

أولاً: الجزء الأول : الغرويات Colloids

Type of solutions

تنقسم المحاليل من حيث حجم حبيباتها إلى ثلاثة أقسام

1- المحاليل الحقيقية True Solutions :

- تتكون من مذاب و مذيب
- نصف قطر المادة المذابة أقل من 10 أنجستروم
- نصف قطر المذيب يماثل نصف قطر المذاب بحيث يصعب التمييز بينهما
- تتميز هذه الأنواع من المواد بقدرتها على المرور خلال الأغشية شبه المنفذة .
- متجانس للعين وللميكروسكوب

السبب الذي جعلنا نطلق عليه محلول متجانس..

- .. لأننا لانستطيع تمييز جزيئات المادة المذابة (كالسكر والملح) من جزيئات المادة المذيبة ..
- .. هل يمكن رؤية جزيئات الملح والسكر بالعين المجردة ؟
- .. هل يحدث تجمع للمادة المذابة في الماء؟
- هذا هو التجانس..

عند إذابة كمية من السكر أو ملح الطعام في قليل من الماء نلاحظ أن السكر أو الملح يذوب تماما في الماء ولا يمكن فصلهما لا بالترشيح ولا بالترويق ويسمى بالمحلول الحقيقي .

المعلق Suspension :

2- المعلق Suspension :

- خليط غير متجانس حجم دقائقه أكبر من 10000 أنجستروم
- إذ يمكن ملاحظة تلك جسيمات الرمل بالعين المجردة ، كما يمكن ملاحظة ترسبها في الأسفل.
- هناك فرق كبير بين نصف قطر المادة المعلقة والوسط كبير جدا

مثال للتوضيح ..

- * عند وضع كمية من الرمل في الماء ..
- * هل يذوب الرمل في الماء؟ لا ..
- * هل نستطيع تمييز جزيئاته عن جزيئات الماء .. بالطبع نعم ..
- * إذا هو لم يحقق شرط التجانس فهو ليس محلول حقيقي بل هو من المعلقات ..
- * إذا ترك هذا المخلوط تتجمع جزيئات الرمل في قاع الإناء .

أمثلة على المعلقات

- بنفس فكرة المعلقات ..
.. ولكنها كانت مادة صلبة في سائلة ..
.. هنا في المستحلبات حدوث تعلق مادة سائلة في مادة سائلة أخرى ..
.. مثال للتوضيح ..
.. عند وضع الزيت في الماء ..
.. هل يذوب ..؟؟ بالطبع لا ..
.. هل نستطيع تمييز جزيئاته عن جزيئات الماء .. بالطبع نعم ..
.. إذا هو لم يُحقق شرط التجانس فهو ليس محلول حقيقي بل هو من
المستحلبات ..

المحاليل الغروية

الغرويات Colloids

وبين هاتين الحالتين حالة تسمى الحالة الغروية يكون حجم الدقائق فيها وسطا بين حجم دقائق المعلقات وحجم جزيئات المحاليل الحقيقية , تسمى هذه الحالة الغروية .

ان كلمة ماده غروانيه او شبه غروانيه (colloids) هي مشتقه من الكلمتين اليونانيتين (kolla) وتعني غروانيه او صمغيه و (Oeid) وتعني شبه. بناء على ذلك فان الماده الغروانيه تكون على شكل دقائق صغيره جدا مبعثره في السائل. وغالبا ما تكون هذه الدقائق الصغيره صلبه، واحيانا تكون قطيرات صغيره سائله او فقاعات غازيه. وتتميز المواد الغروانيه بكون نسبة مساحة السطح الى الحجم مرتفعه جدا

:

اكتشاف الغرويات

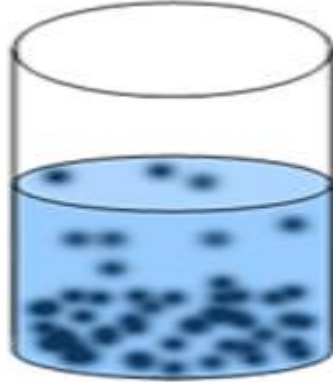
اكتشف الصيدلي الاسكتلندي توماس جراهام عام 1860م أن بعض المواد مثل الصمغ و الجيلاتين و النشأ لا تمر عبر الغشاء شبه المنفذ ، بعكس المحاليل الحقيقية و بالرغم من أن دقائق الغروي أكبر من دقائق المحلول الحقيقي ، مع ذلك فلا يمكن ملاحظتها بالعين المجردة .

تابع وصف الحالة الغروية

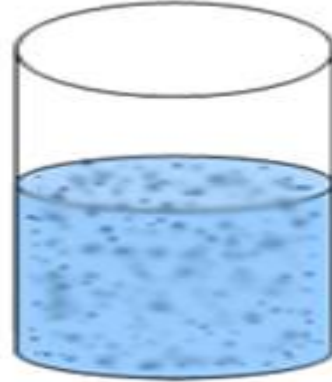
مواد تتميز بأن دقائقها أكبر من جسيمات المحاليل الحقيقية و أصغر من المعلق ، فحجم دقائقها بين 10 – 10000 أنجستروم ، و تكون منتشرة داخل وسط انتشار ؛ فنحصل على الغرويات بعملية نشر - و ليس إذابة - أي أنها غير ذائبة أو مترسبة في وسط الانتشار -

سؤال :مالفرق بين حالة المادة فى المعلق، الغروى، المحلول
الحقيقة

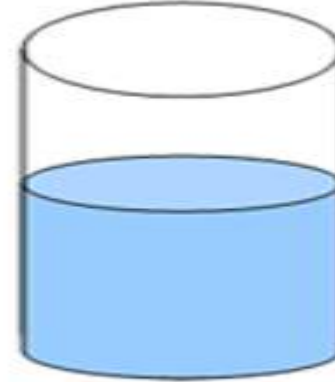
مقارنة بين المحلول الحقيقي، الغروي، المعلق



المعلق



الغروي



المحلول الحقيقي

• المخلوط مكون من مادتين جسيماتها غير قابلة للذوبان ولكنها مجزأة تجزيئاً صغيراً لدرجة أنها لا تترسب ولا يمكن فصلها بطرق الترشيح العادية تعرف بالغروانيات

تنقسم المحاليل
إلى:

محلول غروي

تظهر غير متجانسة
وحجم الجسيمات
 $1\text{nm}-1\mu\text{m}$

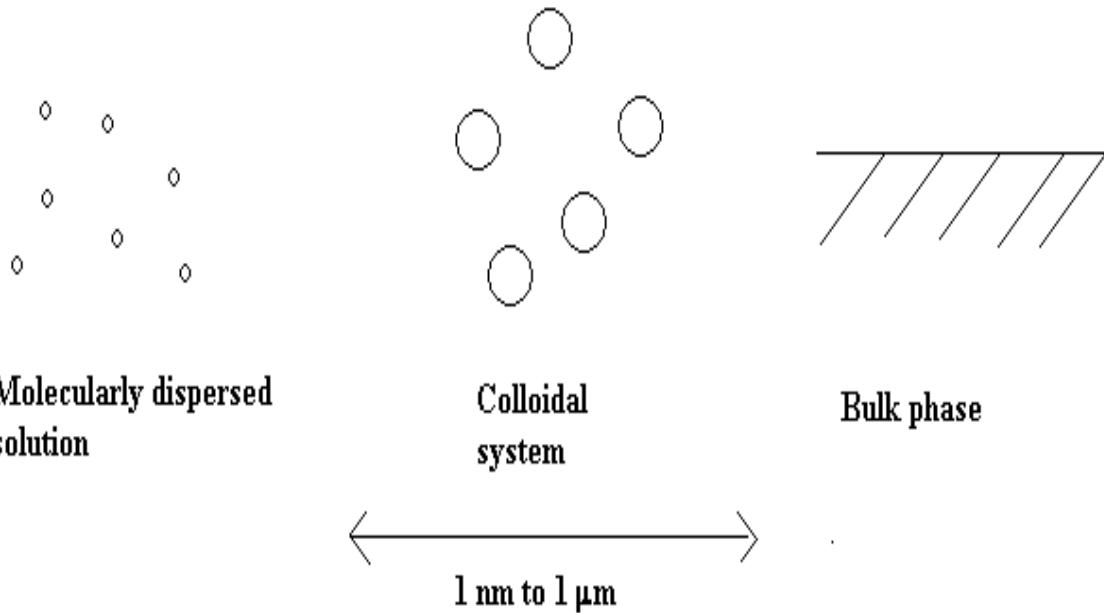
محلول غير
حقيقي (معلق)

حجم الجسيمات أكبر من
 $1\mu\text{m}$
يمكن فصلها بالوسائل الميكانيكية
ورؤيتها بالعين المجردة

محلول حقيقي

محلول متجانس
حجم الجسيمات من
 $0.1-1\text{nm}$
لا يمكن فصلها بالوسائل
الميكانيكية

مقارنة بين المحاليل الثلاثة



أنواع الغرويات على حسب الطور الناشر والمنتشر

Colloids can be classified as follows:

		Dispersed Phase		
		Gas	Liquid	Solid
Continuous Medium	Gas	NONE (All gases are mutually miscible)	Liquid Aerosol Examples: fog , mist , clouds	Solid Aerosol Examples: smoke , air particulates
	Liquid	Foam Example: whipped cream	Emulsion Examples: milk , mayonnaise , hand cream	Sol Examples: paint , ink
	Solid	Solid Foam Examples: aerogel , styrofoam , pumice	Gel Examples: gelatin , jelly , cheese , opal	Solid Sol Example: cranberry glass

بعض أنواع الأنظمة الغروية:

- 1- الرغويات foam : وهي نظام غاز في سائل مثل كريمة الويب.
- 2- الايروسولات liquid aerosol : سائل في غاز مثل الضباب والسحاب والاسبراي.
- 3- المستحلب emulsion : سائل في سائل مثل الحليب ومستحلب الزيت في الماء.
- 4- الايروسول الصلب solid aerosol : صلب في غاز مثل الدخان.
- 5- الجل gel : صلب في سائل مثل الجلي والمحلول المخفف منه يسمى صول sol مثل صول الذهب وكبريتيد الزرنيخ As_2S_3 وكلوريد الفضة $AgCl$.

أنواع الصول : types of sols

تنقسم إلى نوعين:

- 1- الكارهه للمذيب lyophobic : وفيها تكون قوى التجاذب بين الطور المنتشر ووسط الانتشار ضعيفة جدا مثل انتشار فلزات مختلفة وأملاح في الماء. عندما تترسب لا يمكن تحويلها إلى الشكل الغروي أي أنها غير انعكاسية
 - 2- المحبه للمذيب lyophilic : وفيها تكون قوى التجاذب بين الطور المنتشر ووسط الانتشار قوية مثل سول النشا. وهي أكثر ثباتا ويمكن إعادةإعادتها إلى الحالة الغروية عند ترسيبها أي أنها انعكاسية.
- يوجد نوع وسط بين النوعين مثل هيدروكسيد الألومنيوم وهيدروكسيد الحديدك.

