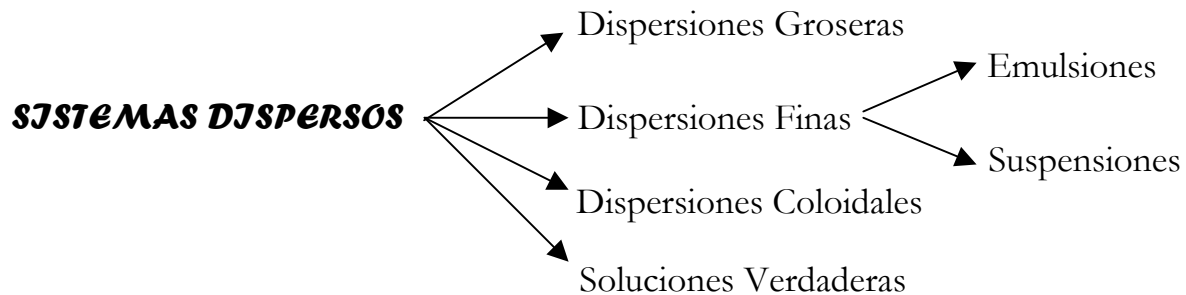




DISPERSIONES COLOIDALES



RECORDAMOS:

- ❖ SISTEMAS HOMOGÉNEOS: Son aquellos que presentan iguales propiedades intensivas en todos sus puntos.
- ❖ SISTEMAS HETEROGÉNEOS: Son aquellos que presentan distintas propiedades intensivas en por lo menos dos de sus puntos.

SISTEMAS DISPERSOS

Si agitamos un sistema heterogéneo formado por agua y arcilla podemos observar las partículas de arcilla, finamente divididas, dispersas en el agua. En el caso de una solución de agua en sal (sistema homogéneo), el grado de división del sólido es mucho mayor que en el caso de la arcilla y las partículas no son visibles. Estos sistemas se denominan **SISTEMAS DISPERSOS** o **DISPERSIONES**.

Las dispersiones comprenden las soluciones (sistemas homogéneos) y los sistemas heterogéneos en los que una fase contiene a otra distribuida en ella, en forma de partículas muy pequeñas. En el segundo caso (dispersiones heterogéneas) la fase que se encuentra dividida se llama fase dispersa o interna; la otra es la fase dispersante o externa. Esta nomenclatura no se utiliza en el caso de las soluciones, ya que por tratarse de sistemas homogéneos constan de una única fase.

Las partículas dispersas pueden presentar cualquiera de los tres estados físicos; lo mismo sucede con el medio en el que dichas partículas se hallan distribuidas. Por lo tanto, existen nueve casos posibles:

DISPERSIÓN	FASE DISPERSA	MEDIO DISPERSANTE	EJEMPLO
-	Gas	Gas	Aire
Espuma	Gas	Líquido	Soda, espuma de jabón, crema batida
Espuma sólida	Gas	Sólido	Esponja
Aerosol líquido	Líquido	Gas	Niebla, nubes
Emulsión	Líquido	Líquido	Mayonesa, leche, crema
Emulsión sólida	Líquido	Sólido	Queso, manteca
Aerosol sólido	Sólido	Gas	Humo, bacterias del aire, polvo volcánico
Sol, gel	Sólido	Líquido	Gelatina, pintura, tinta de imprenta
Sol sólido	Sólido	Sólido	Aleaciones, vidrio de rubí, piedra pómez, piedras preciosas

Las dispersiones más comunes son aquellas en las que el medio donde se dispersan las partículas es un líquido.

Una emulsión es un sistema homogéneo formado por dos fases líquidas inmiscibles que están mezcladas por pequeñísimas gotas de ambos líquidos, y que a simple vista aparenta ser homogéneo. Las emulsiones suelen romperse, es decir, se separan sus dos fases líquidas.

Una niebla es una dispersión de un líquido finamente dividido en un gas.

Un aerosol es un sólido finamente dividido disperso en un gas. Ejemplo: los humos.

