الفصل الحادي عشر

المحاليل الغروية

تنحل الكثير من المواد في الماء مثل السكر وملح الطعام مكونة محلولا متجانسا، ولا يمكن فصل المادة المنحلة من المحلول لا بالترشيح ولا بالترسيب، ولا يمكن رؤية جسيمات المادة المنحلة بالعين المجردة ولا بأكثر المجاهر تكبيراً لصغر حجمها، يعرف هذا النوع من المحاليل بالمحاليل الحقيقية.

هناك مواد لا تنحل في الماء، مثل الطباشير، ويمكن رؤية دقائق الطباشير معلقة في الماء، ويكون الخليط غير متجانس، ويمكن فصل دقائق الطباشير اما بتركها تستقر وتترسب أو بالترشيح ،يعرف هذا النوع من المحاليل بالمحاليل المعلقة.

لو استطعنا تجزئة جسيمات المعلق حتى يصبح حجمها بحجم جسيمات المحلول الحقيقي ،فان خواص الخليط ستتغير من خواص المعلق الى خواص المحلول الحقيقي، وخلال هذا التحول فان الخليط يمر بحالة وسط تسمى الحالة الغروية. فالغرويات هي محاليل تبدو متجانسة للعين المجردة حيث لا يمكن رؤية الجسيمات بالعين المجردة ولكن يمكن رؤيتها باستخدام ميكروسكوب فائق الدقة، كماان الجسيمات الغروية لا تترسب بتأثير الجاذبية الأرضية ولا يمكن فصلها بالترشيح العادي،(بعد الجسيمات 100–1 ميليمكرون)

يتألف المحلول الغروي من طورين الطور المنتشر وهو عبارة عن الجسيمات الغروية وطور الانتشار وهو الوسط الذي تنتشر فيه الجسيمات الغروية. من المحاليل الغروية: النشاء في الماء– الجلاتين في الماء– الغراء في الماء – الدم – الحليب. العالم غراهام أول من لاحظ أن هناك مواد تمر جزيئاتها خلال أغشية شبه نفوذة مثل السكر والملح فأطلق عليها اسم المتبلورات وأن هناك مواد أخرى مثل الجلاتين لا تمر جزيئاتها من خلال هذه الأغشية وأطلق عليها اسم الغرويات Colloids نسبةً الى الغراء الذي كان يستخدمه في تجاربه.

1 – 11 أنواع المحاليل الغروية:

1– سائل منتشر في غاز مثل الضباب.
2– سائل منتشر في سائل مثل المستحلبات(الحليب– المايونيز).
3– سائل منتشر في مادة صلبة مثل الهلام (الجل).
4– مادة صلبة منتشرة في غاز مثل الدخان.

5- مادة صلبة منتشرة في سائل، السول مثل(النشاء في الماء).

6- مادة صلبة منتشرة في مادة صلبة أخرى مثل الزجاج الملون.

7- غاز منتشر في سائل مثل الرغوة.

8- غاز منتشر في مادة صلبة كانتشار الهواء في السيليكات (الزجاج المستخدم في الصقل).

لا يوجد غاز في غاز لأن الغازات تامة الامتزاج وتعطي محاليل حقيقية.

السول هو المحلول الغروي الذي يكون سائلاً ، اما الجل فهو محلول غروي له مظهر جامد وبعض الغرويات قد تتواجد على شكل سول او جل مثل الجلاتين وذلك حسب درجة الحرارة.

أنواع المحاليل الغروية :

تقسم المحاليل الغروية الى نوعين:

1- **محاليل محبه للمحل (السائل) وتسمى المحاليل الليوفيلية** : وتكون الجسيمات الغروية قادرة على الارتباط بجزيئات وسط الانتشار ربطاً قوياً وإذا كان وسط الانتشار هو الماء فتدعى المحاليل الهيدروفيلية مثل الجلاتين في الماء.

2- **محاليل كارهة للمحل(السائل) وتسمى المحاليل الليوفوبية:** لا تستطيع الجسيمات الغروية الارتباط بشدة مع جزيئات وسط الانتشار. وإذا كان وسط الانتشار هو الماء فتدعى المحاليل الهيدروفوبية مثل الكبريت في الماء ومحاليل بعض الفلزات.

هناك أنواع من المحاليل الغروية تقع خواصها وسطاً بين النوعين، ومن أمثلتها هيدروكسيد الحديد.

يمكن بيان الفرق بين خواص هذين النوعين في الجدول الآتي:

جدول (1 – 11): مقارنة بين المحاليل الليوفيلية والليوفوبية

المحاليل الليوفيلية مثل محلول الجلاتين في الماء	المحاليل الليوفوبية مثل سول الكبريت في الماء
تفاعلاتها عكوسة فالجلاتين محب للماء، قبل التبريد يكون سول وبعد التبريد يصبح جل وبالتسخين أو اضافة الماء يتحول إلى سول.	تفاعلاتها غير عكوسة فإذا تحول السول إلى جل لا يمكن تحويله إلى سول مرة أخرى بإضافة السائل.
يمكن تحضير سول عالي التركيز	تركيز الجسيمات الغروية في السول منخفض
تحضيرها سهل	تحضيرها صعب
لزوجتها أعلى من لزوجة السائل (وسط الانتشار)	لزوجتها نفس لزوجة السائل (وسط الانتشار)
توترها السطحي أقل من التوتر السطحي لوسط الانتشار	لها نفس التوتر السطحي لوسط الانتشار تقريباً
ترسيب الجسيمات الغروية صعب فلا تترسب بإضافة كميات صغيرة من الكتروليت	ترسيبها سهل بإضافة كميات ضئيلة من الكتروليت

2 – 11 طرق تحضير المحاليل الغروية

هناك طريقتان أساسيتان لتحضير المحاليل الغروية هما طريقة الانتشار وطريقة التكثيف.

