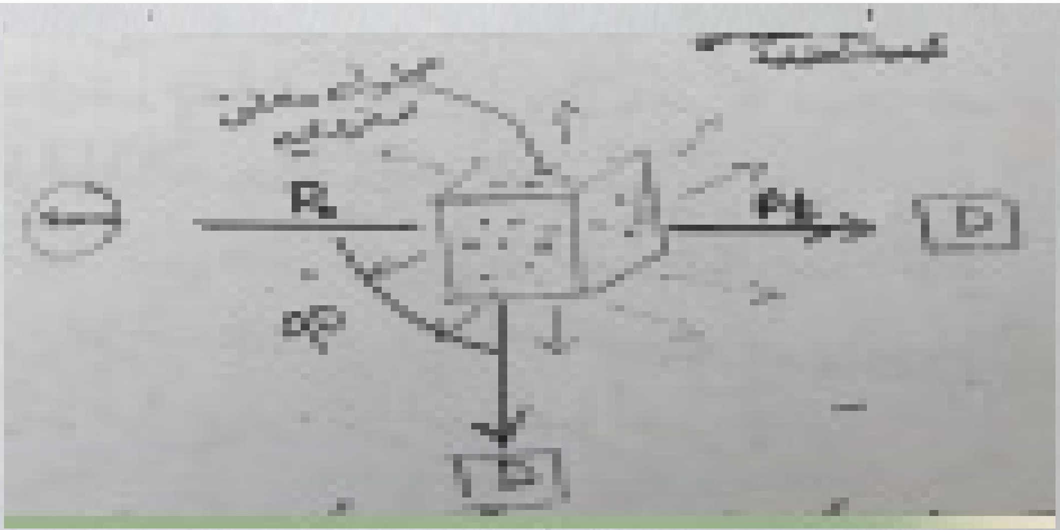
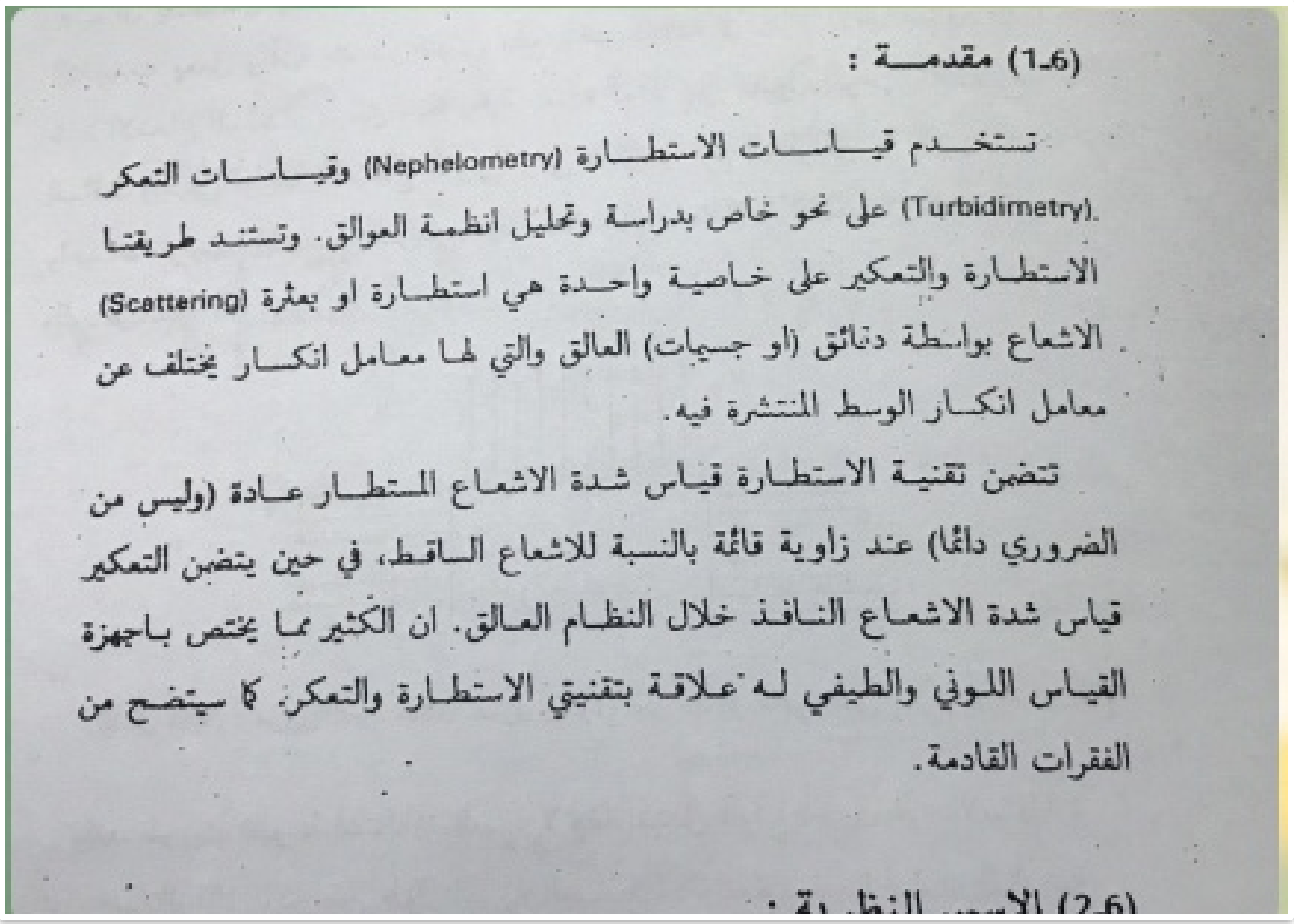


