



Kaj določa način “plavanja”?

- **Upor**, ki ga čuti “plavalec”:

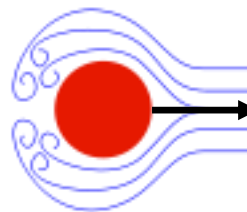
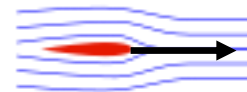
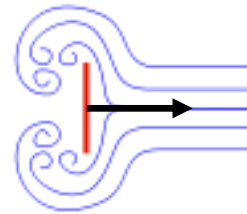
- zaradi **gostote** tekočine
(odrivanje mase z vztrajnostjo)

$$\propto \rho R^2 v^2$$

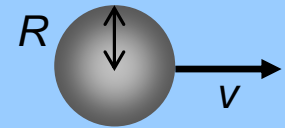
- zaradi **viskoznosti** tekočine
(vlečenje slojev tekočine, ki se prilepijo na površino telesa)

$$\propto \eta R v$$

- Katera sila je pomembnejša?



ρ - gostota tekočine
 η - koef. viskoznosti



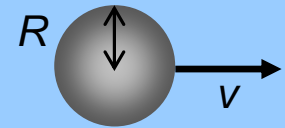
Kaj določa način “plavanja”?

- Odloča **razmerje obeh sil** (Reynoldsovo število Re):

$$\frac{\text{upor zaradi gostote}}{\text{upor zaradi viskoznosti}} \propto \frac{\rho R^2 v^2}{\eta R v} = \boxed{\frac{\rho R v}{\eta} = Re}$$

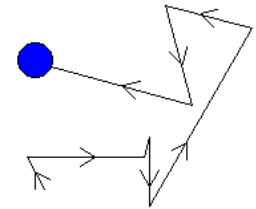
- $Re > 1000$:
prevladuje kvadratni upor, tekočina se močno vrtinči (“turbulenten tok”)
- $Re < 1$:
gibanje omejuje viskoznost, tekočina teče brez vrtincev (“laminaren tok”)
→ bakterije in molekule ne poznajo vztrajnosti!

ρ - gostota tekočine
 η - koef. viskoznosti

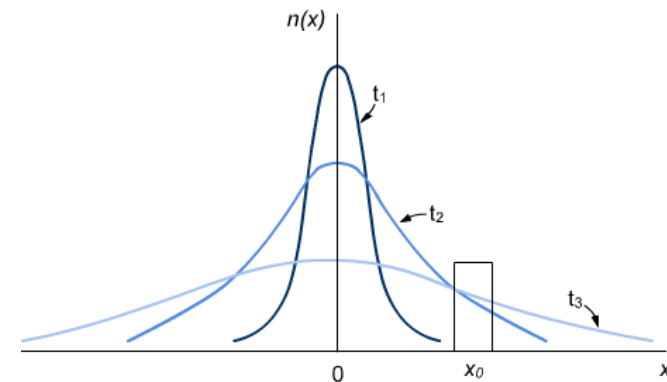


Difuzija

- Naključno **Brownovo gibanje** je posledica trkov med molekulami s termično kinetično energijo $\sim k_B T$



- povprečni odmik od izhodišča $\langle x \rangle = 0$
- delci vseeno nekam pridejo $\langle x^2 \rangle \propto Dt$
(D - koeficient difuzije, t - čas)



- Difuzijo poganja **entropija** (osmotski tlak) v smeri večjega števila možnih stanj



čas

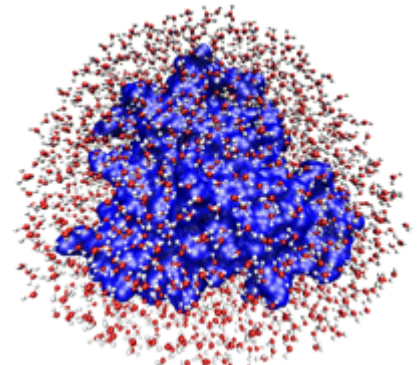
Difuzija



- Hitrost difuzije določa koeficient difuzije D , ki je odvisen od

- termične energije delcev
- velikosti in oblike delcev
- viskoznosti tekočine

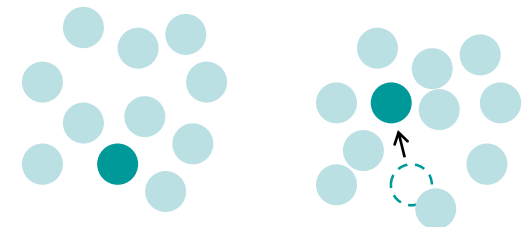
$$D \propto \frac{\text{energija}}{\text{upor}} \propto \frac{k_B T}{\eta R}$$



