

دليل الطالب في الفيزياء الهندسية
(الكهربية والمغناطيسية والبصريات)
للسنة الاعدادية

إعداد

هيئة تدريس مادة الفيزياء الهندسية

تجربة رقم (1)

(أ) تعيين المستويين الرئيسيين لمجموعة مكونة من عدستين لامتين وإيجاد البعد البؤري المكافئ لهما

إذا سقطت أشعة متوازية على مجموعة مكونة من عدستين لامتين (A ، B) بعديهما البؤريين (f_1 ، f_2)، على الترتيب، وبينهما مسافة (x) أقل من البعد البؤري لأي منهما، كما هو موضح بشكل (1)، فإن الأشعة تلاقى انكساراً عند العدسة (A) ثم مرة أخرى عند العدسة (B) وتتجمع في النهاية عند نقطة تسمى بؤرة المجموعة. وتبعد البؤرة عن العدسة (B) مسافة تسمى البعد البؤري السطحي الأول للمجموعة (S_1). فإذا افترضنا أن عدسة لامة تكافئ عمل العدستين وضعت في مكان ما بينهما بحيث أن الأشعة المتوازية الساقطة من المصدر تتجمع في نفس البؤرة فإن مكان العدسة المكافئة في هذه الحالة يسمى بالمستوى الرئيسي الأول والمسافة بينه وبين بؤرة المجموعة تسمى بالبعد البؤري المكافئ (f_e). فإذا سقطت الأشعة المتوازية من الجهة الأخرى للعدستين، كما هو موضح بشكل (2)، فإنها تلاقى انكساراً عند العدسة (B) ثم عند العدسة (A) ثم تتجمع في البؤرة الثانية للمجموعة وتسمى المسافة بينها وبين العدسة (A) بالبعد البؤري السطحي الثاني (S_2). فإذا وضعنا العدسة المكافئة عند المستوى الرئيسي الثاني فإن الأشعة المتوازية تتجمع مرة أخرى عند البؤرة المكافئة للمجموعة وتقع في هذه الحالة عند نفس البعد البؤري المكافئ (f_e) المقاس في الحالة الأولى والمعرف رياضياً

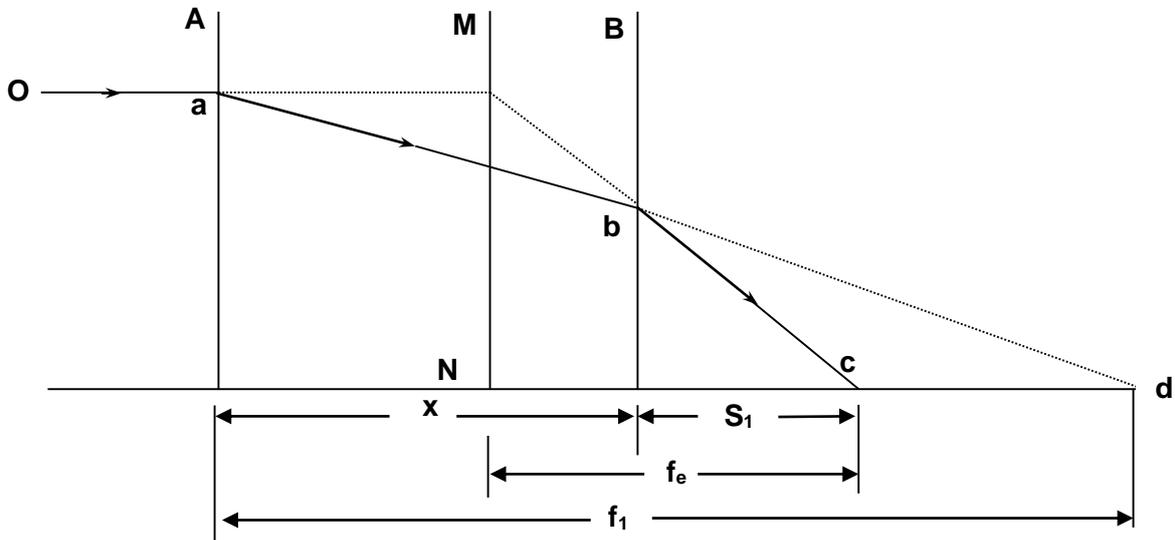
$$(1) \quad \frac{1}{f_e} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{x}{f_1 f_2}$$

بالعلاقة:

ومن ذلك يمكن تعريف المستوى الرئيسي لعدستين لامتين بأنه المستوى الذي يوضع به عدسة واحدة تكافئ عمل العدستين.

