



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية العلوم

قسم علوم الأرض التطبيقية

محاضرات مادة بصريات المعادن

اعداد الطالبة

هدى محمد عبدالله

بإشراف

أ.م.د. عبدالسلام

الضوء: Light

طبيعة الضوء: Nature of light

الضوء هو احد صور الطاقة الاشعاعية التي تؤثر على حاسة الرؤية واما طبيعة الضوء بالضبط فهي غير مفهومه تماما .وكما في الكهربائية واشكال اخرى من الطاقة . فإننا نتعرف عليها من خلا تأثيراتها ونستطيع التنبؤ بسلوكها ونستعملها دون الحاجة لفهم طبيعتها بالكامل

*خواص موجات الضوء *

(١) الشعاع او مسار الشعاع: Ray or ray path

هو عبارة عن اتجاه مستقيم تسلكه موجة الضوء عندما تنتقل من نقطة الى اخرى في الوسط . ويمثل ايضا اتجاه انتشار الطاقة .ويكون عموديا على المجال الكهربائي

(٢) الحزمة الضوئية : Beam of light

هي عبارة عن مجموعة من الموجات الضوئية المنبعثة من المصدر نفسه وتسير في المسار نفسه ولها السرعة نفسها .

(٣) الموجة : Wave

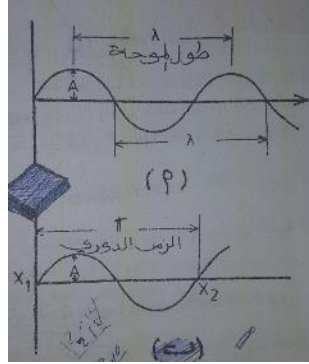
هي نبضة منفردة او اضطراب يتقدم خلال الوسط .ولهذا الاضطراب الذي يمر من نقطة معينة في خط التقدم شدة تزداد من الصفر الى النهاية العظمى ثم تقل الى الصفر ثم تقل من الصفر الى النهاية الصغرى في الاتجاه السالب ثم تزداد الى الصفر وهذا يمثل موجة كاملة .

(٤) طول الموجة: Wave length

هو المسافة بين قمتين او قعرين (قاعين) متتابعين في الموجة او هو المسافة بين نقطتين متناظرتين في الموجة اي لهما نفس الازاحة في نفس الاتجاه .ووحدة طول الموجة هي وحدة الطول او السنتيمتر وفي علم البصريات نستخدم وحدات اصغر وحدات (الانكستروم)

$$\lambda = 10^{-8}$$

٥) سعة الموجة: Amplitude : هي اكبر ازاحه للموجة من خط الانتشار.



٦) الزمن الدوري: Period

هو الوقت الذي تحتاجه الموجة لتعمل ذبذبة او دورة واحدة كاملة او هو الزمن الذي يستغرقه الضوء لقطع طول موجة واحدة اي لقط

(X₂) الى (X₁) المسافة من

٧) التردد: Frequency

هو عدد الموجات او الدورات ا الذبذبات في الثانية الواحدة

* كلما كان الطول الموجي اكبر كلما كان التردد اقل مثل اللون الاحمر يكون ذو تردد عالي وطول موجي قليل.

٨) الضوء الاحادي اللون: Mono chromatic light

هو الضوء الذي له طول موجه واحدة معين او هو الضوء الذي له مدى ضيق جدا من اطوال الموجات . لان من الصعب الحصول على الضوء ذو طول موجة واحد محدد . وكلما ضاق المدى كلما كان الضوء الاحادي اللون اكثر نقاوة ويعد مصباح بخار الصوديوم مثالا جيدا للضوء احادي اللون لأنه يشع موجات ذات اطوال موجية من (5890_5896) انكستروم . ويعد ضوء الشمس وضوء المصباح مصادر ضوئية متعددة الالوان

٩) سرعة الضوء: Velocity of light

تبلغ سرعة الضوء في الفراغ او في الفراغ ما يعادل 3×10^{10}

هذه السرعة عند مرور اي ضوء في اي وسط اخر وبما ان للهواء كثافة قليلة جدا فان سرعة الضوء في الهواء قريبة جدا من سرعة الضوء في الفراغ وتكون بنفس المقدار . وبما ان سرعة الضوء في الهواء او في الفراغ ثابتة وعليه يتغير طول الموجه وحس المعادلة

$$F = v / \lambda$$

١٠) المواد المتجانسة وغير متجانسة بصريا: Isotropic and an Isotropic

هي المواد التي يسير فيها الضوء بسرعة متساوية في جميع الاتجاهات وتتضمن بلورات نظام المكعب والزجاج.

اما المواد الغير متجانسة بصريا فهي المواد التي يسير فيها الضوء بسرعة مختلفة وفي اتجاهات مختلفة وتتضمن الانظمة الخمسة المتبقية وهي السداسي . والرباعي . والمعيني القائم . واحادي الميل . وثلاثي الميل .

* على هذا الاساس نلاحظ ان المعادن التي تتبلور في نظام المكعب (المتجانسة بصريا) تظهر معتمدة بين المستقطبين المتعامدين اي لا تحتوي على لو تداخل

١١) اتجاه الذبذبة: Vibration direction (V.D)

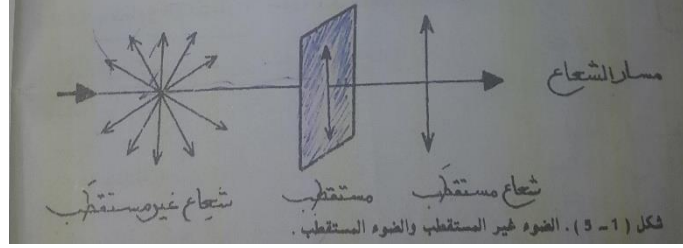
هو اتجاه المجال الكهربائي في الموجه ويكون عموديا على مسار الشعاع في الاوساط المتجانسة بصريا ولا يكون عموديا عليه في الاوساط غير المتجانسة بصريا .

١٢) عمود الموجه: Wave normal

هو اتجاه عمودي على اتجاه الذبذبة في الموجه ويقع في نفس المستوي مع مسار الشعاع واتجاه الذبذبة وعموديا ايضا على جبهة الموجه وينطبق عمود الموجه مع الشعاع في الاوساط المتجانسة بصريا ولكنها لا تنطبق في الاوساط الغير متجانسة بصريا.

١٦) الضوء المستقطب: Polarized light

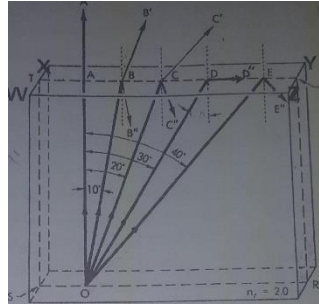
هو الضوء الذي يتذبذب فيه الموجات في اتجاه واحد في مستوي عمودي على مسار الشعاع او خط الانتشار ويسمى هذا المستوي ب مستوي الاستقطاب والضوء يسمى ب الضوء السوي او الضوء المستقطب الخطي.



١٧) الزاوية الحرجة: Critical angle

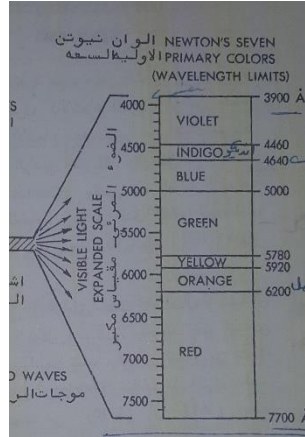
هي اقل زاوية سقوط يحدث عندها انعكاس كامل للشعاع الذي يمر من معامل انكسار اعلى الى معامل انكسار اقل

*اي شعاع يسقط بصورة عمودية لا ينعكس ولا ينكسر بل ينفذ مباشرة.



الطيف الكهرومغناطيسي: The electromagnetic spectram

هو نوع من انواع الطاقة الاشعاعية تصدر بصورة طبيعية من الشمس او من بعض المعادن المشعة او من مصادر طبيعية اخرى كالاشعاع الذري او من مصادر اصطناعية ك الاشعة السينية .ويغطي هذا الاشعاع مدى كبير من اطوال موجات الضوء .