التحليل بقياس الاستطارة وقياس التعكير

Nephelometric and Turbidimetric Analysis

الاستاذ الدكتور
كامل حسين السوداني
كيمياء تحليلية



(1-6) مقدمة :

تستخدم قياسات الاستطارة (Nephelometry) وقياسات التعكر (Turbidimetry) على نحو خاص بدراسة وتحليل انظمة العوالق. وتستند طريقتا الاستطارة والتعكير على خاصية واحدة هي استطارة او بعثرة (Scattering) الاشعاع بواسطة دقائق (او جسيمات) العالق والتي لها معامل انكسار يختلف عن معامل انكسار الوسط المنتشرة فيه.

تتضمن تقنية الاستطارة قياس شدة الاشعاع المستطار عادة (وليس من الضروري دائما) عند زاوية قائمة بالنسبة للاشعاع الساقط، في حين يتضمن التعكير قياس شدة الاشعاع النافذ خلال النظام العالق. ان الكثير مما يختص باجهزة القياس اللوني والطيفي له علاقة بتقنيتي الاستطارة والتعكر، كما سيتضح من الفقرات القادمة.

(2-6) الاسس النظرية :

شعة المستقيمة .

رية : قياس كمية الأشعة عند المتشتتة (اي بزاوية 180°) . (مثل قياس الامتصاص

طارة : قياس كمية أشعة كجسيمات متشتتة عند زاو
(90°) بالنسبة للاشعة الساقطة (مثل قيا

حتى في تراكيز مشابهة % التراكيز الواطئة نستعمل الاستطارة
التراكيز العالية نستعمل التعكرية

اكيز الواطئة للمعلق لا تشتت العالق بقوة (تكون نفاذ
الاشعة 85-95 % تقريباً)

استعمال القياسات التعكرية :

لا على مقارنة وتكامل اي الطيف

2) لذا الاستطارة تكون اكثر دقة واكثر حساسية (ايضاً) ؛ حيث ان الكمية القليلة للضوء المتشتت تكون ضد خلفية مظلمة (كالنجوم الساطعة في ليلة مظلمة).

