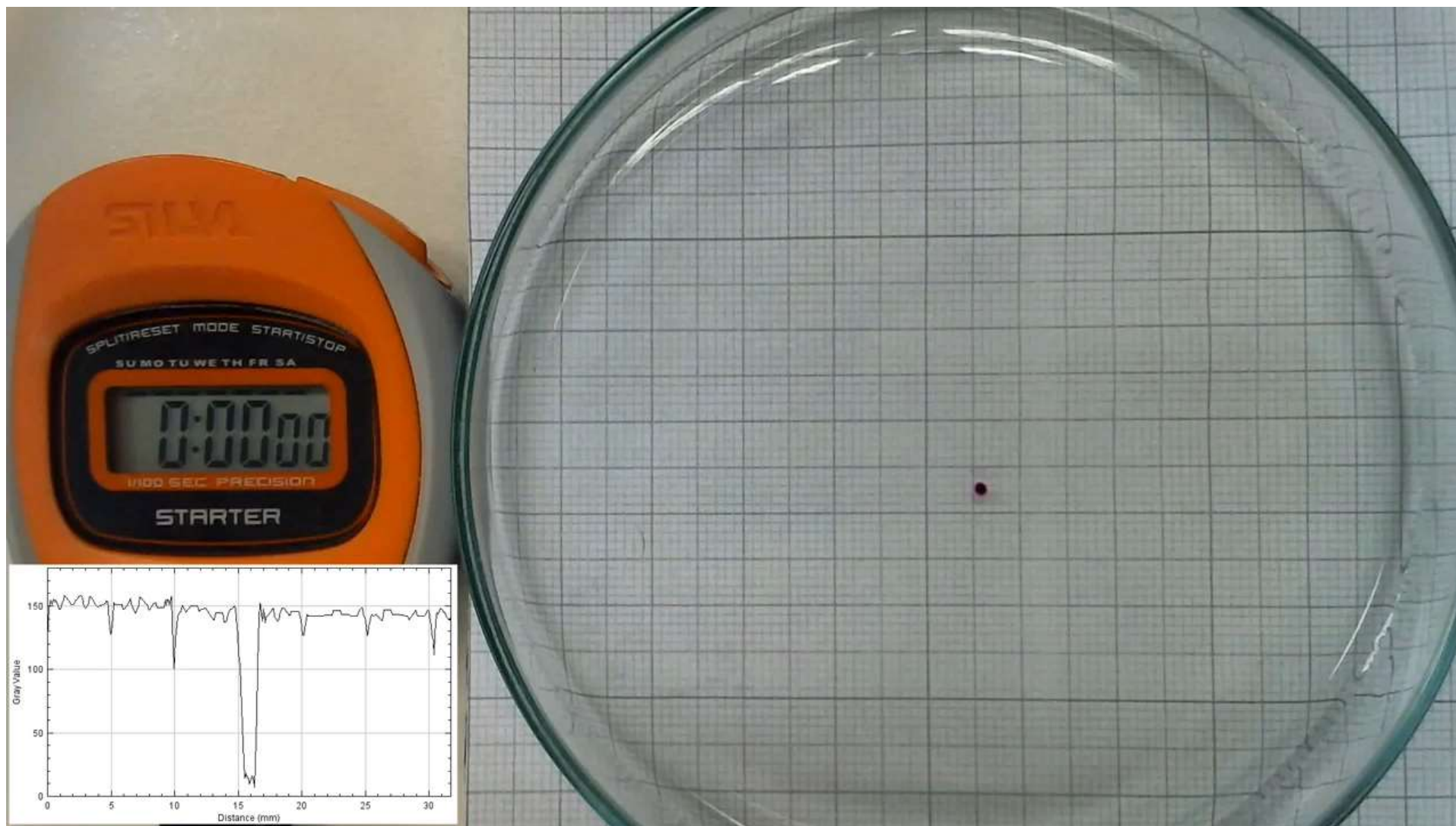


Kálium permanganát diffúziója egy kezdőpontból kiindulva



$$D \cdot \frac{\Delta \left(\frac{\Delta c}{\Delta x} \right)}{\Delta x} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

