



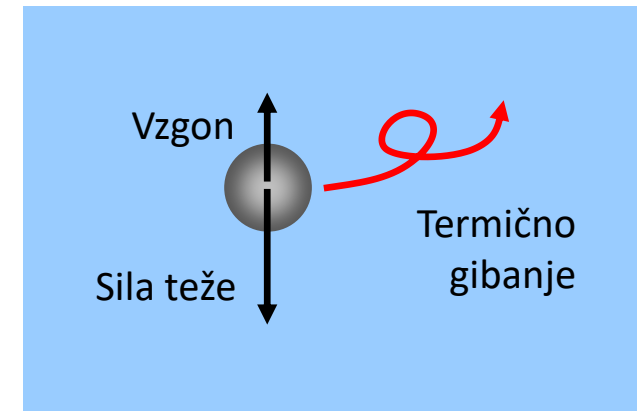
Izkoriščanje gibljivosti delcev/molekul v laboratoriju

Določanje velikosti, naboja ...
Ločevanje

Posedanje delcev v disperziji

- V disperziji delcev tekmujeta urejevalna sila (težnost) in termično gibanje
- V: Kakšna je mejna velikost delcev v disperziji?

→ Stabilnost disperzije določa masa/teža delcev (gostota x volumen, torej $\propto R^3$)



Posedanje delcev v disperziji

- Med posedanjem se delcem povečuje hitrost (v), dokler sila upora (F_U) ne izenači razlike med težo in vzgonom:

$$F_U = f v$$

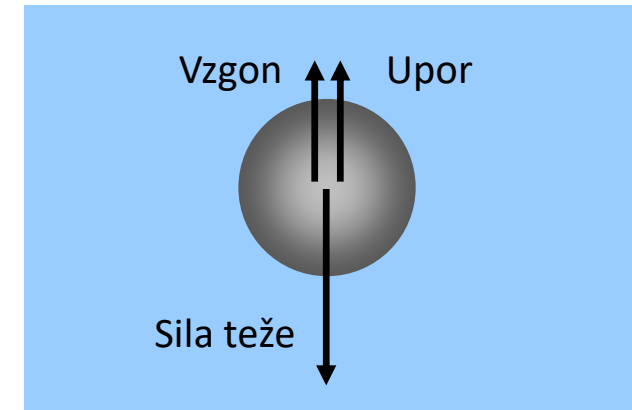
f ... koeficient upora: $kT/D = 1/\mu$
(za kroglo $6\pi\eta R$)
 μ ... mobilnost

$$F_g - F_v = \Delta\rho V g$$

$\Delta\rho$... razlika v gostoti delca in tekočine
 g ... gravitacijski pospešek

- V: Oцени hitrost in čas posedanja delcev v epruveti.

→ Posedanje je pogosto počasno. Ga lahko pospešimo?



$$v \propto \frac{\Delta\rho R^3 g}{\eta R}$$

Centrifuga

- Posedanje delcev pospešimo s “povečanjem njihove teže” v centrifugi. Vrtenje povzroča *centrifugalno silo*, ki je sorazmerna s kvadratom frekvence vrtenja:

$$F_C = m a_r$$

$$a_r = \omega^2 r$$

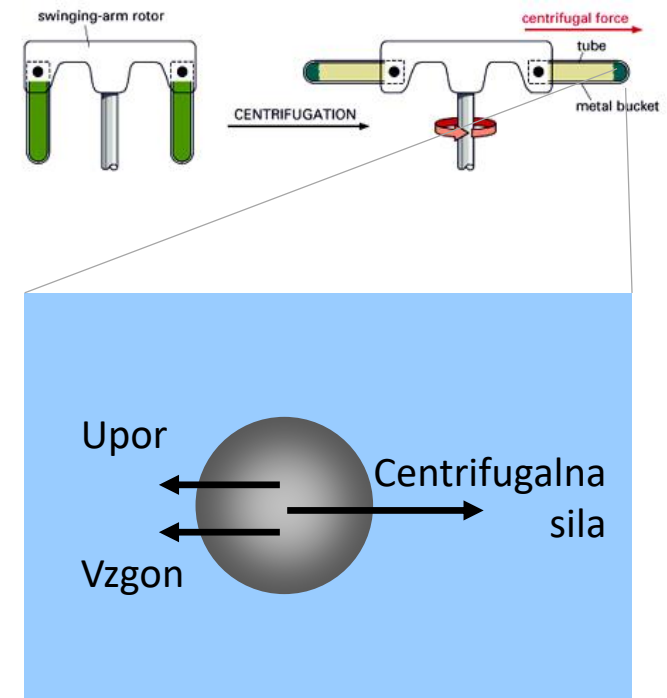
a_r ... radialni pospešek

ω ... krožna frekvenca (2π št. obratov/s)

r ... radij vrtenja

- Vrtenje deluje tudi na tekočino, zato je pri določanju hitrosti posedanja potrebno upoštevati tudi “vzgon”:

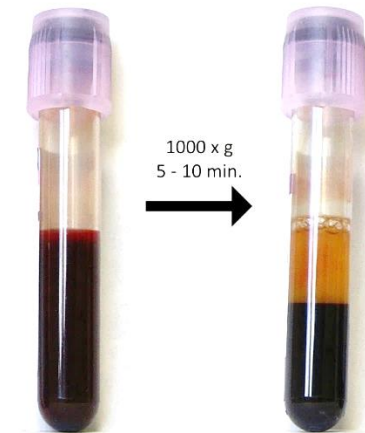
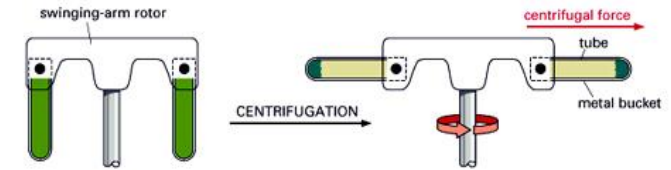
s ... koeficient sedimentacije
(odvisen od delca, topila in T)



$$v = \frac{\Delta\rho V}{f} \omega^2 r = s \omega^2 r$$

Centrifuga

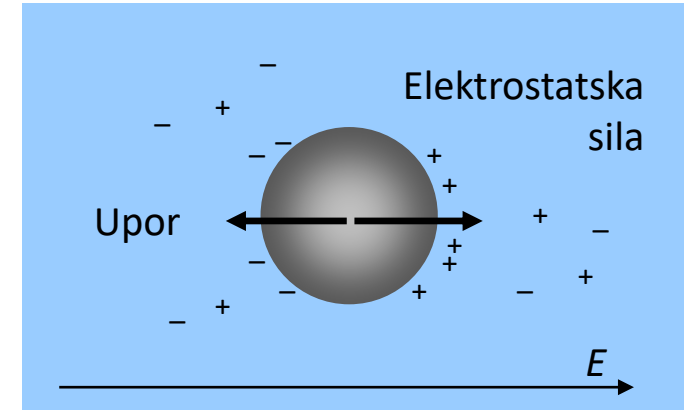
- Ločevanje delcev po gostoti in velikosti:
 - Diferencialno (zaporedno pri različnih hitrostih)
 - Centrifugiranje v mediju z gradientom gostote
- Natančno določanje hitrosti posedanja
 - Analitsko centrifugiranje
- V: Pretvarjanje enot vrtenja: $rpm \Leftrightarrow g$.



Elektroforeza

- Nabite delce lahko ločujemo tudi z električnim poljem (E), ki deluje na delce s silo:

$$F_E = Ze_0 E \quad Ze_0 \dots \text{naboj delcev}$$

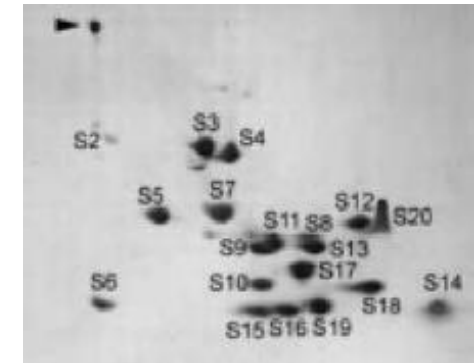
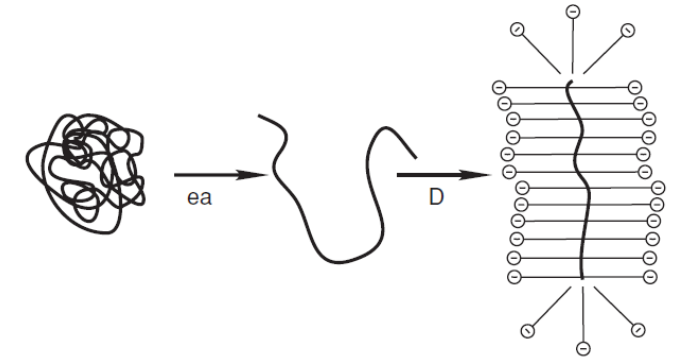
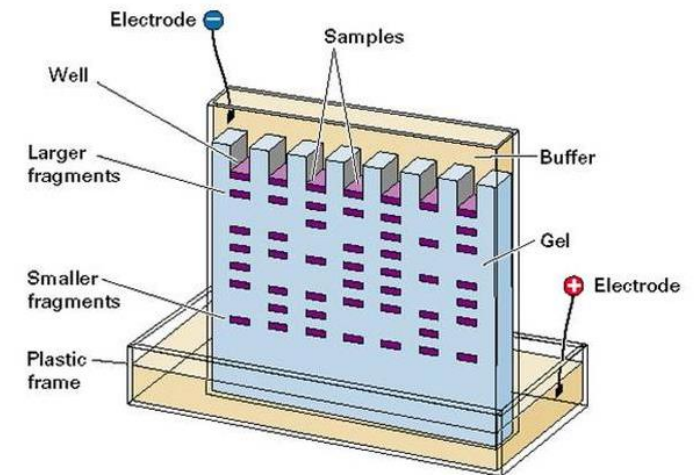