العلاقة بين انحراف الشعاع ومعامل انكسار الوسط*

(١) في الاوساط الشفافة المتجانسة بصريا عند مرور شعاع الضوء من وسط ذو معامل انكسار اقل الى وسط ذو معامل انكسار اكبر فان الشعاع ينحرف نحو العمود وزاوية السقوط اكبر من زاوية الانكسار .

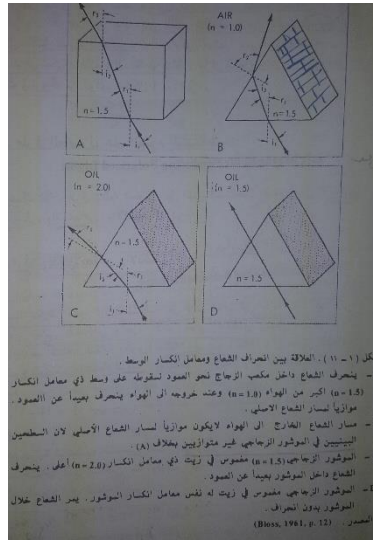
(٢) عند مرور الشعاع من وسط ذو معامل انكسار اكبر الى وسط ذو معامل انكسار اقل فان الشعاع ينحرف بعيدا عن العمود

R وزاوية السقوط اصغر من زاوية الانكسار

(٣) اذا كان للجسم الشفاف الذي يسقط عليه الشعاع ويمر منه سطحان متوازيان فان مسار الشعاع النافذ يكون موازيا ب مسار الشعاع الساقط على الجسم .

(٤) اذا كان للجسم الشفاف سطحان غير متوازيان ك الموشور فان مسار الشعاع النافذ لا يكون موازيا لمسار الشعاع الساقط على الجسم

(٥) اذا كان للجسم الشفاف معامل انكسار يساوي تماما معامل انكسار الوسط المحيط به مثل (موشور في زيت الغمس) فلا يحدث اي انحراف للشعاع للشعاع الساقط او النافذ اي ان الشعاع يسير في خط مستقيم عند دخوله وخروجه من الموشور .



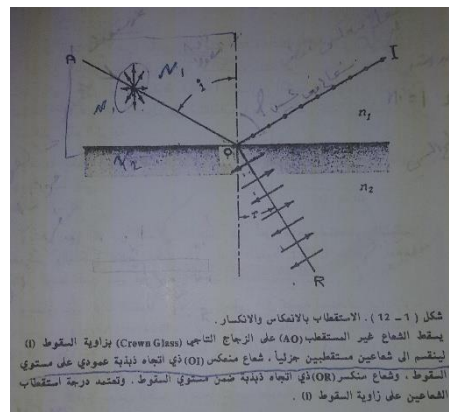
*** كلما زادت كثافة الوسط كلما زاد معامل الانكسار .**

*** طرق الحصول على الضوء المستقطب ***

هناك ثلاث طرق للحصول على الضوء المستقطب:

(١) طريقة الانعكاس والانكسار: Reflection and refraction method

عند سقوط الضوء المستقطب على سطح شفاف فان جزء منه يعاني انعكاس والجزء الآخر يعاني انكسار حيث اكتشف العالم مالوس ان هذين الشعاعين مستقطبين جزئياً وان اتجاه الذبذبة للشعاع المنعكس عمودي على مستوي السقوط وموازي للسطح البيني في حين يكون اتجاه الذبذبة للشعاع المنكسر واقعا في مستوي السقوط وان درجة استقطاب الشعاعين تعتمد على (١) زاوية السقوط (٢) معامل انكسار الجسم الذي تنعكس منه وتنكسر فيه الاشعة الساقطة (٣) نوعية السطح العاكس او البيني



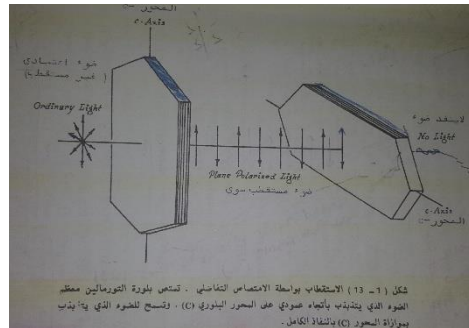
٢) الاستقطاب بواسطة الامتصاص التفاضلي الانتقائي: Polarization by differential or selective absorption

ان لبعض المواد غير المتجانسة بصريا ك التورمالين قابلية امتصاص موجات الضوء المارة خلال المعدن والمتذبذبة في اتجاه تفضليا اي بشدة اكبر بكثير من موجات الضوء المتذبذبة في الاتجاه الاخر فالضوء الاعتيادي غير المستقطب الساقط على بلورة التورمالين في اتجاه عمودي على المحور سي

يتحلل داخل البلورة الى مكونتين الاولى تتذبذب فيها موجات الضوء باتجاه يوازي والثانية تتذبذب فيها موجات الضوء باتجاه عمودي E مكونة الشعاع الغير اعتيادي C المحور

وتمتص هذه الموجات تفضليا من قبل البلورة وعليه O مكونة الشعاع الاعتيادي C على المحور

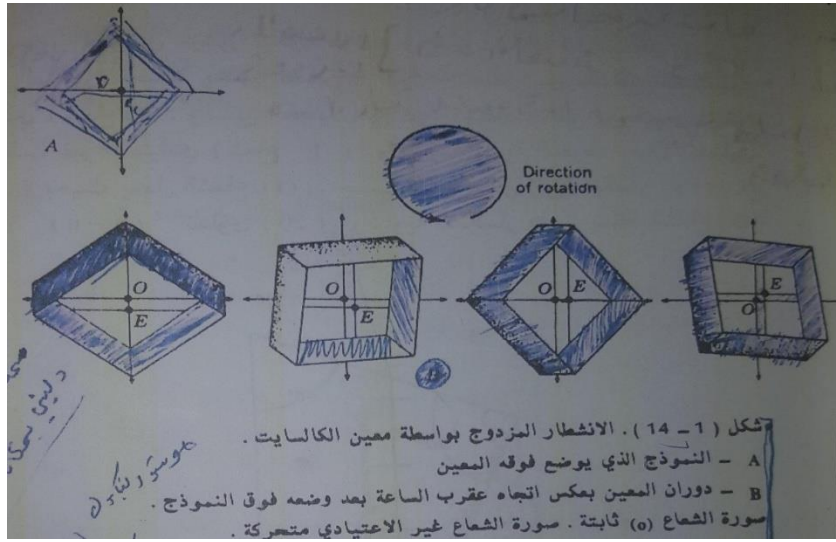
فان الضوء النافذ من خلال البلورة هو ضوء مستقطب سوي وعند وضع بلورة تورمالين اخرى امام الاولى بحيث يكون المحور في كل منهما عموديا على الاخر فان موجات الضوء النافذة تمتص تفضليا من قبل البلورة الثانية لانها تتذبذب باتجاه واحد عموديا على المحور سي في البلورة الثانية وعليه تمتص من قبل هذه البلورة ولا يسمح لها بالنفاذ وعند دوران احد البلورتين ببطئ حول الاخرى فان كمية الضوء النافذ تزداد تدريجيا من الصفر الى اعلى قيمه عندما



يكونان متوازيان.

(٣) الاستقطاب بواسطة الانشطار المزدوج: Polarization by double refraction

المعادن غير المتجانسة بصريا لها القابلية على شطر شعاع الضوء المار خلالها الى شعاعين مستقطبين ذوي اتجاهيذبذبة متعامدين ولكل شعاع سرعة معينة ومعامل انكسار معين وتختلف هذه القابلية من معدن الى اخر (اعتمادا على التركيب الذري للمعدن) وتدعى هذه القابلية بالانشطار المزدوج ويجب التخلص من احد الشعاعين للحصول على الضوء المستقطب سوي يتذبذب في اتجاه واحد فقط وللمعادن الكربوناتيية بصورة عامة وللكالسايت بصورة خاصة انشطار مزدوج قوي نسبيا اي هناك اختلاف كبير نسبيا في سرعة ومعامل الانكسار الشعاعين داخل البلورة ويمكن مشاهدة الانشطار بلعين المجردة في الكالسايت النقي من خلال وضع ورقة مرسوم عليها نقطة سوداء في مركز تقاطع سهمين متعامدين حيث نلاحظ ظهور نقطتين خلال معدن الكالسايت احدهما اعمق من الاخر وقد استغل العالم نيكول (١٨٢٨) ظاهرة الانشطار المزدوج القوية في الكالسايت للحصول على الضوء المستقطب للمجاهر البتروغرافية واطلق على هذا الموشور ب موشور نيكول.



