كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الاولى

المادة : بصريات هندسية

المحاضرة : الثانية /عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

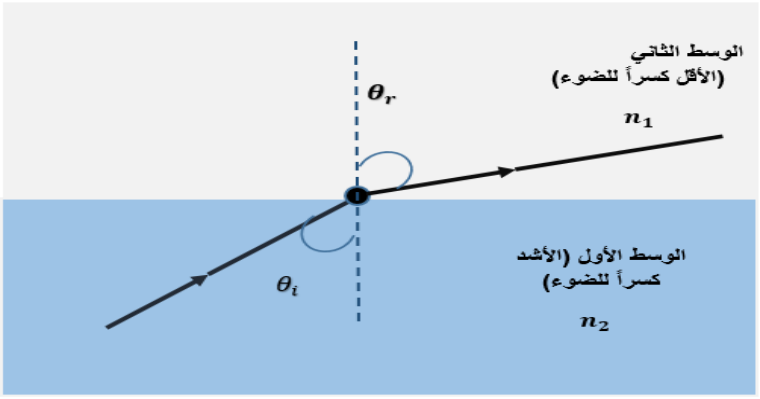
حادثة الانعكاس الكلي الداخلي وتجربة الصفيحة متوازية الوجهين

Total internal reflection event and the parallel plate experiment

الموجز النظري:

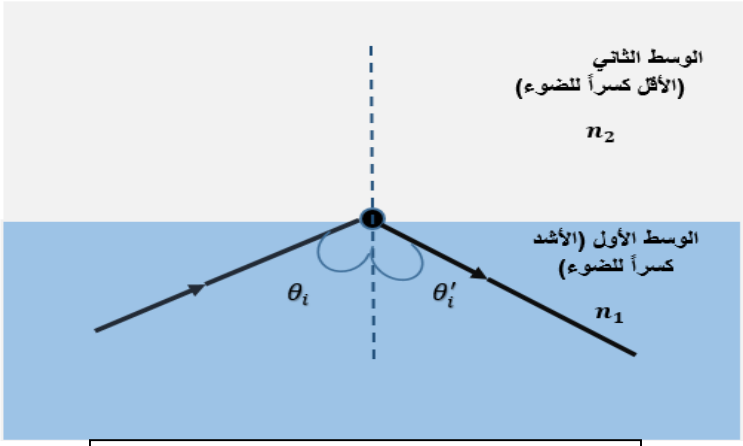
أولاً: حادثة الانعكاس الكلي الداخلي Total internal reflection

عندما يردُ شُعاعٌ من وسطٍ أكثرَ كثافةً (كالماء) إلى وسطٍ أقلَّ كثافةً (كالهواء) $n_2 > n_1$، فإنّه ينكسر مُبتعِداً عن الناظم على السّطح الفاصل أي أنَّ زاويةَ الانكسار تكونُ أكبرَ من زاوية الورود **كما يوضح الشكل (1)**



الشكل (1)

أما إذا زادَت زاويةُ الورود في الوسط الأشد كثافة عن الزاوية الحدية، فإنَّ الشّعاع لا ينفذُ إلى الوسط الأقل كثافةً، وإنّما ينعكسُ عند السطح الفاصل انعكاساً كلّياً في الوسط الأشد كثافةً وفقاً لقانوني الانعكاس. ويسمّى انعكاس الضَّوء عندئذٍ بالانعكاس الكلّي الداخليّ حيثُ نطبّق عليه قوانين الانعكاس عندها $(\theta_i = \theta_i')$، **كما يوضح الشكل (2)**



الشكل (2)

