دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الثانية بمرحلة التعليم الثانوي

القسم العلمي

الاسبوع الثالث عشر

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

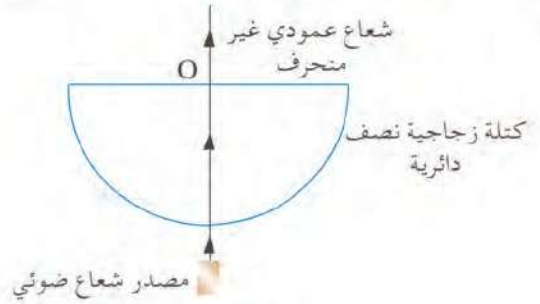
العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

7 – 4 الانعكاس الداخلي الكلي
Total Internal Reflection

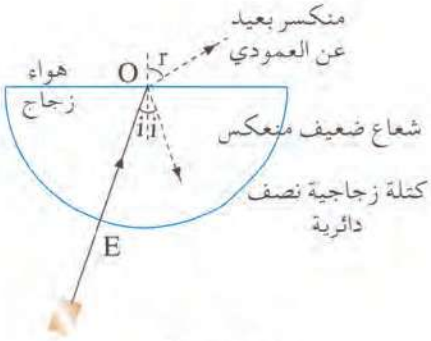
لـم ندرس في الجزء السـابق إلا المواقف التي يمر فيها الضوء من وسـط أقل كثافـة ضوئيـة إلى وسـط أكثر كثافـة ضوئية . وسنسـتقصي الآن بتمعن سـلوك الضوء عنـد الانتقال من وسـط أكثر كثافة ضوئية إلى وسـط أقل كثافة ضوئية . وسنتابع خطوة بخطوة استقصاء ما يحدث عند تزايد زاوية سقوط الضوء تصاعديًا في وسط أكثر كثافة ضوئية .

وجه عموديًا شـعاع ضوء ضيقًا خلال الكتلة الزجاجية نصف الدائرية (شكل 7 – 35) . يمر الشعاع الضوئي خلالها من دون أي انحراف .



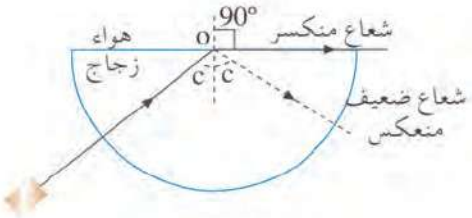
شكل 7 – 35

تزيد زاوية السـقوط في الوسـط الأكثر كثافة ضوئيـة بتحريك مصدر الشـعاع الضوئـي على قوس دائـرة مركزها O (شـكل 7 – 36) . يدخل الشعاع الضوئي الكتلة نصف الدائرية عند E من دون أي انحراف ، ولكن عند سقوط الشعاع عند O بزاوية ولتكن i ، سيترك الشعاع الكتلة وينكسر بعيدًا عن العمودي لأنه ينتقل من وسـط أكثر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية .



شكل 7 – 36

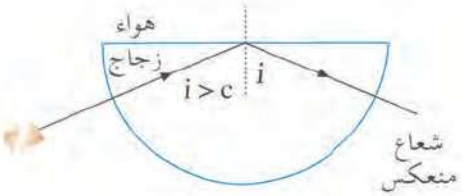
ومع تزايد زاوية السـقوط ، ستصل إلى قيمة حرجة عندما تصبح زاوية الانكسـار r في الوسط الأقل كثافة 90^o (شـكل 7 – 37) . وتُعرف زاوية السقوط التي تكون عندها زاوية الانكسار 90^o بالزاوية الحرجة c .



شكل 7 – 37

وتعرَّف الزاوية الحرجة بأنها زاوية السقوط في الوسط الأكثر كثافة ضوئية التي تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي 90^o .

وإذا تزايدت زاوية السـقوط إلى درجة أكبر من الزاوية الحرجة c يتضح عدم وجود أي شـعاع منكسـر . ويُرى الضوء منعكسًـا بشـدة (شـكل 7 – 38) . وفـي هـذه الحالة يتـم تطبيق قوانين الانعـكاس ، وتُعرف تلك الظاهرة **بالانعكاس الداخلي الكلي** .