Las propiedades de los sistemas dispersos y su estabilidad dependen del tamaño de las partículas dispersas. Si éstas son muy grandes los sistemas dispersos son inestables, y en poco tiempo se produce la separación de las fases.

En una dispersión de arena en agua la fase sólida se deposita con rapidez; si la dispersión es de partículas de aceite en agua, la fase dispersa acaba por sobrenadar por encima del agua.

Para expresar las dimensiones de las partículas dispersas es frecuente utilizar la unidad denominada micrón (μ), equivalente a la milésima parte de un milímetro.

Según el grado de división de las partículas dispersas, las dispersiones se clasifican en:

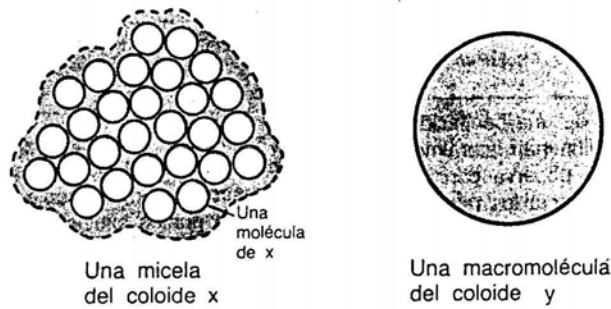
1. **DISPERSIONES GROSERAS O MACROSCÓPICAS**: Son sistemas heterogéneos que se caracterizan porque la fase dispersa puede ser observada a simple vista o con una lupa. Las dimensiones de las partículas dispersas son mayores que 50μ . Por ejemplo: talco y agua; azufre y limaduras de hierro, agua y gas (soda).
2. **DISPERSIONES FINAS**: Son sistemas heterogéneos en los cuales la fase dispersa no es visible a simple vista, pero sí lo es observada al microscopio. Las dimensiones de las partículas dispersas oscilan entre 50μ y $0,1 \mu$.
 - a. **EMULSIÓN**: Si la fase dispersa y la fase dispersante son líquidas. La fase dispersa es un líquido de partículas muy pequeñas que está dispersa en otro medio líquido. Por ejemplo: la leche se presenta a simple vista como un líquido blanco homogéneo, pero observada al microscopio resulta ser un sistema heterogéneo constituido por la dispersión de partículas de materia grasa en un medio líquido.
 - b. **SUSPENSIÓN**: Si la fase dispersa es un sólido finamente dividido, disperso en un líquido. Tal es el caso de la tinta china, que observada al microscopio se revela como un sistema heterogéneo formado por pequeñas partículas de carbón dispersas en agua.

Las suspensiones son frecuentes en la naturaleza. Las aguas de los ríos contienen partículas en suspensión que, al depositarse en los lugares donde la corriente es más lenta, forman sedimentaciones de arena, arcilla, materiales calcáreos y otros.

3. **DISPERSIONES COLOIDALES O SOLES**: Son sistemas heterogéneos cuya fase dispersa posee un alto grado de división y solamente es visible al ultramicroscopio. Este aparato no es más que un microscopio común en el cual la luz no incide directamente sobre estas partículas sino en forma lateral. Así observadas, las partículas dispersas se aprecian como puntos luminosos debido a la luz que difunden. Este fenómeno de difusión de la luz se llama efecto Tyndall y es observable cuando un rayo de luz penetra en una habitación a oscuras o en penumbra: las partículas de polvo atmosférico son visibles como puntos luminosos.

Además tienen una fase dispersa, formada por partículas denominadas **MICELAS** y otra dispersante, generalmente líquida.

Son sistemas heterogéneos que tienen apariencia de sistemas homogéneos en los cuales las partículas dispersas son muchos menores que en una suspensión o dispersión grosera pero mucho mayor que una solución verdadera.



Encontraremos ejemplos de sistemas coloidales en pinturas, plásticos de celulosa, látex, aderezos, crema batida, leche, jaleas, etc.

Cuando las micelas están dispersas en abundante fase líquida, el coloide se llama **SOL**. Ejemplo: almidón disperso en agua.

