الغرويات

للاستاذ حبيب اسكندر

مدير مدارس الرفيق بالقاهرة

البلوريات والغرويات

حوالي عام ١٨٦٠ جرّب جراهام الانجليزي تجارب كثيرة لدرس انتشار المواد المذابة فكشف ان دقائق الاملاح والمركبات المذابة تنتشر في السائل اي تنتقل من مكان الى آخر بسرعات متفاوتة. ثم ان بعض هذه المواد في استطاعتها ان تنفذ من خلال مسام الرق والاغشية الحيوانية وبعضها لا يستطيع ذلك رغم كونه مذاباً في محلول رائق شفّاف. فاطلق على المواد الاولى اسم « بلوريات » Crystalloids لانهُ وجد معظمها من المواد القابلة للتبلور مثل السكر والملح واطلق على الثانية اسم « غرويات » Colloids وهي مشتقة من الكلمة اليونانية Kolla (ومعناها غراء) لانهُ وجد اغلبها من المواد الغروية كالغراء والنشاء والجلاتين. وجلها ينتفخ اذا بُلَّ بالماء ولا تظهر عليه علامة من علامات التبلور

والمعروف عن الغرويات انها ذات اوزان جزيئية كبيرة وانها اذا اذيبت في سائل لا يستطيع محلولها النفاذ من خلال الرق او الاغشية الحيوانية

التحليل بالاغشية او الديالِيسِس

اذا اختلطت مادة غروية باخرى بلورية سهل فصلها بعملية طبيعية بسيطة تسمى Dialysis توامها اذابة المخلوط في الماء ووضع المحلول في كيس من الرق وتعليقه في حوض مملوء بالماء. فتنتشر دقائق المادة البلورية وتنفذ من مسام الرق وتمتزج بالماء الخارجي. اما دقائق المادة الغروية فتبقى محبوسة في المحلول داخل الرق ولا تستطيع الخروج. وبتغيير ماء الحوض مراراً تنفصل كل المادة البلورية ويبقى في الكيس محلول المادة الغروية نقيًّا

خطأ تقسيم المواد الى بلوريات وغرويات

على ان المباحث التي قام بها العلماء في عصر جراهام وبعده دلت على انهُ في الامكان تحضير محلولات غروية بعمليات عدة لكثير من الاملاح والاكاسيد وغيرها حتى من الفلزات التي لا تذوب في الماء ولا سيما الفلزات الرزينة كالذهب والفضة والبلاتين. فاذا اضيفت مادة محترلة

الى محلول كلورور الذهب تنتج محلول غروي للذهب في الماء لا ينفذ من الرق لهُ الوان جميلة منها الازرق والبنفسجي والوردي والارجواني بحسب اختلاف الاحوال. ويعتقد فريق من الباحثين ان بعض هذه المحلولات كان معروفاً للكيميائيين في القرون الوسطى ولا يبعد انهم كانوا يظنونهُ احد عناصر الاكسير الذي كان قبلة ابحاث الكيميائيين في ذلك الزمان. والمحتمل ان الذهب المذاب الذي كانوا يستخدمونهُ في الطب حتى نهاية القرن السابع عشر كان واحداً من هذه المحلولات

لما كشف جراهام عن المحلولات الغروية توهم ان خاصة تكون هذه المحلولات قاصرة على بعض المواد دون غيرها لذلك رأى ان يقسم المواد الى بلوريات وغرويات — والحقيقة على ما ظهرت فيما بعد انهُ لا يصحُّ تقسيم المواد هذا التقسيم لان هنالك مواد تكون محلولات مادية في بعض السوائل ومحلولات غروية في السوائل الاخرى. فالحامض التانيك مثلاً اذا اذيب في الكحول تنتج منها محلول غروي واذا اذيب في الماء تنتج منها محلول مادي. كذلك قد ثبت ان المواد التي كان يعدها جراهام نماذج المواد الغروية كالزلال امكن الحصول عليها في حالة بلورية وعمل محلول مادي لها. كما ثبت ايضاً ان في الامكان اعداد محلولات غروية للمواد البلورية الصميمة كالملح. فالموضوع لا يتناول طائفة من المواد دون غيرها بل يتناول حالة من الحالات الطبيعية التي يصح أن توجد فيها كل مادة من المواد.

