الفيزياء العملية

مقرر الفيزياء الذرية والأطياف

طلاب الفرقة الثالثة كلية التربية بقنا –

شعبة التعليم الأساسى علوم

أستاذ المقرر

/ د حسين محمد محمود

2023-2024م

مقدمة

يسرنا ان نقدم هذا الكتاب لطلبة السنوات الاولى بالجامعات حيث يشمل الكتاب على طرق اجراء التجارب والاساس النظرى لكل تجربة وشرح للظواهر التى تناولتها واثباتها للقوانين والمعادلات الرياضية التى تطبق عليها.

ولقد توخينا فى اسلوبه بساطة التعبير وسهولة اللفظ كى يستطيع الطالب فهمه نظريا وتطبيقه عمليا. كما ان المؤلفون حرصوا على ان تكون مجموعة التجارب العملية التى يحتويها الكتاب قد قام الطالب بدراستها نظريا سواء فى المرحلة الثانوية او فى الفرقة الاولى الجامعية.

فعندما يدرس الطالب نظرية او ظاهرة معينة لابد له من تطبيق عملى لإثبات صحة النظرية او لتفسير هذه النظرية. ويأمل المؤلفون ان يستوعب الطالب اولا محاضراته ثم يلجأ بعد ذلك الى هذا الكتاب لتثبيت معلوماته وللتدريب على التطبيق السليم للقوانين الفيزيائية ولتنمية المواهب وتدريبها عمليا على الاستخدام الامثل للأجهزة والعناية بإجراء التجربة ودقة الملاحظة وتحليل النتائج وتعويد الطلاب عل الدقة فى القياس واجراء الحسابات ورسمها بيانيا.

فهرس المحتويات

مقدمة ١
فهرس المحتويات ٣
معادلات الخط المستقيم ٤
بعض اجهزة قياس الطول المستخدمة ٥
القنطرة المترية ٨
تحقيق قانون اوم عمليا ١٠
المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس ١١
تعيين العزم المغناطيسى لمغناطيس باستخدام مغناطومتر الانحراف ١٣
تحقيق قانون نيوتن للتبريد ١٥
تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب بطريقة "الخلط" ١٨
تعيين المكافئ الميكانيكى الحراري بطريقة (جول) ٢٢
تعيين قوة عدسة محدبة 24
تعيين قوة مرآة مقعرة ٣٠
تعيين معامل انكسار سائل باستخدام عدسة محدبة ٣٥

معادلات الخط المستقيم

تتركز الطرق الرئيسية لتعيين الكميات الطبيعية فى نظام ما بحصر عدد المتغيرات فى هذا النظام الى متغيرين فقط يسمى أحدهما المتغير المستقل وهو الذي يمكننا التحكم فيه وتغييره والاخر يسمى المتغير التابع والذي يكون تغيره تابعا للمتغير المستقل من خلال علاقة رياضية بسيطة يمكننا تمثيلها بيانيا. الامر الذي يودي فى نهاية الامر الى تعيين الكمية الطبيعية المجهولة وابسط هذه العلاقات هى تلك التى يمكننا تمثيلها بيانيا على صورة خط مستقيم ويتم تعيين الكمية الطبيعية المجهولة عادة بمقارنة المعادلة الاساسية للتجربة بالصورة المماثلة لها من المعادلة النظرية (١،٢،٣). حيث هناك ثلاثة انواع للمعادلات الخطية وهي كالاتى:

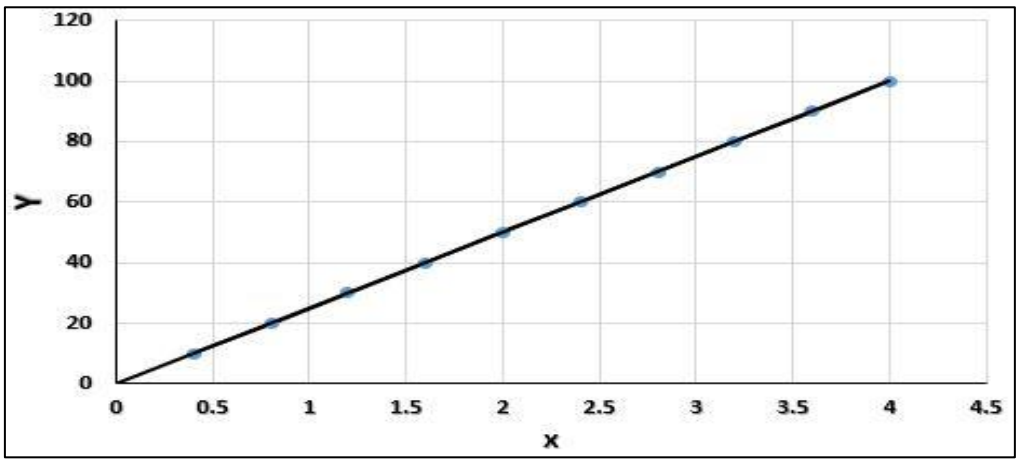
معادلة خط مستقيم يمر بنقطة الاصل وتكتب على الصورة

$$Y= m X$$

حيث X هى المتغير المستقل وYهى المتغير التابع ومن المألوف ان يمثل المتغير المستقل على المحور الافقى والمتغير التابع على المحور الرأسى.

وm تمثل ميل الخط المستقيم وهو ظل الزاوية التى يصنعها هذا الخط مع المحور الافقى ويمكن حسابه باختيار اى نقطتين يمر بهما الخط حيث يكون

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x}$$

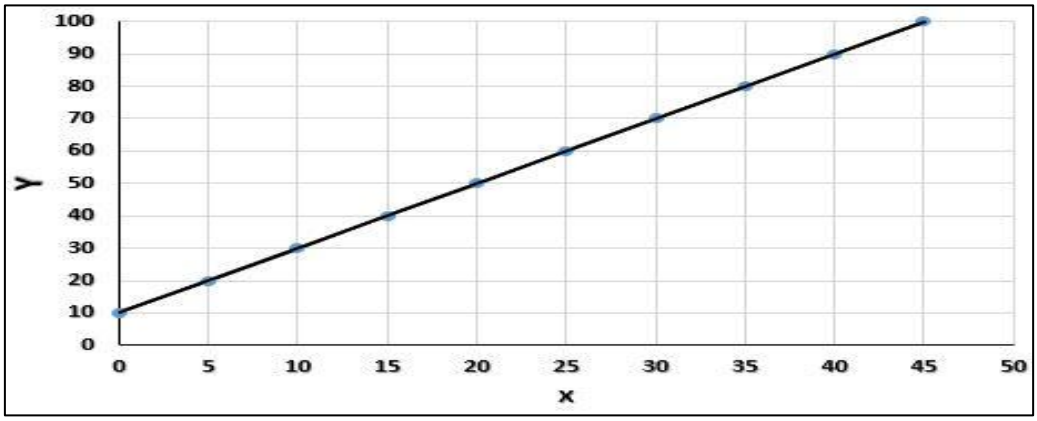


معادلة خط مستقيم يقطع جزء موجب من محور الصادات

$$Y=m X + C$$

حيث C تمثل الجزء المقطوع وm تمثل ميل الخط المستقيم ويمكن حسابه باختيار اى نقطتين يمر بهما الخط حيث يكون

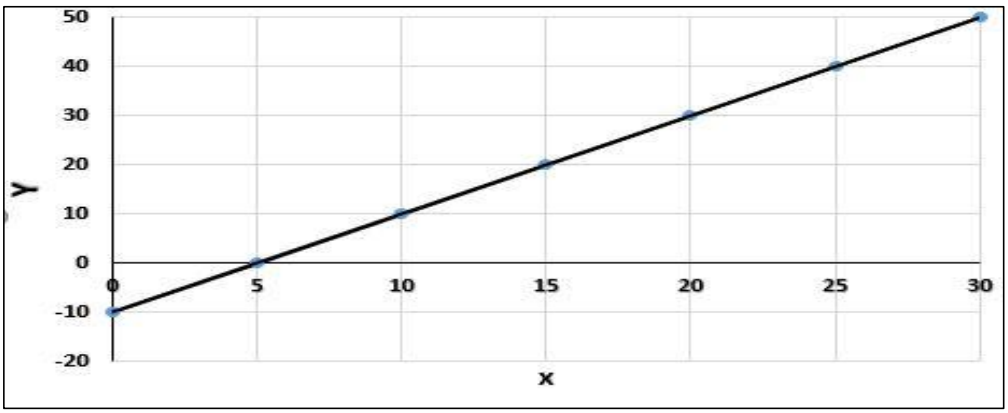
$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x}$$



معادلة خط مستقيم يقطع جزء سالب من محور الصادات

$$Y = m\,X - C$$

حيث C تمثل الجزء المقطوع و m تمثل ميل الخط المستقيم ويمكن حسابه باختيار اى نقطتين يمر بهما الخط حيث يكون $\boldsymbol{m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x}}$

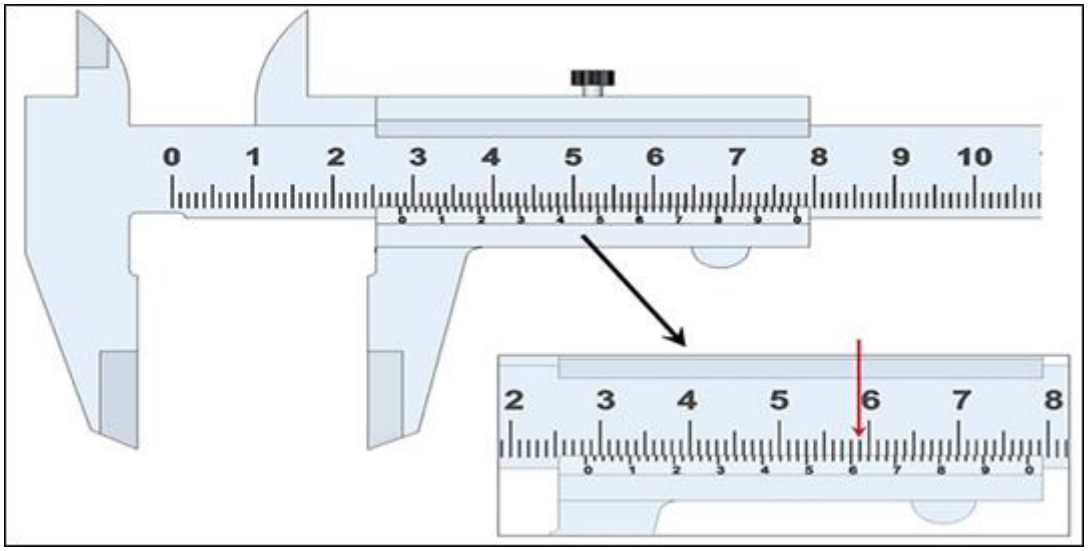


بعض اجهزة قياس الطول المستخدمة

القدمة ذات الورنية: -

وتتركب من تدريج منزلق يمكنه التحرك (الانزلاق) على تدريج اخر وهو التدريج الاساسى ويكون التدريج المنزلق أصغر قليلا من تقسيم التدريج الاساسى. التدريج الاساسى ينقسم الى سنتيمترات وكل سم منها ينقسم الى ١٠ مم والتدريج المنزلق منقسم الى ١٠ اقسام ولكن كل قسم من اقسام التدريج المنزلق يكون اقل من ٠.١ مم منه فى التدريج الاساسى.

