أسئلة ومسائل على الفصل الرابع (فيز٢١٢)

إعداد: أ/ محمد الحيلة

١. سرعة الضوء في وسط ما تساوي ٢×١٠^٨ م/ث . هل يمكن أن يكون هذا الوسط هواء أو فراغ .
٢. سار شعاع ضوئي فانحرف عن مساره . هل الوسط الذي سار فيه شعاع الضوء متجانس .
٣. عرف انعكاس الضوء .
٤. ما هي أقسام المواد حسب إنفاذها أو عكسها للضوء .
٥. عرف زاوية السقوط وزاوية الانعكاس .
٦. اذكر قانوني الانعكاس .
٧. عرف الانكسار الموجات الضوء .
٨. عرف الكثافة الضوئية .
٩. اذكر قانوني الانكسار للضوء .
١٠. عند انتقال موجات الضوء من وسط اكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية فإنها تنكسر ---------- العمود المقام.
١١. الطول الموجي في الوسط الأقل كثافة ضوئية ---------- من الطول الموجي في الوسط الأكبر كثافة .
١٢. إذا كان معامل الانكسار لوسط يساوي ١ . ما هو هذا الوسط ؟
١٣. وسط مادي معامل انكساره ١,٧٥ ووسط آخر معامل انكساره ١,٦٥ . أيهما اكبر كثافة ضوئية .
١٤. عرف زاوية الانكسار .
١٥. عرف معامل الانكسار المطلق .
١٦. هل يمكن أن يكون معامل الانكسار المطلق لوسط مادي اصغر من ١ ؟ ولماذا ؟
١٧. عرف معامل الانكسار النسبي ؟
١٨. هل يجب أن يكون معامل الانكسار النسبي بين وسطين ماديين اكبر من ١ ؟
١٩. اذكر نص قانون سنل وعبر عنه بمعادلة رياضية .
٢٠. لحساب معامل الانكسار النسبي من وسط معامل انكساره المطلق م. إلى وسط معامل انكساره م٢ ، نقسم م^١ على م٢ هل هذه العبارة صحيحة ؟ إذا كان الجواب لا صحح العبارة .
٢١. عرف التداخل .
٢٢. ما هي شروط التداخل .
٢٣. ما هو شرط حدوث التداخل البنائي والتداخل الهدمي .
٢٤. إذا حدث تداخل هدمي بين موجتين لهما نفس السعة . ما اسم هذه الحالة الخاصة من التداخل ؟ وما هو وصف الموجة الناتجة .
٢٥. عرف حيود الضوء .
٢٦. ما هي العلاقة بين حيود الضوء والطول الموجي ؟
٢٧. متى نطلق على الحافة أنها حادة أو الثقب على انه ضيق .
٢٨. ما هي صفات الصورة المتكونة بواسطة مرآه مستوية ؟
٢٩. بعد الجسم عن المرآة ---------- بعد الصورة عن المرآة .
٣٠. ما مقدار التكبير في المرآة المستوية ؟ وما هي معادلة حسابه ؟
٣١. عرف الزاوية الحرجة .
٣٢. ما معنى أن الزاوية الحرجة للزجاج ٤٢ ؟
٣٣. عرف الانعكاس الكلي الداخلي ؟ ولماذا سمي بهذا الاسم ؟
٣٤. هل يمكن أن يحدث انعكاس كلي داخلي عند سقوط الضوء من الهواء على سطح ماء ؟ ولماذا ؟
٣٥. ما هي الصفات التي يجب أن تتوافر في المنشور العاكس ؟

