

Tema 1

Introducción

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

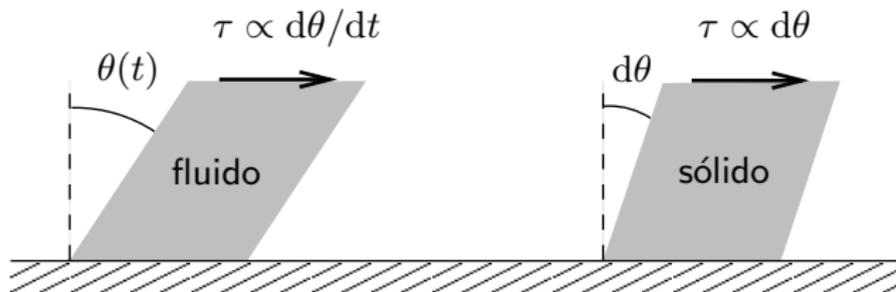
Sólidos, líquidos y gases

Sólidos:

- se deforman poco bajo la acción de una fuerza pequeña
- presentan resistencia proporcional a la deformación
- tienen forma fija

Fluidos:

- se deforman con facilidad bajo la acción de una fuerza adecuada
- presentan resistencia proporcional a la velocidad a la que se produce la deformación
- adoptan la forma del recipiente que los contiene



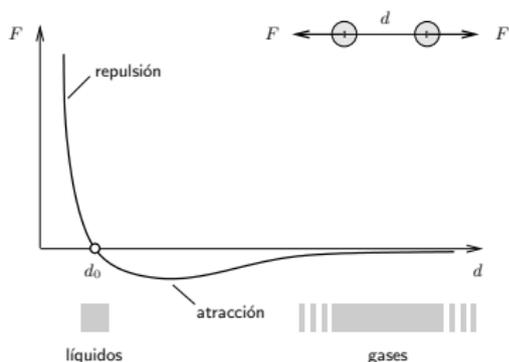
Compresibilidad:

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Sólidos, líquidos y gases

La distinta compresibilidad entre líquidos y gases es resultado de la distinta estructura microscópica.



F fuerza intermolecular

d distancia intermolecular

d_0 distancia crítica $\sim 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

ρ densidad

N_A número de Avogadro, $6,023 \cdot 10^{23}$ moléculas/mol

W masa molar

La distancia intermolecular d puede estimarse como

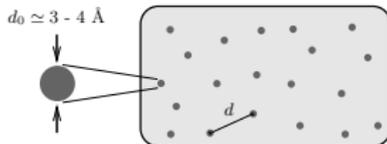
$$\rho = \frac{W/N_A}{d^3} \equiv \frac{\text{masa de 1 molécula}}{\text{volumen ocupado por 1 molécula}} \rightarrow d = \left(\frac{W}{\rho N_A} \right)^{1/3}$$

Gases ($d \approx 10 d_0$)

Baja densidad

Alta compresibilidad

Ocupan todo el espacio disponible



Aire:

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3 \quad W = 28,96 \text{ g/mol}$$

$$\rightsquigarrow d \approx 3,4 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

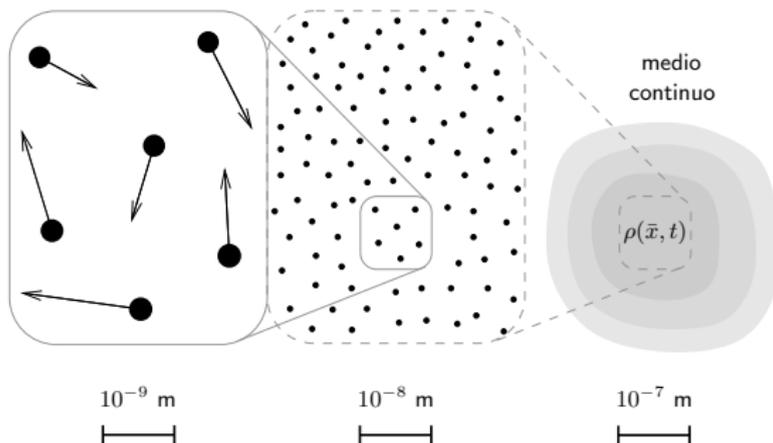
$$\rightsquigarrow 10^{16} \text{ moléculas en } 1 \text{ mm}^3$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
 CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Hipótesis de medio continuo: partícula fluida

La **hipótesis de medio continuo** permite definir un rango de escalas donde las propiedades del fluido se pueden describir como funciones continuas de la posición y del tiempo.