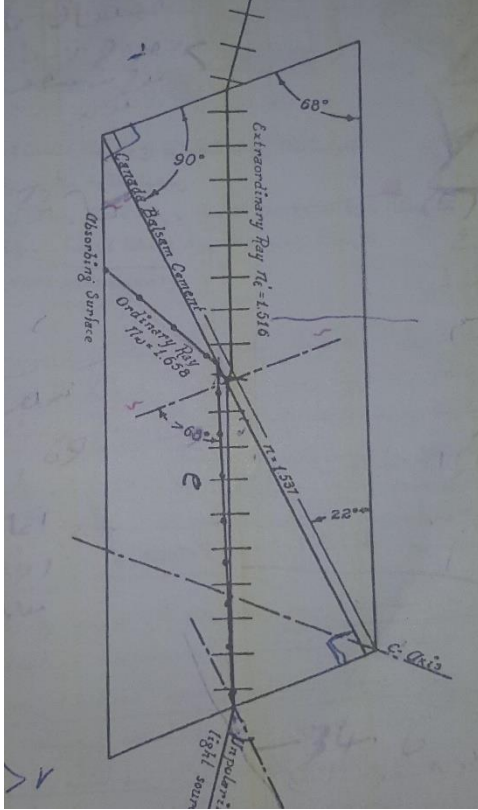
موشور نيكول : Nicol prism

يتكون موشور نيكول في تصميمه الاصلي من معين مستطيل من الكالسايت النقي بصريا عرضه حوالي اسم وطوله ثلاث سنتمترات. وقد تم سحن وصلل نهايات الالوجه التي تعمل ضمن زاوية معينة في الكالسايت الطبيعي بحيث اصبحت الزاوية (48) ثم شطر معين الكالسايت قطريا الى جزئين متشابهين بزواوية قائمة مع نهايات الالوجه المسحونة والمصقولة. وتم ربط

الجزئين بواسطة المادة اللاحمة كندا بلسم وطلبت جوانب الموشور بطلاء معتم له القدرة على امتصاص الضوء

*ان مرور الضوء في موشور نيكول في تصميم الموشور يحقق هدفين:.

(1) التخلص من الشعاع المستقطب الاعتيادي الشعاع o .



الحصول على ضوء مستقطب نقي ومركز من الشعاع المستقطب غير الاعتيادي شعاع E

المعادن المتجانسة بصريا:

- (١) يسير فيها الضوء بسرعة في جميع الاتجاهات بسبب التركيب الذري المنتظم لها.
- (٢) لا ينشطر فيها شعاع الضوء المار خلالها.
- (٣) الاندكاترس البصري يكون كروي الشكل.
- (٤) تحتوي على معامل انكسار واحد.
- (٥) ليس لها القابلية على الضوء.

يتم شطر موشور نيكول بصورة مائلة لكي تتكون لدينا زاوية سقوط فاذا انشطر عموديا لايحدث انكسار ولا انعكاس *

الانديكاتريكس البصري واسطح السرعة الشعاعية: Optical indicatrix and ray velocity surfaces

بما ان المعادن المتجانسة بصريا يسير بها الضوء في جميع الاتجاهات وليس لها القابلية على استقطاب الضوء ولها معامل انكسار واحد فقط وتعود الى معادن المتبلورة للنظام المكعب والزجاج ومعظم السوائل

الانديكاتريكس البصري: Optical indicatrix

وهو شكل ثلاثي الابعاد يوضح او يدل على كيفية تغير معامل انكسار المادة الشفافة بالنسبة لاتجاه الذبذبة لموجة الضوء احادي اللون للمادة.

اسطح السرعة الشعاعية: Ray velocity surfaces

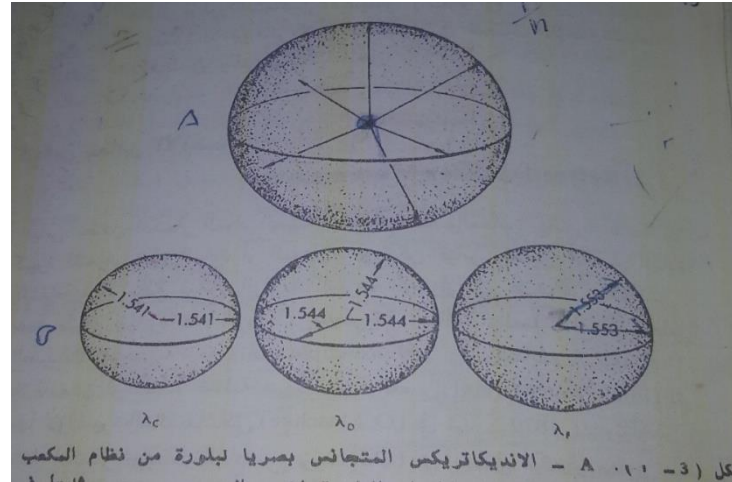
وهي شكل ثلاثي الابعاد يوضح كيفية تغير سرعة الشعاع باتجاه مساره ويمكن اشتقاقه من الانديكاتريكس البصري.

*تكون البلورات المتجانسة بصريا مثل بلورة نظام المكعب منتظمة في ترتيب الذرات ومتناظرة اي ان الذرات تكون فيها مرتبة بصورة منتظمة ومتناظرة في جميع الاتجاهات.

اشتقاق الانديكاتريكس البصري واسطح السرعة الشعاعية: Derivation of optical indicatrix and ray velocity surfaces

اذا تصورنا نقطة مصدر ضوئي داخل بلورة متجانسة بصريا كبلورة الملح تنبعث منها اشعة ضوئية في جميع الاتجاهات وبعد لحظة من الزمن تكون جميع الاشعة قد قطعت مسافات متساوية داخل البلورة في جميع الاتجاهات واذا وصلنا بين نهايات المسافات المقطوعة من قبل الاشعة فان السطح الناتج على شكل كرة منتظمة لها قطر معين يزداد بازدياد وقت انبعاث الاشعة وبازدياد سرعة الضوء في الوسط المتجانس بصريا وبنسبة عكسية مع معامل انكسار الوسط. ان هذه الكرة هي عبارة عن سطح السرعة الشعاعية لبلورة الهاليت ولجميع البلورات او المواد المتجانسة بصريا .. ان هذه المسافات المقطوعة من قبل الاشعة والتي تمثل سرعة

الاشعة داخل البلورة .وهي عبارة عن مسارات الاشعة او اتجاهات حركة الاشعة في الاوساط المتجانسة بصريا فان اتجاهات الذبذبة تكون عمودية على مسارات الاشعة. واذا رسمنا معاملات انكسار البلورة (المتناسبة عكسيا مع السرعة) بموازاة الاتجاهات الذبذبة بدلا من المسارات وبما ان سرعة الشعاع في الوسط المتجانس بصريا ثابتة في جميع الاتجاهات فان معامل الانكسار ثابت ايضا اي ان الانديكاتريكس البصري عبارة عن كرة منتظمة ايضا .



استعمالات او دراسة اسطح السرعة الشعاعية والانديكاتريكس البصري :

ان استعمال اسطح السرعة الشعاعية والانديكاتريكس البصري محصورة في البلورات المتجانسة بصريا وذلك لان السرعة ومعامل الانكسار للبلورة ثابتان لا يتغيران في جميع الاتجاهات .

اما في البلورات الغير متجانسة بصريا فتستعمل اسطح السرعة الشعاعية بصورة رئيسية لتحديد مسار

لقانون سنيل. O الذي لا يخضع لقانون سنيل والاعتيادي E الشعاع الغير اعتيادي

اما الانديكاتريكس البصري فيستعمل اضافة الى تحديد مسارات الاشعة لتحديد معاملات انكسار البلورة و غير الاعتيادي O للشعاعين الاعتيادي

الضوء المتشاكه: Coherent light

من الممكن ان يكون الضوء الاحادي اللون تماما ذو تردد الواحد متشاكها كليا ولكن من الممكن الحصول على الضوء نصف المتشاكه ويصبح الضوء الذي يمر خلال الضوء المستقطب نصف متشاكه عند مروره خلال المحلل. بعد ان سبق له المرور خلال بلورة المعدن التي تنتج فرق طور محدد بين الشعاعين ولكي تتداخل موجات الضوء يجب ان يكون هناك فرق طور محدد بين الموجتين اي يجب ان تكون من مصدر ضوئي متشاكه او نصف متشاكه .