أولاً: طريقة الانتشار

هناك بعض المواد يمكن تشكيل مواد غروية منها بمجرد تدفئتها بوسط انتشار مناسب، مثل النشاء في الماء، لكن هناك الكثير من المواد تحتاج إلى تفتيت جسيماتها حتى يصل حجمها إلى حجم الجسيمات الغروية ويتم ذلك بإحدى الطرق الآتية:

1- الطريقة الميكانيكية: حيث تُسحق المادة حتى يصل حجم الجسيمات إلى حجم الجسيمات الغروية، تستخدم هذه الطريقة في تحضير الأصبغة.

2- الطريقة الكهربائية: تستخدم في هذه الطريقة خلية تحليل كهربائي حيث تكون مادة الكاتود من نفس نوع المعدن المراد انتشاره مثل وضع كاتود من الرصاص في محلول هيدروكسيد الصوديوم ويمرر تيار كهربائي عالي الشدة فيتحرر الرصاص ويتلون المحلول باللون الأسود نتيجة تشكل محلول غروي من الرصاص في الماء.

3- الببتنة أو التجزيء أو التهضيم: هناك بعض المواد تساعد على تفتيت بعض الرواسب وتحويلها إلى جسيمات ذات حجم غروي تعرف بالعامل المجزئ (المهضم) وتعتمد الببتنة على امتزاز طور الانتشار والأيون المشترك على الطور المنتشر، مثل محلول النشاء ومحلول الصابون حيث يُمتز الماء بسهولة في هذه المحاليل.

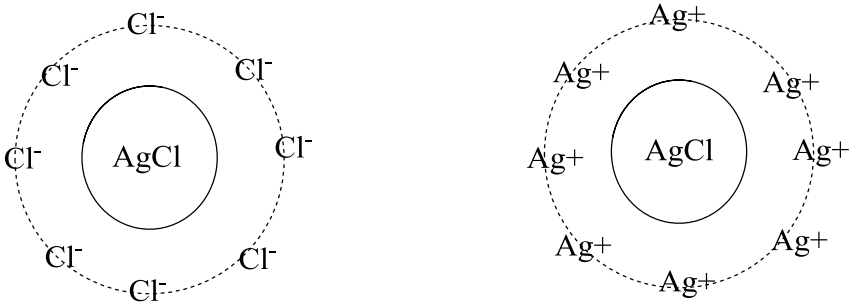
مثال: تحضير المحلول الغروي لكلوريد الفضة:

أ – ترسيب كلوريد الفضة حسب المعادلة:

$$2AgNO_3 + BaCl_2 \longrightarrow 2AgCl + Ba(NO_3)_2$$

ب – غسل الراسب.

ج – يعامل الراسب بإلكتروليت مناسب وبالنسبة لـ AgCl يعامل بمحلول مخفف جداً من HCl الذي يحوي على الأيون المشترك مع الراسب وهو Cl^-. بشكل عام الأيون المشترك يساعد على تكوين الغرويات ويرتبط فعل الأيون المشترك بخاصية الامتزاز ويسمى الأيون المشترك بالعامل المجزئ وحسب الأيون الممتز فإن الغروي الناتج سيكون موجباً أو سالباً. ولا نضع نترات الفضة كعامل مجزئ لأن طبقة الامتزاز الأولية ستكون موجبة غير قابلة للإنحلال أو التفتيت ويكون من الصعب تحضير المحلول الغروي.

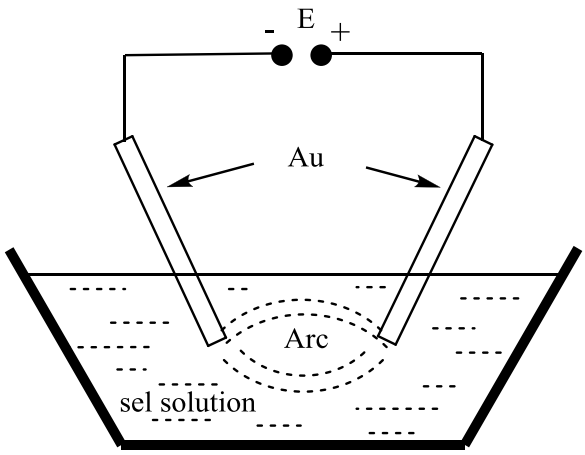


4 – استخدام الموجات فوق الصوتية: وهي موجات ذات ترددات عالية لا يمكن للإذن البشرية أن تسمعها وتتميّز بطاقة ميكانيكية مرتفعة، يمكن استخدام هذه الأمواج في تفتيت المادة إلى جسيمات يقع حجمها في نطاق الجسيمات الغروية.