مميزات الغرويات الليو فيلية

- 1- الدقائق الغروية في هذه المحاليل مصدرها مواد تذوب بطبيعتها في وسط الانتشار إلا أن حجم دقائقها من الكبر بحيث تقع في النطاق الغروي مثل محاليل الصمغ و الجيلاتين و النشا في الماء
- 2- قد تحمل دقائقها شحنات كهربية و لكنها غالباً غير مشحونة ،في حالة ما إذا كانت مشحونة لا تترسب بسهولة لوجود هذه الشحنات ، و لأن من طبيعة وسط الانتشار أن يحيط بكل دقيقة.
- 3- تتوقف نوع الشحنة الكهربائية الموجودة على دقائق هذا النوع على الوسط المحيط بها لا على طبيعة الدقائق نفسها ، و تكون الشحنات من نوع واحد على جميع دقائق الغروي
- 4- تظهر ظاهرة تئدال ضعيفة لأن معامل انكسار الدقائق المنتشرة لا تختلف كثيراً عن معامل انكسار وسط الانتشار
- 5- اللزوجة والكثافة والتوتر السطحي تكون كبيرة لان الدقائق تحيط نفسها بطبقة كبيرة من وسط الانتشار (الاستذواب) فتتغير خواص وسط الانتشار الطبيعية
- 6- الغرويات الليو فيلية انعكاسية ... بمعنى أن المادة الصلبة الناتجة بعد تبخير وسط الانتشار يمكن إعادتها للحالة الغروية بسهولة فيعطي عند تبريده هلام فمحلول الجيلاتين في الماء الدافئ يعطي عند تبريده هلاماً شفافاً يتحول إلى محلول مرة أخرى بالتسخين.

مميزات الغرويات الليوفوبية

- 1- مصدر الدقائق الغروية مواد لا تذوب بطبيعتها في وسط الانتشار مثل المحاليل الغروية للفلزات و الكبريت.
- 2- دقائقها مشحونة كهربائياً ، و تكون الشحنة على جميع الدقائق من نوع واحد
- 3- يتوقف امتزاز أي نوع من هذه الشحنات على طبيعة المادة التي تتكون منها الدقائق
لأن جميع الدقائق تحمل نفس الشحنة سواء كانت سالبة أو موجبة مما يسبب تنافرها مع بعضها البعض لا يمكن وجود مجموعة غروية كارهة بدون وجود الشحنات الكهربائية
- 4- لزوجة هذه المحاليل لا تختلف كثيراً عن لزوجة وسط الخواص الطبيعية(الانتشار وكذلك الكثافة والتوتر السطحي...)
- 5- تظهر فيها ظاهرة تئدال بوضوح ؛ لأن معامل انكسار وسط الانتشار يختلف كثيراً عن معامل انكسار الصنف المنتشر
- 6- غير انعكاسية ، بمعنى أن جامد الغروي أو الجسم الصلب الناتج من تبخير وسط الانتشار لا يمكن إعادته للحالة الغروية بالطرق البسيطة.

جدول رقم ٥ مقارنة بين خواص الفروباخ الهيدروكربونية والهيدرونيوية

رقم	خواص (Sol) هيدرونيوية	خواص (Sol) هيدروكربونية
١	خواص البروتينات والصبغات	خواص الفلزات والزيوت في الماء
٢	تحات المحلول لغرض لا يحتاج إليه إضافة أي الكتروليت	كيفية صهته جدا من البولكروميت لدرجة لثباته (استقرار) المحلول لغرض
٣	لا يحدث أي تغير أو تحسب عند إضافة أي الكتروليت	إضافة أي كليه من البولكروميت لثباته من تغير و تحسب الصنف المنتشر
٤	التحسب دائما عكس	التحسب دائما غير عكس
٥	لزوجة المحلول أعلى من لزوجة الماء	لزوجة المحلول لغرض تساوي تقريباً لزوجة الماء
٦	الصبغات إما عرجية أو سالبة أو متعادلة وتقع على pH للمحلول	تعمل الجزيئات شحنة كاربونية ومن الصعب تفسيرها
٧	تتركز أولا في جزيئات تحت تأثير مجال كهربي	تتركز الجزيئات تحت تأثير مجال كهربي
٨	تركيز المادة المنتشرة في المحلول من الملحة أنه يكون عاليا	تركيز المادة المنتشرة في المحلول لغرض حقيقي

الغرويات الليو فيلية	الغرويات الليو فوبية
1- محب للسائل	1-كارهه للسائل
2- اذا كان وسط الانتشار ماء سميت (هيدرو فيلية) أى محبه للماء	2- اذا كان وسط الانتشار ماء سميت (هيدرو فوبية) أى كارهه للماء
3-الدقائق الغروية فى هذه المحاليل مصدرها مواد تذوب فى طبيعتها فى وسط الانتشار الا ان حجم جزيئاتها من الكبر بحيث تقع فى النطاق الغروى مثل محاليل الصمغ والجيلاتين والنشا فى الماء .	3-الدقائق الغروية فى هذه المحاليل مصدرها مواد لا تذوب فى طبيعتها فى وسط الانتشار مثل المحاليل الغروية للفلزات والكبريت وهاليدات الفضة
4- غرويات انعكاسية بمعنى ان الجسم الصلب الناتج بعد تبخير وسط الانتشار يمكن اعادته للحالة الغروية بسهولة .	4- غرويات غير انعكاسية بمعنى ان الجسم الصلب الناتج بعد تبخير وسط الانتشار لا يمكن اعادته للحالة الغروية بطريقة بسيطة.
5-لزوجة هذا النوع من الغرويات عالية جدا بمقارنتها بلزوجة وسط الانتشار كما أنها لا ترسب الا بعد اضافة كميات كبيرة من محاليل الالكتروليتات .	5-لزوجة هذا النوع من المحاليل لا تختلف كثيرا عن لزوجة وسط الانتشار وتحتاج لى ترسب أو تتجلط الى كميات قليلة من محاليل الالكتروليتات .

تصنيف درج البنية

يُكلم تصنيف درج تفتت أي مادة (نظام) ينتشر لآثاره:
1- تصنيفه طور قطع الجسم (a) فإن الام الجسم على شكل
كرة يعين لقطر "d" أما إذا الام على شكل مربع وتصنيفه طور
الضلع "a".

2- درج البنية (Degree of dispersion) "D"

وهو على المقدار $D = \frac{1}{a}$ باعده

3- مساحة السطح النوعي (S_{sp}) وهو مساحة السطح الفاصل

لوحده الجسم من السطح المنتشر

ووجد أنه هذه المقادير مترابطة أنه كلما عكس اتجاه

بنيته كلما صغر انحراف الجسيمات كلما زاد درج البنية وكبر

مساحة السطح النوعي

يُكلم تصنيف مساحة السطح النوعي للمادة المنتشرة من الجسيمات

$$S_{sp} = \frac{S_{1,2}}{V}$$

①

حيث أنه $S_{1,2}$ مساحة السطح الجسيم الصنف أو الصنفين من السطح الفاصل

و V الحجم الكلي للمادة المنتشرة

ومن أجل تبسيط حساب التوزيع للسطح النظام إذا علم شكل والمردى الحصص للمياه فمنهالة الجسيمات المتكعبة

$$S_{sp} = S_{1,2} / V = \frac{6L^2}{L^3} = 6/L \quad (2)$$

ومنهالة الجسيمات الكروية

$$S_{sp} = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} = 6/d \quad (3)$$

وعموما نحصل على المعادلة الآتية:

$$S_{sp} = K/a \approx KD \quad (4)$$

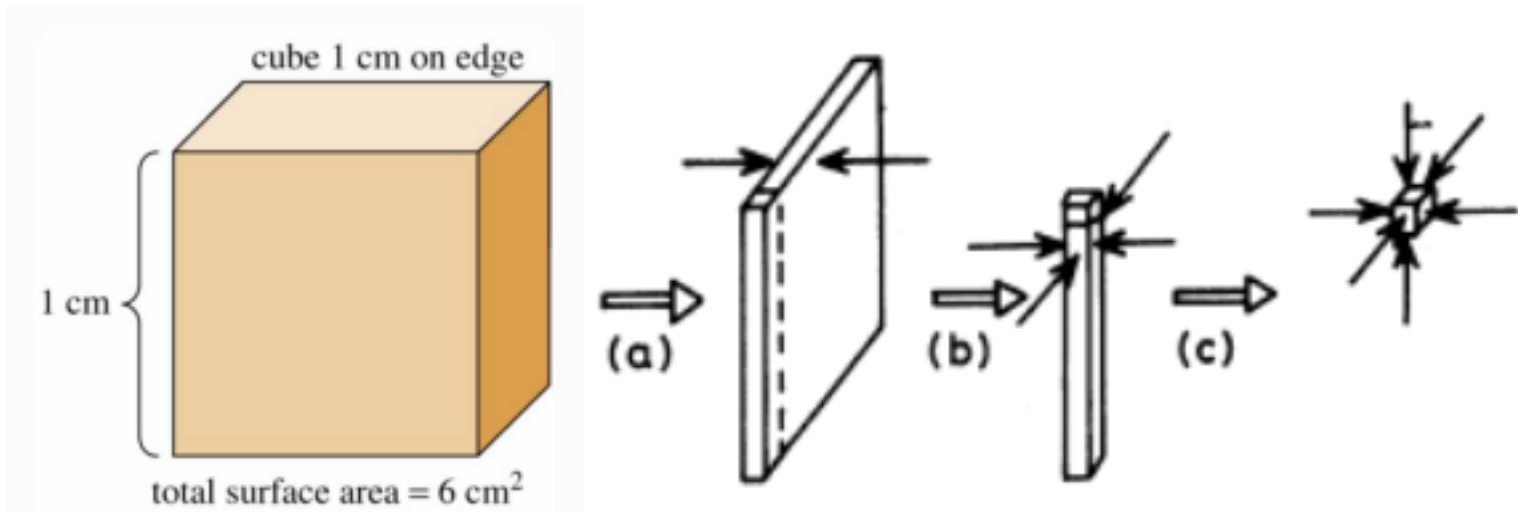
حيث أن K ثابت يعتمد على شكل الجسم وتبسيط المعادلة رقم (4) أنه من السطح النوعي يتناسب طرديا مع ردفع البنية D وتلك بين مع المردى الميسر للجسم ويرجع لتبسيط العلاقة المميزة للمائل المتدوير التي هي السطح الكبر للصف المتكرر وتبسيط المردول رقم 4 لتبسيط من ساحة سطح تكعب مجرد منه اسم فهذا يعطى إلى تلك المعاد

جدول رقم واحد العلاقة بين حجم ومساحة الجسيمات الفلورية

طول ضلع المكعب L cm.	عدد الجسيمات	حجم الجسيمات $\frac{4}{3}\pi r^3$ cm	مساحة سطح المكعب الواحد cm ²	$S_{sp} = \frac{S_{1,2}}{V}$ cm ²
1	1	1	6	6
10^{-1}	10^3	1	6×10^{-2}	6×10
10^{-2}	10^6	1	6×10^{-4}	6×10^2
10^{-3}	10^9	1	6×10^{-6}	6×10^3
10^{-4}	10^{12}	1	6×10^{-8}	6×10^4
10^{-5}	10^{15}	1	6×10^{-10}	6×10^5
10^{-6}	10^{18}	1	6×10^{-12}	6×10^6
10^{-7}	10^{21}	1	6×10^{-14}	6×10^7

ونظرا لكبر سطح الفاصل بين الجسيمات الفلورية تتناثر الجسيمات الفلورية بامتزاز الأيونات والمواد الأخرى على سطحها وتؤدي هذا الامتزاز إلى تجمع الجسيمات الفلورية على الجسيمات مما يمنع تجمعها في تجمعات كبيرة (Coagulation) ، ولذلك عند دراسة الأنتيم الفلورية من المهم دراسة الظواهر التي تحدث على سطح الجسيمات الفلورية .