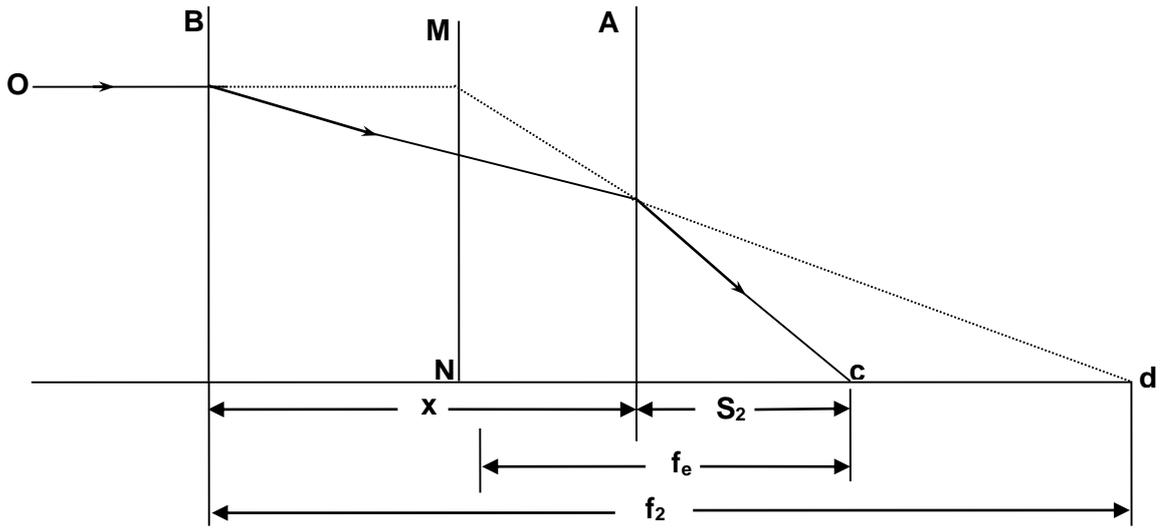
خطوات العمل:

1. ضع المصدر الضوئي أبعد ما يمكن عن العدسة الأولى (A) بحيث تسقط الأشعة عليها متوازية ثم حرك الحائل من الجهة الأخرى للعدسة حتى تحصل على أوضح صورة للمصدر الضوئي فيكون مكان الحائل هو بؤرة العدسة والمسافة بينه وبين العدسة هي بعدها البؤري (f_1).
2. ضع العدسة (B) على بعد (x) من العدسة (A) بحيث تكون (x) أقل من البعد البؤري لأي من العدستين وضع المجموعة المكونة من العدستين على مسافة بعيدة من المصدر الضوئي، بحيث تكون العدسة (A) مواجهة للمصدر الضوئي ثم قم بتحريك الحائل خلف العدسة (B) حتى تحصل على أوضح صورة للمصدر الضوئي.
3. عين البعد البؤري السطحي الأول للمجموعة (S_1) بقياس المسافة بين الحائل والعدسة (B).
4. كرر الخطوة الأولى لحساب البعد البؤري للعدسة الثانية (B) وليكن (f_2).
5. ضع العدسة (A) على نفس البعد (x) من العدسة (B) وعين مكان البؤرة الثانية للمجموعة بتكرار الخطوة الثانية ثم قم بقياس البعد البؤري السطحي الثاني (S_2)، وهو المسافة بين الحائل بعد تكون أوضح صورة عليه والعدسة (A).
6. مثل النتائج بيانياً بقياس رسم مناسب، كما هو موضح بشكل (1)، وذلك برسم محور أفقي وحدد عليه مكان العدسة (A) وبعدها البؤري (f_1).



شكل (1)

7. ارسم شعاع أفقي ساقط (Oa) ينكسر عند مقابلته العدسة (A) ويتجمع في بؤرتها (d).
8. ارسم العدسة (B) على بعد (x) من العدسة (A) وحدد مكان البؤرة الأولى للمجموعة (c)، كما تم قياسها في الخطوة 4، والتي تبعد عن العدسة (B) مسافة (S₁).
9. بعد وضع العدسة (B) يتقاطع الشعاع (ad) معها في النقطة (b) حيث ينكسر مرة أخرى قبل أن يتجمع في بؤرة المجموعة (c).
10. مد الشعاع الساقط من المصدر الضوئي (Oa) على استقامته وكذلك الشعاع (cb) القادم من البؤرة وعين نقطة تقاطعهما وارسم عندها مستقيماً رأسياً (MN) موازياً للعدستين فيكون هو المستوى الرئيسي الأول.
11. عين المسافة (Nc) (مع مراعاة مقياس الرسم) فتكون هي البعد البؤري المكافئ للمجموعة (f_e).
12. كرر الخطوات من (6) إلى (11) للوضع الثاني بعد تبديل مكان العدستين وعين بيانياً مكان المستوى الرئيسي الثاني وقيمة البعد البؤري المكافئ في هذه الحالة، كما في شكل (2).
13. احسب القيمة النظرية للبعد البؤري المكافئ من العلاقة (1).
14. قارن بين القيم الثلاثة للبعد البؤري المكافئ التي حصلت عليها.