ثانياً: طريقة التكثيف

يتم في هذه الطريقة تجميع الجسيمات الصغيرة إلى جسيمات أكبر يصل حجمها إلى حجم الجسيمات الغروية ويتم ذلك بإحدى الطرق الآتية:

1 – طريقة القوس الكهربائي: وهي طريقة تُستخدم في تحضير سول الذهب والفضة والبلاتين في الماء، يُمرر تيار كهربائي عالي التردد (التوتر) بين قطبين معدنيين، الذهب مثلاً، في مُحل مناسب (كالماء). تؤدي درجة الحرارة المرتفعة للقوس الكهربائي إلى تبخر المعدن الذي يتكثف في وسط الانتشار (الماء) على شكل جسيمات بحجم الجسيمات الغروية. تؤدي إضافة إلكتروليت بكميات ضئيلة إلى ثبات الغروي المنتشر، مثلاً تؤدي إضافة القليل من هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات البوتاسيوم إلى ثبات الغروي المنتشر ويتم تبريد الوعاء بالثلج.



الشكل (1 – 11) تحضير سول الذهب بطريقة القوس الكهربائي

2 – طريقة التفاعلات في المحاليل: وتتم حسب التفاعلات الآتية:

أ – الإرجاع: يمكن تحضير بعض المحاليل الغروية لبعض المعادن بإرجاع محاليل أملاحها أو أكاسيدها القابلة للذوبان بعامل مُرجع غير إلكتروليتي، مثل غاز الهيدرجين وأول أكسيد الكربون، تستخدم هذه الطريقة لتحضير المحاليل الغروية للذهب والفضة والبلاتين. على سبيل المثال يستخدم الهيدرجين في إرجاع أكسيد الفضة إلى فضة غروية. تساعد إضافة كمية صغيرة من الصمغ أو الجلاتين إلى المحلول على تكوين وثبات المحلول الغروي وعدم تجلطه.

ب – الأكسدة: تتشكل بعض الغرويات بتفاعل أكسدة، مثل أكسدة محلول كبريتيد الهيدرجين H_2S بأكسجين الهواء حيث يتشكل الكبريت في الحالة الغروية.

$$H_2S + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow S + H_2O$$

يمكن أيضاً لكبريتيد الهيدرجين أن يتأكسد بتمريره في محلول ثاني أكسيد الكبريت في الماء حتى يترسب سول الكبريت حسب المعادلة:

$$2H_2S + SO_2 \rightleftharpoons 3S + 2H_2O$$

ج – الحلمهة: تعتمد هذه الطريقة على حلمهة بعض أملاح المعادن وتستخدم في تحضير محاليل غروية لبعض أكاسيد أو هيدروكسيدات المعادن مثل تحضير المحلول الغروي لأكسيد الحديد الثلاثي حيث يُصب محلول كلوريد الحديد في حجم كبير من الماء ويسخن المحلول إلى درجة الغليان، بعد مرور فترة قصيرة من الزمن يتحول لون المحلول من اللون الأصفر إلى اللون البني المحمر نتيجة حلمهة كلوريد الحديد إلى هيدروكسيد الحديد:

$$2FeCl_3 + 6H_2O \longrightarrow Fe_2O_3.3H_2O + 6HCl$$

د – التبادل المزدوج: يمكن الحصول على محلول غروي بالتبادل المزدوج بين كاشف ومحلول غروي آخر. مثل تفاعل كبريتيد الهيدرجين مع محلول غروي من هيدروكسيد الرصاص حيث ينتج محلول غروي من كبريتيد الرصاص، كما يمكن تحضير محلول كبريتيد الفضة الغروي من تفاعل المحلول الغروي للفضة مع محلول الكبريتيد الغروي.

هـ – تبادل المُحل: إذا كانت A مادة تنحل في المُحل B ولا تنحل في المُحل C، فإن محلولاً غروياً للمادة A يمكن أن يتشكل إذا أضيف محلول A في B إلى كمية زائدة من C بحيث يكون B و C تامي الامتزاج حينئذٍ تتكثف المادة A وتشكل جسيمات ذات حجم غروي. فمثلاً الكبريت ينحل في الكحول ولا ينحل في الماء، والكحول والماء تامي الامتزاج، فإذا أضيف محلول حقيقي من الكبريت في الكحول إلى كمية كبيرة من الماء فسوف يحدث تبادل للمُحل والنتيجة هي الحصول على محلول غروي من الكبريت في الماء.

3 – 11 خواص المحاليل الغروية

1 – الخواص الفيزيائية:

لا تختلف الخواص الفيزيائية، مثل الكثافة والتوتر السطحي واللزوجة، للمحاليل الغروية الليوفوبية (مثل الكبريت في الماء) عن نظيرتها لوسط الانتشار النقي لأن جسيمات الطور المنتشر لا تُظهر أي ميل للارتباط بوسط الانتشار.

أما الغرويات الليوفيلية فإن جسيماتها ترتبط ارتباطاً قوياً بوسط الانتشار مما يؤدي إلى تغيير خواص المحاليل عن خواص وسط الانتشار فتزداد الكثافة واللزوجة ويقل التوتر السطحي.

