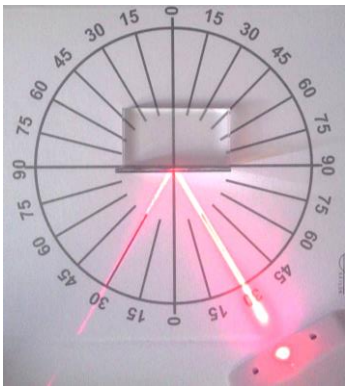
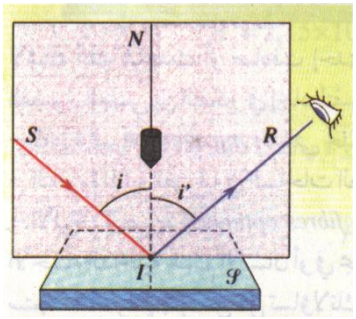
المجـــال: الظـــــواهر الضوئـــية

الوحدة التاسعة: انكســـــار الضوء

الموضوع: انكسار الضوء | **المدة: 2+2 سا**

1. الإنعكاس (تذكير):





عندما يسقط شعاع اليزر على السطح العاكس لمرآة مستوية، ينعكس الشعاع الضوئي وفق منحنى وزاوية انعكاس يحددان بقانوني ديكارت.

القانون الأول:

يقع الشعاع المنعكس في مستوي الورود المحدد بالشعاع الوارد والناظم على السطح العاكس.

القانون الثاني:

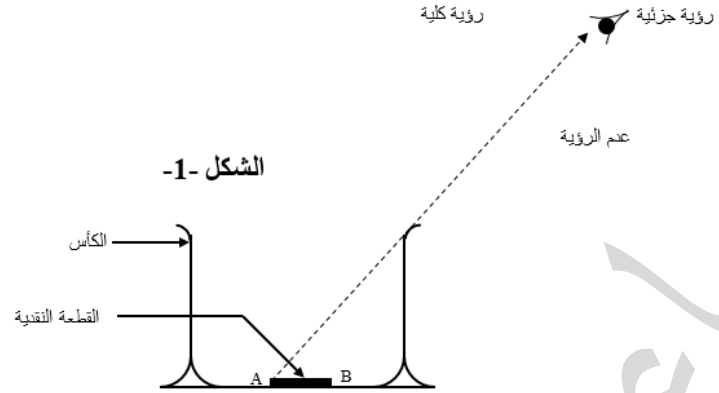
زاوية الإنعكاس تساوي إلى زاوية الورود.

2. إنكسار الضوء:

2-1. الدراسة الكيفية لظاهرة الانكسار:

نشاط:

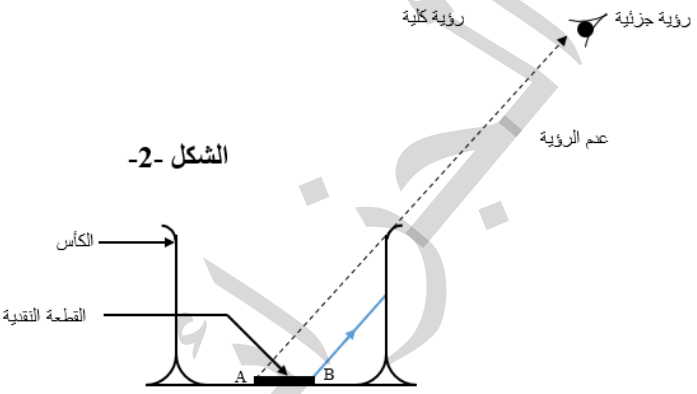
1. نضع قطعة نقدية في قعر وعاء بلاستيكي عاتم. يمسك الوعاء في وضع شاقولي ثم يبعد أفقيا إلى غاية عدم ظهور القطعة النقدية (الشكل -1-). لماذا لا يمكن للملاحظ (التلميذ) رؤية القطعة النقدية؟
2. يملأ الوعاء تدريجيا بالماء بدون تغيير موضع عين الملاحظ بالنسبة للوعاء. ماذا يلاحظ؟ كيف تفسر ذلك؟