ولقياس طول جسم معين يوضع هذا الجسم بين الطرف الثابت والمتحرك للقدمة بحيث تتلامس طرفى التدريج المتحرك والتدريج المنزلق مع نهاية الجسم المواجه له.



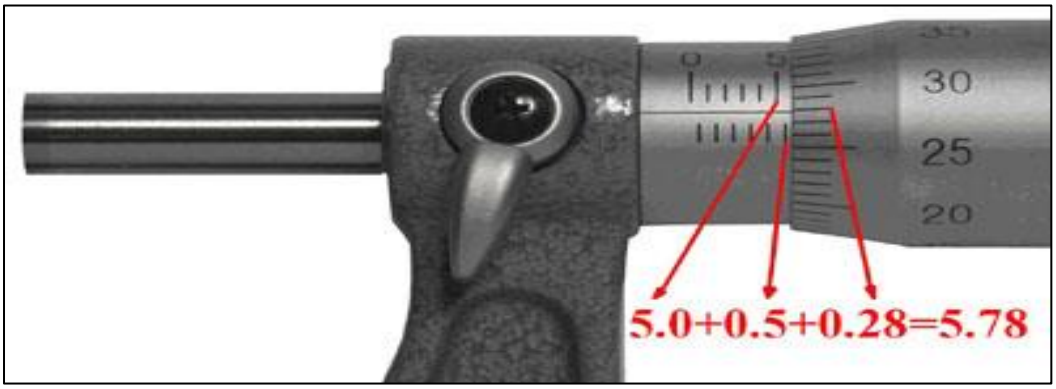
وتؤخذ قراءة التدريج الاساسى التى يشير اليها صفر التدريج المنزلق فتكون هى طول الجسم. وفى حالة عدم انطباق صفر الجزء المنزلق على تدريج صحيح من الجزء الاساسى مثل ان يكون صفر التدريج المنزلق من القدمة منطبقا على الجزء بين 2.8 و2.9 ففى هذه الحالة يبحث عن اى تدريج من الجزء المنزلق يكون منطبقا على اى تدريج من الجزء الثابت (الاساسى) من القدمة ويكون رقم هذا التدريج (فى الجزء المنزلق) هو الكسر العشرى الثانى الذي سيضاف الى 2.8 فاذا كان رقمه 6 مثلا فيصبح طو الجسم 2.86 سم.

الميكرومتر: -

وهذا يعتبر نوع اخر من اجهزة قياس الطول يمكننا من قياسه بطريقة أكثر دقة من القدمة ذات الورنية. وهذا الجهاز يتركب من راس دائرية مدرجة تتحرك على تدريج ثابت مواز لمحور هذه الراس الدائرية. وهذه الراس الدائرية مدرجة الى عدد محدد ومتساوى من الاقسام. وكل دورة كاملة تدورها تعادل ١ مم على التدريج الثابت لذلك فهى تقيس الكسر من المليمتر. فاذا كانت هذه الراس الدائري مقسمة الى ١٠٠ جزء وكان كل دورة كاملة لها تعادل ١ مم من التدريج الثابت فان كل قسم سوف يعادل ١/١٠٠ مم.

وهناك انواع من الميكروميتر يعمل راسها الدائرى المتحرك دورة كاملة تعادل ٠.٥ مم على التدريج الافقى الثابت. فإذا كانت كل دورة كاملة من الراس الدائرى المتحرك تعادل ٠.٥ مم على التدريج الافقى الثابت وكانت هذه الراس الدائري مقسمة الى ٥٠ جزء مثلا فان كل قسم يعادل١/١٠٠ من المليمترات كما بالشكل.

الفك الثابت
الفك المتحرك
الاسطوانة المتحركة
الاسطوانة الثابتة
مقبض الجهاز
Mahr
Micromar 40A
0-25


30
25
20
5.0+0.5+0.28=5.78

القنطرة المترية

الغرض من التجربة

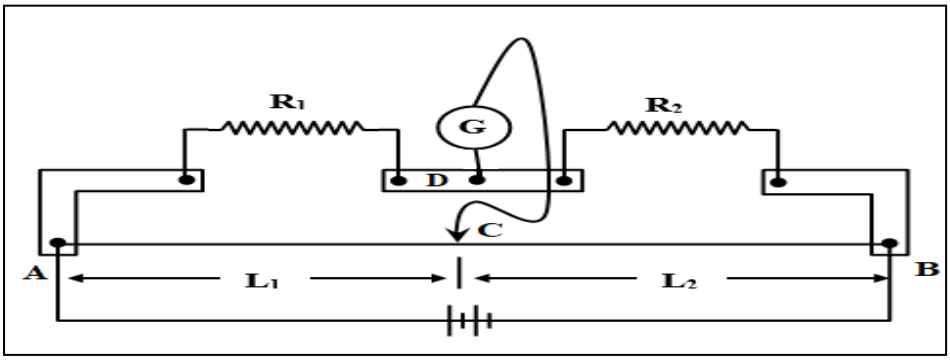
١ - تعيين قيمة مقاومة مجهولة باستخدام القنطرة المترية

نظرية التجربة

القنطرة المترية هى احدى تطبيقات قنطرة هوتيستون والتى تستخدم لقياس مقاومة مجهولة.

وتتركب القنطرة المترية من سلك منتظم المقطع طوله متر مشدود على قاعدة خشبية عليها مسطرة مدرجة وعلى القاعدة ثلاث شرائح من النحاس بها فتحتين لتوصيل المقاومتين R_1، R_2 ويلاحظ اننا جعلنا الاشرطة النحاسية سميكة لكي تكون مقاومتها صغيرة جدا (حيث ان المقاومة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع) فيمكن اهمالها.

ولإيجاد قيمة المقاومة المجهولة R_2 نصل البطارية بين A,B ونصل أحد طرفى الجلفانوميتر بالنقطة D والطرف الاخر بقطعة من النحاس بحيث يمكننا ان نحركها على السلك الرفيع الى ان نجد نقطة الاتزان ولتكن (C) مثلا على السلك يكون عندها الانحراف صفرا.



فكرة التجربة

توصل المقاومة المجهولة R_2وصندوق المقاومات R_1على التوازى مع القنطرة المترية فى الدائرة ونغير فى طول القنطرة المترية الى ان يحدث الاتزان فى الجلفانومتر (أى عند عدم مرور اى تيار فيه أو عدم مرور اى إنحراف فيه) عند النقطة C فإن:

$$I_1 R_1 = I_2 R_3 \qquad (1)$$

$$I_1 R_2 = I_2 R_4 \qquad (2)$$

بقسمة المعادلة (١) على المعادلة (٢) ينتج ان: -

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \qquad (3)$$

حيث أن السلك ABمنتظم المقطع فإن $R_4 = \rho L_2 , R_3 = \rho L_1$ حيث ρ المقاومة النوعية وبالتعويض فى المعادلة (3) نحصل على:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow R_1 = R_2 \frac{L_1}{L_2} \qquad (4)$$

أى أنه عند الاتزان فإن النسبة بين المقاومتين R_3, R_4 تساوى النسبة بين الطولين L_1, L_2.

الأدوات المستخدمة

قنطرة متريه – جلفانومتر – بطارية – صندوق مقاومات – مقاومة مجهولة R_2 – زالق.

خطوات العمل

١- صل الدائرة الكهربية كما هو موضح فى الشكل مع مراعاة ان تكون R_1 مقاوة تؤخذ من صندوق المقاومات، R_2 مقاومة ثابتة مجهولة يراد قياسها.

٢- اقفل الدائرة وحرك الزالق على سلك القنطرة حتى نحصل على موضع الاتزان (عدم انحراف الجلفانومتر) وقس الطول L_1, L_2.

٣- غير المقاومة R_1 وعين موضع الاتزان فى كل حالة وفى كل مرة عين الطول L_1, L_2.

٤- كرر الخطوة (٢) عدة مرات وقس الاطوال التى يحدث عندها الاتزان.

٥- دون النتائج فى جدول وارسم العلاقة R_1 على المحور الراسى وبين L_1/L_2 على المحور الافقى فنحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الاصل.

٦- وجد ميل الخط المستقيم فيكون هو قيمة المقاومة المجهولة.

النتائج

R_1	L_1	L_2	L_1/L_2

ميل الخط المستقيم=

قيمة المقاومة المجهولة =

تحقيق قانون اوم عمليا

الغرض من التجربة

١- تعيين مقاومة مجهولة.

٢- تعيين المقاومة النوعية لموصل.

نظرية التجربة

ينص قانون اوم على ان " **التيار المار خلال موصل ما يتناسب مع فرق الجهد بين طرفى هذا الموصل"** وثابت التناسب هذا يسمى بالمقاومة الكهربية.