Surface Effect



The surface area has increased by 1 million times but the volume is the same. This means most of the substance is now on the surface.

ثبات الحاصل الفزوي

تتميز الأنظمة الفزوية بعلم ثباتك له طوله. هذا الختامه
وهو قياسه الناحية العلوية والاصغرية
وتقريباً ^{انما} ثبات الحاصل الفزوي من حيثية **ديناميكاً** **ميكانيكياً**

أولوه وجهه نظر **الديناميكيا الميكانيكيا** فله علم ثبات الأنظمة الفزوية تابع
من **الزيارة** **التبيرة** **والموجبه للطاقة المرحه** التي تتجمع على
السطح الفاصل من النظام. وحيث انه كفاءة السطح هو طاقة حركه
وانه جميع الأنظمة التي تتحرك على زيارة من الطاقة المرحه هو
أنظمة غير مستقره **(بمجرد تأويله)** وهذا ياعد على تحركه ويخلط
الأنظمة الفزوية. حيث في عملية **التحريك** تتقارب وتلتصق
الجسيمات مع بعضها. ولذلك يقل وتكثف **السطح الفاصل** بين
الجسيمات وتقل الطاقة **المرحه للنظام**.
وهو وجهه نظر **الديناميكيا** فانه ثبات ان عدم ثبات الأنظمة
الفزوية **محدد بالبرهان بين الجسيمات** هذه لقوى لزوجته على
الجسيمات هي:

- 1- **قوة التماسك** والالتصاق بين الجسيمات. هذه لقوى تعمل على
جذب الجزيئات لبعضها وتكونين جماعات متراصة مع بعضها
2- **قوة التماسك بين الجسيمات** التي تمنع التحرك
وقوة التماسك له طبيعة العنصر بين الجزيئات من الجزيئات
(قوة فاندر فال). وهذه القوى التي تعمل بين الجزيئات تزداد
سريعا عندما تقل المسافة بين الجسيمات.
أما قوة التماسك فهي قوة كروية تنشأ نتيجة لاقتران
أحد الجزيئات **البركتروستاتيكية** على سطح **الجسيمات** (السطح الفاصل) والوجود
من المحلول. ونتيجة لذلك **الجسيمات** الفزوية لها طبيعة وتركيب
واحد ولذلك **تتجمع** الجسيمات نفسها الذائبة من المحلول
انه تحول على نفسه **التمسك** ولذلك يظهر التماسك بين الجسيمات
الذي يمنع من التقارب وتقل على ما في قوة تمنع عمل قوى التماسك

طرق تحضير الانظمه الغروية

بما أن حجم دقائق الغروي أكبر من جزيئات المحلول الحقيقي و أصغر من المعلق ؛ فإنه يمكن الحصول على الغرويات إما من المعلق و ذلك بتكسير جزيئاته لجعلها مساوية لحجم دقائق الغروي ... أو بتجميع جزيئات المحاليل الحقيقية فتتكون دقائق أكبر تماثل في حجمها دقائق الغروي.

بعض المواد تكون محاليل غروية بمجرد تسخينها بواسطة أنتشار مناسب ومن أمثلة هذه المواد الجيلاتين ،النشا في الماء ويلاحظ أن هذه المواد تكون غرويات ليوفيلية .ولكن محاليل الغرويات اللوفوبية لايمكن تحضيرها الا بطرق خاصة وحيث أن أحجام دقائق المعلقات صغيرة جدا فأن هناك طريقتين لتحضير الغرويات عموما:

1- طرق تعتمد على تفتيت المادة حتى يصبح حجم دقائقها في النظام الغروي وتسمى بطريقة الانتشار .

2- طرق تعتمد على تجميع جزيئات المحاليل الحقيقية حتى تكبر ويصبح حجمها لا في النظام الغروي وتسمى بالتجميع أو التكثيف

أولا : الغرويات الكارهه **lyophobic sol** :

طرق تحضيرها:

أولا: طرق التشتيت أو الانتشار **dispersion**: تكون المادة على هيئة كتل

تفتت إلى جزيئات صغيرة. وهناك 3 طرق للانتشار:

i - انتشار ميكانيكي: يمرر المعلق الخشن خلال قرصين يدوران بسرعة

عالية في اتجاهين متضادين مثل طاحونة الغراء

ii- الانتشار بالكهرباء: طريقة القوس الكهربى لبريدج وفيها يتم تبخر الفلزات

بواسطة شرارة كهربية **electric arc** ثم يتكثف البخار بالتبريد متحولا

إلى جسيمات ذات حجم غروي مثل الفضة والذهب.

iii- الببتزة **peptization** : وذلك برج المادة الصلبة مع محلول مخفف

محتويا على الأيون المشترك فتنتشر إلى جسيمات غروية.

وتسمى المادة المحتوية على الأيون المشترك بعامل الببتزة ويمكن عمل الببتزة للغراء والصبغ والجيلاتين بواسطة الماء وببتزة هيدروكسيد الحديد بإضافة كمية صغيرة من كلوريد الحديد في الماء.

VI- استخدام موجات فوق صوتية:

حيث أن تردداتها عالية وطاقمها الميكانيكية عالية فتستخدم لتفتيت الفلزات إلى جسيمات في نطاق حجم الجسيمات الغروانية.

ثانيا: طرق التكثيف:

تعتمد على تكوين المادة الغروية من جزيئات المحاليل الحقيقية ويتم على خطوتين:

- تحضير محلول فوق مشبع.
- بلورة المادة مع الوقت إلى الحجم الغروي بضبط درجة الحرارة

1- Dispersion methods

Mechanical

Using crusher, mill, mixer

Electro-dispersion

using the instruments for electrolytic spraying

Acoustic

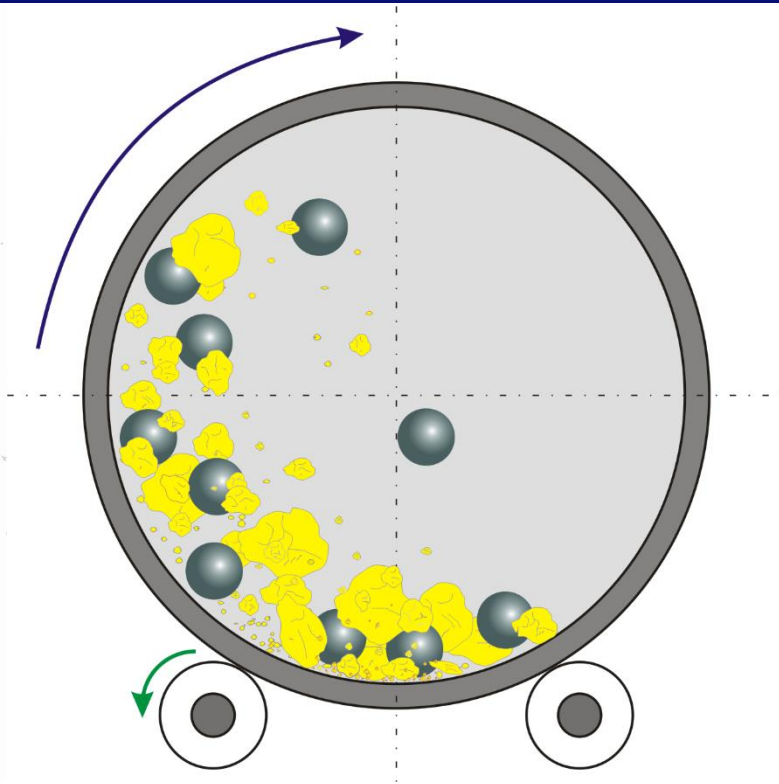
using ultrasound

Peptization

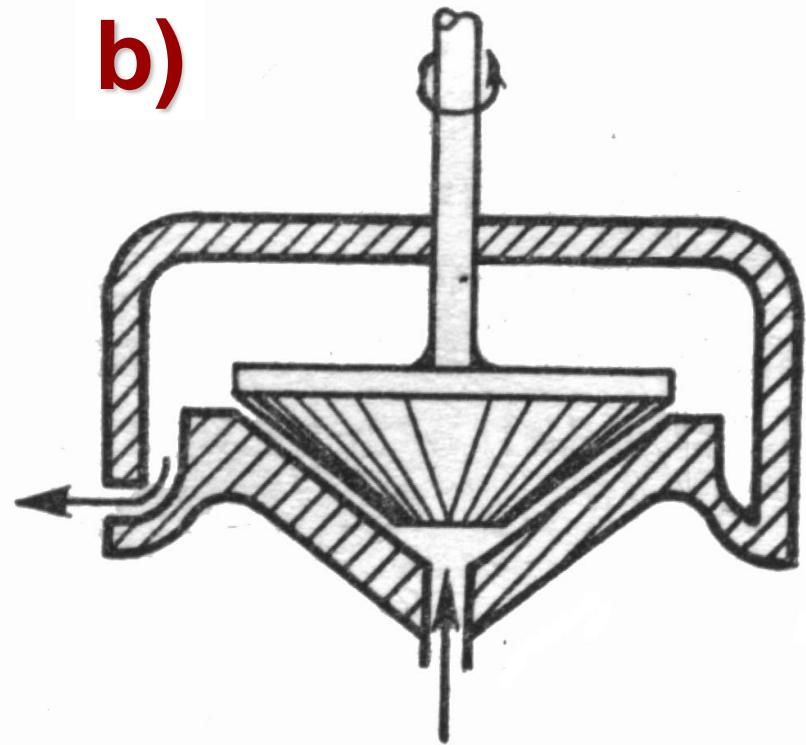
Mechanical methods

(a) Ball and (b) colloid mill

a)



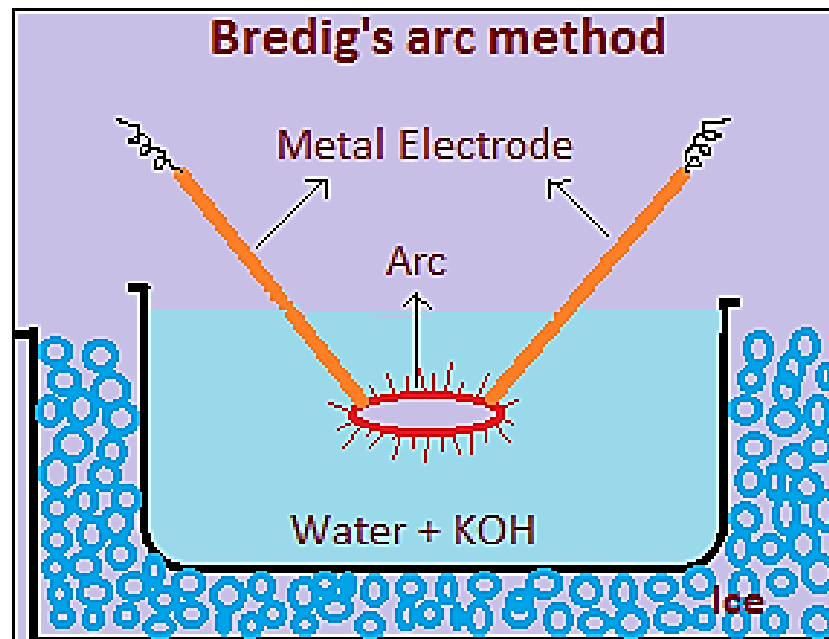
b)



Electro-dispersion

(Bredig's arc method)

- This method is employed for obtaining colloidal solutions of metals e.g. silver, gold, platinum



Ultrasonic-dispersion



3. الببتنة Peptization (أو التجزئ) :

وهي عملية يمكن بواسطتها تحويل المادة من حالة غير غروية إلى حالة غروية ، ويكون هذا التعريف محددًا إلى عملية تنفتت فيها المادة إلى جسيمات ذات حجم غروي بتأثير مذيب أو أي مادة مضافة ، تعرف بالعامل المجزئ. (**Peptizing agent**) وتعتمد الببتنة بصفة عامة على إمتزاز الوسط الناشر بواسطة الصنف المنتشر ، وهذا ممكن الحدوث في حالة المواد التي تكون صولا محبا للمذيب (lyophilic sol). فالنشا ، والدكستريين ، والآجار والصابون تمتز بسهولة بواسطة الماء ، فحيث أنها محبة للماء ، فإنها سوف تمتز الماء بسهولة .
ونترات السيليلوز ليوفيلي أي محب للمذيب بالنسبة لعدد من المذيبات العضوية ، مثل خلات الأميل ، والأسيتون ، وفي هذه الأمثلة يكون المذيب نفسه هو عامل الإمتزاز .