2 – الخواص الضوئية:

إذا مر شعاع ضوئي في محلول حقيقي مثل محلول كلوريد الصوديوم أو محلول سكر في الماء فإن هذا الشعاع لا يمكن رؤيته في المحلول إذا تم النظر إليه باتجاه عمودي على مساره في المحلول، ذلك لأن جزءاً من الضوء يمتصه المحلول وينفذ الباقي.

أما إذا مر شعاع الضوء في محلول غروي فيمكن رؤية هذا الشعاع بوضوح على هيئة ضوء متشتت، والسبب أن الجسيمات الغروية الكبيرة بالنسبة لجسيمات المحلول الحقيقي لها القدرة على تشتيت الضوء (مثل الغبار المعلق في الهواء بالنسبة لأشعة الشمس، حيث يحدث تشتت الضوء عندما تخترق أشعة الشمس وسطاً غير متجانساً وذلك بفعل الجسيمات المادية الصغيرة المتناثرة فيه. تُعرف هذه الظاهرة بتأثير تندال Tyndall Effect، الشكل (2 – 11). هناك بعض أنواع السول تكون ملونة لأنها تمتص بعض الأطوال الموجية.

الشكل (2 – 11) تشتيت الضوء، ظاهرة تندال

يعتمد التشتت الضوئي على مدى الاختلاف بين معاملي الانكسار للمادة المنتشرة ووسط الانتشار، تكون ظاهرة تندال أكثر وضوحاً في حالة الغرويات الليوفوبية عنها في حالة الغرويات الليوفيلية لأن ارتباط جزيئات وسط الانتشار بالدقيقة الليوفيلية يزيل الفرق بين معاملي انكسار المادة المنتشرة ووسط الانتشار.

3 – الخواص الحركية:

عند دراسة المحاليل الغروية بواسطة المجهر تبيّن أن جسيماتها تتحرك بشكل عشوائي في وسط الانتشار.

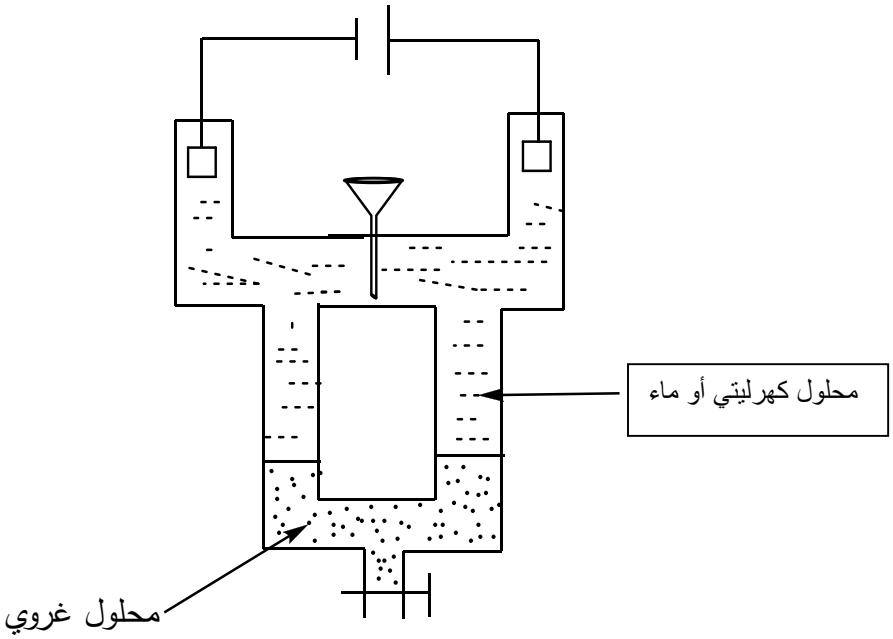
أول من لاحظ هذه الحركة عالم النبات "روبرت براون" Robert Brown عند وضع حبوب اللقاح في الماء، لذا سميت هذه الحركة باسم الحركة البروانية نسبةً إليه.

تم فيما بعد ملاحظة هذه الحركة لجميع الجسيمات المعلقة في سائل، وهي لا تعتمد على طبيعة الجسيمات و لا على طبيعة السائل، فسرت هذه الحركة العشوائية بأنها ناتجة عن الاصطدامات المتوالية لجزيئات وسط الانتشار بجسيمات المادة المعلقة. من الطبيعي أن تزداد سرعة الحركة كلما صَغُرَ حجم هذه الجسيمات. لذا نجد أن الحركة البراونية أعلى ما يمكن في حالة الغرويات الليوفوبية لأن جسيماتها لا تحيط

نفسها بجزيئات السائل وبذلك تكون خفيفة الوزن، في حين تكون جسيمات الغرويات الليوفيلية أكبر حجماً لأنها تحيط نفسها بالعديد من جزيئات السائل لذا تقل حركتها.

