

الانكسار – قانون سنيل

1. أهداف التجربة

لهذه التجربة توجد الأهداف التالية :

1. التعرف على ظاهرة الانكسار والتحقق من قانون سنيل.
2. قياس معامل الانكسار للزجاج.
3. التعرف على ظاهرة الانعكاس الكلي، والشروط للحصول على هذه الظاهرة.
4. قياس الزاوية الحرجة عند انتقال الضوء من الزجاج إلى الهواء.

2. المادة النظرية :

انكسار الضوء وقانون سنيل : عند انتقال الضوء من وسط شفاف معين إلى وسط شفاف آخر فإنه يتعرض إلى تغيير في اتجاه مساره عند انتقاله من الوسط الأول إلى الثاني (في الواقع، يتحقق أنه بالإضافة للشعاع المنكسر هنالك جزء من الشعاع ينعكس عن السطح الفاصل بين الوسطين كما هو مبين في الشكل 1). تُطلق على هذه الظاهرة اسم انكسار الضوء. العلاقة الرياضية التي تربط بين زوايا السقوط والانكسار هي العلاقة التالية والمسماة بقانون سنيل :

$$(1) \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

حيث أن n_1 هو معامل انكسار الوسط الأول و θ_1 هي الزاوية في الوسط الأول، أما n_2 فهو معامل انكسار الوسط الثاني و θ_2 هي الزاوية في الوسط الثاني. الزوايا في هذا القانون تُعرف بالزاوية بين الشعاع وبين العمود على السطح الفاصل بين الوسطين.

من هذا القانون نحصل على أنه :

1. الزاوية تكون أكبر في الوسط الذي معاملته أصغر والنعكس صحيح.
2. عند انتقال الضوء من الهواء إلى مادة شفافة معينة، فإن $n_1 = 1$ وبالتالي نحصل من العلاقة (1) على أن :

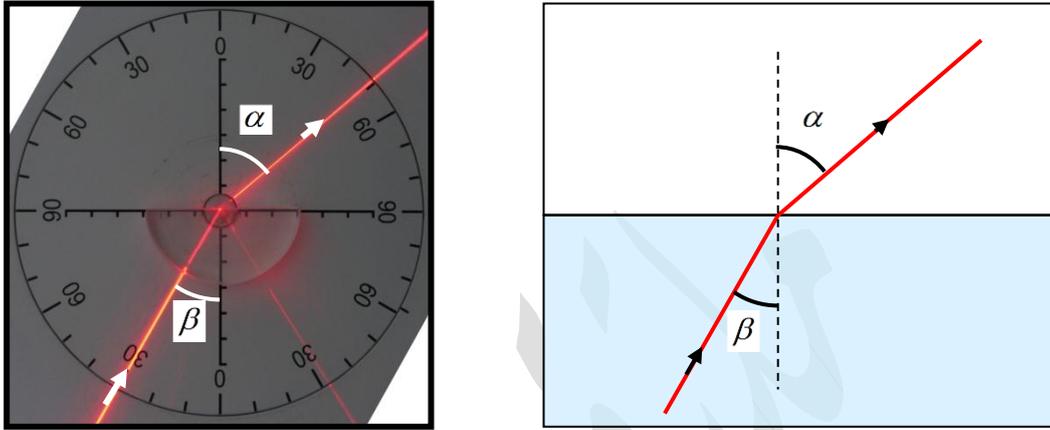
$$(2) \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n_2$$

حيث أن n_2 هي الزاوية في الوسط الثاني و θ_1 هي الزاوية في الهواء.

3. بما أن الزاوية في الهواء دائماً أكبر من الزاوية في المادة، فإن n_2 هو مقدار أكبر من 1. وبالفعل معامل انكسار المواد هي أكبر من 1، وللهواء (الفراغ) $n = 1$.

الزاوية الحرجة : كما ذكرنا أعلاه، الزاوية تكون أكبر في الوسط الذي معاملته أصغر. لهذا السبب عند انتقال الضوء من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره صغير (مثلاً من الزجاج إلى الهواء كما هو في هذه التجربة)، فإن زاوية الانكسار تكون أكبر من زاوية السقوط كما هو مبين في الشكل التالي (2). في هذه الحالة إذا أخذنا بتكبير زاوية

السقوط تدريجياً، فإن زاوية الانكسار سوف تكبر أيضاً، وبما أنها أكبر من زاوية السقوط دائماً فإنه سوف نصل إلى زاوية سقوط معينة والتي تكون زاوية انكسارها 90° . نُطلق على هذه الزاوية اسم الزاوية الحرجة. وذلك لأنها تفصل بين الانكسار والانعكاس كما سنرى بعد قليل.



شكل 2: الزاوية في الهواء أكبر من الزاوية في المادة.

الشرط للحصول على الزاوية الحرجة هو أن ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره أصغر، وفي هذه الحالة نحصل على أن الزاوية الحرجة معطاة بالعلاقة التالية:

$$(3) \quad \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

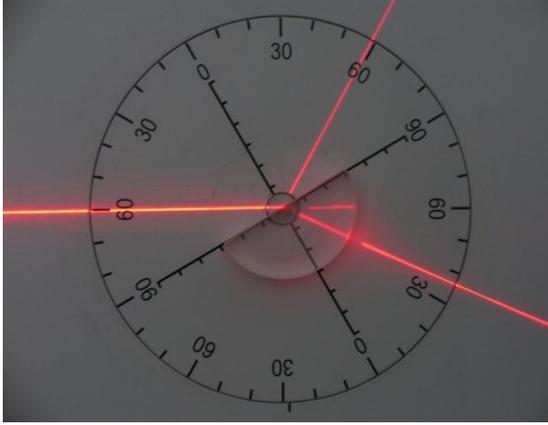
حيث أن θ_c هي الزاوية الحرجة، n_1 هو معامل انكسار الوسط القادم منه الضوء، و n_2 هو معامل انكسار الوسط الثاني.