الببتنة هي عملية معاكسة لعملية التجلط coagulation
مثال رج راسب هيدروكسيد الحديدك مع قليل من كلوريد الحديدك
يتكون نظام غروة من هيدروكسيد الحديدك لونة بني محمر

طرق التكتيف

تبادل المذيب (طرق فيزيائية)

إضافة زيادة من الماء على محلول كحولى من الفسفور او الكبريت
يتكون نظام غروى.

امرار غاز من معدم ما مثل الزئبق عل سطح الماء
التفاعلات الكيميائية

التبادل المزدوج

تكون كبريتيد الزرنيخ



الاكسدة

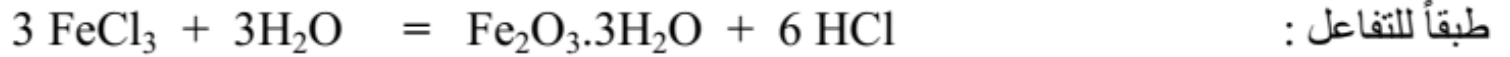


الاختزال



3- التحلل المائي Hydrolysis :

تستخدم هذه الطريقة في تحضير صول الأوكسيد ، أو هيدروكسيد . إذ يمكن تحضير صول أكسيد الحديد (III) بصب محلول كلوريد الحديد (III) في حجم كبير من الماء المغلي (أو يغلي المحلول لمدة طويلة)، ويتغير لون كلوريد الحديد (III) من الأصفر الفاتح ، إلى البني المشوب بحمرة ، وذلك لتكون محلول غروي من هيدروكسيد الحديد (III)



تنقية الأنظمة الغروية

تنقية المحاليل الغروية Purification of Colloidal Solutions

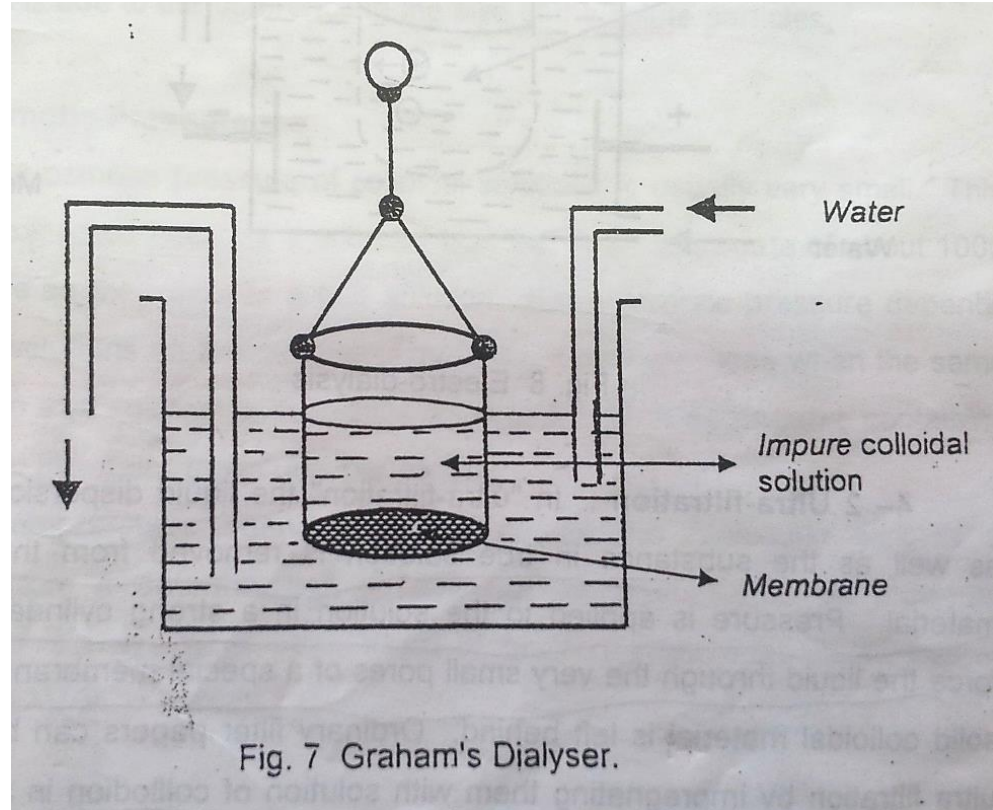
كما هو موضح في آخر هذا الجزء ، فإن وجود إلكتروليتات في المعلق الغروي يميل إلى ترسيب الغروي ، ولكي يمكن الحصول على صول ثابت ، فإنه من الضروري إزالة الأيونات كلما أمكن ذلك . ويمكن تحقيق تنقية الصول من الأيونات الموجودة بطريقتين أساسيتين هما فوق الترشيح (ultrafiltration) والدياليز (dialysis)، وتعرف بطريقة الفصل الغشائي .



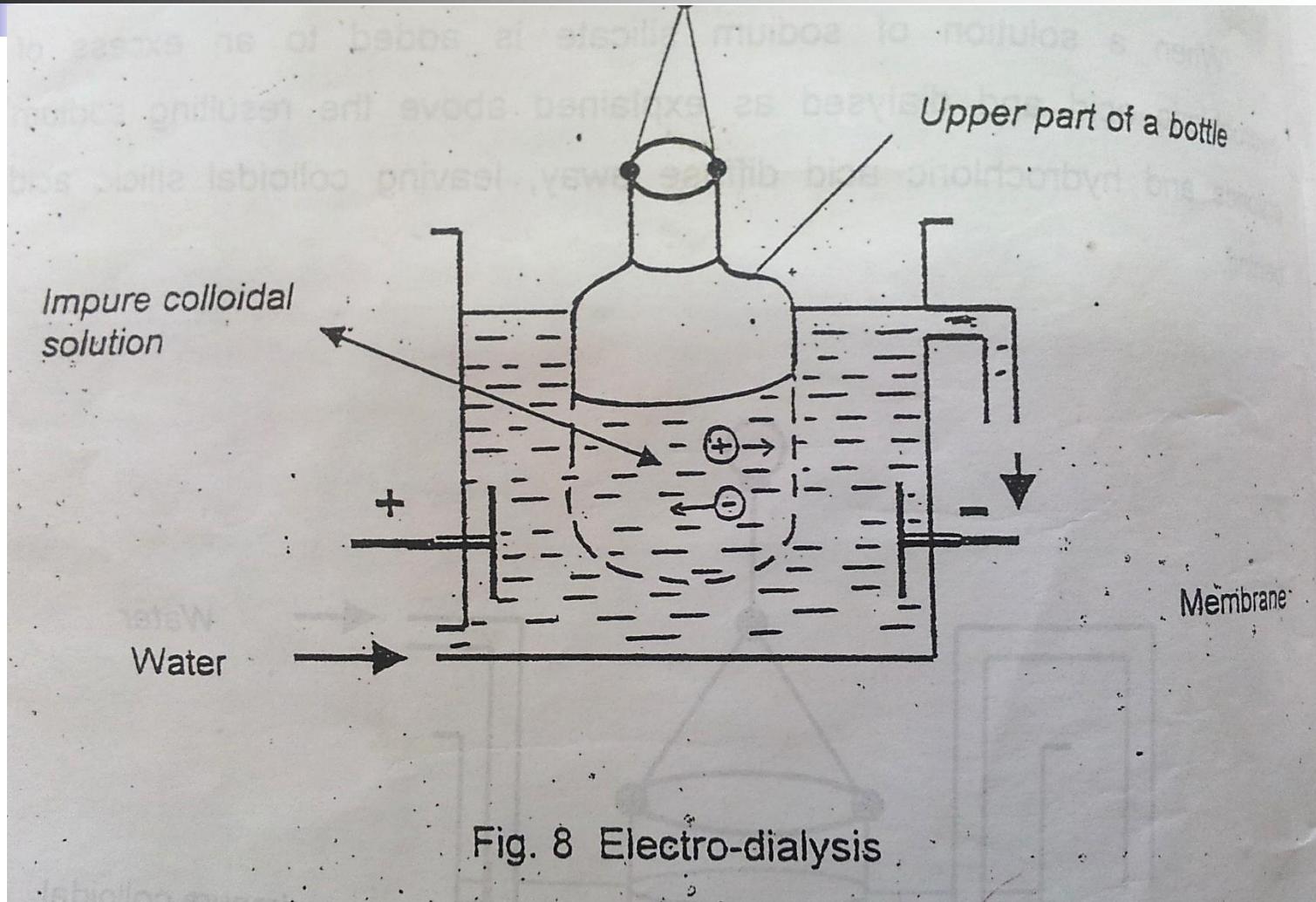
الفصل الغشائي Dialysis

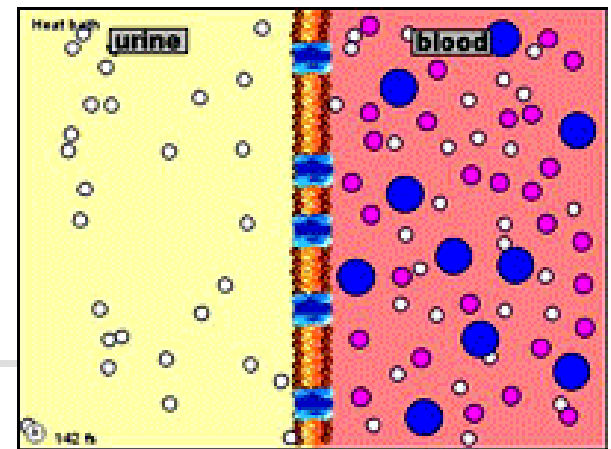
- الالكتروليتات تساعد في ترسيب النظام الغروي لذلك لابد التخلص منها

1- الفصل الغشائي



الفصل الغشائي الكهربى





2- Electrodialysis:

- In the dialysis unit, the movement of ions across the membrane can be speeded up by applying an electric current through the electrodes induced in the solution.
- The most important use of dialysis is the purification of blood in artificial kidney machines.
- The dialysis membrane allows small particles (ions) to pass through but the colloidal size particles (haemoglobin) do not pass through the membrane.

الخواص العامة :

للغرويات وكذلك المحاليل الحقيقية خواص عامة ولكن قيم هذه الخواص في حالة الغرويات أقل بكثير من نظيراتها في حالة المحاليل الحقيقية ويرجع ذلك الى الاختلاف الكبير بين حجم الدقائق في كل منها فالوزن المعين من مادة ما ينتج في المحلول الغروي عددا من الدقائق أقل بكثير من عدد الجزيئات أو الايونات التي ينتجها نفس الوزن في محلول حقيقى ومن المعروف أن الخواص العامة للمحاليل تعتمد على عدد دقائق المادة في المحلول لاعلى طبيعتها .

