

(1) (20 pt)

Johann Magnenus német szerzetes hitt Démokritosz tanaiban, hogy mindent atomok építenek fel, s megpróbálta megbecsülni az atomok számát. Kísérleteiről azt tudni, hogy egy nagy épület (katedrális?) egyik végében elégetett egy borsószemnél is kisebb tömjént, s azt vizsgálta, hogy az épület másik végében érezni-e a tömjén füstjét. Végül is arra a (hibaszámolással nem alátámasztott pontosságú) következtetésre jutott, hogy az elégetett tömjén atomjainak száma $7.7763 \cdot 10^{17}$. Próbáljuk megérteni Magnenus kísérletét! Mekkora lehetett az elégetett tömjén? Az épület mérete? Mit gondolhatott a szaglás mechanizmusáról?

(2) (20 pt)

A Perrin kísérlet analíziséhez először vizsgáljuk a két-dimenziós Brown mozgást: ℓ rácscellájú négyzetláncra egy részecske τ időközönként, egyenlő valószínűséggel ugrik a négy szomszédos rácspont egyikébe. Az egymást követő lépések függetlenek egymástól, s a részecske az origóból indul.

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

Iránymutatás: Kövessük a HF1 3. feladatának lépéseit, figyelembe véve, hogy az e_i valószínűségi változó most egy vektor, amely egyenlő valószínűséggel mutat a $\pm x$, vagy $\pm y$ irányba.

(3) (40 pt)

Perrin kísérletében (Fig.1.) 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 négyzetlánc rácscellájának oldalsó hossza $3.125\mu\text{m}$. Becsüljük meg a kolloid részecskék diffúziós együtthatóját kétféleképpen: (a) a kezdő és a végpont közötti elmozdulásból, feltételezve, hogy a mozgás diffúzív, és (b) a τ idő alatti ugráshosszok négyzetének átlagából!

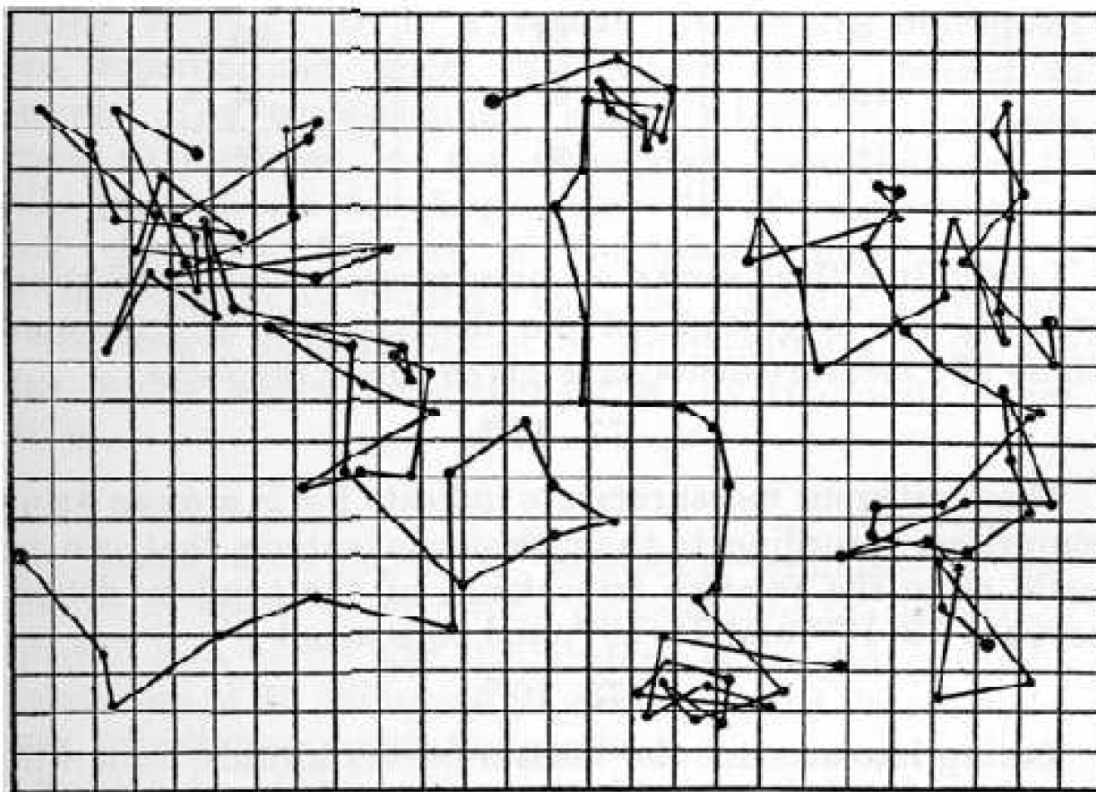


FIG. 1: Tracings of the motion of three colloidal particles of radius $0.52\mu\text{m}$ as seen under the microscope in J. Perrin's experiments. Successive positions every 30 seconds are joined by straight line segments. The mesh size is $3.125\mu\text{m}$.

Használjuk a kapott eredményt, valamint a Brown mozgás Langevin féle leírásából ismert kifejezést a kolloid részecskék diffúziós együtthatójára, s becsüljük meg az Avogadro számot! A kolloid részecskék sűrűségét tekinthetjük vízhez közelinek, a hőmérsékletet pedig szobahőmérsékletnek. Ne feledkezzünk meg a hibabecslésről!

(4) (20 pont)

Becsüljük meg az emberi vörösvérsejt vízben történő termális mozgásának diffúziós együtthatóját!