الوحدة الأولى : الأمـــــواج ٢ الضـــــــوء

إعداد الأستاذ
محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر
01092071745

(١) المفاهيم والمصطلحات العلمية

الطيف الكهرومغناطيسى	توزيع الموجات الكهرومغناطيسية تصاعدياً حسب ترددها أو تنازلياً حسب طولها الموجى .
انعكاس الضوء	ارتداد موجات الضوء عندما تقابل سطحاً عاكساً .
القانون الأول لانعكاس الضوء	زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .
القانون الثانى لانعكاس الضوء	الشعاع الضوئى الساقط والشعاع الضوئى المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها فى مستوى واحد عمودى على السطح العاكس .
زاوية السقوط	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئى الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس .
زاوية الانعكاس	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئى المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس .
انكسار الضوء	تغير اتجاه الشعاع الضوئى عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية .
زاوية الانكسار	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئى المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل .
القانون الأول لانكسار الضوء	النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى كالنسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول إلى سرعة الضوء فى الوسط الثانى .
القانون الثانى لانكسار الضوء	الشعاع الضوئى الساقط والشعاع الضوئى المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعاً فى مستوى واحد عمودى على السطح الفاصل .
معامل الانكسار النسبى	النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى . النسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول إلى سرعة الضوء فى الوسط الثانى . النسبة بين معامل الانكسار المطلق للوسط الثانى ومعامل الانكسار المطلق للوسط الأول .
معامل الانكسار المطلق	النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الفراغ أو الهواء إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط . النسبة بين سرعة الضوء فى الفراغ أو الهواء إلى سرعة الضوء فى الوسط .
قانون سنل	حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول فى جيب زاوية السقوط يساوى حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثانى فى جيب زاوية الانكسار .
المصادر المترابطة	المصادر الضوئية التى تكون أمواجها متساوية فى التردد والسعة ولها نفس الطور .
تداخل الضوء	تراكب موجتان لهما نفس التردد والسعة والطور .
هدب التداخل	مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب أمواج ضوئية صادرة من مصدرين مترابطين .
التداخل البناء	تداخل ينتج عنه تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع (هدب مضيئة) نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قمة الموجة الأخرى أو قاع إحدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى .
التداخل الهدام	تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء فى بعض المواضع (هدب مظلمة) نتيجة تقابل

	قمة إحدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى والعكس .
صدر الموجة	سطح عمودى على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطه لها نفس الطور .
حيود الضوء	انحراف الضوء عندما يمر بفتحة ضيقة أو حافة جسم . ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدى إلى تراكب الموجات وتكون هدب مضيئة وأخرى مظلمة .
هدب الحيود	مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء التى حدث لها حيود .
قرص إيرى	بقعة دائرية مضيئة مركزية تتكون عند حيود الضوء عند فتحة دائرية وتكون شدة الضوء فيها أعلى ما يمكن . بقعة دائرية مضيئة محددة تكونت على الحائل لأشعة الضوء التى حدث لها حيود ويمكن به دراسة توزيع الإضاءة .
الزاوية الحرجة	زاوية سقوط فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار فى الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوى 90° .
الانعكاس الكلى	ارتداد الأشعة الضوئية عند سقوطها فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة لهذا الوسط .
السراب	ظاهرة طبيعية تحدث فى الصحراء أو الطرق المرصوفة وقت الظهيرة وترى فيها صور الأجسام كما لو كانت منعكسة على سطح الماء .
الألياف الضوئية	قضيب مصمت رفيع من مادة شفافة إذا دخل لضوء من أحد طرفيه فإنه يعانى انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من طرفها الآخر .
زاوية الانحراف	الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادى الشعاع الساقط والشعاع الخارج فى المنشور الثلاثى .
زاوية النهاية الصغرى للانحراف	أصغر قيمة لزاوية انحراف أشعة الضوء فى المنشور وعندها تكون زاوية السقوط تساوى زاوية الخروج .
زاوية رأس المنشور	الزاوية المحصورة بين وجهى المنشور أحدهما يدخل منه الشعاع الضوئى والآخر يخرج من الشعاع الضوئى .
المنشور الرقيق	منشور ثلاثى من الزجاج زاوية رأسه صغيرة لا تزيد عن 10 درجات .
الانحراف المتوسط	زاوية انحراف الضوء الأصفر الخارج من المنشور الرقيق .
الانفراج الزاوى بين اللونين الأزرق والأحمر	الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور .
معامل الانكسار المتوسط لمنشور ثلاثى	معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأصفر . متوسط معاملى انكسار مادة المنشور للضوئين الأزرق والأحمر .
قوة التفريق اللونى	النسبة بين الانفراج الزاوى بين الشعاعين الأزرق والأحمر وزاوية انحراف الضوء الأصفر .

(٢) ما معنى قولنا أن ؟

إعداد الأستاذ
محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر

١ – معامل الانكسار النسبى بين الزجاج والماء = 0.86 ؟

ج : أى أن النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الزجاج إلى جيب زاوية الانكسار فى الماء = 0.86 .

أو : النسبة بين سرعة الضوء فى الزجاج إلى سرعة الضوء فى الماء = 0. 86

أو : أى أن النسبة بين معامل الانكسار المطلق للماء إلى معامل الانكسار المطلق للوسط للزجاج = 0.86 .

٢ – معامل الانكسار المطلق للزجاج = 1.8 ؟

ج : أى أن النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الفراغ أو الهواء إلى جيب زاوية الانكسار فى الزجاج = 1.8 .

أو : أى أن النسبة بين سرعة الضوء فى الفراغ أو الهواء إلى سرعة الضوء فى الزجاج = 1.8 .

٣ – ما معنى قولنا أن : الزاوية الحرجة للماء 49° ؟

ج : أى أن زاوية السقوط فى الماء التى يقابلها زاوية انكسار فى الهواء 90° قياسها 49°.
أو : أى أن الشعاع الضوئى الذى ينتقل فى الماء بزاوية سقوط 49° ينكسر فى الهواء بزاوية انكسار 90° .

٤ – زاوية النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور الثلاثى 25^{o} ؟

ج : أى أن أصغر زاوية بين امتدادى الشعاع الساقط على وجه المنشور والشعاع الخارج من الوجه الآخر تساوى ° 25 .

٥ – الانفراج الزاوى فى منشور رقيق °0.2 ؟

ج : أى أن الفرق بين زاويتى انحراف المنشور للشعاعين الأزرق والأحمر = °0.2 .

٦ – الانفراج الزاوى بين اللونين الأحمر والأزرق = °3 ؟

ج : أى أن الزاوية المحصورة بين الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور = °3 .

٧ – قوة التفريق اللونى لمنشور رقيق = 0.08 ؟

ج : أى أن النسبة بين الانفراج الزاوى بين الشعاعين الأزرق والأحمر للمنشور وزاوية انحراف الضوء الأصفر = 0.08

(٣) أهم التعليلات

١ – تختلف الموجات الكهرومغناطيسية عن بعضها فى الخواص الفيزيائية ؟

ج : لاختلاف ترددتها وأطوالها الموجية .

٢ – انكسار الضوء عند انتقاله من وسط لآخر ؟

ج : لأن سرعة الضوء تختلف من وسط لآخر .

٣ – معامل الانكسار النسبى بين وسطين ليس له وحدة تمييز ؟

ج : لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين .

٤ – معامل الانكسار النسبى بين وسطين قد يكون أكبر أو أقل من الواحد ؟

ج : لأنه يتعين من العلاقة $_1n_2 = \frac{V_1}{V_2}$ فإذا كانت سرعة الضوء فى الوسط الأول أكبر من سرعته فى الوسط الثانى تكون النسبة أكبر من الواحد الصحيح والعكس .