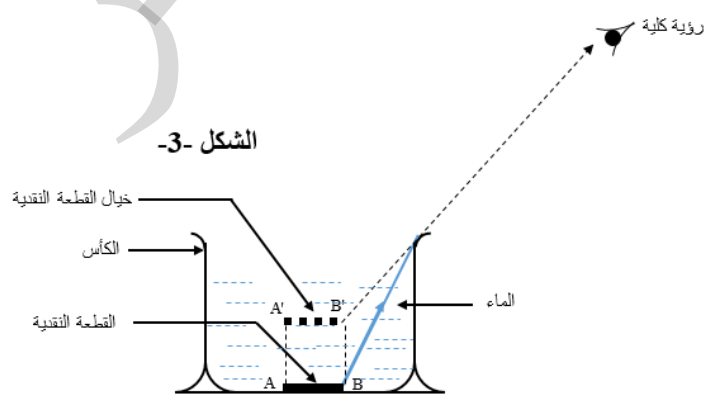
الشكل -1-

تحليل النشاط:

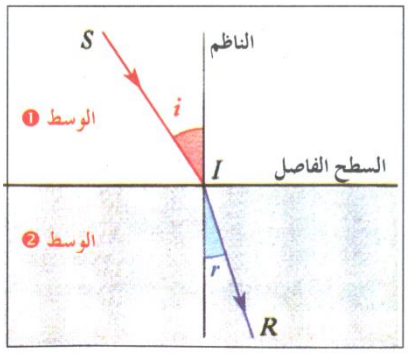
1. سبب عدم رؤية الملاحظ للقطعة النقدية هو أن كل الأشعة الضوئية الواردة من القطعة النقدية لا تصل إلى عين ذلك الملاحظ لأن حواف الكأس العاتمة تحجبها عن الرؤية (الشكل -2-).
2. نلاحظ ظهور اقطعة النقدية. وهذا راجع إلى انكسار الشعاع الضوئي الوارد من النقطة B عندما ينتقل من الماء إلى الهواء والذي يصل إلى العين ويبدو أنه آت من النقطة B' (الشكل -3-).



الشكل -2-



الشكل -3-

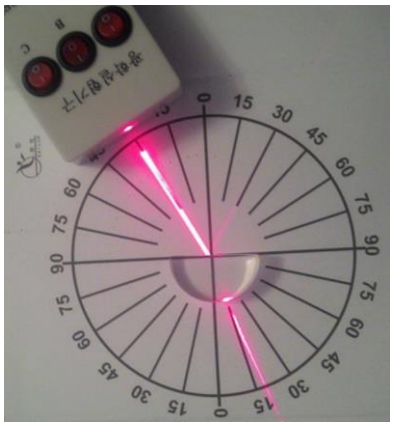


2-2. مفهوم الانكسار:

هو انحراف الأشعة الضوئية عن مسارها عندما تنتقل من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر.

- يمثل الشعاع (SI) الشعاع الضوئي الوارد.
- يمثل الشعاع (IR) الشعاع الضوئي المنكسر.
- تسمى الزاوية $\hat{\imath}$ بين الشعاع الوارد (SI) والناظم (NI) بزاوية الورود.
- تسمى الزاوية $\hat{r}$ بين الشعاع الوارد (IR) والناظم (NI) بزاوية الانكسار.
- يدعى السطح الفاصل بين الوسطين بالسطح الكاسر.

3-2. الدراسة التجريبية لظاهرة انكسار الضوء:



التجربة01:

نضع قطعة زجاجية (شكل نصف أسطواني) على قرص مدرج.

نسقط في مستوي القرص، شعاعا ضوئيا على السطح المستوي من القطعة الزجاجية بحيث يمر الشعاع الوارد بالضبط من مركز القرص المدرج، ونقوم بعد ذلك بقياس زاوية الانكسار r الموافقة لزاوية الورود i.

نغير في كل مرة زاوية الورود i ونقيس زاوية الانكسار r الموافقة لها.