Cuando las micelas, por algún motivo, se separan con arrastre de parte del dispersante, se forma un gel. Ejemplo: gelatina, gel de clara de huevo, obtenido al calentar el sol de la clara de huevo, etc.

El conocimiento de los coloides ayuda a interpretar fenómenos que ocurren en las células vivas y en la división celular. En medicina, muchos antibióticos forman coloides, como por ejemplo la penicilina.

4. **SOLUCIONES VERDADERAS:** En este caso las partículas dispersas, se encuentran en un grado de división máxima: las dimensiones de las partículas son menores que 1 μ . Por lo tanto, no son visibles ni aun con el ultramicroscopio. No difunden la luz como en el caso de los coloides. Por ejemplo: agua salada. Constituyen verdaderos sistemas homogéneos, llamados simplemente “soluciones”.

CUADRO COMPARATIVO

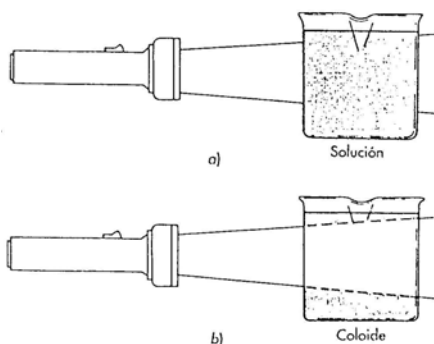
SOLUCIONES	SISTEMAS COLOIDALES	SUSPENSIONES
❖ No sedimentan	❖ No sedimentan	❖ Sedimentan en reposo
❖ Pasan a través del papel de filtro	❖ Pasan a través del papel de filtro	❖ Se separan mediante papel de filtro
❖ Atraviesan una membrana semipermeable	❖ Se separan mediante una membrana semipermeable	❖ Se separan mediante una membrana semipermeable
❖ No dispersan la luz	❖ Dispersan la luz	❖ Dispersan la luz
❖ Tamaño límite de partículas: < 1 nm (< 0,001 μ) (1nm=10 ⁻⁹ m) (1 μ = 10 ⁻⁶ m)	❖ Tamaño límite de las partículas: 1 - 100 nm (0,001 - 0,1 μ)	❖ Tamaño límite de las partículas: >100 nm (> 0,1 μ)

PROPIEDADES DE LOS COLOIDES

Los coloides están relacionados con las soluciones puesto que ambos son mezclas homogéneas. Los coloides difieren de las soluciones en términos del tamaño de las partículas que interactúan. Llamados algunas veces **dispersiones coloidales** o **suspensiones coloidales**, están compuestos de un medio dispersante y una sustancia dispersa. Los SOLES son una clase común de coloides, están compuestos de partículas sólidas, que constituyen la sustancia dispersa contenida dentro de un líquido, que es el medio dispersante. Ejemplos de soles son las pinturas, el protoplasma y el almidón en agua.

- ❖ **GRADO DE DISPERSIÓN:** Los fenómenos ópticos demuestran las dimensiones intermedias de las partículas coloidales. Como difunden la luz, son mayores que las moléculas e iones de las soluciones verdaderas. Pero como no son visibles, son menores que las partículas en suspensión. Los soles difieren de las soluciones en que las partículas sólidas que están dispersas tienen generalmente diámetros de 1 a 100 nm. Estas partículas son significativamente mayores que las partículas de soluto en las soluciones.
- ❖ Aunque las partículas dispersas en los coloides son mayores que las de las soluciones, las partículas coloidales usualmente no se sedimentan.
- ❖ Las partículas dispersas en los coloides son lo suficientemente pequeñas para pasar fácilmente a través de los poros de un papel de filtro. Un sistema coloidal atraviesa los filtros comunes, pero son retenidos por los ultrafiltros. Queda confirmado así, el mayor tamaño de las partículas coloidales.
- ❖ Sin embargo, son lo suficientemente grandes para dispersar la luz. Si se hace pasar un rayo de luz a través de un coloide, la luz es reflejada y dispersada; este efecto se conoce como **efecto Tyndall**. Las partículas de soluto en las soluciones son demasiado pequeñas para dispersar la luz y por lo tanto, en ellas no se observa el efecto Tyndall. En una solución la trayectoria de los rayos luminosos no es visible. En cambio, en un coloide aparecen puntos brillantes.