٥ – معامل الانكسار المطلق لوسط ليس له وحدة تمييز

ج : لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين .

٦ – معامل الانكسار المطلق لوسط أكبر دائماً من الواحد الصحيح

ج : لأنه يتعين من العلاقة $n = \frac{C}{v}$ وسرعة الضوء فى الفراغ أو الهواء C أكبر من سرعة الضوء فى أى وسط مادى v فتكون النسبة دائماً أكبر من الواحد .

٧ – يسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلاً عندما يكون خارج زجاج الحجرة ظلام شديد فى حين يصعب تحقيق ذلك نهاراً عندما يكون خارج الحجرة مضيئاً ؟

ج : عندما يكون خارج الغرفة إظلام تام تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة منعدمة لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل الغرفة على الزجاج وعندما يكون خارج الغرفة ضوء فإن شدة الضوء النافذ من الخارج إلى الداخل تكون أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل الغرفة لذلك يصعب رؤية الشخص لصورته بالانعكاس .

٨ – الشعاع الساقط عموديا على السطح الفاصل لا يعانى انكساراً ؟

ج : لأنه تبعاً لقانون سنل ($n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$) عند سقوط شعاع عمودياً على السطح الفاصل ($\phi = 0$) فإن ($n_2 \sin\theta = 0$) وبالتالى زاوية الانكسار ($\theta = 0$) .

٩ – زاوية السقوط لا تساوى غالباً زاوية الانكسار ؟

ج : لأن الشعاع الضوئى سينكسر إما مقترباً أو مبتعداً عن العمود ولا ينفذ على استقامته .

١٠ – فى تجربة الشق المزدوج لينج يزداد وضوح هدب التداخل كلما قلت المسافة بين الشقين ؟

ج : لأن المسافة بين أى هدبتين متتاليين من نفس النوع ΔY تتناسب عكسيا مع المسافة بين الشقين (d) .

١١ – فى تجربة الشق المزدوج لتوماس ينج تتكون هدب مضيئة تتخللها أخرى مظلمة ؟

ج : نتيجة لتراكب موجات الحركتين الموجيتين القادمتين من الشق المزدوج .

١٢ – يستعمل ضوء أحادى اللون فى تجربة ينج لدراسة ظاهرة التداخل ؟

ج : لأن الضوء الأحادى اللون له قيمة واحدة ثابتة للطول الموجى (λ) .

١٣ – الهدبة المركزية فى تجربة ينج مضيئة دائماً ؟

ج : لأنها ناتجة من تداخل بناء حيث يكون فرق المسير بين الموجتين المكونتين لها = $m\ \lambda$.

١٤ – لا يوجد فرق جوهرى بين نموذجى التداخل والحيود فى الضوء ؟

ج : لأن كل منهما ينشأ من تراكب الموجات .

١٥– عند نفاذ الضوء من ثقب ضيق واستقبال الأشعة النافذة على حائل يمكن ملاحظة وجود هدب الحيود ؟

ج : لأن كل نقطة من نقاط الفتحة تعمل كمصدر ضوئى مستقل يبعث موجات ضوئية ثانوية فى مختلف الجهات فيحدث تداخل فيما بينها وكلما كان اتساع الفتحة صغيراً بالنسبة لطول موجة الضوء الساقط كانت ظاهرة الحيود أكثر وضوحاً .

١٦ – معامل الانكسار المطلق للهواء يساوى الواحد الصحيح ؟

ج : لأن $n = \frac{C}{v}$ وحيث أن $C = v$ فتكون النسبة بينهما تساوى الواحد الصحيح .

١٧ – الضوء الذى ينبعث من تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيته فى الهواء ؟

ج : يحدث ذلك عندما يسقط الضوء على سطح الماء بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث له انعكاس كلى .

١٨ – الماس شديد التألق بالنسبة إلى الزجاج ؟

ج : لأن معامل انكسار الماس كبير وتكون الزاوية الحرجة داخله صغيرة (24^o) لذلك يعانى الشعاع الضوئى الداخل إلى للماس عدة انعكاسات كلية مما يسبب تألق قطعة الماس بينما فى حالة الزجاج الزاوية الحرجة (42^o) فلا تحدث انعكاسات كلية فلا يتألق .

١٩ – عند وضع مصدر ضوئى أزرق فى مركز مكعب مصمت من الزجاج تظهر بقعة مضيئة دائرية على حائل أمام المكعب وإذا استبدل مصدر الضوء الأزرق بآخر أحمر ظهرت البقعة المضيئة مربعة الشكل ؟

ج : حيث أن معامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجى وكذلك معامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الزاوية الحرجة نجد أن الطول الموجى يتناسب طردياً مع الزاوية الحرجة وحيث أن الطول الموجى للضوء الأزرق صغير فتكون الزاوية الحرجة له صغيرة وبالتالى يحدث انعكاس كلى لأشعة اللون الأزرق قبل وصولها إلى الأحرف الجانبية للمكعب فتظهر البقعة المضيئة دائرية الشكل بينما فى حالة الضوء الأحمر الطول الموجى له كبير وكذلك الزاوية الحرجة كبيرة فلا يحدث انعكاس كلى للأشعة فتستطيع الوصول إلى الأحرف الجانبية للمكعب فتظهر البقعة المضيئة مربعة الشكل .

٢٠ – تستخدم الألياف الضوئية فى نقل الضوء وتوجيهه إلى الأماكن التى يصعب الوصول إليها فى الجهاز الهضمى ؟

ج : لأن عندما يدخل الضوء من أحد طرفى الليفة تكون زاوية السقوط على أى جزء من الجدار أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس الشعاع انعكاساً كلياً من جدار لآخر حتى يخرج من الطرف الآخر كما أن الليفة يمكن أن تثنى على أى هيئة .

٢١ – يفضل أن تغطى اللفة الضوئية بطبقة خارجية من نوع من الزجاج معامل انكساره أقل من زجاج قلب الليفة ؟

ج : حتى تعمل الطبقة الخارجية على عكس الضوء المتسرب من الطبقة الأولى انعكاساً كلياً للداخل مرة أخرى وبذلك نحافظ على شدة الضوء المنقول بواسطة الليفة .

٢٢ – يفضل المنشور العاكس عن المرآة المستوية أو أى سطح معدنى عاكس ؟

ج : لأن المنشور العاكس لا يسبب أى فقد فى الطاقة الضوئية الساقطة ولا يحدث ذلك فى أى سطح عاكس لأنه لا يوجد سطح عاكس كفاءته 100% كما تتعرض المرايا والسطح المعدنى العاكس للتلف من كثرة الاستعمال .

٢٣ – تغطى أوجه المنشور التى يدخل أو يخرج منها الضوء بغشاء رقيق من مادة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل الكريوليت (فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم) ؟

ج : لتجنب فقد جزء من شدة الضوء عند دخوله أو خروجه من المنشور وذلك نتيجة تداخل الأشعة المنعكسة عند سطحى المنشور تداخلا هداماً .

٢٤ – حدوث ظاهرة السراب فى المناطق الصحراوية وقت الظهيرة ؟

ج : لأنه نتيجة مـرور أشعـة الضوء من هواء بارد إلى هـواء ساخن تنكسر الأشعة مبتعدة عن العمود حتى يحدث لها انعكاس كلى فنرى على امتدادات الأشعة المنعكسة كلياً صور مقلوبة للأجسام البعيدة كما لو كانت منعكسة على سطح ماء . أو : لحدوث مجموعة من الانكسارات فى طبقات الهواء المختلفة فى درجة الحرارة بالإضافة إلى انعكاس كلى

٢٥ – قدرة المنشور الثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف على تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف ؟

ج : لأن لكل لـون من ألـوان الطيف زاوية انحراف تختلف عن باقى الألوان وتتوقف زاوية الانحراف على معامل انكسار مادة المنشور لكل لون تبعاً لتردد اللون أو الطول الموجى لـــه . أو : لأن الضوء الأبيض مكون من ٧ ألوان تختلف عن بعضها فى الطول الموجى وبالتالى فى معامل الانكسار (تتناسب عكسيا مع الطول الموجى) وكل لون له زاوية انحراف تتناسب طرديا مع معامل الانكســـار .