مفهوم المقاومة: عند مرور تيار كهربى فى موصل تتصادم الالكترونات المارة بأيونات الموصل فتقل سرعتها وقد تصل للصفر ثم تبدأ سرعتها فى الزيادة مرة اخرى ثم تقل نتيجة للتصادمات، وهكذا يعتبر هذا التصادم بمثابة قوة تعوق حركة الالكترونات وينتج عنها ما يسمى مقاومة الموصل. من نص قانون اوم يتضح ان:

$$V \alpha I$$

$$V = IR$$

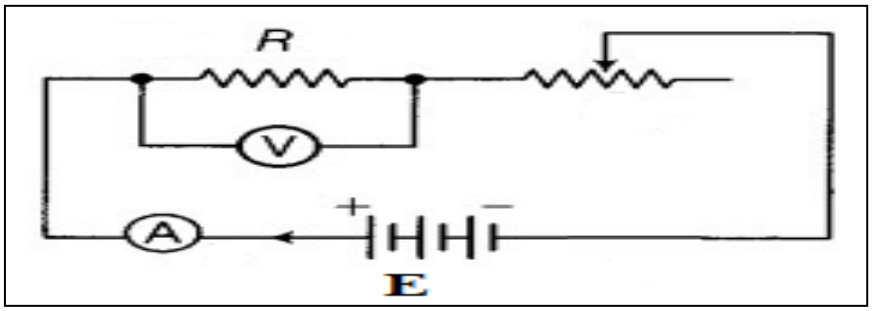
حيث V فرق الجهد، I شدة التيار، R مقدار ثابت يعرف بالمقاومة الكهربية. حيث تقدر بالأوم عند تقدير كل من التيار وفرق الجهد بالأمبير والفولت على الترتيب. وتتناسب مقاومة الموصل تتناسب طرديا مع طول الموصل وعكيسا مع مساحة مقطعه. وثابت التناسب يرمز له بالرمز (ρ) ويعرف بالمقاومة النوعية للموصل. كما هو مبين بالعلاقة التالية:

$$R = \rho L/A$$

ومقلوب المقاومة النوعية للموصل يعرف بمعامل التوصيل الكهربى σ حيث:

$$\sigma = 1/\rho$$

الدائرة المستخدمة



كما هو موضح بالشكل المقابل هى عبارة عن دائرة مكونة من عمود كهربى القوة الدافعة الكهربية له (E) متصل على التوالى مع مقاومة (R) وأميتر لقياس شدة التيار (I)، وريوستات لتحكم عن طريق الزالق فى شدة التيار المار عبر المقاومة، وهناك فولتميتر موصل على التوازى بين طرفى المقاومة لقياس فرق الجهد عبرها.

خطوات العمل

١- صل الدائرة الموضحة بالشكل وقم بتوصيل مصدر الطاقة.

٢- حرك الزالق وخذ قيمة مناسبة لفرق الجهد على الفولتميتر، والقيمة المقابلة لشدة التيار على الاميتر.

٣- كرر الخطوة السابقة عدة مرات مع تغيير قيمة فرق الجهد وسجل النتائج فى الجدول.

٤- ارسم العلاقة بين(V) على الراسى، (I) على المحور الافقى تحصل على خط مستقيم ميله (R).

٥- بمعلومية طول سلك المقاومة L ونصف قطره r عين المقاومة النوعية للسلك ومن ثم عين معامل التوصيل الكهربى.

النتائج: -

V										
I										

المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس

الغرض من التجربة

١ - تعيين المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس.

نظرية التجربة

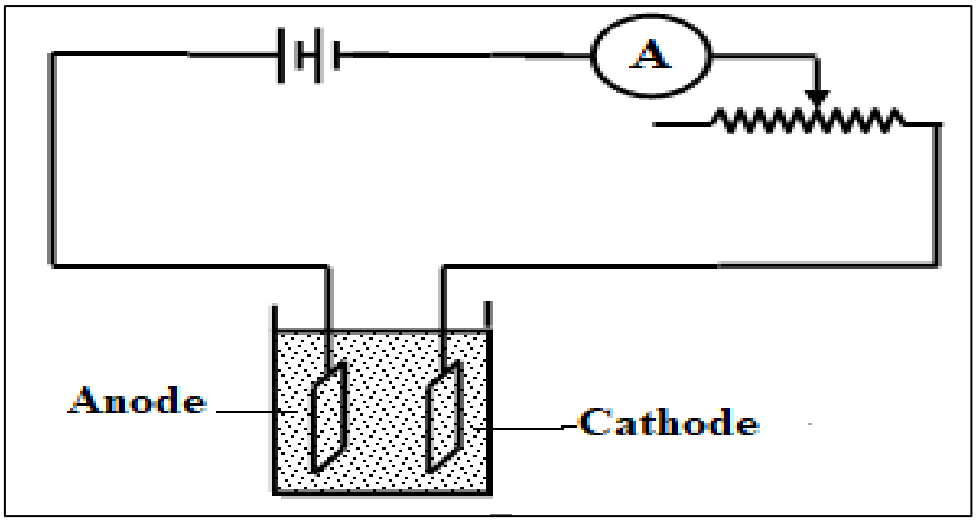
ينص القانون الاول لفارادى على ان الكتلة المترسبة على أحد قطبى الفولتاميتر اثناء عملية التحليل الكهربائى تتناسب مع الشحنة المارة فى الالكتروليت.

فاذا فرضنا ان الكتلة المترسبة هى m وان التيار المار فى الفلتامتر هو I وان زمن مرور التيار هو t فيكون:

$$m \alpha It$$

$$m = Q I t$$

حيث ان الثابت Q ينتج عن وجود تفاعل كيميائى كهربى لذلك سمى هذا الثابت بالمعامل الكيميائى الكهربى ويمكن تعريفه بانه (يساوى عدديا الكتلة بالجرام التى تترسب فى الفلتامتر نتيجة التحليل الكهربائى إذا مرت شحنة مقدارها كولوم واحد فى الفلتامتر. وقيمته تعتمد على نوع المادة المترسبة.



خطوات العمل: -

١ - صل الدائرة الكهربية كما بالشكل.

٢- تأكد ان لوحي الفولتميتر نظيفان، نظف مواضع النحاس بواسطة سنفرة، وقم بوزن المهبط وليكن وزن المهبط m_1.

٣- ضع اللوحين فى مكانهما وصل الدائرة الكهربية معدلا المقاومة المتغيرة حتى نحصل على تيار مناسب وليكن I.

٤- اترك التيار يمر لمدة نصف ساعة.

٥- افتح الدائرة الكهربية ثم جفف الكاثود بحذر كى لا يفقد من وزنه شيئا وذلك بتسخينه تسخينا بسيطا على لهب بنزن.

٦- زن الكاثود ثانيا بدقة وليكن وزنه m_2.

٧- احسب قيمة الكتلة المترسبة m حيث:

$$m = m_2 - m_1$$

٨- احسب المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس من القانون:

$$Q = m / It \qquad \text{gr / amp /sec}$$

النتائج

وزن المهبط قبل امرار التيار	m_1	=	جم
وزن المهبط بعد الترسيب	m_2	=	جم
الزيادة فى وزن المهبط	m	=	جم
زمن مرور التيار	t	=	ثانية
متوسط التيار	I	=	امبير
المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس	Q	=	جم/أمبير/ثانية

تعيين العزم المغناطيسى لمغناطيس باستخدام مغناطومتر الانحراف

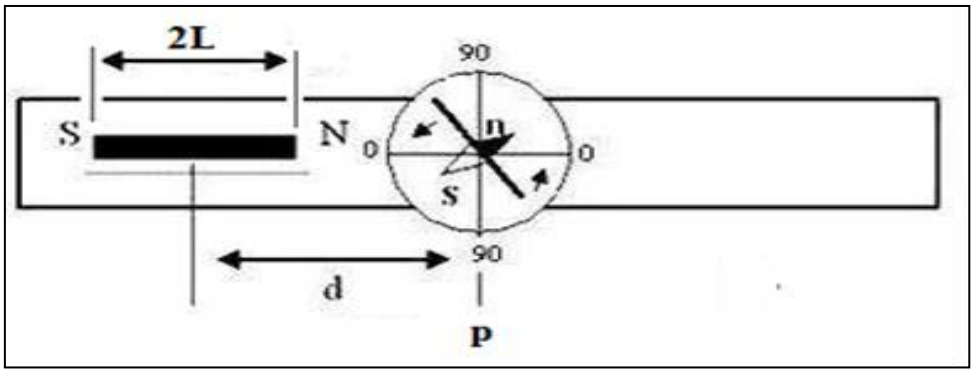
الغرض من التجربة

١- تعيين العزم المغناطيسى لمغناطيس باستخدام مغناطومتر الانحراف.

نظرية التجربة

مغناطومتر الانحراف يتكون من مغناطيس صغير جدا يتحرك حول محور راسى فى مركز تدريج دائرى وحر الحركة فى مستوى افقى ويعين مقدار الانحراف للإبرة (المغناطيس الصغير) بواسطة مؤشر عمودى على الابرة وفى نفس مستواها وله زراعان عليها تدريج مترى يبين المسافة من مركز الابرة.

ولكي نوجد المجال المغناطيسى الناشئ عند النقطة P في الوضع الأول لجاوس نضع قطب شدته الوحدة عند أ ونوجد محصلة القوى المؤثرة عليه فتكون هذه المحصلة هي المجال عند P.



القوى المثرة على قطب شدته الوحدة هى

$$\frac{m}{(d-l)^2} - \frac{m}{(d+l)^2} = \frac{(4ml)d}{(d^2-l^2)^2} = \frac{2Md}{(d^2-l^2)^2}$$

حيث M العزم المغناطيسى، 2L هو الطول المغناطيسى، m شدة القطب

إذا المجال المغناطيسى عند $P = \frac{2Md}{(d^2-l^2)^2}$ اورستد

إذا فرضنا المغناطيس قصير جدا فان المجال عند P يكون $2M / d^3$

وحيث ان الابرة اتزنت عند زاوية مقدارها Θ نتيجة لوضع الابرة تحت تأثير مجالين متعامدين هما المركبة الافقية لمجال الأرض، ومجال المغناطيس.

$$2M / d^3 = H \tan\theta \quad \Longrightarrow \quad d^3 = (2M / H)\cot\theta$$

من ذلك نجد ان العلاقة بين d^3 ، $\cot\theta$ علاقة خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وميل الخط المستقيم $(\frac{2M}{H})$ يمكن إيجاد العزم المغناطيسى بمعلومية المركبة الافقية للمجال الأرضى.

خطوات العمل: -

١- يضبط المغناطومتر بحيث تكون الابرة المغناطيسية عمودية على ذراعى المغناطومتر ويضبط المؤشر على صفرى التدريج.

٢- يوضع المغناطيس المراد تعيين عزمه على مسافة بحيث يكون مركزه يبعد مسافة d عن مركز الابرة وتعيين زاويتا انحراف الابرة.