4 – الخواص الكهربائية:

تحمل الجسيمات الغروية عادةً شحنة كهربائية متجانسة، وقد تم اثبات ذلك بوضع سول غروي في مجال كهربائي حيث لوحظ أن الجسيمات الغروية تتحرك جميعها في اتجاه واحد تبعاً لنوع الشحنة الكهربائية التي تحملها، فالجسيمات التي تحمل شحنة سالبة مثل جسيمات الكبريت الغروي تتجه ناحية القطب الموجب، أما الجسيمات التي تحمل شحنة موجبة مثل جسيمات هيدروكسيد الحديد فتتجه نحو القطب السالب. تحمل بعض الجسيمات شحنات موجبة أو سالبة حسب pH المحلول مثل البروتينات في الماء. تُعرف حركة الجسيمات الغروية المشحونة تحت تأثير مجال كهربائي نحو القطب المعاكس لها بالشحنة بظاهرة **الإلكتروفوريز** ويستخدم الجهاز الموضح بالشكل (3 – 11)، حيث يوضع المحلول الغروي في أسفل الجهاز ويوضع فوقه المحلول الإلكتروليتي، وعند اغلاق الدارة الكهربائية يُلاحظ أن السطح الفاصل في أحد فرعي الأنبوب يرتفع في حين ينخفض في الفرع الآخر لأن الجسيمات الغروية مشحونة بشحنة كهربائية واحدة.



الشكل (3 – 11) ظاهرة الإلكتروفوريز

4 – 11 مصدر شحنات الجسيمات الغروية

1 – الامتزاز السطحي:

تظهر خاصية الامتزاز بوضوح في الغرويات نظراً للسطح الكبير الذي تتميز به. تنشأ الشحنات التي تحملها الجسيمات الغروية عن امتزاز أيونات المحلول على سطح الجسيمات، تتغطى هذه الجسيمات بطبقة من

الأيونات الممتزة، مثل المحلول الغروي لهيدروكسيد الحديد، فإذا وُجد زيادة من أيونات الحديد Fe^{3+} في المحلول فإنها ستُمتز وتعطي جسيمات موجبة الشحنة، أما في حال وجود زيادة من أيونات الهيدروكسيل OH^- فإنها ستُمتز وتعطي جسيمات سالبة الشحنة، فتتشكل طبقة كهربائية مزدوجة وينشأ في هذه الحالة فرق في الكمون بين سطح الجسيم والمحلول، يدعى هذا الكمون بكمون (زيتا)، وهذه الطبقة تؤدي إلى ثبات الجسيمات الغروية.

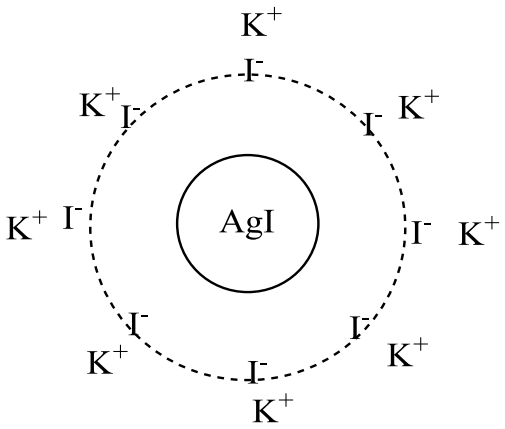
مثال: عند تحضير يوديد الفضة من تفاعل نترات الفضة مع زيادة من يوديد البوتاسيوم حسب المعادلة:

$$AgNO_3 + KI \longrightarrow AgI + KNO_3$$

بما أن هناك زيادة من KI فإن أيونات اليوديد I^- سوف تُمتز على سطح يوديد الفضة وتصبح الجسيمات الغروية سالبة الشحنة (سول سالب)، لكن بما أن المحلول يجب أن يكون معتدلاً لذا فإن أيونات البوتاسيوم الموجبة K^+ سوف تكون مواجهة للأيون السالب I^- ويصبح وسط الانتشار موجب الشحنة، تمثل الجسيمات الغروية بهذه الحالة بالصيغة:

$$[AgI]I^- \vdots K^+$$

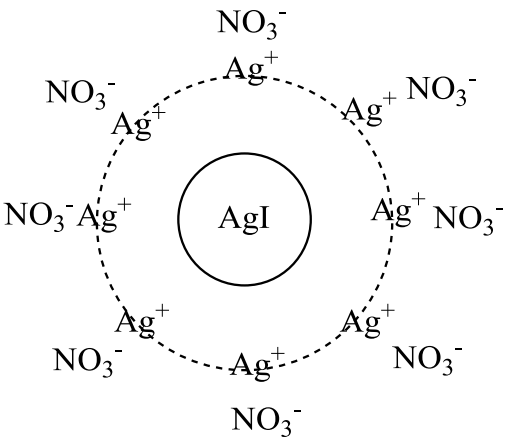
أو على الشكل:



أما إذا حُضّر يوديد الفضة بإضافة يوديد البوتاسيوم إلى زيادة من نترات الفضة فإن دقائق يوديد الفضة تمتز أيونات الفضة Ag^+ على سطحها وبذلك تكون موجبة الشحنة (سول موجب) في حين يصبح وسط الانتشار سالب الشحنة وتمثل الجسيمات الغروية بالصيغة:

$$[AgI]Ag^+ \vdots NO_3^-$$

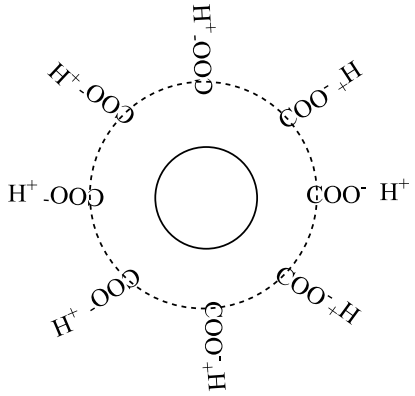
أو على الشكل:



أخيراً عند إضافة كميات متكافئة من يوديد البوتاسيوم ونترات الفضة فإن يوديد الفضة سيترسب ولن نحصل على محلول غروي لعدم وجود شحنة عليه.

2 – تأين الوظائف الحمضية أو الأساسية على سطح الجسيمات

يوجد نوع من الغرويات تحوي جسيماتها على وظيفة كربوكسيلية ووظيفة أمينية كما هو الحال في بعض الأصباغ والبروتينات. عند احتواء الجسيمات الغروية على وظائف كربوكسيلية فإن هذه الوظائف الموجودة على سطح هذه الجسيمات تتأين إلى بروتون موجب وإلى أيون الكربوكسيل السالب COO^- – وبذلك يصبح سطح الجسيم الغروي سالباً، وتترتب حوله أيونات الهيدرجين الموجبة فتتكون طبقة تدعى طبقة هلمهولتز.



أما عند احتواء الجسيم الغروي على وظائف أمينية على سطحه فإن هذه الوظائف قد تستقبل أيون هيدرجين من الماء وتصبح موجبة الشحنة:

$$-NH_2 + HOH \longrightarrow -NH_3^+ + OH^-$$

في هذه الحالة يصبح الجسيم الغروي موجب الشحنة وتترتب حوله أيونات OH^- ويصبح وسط الانتشار سالب الشحنة، نظراً لأن جزيئات البروتينات تحوي على وظيفة كربوكسيلية ووظيفة أمينية فإن نوع السول

الناتج يعتمد على تركيز أيونات الهيدرجين في المحلول أي على pH المحلول. عندما يكون المحلول حمضياً يزداد تشكل $-NH_3^+$ وتصبح جسيمات البروتين موجبة الشحنة، أما عندما يكون المحلول قلوياً فتتأين الوظائف الكربوكسيلية وتصبح جسيمات البروتين سالبة الشحنة. عند نقطة التعادل الكهربائي تتساوى عملية التأين وتصبح جسيمات البروتين غير مشحونة وتكون في أدنى حالات الثبات فتتجمع بسهولة.

11 – 5 ثبات المحاليل الغروية وترسيبها

المحلول الغروي الثابت هو المحلول الذي يبقى حجم جسيماته في النطاق الغروي أطول فترة ممكنة، أما الغروي غير الثابت فهو الذي تتجمع جسيماته في وقت قصير وتشكل جسيمات أكبر وتصبح في نطاق المعلقات الخشنة.

يُعزى ثبات المحاليل الغروية الليوفوبية إلى وجود شحنة كهربائية متماثلة على الجسيمات الغروية مما يؤدي إلى تنافرها ومن الطبيعي أن تؤدي إزالة هذه الشحنات إلى ترسيب هذه الجسيمات نتيجة لتجمعها مع بعضها بعضاً. أما بالنسبة للمحاليل الغروية الليوفيلية فإضافة إلى وجود الشحنات الكهربائية توجد جزيئات المُحل التي تعمل على منع ارتطام الجسيمات الغروية ببعضها بعضاً ومن ثمّ فهي أكثر ثباتاً من المحاليل الليوفوبية. لوحظ أن إضافة بعض الإلكتروليتات إلى المحاليل الغروية يؤدي إلى ترسيبها، كما وُجد بالتجربة أن الأيون الذي يؤدي إلى تجمع (تجلط) الجسيمات الغروية هو الأيون الذي يحمل شحنة معاكسة لشحنة هذه الجسيمات، كما لوحظ أن قدرة هذا الأيون على الترسيب تزداد مع زيادة تكافؤه وهي قاعدة تعرف باسم قاعدة "شولتز وهاردي".

مثال عن ترسب أو تجلط الغرويات الليوفوبية: استخدام الشب أو كلوريد الحديد في إيقاف نزف الدم، لأن الدم غروي سالب الشحنة وأيونات الألمنيوم في الشب أو أيونات الحديد في كلوريد الحديد موجبة الشحنة، لذا يفقد الدم شحنته ويتجلط ويقف النزف.

مثال عن ترسب أو تجلط الغرويات الليوفيلية: حتى تتجلط الغرويات الليوفيلية يجب أن تتخلص من شحنتها ومن طبقة السائل الملتصقة بها معاً. أي أنها تترسب على مرحلتين:

أولاً: تؤدي إضافة مذيب عضوي تام الامتزاج مع الماء، مثل الكحول، إلى نزع الماء الملاصق للجسيمات الغروية فتصبح جسيماتها شبيهه بمحلول غروي ليوفوبي مشحون.

