دراسة لقياس نسبة السكر في البول باستخدام اشعة الليزر

فالح لفته مطر

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: ٢٠ / ١٢ / ٢٠١٠ ---- **تاريخ القبول:** ١١ / ٥ / ٢٠١١)

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى الاستفادة من بعض الظواهر الفيزيائية والكيميائية (كالاستقطاب ، تفاعل الاشعاع مع المادة و النشاط البصري المتعلق بالتركيب الجزيئي للمواد) لحساب تركيز المواد النشطة بصريا في السوائل الحاوية عليها . وباستخدام اشعة الليزر لما لها من اهمية في المجال العلمي والعملي يمكن قياس نسبة السكرفي البول ، وذلك لما تعطيه هذه الاشعة من نتائج لا يمكن الحصول عليها من غيرها . ان لسكر الكلوكوز القابلية على تدوير مستوى الاستقطاب للشعاع المستقطب استوائيا وبتطبيق قانون مالس على الشعاع الساقط و النافذ يمكن معرفة تركيز هذة المادة في محلولها من معرفة زاوية الدوران ومعامل الدوران النوعي للكلوكوز.

المقدمة :

تتمتع الاشعة المنبعثة من أجهزة الليزر بخصائص وصفات كالاتجاهية والسطوع والتشاكة والاستقطاب بالاضافة الى احادية اللون وغيرها من الصفات التي جعلت لهذه الاشعة عدة استخدامات في مجالات الابحاث العلمية والتقنية المختلفة.

لقد ازدادت اهمية الليزر يوما بعد يوم نظرا للنتائج الايجابية التي قدمها في مجالات الاتصالات والطب والصناعة والتصوير المجسم مما دعا الى استغلالها بالشكل الذي يوفر للانسان خدمة جلية . ان من احدى استخدامات الليزر في المجال الطبي هو لمعالجة امراض السرطان ووقف النزف الشديد الذي يحصل في اعضاء الجسم واستخدامه في الجراحة . وفي هذا البحث سنقوم بدراسة قياس نسبة السكر باستخدام اشعة الليزر ، حيث يعد الكلوكوز من المواد النشطة بصريا التي لها القابلية على تدوير مستوى استقطاب الضوء المستقطب استوائيا والمار خلالها . وبالاستفاده من هذه الخاصية لاشعة الليزر يمكن معرفة نسبة الكلوكوز في البول من معرفة زاوية الدوران لاشعة الليزر . علما انه في حاله زيادة سكر الدم فيلاحظ ارتفاعة بالبول ايضا حيث ان تجاوزه عن مقدار (١٨٠) ملغ في الدم يبدأ السكر بالنزول مع البول وهذا ما يسمى بعتبة الكلية. [١] .

حيث أن مرض السكري يعمل على اعتلال اكثر اعضاء الجسم ، ويخل بالجهاز العصبي والتوازن العام .[٢]

وقد استخدمت أشعة الليزر التي تعد من الأشعة الكهرومغناطيسية ذات درجة عالية من خصائص متعددة منها صفة احادية الموجة كا انه يشكل مصدر ضوء للاشعاع المتشاكة كما انه ينبعث باتجاه محدد قليل الانفراجية وبهذا تتركز قدرة الاشعاع في حزمة ضيقه فيعطيها صفة الاتجاهية العالية الدقة ولمسافات كبيرة اضافة الى صفة السطوع أو اللمعان ، وهذه الخصائص جعلته أفضل من بقية المصادر الضوئية في البحث العلمي .[٣]

وتستخدم أشعة الليزر في مجالات عدة منها في العلاج بالتشعيع الضوئي وجراحة الاوعية وجراحة العيون والعظام والمجاري البولية والتجميل والجملة العصبية ... الخ . [٤]

وقد أثبتت النظرية الكهرومغناطيسية ان الضوء حركة موجية مستعرضة تنتشر نتيجة تغيرات دورية لمجالين احدهما كهربائي والثاني مغناطيسي . يتذبذب كل منهما في اتجاه عمودي عل الاخر وعلى اتجاه انتشار الموجة ويتغير كل من المتجة الكهربائي والمتجه المغناطيسي المصاحب له جيبيا مع الزمن بطور واحد . ، ولهذا ففي موضوع الاستقطاب يكفي ان نشير الى احد المجالين ، وجرت العاده ان يؤخذ المجال الكهربائي بنظر الاعتبار ، ومن أنواع الاستقطاب هو الاستقطاب الخطي ، الدائري ، والاهليجي [٥]