* العوالق الكثيفة تفضل قياسات العكارة (لانها تستطيع قياس التغيرات القليلة للشدة النافذة بدقة عندما تكون الشدة المطلقة واطئة نسبياً »
« اما الاستطارة هنا فتعاني من تأثيرات التداخلات التي تميل لأشباع منحني الاستجابة Response Curve. وعندئذ لا يمكن استخدامها لايجاد تراكيز العوالق »

تستخدم : الاستطارة والعكارة

- عينات سائلة والغازية وحتى الصلبة الشفافة (تقدير التراكيز)

كذلك :-

- تقدير حجم وشكل الجزيئات
- قياس M.wt (خاصة للبوليمرات)
-

①

Reflection and Scattering التشتت والانعكاس

الاستطارة

النظرية

مسؤول عن حيود الاشعة عن مسارها الاصلي ويؤدي إلى التعرية او الاستطارة

يحدث التشتت او انعكاس (المعتمد على على) :-

" حجم الدقائق العالقة مقارنة بالـ λ للضوء الساقط "

① حجم الدقائق $\lesssim \lambda$ (يساوي تقريباً او أقل) ← يحصل تشتت

② اكبر من حجم الدقائق $> \lambda$ يحصل انعكاس

الاستاذ الدكتور
كامل حسين السوداني
كيمياء تحليلية

الصورة عامة :

2) لذا الاستطارة تكون اكثر دقة واكثر حساسية (احياناً)؛
حيث ان الكمية القليلة للضوء المتشتت تكون ضد خلفية
مظلمة (كالنجوم الساطعة في ليلة مظلمة).

* المحاليل الشفافة تفضل قياسات التعكرية (لانها
تستطيع قياس التغيرات القليلة للشدة النافذة بدقة
عندما تكون الشدة المطلقة واطئة نسبياً »
« اما الاستطارة هنا تعاني من تأثيرات التداخلات التي
تميل لاشباع منحني الاستجابة Response Curve.
وعندئذ لا عليه أستخدام لايجاد تراكيز المحاليل »

تستخدم : الاستطارة والتعكر

- عينات سائلة والغازية وحتى الصلبة الشفافة
(لتقدير التراكيز)

كذلك :-

- لتقدير حجم وشكل الجزيئات
- قياس M.wt (خاصة للبوليمرات)
-

(1)

Reflection and Scattering التشتت والانعكاس

التعرية ← التشتت

الانعكاس ← الاستطارة

مسؤول عن حيود الاشعة عن مسارها الاصلي
ويؤدي إما التشتت او الاستطارة

يحدث التشتت او الانعكاس (المعتمد على كل) :-

" حجم الدقائق العالقة مقارنة
بالـ λ للضوء الساقط "

①
حجم الدقائق ≤ λ
(متساوي تقريباً او أقل)
يحصل تشتت

②
اكبر من
حجم الدقائق > λ
يحصل انعكاس

الصورة على :

الاستاذ الدكتور
كامل حسين السوداني
كيمياء تحليلية

يحصل تشتت   يحصل انعكاس

بصورة عامة :-

الجزيئات ذات الحجم الغروي colloidal size الذي يتراوح قطرها من 1nm → 1um الذي تشتت الاشعه الساقطة عليها

* يدعى تشتت الضوء غالباً من قبل الجسيمات الغروية بتأثير تندل (Tyndall effect).

* **الاستطارة** : استطارة الضوء تعني التغير العشوائي في اتجاهات انتشاره بدون ان يكون هناك اختلاف بين تردد الشعاع المستطار وتردد الشعاع الساقط

،، س 25 = 25 ،، ساقط

يحصل تشتت   يحصل انعكاس

بصورة عامة :-

الجزيئات ذات الحجم الغروي coliodal size التي يتراوح قطرها

من 1nm → 1μm التي تشتت الاشعة الساقطة عليها

* يمكن تشتت الضوء غالباً من قبل الجسيمات الغروية يسمى تأثير تندل

(Tyndall effect).

* **الاستطارة** : استطارة الضوء تعني التغير العشوائي في اتجاهات انتشاره بدون ان يكون هناك اختلاف بين تردد الشعاع المستطار وتردد الشعاع الساقط

" " = " " الساقط

④ هذه تدعى استطارة رايلي   the Rayleigh scattering

حيث 1871 بين اللورد رايلي :-

ان الشعاع الساقط على جسيم ذي حجم صغير بالمقارنة مع λ الساقطة يحدث عزماً ازدواجياً كهربائياً يجب ان تتذبذب بتردد مساوي لتردد الشعاع الساقط ، وعليه فأن هذا العزم المتذبذب يعمل وكأنه مصدر ضوئي ليشع بنفس التردد في جميع الاتجاهات .