٢٦ – زاوية انحراف الضوء البنفسجى أكبر من زاوية انحراف الضوء الأحمر ؟

ج : لأن زاويــة الانحــراف لأى لــون تتناسب طرديــاً مع تردد اللــون وحيث أن تردد اللون البنفسجى أكبر من تردد اللون الأحمر لذلك تكون زاوية انحراف اللون البنفسجى أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر .

٢٧ – لا تتوقف زاوية الانحراف فى المنشور الرقيق على زاوية السقوط ؟

ج : لأن المنشور الرقيق يكون دائما فى وضع النهاية الصغرى للانحراف .

٢٨ – متوازى المستطيلات لا يفرق الضوء الأبيض ؟

ج : لأنه يعتبر منشوران متساويان فى زاوية الرأس ومعكوسان ومن مادة واحدة أحدهما يفرق الضوء والآخر يجمعه أى يلغى أحدهما تفريق الألوان الحادث بالمنشور الآخر .

إعداد الأستاذ
محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر

س ٤ : ماذا يحدث فى الحالات الآتية ؟

١ – سقوط شعاع ضوئى يميل على سطح فاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية.

ج : يتغير اتجاه مسار الشعاع الضوئى عند السطح الفاصل (ينكسر) .

٢ – انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.

ج : ينفذ الشعاع وينكسر مبتعداً عن العمود .

٣ – انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية.

ج : ينفذ الشعاع وينكسر مقترباً من العمود .

٤ – سقوط شعاع ضوئى عموديا على سطح فاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية.

ج : ينفذ الشعاع الضوئى على استقامته دون أن يعانى أى انكسار .

٥ – نقص المسافة (d) بين الشقين فى تجربة الشق المزدوج ليونج.

ج : تزداد المسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع وبالتالى يزداد وضوح هدب التداخل .

٦ – استخدام ضوء أحادى اللون ذو طول موجى أكبر فى تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج بالنسبة للمسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع.

ج : تزداد المسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع وبالتالى يزداد وضوح هدب التداخل .

٧ – مرور الضوء من فتحة ضيقة تقترب أبعادها من قيمة الطول الموجى للضوء.

ج : يحدث حيود للضوء .

٨ – تراكب موجتى ضوء صادرتين من مصدرين مترابطين .

ج : ينتج تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع (هدب مضيئة) وانعدام لشدة الضوء في مواضع أخرى (هدب مظلمة) .

٩ – تراكب موجتى ضوء صادرتين من مصدرين مترابطين بحيث يكون فرق المسير بينهما $3\ \lambda$.

ج : ينتج تقوية فى شدة الضوء وتتكون هدب مضيئة .

١٠ – تراكب موجتى ضوء صادرتين من مصدرين مترابطين بحيث يكون فرق المسير بينهما $1.5\ \lambda$.

ج : ينتج انعدام لشدة الضوء وتتكون هدب مظلمة .

إعداد الأستاذ
محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر

١١ – سقوط شعاع ضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط مساوية للزاوية الحرجة .

ج : ينكسر الشعاع الضوئى وينفذ مماسا للسطح الفاصل (زاوية الانكسار 90^o)

١٢ – سقوط شعاع ضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة .

ج : ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً في نفس الوسط بحيث تكون زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .
لأن زاوية سقوطه على السطح الفاصل

١٣ – دخول الضوء من أحد طرفى الليفة الضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

ج : يعانى الضوء انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من طرفها الآخر دون فقد يذكر في الشدة الضوئية .

١٤ – تساوى زاوية السقوط لشعاع ضوئى على وجه منشور مع زاوية الخروج .

ج : يصبح المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف ويعمل على تفريق الألوان .

١٥ – سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف.

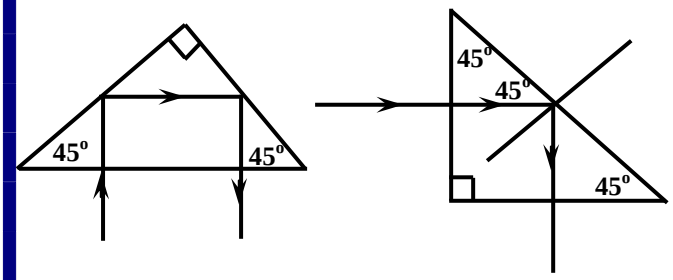
ج : يخرج الضوء متفرقاً إلى ألوان الطيف السبعة .

١٦ – عدم تغطية أوجه المنشور العاكس بطبقة من الكريوليت .

ج : يحدث فقد في الأشعة الضوئية عند دخولها او خروجها من المنشور وبالتالى تقل كفاءة المنشور العاكس .

١٧ – سقوط شعاع ضوئى على منشور ثلاثى قائم الزاوية متساوى الساقين ، الزاوية الحرجة لمادته مع الهواء 42° فى الحالات التالية :

(أ) عندما يسقط بزاوية صفر على أحد ضلعى القائمة.
(ب) عندما يسقط بزاوية صفر على الوجه المقابل للقائمة.



ج : (أ) يحدث انعكاس كلى عند الوجه المقابل للزاوية القائمة
ويتغير مسار الشعاع الضوئى الساقط بزاوية 90° .
(ب) يحدث انعكاسين كليين عند ضلعى الزاوية القائمة
ويتغير مسار الشعاع الضوئى الساقط بزاوية 180° .

(٥) أهم المقارنات

المنشور العادى	المنشور الرقيق
زاوية رأسه أكبر من 10° .	زاوية رأسه أقل من 10° .
معامل الانكسار يعين من العلاقة : $n = \frac{Sin\phi_1}{Sin\theta_1} = \frac{Sin\phi_2}{Sin\theta_2}$	معامل الانكسار يعين من العلاقة : $n = \frac{\propto_o + A}{A}$
زاوية الانحراف تعين من العلاقة : $\propto = \phi_1 + \theta_2 - A$	زاوية الانحراف تعين من العلاقة : $\propto_o = A\,(n-1)$
له وضع واحد للنهاية الصغرى للانحراف وعندها يكون : $n = \frac{Sin\,(\frac{\propto_o + A}{2})}{Sin\,(\frac{A}{2})}$	فى وضع النهاية الصغرى للانحراف دائماً .
يستخدم فى التحليل الطيفى وكمنشور عاكس فى بعض الأجهزة البصرية مثل البيروسكوب الذى يستخدم فى الغواصات ومناظير الميادين .	يستخدم فى تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة .

إعداد الأستاذ
محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر

انعكاس الضوء	انكسار الضوء
يحدث فى نفس الوسط .	يحدث بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية .
يرتد الشعاع الضوئى فى اتجاه مضاد لاتجاه السقوط .	يسير منحرفاً عن مساره فى الوسط الأول .
زاوية السقوط = زاوية الانعكاس	زاوية السقوط لا تساوى زاوية الانكسار .
سرعة الضوء قبل الانعكاس = سرعة الضوء بعد الانعكاس .	سرعة الضوء مختلفة فى الوسطين .

حيود الضوء	تداخل الضوء
يحدث من مصدر ضوئى واحد أحادى اللون .	يستخدم لإحداثه مصدران ضوئيان مترابطان .
كل منهما ينشأ من تراكب موجات ويظهر فى صورة هدب .	
يظهر بوضوح إذا كان الطول الموجى للضوء مقارباً أبعاد الفتحة أو العائق .	يظهر بوضوح كلما زاد البعد بين المصدرين المترابطين والحائل المعد لاستقبال الهدب .