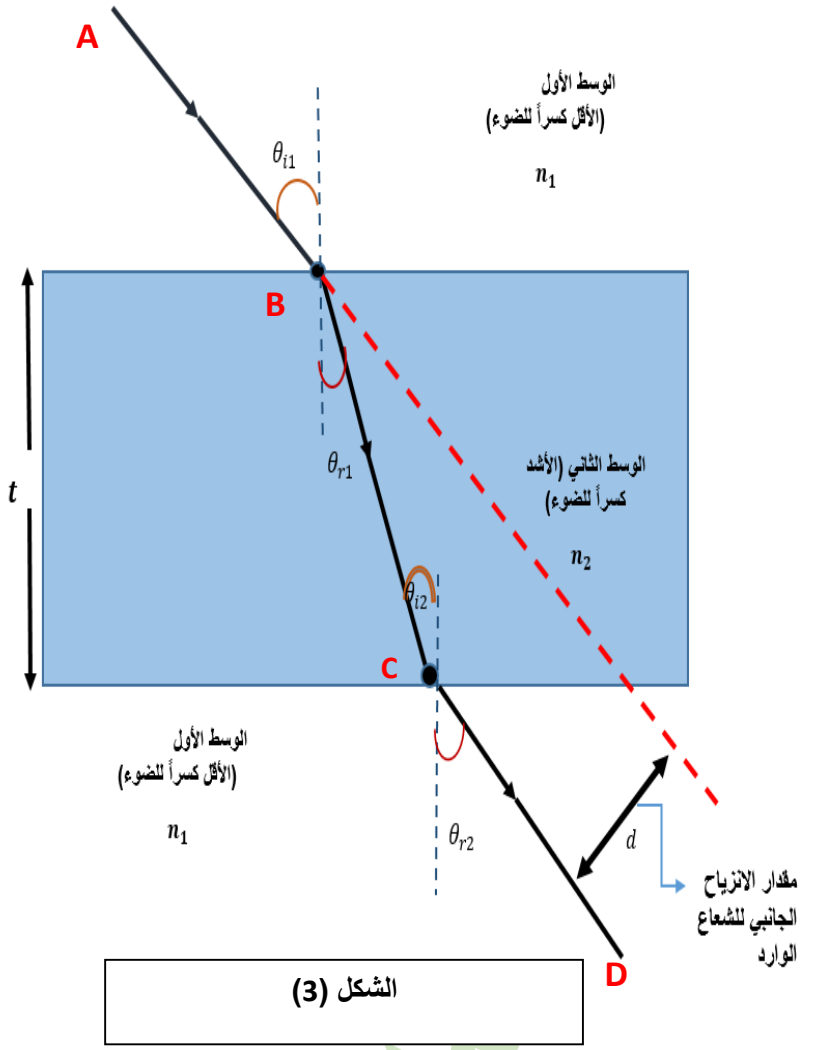
<u>الشروط الواجب توافُرها للحصول على الانعكاس الكلّي الداخلي:</u>

1. ورود شُعاع ضوئيّ من وسط أكثرَ كثافة (الأشد كسراً للضوء) إلى وسط أقلَّ كثافة (الأقل كسراً للضوء)
2. أن تكونَ زاوية الورود أكبرَ من الزاوية الحدية $\theta_i > r_k$.

ثانياً: الصّفيحة متوازية الوجهَين the parallel plate:

بالتعريف الصّفيحة متوازية الوجهَين :هي وسطٌ شفافٌ مُتجانِس محدودٌ بوجهَين مُستويَين مُتوازيَين أملسَين، قرينة انكسار مادّتها n_2 ، وثخنها t الذي يُمثّل البُعد بينَ الوجهَين المُستويَين للصّفيحة.

✓ نُسقِط شعاعاً ضوئيّاً AB وحيدَ اللون على الوجه الأول للصفيحة بزاويةٍ حادّة θ_{i1} فينكسر في الوسط الزجاجي n_2 مقترباً من الناظم بزاوية انكسار على الوجه الأول θ_{r1} وعند وصول الشعاع الضوئي BC إلى الوجه الثاني فإنه يؤلف مع الناظم على الوجه الثاني زاوية θ_{i2} مساوية للزاوية θ_{r1} وهي بالتالي أصغر من الزاوية الحرجة للصفيحة الزجاجية لذلك يخرج الشعاع CD من الصفيحة مبتعداً عن الناظم و مشكلاً زاوية بروز θ_{r2} مساوية للزاوية θ_{i1} ، ثم نرسمُ مُمدّد الشُّعاع الضّوئي الوارِد. كما يوضح **الشكل (3)**



الشكل (3)

t: ثخن الصفيحة المتوازية الوجهين

نستنتجُ:

الصَّفيحة مُتوازية الوجهين لا تغيّر مَنحَى الأشعة الضَّوئية التي تجتازُها، إلا أنَّها تُزيحها جانبيّاً بمقدار d **وتُعطى علاقة حساب الانزياح الجانبي d يُحسَب بالعلاقة:**

$$d = \frac{t}{\cos(\theta_{r1})} \sin(\theta_{i1} - \theta_{r1})$$

أو من القانون المتعلق بقرينة انكسار الصفيحة وقرينة انكسار الوسط المحيط بها

$$d = t.\sin(\theta_{i1})\left(1 - \frac{n_1\cos(\theta_{i1})}{n_2\cos(\theta_{r1})}\right)$$

ملاحظة:

عند ورود الضوء من وسط أقل كسراً لضوء إلى وسط أشد كسراً للضوء فإن الضوء ينكسر مقترباً من الناظم **على العكس** عند بروز الشعاع الضوئي من وسط اشد كسراً للضوء إلى وسط أقل كسراً للضوء فإنه ينكسر مبتعداً عن الناظم.

حالات خاصّة:

1. إذا كانَ الشُّعاع الوارِد ناظميّاً على الوجه الأوّل للصفيحة $\theta_{i1} = 0$ ، فإنَّه يبرزُ من الوجه الثاني دون انزياح جانبي أي أن $(\theta_{i1} = \theta_{r1} = 0)$ ، وبالتالي $d = 0$.

2 إذا كانَ الشُّعاع الوارد على مستوي الوجه الأول للصَّفيحة يصنعُ زاوية قدرها $\theta_{i1} = 90$ ، فإنَّ زاوية الانكسار هي الزّاوية الحدية $\theta_{r1} = r_k$ وهنا يصبح **الانزياح الجانبيّ يساوي ثخنَ الصفيحة** $\boldsymbol{d = t}$

3 في حالِ زوايا الورود الصَّغيرة تصبحُ العلاقة السّابقة بالشكل : $d = t(\theta_{i1} - \theta_{r1})$

$$(\theta_{i1} - \theta_{r1}) \ll 1$$

نستنتجُ أنَّ الانزياح الجانبي d في هذه الحالة أصغرُ كثيراً من ثخن الصّفيحة t .

الجزء العملي:

عند محاكاة تجربة الصفيحة المتوازية الوجهين المصنوعة من الزجاج ذو قرينة الانكسار $n = 1.5$ الموجودة في وسط الهواء ذو قرينة الانكسار $n_1 = 1$ الموضحة بالشكل (3) وجدنا أنه كلما تغيرت قيمة زاوية الورود على الوجه الأول $\boldsymbol{\theta_{i1}}$ فإن زاوية الانكسار على الوجه الأول $\boldsymbol{\theta_{r1}}$ أيضاً تتغير وأن الانزياح الجانبي للشعاع الوارد أيضاً يزداد ومنه يوضح الجدول التالي قيم زوايا الورود والانكسار التي تم إيجادها وفق المحاكاة التي أُجريت:

θ_{i1}	0	5	10	15	20	25	30	35	40
θ_{r1}									
$\sin(\theta_{i1})$									
$\sin(\theta_{r1})$									
$\boldsymbol{cos}(\theta_{i1})$									
$\boldsymbol{cos}(\theta_{r1})$									
$\boldsymbol{t}$	$2\ cm$								
$\theta_{i1} - \theta_{r1}$									
$\boldsymbol{sin}(\theta_{i1} - \theta_{r1})$									
$\boldsymbol{d}$									
$\boldsymbol{\bar{d}}$									

المطلوب:

1- املأ الجدول بما يناسب موضحاً كل خطوة عملية في الحساب.

2- ارسم تغيرات الانزياح الجانبي بدلالة جيب الفرق بين زاوية الورود على الوجه الأول وزاوية الانكسار على الوجه الأول $\boldsymbol{d = f(sin(\theta_{i1} - \theta_{r1}))}$ ، ثم أوجد ميل هذا الخط m وقارنه مع قيمة $\boldsymbol{\bar{d}}$

انتهت المحاضرة