El efecto Tyndall, está producido por la reflexión y la refracción de la luz; esto es, por la dispersión de las ondas luminosas, por las partículas coloidales, las cuales se hacen visibles como puntos brillantes sobre un fondo oscuro.



a) La luz que pasa por una solución no es reflejada por las partículas de soluto. Por lo tanto el rayo de luz no puede verse al pasar por una solución,

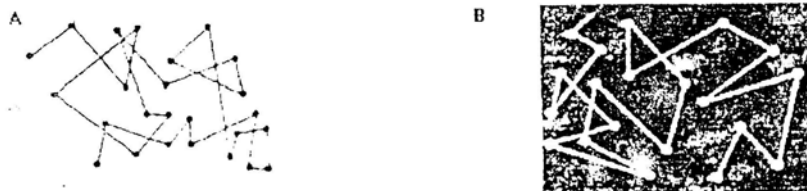
b) La luz que pasa por una mezcla coloidal es reflejada por las partículas grandes dispersas. Por

este hecho el rayo de luz puede verse cuando pasa a través de una mezcla coloidal. Éste es el efecto Tyndall.

- ❖ Sus partículas dispersas presentan Movimiento Browniano: observadas al ultramicroscopio las micelas presentan un movimiento en zig-zag, denominado movimiento Browniano. Se observan puntos luminosos sobre fondo oscuro, con movimientos rápidos y en zig-zag.

El examen de las partículas coloidales muestra su movimiento caótico incesante en una trayectoria irregular en zig-zag. Este movimiento es debido a los choques no compensados de las moléculas del medio de dispersión sobre las partículas coloidales y es una prueba de la teoría cinética. Es independiente de la naturaleza de estas partículas y es por tanto más rápido cuanto menor es el tamaño de las mismas. Este movimiento fue descubierto por Robert Brown en 1827 al observar en el microscopio que los granos de polen suspendidos en el agua se movían sin cesar.

A pesar del movimiento caótico de las partículas coloidales, su desplazamiento medio en intervalos constantes de tiempo, permite calcular el Na.

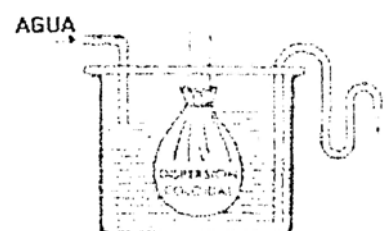


Movimiento Browniano de una partícula coloidal.

- ❖ Las partículas coloidales son excelentes materiales **adsorbentes**. Adsorben cargas en su superficie. Las partículas tienen una relación superficie/masa extremadamente grande. Adsorción: Es el fenómeno por el cual un sólido puede retener en su superficie (mediante fuerzas de Van der Waals) moléculas de una determinada sustancia. La cantidad de sustancia que puede adsorber un sólido depende de su superficie. Como las partículas coloidales son muy pequeñas, en un sistema coloidal hay gran superficie de contacto.
- ❖ Electroforesis: Si se somete a un sistema coloidal a un campo eléctrico se observa una migración de las partículas al cátodo y al ánodo. Esto prueba que las partículas coloidales están cargadas eléctricamente. Se llama electroforesis a la migración de las partículas coloidales cargadas dentro de un campo eléctrico.
- ❖ Los sistemas coloidales no dializan. Diálisis: Si se coloca un sistema coloidal en contacto con un disolvente, separados por una membrana semipermeable, por ejemplo, membrana de pergamino, es posible separar el medio dispersante de las micelas.

La diálisis es el método más antiguo y general de purificación de los coloides utilizados ya por Graham en 1861. La solución coloidal se separa del solvente puro mediante una membrana que deja pasar las moléculas y los iones pero que retiene las partículas coloidales, el solvente exterior a la membrana se renueva continuamente. Se utilizan con buen resultado membranas de pergamino, colodión y membranas animales.

El proceso de diálisis ofrece el inconveniente de ser muy lento.