الاستاذ الدكتور
كامل حسين السوداني
كيمياء تحليلية

شدة الشعاع المستطار تتضمن متغايرات معقدة :

يعتمد

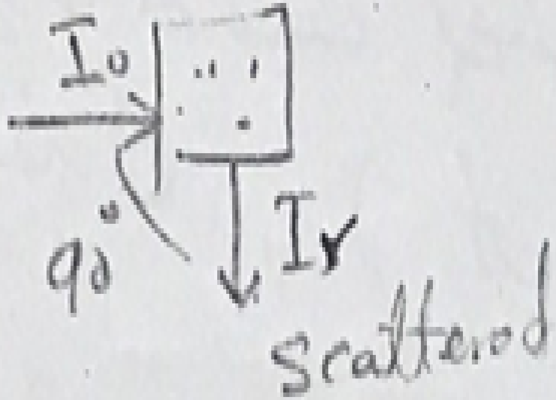
- λ للاشعاع الساقط (الاشعاع الاصلي)
- شكل وحجم الدقائق والجسيمات
- الترتيب الهندسي
- معامل الانكسار للدقائق

عوالق suspensoid

: عندما يكون طول

مستحلب /
شبه غروي Emulsoid

فأن قياس الاستطارة عليه
فقط أيجاده من معادلة رايلي تندالية

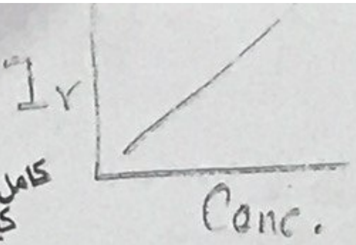


العدد الكلي للجسيمات العالقة

ثابت تناسب

حجمها

$$\underset{\text{شدة الاشعاع المستطار}}{I_r} = \underset{\text{الساقطة}}{I_0}\, \overset{\text{ثابت تناسب}}{K}\, \frac{\overset{\text{العدد الكلي للجسيمات العالقة}}{N} V^2}{\underset{\text{طول موجي للاشعاع}}{\lambda^4}}$$



الاستاذ الدكتور
كامل حسين السوداني
كيمياء تحليلية

(1) [illegible] اي :-

ان شدة الشعاع تتناسب طردياً مع
عدد الدقائق (الجسيمات العالقة)،
بعبارة أخرى تتناسب طردياً مع التركيز

- حجم الدقائق تؤثر على شدة الضوء المستطار، هذه أحدى مساوئ هذه التقنية، لأنه يؤدي الى تعقيدها وقلة استخدامها (لا يمكن السيطرة بسهولة على حجم الدقائق)
لأنه لا تعتمد فقط على كتلة الدقائق في وحدة الحجم (ملغم/لتر) وانما تعتمد على عدد الدقائق لكل وحدة الحجم
- المعامل $\frac{1}{\lambda^4}$ ان شدة الشعاع المستطار تزيد نسبياً مع تقصر λ للاشعاع الاولي، وبناءً عليه يفضل اللون الازرق في هذه العمليات

(اي ان الضوء الازرق يتشتت بكفاءة من الضوء الاحمر
وهذا يفسر زرقة السماء)

مؤشر لتعلم الأمن
الاستطارة لذة في التعلم
يجب منع او تقليل الاحباط
اي أختيار λ لا نحيد عنه
حلول البنية القوية.
(لانه قياس التعلم قياس
التفوق للحلول)
اي لا نحيد عن السبب
هل هو التشتت او الاحباط.

- كذلك الدقائق المحضره بالترسيب على ان
يتأثر حجمها بعدة ① تركيز المواد المتفاعلات

② Temp.

