(GO1-2)تعيين معامل الانكسار لسائل شفاف بإستخدام مرآة مقعرة

الغرض من التجربة

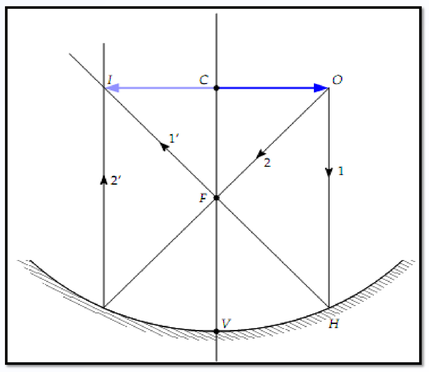
تعيين معامل الانكسار لسائل شفاف بإستخدام مرآة مقعرة

الأجهـــزة

مرآة مقعرة – حامل بقضيب رأسى و ماسك بسهم من الألمونيوم الخفيف – مسطرة مترية

نظرية التجربـــــة

تعيين معامل الانكسار(n) لمادة او لوسط هو جزء من مناحى كثيرة طورت منذ اعوام كثيرة وتعتمد على الطريقة التى ينعكس بها الضوء وينفذ بها الى الوسط.
ومن بين هذه الطرق المختلفة، فإن طريقة المرآة المقعرة المملوءة بسائل قد فرضت نفسها كطريقة بديلة ممتازة لقياس معامل الانكسار ، وخاصة عندما لا يكون متاحا جهاز متطور وأن دقة القياس ليست على هذه الدرجة من الاهمية.
ولسوف نقدم طريقة سهلة هندسية لاشتقاق معامل الانكسار لسائل شفاف باستخدام مرآة مقعرة كرية . والاشتقاق يستخدم قانون سنل وتقريب الزاوية الصغيرة . وتعتمد هذه الطريقة على قياسات للموضع الحقيقى والموضع الظاهرى لمركز انحناء المرآة عندما تكون مفرغة وعندما تكون مملوءة بالسائل المراد تعيين معامل الانكسار له.
المحور الضوئى هو الخط المحورى الذى يمر بمركز المرآةويتقاطع مع المرآة عند سطحها عند نقطة الرأس (V) . ومن النقاط التى لها علاقة على المحور الضوئى سنجد مركز التكور (C) ، البؤرة (F) . مركز التكور ينطبق على مركز الكرة التى تعتبر المرآة جزءا منها. عند نقطة البؤرة تتقاطع الأشعة المتوازية للمحور الضوئى والساقطة على المرآة المقعرة بعد انعكاسها بسطح المرآة.

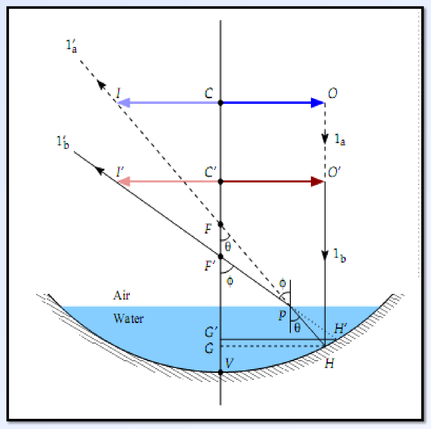


شكل 1 رسم يبين مكان البؤرة ومركز تكور المرآة. مكان إلتقاء الشعاعين المنعكسين '1و'2 من الشعاعين الساقطين 1 و2 هو مكان تكون الصورة.

عنما يكون المصدر (O) متموضع عند مركز التكور (C) ، والمرآة فارغة (ليس هناك ماء يملأها) ، يمكن أن نستخدم نفس طرق تتبع أثار شكل 1 لكى نحدد موضع الصورة (I). الشعاع (1) الذى يترك النقطة (O) موازيا للمحور الضوئى يصدم المرآة عند النقطة H وينعكس فى صورة الشعاع '1 . هذا الشعاع يتقاطع مع المحور الأساسى عند البؤرة F . البعد البؤرى عندئذ هو