الالترامكروسكوب وطبيعة الغرويات

في سنة ١٩٠٣ خص عالمان يدعيان سيدنتوف وزجموندي Siedentoff & Zsigmondy المحلولات الغروية بالالترامكروسكوب الذي اخترعاه (المكروسكوب العادي لا يبين فرقاً بين هذه المحلولات والمحلولات العادية) ووجدا ان المحلولات الغروية للفلزات مثلاً تحتوي على الفلز المذاب في صورة دقائق صغيرة معلقة في السائل ومنتشرة فيه وأن هذه الدقائق يتراوح قطرها من عشرة اجزاء من مليون الى ٥٠٠ جزء من مليون من المليمتر. فأثبتا بذلك أن الحالة الغروية هي حالة متوسطة بين المحلولات الحقيقية العادية التي لا يمكن رؤية دقائقها مطلقاً وبين المعلقات الجسمة التي ترى بالمكروسكوب العادي

ويقال للمادة انها في الحالة الغروية اذا انتثرت في وسط مادي على هيئة دقائق قطرها يتراوح من جزء الى ١٠٠ جزء من مليون من المليمتر. ومثل هذه الدقائق تنفذ من ورقة الرشح ولا تستطيع النفاذ خلال الاغشية الحيوانية ولا يمكن كشفها بالمكروسكوب العادي. وتبعاً لهذه القاعدة تكون الحالة الغروية ممكنة لكل مادة ويصح اعتبارها حالة من حالات التجزؤ والانتشار. وقد ايد العلماء ذلك بمئات من التجارب التي جربوها في مئات من المواد المختلفة

انواع المجموعات الغروية

اقتصرنا في كلامنا السابق على نوع واحد من المجموعات الغروية وهو انتشار دقائق الاجسام الصلبة في الاوساط السائلة . ولكن وضح لنا من فهم كنه الحالة الغروية ان المادة المجزأة المنتشرة قد تكون سائلاً او غازاً وان الوسط المنتشرة فيه يصح ان يكون صلباً او غازاً . وعلى ذلك تنقسم المجموعات الغروية الى الاقسام الآتية

ومن هذا الجدول البسيط يتضح للقارىء مدى بحث الكيمياء الغروية ومبلغ اتصالها بالحياة الصناعية وسنزيد ذلك بياناً فيما يلي

نوع الجسم الغروي المنتشر	نوع الوسط المنتشر فيه	أمثلة
صلب	صلب	دقائق الكربون في الفولاذ . ودقائق الذهب في الزجاج العقيقي
صلب	سائل	المحلولات الغروية للفلزات والنشا والجلاتين
صلب	غاز	الادخنة . والذهب المضيئة
سائل	صلب	بعض الصخور والمعادن الطينية
سائل	سائل	المستحلبات المتنوعة
سائل	غاز	الغيوم والضباب
غاز	صلب	حجر الخفاف وبعض الصخور
غاز	سائل	الرغو والزبد

الصلب الغروي المنتشر في وسط صلب

نجد في الطبيعة والمنتجات الصناعية أمثلة للحالة الغروية التي من هذا النوع ففي الصخور نجد الكوارتز المدخن والملح الصخري ذي اللون الاحمر الذي ينجم عن وجود دقائق صغيرة من اكسيد الحديد في الملح . وفي الصناعة نجد الزجاج العقيقي ذا اللون الاحمر المسبَّب عن دقائق الذهب ثم العقيق الصناعي الذي يرجع لونه الى وجود الكروم الغروي . ومن المحتمل جداً أن تصلُّب الفولاذ راجع الى الحالة الغروية للكربون المنتشر فيه

الصلب الغروي المنتشر في وسط سائل

معظم المجموعات الغروية المألوفة تطوي تحت هذا القسم . فهو يشتمل على المحلولات

الغروية للفلزات والبروتين والصابون والجلاتين والصلصال وتدخل في دراسة هذه الحالات ظواهر التجمد والرسوب والطفو والمهاجرة الكهربائية وغيرها

وابسط الامثلة على تلك الفلزات الغروية ويمكن تحضيرها في الماء بالاختزال الكيمياوي او بالتفتت الكهربائي وذلك بامرار قوس كهربائي بين سلكين من الفلز منغمرين في الماء تتطاير دقائق الفلز من المهبط (القطب السالب) وتنتشر في السائل . وقد وُجد ان دقائق الفلز في محلوله الغروي تحمل شحناً كهربائية . فاذا غمس في المحلول قطبان محللان هاجرت هذه الدقائق كما تهاجر الايونات نحو المصعد (القطب الموجب)

وتستخدم المحلولات الغروية للسادن في معالجة كثير من الامراض التي تفتك بالانسان فمحلول الحديد الغرويّ دواء لفقر الدم . ومحلول الفضة الغروية دواء للانفلونزا والتهاب المثانة والدوسنطاريا . واليود الغرويّ دواء للروماتزم والازمة والاكزما . والسليينوم والنحاس الغرويان يستخدمان حقناً للعضلات في علاج السرطان الذي لا يشفى علاجه بالجراحة . والتجنيز الغروي يستعمل في مداواة السيلان وبعض الامراض الجلدية