$\hat{\imath}$ (°)	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\hat{r}$ (°)											
$\sin(i)$											
$\sin(r)$											
$\frac{\sin(i)}{\sin(r)}$											

1. ما الهدف من هذه التجربة؟
2. أتمم الجدول.
3. أرسم المنحنيات البيانية التالية $i = f(r)$ ، $\sin(i) = f(\sin(r))$.
4. ماذا تستنتج؟

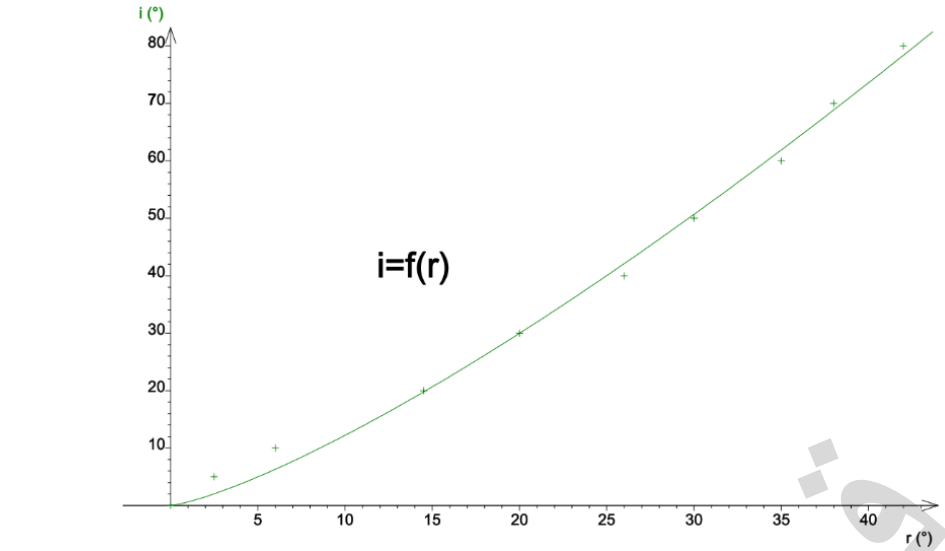
تحليل التجربة:

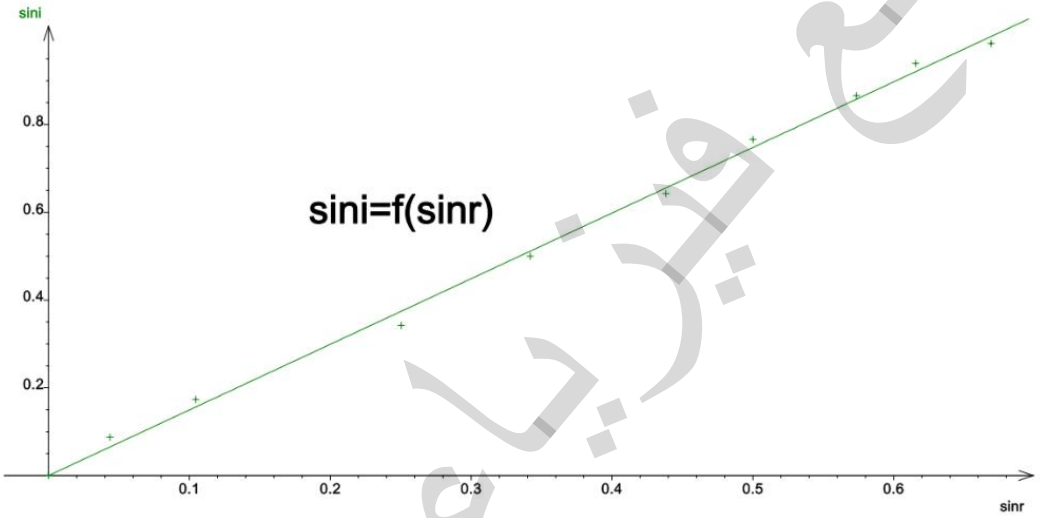
1. الهدف من التجربة: هو إيجاد علاقة بين زاوية الورود i وزاوية الانكسار r.
2. إتمام الجدول:

$\hat{\imath}$ (°)	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\hat{r}$ (°)	0	2,5	6	14,5	20	26	30	35	38	41	
$\sin(i)$	0	0,08716	0,1736	0,342	0,5	0,6428	0,766	0,866	0,9397	0,9848	
$\sin(r)$	0	0,04362	0,1045	0,2504	0,342	0,4384	0,5	0,5736	0,6157	0,6691	
$\frac{\sin(i)}{\sin(r)}$		1,998	1,661	1,366	1,462	1,466	1,532	1,51	1,526	1,472	

http://www.physique48dz.weebly.com/

3. رسم البمنحنيات البيانية:





4. الاستنتاج:

النقاط الموجودة في المنحنى البياني $\sin(i) = f(\sin(r))$ هي عمليا على استقامة واحدة. وبالتالي فإن العلاقة البيانية لهذا المستقيم تكتب بالشكل:

$$\boxed{\sin i = a.\sin r}$$

4-2. قانوني الانكسار:

القانون الأول:

الشعاع الضوئي الوارد والشعاع الضوئي المنكسر يقعان في مستوي واحد.

القانون الثاني:

تكون نسبة جيب زاوية الورود إلى جيب زاوية الانكسار ثابتة.

$$\boxed{\frac{\sin i}{\sin r} = n}$$

الثابت يدعى القرينة النسبية للوسط الثاني بالنسبة للوسط الأول ونكتب:

$$\boxed{n = \frac{n_2}{n_1}}$$

ومنه تصبح العلاقة:

$$\boxed{n_1.\sin i = n_2.\sin r}$$

تدعى هذه العلاقة "**قانون سنال – ديكارت**".

موقع فيزياء الجزائر

5-2. مفهوم قرينة الانكسار:

هي مقدار يميز الوسط الشفاف وليس له وحدة. تتعلق قرينة الانكسار n لوسط شفاف بسرعة انتشار الضوء v في هذا الوسط.

وتعرف قرينة الانكسار n بالعلاقة التالية:

$$\boxed{n = \frac{c}{v}}$$

بحيث: $\boxed{n > 1}$

- c: سرعة الضوء في الفراغ $3.10^8\ m.s^{-1}$.
- v: سرعة الضوء في الوسط.

المادة	الهواء	الماء	البلكسيغلاص	البنزين	الكحول	الزجاج العادي	الكريستال	الماس
قيمة قرينة الإنكسار n	1	1,33	1,41	1,5	1,36	1,50	1,60	2,42

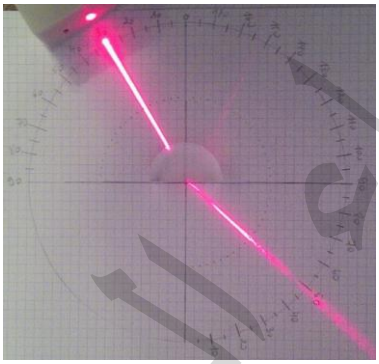
6-2. الانكسار الحدي والانعكاس الكلي:

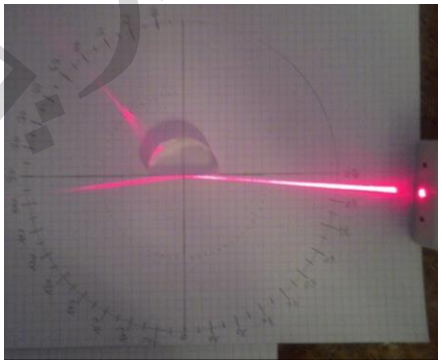
- **الانكسار الحدي:**

التجربة02:

نعتمد في التجربة على التجهيز التجريبي للانكسار السابق.

1. عندما تقترب زاوية الورود من القيمة $90°$، هل تنتهي زاوية الانكسار نحو الزاوية $90°$ أو نحو قيمة معينة ثابتة.
2. إذا كان جوابك هو أن زاوية الانكسار تنتهي نحو زاوية ثابتة نعتبرها l. عبر عن هذه الزاوية l بدلالة n_1،n_2.