شكل 7 – 38

يحدث الانعكاس الداخلي الكلي عندما :

(1) يمر الشـعاع الضوئي من وسط أكثر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية .

(2) تكون زاوية السـقوط في الوسط الأكثر كثافة ضوئية أكبر من الزاوية الحرجة .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الزاوية الحرجة ومعامل الانكسار

ولإيجاد العلاقة بين الزاوية الحرجة ومعامل انكسار الوسط الأكثر كثافة ضوئية . اعتبر شعاعًا ضوئيًا يتحرك من وسط أكثر كثافة ضوئية وليكن الزجاج، إلى الهواء (انظر شكل 7 – 36). تصبح الآن زاوية السقوط i هي الزاوية الحرجة c، بحيث تكون زاوية الانكسار r هي $90°$، أي: زاوية السقوط (i) تساوي الزاوية الحرجة (c)، وزاوية الانكسار (r) تساوي $90°$، انظر الشكل (7 -37) وعند الحد الفاصل بين الزجاج والهواء، وبمبدأ قابلية الضوء للانعكاس، تحصل على المعادلة:

$$n = \frac{\sin 90°}{\sin c} = \frac{1}{\sin c}$$

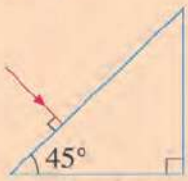
حيث n هو معامل الانكسار

$$\therefore \quad \sin c = \frac{1}{n}$$

حيث $\sin c$ هي جيب الزاوية الحرجة

مثال محلول 7 – 3

منشور ذو زاوية قائمة (إحدى زواياه $90°$) مصنوع من زجاج ذي معامل انكسار 1.5 . يدخل إلى المنشور شعاع ضوئي كما هو مبين بشكل 7 – 39.



شكل 7 – 39

(أ) احسب الزاوية الحرجة للمنشور.

(ب) أكمل مسار الشعاع حتى يخرج إلى الهواء مرة أخرى.

الحـــل:

(أ) المعطيات: معامل الانكسار، $n = 1.5$

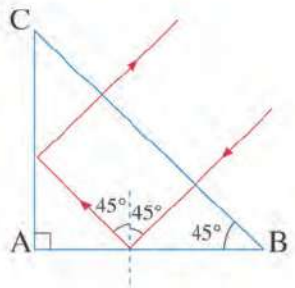
تعطى الزاوية الحرجة بالعلاقة:

$$\sin c = \frac{1}{n}$$

$$= \frac{1}{1.5}$$

$$\Rightarrow c = 41.8°$$

(ب) سيدخل الشعاع الضوئي إلى المنشور بزاوية قائمة، ولاينكسر (شكل 7 – 40). وعند السطح AB، تكون زاوية السقوط $45°$. ولأن زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة البالغة $41.8°$ سيحدث انعكاس داخلي كلي. وبالمثل يوجد انعكاس داخلي كلي عند السطح CA. سيخرج الشعاع الضوئي مكونًا زاوية قائمة مع سطح الضلع BC.