③ التجمع

④ pH

⑤ ترتيب مزج المواد المتفاعلة

⑥ الزمن اللازم لنمو الدقائق
particles growth

لذا عليه كيف السيطرة لضمان
دقتها مع ضمن الحدود ،

أما في قياس التعكرية فأن It تحسب

المعادلة

$$\underset{\text{التعكر}}{S} = \log \frac{\overset{\text{شدة الشعاع الأولي}}{I_o}}{\underset{\text{النافذ}}{I_t}} = \underset{\text{ثابت لقيم متعددة}}{k}\,\overset{\text{سمك عينة المحلول بالخلية}}{b}\,\underset{\text{conc.}}{C}$$

urbidance

Molar Turbidity coefficient

معامل التعكرية المولاري

الاستاذ الدكتور
كامل حسين السوداني
كيمياء تحليلية

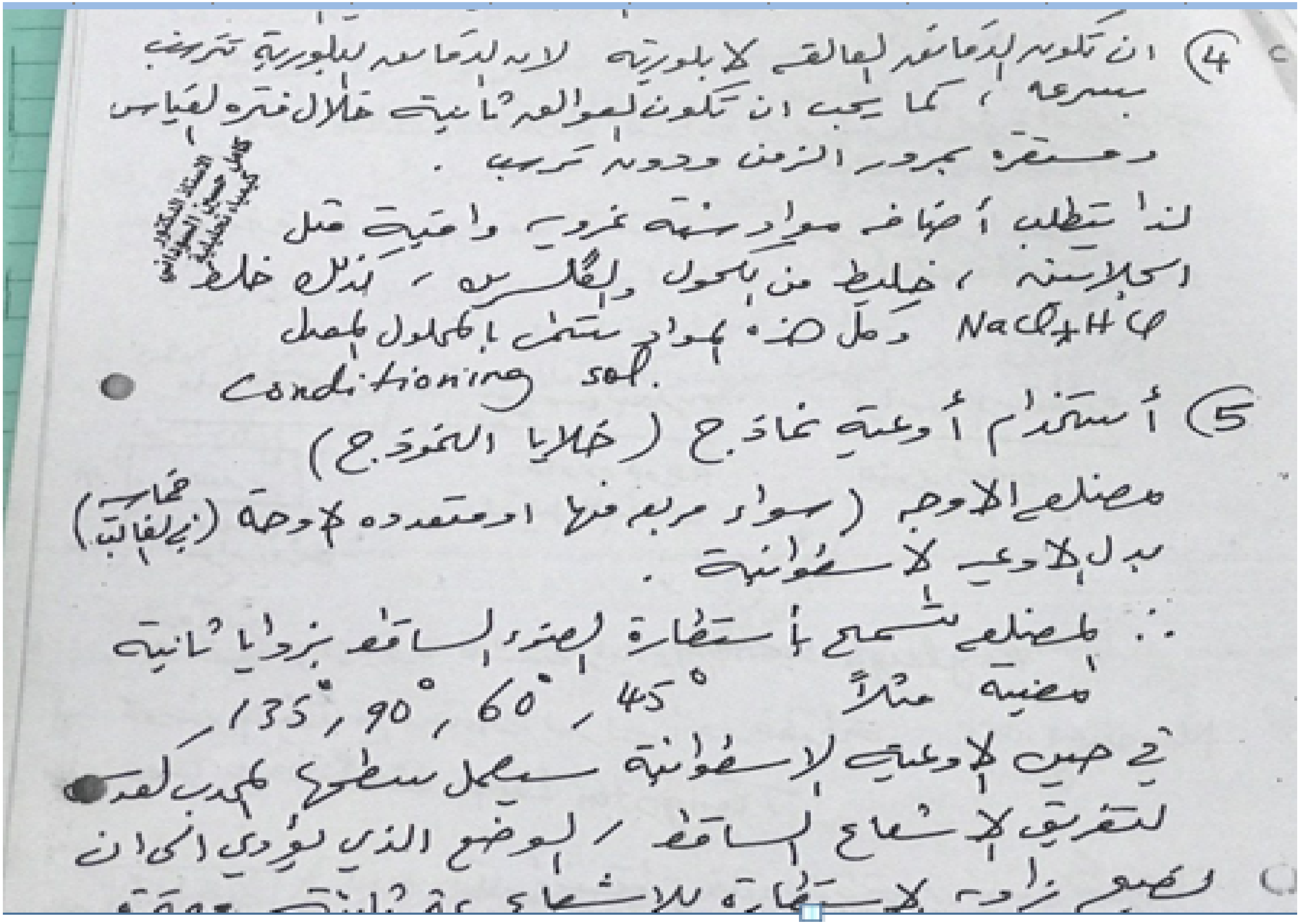
- نلاحظ ان القانون اعلاه مشابه الى قانون بير - لا
- تنطبق هذه المعادلة في المحاليل المخففة جداً وذلك لا

