استطارة الضوء Light Scattering:

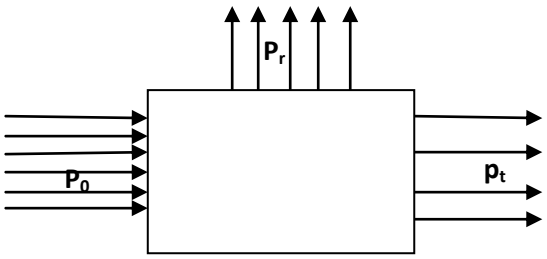
بعثرة او استطارة الضوء بمفهومه العام كطاقه مشعه تعني التغير العشوائي في متجهات انتشار الضوء الساقط او الاشعة الساقطة على محلول المادة. شدة الاشعاع المبعثر تتضمن ميكانيكيه معينه تعتمد على طول موجة الضوء الساقط وعلى شكل وحجم الجزيئات المبعثره للشعاع واحيانا على الترتيب الهندسي لها.

عندما تكون شدة الشعاع المبعثر بتردد مساوي الى تردد الاشعاع الساقط هذه الظاهرة تسمى بعثرة رايلي Rayleigh Scattering. اما عندما تكون شدة الشعاع المبعثر اكثر او اقل من الشعاع الساقط هذه البعثرة تدعى بعثرة رامان Ramman Scattering .

استطارة رايلي Rayleigh Scattering:

هي الحالة التي يكون فيها تردد الشعاع المبعثر يساوي الى تردد الشعاع الساقط. بين رايلي من إن الشعاع الساقط على جسم شفاف ذو حجم صغير (جسيمه عالقة) بالمقارنة مع الطول الموجي الساقط سيحدث عزم ازدواجي كهربائي هذا العزم يتذبذب بتردد مساوي الى تردد الشعاع الساقط على هذا الجسيم بحيث هذا العزم يعمل وكأنه مصدر ضوئي يشع الضوء بنفس التردد وفي جميع الاتجاهات . **اما استطارة تندال Tandall Scattering** هي البعثرة التي تحصل للشعاع الساقط من على سطح الجزيئات الكبيرة الحجم وفي مثل هذه الاستطارة يتطلب اشعاعات ذات طول موجي اصغر بكثير من قطر الجسيم العالق الساقط عليه .اما اذا كانت الجسيمات مرتبه بشكل فراغي هندسي منتظم (كالذرات في البلورة) فان الشعاع المبعثر سوف يظهر تأثيرات تداخليه ويعتبر حيود الاشعة السينية بواسطة البلورات مثال على ذلك.

سوف ندرس موضوع الاستطارة على المحاليل شبه الغروية للجسيمات الصلبة Suspensoid او السائلة Emulsoid في السوائل (اي شبه الغرويات العالقة والمستحلبة). تجري القياسات الطيفية لتراكيز هذه الجسيمات بإمرار ضوء مرئي ذي شدة عالية وقوه مقدارها p_0 في محلول النموذج ان قسما من هذا الضوء الساقط يمتص من قبل الجزيئات العالقة ويخرج بنفس الاتجاه وبقوه اقل p_t ممكن قياسها باي سبكتروفوتوميتر وان الكدريه S التي يسجلها الاول تتناسب طرديا مع $\log p_0/p$ وان هذا النوع من التحليل يسمى بالتحليل الكدري او العكري Turbidimetric Analysis او يدعى Turbidimetry، كما ان قسما اخر من الضوء الساقط يتبعثر بانعكاسه بزاويه معينه من على سطوح الجسيمات وبقوه مقدارها p_r كما ان هذه القوه تقاس بجهاز يسمى نفلوميتر او قياس الضبابية Nephelmeter والقياس يدعى قياس الضبابية Nephelometry .



ان النسبة p_t/p_0 تنخفض عند زيادة عدد الجسيمات شبه الغروية بينما النسبة p_r/p_0 تزداد.

ان شدة الاشعاع المستطار تعين باستخدام معادلة رايلي التالية:

$$P_r = P_0 K \frac{NV^2}{\lambda^4}$$

حيث ان Kثابت تناسب يمثل معامل انكسار العالق والوسط ، والمسافة بين المكشاف والخلية، والزاوية التي يشغلها الاشعاع المستطار . λ الطول الموجي للشعاع الساقط . N العدد الكلي للجسيمات العالق. V حجم جسيم واحد.

من المعادلة اعلاه نستنتج ما يلي:

١- ان شدة الاشعاع المستطار تتناسب طرديا مع عدد الدقائق العالقة وبعباره اخرى تتناسب طرديا مع التركيز من ذلك يتضح امكانية تحضير منحني معايره لمحاليل قياسيه يمكن بواسطته تعيين تراكيز النماذج المجهولة.

٢- تتأثر شدة الضوء المستطار بحجم الدقائق العالقة ايضا ويمثل احد عوامل الضعف في هذه الطريقة.