شكل (2)

النتائج

f ₁	=	m
f ₂	=	m
x	=	m
S ₁	=	m
S ₂	=	m
f _e	=	m
f _e	=	m
f _e	=	m

من شكل (1):

من شكل (2):

من المعادلة:

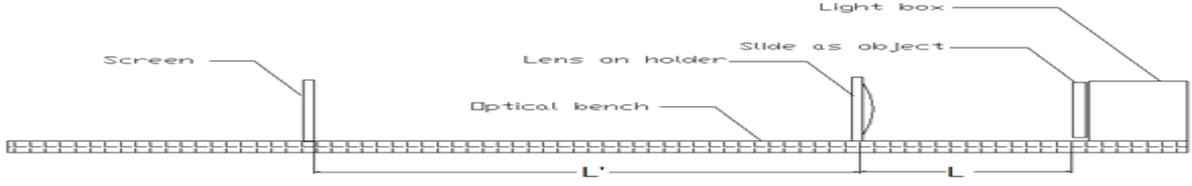
(ب) تحقيق القانون العام للعدسات الرقيقة في الهواء

عند وضع مصدر ضوئي (جسم) أمام عدسة تظهر له صورة تعتمد طبيعتها وبعدها على نوع العدسة وبعده المصدر الضوئي عنها. وتعطى العلاقة بين بعد الجسم وبعده الصورة عن العدسة بالقانون العام للعدسات الرقيقة في الهواء:

$$\frac{1}{v'} = \frac{1}{l} + \frac{1}{f} \quad (1)$$

حيث (f) البعد البؤري للعدسة، (l) بعد الجسم عن العدسة، و (l') بعد الصورة عن العدسة. أيضاً يعرف التكبير المستعرض (M) لجسم بأنه النسبة بين طول الصورة وطول الجسم وهو يساوي أيضاً النسبة بين بعد الصورة عن العدسة وبعده الجسم عنها:

$$M = \frac{v'}{l} \quad (2)$$



شكل (1)

والغرض من التجربة الحالية هو تحقيق المعادلة (1) باستخدام الجهاز الموضح بشكل (1) ومكوناته الأساسية هي مصدر ضوئي، حائل ذو فتحة ضيقة على شكل سهم، عدسة محدبة معلومة البعد البؤري، وحائل لاستقبال الصورة.

خطوات العمل:

1. أضبط الجهاز كما بالشكل ثم ضع العدسة على مسافة (L) من فتحة السهم المضيئة وحرك الحائل للحصول على أوضح صورة ثم عين المسافة (L')

أوضح صورة ثم عين المسافة (L') في هذه الحالة ولاحظ ما إذا كانت الصورة مكبرة أم مصغرة، ومقلوبة أم معتدلة.

2. غير بعد الجسم (L) عدة مرات وفي كل مرة عين بعد الصورة (L') وسجل هذه النتائج.

3. احسب قيمة الطرف الأيمن من المعادلة (1) مع ملاحظة أن إشارة (L) يجب أن تكون سالبة تبعاً لقاعدة الإشارات التي تنص على أن جميع المسافات تقاس بدءاً من قطب العدسة فإذا كان اتجاه القياس في نفس اتجاه الأشعة الضوئية من المصدر تكون المسافة موجبة، وإذا كان اتجاه القياس عكس اتجاه أشعة المصدر تكون المسافة سالبة.

4. قارن نتائج العملية الحسابية بقيمة (L') المقاسة عملياً.

5. احسب التكبير المستعرض (M) المناظر لكل حالة باستخدام المعادلة (2).

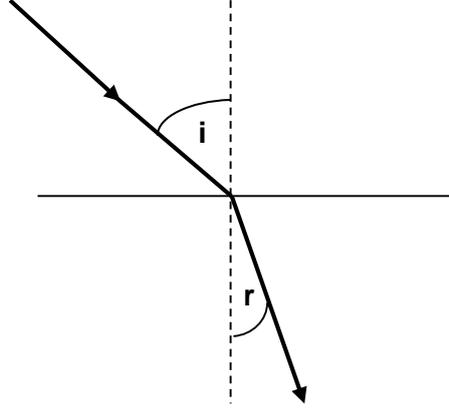
النتائج:

l (m)	l' (m)	$1/l$	$1/l'$	$\frac{1}{l} + \frac{1}{f}$	M

تجربة رقم (2)

