

(1) (20 pt)

Nézzük meg a Teams Documents/General/Films dossziében található istock.mp4 videót, ami a szobába jutó napsugár által megvilágított porszemek mozgását mutatja. Brown mozgás ez? Kielégíti a porszemek mozgása az Einsteini 1. és 2. feltételezést?

(2) (30 pt)

A Perrin kísérlet analizéséhez először vizsgáljuk a két-dimenziós Brown mozgást: ℓ rácscellájú négyzetrácson 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, $\sqrt{\langle r^2 \rangle} = \sqrt{\langle x_t^2 \rangle + \langle y_t^2 \rangle}$ -t!

Iránymutatás:

Kövessük a HF1 2. 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) (50 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 rácscellájának oldalsó hossza $3.125\mu m$. Becsüljük meg a kolloid részecskék diffúziós együtthatóját kétféleképpen: (a) a kezdő és a végpont közötti elmozdulásból, feltételezve, hogy a mozgás diffúzív, és (b) a τ idő alatti ugráshosszok négyzetének átlagából!

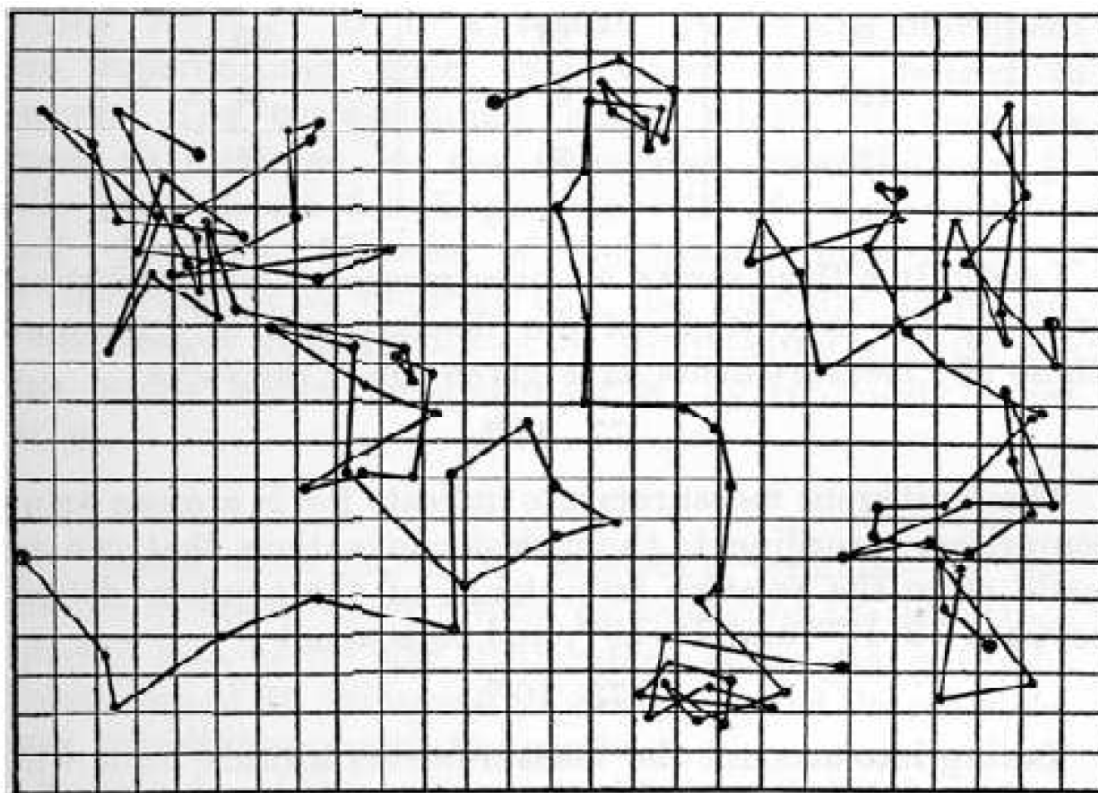


FIG. 1: Tracings of the motion of three colloidal particles of radius $0.52\mu m$ as seen under the microscope in J. Perrin's experiments. Successive positions every 30 seconds are joined by straight line segments. The mesh size is $3.125\mu m$.

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!