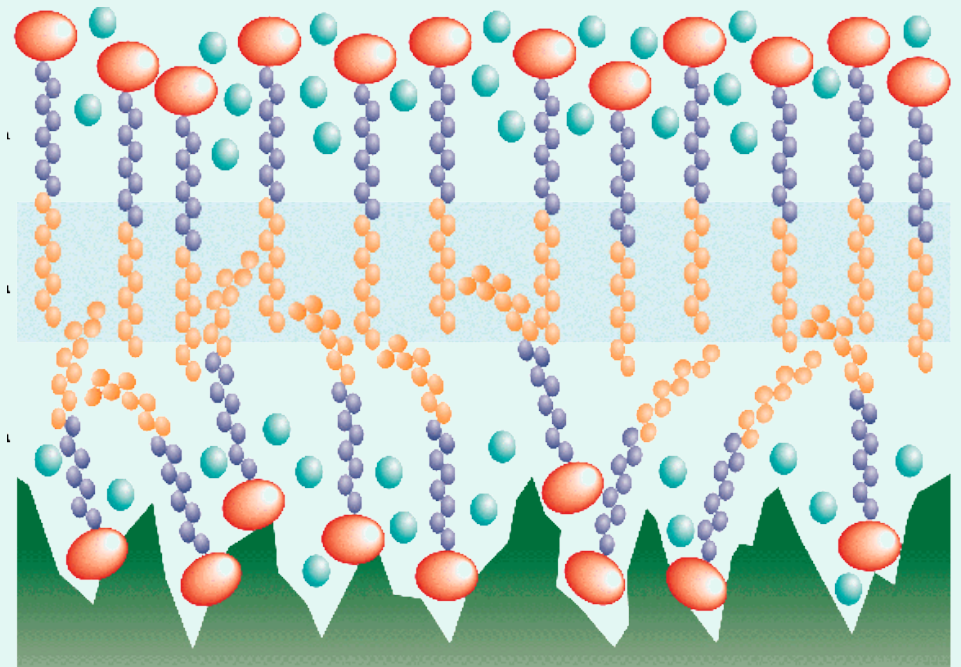


Interacciones a nivel de la interfase y otros fenómenos interfaciales

Capítulo 3: *Propiedades físicoquímicas de sistemas dispersos*



Lunes, 7 de septiembre de 2009

Las fuerzas de interacción entre interfases (que conducen a interacciones entre partículas, entre partículas y otras moléculas, surfactantes, polímeros, iones) son las principales responsables detrás de varios de los fenómenos que caracterizan a los sistemas dispersos:

- Floculación y agregación
- Comportamiento reológico no-Newtoniano

Fuerzas de interacción

- Fuerzas de London-van der Waals
- Fuerzas electrostáticas
- Fuerzas estéricas o de volumen
- Puentes de hidrógeno
- Interacciones hidrofóbicas

El balance entre fuerzas de repulsión y atracción determina la estabilidad de una dispersión.

Fuerzas de van der Waals

- En 1873, van der Waals dedujo la existencia de estas fuerzas observando el comportamiento de los gases y su desviación de la ley de gases ideales.

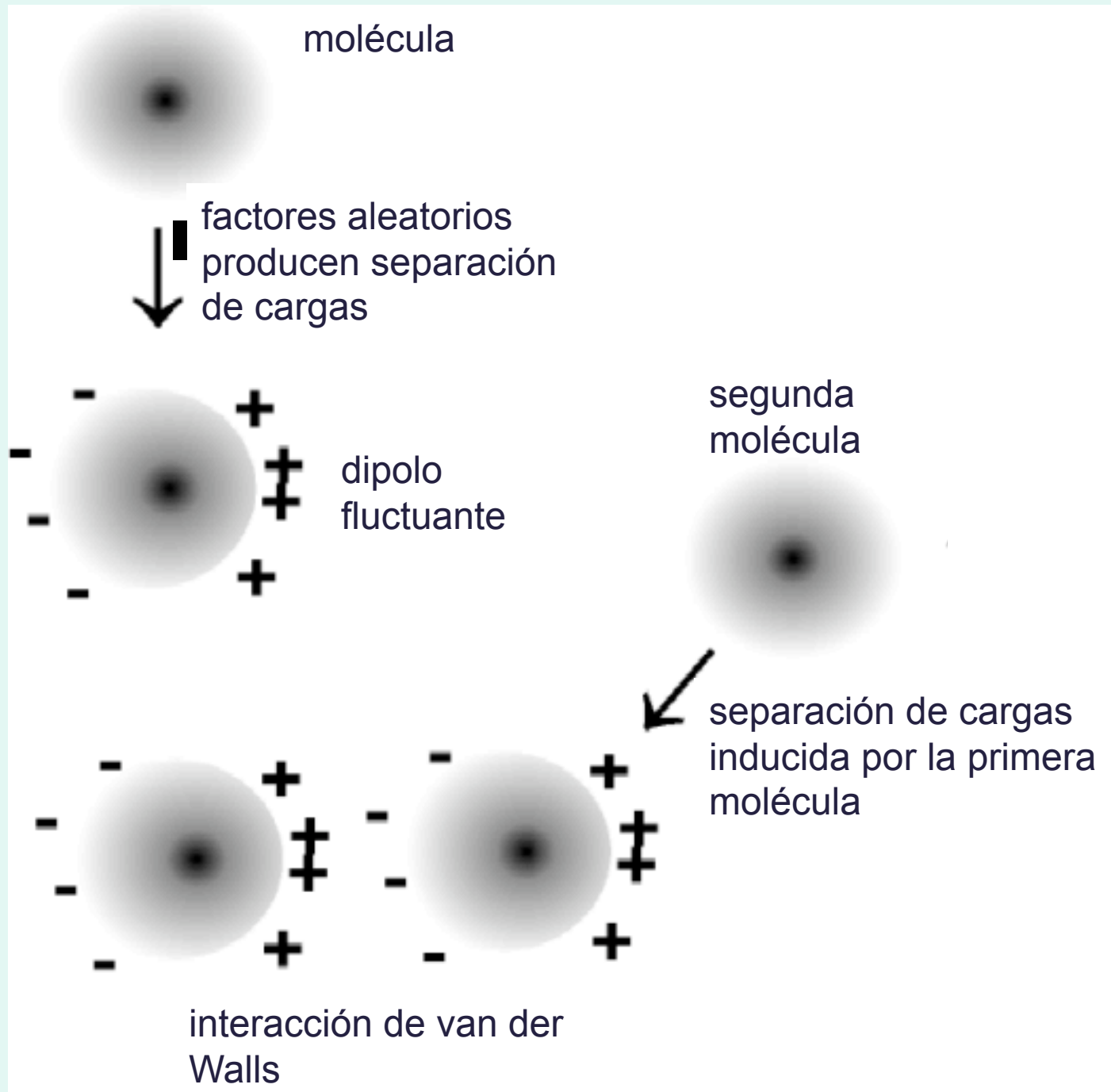
Las fuerzas de van der Waals se presentan también entre partículas, superficies, etc....