****

(٦) أذكر شروط كل مما يأتى :

١ – **انعكاس كلى لشعاع ضوئى .**

ج : (١) سقوط الأشعة من وسط أكبر إلى وسط أقل كثافة ضوئية .
(٢) أن تكون زاوية لسقوط اكبر من الزاوية الحرجة .

٢ – **النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور الثلاثى .**

ج : (١) أن تكون زاوية السقوط الأولى (ϕ_1) = زاوية الخروج (θ_2) .
(٢) أن تكون زاوية الانكسار الأولى (θ_1) = زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) .

٣ – **المنشور العاكس .**

ج : أن تكون قاعدة المنشور على شكل مثلث قائم الزاوية ومتساوى الساقين .

٤ – **هدبة مضيئة فى تجربة الشق المزدوج / تداخل بناء لموجتين من موجات الضوء .**

ج : أن يكون فرق المسار بين موجتين = $m\ \lambda$

٥ – **هدبة مضيئة فى تجربة الشق المزدوج .**

ج : أن يكون فرق المسار بين موجتين = $(m + {}^{1}/_{2})\ \lambda$

٦ – **زاوية سقوط شعاع ضوئى فى منشور ثلاثى تساوى زاوية الخروج .**

ج : أن يكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف .

٧ – **انكسار الضوء .**

ج : (١) سقوط شعاع الضوء على سطح فاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية (اختلافهما فى سرعة الضوء)
(٢) أن تكون زاوية السقوط ≠ صفر .

٨ – **تداخل الضوء .**

ج : (١) أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادى الطول الموجى .
(٢) أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان (لهما نفس التردد والسعة والطور) .

٩ – **السراب .**

ج : مرور الأشعة الضوئية المنعكسة من الأجسام خلال هواء بارد إلى هواء ساخن حتى يحدث انعكاس كلى لها عند أحد طبقات الهواء .

إعداد الأستاذ
محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر

(٧) ما العوامل التى يتوقف عليها كل من :

الكمية الفيزيائية	العوامل التى تتوقف عليها
معامل الانكسار المطلق لوسط	(١) الطول الموجى للضوء الساقط . (٢) سرعة الضوء فى وسط الانكسار .
معامل الانكسار النسبى بين وسطين	(١) الطول الموجى للضوء الساقط . (٢) سرعة الضوء فى وسط السقوط . (٣) سرعة الضوء فى وسط الانكسار .
مقدار الإزاحة الحادثة لشعاع ضوئى يسقط مائلا على متوازى مستطيلات	(١) زاوية سقوط الشعاع . (٢) سمك المتوازى . (٣) معامل انكسار مادته.
المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع فى تجربة يونج (الشق المزدوج)	(١) الطول الموجى للضوء المستخدم (طردى) . (٢) المسافة بين الشق المزدوج والحائل (طردى) . (٣) المسافة بين فتحتى الشق المزدوج (عكسى) .
الزاوية الحرجة لوسط مع الهواء	معامل الانكسار المطلق للوسط (عكسى) .
الزاوية الحرجة بين وسطين	معامل انكسار الضوء لكل من المادتين .
زاوية الانحراف فى منشور ثلاثى	(١) زاوية السقوط الأولى . (٢) زاوية رأس المنشور . (٣) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط .
زاوية الانحراف الصغرى لمنشور ثلاثى	(١) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط (طردى) . (٢) الطول الموجى للضوء الساقط (عكسى) .
النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور العادى	(١) زاوية رأس المنشور . (٢) معامل انكسار مادته .
زاوية الانحراف فى المنشور الرقيق	(١) زاوية رأس المنشور (طردى) . (٢) معامل انكسار مادته (طردى) . (٣) الطول الموجى للضوء الساقط (عكسى) .
الانفراج الزاوى	(١) زاوية رأس المنشور . (٢) معامل انكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق والأحمر .
قوة التفريق اللونى	معامل انكسار مادة المنشور للألوان الأزرق والأحمر والأصفر .

****

(٨) اشرح الأساس العلمى (الفكرة العلمية) لكل من :

التطبيق	الفكرة العلمية	الشرح
المنشور الثلاثى	انكسار الضوء	عند سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن الضوء الخارج من المنشور يتفرق إلى ألوان الطيف ، لأن معامل الانكسار يتوقف على الطول الموجى.
الألياف الضوئية	الانعكاس الكلى للضوء	عند سقوط الضوء على جدار الليفة الضوئية بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة لمادتها فإنه يعانى عدة انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر.
المنشور العاكس	الانعكاس الكلى للضوء	تغيير مسار الشعاع الضوئى بمقدار 90° أو 180° حيث ينعكس الضوء انعكاسا كليا عند مروره داخل المنشور .
السراب	الانعكاس الكلى للضوء	عند انتقال الشعاع الضوئى من طبقات الهواء العليا إلى الطبقات التى تحتها (فى الأيام شديدة الحـــرارة) فإنه ينكسر مبتعدا عن العمود لأن معاملات انكسار الطبقات العليا أكبر من التى تحتها ، ويزداد انحراف الشعاع أثناء انتقاله خلال

		طبقات الهواء متخذا مسارا منحنيا ، وعندما تصبح زاوية سقوطه فى إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة بالنسبة للطبقة التى تحتها فإن الشعاع الضوئى ينعكس انعكاسا كليا متخذا مسارا منحنيا إلى أعلى حتى يصل إلى العين فترى العين الصورة مقلوبة.

إعداد الأستاذ

محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر

(٩) اذكر استخداما واحدا لكل من :

التطبيق	الاستخدام
المنشور الثلاثى متساوى الأضلاع	تحليل الضوء إلى ألوان الطيف السبعة
المنشور العاكس	بعض الأجهزة البصرية مثل مناظير الميادين والبيروسكوب الذى يستخدم فى الغواصات.
الألياف الضوئية	نقل الضوء فى مسارات منحنية دون فقد يذكر فى الشدة الضوئية . المجـــالات الطبيـــة : فى الفحص والعمليات الجراحية. الاتصـــالات : يمكن تحميل الضوء ملايين الإشارات الكهربية.
الشق المزدوج فى تجربة يونج	يعمل عمل المصادر المترابطة التى تصدر موجات متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور .
تجربة الشق المزدوج ليونج	دراسة التداخل فى الضوء . قياس الطول الموجى لضوء أحادى اللون .
طبقة الكريوليت على أوجه المنشور العاكس	تجنب فقد جزء من شدة الضوء عند دخوله أو خروجه من المنشور وذلك نتيجة تداخل الأشعة المنعكسة عند سطحى المنشور تداخلا هداماً .