<https://opentextbc.ca/chemistry/chapter/11-5-colloids/>

3. خواص ضوئية Optical Properties

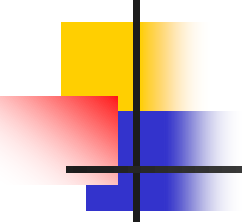
إذا مر شعاع ضوئي في محلول حقيقي مثل كلوريد الصوديوم في الماء ، فإن هذا الشعاع لا يمكن رؤيته في المحلول إذا نظر إليه في اتجاه عمودي مع إتجاه مساره ، وذلك لأن جزءاً من الضوء يمتصه المحلول ، وينفذ الباقي . أما إذا أمر الشعاع خلال محلول غروي ، فإنه يظهر بوضوح على هيئة ضوء مشتت ، ويعزى ذلك إلى دقائق الغروي (نظراً لكبر حجمها بالنسبة لدقائق المحلول الحقيقي) لها القدرة على تشتيت الضوء، وتعرف هذه الظاهرة بتأثير تندال (Tyndall effect) ، وقد لاحظ تندال أن منطقة الضوء المشتت أكبر من حجم الجسيم نفسه ، وأحيانا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، وتكون بعض أنواع الصول ملونة ، موضحة أنها تمتص بعض الأطوال الموجية ، فقد يبدو صول الذهب أحمر ، وأزرق ، اعتماد على حجم الجسيم ، فإذا مر شعاع ضوئي شديد خلال الصول سوف نلاحظ الضوء المشتت خلال الميكروسكوب عند النظر عمودياً على اتجاه الشعاع ، ويمكن إدراك عدد الدقائق أو الجسيمات المعلقة في الوسط الناشر وتحديد أشكالها بصفة تقريبية ، وحيث أن مدى التشتت الضوئي يعتمد على مدى الاختلاف بين معاملي انكسار المادة المنتشرة ووسط الانتشار ، فإن ظاهرة تندال هذه تكون أكثر وضوحاً في حالة الغرويات اللبوفيلية ، عنها في حالة الغرويات اللبوفيلية ، وذلك لأن ارتباط جزئيات وسط الانتشار بالدقيقة الغروية اللبوفيلية يلاشي إلى حد كبير الفرق بين معاملي انكسار المادة المنتشرة ووسط الانتشار. والجهاز المستعمل لرؤية هذه الظاهرة يعرف بفوق الميكروسكوب ، وبواسطته تظهر الدقائق كنقط مضيئة في وسط معتم.

-1- خواص ضوئية

-ظاهرة تندال Tyndall Effect

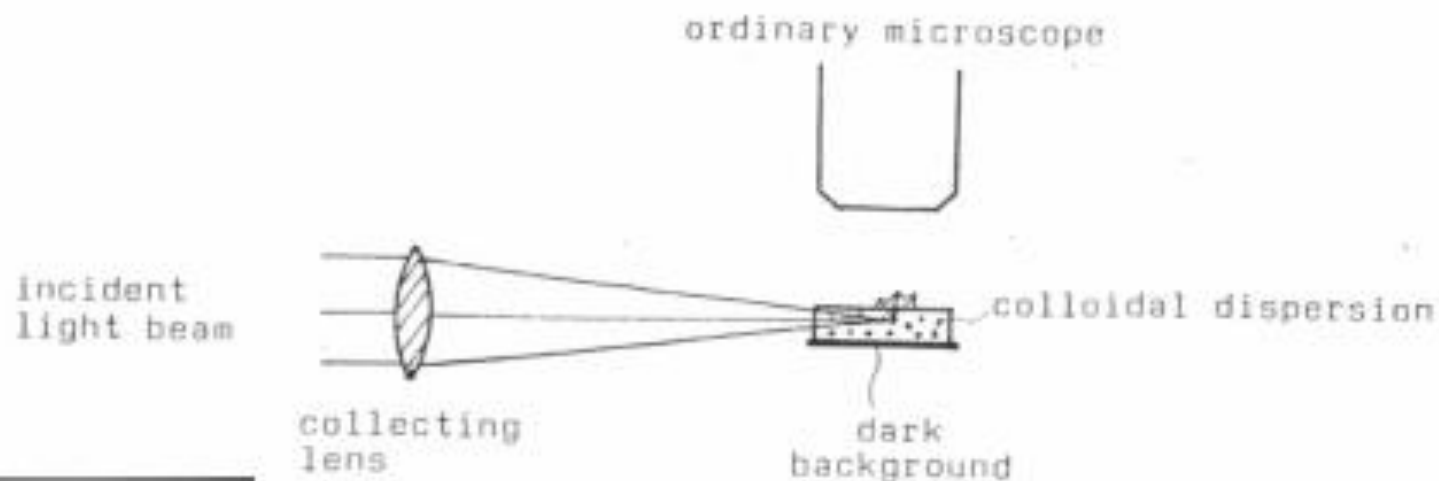
يمكن تمييز الغرويات عن المحاليل الحقيقية من خلال ظاهرة تندال ، فعندما يمر شعاع ضوئي خلال **محلول حقيقي** في كأس زجاجي شفاف فإن **مسار الشعاع الضوئي لا يمكن مشاهدته** خلال المحلول الحقيقي لأن المحلول يشتت الضوء تشتيتاً ضعيفاً ، بينما عند مرور الشعاع الضوئي **خلال الغروي** فإنه يمكن مشاهدة ذلك الشعاع خلاله و السبب في ذلك يعود إلى أن الغروي يعمل على **تشتيت الأشعة** المارة خلاله و هذا ما يعرف بظاهرة تندال نسبة إلى العالم الفيزيائي جون تندال ويعزى ذلك الى أن دقائق الغروي (نظرا لكبر حجمها بالنسبة لدقائق المحلول الحقيقي) لها القدرة على تشتيت الضوء ويكون فعلها في المحلول مثل فعل الغبار المعلق في الهواء .بالنسبة لأشعة الشمس ويحدث تشتت الضوء دائما عندما تخترق أشعة الشمس وسطا غير متجانس وذلك بفعل الدقائق المادية الصغيرة المتناثرة .

وتظهر ظاهرة تندال في الغرويات اللئوفوبية قوية والسبب في ذلك هو اعتماد مدى التشتت الضوئي على مدى الاختلاف بين معاملى انكسار المادة المنتشرة ووسط الانتشار فكلما كان مدى الاختلاف كبير كلما زاد التشتت الضوئي وبناء عليه تصبح ظاهرة تندال قوية .ولكن في حالة الغرويات اللئوفيلية نجد أن ارتباط جزيئات وسط الانتشار بالدقيقة الغروية يلاشى الى حد كبير الفرق بين معاملى انكسار المادة المنتشرة ووسط الانتشار ولذلك تظهر ظاهرة تندال ضعيفة .



The Faraday-Tyndall effect.

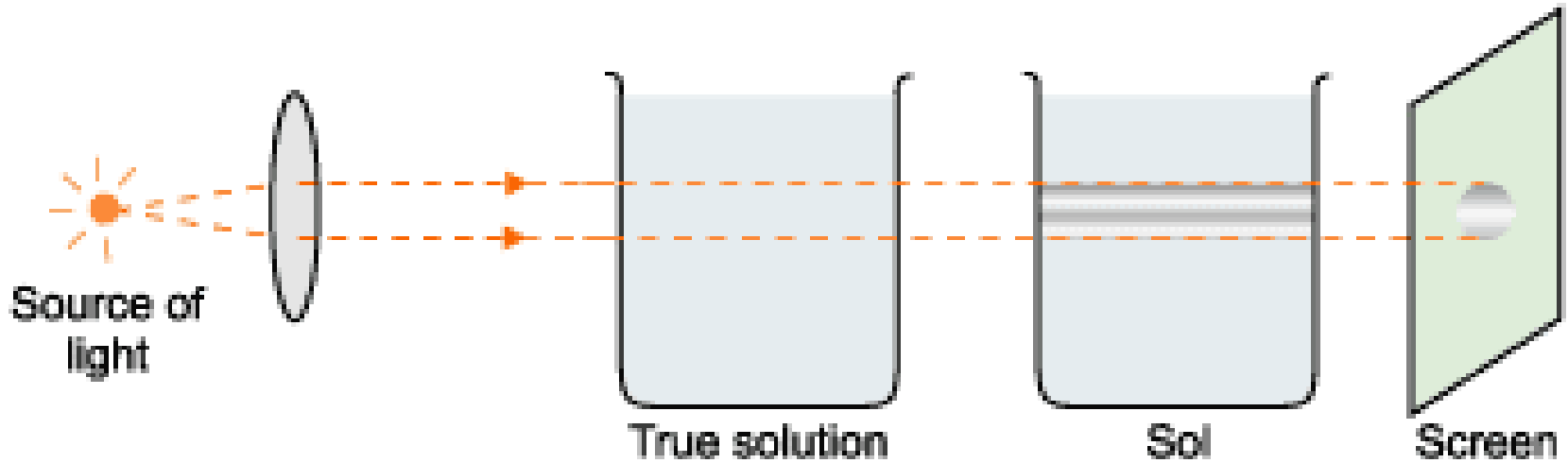
Dark-field microscopy: the ultramicroscope.



Zsigmondy, 1903

خواص الأنظمة الغروية

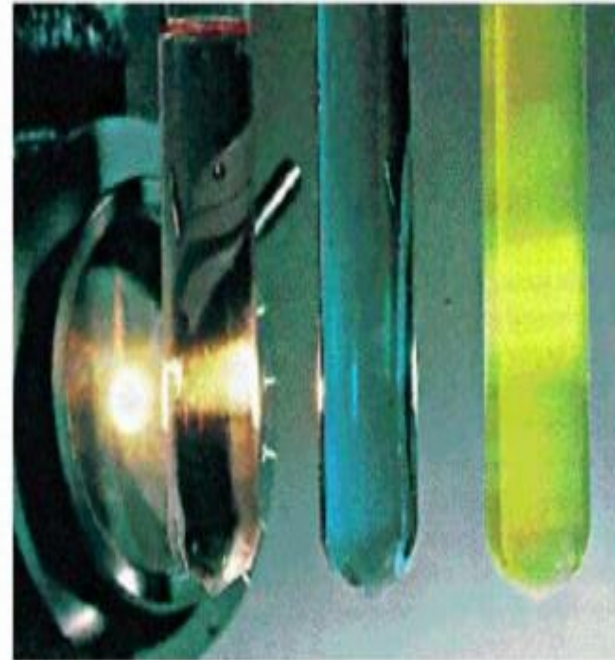
الخواص الضوئية Tyndall effect :



Quite strong in lyophobic colloids while in lyophilic colloids it is quite weak.



Unlike solutions, colloidal suspensions exhibit light scattering.