الانعكاس الكلي: عندما يسقط الضوء من وسط معامل انكسار كبير إلى وسط معامل انكسار أصغر، وتكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة، فإن الضوء في هذه الحالة ينعكس كلياً عن السطح الفاصل بين الوسطين، أي أن السطح الفاصل بين الوسطين يتحول إلى مرآة. نُطلق على هذه الظاهرة اسم الانعكاس الكلي.

الشروط للحصول على الانعكاس الكلي هي:

1. انتقال الضوء من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره أصغر.
2. أن يسقط الضوء بزوايا أكبر من الزاوية الحرجة.

3. الأجهزة والأدوات:



شكل 1: جهاز لقياس زوايا السقوط

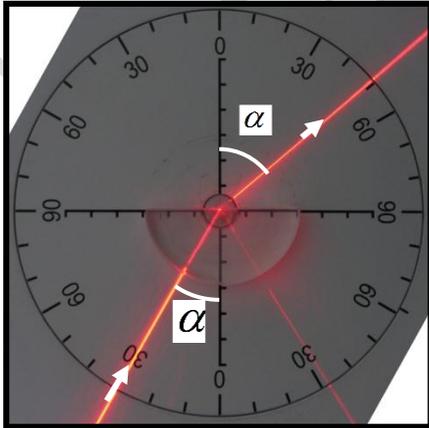
في هذه التجربة نستخدم الأجهزة والأدوات التالية:

1. جهاز ليزر.
2. جسم زجاجي على صورة نصف أسطوانة كما هو مبين في الشكل (1).
3. قاعدة دائرية خشبية تحتوي على تقسيم للزوايا، بحيث تُثبت في مركزها نصف الأسطوانة الزجاجية. هذه القاعدة تُمكننا من قياس زوايا السقوط والانكسار للشعاع الساقط والمنكسر (أنظر إلى الشكل 1).

4. سير التجربة:

الجزء الأول: التحقق من قانون سنيل وقياس معامل انكسار الزجاج.

1. تُثبت نصف الاسطوانة الزجاجية على القاعدة الخشبية بحيث أن مركزها يقع في مركز القاعدة الخشبية، وبحيث أن خط الصفر معامد لسطح الاسطوانة. في هذا الوضع نحصل على أن الزاوية التي يُشير إليها الشعاع عند سقوطه هي زاوية السقوط، والزاوية التي يُشير إليها الشعاع المنكسر هي زاوية الانكسار.
2. نقوم بإسقاط شعاع الليزر بزوايا سقوط مختلفة ابتداءً من الصفر، وفي كل مرة نقيس زاوية الانكسار، ونحضر جدولاً لزوايا الانكسار كدالة لزوايا السقوط.



شكل 3:

الجزء الثاني: قياس الزاوية الحرجة: من أجل قياس الزاوية الحرجة:

1. نوجه شعاع الليزر من الجهة المنحنية لنصف الاسطوانة بحيث يسقط على مركزها كما هو مبين في الشكل (3).
2. نبدأ بتكبير زاوية السقوط تدريجياً حتى نصل إلى أن زاوية الانكسار هي 90° . نسجل زاوية السقوط في هذه الحالة، والتي هي الزاوية الحرجة.
3. نُوجه الشعاع بزوايا سقوط أكبر من الزاوية الحرجة ونتفحص ظاهرة الانعكاس الكلي.

5. تحليل النتائج:

تحليل الجزء الأول:

1. من الجدول الذي نحصل عليه في الجزء الأول نحضر جدولاً لسائين زاوية الانكسار كدالة لسائين زاوية السقوط.

2. نرسم رسماً بيانياً يصف ساين زاوية الانكسار كدالة لساين زاوية السقوط ، ونتحقق من أن الرسم هو خطي يمر من نقطة الأصل.

3. نجد ميل الرسم البياني. ميل الرسم هو مقلوب معامل الانكسار $(1/n)$. من الميل نجد معامل الانكسار.

تحليل الجزء الثاني:

1. نحسب الزاوية الحرجة بحسب العلاقة (3) ، وبالاتماد على معامل الانكسار الذي وجدناه في القسم السابق.
2. نقارن الزاوية الحرجة التي حسبناها في القسم السابق مع الزاوية التي حسبناها في التجربة.

6. أسئلة تحضيرية:

1. أعط أمثلة من الحياة اليومية لظواهر مرتبطة بانكسار الضوء.
2. ما هي وحدات معامل الانكسار؟
3. عرف: (أ) الزاوية الحرجة. (ب) الانعكاس الكلي.
4. ما هي الشروط للحصول على زاوية حرجة؟
5. ما هي الشروط للحصول على ظاهرة الانعكاس الكلي؟
6. توصل للمعادلة (3) بالاعتماد على قانون سنيل.
7. لماذا نرسم ساين زاوية الانكسار كدالة لساين زاوية السقوط وليس العكس؟ اشرح.