انواع التشاكه او التداخل:

- (١) موجتين لهما نفس الطول الموجي فيصبح التشاكه او التداخل (كلي)
- (٢) موجتين لهما طول موجي مختلف فيصبح التشاكه او التداخل (جزئي)

*** لكل شعاع طول موجي مختلف بسبب اختلاف السرعه.**

ينتج عن تاثير التداخل او التداخل تاثيرات التداخل والمتمثلة :

- (١) ألوان التداخل: Interference colours
- (٢) احزمة التداخل: Interference bands
- (٣) اشكال التداخل: Interference figures

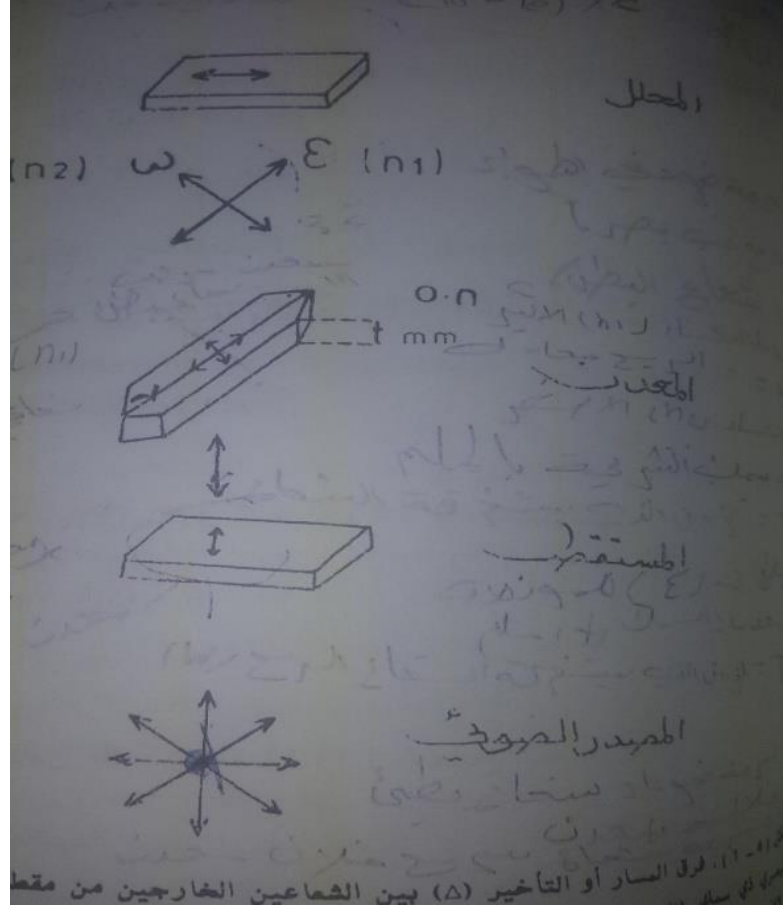
(١) ألوان التداخل: Interference colours

مع زيادة فرق السرعة بين الشعاعين اي مع زيادة قابلية المادة على الانشطار المزدوج. b. تزداد معادلة التأخير ؛؛ هي المعادلة التي من خلالها نستطيع التعرف على ألوان تداخل المعدن ورتبته .

اي كلما زادت قابلية المعدن على شطر شعاعي الضوء زادت قيمة التأخير.

وكلما زادت عدد الرتب كلما زاد الانشطار المزدوج.

معادلة التأخير : $\Delta t = t(n_1 \cdot n_2)$



مرور الضوء الابيض خلال المعادن الغير متجانسة بصريا بين المستقطبين المتعامدين؛

الحالة الاولى : شريحة المعدن في زاوية 45° :

بعد ان يمر الضوء الابيض من المستقطب السفلي يستقطب بنفس اتجاه المستقطب اي باتجاه (شرق غرب) 45° بلورة المعدن المائل بزاوية

تحلل الضوء الى شعاعين مستقطبين متعامدين الاول هو شعاع غير الاعتيادي هو E والثاني هو الشعاع الاعتيادي O الذي له معامل انكسار w ويتذبذب في اتجاه عمودي على اتجاه E (ايبسلونت) ويخرج الشعاعان من المعدن ليدخلان الى المحلل الذي له اتجاه استقطاب (شمال جنوب) ويتحلل كل من الشعاعين E و w الى شعاعين مستقطبين متعامدين حيث يتحلل E الى E_1 باتجاه شرق غرب ويتحلل الشعاع w الى w_1 و w_2 على التوالي وان الشعاعين بعد خروجهما من المجال يكون بينهما فرق طور محدد ويتذبذبان في نفس المستوي وعليه يحصل تداخل بين الشعاعين وتنتج تاثيرات التداخل المتمثلة بالوان التداخل.

*عند دوران المسرح الدوار باي اتجاه يقل لون التداخل ولكنه لا يتحول الى لون اخر .
*وعندما يصبح المعدن باتجاه راسي شمال جنوب او باتجاه افقي شرق غرب فانه يتحول الى موقع الانارة العظمى.

الحالة الثانية :شريحه المعدن في موقع 90° او الموقع الزاوي؛

ان الضوء الاعتيادي يمر عند المستقطب السفلي فانه يعاني الاستقطاب بنفس اتجاه المستقطب السفلي (شرق غرب) ويحصل على ضوء مستقطب باتجاه شرق غرب الذي يمر خلال بلورة المعدن في الوضع الموازي اي موازي للشعرتين المتقاطعتين في المجهر اي باتجاه شمال جنوب او شرق غرب .وعند مرور الضوء الموازي للمحور c فانها يحصل فيه انشطار مزدوج ويمر بنفس اتجاه المستقطب السفلي الذي يمر باتجاه المستقطب العلوي المحلل والذي يتعامد مع اتجاه استقطاب المستقطب العلوي شمال جنوب والذي لا يسمح له بالنفاذ من خلاله بسبب تعامد اتجاههما في المحلل ويبقى المعدن في حالة عتمة كاملة او في حالة انطفاء .

وعند دوران المسرح الدوار تزول حالة الانطفاء ويصبح المعدن في حالة الانارة وتعتمد شدة الانارة على الزاوية بين اتجاه الذبذبة للمقطع واحدى الشعرتان المتعامدتان في المجهر ومن النظر الى المعدن نلاحظ ان هنالك اربع حالات يكون فيها المعدن في حالة انارة عظمى واربع مواقع انطفاء للمعدن .

المحور البصري: optical axes

هو الاتجاه المفضل في البلورة الذي لا يحصل عنده انشطار مزدوج لشعاع الضوء المار من خلاله وهو في المعادن الاحادية المحور البصري يوازي النحور c وفي المعادن ثنائية المحور البصري ينصف الزاوية بينهما المحور c .

الشراح المعوضة او الشرائح المساعدة: Compensating plates or accessory

هي عبارة عن رقائق ذات سمك ثابت ومحدد من بعض المعادن غير المتجانسة بصريا مثل الجبس والمسكوفات او ذات سمك متغير اي على شكل وتد مثل وتد الكوارتز ويمن ان نصنع الرقائق من البلاستيك غير المتجانس بصريا وتستعمل هذه الرقائق لتحديد بعض الصفات البصرية المهمة للمعادن تحت المجهر.

ومن اهم استعمالاتها:

- (١) قياس وتقدير فرق المسار ومنه يمكن معرفة لون تداخل المعدن .
- (٢) تحديد الاضافة والطرح اي تحديد اتجاه الذبذبة البطيء او السريع ومنه يمكن تحديد علامه الاستطالة
- (٣) التعرف على قرينة الانكسار المزدوج في المعادن ذات قرينه الانكسار المزدوج الضعيفه جدا مثل الكوارتز
- (٤) قياس زاوية الانطفاء بدقة.