Fuerzas de van der Waals

- Más tarde, London descubrió la naturaleza de estas fuerzas:

Los electrones que orbitan alrededor de un átomo, pueden producir rápidos cambios en la polarización del átomo o dipolo. Cuando este dipolo cambia se induce un campo eléctrico que actúa sobre la polarización de un átomo en la vecindad. El dipolo inducido en este último se mueve en fase, resultando en una atracción neta entre los átomos.



Fuerzas de van der Waals

- Para dos esferas de radio R_1 y R_2 :

$$F_{\text{vdW}} = -\frac{AR}{H^2}$$

donde H es la distancia de separación entre las esferas; A es la constante de Hamaker y R es el radio reducido:

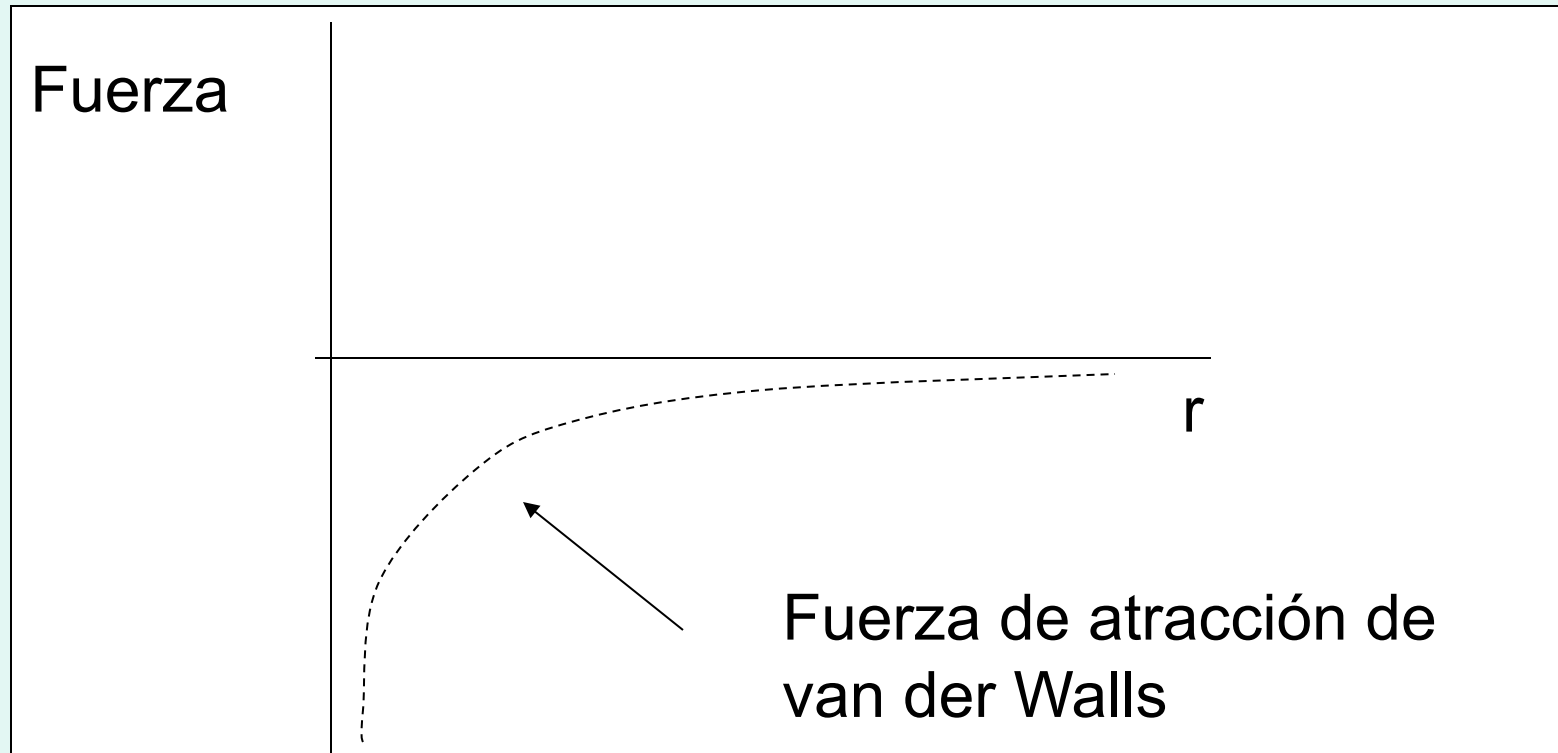
$$R = \frac{2R_1R_2}{R_1 + R_2}$$

La constante de Hamaker depende de las propiedades de los materiales, tal como la densidad y la polarizabilidad.

Fuerzas de van der Waals

- Estas fuerzas son las responsables de los fenómenos de floculación y adhesión entre partículas.
- Su acción es más efectiva cuanto más cercanas estén las gotas y partículas (son fuerzas de corto alcance) pero puede actuar a distancias considerables.