Tyndall effect

1. purple gold sol
2. copper sulfate solution
3. iron(III) hydroxide colloid

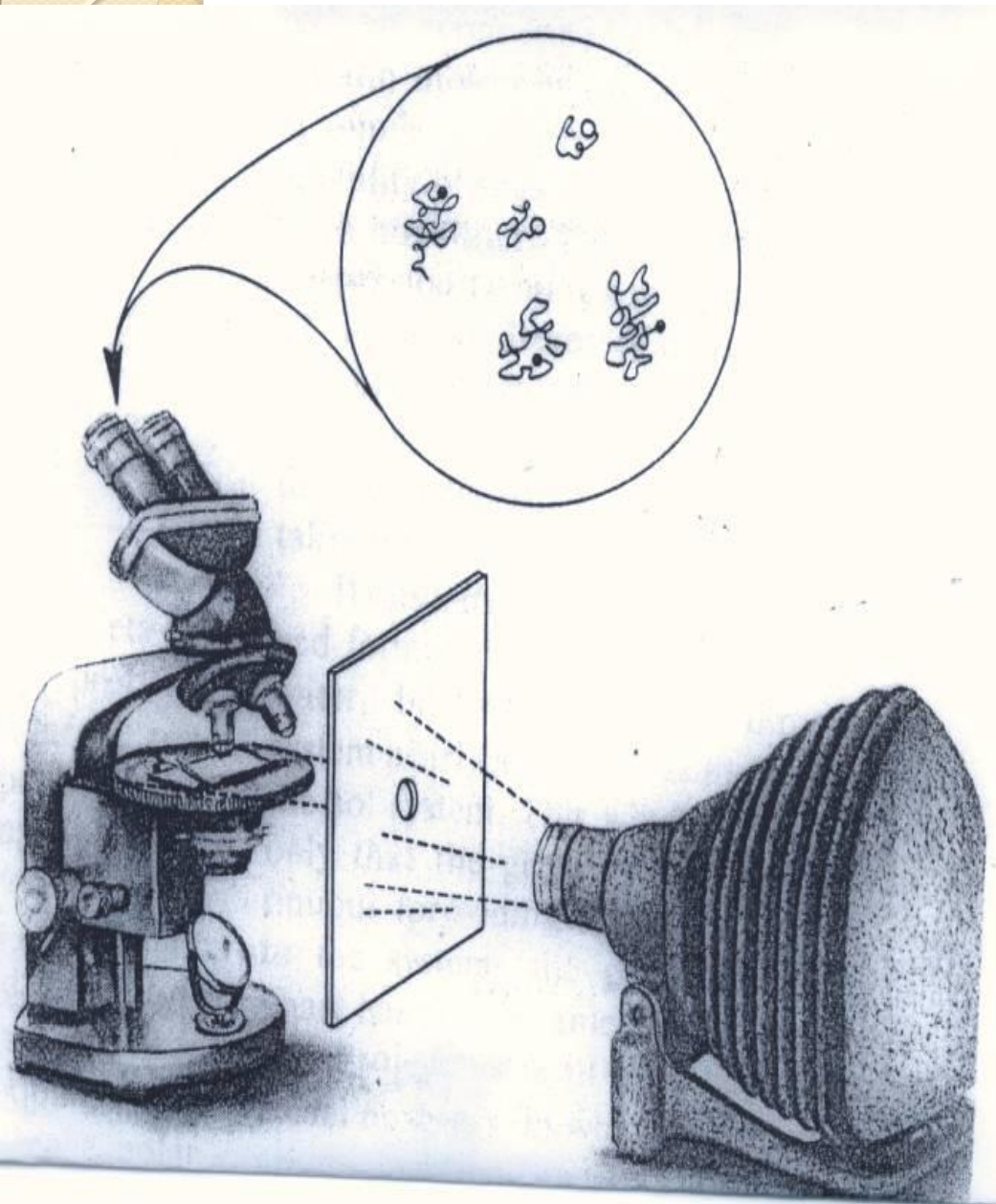


We are going to emulate the Rayleigh scattering produced in the sky using Tyndall scattering

لماذا تبدو السماء بالأزرق ؟

إن أشعة الشمس تمر خلال الغروي (ذرات الغبار في الهواء) فتعمل على بعثرة و تشتيت اللون الأزرق ذو الطول الموجي القصير ...أي أن الموجات الضوئية القصيرة ذات التردد العالي (كالأزرق و البنفسجي) تصطدم بالجسيمات الموجودة في الهواء الجوي الأمر الذي يؤدي على تشتتها





الصفات العامة للغرويات :

الحركة البراونية في
المحاليل الغروية.

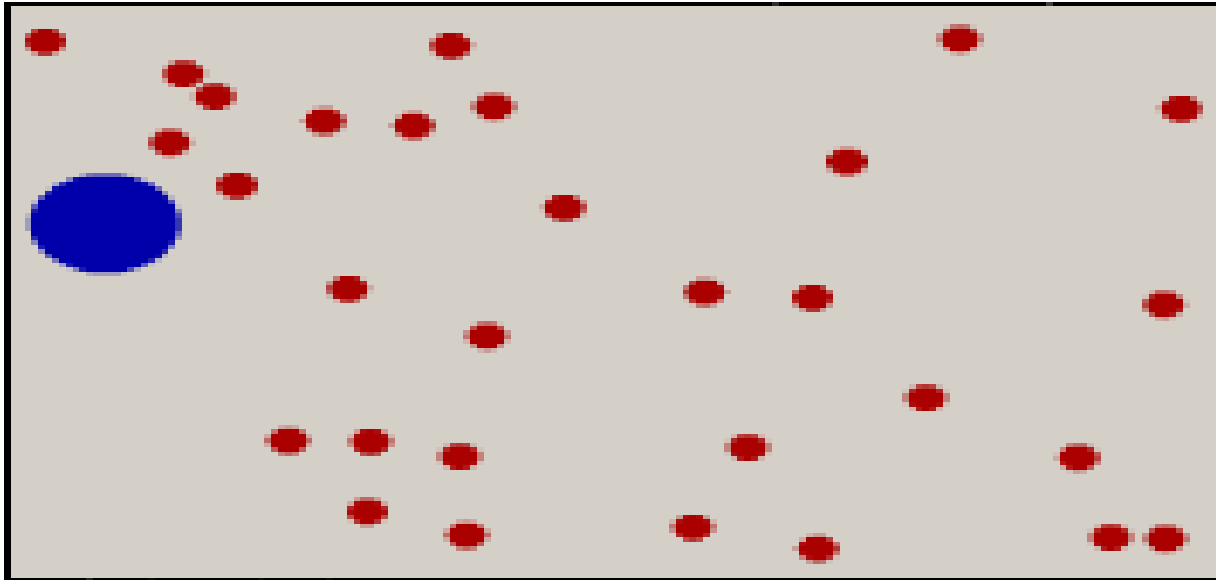
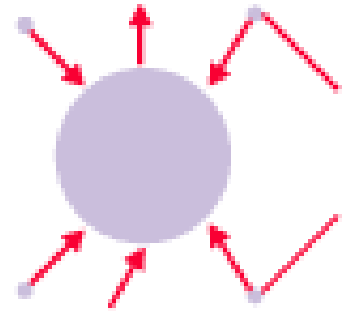
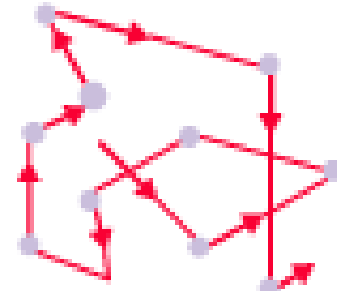
-خواص حركية - الحركة البروانية Brawnian Movement

لاحظ عالم النبات بروان أن دقائق الغروي في حركة مستمرة على خط مستقيم ، إلا أن تلك الدقائق تصطدم بجزيئات الوسط المشتت و بالتالي تغير في اتجاهها ، و ذلك الاتجاه يكون بخط مستقيم ... مما يجعل حركة دقائق الغروي تشبه حركة الزيغزاج Zig-zag (متعرجة) و قد استدل بروان على ذلك عندما لاحظ أن حبوب اللقاح المعلقة في الماء تتحرك دائماً حركة عشوائية مستمرة في مسار متعرج ... فسميت هذه الحركة بالحركة البروانية Brawnian Movement نسبة إليه .

يعزى سبب هذه الحركة إلى عاملين : الأول هو تنافر دقائق الغروي نتيجة تشابه الشحنات على كل منها ، **و العامل الثاني** هو تصادم دقائق الغروي مع جزيئات السائل . و كلما زادت لزوجة السائل أي تقاربت جزيئاته كلما قلت الحركة البروانية لقلّة الفراغ الذي يمكن أن تتحرك فيه بحرية غير أن صغر حجم دقائق الغروي يعطي فرصة لزيادة الحركة البروانية

Properties of colloids

Brownian حركة براون: Zig-zag movement of colloidal particles in a colloidal sol



Click on a big blue particle and drag it around (if you want...)



ترسيب الغرويات Colloidal Coagulates

إن ثبات الغروي يرجع إلى وجود الشحنة الكهربائية حول الدقائق - و يمكن ترسيب الغروي بإزالة هذه الشحنة و ذلك بإضافة زيادة من المحاليل الإلكتروليتية - فبالرغم من أن وجود الإلكتروليتات بكمية صغيرة لازم للحصول على دقائق غروية مشحونة (ثابتة) ؛ إلا أن وجودها بنسبة كبيرة يؤدي إلى تعادل شحنات دقائق الغروي بفعل الأيونات المخالفة لها في الشحنة و التي تتوفر في الكمية الكبيرة من المحلول الإلكتروليتي.

مثلاً غروي هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_3$ هو غروي موجب ، فإذا أضفنا محلول كلوريد الصوديوم ($NaCl$ إلكتروليت) فإن الشحنة الموجبة لن تلعب أي دور يذكر ، بينما أيون الكلوريد السالب يتجاذب مع جزيئات الغروي فيكوّن الراسب . و من الأمثلة المألوفة استعمال الشب أو كلوريد الحديد لإيقاف النزيف ، فالدم غروي سالب الشحنة بينما أيونات الحديد موجبة الشحنة فهي مجلطة قوية للدم . و قد توصل كل من هاردي و شلز **Hardy & Schultze** إلى أن الأيون الفعال في ترسيب أو تجلط الغرويات هو الأيون ذو الشحنة المخالفة لشحنة دقائق الغروي ، كما أن قدرة الأيون ذو الشحنة الأكبر في عملية الترسيب أكبر من الأيون ذو الشحنة الأقل ... فمثلاً أيونات الكالسيوم $2+$ أكبر أثراً من أيونات الصوديوم $1+$ ، و أيونات الحديد $3+$ أكبر من السابقتين و هكذا .

