

Fuerza de arrastre



Peso

Al alcanzar la velocidad límite, el cuerpo cae a velocidad constante, entonces:

$$\Sigma F = ma$$

$$v = \text{constante}$$

$$a=0$$

$$\Sigma F = 0$$

$$|\mathbf{Peso}| = |\mathbf{Fuerza de arrastre}|$$

Fuerza de arrastre

$$F = \frac{1}{2} \rho C A v^2$$

ρ = densidad del fluido

v = velocidad del fluido relativa al objeto

C = *Coeficiente de arrastre*

(depende de la viscosidad)

A = *Area efectiva*

(ambos dependen de la geometría)

Fuerza de arrastre



El paracaidas
aumenta el
coeficiente de
arrastre

Peso

en ambos casos
despreciamos el empuje

para objetos que se mueven a bajas velocidades ...

$$\mathbf{F}_a = -\gamma \mathbf{v}$$

el coeficiente γ depende del tamaño y la forma del objeto y la viscosidad del medio.

Ley de Stokes:

Para objetos esféricos

$$\gamma = 6 \pi \eta r$$

donde η es la viscosidad y r el radio del objeto.

Dinámica viscosa a escala celular y molecular



Problema 25

Calcule la fuerza que deben hacer los motores moleculares que mueven los flagelos de una bacteria *Escherichia Coli* para que esta se mueva en un medio acuoso ($\eta = 10^{-2} \text{ gr cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$) a una velocidad constante de $25 \text{ } \mu\text{m/s}$. Aproxime la bacteria por una esfera de $2 \text{ } \mu\text{m}$ de radio.



$$\gamma = 6 \pi \eta r$$

$$\gamma = 6 \pi (10^{-2} \text{ g cm}^{-1} \text{ s}^{-1}) 2 \mu\text{m}$$

$$10^{-2} \text{ g} \rightarrow 10^{-5} \text{ kg}$$

$$\text{cm}^{-1} \rightarrow (10^4 \mu\text{m})^{-1}$$

$$\gamma = 37.7 \times 10^{-9} \text{ kg/s}$$



$$F_a = \gamma \cdot v$$

$$F_a = (37.7 \times 10^{-9} \text{ kg/s}) \times (25 \times 10^{-6} \text{ m/s})$$

$$F_a = 942 \times 10^{-15} \text{ N} \rightarrow F_a = 0.942 \times 10^{-12} \text{ N}$$

$$F_a = 0.942 \text{ pN}$$



Prefijos del SI

| Múltiplos | | | Submúltiplos | | |
|-----------|-----------|---------|--------------|------------|---------|
| Prefijo | Factor | Símbolo | Prefijo | Factor | Símbolo |
| yotta | 10^{24} | Y | deci | 10^{-1} | d |
| zetta | 10^{21} | Z | centi | 10^{-2} | c |
| exa | 10^{18} | E | mili | 10^{-3} | m |
| peta | 10^{15} | P | micro | 10^{-6} | μ |
| tera | 10^{12} | T | nano | 10^{-9} | n |
| giga | 10^9 | G | pico | 10^{-12} | p |
| mega | 10^6 | M | femto | 10^{-15} | f |
| kilo | 10^3 | k | atto | 10^{-18} | a |
| hecto | 10^2 | h | zepto | 10^{-21} | z |
| deca | 10 | da | yocto | 10^{-24} | y |

Problema 26

En mitosis, las moléculas de kinesina trasladan los cromosomas por una distancia de unos 5 micrones durante unos 30 minutos. Calcule su velocidad media.

$$v = \frac{5 \times 10^{-6} \text{ m}}{30 \times 60 \text{ s}} \rightarrow v = 2,78 \times 10^{-9} \text{ m/s} \rightarrow v = 2,78 \text{ nm/s}$$

¿Qué fuerza se requiere? Asuma que el cromosoma tiene el mismo coeficiente de arrastre que la bacteria *Escherichia Coli* del problema 25.

$$\gamma = 37.7 \times 10^{-9} \text{ kg/s} \rightarrow F_a = 105 \times 10^{-18} \text{ N} \rightarrow F_a = 0.1 \text{ fN}$$