علامه الاستطالة: Sign of elongation

هي تحديد سرعة الشعاع الموازي لطول المعدن اما سريع الطول سالب او بطيء الطول موجب

العلامة البصرية: optic signs

وتعني ان المعدن سالب او موجب بصريا .

*يجهز كل مجهر مستقطب بفتحه لادخال الشريحة المساعدة .

انواع الشرائح المعوضة:

(١) وتد الكوارتز: quartz wedge

ويتميز وتد الكوارتز بسمكه المتغير والذي يعطي تأخيرا عند كل سمك وان قيمة دلتا في معادلة التأخير تتغير مع تغير السمك اي ان وتد الكوارتز يعطي سلسلة من الوان التداخل من الرتبة الاولى وحتى نهاية الرتبة الرابعة اي نفس سلسلة الالوان الموجودة في سلسلة نشرة الوان التداخل مايكل ليفي.

استعمالات وتد الكوارتز::

(١) تحديد رتبة لون تداخل المعدن الى حد نهاية الرتبة الرابعة (٢) تحديد العلامة البصرية للمعادن ذات قرينة الانكسار المزدوج القوية باستعمال اشكال التداخل.

(٢) شريحة الجبس : gypsum plate

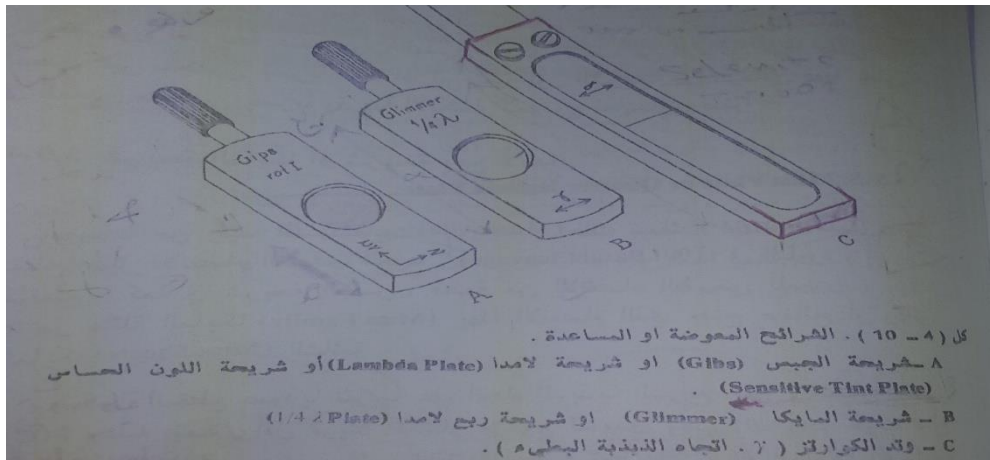
هي رقيقة من مقطع الجبس النقي نوع السيلينايت سمك الشريحة هو $Mm0.062$ اي حوالي ضعف الشريحة لفتحة المجهر وتعطي تأخير 560 ملي مايكرون والذي يساوي تأخير ضوء بخار الصوديوم ولذلك تدعى ايضا بشريحة لمدا لان تأخير الشريحة مساوي تقريبا لطول ضوء الصوديوم الاصفر وتحتوي على اتجاهيذبذبة وتعطي اللون الرمادي .

اهم استعمالاتها:

(١) تحديد العلامة البصرية للمعادن باستخدام اشكال التداخل

(٢) تحديد زاوية الانطفاء بدقة

(٣) التعرف الى قرينة الانكسار المزدوج للمعادن ذات قرينة الانكسار الضعيفة



(٣) شريحة المايكا mica plate:

هذه الشريحة تصنع من المسكوفاييت ذات سمك 0.0184ملي مايكرون وتعطي لون تداخل رصاصي فاتح.

استعمالاتها:

لتحديد الاضافة والطرح اي لتعيين اتجاه الذبذبة البطيء او السريع ومنه معرفة علامة الاستطالة والبصرية.

المعادن احادية المحور البصري:

(١) المحاور الافقية متساوية

(٢) تحتوي على محور بصري واحد

(٣) الانديكاتركس البصري شكله كروي

(٤) المقطع العمودي على المحور البصري يكون دائري

(٥) لها معامل انكسار E و W

المعادن ثنائية المحور البصري:

(١) المحاور الافقية غير متساوية

(٢) لها محورين بصريين

(٣) الانديكاتركس البصري يكون منبعج الطرفين

(٤) لها معاملات انكسار الفا وبيتا وكاما.

المعادن المتجانسة بصريا:

(١) جميع الاتجاهات متساوية

(٢) لا تحتوي على محور بصري

(٣) لا ينشطر فيها شعاع الضوء المار من خلالها

(٤) تعود الى نظام المكعب

(٥) جميع المقاطع دائرية

المعادن غير المتجانسة بصريا:

- (١) الاتجاهات غير متساوية ومختلفة (٢) تحتوي على محور بصري واحيانا اكثر من محور
- (٣) ينشطر فيها شعاع الضوء باتجاهين عدا الشعاع الذي يكون موازي للمحور البصري
- (٤) تعود الى نظام احادي الميل وثلاثي الميل والمعيني القائم والسداسي والرباعي
- (٥) لا تحتوي على مقطع دائري عدا المقطع العمودي على المحور البصري.

مقاطع الانديكاتركس البصري::

(١) المقطع الاساسي او المستوي الاساسي :

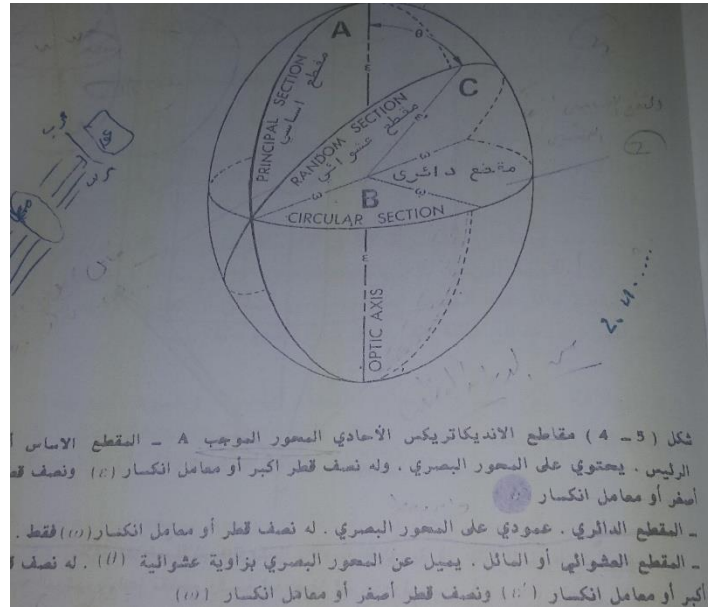
هو المقطع الذي يحتوي على المحور البصري ويقطع الانديكاتركس في اهليج له في البلورة الموجبة نصف القطر الاكبر يطابق اتجاه الذبذبة ومعامل انكسار E للشعاع غير الاعتيادي (E) ونصف قطره الاصغر يطابق اتجاه الذبذبة ومعامل انكساره w للشعاع الاعتيادي (o)

(٢) المقطع الدائري:

هو المقطع العمودي على المحور البصري وهو عبارة عن دائرة لها نصف قطر يطابق اتجاه الذبذبة ومعامل انكسار w

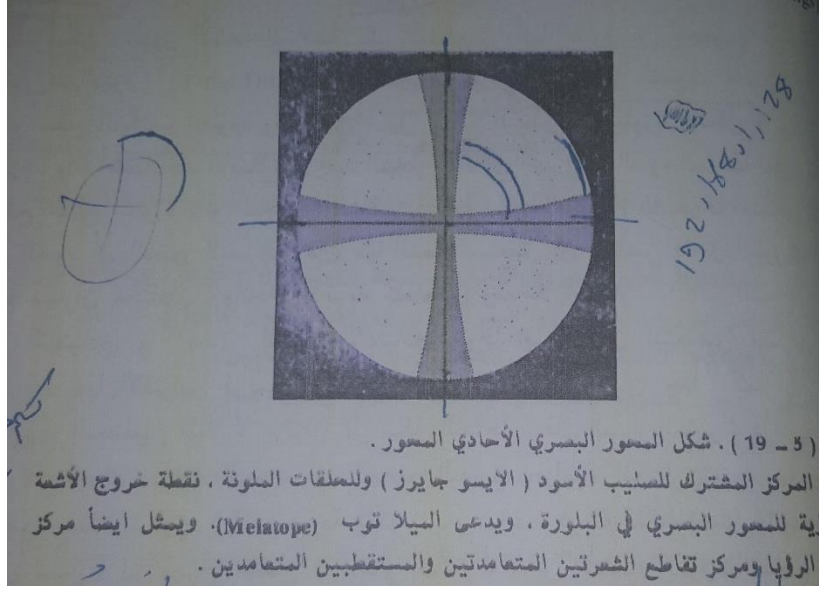
(٣) المقطع المائل او العشوائي:

هو المقطع المائل عن المحور البصري بزاوية عشوائية ثيتا ويقطع الانديكاتركس في اهليج له في البلورة الموجبة E بار وهو اقل من نصف القطر الاكبر E وله نصف قطر اصغر w ويوجد ما لا نهاية من المقاطع الدائرية.