ثانياً: ترسيب المحلول الغروي بإزالة شحنته بإضافة كمية قليلة من إلكتروليت إليه.

11 – 6 طُرق تنقية المحاليل الغروية

عادةً ما تكون المحاليل الغروية المحضرة مختلطة ببعض المواد المتبلورة، يمكن التخلص من هذه المواد بإحدى الطرق الآتية:

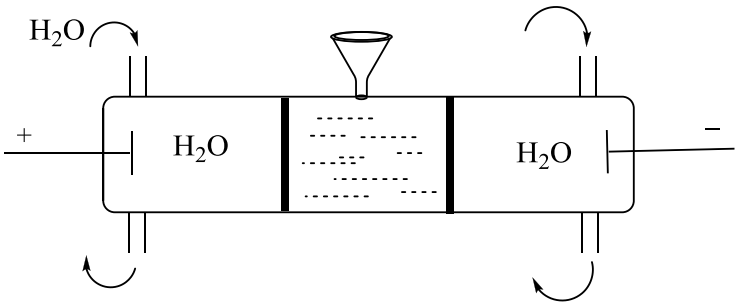
1 – طريقة الفصل الغشائي، الديلزه Dialysis

يُستخدم في هذه الطريقة غشاء شبه نفوذ يسمح بمرور جزيئات أو أيونات المواد المتبلورة ولا يسمح بمرور الجسيمات الغروية.

يوضع المحلول الغروي في الغشاء ثم يغمر في إناء يحوي على ماء نقي يتم تجديده باستمرار، تنفذ جزيئات المادة المتبلورة أو أيوناتها من خلال الغشاء إلى الماء، يبقى المحلول الغروي داخل الغشاء في حالة نقية. يعتمد معدل انتشار الإلكتروليت عبر الغشاء على الفرق بين تركيزي الأيونات على جانبي الغشاء، يمكن تسريع عملية الديلزة بالتسخين لأن معامل انتشار الإلكتروليت يزداد حوالي 2% لكل درجة مؤية.

2 – الفصل الغشائي الكهربائي (الديلزة الكهربائية) Electrodialysis

يساعد المجال الكهربائي على إزالة الإلكتروليتات غير المرغوب فيها من المحاليل الغروية، يستعمل في هذه الطريقة جهاز يتكون من ثلاث حجيرات، الشكل (4 – 11) . يوضع المحلول الغروي في الحجيرة الوسطى، في حين تملأ الحجيرتان الطرفيتان بالماء، كما توضع بها قطبين كهربائيين وتفصل الحجيرتان عن الحجيرة الوسطى بغشائين شبه نفوذين. يؤدي مرور التيار الكهربائي في الدارة إلى توجه أيونات الإلكتروليت الموجودة في الغروي إلى منطقتي المهبط والمصعد داخل حجرتي الماء تاركةً المحلول الغروي في حالة نقية.



الشكل (4 – 11) جهاز الفصل الكهربائي Electrodialysis

7 – 11 أمثلة بعض الجمل الغروية

1 – 7 – 11 الصمغ العربي:

يستخدم الصمغ العربي في مجال الصناعات الصيدلانية كمثبت عام في المستحلبات والمعلقات فيساعد على تثبيت مكونات الأدوية، وفي ربط مكونات الأقراص الدوائية (المضغوطات) وكعامل رافع للزوجة، غالباً ما يستخدم في مستحضرات علاج السعال والحنجرة والاسهال كما يستخدم في مستحضرات التجميل، يستخدم أيضاًفي صناعة بعض المنتجات الغذائية كمنتجات الألبان والأيس كريم حيث يمنع تبلور السكر ويثبت القوام

لأن امتصاصيته للماء عالية ويستعمل في المشروبات الغازية،كما يستعمل في أغذية الحمية لأنه مادة غنية بالألياف.

2 – 7 – 11 الفضة الغروية:

توجد الفضة الغروية في بعض المواد الصيدلانية ولهذه المادة فعالية ممتازة ضد عدد كبير من الفيروسات وضد الأنفلونزا والالتهابات الجلدية، كما يسرع هذا المركب الشفاء من الحروق البسيطة والأكزيما والفيروسات الحليئة (الهيربس)، كما تستخدم من أجل تقوية نظام المناعة.

8 – 11 الجمل الميكروية غير المتجانسة:

أبعاد هذه الجسيمات كبير نسبياً (قطرها حوالي الميكرون)، يمكن رؤية هذه الجسيمات بالمجهر العادي وهي تترسب بسرعة نسبياً كما أنها ليست شفافة. تشمل هذه الجمل على عدة أنواع:

1 – 8 – 11 المستحلبات

تتكون المستحلبات من (طور منتشر) سائل في (وسط انتشار) سائل غير قابلين للامتزاج أو أن امتزاجهما محدود، ينتشر أحدهما في الآخر بشكل قطرات صغيرة لا يتجاوز قطرها 0,1 µm. هذه الجمل قليلة الثبات ويمكن زيادة ثباتها بإضافة عوامل الاستحلاب مثل المواد الخافضة للتوتر السطحي. مثل الزيت في الماء ومستحلب الماء في الزيت.