- Izmerimo lahko le **efektivno velikost delcev!** (skupaj s hidratacijskim plaščem)

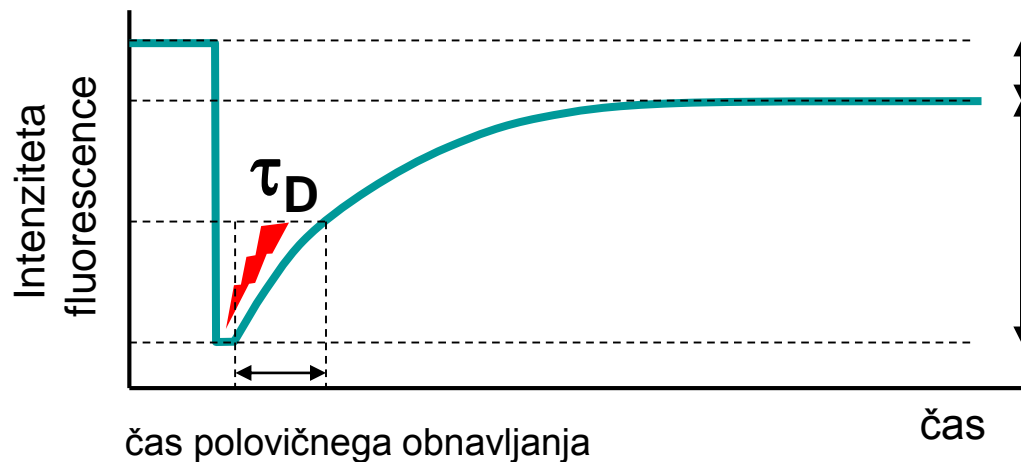
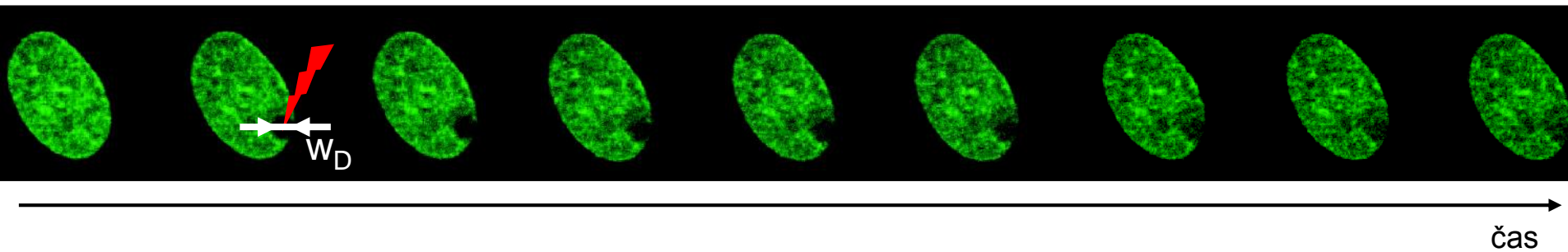
- Viskoznost je makroskopski parameter! (uporaben za delce z $m_1 > 1$ kDa)

Kako se gibljejo delci, primerljivi z velikostjo molekul topila? ($m_1 < 100$ Da)



Fluorescence Recovery After Photobleaching - FRAP

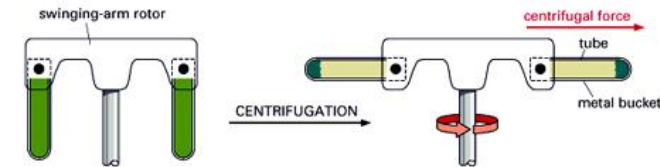
- “Obnavljanje fluorescence po fotoslepljenju“



$$D = \frac{w_D^2}{4\tau_D}$$

Centrifuga

- V disperziji nenabitih delcev tekmujeta urejevalna sila (težnost) in termično gibanje
→ stabilnost disperzije določa teža delcev