(١٠) أهم الاستنتاجات

١ – العلاقة بين معامل الانكسار النسبى لوسطين والمطلق لكل منهما :

إذا انتقل شعاع ضوئى بين وسطين وكان معاملا انكسارهما المطلقين هما n_1 ، n_2 على الترتيب فإن :

$$_1n_2 = \frac{V_1}{V_2} \longrightarrow (1)$$

$$n_1 = \frac{C}{V_1} \longrightarrow (2)$$

$$n_2 = \frac{C}{V_2} \longrightarrow (3)$$

من العلاقتين (2) , (3) نجد أن :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{C}{V_2} \times \frac{V_1}{C} = \frac{V_1}{V_2} \longrightarrow (4)$$

من العلاقتين (1) , (4) نجد أن : $_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$

٢ – قانون سنل :

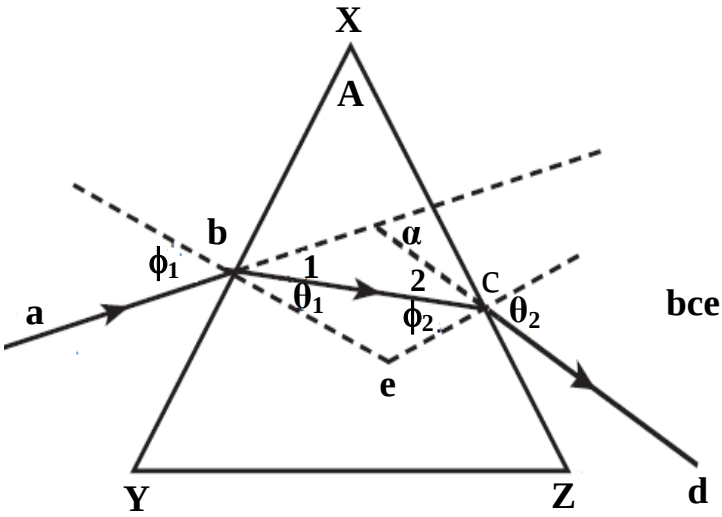
$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \longrightarrow (1)$$

$$_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} \longrightarrow (2)$$

من العلاقتين (1) , (2) نجد أن : $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$

$\therefore$ $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

٣ – قوانين المنشور الثلاثي :



القانون الأول : الشكل (bXce) رباعى دائرى :

$A + e = 180^\circ$

$\theta_1 + \phi_2 + e = 180^\circ$

$A + e = \theta_1 + \phi_2 + e$

$A = \theta_1 + \phi_2$

القانون الثاني : بما أن ($\propto$) زاوية خارجة بالنسبة للمثلث bce

$\propto = 1 + 2$

$1 = \phi_1 - \theta_1$, $2 = \theta_2 - \phi_2$

$\therefore \propto = (\phi_1 - \theta_1) + (\theta_2 - \phi_2)$

$= \phi_1 + \theta_2 - (\theta_1 + \phi_2)$

$\therefore \propto = \phi_1 + \theta_2 - A$

٤ – معامل انكسار مادة المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف :

فى وضع النهاية الصغرى للانحراف يكون : $\theta_1 = \phi_2 = \theta_o$, $\phi_1 = \theta_2 = \phi_o$

$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \longrightarrow A = 2\theta_o \quad \therefore \quad \theta_o = \frac{A}{2} \longrightarrow (1)$

$\propto_o = \phi_1 + \theta_2 - A \longrightarrow \propto = 2\phi_o - A$

$\therefore \phi_o = \frac{\propto_o + A}{2} \longrightarrow (2)$

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

من (1 , 2) يكون :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

==========

٥ – الانحراف في المنشور الرقيق :

يكون المنشور الرقيق دائما فى وضع النهاية الصغرى للانحراف .

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

نظراً لأن زاوية رأس المنشور (A) صغير ة فإن الزاوية ($\frac{A}{2}$) تعتبر صغيرة أيضاً .

$\sin\left(\frac{A}{2}\right) = \frac{A}{2}$

بفرض أن زاوية السقوط صغيرة أيضاً يكون :

$\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right) = \left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\propto_o + A}{A}$$

$\therefore \propto_o + A = nA \longrightarrow \propto_o = nA - A \quad \therefore \propto_o = A(n-1)$

٦ – قوة التفريق اللونى .

$$(\alpha_o)_r = A\,(n_r - 1)$$
$$(\alpha_o)_b = A\,(n_b - 1)$$
$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A\,(n_b - n_r)$$
$$(\alpha_o)_y = A\,(n_y - 1)$$
$$\therefore\ \omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_{y-1}}$$

(١١) أهم التجارب

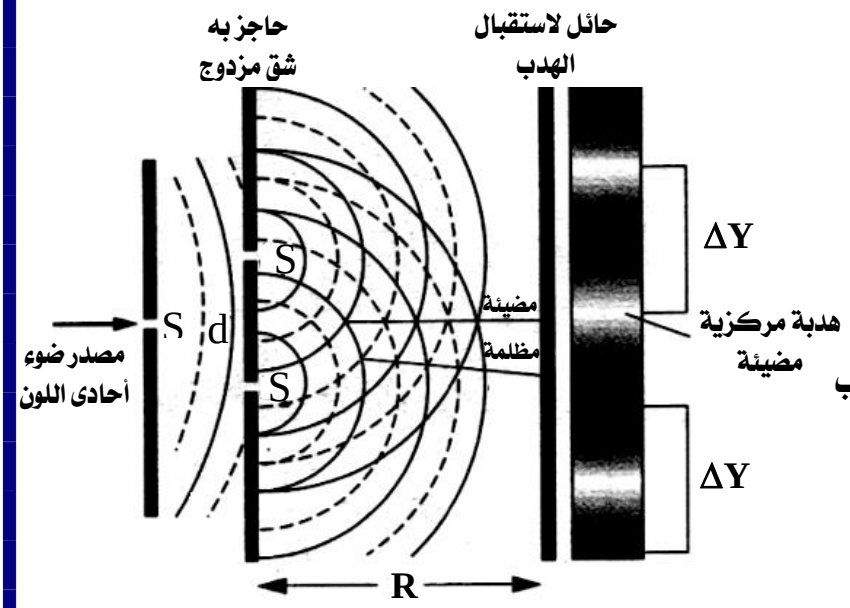
(١) تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج .

الغرض منها :

(١) توضيح ظاهرة التداخل فى الضوء .
(٢) تعيين الطول الموجى لأى ضوء أحادى اللون .

الجهاز المستخدم :

(١) مصدر ضوء أحادى اللون.
(٢) حاجز به فتحة ضيقة مستطيلة S على بعد مناسب من المصدر الضوئى .
(٣) حاجز به فتحتان ضيقتان مستطيلتان S_1 , S_2 تعملان كشق مزدوج .
(٤) حائل لاستقبال الموجات .



الخطوات :

(١) عند تشغيل المصدر الضوئى تمر موجات الضوء من الفتحة S على شكل موجات أسطوانية بحيث يمثل القوس المتصل قمة الموجة والقوس المتقطع قاع الموجة .
(٢) عندما تصل موجات الضوء إلى الشق المزدوج (الفتحتان S_1 , S_2) تكون الفتحتان على نفس صدر الموجة الأسطوانية فتعملان كمصدرين مترابطين (تصدر موجات لها نفس التردد والسعة والطور) .
(٣) تنتشر الحركتان الموجيتان الصادرتان من S_2 ، S_1 خلف الحاجز وعندما تتراكب الموجات على الحائل تعطى هدب التداخل وهى تنقسم إلى :

هدب مضيئة	هدب مظلمة
مناطق مضيئة نتيجة تقابل قمة من S_1 مع قمة من S_2 أو قاع من S_1 مع قاع من S_2 .	مناطق مظلمة نتيجة تقابل قمة من S_1 مع قاع من S_2 أو قاع من S_1 مع قمة من S_2 .
فرق المسير بين الموجتين المتداخلتين $m\lambda$.	فرق المسير بين الموجتين المتداخلتين $\lambda\,(m + \frac{1}{2})$.
يسمى تداخل بناء .	يسمى تداخل هدام .

(٤) يمكن تعيين المسافة بين أى هدبتين متتاليين من نفس النوع ΔY (مضيئتين أو مظلمتين) من العلاقة :

$$\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$$

حيث : λ = طول موجة الضوء الأحادى اللون .
R = المسافة بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الهدب .
d = المسافة بين الفتحتين (S_2 ، S_1) .

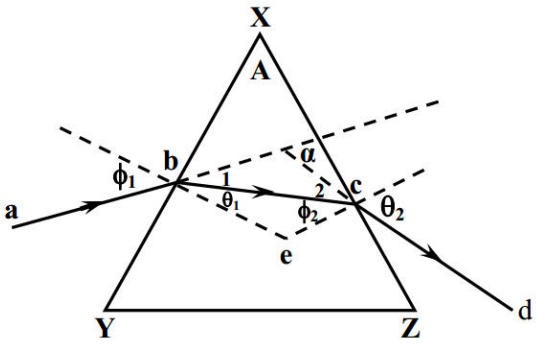
(١) شروط حدوث تداخل الضوء :

– أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادى الطول الموجى .
– أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان (لهما نفس التردد والسعة والطور) .