Un sol se produce cuando se dispersa un sólido en un líquido. Los geles están estrechamente relacionados con los soles. Los geles son un tipo especial de sol en los que las partículas sólidas están compuestas de moléculas muy grandes que interactúan mutuamente. El resultado es que la estructura de un gel es más rígida que la de un sol. Ejemplos de geles son las gelatinas y la mermelada. Una emulsión es otro tipo de coloide. Una emulsión se presenta cuando un líquido se dispersa en otro líquido. La leche homogeneizada es un ejemplo de emulsión que contiene grasa líquida dispersa en agua. Una espuma resulta de la dispersión de burbujas pequeñas de gas en un líquido. La crema batida es un ejemplo de espuma. Las partículas líquidas y sólidas pueden dispersarse en un gas. Un líquido disperso en un gas es un aerosol líquido y un sólido disperso en un gas es un aerosol sólido. La neblina es un ejemplo de aerosol líquido y el humo es un ejemplo de aerosol sólido.

Los coloides se encuentran en todo nuestro cuerpo. La mayor parte de nuestro cuerpo tiene dispersiones coloidales de proteínas y grasas, excepto en huesos y dientes. La mayoría de los coloides de importancia biológica se producen cuando las proteínas y las moléculas de grasa forman enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua.

DIFERENCIA ENTRE SOL Y GEL

- ❖ ***SOL***: La dispersión coloidal recibe el nombre genérico de sol. Cuando el medio líquido es el agua, el sistema se denomina hidrosol, si es un alcohol es un alcocol. Algunos soles pierden gradualmente algo de su líquido por evaporación y forman masas gelatinosas que se llaman Geles.

- ❖ ***GEL***: Se denomina Gel cuando el sol liófilo se enfría, su viscosidad se va haciendo mayor hasta que llega a transformarse en una masa semisólida de aspecto homogéneo. En éste las partículas fuertemente hidratadas se reúnen en un retículo por hidratación y por fuerte capilaridad.

DIFERENCIA ENTRE FLOCULACIÓN Y PEPTIZACIÓN

- ❖ ***FLOCULACIÓN***: Es el pasaje de SOL a GEL.

- ❖ ***PEPTIZACIÓN***: Es el pasaje de GEL a SOL.

TIPOS DE COLOIDES

Las dispersiones coloidales se dividen en dos grandes clases según la afinidad relativa entre la fase dispersa o dispersoide y el medio de dispersión. Si la afinidad es pequeña se dice que la fase es liófila (aversión por el solvente) y para indicar la naturaleza del medio de dispersión suele añadirse un prefijo, así: hidrófoba cuando este medio es el agua; alcófoba, si es el alcohol; benzófoba si el líquido es el benceno, etc. Las sustancias liófilas se designan como coloides reversibles: son precipitadas fácilmente por los electrolitos y una vez secas no pueden dispersarse de nuevo.

Si la afinidad entre la fase dispersa es liófila (amor al disolvente) y según este medio se designa más concretamente como hidrófila. Los coloides liófilos son reversibles puesto que pueden separarse del medio de dispersión y secarse, el material seco cuando se mezcla se regenera un nuevo sistema coloidal. Ejemplo de soles liófilos: dispersiones de metales, tales como platino, oro y plata, los sulfuros coloidales, tales como el sulfuro arsenioso y el sulfuro cúprico y los haluros de plata. Ejemplos de soles liófilos: almidón, jabón, gomas y proteínas, gelatina, agar-agar etc.