diffúzió segédanyag

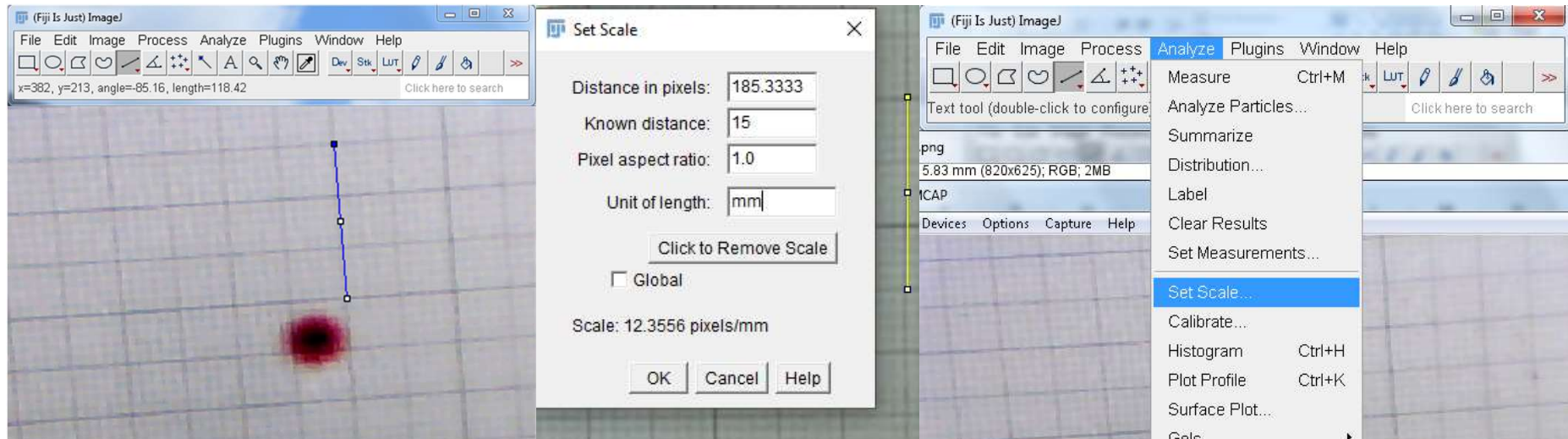


2020. 04. 06.

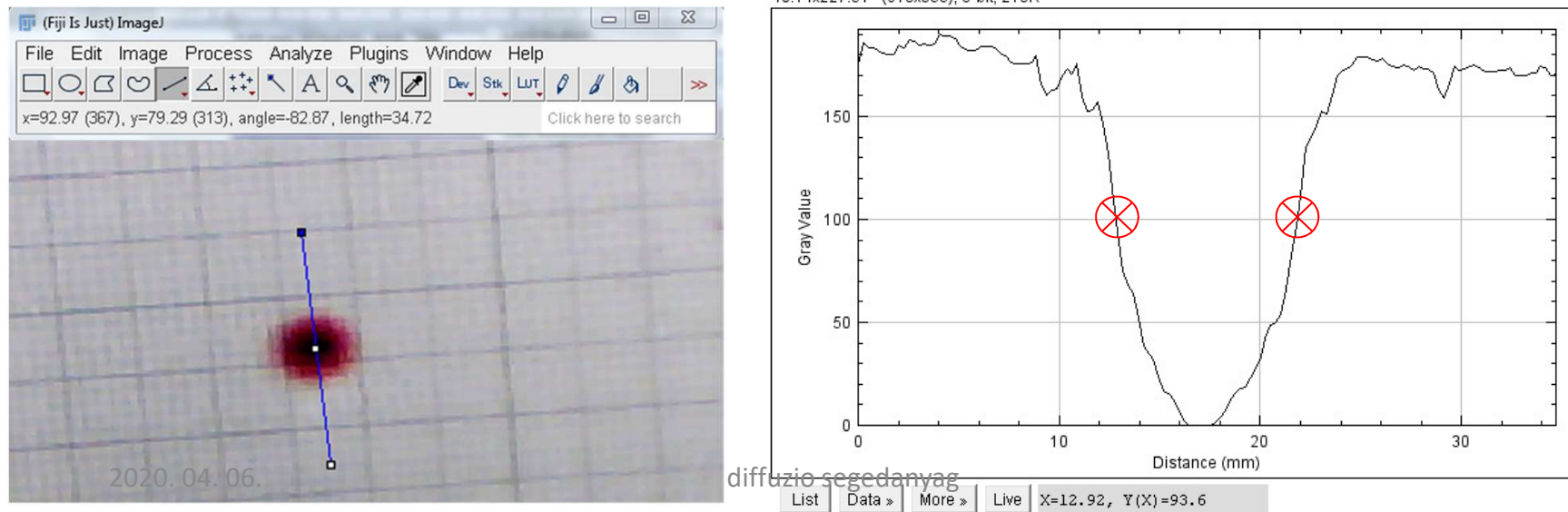
diffuzio segedanyag

Képfeldolgozás:

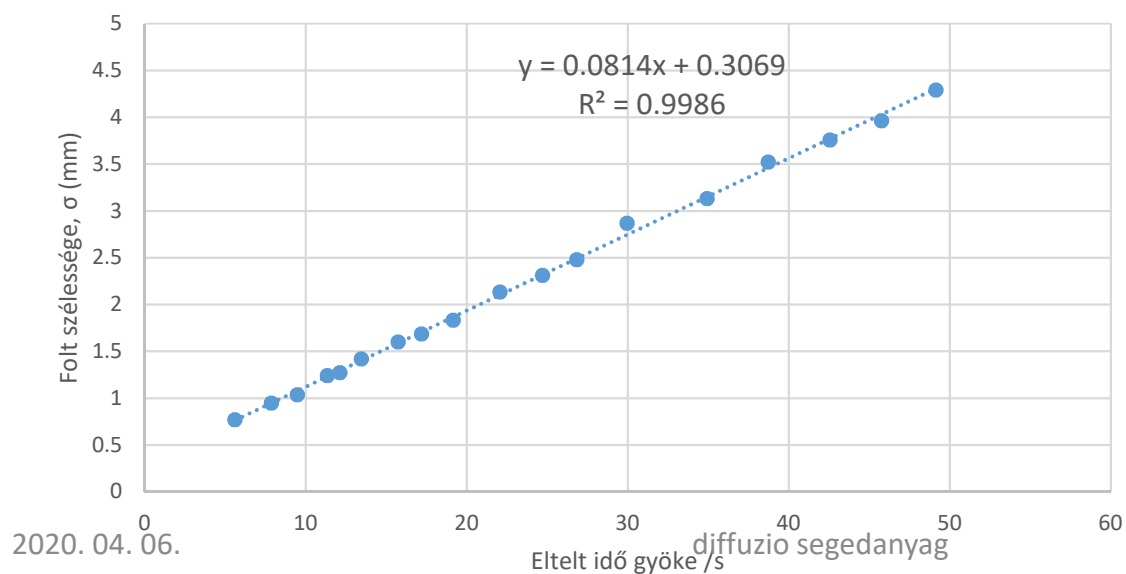
1. Kép kalibrációja



2. Intenzitás profil meghatározása

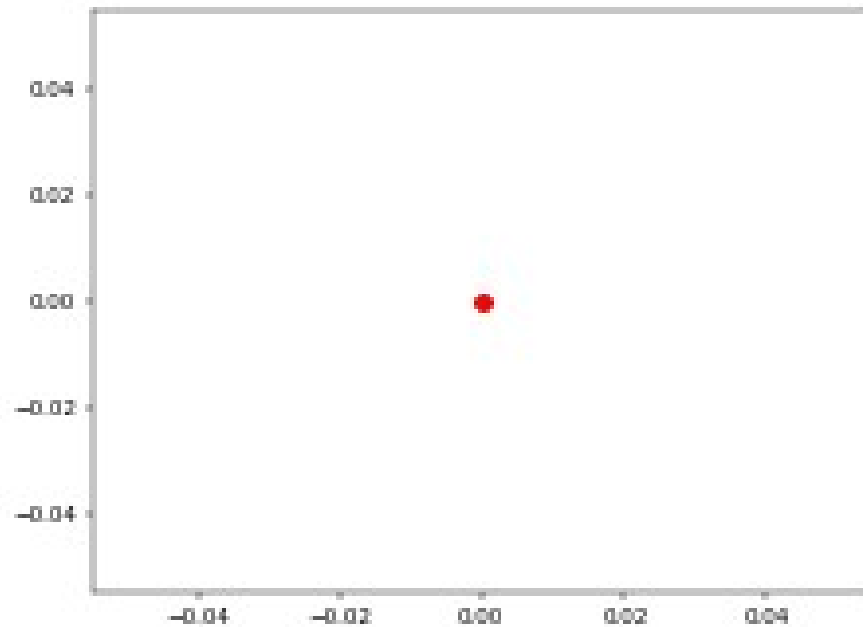


| | eltelt idő (perc) | valóban eltelt idő (s) | a folt bal szélének pozíciója (mm) | a folt jobb szélének pozíciója (mm) | | eltelt idő/s gyöke | folt leolvasott átmérője (mm) | haranggörbe szélesség- paramétere σ (mm) |
|--|----------------------|---------------------------|---|--|--|-----------------------|-------------------------------------|--|
| | 0.5 | 31.5 | 5.74 | 7.87 | | 5.61248608 | 2.13 | 0.76884856 |
| | 1 | 62 | 4.84 | 7.46 | | 7.87400787 | 2.62 | 0.945719825 |
| | 1.5 | 90 | 4.26 | 7.13 | | 9.48683298 | 2.87 | 1.035960266 |
| | 2 | 129 | 4.84 | 8.28 | | 11.3578167 | 3.44 | 1.241708472 |
| | 2.5 | 147 | 4.92 | 8.44 | | 12.1243557 | 3.52 | 1.270585413 |
| | 3 | 181 | 8.77 | 12.7 | | 13.453624 | 3.93 | 1.418579737 |
| | 4 | 248 | 7.7 | 12.13 | | 15.7480157 | 4.43 | 1.599060619 |
| | 5 | 296 | 8.36 | 13.03 | | 17.2046505 | 4.67 | 1.685691443 |
| | 6 | 367 | 7.21 | 12.29 | | 19.1572441 | 5.08 | 1.833685767 |
| | 8 | 487 | 7.29 | 13.2 | | 22.0680765 | 5.91 | 2.133284032 |
| | 10 | 611 | 6.8 | 13.2 | | 24.7184142 | 6.4 | 2.310155297 |
| | 12 | 720 | 4.59 | 11.46 | | 26.8328157 | 6.87 | 2.479807326 |
| | 15 | 898 | 4.75 | 12.7 | | 29.9666481 | 7.95 | 2.869646033 |
| | 20 | 1220 | 4.43 | 13.11 | | 34.9284984 | 8.68 | 3.133148121 |
| | 25 | 1500 | 4.26 | 14.02 | | 38.7298335 | 9.76 | 3.522986828 |
| | 30 | 1811 | 8.85 | 19.26 | | 42.5558457 | 10.41 | 3.757611975 |
| | 35 | 2095 | 6.48 | 17.46 | | 45.77117 | 10.98 | 3.963360181 |
| | 40 | 2415 | 6.72 | 18.61 | | 49.1426495 | 11.89 | 4.291835387 |