٣٦. ما هي أهم استخدامات المنشور العاكس ؟
٣٧. وضح بالرسم أجزاء تجربة الشق المزدوج ليونج مع كتابة البيانات عليها .
٣٨. ما الذي تدل علية الأهداب المضيئة والمظلمة في تجربة يونج ؟
٣٩. عرف المنشور .
٤٠. عرف زاوية الانحراف .
٤١. ما معنى أن زاوية الانحراف لشعاع خلال منشور ثلاثي ٢٠ ؟
٤٢. عرف النهاية الصغرى للانحراف .
٤٣. عند النهاية الصغرى للانحراف تساوي زاويتا---------- و ---------- في المنشور الثلاثي .
٤٤. اشرح كيف يعمل المنشور على تحليل الضوء وخاصة حالة النهاية الصغرى للانحراف .
٤٥. عرف المنشور الرقيق .
٤٦. عرف التفريق اللوني للونين ولمنشور .
٤٧. ما هي العوامل التي يعتمد عليها الانفراج الزاوي .
٤٨. عرف قوة التفريق اللوني .
٤٩. ما معنى أن التفريق اللوني .
٥٠. ما معنى أن التفريق اللوني للونين٢ ؟
٥١. علل لما يأتي:
أ. يستخدم المنشور العاكس في تغيير مسار أشعة الليزر ذات الطاقة العالية بدلا من المر آيا .
ب. حدوث ظاهرة السراب .
ج. رؤية الأجسام المغمورة في السوائل في غير موقعها الحقيقية .
د. تتكون أهداب مضيئة ومظلمة في تجربة الشق المزدوج ليونج .
هـ. يتحلل الضوء البيض إلى ألوان الطيف السبعة بعد مروره في منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف .
ه. تكون ظلال الأجسام الحادة غير محددة .
و. ينكسر الضوء عند انتقاله بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية .

٥٢. إذا سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي معامل انكساره ١,٥ بزاوية سقوط ٣٠ْ فاحسب زاوية الانكسار.
٥٣. إذا كان معامل الانكسار المطلق للماس ٢,٥ وللزجاج ١,٥ . فأوجد معامل الانكسار النسبي من الزجاج للماس وكذلك من الماس للزجاج.
٥٤. إذا كان معامل الانكسار النسبي من الجليد إلى الجليسرين ١,١٢ فأوجد معامل الانكسار المطلق للجليد إذا علم أن معامل الانكسار المطلق للجليسرين ١,٤٧ .
٥٥. سقط شعاع ضوئي من وسط لآخر وكانت زاوية السقوط ٦٠ْ وزاوية الانكسار ٣٠ْ .أوجد معامل الانكسار من الوسط الأول للثاني.
٥٦. إذا سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي معامل انكساره ١,٥ بزاوية سقوط ٣٠ْ فأوجد الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر وسطح الزجاج.
٥٧. سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر ووجد أن الزاوية بين الشعاعين المنعكس والمنكسر تساوي ٩٠ْ. فإذا كانت زاوية السقوط ٥٨ْ. أوجد معامل انكسار الزجاج.
٥٨. سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح لوح زجاج بزاوية ٦٠ْ فانعكس جزء منه وانكسر الباقي. أوجد الزاوية الواقعة بين الشعاع المنعكس والشعاع المنكسر إذا كان معامل الانكسار للزجاج ١,٧٣٢ .

٥٩. حوض سباحة عمقه ٢ متر مملوء بالماء. وضع على بعد ٤ متر من حافة الحوض عمود ارتفاعه ٣ متر ووضع أعلى العمود مصباح كهربي يضيء قاع الحوض. فإذا كان قاع الحوض مكون من بلاط مربع الشكل طول ضلع كل بلاطة ١٠سم فأوجد عدد البلاط المختفي عن ضوء المصباح علماً بأن معامل الانكسار للماء ١,٣٣٣ .

٦٠. معامل انكسار الماء ١,٣٣٣ ومعامل انكسار الزجاج ١,٥. أوجد معامل الانكسار النسبي من الزجاج إلى الماء.

٦١. سرعة انتشار الضوء في وسطين ١,٢×١٠^٨ م/ث، ١,٨×١٠^٨م/ث على الترتيب. احسب معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني.

٦٢. إذا كانت سرعة الضوء في الفراغ ٣×١٠^٨م/ث وسرعته في وسط ما هي ٢×١٠^٨م/ث. أوجد معامل انكسار هذا الوسط.