Caso: partículas en la superficie de un líquido



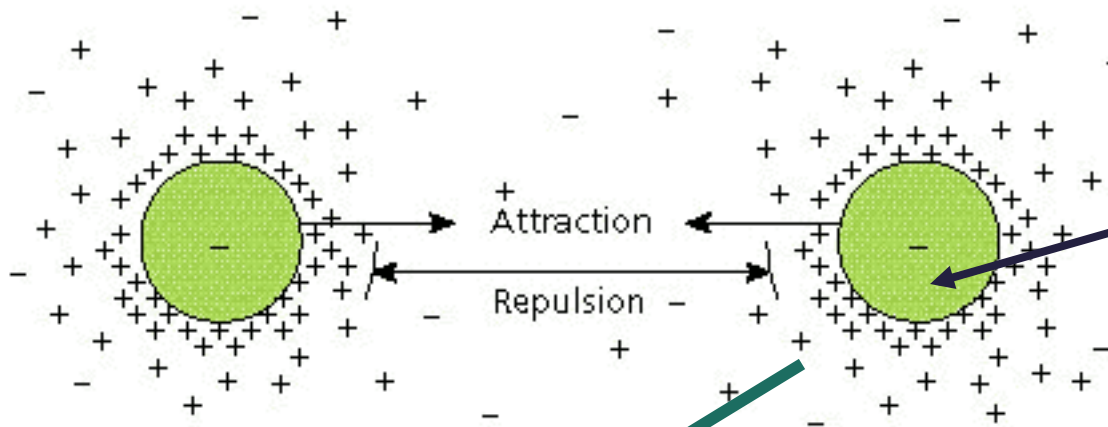
r: distancia entre partículas

+ : fuerza de repulsión

- : fuerza de atracción

Fuerzas de repulsión electrostáticas

- Se producen entre superficies cargadas; son fuerzas de largo alcance



Carga de la superficie de la partícula

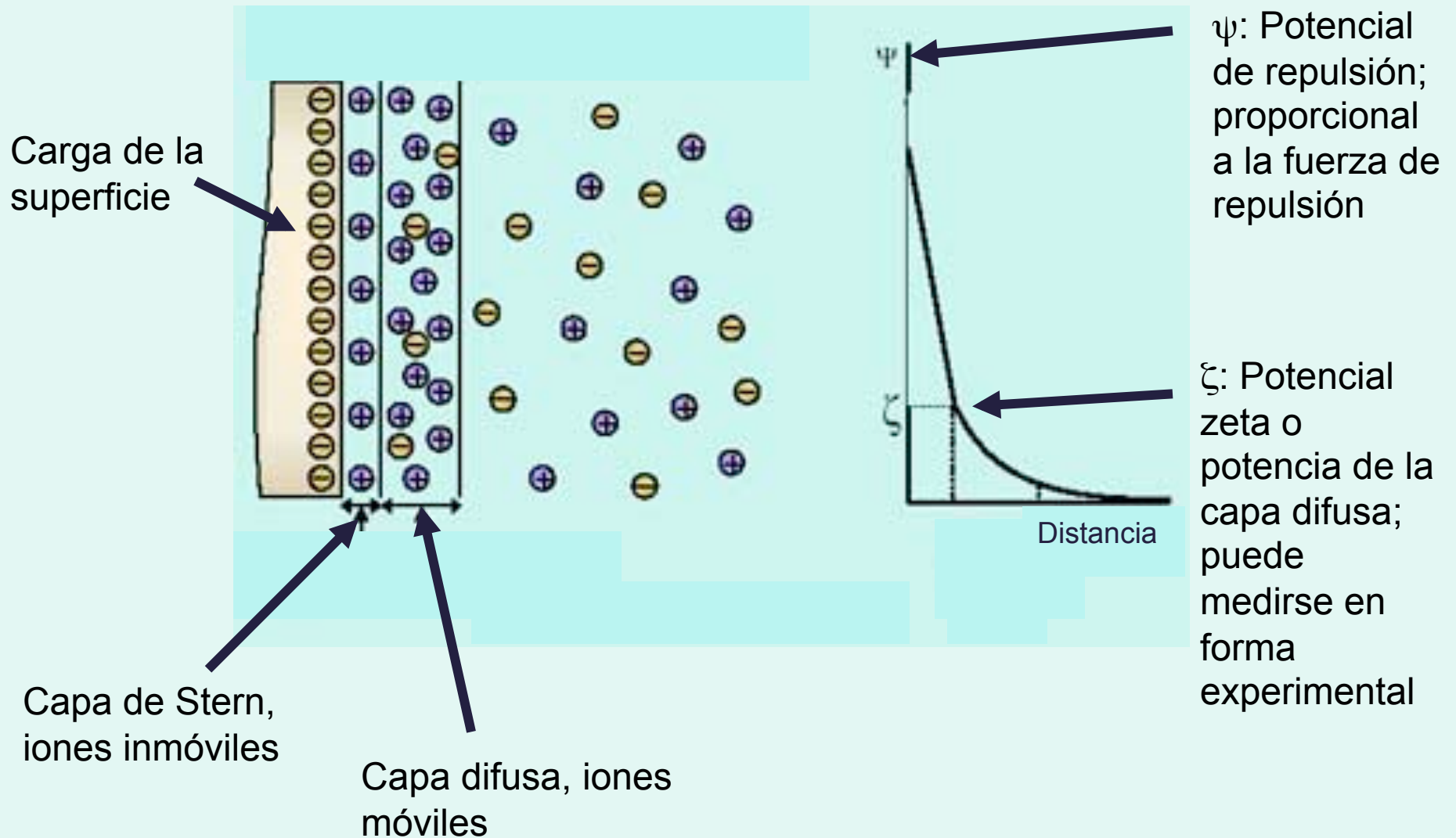
Doble capa eléctrica

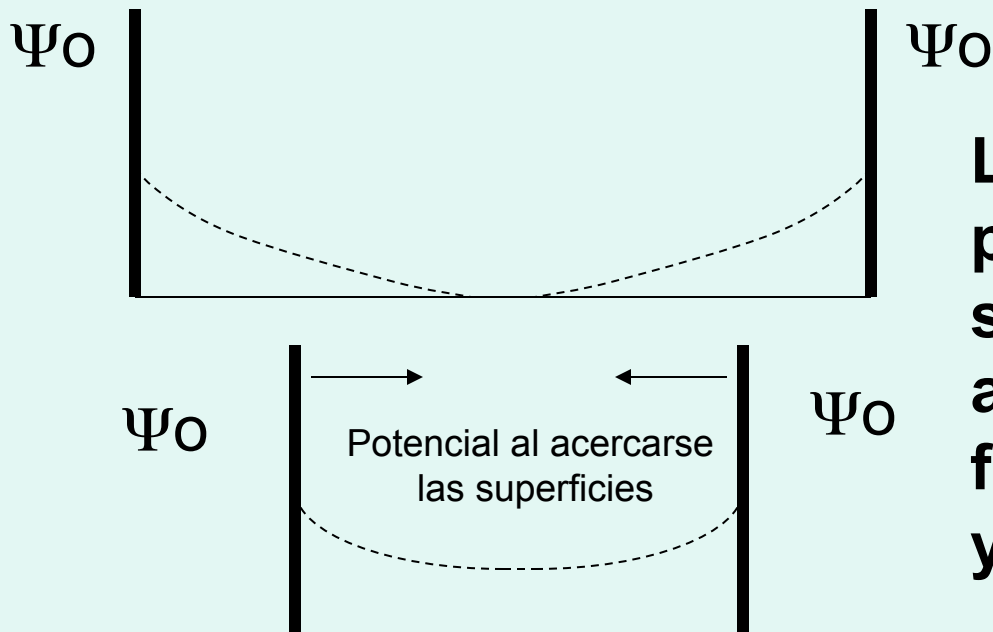
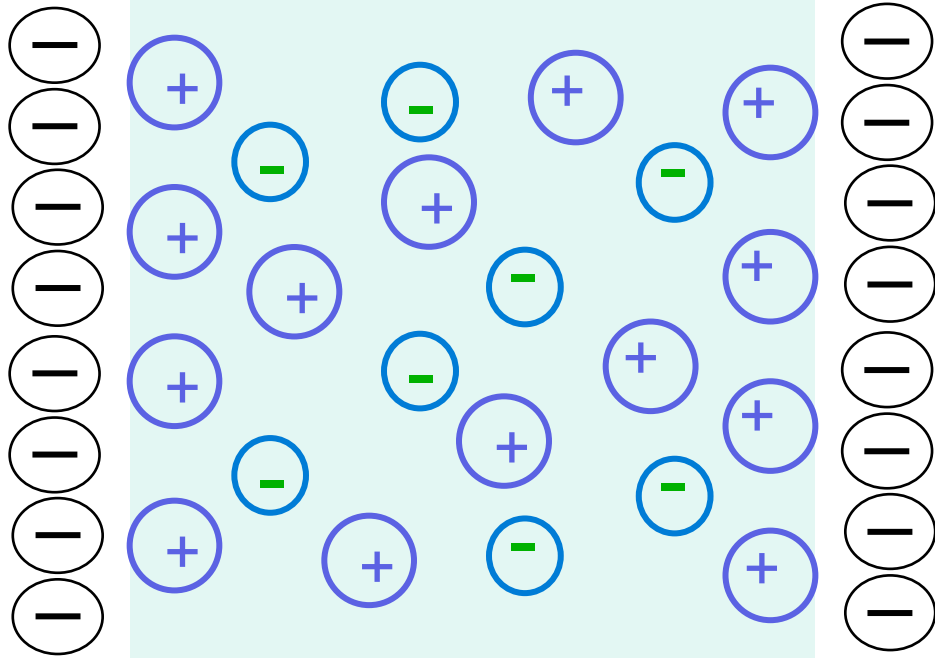
La carga de la partícula se origina por la ionización o disociación de grupos químicos en la superficie o por la adsorción de especies cargadas (por fuerzas de van der Waals, interacciones hidrofóbicas o iónicas) tales como polielectrolitos, proteínas, etc.

Doble capa eléctrica

Cuando se tienen partículas cargadas inmersas en una solución electrolítica, sobre la superficie de las partículas se forma una capa difusa, altamente móvil, de iones y contraiones. Esta capa se resiste a la compresión debido a que los contraiones deben mantener su movilidad.

Doble capa eléctrica y potencial de repulsión





La doble capa eléctrica permite estabilizar los sistemas dispersos al actuar como barrera a la floculación, coalescencia y coagulación.

Fuerzas de repulsión electrostáticas

Fuerza de repulsión en función de la distancia de separación (r) entre superficies cargadas (e) inmersas en una solución de un electrolito de concentración C_∞ :

$$F_{re} \propto e^{-\kappa r}$$

donde κ^{-1} es la longitud de Debye-Huckel:

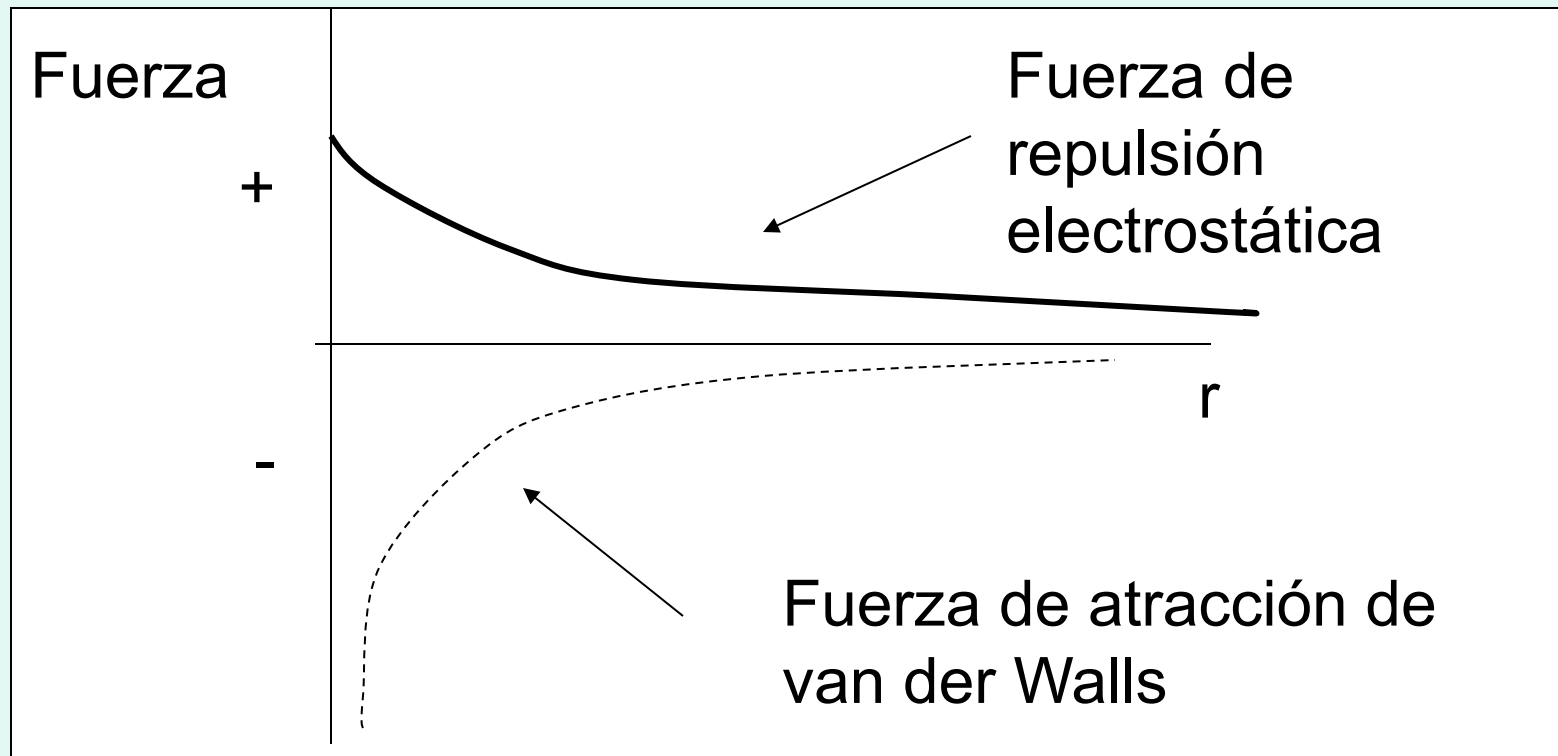
$$\kappa = e Z \sqrt{\frac{C_\infty}{\varepsilon kT}}$$

Z: valencia

ε : permitividad

k: constante de Boltzman

Magnitud de la fuerza de interacción en función de la distancia sobre la superficie de una partícula, r