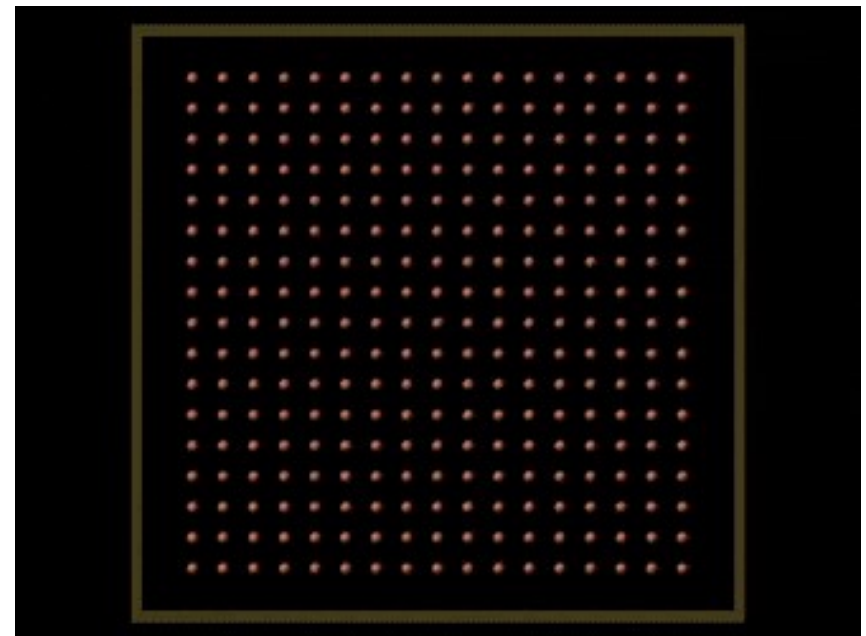


$$D = \text{meredekség}^2/2$$

A random-walk bolyongásos modellből kiszámolható hogy átlagosan milyen messzire jut egy részecske adott idő alatt.



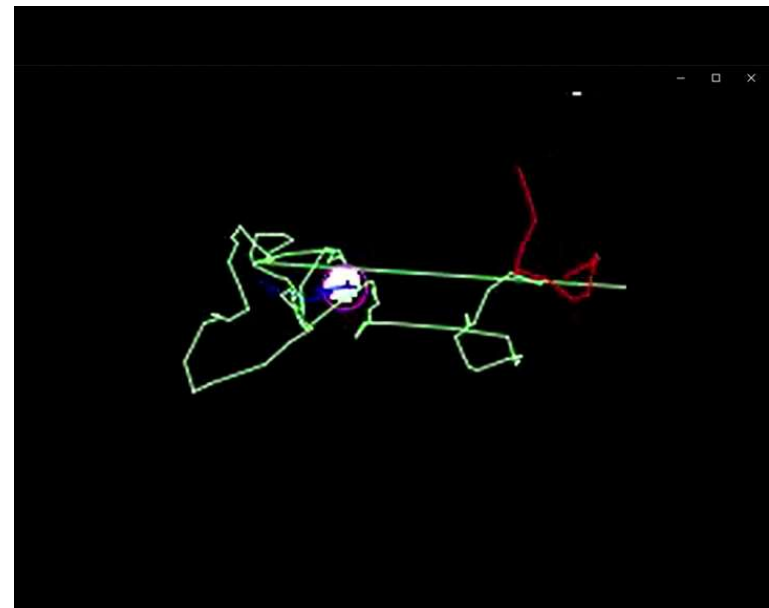
A részecskék véletlenszerű, korrelálatlan mozgást végeznek, minden lépés iránya esetleges. Ebből alakul ki egy zezzugos pálya.