Partícula fluida: pequeño volumen de fluido δV con respecto al cual definimos los conceptos de velocidad, densidad, etc. Cada partícula está centrada en una posición \bar{x} y su tamaño ha de ser:

— suficientemente grande para...

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70**

Cartagena99

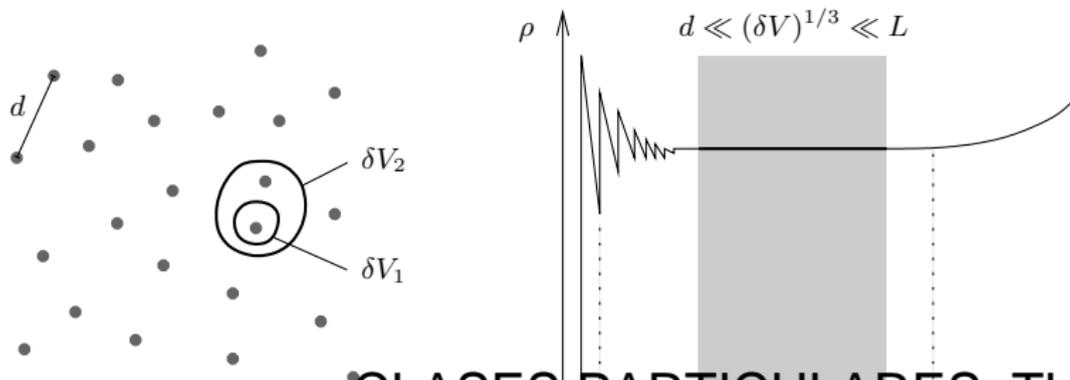
Partícula fluida

- d distancia intermolecular, $d \simeq 3,4 \cdot 10^{-9}$ m para el aire en cn y $d \simeq 3,1 \cdot 10^{-10}$ m para el agua
- L longitud macroscópica característica

Calculemos la densidad de una partícula fluida de volumen δV de acuerdo a

$$\rho = \frac{\Sigma m_i}{\delta V},$$

donde Σm_i es la masa de todas las moléculas situadas en el interior de la partícula fluida considerada:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Densidad, velocidad y energía interna

d distancia intermolecular, $d \simeq 3,4 \cdot 10^{-9}$ m para el aire en cn y
 $d \simeq 3,1 \cdot 10^{-10}$ m para el agua

L longitud macroscópica característica

m_i masa de la molécula i

\bar{v}_i velocidad de la molécula i

E_i energía total de la molécula i

Partícula fluida: volumen de fluido δV centrado en \bar{x} en el instante t , $d \ll (\delta V)^{1/3} \ll L$

Densidad:
$$\rho(\bar{x}, t) = \lim_{\delta V \rightarrow 0} \frac{\Sigma m_i}{\delta V}$$

Velocidad:
$$\bar{v}(\bar{x}, t) = \lim_{\delta V \rightarrow 0} \frac{\Sigma m_i \bar{v}_i}{\Sigma m_i}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Equilibrio termodinámico local

Termodinámica Clásica

Sistema homogéneo en equilibrio térmico y mecánico, con propiedades uniformes en \bar{x} y t : con dos variables de estado se caracteriza el sistema, cualquier otra variable es función de estas dos a través de las ecuaciones de estado.

Estrictamente, los resultados de la Termodinámica no son aplicables en Mecánica de fluidos, pero en la práctica (afortunadamente) sí.

Por la **hipótesis de equilibrio termodinámico local**, un observador moviéndose con la velocidad del fluido puede definir su estado mediante las ecuaciones de estado que se aplican a estados de equilibrio termodinámico. En todo momento es como si el fluido se encontrara en cada punto muy cerca del equilibrio termodinámico correspondiente a los valores locales de densidad y energía interna.

