

## (1) (10 pt)

A Perrin kísérlet megértéséhez először oldjuk meg a két-dimenziós Brown mozgás következő változatát:  $\ell$  rácállandójú négyzetrácson egy részecske  $\tau$  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,  $\sqrt{\langle r^2 \rangle} = \sqrt{\langle x_t^2 \rangle + \langle y_t^2 \rangle}$ -t!

## (2) (20 pt)

Perrin kísérletében (Fig.1.) kolloid részecskék mozgását vizsgálták híg, vizes oldatban. A részecskék sugara  $a = 0.52\mu m$ ,  $\tau = 30s$ -ként mérték a helyzetüket, s az ábrán látható négyzetrács rácállandója  $3.125\mu m$ . Becsüljük meg a kolloid részecskék diffúziós együtthatóját kétféleképpen: (a) a kezdő és a végpont közötti elmozdulásból, feltételezve, hogy a mozgás diffúzív, és (b) a  $\tau$  idő alatti ugráshosszok négyzetének átlagából!

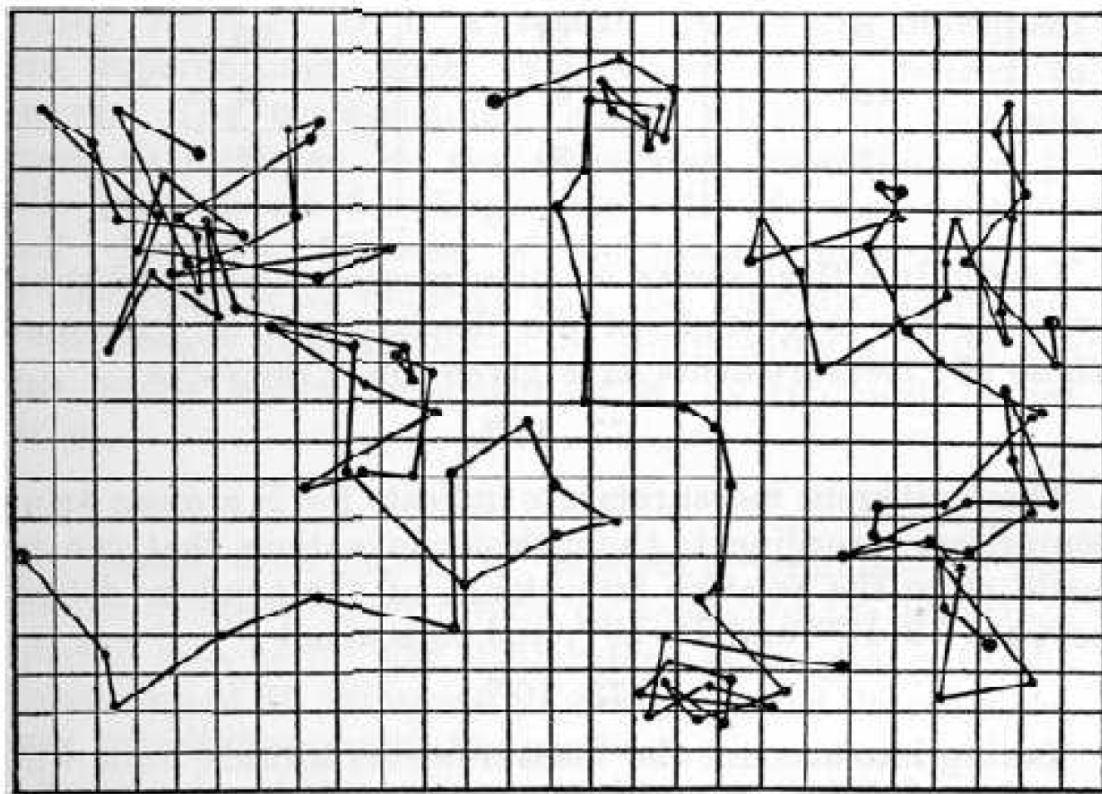


FIG. 1: Tracings of the motion of three colloidal particles of radius  $0.52\mu m$  as seen under the microscope in J. Perrin's experiments. Successive positions every 30 seconds are joined by straight line segments. The mesh size is  $3.125\mu m$ .

## (3) (15 pt)

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) (15 pt)

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? És egy biológiai molekulára (pl. DNS)?

## (5)

Nem kötelező, bármikor beadható az év folyamán. Azoknak írtam ki, akik érdeklődnek a köz által vitatott kérdések iránt (az évvégi jóindulatú kerekítéseknel figyelembe veszem a megoldást).

Keressünk meg Budapest, Miskolc, Szeged és Prága meteorológiai állomásainak hőmérsékleti adatsorait. Töltsük le az adatsorokat, s határozzuk meg az átlagos évi hőmérsékleteket és azok fluktuációit! Hasonlítsuk össze a városok átlaghőmérséklei közötti különbségeket a hőmérsékletek szórásával!