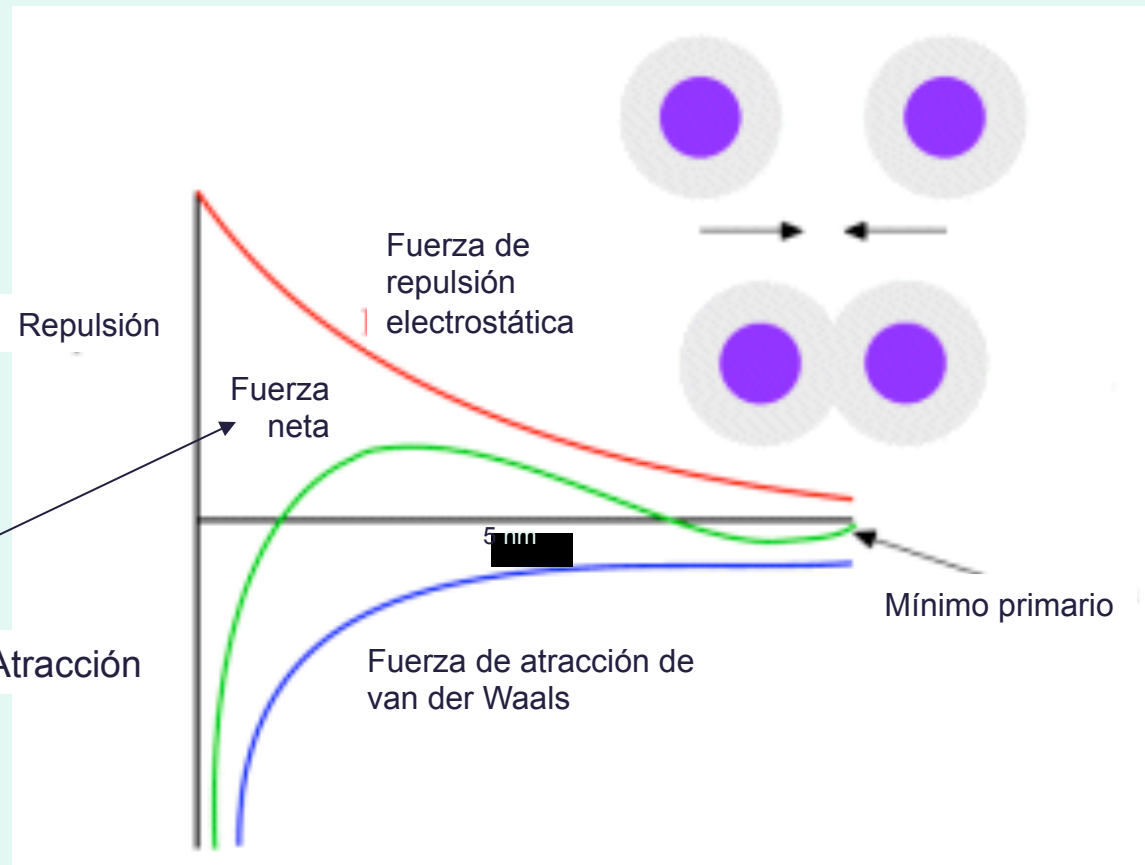


+ : fuerza de repulsión

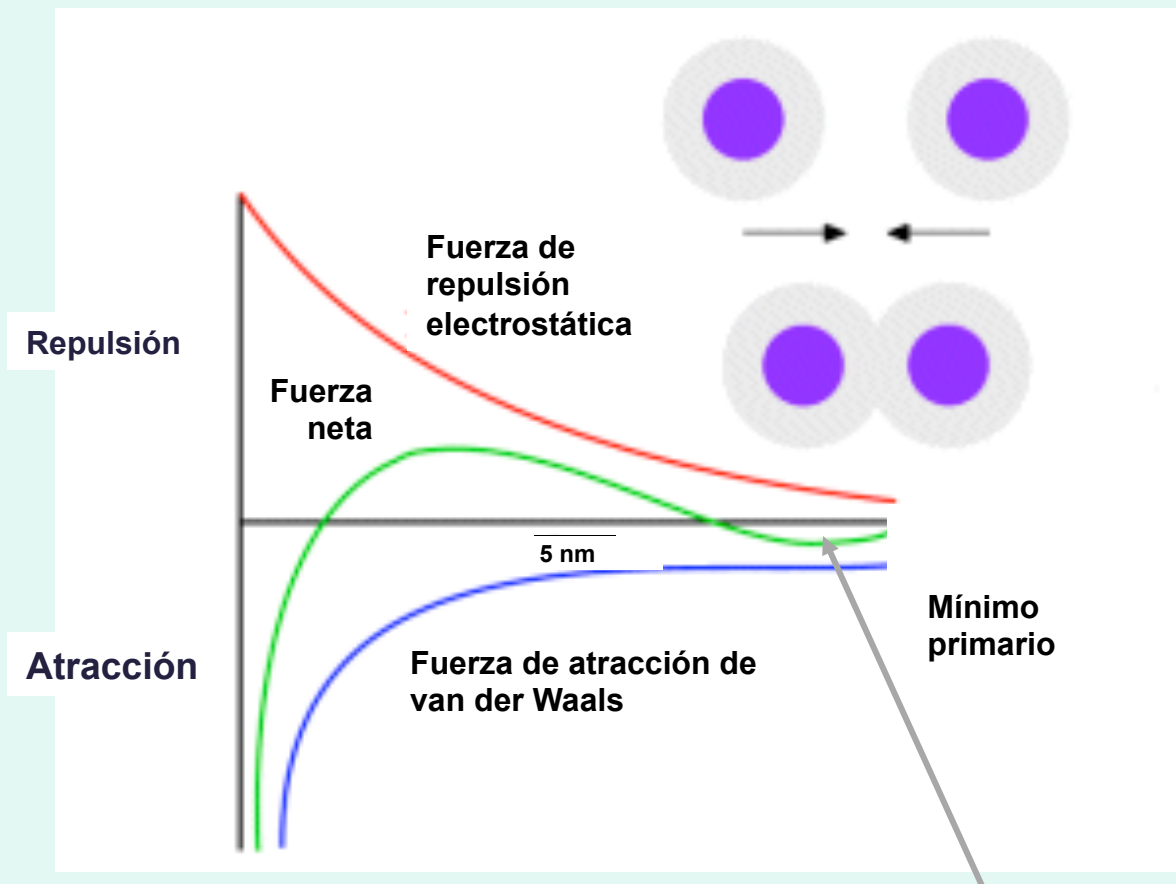
- : fuerza de atracción

Teoría de DLVO

La fuerza neta es la resultante de la suma de las fuerzas

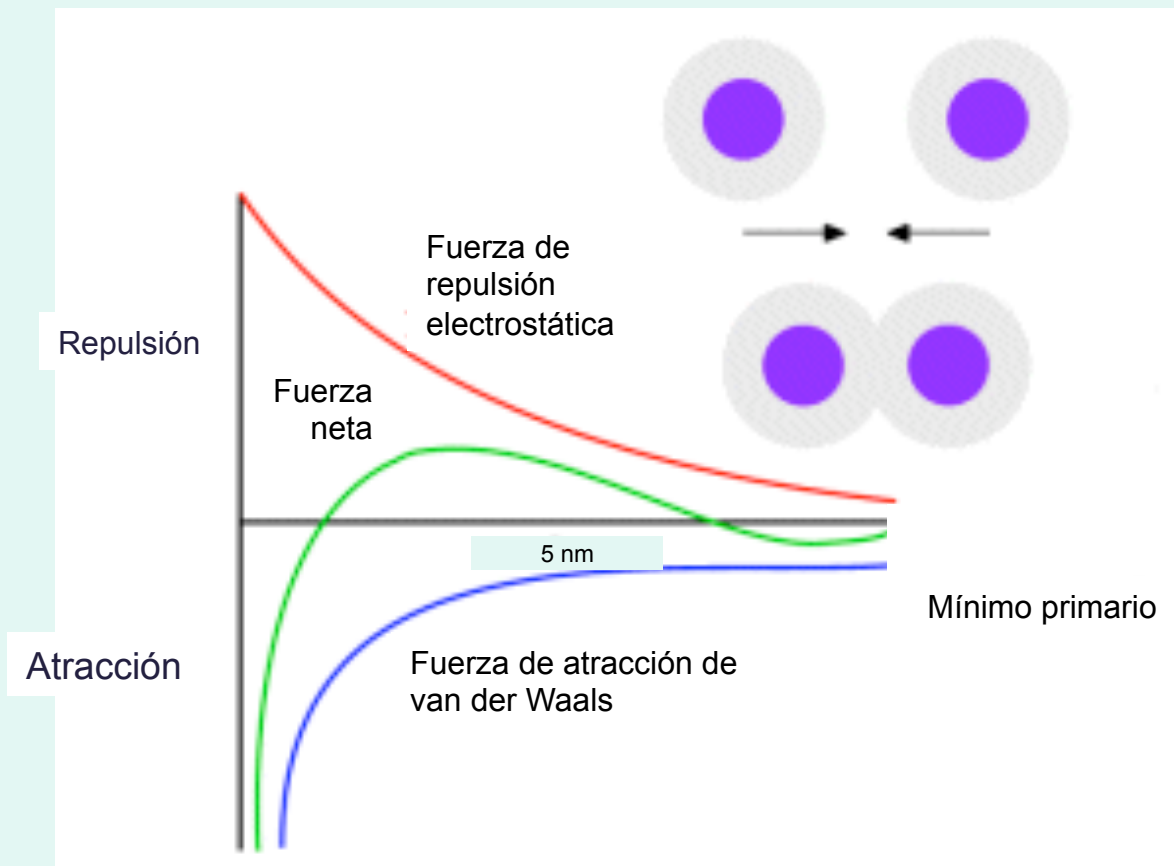


Teoría de DLVO



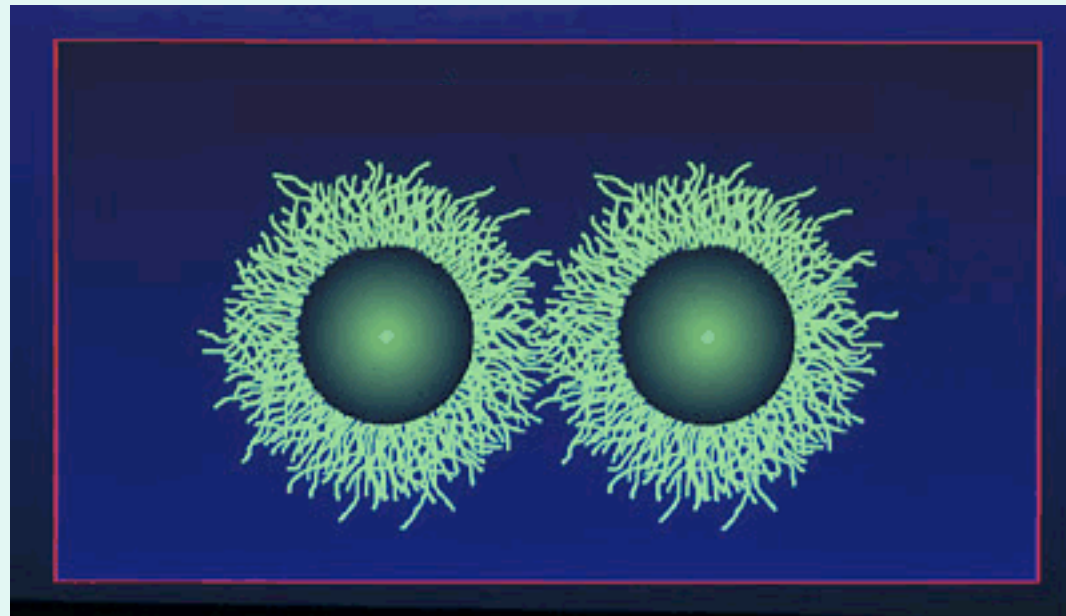
En este mínimo se ubica la flocculación de partículas que puede revertirse de forma relativamente fácil (por ejemplo, agitando)

Teoría de DLVO



A esta distancia ocurre la coalescencia (gotas, burbujas) y coagulación (partículas) que son irreversibles

Fuerzas de repulsión estéricas



La repulsión estérica (barrera) se produce entre partículas que contienen especies adsorbidas en su superficie.

Tipos de repulsión estéricas

Tipo 1: Repulsión a la interpenetración de cadenas de moléculas

Tipo 2: Repulsión osmótica que ocurre en la región donde aumenta la concentración de cadenas moleculares. En esta región disminuye la cantidad de solvente y, por lo tanto, cambia el potencial produciendo flujo de solvente para igualar las concentraciones. Esto provoca separación, ayudando a estabilizar.