٦٣. إذا علمت أن سرعة الضوء في الفراغ ٣×١٠^٨ م/ث ومعامل انكسار الضوء في الزجاج ١,٥ .أوجد سرعة الضوء في الزجاج.

٦٤. سقط شعاع ضوئي عمودياً على سطح يفصل بين وسطين شفافين. أوجد مقدار الزاوية التي سينكسر بها هذا الشعاع.

٦٥. سقط شعاع ضوئي على لوح زجاج متوازي الأسطح بزاوية ٣٠° ثم خرج مرة أخرى للهواء. أوجد مقدار زاوية الخروج.

٦٦. سقط شعاع ضوئي طوله الموجي ٤×١٠^-٧ متر على سطح نوع من الزجاج معامل انكساره ١,٤٥. أوجد الطول الموجي للشعاع داخل الزجاج.

٦٧. سقط شعاع ضوئي بزاوية تردده ٦×١٠^١٤ هرتز على سطح مادة شفافة معامل انكسارها ١,٦. أوجد تردد هذا الشعاع الضوئي في المادة الشفافة.

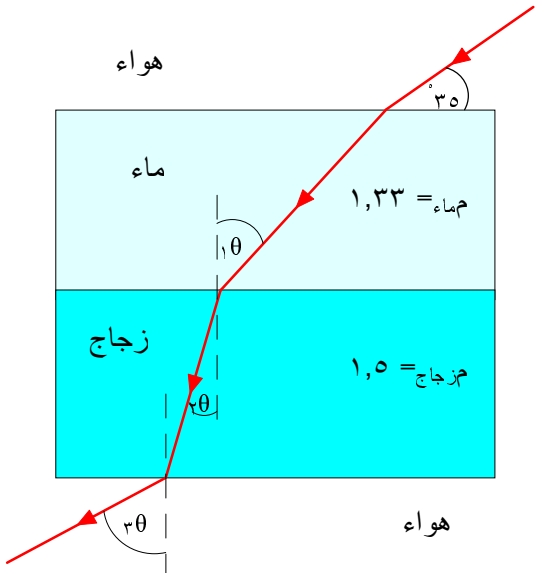
٦٨. سقط شعاع ضوئي بزاوية قدرها ٣٧° على طبقة بنزين تطفو على طبقة من الماء فإذا كان معامل الانكسار المطلق للماء ١,٣٣ ومعامل الانكسار المطلق للبنزين ١,٥ ، أوجد:

أ. قيمة زاوية الانكسار في البنزين.

ب. قيمة زاوية الانكسار في الماء.

٦٩. إذا كانت المسافة بين جسم ومرآة مستوية موضوعة أمامه ١٠ سم، فإن المسافة الفاصلة بين الجسم والصورة المتكونة له في المرآة تساوي ---------- .

٧٠. بالرجوع للشكل المجاور، أوجد مقدار θ_1 و θ_2 و θ_3 :



٧١. سطح فاصل بين وسطين ٢،١ سرعة الضوء في الوسط الأول ٢,٢٥×١٠^٨م/ث وفي الوسط الثاني ٢×١٠^٨م/ث وكانت سرعة الضوء في الهواء ٣×١٠^٨م/ث. أوجد:

أولاً: معامل انكسار الوسط الأول.

ثانياً: معامل انكسار الوسط الثاني.

ثالثاً: معامل الانكسار النسبي من الوسط ١ إلى الوسط ٢.

رابعاً: معامل الانكسار النسبي من الوسط ٢ إلى الوسط ١.

خامساً: الزاوية الحرجة من الوسط ١ إلى الهواء.

سادساً: الزاوية الحرجة من الوسط ٢ إلى الهواء.

٧٢. إذا كان معامل انكسار الزجاج هو ١,٧ أوجد الزاوية الحرجة في الزجاج.

٧٣. وسط الزاوية الحرجة فيه بالنسبة للهواء ٤٥° . أوجد معامل انكساره.