٣- تبدل أقطاب المغناطيس وتعين مرة اخرى زاويتا انحراف الابرة

٤- تكرر الخطوات السابقة على مسافات مختلفة لا تقل عن خمس مرات.

٥- توضع النتائج في الجدول التالى.

٦- احسب ميل الخط المستقيم ومنه عين العزم المغناطيسى للمغناطيس المستخدم.

النتائج:

H= اورستد

المسافة d	d^3	زاوية الانحراف				متوسط الانحراف	$\cot\theta$
		θ_1	θ_2	θ_3	θ_4		

تحقيق قانون نيوتن للتبريد

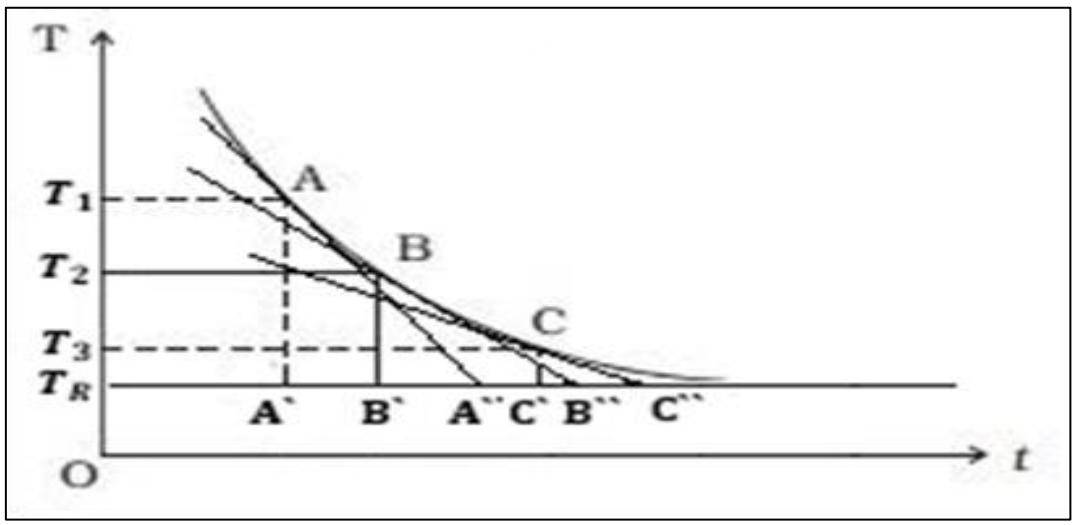
الغرض من التجربة

١- تحقيق قانون نيوتن للتبريد لسائل ما.

نظرية التجربة

إذا ترك جسم ساخن فى وسط بارد فان درجة حرارته تنخفض تدريجيا ويكون الانخفاض سريعا فى البداية ثم يقل تدريجيا حتى تتساوى درجة حرارة الجسم والوسط. وقد درست هذه الظاهرة معمليا واثبت صحتها وصيغت فيما يعرف بقانون **نيوتن** وينص على ان **معدل التبريد يتناسب طرديا مع الفرق بين درجة حرارة الجسم و الوسط**

ولتحقيق القانون عمليا تؤخذ عدة قرارات لدرجة الحرارة لسائل او لجسم ساخن متروك ليبرد فى الهواء وذلك حتى تصل لدرجة حرارة الغرفة - وذلك كل دقيقة - ثم نرسم منحنى التبريد وهو يمثل العلاقة بين درجتى الحرارة T والزمن t ومن هذا المنحنى يمكن تحقيق القانون.



استنتاج القانون

إذا انخفضت درجة حرارة جسم ساخن من (T_2) الى (T_1) فى زمن مقداره Δt فيمكن كتابة "قانون نيوتن " رياضيا فى الصورة:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} \alpha (T_2 - T_1)$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = C (T_2 - T_1) \qquad (1)$$

حيث (C) ثابت نيوتن. وله نفس القيمة عند درجات الحرارة المختلفة($T_1, T_2, T_3, \ldots$)

وبأخذ ثلاث نقاط عند مواضع مختلفة لدرجات الحرارة على منحنى التبريد (شكل ٢) ونرسم عندها المماسات $AA``.BB``.CC``$ وكذلك نسقط منها الاعمدة $AA`.BB`.CC`$ على الترتيب.

ميل المماس عند اى نقطة على المنحنى ($\Delta Y/\Delta X$) يمثل معدل التبريد ($\Delta T/\Delta t$)

العمود الساقط عند اى نقطة من المنحنى يمثل الفرق بين درجتى حرارة الجسم والوسط (ΔT) مع مراعاة ان T_R تمثل درجة حرارة العرفة وبذلك فان قانون نيوتن.

١- عن النقطة (A) وباستخدام معادلة (١) يمكن وضعه على الصورة

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = C_A\,(T_1 - T_R)$$

حيث (C_A) ثابت نيوتن عند النقطة (A)، ومن الشكل (٢) يمكن وضع العلقة السابقة فى الصورة

$$\frac{AA`}{A`A``} = C_A\,AA` \qquad \therefore C_A = \frac{1}{A`A``} \qquad (2)$$

٢- وبالمثل عند النقطة B فان: -

$$\frac{BB`}{B`B``} = C_B\,BB` \qquad \therefore C_B = \frac{1}{B`B``} \qquad (3)$$

٣- وعند النقطة C فان: -

$$\therefore C_C = \frac{1}{C`C``} \qquad (4)$$

حيث C_C، C_B هما ثابتا نيوتن عند النقطتين C، Bعلى الترتيب.

ومن نص قانون نيوتن للتبريد والعلاقة (1) يتضح انه لابد ان تكون الثوابت الثلاث السابقة متساوية اى ان:

$$C_A = C_B = C_C \qquad (5)$$

وبالتعويض من المعادلات (2)، (3)، (4) فى المعادلة (5) ينتج ان:-

$$\frac{1}{A`A``} = \frac{1}{B`B``} = \frac{1}{C`C``}$$

اى انه لكي يتحقق القانون فان: -

$$A`A`` = B`B`` = C`C`` \qquad (6)$$

الأدوات المستخدمة

حمام مائى - مسعر صغير به ثلثيه ماء مثلا (او اى سائل اخر)- قاعدة خشبية - مسعر اسطوانى به قليل جدا من الماء - ترمومتر زئبقى – ساعة إيقاف .

خطوات العمل: -

١- املا مسعر اسطوانى صغير حتى ثلثيه بكمية من سائل وليكن الماء.

٢- سد فوهة المسعر بسدادة الفلين الموجودة بالقاعدة الخشبية وضع ترمومتر فى السدادة لنقيس به درجة الحرارة.

٣- ضع المسعر وبه السائل داخل حمام مائى.

٤- اترك المسعر ليسخن وبه السائل حتى درجة حرارة مناسبة ولتكن ($80\ C^0$).

٥- اخرج المسعر من الحمام المائى وضعه فى المسعر الاسطوانى واتركه ليبرد.

٦- سجل قراءة لدرجة الحرارة (T) كل دقيقة (t) وكرر هذا العمل حتى تصل الى ($30\ C^0$).

٧- ضع النتائج فى جدول.

٨- ارسم العلاقة بين درجة الحرارة (T)، والزمن (t) لتحصل على منحنى التبريد ثم نطبق فى نظرية التجربة لإثبات القانون.

النتائج

الحرارة T	الزمن t	الحرارة T	الزمن t	الحرارة T	الزمن t	الحرارة T	الزمن t

تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب بطريقة "الخلط"

الغرض من التجربة

تعيين الحرارة النوعية للرصاص.

نظرية التجربة

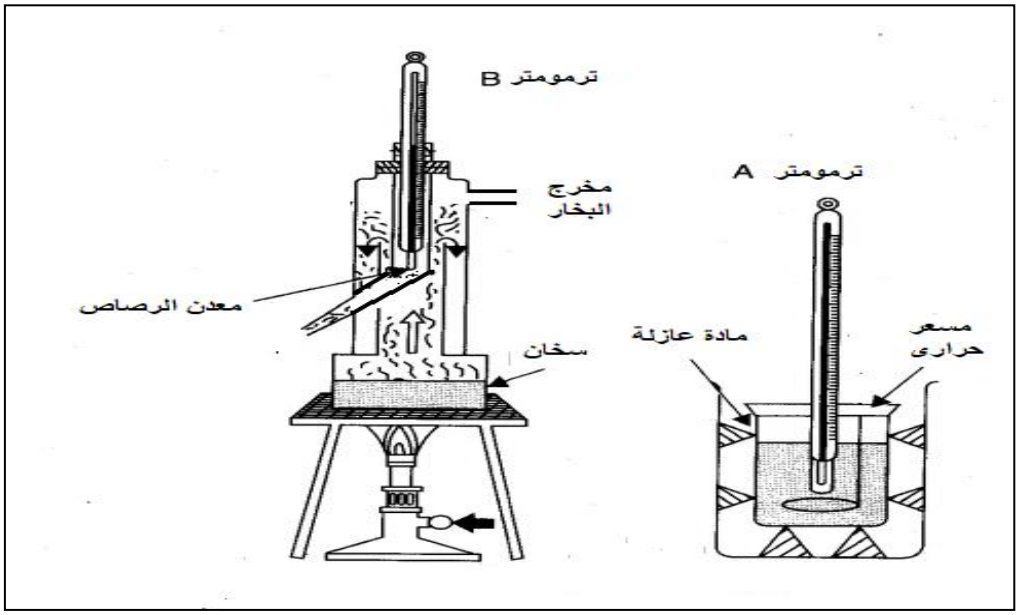
إذا أضيف جسم الى اخر وكانت درجتا حرارتهما مختلفتين فان الجسم الأعلى في درجة الحرارة يفقد كمية من حرارته ويكتسبها الجسم الاخر حتى تتساوى درجة حرارتهما، وتكون كمية الحرارة التي فقدها الجسم الأول = كمية الحرارة التي اكتسبها الجسم الاخر.

وتتناسب كمية الحرارة(Q) تناسب طرديا مع كتلة المادة(M) والتغير فى درجة الحرارة (Δt) حيث:

$$Q \; \alpha \; M \; \Delta t$$

$$Q = S \; M \; \Delta t$$

حيث (S) الحرارة النوعية للجسم الصلب وتعرف بانها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من المادة درجة واحدة مئوية ووحدتها سعر/جرام/درجة مئوية.