الاستنتاج :

(٢) يوجد نوعان من التداخل (بناء وهدام) .
(٣) الموجتان المتساويتان في المسار ينتج عنهما ما يعرف بالهدبة المركزية وهى دائما هدبة مضيئة .

تعيين مسار ضوئى خلال منشور ثلاثى المنشور .



الأدوات المطلوبة :

(١) منشور من الزجاج زاوية رأسه 60° .
(٢) دبابيس . (٣) منقلة .
(٤) مسطرة .

خطوات العمل :

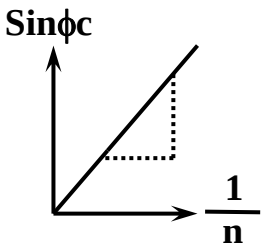
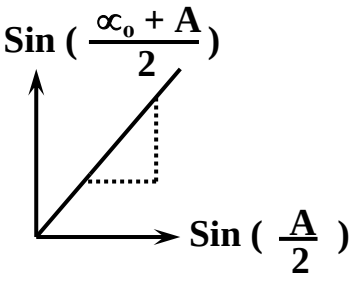
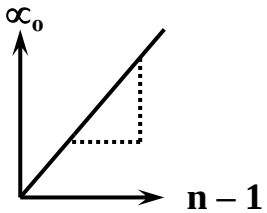
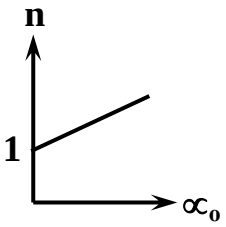
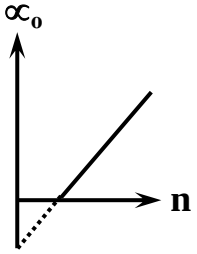
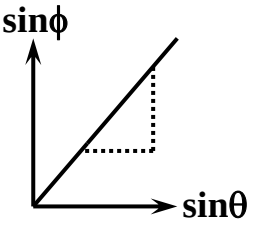
(١) ضع المنشور على ورقة بيضاء وحدد قاعدته بالقلم الرصاص .
(٢) ارسم خطاً (ab) مائلا على أحد وجهى المنشور يمثل شعاعاً ساقطاً بزاوية سقوط معينة .
(٣) ثبت دبوسين (2 , 1) على الخط (ab) .
(٤) انظر من الوجه المقابل للشعاع الساقط وثبت دبوسين (4 , 3) بحيث يكونا على استقامة واحدة مع صورة الدبوسين (2 , 1) .
(٥) ارسم خط مستقيم (cd) يصل بين الدبوسين (4 , 3) وسطح المنشور يمثل الشعاع الخارج .
(٦) ارفع المنشور وصل (bc) ليمثل المسار (abcd) مسار الشعاع الضوئى من الهواء إلى الزجاج إلى الهواء مرة أخرى .
(٧) مد (ab) ، (cd) على استقامتهما ليتقابلا فتكون الزاوية الحادة المحصورة بينهما هى زاوية الانحراف (α) .
(٨) قس كل من ϕ_1 ، θ_1 ، ϕ_2 ، θ_2 ، α باستخدام المنقلة.
(٩) كرر ما سبق عدة مرات مع تغيير زاوية السقوط ϕ_1 وضع النتائج فى جدول .

زاوية رأس المنشور A	زاوية السقوط ϕ_1	زاوية الانكسار θ_1	زاوية السقوط الداخلية ϕ_2	زاوية الخروج θ_2	زاوية الانحراف α

(١٠) استخدم المعادلتين $A = \theta_1 + \phi_2$ ، $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ وطابق النتائج بالقيم المقاسة عملياً .

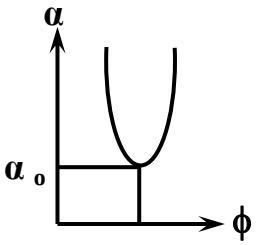
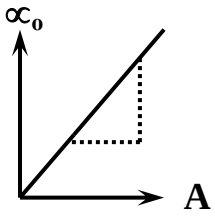
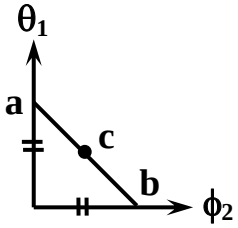
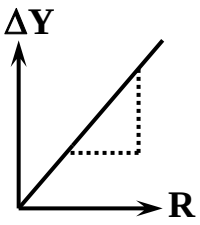
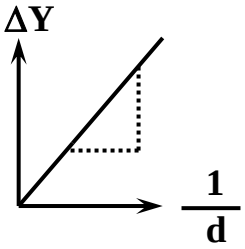
إعداد الأستاذ
محمد السيد رمضان --- خبير الفيزياء بالأزهر

أهم العلاقات البيانية

العلاقة بين	العلاقات البيانية	القانون	الميل
معامل الانكسار المطلق ومقلوب جيب الزاوية الحرجة له		$\sin\phi_c = \frac{1}{n}$	الميل =1
$\frac{\sin(\frac{\alpha_o + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$ في المنشور الثلاثى		$n = \frac{\sin(\frac{\alpha_o + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$	الميل = n
زاوية انحراف المنشور الرقيق α_o ، (n – 1) لمادته		$\alpha_o = A(n-1)$	الميل = A
معامل انكسار مادة منشور رقيق وزاوية الانحراف فيه		$n = \frac{\alpha_o}{A} + 1$	الميل = $\frac{1}{A}$ والجزء المقطوع من محور الصادات يساوى واحد
زاوية الانحراف لمنشور رقيق ومعامل انكساره		$\alpha_o = A(n-1)$	الميل = A
جيب زاوية السقوط sinϕ وجيب زاوية الانكسار sinθ		$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$	الميل = معامل الانكسار من الوسط الأول للثانى وإذا كان وسط السقوط هواء فإن الميل = معامل الانكسار المطلق

مع تحياتي

الأستاذ / محمد السيد رمضان ----- خبير الفيزياء ------ 01092071745

زاوية الانحراف $\propto$ الحادثة فى منشور ثلاثى وزاوية السقوط ϕ		$n = \frac{\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$	عند النهاية الصغرى للانحراف يكون : $\phi_1 = \theta_2$ $\theta_1 = \phi_2$
زاوية الانحراف $\propto_o$ ، زاوية الرأس A لأكثر من مشور رقيق من نفس المادة		$\propto_o = A\,(n-1)$	الميل = n – 1
زاوية الانكسار الأولى θ_1 وزاوية السقوط الثانية ϕ_2 لمنشور ثلاثى زاوية رأسه A		$A = \theta_1 + \phi_2$	A = b = A c وضع النهاية الصغرى للانحراف $\theta_1 = \phi_2$
المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع ΔY وبعد الحائل عن الشقين R		$\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$	الميل $= \frac{\lambda}{d}$
المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع ΔY ومقلوب المسافة بين الشقين $\frac{1}{d}$		$\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$	الميل = λR

(١٢) حقائق ونبذات علمية

(١) الضوء من الموجات الكهرومغناطيسية وله نفس خصائصها وهى :

- تنتشر فى الأوساط المادية والفراغ .
- تنتشر فى الفراغ بسرعة ثابتة قدرها 3×10^8 m/s .
- تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد معين ومتفقة فى الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه انتشار الموجة .
- جميعها موجات مستعرضة .
- جميعها موجات مستعرضة .
- لها مدى واسع من الموجات التى تختلف فى التردد والطول الموجى ويسمى هذا المدى الطيف الكهرومغناطيسى.

