

Sedimentazione e centrifugazione

Molti processi di analisi sfruttano il principio della sedimentazione di particelle solide in un liquido:

es: VES (velocità di eritrosedimentazione dei globuli rossi nel plasma sanguigno).

Spinta di Archimede:

$$F_A = \rho_1 V g$$

Dove ρ_1 è la densità del fluido

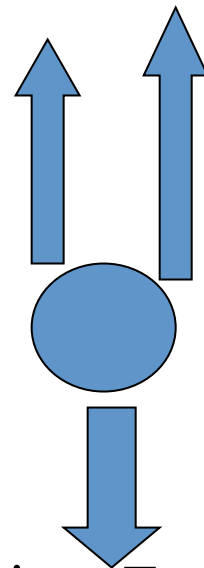
Forza di attrito (Legge di Stokes):

$$A = 6\pi\eta r v$$

Forza peso:

$$P = \rho V g$$

All' equilibrio: $F_A + A = P$



Appendice

$$ma = m \frac{dv}{dt} = mg - \rho_f Vg - 6\pi\eta r v$$

$$\rho V \frac{dv}{dt} = \rho Vg - \rho_f Vg - 6\pi\eta r v$$

risolviamo l'equazione differenziale della velocità

$$\frac{dv}{dt} = g \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho} \right) - \frac{6\pi\eta r}{\rho V} v \quad \alpha = g \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho} \right) ; \quad \beta = \frac{6\pi\eta r}{\rho V}$$

$$v = \frac{\alpha}{\beta} (1 - e^{-\beta t})$$

e per $t \rightarrow \infty$

$$v_{\text{limite}} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{g \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho} \right)}{\frac{6\pi\eta r}{\rho V}} = \frac{Vg}{6\pi\eta r} (\rho - \rho_f); \text{ per una particella sferica } V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$v_{\text{limite}} = \frac{2}{9} \frac{r^2 g}{\eta} (\rho - \rho_f)$$

$$v = \frac{2(\rho - \rho_l)g r^2}{9\eta}$$

dove

r è il raggio della particella (globulo rosso) considerata sferica,

η il coefficiente di viscosità del fluido ,

v la velocità della particella rispetto al fluido.

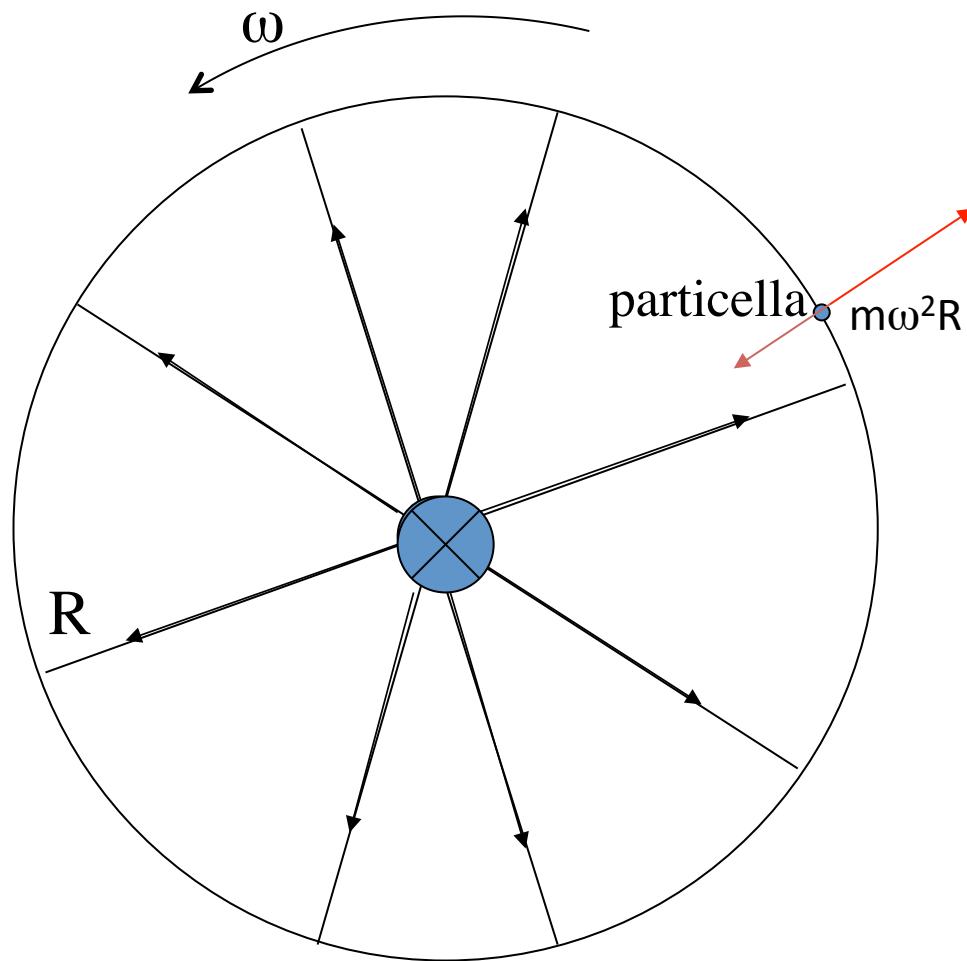
nel caso della VES, sostituendo i valori ‘normali’, si trova una velocità di sedimentazione pari a $v = 7 \text{ mm/h}$!