ويمكن الحصول على الاستقطاب بعدة طرق منها الامتصاص الانتقائي ، الانعكاس ، الانكسار المضاعف و الاستطارة . [٦]

قانون مالس :

إن قانون مالس يبين كيف ان شدة الضوء المار من المحلل تتغير مع مربع جيب تمام الزاوية التي يصنعها مستوى الضوء المار من خلال اللوح مع القطيب. فلو فرضنا ان المحلل قد ادير بزاوية (Θ) حول الاتجاه المعين فان سعة تذبذب الضوء (المستقطب استوائيا) النافذ من القطيب يمكن تحليلها الى مركبتين الاولى باتجاه مستوى الاستقطاب للمحلل والاخرى عمودية على هذا الاتجاه ، علما ان المركبة الاولى هي التي سوف تمر فقط. ان A تمثل السعة النافذه من اللوح القطيب التي تقطع المستوى العمودي على الصفحة ، وعندما يسقط هذا الضوء على المحلل تتحلل السعة الساقطة الى مركبتين (A_1 ، A_2) والتي ستحذف هي A_2 من خلال المحلل ، وعلية فان سعة الضوء النهائية هي $A_1 = A \cos \Theta$ ولكن A هي في ذات الوقت تمثل سعة المجال الكهربائي E_O المار من القطيب أي أن

$E = E_O \cos \Theta$ .....(1)

$I = E^2 \cos^2 \Theta$ .....(2)

علما ان A تمثل سعة المجال الكهربائي E_o المار خلال القطيب ، وبدلالة الشدة فان

$I = I_o \cos^2 \Theta$ .....(3)

فعندما يكون المجال الكهربائي المار فن القطيب عموديا على محور المحلل (اي حالة التصالب) فالمعادلة (3) تصبح صفرا ، اي انه لا

توجد مركبة للمجال الكهربائي موازية لمحور المحلل وهذا يعني اختفاء الاشعة النافذة من المحلل.[٧]

المواد النشطة بصريا :

هنالك العديد من المواد الطبيعية تمتلك قابلية على تدوير مستوى الاستقطاب للضوء المستقطب استوائيا والمار خلالها وتدعى هذه الظاهرة بالنشاط البصري . فعند مرور شعاع ضوئي مستقطب استوائيا خلال وسط نشط بصريا فان الشعاع الخارج يكون مستقطب استوائيا الا ان مستوى الاستقطاب يكون قد دار بزاوية معينة . ان اي مادة تسبب دوران مستوى الاهتزاز للمجال الكهربائي (E) للموجة المستوية الساقطة يقال انها نشطة بصريا . ومن هذه المواد النشطة بصريا هي المركبات العضوية الطبيعية كالسكر ، ففي السوائل يعزى سبب الدوران الى التركيب الجزئي لهذه المواد النشطة بصريا. فعند مرور شعاع ضوئي مستقطب استوائيا خلال مادة نشطة بصريا سيعاني هذا الضوء من دوران في مستوى الاهتزاز بفعل المادة وبذلك فان الضوء النافذ منها يكون مستقطبا استوائيا الا ان مستوى اهتزازة يعمل زاوية مقدارها (Θ) مع الاهتزاز الاصلي . ففي المواد البلورية يدعى مقدار الدوران الذي يحدثة لوح من مادة نشطة بصريا سمكه (١) ملم في مستوى الاهتزاز بالدوران النوعي ، والذي يمثل صفة من صفاة المادة بينما في السوائل النشطة بصريا ولكون مقدار دوران مستوى الاهتزاز اقل مما هو علية في المواد البلورية فان الدوران النوعي يعرف على انه الدوران الذي يحدثة عمود طولة (١٠) سم من السائل الذي يحتوي على (١) غم من المادة النشطة لكل (١) ملل.[٨]

