

الحالة الغروية وخواص البرتوبلازم

تنقسم المحاليل عموماً إلى ثلاثة أنواع وذلك بالنسبة للمواد المنتشرة فيها:

* المحاليل الحقيقة True solutions

وفيها تكون المادة المنتشرة متجزئة إلى مستوى الجزيئات أو الأيونات ويبلغ حجم الجزيئات هذه الدرجة من الصغر حيث لا يمكن رؤيتها بأى وسيلة من وسائل الإبصار المعروفة ويمكن التحقق من وجودها فقط بالكشف عن خواصها الطبيعية والكيماوية ويبلغ قطر معظمها إلى ١ / مليون من المليمتر أى ١ مليميكرون أو أصغر من ذلك. وهذه الجزيئات تظل منتشرة في المحلول بصورة متجانسة بين جزيئات المذيب (الطور الناشر) وتكتسب المذيب صفات مميزة. ومن أمثلتها محلول سكر القصب أو محلول كلوريد الصوديوم والأخير تتأين جزيئاته إلى دقائق أصغر هي الأيونات. وتجدر الإشارة هنا إلى دقائق أصغر هي الأيونات. وتجدر الإشارة هنا إلى أن المادة المذابة قد تكون مادة صلبة (وهي التي تهمنا في هذا المجال) أو سائلة أو غازية.

* المعلقات Suspensions

ويطلق هذا اللفظ على الأنظمة التي تكون فيها المادة المنتشرة صلبة والمادة الناشرة (ماء) وفي هذا النظام لا تتأثر المادة بالسائل الموجود فيه مثل وضع الرمل في الماء أو يحدث أن تتجزأ المادة ولكن وحدات التجزء هنا تكون عبارة عن تجمعات كبيرة جداً من الجزيئات وتعرف بأنها دقائق المادة المنتشرة. ونظرًا لكبر حجم هذه الدقائق فإنها لا تثبت أن ترسب وتنفصل عن السائل الموجود فيه وهذه الدقائق يمكن رؤيتها بفحصها ميكروسโคبياً أو بالعين المجردة ويقدر قطرها بأكثر من ١٠٠ مليميكرون، وإذا كانت المادة المنتشرة سائلة ينتج نظام يسمى بالمستحلب المؤقت Emulsion.

* المحاليل الغروية Colloidal solution

وفي هذا النظام من المحاليل تتجزأ المادة المنتشرة إلى دقائق أو حبيبات غایة في الصغر كل منها تتكون من المئات وأحياناً الآلاف من الجزيئات ويقع حجم هذه الدقائق وسطاً بين حجم دقائق المحاليل الحقيقة

والمعلقات أى أقل من ١٠٠ ملليميكرون. وأكثر من ١ ملليميكرون (وفي بعض المراجع يتراوح بين ١ - ٢٠٠ ملليميكرون).

وعلى ذلك فإن خواص هذا النوع من المحاليل يكون وسطاً بين خواص المحاليل الحقيقة والمعلقات أى أنها تكون تجمعات أكبر من الجزيء الواحد في صورة دقائق وهذه الدقائق أصغر من دقائق المعلقات بدرجة لا تسمح برسوبها ولذا تظل منتشرة في السائل الموجود فيه وتسمى السائل وسط الإنتشار والمادة الصلبة (الغروية في هذه الحالة) تسمى المادة المنتشرة Dispersion medium & Dispersel phase إلا أنه يمكن مشاهدة خواصها الضوئية ومشاهدتها في الحركة البراونية.

والمادة المنتشرة في المحاليل الغروية قد تكون:

- سائلة: وتسمى محاليلها مستحلب دائم مثل مستحلب الزيت في الكحول (بعد الرج).
- صلبة: وتسمى محاليلها غروية مثل محلول غروي الكبريت ويحضر بإضافة محلول الكبريت في الكحول إلى كمية كبيرة من الماء.
- ونظراً لأن البرتوبلازم مادة غروية فسوف نتكلم عنها بشيء من التفصيل فيما بعد.

تحضير الغرويات:

من الناحية النظرية هناك طريقتين للوصول بحجم دقائق المادة إلى المستوى الغروي.
- طريقة التجمع وهي تجميع الجزيئات في وحدات أكبر إلى أن تصل إلى مستوى دقائق الغرويات وتسمى هذه الطريقة بالتكثيف Condensation ومثلها صب محلول كلوريد الحديديك في ماء مغلي.
- الطريقة الثانية وهي تكسير الدقائق الكبيرة إلى دقائق أصغر تقع في مستوى حجم دقائق الغرويات وتسمى هذه الطريقة بطريقة التجزئة Dispersion ومثلها إضافة الكحول إلى مستحلب الزيت والماء لتكوين مستحلب دائم وكذلك طحن الدقائق الكبيرة بواسطة أجهزة خاصة أو استخدام الإنزيمات.