٧٤. إذا كان معامل انكسار الضوء المطلق للماء ١,٣٣٣ فما مقدار الزاوية الحرجة بين الماء والهواء؟

٧٥. إذا كان معامل انكسار الضوء في الماء ١,٣٣٣ وفي البنزين ١,٥ فما مقدار الزاوية الحرجة لنفاذ الضوء من البنزين إلى الماء؟

٧٦. إذا كانت الزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء ٤٨,٥٩° وللزجاج بالنسبة للهواء هي ٤١° فما هي الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء؟

٧٧. إذا كان معامل الانكسار النسبي بين الماء والزجاج ١,٣ فما هي الزاوية الحرجة بينهما؟

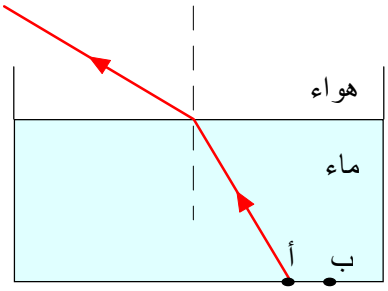
٧٨. غمر جسم مضيء في ماء معامل انكساره ١,٣٣ بيّن هل تنفذ الأشعة أم تخرج مماسة للسطح الفاصل أم تنعكس انعكاساً كلياً إذا سقطت بزاوية ٦٠° .

٧٩. مصباح موضوع أسفل سطح مقدار من سائل بمسافة قدرها ٦سم فإذا كان نصف قطر أصغر قرص يكفي لحجب كل ضوء المصباح هو ٨سم فما معامل الانكسار لذلك السائل؟

٨٠. انبعثت أربعة إشعاعات ضوئية من جسم مغمور في الماء وكانت زوايا سقوطها على السطح الداخلي للماء صفرْ، ٣٠°، ٤٨,٧٥°، ٦٠,٢٥° على الترتيب. فإذا كان معامل الانكسار المطلق للماء ١,٣٣. ماذا سيحدث لكل شعاع منها؟

٨١. إذا كانت الزاوية الحرجة للكحول الأثيلي بالنسبة للهواء ٤٧° والزجاج للهواء ٤١° . أوجد مقدار الزاوية الحرجة من الزجاج للكحول.

٨٢. وضع منبع ضوئي عند نقطة (أ) في حوض يحتوي على الماء فيصدر شعاعاً ضوئياً يسقط على سطح الماء الداخلي بزاوية قدرها ٣٥° ويكوّن الشعاع المنكسر زاوية قدرها ٤٠° مع السطح الفاصل بين الماء والهواء كما في الشكل:



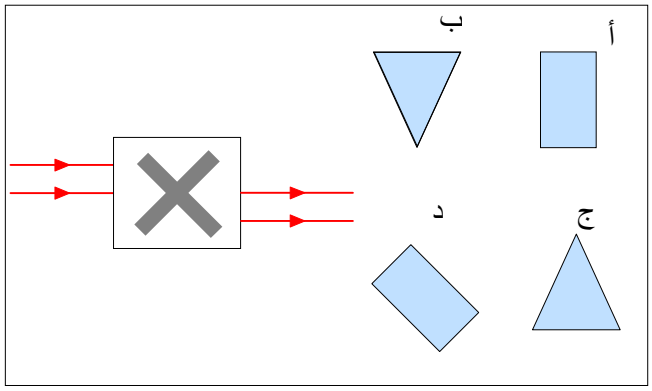
أ. احسب معامل انكسار الماء.