طبيعة اشكال التداخل :

عند الحديث عن اشكال التداخل يجب الاشارة الى شكل التداخل المثالي وهو الشكل الذي نحصل عليه من المقطع العمودي على المحور البصري ويتكون من صليب اسود يدعى (isogyas) او اذرع الانطفاء والتي تزداد عرضا من المركز باتجاه حافة مجال الرؤية وتتقاطع معها حلقات متحدة المركز اما سوداء او بيضاء عند استعمال الضوء الابيض وتدعى هذه الحلقات منحنيات تساوي اللون او الحلقات الملونة ويتسلسل اللون في هذه الحلقات من المركز والى حافة مجال الرؤية هو نفس التسلسل الوان التداخل في نشرة مايكل ليفي ويتناسب عدد الحلقات الملونة مع قرينة الانكسار المزدوج للمعدن (حيث يزداد بازدياد قرينة الانكسار المزدوج) ويدعى المركز المشترك للحلقات الملونة وال isogyas والمنكبق مع مركز مجال الرؤية وهو نقطة خروج المحور البصري ويمثل اشعة الضوء النافذة خلال البلورة باتجاه موازي للمحور البصري.



اصل الحلقات الملونة:

عند استعمال الضوء المتوازي فان المقطع العمودي على المحور البصري متجانس بصريا اي ان له قرينة انكسار مزدوج تساوي صفرا وليس له الوان تداخل اي يبقى معتما . عند دوران المسرح الدوار دورة كاملة ولكن يصبح المقطع غير متجانس بصريا عند استعمال الضوء المخروطي حيث يعطي شكل التداخل الذي يكون على شكل التداخل الذي يكون على شكل صليب متقاطع في مركز مجال الرؤية . والسبب هو ان اشعة الضوء المستقطبة القادمة من المستقطب والساقطة على المقطع تكون غير متوازية عدا في المركز فتكون متوازية حيث تزداد زاوية السقوط (وهي الزاوية بين الشعاع الساقط والمحور البصري العمودي على المقطع) باتجاه بعيد عن المحور البصري اي باتجاه حافه مجال الرؤية ويمكن تصور الاشعة الساقطة على المقطع بانها عبارة عن مخاريط الضوء متحطة المركز ذات اقطار متغيرة قاعدتها عند سطح المكثف العلوي وقمتها في اسفل مقطع المعدن او البلورة . وان كل شعاع من هذه الاشعة هو مائل بزاوية عن المحور البصري وسبب هذا الميلان فان الشعاع يتحلل الى شعاعين داخل المعدن لهما مساران مختلفان باتجاهي جذببة متعامدين ومعاملتي انكسار E للشعاع غير الاعتيادي و w للشعاع الاعتيادي ولهما مساراً مشتركاً وكل شعاعين يتشاكهان لونياً ويظهران لون تداخل معين .

هي مناطق يتساوى في كل حلقه منها تاخير او فرق المسار المطابق للون تداخل معين في المعدن ويختلف فرق المسار او التأخير من حلقة الى اخرى بحيث يزداد باتجاه مجال حافة الرؤية اي كلما ابتعد موقع الحلقة الملونة عن المركز كلما ازداد التأخير للتداخلون المعدن في الحلقة الملونة .



اصل او اذرع الانطفاء : isogyas

ان اذرع الانطفاء متراكبة على الحلقات الملونة وسبب ذلك هو لان لكل شعاع مائل من الاشعة الساقطة على سطح مقطع البلورة ينشطر داخل المقطع الى شعاعين مستقطبين لهما اتجاهذبذبة متعامدين ولأحد الشعاعين (o) اتجاهذبذبة عمودي على المحور البصري ومعامل انكسار ثابت w والشعاع الثاني (E) له اتجاهذبذبة مائل عن اتجاه المحور البصري ولكنه يقع في نفس المستوي الذي يحتوي على المحور البصري ومسار الشعاعين ويرسم اتجاهذبذبة E على شكل سهم ذي راسين مائلا عن المسار ويقع في نفس المستوي الاساس ويتجه نحو مركز مجال الرؤية نحو الميلا توب اي نحو نقطة خروج المحور البصري ونلاحظ عندما تسقط الاشعة المائلة في مواقع شرق غرب من مجال الرؤية او المستقطبين المتعامدين ويحدث انطفاء في هذه المواقع الموازية للشعرتين او المستقطبين المتعامدين ويحدث انطفاء في هذه المواقع مكونة ما يعرف ب اذرع الانطفاء..

انواع اشكال التداخل:

(1) شكل المحور البصري المركزي: centered optic figure

نحصل عليه من المقطع العمودي على المحور البصري وهذا الشكل عند استعمال الضوء المتوازي يكون متجانس بصريا اي قرينة الانكسار المزدوج تساوي 0 ومتساوي الابعاد وهو احسن الاشكال لحساب العلامة البصرية ويحتوي على معامل الانكسار الاصغر w والاكبر W في البلورة الموجبة والسالبة ويتكون من صليب اسود ويدعى ب isogyas او اذرع الانطفاء والتي تزداد عرضا باتجاه حافة مجال الرؤية وتتقاطع مع isogyas حلقات متحدة المركز تعرف بالحلقات الملونة او خطوط تساوي اللون والتي يزداد عددها مع ازدياد قيمة قرينة الانكسار المزدوج وتتقاطع اذرع الانطفاء في نقطة الميلا توب والتي تمثل نقطة خروج المحور البصري.

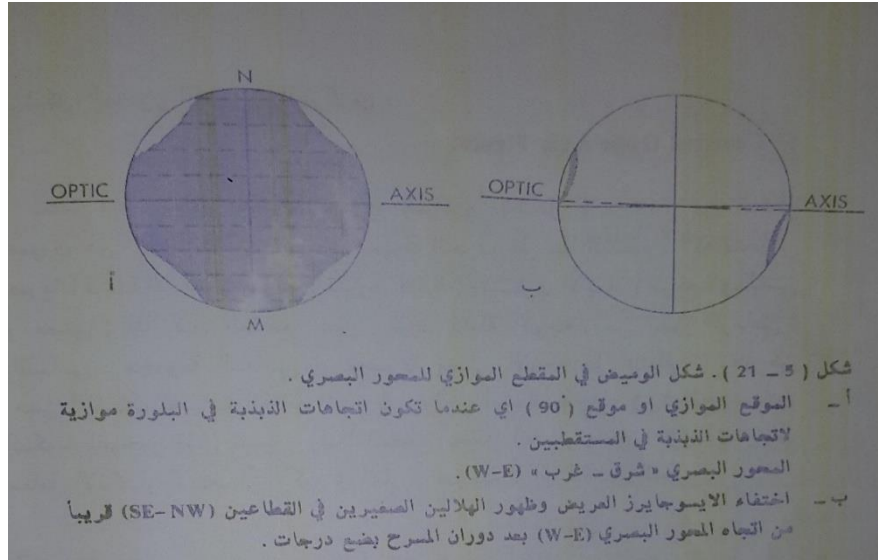
*كيف تميز بين الايسوكروماتيكس .