- Justificación teórica rigurosa para gases
- Amplia evidencia experimental

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

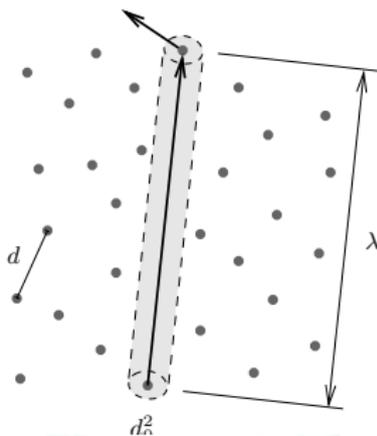
Equilibrio termodinámico local

El mecanismo que garantiza el ETL en los gases radica en las colisiones intermoleculares, en las que se produce intercambio de cm y energía. Siempre y cuando la distancia media entre choques λ , también llamada *recorrido libre medio*, sea mucho más pequeña que la longitud característica macroscópica L , cada molécula sufrirá un número muy elevado de choques antes de alcanzar regiones donde las propiedades macroscópicas cambian apreciablemente.

Igualando el volumen que le corresponde a cada molécula, d^3 , con el volumen barrido por la molécula en su movimiento entre colisiones, $d_0^2 \lambda$, se puede estimar el camino libre medio entre colisiones,

$$\lambda/d = (d/d_0)^2.$$

Para el aire en cn, $\lambda \sim 4 \cdot 10^{-7} \text{ m} \sim 128d$.



Equilibrio termodinámico local

$$\frac{\lambda}{L} \ll 1$$

Medio continuo

$$\frac{d}{L} \ll 1$$

El criterio más restrictivo es el correspondiente al equilibrio termodinámico local, por tanto definimos la **partícula fluida** con la condición

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Cartagena99

Variables y relaciones termodinámicas de interés

Con $\bar{v}(\bar{x}, t)$ y dos variables termodinámicas, pej. $\rho(\bar{x}, t)$ y $e(\bar{x}, t)$ (ya definidas), podemos definir el estado local del fluido. Las demás variables termodinámicas quedan automáticamente definidas a través de las ecuaciones de estado correspondientes.

Entropía

$$s = s(e, \rho) \quad \text{o} \quad e = e(s, \rho)$$
$$de = Tds - pd(1/\rho)$$

Entalpía

$$h = e + \frac{p}{\rho}$$

Temperatura

$$T = \left(\frac{\partial e}{\partial s} \right)_{\rho}$$

Presión

$$p = - \left(\frac{\partial e}{\partial \rho^{-1}} \right)_s$$

c calor específico de un líquido

$R_g = R^{\circ}/W$ constante del gas

$R^{\circ} = 8,314 \text{ J/(mol K)}$ constante universal de los gases

Líquido caloríficamente perfecto (ρ, c constantes)

$$\rho = \rho_0$$

$$e = cT + e_0$$

$$h = cT + e_0 + \frac{p}{\rho_0}$$

$$s = c \ln(T) + s_0$$

Gas caloríficamente perfecto (c_v, c_p constantes)