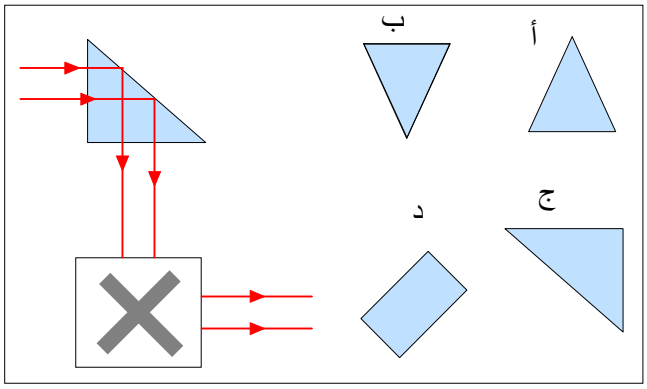
ب. أوجد سرعة انتشار الضوء في الماء علماً بأن سرعة الضوء في الهواء ٣×١٠^٨ م/ث.

ج. إذا أزيح المصدر من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) بحيث أصبح الشعاع المنكسر منطبقاً على السطح الفاصل. فكم يكون مقدار زاوية السقوط؟ وماذا تسمى؟

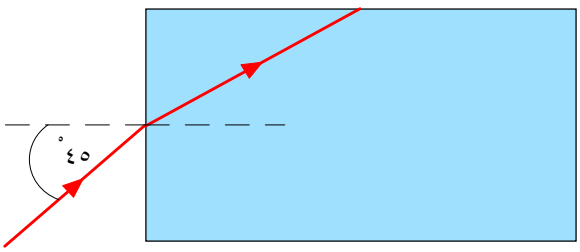
د. ماذا يحدث لو استمر إزاحة المصدر في نفس الاتجاه؟

٨٣. بالرجوع للشكل التالي: ما هي القطعة الضوئية المناسبة لتوضع بدلاً من العلامة X :





٨٤. يمثل الشكل التالي شعاعاً يسقط على متوازي مستطيلات من الزجاج بزاوية سقوط قدرها ٤٥° . ادرس الشكل التالي جيداً ثم أجب عن الأسئلة التالية علماً بأن معامل انكسار الزجاج ١,٤١٤:



أ. احسب مقدار زاوية الانكسار.

ب. أوجد مقدار الزاوية الحرجة للزجاج.

ج. أكمل الشكل مبيناً مسار الشعاع حتى خروجه من الزجاج.

٨٥. وضعت لوحة من الزجاج ذات وجهين متوازيين سمكها ٩ سم فوق كلمات مطبوعة على ورقة، ونظر إليها من أعلى خلال الزجاج، فإذا علمت أن معامل انكسار الضوء في الزجاج يساوي ١,٥. أوجد البعد الذي ترى عنده الكلمات المطبوعة.

٨٦. تطفو طبقة سمكها ٣ سم من سائل (أ) فوق طبقة أخرى من سائل آخر (ب) سمكها ٤ سم ومعامل انكساره $\frac{٤}{٣}$ ، فإذا كان العمق الظاهري للطبقتين معاً $\frac{٣٦}{٧}$ سم، فأوجد معامل انكسار السائل (أ).

٨٧. إناء مملوء بالماء عمقه ٢٠ سم، وضع في قاعه سهم معدني ثم وضع سهم آخر في حامل وضبط ارتفاعه فوق سطح الماء حتى انطبقت صورته بالانعكاس مع صورة السهم الأول الحادثة بالانكسار. فإذا علم أن معامل انكسار الماء ١,٣٣٣. فأوجد ارتفاع السهم العلوي عن سطح الماء.

٨٨. ألقيت قطعة معدنية في كأس عمق السائل الموجود به ١٠ سم فعندما نظر إليها شخص من الأعلى وجدها على عمق ٧ سم. أوجد معامل انكسار السائل الموجود في الكأس.

٨٩. سمكة في بحيرة على عمق ٤ متر من سطحها، ويرتفع طير عن البحيرة بمقدار ٣٠ متر. فإذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للماء $\frac{٤}{٣}$ ، أوجد:

أ. المسافة بين الطائر وسطح البحيرة كما يتراءى للسمكة.

ب. المسافة بين السمكة وسطح البحيرة كما يتراءى للطائر.