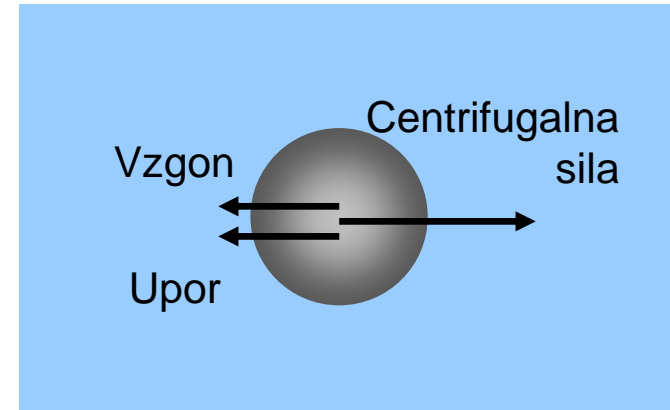


- Usedanje lahkih delcev v centrifugi pospešimo s “povečanjem njihove teže”, sorazmerno s (frekvenco vrtenja ω)²

- Hitrost posedanja $\propto \frac{\text{centrif.}}{\text{upor}} \propto \frac{\omega^2 m'}{\eta R}$

(m' - masa delca, zmanjšana za vzgon)

- Več izvedb: diferenčna, gradientna ...

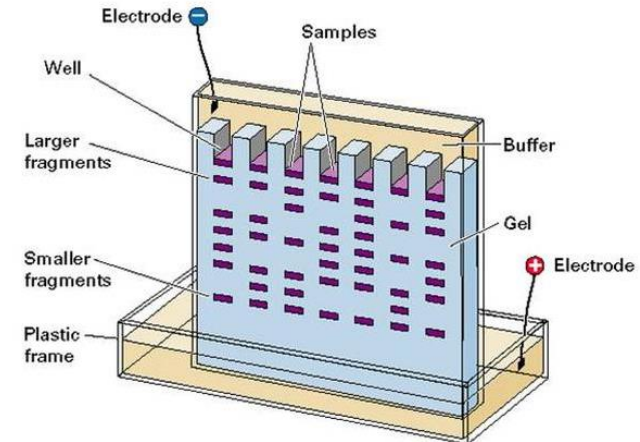
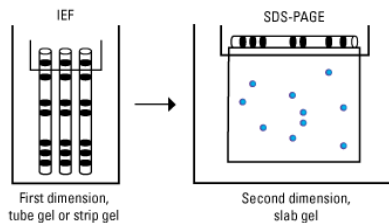


Elektroforeza

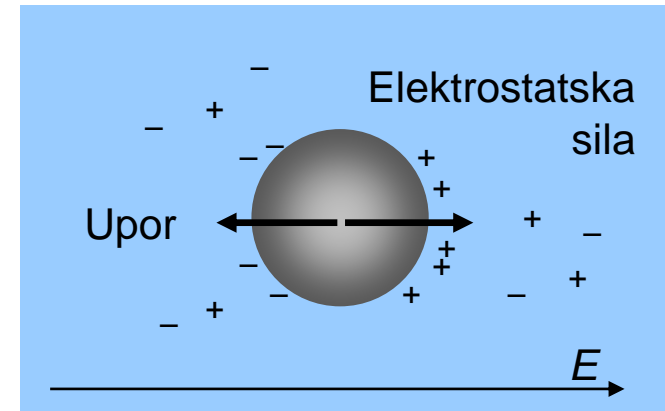
- Nabite delce lahko ločujemo tudi z električnim poljem - E
- Hitrost potovanja odvisna od gibljivosti delcev - μ

$$\mu \propto \frac{\text{naboj}}{\text{upor}} \propto \frac{Ze_0}{\eta R}$$

- Izvedbe: gelska, kapilarna, 2D ef., isoelektrično fokusiranje, ef. na mikročipu ...



Ze_0 - neto naboj delcev



Meritev ζ -potenciala

- Vedno posredno izračunan iz elektroforetske gibljivosti
- Merjenje hitrosti z “laskerskim radarjem”