أولاً: تحقيق قانون سنل للانكسار

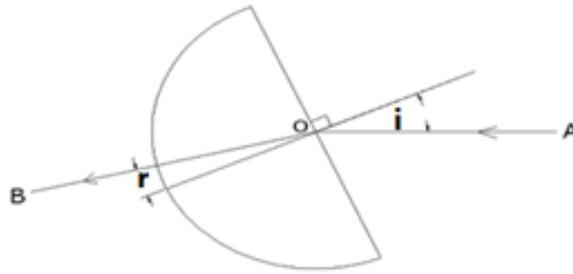
عند سقوط شعاع ضوئي على سطح كاسر يفصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية (أي في سرعة انتشار الضوء بكل منهما) مثل الهواء والزجاج فإنه يحدث انكسار للشعاع الساقط عند مروره إلى الوسط الثاني كما في شكل (1). وتسمى الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمودي على السطح بزاوية السقوط (i) والزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمودي على السطح بزاوية الانكسار (r) والعلاقة بينهما تعطى بقانون سنل (Snell's Law):



شكل (1)

$$\mu_1 \sin(i) = \mu_2 \sin(r)$$

حيث (μ_1) معامل الانكسار المطلق لوسط السقوط، (μ_2) معامل الانكسار المطلق لوسط الانكسار. ويعرف معامل الانكسار المطلق لأي وسط بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعته في هذا الوسط، ولذا فإن قيمته دائماً تكون أكبر من الواحد الصحيح وتساوي (1) في حالة الفراغ أو الهواء فقط، وتبعاً لقانون سنل يجب أن تكون العلاقة بين $\sin(i)$ ، $\sin(r)$ على شكل خط مستقيم وهذا ما سوف نحققه في هذه التجربة. ويوضح شكل (2) الجهاز المستخدم لتحقيق قانون سنل عملياً ومكوناته الأساسية هي: مصدر ضوئي، حائل ذو فتحة مستقيمة ضيقة، قرص دائري مدرج، عدسة أسطوانية.



شكل (2)

خطوات العمل:

1. اضبط الجهاز كما في شكل (2) بحيث تنطبق الحافة المستوية للعدسة الأسطوانية على قطر القرص المدرج المميز بكلمة (component). في هذا الوضع إذا سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح العدسة المستوي عند المركز يكون الشعاع المنكسر دائماً في اتجاه أحد أقطار الاسطوانة مما يجعله متعامداً على السطح عند خروجه منها. كما يجب ملاحظة أن الشعاع الخارج من سطح الأسطوانة لا يعاني أي انكسار وهذا هو السبب وراء اختيار عدسة أسطوانية لمثل هذه التجربة.

2. بدون تغيير وضع العدسة يمكن إدارة القرص المدرج للحصول على زاوية سقوط معينة ولتكن (i).

3. تقاس زاوية الانكسار (r_1) المناظرة لزاوية السقوط (i).

4. أعد قياس زاوية الانكسار المناظرة لنفس زاوية السقوط (i) من الجهة الأخرى للعمود على السطح الكاسر ولتكن (r_2).

5. احسب القيمة المتوسطة لزاوية الانكسار (r_{av}) المناظرة لزاوية السقوط (i).

6. كرر الخطوات السابقة لزاويا سقوط مختلفة أقل من (90°)، وفي كل مرة احسب زاوية الانكسار المتوسطة المناظرة.

7. ارسم العلاقة بين $\sin (r_{av})$ كمحور أفقي، $\sin (i)$ كمحور رأسي، فإذا كانت العلاقة الناتجة على شكل خط مستقيم فإن ذلك يحقق قانون سنل للانكسار. ويكون ميل الخط المستقيم في هذه الحالة مساوياً لمعامل انكسار مادة الأكريليك المصنوعة منها العدسة

النتائج

i	r_1	r_2	r_{av}	$\sin (i)$	$\sin (r_{av})$

Slope =

$\mu_1 = 1.0$ (للهواء)

$\mu_2 =$

ثانياً: دراسة ظاهرتي التشتت الضوئي والانعكاس الكلي للضوء

ترتبط ظاهرتي التشتت الضوئي والانعكاس الكلي بظاهرة انكسار الضوء. تنتج ظاهرة التشتت نتيجة لاختلاف معامل انكسار المادة تبعاً للألوان المختلفة من الأشعة الضوئية ونتيجة لذلك فإن الألوان المختلفة من الضوء سوف تنكسر بزوايا مختلفة اختلافاً بسيطاً. ويمكن تعيين معامل انكسار مادة العدسة لكل لون باستخدام قانون سنل للانكسار.

الزاوية الحرجة:

هي زاوية السقوط من الوسط الأكبر كثافة ضوئية إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية التي عندها يكون الشعاع المنكسر موازياً للسطح الكاسر.

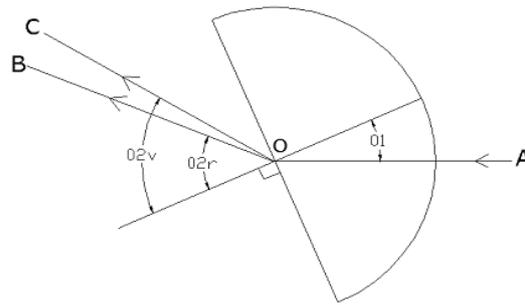
ظاهرة الانعكاس الكلي للضوء:

تحدث إذا سقط شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة وعندئذ فإن الشعاع ينعكس كلياً طبقاً لقانون الانعكاس.