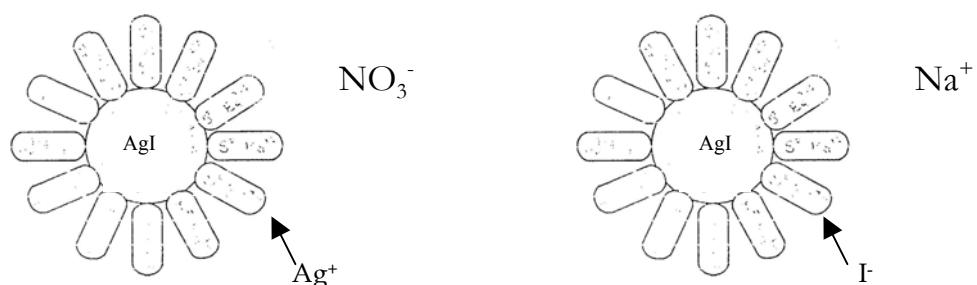
ESTABILIDAD DE LOS COLOIDES

Sin las cargas eléctricas que llevan en las partículas coloidales, los soles liófilos serían extremadamente inestables. Los sistemas coloidales contienen pequeñas cantidades de electrolitos, si se eliminan por diálisis o por otros métodos, el sol se hace inestable, y las partículas dispersas aumentan su tamaño y precipitan.

Si a una solución diluida de una sal de plata se agrega a un exceso de NaI, se obtiene un sol de AgI cargado negativa; en cambio, si la solución diluida de I^- se agrega al exceso de $AgNO_3$, resulta un sol con carga positiva. Si las dos soluciones se mezclan en cantidades exactamente equivalentes, el sol de AgI es inestable y se produce la precipitación completa.

La estabilidad y la carga del sol negativo de AgI, en presencia de iones yoduro (negativos), se debe a que adsorben estos iones yoduro. Los soles positivos son estabilizados por la adsorción* de iones plata (positivos). Por regla, los sólidos iónicos tales como haluros de plata adsorben con preferencia los iones que son comunes.

Los dos soles de AgI de cargas opuestas están representados:



A la derecha las partículas de AgI han adsorbido los iones I^- , que dan una carga negativa, mientras que a la izquierda se adsorben los iones Ag^+ , y la partícula tiene carga positiva. En ambos casos, los iones de signos opuesto, Na^+ y NO_3^- respectivamente, quedan en solución y principalmente en la proximidad de la coloidal a la atracción electrostática.

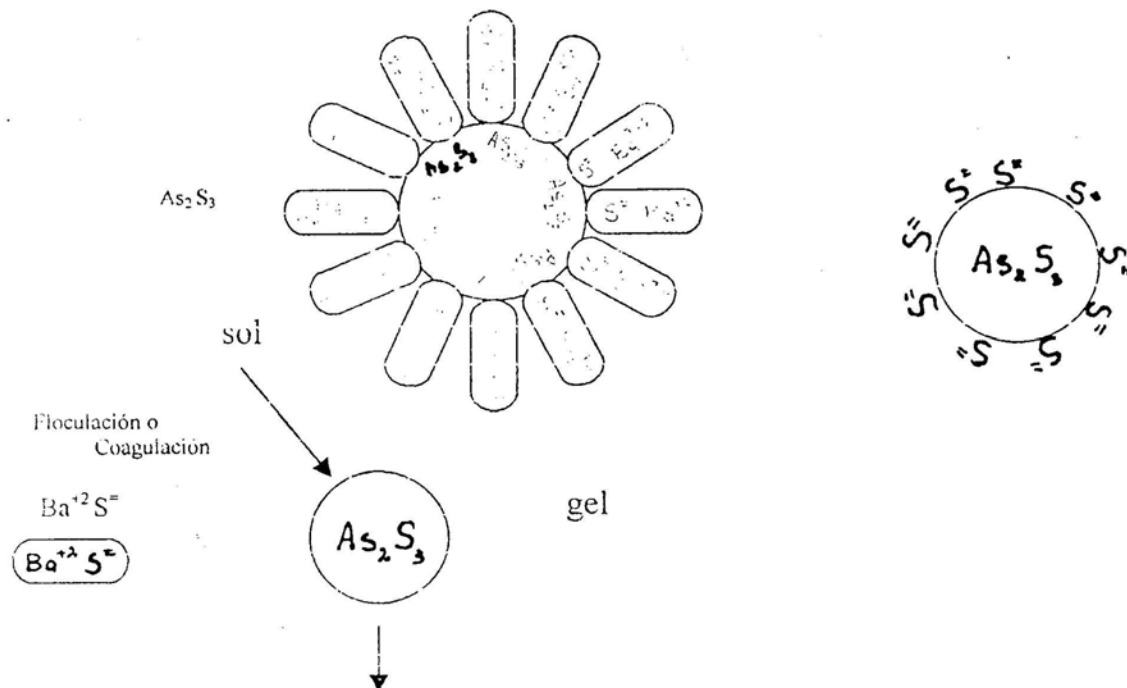
La estabilidad del sol es debida a la repulsión electrostática de partículas cargadas con igual signo.