فكرة التجربة

نأخذ جسما صلبا كتلته (m) من مادة حرارتها النوعية (s) ونسخنه فى الجهاز الموضح بالشكل الى ان تصل درجة حرارته الى قيمة مناسبة T ولتكن درجة حرارة بخار الماء، ونأخذ كمية من السائل كتلتها (m_1) وحرارتها النوعية (s_1) فى مسعر (a) كتلته (m_2) وحرارته النوعية (s_2) ولتكن درجة حرارتها الابتدائية معا (T_1). وعند ثبات درجة حرارة الجسم الصلب عند درجة

(T) نلقيه فى السائل بسرعة ونقلب المخلوط جيدا ونعين درجة الحرارة الاتزان للمخلوط ولتكن (T_2) فاذا اهملنا كمية الحرارة المفقودة فى المسعر بالحمل والاشعاع فان:-

كمية الحرارة المكتسبة بواسطة المسعر والسائل = كمية الحرارة المفقودة من الجسم الصلب

$$m \cdot S \cdot (T - T_2) = m_1 S_1 (T_2 - T_1) + m_2 S_2 (T_2 - T_1)$$

$$m \cdot S (T - T_2) = (m_1 S_1 + m_2 S_2)(T_2 - T_1)$$

وعليه فإنه يمكن حساب الحرارة النوعية من العلاقة

$$S = \frac{(m_1 S_1 + m_2 S_2)(T_2 - T_1)}{m \cdot (T - T_2)} \qquad (1)$$

الادوات المستخدمة

-مسعر حراري معزول حراريا بوضعه في مسعر خارجى وبينهما مادة عازلة لتقليل الفقد في الحرارة عن طريق الحمل والاشعاع.

- جهاز لتسخين الجسم الصلب – (c) أسطوانة داخلية – (T) ترمومتر لقياس درجة الحرارة.

خطوات العمل

١- ضع كمية مناسبة من الجسم الصلب داخل الانبوبة (c) ثم حركها حتى يتم غلقها بحيث لا تسمح لكرات الجسم الصلب بالنزول.

٢- زن المسعر الداخلى (a) جافا ونظيفا (m_1)، ثم اعد وزنه بعد وضع كمية مناسبة من الماء به، ومن ذلك احسب وزن الماء (m_2)، وسجل درجة حرارتهما (T_1) .

٣- ادخل الترمومتر من سدادة الانبوبة (c) حتى يلامس الجسم الصلب. ثم اوقد لهب بنزن أسفل جهاز التسخين.

٤- انتظر حتى يغلى الماء فى جهاز التسخين ويخرج البخار من الفتحة (d) وتثبت قراءة الترمومتر عند درجة حرارة (T).

٥- أسقط الجسم الصلب بسرعة فى المسعر المعزول حراريا (a). وذلك برفع الانبوبة الداخلية (c) ثم قلب الجسم الصلب فى المسعر وسجل اعلى درجة حرارة الاتزان للمخلوط بالترمومتر ولتكن (T_2).

٦- احسب كتلة الجسم الصلب (m) حيث $m = m_2 - m_1$.

٧- بمعرفة الحرارة النوعية للماء $(s_2 = 1\text{Cal}/\text{gm}/\text{deg})$ وكذلك لمادة المسعر $(s_2 = 0.1\text{Cal}/\text{gm}/\text{deg})$ وبالتعويض فى القانون (١) يمكن حساب قيمة الحرارة النوعية للجسم الصلب (S).

النتائج

- كتلة المسعر فارغا m_1 = جم
- كتلة المسعر والماء معا = جم
- كتلة الماء المستعمل m_2 = جم
- كتلة المسعر ومحتوياته بعد الخلط = جم
- كتلة الجسم الصلب المستعمل m = جم
- درجة حرارة الماء والمسعر قبل الخلط T_1 = درجة مئوية
- درجة حرارة الجسم قبل الخلط T = درجة مئوية
- درجة حرارة المخلوط عند الاتزان T_2 = درجة مئوية

نعوض من النتائج السابقة فى المعادلة التالية نحصل على الحرارة النوعية للجسم الصلب(S).

$$S = \frac{(m_1 S_1 + m_2 S_2)(T_2 - T_1)}{m\,.\,(T - T_2)}$$

تعيين المكافئ الميكانيكى الحراري بطريقة (جول)

الغرض من التجربة

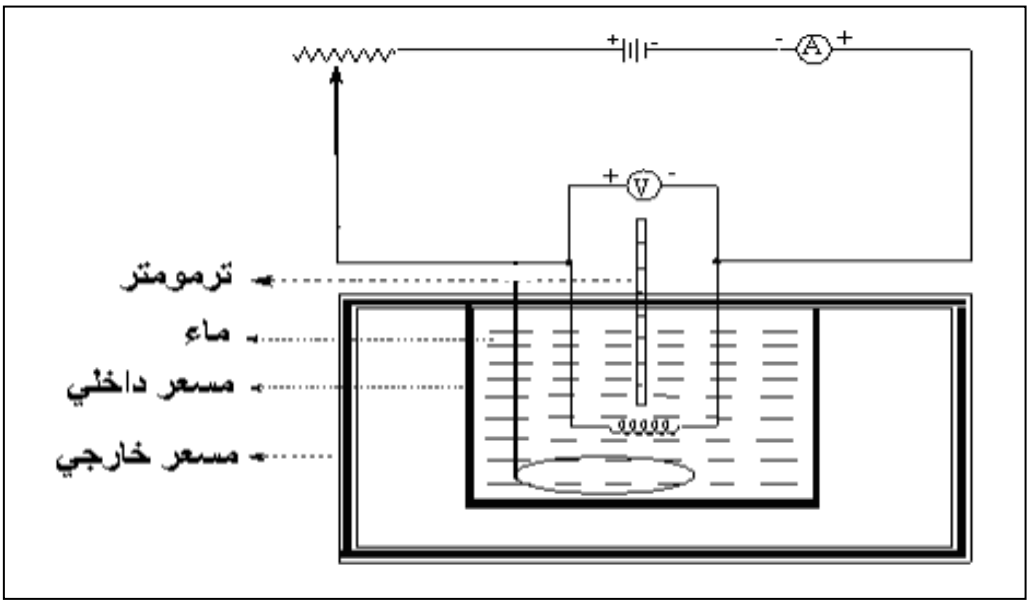
١- دراسة خاصية التأثير الحراري للتيار الكهربى.

٢- تعيين المكافئ الميكانيكى الحراري.

نظرية التجربة

من المعروف ان المقاومة الكهربية تنتج من تصادم الالكترونات الحرة بأيونات الموصل ومعنى هذا ان الالكترونات الحرة تفقد طاقة حركتها (التى اكتسبتها بتأثير المجال الكهربى) عند تصادمها بالأيونات المذكورة، وهذا يؤدى الى اتساع سعة اهتزاز الايونات حول موضع استقرار ها، مما يؤدى الى ارتفاع درجة حرارة الموصل. اى ان الطاقة الكهربية تتحول الى طاقة حرارية. فلو مر تيار فى مقاومة فان هذه المقاومة سوف ترتفع درجة حرارتها.

وينص قانون جول على انه إذا تحولت الطاقة الكهربية فى موصل ما تحولا كاملا الى طاقة حرارية فان النسبة بين الطاقة الكهربية المبذولة الى الطاقة الحرارية المتولدة تكون نسبة ثابتة دائما تدعى المكافئ الميكانيكى الحرارى (مكافئ جول(J ويساوى ٤.١٨ جول/سعر.



القانون المستخدم

إذا مر تيار شدته (I) امبير لمدة زمنية t ثانية فى موصل فرق الجهد بين طرفيه (V) فولت كانت الطاقة المستهلكة بين هاتين النقطتين تساوى (VIt جول) وهذه الطاقة تظهر على شكل حرارة وتكون كمية الحرارة المتولدة قدرها (H) سعر بحيث ان: -

$$J = V\,I\,t/H \qquad (1)$$

ومن هذه المعادلة يتضح انه لتقدير قيمة (J) يلزم معرفة الطاقة الحرارية المتولدة نتيجة مرور التيار الكهربى فى السلك، التى يمكن تعينها عن طريق نقلها الى مسعر حراري نحاس به ماء وتحسب (H) من العلاقة: -

$$H = (m_1 . S_1 + m_2 . S_2)(T_2 - T_1) \qquad (2)$$

حيث m_1 كتلة المسعر النحاس فارغا. m_2 كتلة الماء.

S_1 هى الحرارة النوعية للمسعر النحاسى وتساوى ٠.١ سعر / جرام / م°.

S_2 الحرارة النوعية للماء وتساوى ١ سعر /جرام / م°.

T_1 درجة الحرارة الابتدائية للمسعر والماء قبل مرور التيار.

T_2 درجة الحرارة النهائية للمسعر الماء بعد مرور التيار زمن t.

الادوات المستخدمة

مسعر مملوء بكمية من الماء تكفي لغمر سلك التسخين المصنوع من التنجستن، ومعزول حراريا وذلك بوضعه فى مسعر خارجى وبينهما عازل من اللباد لتقليل الفقد فى الحرارة بالحمل والاشعاع (T) ترمومتر لقياس درجة الحرارة – بطارية – اميتر – فولتميتر – ريوستات – ساعة إيقاف - أسلاك توصيل

خطوات العمل

١- احضر مسعرا واعرف كتلته m_1 ونفرض ان الحرارة النوعية لمادة المسعر S_1

٢- نضع بالمسعر السائل المعلوم حرارته النوعية بحيث يكفي هذا السائل لغمر السلك الذي سيولد الحرارة ونعين وزن الماء m_2 وحرارتها النوعية S_2.

٣- سجل درجة الحرارة الابتدائية للماء والمسعر T_1.

٤- صل الدائرة الكهربية كما بالشكل واضبط الريوستات بحيث يمر تيار مناسب فى الدائرة عند قفلها (حوالي ٢ امبير) وعين قراءة الفولتميتر (V) وان تكون قيمهم ثابتة طول التجربة.

٥- باستخدام ساعة الايقاف عين الزمن الذي ترتفع فيه درجة الحرارة بمقدار (T2=5C0) اعلى درجة الحرارة الابتدائية (T_1).

٦- عوض فى المعادلات السابقة بالقيمة المقاسة تحصل على المكافئ الميكانيكى الحراري.