٣- يشير المعامل $1/\lambda^4$ الى ان شدة الاشعاع المستطار تزيد بسرعه مع النقص في الطول الموجي للإشعاع الاولي وبناء عليه فعند امرار الضوء الابيض خلال المحلول شبه الغروي فان الازرق هو الذي يبعثر بشده لكونه قصير ويمر الطيف الاحمر من المحلول لكونه ذو طول موجي طويل .وهذا بالتقريب يفسر زرقة السماء وحمرة الغسق بسبب بعثرة شعاع الشمس الابيض بواسطة الجسيمات الموجودة في الجو مثل كالتراب وبخار الماء.

اما في القياسات الكدرية فان قيمة P_t تحسب من المعادلة التالية:

$$S = Log \frac{P_0}{P_t} = KbC$$

حيث K معمل الكدر المولي وهو ثابت يعتمد على طبيعة المحلول الشبه الغروي، وقطر الجسيم.

ويلاحظ ان المعادلة اعلاه مشابهه لقانون بير- لمبرت وعليه تستخدم كما تستخدم معادلة بير في تحليل الامتصاص .

ان تطبيق قياسات التعكير يتطلب ان تكون المحاليل المدروسة مخففه جدا وذلك بسبب انه عندما يزداد التركيز تزداد الاستطارة للإشعاع فتصل كميات كبيره منه الى المكشاف مسببه تسجيل قيم غير دقيقه ل(S). ولكن من جهة اخرى فان المحاليل عالية التخفيف جدا (١٠٠ملغم/لتر) تسبب خطا ايضا في قياس S سببه تقارب قيمتي P_0 وP_t مما يجعل من الصعب على المكشاف التمييز بينهما بدقه ،لذا تفضل قياسات الضبابية في المحاليل المخففة جدا. كما يجب مراعاة كون قطر الجسيم اصغر من طول موجة الشعاع الاولي وذلك لتلافي ظاهرة الاستطارة المضاعفة Multiple Scattering والمتكونة نتيجة لبعثرة الضوء من على السطوح الكبيرة للجسيمات ووصوله الى المكشاف.

يجب اخذ النقاط التالية بنظر الاعتبار عند تحليل النماذج بواسطة القياسات الكدرية و الضبابية:

١- ليس من الضروري في المقياس الضبابي ان تكون الزاوية ما بين الشعاع المبعثر والشعاع الساقط 90^0.

٢- استخدام اوعية نماذج مضلعة الاوجه لأنها تسمح باستطارة الضوء بزوايا ثابته 90^0 , 60^0, 45^0 130^0, . بينما الاسطوانية يعمل سطحها كعدسه لتفريق الاشعة.

٣- يجب ان يكون العالق مخففا لضمان بقاء الدقائق عالقة مده زمنيه كافيه لإجراء الفحص.

٤- جزء الشعاع المستطار يعتمد على شكل وحجم الدقائق لذا يجب ان نأخذ بنظر الاعتبار العوامل التالية:

أ- تركيز الايونات او الكواشف .

ب- سرعة وطريقة المزج .

ت- زمن بقاء المحلول قبل القراءه .

ث- وجود الكتروليت خارجي .

ج- درجة الحراره .

ح- الداله الحامضيه والقوه الايونيه .

خ- المواد المضافه للحفاظ على غروية المحلول .

٥- ان تكون دقائق العالق لابلوريه لكي لا تترسب بسرعة، كما يجب ان تكون العوالق ثابته خلال فترة القياس ومستقرة بمرور الزمن دون ترسب ان ذلك يتطلب اضافة مواد شبه غرويه واقيه مثل الجيلاتين او خليط من الكحول والكلسيرين، اضافه الى مزيج مشبغر Peptizer مكون من كلوريد الصوديوم وحامض الهيدروكلوريك، ويدعى مزيج هذه المواد مجتمعه بالمحلول المعدل Conditioning Solution.

التطبيقات :

تستخدم قياسات التعكير والاستطارة في معرفة نقاوة الماء بتعيين كمية الكلوريد (على هيئة كلوريد الفضة) والكبريتات (على هيئة كبريتات الباريوم). كذلك استخدمت قياسات التعكير لغرض تعيين نقطة النهاية في بعض تسحيحات الترسيب بطريقه مشابهه للتسحيح الضوئي وفيها ترسم التعكرية S مقابل حجم الساحوح المضاف . كما استخدمت طرائق الاستطارة لقياس نقاوة الهواء ولتقدير الوزن الجزيئي للبوليمرات وتقدير قطر دقائق العوالق .

مما تقدم ان لهذا النوع من التحليل فائدة كبيره لأنه يوفر امكانية معرفة كمية العالق دون الحاجه لفصله من وسطه حيثما وجدت صعوبة للقيام بعملية الترشيح او الفصل او عندما يراد تجنب طرائق التحليل التي تستغرق وقتا طويلا.