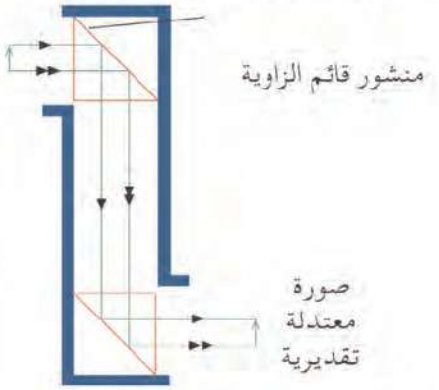
شكل 7 – 40

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

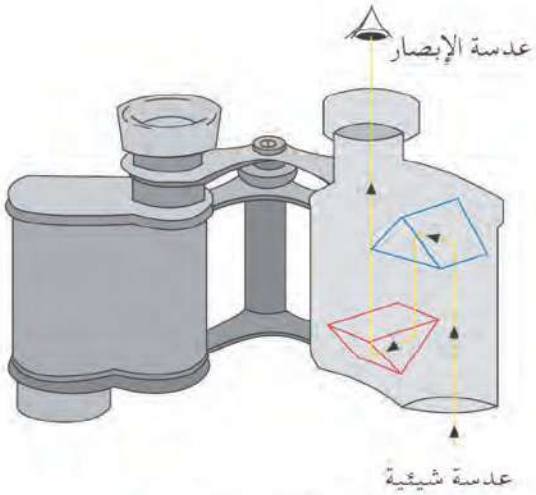
تطبيقات الانعكاس الداخلي الكلي

1- البيرسكوب (منظار الأفق) والمنظار ثنائي العينين

يبين شكل (7 – 41) بيرسكوبًا، يصنع باستخدام منشورين قائمي الزاوية. تسقط الأشعة الضوئية على السطح الداخلي للمنشورين بزوايا أكبر من الزاوية الحرجة. ومن ثم تنعكس الأشعة الضوئية داخليًّا.



شكل 7 – 41 بيرسكوب يستخدم منشورين قائمي الزاوية



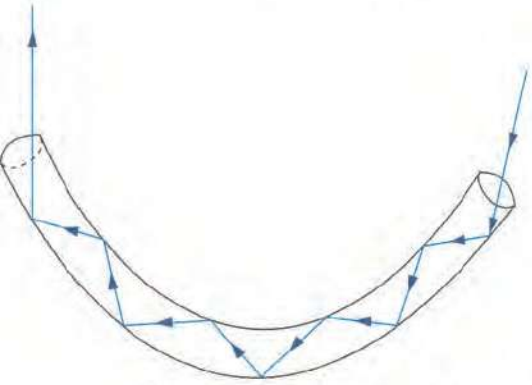
شكل 7 – 42 المنشور داخل المنظار

ويستفيد أيضًا المنظار ثنائي العينين (شكل 7 – 42) من المنشورات لتقليل طول الأداة ولإنتاج صورة معتدلة. لاحظ أن الأشعة الضوئية في المنظار ثنائي العينين تكون منكسرة بزاوية 180° بكل منشور على عكس البيرسكوب حيث تنكسر الأشعة الضوئية بزاوية 90° فقط بكل منشور.

2- الألياف البصرية

أحد التطبيقات المهمة للانعكاس الداخلي الكلي توجد في الألياف البصرية. فتتكون الليفة البصرية من لب من زجاج أو لدائن ذي معامل انكسار عالٍ، ويُغطَّى عادة بطبقة زجاج ذي معامل انكسار أدنى (شكل 7 – 43). ينعكس الشعاع الضوئي الداخل في الليفة البصرية داخليًّا عند الأسطح. وبالرغم من أن الليفة البصرية قد تكون منحنية، إلا أن الضوء سيظل ينعكس داخليًّا.

وتستخدم الآن الألياف البصرية على نطاق واسع في وسائل الاتصالات السلكية واللاسلكية. فيمكنها حمل معلومات أكثر بكثير من الأسلاك النحاسية، وهي أخف، وأصبحت أيضًا أرخص في تصنيعها من الأسلاك النحاسية.