النتائج

كتلة المسعر فارغ ونظيف m_1 = جرام

كتلة المسعر وبه كمية كافية من الماء = جرام

كتلة ماء m_2 = جرام

درجة الحرارة الابتدائية T_1 = درجة مئوية

شدة التيار I = امبير

فرق الجهد V = فولت

زمن مرور التيار t = ثانية

درجة الحرارة النهائية T_2 = درجة مئوية

كمية الحرارة المتولدة

$$H = (m_1 . S_1 + m_2 . S_2)(T_2 - T_1) =$$

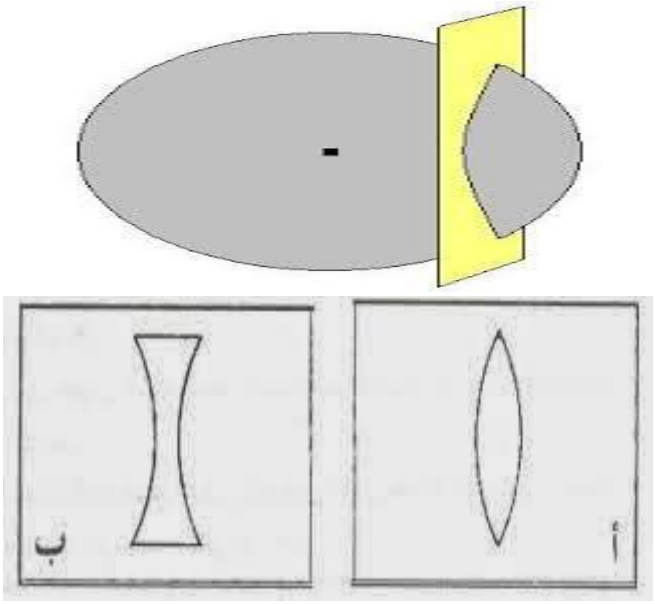
المكافئ الميكانيكي الحراري

$$J = \frac{V\ I\ t}{H} =$$

تعيين قوة عدسة محدبة

نظرية التجربة

العدسة هى وسط شفاف كاسر للضوء محدد بسطحين كريين او سطح كرى واخر مستوى وهي تصنع من انقى انواع الزجاج او الكوارتز كما تصنع بعض انواعها من مواد اخرى شفافة.



شكل (١)

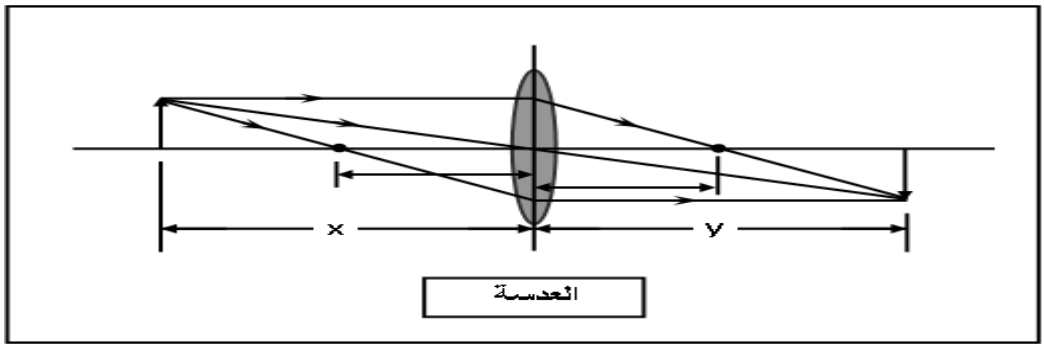
وهناك عدة انواع من العدسات نجد ان اكثرها شيوعا نوعان هما:

١- **العدسات المحدبة (مجمعة):** وتتميز بأنها سميكة من الوسط ويقل سمكها تدريجيا نحو حافتها.

٢- **العدسات المقعرة (مفرقة):** وتتميز بأنها رقيقة من الوسط ويزداد سمكها تدريجيا نحو حافتها.

فيما يلي تعريفات هامة لبعض المصطلحات الخاصة بالعدسات ...

- **مركز تكور وجه العدسة:** - هو مركز الكرة التى يكون هذا الوجه جزءا منها.
- **المحور الاصلى للعدسة:** - هو المستقيم المار بمركزى تكور وجهي العدسة.
- **المركز البصري للعدسة:** - هو نقطة وهمية فى باطن العدسة والشعاع الضوئى المار بها لا يعاني اى انكسار.
- **المحور الثانوى للعدسة:** - هو اى خط يمر بالمركز البصري للعدسة غير محورها الاصلى.
- **البؤرة الاصلية للعدسة:** - هى نقطة تجمع الاشعة او امتدادها بعد نفادها من العدسة – وهي اما حقيقية فى العدسة المحدبة وتقديرية فى العدسة المقعرة.
- **البعد البؤرى للعدسة**: - هو المسافة بين البؤرة الاصلية والمركز البصري للعدسة.
- **نصف قطر تكور وجه العدسة = ضعف البعد البؤرى.**



- **تعيين مسار الاشعة فى العدسات: -**

١- الشعاع الساقط على العدسة مارا بالمركز البصري ينفذ على استقامته دون ان ينكسر.

٢- الشعاع الساقط موازيا للمحور الاصلى ينفذ من العدسة بحيث يمر هو او امتداده بالبؤرة الاصلية.

٣- الشعاع الساقط على العدسة مارا هو او امتداده بالبؤرة الاصلية ينفذ موازيا للمحور الاصلى.

الغرض من التجربة

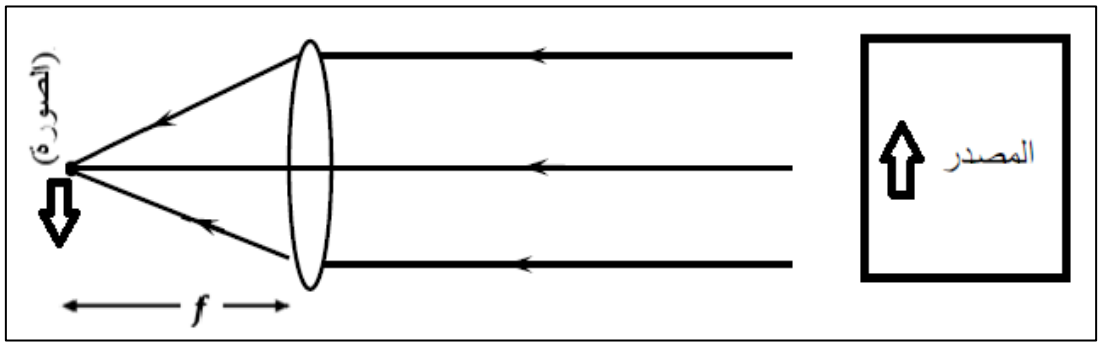
ايجاد قوة عدسة محدبة.

وتعرف قوة العدسة بمقدار التمايل الذي تحدثه فى حزمة من الاشعة المتوازية وتقاس قوة العدسة بالديوبتر وهو ١٠٠/١ من الزاوية النصف قطرية ويمكن ايجاد قوة العدسة بعدة طرق منها: -

اولا طريقة الجسم البعيد: -

النظرية: -

عند وضع مصدر ضوئي بعيد عن العدسة فى هذه الحالة تعتبر الاشعة الساقطة على العدسة اشعة متوازية ولذلك تتجمع فى البؤرة. وبذلك المسافة بين العدسة والصورة تمثل البعد البؤرى للعدسة.



الأدوات المستخدمة:

عدسة محدبة – حامل – مصدر ضوئى-مسطرة- حائل لاستقبال الصورة.

خطوات العمل: -

١ - توضع العدسة على حامل أمام الجسم المضيء وعلى بعد كبير منه حوالي (٣متر) حتى يمكن اعتبار الأشعة الساقطة عليه متوازية.

٢ - يوضع حائل خلف العدسة ويحرك الحائل حتى تحصل علي أوضح صورة للجسم المضيء.

٣-تقاس المسافة بين الحائل والعدسة فتكون هي البعد البؤري (f).

٤-توجد قوة العدسة ديوبتر حيث (f) بالسنتيمتر.

النتائج: -

بعد المصدر(الصورة) عن العدسة =

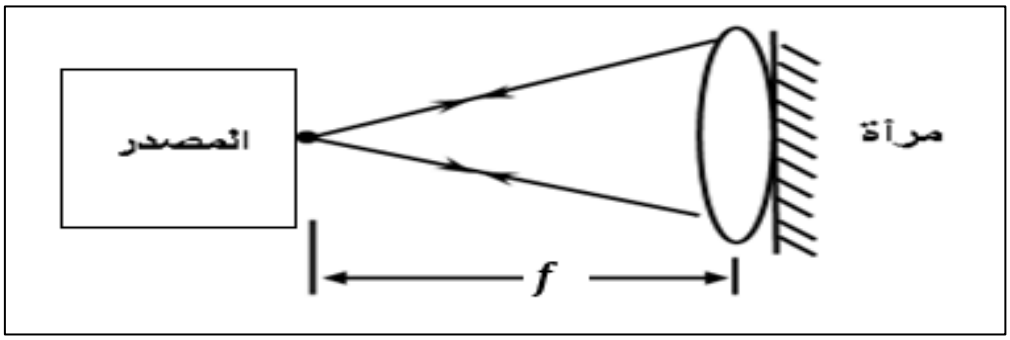
قوة العدسة =

$$F = \frac{100}{f} =$$ ديوبتر

ثانيا: طريقة انطباق الصورة على الجسم: -

نظرية التجربة: -

عند تحريك عدسة امام مصدر ضوئى وخلفها مرآة مستوية. حتى تتكون الصورة على المصدر الضوئى فان ذلك يتطلب ان تخرج الاشعة الساقطة على سطح العدسة متوازية وفي اتجاه عمودى على المرآة فترتد تم تسقط متوازية على العدسة ومن ثم تتكون صورة على المصدر في هذه الحالة يجب ان يكون المصدر موجود في بؤرة العدسة.



الأدوات المستخدمة:

مصدر ضوئى- عدسة لامة- مسطرة- مرآة مستوية- حامل.

خطوات العمل: -

١ - نضع العدسة المحدبة على حامل امام المصدر الضوئي ثم نضع مرآة مستوية خلف العدسة وملاصقة لها.