$$p = \rho R_g T$$

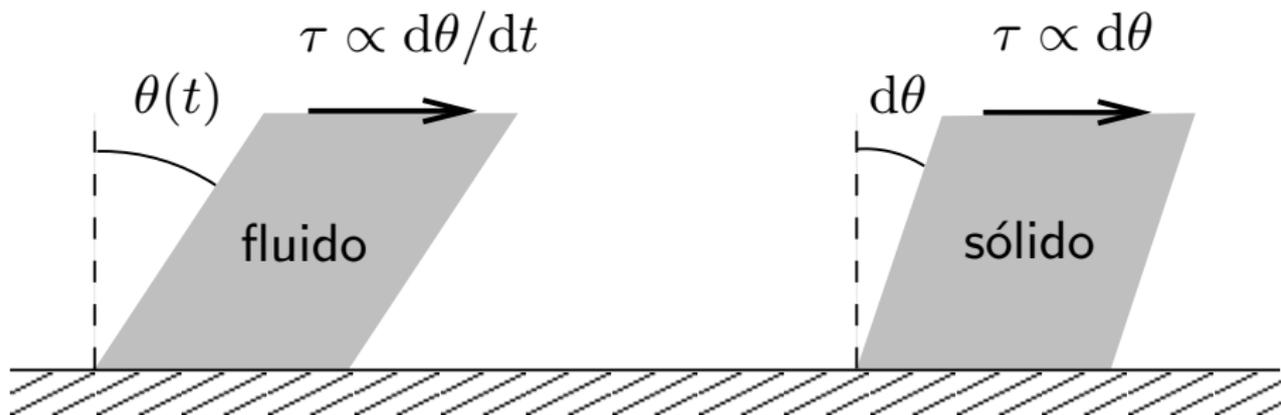
$$e = c_v T + e_0$$

$$h = c_p T + e_0$$

$$s = c_v \ln \left(\frac{p}{\rho \gamma} \right) + s_0$$

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Cartagena99

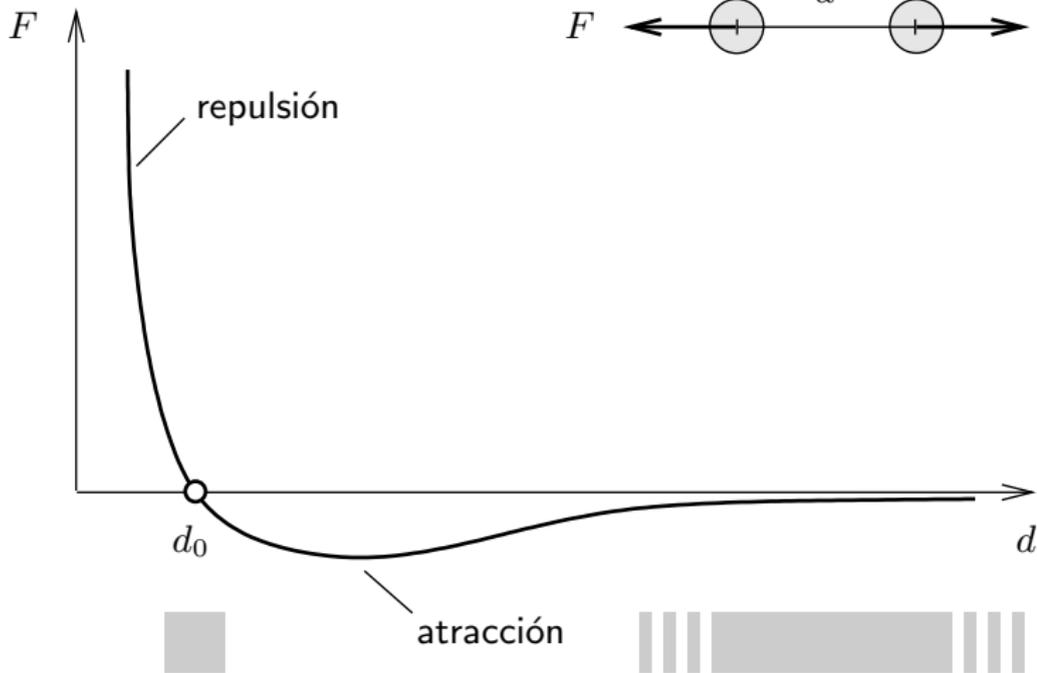


Ante la aplicación de una fuerza exterior, los sólidos responden con una deformación estática proporcional a la fuerza aplicada, mientras que los fluidos se deforman de forma indefinida, con una fuerza de resistencia proporcional a la velocidad a la que se produce la deformación.

El fluido se deforma continuamente bajo la acción de una fuerza exterior tangencial:

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
 CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

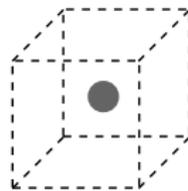
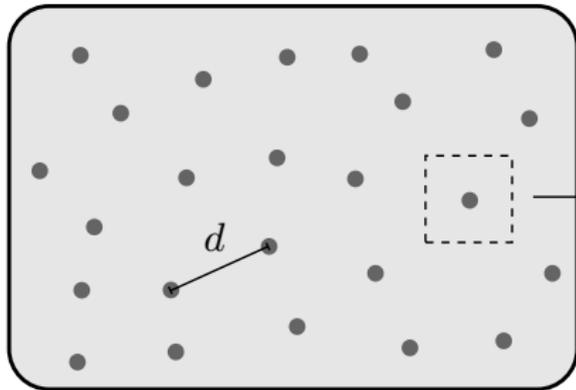


líquidos

gases

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
 CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70



$$d = \left(\frac{W}{\rho N_A} \right)^{1/3}$$

En promedio, el volumen ocupado por una molécula es un cubo de lado d , donde d representa la distancia intermolecular media. Conocida la densidad del fluido, ρ , y su masa molecular, W , es fácil estimar el valor de d .