ان المواد الفعالة بصريا تعتمد على مبدأ ان العديد من الجزيئات البايلوجية توجد على صيغتين حيث ان احدى الصيغ تعتبر مرآة ومناظرة للصيغة الثانية وتسمى بالجزيئات المتشابهة أو المتماثلة فعند دخول الضوء المستقطب الى محلول يتكون من هذه الجزيئات تؤدي الى دوران مستوى الاستقطابه .[٩]

ان العلاقة بين معامل التدوير النوعي (α) لجزيئة تركيزها (C) بوحدات غم/ ملل في محلول طولة (١٠) سم وزاوية تدويرها (Θ) بوحدات الدرجة تعطى بالمعادلة التالية : [١٠]

$$[\alpha]_{\lambda}^{T} = \Theta / L\,C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وبالاستفادة من ظاهرة الاستقطاب وقانون مالس والفعالية البصرية لسكر الكلوكوز يمكن معرفة نسبة السكر في البول .

البول:

يعتبر البول من أهم السوائل التي تطرح بواسطتها الفضلات خارج الجسم بكميات تختلف حسب كمية السوائل المتناولة وطبيعة الاغذية والحالة الفيزيولوجية لجسم الانسان . والبول عبارة عن سائل صاف لونه اصفر فاتح قليل الحمضية ذو رائحة مميزة يطرح يوميا من الجسم بمعدل (١,٥) لتر وعند تحليل البول عند شخص سليم وجد التالي :

جدول رقم (١) يبين نوع المواد وتركيزها بالغرام في البول عند شخص سليم

المادة	التركيز بالغرام
الماء	٩٥٠
زلال	٠
الكلوكوز	٠
دهنيات	٠
بولة	١٢ الى ١٣
حمض بولي	٠,٤ الى ٠,٨
كرياتينين	١
أسيتونات	٠
صوديوم	٢,٩
بوتاسيوم	٢,٣
كلور	٤,٨

ويدل وجود نسبة من الكلوكوز في البول ان الشخص مصاب بداء السكري . [١١]

علما ان الكثافة النوعية للبول هي (١٠٢٠)ملغ /سم^{٣} وهي تدل على تركيز المواد الذائبة في البول ، وتعتبر النسبة الطبيعية للسكر في جسم الانسان من (٨٠ – ١٢٠) ملغ في كل (١٠٠) سم^{٣} .[١٢] ولغرض إجراء تجربة قياس نسبة السكر في البول نحتاج الى كاشف بصري لتكملة منظومة الفحص . وتقسم الكواشف البصرية عادة الى صنفين رئيسين هما كواشف فوتونية واخرى حرارية . حيث تم استخدام جهاز اللوكس ميتر [١٣]

الجزء العملي :

أ- الادوات المستخدمة:-

جهاز ليزر الهليوم – نيون بطول موجي 632.8 nm ، لوح استقطاب ومحلل ، انبوب بطول (١٠) سم، كلوكوز ، جهاز اللوكس ميتر ، بول

ب-ايجاد قيمة الدوران النوعي للكلوكوز :-

باستخدام المعادلة رقم (٣) وبتسليط اشعة الليزر على الانبوب الذي يحتوي على تركيز (١٠/١٠٠)غم/ملل من الكلوكوز في البول ،كانت قيمة شدة الاشعاع(I_o) المسلطة هي (١٨)لوكس في حين ان قيمة شدة الاشعاع (I_o) النافذ كانت (١١) لوكس ، وبتطبيق المعادلة (٣) للحصول على قيمة (Θ) كانت النتيجة :-

$$I = I_o \cos^2 \Theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$11 = 18 \cos^2 \Theta$$

وعليه كانت قيمة (Θ) هي (^{o}٣٨,٥) ، وبتطبيق هذه القيمة في المعادلة رقم (٤) وبثبوت درجة الحرارة والطول الموجي لليزر المستخدم حصلنا على ما يلي:-

$$[\alpha]_{\lambda}^{T} = \Theta / L\,C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$[\alpha]_{\lambda}^{T} = 38.5 / 10 * 0.1 = 38.5$$

وعلية فان قيمة الدوران النوعي لسكر الكلوكوز هي (٣٨,٥) درجة . ملل / سم . غم ، مما يعني أن لـ (١٠) غم من مادة الكلوكوز أن تدير مستوى استقطاب أشعة الليزر بـ (٣٨,٥) درجه وهذا للتأكد هل ان الكلوكوز فعلا له القابلية على تدوير مستوى الاستقطاب لأشعة الليزر الساقطة.