خواص الغرويات:

للمحاليل الغروية ميزة هامة جداً و خاصة فيما يتعلق بدراسة البروتوبلازم والأنظمة الحيوية ونذكر أهم

الخواص فيما يلى:

١ . الغرويات المحبة والكارهة لوسط الإنتشار:

المحاليل الغروية عادة إحدى نوعين بالنسبة لدرجة تجاذب دقائقها الغروية مع وسط الإنتشار وهي:

أ – محبة لوسط الإنتشار Lyophobic colloids أي دقائقها الغروية تحيط نفسها بأغلفة (أغشية) من وسط الإنتشار. وإذا كان وسط الإنتشار هو الماء تسمى Hydrophilic colloids مثل محلول الجيلاتين الغروي وزلال البيض والبروتوبلازم ولترسيب محلول الغروي في هذه الحالة لابد من إزالة الغلاف المائي أو لاً قبل معادلة الشحنات كما سيأتي فيما بعد.

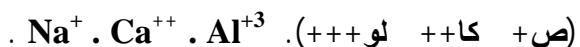
ب – كارهة لوسط الإنتشار Lyophobic colloids أي أن دقائقها لا تحتفظ بأغشية مثل وسط الإنتشار حولها وإن كان وسط الإنتشار هو الماء تسمى Hydrophobic مثل محلول أيدروكسيد الحديديك الغروي.

٢ . الشحنات الكهربائية للدقائق الغروية:

من خواص الغرويات أن دقائقها تحافظ حولها بشحنات كهربائية من نوع واحد وهذه الشحنات قد تكون موجبة (كما في حالة محلول أيدروكسيد الحديديك الغروي) أو سالبة (كما في محلول الجيلاتين الغروي وأحمر الكونجو والبروتوبلازم الخلوي) ووجود هذه الشحنات من نوع واحد حول كل دقيقة غروية يعمل على تناقض هذه الدقائق من بعضها وهذا يعنى عدم تجمعها وترسيبها. ولو تمكنا من معادلة هذه الشحنات بأى وسيلة فإن النظام الغروي لا يلبث أن يربس حيث تجمع الدقائق الصغيرة في دقائق أكبر فأكبر كما يحدث في حالة إضافة محلول مخفف من كبريتات الأمونيوم إلى محلول أيدروكسيد الحديديك الغروي. وكلما زاد تكافؤ الأيون المستخدم في الترسيب أى زادت الشحنات المضادة عليه كلما زادت كفاعته في الترسيب بالنسبة للنظام الغروي.

أمثلة: يرسب محلول غروي من كبريتور الزرنيخ أو الطين الغروي بواسطة كاتيون الصوديوم والكالسيوم

والأمونيوم وتكون كفاءة الترسيب قليلة في الحالة الأولى وتنزايده تدريجياً حسب الترتيب السابق



ولترسيب المحاليل الغروية المحبة لوسط الإنتشار (مثل الجبالتين) تواجهنا عمليتين:

أولاً: نزع الغلاف المائي الموجود حول الدقائق.

ثانياً: معادلة الشحنات الكهربائية:

ويتم ذلك عادة بإضافة كميات كبيرة من ملح صلب مثل كبريتات الأمونيوم التي تعمل على نزع الغلاف

المائي ومعادلة الشحنات في نفس الوقت.

٣- إنعكاس الأطوار:

تتميز المحاليل الغروية المحبة لوسط الإنتشار كما سبق القول بأنها تحتفظ بأغلفة من وسط الإنتشار حولها

ويتوقف سمك هذه الأغلفة على درجة حرارة محلول فالتبديد يزيد من سمك هذه الأغلفة المائية.

والغلاف المائي عبارة عن كمية من الماء المرتبط المحيط بالحقيقة الغروية. وبانخفاض درجة حرارة

المحلول إلى حد يتحول معه جميع الماء الحر إلى ماء مرتبط تصل إلى حالة صلبة يتصلب عندها جميع

المحلول وهذه الحالة تسمى Gel. وإذا أعيد تدفئة محلول مرة أخرى يتحول ثانية إلى حالة السائلة Sol

نتيجة لنقص حجم الأغلفة المائية وتحول كمية كبيرة من الماء من الحالة المرتبطة إلى الحالة الحرة. وهذه

الظاهرة تسمى إنعكاس الأطوار (وأحياناً إنعكاس الأطوار الكامل).