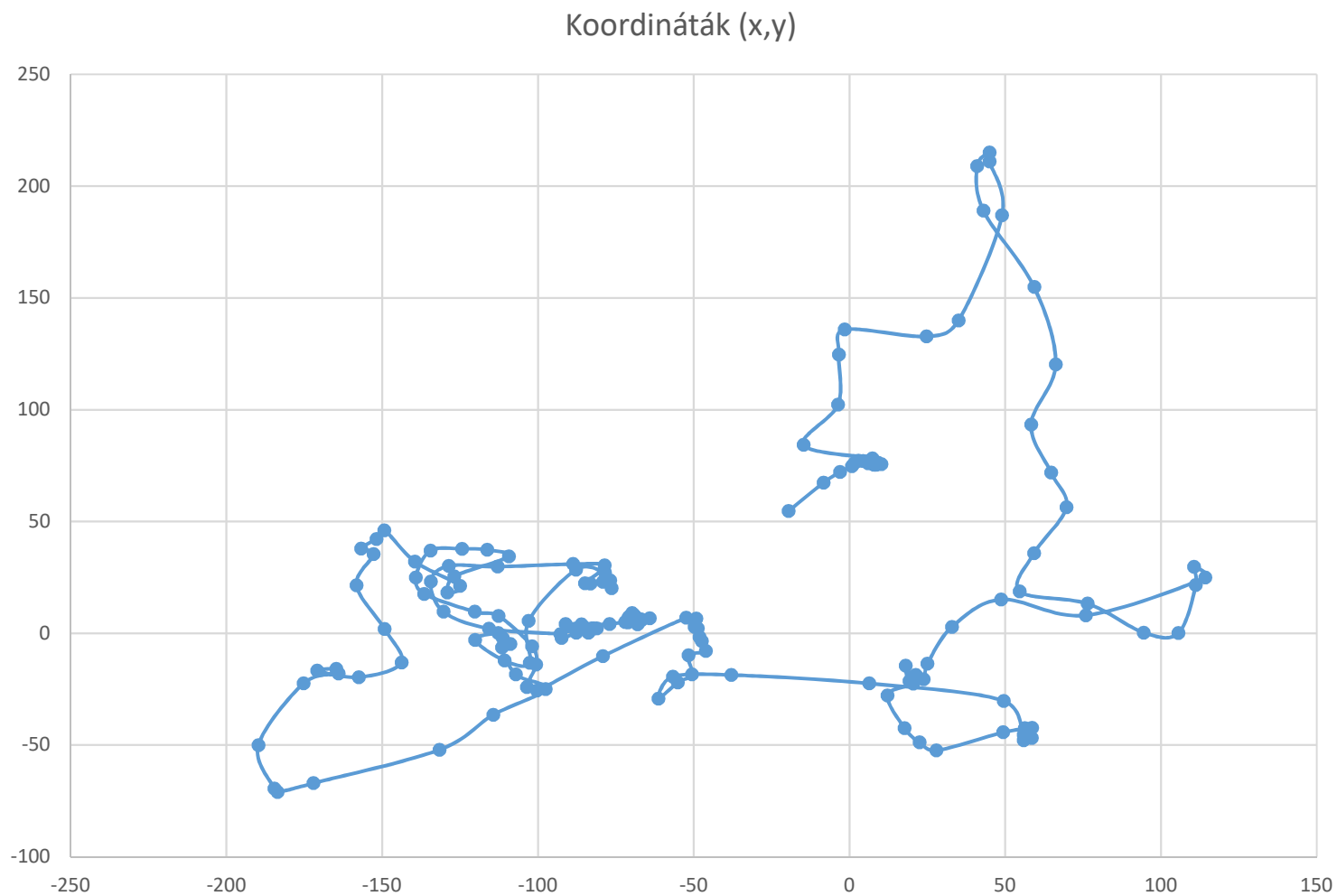
Házilag elkészíthető makroszkópikus, felnagyított modell: mákszemek jelképezik az oldószert, a kicsi fehér hungarocell golyó az oldott molekula.



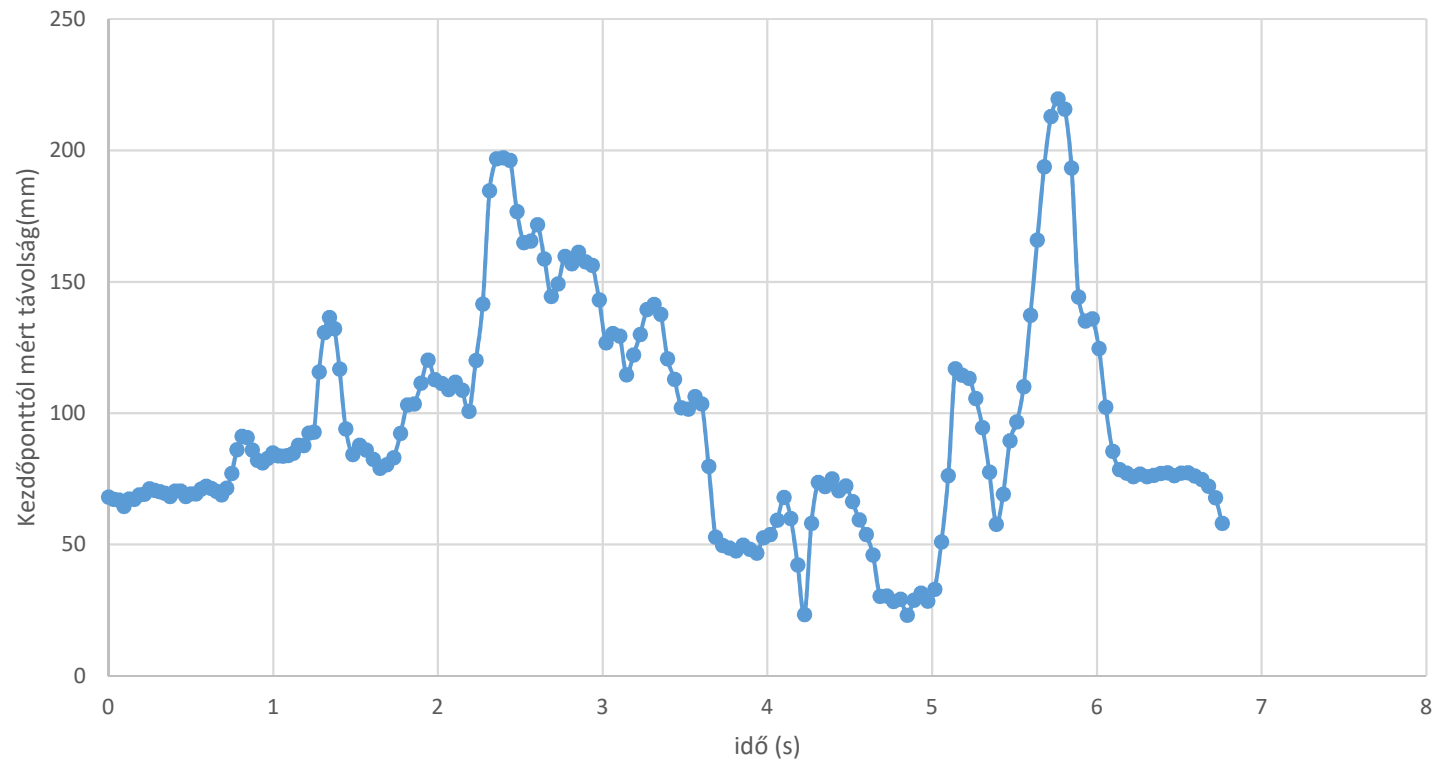
ImageJ programmal a golyócska követhető, kirajzolódik a zezugos útvonal