1- التشتت الضوئي

خطوات العمل:

1. اضبط الجهاز كما في شكل (3) بحيث يسقط شعاع ضوئي واحد على السطح المنحني للعدسة الأسطوانية. لاحظ أن هذا الشعاع لا يعاني من أي انكسار عند نفاذه من جدار العدسة الأسطوانية وذلك طبقاً لقانون سنل ($i = r = 0^\circ$).



شكل (3)

2. اضبط القرص المدرج والعدسة بحيث تكون زاوية السقوط على الحافة المستوية للعدسة الأسطوانية (من داخل العدسة) مساوية للصففر واضبط وضع الحائل لترى الشعاع المنكسر.
3. غير زاوية السقوط بإدارة القرص المدرج (دون انزلاق العدسة عن موضعها الابتدائي) ولاحظ صورة الشعاع المنكسر على الحائل. استمر في ذلك حتى تلاحظ تشتت الضوء المنكسر إلى ألوانه.
4. عندما يكون تشتت الضوء المنكسر أوضح ما يمكن عين زاوية الانكسار لكل من اللون الأزرق (θ_{blue}) والأحمر (θ_{red}) وعين أيضا زاوية السقوط (θ_i).
5. عين معاملي انكسار مادة العدسة للونين الأحمر والأزرق، (μ_{red} , μ_{blue})، من العلاقتين:

$$\mu_{blue} \sin \theta_i = \mu_{air} \sin \theta_{blue} = \sin \theta_{blue}$$

$$\mu_{red} \sin \theta_i = \mu_{air} \sin \theta_{red} = \sin \theta_{red}$$

حيث استخدمنا معامل الانكسار المطلق للهواء ($\mu_{air} = 1$).

فيكون معامل انكسار مادة العدسة يساوي:

$$\mu = \frac{\mu_{blue} + \mu_{red}}{2}$$

2- الانعكاس الكلي خطوات العمل:

1. يمكن من بداية التجربة ملاحظة أن جزء من الضوء يعاني من ظاهرة الانعكاس بجانب ظاهرة الانكسار السابق دراستها.
 2. غير زاوية السقوط لقيم أكبر وعين زاوية السقوط التي يبدأ عندها حدوث انعكاس كلي وتعرف هذه الزاوية باسم الزاوية الحرجة (θ_c)، وعندها يختفي الشعاع المنكسر كليةً.
- فيكون معامل انكسار مادة العدسة يساوي:

$$\mu = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

النتائج

$$\begin{aligned} &= \text{زاوية السقوط عند أوضح تشتت } (\theta_i) \\ &= \text{زاوية انكسار اللون الأحمر } (\theta_{red}) \\ &= \text{معامل الانكسار للون الأحمر } (\mu_{red}) \\ &= \text{معامل انكسار مادة العدسة} \\ &= \text{زاوية انكسار اللون الأزرق } (\theta_{blue}) \\ &= \text{معامل الانكسار للون الأزرق } (\mu_{blue}) \\ &= \text{معامل انكسار مادة العدسة} \\ &= \text{الزاوية الحرجة عند بداية الانعكاس الكلي } (\theta_{critical}) \\ &= \text{معامل انكسار مادة العدسة} \end{aligned}$$

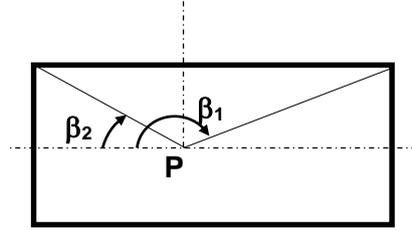
تجربة رقم (3)

دراسة المجال المغناطيسي على محور ملف يحمل تياراً كهربياً

عند مرور تيار كهربى في ملف حلزوني ينشأ داخل الملف خطوط حث مغناطيسي تعطى كثافتها عند أي نقطة على محور الملف بالعلاقة الآتية:

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 n_0 i (\cos \beta_2 - \cos \beta_1) \quad (1)$$

حيث $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A})$ معامل النفاذ المغناطيسي المطلق للهواء، (n_0) عدد لفات الملف في المتر الطولي، (i) شدة التيار الكهربى، والزاويتين (β_1, β_2) هما المحددتين ببداية ونهاية الملف كما هو مبين في شكل (1).