جـ – ايجاد العلاقة بين شدة الاشعاع النافذ وقيمة زاوية دوران مستوى الاستقطاب (Θ) مع تركيز الكلوكوز في البول :-

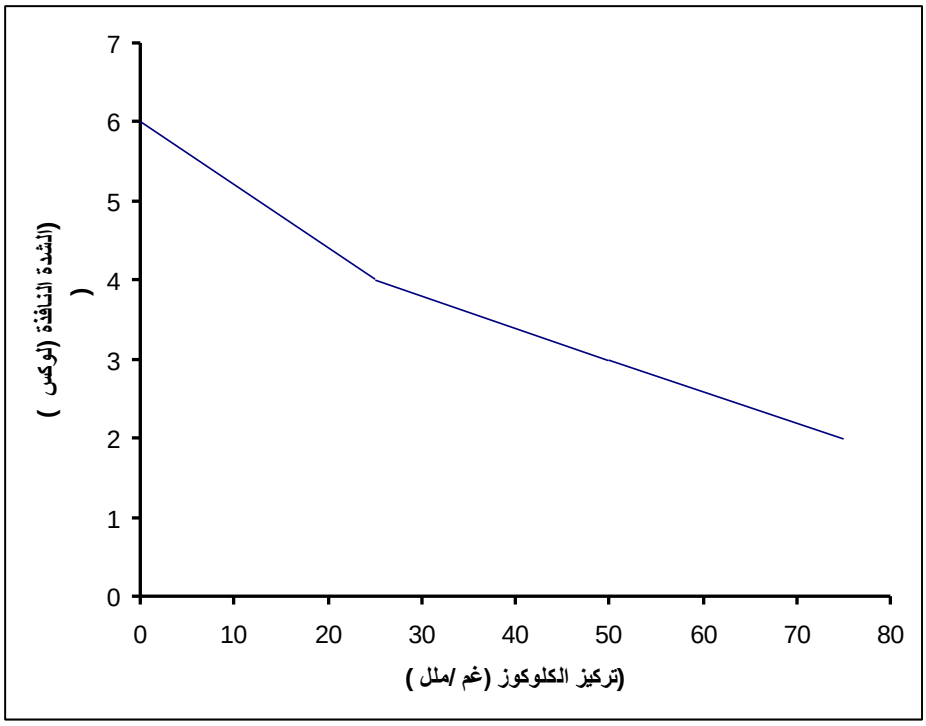
إن من خلال إيجاد علاقة بين شدة الأشعة النافذة وقيمة زاوية الدوران التي تتغير مع تركيز الكلوكوز كما موضح في الجدول (٢) والجدول (٣) ورسم ذلك بيانيا كما في الشكل (١) واعتبار هذا الرسم البياني هو الرسم القياسي الذي تم الحصول عليه مختبريا فمن خلاله يمكن إيجاد تركيز الكلوكوز في بول مجهول كما في الشكل (٢)

جدول رقم (٢) يبين العلاقة بين الشدة النافذة وتركيز الكلوكوز في البول

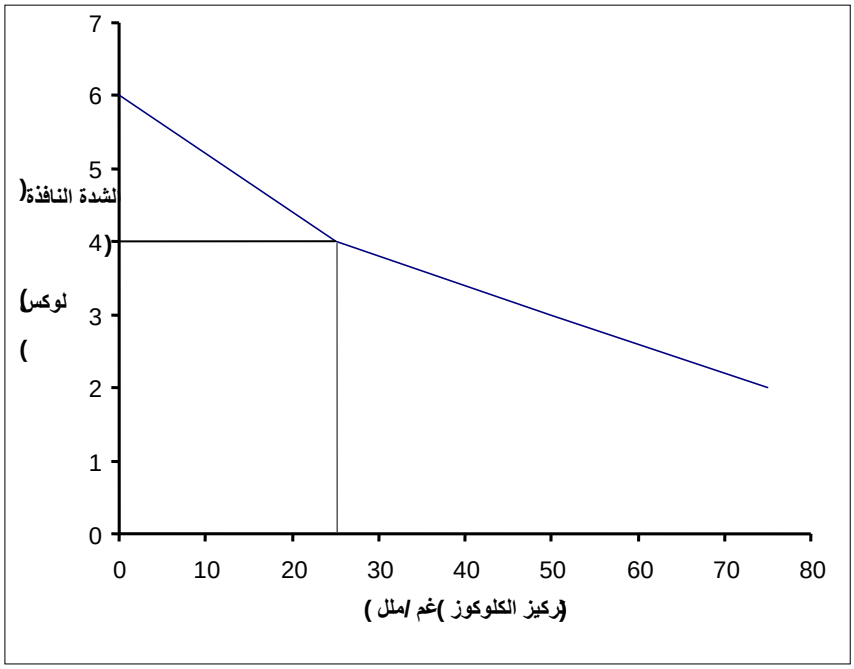
التركيز (C) غم / ملل	الشدة النافذة (I) لوكس
٠	٦
٢٥	٤
٥٠	٣
٧٥	٢