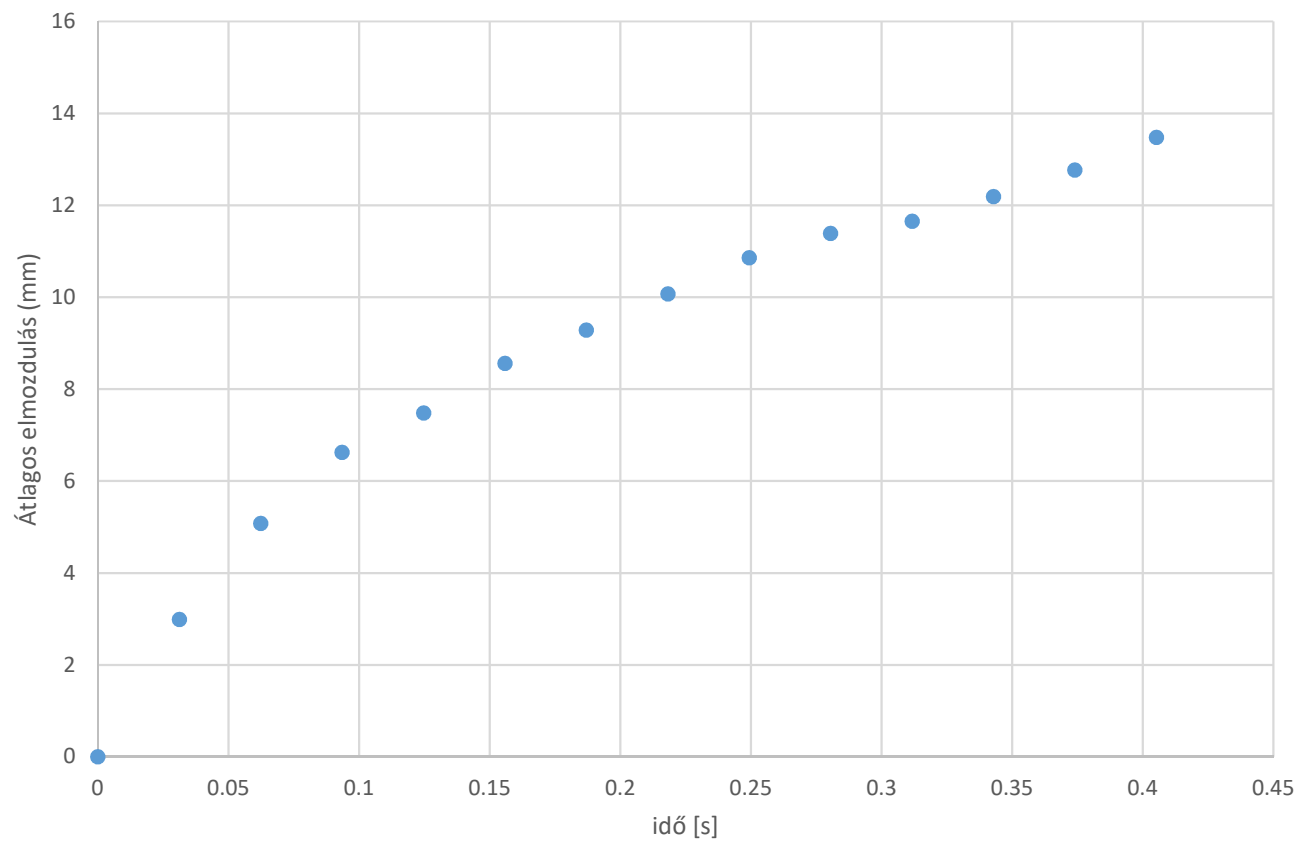
A követés során minden időpillanatban rögzítjük a részecske koordinátáit, melyből felrajzolható az útvonala.