في المقاطع الموازية للمحور البصري يتخذ شكل الدوائر الملونة شكل منحنى بحيث تكون قرينة من الميلا توب وتتقارب هذه الدوائر باتجاه مركز مجال الرؤية وتنحني باتجاه مركز مجال الرؤية فتصبح حلقة واحدة .

اما الدوائر متحدة المركز فتتخذ شكل المركز ويظهر في المقطع العمودي على المحور البصري الذي يظهر في المقطع العمودي على المحور البصري ومحيط كل دائرة ويتكون من مجموعة الاشعة التي تسقط بنفس زاوية السقوط على البلورة وكلما اقتربنا من المركز زادت زاوية السقوط.

٢) شكل الوميض: flash flagure

هو الشكل الذي نحصل عليه من المقطع الموازي للمحور البصري ويمثل المقطع الاساسي للاندكاتريكس البصري ويمكن التعرف على هذا المقطع باحتواءة على اعلى قرينة انكسار مزدوج اي على لون تداخل يمثل اعلى تأخير للمعدن ويتكون هذا الشكل من isogyas عريض ومنتشر ونحصل على هذا الشكل من المقطع المائل على المحور البصري اكبر من 45° ويمكن التعرف على هذا المقطع لأحتوائه على قرينة انكسار مزدوج واطيء ولون تداخل واطيء $b=E-w$ (أكبر من E) ومن الشكل نلاحظ ان الميلاتوب او نقطة خروج المحور البصري لا تنطبق مع مركز مجال الرؤية وكلما تقترب الزاوية ثيتا 90° كلما يقترب الميلاتوب من المركز ويمكن في هذا المقطع حساب معاملي الانكسار (E, w) .



الفحص البصري للمعادن احادية المحور البصري:

تحديد العلامة البصرية:

١) استعمال شكل المحور البصري المركزي:

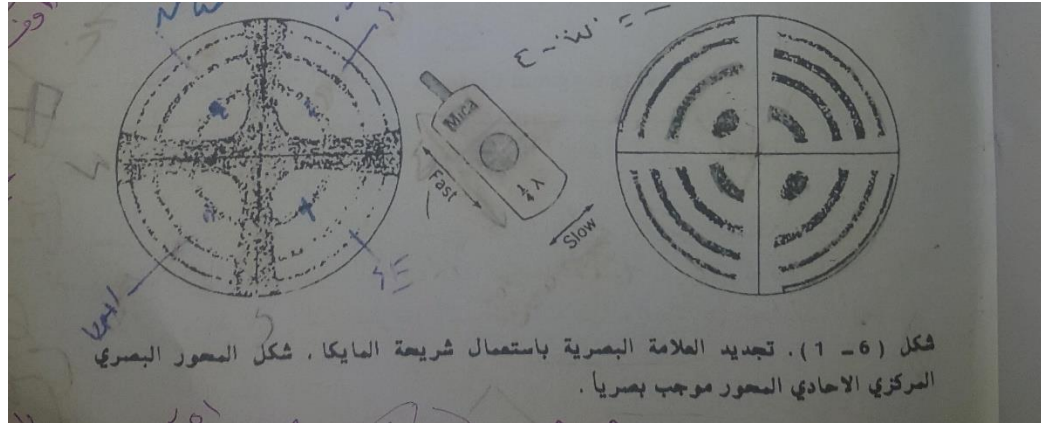
ان الطريقة الشائعة لتحديد العلامة البصرية للمعادن احادية المحور البصري هي استعمال اشكال التداخل والشرائح المعوضة والاشكال المستعملة هي الشكل المركزي واللامركزي والتي يكون فيها اتجاه الذبذبة E نحو المركز واتجاه الذبذبة مماسيا وعموديا عليه . ولتحديد

العلامة البصرية نستعمل سرعة الشعاع وليس معامل الانكسار وان سرعة الشعاع تتناسب عكسيا مع معامل الانكسار والقاعدة المتبعة اذا كان اتجاه الذبذبة E بطيئا يكون المعدن موجب وإذا كان اتجاهه سريع يكون المعدن الاحادي المحور سالب بصريا.

ولمعرفة سرعة الشعاع E يجب استعمال الشرائح المساعدة او المعوضة التي تدخل دائما في مسار الضوء بحيث تعمل اتجاها ذبذبة فيها زاوية 45° مع اتجاهي ذبذبة للمستقطبين المتعامدين والشرائح المستعملة في تحديد العلامة البصرية هي ثلاثة : (١) شريحة المايكا (٢) شريحة الجبسم (٣) وتد الكوارتز وجميع هذه الشرائح موازية للسريع.

(١) شريحة المايكا $1/4$ لمدا:

تعطي هذه الشريحة تأخيرا يساوي $(+147)$ ويعادل لون تداخل رصاصي فاتح في شدة اللون التداخل وفي هذه الحالة يقسم شكل المحور البصري الى اربع قطاعات وكل قطاعين متقابلين يقفان تحت نفس التأثير البصري . ويستعمل القطاعين (se-ne) عادة لتحديد العلامة البصرية لان اتجاه الذبذبة لهاذين القطاعين يوازي اتجاه الذبذبة للشريحة المعوضة . وان الصفة الصخرية هي نقطتان سوداوتان في القطاعين الذين يحصل فيهما الطرح وبقعتان صفراوتان في قطاعي الاضافة . ويكون التركيز على النقاط السوداء لوضوحهما وبعد ادخال شريحة المايكا وملاحظة مواقع الطرح والاضافة نرسم شكل التداخل متضمنا $(E-W)$ بحيث ان اتجاه E يكون دائما نحو مركز الميلا توب ثم نحدد سرعة الاتجاه E ومنها يمكن معرفة العلامة البصرية فاذا كان هناك طرح في القطاعين sw-ne فهذا يعني ان اتجاه الذبذبة E يكون سريع ومعامل انكساره قليل والمعدن سالب بصريا .

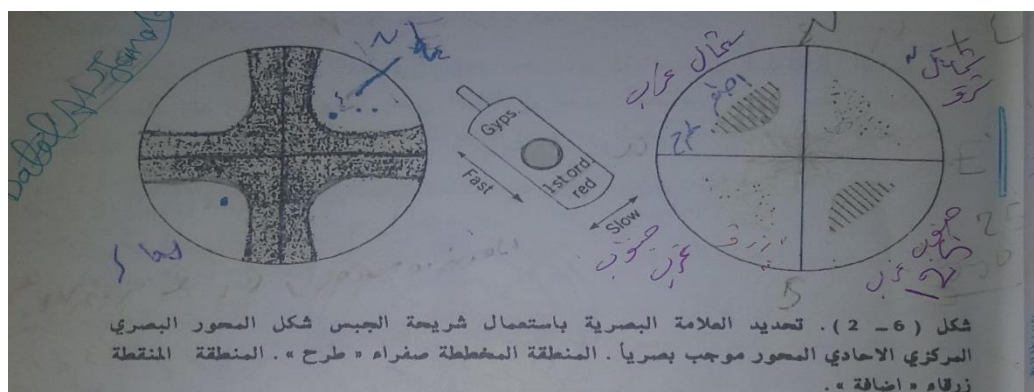


تفسير النقطتين السوداءتين:

ان مركز الميلا توب يمثل تأخيرا يساوي صفرا ويزداد التأخير من المركز باتجاه حافة محال الرؤية وبالقرب من المركز ويكون التأخير حوالي 125 ملي مايكرون وفي قطاعي الطرح يطرح من هذا التأخير تأخير شريحة المايكا المعوضة البالغ 147 ملي مايكرون وعليه يكون التأخير النهائي بالقرب من المركز 25 ملي مايكرون ويعادل اللون الاسود ولهذا تظهر النقطتان السوداوتان في هذين القطاعين قرب منطقة الميلا توب .

(٢) استعمال شريحة الجبس:

تتميز شريحة الجبس بتأخير 560 ملي مايكرون وتعد من اكثر الشرائح المعوضة استعمالا في تحديد العلامة البصرية. وان الصفة المميزة لها لتحديد العلامة البصرية هي ظهور بقع زرقاء في قطاع الاضافة وبقع صفراء في قطاعي الطرح فعند وجود بقع زرقاء في القطاعين SW-ne يعني اضافة في هذين القطاعين اي ان بطيء الشريحة يوازي اتجاه E والمعدن يكون موجب بصريا.