٢- نحرك العدسة والمرآة بعيدا عن المصدر الضوئي حتى نحصل على صورة واضحة على المصدر ومطابقة له.

٣- نقيس المسافة بين المصدر والعدسة هي تمثل البعد البؤرى للعدسة ومنها نحسب القوة.

النتائج: -

بعد المصدر(الصورة) عن العدسة =

$$F = \frac{100}{f} =$$ ديوبتر

ثالثا الطريقة العامة: -

النظرية: -

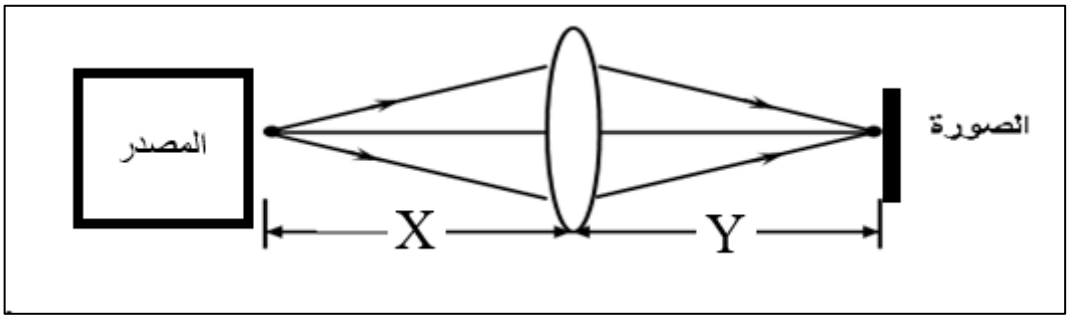
من القانون العام للعدسات نجد ان: -

$$Y' = -X' + F$$

حيث Y' تسمى التمايل النهائي وتعطى من العلاقة $Y' = \frac{100}{Y}$ ، حيث Y بعد الصورة عن العدسة مقاس بالسم، X' تسمى التمايل الابتدائى وتعطى من العلاقة $X' = \frac{100}{X}$، حيث X بعد الجسم عن العدسة مقاس بالسنتيمتر

F قوة العدسة وتساوى $F = \frac{100}{f}$ ، حيث f البعد البؤرى للعدسة

والمعادلة السابقة هي معادلة خط مستقيم بين X'، Y' ميله =-١ والجزء المقطوع من المحور الراسى هو عبارة عن قوة العدسة (F).



الأدوات المستخدمة:

عدسة محدبة – حامل – مصدر ضوئى-مسطرة- حائل لاستقبال الصورة.

خطوات العمل: -

١- ضع العدسة على الحامل وعلى بعد مناسب من المصدر.

٢- حرك الحامل على الجانب الاخر للعدسة حتى تحصل على اوضح صورة ممكنة.

٣- قس المسافة X بين المصدر والعدسة ومنه نعين التمايل الابتدائى X`

٤- قس المسافة Y بين العدسة والصورة ومنه اوجد التمايل النهائى Y`

٥- كرر ما سبق لنفس العدسة باختيار مسافات X المختلفة وسجل قراءات فى جدول.

٦- ارسم العلاقة الخطية Y` = - X` + F ومنها تحصل على خط مستقيم ميله (-1) ويقطع محور Y` فى F.

جدول النتائج

X	Y	X'	Y'

الجزء المقطوع من محور الصادات $=F_1$

الجزء المقطوع من محور السينات $=F_2$

متوسط قوة العدسة =

$$\boldsymbol{F} = \frac{\boldsymbol{F_1 + F_2}}{\boldsymbol{2}} =$$ ديوبتر

تعيين قوة مرآة مقعرة

نظرية التجربة: -

يمكن تعريف المرأة الكرية بانها السطح الناتج من تقاطع كرة عاكسة بمستوى

وهناك نوعان من المرايا الكرية.

مرآة مقعرة وهي التي يكون سطحها العاكس جزء من السطح الداخلى لكرة.

مرآة محدبة وهي التي يكون سطحها العاكس جزء من السطح الخارجي لكرة.

مركز تكور المرآة: هو مركز تكور الكرة التي قطعت منها المرآة.

نصف قطر تكور المرآة: هو المسافة بين مركز المرآة وأي نقطة على سطحها.

بؤرة المرآة: عندما تسقط حزمة من الاشعة المتوازية والموازية للمحور الاصلي على سطح مرآة كريه فإنها تنعكس بحيث تتجمع هي وامتداداتها في نقطة تعرف بالبؤرة الاصلية (في حالة المرآة المحدبة تعرف بالبؤرة التقديرية).

قطب المرآة: - هو النقطة المتوسطة على سطح المرآة.

ملحوظة هامة جدا: -

١- جميع المسافات – مقاسة من قطب المرأة تكون **سالبة** في اتجاه انتشار الضوء **وموجبة** في الاتجاه المضاد لانتشار الضوء.

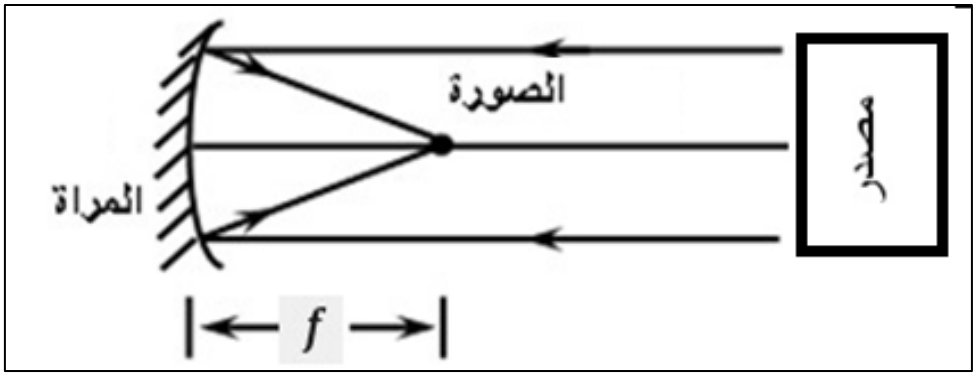
٢- يكون البعد البؤرى **موجبا** للمرأة المقعرة و**سالبا** للمرأة المحدبة.

الغرض من التجربة

هو تعيين قوة مرآة لامة (مقعرة). ويمكننا تحقيق هذا الغرض بعدة طرق منها: -

أولا: طريقة الجسم البعيد: -

إذا وضع مصدر ضوئى على بعد كبير من المرآة المقعرة فالأشعة الساقطة على سطح المرآة تكون تقريبا متوازية ولذلك تتجمع في بؤرة المرآة. ويمكن استخدام هذه الحقيقة لإيجاد البعد البؤرى التقريبى للمرآة المقعرة كما يلي: -



الأجهزة والأدوات المستخدمة

مرآة مقعرة – حامل مرايا – مصدر ضوئى – مسطرة-حائل.

خطوات العمل: -

١- ضع المرآة المقعرة امام مصدر ضوئى بعيد

٢- ضع الحائل امام للمرآة بعيدا عن طريق سقوط الاشعة على المرآة.

٣- حرك المرآة حتى تحصل على أوضح صورة للمصدر.

٤- قس المسافة بين المرآة والحائل فتكون هي البعد البؤرى للمرآة(f).

٥- طبق العلاقة الاتية لإيجاد قوة المرآة حيث:

$$= F = \frac{100}{f} =$$ ديوبتر

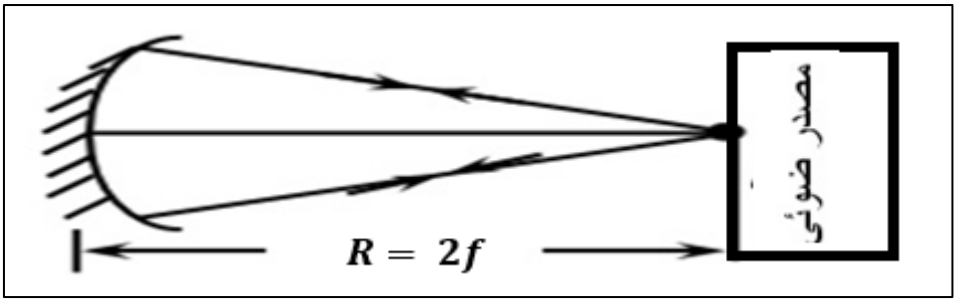
النتائج: -

البعد البؤرى (f) = سم

قوة المرآة $F = \frac{100}{f}$ = ديوبتر

ثانيا: طريقة انطباق الصورة على الجسم: -

إذا انطبقت الصورة على المصدر الضوئى يقضى ان تنعكس الاشعة الساقطة على سطح المرآة في نفس الطريق وهذا لا يتأتى الا إذا كان الجسم في مركز تكور السطح العاكس حتى تكون الاشعة عمودية ولذلك فالمسافة بين سطح المرآة والمصدر الضوئى مساوية لنصف قطر تكور المرآة (R).



الأجهزة والأدوات المستخدمة: -

مرآة مقعرة – حامل مرايا – مصدر ضوئى – مسطرة-حائل.

خطوات العمل: -

١- ضع المرآة امام المصدر الضوئى.

٢- حرك المرآة حتى تحصل على صورة واضحة منطبقة على المصدر.