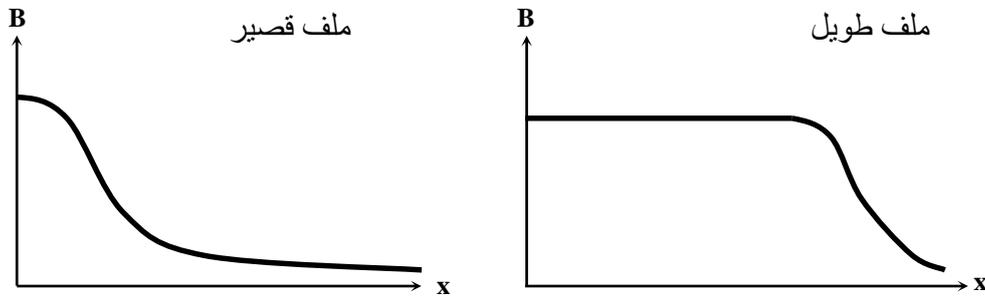
شكل (1)

في حالة الملف الطويل جداً تكون $(\beta_2 = 0)$ ، $(\beta_1 = 180^\circ)$ ويعرف الحث المغناطيسي عند أي نقطة تقع على داخله على المحور بالعلاقة:

$$\begin{aligned} B &= \frac{1}{2} \mu_0 n_0 i [\cos 0 - \cos 180] \\ &= \mu_0 n_0 i \end{aligned} \quad (2)$$

وتجدر الإشارة هنا أن كلمة ملف "طويل" أو "قصير" لا تعني بها الطول المقاس للملف، وإنما يكون الملف طويلاً بمقارنة طوله بنصف قطره. وتعتبر المعادلة (2) صحيحة نظرياً للملف اللانهائي وإن كانت عملياً تنطبق على جميع الملفات ذات الأطوال الكبيرة بالنسبة لأنصاف أقطارها.

ويوضح شكل (2) تغير كثافة الفيض المغناطيسي المتولد على محور ملفين، أحدهما طويل والآخر قصير، مع المسافة (x) المقاسة من منتصف الملف.



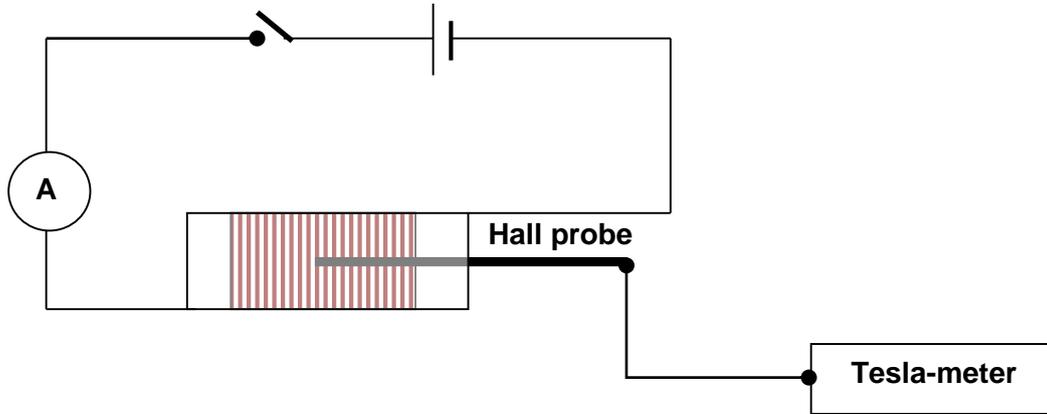
شكل (2)

أما في حالة الملف الدائري فإن كثافة الفيض الناشئ على محوره تعطى بالعلاقة : $B = \frac{\mu_0 i N R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}} \quad (3)$

حيث (R) نصف قطر الملف الدائري، (N) العدد الكلي لللفات، (i) شدة التيار المار به، و (x) المسافة المقاسة من مركز الملف على محوره حتى نقطة تعيين كثافة الفيض المغناطيسي. ولقياس كثافة الفيض المغناطيسي يستخدم مجس هول . وفيما يلي يمكن قياس كثافة الفيض المغناطيسي على محور ملف كدالة في البعد عن منتصفه عند ثبوت شدة التيار:

أ. الملف القصير

1. صل الدائرة كما بشكل (3).
2. ثبت قيمة شدة التيار عند قيمة مناسبة (2 A).
3. قس كثافة الفيض المغناطيسي باستخدام مجس هول عند منتصف الملف القصير ($x = 0$).



شكل (3)

4. حرك المجس للخارج وعين قيمة كثافة الفيض عند قيم متزايدة للمسافة (x) حتى تتعدم كثافة الفيض ، وسجل النتائج في الجدول المخصص لذلك.
5. ارسم العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي (B) والمسافة (x)، كذلك الموضحة في شكل (2).
6. عين قيمة كثافة الفيض عند طرف الملف باستخدام العلاقة (1) وأبعاد الملف.