(٢) جميع أنواع الموجات الكهرومغناطيسية هى (طيف غير منظور) ما عد الضوء المرئى فهو (طيف منظور) .

(٣) الضوء حركة موجية لأن له الخصائص الموجية الآتية :

- ينتشر فى خطوط مستقيمة في الوسط المتجانس .

- ينعكس عند سقوطه على سطح عاكس وفقاً لقانونى الانعكاس .
- ينكسر عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية وفقاً لقانونى الانكسار .
- تتداخل موجات الضوء المتساوية في التردد والسعة والطور وينشأ عن التداخل تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع (هدب مضيئة) وانعدام فى شدة الضوء فى بعض المواضع الأخرى (هدب مظلمة) .
- يحيد الضوء عن مساره إذا مر بحافة حادة أو من فتحة أبعادها مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء .

(١٣) القوانين وأفكار المسائل

(١) عند انعكاس الضوء تكون زاوية السقوط (ϕ) = زاوية الانعكاس (θ) .

(٢) معامل الانكسار المطلق لوسط : $n = \frac{C}{V} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$

(٣) معامل الانكسار النسبى بين وسطين : $_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{_2n_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{\sin\phi_{c1}}{\sin\phi_{c2}}$

(٤) الزاوية الحرجة بين وسطين : $\sin\phi_c = \frac{n_{\text{أقل}}}{n_{\text{أكبر}}} = \frac{\text{الأقل } n_2}{\text{الأكبر } n_1}$

وإذا كان أحد الوسطين هواء فإن : $\sin\phi_c = \frac{1}{n}$

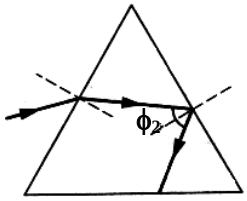
(٥) قانون سنل : $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

(٦) فى تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع : $\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$

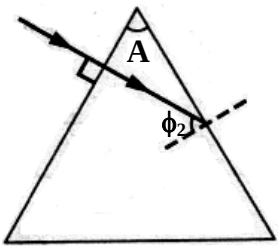
(٧) زاوية رأس المنشور : $A = \theta_1 + \phi_2$

(٨) زاوية الانحراف : $\propto = \phi_1 + \theta_2 - A$

(٩) $n = \frac{\text{Sin}\phi_1}{\text{Sin}\theta_1} = \frac{\text{Sin}\theta_2}{\text{Sin}\phi_2}$



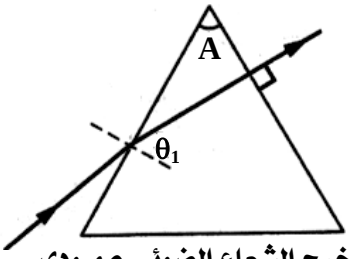
(١٠) إذا كانت ϕ_2 أكبر من الزاوية الحرجة ϕ_c فإن الشعاع لا ينفذ ولكن ينعكس انعكاساً كلياً .



إذا سقط شعاع ضوئى عمودى على أحد أوجه منشور فإنه ينفذ دون أن يعانى أى انكسار ويكون :

$\phi_1 = \theta_1 = 0$

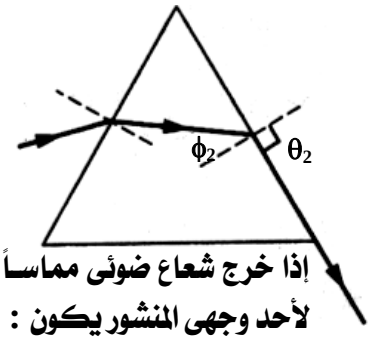
$A = \phi_2$



إذا خرج الشعاع الضوئى عمودى على أحد وجهى منشور يكون :

$\theta_2 = \phi_2 = 0$

$A = \theta_1$



إذا خرج شعاع ضوئى مماساً لأحد وجهى المنشور يكون :

$\phi_2 = \phi_c$

$\theta_2 = 90°$

(١١) المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف :

زاوية السقوط الأولى $\phi_1 = \theta_2 = \frac{\propto + A}{2}$ زاوية الانكسار الأولى $\theta_1 = \phi_2 = \frac{A}{2}$

النهاية الصغرى للانحراف $\propto = 2\phi_1 - A = 2\theta_2 - A$ معامل انكسار مادة المنشور $n = \frac{\text{Sin}\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)}$

(١٢) المنشور الرقيق :

زاوية الانحراف $\propto_o = A\,(n-1)$ الانحراف المتوسط $(\propto_o)_y = A\,(n_y - 1)$

معامل الانكسار المتوسط للمنشور $n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$ الانفراج الزاوى $(\propto_o)_b - (\propto_o)_r = A\,(n_b - n_r)$

قوة التفريق اللونى $\omega_\propto = \frac{(\propto_o)_b - (\propto_o)_r}{(\propto_o)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_{y-1}}$

==========

مسائل محلولة

(١) فى تجربة الشق المزدوج لينج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين هى 0. 2 mm وكانت المسافة بين الشق والحائل المعد لاستقبال الهدب 120 cm والمسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 3 mm احسب الطول الموجى للضوء المستخدم بالأنجستروم $(1A^o = 10^{-10}\ m)$.

الحل :

$$\Delta Y = \frac{\lambda R}{d} \quad \therefore 3 \times 10^{-3} = \frac{\lambda \times 1.2}{0.2 \times 10^{-3}} \quad \therefore \lambda = \frac{3 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 10^{-3}}{1.2} = 5 \times 10^{-7}\ m$$

$$= 5 \times 10^{-7} \times 10^{10} = 5000\ A^o$$

(٢) شعاع ضوئى تردده 4×10^{14} Hz يسقط من الهواء على السطح المستوى لقطعة من الزجاج معامل انكسار مادته 1.5 ، احسب الطول الموجى للشعاع الضوئى خلال الزجاج (علماً بأن سرعة الضوء فى الهواء 3×10^8 m/s)

الحل :

$$n = \frac{C}{V} \quad \therefore \quad 1.5 = \frac{3 \times 10^8}{V} \quad \therefore V = 1.5 \times 3 \times 10^8 = 2 \times 10^8\ m/s$$

$$\lambda = \frac{v}{\upsilon} = \frac{2 \times 10^8}{4 \times 10^{14}} = 5 \times 10^{-7}\ m$$

(٣) إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء 42° والزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء 48° أوجد الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء .

الحل :

$$\sin\phi_c \text{ للزجاج} = \frac{1}{n_1} \longrightarrow n_1 = \frac{1}{\sin\phi_c}$$

$$\sin\phi_c \text{ للماء} = \frac{1}{n_2} \longrightarrow n_2 = \frac{1}{\sin\phi_c}$$

$$\sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sin 48^o} \times \frac{\sin 42}{1} = 0.9$$

$$\phi_c = 64.2^o$$

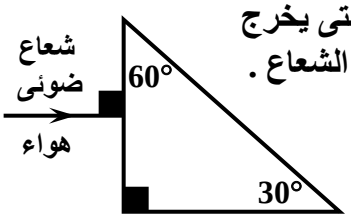
(٤) سقط شعاع ضوئى فى الهواء على أحد جانبى منشور ثلاثى زاوية رأسه 72° فانكسر الشعاع بزاوية 30° وخرج مماساً للوجه الآخر احسب الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء ومعامل انكسار مادة المنشور وجيب زاوية السقوط الأولى .