العوامل المؤثرة على ثبات المستحلب

1 – **التوتر السطحي:** يؤدي خفض التوتر السطحي إلى زيادة ثبات المستحلب.

2 – **تشكيل طبقة رقيقة على سطح الفصل:** يشكل عامل الاستحلاب طبقة رقيقة تحيط بالقطرات المنتشرة مما يؤدي إلى حمايتها من التماس مع بعضها بعضاً واندماجها، مما يؤدي إلى زيادة ثبات المستحلب.

3 – **الشحنات الكهربائية:** يؤدي وجود الشحنات الكهربائية حول القطرات المبعثرة إلى تنافرها ومنع تجمعها مما يؤدي إلى زيادة ثبات المستحلب.

4 – **لزوجة المستحلب:** تعيق زيادة لزوجة السائل حركة الأجزاء المنتشرة مما يقلل احتمال تلاقيها ومن ثمّ زيادة ثبات المستحلب.

عوامل الاستحلاب

هي مواد تخفض من التوتر السطحي للسوائل التي تضاف إليها لأنها تتركز على السطح الفاصل بين الأطوار بين الأطوار ويُعزى هذا السلوك إلى احتوائها على الخواص الهيدروفيلية والهيدروفوبية، حيث تتوجه الزمر الهيدروفيلية نحو الماء، في حين تتوجه الزمر الهيدروفوبية نحو الزيت فيرتبط الزيت بالماء بواسطة عامل الاستحلاب.

2 – 8 – 11 المعلقات

المعلقات جمل طورها المنتشر صلب ووسط الانتشار سائل، وهي تشبه الحلالات ولكن تختلف عنها بأبعاد جسيماتها، وهي غير مستقرة حيث تترسب جسيماتها أو تطفو تبعاً لكثافة وسط الانتشار أو الطور المنتشر، وهي تمتص الضوء وتعكسه في آن واحد، كما أنها ذات مظهر عكر في الضوء المار بها. لا توجد حركة براونية في المعلقات ومن ثمّ لا تظهر بها ظواهر الانتشار والضغط الحلولي.

المعلقات الدوائية

هي مستحضرات تكون فيها المادة الفعّالة على شكل أجزاء دقيقة منتشرة بشكل متجانس في السواغ السائل الذي تبدي فيه المادة الفعّالة درجة دنيا من الانحلال. المعلق الدوائي إما يكون جاهزاً للاستعمال حيث تكون المادة الفعّالة منتشرة في السواغ بوجود أو عدم وجود مواد مساعدة اضافية، أو يكون على شكل مسحوق جاف يُضاف إليه السواغ السائل عند الاستعمال. هذا النمط من المستحضرات عبارة عن مزيج مساحيق يتضمن المادة الفعّالة والمواد المساعدة الاضافية مثل العوامل المعلقة والمنتشر والحافظة.....، يُضاف إليها قبل الاستعمال مباشرة الكمية المحددة من السواغ السائل (الماء المقطر مثلاً) ويعطي بعد الرج المعلق الدوائي الملائم للاستعمال، يتم اللجوء عادةً إلى هذا النوع من المستحضرات في حالة المواد الفعّالة غير الثابتة لفترة طويلة في وسط مائي، مثل مستحضرات المضادات الحيوية.

3 – 8 – 11 الرغويات

الرغويات جُمل مبعثرة ذات تركيز عالي، وسط الانتشار فيها سائل والطور المنتشر غاز. يتم تحضير الرغويات بطرق الانتشار مثل الرج العنيف للسائل أو تحريكه وإمرار غاز عبره.....إلخ. للحصول على رغوة مستقرة تستعمل مواد تدعى المزبدات أو مشكلات الرغوة، مثل البوليميرات والصابون وغيرها. عندما تُمتز المواد المشكلة للرغوة ذات السلاسل الطويلة على الحدود الفاصلة (ماء – هواء)، فتشكل غشاء ذو لزوجة

عالية يمنع انسياب السائل، فتتناقص سماكة طبقة السائل بين الفقاعات ببطء. يمكن للرغوة أن تتواجد لفترة زمنية طويلة. يتعلق ثبات الرغوة بدرجة الحرارة أيضاً، حيث يتناقص ثباتها مع ارتفاع درجة الحراة بسبب انخفاض امتزاز المادة المزبدة على الحدود الفاصلة بين الطورين، كما تتناقص لزوجة السائل. مثل الرغويات الحاوية على CO_2 المستخدمة في اطفاء الحريق.

4 – 8 – 11 الحلالات الهوائية (الضبابيات)

الضبابيات جُمل مبعثرة وسط الانتشار فيها غاز (الهواء عادةً) أما الطور المنتشر إما أن يكون سائلاً فيدعى عندها ضباباً أو يكون جسيمات صلبة فيدعى دخاناً.

تستخدم الحلالات الهوائية على نطاق واسع في الطب، من أجل إدخال المستحضرات الدوائية عبر المجاري التنفسية إلى الرئتين مباشرةً، حيث تُمتص بسهولة وتنتقل بسرعة إلى الدم. تستخدم الحلالات الهوائية أيضاً في الزراعة لمكافحة الآفات الزراعية وفي الصناعة في بخ السطوح بالدهانات والورنيش.