Nel corso di processi infettivi la variazione di dimensione dei globuli comporta un aumento di v.

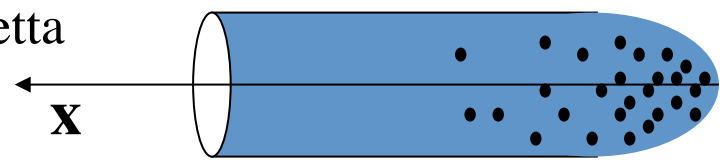
Si tratta di un esame ‘lungo’: si potrebbe accorciare aumentando g. Questo è possibile usando una ...

.....centrifuga!





provetta



In questo caso alla forza peso ($P=mg$) si sostituisce la forza centrifuga ($C=mg_{\text{eff}}$, dove $g_{\text{eff}}=R\omega^2$ con R raggio della centrifuga). Poiché la velocità di rotazione ω dipende dalla frequenza della centrifuga, che può raggiungere valori molto elevati, è possibile realizzare una accelerazione g_{eff} pari a $10^4 g$ ($10^6 g$ nelle ultracentrifughe!)

$$v_{\text{limite}} \approx \frac{2}{9} \frac{r^2 \omega^2 R}{\eta} (\rho - \rho_f)$$

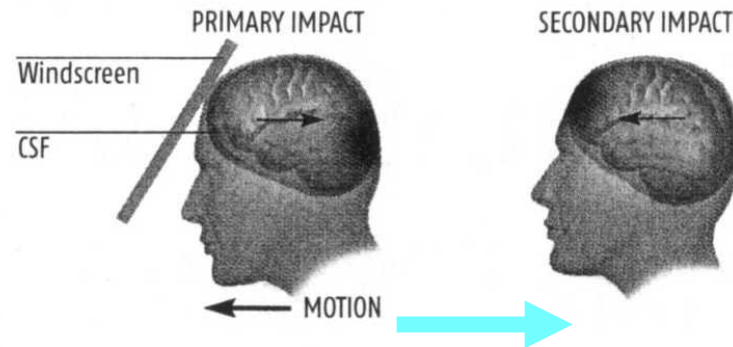
New Scientist, 5 Aprile 2003. Vol. 178

INJURY PUZZLE SOLVED

EXPLAINING BRAIN INJURIES

What happens when a fast-moving head hits a hard surface ● Contrecoup ● Coup

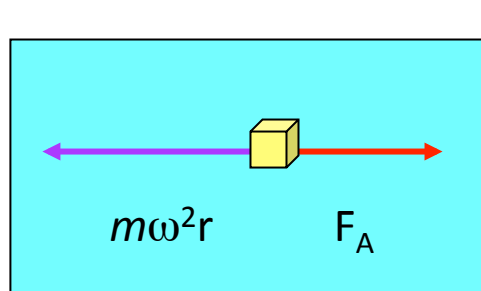
Cerebrospinal fluid (CSF) is denser than the brain, so when the head hits the windscreen in a car crash, for example, the CSF keeps moving forwards, forcing the brain backwards



“Il cervello è un palloncino ripieno di una soluzione salina meno densa del 4% del fluido cerebrospinale, legato alla base ...”

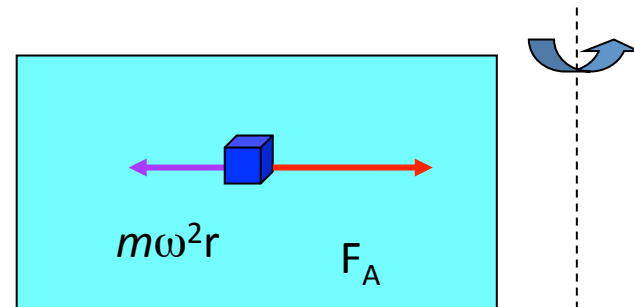
accelerazione e verso di moto del cervello rispetto alla scatola cranica

Liquido in un centrifuga. Caso limite in cui $\omega^2 r \gg g$



$\rho > \rho_F$: risultante verso l'esterno

asse di rotazione



$\rho < \rho_F$: risultante verso l'asse di rotazione

asse di rotazione