ب. الملف الطويل

1. كرر الخطوات السابقة (1 – 4) للملف القصير وسجل النتائج بمثل الطريقة السابقة. من الأفضل إجراء هذا الجزء من التجربة عند نفس قيمة شدة التيار في الجزء (أ) حتى تسهل عملية المقارنة بين الجزئين.
2. ارسم العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي (B) والمسافة (x)، كما في شكل (2).
3. عين قيمة (n_0) للملف المستخدم ومن قيمة (B) العملية عند ($x = 0$) احسب (μ_0) من العلاقة (2) وقارنها بالقيمة النظرية ($\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ W/A.m}$).

ج. الملف الدائري

1. كرر الخطوات السابقة (1 – 4) في حالة الملف القصير مستخدماً نفس قيمة شدة التيار (2 A).
2. حرك المجس على محور الملف مسجلاً قيمة كثافة الفيض مع بعد نقطة القياس (x) عن مركز الملف.
3. ارسم العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي (B) والمسافة (x) .
4. باستخدام القيمة العملية للحث المغناطيسي (B) عند ($x = 0$) وقياس نصف قطر الملف، احسب عدد لفات الملف من العلاقة (3).

$$i = 2 \text{ A}$$

x (cm)													
B (mT)													

طول الملف $L =$ m نصف قطر الملف $R =$ m

$\cos \beta_1 =$ $\cos \beta_2 =$

B (عند طرف الملف) = T

ب. الملف الطويل

$$i = 2 \text{ A}$$

x (cm)														
B (mT)														

$n_o =$ turn / m

At ($x = 0$) $B =$ T

μ_o (عملياً) = T m / A

μ_o (نظرياً) = $4 \pi \times 10^{-7} = 1.256 \times 10^{-6}$ T m / A

ج. الملف الدائري

$$i = 2 \text{ A}$$

x (cm)													
B (mT)													

$R =$ m

At ($x = 0$) $B = \frac{\mu_o Ni}{2R} =$ T

$\therefore N =$ turns

تجربة رقم (4)

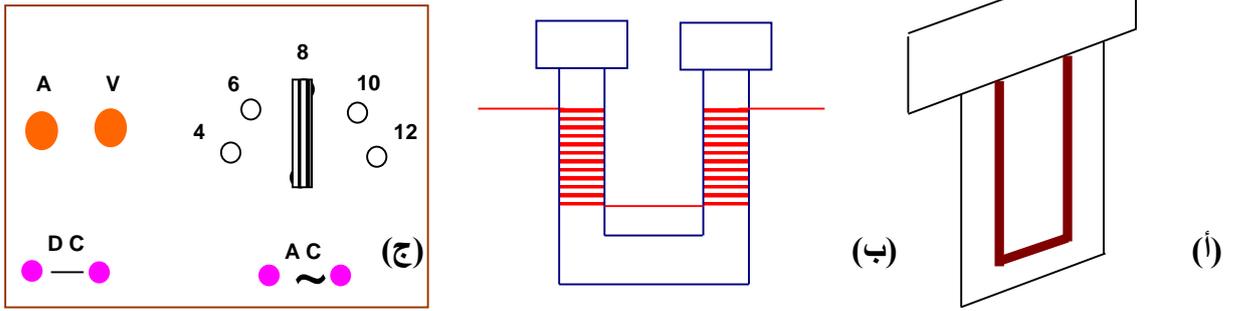
دراسة القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل يحمل تياراً نتيجة وجوده في مجال مغناطيسي

نعلم أن القوة الواقعة على موصل يحمل تياراً كهربياً عند وجوده في مجال مغناطيسي تعطى بالعلاقة:

$$\vec{F} = i \vec{l} \times \vec{B} \quad (1)$$

حيث (i) شدة التيار، (l) الطول الواقع من الموصل داخل المجال المغناطيسي، (B) كثافة الفيض المغناطيسي. وإذا كان اتجاه التيار عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي فإن قيمة القوة تكون أكبر ما يمكن ($F_{\max} = i l B$). وتعتمد فكرة التجربة على وجود موصل معلوم الطول داخل مجال مغناطيسي متغير الشدة عن طريق التحكم في شدة التيار المستمر المولد له. فإذا علق الموصل في ميزان حساس ومر به تيار كهربى فإنه يتأثر بقوة يعتمد اتجاهها على اتجاه سريان التيار، وقياس الفرق في وزن الموصل (قبل وبعد مرور التيار) يمكن حساب القوة المغناطيسية المؤثرة عليه.

