

الزاوية الحرجة (Critical angle)

الهدف من التجربة :

ايجاد معامل انكسار الزجاج باستخدام الزاوية الحرجة.

الادوات المستخدمة:

1- قطعة زجاجية على شكل نصف دائرة

2- ليزر

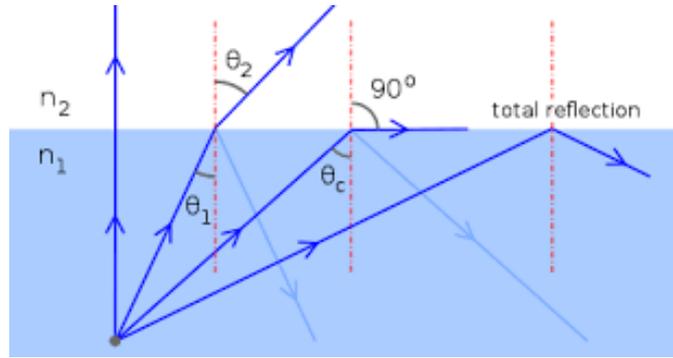
3- منقلة قياس

4- مسطرة

5- مواسك

النظرية:

تُعرف الزاوية الحرجة على إنها زاوية السقوط التي بعدها لا تستطيع أشعة الضوء أن يحدث لها انكسار وهي التي تمر عبر الوسط الاعلى الكثافة إلى الوسط الأقل كثافة، ونجد أنها تنعكس بشكل كامل؛ فهي تعتبر أصغر زاوية حدوث قد ينتج عنها الانعكاس الكلي الداخلي.



ويحدث الانعكاس الداخلي الكلي عند عملية الانعكاس الكامل الذي يأتي نتيجة وجود شعاع الضوء ويجب أن يكون هذا الانعكاس داخل وسط مثل الزجاج أو الماء، ولحدوث ذلك لابد من تحقيق شرطين وهما:

- أن تكون زاوية شعاع الضوء عند السقوط أكبر من الزاوية الحرجة المقصودة.
- أن يكون شعاع الضوء متواجد في الوسط الذي كثافته أعلى ثم يقترب من الوسط الأقل الكثافة.

عند انتقال الضوء من وسط إلى آخر ، فيقوم بتغير سرعته وينكسر؛ فإذا كانت أشعة الضوء تنتقل من مادة قليلة الكثافة إلى وسط اعلى كثافة ، فتنكسر بالاتجاه الطبيعي لها ، ولكن إذا حدث العكس

وانتقلت من وسط اعلى كثافة إلى وسط أقل كثافة ، مع زيادة زاوية سقوط الاشعة من الماء إلى الهواء ، أو من الزجاج إلى الهواء ؛ فنجد في هذه الحالة أن زاوية الانكسار تزداد أيضاً ، وعندما تصل زاوية السقوط إلى القيمة المعروفة بالزاوية الحرجة ، نجد أن الأشعة المنكسرة تنتقل على طول سطح الفاصل بين الوسطين، أو بمعنى آخر نجد إنها تنكسر بزاوية 90° درجة مع العمود المقام، والزاوية الحرجة لزاوية السقوط في الزجاج هي 42° درجة تقريبا.

لحساب العلاقة الخاصة بالزاوية الحرجة ، تكون:

$$\theta_i = \theta_{crt} \rightarrow \theta_r = 90^\circ$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

بتطبيق قانون سنيل على المعطيات أعلاه يكون:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$$

$$n_1 \sin \theta_{crt} = n_2 \sin 90^\circ$$

$$n_1 \sin \theta_{crt} = n_2$$

$$\sin \theta_{crt} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\theta_{crt} = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

حيث أن:

n_1 : معامل انكسار الوسط الاول

n_2 : معامل انكسار الوسط الثاني

θ_i : زاوية سقوط شعاع الليزر

θ_{crt} : الزاوية الحرجة

θ_r : زاوية انكسار الاشعة

طريقة العمل:

1- رتب الأجهزة كما في الشكل:



2- قم بتدوير الورنية (المنقلة) التي تحمل القطعة الزجاجية.

3- تابع اشعة الليزر على الشاشة لحين الوصل الى درجة يتم اختفاء الليزر فيها، وهي

النقطة التي يكون فيها اقل زاوية يحصل فيها انعكاس كلي للشعاع.

4- قم بتسجيل قيمة الزاوية الحرجة.

الحسابات:

بعد حساب الزاوية الحرجة، يمكن استخراج معامل الانكسار باستخدام المعادلة الآتية:

$$n_1 = \frac{1}{\sin\theta_{crt}}$$

اسئلة المناقشة:

- 1- ما العوامل التي تؤثر في قيمة الزاوية الحرجة لمادة ما؟ هل هي تختلف من مادة لأخرى؟
- 2- ما هي تطبيقات الزاوية الحرجة في الحياة اليومية؟ هل يمكن أن تذكر أمثلة عن استخدامها في التكنولوجيا أو الصناعة؟
- 3- هل الزاوية الحرجة تعتمد على طول الموجة للضوء المنبعث؟ وهل يوجد فروق في الزوايا الحرجة للألوان المختلفة في الطيف الضوئي؟