والعلماء اليوم يوالون البحث في درس طرق تفتت الاجسام الصلبة ونشرها في الماء لتحضير المحلولات الغروية وقد اخترعوا لذلك انواعاً مختلفة مما يسمونهُ الطواحين الغروية وسجلوها . وبهذه الطواحين يمكن سحق كثير من المواد الى حالات دقيقة متفاوتة في الدقة. وهي كذلك ذات فوائد في صناعة الالوان والمطاط وغيرها من الصناعات الكيمياوية

الصلب او السائل الغروي المنتشر في وسط غازي

تجد في السحب والضباب الدقيق امثلة للسائل الغروي المنتشر في الغاز . وتجد في السحب الترابية والادخنة والذهب المفتتة امثلة لجسم الصلب المنتشر في الوسط الغازي. وللغرويات التي من هذا النوع خواص ومميزات لا تجد مثيلاً لها في الانواع الاخرى . لان خفة الوسط الذي تنتشر الدقائق فيه يجعل انفصال هذه الدقائق المعلقة ورسوبها بفعل الجاذبية امراً هيناً . كذلك شوهد أن دقائق المواد المنتشرة في الغاز لا تحمل شحناً كهربائية متماثلة فبعضها متعادل وبعضها موجب التكهرب او سالبه

ولدراسة هذه الغرويات اهمية في الصناعة فيدخل في دائرة اختصاصها معالجة الادخنة التي تتكوّن في المصانع وطرق الوقاية والتخلص من اضرارها . ثم دراسة الغبار المتطاير في جو المناجم الذي يحدث احياناً انفجارات خطيرة . ثم معرفة شروط احتراق الوقود الصلب والوقود السائل عند ما يكون في حالات دقيقة . ثم طرق استخدام الادخنة في الحروب الكيمياوية . ثم فهم كثير من الظواهر الجوية . ومن احدث التطبيقات العملية لهذا

القسم ترسيب الضباب والدخان والابخرة المنتشرة في الهواء او الغازات بالكهربائية. فاذا مرّ الهواء الحامل لهذه الدقائق الصلبة او السائلة في انبوبة بين قطبين كهربائيين فان الدقائق المعلقة تتكاثف قطعاً او نقطاً صغيرة ترسب في الانبوبة ويخرج الهواء خالياً مما علق به. ومنها ايضاً استخدام سحب الادخنة في الحرب الكيماوية كحواجز لاخفاء حركات الجنود والسفن والطيارات. ثم لاخفاء الغازات السامة التي تقذف معها على صفوف الاعداء. ولا شك ان هذا النوع من الفرويات سيكون له شأن خطير في الحروب القادمة

السائل الفروي المنتشر في وسط سائل او المستحلبات

اذا رجّ معاً سائلان لا يمتزجان بحيث ينجز أحدهما على صورة قطرات دقيقة تعلق في الآخر كيفيت المجموعة الحادثة مستحلباً وفي العادة لا يبقى المستحلب طويلاً الاّ اذا اضيفت اليه مادة ثالثة تسمى عامل استحلاب تمنعها وقاية القطرات المعلقة من الالتحام والتجمع لانها تتكوّن حول هذه القطرات اغشية جلاتينية او صلبة. ومن سائلين لا يمتزجان كالزيت والماء يمكن عمل مستحلبين مختلفين في الخواص الاول زيت منتشر دقائقهُ في الماء والثاني ماء منتشر دقائقهُ في الزيت. ولحفظ الاول يضاف اليه غروي يذوب في الماء ولوقاية الثاني يضاف اليه غروي يذوب في الزيت. اما قطرات الزيت في مستحلب الزيت في الماء فيماثل نظرها بجبب من الستثروهي تحمل شحنة كهربائية سالبة. واذا فحصت بالالترامكروسكوب ظهرت كغيرها من المحلولات الغروية للصادن والاجسام الاخرى في صورة دقائق تتحرك في خط منكسر. وهذه الحركة تسمى بالحركة البروية نسبة الى باني انجليزي يدعى برون لانهُ اول من لاحظ هذه الحركة سنة ١٨٢٧ عند درسه لحركة حبوب اللقاح في الماء. ومن المجمع عليه بين العلماء اليوم ان الحركة البروية سببها تصادم الدقائق الغروية المنتشرة في المحلول بجزيئات السائل المنتشرة فيه. ولا ينسى للمرء رؤية الحركة البروية في المحلولات الغروية او المستحلبات الاّ اذا نقص قطر الدقائق المعلقة عن ٣ اجزاء الى ٥ من ١٠٠٠ جزء من المليمتر