الأجهزة المستخدمة في التجربة:



شكل (1)

1. موصل معلوم الطول مثبت على لوح عازل يمكن تعليقه في الميزان الحساس كما هو موضح بشكل (أ-1).
2. مغناطيس كهربى عبارة عن قلب من الحديد المطاوع على شكل حرف (U)، شكل (ب-1)، عليه قطعتين على شكل متوازي مستطيلات يمكن التحكم في وضعهما لتغيير طول الفجوة الهوائية التي يوضع بها الموصل، ويوضع حول القلب الحديدي ملف يحمل تيار كهربى مستمر يمكن التحكم في شدته فيتولد المجال المغناطيسي في الفجوة الهوائية.
3. مولد للجهد والتيار له مخرجين أحدهما يعطى تياراً مستمراً ونحصل من الآخر على تيار متردد، شكل (ج-1)، وحيث أن المطلوب في التجربة مصدرين للتيار المستمر أحدهما لتغذية الملف حتى (A) 1 والآخر لتغذية الموصل حتى (A) 5 فإننا نستخدم قنطرة تقويم (Rectifying Bridge) لتحويل التيار المتردد من مصدر الجهد إلى تيار مستمر.
4. أميتر لقياس شدة التيار المار في الموصل.

ملحوظة: حتى لا يتم تحميل أسلاك التوصيل على الميزان فإنها توصل بمشترك (T-connection) على حامل مرتفع، ثم توصل من المشترك بسلكين من الألومنيوم الخفيف جداً إلى اللوحة التي عليها الموصل.

خطوات العمل:

أولاً: العلاقة بين القوة المغناطيسية وشدة التيار

1. علق الموصل في الميزان بحيث يقع داخل الفجوة الهوائية للمغناطيس الكهربى فيكون في حالة تعليق حر ومتعامد على المجال المغناطيسي. حدد الكتلة الابتدائية للوحة الحاملة للموصل (m_0).
2. تأكد من صحة توصيل دائرتي المغناطيس الكهربى وتمرير التيار الكهربى في الموصل.
3. ثبت شدة المجال عند قيمة متوسطة (مناظرة لجهد المصدر المتردد V 8)، كما هو موضح في شكل (ج-1)، وابدأ في تمرير التيار المستمر في الموصل مبتدئاً بقيمة صغيرة (0.5 A) فنلاحظ اختلال حالة اتزان الملف.
4. أعد ضبط الميزان للحصول على الكتلة التأثيرية الناتجة من الكتلة الأصلية بالإضافة لتلك الناتجة عن القوة المغناطيسية المؤثرة على الموصل، ولتكن قراءة الميزان الجديدة (m).

5. احسب القوة المغناطيسية من العلاقة:

$$F = (m - m_0)g \quad (2)$$

6. غير قيمة شدة التيار تدريجياً إلى (A) 1 ثم إلى (A) 1.5 وهكذا حتى (A) 3 وفي كل مرة احسب القوة المغناطيسية، عن طريق التعويض في المعادلة (2) ودون النتائج في الجدول المعطى.

7. ارسم العلاقة بين القوة المغناطيسية كمحور رأسي وشدة التيار كمحور أفقي تحصل على خط مستقيم ميله يساوي (ℓ) .B)

ثانياً: العلاقة بين القوة المغناطيسية وكثافة الفيض المغناطيسي

8. ثبت شدة التيار المار في الموصل عند قيمة معينة وعين الكتلة الابتدائية للوحة والموصل (m_0).

9. ابدأ بأقل مجال مغناطيسي بأخذ فرق جهد المصدر المتردد بقيمة (V) 4، ثم اضبط الميزان لتحصل على الكتلة التأثيرية (m) عند هذا المجال ومنها احسب القوة المغناطيسية من المعادلة (2).

10. غير قيمة جهد المصدر المتردد تدريجياً من (V) 4 إلى (V) 12 لزيادة كثافة الفيض المغناطيسي، وفي كل مرة احسب القوة المغناطيسية (F) من المعادلة (2).

11. من جدول معايرة الجهاز المستخدم، يمكن تعيين كثافة الفيض المغناطيسي المناظرة لفرق الجهد المختلفة للمصدر:

12. دون النتائج بالجدول المعطى ثم ارسم العلاقة البيانية بين كثافة الفيض على المحور السيني والقوة المغناطيسية على المحور الصادي تحصل على خط مستقيم ميله ($i \ell$).

13. للتأكد من صحة النتائج قارن بين كل من قيمة الميل وحاصل ضرب الثوابت في كل حالة.

النتائج

أولاً: العلاقة بين القوة المغناطيسية وشدة التيار

$\ell =$	m	B =	T	$m_0 =$	kg		
i (A)		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
m (gm)							
F (N)							

slope = N/A (same as T.m)

ثانياً: العلاقة بين القوة المغناطيسية وكثافة الفيض المغناطيسي

$\ell =$	m	i =	A	$m_0 =$	kg	
B (mT)		31.6	61.2	92.7	124.2	155.0
m (gm)						
F (N)						

slope = N/T (same as A.m)

مقارنة قيم الميل بثوابت التجربة

العلاقة البيانية	slope	ثوابت التجربة	حاصل ضرب الثوابت
القوة المغناطيسية وشدة التيار		B =	$\ell =$ B $\ell =$
القوة المغناطيسية وكثافة الفيض		$\ell =$	i = $\ell =$ i $\ell =$