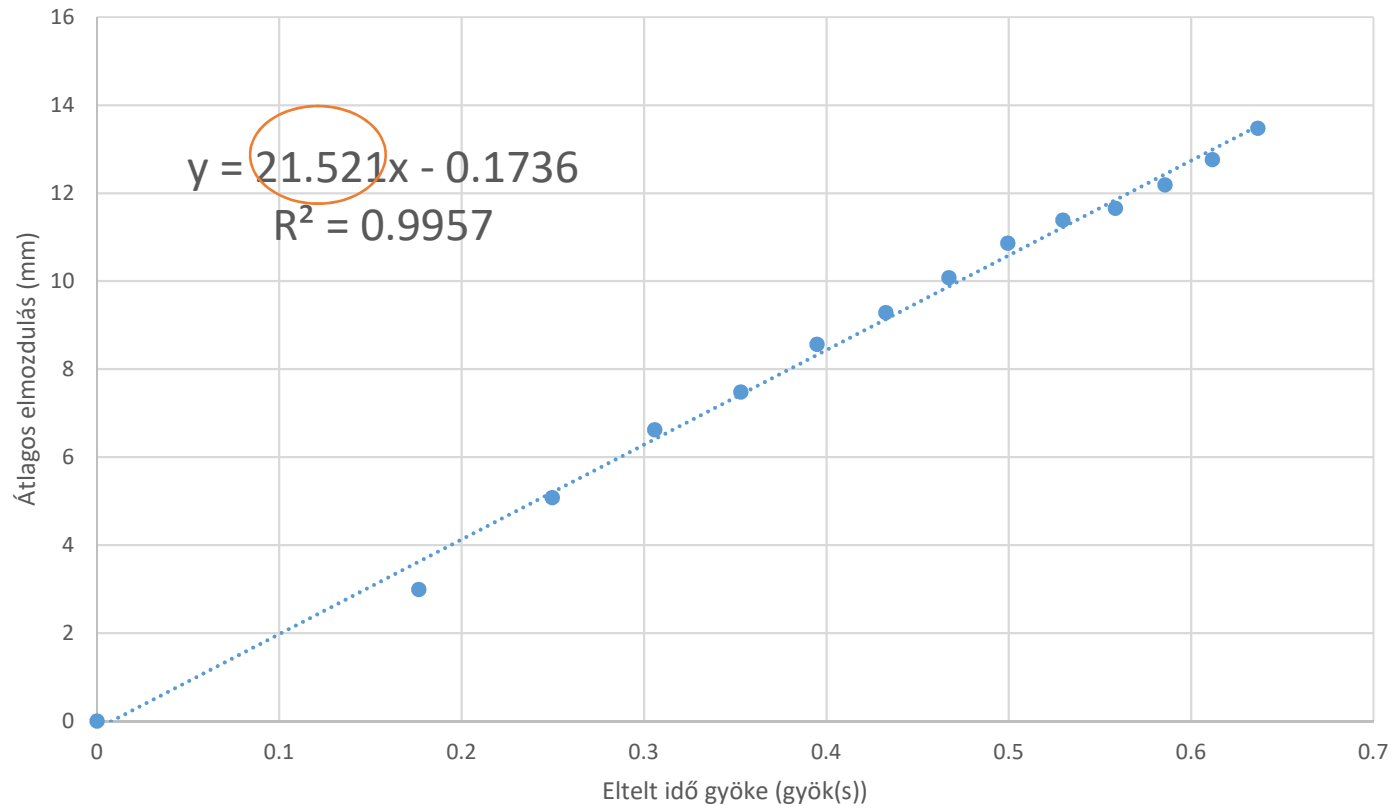
A kezdőponttól mért távolság is fluktuál



Több szakaszból, (és gyakran több kísérletből is) kiszámítható az **átlagos** elmozdulás időfüggése.