(جـ) النواحي العملية :

للحصول على نتائج موثوق بها بتقنيتي
الاستطارة والتعكرية . يجب مراعاة ما يلي :-

① ان تكون الدقائق العالقة او المستحلبة ذات قابلية أذابة قليلة
او مهملة نسبياً في المذيب (الماء مثلاً) لان الطرائق تتضمن
استعمال محاليل مخففة جداً .

② يجب ان تكون العالقة مخففة جداً ، اذ تركيز لا يتجاوز 0 mg/l
الدقائق المسؤولة عن عملية الاستطارة ، الذي ينبغي ~~يفضل~~ ان تتوحد شكلاً وابعاد



④ ان تكون الدقائق العالقة لا بلورية لان الدقائق البلورية تترسب بسرعة ، كما يجب ان تكون العكورة ثابتة خلال فترة القياس ومستقرة بمرور الزمن وبدونه ترسب .

الأستاذ الدكتور [illegible] كيمياء تحليلية

لذا يتطلب اضافة مواد منها غروية واقية قبل استخدامه ، خليط من محلول الكلسرين ، كذلك خليط NaCl + HCl وكل هذه المواد تسمى المحلول المكيف conditioning sol.

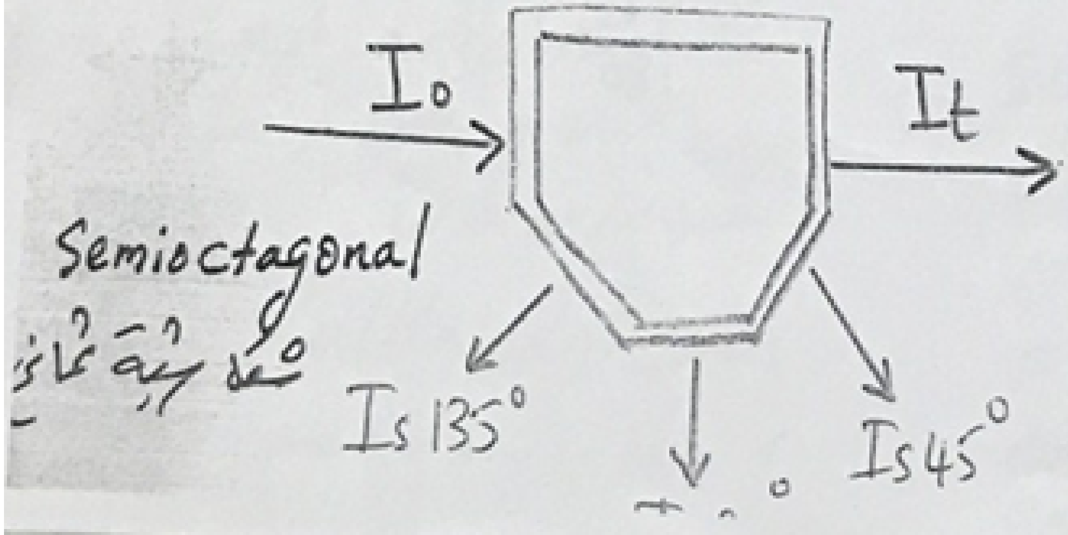
⑤ استخدام أوعية نماذج (خلايا النماذج) مضلعة الاوجه (سواء مربعة الشكل او متعددة الاوجه (ذات الجوانب)) بدل الاوعية الاسطوانية .