شكل (6 - 2) . تحديد العلامة البصرية باستعمال شريحة الجبس شكل المحور البصري المركزي الاحادي المحور موجب بصريا . المنطقة المخططة صفراء « طرح » . المنطقة المنقطعة زرقاء « اضافة » .

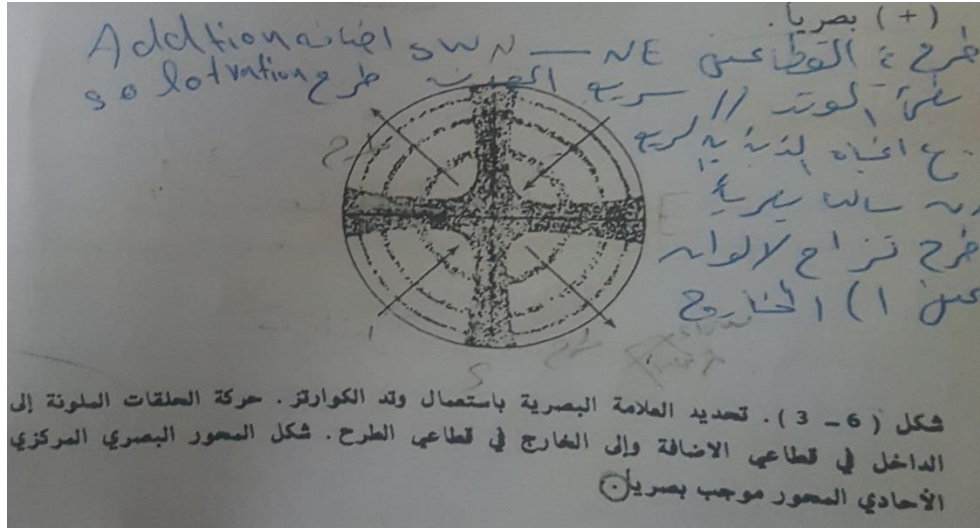
تفسير البقعتين الزرقاوتين:

في المنطقة القريبة من الميلا توب عند وجود اضافة فهذا يعني اضافة 550 ملي مايكرون الى تأخير المعدن في هذه المنطقة اي ان التأخير النهائي يصبح 675 ملي مايكرون وهو ازرق اي رتبة اولى اما في منطقة الطرح يصبح التأخير النهائي 335 ملي مايكرون اي اصفر رتبة اولى وان لون اذرع الانطفاء رماني اي نفس لون شريحة الجبس لنفس السبب في حالة شريحة المايكا.

(٣) استعمال وتد الكوارتز:

يعطي وتد الكوارتز تأخيرا متغيرا حسب السمك ويتراوح من الصفر الى نهاية الرتبة الرابعة 2200 ملي مايكرون واكثر استعمال له في المعادن ذات قرينة الانكسار المزدوج العالية التي تعطي اشكال تداخل تحتوي على عدد كبير من الحلقات الملونة مثل معدن الكالساييت ويصعب استعماله عن عدم وجود الحلقات الملونة . ان الصفة البصرية المميزة لتحديد العلامة البصرية للمعادن هي حركة الحلقات الملونة فاذا كانت الحركة الى الداخل باتجاه الميلاتوب فتعني اضافة اما اذا كانت الحركة باتجاه حافة مجال الرؤية فهذا يعني الطرح. وكما في المثال

اذا كان اتجاهي الذبذبة SW-NE يذهب حركة الحلقات الملونة الى الداخل عند ادخال وتد الكوارتز فهذا يعني اضافة لهذين القطاعين اذا اتجاه الذبذبة E هو البطيء والمعدن موجب بصريا .



تفسير حركة الحلقات الملونة:

اذا اخذنا الحلقات الملونة في قطاعي الاضافة فات الحلقة الحمراء الاولى من الداخل تمثل نهاية الرتبة الاولى وتندرج منها الالوان الى الوان اقل تأخير نحو الداخل الى اليسار (احمر وبرتقالي واصفر ورصاصي) والى الوان الرتبة الثانية (بنفسجي وازرق واخضر واصفر وبرتقالي واحمر) الاعلى تأخيرا نحو الخارج الى اليمين وفي لحظة ما عند ادخال وتد الكوارتز مسافة معينة تعادل تأخيرا 150 ملي مايكرون فهذا يعني اضافة هذا التأخير الى جميع الالوان

المذكورة وتصاحب الاضافة تغير في اللون الى لون اخر ذي تأخير اكبر مثلا يتحول الاصفر رتبة اولى الى البرتقالي او الاحمر .

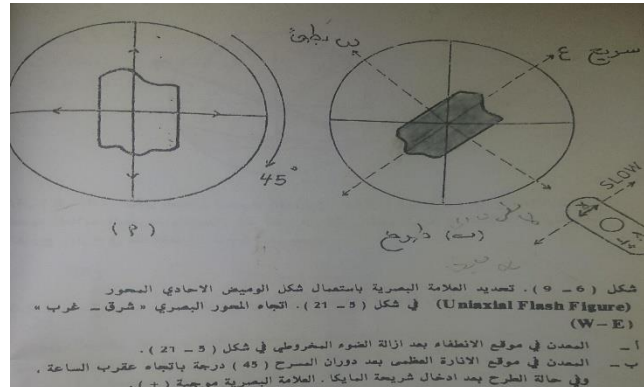
شكل الوميض:

من شكل الوميض نتعرف فقط على ان المقطع فقط على ان المقطع هو الموازي للمحور البصري. من خلال:

- (١) معرفة المقطع او توجيه المعدن باستخدام شكل الوميض
- (٢) اعادة الضوء المتوازي.
- (٣) ادخال الشريحة المعوضة.
- (٤) ملاحظة رتبة لون المعدن.
- (٥) تحديد الاضافة والطرح .

استعمال شكل الوميض using flash figure:

من الممكن تحديد العلامة البصرية بعد معرفة موقع المحور البصري الذي يتحدد مع موقع الهلالين الصغيرين عند دوران المسرح نفترض ان المحور البصري باتجاه W-E نعيد شكل الوميض الى وضعه الاصلي بدوران المسرح عكس الاتجاه السابق الذي حصلنا فيه على الهلالين الصغيرين. نزيل الضوء المخروطي وذلك بازالة عدسة بيرتراند والمكثف فيصبح المعدن تحت المستقطبين المتعامدين في وضع الانطفاء ندور المسرح 45° ليصبح المعدن في موقع الإنارة العظمى ندخل شريحة المايكا ونلاحظ التغير في لون تداخل المعدن نتيجة الاضافة او الطرح .



معادن ثنائية المحور البصري: biaxial minerals

هي المعادن التي تحتوي على محورين بصريين اي على اتجاهين في البلورة لا يحدث خلالهما انشطار مزدوج لشعاع الضوء المار بموازاتها وتشمل المعادن التابعة لانظمة المعيني القائم واحادي الميل وثلاثي الميل ولهذه المعادن ثلاث معاملات انكسار (١) معامل الانكسار الاصغر (٢) معامل الانكسار الاوسط بيتا (٣) معامل الانكسار الاكبر كاما.

الانديكاتريكس ثنائي المحور ::.

يتكون من مجسم اهليج ذو ثلاثة محاور متعامدة وتساوي انصاف هذه المحاور معاملات الانكسار (الفا وبيتا وكاما) وتمثل اتجاهات الذبذبة على التوالي x, y, z وتدعى انصاف هذه المحاور بمحاور الذبذبة الرئيسية الثلاثة ويمكن مطابقتها مع المحاور البلورية الثلاثة في نظام المعيني القائم مثل بلورة الانهايدررايت . ان المحورين البصريين في الانديكاتريكس ثنائي المحور عموديان على المقطعين الدائريين ويطلق عليهما المحوران البصريان الاوليان ويطلق على الزاوية الحادة بين المحورين البصريين بالزاوية البصرية $2V$. يوجد مقطعين في الانديكاتريكس البصري ثنائي المحور البصري ويوجد مقطع واحد في الانديكاتريكس الاحادي المحور البصري