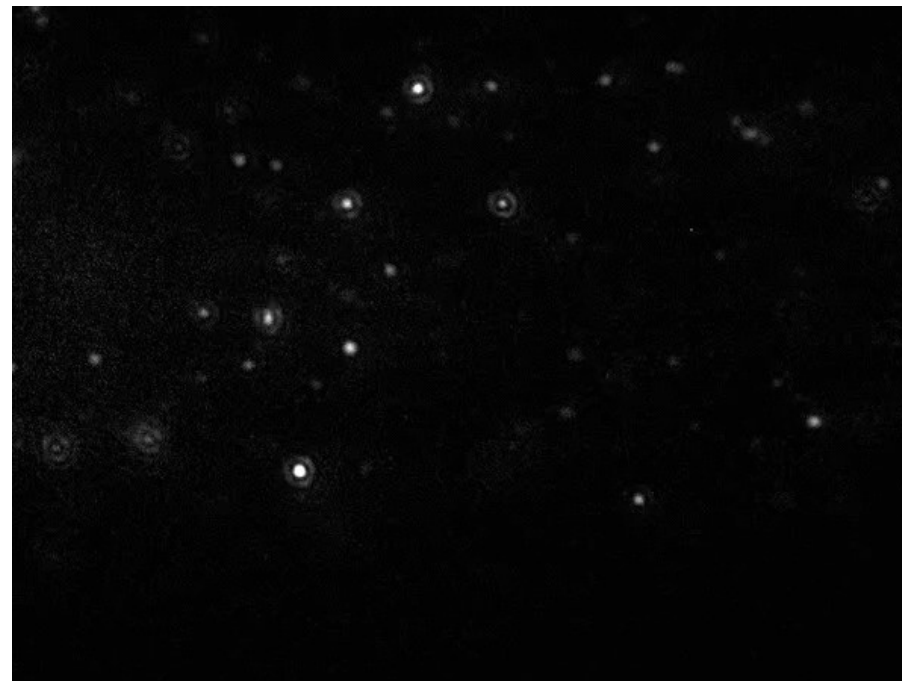
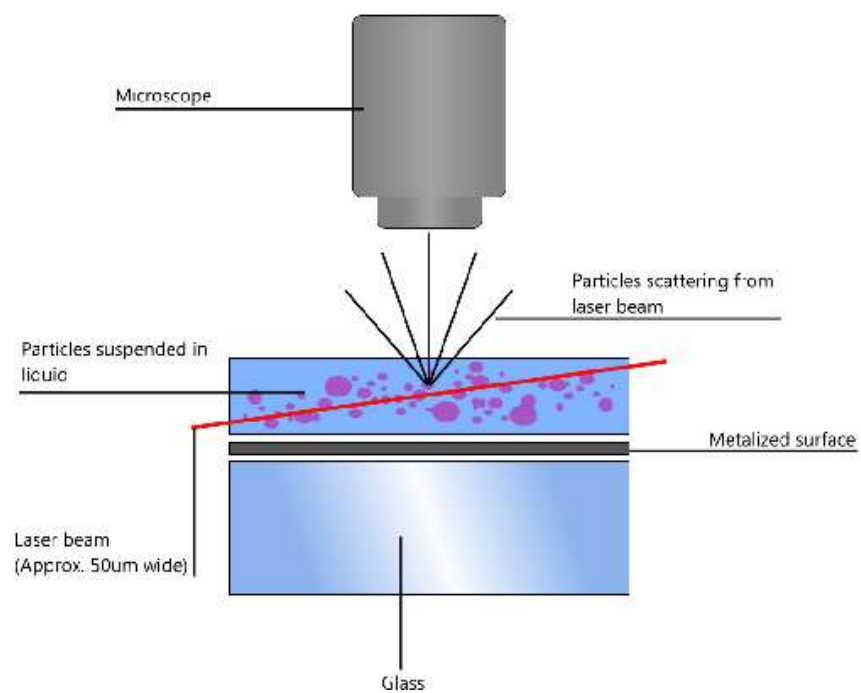
$$R_{\text{átlag}} = \sqrt{2 * D * t}$$

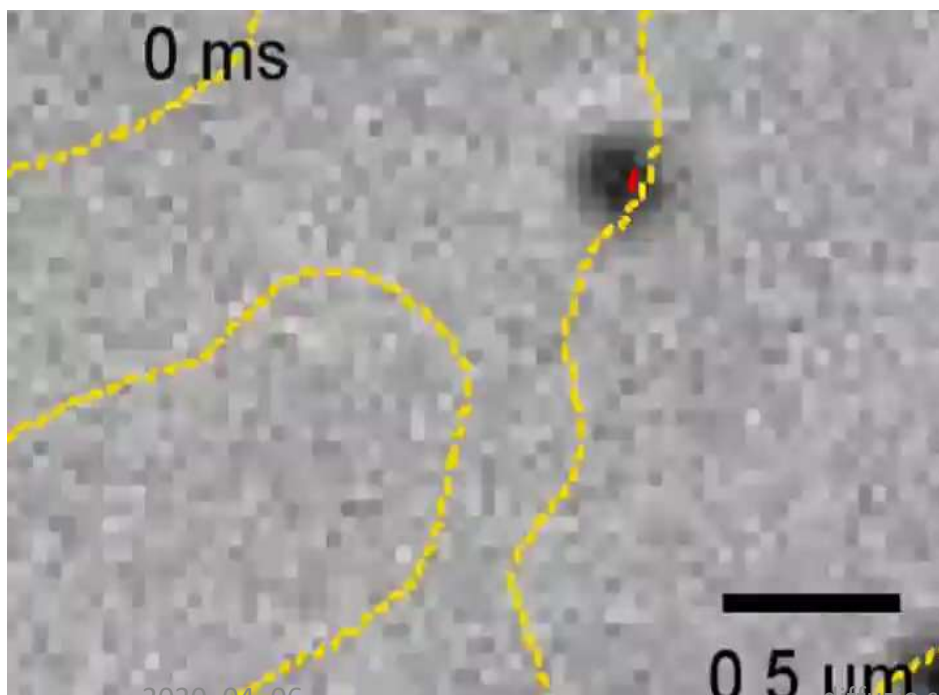


$$\sqrt{2 * D} = 21.521 \frac{\text{mm}}{\sqrt{s}}$$

$$D = 231 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Nanoparticle tracking analysis (NTA): nanorészecske követéses analízis





Arany nano-gyöngyöket követnek mikroszkópban, melyek egy lipid-membrán felszínéhez kapcsolódva végeznek bolyongó mozgást. A bolyongásból kiszámítható a diffúziós állandó, mely a környezet mikroviszkozitását is jellemzi.