∴ المضلعة تسمح باستطارة الضوء الساقط بزوايا ثابتة معينة مثلاً 45° , 60° , 90° , 135° -

في حين الاوعية الاسطوانية تعمل سطوحها المحدبة كالعدسة لتفريق الاشعاع الساقط ، الوضع الذي يؤدي الى ان تصبح زاوية الاستطارة للاشعاع غير ثابتة

مضيئة عند 45 ، 60 ، 90 ، 135 ،

في حين الأوعية الاسطوانية تستعمل سطوح المحدب للقدح لتفريق الإشعاع الساقط ، الوضع الذي يؤدي الى ان تصبح زاوية الاستطارة للاشعاع غير ثابتة ومعتمدة مع معاملات الانكسار للدقائق والوسط مما يؤدي الى خطأ في القياس


I0
It
Semioctagonal
شبه ثماني
Is 135°
Is 45°

خلية ذات شكل ثماني الاوجه تستخدم لقياسات التشتت

الأستاذ الدكتور
كامل حسين السوداني
كيمياء تحليلية

الأجهزة Instrumentation

بشكل عام :-

* أجهزة قياس العكارة تشابه الى حد بعيد الأجهزة الفوتومترية Spectrophotometer.

* أجهزة قياس الاستطارة تشابه أجهزة قياس الفلورة spectroFluorometer.

مكونات الجهاز	قياس العكارة	قياس الاستطارة
* المصدر (Source) مواصفاته	احادي الموجة لتقليل الامتصاص	ضوء ابيض

شدة عالية
قصيرة UV (لزيادة تشتت رايلي Rayleigh scattering

* قوس الزئبق مع مرشحات لعزل أحد خطوطه Mercury arc
* مصباح التنكستن Tungsten Lamp

* الكاشف	* عملية أستخدام خلية ضوئية في قياس العكارة زاوية القياس 180°	* مضاعف ضوئي لاستطارة للحصول على حساسية عالية الضوء المشتت قليل - 90° او عدة زوايا في أجهزة البحث توضع الكاشف على قرص دائري ليسمح باختيار الزاوية المقصودة

خلايا Cells

تستخدم خلايا شكلها شبه ثماني Semioctagonal

* (ذات سطوح مصبغة لتقليل وتلافي التشتت المضاعف Multiple scattering (

* تسمح بقياس الضوء المتشتت بزوايا 45, 90, 135° نسبة الى الشعاع الساقط

عند استخدام خلية بزاوية ثابتة من الأفضل ان تطلى الجدران التي لا يمر منها الضوء بمادة سوداء لكي لاتمتص الاشعة غير المرغوب فيها ولكي تقلل الاشعة الشاردة (stray radiation)

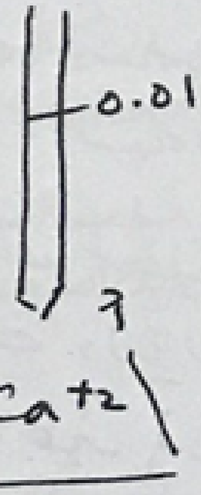
3. التحليل الحياتي

مايكروبي
* كمية نمو الجراثيم في وسط مغذي
* تقدير الأحماض الأمينية
* الفيتامينات والمضادات الحيوية

قياس الاستطارة :-
تقدير البروتين وتقدير كمية
الكلايكوجين ، وتقدير كاما
كلوبين (تعيين بدم)

4 - التحليل التسحيحي Titration Analysis:-

ايجاد نقطة النهاية



* بروميد مع الفضة
* Ba^{+2} $SO_4^{=}$
* الايونات في مزيج الكيتونية الكحول تتسحح مع الماء

5 - تلوث الماء والهواء :—

قياس التعكر - الاستطارة

د - تلوث الماء والهواء :—

قياس التعكر والاستطارة ضوء

لدينا تلوث المياه والهواء

* قياس الغبار والدخان في الهواء

* انتزاع العكارة بمحلول المادة المناسبة.