٣- قس المسافة بين المصدر والمرآة وهي تمثل نصف قطر تكور المرأة.

$$R = 2f$$

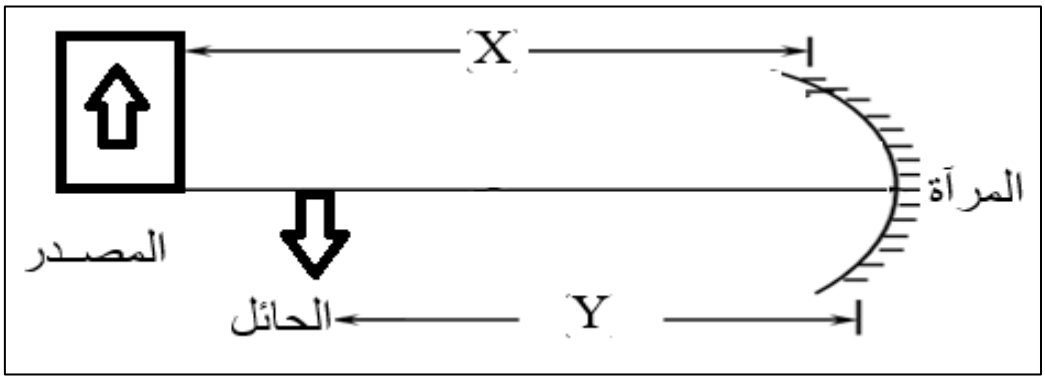
النتائج: -

نصف قطر تكور المرآة (R) = سم

البعد البؤرى $(f = \frac{R}{2})$ = سم

ديوبتر $F = \frac{100}{f} = \frac{200}{R}$

ثالثا الطريقة العامة: -



من القانون العام للمرايا نجد ان: $Y' = -X' + F$

حيث Y' تسمى التمايل النهائي وتعطى من العلاقة $Y' = \frac{100}{Y}$

حيث Y بعد الصورة عن السطح العاكس مقاس بالسم

X' تسمى التمايل الابتدائى وتعطى من العلاقة $X' = \frac{100}{X}$

حيث X بعد الجسم عن السطح العاكس مقاس بالسنتيمتر

F قوة العدسة وتساوى $F = \frac{100}{f}$

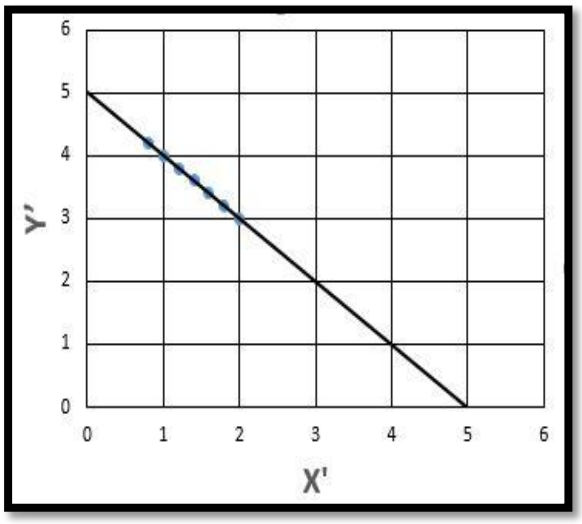
حيث f البعد البؤرى للمرآة.

والمعادلة يمكن تمثيلها بخط مستقيم إذا رسمت X' على المحور الافقي، Y' على المحور الرأسي، الجزء المقطوع من المحور الرأسي يمثل قوة المرآة.

الأدوات المستخدمة

مرآة مقعرة – حامل مرايا – مصدر ضوئى – مسطرة-حائل.

خطوات العمل: -



١- نوضع المرآة المقعرة على الحامل بحيث يكون سطحها العاكس في مواجهة المصدر الضوئي وعلى مسافة بعيدة عنه ولنكن (X).

٢- يحرك حائل بين المصدر الضوئي والمرآة بحيث تحصل على صورة واضحة للجسم، ويلاحظ انه من المستحسن وضع المرآة بميل بسيط حتى لا يحجب الحائل الاشعة الساقطة على المرآة وقس المسافة (Y) من الحائل الي قطب المرآة.

٣- تنقص المسافة (x) وذلك بتقريب المرآة من المصدر الضوئي (٢سم في كل حالة) ثم تعاد الخطوة (٢) وتقاس في كل مرة المسافة بين المرآة والحائل(الصورة) (Y).

٤- يحسب التمايل الابتدائي $(Y' = \frac{100}{Y})$ والتمايل النهائي $(X' = \frac{100}{X})$ في كل حالة.

٥- نرسم العلاقة بين (Y') على المحور الصادي، (X) على المحور السيني.

النتائج: -

X	Y	X'	Y'

تقاطع الخط المستقيم مع المحور الصادي = سم

تقاطع الخط المستقيم مع المحور السينى = سم

∴متوسط قوة المرآة (F) = ديوبتر.

ديوبتر $\boldsymbol{F = \frac{F_1 + F_2}{2} =}$

تعيين معامل انكسار سائل باستخدام عدسة محدبة

نظرية التجربة: -

إذا مر شعاع ضوئي من وسط شفاف متجانس إلى أخر يختلف عنه في الكثافة فأنه ينكسر عند السطح الفاصل بين الوسطين وتكون النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار ثابتة للوسيطين مهما كانت زاوية السقوط وتسمي هذه النسبة بمعامل الانكسار النسبي.

وهي تختلف قليلاً باختلاف الطول الموجي للضوء الساقط وإذا كان الوسط الأول هواء تسمى هذه النسبة بمعامل الانكسار المطلق.

$$\mu = \frac{\sin\theta}{\sin\varphi}$$

القانون المستخدم

نفرض ان عدسة محدبة الوجهين وضعت على سطح مرآة مستوية افقية فاذا وضع جسم على هيئة سهم افقيا فوق العدسة على حامل راسى وحرك السهم الى اعلى وأسفل سوف تظهر صورة مقلوبة في العدسة لها نفس ابعاد السهم، فى هذه الحالة يكون السهم عند بؤرة العدسة والصورة تكون منطبقة على الجسم، وتكون المسافة (f_1) بين السهم ومركز العدسة هى نفسها البعد البؤرى للعدسة (f_1).

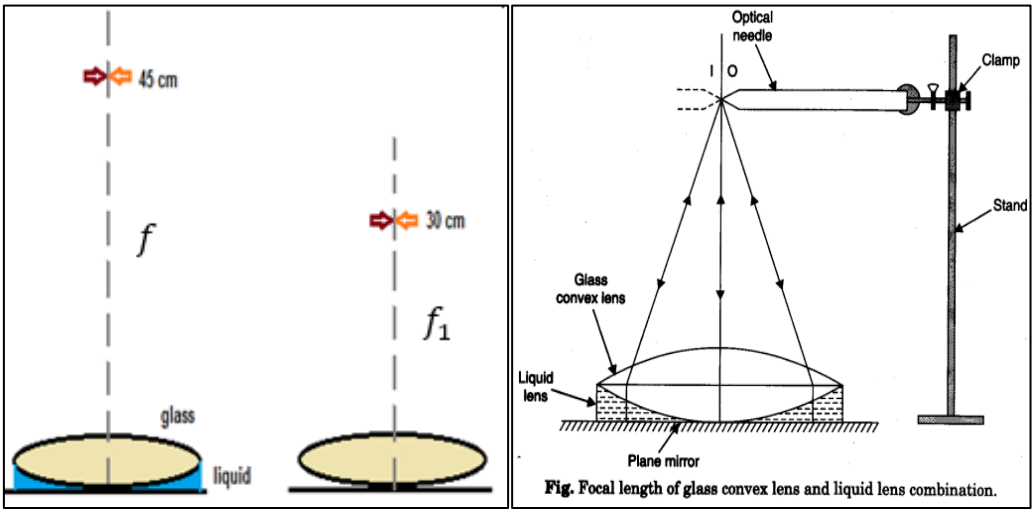


Fig. Focal length of glass convex lens and liquid lens combination.

عند وضع قليل من السائل المراد قياس معامل انكساره (μ_x) بين العدسة الزجاجية والمرآة المستوية. فان كمية السائل أسفل سوف تتشكل وتأخذ شكل عدسة وجها العلوى مقعر والوجه السفلى مستوى و تعمل هذه العدسة على تغيير مسار الاشعة وبالتالي فانه يلزم تغيير موضع لسهم مرة اخرى حتى نحصل على صورة مقلوبة في العدسة لها نفس ابعاد السهم (منطبقة عليه)، وفى هذه الحالة يكون السهم فى بؤرة المجموعة المكونة من العدسة الزجاجية والعدسة السائلية

المقعرة وليكن البعد البؤرى فى هذه الحالة (f) ونلاحظ ان البعد البؤرى للمجموعة اكبر من البعد البؤرى للعدسة الزجاجية. وهذا يعنى ان قوة المجموعة اقل من العدسة الزجاجية وذلك لان السائل يعمل كأنه عدسة مفرقة وبالتالي قوتها سالبة.

$$F = F_1 + F_2$$

حيث F قوة المجموعة المكونة من العدسة اللامة والسائل.

F_1 قوة العدسة الزجاجية، F_2 قوة العدسة السائلية.

وايضا معادلة العدسة الزجاجية هى:

$$F_1 = (\mu - 1)(R_1 + R_2)$$

حيث معامل انكسار مادة العدسة هو ($\mu = 1.5$)، R_1, R_2 هما نصفا قطري تكور العدسة الزجاجية.

$$R_1 = R_2 = R$$

$$F_1 = 2R(1.5 - 1) = R \quad (1)$$

كذلك قوة العدسة السائلية تعطى بالمعادلة:-

$$F_2 = -R(\mu - 1)$$

$$F_2 = -F_1(\mu - 1) \quad (2)$$

حيث (μ_x) معامل انكسار السائل، ومن (١)، (٢) نحصل على

$$F = F_1 - F_1(\mu - 1)$$

$$F = F_1(2 - \mu)$$

$$\Longrightarrow F / F_1 = (2 - \mu)$$

$$\mu = 2 - \frac{F}{F_1} = 2 - \frac{f_1}{f}$$

الأجهزة المستخدمة

عدسة محدبة الوجهين – حامل خشبيى – سهم – مرآة مستوية.

خطوات العمل: -

١- توضع مرآة مستوية على قاعدة حامل يوضع فوقها عدسة محدبة.

٢- يثبت سهم افقى فى الحامل على ارتفاع معين من العدسة وينظر فى اتجاه محور العدسة ويحرك السهم الى اعلى والى أسفل حتى ترى صورة مقلوبة منطبق مع صورته. والسهم وصورته على استقامة واحدة.

٣- تقاس المسافة f1 بين راس السهم ومركز العدسة.

٤- يوضع بين العدسة والمرآة المستوية قليلا من السائل المراد تعيين معامل انكساره ونكرر الخطوتان السابقة ونعين البعد البؤرى للمجموعة f

٥- نعوض فى القانون ومنه نوجد معامل انكسار السائل.

٦- نكرر كل ما سبق بالنسبة لعدسة اخرى مختلفة التحدب باستخدام نفس السائل والتأكد من ان معامل انكساره فى الحاتين واحد.

النتائج

بعد السهم عن العدسة فى الحالة الاولى $f_1 =$ سم

بعد السهم عن العدسة فى حالة وضع السائل $f =$ سم

معامل انكسار السائل $\mu = 2 - \frac{f_1}{f} =$