جدول رقم (٣) يبين العلاقة بين زاوية دوران مستوى الاسقطاب وتركيز الكلوكوز في البول

التركيز (C) غم / ملل	زاوية الدوران (Θ)
٠	٠
٢٥	٥٩
٥٠	٦٥
٧٥	٦٩



شكل رقم (١) يبن العلاقة بين تركيز الكلوكوز في البول وشدة الاشعاع النافذ



شكل رقم (٢) يبن العلاقة بين تركيز الكلوكوز في البول وشدة الإشعاع النافذ لقيمة مجهولة تأخذ بطريقة تحديد المساقط

النتائج والناقشة:

إن مادة الكلوكوز الموجودة السكر هي من المواد النشطة بصريا والتي لها القابلية على تدوير مستوى استقطاب اشعة الليزر نسبة الى تركيزها ، مما يعني امكتنية الكشف عن كمية الكلوكوز بمعرفة زاوية دوران مستوى الاستقطاب .

من خلال التجارب التي اجريت وبتسليط اشعة الليزر على سكر الكلوكوز وجد ان الشدة النافذه لليزر الهليوم – نيون تتغير كلما ازدادت نسبة تركيز الكلوكوز كما موضح في الجدول (٢) الذي تم الحصول عليه من خلال المعادلة رقم (٣) حيث أن زيادة نسبة ثابتة من ماده الكلوكوز غيرت من زاوية دوران مستوى الاستقطاب لأشعة الليزر مما جعل الشدة النافذة اقل من الشدة الساقطة .

من خلال المعادلة رقم (٤) تم التعرف على قيمة زاوية دوران كل نسبة من كمية الكلوكوز المضاف حيث تم الحصول من خلال ذلك على الجدول رقم (٣) . وعلية فرسم علاقة بين تركيز الكلوكوز في البول والشدة النافذة التي تتعلق أيضا بزاوية دوران مستوى الاستقطاب كما توضح ذلك المعادلة (٣) يمكن معرفة أي نسبة مجهولة من الكلوكوز في البول من معرفة شدة الإشعاع النافذ أو زاوية دوران مستوى استقطاب أشعة الليزر

يوضح الشكل رقم (١) وبالاعتماد على جدول رقم (٣) تاثير زاوية الدوران بازدياد نسبة الكلوكوز في البول اي كلما زادة نسبى الكلوكوز ازدادت قدرة تدوير مستوى الاستقطاب والبتالي وبوجود الالواح القطبية فان شدة الاشعاع النافذ ستقل بتناسب عكسي مع تركيز الكلوكوز كما في الجدول (٢) ، وهكذا يمكننا معرفة تركيز الكلوكوز من شدة الاشعاع النافذ من خلال اللوح القطيب الى الكاشف .

إن أهمية الكاشف البصري في التجربة هو قياس شدة الاشعاع النافذ ليعطي قيمة عملية دقيقة للاشعاع النافذ مقارنة مع كمية تركيز المادة النشطة بصريا (الكلوكوز).

يمكن أن نعتبر هذه القيم قيما قياسيه (standard) يبنى عليها اي قيمة مجهوله اخرى عند نفس الظروف مما يساعد على معرفة كمية تركيز الكلوكوز في البول من خلال معرفة قياس شدة الاشعاع له وبالتالي عند تسيط القيم على الشكل (١) سنتمكن من معرفة تركيز القيمة المجهولة كما في الشكل (٢).

