

1. FELADAT

K: A Perrin kísérlet megértéséhez először oldjuk meg a két-dimenziós Brown mozgás következő változatát:

Egy l rácsállandójú négyzetrácson egy részecske τ időközönként, egyenlő valószínűséggel ugrik a négy szomszédos rácspont egyikébe, s az egymást követő lépések függetlenek egymástól. A részecske az $(x_0 = 0, y_0 = 0)$ pontból indul.

Határozzuk meg a $t = N\tau$ idő alatti várható elmozdulást, $\sqrt{\langle r^2 \rangle} = \sqrt{\langle x_t^2 \rangle + \langle y_t^2 \rangle} \cdot t!$

Keressük az $\langle x_t^2 \rangle$ és az $\langle y_t^2 \rangle$ értékeket, amikből aztán megkaphatjuk a keresett $\sqrt{\langle r^2 \rangle}$ mennyiséget. Ezeknek definíciója ismert:

$$\langle x_t^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \cdot P(x) dx \equiv \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \cdot P(x, t) dx \quad (1)$$

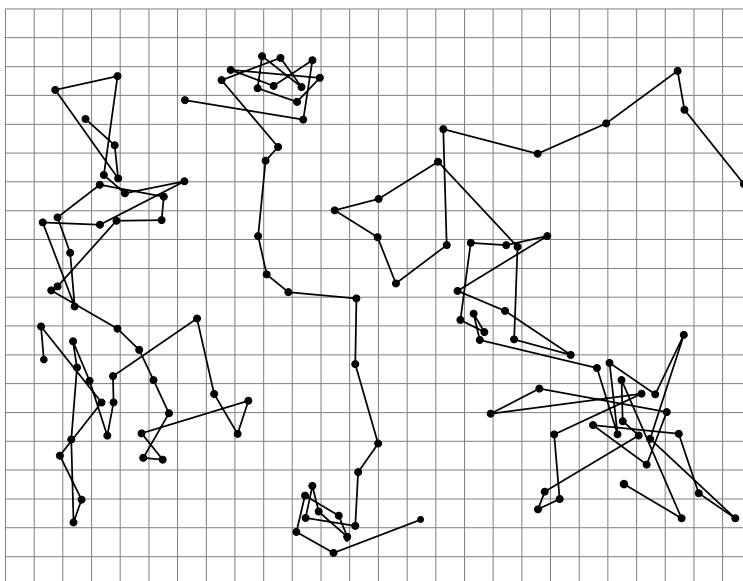
$$\langle y_t^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} y^2 \cdot P(y) dy \equiv \int_{-\infty}^{\infty} y^2 \cdot P(y, t) dy \quad (2)$$

Jelen esetben a 2D Brown-mozgás leírását kell megadnunk, amely esetében egy részecske, az adott pontban történő tartózkodásának valószínűségét egy $P(x, y) \equiv P(x, y, t)$ mennyiség jellemzi. Ekkor az $\langle x^2 \cdot y^2 \rangle$

2. FELADAT

K: Perrin kísérletében (1. ábra) kolloid részecskék mozgását vizsgálták híg, vizes oldatban. A részecskék sugara $a = 0.52 \mu\text{m}$, $\tau = 30 \text{ s}$ -ként mérték a helyzetüket, s az ábrán látható négyzetrács rácsállandója $3.125 \mu\text{m}$. Becsüljük meg a kolloid részecskék diffúziós együtthatóját kétféleképpen:

1. A kezdő és a végpont közötti elmozdulásból, feltételezve, hogy a mozgás diffúzív!
2. A τ idő alatti ugráshosszok négyzetének átlagából!



1. ábra. Tracings of the motion of three colloidal particles of radius $0.52 \mu\text{m}$ as seen under the microscope in J. Perrin's experiments. Successive positions every 30 seconds are joined by straight line segments. The mesh size is $3.125 \mu\text{m}$.

3. FELADAT

K: *Használjuk a 2. feladat eredményét, valamint a Brown mozgás Langevin féle leírásának eredményeképp kapott kifejezést a kolloidrészecskék diffúziós együtthatójára, s becsüljük meg az Avogadro számot! A kolloidrészecskék sűrűségét tekinthetjük vízhez közelinek, a hőmérsékletet pedig szobahőmérsékletnek.*

4. FELADAT

K: Tegyük fel, hogy a kolloidrészecskék diffúziós együtthatójára kapott kifejezés extrapolálható molekuláris szintre. Milyen értéket kapunk egy nem túlságosan nagy molekula vízben történő termális mozgásának diffúziós együtthatójára? Es egy biológiai molekulára (pl. DNS)?

5. FELADAT

- WORK IN PROGRESS -