AGENTES FLOCULANTES

Un agente floculante es la agrupación de las partículas de una solución coloidal, la cual es impedida por las cargas eléctricas que llevan, se deduce que cualquier alteración del sistema que tienda a neutralizar estas cargas producirá agrupación y por lo tanto, su precipitación. Con la absorción de que la eficiencia de un ión como agente coagulante es aproximadamente proporcional a su valencia, es decir, al número de cargas que lleva. Esto es conocido como Ley de Ardi-Schulze. En la siguiente tabla se da la concentración de electrolitos típicos de cationes mono, di y trivalentes, necesaria para precipitar al sulfuro arsenioso:

Electrolito	Concentración necesaria en mol/g por litro
NaCl	51,0
KCl	50,0
MgCl ₂	0,72
BaCl ₂	0,67
AlCl ₃	0,093

Esquema del agente floculante:



Su poder floculante depende de la adición de electrolitos, pues los electrolitos suministran iones de ambos signos, y una clase de iones opuestos a la carga de las partículas coloidales, las descargará provocando por lo tanto su precipitación.

MÉTODOS PARA PREPARAR DISPERSIONES COLOIDALES

Las partículas coloidales se forman por agrupación de unidades más pequeñas, como moléculas, átomos o iones, por desintegración de las partículas o masas mayores. El primero de esto es de condensación y el segundo el de dispersión.

Método de condensación: Se basa en el crecimiento o agrupación de partículas de tamaño iónico o molecular hasta alcanzar magnitud coloidal. Debe evitarse, sin embargo, un crecimiento demasiado rápido puesto que podría originarse coagulación y no formarse el coloide.

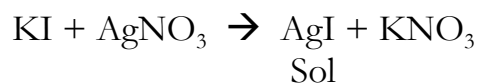
Durante la formación de coloides debe producirse un estado de sobresaturación pero evitando cualquier precipitación de sustancia.

Si al principio al núcleos o gérmenes de condensación, las partículas coloidales suelen ser de dimensiones uniformes, pero si los núcleos se forman durante el proceso de condensación, el tamaño de las partículas es variable. El resultado depende de las condiciones que determinan y rigen el proceso, y la condensación puede producir un precipitado o una disolución coloidal.

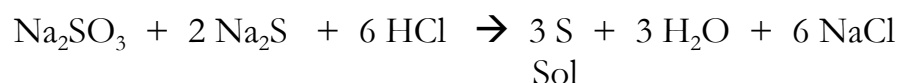
Método de dispersión: Se basa en la subdivisión de partícula o masa grande en partículas más pequeñas de tamaño coloidal. La trituración en molinos especiales diseñados, y construidos para este fin, llamado molinos coloidales, reduce muchas sustancias a partículas de dimensiones coloidales. Este procedimiento se sigue habitualmente para moler pigmentos y polvos cosméticos. También se producen coloides por pulverizados, existiendo atomizadores que proyectan chorros muy finos y uniformes.

Preparación dispersal:

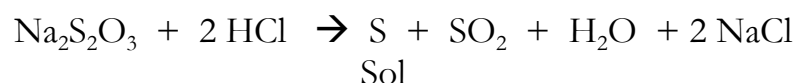
- ❖ Se colocó KI + AgNO₃ y se obtuvo:



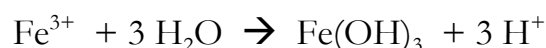
- ❖ Se colocó Na₂SO₃ + Na₂S + HCl y se obtuvo:



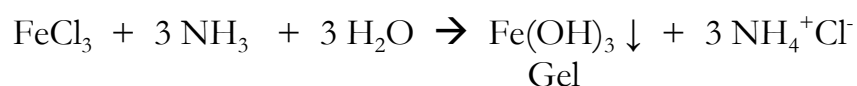
- ❖ Se colocó Na₂S₂O₃ + HCl y se obtuvo:



- ❖ Se colocó un sol y se lo calentó obteniéndose: FeCl₃ + H₂O



Luego se le agregó amoníaco:



ULTRAFILTRACIÓN Y ELECTROFORESIS

ULTRAFILTRACIÓN: Consiste en filtrar la disolución coloidal a través de membranas especiales de poros de tamaño muy pequeños, las cuales incluso pueden prepararse con diferentes grados de porosidad. Si la membrana se produce sobre un soporte adecuado que da la rigidez, la filtración puede realizarse en presión elevada. El mecanismo de la ultrafiltración no es simplemente un efecto de tamiz de la membrana, puesto que depende también de las condiciones eléctricas de ésta y del coloide.

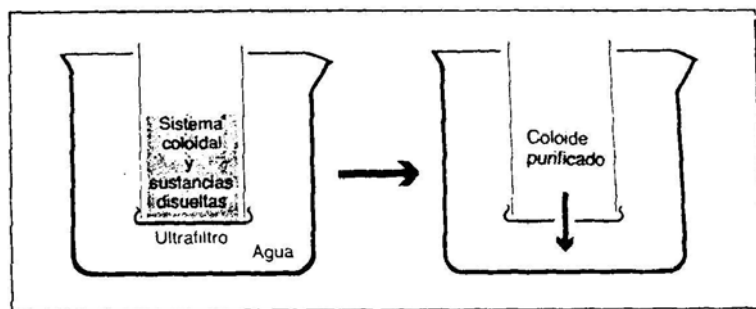
ELECTROFORESIS: Si se somete a un sistema coloidal a un campo eléctrico se observa una migración de las partículas al cátodo y al ánodo. Esto prueba que las partículas coloidales están cargadas eléctricamente. Se llama electroforesis a la migración de las partículas coloidales cargadas, dentro de un campo eléctrico.

El primer aparato para electroforesis fue desarrollado por Tiselius en los años treinta, éste fue galardonado con el premio Nobel en 1.948. A mediados de los 80' esta situación cambia espectacularmente con la aparición de aparatos comerciales para realizar electroforesis analítica a microescala en columnas capilares.

DIÁLISIS

La diálisis es un procedimiento para separar al coloide de sustancias disueltas que le acompañan.

El dializador es un tubo de gran diámetro con uno de sus extremos cerrado por una membrana de pergamino o celofán, que sirve de ultrafiltro. Se llena con el sistema coloidal y se sumerge parcialmente dentro de agua. Al cabo de 24-48 horas, se detecta en el recipiente exterior la presencia de los solutos moleculares o iónicos, que impurificaban al coloide, pero nunca a éste.



EMULSIONES

Son sistemas de 2 fases. Es una dispersión de un líquido en otro líquido, en el cual uno de ellos no es miscible.

Cuando el agua está dispersa en el aceite, se obtiene una emulsión agua-aceite y a la inversa. Esta emulsión es inestable, pero se puede hacer estable con el agregado de ciertos compuestos tensioactivos, que tienen la particularidad de conservar estable por mucho tiempo a la emulsión, sin que se separen las fases.

La química moderna aprovecha esto en la industria, de tal manera que se puede decir que no hay industria en la que no se use una emulsión; por ejemplo, panadería, helados, cosméticos, etc., con el objeto de aumentar el rendimiento en su producción.

A la dispersión de una grasa en el seno de un líquido que no la disuelve, se la llama **EMULSION**.

A la dispersión de un sólido en el seno de otro sólido, se la llama **SOLUCIÓN SÓLIDA**. Ejemplo: aleaciones (latón, bronce, etc.).

* **ADSORCIÓN**: fijación de gases, vapores y a sustancias disueltas en la superficie de cuerpos sólidos. Consiste en atraer un cuerpo o retener en su superficie moléculas o iones de otro cuerpo en estado líquido o gaseoso.