La distancia intermolecular d puede estimarse como

$$\rho = \frac{W/N_A}{d^3} \equiv \frac{\text{masa de 1 molécula}}{\text{volumen ocupado por 1 molécula}} \rightarrow d = \left(\frac{W}{\rho N_A} \right)^{1/3}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
 CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

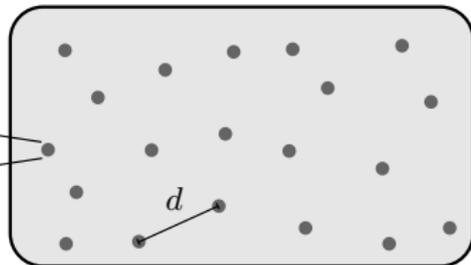
Gases ($d \simeq 10 d_0$)

Baja densidad

Alta compresibilidad

Ocupan todo el espacio disponible

$$d_0 \simeq 3 - 4 \text{ \AA}$$

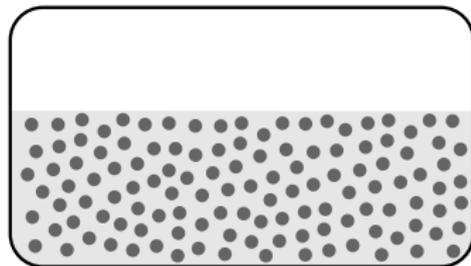


Líquidos ($d \simeq d_0$)

Alta densidad

Baja compresibilidad

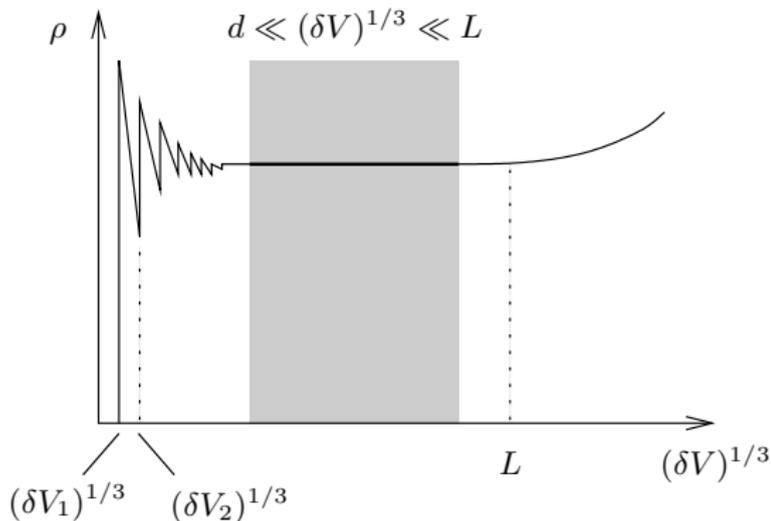
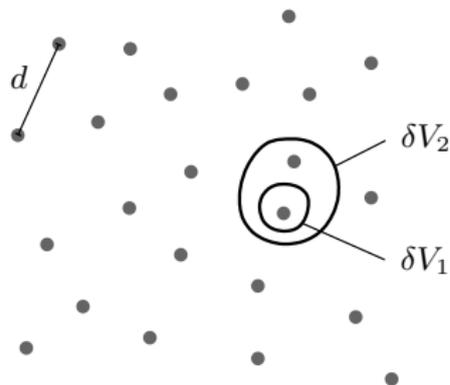
Forman superficies libres



Las diferencias en las propiedades macroscópicas de líquidos y gases son resultado de la

CLASES PLATIFICADAS PARA SUPERVISORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