تحليل التجربة02:

1. عندما تقترب زاوي الورود من القيمة تنتهي زاوية الانكسار نحو قيمة معينة ثابتة.
2. تعيين عبارة القيمة الحدية للانكسار:

بتطبيق قانون الانكسار الثاني نجد:

$$n_1.\sin i = n_2.\sin r$$

بحيث:

$$\left.\begin{matrix} i = 90° \\ r = l \end{matrix}\right\}$$

ومنه:

$$n_1.\sin 90° = n_2.\sin l \Rightarrow \boxed{\sin l = \frac{n_1}{n_2}}$$

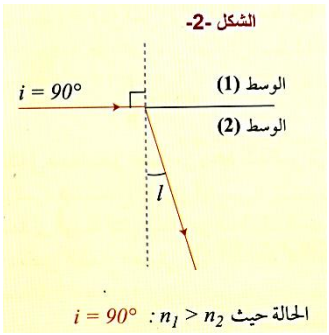
نتيجة:

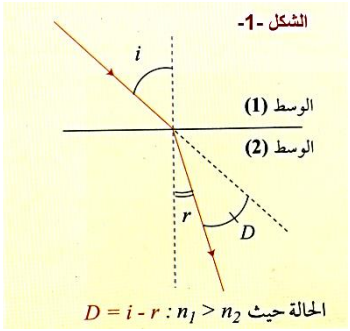
عندما ينتقل ضعاع ضوئي من وسط أقل كسرا إلى وسط أشد كسرا:

- تتناقص زاوية الانكسار r كلما ازدادت زاوية الورود i، أي تقترب من الناظم (الشكل -1-).

http://www.physique48dz.weebly.com/

- زاوية الانكسار تبلغ قيمة حدية $r = l$ من أجل زاوية ورود قيمتها $i = 90°$ (الشكل -2-).
- قيمة الزاوية الحدية تحسب بالعلاقة التالية: $\boxed{\sin l = \frac{n_1}{n_2}}$



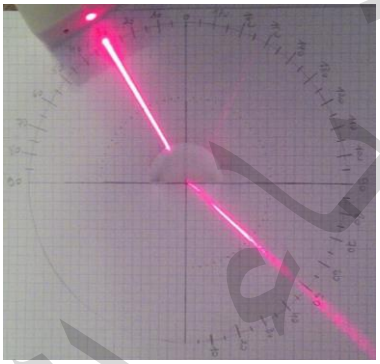


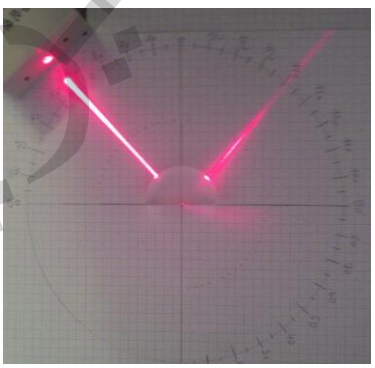
- **الانعكاس الكلي:**

التجربة03:

نعتمد أيضا في هذه التجربة على التجهيز التجريبي السابق. فقط هذه المرة ندرس مرور الشعاع الضوئي من الزجاج إلى الهواء، وتتم العملية بجعل الجهة الأسطوانية قطعة الزجاجية تقابل الأشعة الواردة.

1. ماذا تلاحظ عندما تتغير زاوية الورود من $0°$ إلى الزاوية الحدية l.
2. ماذا تلاحظ عندما تساوي زاوية الورود الزاوية الحدية للانكسار l.
3. ماذا تلاحظ عندما تكون زاوية الورود أكبر من الزاوية الحدية للانكسار l.