الحل : $A = \theta_1 + \phi_2 \quad \therefore 72 = 30 + \phi_2 \quad \therefore \phi_2 = 72 - 30 = 42^o \quad \therefore \phi_2 = \phi_c = 42^o$

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\text{Sin } 42} = 1.49$$

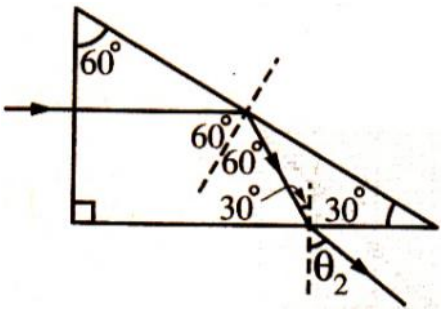
$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \quad \therefore 1.49 = \frac{\sin\phi_1}{\text{Sin}30} \quad \therefore \sin\phi_1 = 0.745$$

(٥) فى الشكل المقابل : تتبع مسار الشعاع الضوئى الساقط على وجه المنشور الزجاجى حتى يخرج علماً بأن الزاوية الحرجة لزجاج المنشور تساوى 42° ثم احسب قيمة زاوية الخروج لهذا الشعاع .



الحل : زاوية السقوط داخل المنشور = 60° أى أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس الشعاع انعكاسا كليا داخل المنشور ويسقط على الوجه الآخر للمنشور بزاوية 30° أقل من الزاوية الحرجة فيخرج بزاوية خروج θ_2

$$n_{\text{زجاج}} = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\text{Sin}42} = 1.49$$



بتطبيق قانون سنل :

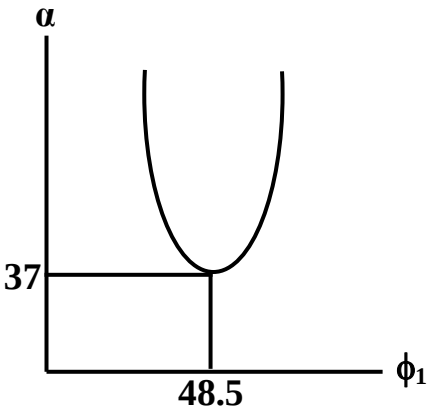
$$n_1 \sin 30\ (\text{زجاج}) = n_2 \sin\theta_2\ (\text{هواء})$$

$$1.49 \times 0.5 = 1 \times \sin\theta_2$$

$$\sin\theta_2 = 0.745$$

$$\theta_2 = 48.16°$$

(٦) الرسم البيانى المقابل يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئى ϕ_1 على أحد أوجه منشور ثلاثى وزوايا الانحراف $\propto$ لهذا الشعاع ، من القيم الموضحة على الرسم احسب زاوية خروج الشعاع وزاوية رأس المنشور ومعامل انكسار مادة المنشور .



الحل : عند وضع النهاية الصغرى للانحراف يكون : $\phi_1 = \theta_2 = 48.5°$

$$\propto_o = \phi_1 + \theta_2 - A = 2\phi_1 - A$$

$$A = 2\phi_1 - \propto_o = (2 \times 48.5) - 37 = 60°$$

$$n = \frac{\text{Sin}\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\text{Sin } 48.5}{\text{Sin } 30} = 1.5$$

(٧) منشور رقيق زاوية رأسه 8° معامل انكسار مادته للون الأحمر 1.52 وللون الأزرق 1.54 احسب زاوية انحراف كل لون والانفراج الزاوى بين اللونين وقوة التفريق اللونى للمنشور .

الحل :

$$(\propto_o)_b = A\,(n_b - 1) = 8\,(1.54 - 1) = 4.32°$$

$$(\propto_o)_r = A\,(n_r - 1) = 8\,(1.52 - 1) = 4.16°$$

$$(\propto_o)_b - (\propto_o)_r = 4.32 - 4.16 = 0.16°$$

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.54 + 1.52}{2} = 1.53$$

$$\omega_{\propto} = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.54 - 1.52}{1.53 - 1} = 0.0377$$

مع تحياتي

الأستاذ / محمد السيد رمضان ----- خبير الفيزياء ------ 01092071745

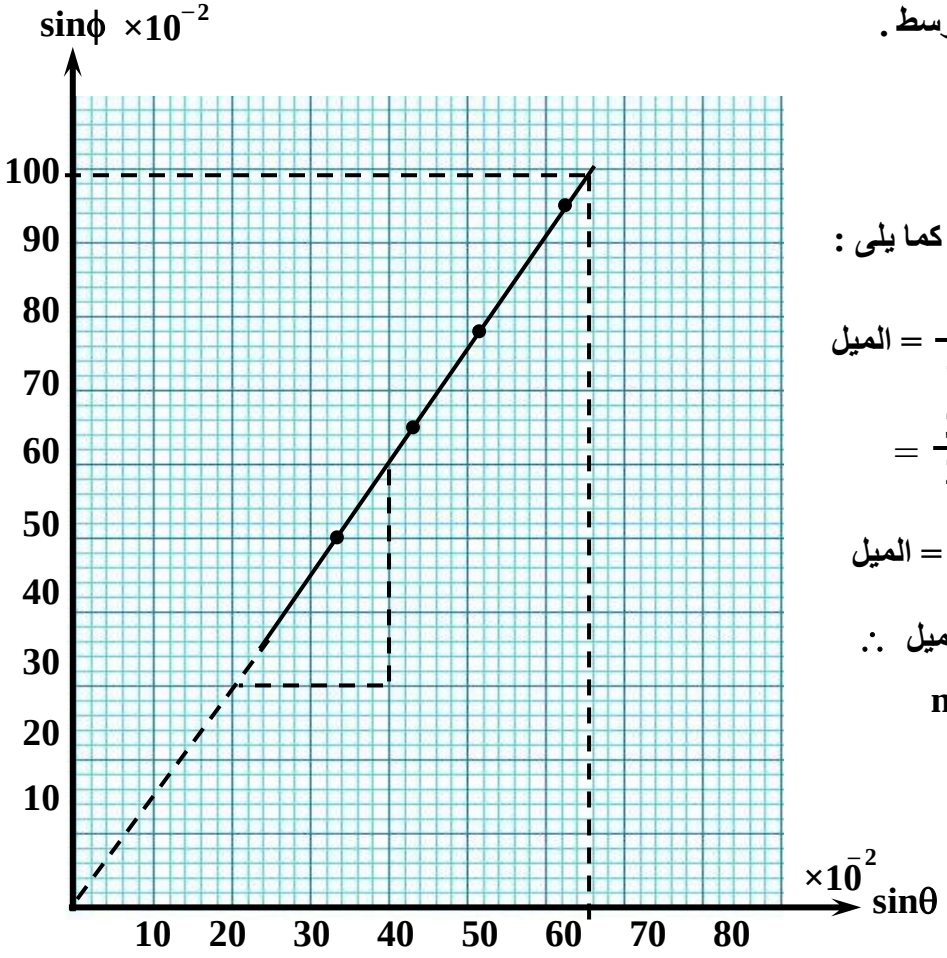
(٥) الجدول التالى يعطى قيمة $\sin\theta$, $\sin\phi$ المقابلة لها حيث ϕ تمثل زاوية سقوط الضوء فى الهواء ، θ تمثل زاوية انكسار الضوء فى الوسط المادى .

$\sin\phi$	0.35	0.5	0.65	0.77	0.87	0.95	0.99
$\sin\theta$	X	0.23	0.33	0.43	0.51	0.63	Y

ارسم علاقة بيانية بين $\sin\phi$ على المحور الرأسى ، $\sin\theta$ على المحور الأفقى ومن الرسم أوجد :

(١) قيمة كل من X , Y .

(٢) قيمة معامل انكسار مادة الوسط .



الحل :

(١) من الرسم :

– قيمة X = 0 .

– قيمة Y = 66×10^{-2} .

(٢) يمكن حساب معامل الانكسار كما يلى :

$$\text{الميل} = \frac{60 \times 10^{-2} - 30 \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-2} - 20 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{30 \times 10^{-2}}{20 \times 10^{-2}} = 1.5$$

$$\text{الميل} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

$\therefore$ الميل = n

n = 1.5

مع تمنياتي للجميع بالتوفيق والنجاح

الأستاذ / محمد رمضان

خبير الفيزياء بالأزهر

01092071745