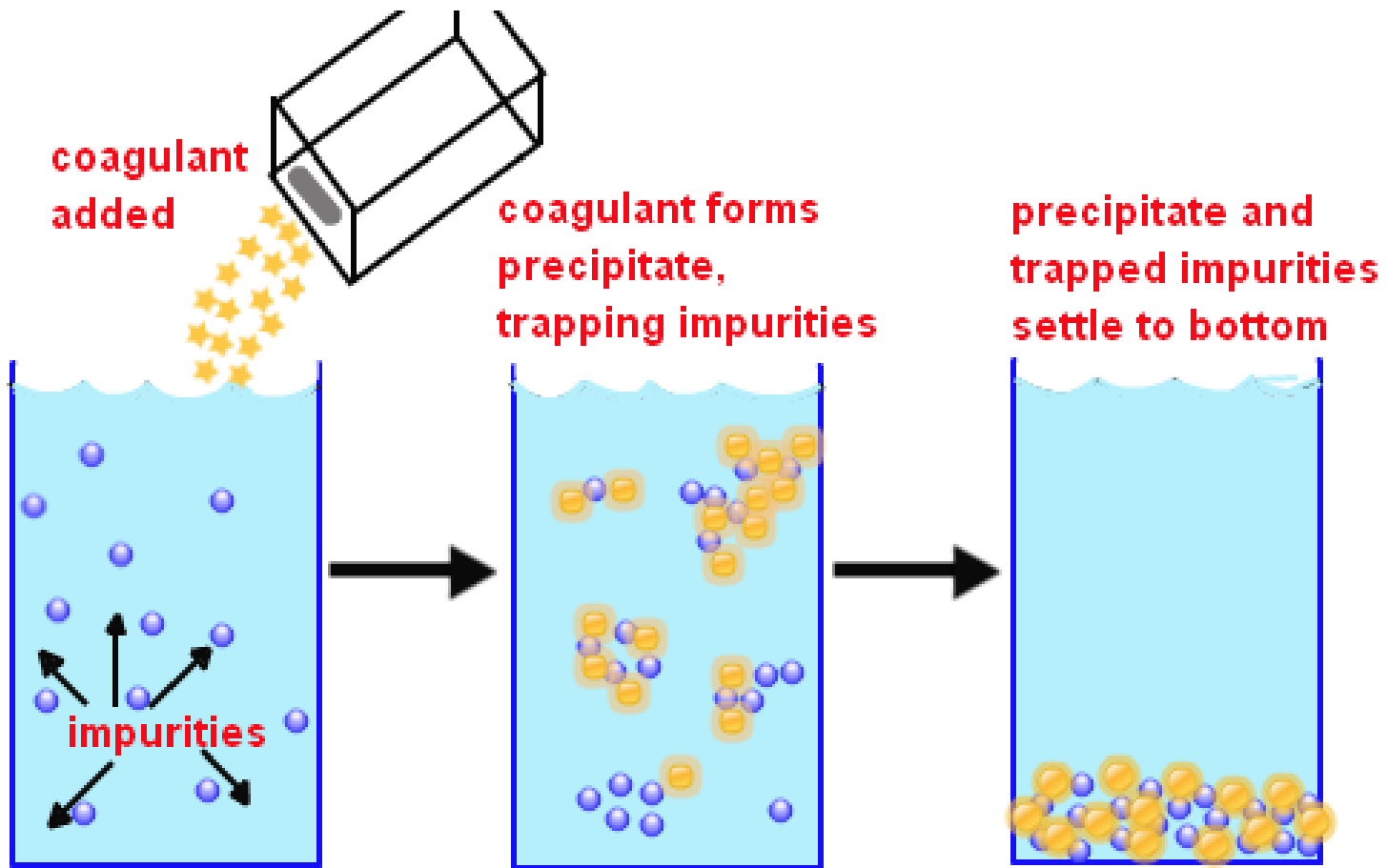




stable $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sol



The sol undergoes coagulation upon the addition of $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ solution



Properties of colloids

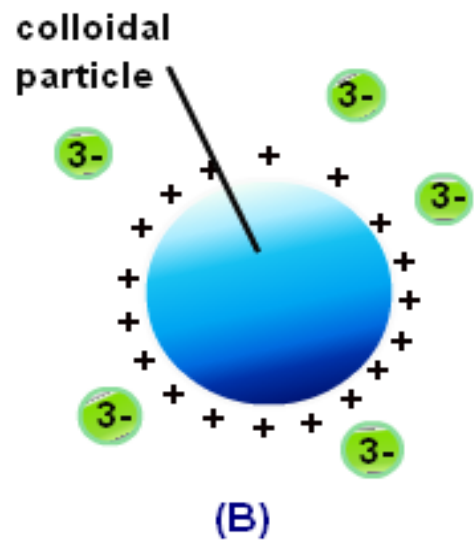
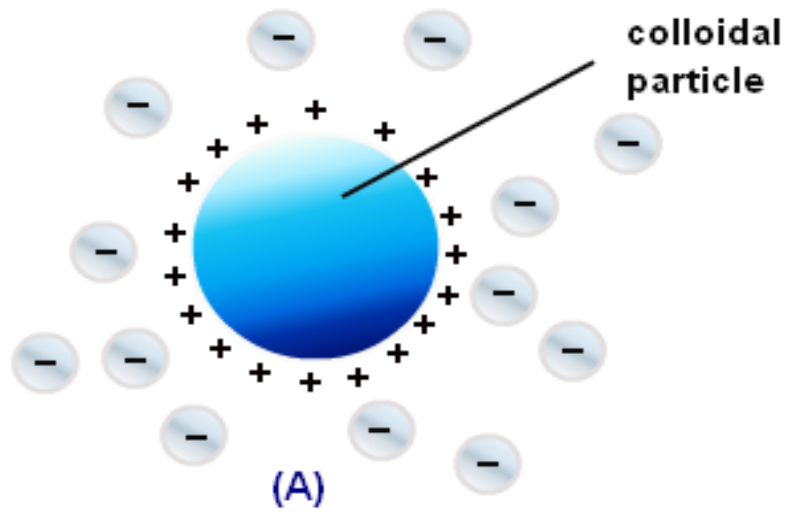
Hardy Schulze law : Coagulating power of an electrolyte increases rapidly with the increase in the valency of cation or anion.

For negatively charged sol, the coagulating power of electrolytes are



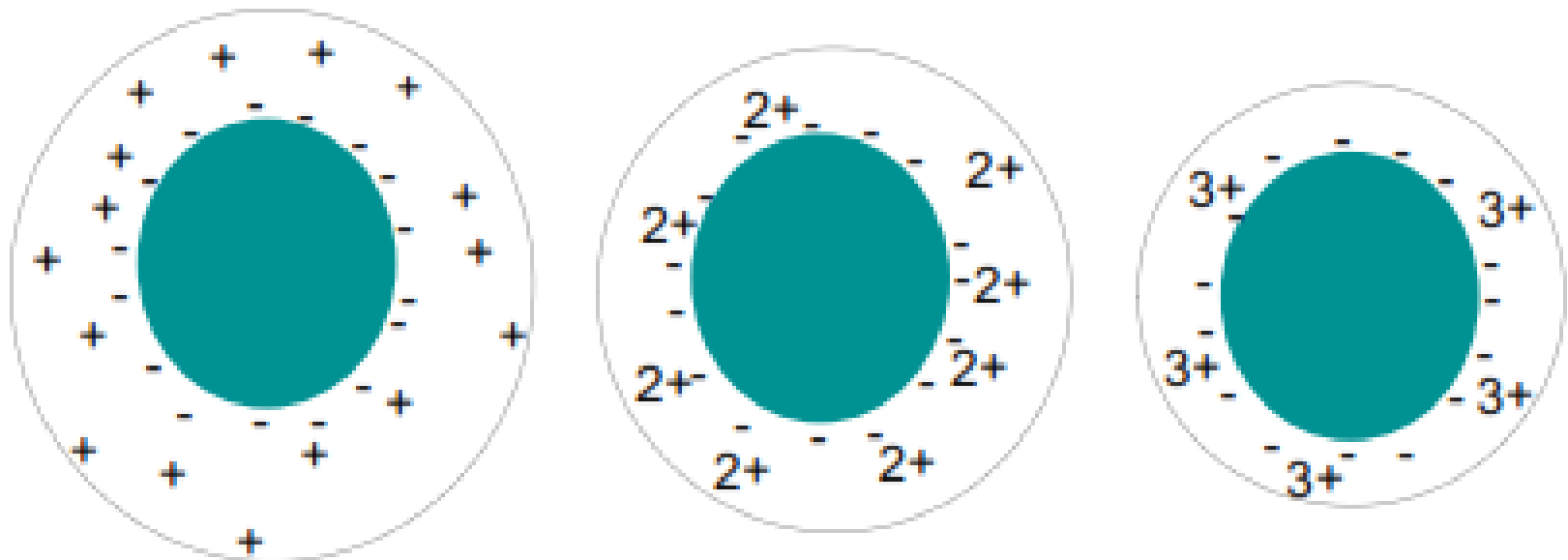
For positively charged, then the coagulating power of electrolytes follow the following order:

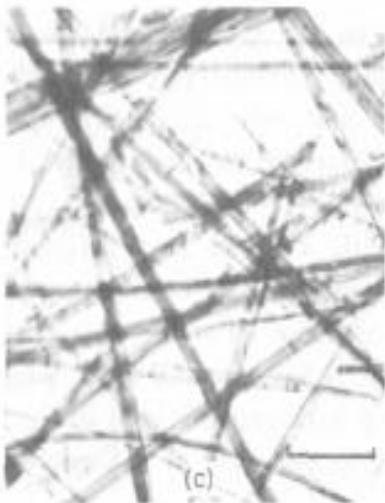
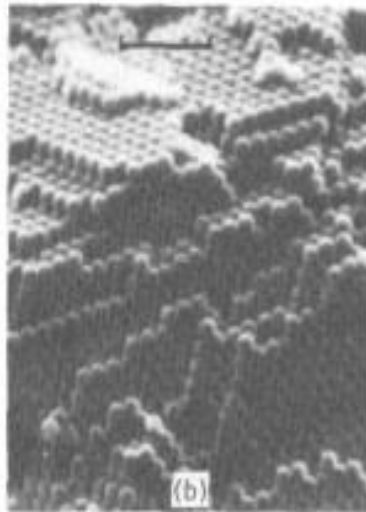
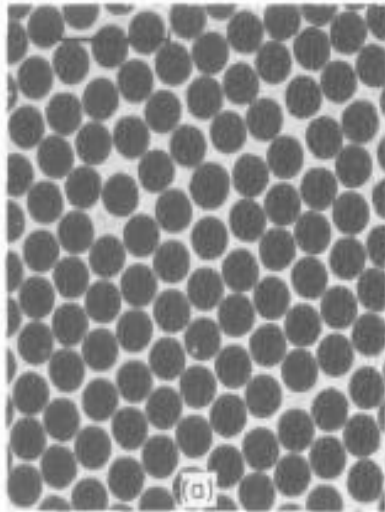




Hardy-Schulze Rule

- Flocculation is controlled by the valency of the counter-ion (added electrolyte with charge opposite that of the particle surface)
- Fewer 3+ ions than 2+ than 1+ ions are needed to cancel out colloid charge on negatively charged colloid → *more compact* counter-ion cloud (the critical coagulation concentration is lower for 3+ than 2+)