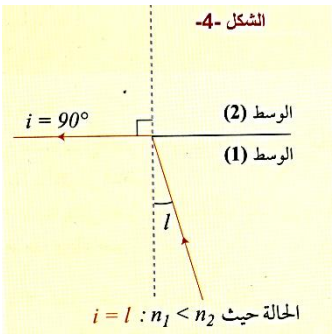
تحليل التجربة03:

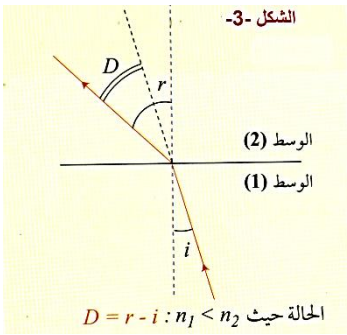
1. عندما تتغير زاوية الورود من $0°$ إلى الزاوية الحدية l، نلاحظ أن زاوية الانكسار تتغير من $0°$ إلى $90°$ (تبتعد عن الناظم).
2. عندما تكون زاوية الورود مساوية لمقدار القيمة الحدية l ، تكون زاوي الانكسار مساوية للقيمة $90°$.
3. عندما تكون زاوية الورود أكبر من الزاوية الحدية l ، نلاحظ أنه يحدث انعكاس بدل الانكسار.

النتيجة:

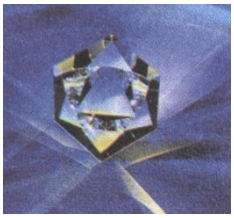
عندما ينتقل ضعاع ضوئي من وسط أشد كسرا إلى وسط أقل كسرا:

- تزداد زاوية الانكسار r كلما ازدادت زاوية الورود i، أي يبتعد عن الناظم (الشكل -3-).
- عند بلوغ زاوية الورود القيمة الحدية للانكسار تكون زاوية الانكسار $i = 90°$ (الشكل -4-).
- ينعكس الشعاع الضوئي كلي إذا كانت $i > l$.





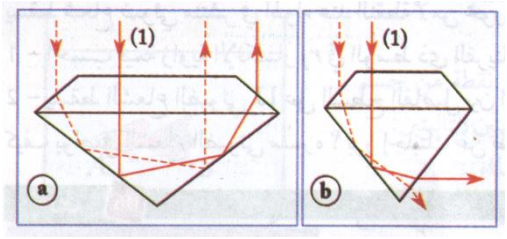
3. تطبيقات:



تطبيق 01:

تمتاز قطع الماس بلمعانها المبهر. تكون قطعة الماس منحوتة مثاليا عندما كل شعاع ضوئي ينفذ من أعلى القطعة يخرج منها بعد خضوعه لعدة انعكاسات كلية. فنقول عندئذ أن عملية النحث جيدة وكاملة.

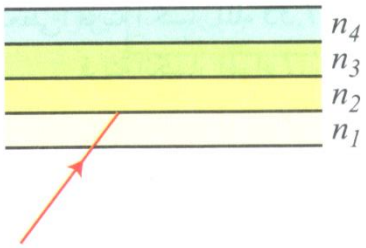
فإذا كان الحجر عيمقا كثيرا، فإن جزءا من الضوء يخرج من الأسفل فيكون في هذه الحالة الماس أقل لمعانا.



1. صف المسار الضوئي للشعاع (1) في كل من الحالتين (a) و(b).
2. لماذا نقول عن نحت القطعة الأولى أنه أحسن من نحت القطعة الثانية؟
3. الماس له قرينة انكسار تساوي إلى 2,43. أحسب الزاوية الحدية ثم قارنها مع قيمتها في الزجاج حيث n=1,5.

تطبيق 01:

نحقق تركيب أربعة أوساط شفافة فوق بعضها البعض قرائن انكسارها مرتبة على النحو التالي: $n_1 > n_2 > n_3 > n_4$،وبحيث تكون السطوح الفاصلة بينها متوازية. يصل شعاع ليزر إلى السطح الفاصل بين الوسطين 1-2 كما هو مبين على الشكل المقابل.



1. مثل ماسار الشعاع الضوئي عند اجتيازه مختلف الأوساط.
2. إذا كانت قرينة انكسار الوسط الرابع ضعيفة جدا، ماذا يمكن أن يحدث على السطح الفاصل بين الوسطين 3 و4؟ ما هو إذن الشعاع الضوئي؟

موقع فيزياء الجزائر