٩٠. طائر يعلو ٢٨٥ متر عن سطح الماء تحته سمكة تماماً على عمق ٨٠ سم من سطح الماء، فإذا علمت أن معامل انكسار الماء يساوي $\frac{٤}{٣}$ ، أوجد:

أ. البعد بينهما كما يتراءى للسمكة.

ب. البعد بينهما كما يتراءى للطائر.

٩١. في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين منتصفي الفتحتين المستطيلتين الضيقتين ٠,٠٠٠١٥متر وكانت المسافة بين الشق والحائل المعد لاستقبال الهدب ٠,٧٥متر وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين هي ٠,٠٠٣متر. احسب الطول الموجي للضوء المستخدم.

٩٢. سقط ضوء أحادي اللون طول موجته ٦٦٠٠ أنجستروم على شق مزدوج وكانت المسافة بين منتصفي الفتحتين المستطيلتين ٠,٠٠١١ متر والمسافة بينها والحائل المعد لاستقبال الهدب ٥متر، فكم كانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين؟

٩٣. في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين هي ٢ مليمتر وكانت المسافة بينهما والحائل المعد لاستقبال هدب التداخل هي ١ متر. فإذا استخدم في هذه التجربة ضوء أزرق طوله الموجي ٥٠٠٠ أنجستروم فأوجد:

أ. المسافة بين هدبتين مضاءتين متعاقبتين.

ب. تردد موجة هذا الضوء علماً بأن سرعة الضوء ٣×١٠^{٨}م/ث.

٩٤. سقط ضوء أحادي اللون على شق مزدوج وكانت المسافة بين مركزي الشق المزدوج هي ١,١ملم والمسافة بين الهدب المتشابهة والمتعاقبة على حائل يبعد ٥ متر هي ٠,٣سم. أوجد تردد موجة الضوء علماً بأن سرعة الضوء في الفراغ ٣×١٠^{٨} م/ث.

٩٥. سقط ضوء أخضر طول موجته ٥×١٠^{-٧}متر على شق مزدوج فتكونت على شاشة بيضاء على بعد مترين منها هدب التداخل وكانت المضيئة منها تبعد بعضها عن بعض مسافة ٥ملم. احسب المسافة الفاصلة بين الشق المزدوج.

٩٦. منشور ثلاثي زاوية رأسه ٦٠° سقط شعاع على أحد جانبيه بزاوية قدرها ٤٥° فإذا كان معامل الانكسار لمادة المنشور ١,٤١. فأوج زاوية خروج الشعاع وكذلك زاوية انحرافه.

٩٧. سقط شعاع ضوئي على أحد وجهي منشور ثلاثي زاوية رأسه ٣٠° ومعامل الانكسار لمادته ١,٥٦ فخرج عمودياً على الوجه الآخر. فما هي زاوية السقوط على الوجه الأول؟

٩٨. سقط شعاع ضوئي بزاوية ٥٥° على أحد جوانب منشور ثلاثي زاوية رأسه ٦٠° فخرج منحرفاً عن مساره الأصلي بزاوية ٣٥°. فما زاوية خروجه؟

٩٩. سقط شعاع ضوئي بزاوية ٤٨° على أحد جانبي منشور ثلاثي من الزجاج فكانت زاوية خروجه من الوجه المقابل ٣٢° فإذا كانت زاوية الانحراف ٣٥° فما زاوية رأس المنشور؟

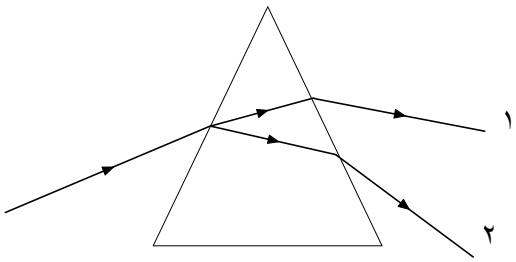
١٠٠. منشور ثلاثي معامل انكسار مادته ١,٥ و زاوية رأسه ٦٠ْ.احسب زاوية انحراف شعاع ضوئي ساقط على أحد أوجهه بزاوية ٤٥ْ.