ولدراسة المستحلبات تطبيقات عدة في الحياة ولا سيما في الصناعات المشتغلة بالالبان والزبدة والمرجرين وزيوت التشحيم والفوتوغرافيا والمطاط والصابون وزيت البترول والزيوت الحيوانية والنباتية والدهن والمستحلبات الطبية وغيرها

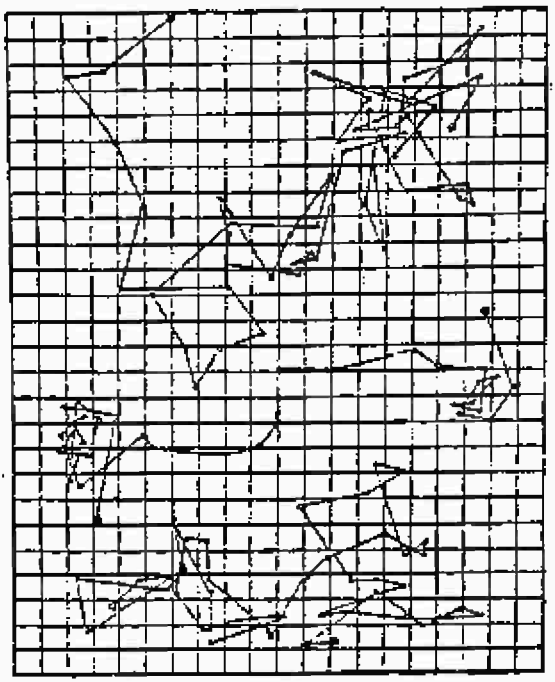
الغاز المنتشر في وسط سائل

إن الزبد الذي نراه طافياً على سطوح بعض السوائل سببهُ انتشار بعض الغاز في السائل الذي يحتوي عادة على مادة قابلة للامتصاص تستخدم لوقاية الزبد وحفظه. والسوائل المزبدة هي اللبن والبيرة ومحلولات الصابون والمحلولات المائية لكثير من المواد

العضوية . والمواد التي تضاف لحفظ الزبد تكون عادة غروية مثل الزلال . فهي ترسب على سطح الماز المنتشر كونة اغشية جلاتينية أو صلبة

ولتكوين الزبد تطبيق صناعي في طفو المعادن وفصلها من خاماتها . وطريقة ذلك انهم يضعون من الصخور الخام كمية من الماء ويضيفون من زيت اليوكالبتوس اليها قليلا . ثم يحركون المزيج جيداً فيتكوّن له زبد يُشبَّث بامتصاصه نوع خاص من المعادن التي بالصخور الخام . فمثلاً اذا كان الخام مزيجاً من الجالينا (معدن الرصاص) والبلند والكوارتز وصخور اخرى وعولج بالطريقة التي شرحناها فان الزبد الناتج ينتخب الجالينا من دون المواد الاخرى ويطفو بها على السطح . ثم يفصل الزبد وينقى باجهزة خاصة وتؤخذ الجالينا . وفي اميركا يعالجون نحو ٦٠ مليون طن من الخامات سنويًّا بهذه الطريقة لفصل المعادن منها

وهناك ظواهر كثيرة لا يتسع لها المجال هنا يمكن درسها في ضوء الكيميا الغروية مثل عمل الخبز وتبريد اللحوم والاسماك . والحرير الصناعي . والخشب . والورق . والحبر . والطفل والتربة . والجلود . والمطاط . والصمغ المارن . واسلاك المصابيح الكهربائية . والخزف . والاسمنت المائي . وترسيب الفلزات بالكهربائية . والمفرقعات . والوقود الغروي . والقهوة . والشاي والكاكاو والشكولاته . والاطعمة وغيرها — وبالاختصار — ينطوي تحت الغرويات اكثر الاشياء المألوفة تداولاً وانتشاراً فاذا اجلت البصر في الجو او في الارض او في نفسك وقع بصرك في كل ناحية على غرويات او على مواد لها بالغرويات اتصال وثيق . وهذا العلم لا يزال في مهده لانا عرفنا من عهد قريب فقط ان المادة تكتسب خواص وتصرّف تصرفات خاصة اذا ما وجدت في صورة دقائق صغيرة لا يمكن رؤيتها بالميكرسكوب العادي مع كونها كبيرة ولم تصل بعد الى حد الجزيئات التي هي اصغر دقائق المادة المركبة



صورة تمثل الحركة البروانية لثلاث دقائق