Colloid systems may have a large variety of shapes and structures:

a) spherical particles of monodisperse polystyrene latex;

b) 3D colloidal crystal of monodisperse latex particles

c) asbestos fibres

d) thin plates of kaolinite

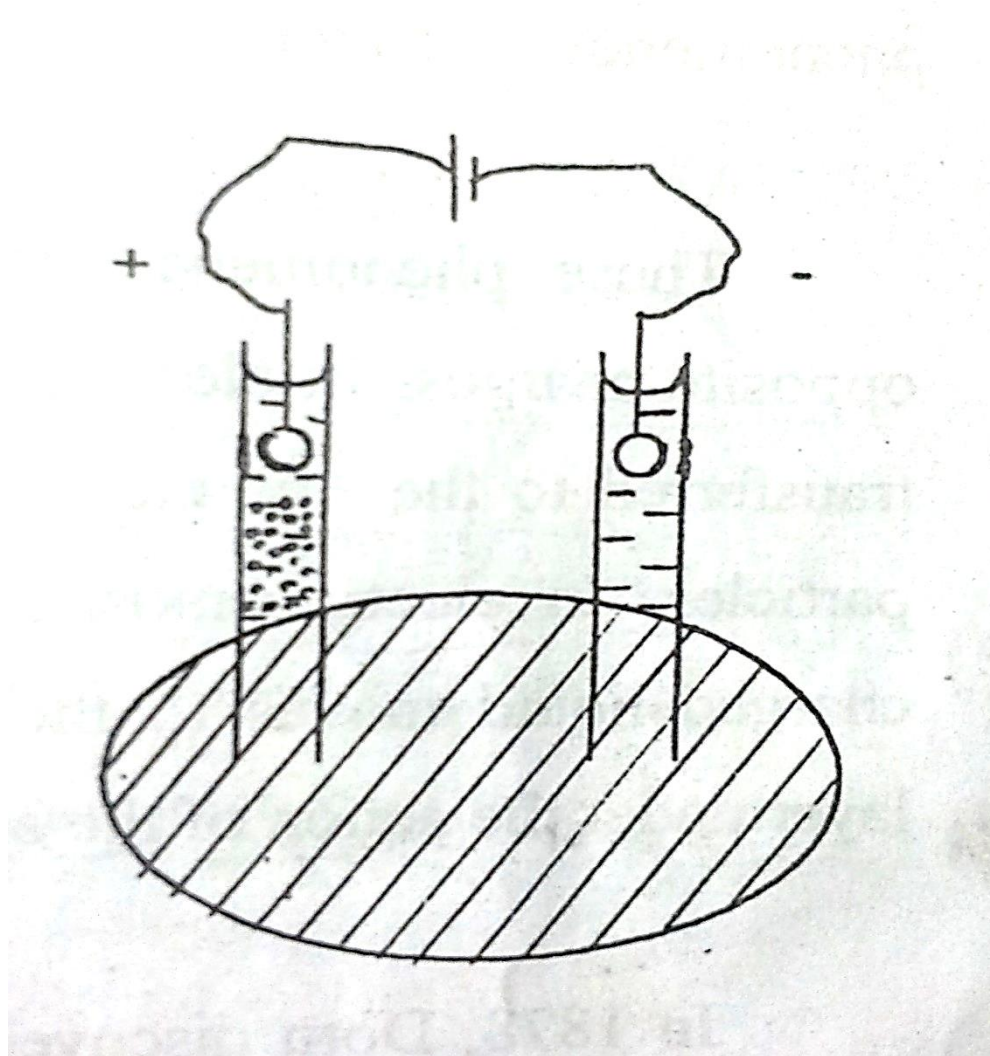
خواص كهربية

ما هو مصدر الشحنة الموجودة على الدقائق الغروية ؟

تحتوي المحاليل الحقيقية على الأيونات الموجبة و السالبة معاً ... كما في محلول كلوريد الصوديوم ، أو قد تكون متعادلة كمحلول السكر ... بينما دقائق الغرويات تكون دائماً مشحونة بشحنة إما سالبة أو موجبة. يمكن الاستدلال على وجود الشحنة الكهربية على دقائق الغروي إذا وضع تحت تأثير مجال كهربي (فرق جهد كهربي) فإن دقائق الغروي تتحرك في اتجاه واحد ، ناحية القطب الموجب أو القطب السالب ، مما يدل على أن الدقائق الغروية مشحونة كهربياً من نوع واحد فقط . و تسمى عملية هجرة الدقائق في الحالة الغروية تحت تأثير المجال الكهربي الكترولفوريسيز Electrophoresis

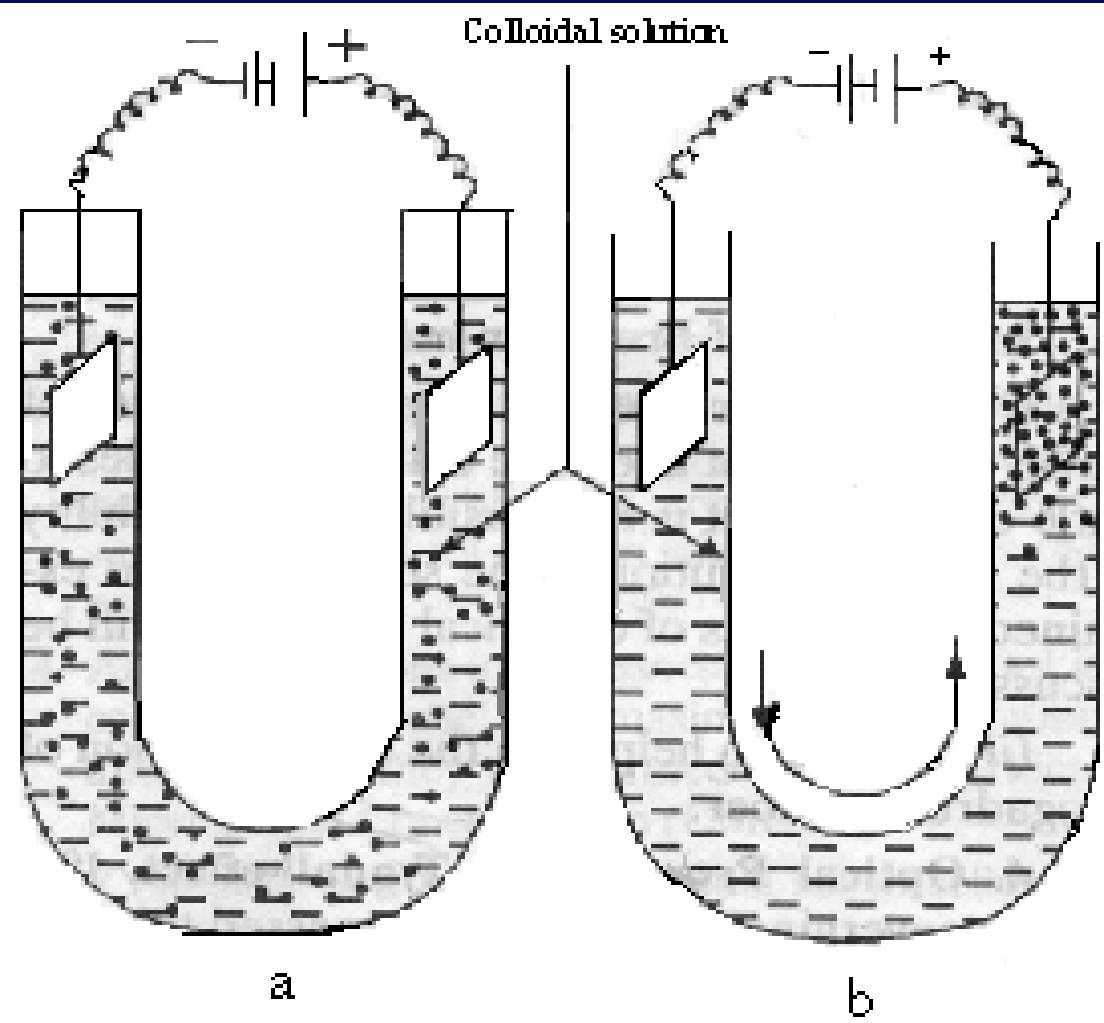


الصفات الكهربائية للمغرويات : اكتشاف الشحنة الكهربائية للمغرويات



الالكتروفوريز Electrophoresis

حركة الصنف المنتشر تحت تاثير المجال الكهربى

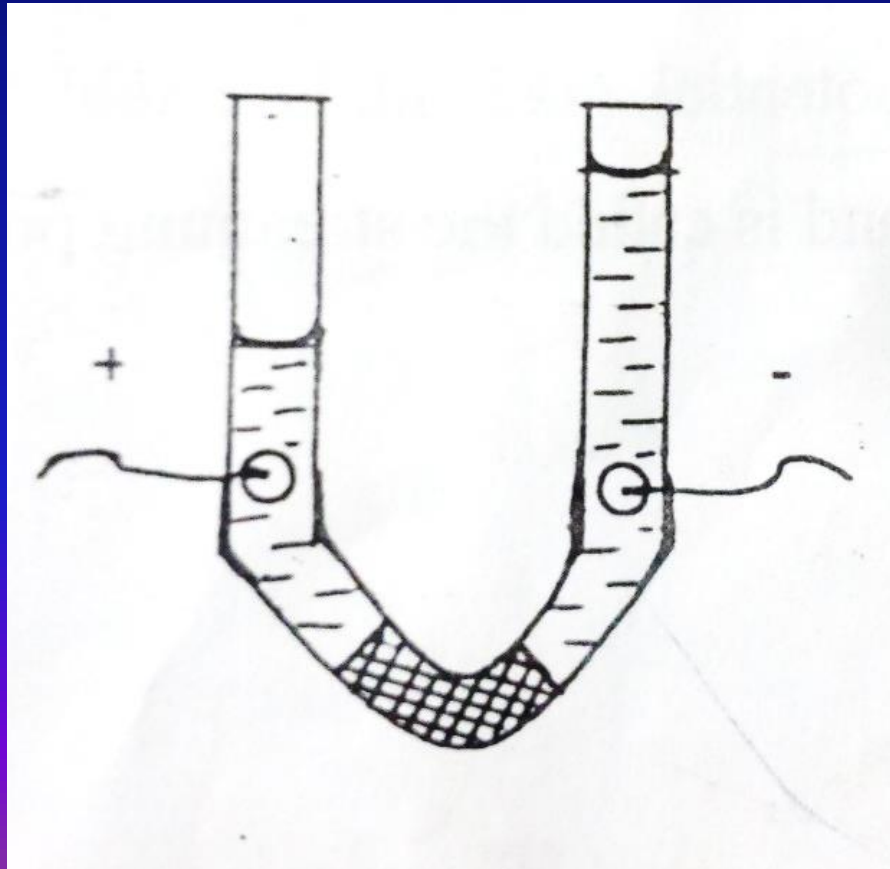


a) قبل
electrophoresis

(b) بعد
electrophoresis

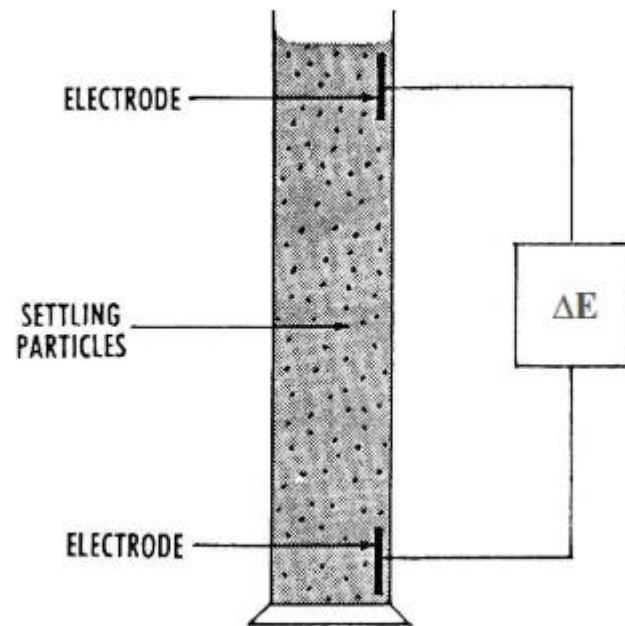
Electro-Osmosis الألكتروليتوسموز

حركة وسط الانتشار تحت تأثير المجال الكهربى



جهد الترسيب

Sedimentation potential ("Dorn-effect)
creation of an electric field when a charged particle
moves relative to stationary fluid



ΔE = sedimentation potential

The electric double layer originated on AgI crystals in weak solution of KI and AgNO₃

In a) Iodide ions (potential-determining ions) complete the construction of the crystal lattice of AgI and thus charge it with -ve where K⁺ is (counterions) are in the solution near the interface. The total complex is electroneutral. (in b,??)