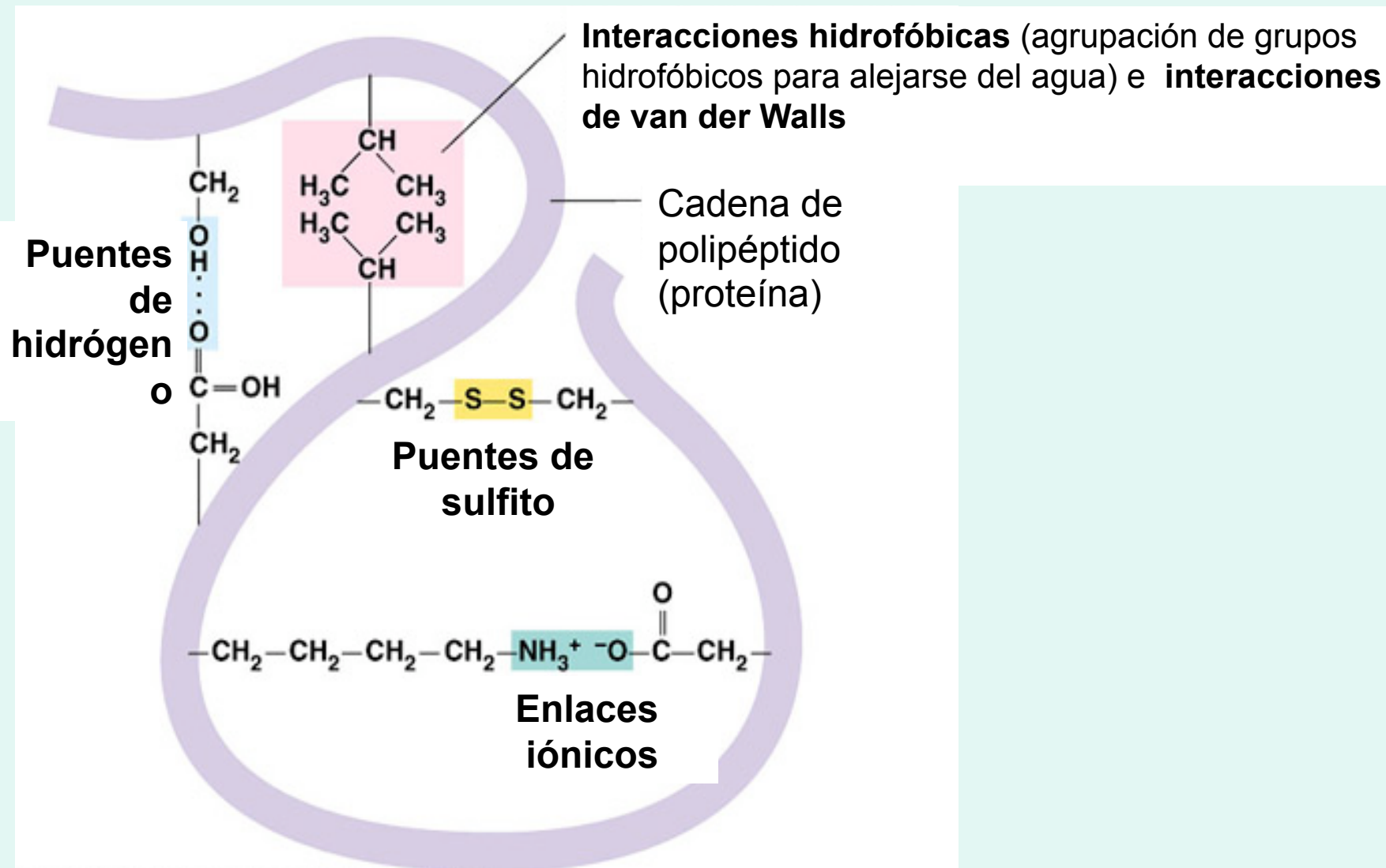
Interacciones hidrofóbicas

Las interacciones hidrofóbicas se refieren a dos fenómenos asociados:

- **El efecto de repulsión entre moléculas no polares y el agua**
- **Las moléculas hidrofóbicas tienden a agruparse formando estructuras (micelas).**



Otras interacciones



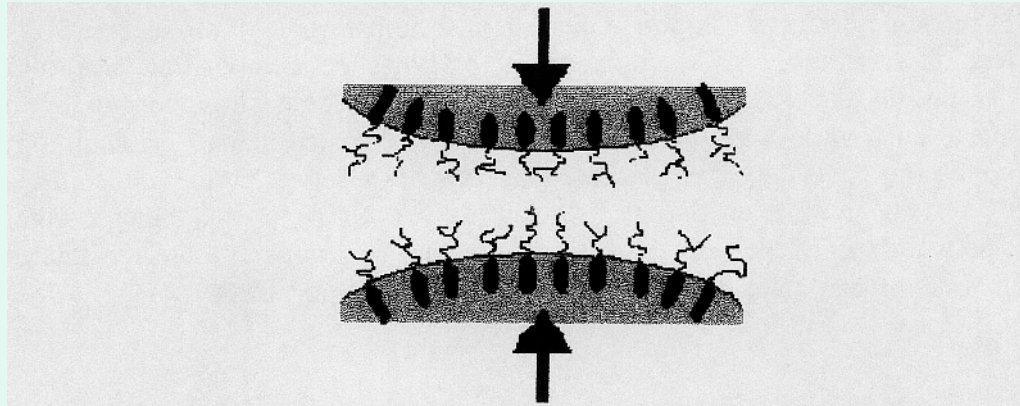
Otros fenómenos interfaciales

- El efecto de Gibbs y Marangoni

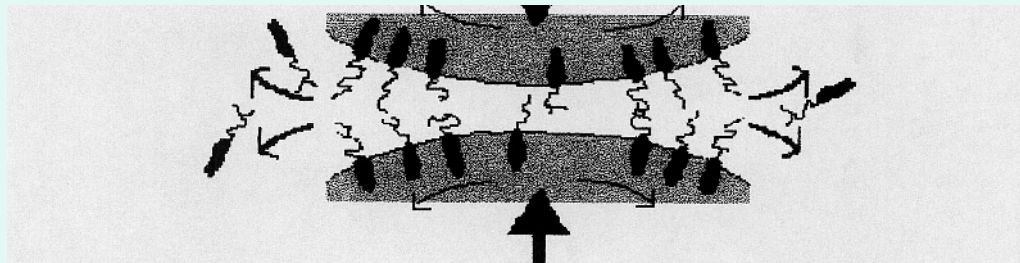
El efecto de Gibbs-Marangoni está asociado a fuerzas de tensión interfacial.

Estas son **fuerzas de restitución** de las películas interfaciales.

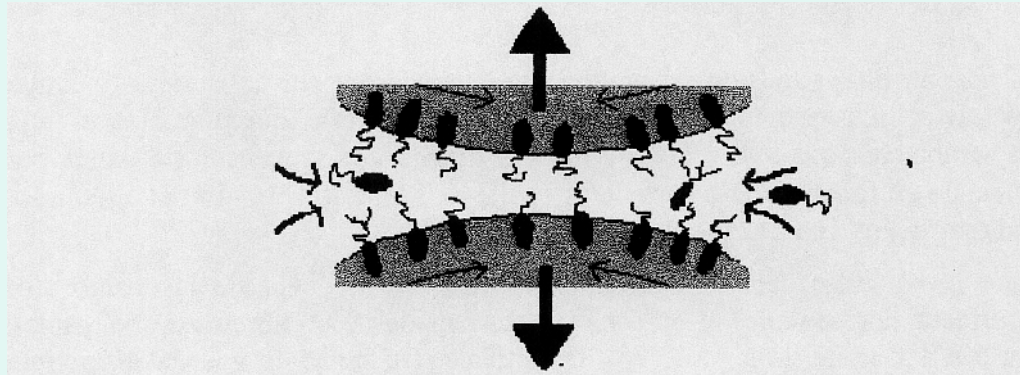
Efecto Gibbs-Marangoni



a) Acercamiento de dos gotas estabilizadas con moléculas de un surfactante



b) Drenaje de líquido y reducción de la concentración en la película



c) Flujo desde la región despojada de surfactante y separación de las gotas