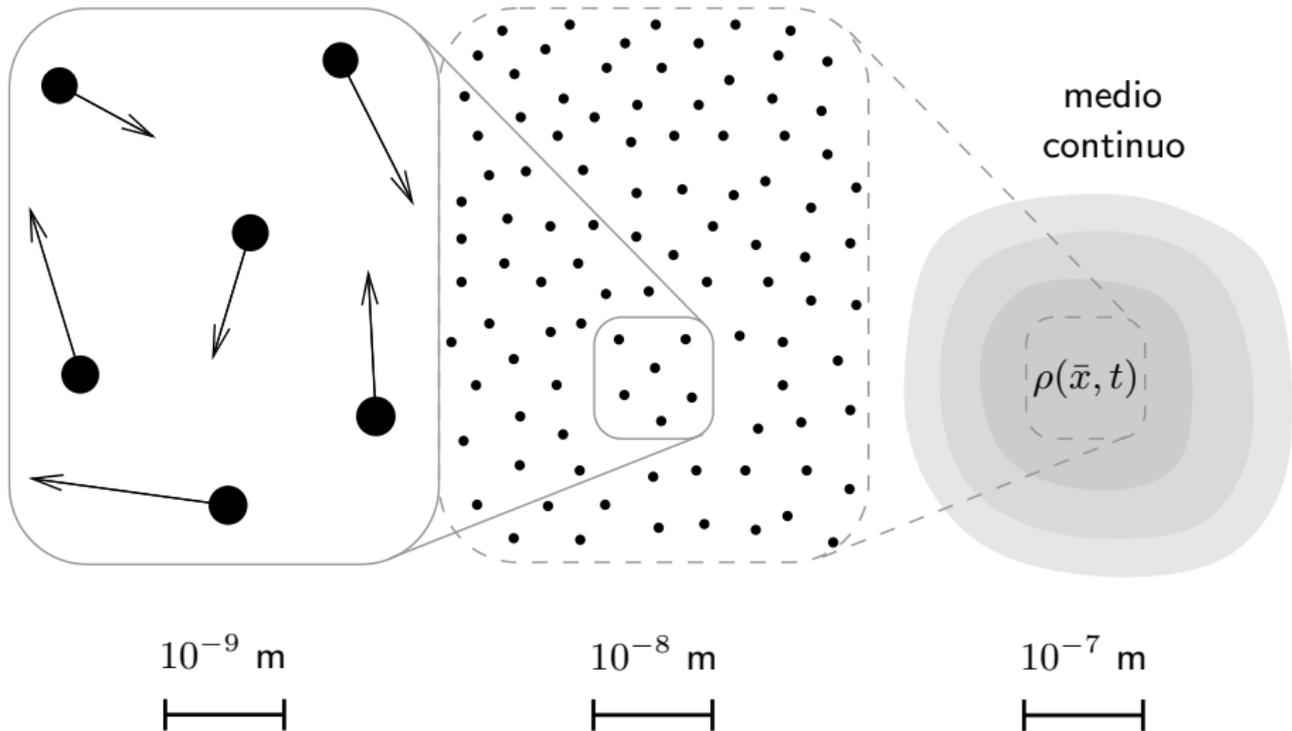
Cartagena99



Concepto de partícula fluida.

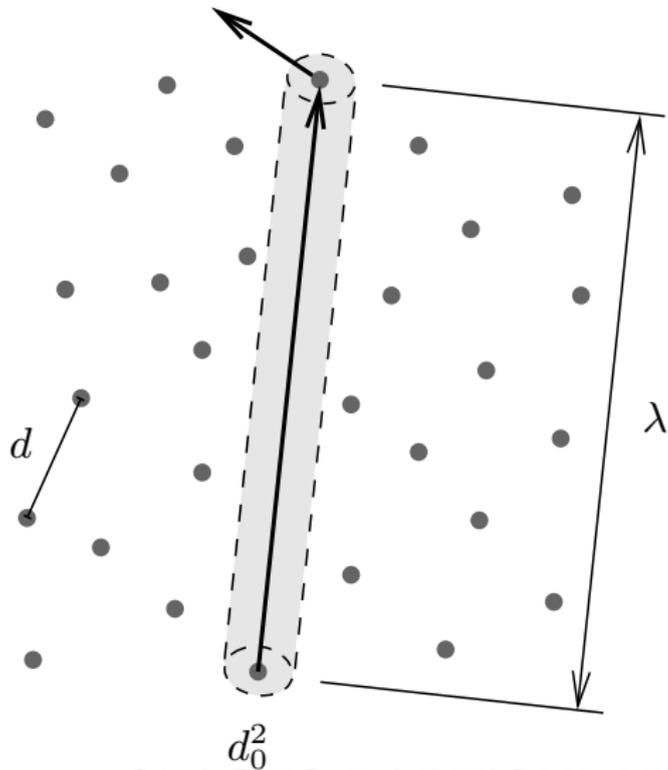
Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
 CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE
 CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70