١٠١. سقط شعاع ضوئي على منشور ثلاثي بزاوية ٤٥ْ فخرج عمودياً على الوجه الآخر للمنشور. احسب معامل انكسار مادة المنشور وزاوية انحراف الشعاع الضوئي إذا كانت زاوية رأس المنشور ٣٠ْ.

١٠٢. منشور ثلاثي من الزجاج معامل انكسار مادته ١,٤١ أوجد زاوية رأس المنشور إذا علمت أنه عند سقوط شعاع ضوئي عمودياً على أحد جوانبه يخرج مماساً للوجه المقابل.

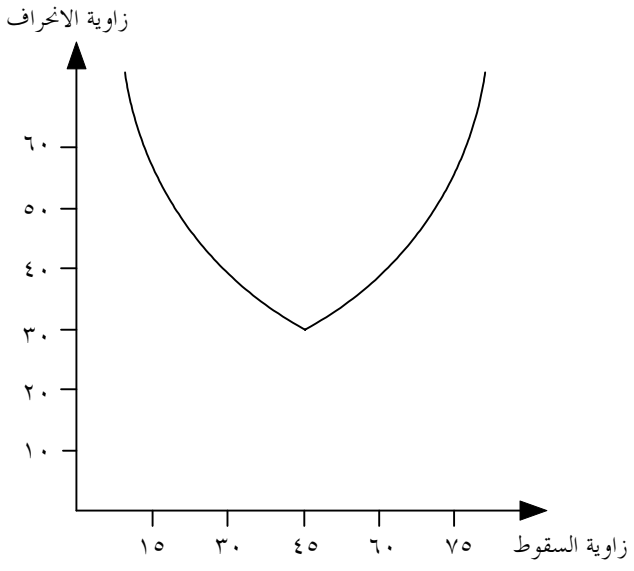
١٠٣. منشور ثلاثي زاوية رأسه ٦٠ْ. عندما كانت زاوية سقوط أحد الأشعة عليه ٤٣ْ كانت زاوية الخروج ٦٧ْ. أوجد زاوية الانحراف لهذا الشعاع.

١٠٤. ما هما اللونان ١ و٢ اللذان يحصران ألوان الطيف الناتجة عن تحليل المنشور الثلاثي للضوء الأبيض؟



١٠٥. منشور ثلاثي زاوية رأسه ٦٠ْ ومعامل انكسار الضوء في مادته ١,٤ . أوجد النهاية الصغرى للانحراف فيه ثم أوجد مقدار زاوية السقوط في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

١٠٦. في تجربة لبيان العلاقة بين زاوية السقوط وزاوية الانحراف لشعاع ضوئي ساقط على أحد وجهي منشور ثلاثي حصلنا على العلاقة البيانية الموضحة في الشكل المجاور:



باستخدام الرسم، أوجد:

أ. مقدار النهاية الصغرى للانحراف.

ب. زاوية السقوط في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

ج. زاوية الخروج في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

د. إذا كانت زاوية رأس المنشور ٦٠ْ، فما معامل انكسار مادة المنشور؟

١٠٧. منشور رقيق معامل انكسار مادته ١,٥ يحرف الأشعة الساقطة عليه بزاوية قدرها ٥ْ فأوجد زاوية رأس هذا المنشور؟

١٠٨. منشور رقيق من الزجاج زاوية رأسه ٨ْ ومعامل انكسار مادته ١,٥ فأوجد زاوية انحراف شعاع ضوئي ساقط على المنشور؟

١٠٩. منشور رقيق معامل انكساره ١,٦ وزاوية رأسه ٨ْ. أوجد زاوية الانحراف فيه.

١١٠. منشور رقيق معاملات انكساره هي: ١,٦٥ للضوء الأزرق، ١,٦٢٥ للضوء الأصفر، ١,٦ للضوء الأحمر وكانت زاوية رأس المنشور ١٠ْ .أوجد:

أ. الانفراج الزاوي لطيف هذا المنشور.

ب. الانحراف المتوسط.