$$f = FV$$

الصورة المرافقة للنقطة (I) تتكون عند مركز التكور (C) وهى حقيقية، مقلوبة، ولها نفس الحجم كما هو موضح فى شكل 2.
والان، عندما تملأ المرآة بطبقة رقيقة من الماء، فإن قيمة بعدها البؤرى تقل، و المركز الظاهرى للتكور ('C) يصبح اكثر قربا الى الرأس (V) للمرآة. الشعاع (1a) يغادر المصدر (O) موازيا المحور الضوئى ، ويصدم المرآة عند النقطة (O) ثم ينعكس. الشعاع المنعكس ينكسر من الماء الى الهواء منحرفا مبتعدا من السطح العمودى عند نقطة السقوط (P) ، لأن معامل انكسار الماء (n_w) أكبر من معامل الإنكسار للهواء (n_a). الشعاع المنكسر ('1b) يتقاطع مع المحور الضوئى عند البعد البؤرى الجديد ('F).



شكل 2 موضع تكون الصورة عند مركزا التكور الظاهرى والحقيقى

باستخدام قانون سنل عند نقطة (P) على سطح السائل نحصل على المعادلة:

$$n_w \sin\theta = n_a \sin\phi, \qquad (2)$$

من الآن فصاعدا سوف نفترض أن $n_a \approx 1.00$. الشكل (2) يوضح أن فى المثلثين (FHG) و (F'H'G') نجد:

$$HG = FH \sin\theta \qquad (3a)$$
$$H'G' = F'H' \sin\phi \qquad (3b)$$

إذا افترضنا أن البعدين البؤريين (F) و (F') يكونا كبيرين بالمقارنة لسمك طبقة الماء ، فالنقطتان (G) و (G',) ، وكذا النقطتان (H) و (H') يكونا قريبين إلى بعضهما.
إذا، نستطيع أن نستخدم التقريب التالى فى حالة الأطوال الهندسية

$$H'G' \approx HG \qquad (4a)$$
$$F'H' \approx F'H. \qquad (4b)$$

من الناحية الفيزيائية ، النقطتان (H) و (H') ، وكذا النقطتان (G) و (G') لا ينطبقان، ولكن يكون موضعيهما قريبا. باستخدام المعادلة (5) فى (4b) نستطيع أن نكتب

$$HG = F'H \sin\phi \qquad (5)$$

ولما كان الطرف الأيمن من المعادلتين (4a) و (4b) متساويين ، فنستطيع مساواة المعادلتين فنحصل على

$$FH \sin\theta = F'H \sin\phi. \qquad (6)$$

باستخدام (3) فى (7)، نحصل على

$$FH/F'H = \sin\phi/\sin\theta = n_w. \qquad (7)$$

إذا كانت الزاويتان (θ) و (ϕ) صغيرتين، فإن هاتين الزاويتين يمكن إحلالهما بظلهما (وهذا ما يطلق عليه تقريب الزاوية الصغيرة) . أيضا فان المسافة (GV) فى الشكل 2 أيضا مسافة صغيرة ، ويمكن إهمالها. وبناء عليه يمكنا أن نكتب

$$n_w = \tan\phi/\tan\theta = f/f' \qquad (8)$$

وأخيرا ، وبإستخدام (1)، نستطيع أن نعبر عن معامل الانكسار بدلالة نصفى القطر الحقيقى الظاهرى للتكور بالمعادلة

$$n_w = R/R' \qquad (9)$$

Edusoft
Innovate to educate

(GO1-2)تعيين معامل الانكسار لسائل شفاف بإستخدام مرآة مقعرة

خطوات العمـــل

1- الحامل الذى يمسك بالسهم يحرك إلى النقطة (C) إلى أن تتكون صورة واضحة بواسطة المرآة الفارغة. عندئذ يقاس نصف قطر التكور (R) .
2- تملأ المرآة عندئذ بطبقة رقيقة من الماء ويتم تحريك السهم والحاجز إلى أن نحصل على صورة واضحة جديدة للسهم. هذا الموضع هو مقابل لمركز التكور الظاهرى(C′) ، ومن ثم فلنقسه. R′
3- يمكن الحصول على معامل الانكسار باستخدام المعادلة

$$n_w = R/R'$$

4- كرر الخطوات 1-3 مرتين أخرتين وجدول نتائجك فى جدول واحسب القيمة المتوسطة لمعامل الانكسار.

النتائـــج

المحاولة	R (cm)	R′ (cm)	$n_w = R/R'$
1			
2			
3			
		n_{wav}=	

Edusoft
Innovate to educate