- Ko vlek električnega polja uravnovesi upor, je hitrost potovanja delcev odvisna od razmerja med nabojem in uporom (t.i. električno gibljivost delcev, μ_e):

$$v = \frac{Ze_0}{f} E = \mu_e E$$

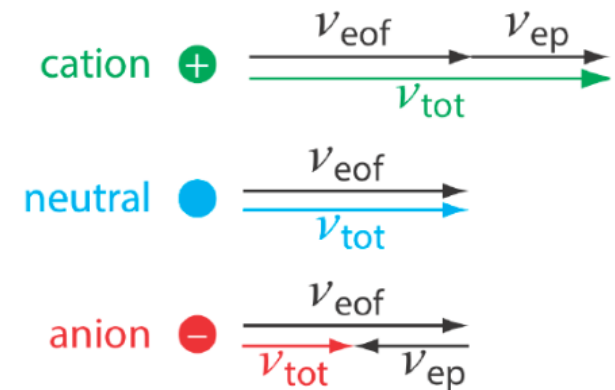
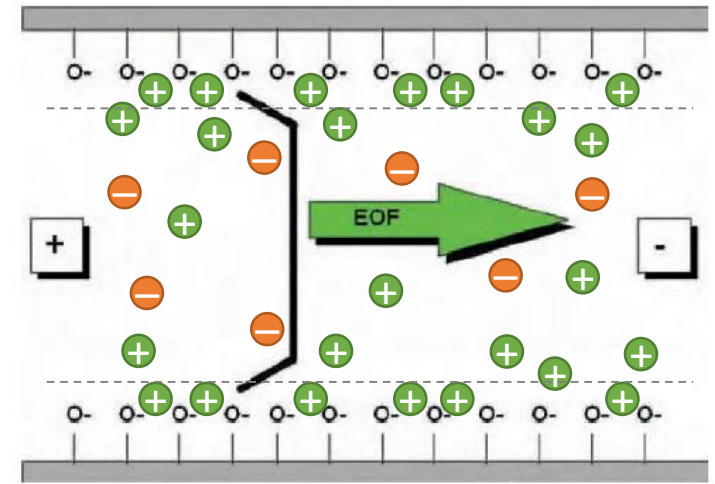
Elektroforeza

- Različne izvedbe:
 - gelska: zaradi premreženosti prostora še močnejša odvisnost hitrosti potovanja od velikosti delcev
 - SDS-PAGE: detergent pretvori dolžino proteinov v naboj
 - izoelektrično fokusiranje (2D: odvisnost naboja od pH)
 - kapilarna (hitra, natančna)



Elektroforeza

- Električno polje lahko deluje tudi na mobilno fazo, zaradi česar se pri kapilarni elektroforezi pojavi t.i. *elektroosmozni tok* (EOF).
- Ob negativnem naboju na steni steklene kapilare se nabere pozitiven naboj iz raztopine; difuzni del el. dvojne plasti je mobilni in drsi proti katodi (–)
- Hitrost toka se prišteje hitrosti potovanja ionov; tudi negativni ioni potujejo proti katodi (detektorju)

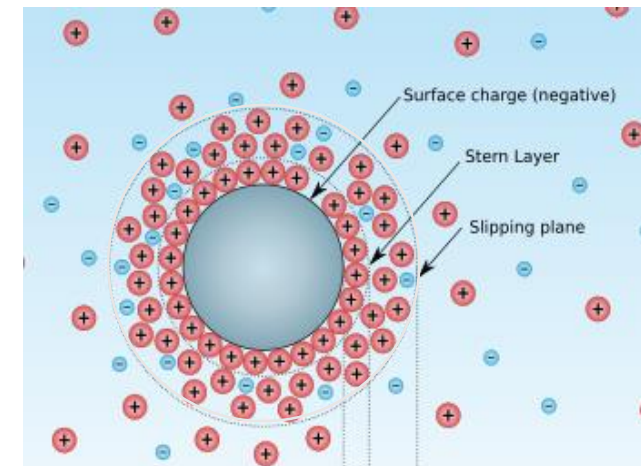


Meritev naboja: ζ -potencial

- ζ -potencial \propto efektivni naboj delca
- izmerimo električno mobilnost μ_e ,
tj. hitrost (v) v danem električnem polju (E),
iz nje nato izračunamo ζ

$$\mu_e = \frac{v}{E} \rightarrow \zeta \propto \mu$$

- merjenje hitrosti z „laserkim radarjem“
(Dopplerjev pojav)



https://en.wikipedia.org/wiki/Zeta_potential