ج. قوة التفريق اللوني لهذا المنشور.

١١١. سقط شعاع ضوئي أبيض عمودياً على وجه منشور رقيق زاوية رأسه ١٠° فإذا كان معامل الانكسار للمنشور بالنسبة للضوء الأحمر ١,٤ وكانت زاوية الانفراج الزاوي ٢° . احسب معامل الانكسار بالنسبة للون الأزرق.

١١٢. سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور رقيق زاوية رأسه ١٠°. أوجد زاوية التفريق اللوني وكذلك قوة التفريق اللوني للونين الأحمر والبنفسجي علماً بأن معاملي انكسار مادة المنشور لهما على الترتيب ١,٥١٤ و ١,٦٣٢ .

الإجـــــابات:

٥٢) ١٩,٥°	٥٣) ١,٦٧ ، ٠,٦
٥٤) ١,٣١	٥٥) ١,٧٣
٥٦) ٧٠,٥°	٥٧) ١,٦
٥٨) ٩٠°	٥٩) ٧٥٠ بلاطة
٦٠) ٠,٨٩	٦١) ٠,٦٧
٦٢) ١,٥	٦٣) ٢×١٠^٨ م/ث
٦٤) صفر	٦٥) ٣٠°
٦٦) ٢,٦٧×١٠^-٧ متر	٦٧) ٦×١٠^١٤ هرتز
٦٨) ٢٣,٧° ، ٢٧°	٦٩) ٢٠ سم
٧٠) ٣٨° ، ٣٣,١° ، ٣٥°	٧١) ١,٣٣ ، ١,٥ ، ١,١٢٥ ، ٠,٨٩ ، ٤٨,٨° ، ٤١,٨°
٧٢) ٣٦°	٧٣) ١,٤١٤
٧٤) ٤٨,٦°	٧٥) ٦٢,٧°
٧٦) ٦١°	٧٧) ٥٠,٣°
٧٨) تنعكس انعكاساً كلياً داخلياً	٧٩) ٥٣,١٣°
٨٠) لا ينحرف بل يمر على استقامته، ينكسر بزاوية قدرها ٤١,٧° ، ينكسر منطبقاً على السطح الفاصل، ينعكس انعكاساً كلياً داخلياً.	٨١) ٦٣,٨°
٨٢) ١,٣٤ ، ٢,٢٤×١٠^٨ م/ث ، ٤٨,٢٧° ، ينعكس انعكاساً كلياً داخلياً.	٨٣) ج ، د
٨٤) ٣٠° ، ٤٥°	٨٥) ٦ سم
٨٦) ١,٤	٨٧) ١٥ سم
٨٨) ١,٤٣	٨٩) ٤٠ متر ، ٣ متر
٩٠) ٣٨٠,٨ متر ، ٢٨٥,٦ متر	٩١) ٦×١٠^-٧ متر
٩٢) ٣×١٠^-٣ متر	٩٣) ٢,٥×١٠^-٤ متر ، ٦×١٠^١٤ هرتز
٩٤) ٤,٥٥×١٠^١٤ هرتز	٩٥) ٢×١٠^-٤ متر
٩٦) ٤٤,٦٦° ، ٢٩,٦٦°	٩٧) ٥١,٢٦°
٩٨) ٤٠°	٩٩) ٤٥°
١٠٠) ٣٧,٤°	١٠١) ١,٤١٤ ، ١٥°
١٠٢) ٤٥,٢°	١٠٣) ٥٠°

١٠٤) أحمر، بنفسجي	١٠٥) ٢٩,٩ْ ، ٣٠ْ
١٠٦) ٣٠ْ ، ٤٥ْ ، ٤٥ْ ، ١,٤١٤	١٠٧) ١٠ْ
١٠٨) ٤ْ	١٠٩) ٤,٨ْ
١١٠) ٠,٥ْ ، ٦,٢٥ْ ، ٠,٠٨	١١١) ١,٦
١١٢) ١,١٨ْ ، ٠,٢٠٦	