٤. النفاذية:

المحاليل الغروية لا تنفذ دقائقها الغروية خلال الأغشية الشبه منفذة مثل أغشية السيلوفان والكلوديون

وغيرها بينما بعض المحاليل الحقيقة يمكن لدقائقها النفاذية خلال مثل هذه الأغشية وتسمى تلك الظاهرة

"الفصل الغشائى Dialysis"

٥. ظاهرة تندال Tendall phenomenon

عند إمرار شعاع ضوئي خلال محلول حقيقي فإنه لا يمكن رؤية مسار الشعاع الضوئي في محلول، أما في الحاليل الغروية فإنه يمكن رؤية مسار الشعاع خلال محلول وذلك نتيجة إعكاس الأشعة على أسطح الدقائق الغروية (أكبر حجماً من جزيئات وأيونات محلول الحقيقي) بدرجة تسمح بتمييزها بالعين المجردة.

٦. الحركة البراونية Brownian movement

عند فحص الحاليل الغروية بواسطة الأنترافيسكوب يمكن مشاهدة حركة دقائق الحاليل الغروية حرقة اهتزازية تردديّة غير مقصودة تسمى الحركة البراونية نسبة إلى مكتشفها ومصدر هذه الحركة هو الطاقة الذاتية في الجزيئات.

٧. التجمع السطحي Adsorption

عند تفتيت أي مادة إلى وحدات متناهية في الصغر يزداد مجموع مساحات أسطح دقائقها الناتجة بالنسبة لوحدة الوزن المأخوذة من هذه المادة حتى تصل هذه الزيادة إلى حد معين تكتسب عنده أسطح هذه الدقائق شحنات كهربائية من نوع واحد وكذلك تكتسب خاصية جذب مواد أخرى على أسطح هذه الدقائق وتسمى الحالة الأخيرة بالإدماص أو التجمع السطحي وبما أن الحاليل الغروية تصل فيها قطرات الدقائق الغروية إلى حد تكوين شحنات كهربائية من نوع واحد على أسطحها لذا فهي تبدي خاصية التجمع السطحي.
مثال: عند إضافة أزرق الميثيلين إلى الطين الغروي والترشيح يصبح الراشح شفافاً لإدماص أزرق الميثيلين (+) على أسطح الطين الغروي (-) وعند إضافة قليل من الكحول على ورقة الترشيح يعود اللون مرة أخرى.

٨. الزوجة

تعرف الزوجة بأنها مقاومة المادة للإنساب. فمثلاً الجلسرين أكثر مقاومة للإنساب من الماء ولذلك فهو أكثر لزوجة. والحاليل الغروية المحبة لوسط الإنتشار عادة تكون لزوجتها عالية بعكس الغرويات الكارهة لوسط الإنتشار ويعزى ذلك إلى وجود كمية من الماء في صورة مرتبطة مكونة أغلفة مائية حول الدقائق الغروية. وتأثر الزوجة بدرجة الحرارة. فعند إرتفاع الحرارة تنقص الزوجة والعكس صحيح.

٩ . الخواص الإمفوتييرية:

للحاليل البروتينيات الغروية في البرتوبلازم خواص إمفوتييرية أي أنها تسلك سلوك القواعد أو الأحماض حسب درجة تركيز أيون الأيدروجين للوسط الموجود فيه وذلك يعزى إلى وجود مجاميع (NH_2) القاعدية جنباً إلى جنب مع مجاميع (COOH) الحامضية.

خواص البرتوبلازم:

يعتبر البرتوبلازم نظام غروي معقد يشمل الغرويات المحبة لوسط الإنتشار والكارهة له والمستحلب الدائم والموقت. إلا أن الغرويات المحبة لوسط الإنتشار **Hydrophilic colloids** هي الغالبة في هذا النظام. ولذلك فإن البرتوبلازم الخلوي يتميز بأنه يبدى جميع الخواص العامة للحاليل الغروية والتى سبق ذكرها. وتتغير الشحنات الكهربائية على دقائق البرتوبلازم "كبقية الغرويات" بإضافة أحماض أو قلوبيات أي بتغيير رقم الحموضة في المحلول (الخواص الإمفوتييرية) وعند تركيز معين لأيونات الأيدروجين (أى رقم pH معين) تتعادل الشحنات على الدقيقة الغروية وتصبح متعادلة وهذه الدرجة من رقم الحموضة (pH) تسمى نقطة التعادل الكهربائية (Isoelectric point (pi)). وعندما يحدث ذلك فإن الدقائق الغروية تكون في أقل درجات الثبات ولا تلبث أن تترسب نتيجة تجمعيها مع بعضها.