في بعض الحالات يكون البول محتويا على بعض البروتينات (الزلال) وذلك عند المصابين بداء كبدي وبما أن البروتين من المواد النشطة بصريا أيضا فيمكن التخلص منه باضافه مواد مثل (.T.C.A) حامض ثلاثي كلوريد الاستيك تتفاعل مع البروتينات لتترسب وبالتالي يمكن قياس الكلوكوز بسهوله .

الاستنتاجات:

١– إن استخدام أشعة الليزر بشرط ثبوت درجة الحرارة أعطت نتائج جيدة في تقدير كمية الكلوكوز في البول .

٢– إمكانية توظيف فكرة دوران مستوى الاستقطاب في تقدير كمية الكلوكوز في الجسم كونها تقنية حساسة جدا لغير كمية الكلوكوز قياسا إلى التغيرات المعتمدة على قياس الامتصاصية أو الاستطارة ، حيث أن تقنية تدوير مستوى الاستقطاب ستحافظ على شدة الأشعة دون تغيير لكن فقط تدوير مستوى استقطابها .

٣- لابد من استخدام نفس المنظومة البصرية التي تم من خلالها الحصول على قيم الشدة النافذة وزاوية الدوران للحصول على تركيز الكلوكوز المجهول في البول وبنفس أبعاد التراصف البصري لها وذلك حفاظا على دقة العمل .

المصادر:

١- الشيخلي فؤاد فاضل ، ضياء احمد شبر (داء السكر انتهاء الاسطورة) دار الكتب والوثائق – بغداد – ١٩٨٩.

٢- الدكتور خليل حسن (مرض السكري) منشورات الدار الوطنية للطباعة والنشر والتوزيع – بيروت – ١٩٨٩ – الطبعة الاولى.

٣- الدكتورة سهام عفيف قندلا (فيزياء الليزر وبعض التطبيقات العملية) جامعة بغداد.

٤- Gregory T.absten and Stephen N. joffe(مدخل الى الاستخدامات الطبية لاشعة الليزر) ترجمة رياض عزيز مرزة . مراجعة الدكتور عمار حسن – بغداد – ١٩٨٩- الطبعة الاولى.

٥- الشبرتي الدكتور حسن محمد جواد ، الدكتور صبحي كمال حسون ، الخياط الدكتورة بتول حميد (البصريات الفيزياوية) جامعة الموصل – ١٩٨٢.

6- Serway jewett (physics for scientists and engineers) 6th edition.

7- n. subrahmanyam , brij lal (a text book of optics for b.sc. closes as per ugc model syllabus) india-2008.

٨- رغد ميخائيل ابراهيم شمعون (قياس نسبة الكلوكوز في سائل عيني بدون تلامس باستخدام ضوء الليزر) رسالة ماجستير – جامعة الموصل – ٢٠٠١.

9- David M. Harrison, "Optical activity" Department of Physics, University of Toronto, mailto:harrison@physics.utoronto.ca, in 2001.

10- " Optical activity laboratory" Organic Chemistry Lab: AEMoody.

١١- الابراز البولي" svt au collage – tous droits " reseves . dars.

١٢- آيات الحسن فاطمة ، نايتسي خديجة (الابراز البولي).

13- Jack Ready " Optical Detectors and Human Vision" Consultant, formerly with Honeywell Technology Center Edina, Minnesota

Study to measurement the sugar ratio in urea by laser rays

FALEH LAFTA MATER

Department Of Physics , Collage Of Science , Tikrit University , Tikrit , Iraq

(**Received:** 20 / 12 / 2010 ---- **Accepted:** 11 / 5 / 2011)

Abstract

This research is aim to Profiting by some of physical and chemical phenomenon (polarization , reaction of ray with material and optical activity) that we can to limiting the concentration of the optical active material in the liquid , which containing it. by using laser rays which have importance in scientific and practical field ,we'll can measuring ratio of clocuse in urine ,because of what this rays give of result we cannot get from other. clocuse have predisposition to rotate the polarization level for the linear polarized ray. And by applying mulas law for transmission ray we'll know concentration of this material from it rotate angle and the specific rotate coefficient for clocuse.