شكل 7 – 43 انعكاس داخلي كلّي داخل ليفة بصرية

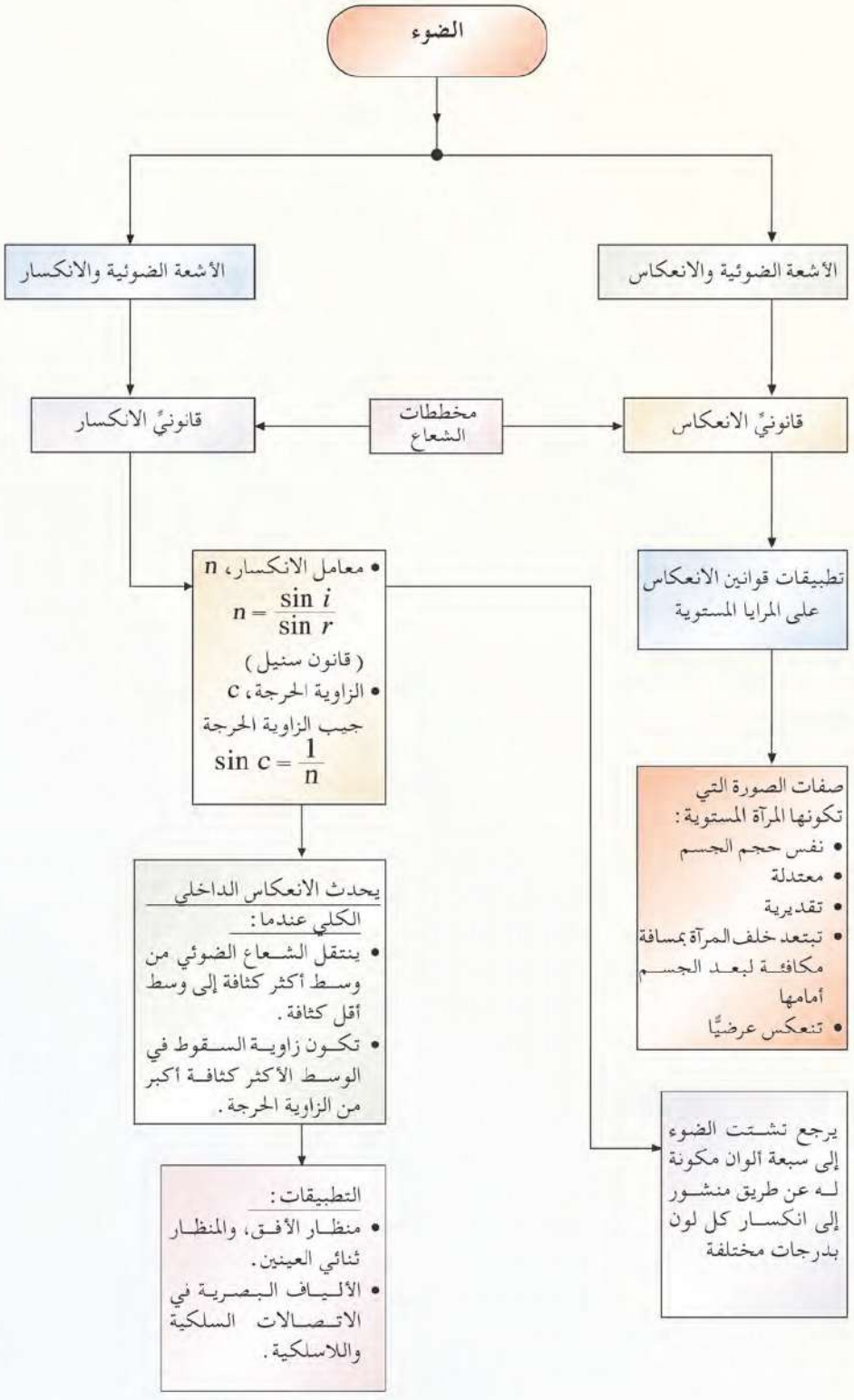
أسئلة التقويم الذاتي

(أ) منشور زجاجي مصنوع من زجاج ذي معامل انكسار n يساوي 1.9، عيِّن الزاوية الحرجة للزجاج.

(ب) اذكر تطبيقين للانعكاس الداخلي الكلي.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

خريطة مفاهيم



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المهارة: التحقق

تخيل المشهد التالي:
يستخدم صياد مسدسًا يعمل بالليزر لاصطياد سمكة يراها، فيصيبها. ويدعى إمكانية استخدام رمح لإصابة السمكة بنفس الطريقة. استخدم المنظم البياني التالي للتحقق من ادعائه.

العبارة المطلوب التحقق من صحتها

يمكن للصياد إصابة السمكة برمح بنفس طريقة إصابته لها بمسدس يعمل بالليزر.

- **أخطاء محتملة في افتراضه**
  1-
  2-

- **حقائق علمية عن انكسار الضوء**
  1-
  2-

الاستنتاج:

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا