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 ٢
معادلات الخط المستقيم ٤
بعض اجهزة قياس الطول المستخدمة ٦
البندول البسيط ٨
تعيين معامل اللزوجة لسائل بطريقة ستوكس ١٢
التوتر السطحى باستخدام الانابيب الشعرية. ١٧
تعيين معامل المرونة الطولى (ينج) لساق يرتكز على حدي سكين ٢٢
تعيين معامل ينج لساق مثبت من أحد طرفيه ٢٦
قانون هوك ٢٩
تعيين معامل المتانة بطريقة استاتيكية ٣٢
تعيين معامل المتانة بطريقة ديناميكية (بندول اللى) ٣٦
تدحرج كرة على سطح مقعر ٤١
فوتومتر جولى ٤٤
تعيين قوة عدسة محدبة ٤٧
تعيين قوة عدسة مقعرة ٥٣
تعيين قوة مرآة مقعرة ٥٦
تعيين قوة مرآة محدبة ٦١
تعيين معامل انكسار سائل باستخدام عدسة محدبة ٦٢
تعيين معامل انكسار سائل باستخدام مرآة مقعرة ٦٥
تعيين سرعة الصوت في الهواء باستخدام الاعمدة الهوائية ٧٠
الصونومتر ٧٣
القنطرة المترية ٧٦

تعيين الخطأ الطرفى فى القنطرة المترية ٧٩
تحقيق قانون اوم عمليا ٨١
جلفانومتر الظل ٨٣
تحقيق قانون اوم عمليا باستخدام جلفانومتر الظل. ٨٥
المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس ٨٨
تعيين العزم المغناطيسى لمغناطيس باستخدام مغناطومتر الانحراف ٩٠
مقياس الجهد ٩٢
الحرارة – تعريفات هامة ٩٧
تحقيق قانون نيوتن للتبريد ٩٩
تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب بطريقة "الخلط" ١٠٣
تعيين المكافئ الميكانيكى الحراري بطريقة (جول) ١٠٦
تعيين معامل التوصيل الحراري لمادة رديئة التوصيل (قرص لى)..... ١٠٩
تعيين معامل التوصيل الحراري للمطاط ١١٣
تعيين معامل التمدد الطولى بطريقة " جنتر" ١١٦

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:

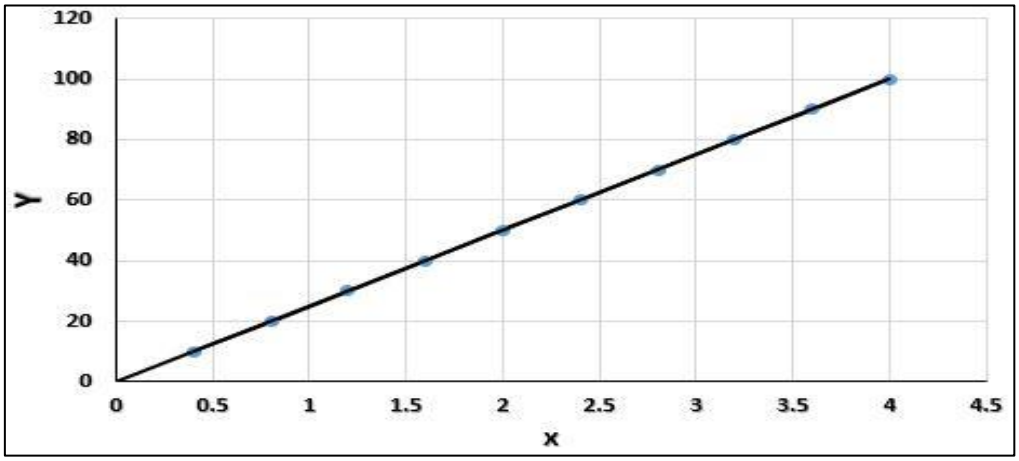
معادلة خط مستقيم يمر بنقطة الاصل وتكتب على الصورة

$$Y= m X$$

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

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

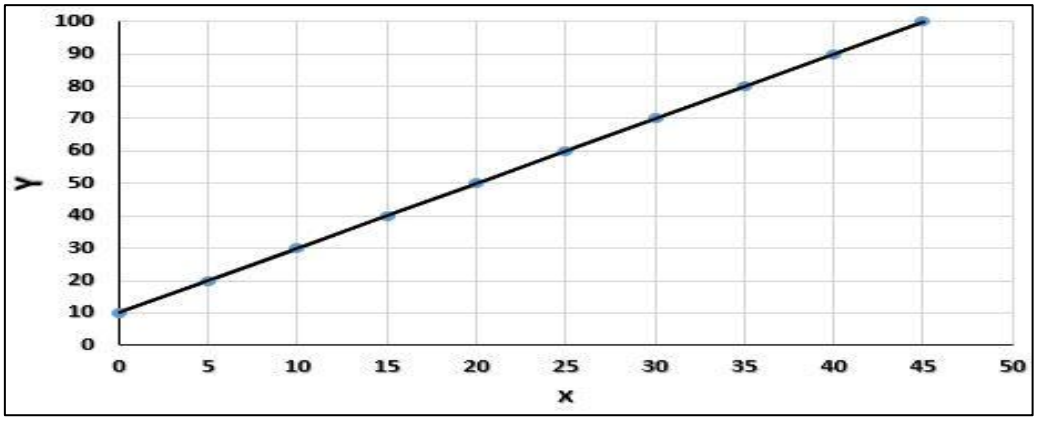


معادلة خط مستقيم يقطع جزء موجب من محور الصادات

$$Y=m\ X + C$$

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

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

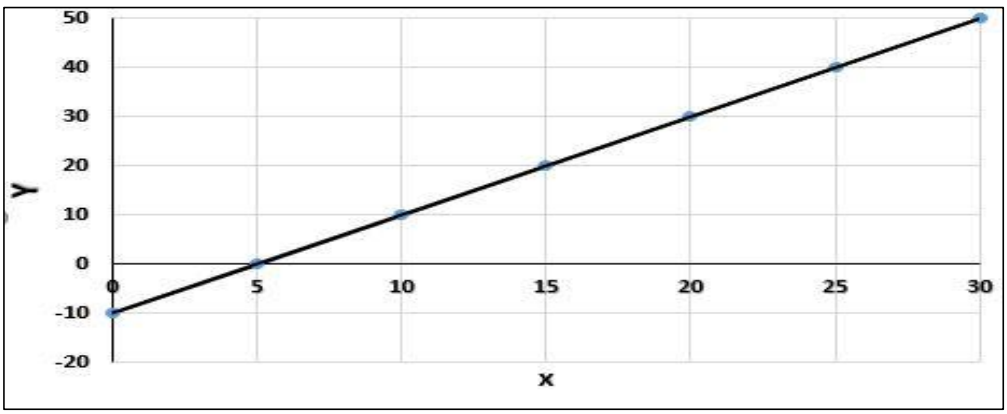


معادلة خط مستقيم يقطع جزء سالب من محور الصادات

$$Y=m\ X - C$$

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

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

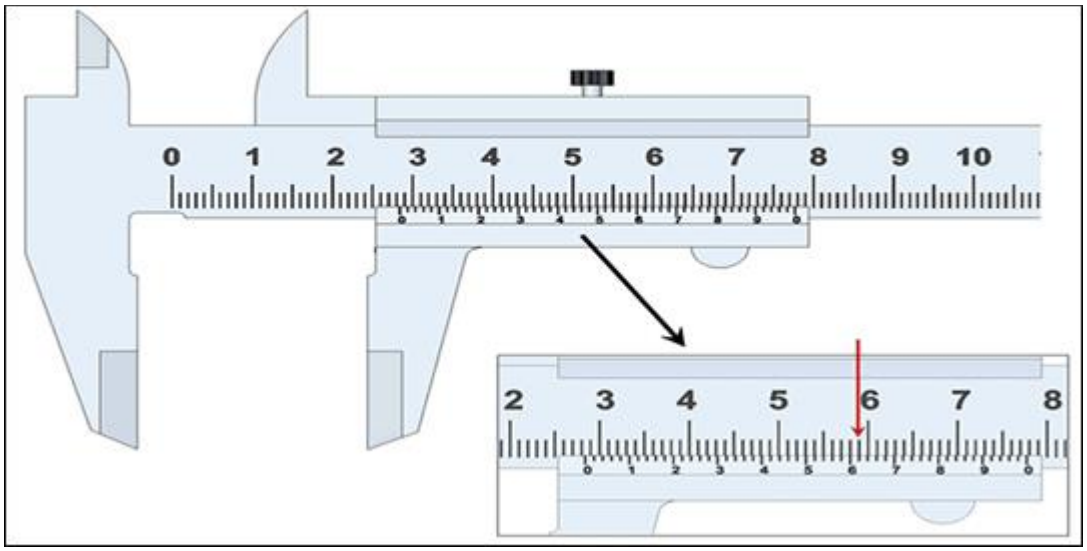


بعض اجهزة قياس الطول المستخدمة

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.

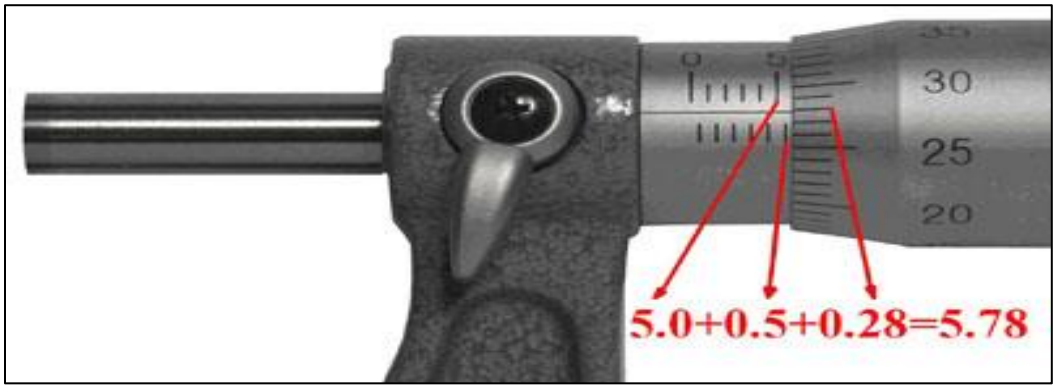


وتؤخذ قراءة التدريج الاساسى التى يشير اليها صفر التدريج المنزلق فتكون هى طول الجسم. وفى حالة عدم انطباق صفر الجزء المنزلق على تدريج صحيح من الجزء الاساسى مثل ان يكون صفر التدريج المنزلق من القدمة منطبقا على الجزء بين 2.8 و2.9 ففى هذه الحالة يبحث عن اى تدريج من الجزء المنزلق يكون منطبقا على اى تدريج من 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.



البندول البسيط

الغرض من التجربة:

١- دراسة حركة البندول البسيط واثبات انها حركة تواقفية بسيطة.

٢- ايجاد عجلة الجاذبية الارضية.

نظرية التجربة: -

الحركة التوافقية البسيطة: -

هى الحركة التي تعيد نفسها في فترات زمنية محددة وتكون فيها العجلة التى يتحرك بها الجسم متناسبة طرديا مع الازاحة بعيدا عن موضع السكون ويكون اتجاهها عكس اتجاه زيادة الازاحة.

$$a = -w^2 x$$

حيث x الازاحة، a العجلة، w^2 مقدار ثابت. وتعتبر حركة البندول أحد امثلة الحركة التوافقية **والبندول** هو عبارة عن جسم صلب قابل للدوران حول محور لا يمر بمركز ثقله. فإذا علقت كتلة بخيط غير قابل للتمدد واثرت عليها قوة بحيث تتحرك هذه الكتلة حول موضع سكونها حركة اهتزازية فان هذا المهتز يسمى" البندول" وإذا كانت هذه الكتلة صغيرة مثل كرة معدنية صغيرة "نقطة مادية " فان هذا البندول يسمى البندول البسيط.

دورة البندول: - هو انتقال الكرة من اقصى اليمين الى اقصى الشمال ثم عودتها مرة اخرى الى اقصى اليمين.

طول البندول: -هو المسافة بين نقطة التعليق ومركز كرة البندول (L).

القانون المستخدم: -

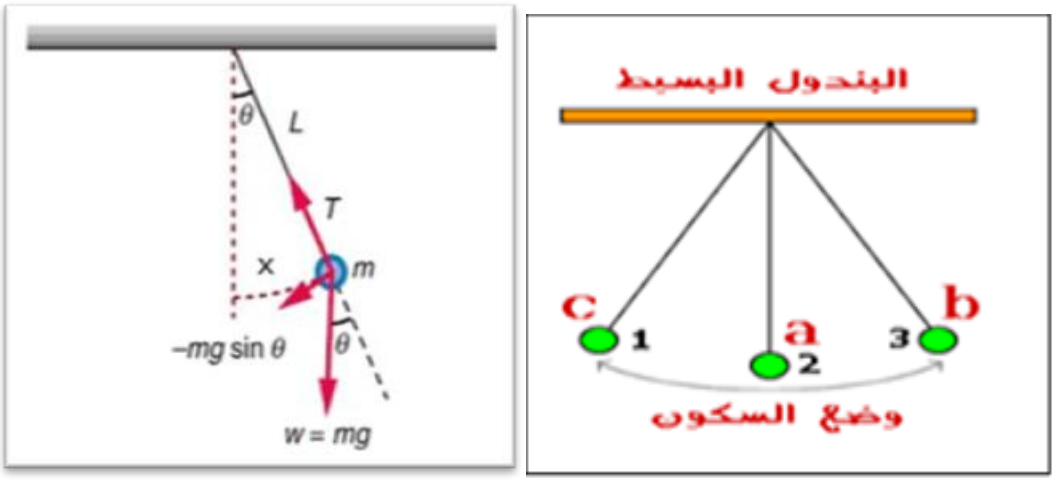
إذا كانت كتلة كرة البندول (m) وازيحت هذه الكرة فى اتجاه السهم المبين فى الشكل (١) وتصور وضع البندول وهو (مزاج) عن موضع السكون بإزاحة مقدارها θ من الاتجاه الراسى فان وزن البندول الى أسفل (mg) يمكن تحليله الى مركبتين الأولى ($mg\ sin\theta$) في الاتجاه

العمودى و $mg\cos\theta$ في اتجاه الخيط ويلاحظ ان مركبة القوة ($mg\ sin\ \theta$) تعمل فى اتجاه مضاد لاتجاه القوة المسببة لحركة البندول وهذه الحركة هى التى تعمل على ارجاع البندول مرة اخرى فى اتجاه موضع السكون ومن ثم فان:

$$F = -m\ g\ \sin\theta$$

$$m\ a = -mg\ \sin\theta$$

حيث (a) العجلة التى يتحرك بها البندول.



شكل (١)

وإذا كانت الزاوية θ صغيرة (فى حدود ٥ درجات) أمكن اعتبار ان الشكل السابق مثلثا قائم، حيث ($sin\ \theta = X/L$) او بتقريب اخر فان: $\sin\theta = \theta$

ومن تعريف الزاوية القطرية = طول القوس / نصف القطر = X/L =θ

وبالتعويض عن $\sin\theta$ فى (١) فان:

$$ma = -mg\ \frac{X}{L}$$

$$a = -(\frac{g}{L})\ X$$

$$a = -Constant.\ X$$

ومنها نجد ان العجلة تتناسب مع الازاحة، اى ان هذه الحركة هى حركة توافقية بسيطة وبمقارنة ذلك بقانون الحركة التوافقية البسيطة. يمكن استنتاج قيمة الثابت $w = \sqrt{\frac{g}{l}}$ وحيث ان

$$w = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$$

وهذه العلاقة تمثل خط مستقيم بين T^2 على المحور الراسى، L على المحور الافقى ويكون ميل الخط المستقيم $\frac{4\pi^2}{g}$ وبمعلومية قيمة π يمكن ايجاد قيمة عجلة الجاذبية.

الاجهزة والادوات المستخدمة: -

بندول بسيط – ساعة ايقاف – مسطرة مترية مدرجة.

خطوات العمل: -

١- اربط كرة معدنية صغيرة فى خيط طوله متر وعلق طرف الخيط الاخر فى حامل معدنى.

٢- أحدث ازاحة جانبية صغيرة للكرة واترك البندول ليهتز ودون زمن عشرة اهتزازات t_{10} .

٣- أنقص طول البندول ١٠ سم او ٥ سم فى كل مرة واوجد كما سبق زمن عشرة اهتزازات.

٤- اوجد زمن الاهتزازة الواحدة من العلاقة $T = \frac{t_{10}}{10}$.

٥- احسب مربع الزمن الدورى في كل مرة T^2.

٦- ارسم العلاقة بين T^2 على المحور الصادى وL على المحور السينى.

٧- من ميل الخط المستقيم الناتج احسب قيمة عجلة الجاذبية الارضية.

جدول النتائج: -

L	t_{10}	T	T^2

$slope\ =$, $g = \frac{4\pi^2}{slope} =$ cm/sec^2

س: كيف يمكن الاستفادة من هذه التجربة فى تعيين نصف قطر كرة البندول؟

س: عرف عجلة الجاذبية الأرضية؟

تعيين معامل اللزوجة لسائل بطريقة ستوكس

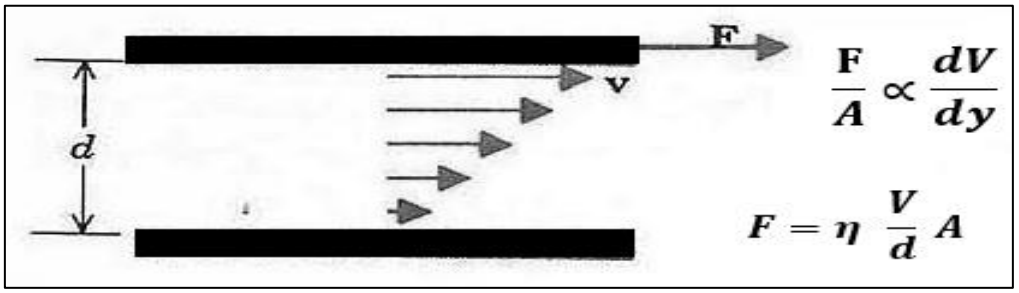
الغرض من التجربة

تعيين معامل اللزوجة لسائل بطريقة ستوكس.

نظرية التجربة

اللزوجة هى الخاصية التى تميز السائل من حيث استجابته للحركة او حركة الاجسام داخله وكذلك هى الخاصية التى يقاوم بها السائل حركته او حركة الاجسام فيه. فاذا كان لدينا كأسين أحدهما مملوء بالماء والاخر جلسرين. ثم هز الكأسين من جهة لأخرى نلاحظ ان الماء يتحرك بسهولة عن الجلسرين. ونلاحظ ذلك إذا سكبنا كمية من الماء واخرى من الجلسرين على مستوى افقى، نجد اختلاف فى قابلية كل منهما على الانسياب ويلاحظ ايضا سهولة حركة الاجسام فى الماء وصعوبة تلك الحركة فى الجلسرين.

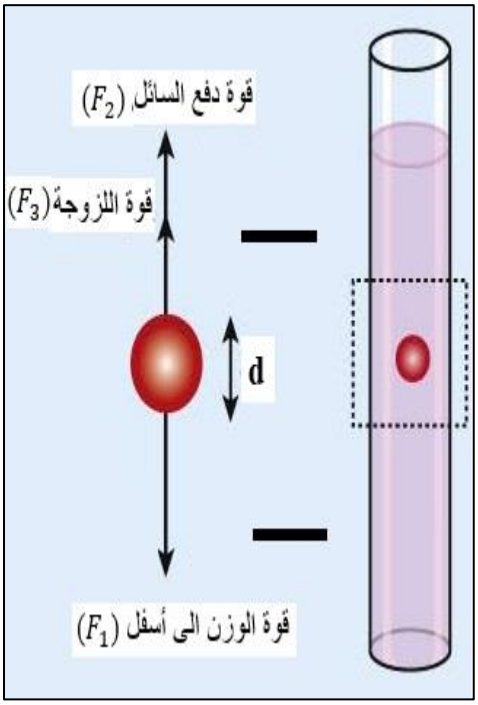
وإذا فرضنا ان سائل يتحرك على سطح افقى نتيجة تأثير قوة F وان السائل يتكون من طبقات فوق بعضها البعض، فان الطبقة التى تلامس السطح تكون تقريبا ساكنة وذلك نتيجة لقوة الاحتكاك مع السطح. والطبقة التى تعلو الطبقة الملامسة للسطح سوف تتحرك بسرعة صغيرة. وكلما ابتعدنا عن السطح كلما كانت سرعة طبقات السائل أسرع لذلك لابد وان تكون هناك قوة مقاومة معينة تعمل على ايجاد فرق بين سرعة طبقات السائل. وبهذا يمكن القول بان اللزوجة هى الخاصية التى تتسبب فى ايجاد مقاومة بين طبقات السائل، بحيث ينتج عنها سرعة نسبية بين تلك الطبقات. ولقد وجد نيوتن ان هذه العلاقة التى ينشأ عنها خاصية اللزوجة فى السائل تتوقف على معدل تغير السرعة والمساحة المشتركة بين طبقات السائل.



وتنشا خاصية اللزوجة نتيجة قوة التماسك بين جزيئات السائل وتعتمد على كلا من درجة الحرارة والضغط حيث تقل لزوجة السوائل مع زيادة الحرارة وتزداد بزيادة الضغط المطبق على السائل. وتختلف خاصية اللزوجة من سائل الى اخر ويمكن حسابها بما يسمى **بمعامل اللزوجة**. ويعرف بأنه القوة التى اثرت على وحدة مساحة سائل غيرت معدل السرعة بمقدار الوحدة بين طبقتين المسافة بينهما تساوى الوحدة. ويقاس معامل اللزوجة بوحدة داين × ثانية / سم^{٢}.

القانون المستخدم

تعتمد طريقة ستوكس اعلى سقوط كرة معدنية فى انبوبة زجاجية تحتوي على سائل لزج تحت تأثير ثقلها الى أسفل. ونلاحظ انها تتحرك بصعوبة داخل السائل إذا سقطت الكرة من سكون ثم تتزايد بالتدريج نظرا لتأثير ثقلها. تتأثر الكرة اثناء حركتها داخل السائل بقوتين تعيق حركتها وهما قوة دفع السائل وقوة اللزوجة وكلما زادت سرعة الكرة زادت مقاومة السائل لحركة الكرة حتى تتعادل قوة اللزوجة وقوة دفع السائل لأعلى مع قوة الوزن لأسفل عندئذ تتحرك الكرة بسرعة منتظمة V. وفى هذه الحالة تكون القوة المؤثرة على الكرة هى



١- قوة الوزن الى أسفل (F_1)

٢- قوة دفع السائل للكرة لأعلى (F_2)

٣- قوة اللزوجة لأعلى (F_3)

عندما تتحرك الكرة بسرعة ثابتة فان معادلة القوى

$$F_1 \quad = \quad F_2 \quad + \quad F_3$$

$$\frac{4}{3}\,\pi r^3 \rho_1 g = \frac{4}{3}\,\pi r^3 \rho_2 g + 6\,\pi\,\eta\,V\,r$$

حيث r نصف قطر الكرة و ρ_1 هى كثافة مادة الكرة و ρ_2 هي كثافة السائل و Vالسرعة النهائية وη معامل اللزوجة للسائل.

$$\boldsymbol{\eta = \frac{2}{9}\,(\rho_1 - \rho_2)\,g\,\frac{r^2}{V}}$$

ومن هذه العلاقة يمكن ايجاد معامل لزوجة السائل إذا علمت كثافة السائل وكذلك كثافة الكرة وسرعتها النهائية ويمكن قياس السرعة النهائية للكرة وذلك بأخذ علامة على الانبوبة الزجاجية التى عندها تبدأ الكرة تتحرك بسرعة منتظمة ويحسب الزمن الذي تقطعه الكرة الى نقطة اخرى على الانبوبة ويكون V= d/t

الاجهزة المستخدمة

- انبوبة اسطوانية من الزجاج تملأ بالسائل المراد ايجاد معامل لزوجته، وتوضع علامتان على الانبوبة، الاولى أسفل سطح السائل بمقدار ٢٠ سم والثانية قبل نهاية الانبوبة بحوالى ٢٠ سم هاتان العلامتان هما بدء ونهاية المسافة التى تسقطها الكرة بسرعة منتظمة.

- كرات صغيرة مختلفة الأقطار- ميكرومتر لقياس نصف القطر - ساعة إيقاف – مسطرة مدرجة.

خطوات العمل

١- املا الانبوبة الزجاجية بالسائل المراد تعيين معامل اللزوجة له.
٢- حدد علامتين على الانبوبة حيث لا تقل المسافة بينهما عن $d=40\ cm$.
٣- عين نصف قطر احدى الكرات المعدنية وليكن r.
٤- أسقط الكرة فى السائل وعين الزمن الذي تستغرقه فى قطع المسافة بين العلامتين وليكن t
٥- كرر الخطوتين ٣،٤ مع كرات مختلفة القطر واحسب نصف قطر كل كرة والزمن الخاص لكل كرة.
٦- احسب السرعة V لكل كرة من العلاقة . $V= d/t$
٧- يطبق القانون السابق لكل حالة لإيجاد معامل اللزوجة للسائل ثم اخذ المتوسط.

٨- ارسم العلاقة بين V على المحور الافقى و r^2 على المحور الراسى تحصل على خط مستقيم ميله r^2 / V .

٩- احسب قيمة معامل اللزوجة من المعادلة

$$\boldsymbol{\eta = \frac{2}{9}\,(\rho_1 - \rho_2)\,g \times slope}$$

جدول النتائج: -

معامل اللزوجة	السرعة	الزمن	نصف القطر	قطر الكرة

- المسافة **d=**
- كثافة مادة الكرة $\boldsymbol{\rho_1 = 7.8}$
- كثافة السائل $\boldsymbol{\rho_2 = 1.26}$
- متوسط معامل اللزوجة حسابيا

$$\boldsymbol{\eta =}$$

- معامل اللزوجة بيانيا

$$\boldsymbol{\eta = \frac{2}{9}\,(\rho_1 - \rho_2)\,g \times slope =}$$

التوتر السطحى باستخدام الانابيب الشعرية.

الغرض من التجربة

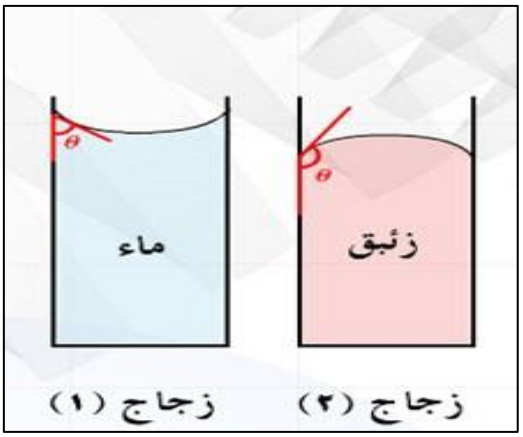
قياس معامل التوتر السطحى للماء باستخدام الخاصية الشعرية.

نظرية التجربة

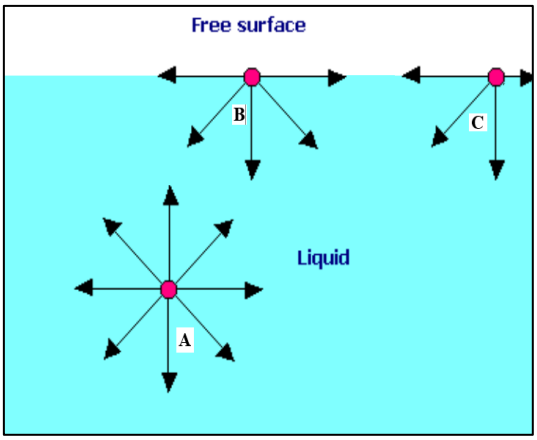
هناك العديد من المشاهدات التى تؤكد حقيقة هامة وهي ان سطح السائل يبدو كأنه متماسك مشدود ويعمل كما لو كان غشاء مرن رقيق مثل تساقط المطر على هيئة قطرات كروية او عدم انتشار الزئبق وتكوره عند وضعه على سطح صلب. وتعزى هذه الظواهر الى وجود قوة تحاول ان تفصل سطح السائل من السطوح الاخرى الملامسة لها كالزجاج والهواء وتسمى بقوة التوتر السطحى. وتنشا ظاهرة التوتر السطحى نتيجة الاختلاف بين قوى التماسك بين جزيئات السائل وقوة التصاق او ارتباط السائل بالوسط الحاوى له. ويعرف **معامل التوتر السطحى** بانه القوة الموجودة فى سطح السائل وعمودية على السنتيمترالطولى تحاول شد السطح فى اتجاه عمودى ويرمز له بالرمز T. او القوة التى تؤثر فى اتجاه عمودى على وحدة الاطوال من سطح السائل **ووحدته داين /سم.** وتعتمد قيمة معامل التوتر السطحى لأي سائل على درجة الحرارة والضغط المعرض له السائل.

ويمكن لنا ان نفسر الخواص التى تميز سطوح السوائل من خلال قوى التجاذب بين الجزيئات. فاذا تصورنا جزيئا مثل (A) موجود فى باطن السائل فان هذا الجزى يكون متزن لان قوة التجاذب المؤثرة عليه فى جميع الاتجاهات متساوية. وإذا تصورنا جزيئا مثل B يقع على فى منتصف سطح السائل فان قوى التجاذب المؤثرة عليه نحو باطن السائل تكون أكبر. ومن ذلك نستنتج ان الجزيئات الواقعة على سطح السائل تكون متأثرة بقوة شدها نحو باطن السائل فى اتجاه عمودى على سطحه وتسبب تلك القوة توترا للسطح وتجعلها كغشاء مرن مشدود. عندما يلامس سطح سائل جسم صلب مثل جدار الاناء الحاوى للسائل فان الجزيئات الموجودة على السطح وقريبة من جدار الاناء مثل الجزئ (C) سوف تتأثر بقوة أخرى وهي قوة التلاصق مع

مادة الاناء بالإضافة الى قوة ارتباطه مع جزيئات السائل ونتيجة تأثير هذه القوة يوجد حالتان للتوتر السطحى فى السوائل.



شكل (١)



شكل (٢)

أولا: - قوة التلاصق أكبر من قوة ارتباط جزيئات السائل.

في هذه الحالة تميل جزيئات السائل الى الانجذاب ناحية جدران الاناء وبالتالي ينحنى سطح السائل ويكون مقعرا. وتتكون زاوية حادة بين سطح السائل وسطح الهواء وسطح الجسم الصلب تعرف بزاوية التماس، وهذه الزاوية تعتمد على التوتر السطحى للأوساط الملامسة لها ولذلك فهى تختلف من سائل لأخر ومن جسم صلب لأخر وزاوية التماس اما ان تكون حادة او منفرجة. فاذا كانت حادة كما بالشكل (٢) فان السائل يبلل الجسم الصلب وتكون له خاصية الانتشار والانجذاب ناحية الاجسام الصلبة وإذا وضعت انبوبة شعرية فى هذا السائل فانه يرتفع داخلها ويكون سطح السائل فى الانبوبة مقعرا مثال ذلك الماء مع الزجاج او الزئبق مع النحاس.

ثانيا: - قوة التلاصق اقل من قوة ارتباط جزيئات السائل.

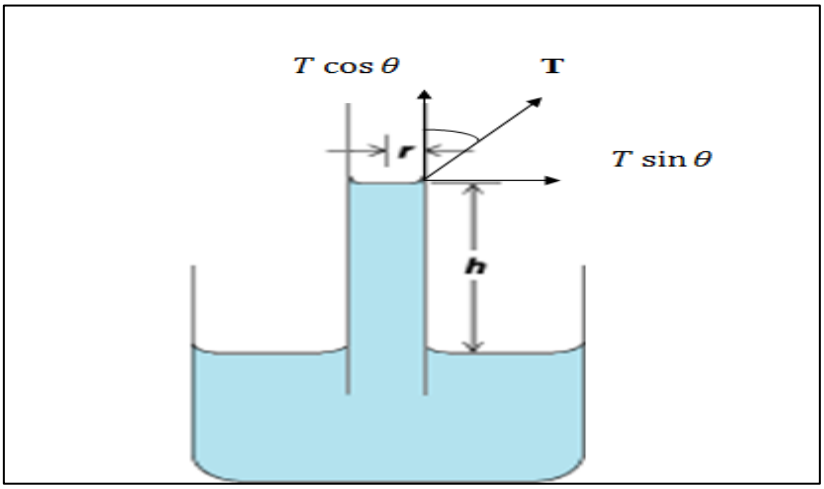
في هذه الحالة تميل جزيئات السائل الى الابتعاد عن جدران الاناء والتجمع في منتصف الاناء وبالتالي ينحنى سطح السائل ويكون محدبا. وتتكون زاوية التماس منفرجة وفى هذه الحالة فان السائل لا يبلل الجسم الصلب وتكون له خواص التنافر وعدم الانتشار وإذا وضعت انبوبة شعرية فى السائل فانه ينخفض داخل الانبوبة ويكون سطح السائل محدبا مثال ذلك الزئبق مع الزجاج. وارتفاع السوائل او انخفاضها فى الانابيب الشعرية يعرف بالخاصية الشعرية.

القانون المستخدم

عند وضع انبوبة شعرية نصف قطرها r فى كاس به سائل فان السائل يرتفع فى الانبوبة حتى يصل الى ارتفاع معين h ويكون محيطه يساوى محيط الانبوبة ($2\pi r$) كما بالشكل (٣) اى ان خط التلامس بين السائل وجدار الانبوبة طوله ($2\pi r$) وعلى كل سم واحد من هذا الخط تؤثر قوة T بالداين تحاول رفع السائل لأعلى. إذا القوة التى ترفع السائل لأعلى تساوى T ($2\pi r$) في اتجاه زاوية التماس (Θ) ولكن هناك قوة الوزن تحاول خفض السائل فى الانبوبة وهي

$$\boldsymbol{mg = V\,\rho\,g\ = h\,\pi r^2 \rho\ g}$$

حيث ρ كثافة السائل و $\boldsymbol{g}$ عجلة الجاذبية الارضية وهذه القوة تؤثر راسيا لأسفل.



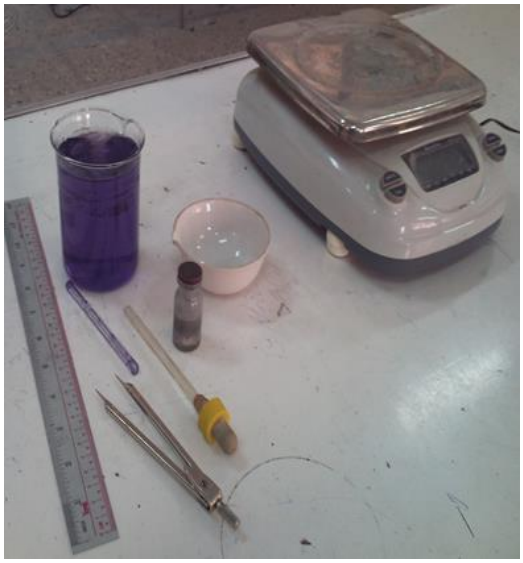
شكل (٣)

وعندما يثبت ارتفاع السائل فى الانبوبة يحدث اتزان ويكون وزن عمود السائل لأسفل يساوى مركبة قوة التوتر راسيا لأعلى اى ان: $\boldsymbol{\pi r^2 h\,\rho\,g = 2\pi r\,T\,\cos\theta}$

$$\boldsymbol{T = \frac{h\,\rho\,g\,r}{2\cos\theta}}$$

وفى حالة الماء والزجاج تكون زاوية التماس صغيرة بحيث ($\cos\theta = 1$)

$$\boldsymbol{T\ = \frac{h\,\rho\,g\,r}{2}}$$



من المعادلة الاخيرة يمكننا تعيين T قوة التوتر السطحى حيث ρ r g ثوابت، h يمكن قياسها ويتبقى نصف قطر الانبوبة الشعرية وهذا يمكن تعيينه.

الأدوات المستخدمة: -

انبوبة شعرية - كأس به ماء -انبوبة شعرية - برجل

كأس به زئبق - ميزان حساس – زجاجة ساعة.

خطوات العمل: -

١- نظف الأنبوبة الشعرية جيدا.

٢- ضع الانبوبة الشعرية فى كأس مملوء الى ثلثيه بالماء.

٣- ارفع الانبوبة ببطء بحيث يبقى الجزء الاسفل منها مغمورا بالماء وثبت الانبوبة.

٤- لاحظ ارتفاع الماء داخل الانبوبة الى حد معين ثم ثباته.

٥- قس المسافة بين سطح الماء بالكأس وسطح الماء بالأنبوبة الشعرية.

خطوات تعيين نصف قطر الانبوبة يمكن تعيينه باتباع الخطوات التالية: -

٦- بواسطة انبوبة مطاطية مثبتة على فوهة الأنبوبة الشعرية اسحب كمية من الزئبق بشرط ان تكون متصلة (لا تتخللها فقاعات هوائية).

٧- سجل طول شريط الزئبق داخل الانبوبة الشعرية (L cm).

٨- زن زجاجة ساعة فارغة(اناء) وليكن وزنها m_1.

٩- أفرغ الزئبق الموجود فى الانبوبة فى زجاجة الساعة وأعد وزنها وليكن وزنها بالزئبق m_2. وبالتالى يكون وزن الزئبق $\boldsymbol{m = m_2 - m_1}$

وزن الزئبق = حجم الزئبق × كثافته = الطول × مساحة مقطع الانبوبة × كثافته

$$\boldsymbol{m = L\,\pi\, r^2 \rho_1}$$

١٠- احسب قيمة نصف القطر بمعلومية L، m وكثافة الزئبق ρ_1.

١١- استخدم المعادلة التالية لإيجاد قيمة التوتر السطحى T.

$$\boldsymbol{T = \frac{h\,\rho\,g\,r}{2}}$$

النتائج: -

أولا: تعيين نصف قطر الانبوبة

- ايجاد نصف قطر الانبوبة.
- وزن زجاجة الساعة جافة ونظيفة (m1) = جم
- وزن زجاجة الساعة وبها الزئبق (m2) = جم
- إذا وزن الزئبق (m) = جم
- طول عمود الزئبق فى الانبوبة L = سم
- كثافة الزئبق $\rho_1 = 13.6\ \ gm/cm^3$

$$\boldsymbol{r = \sqrt{\frac{m}{\pi L \rho_1}}}$$

ثانيا: تعيين قوة التوتر السطحى:

- ارتفاع الماء فى الانبوبة الشعرية h = سم
- كثافة الماء = $1\ gm/cm^3$
- عجلة الجاذبية الارضية = $980\ cm/sec^2$
- معامل التوتر السطحى

$$\boldsymbol{T = \frac{h\,\rho\,g\,r}{2}} = \qquad \boldsymbol{dyne/cm}$$

تعيين معامل المرونة الطولى (ينج) لساق يرتكز على حدي سكين

الغرض من التجربة

تعيين معامل المرونة الطولى "معامل ينج".

نظرية التجربة: -

المرونة: هى خاصية مدى استجابة الاجسام للقوى المؤثرة عليها استاتيكيا ومدى استرجاع هذه الاجسام لحالتها الاصيلة بعد زوال القوى المؤثرة. فإذا أثرت قوة على جسم ساكن فإنها تغير من ابعاده او شكله الهندسى وإذا استعاد الجسم حالته الاصيلة بعد زوال القوى المؤثرة فانه يقال ان الجسم تام المرونة. وإذا استعاد جزء من حالته يقال انه مرن ويقال انه عديم المرونة إذا لم يسترجع لأي درجة حالته الاصيلة بعد زوال القوى المؤثرة. ويعرف **معامل المرونة** بانه النسبة بين الاجهاد الى الانفعال ووحدة قياسه هى نيوتن/م^{٢} او داين / سم^{٢}.

الاجهاد: -هى القوة المؤثرة على وحدة المساحات. ووحدة قياسه: - نيوتن / م^{٢} او داين / سم^{٢}

الانفعال: هي استجابة الجسم النسبية للإجهاد المؤثر ويساوى التغير الحادث في الجسم بالنسبة الى الابعاد الاصلية. وليس له وحدات او ابعاد لأنه نسبة.

والتغير الذي يحدث للجسم اما ان يكون تغير في الطول او الشكل او الحجم. وتبعا لذلك يوجد ثلاث أنواع للمرونة. فاذا نتج عن الاجهاد المؤثر زيادة في الطول واستطاع الجسم استعادة طوله الاصلى بعد زوال القوة فان هذا يعرف بالمرونة الطولية

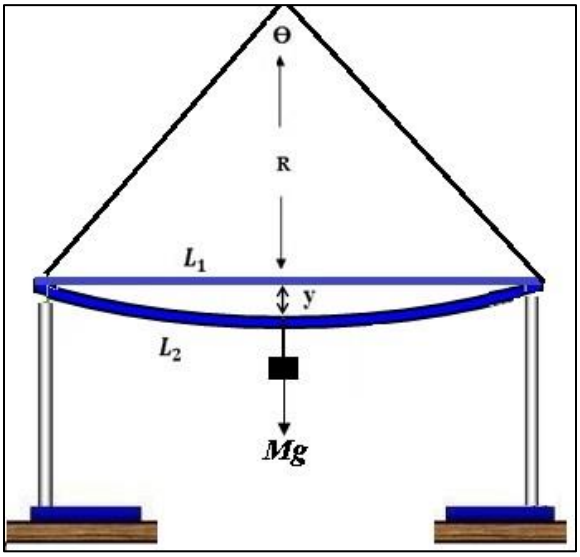
معامل المرونة الطولية (معامل ينج): - هو النسبة بين الاجهاد الطولى الى الانفعال الطولى ووحدته داين / سم٢.

$$Y = \frac{\text{الاجهاد الطولى}}{\text{الانفعال الطولى}} = \frac{\boldsymbol{F/A}}{\boldsymbol{\Delta L/L}}$$

ويعرف الانفعال الطولى بانه النسبة بين الزيادة في الطول الى الطول الاصلى.

القانون المستخدم

عند تثبيت ساق معدنية طولها L وعرضها b وسمكها d من طرفيها على حامل معدنى على ارتفاع (y) فان الساق سوف تتأثر بقوة وزنها لأسفل ويكون تأثيرها في منتصف الساق وستأخذ شكل قوس من دائرة مركزها (O) ويصنع طرفى الساق زاوية نصف قطرية مقدارها (Θ) مع مركز الدائرة(o) وتكون العلاقة بين طول الساق والزاوية(Θ)هي



حيث R (نصف القطر) هي المسافة بين النقطة (O) ومنتصف الساق.

وعند تعليق ثقل مقداره m عند منتصف الساق سوف يحدث انخفاض للساق عند المنتصف بمقدار (y_0) اى يحدث تمدد في طول الساق مع عدم تغير موضع طرفيها وبالتالي لا تتغير الزاوية (Θ)

وتكون العلاقة بين طول الساق والزاوية(Θ)هي

$$L_2 = (R + y_0)\,\theta$$

وبالتالي فان الزيادة في الطول (الاستطالة)

$$\Delta L = L_2 - L_1 = y_0\,\theta$$

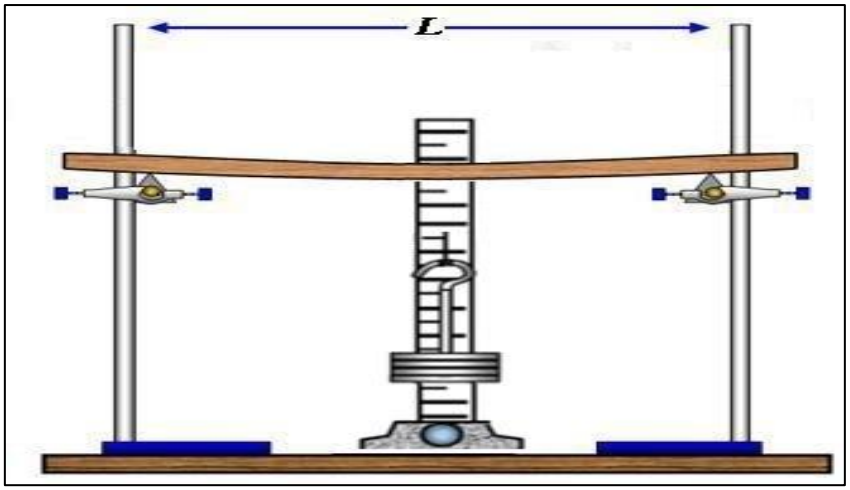
اى ان الاستطالة الحادثة تتناسب مع مقدار الانخفاض في ارتفاع الساق عند المنتصف

وباستخدام قوانين التكامل يمكن الحصول على ان

$$Y = \frac{m}{y_0}\,\frac{g\,L^3}{4\,b\,d^3}$$

الأدوات المستخدمة

ساق معدنى - حامل - قدمه ذات الورنية - مسطرة مدرجة - اثقال



خطوات العمل: -

١- يوضع الساق بحيث يرتكز عند طرفيه على حدي وتعلق به كفه عند منتصفه.

٢- توضع خلف الساق مسطرة رأسية مدرجة ويقرأ من خلالها ارتفاع الساق الابتدائى (y_1) ويسحل في الجدول.

٣- توضع بالكفة اثقال تزداد في كل مرة بمقدار ثابت ويقرأ الارتفاع المقابل على المسطرة وليكن في كل مرة وتقيد القراءات في الجدول.

٤- ترفع الاثقال من الكفة بحيث تنقص في كل مرة بمقدار ثابت ويقرأ الارتفاع المقابل على المسطرة في كل مرة وتقيد القراءات في الجدول.

٥- يتم حساب متوسط الارتفاع (y_2) في حالة زيادة الاثقال وإنقاصها المقابلة لكل ثقل.

٦- يحسب متوسط الانخفاض الناشئ y_0 عن كل ثقل ثم يرسم خط بيانى للعلاقة بين m، y_0 حيث تقدر m بالجرام، y_0 بالسنتيمترات.

٧- من الرسم البيانى تقدر النسبة (m/y_0) من ميل الخط المستقيم.

٨- يقاس طول الساق بين حدي السكين L ويقاس عرضه b وسمكه d بواسطة القدمة

٩- تحسب قيمة معامل ينج (Y) من المعادلة التالية.

$$Y = \frac{m}{y_0} \frac{g\,L^3}{4\,b\,d^3}$$

جدول النتائج: -

ارتفاع الساق الابتدائى قبل وضع اثقال $= y_1$

مقدار الانخفاض (y_0)	متوسط الارتفاع y_2	الارتفاع عند النقصان	الارتفاع عند الزيادة	كتلة الثقل (m)

من الرسم البيانى ينتج ان: -

- ميل الخط =
- طول الساق L = سم
- العرض b = سم
- السمك d = سم
- عجلة الجاذبية = 980 cm/sec^2

$$\mathbf{Y} = \frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{y_0}} \frac{\boldsymbol{gL^3}}{\boldsymbol{4bd^3}} = \qquad \boldsymbol{Dyne/cm^2}$$

تعيين معامل ينج لساق مثبت من أحد طرفيه

الغرض من التجربة

١- تعيين معامل المرونة الطولى "معامل ينج".

نظرية التجربة: -

المرونة: هى خاصية مدى استجابة الاجسام للقوى المؤثرة عليها استاتيكيا ومدى استرجاع هذه الاجسام لحالتها الاصيلة بعد زوال القوى المؤثرة. فإذا أثرت قوة على جسم ساكن فإنها تغير من ابعاده او شكله الهندسى وإذا استعاد الجسم حالته الاصيلة بعد زوال القوى المؤثرة فانه يقال ان الجسم تام المرونة. وإذا استعاد جزء من حالته يقال انه مرن ويقال انه عديم المرونة إذا لم يسترجع لأي درجة حالته الاصيلة بعد زوال القوى المؤثرة. ويعرف **معامل المرونة** بانه النسبة بين الاجهاد الى الانفعال ووحدة قياسه هى نيوتن/م^{٢} او داين / سم^{٢}.

الاجهاد: -هى القوة المؤثرة على وحدة المساحات. ووحدة قياسه: - نيوتن / م^{٢} او داين / سم^{٢}

الانفعال: هي استجابة الجسم النسبية للإجهاد المؤثر ويساوى التغير الحادث في الجسم بالنسبة الى الابعاد الاصلية. وليس له وحدات او ابعاد لأنه نسبة.

والتغير الذي يحدث للجسم اما ان يكون تغير في الطول او الشكل او الحجم. وتبعا لذلك يوجد ثلاث أنواع للمرونة. فاذا نتج عن الاجهاد المؤثر زيادة في الطول واستطاع الجسم استعادة طوله الاصلى بعد زوال القوة فان هذا يعرف بالمرونة الطولية

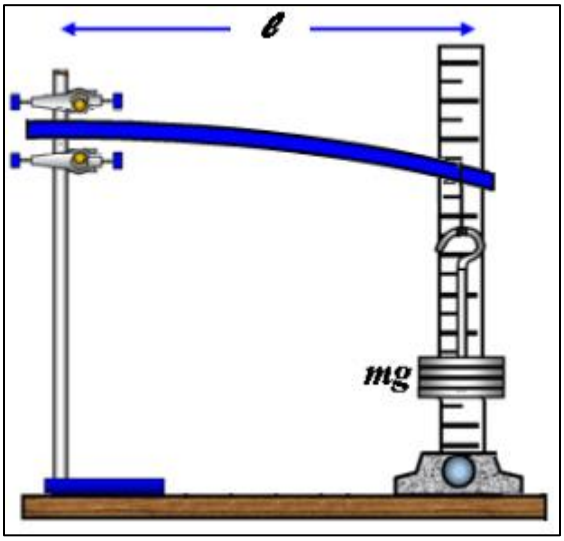
معامل المرونة الطولية (معامل ينج): - هو النسبة بين الاجهاد الطولى الى الانفعال الطولى ووحدته داين / سم٢.

$$\text{معامل ينج} = \frac{\text{الاجهاد الطولى}}{\text{الانفعال الطولى}} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

ويعرف الانفعال الطولى بانه النسبة بين الزيادة في الطول الى الطول الاصلى.

القانون المستخدم

إذا ثبت قضيب خفيف سهل الانثناء (كما الشكل) من أحد طرفيه ثم علقت كفة من الطرف الاخر ووضعت فيها اثقال فالازدواج الكلى على الساق سيعمل على انحناء الساق مما يؤدى الى زيادة فى طوله وهذه الاستطالة سوف تتناسب مع الانخفاض الذي يحدث عند طرف الساق نتيجة زيادة الاثقال.



$$\Delta L = y_0\,\theta$$

وفى هذه الحالة يمكن حساب معامل ينج من المعادلة

فلو اوجدنا النسبة $\frac{m}{y_0}$ وقيست ابعاد الساق أمكن إيجاد معامل المرونة Y.

الأدوات المستخدمة:

قدمه ذات الورنية - مسطرة مدرجة - اثقال

خطوات العمل: -

١- ثبت الساق عند أحد طرفيه وتعلق كفة في طرفه الاخر.

٢- توضع خلف الساق مسطرة راسية مدرجة ويقرأ التدريج المقابل للمؤشر ويسجل فى الجدول.

٣- توضع بالكفة اثقال تزداد فى كل مرة بمقدار ثابت ويقرأ ارتفاع الساق من التدريج المقابل على المسطرة فى كل مرة وتقيد القراءات فى الجدول.

٤- نرفع الاثقال فى الكفة بحيث تنقص فى كل مرة بمقدار ثابت ويقرأ التدريج المقابل فى كل مرة وتقيد القراءات فى الجدول.

٥- يؤخذ متوسط الارتفاع لكل قراءتين متناظرتين وتقيد المتوسطات فى الجدول ثم يحسب مقدار الانخفاض الذي يحدثه كل ثقل من الاثقال.

٦- يرسم خط بيانى يمر بنقطة الأصل للعلاقة بين m بالجرام على المحور الراسى، y_0 بالسنتيمترات على المحور الافقى.

٧- من الرسم البيانى تقدر النسبة (m/y_0) من ميل الخط المستقيم.

٨- يقاس طول الساق من موضع تثبيته الى موضع تعليق الكفة (L) ويقاس عرض الساق (b) وسمكه (d) بواسطة القدمة وتكون هذه الابعاد بالسنتيمترات.

٩- تحسب قيم معامل ينج Y من المعادلة السابقة.

جدول النتائج: -

ارتفاع الساق الابتدائى قبل وضع اثقال $= y_1$

مقدار الانخفاض (y_0)	متوسط الارتفاع y_2	الارتفاع عند النقصان	الارتفاع عند الزيادة	كتلة الثقل (m)

- ميل الخط = عجلة الجاذبية $= 980\ cm/sec^2$
- طول الساق L = سم

- العرض b = سم
- السمك d = سم

$$Y = \frac{m}{y_0}\ \frac{4gL^3}{bd^3} = \qquad Dyne/cm^2$$

قانون هوك

الغرض من التجربة

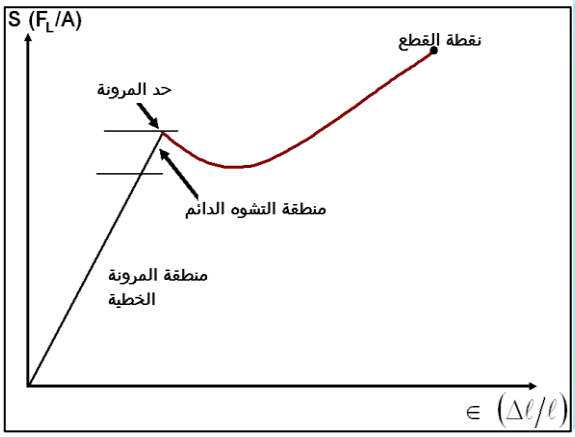
١- تحقيق قانون هوك عمليا وتعيين ثابت الزنبرك.

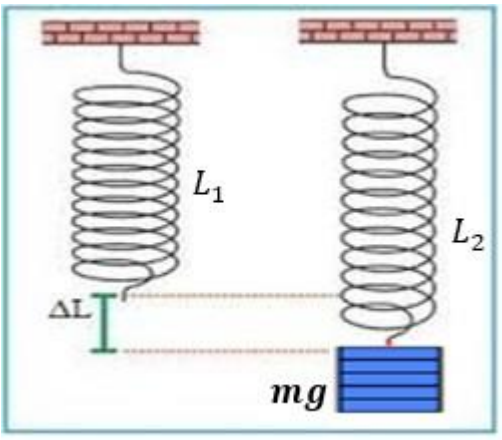
نظرية التجربة

المرونة هى مدى استجابة الاجسام للقوى المؤثرة عليها استاتيكيا، ومدى استرجاع هذه الاجسام لحالتها الاصيلة بعد زوال القوى المؤثرة.

ويعرف الاجهاد بانه القوة المؤثرة على وحدة المساحات. ووحدة قياسه: - نيوتن / م٢ او داين/سم٢ والانفعال هو استجابة الجسم النسبية للإجهاد المؤثر وليس له وحدات او ابعاد لأنه نسبة.

وينص قانون هوك على انه قبل حدود المرونة فان الانفعال يتناسب طرديا مع الاجهاد المؤثر اى ان: الاجهاد / الانفعال = مقدار ثابت ويسمى ثابت التناسب بمعامل المرونة.





القانون المستخدم

اذا فرضنا ان زنبرك طوله الاصلى (L) معلق راسيا وعند تعليق ثقل كتلتة (m) فان الزنبرك سوف يتاثر بقوة مقدارها (mg) لاسفل وسوف يزداد طوله الى (L') بمقدار استطالة (ΔL)

ويكون الاجهاد المؤثر هو $$\mathbf{Stress} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{A}} = \frac{\boldsymbol{mg}}{\boldsymbol{A}}$$

حيث A هي مساحة مقطع الزنبرك

والانفعال الناتج $$\mathbf{Strain} = \frac{\boldsymbol{\Delta L}}{\boldsymbol{L}}$$

من قانون هوك $$\frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{A}} = \boldsymbol{const}\ \frac{\boldsymbol{\Delta L}}{\boldsymbol{L}}$$

وحيث ان كلا من الطول الاصلى ومساحة المقطع ثوابت يمكن وضع القانون على الصورة

$$F = K\ \Delta L$$

حيث K مقدار ثابت ويعرف بـ**ثابت الزنبرك** وهو القوة اللازمة لعمل استطالة مقدارها الوحدة ويقاس بوحدة داين/ سم او نيوتن / متر.

وبذلك يمكن صياغة قانون هوك كالاتى في حدود مرونة الزنبرك فان الاستطالة تتناسب طرديا مع القوة المؤثرة على الزنبرك وثابت التناسب يسمى ثابت الزنبرك وحيث ان القوة المؤثرة تساوى mg يمكن كتابة المعادلة على الصورة

$$\boldsymbol{m = \mu\ \Delta L}$$

حيث $\mu = \frac{K}{g}$ وتعرف بكتلة وحدة الاستطالة. وهذه المعادلة تمثل بخط مستقيم بين الكتلة المعلقة بالزنبرك ومقدار الاستطالة الناتجة وبمعلومية ميل الخط (K/g) وعجلة الجاذبية يمكن تعيين قيمة الثابتK .

الأدوات المستخدمة

زنبرك – حامل - مسطرة مدرجة – اثقال.

خطوات العمل:

١- قم بتعيين طول الزنبرك الاصلى وليكن (L_1)

٢- علق ثقل مناسب في نهاية الزنبرك وقم بقياس طول الزنبرك بعد تعليق الثقل وليكن (L_2)

٣- احسب مقدار الاستطالة الناتجة عن الثقل $\Delta L = L_2 - L_1$.

٤- قم بزيادة كتلة الثقل المعلق عدة مرات وفى كل مرة احسب مقدار الاستطالة.

٥- دون النتائج في جدول وارسم العلاقة بين الكتلة على المحور الراسى والاستطالة على المحور الافقى.

٦- بمعلومية ميل الخط المستقيم وعجلة الجاذبية احسب قيمة ثابت هوك.

جدول النتائج

طول الزنبرك الاصلى $L_1 =$

m	L_2	ΔL

- عجلة الجاذبية = $980\ cm/sec^2$
- ميل الخط المستقيم =

$K = slope \times g =$ $dyne/cm$

تعيين معامل المتانة بطريقة استاتيكية

الغرض من التجربة

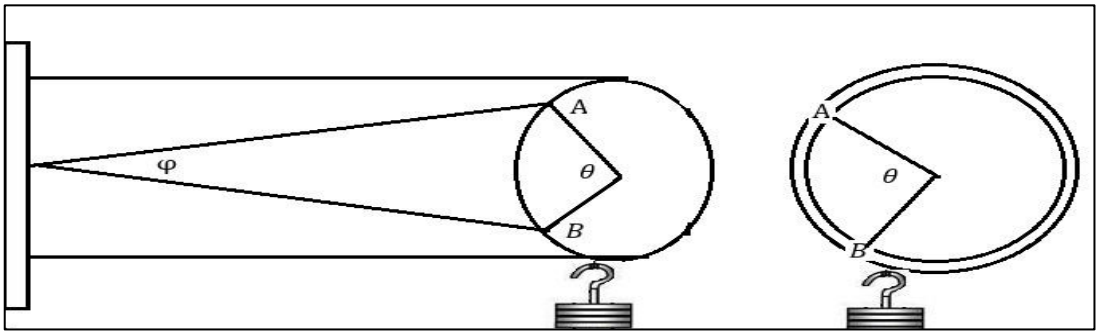
تعيين معامل المتانة بطريقة استاتيكية

نظرية التجربة: -

معامل المتانة هو أحد معاملات المرونة ويسمى أيضا بمعامل الصلابة. وتعرف الصلابة بانها المقاومة التي يبديها الجسم عند محاولة تغيير شكله. ويختلف معامل المتانة عن معاملات المرونة الاخرى في ان القوة المؤثرة على الجسم تكون مماسيه للمساحة التي تؤثر عليها والتغير الحادث عنها يكون تغير في الشكل فقط. وعلى ذلك فان معامل المتانة يعبر عن مقاومة الجسم لانزلاق طبقاته بالنسبة الى بعضها البعض.

ويمكن تعيين معامل المتانة من العلاقة

$$\eta = \frac{\text{القوة على وحدة المساحات}}{\text{زاوية القص}} = \frac{F/A}{\phi}$$



القانون المستخدم

يمكن تعيين معامل المتانة بطريقة مباشرة بملاحظة اللى الحادث فى سلك اسطوانى من المعدن تحت تأثير ازدواج معين. فعند تثبيت سلك طوله L ونصف قطره R من أحد طرفيه والتأثير على الطرف الاخر بازدواج T حول محوره الافقى فانه يسبب ليا فى السلك بزاوية (φ) تتوقف

على متانة مادة السلك. هذا الازدواج يسبب دوران مقطع السلك بزاوية (θ) وهي زاوية يمكن قياسها وترتبط بالزاوية كما بالشكل حيث: -

$$\varphi = \frac{\mathrm{AB}}{L} \quad , \quad \theta = \frac{AB}{r} \quad \Longrightarrow \quad \varphi = \frac{\mathrm{r}}{L}\,\theta \qquad (1)$$

ولحساب معامل المتانة نفرض اننا اخذنا حلقة من مقطع السلك نصف قطرها r وسمكها dr وان زاوية دوران الحلقة φ تحت تأثير قوة لى على سطح الحلقة مقدارها F.

من تعريف معامل المتانة

$$\eta = \frac{F/2\pi r dr}{\varphi} \quad \Longrightarrow \quad \mathrm{F} = 2\pi\,\eta\,\varphi\,\mathrm{r}\,\mathrm{dr}$$

ولكن عزم الازدواج فى الحلقة

$$\mathrm{F.r} = 2\pi\,\eta\,\varphi\,r^2\,dr$$

عزم الازدواج المؤثر فى السلك كله

$$F_T = \int_0^R F.r = \int_0^R 2\pi\,\eta\,\varphi\,r^2\,dr = \int_0^R 2\pi\,\eta\,\frac{\theta}{L}\,r^3\,dr$$

$$F_T = \frac{\pi\eta R^4}{2L}\theta \qquad (2)$$

الجهاز المستخدم

يستخدم فى هذه التجربة سلك سميك من النحاس او الحديد يرتكز على قاعدة افقية ثقيلة ويمتد السلك افقيا موازيا للقاعدة. يثبت أحد طرفى السلك تثبيتا فى القاعدة يمنعه من الدوران. وقد يكون السلك مثبتا راسيا. اما الطرف الاخر للسلك فمثبت فى مركز عجلة قطرها D يلف حول محيطها خيط متين يتدلى منه خطاف نعلق به اثقال. فاذا وضع ثقل M فى الخطاف فانه يؤثر فى طرف السلك المثبت بازدواج لى يسبب دوران السلك حول محوره الافقى بزاوية قدرها θ. ولقياس زاوية الدوران يوجد مؤشر رأسى يمكن تثبيته فى اى موضع على طول السلك

ويتحرك طرف المؤشر امام قوس مدرجة الى درجات ستينية. ويلاحظ ان جزء من السلك (L) الذي تقاس له زاوية الدوران هو الطول المحصور بين الطرف المثبت وبين موضع المؤشر.

ويكون عزم الازدواج المؤثر فى السلك F_T هو:

$$F_T = \quad m\, g\, \frac{D}{2} \qquad (3)$$

بالتعويض من المعادلة ٢ في المعادلة ٣

$$m\, g\, \frac{D}{2} = \frac{\pi \eta R^4}{2L}\theta \quad \Longrightarrow \quad \eta = \frac{m}{\theta}\, \frac{D\, L}{\pi R^4}\, g$$

في حالة استخدام التقدير الستينى

$$\eta = \frac{m}{\theta}\, \frac{180\, D\, L}{\pi^2 R^4}\, g \qquad (4)$$

خطوات العمل: -

١. قس قطر السلك فى عدة مواضع منه على امتداد طوله بواسطة ميكرومتر او قدمه – ومن ذلك احسب متوسط نصف القطر R.

٢. يثبت المؤشر فى وضع مناسب من السلك وتقاس المسافة (L) بين الطرف الثابت وبين موضع تثبيت المؤشر.

٣. قس قطر العجلة (D) فى عدة مواضع واوجد المتوسط.

٤. علق الخطاف فى طرف الخيط المار حول محيط العجلة واقرأ التدريج المحاذى لطرف المؤشر على القوس بالدرجات الستينية.

٥. أضف اثقالا (m) الى الخطاف وعين قراءة المؤشر فى كل مرة.

٦. أنقص الاثقال بنفس الطريقة التى اضيفت بها وعين قراءة المؤشر فى كل مرة.

٧. احسب متوسط زوايا الدوران θ من القراءتين المقابلتين لكل ثقل.

٨. ارسم العلاقة بين زاوية الدوران θ على المحور الافقى و mعلى المحور الراسى واوجد ميل الخط المستقيم $\frac{m}{\theta}$ ومنه عين معامل المتانة η.

النتائج: -

متوسط زاوية الدوران θ	زاوية الدوران عند النقصان	زاوية الدوران عند الزيادة	كتلة الثقل

متوسط نصف قطر السلك R = طول السلك L =

متوسط قطر العجلة D =

ميل الخط المستقيم $\frac{m}{\theta}$ =

$$\eta = slope\ \frac{180\ D\ L}{\pi^2 R^4} g =$$

تعيين معامل المتانة بطريقة ديناميكية (بندول اللى)

الغرض من التجربة

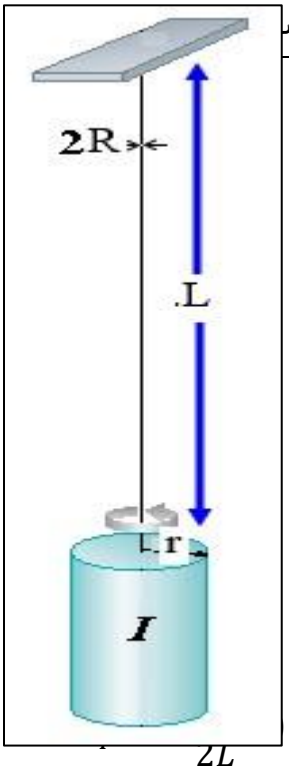
تعيين معامل المتانة بطريقة ديناميكية

نظرية التجربة: -

معامل المتانة هو أحد معاملات المرونة ويسمى أيضا بمعامل الصلابة. وتعرف الصلابة بانها المقاومة التي يبديها الجسم عند محاولة تغيير شكله. ويختلف معامل المتانة عن معاملات المرونة الاخرى في ان القوة المؤثرة على الجسم تكون مماسيه للمساحة التي تؤثر عليها والتغير الحادث عنها يكون تغير في الشكل فقط. وعلى ذلك فان معامل المتانة يعبر عن مقاومة الجسم لانزلاق طبقاته بالنسبة الى بعضها البعض.

ويمكن تعيين معامل المتانة من العلاقة

$$\frac{\text{القوة على وحدة المس}}{\text{زاوية القص}} = \frac{F/A}{\phi}$$



القانون المستخدم

إذا كان لدينا سلك طوله L ونصف قطره R ومعامل متانته η مثبت من أحد طرفيه ويعلق بطرفه السفلى ثقل معدنى قصوره الذاتي I، وقمنا بعمل ازاحة دورانية للجسم مقدارها θ حول المحور الرأسى نشأ عن تلك الازاحة قوة مرونة فى السلك تحاول ان ترد الجسم الى وضعه الاصلى فيهتز الجسم اهتزازا اليا بزمن قدره t.

فاذا كان عزم ازدواج اللى الناتج في السلك هو F_T فانه من التجربة السابقة نجد ان: -

$$\Longrightarrow \quad F_T = k\,\theta \qquad (1)$$

$2L$

حيث K هو ثابت اللى وهو عزم الازدواج اللازم لإحداث زاوية لى قيمتها الوحدة.

$$k = \eta \frac{\pi R^4}{2L} \qquad (2)$$

ولما كان اهتزاز الجسم هو حركة توافقية بسيطة مما ادى الى تسمية الجهاز بندول اللى فانه من معادلة الحركة التوافقية البسيطة نجد ان:

$$I.\frac{d^2\theta}{dt} = k\,\theta \quad \Longrightarrow \quad \frac{d^2\theta}{dt} = \frac{k}{I}\,\theta$$

$$w = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{I}} \quad \Longrightarrow \quad T^2 = \frac{4\pi^2 I}{k}$$

حيث T الزمن الدورى لبندول اللى وw هى التردد الزاوى. ومن هذه المعادلة بالتعويض عن قيمة الثابت k من المعادلة (٢) وكذلك عزم القصور للثقل الاسطوانى المعلق $I = \frac{1}{2}mr^2$ يمكن ايجاد قيمة معامل المتانة من خلال المعادلة

$$T^2 = \frac{8\pi\, mr^2 L}{\eta R^4}$$

اولا: تعيين معامل المتانة عن طريق العلاقة بين الزمن الدورى وطول بندول اللى.

الأدوات المستخدمة

سلك معدنى - حامل – ثقل اسطوانى – مسطرة مدرجة - ميكرومتر – قدمه- ساعة ايقاف.

خطوات العمل: -

١- قس بدقة قطر السلك عدة مرات فى مواضع مختلفة منه بواسطة الميكرومتر وعين من ذلك نصف قطر السلك R.

٢- قس قطر الثقل الاسطوانى فى مواضع مختلفة بواسطة القدمة واحسب من ذلك متوسط نصف قطر الاسطوانة r.

٣- عين كتلة الاسطوانة m بواسطة ميزان معتاد.

٤- ثبت السلك من اعلى وعلق الاسطوانة المعدنية فى طرفه السفلى على ان يكون السلك على امتداد محور الاسطوانة وقس طول السلك L.

٥- تزاح الاسطوانة ازاحة دورانية صغيرة حول محورها واتركها تهتز ويحسب الزمن اللازم لعمل ١٠ ذبذبات واحسب من ذلك متوسط زمن الذبذبة T.

٦- كرر الخطوة السابقة عدة مرات مع تغيير طول السلك بمقدار ١٠ سم فى كل مرة واحسب زمن ذبذبة السلك المقابلة لكل طول.

٧- ارسم العلاقة بين طول السلك ومربع زمن الذبذبة T^2 .

٨- احسب معامل المتانة من المعادلة:

$$\eta = \frac{8\pi m r^2}{R^4} \frac{1}{slope}$$

النتائج: -

مربع الزمن الدورى	الزمن الدورى	زمن خمس ذبذبات	طول السلك

متوسط قطر السلك = نصف قطر السلك R =

متوسط قطر الاسطوانة = نصف قطر الاسطوانة r =

كتلة الاسطوانة m = ميل الخط البيانى =

$\eta =$ $Dyne/cm^2$

ثانيا: تعيين معامل المتانة عن طريق العلاقة بين الزمن الدورى وكتلة الثقل المعلق.

الأدوات المستخدمة

سلك معدنى - حامل – مجموعة اثقال معلومة الكتلة – مسطرة مدرجة - ميكرومتر – قدمه- ساعة ايقاف.

خطوات العمل: -

١- قس بدقة قطر السلك عدة مرات فى مواضع مختلفة منه بواسطة الميكرومتر وعين من ذلك نصف قطر السلك R.

٢- قس قطر أحد الاثقال المعدنية فى مواضع مختلفة بواسطة القدمة واحسب من ذلك متوسط نصف القطر r ويجب التأكد من ان الاثقال المستخدمة متساوية القطر.

٣- قس طول السلك المستخدم وليكن L.

٤- ثبت السلك من اعلى وعلق ثقل فى طرفه السفلى على ان يكون السلك على امتداد محور الثقل.

٥- نقوم بإزاحة الثقل ازاحة دورانية صغيرة حول محوره ونتركه يهتز ويحسب الزمن اللازم لعمل ٥ ذبذبات واحسب من ذلك متوسط زمن الذبذبة T.

٦- كرر الخطوة السابقة عدة مرات مع تغيير كتلة الثقل المعلق فى كل مرة واحسب زمن ذبذبة السلك المقابلة لكل ثقل.

٧- ارسم العلاقة بين كتلة الثقل m ومربع زمن الذبذبة T^2 .

٨- احسب معامل المتانة من المعادلة:

$$slope = \frac{8\pi L r^2}{\eta R^4}$$

النتائج: -

مربع الزمن الدورى	الزمن الدورى	زمن خمس نبذبات	كتلة الثقل

متوسط قطر السلك =

نصف قطر السلك R =

طول السلك المستخدم

متوسط قطر الاثقال =

نصف قطر الاثقال r =

ميل الخط البيانى =

$$\eta = \frac{8\pi L r^2}{R^4} \frac{1}{slope} = \qquad Dyne/cm^2$$

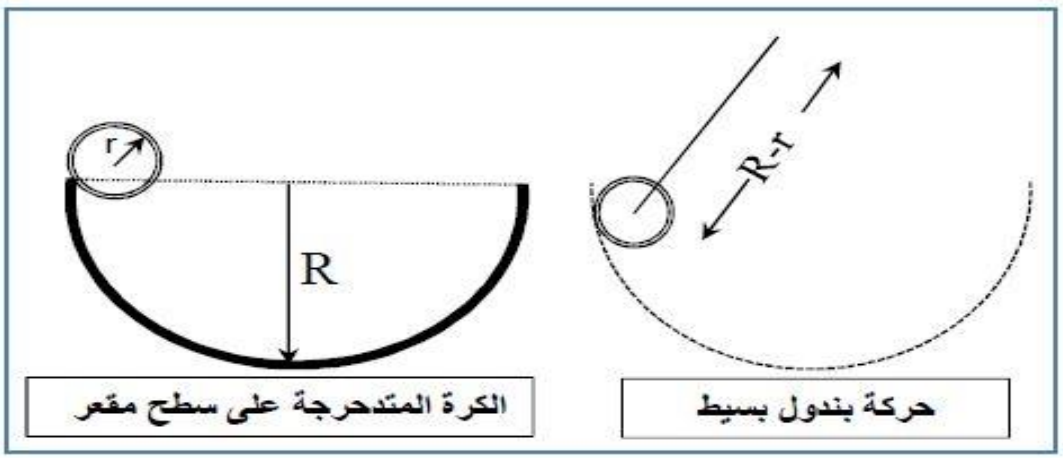
تدحرج كرة على سطح مقعر

الغرض من التجربة

تعيين عجلة الجاذبية الأرضية.

نظرية التجربة:

عندما وضع كرة نصف قطرها r على حافة سطح مقعر نصف قر تكوره R فإنها سوف تتدحرج تحت تأثير وزنها وتكون حركتها اهتزازية مشابهة لحركة بندول بسيط طوله (R-r) الا ان كرة البندول لا تدور حول نفسها مثل الكرة المتدحرجة على السطح المقعر. وبذلك فان حركة الكرة المتدحرجة تتكون من حركتين حركة انتقالية وحركة دورانية. ويمكن القول ان طاقة وضع الكرة عند حافة السطح تتحول الى طاقة حركة انتقالية وطاقة دورانية.



القانون المستخدم

الطاقة الدورانية + الطاقة الانتقالية = طاقة الوضع

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Iw^2$$

حيث h ارتفاع الكرة على السطح المقعر، g عجلة الجاذبية، m كتلة الكرة، w السرعة الزاوية، I عزم القصور الذاتى للكرة وبالتعويض عن

$$I = \frac{2}{5} mr^2 \quad , \quad w = \frac{v}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{10}{7} gh}$$

في حالة كرة البندول البسيط فان الطاقة الدورانية تساوى صفر ومنها نحصل على

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

بمقارنة المعادلتين نحصل على العلاقة بين سرعة الكرة المتدحرجة وسرعة كرة البندول.

$$v = \sqrt{\frac{5}{7}}\, v_0 \quad \Longrightarrow \quad T = \sqrt{\frac{7}{5}}\, T_0$$

حيث الزمن الدورى للكرة المتدحرجة T والزمن الدورى لكرة البندول البسيط T_0.

وحيث ان الزمن الدورى للبندول يعطى من العلاقة

$$T_0{}^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \qquad \Longrightarrow \quad T^2 = \frac{28\pi^2}{5}\, \frac{(R-r)}{g}$$

ومن هذه المعادلة يمكن حساب عجلة الجاذبية الارضية بمعلومية الزمن الدورى.

الأدوات المستخدمة

اسفيرومتر - قدمه - سطح مقعر – كرة معدنية – ساعة إيقاف.

خطوات العمل

١. نحضر كرة معدنية صغيرة ونقوم بقياس نصف قطرها باستخدام قدمه او ميكرومتر.
٢. نقوم بقياس ارتفاع السطح المقعر باستخدام اسفيرومتر.
٣. نقوم بقياس نصف قطر اتساع السطح المقعر عند الحافة ونقوم بحساب نصف قطر التكور باستخدام المعادلة

$$R = \frac{a^2}{4h} + \frac{h}{2}$$

٤. نقوم بوضع الكرة على حافة السطح المقعر ونتركه لكي تتدحرج.

٥. باستخدام ساعة إيقاف نقوم بحساب زمن خمس ذبذبات كاملة للكرة ومنها نقوم بحساب الزمن الدورى لذبذبة واحدة.

٦. نكرر الخطوة السابقة ثلاث مرات وفى كل مرة نحسب الزمن الدورى.

٧. نقوم بحساب متوسط الزمن الدورى للمرات الثلاثة ثم نقوم بالتعويض في المعادلة

$$g = \frac{28\pi^2}{5}\ \frac{(R-r)}{T^2} =$$

النتائج: -

متوسط قطر الكرة =

نصف قطر الكرة=

ارتفاع السطح المقعر=

نصف قطر اتساع قطر السطح المقعر =

نصف قطر التكور R =

متوسط الزمن الدورى=

عجلة الجاذبية الارضية =

$$g = \frac{28\pi^2}{5}\ \frac{(R-r)}{T^2} =$$

فوتومتر جولى

الغرض من التجربة

المقارنة بين قوتى اضاءة مصدرين ضوئيين.

نظرية التجربة

يعرف **الفيض الضوئى (I)** بانه الطاقة الكلية التى يشعها مصدر ضوئى خلال وحدة الزمن ويولد الاحساس بالرؤية والابصار ويقدر بوحدة تسمى "**اللومن** ".

اما **قوة الإضاءة (P)** فتعرف بأنها الفيض الضوئى المنبعث منه في الثانية الواحدة خلال زاوية مجسمة مقدارها الوحدة ويقاس بوحدة تسمى **الشمعة**. وعلى ذلك يرتبط الفيض الضوئى مع قوة المصدر بالعلاقة

$$I = 4 \pi P$$

وتعرف **شدة الاستضاءة (S)** عند سطح ما بالفيض الضوئى الذي يسقط عموديا على وحدة المساحات فى الثانية عند هذه النقطة وتقاس بوحدة **اللومن / سم**^{٢} = ١٠$^{-٤}$ **لوكس**. وشدة الاستضاءة عند سطح معين تتناسب طرديا مع قوة المصدر وعكسيا مع مربع المسافة بين المصدر والسطح.

تركيب فوتومتر جولى

فوتومتر جولى وهو نوع من تلك الاجهزة التى يمكن استخدام سطحها للمقارنة بين قوتى اضاءة مصدرين وذلك بتغيير بعدهما عنه حتى تصبح شدة الاستضاءة الناتجة عنهما متساوية.

ويتركب فوتومتر جولى من وجهين متماثلين أ، ب من شمع البرافين يفصلهما صفيحة من القصدير لتمنع مرور الضوء من أحد الوجهين الى الوجه الاخر.

القانون المستخدم

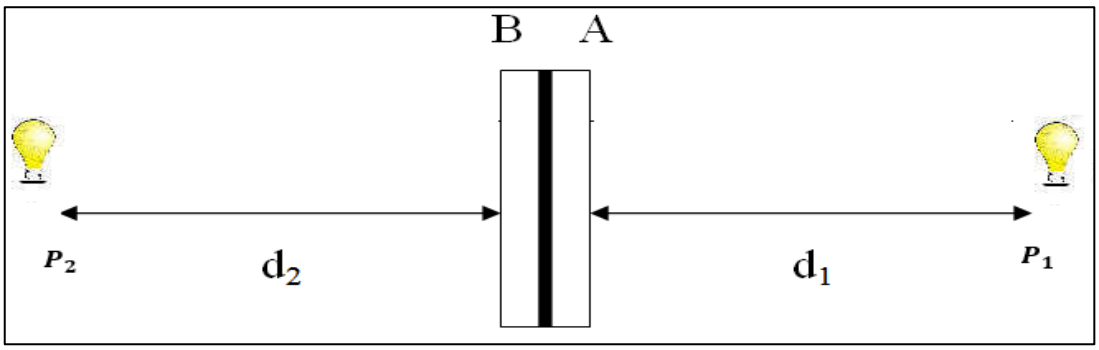
إذا فرضنا مصدر قوة اضاءته P فان كمية الضوء **I** المنبعثة منه فى الثانية تعطى بالمعادلة:

$$I = 4 \pi P$$

وإذا فرضنا كرة جوفاء مركزها المصدر ونصف قدرها r فان شدة الاستضاءة عند اى نقطة على سطح الكرة تعطى من العلاقة

$$\mathbf{S} = \frac{\mathbf{I}}{\boldsymbol{A}} = \frac{\boldsymbol{4\pi\, P}}{\boldsymbol{4\pi\, r^2}} = \frac{\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{r^2}}$$

حيث A مساحة سطح الكرة.



فاذا وضعنا مصدرين ضوئيان قوتهما P_1، P_2 على جانبى الفوتومتر عند النقطتين ج، د مثلا فان الوجه أ يصبح مضاء بالمصدر P_1 والوجه ب يصبح مضاء بالمصدر P_2 وبتغيير بعد المصدرين من الفوتومتر حتى تصبح شدة الاستضاءة واحدة وعندها يكون

$$\mathbf{S_1 = S_2}$$

$$\frac{\boldsymbol{P_1}}{\boldsymbol{{d_1}^2}} = \frac{\boldsymbol{P_2}}{\boldsymbol{{d_2}^2}} \quad \Longrightarrow \quad \frac{\boldsymbol{P_1}}{\boldsymbol{P_2}} = \frac{\boldsymbol{{d_1}^2}}{\boldsymbol{{d_2}^2}}$$

حيث d_1، d_2 بعد المصدرين P_1، P_2 عن الفوتومتر.

والعلاقة بين ${d_1}^2$ ، ${d_2}^2$ عبارة عن خط مستقيم ميله $\frac{P_1}{P_2}$ وإذا علمت P_1 يمكنك تعيين P_2 .

خطوات العمل

١- ضع المصدرين المراد مقارنة قوتهما على جانبى الفوتومتر وعلى الخط الواصل بينهما.

٢- نضع الفوتومتر بين المصدرين على بعد معين من المصدر الأول ثم نقوم بتحريم المصدر الثانى حتى تتساوى شدة استضاءة كلا الجانبين فى هذه الحالة نسجل بعد كلا من المصدرين عن الفوتومتر ولتكن d_1 ، d_2 على الترتيب.

٣- نكرر الخطوات السابقة مع تغير البعد بين المصدر الاول والفوتومتر بمقدار ثابت ونقوم بتحريك المصدر الاخر حتى تتساوى شدة استضاءة جانبي الفوتومتر مع تسجيل بعد كلا المصدرين عن الفوتومتر .

٤- ارسم العلاقة بين ${d_2}^2$، ${d_1}^2$ تحصل على خط مستقيم ميله يساوى $\frac{P_1}{P_2}$.

النتائج: -

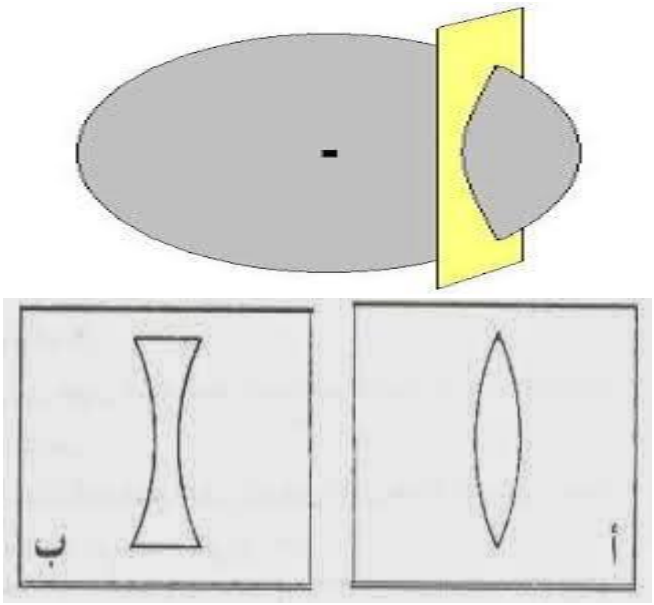
d_1	d_2	${d_1}^2$	${d_2}^2$

من خلال الرسم البيانى قارن بين قوتى اضاءة المصدرين موضحا من الأقوى.

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:

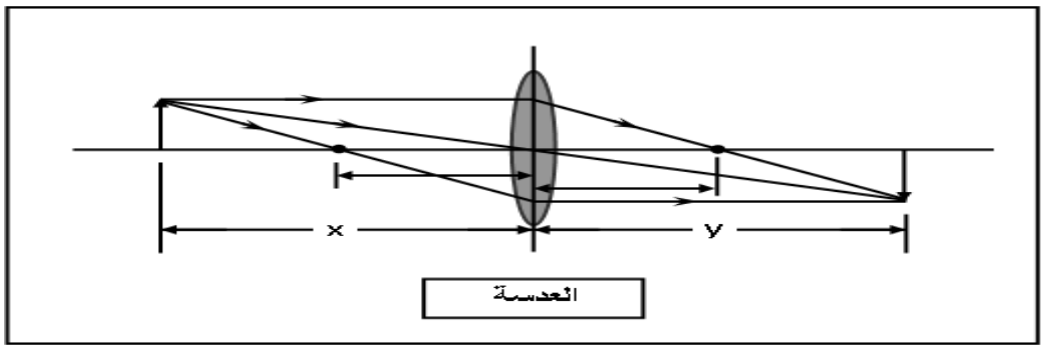
١ـ **العدسات المحدبة (مجمعة):** وتتميز بأنها سميكة من الوسط ويقل سمكها تدريجيا نحو حافتها.

٢ـ **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:** ـ هو مركز الكرة التى يكون هذا الوجه جزءا منها.
- **المحور الاصلى للعدسة:** ـ هو المستقيم المار بمركزى تكور وجهي العدسة.
- **المركز البصري للعدسة:** ـ 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

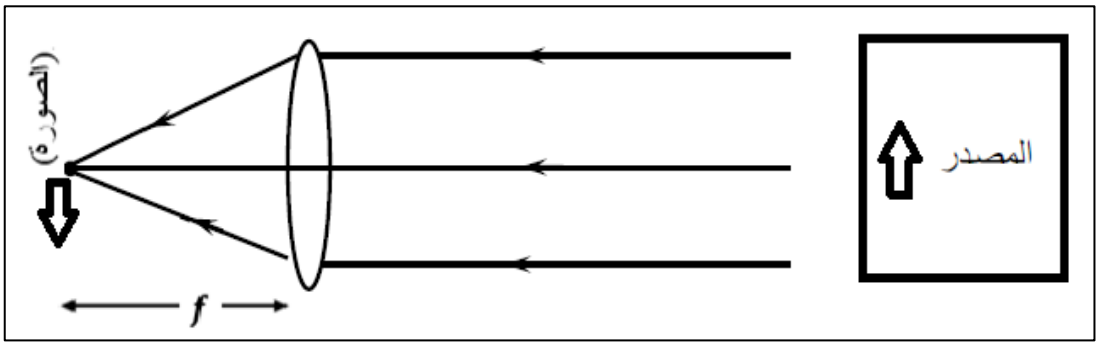
ايجاد قوة عدسة محدبة.

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 =

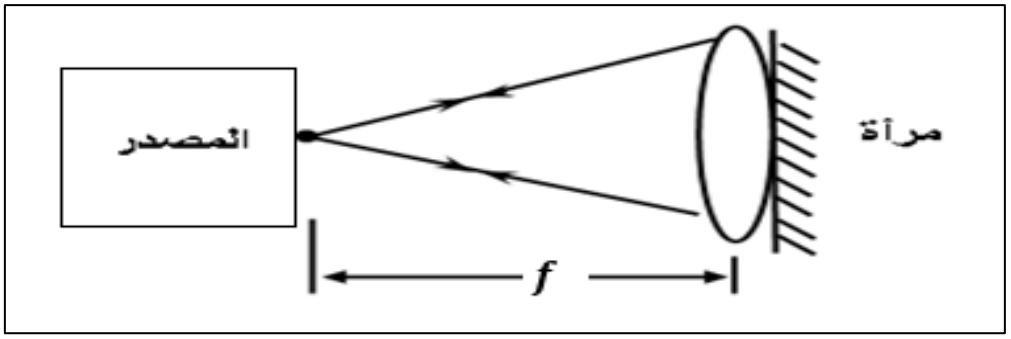
قوة العدسة =

$$F = \frac{100}{f} =$$ 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: -

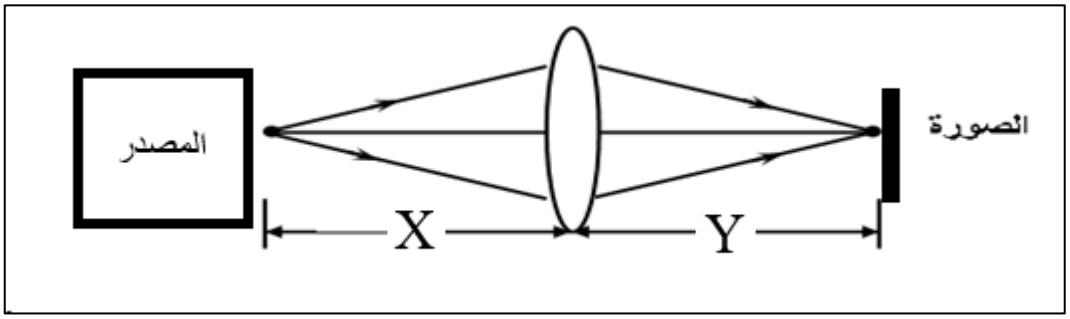
من القانون العام للعدسات نجد ان: -

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

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 عدسة مقعرة

الغرض من التجربة

ايجاد قوة عدسة مفرقة (مقعرة)

أولا: - طريقة انطباق الصورة على الجسم بتكوين مجموعة لامة: -

الأجهزة والأدوات المستخدمة: -

عدسة مفرقة – حامل عدسات – عدسة لامة – مسطرة – مرآة مستوية – مصدر ضوئى.

خطوات العمل

١- ضع العدسة المحدبة ملاصقة للعدسة المقعرة بحيث تكونا مجموعة امام المصدر الضوئى بحيث تكون العدسة المحدبة في مواجهة للمصدر

٢- حرك المجموعة وخلفها المرأة المستوية حتى تحصل على صورة واضحة منطبقة على المصدر الضوئى.

٣- قس المسافة بين المصدر وموضع المجموعة فتكون هي البعد البؤرى للمجموعة f .

٤- اوجد البعد البؤرى للعدسة المحدبة وحدها f_1 بطريقة انطباق الصورة.

٥- احسب قوة المجموعة وقوة العدسة المحدبة من خلال العلاقة

$$\mathrm{F} = \frac{100}{f} \qquad , \qquad F_1 = \frac{100}{f_1}$$

٦- قوة المجموعة تعطى بالعلاقة

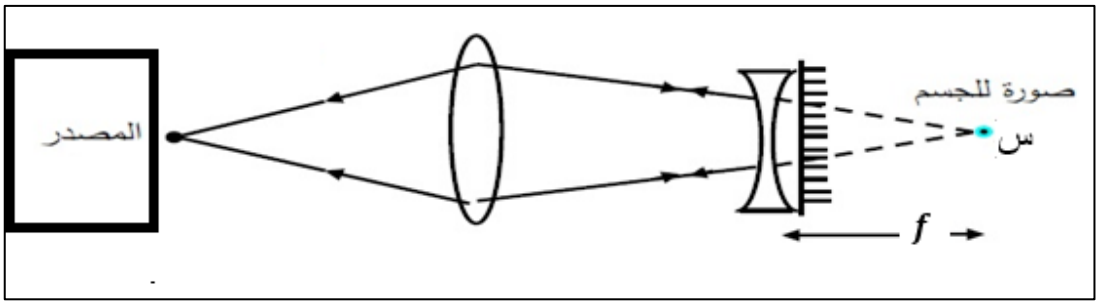
$$\mathrm{F} \;=\; F_1 \;-\; \mathrm{F}_2$$

٧- بالتعويض عن F_1 و F نستنتج قيمة F_2 قوة العدسة المقعرة.

ثانيا: - باستخدام عدسة لامة ومرأة مستوية

الأجهزة والأدوات اللازمة: -

عدسة مفرقة – حامل العدسات – عدسة لامة – مسطرة – مرآة مستوية – مصدر ضوئى – حائل



خطوات العمل: -

١- احصل على أوضح صورة على الحائل باستخدام العدسة امام المصدر الضوئى.

٢- حدد موضع الحائل (س) وموضع العدسة المحدبة.

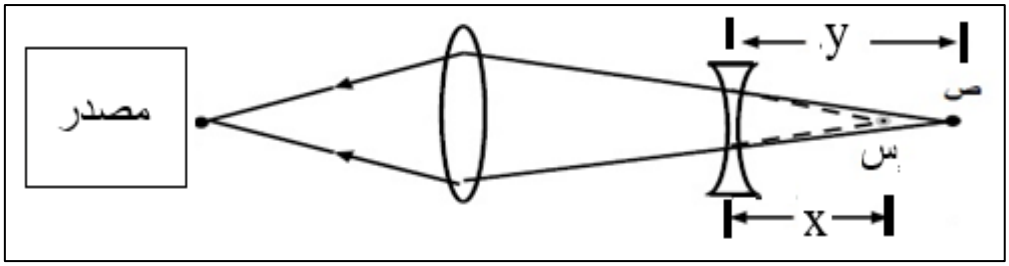
٣- اقطع مسار الاشعة الخارجة من العدسة المحدبة بواسطة العدسة المفرقة وخلفها المرأة المستوية مع عدم تحريك مكان المصدر او العدسة المحدبة

٤- حرك العدسة المفرقة والمرأة حتى تحصل على صورة واضحة تنطبق على المصدر.

٥- قس المسافة بين العدسة المفرقة وموضع الحائل فتمثل البعد البؤرى f. وذلك لان معنى انطباق الصورة على المصدر ان الاشعة خرجت من العدسة المفرقة عمودية على المرأة المستوية فارتدت في نفس مسارها ولا يتم هذا الا إذا كانت الصورة المتكونة على الحاجز في الخطوة (١) هي الموضع التقديرى البؤرى للعدسة المفرقة.

ثالثا الطريقة العامة: -

للحصول على صورة بواسطة العدسة المفرقة يجب ان يكون التمايل الابتدائى موجبا وذلك باستخدام عدسة محدبة. وتكون الصورة المتكونة بالعدسة المحدبة كأنها جسم مضيء للعدسة المقعرة.



خطوات العمل

١- ضع العدسة المحدبة بين الحائل والجسم المضيء حتى تحصل على صورة مكبرة وواضحة للجسم المضيء عند الموضع (س).

٢- دون ان تغير موضع العدسة المحدبة او موضع مصدر الضوء توضع العدسة المقعرة بين الحائل والعدسة المحدبة مع تثبيت مكان كلا من العدسة الجسم المضيء.

٣- حرك الحائل بعيدا عن العدسة المقعرة حتى تحصل على صورة واضحة للجسم المضيء عند النقطة (ص) ويكون البعد بين الوضع الأول للحائل والعدسة المقعرة هو بعد الجسم بالنسبة لها x والبعد بين العدسة المقعرة والوضع الثانى للحائل هو بعد الصورة y.

٤- غير وضع العدسة المقعرة بالنسبة الى النقطة (س) وبالتالي هذا يؤدى الى تغيير موضع الصورة (ص) سجل بعد الجسم عن العدسة المقعرة x وكذلك بعد الصورة عن العدسة المقعرة y.

٥- سجل النتائج مع حساب التمايل الابتدائى 'x، y' في كل حالة.

٦- ارسم العلاقة بين 'x، y' تحصل على خط مستقيم يقطع جزء متن كلا المحورين ويمثل هذا الجزء المقطوع قوة العدسة المقعرة.

النتائج

أولا طريقة انطباق الصورة على الجسم.

ثانيا باستخدام عدسة لامة ومرأة مستوية.

ثالثا الطريقة العامة.

تقاطع الخط المستقيم مع المحور السينى F1 = ديوبتر

تقاطع الخط المستقيم مع المحور الصادى F2 = ديوبتر

متوسط قوة العدسة المفرقة = 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.

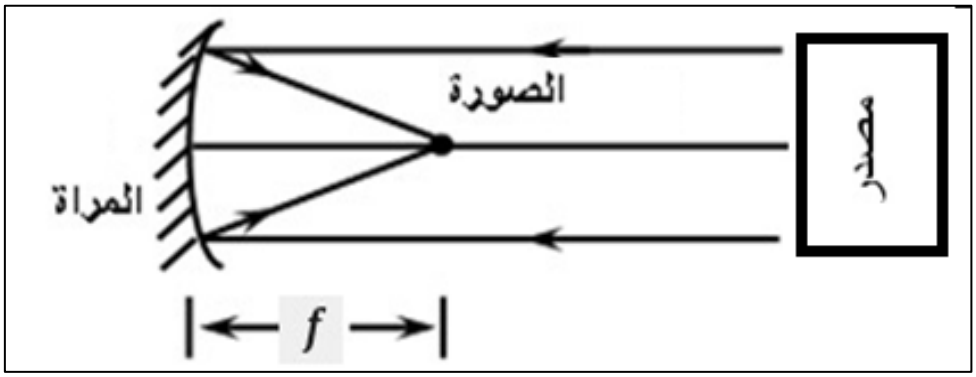
٢- يكون البعد البؤرى **موجبا** للمرأة المقعرة و**سالبا** للمرأة المحدبة.

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

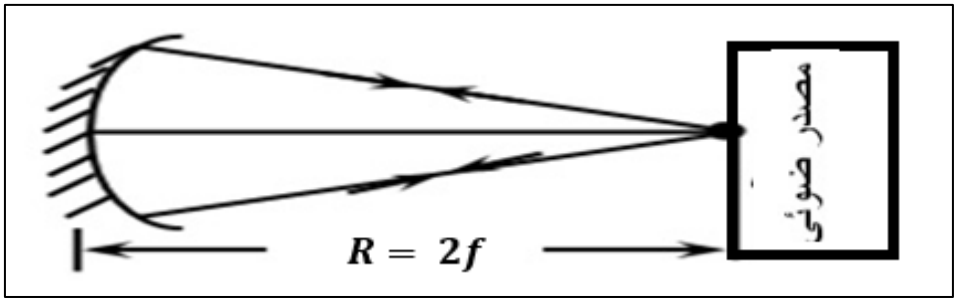
النتائج: -

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.

$$R = 2f$$

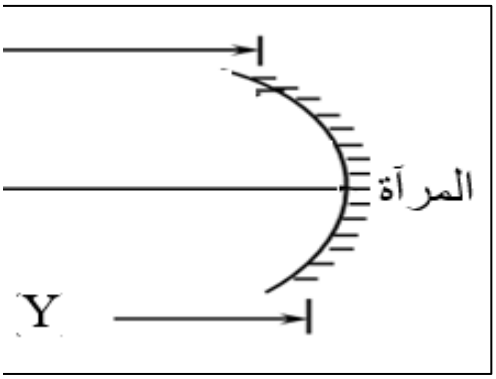
النتائج: -

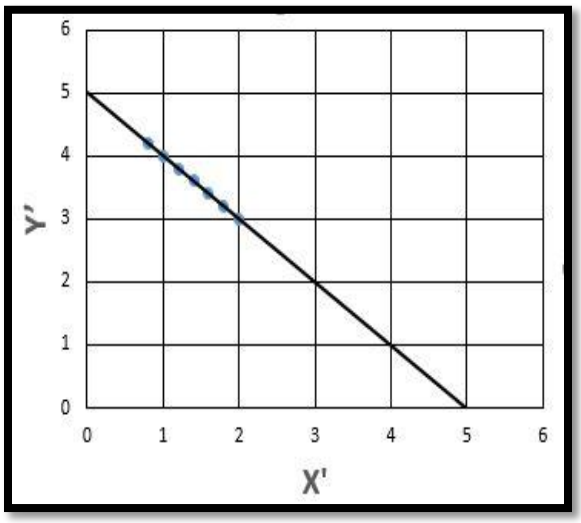
نصف قطر تكور المرآة (R) = سم

البعد البؤرى $(f = \frac{R}{2})$ = سم

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

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.

$$F = \frac{F_1 + F_2}{2} =$$ ديوبتر

تعيين قوة مرآة محدبة

الغرض من التجربة

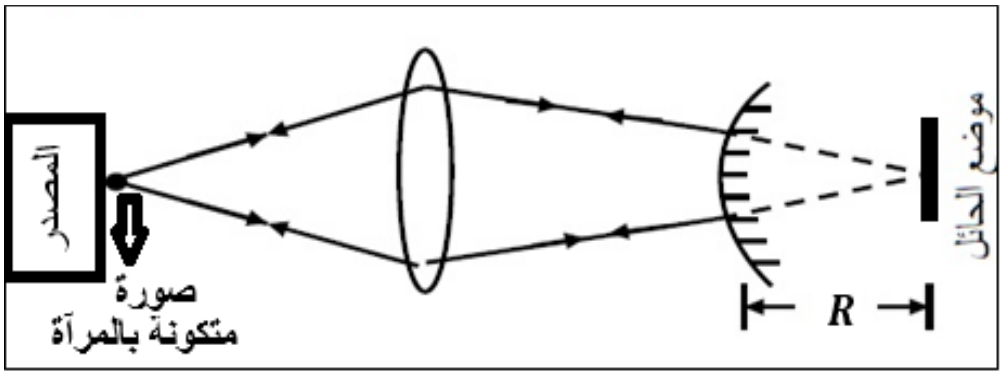
إيجاد قوة مرآة مفرقة (محدبة)

الأجهزة والأدوات المستخدمة

مرآة مفرقة – حامل للمرايا – عدسة لامة – حامل العدسة – مصدر ضوئى.

طريقة انطباق الصورة على الجسم:

في هذه الحالة تكون مجموعة لامة باستخدام عدسة لامة (محدبة).



خطوات العمل: -

١- نضع العدسة اللامة امام المصدر الضوئى حتى نحصل على صورة مكبرة وواضحة على الحائل (يمكن وضع العدسة بعيدا عن المصدر إذا لزم الامر).

٢- نثبت موضع العدسة والحائل ثم نضع المرآة المفرقة بين الحائل والعدسة اللامة.

٣- نحرك المرآة حتى نحصل على صورة وضحة منطبقة على المصدر

٤- نقيس المسافة بين المرآة والحائل فتكون هي نصف قطر تكور المرآة r. ومنها يمكن تعيين البعد البورى وبالتالي يمكنك إيجاد قوة المرآة.

$$f = \frac{R}{2} = \qquad\qquad F = \frac{100}{f} =$$

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).

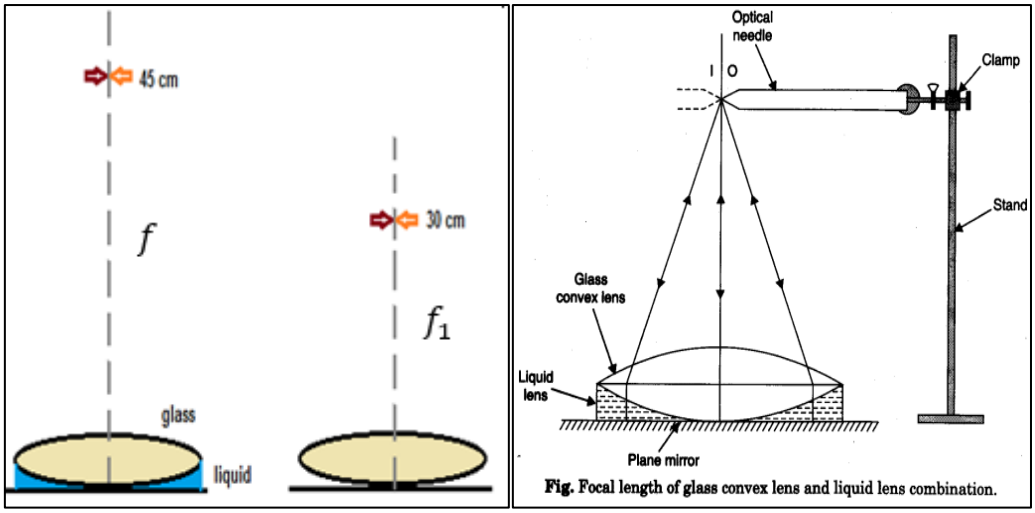


Fig. Focal length of glass convex lens and liquid lens combination.

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

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

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

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

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

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

تعيين معامل انكسار سائل باستخدام مرآة مقعرة

الغرض من التجربة

تعيين معامل انكسار الماء.

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.

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

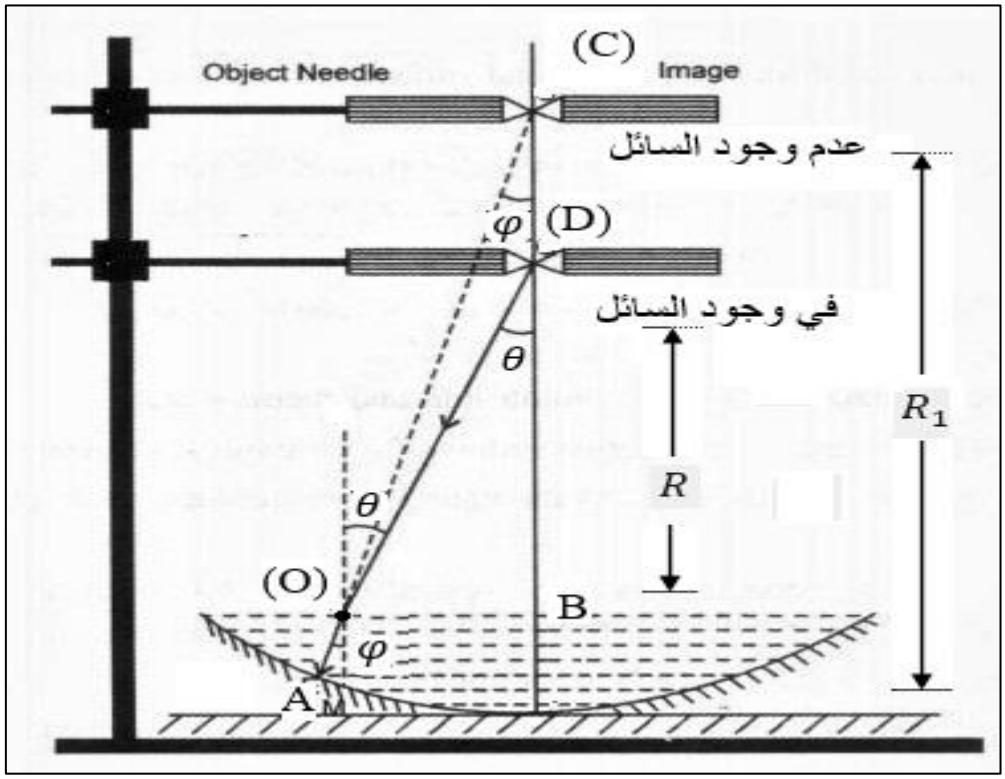
القانون المستخدم

نفرض ان مرآة مقعرة وضعت على سطح مستوى افقي فاذا وضع جسم على هيئة سهم افقيا فوق العدسة على حامل راسى وحرك السهم الى اعلى وأسفل سوف تظهر صورة مقلوبة في

المرآة لها نفس ابعاد السهم، فى هذه الحالة يكون السهم عند مركز تكور المرآة والصورة تكون منطبقة على الجسم، وتكون المسافة بين السهم ومركز المرآة هى نفسها نصف قطر تكور المرآة (R_1).

عند وضع كمية من الماء داخل المرآة فان هذه الكمية سوف تأخذ شكل عدسة مستوية الوجه العلوي ومقعرة الوجه السفلى وتعمل كمية الماء على تغيير زاوية سقوط الشعاع الضوئى الساقط من الجسم الى المرآة مما يؤدى الى انعكاسها بزاوية مختلفة عن الحالة الأولى وبالتالي تتجمع الاشعة في مكان مختلف عن حالة المرآة لوحدها. وبالتالي سوف يختلف المكان الذي نحصل عنده على صورة منطبقة على المصدر.

وسوف نلاحظ ان الصورة في حالة إضافة الماء تتكون عند بعد اقل من الحالة الأولى وهذا يعنى ان قوة المجموعة أكبر من قوة المرآة الزجاجية.



في حالة عدم وجود السائل فان الشعاع الضوئى يسقط من مركز تكور المرآة عند النقطة (C) الى المرآة مباشرة عند النقطة (A) ويرتد على نفسه مكون صورة مطابقة للجسم الجسم.

في حالة وجود السائل فانه لكي نحصل على صورة مطابقة للمصدر فان الشعاع الضوئى يسقط من النقطة (D) ويقابل سطح الماء عند النقطة (O) بزاوية سقوط (θ) فيحدث له انكسار بزاوية (φ) ثم يكمل مساره في اتجاه الشعاع القديم ويقابل المرآه عند النقطة (A) فيرتد على نفسه ثم يخرج من الماء عند النقطة (O) فينكسر مرة اخرى ثم يكمل مساره الى النقطة (D).

من قانون سنل نجد ان B

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

من المثلث OBD نجد ان

$$\tan\theta = \frac{OB}{BD}$$

من المثلث OBC نجد ان

$$\tan\varphi = \frac{OB}{BC}$$

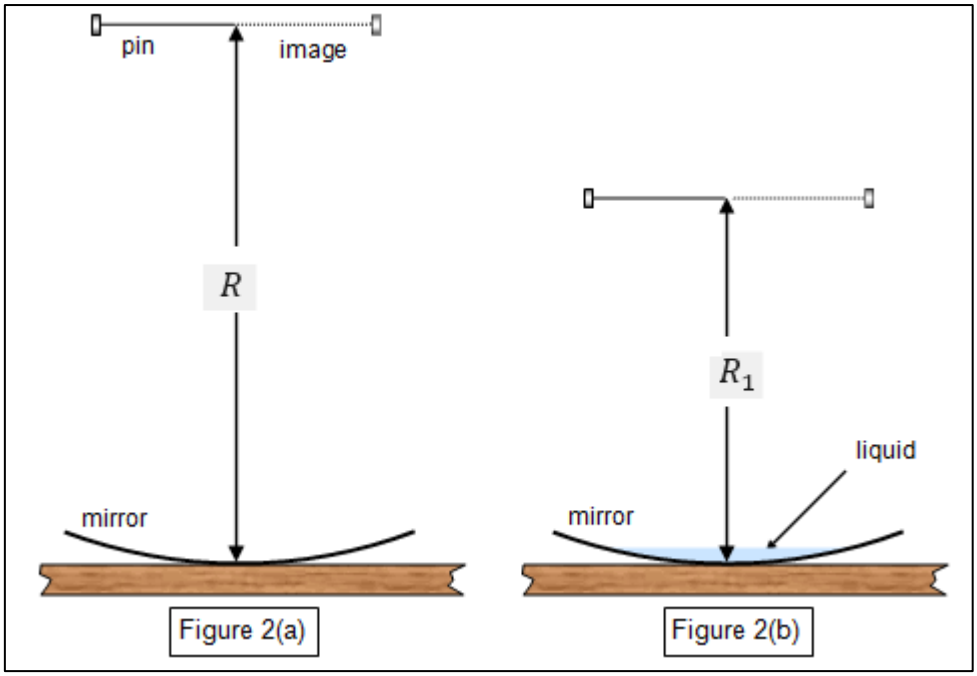
$$\frac{\tan\theta}{\tan\varphi} = \frac{BC}{BD} = \frac{R_1}{R}$$

وعندما تكون كلا من الزاويتين صغيرتين في حدود خمس درجات فانه يمكن استخدام التقريب

$$\tan\theta \cong \sin\theta$$

$$\Longrightarrow \quad \frac{\sin\theta}{\sin\varphi} = \frac{\tan\theta}{\tan\varphi} \qquad \Longrightarrow \qquad \mu = \frac{R_1}{R}$$

ومن خلال هذه المعادلة يمكن تعيين معامل انكسار السائل بقياس بعد الجسم في حالة عدم وجود الماء R_1 والبعد في حالة وجود الماء مع المرآة المقعرة R.



الأجهزة المستخدمة

مرآة مقعرة – حامل معدنى – سهم – سائل.

خطوات العمل: -

١- توضع المرآة على قاعدة افقية.

٢- يثبت سهم افقى فى الحامل على ارتفاع معين من المرآة وينظر فى اتجاه محور المرآة ويحرك السهم الى اعلى والى أسفل حتى ترى صورة منطبقة مقلوبة للسهم لها نفس الحجم وعلى استقامة واحدة.

٣- تقاس المسافة R_1 بين راس السهم ومركز المرآة.

٤- يوضع بين فوق المرآة المقعرة قليلا من السائل المراد تعيين معامل انكساره ونقوم بتحريك السهم حتى نحصل على صورة مقلوبة ومطابقة للسهم ونعين نصف قطر المجموعة R.

٥- نعوض فى القانون ومنه نوجد معامل انكسار السائل.

النتائج

بعد السهم عن المرآة فى حالة عدم وجود السائل = سم

بعد السهم عن المرآة فى حالة وضع السائل = سم

معامل انكسار السائل

$$\mu = \frac{R_1}{R} =$$

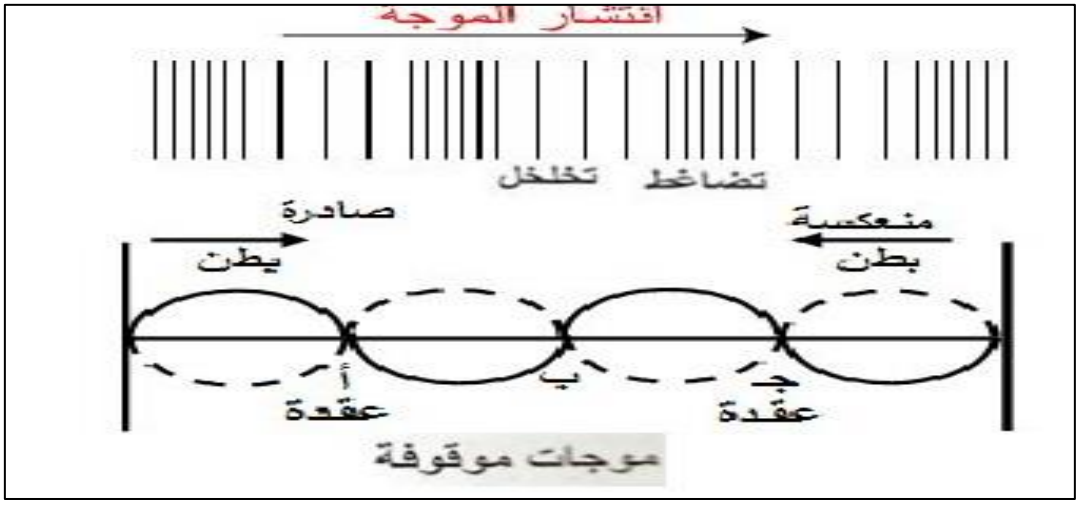
تعيين سرعة الصوت في الهواء باستخدام الاعمدة الهوائية

الهدف من التجربة: -

ايجاد سرعة الصوت فى الهواء.

نظرية التجربة: -

من المعلوم فى علم الفيزياء ان الصوت ينتقل فى الاوساط المادية على هيئة موجات طولية تتكون من تضاغطات وتخلخلات وعندما تصطدم هذه الموجة بحائل فإنها ترتد على نفسها بفرق فى الطور مقداره π ويتكون ما يسمى بالموجات الموقوفة وهذه الموجات تتكون من مناطق تنعدم عندها الازاحة وتسمى بالعقد (Nodes) ومناطق تكون فيها الازاحة أكبر ما يمكن وتسمى البطون (Antinodes) والمسافة ين اى عقدتين متتاليتين او بطنين متتاليتين تساوى نصف الطول الموجى λ /2، واما المسافة بين اى عقدة والبطن التى تليها فهى تساوى ربع الطول الموجى وتتسبب الموجات الموقوفة فى احداث الرنين فى الاعمدة الهوائية.



وظاهرة الرنين تتلخص فى انه إذا تذبذب جسم بتردد معين وكان بجانبه جسما اخر، فهذا الاخير سيتذبذب بأقصى ما يمكن إذا كان تردده مساويا لتردد الاول ويقال عندئذ ان الجسمان فى حالة رنين.

ويمكن قياس سرعة الصوت باستخدام انبوبة الرنين الهوائية المغلقة وهي عبارة عن انبوب نحاسية على هيئة اسطوانة مجوفة ومثبتة من أحد طرفيها بحامل والطرف الاخر مغمور في سائل وعن طريق رفع الحامل او خفض يمكننا تغيير طول العمود داخل الأسطوانة.

القانون المستخدم

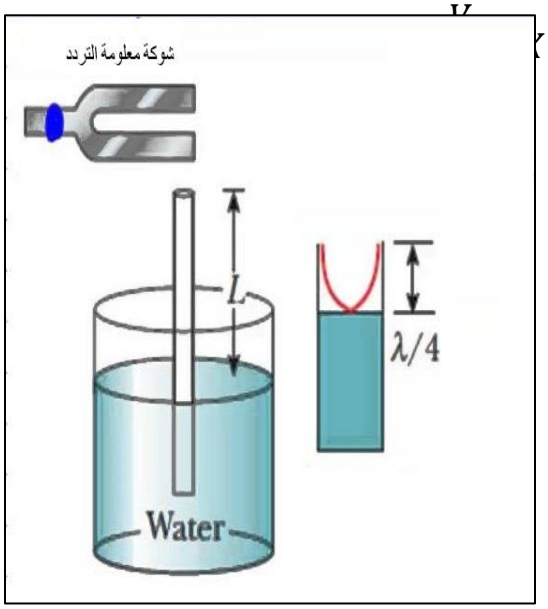
عند طرق شوكة معلومة التردد وتقريبها من فوهة الانبوبة المفتوحة مع تغيير طول الانبوبة عن طريق الحامل فان الموجة الصوتية الصادرة من الشوكة سوف تنعكس عند سطح الماء داخل انبوبة الرنين وتتداخل الموجة المنعكسة مع الموجة الساقطة مكونة موجة موقوفة لها عقدة عند سطح الماء وبطن بالقرب من فوهة الانبوبة وعندما يتساوى تردد هذه الموجة مع تردد العمود الهوائى نسمع صوتا قويا يعرف بالرنين. ويصبح اقل طول تنشأ فيه موجة يساوى

$$L = \lambda / 4$$

غير ان البطن لا تحدث تماما عند الفوهة ولذلك هناك تصحيح للعلاقة

$$\lambda / 4 = (L + X)$$

$$V = \lambda \nu$$



وقد وجد ان قيمة الخطأ فى فوهة الانبوبة يساوى $0.6\ r$ وعلى ذلك فان

$$L = (V/4).\ (1/\nu) - 0.6\ r$$

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

وهذه معادلة خط مستقيم بين L و$\frac{1}{\nu}$ ميله $\frac{V}{4}$

والجزء المقطوع = $0.6\ r$

الأدوات المستخدمة

وعاء مملوء بالماء – انبوبة أسطوانية – شوك رنانة معلومة التردد – مسطرة مدرجة

خطوات العمل: -

١- نضع الانبوبة الاسطوانية راسيا بحيث يكون طرفه السفلى فى الماء ويكون عمود الهواء أقصر ما يمكن.

٢- تطرق الشوكة الرنانة ذات التردد (ν) ونقربها الى فوهة الانبوبة مع رفع الانبوبة تدريجيا حت نحصل على اعلى رنين.

٣- تثبت الاسطوانة عند هذا الوضع ويقاس طول عمود الهواء.

٤- تكرر التجربة عدة مرات باستخدام شوك رنانة اخرى مختلفة التردد ويعين طول العمود الهوائى المناظر لتردد كل منهما.

٥- نرسم العلاقة بين L ،$\frac{1}{\upsilon}$ ونعين ميل الخط ونحسب قيمة سرعة الصوت.

٦- نحسب نصف قطر الانبوبة بمعلومية الجزء المقطوع

النتائج: -

$\frac{1}{\upsilon}$	L	υ

Slope =

V=Slope ×4= cm/sec

نصف قطر الانبوبة =

الصونومتر

الغرض من التجربة

١- دراسة ظاهرة الرنين.

٢- دراسة العلاقة بين تردد الرنين وطول الوتر المهتز.

نظرية التجربة

الصونومتر جهاز يستخدم لإثبات تذبذب الاوتار وهو عبارة عن صندوق خشبى أجوف رقيق الجدار مثبت على سطحه العلوي سلكان رقيقان من الصلب أحدهما مثبت الطرفين والاخر من طرف واحد وطرفه الثانى يمر فوق بكرة ملساء ثم ينتهي بحامل يوضع به اثقال لشد السلك. ويرتفع السلكان عن الصندوق قليلا بواسطة قنطرتين صغيرتين.

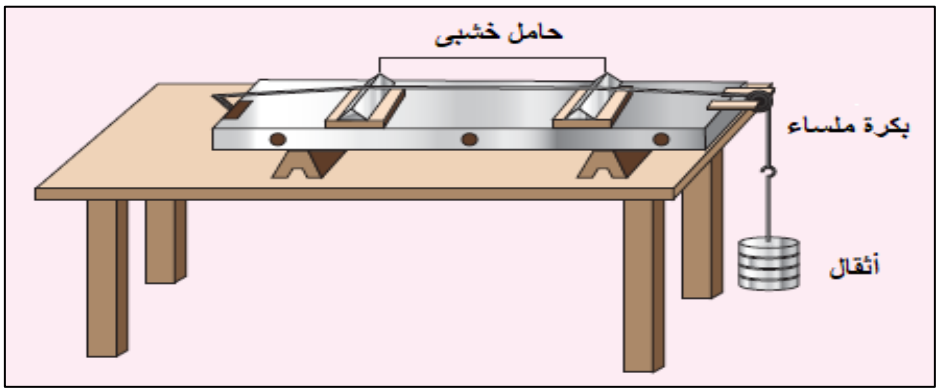
ويعتمد اساس فكرة الصونومتر على اهتزاز وتر من السلك طوله L ومشدود بقوة شد F وكتلة وحدة الاطوال من السلك m. فاذا اهتز سلك مثل فانه يهتز بتردد ν حيث: -

$$\nu = \frac{1}{2L}\sqrt{(\frac{F}{m})} \qquad (1)$$

وفى ظروف معينة ينتقل الاهتزاز من أحد طرفى السلك وينعكس من الطرف الاخر. وتتكون موجة ثابتة (او مستقرة) حيث ان كل موجة عند وصولها الى الطرف المثبت تنعكس وتسير فى الاتجاه المضاد بنفس السرعة ونفس التردد وتتكون من الموجات الساقطة والمنعكسة موجات موقوفة.

وتعتمد دراسة اهتزاز الاسلاك على ظاهرة الرنين. فاذا كان لدينا جسمان (a,b) يتذبذب احدهما (a) مثلا يبعث فى الفضاء موجات ترددها (ν_1) وقابلت هذه الموجات فى طريقها الجسم الاخر (b) وكان تردده الطبيعى مساويا لتردد الجسم (a) يبدأ فى التذبذب فى الحال بأقصى ما يمكن ممتصا بذلك الطاقة اللامعة من الوسط ويقال عندئذ الجسمان (a)،(b) فى حالة رنين . ويقال ان هذا هو الرنين الاساسى وقد يحدث رنين ايضا لو كان تردد (b) نصف تردد

(a) او ضعفه او مضاعف صحيحة لتردد (a) وكسور عددية صحيحة للتردد (a). لذلك فانه لإجراء صحيحا يجب ان نضع على السلك ركابا صغيرا من الورق فاذا امتص الصونومتر الطاقة المنبعثة من شوكة رنانة معلومة التردد فان الركاب يهتز بشدة ويقع الركاب من فوق السلك والشوكة فى حالة رنين ونتأكد من ان الترددين متساويين باستخدام الاذن.



وباستخدام نظرية الرنين هذه يمكننا استخدام الصونومتر ذو السلك الثابت الشد فى تعيين تردد مجهول. فى هذه الحالة ما دمنا نستخدم سلكا واحدا فان m ثابتة وكذلك الشد ثابت فيكون مقدار F ثابت ايضا من ذلك تصبح المعادلة على الصورة

$$\nu = \frac{const}{L} \qquad \therefore \nu \,.\, L = \text{constant} \qquad (2)$$

الادوات المستخدمة

جهاز الصونومتر – حاملين خشبيين – شوك رنانة – مسطرة مدرجة.

خطوات العمل

١- ثبت السلك من طرفيه بشد ثابت مع وضع حاملين من الخشب يحصران طولا معينا من السلك.

٢- اطرق الشوكة الرنانة المعلومة التردد وضعها على صندوق الصونومتر فتسمع صوتا معينا للشوكة. اجعل السلك يهتز بالطرق عليه بأصابعك واسمع النغمة الصادرة منه وحرك أحد الحاملين حتى تقترب تلك النغمة من نغمة الشوكة الرنانة.

٣- ضع الركاب الورق على السلك بين الحاملين واطرق الشوكة واضعا اياها على صندوق الصونومتر فاذا وقع الركاب كان هذا هو الوضع المطلوب.

٤- قس الطول L بين الحاملين. اما إذا لم يقع الركاب فحرك أحد الحاملين بهدوء حتى يقع الركاب

٥- كرر الخطوات السابقة لمجموعة من الشوك الرنانة ورتب النتائج فى جدول ثم ارسم العلاقة بين ν ، $1/L$.

النتائج

L	ν	$\frac{1}{L}$	$\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\upsilon}}$	ν . L

القنطرة المترية

الغرض من التجربة

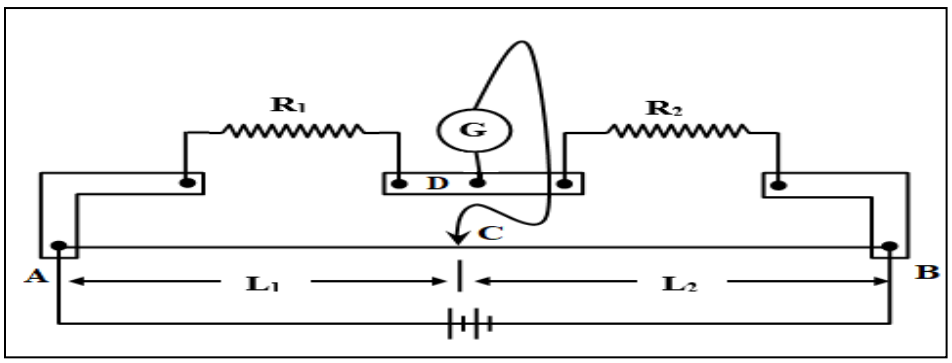
١- تعيين قيمة مقاومة مجهولة باستخدام القنطرة المترية

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_2 وصندوق المقاومات R_1 على 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 مترية – 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 =

تعيين الخطأ الطرفى فى القنطرة المترية

الغرض من التجربة

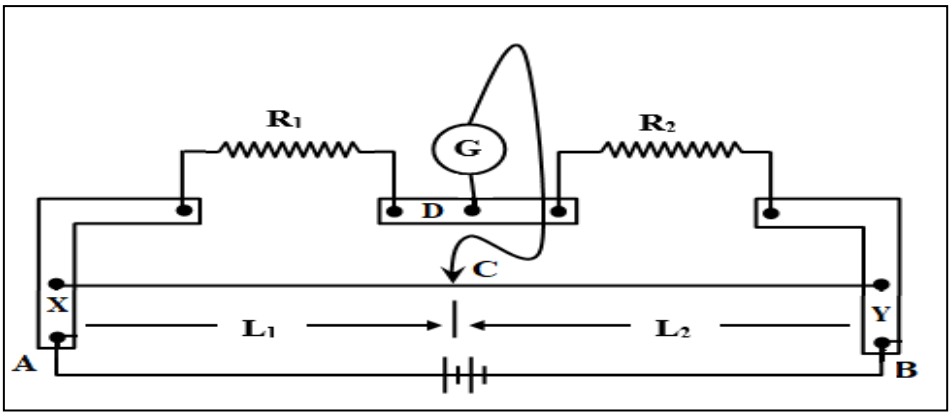
تعين قيمتى الخطأ الطولى فى طرفى القنطرة المترية.

نظرية التجربة

من المعروف ان نقطة اتصال اى معدنين سواء كان هذا عن الطريق اللحام او بالاتصال المباشر ينشا عنه نقطة اتصال القنطرة بأطراف التوصيل الاخرى. هذه المقاومة تؤثر على قيمة مقاومة السلك. وعلى هذا تفترض وجود مقاومة عند نقطتى او ما يسمى الخطأ فى أطراف التوصيل. هذا الخطأ هو ما ينبغى تعيينه.

فكرة التجربة

بفرض ان لدينا الدائرة الموضحة بالشكل. ونفرض ان الخطأ الطولى فى الطرف الايسر هو X والخطأ فى الايمن هو Y إذا كان الاتزان يحدث عند L_2 , L_1 من اليمين الى اليسار.



اذن شرط الاتزان يكون على الصورة التالية

R_1/R_2= (L_1+X)/ (L_2+Y)

(L_2+Y) R_1/R_2= (L_1+ X)

بوضع $M = R_1/R_2$ نحصل على

□ (L_2 + Y) M = (L_1 + X) ⟹ L_1 − M L_2 = YM − X

وهذه المعادلة تمثل خط مستقيم برسم $(L_1 - ML_2)$ على المحور الرأسى، M على المحور الافقى نحصل على خط مستقيم ميله Y (الخطأ فى الطرف الايمن). ويقطع جزء سالب من المحور الرأسى X (الخطأ فى الطرف الأيسر). وبمعرفة مقاومة وحدة الطول من سلك القنطرة (ρ) يمكن حساب الخطأ الطرفى كمقاومة.

الادوات المستخدمة

قنطرة مترية – صندوق مقاومات – جلفانومتر اتزان - اسلاك توصيل.

خطوات العمل

١- صل دائرة القنطرة المترية السابقة.

٢- يأخذ قيمتى R_1،R_2 من صندوق المقاومات ثم عين طولى الاتزان L_1،L_2.

٣- كرر الخطوة السابقة عدة مرات ومنها اوجد M ومن ثم دون النتائج فى الجدول الموضح

٤- ارسم العلاقة بين $(L_1 - ML_2)$ على الرأسى M على الافقى ومنه عين قيمتى الخطأ الطولى فى طرفى القنطرة X,Y.

النتائج

R_1	L_1	R_2	L_2	$M = \frac{R_1}{R_2}$	M L_2	$\boldsymbol{L_1 - ML_2}$

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:

$$V \alpha I$$

$$V = IR$$

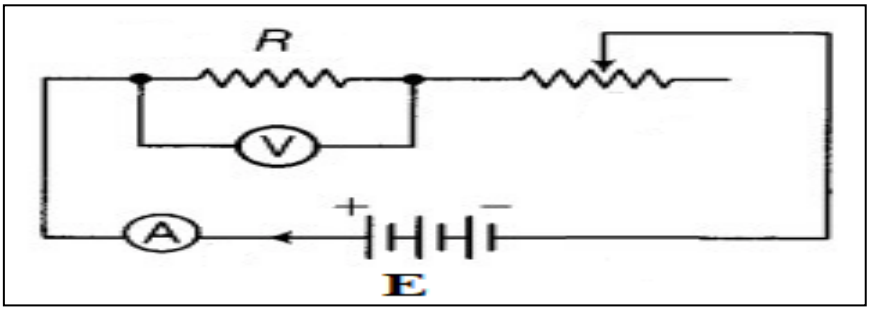
حيث V فرق الجهد، I شدة التيار، R مقدار ثابت يعرف بالمقاومة الكهربية. حيث تقدر بالأوم عند تقدير كل من التيار وفرق الجهد بالأمبير والفولت على الترتيب. وتتناسب مقاومة الموصل تتناسب طرديا مع طول الموصل وعكيسا مع مساحة مقطعه. وثابت التناسب يرمز له بالرمز (ρ) ويعرف بالمقاومة النوعية للموصل. كما هو مبين بالعلاقة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

جلفانومتر الظل

الغرض من التجربة

١- تعيين معامل إختزال جلفانومتر الظل.

٢- تحقيق قانون اوم عمليا باستخدام جلفانومتر الظل.

١-تعيين معامل إختزال جلفانومتر الظل.

نظرية التجربة

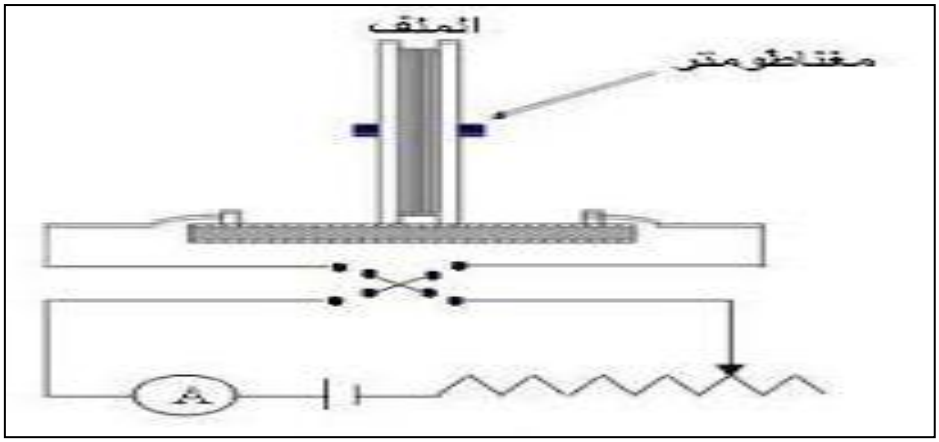
جلفانومتر الظل عبارة عن جهاز يستخدم لقياس شدة التيار الكهربي عن طريق التأثير علي إبرة مغناطيسية بواسطة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في دائرته و يتركب من ملف دائري في مستوي رأسي وفي مركزه إبرة مغناطيسية تتحرك في مستوي أفقي.

وعندما يمر تيار فى ملف الجلفانومتر شدته (I) فإنه يحدث إنحراف فى الجلفانومتر قدره(Θ) تعطى من العلاقة:

$$I = K \tan\theta \qquad (1)$$

حيث K معامل اختزال جلفانومتر الظل.

وبعمل علاقة بيانية بين شدة التيار (I) ومقدار ظل زاوية الانحراف ($\tan\theta$) نحصل على خط مستقيم ميله يساوى ثابت جلفانومتر الظل(K).



الأدوات المستخدمة

جلفانومتر الظل – بطارية – ريوستات – اميتر – مفتاح عاكس – اسلاك توصيل.

خطوات العمل

١- نوصل الدائرة الكهربية المبينة بالشكل.

٢- اضبط مستوى ملف جلفانومتر الظل فى مستوى الزوال المغناطيسى.

٣- غير قيمة التيار باستخدام الريوستات وعين قراءة طرفى مؤشر الجلفانومتر ثم يعكس التيار بواسطة المفتاح العاكس وتأخذ قراءة الطرفين مرة اخرى ثم نأخذ متوسط الاربع قراءات فيكون هو انحراف الجلفانومترθ.

٤- تعاد التجربة عدة مرات بأخذ قيم مختلفة للتيار وإيجاد مقدار الانحراف المقابل فى كل مرة وايضا متوسط الاربع قراءات.

٥- ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار (I) ومقدار ظل زاوية الانحراف ($\tan\theta$) نحصل على خط مستقيم ميله يساوى ثابت جلفانومتر الظل(K).

النتائج

I	الانحراف				متوسط الانحراف	Tan Θ
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4		

تحقيق قانون اوم عمليا باستخدام جلفانومتر الظل.

نظرية التجربة

فى حالة وجود دائرة مكونة من عمود كهربى القوة الدافعة الكهربية له (E) متصل على التوالى مع مقاومة (R) وأميتر لقياس شدة التيار (I) فان **قانون اوم** يكون على الصورة:

$$I = E / R \qquad (1)$$

بالنظر الى الدائرة الكهربية المبينة بالشكل وهي تتكون من مصدر للتيار الكهربى قوته الدافعة (E) وصندوق مقاومات (R) ومفتاح عاكس وجلفانومتر كلها موصلة على التوالى. وفى هذه الحالة تؤول المعادلة (1) الى

$$I = E / (R + \grave{R}) \qquad (2)$$

حيث $\grave{R}$ مقاومة الجلفانومتر مع اهمال المقاومة الداخلية لمصدر التيار، R المقاومة المرفوعة من صندوق المقاومات وهذا التيار المار يحدث انحرافا فى الجلفانومتر قدره θ وتكون العلاقة بينهما هى:

$$I = K \tan\theta \qquad (3)$$

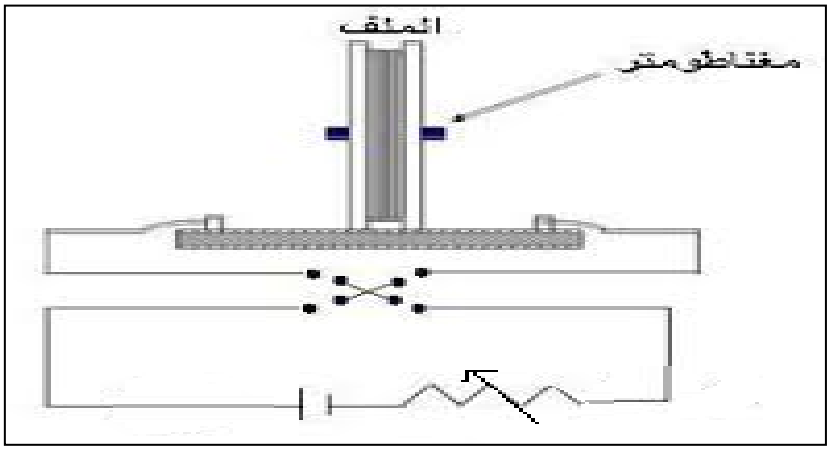
من المعادلة (2) والمعادلة (3) نحصل على:

$$K \tan\theta = E / (R + \grave{R})$$

$$(R + \grave{R}) = (E / K) \cot \theta$$

$$R = (E / K) \cot \theta - \grave{R}$$

المعادلة السابقة على صورة معادلة خط مستقيم. فاذا امكن رسم العلاقة بين R المقاومة المرفوعة من المقاومات على المحور الصادى وبين $\cot \theta$ على المحور السينى فإننا نحصل على خط مستقيم يقطع جزء سالب من محور الصادات $\grave{R}$ فإننا بذلك نكون حققنا قانون اوم.



الأدوات المستخدمة

جلفانومتر الظل – بطارية – صندوق مقاومات – مفتاح عاكس للتيار – اسلاك توصيل.

خطوات العمل

١- نوصل الدائرة الكهربية المبينة بالشكل.

٢- اضبط مستوى ملف جلفانومتر الظل فى مستوى الزوال المغناطيسى.

٣- نرفع من صندوق المقاومات مقاومة معينة وتؤخذ قراءة طرفى مؤشر الجلفانومتر ثم يعكس التيار بواسطة العاكس وتأخذ قراءة الطرفين مرة اخرى ثم نأخذ متوسط الاربع قراءات فيكون هو انحراف الجلفانومترθ.

٤- تعاد التجربة عدة مرات بأخذ مقاومات اخرى ويوجد مقدار الانحراف المقابل فى كل مرة وايضا متوسط الاربع قراءات.

٥- ارسم العلاقة البيانية بين R على المحور الصادى وΘ Cot على المحور السينى.

٦- من الرسم البيانى نلاحظ ان العلاقة خطية وبذلك يتحقق قانون أوم.

٧- عين قيمة المقاومة الداخلية للجلفانومتر من الجزء المقطوع.

النتائج

$\cot\theta$	متوسط الانحراف	زاوية الانحراف				المقاومة
		θ_4	θ_3	θ_2	θ_1	R

المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس

الغرض من **التجربة**

١- تعيين المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس.

نظرية التجربة

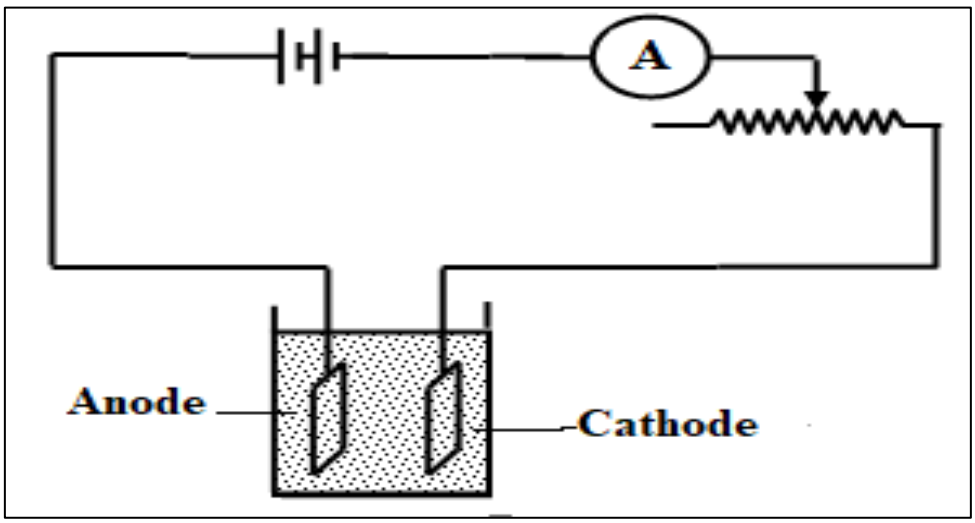
ينص القانون الاول لفارادى على ان الكتلة المترسبة على أحد قطبى الفولتاميتر اثناء عملية التحليل الكهربائى تتناسب مع الشحنة المارة فى الالكتروليت.

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

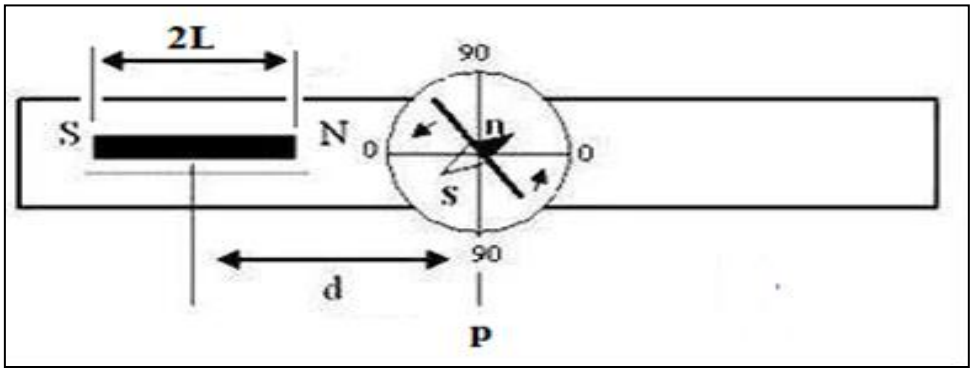
الغرض من التجربة

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.

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

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		

مقياس الجهد

الغرض من التجربة

١- تعيين المقاومة الداخلية لعمود كهربى.

نظرية التجربة

مقياس الجهد هو اداة هامة ودقيقة لقياس القوة الدافعة الكهربية من العمود الكهربى او فرق الجهد بين طرفى دائرة وذلك دون اخذ تيار من العمود الكهربى والدائرة ولذلك فان قياس فرق الجهد بواسطة مقياس الجهد يكون أكثر دقة من قياسه بواسطة الفولتميتر نظرا لان حساسية الاخير تتأثر بتغير المقاومة الداخلية له.

لو نظرنا للدائرة المبينة بالشكل حيث E هي القوة الدافعة الكهربية للعمود الذي مقاومته الداخلية R، R' هى مقاومة الفولتميتر. نجد ان التيار المار عبارة عن

$$I = E/ (R + R')$$

إذا فرق الجهد الذي يقرأه الفولتميتر هو V

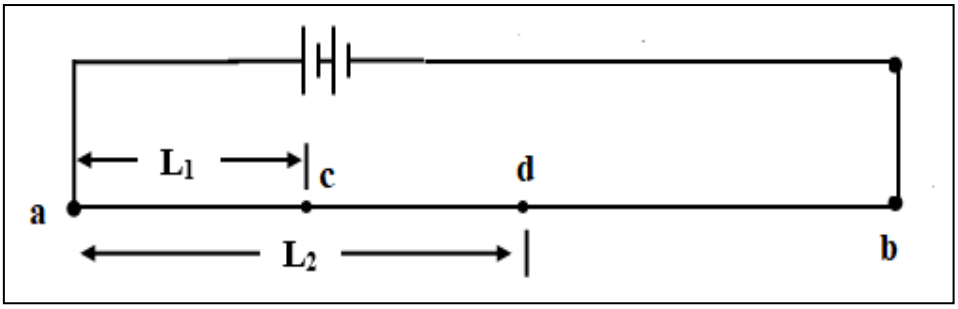
$$V = I. R$$

$$V = [E/ (R + R')]. R$$

$$V = E.[R/(R+R')]$$

اى ان قراءة الفولتميتر عبارة عن E.[R/(R+R')] وهي قيمة اقل من E وكلما زادت قيمة R اى مقاومة الفولتميتر فان قيمة V تقترب من E وينعدم مرور التيار بالدائرة.

ويتركب مقياس الجهد فى ابسط صورة من سلك مقاومة طوله متر منتظم المقطع مشدود على لوحة خشبية عليها مسطرة مدرجة ويتصل طرفاه بمصدر جهد ثابت (بطارية) يسمح بأن يمر فيه تيار ثابت طوال مدة التجربة فاذا مر تيار كهربى فى الدائرة وكانت (c , d) نقطتين على سلك المقياس بعدهما L_1 , L_2 على الترتيب فان فرق الجهد بين النقطتين (a , b)



$$V_{ab} = I\,R$$

$$V_{ab} = I\,L\,\rho/A$$

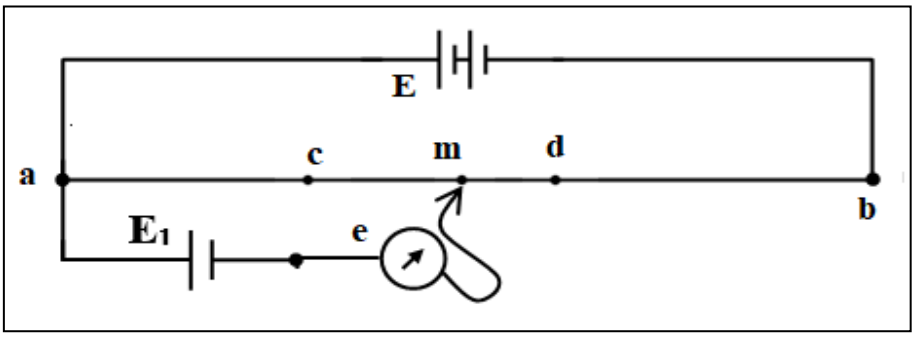
حيث ρ هى المقاومة النوعية لمادة سلك مقياس الجهد وA مساحة مقطعه.

$$V_{ac} = \mathrm{I}\,R_1 = \mathrm{I}L_1\,\rho/\mathrm{A}$$

$$V_{ad} = \mathrm{I}\,R_2 = \mathrm{I}L_2\,\rho/\mathrm{A}$$

حيث R_1 مقاومة السلك الذي طوله ac، R_2 مقاومة السلك الذي طوله ad

$$V_{ac}/V_{ad} = L_1/L_2$$



فاذا وصلنا النقطة a بالقطب الموجب لعمود كهربى قوته الدافعة الكهربية (E_1) أصغر من القوة الدافعة الكهربية للبطارية (E) والطرف الاخر بالنقطة (e) بحيث فرق الجهد بين طرفى (ae) اكبر منه بين (ac) واصغر منه بين (ad) فان (e) ستكون اعل جهد من (C) واقل جهد من (d) فاذا وصلت النقطة (e) بواسطة جلفانومتر بالنقطة (C). فان تيارا يسرى من (e) الى (C) فى حين ان توصيل النقطة (e) بالنقطة (d) سيؤدى الى مرور تيار من (d) الى (e) ولابد

ان هناك نقطة مثل (m) تقع على السلك بين النقطتين(C ، d) يكون عندها فرق الجهد بين (a, m) يساوى فرق الجهد بين النقطتين(a, e) اى تساوى القوة الدافعة الكهربية للعمود(E_1) وعندئذ يكون جهد النقطة(m) مساويا لجهد النقطة (e) ولن يمر تيار بينهما. وتسمى النقطة m عند إذا نقطة الاتزان الخاصة بالعمود(E)الذي لن يخرج منه تيار ما. وبهذا نكون قد عادلنا فرق الجهد بين القوة الدافعة الكهربية للعمود مع فرق الجهد بين (am) ويتبين مما سبق ان لمقياس الجهد ميزة على الفولتميتر فى انه يقيس فرق الجهد والدائرة مفتوحة، اى بدون ان يأخذ تيار.

الاحتياطات الازمة عند استعمال مقياس الجهد: -

إذا حدث فى الدائرة السابقة ان انحراف الجلفانومتر فى اتجاه معين عند اتصال الزالق em بالنقطة a وبعد ذلك انحراف فى الاتجاه المعاكس عند اتصال الزالق بالنقطة b فان ذلك يدل على ان جميع التوصيلات الكهربية سليمة. اما إذا حدث وكان الانحراف فى اتجاه واحد عندما يتصل الزالق بالنقطتين a, b هناك احتمالين للخطأ.

١- ان تكون القوة الدافعة الكهربية للبطارية E_1 فى الاتجاه الخاطئ متصلا بالنقطة المتصل بها القطب الموجب للبطارية E.

٢- ان تكون القوة الدافعة الكهربية للعمود الكهربى E_1 أكبر من القوة الدافعة الكهربية للبطارية E.

القانون المستخدم

إذا كانت القوة الدافعة الكهربية للعمود الكهربى هي E_1 ومقاومته الداخلية المراد تعيينها r ويتصل بين طرفيها مقاومة خارجية معلومة القيمة مقدارها R فان التيار I المار في هذه المقاومة يعطى حسب قانون اوم كما يلي:

$$I = E_1 / (r + R)$$

$$E_1 / (r + R) = V/R$$

حيث V هو فرق الجهد بين طرفى المقاومة الخارجية

$E_1/V = (r + R)/R$

$r/R = [(E_1/V) - 1]$

وحيث ان

$$E_1 . L = V . L'$$

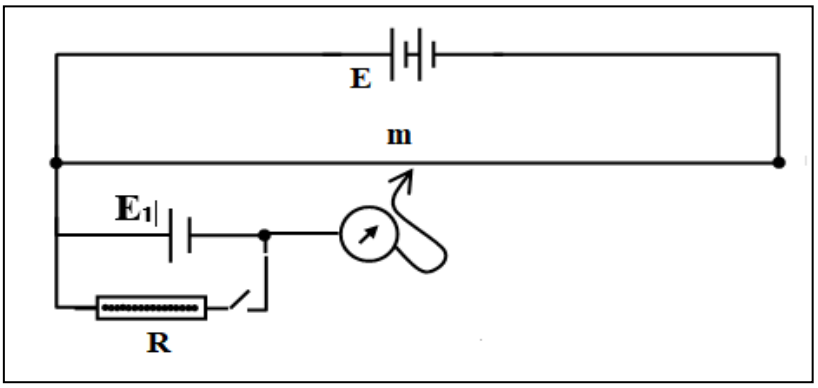
$$r = R[(L'/L) - 1]$$

ويمكن وضع القانون على الصورة

$$1/R = 1/r\,[(L'/L) - 1$$

$$1/R = L'/r[1/L] - [1/r]$$

فاذا اعتبرنا المقاومة الخارجية R عدة مرات وحصلنا في كل حالة على الاتزان فانه يمكننا رسم علاقة بين 1/L , 1/R ومنها نعين الجزء المقطوع من محور المقاومة الداخلية بيانيا.



خطوات العمل

١- صل الدائرة كما هي مبينة بالشكل.

٢- ينزع مقاومة معلومة من صندوق المقاومات وتحرك الزالق ونعين طول السلك الذي حدث عنده الاتزان.

٣- نرسم علاقة بين 1/R, 1/L ومنها نعين قيمة المقاومة الداخلية.

النتائج

$L' =$ cm

R	1/R	L	1/L

الحرارة – تعريفات هامة

١- **درجة الحرارة:** - حالة الجسم التى تسمح بسريان الحرارة منه او اليه عند اتصاله بجسم اخر. وهي تعبر عن متوسط طاقة حركة جزيئات المادة. (درجة مئوية C^0 او درجة كلفينية K^0).

٢- **كمية الحرارة:** - هي تعبر عن مجموع طاقة حركة الجزيئات المكونة للمادة. (السعر Cal)

٣- **السعر:** - هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة من ١٤.٥ درجة مئوية الى ١٥.٥ درجة مئوية.

٤- **الحرارة النوعية (S):** - هى كمية الحرارة اللازمة لرفع (او خفض) درجة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية. (سعر/جم / درجة مئوية - $\mathrm{cal / gm/C^0}$).

٥- **السعة الحرارية:** -هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة مئوية واحدة. (سعر / درجة مئوية - cal/C^0).

٦- **قانون نيوتن للتبريد**: - معدل التبريد لجسم ساخن يتناسب مع الفرق فى درجة الحرارة بين الجسم وبين الوسط المحيط به.

٧- **معدل التبريد:** -هو كمية الحرارة المفقودة فى وحدة الزمن.

٨- **المكافئ الميكانيكى الحراري (قانون جول) "J":** -إذا تحولت الطاقة الكهربية فى موصل تحولا كاملا الى طاقة حرارية فان النسبة بين الطاقة الكهربية والمبذولة الى الطاقة الحرارية المتولدة تكون ثابتة دائما وتساوى ٤.١٨ جول /سعر. (جول / سعر – $Joule\ /\ cal$) او هو مقدار الطاقة الميكانيكية بالارج اللازمة لتوليد طاقة حرارية قدرها ١ سعر.

$$Joule\ =\ 10^7\ erg$$

٩- **الميل الحراري:** -هو **معدل** انخفاض درجة الحرارة عبر الجسم. او هو الفرق بين درجتى الحرارة عند نقطتين المسافة بينهما واحد سم. (درجة مئوية / سم $-C^0\ /\ cm$).

١٠- **معامل التوصيل الحراري لمادة (k)**: - هو كمية الحرارة التى تنتقل فى الثانية بطريق التوصيل خلال وحدة المساحات من ماده سمكها واحد سنتيمتر عندما يكون الفرق بين درجتى حرارة جانبيها درجة واحدة مئوية.

او هو معدل انسياب الحرارة خلال وحدة المساحات لوحدة الميل الحراري.

(سعر/ سم. ثانية. درجة مئوية – $\mathrm{Cal}\ /c\mathrm{m}\ .\sec\ .\ C^0$).

١١- **معامل التمدد الطولى لساق معدنى (y)**: - هو الزيادة فى وحدة الاطوال لساق معدنى فى درجة الصفر المئوى إذا ارتفعت درجة حرارته درجة واحدة مئوية. $(C^0)^{-1}$

١٢- **الميل الحراري** (G): هو معدل انخفاض درجة الحرارة خلال واحد سم من الجسم.

يعطى بالمعادلة: - $G = (T_1 - T_2)/d$.

تحقيق قانون نيوتن للتبريد

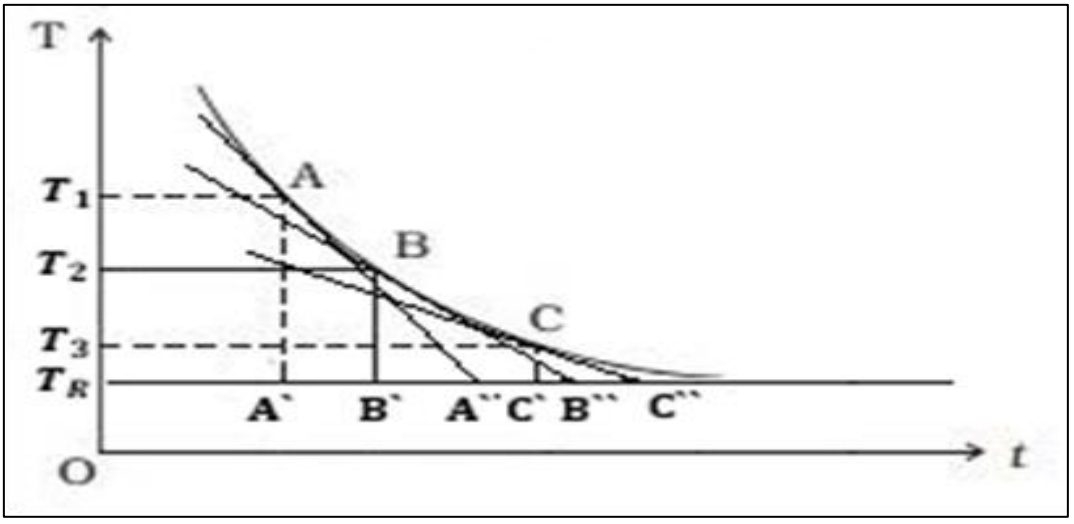
الغرض من التجربة

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:

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

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

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

$$\frac{AA`}{A`A``} = \mathrm{C}_A\ AA` \qquad \therefore \mathrm{C}_A = \frac{1}{A`A``} \qquad (2)$$

٢- وبالمثل عند النقطة B فان: -

$$\frac{BB`}{B`B``} = \mathrm{C}_B\ BB` \qquad \therefore \mathrm{C}_B = \frac{1}{B`B``} \qquad (3)$$

٣- وعند النقطة C فان: -

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

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

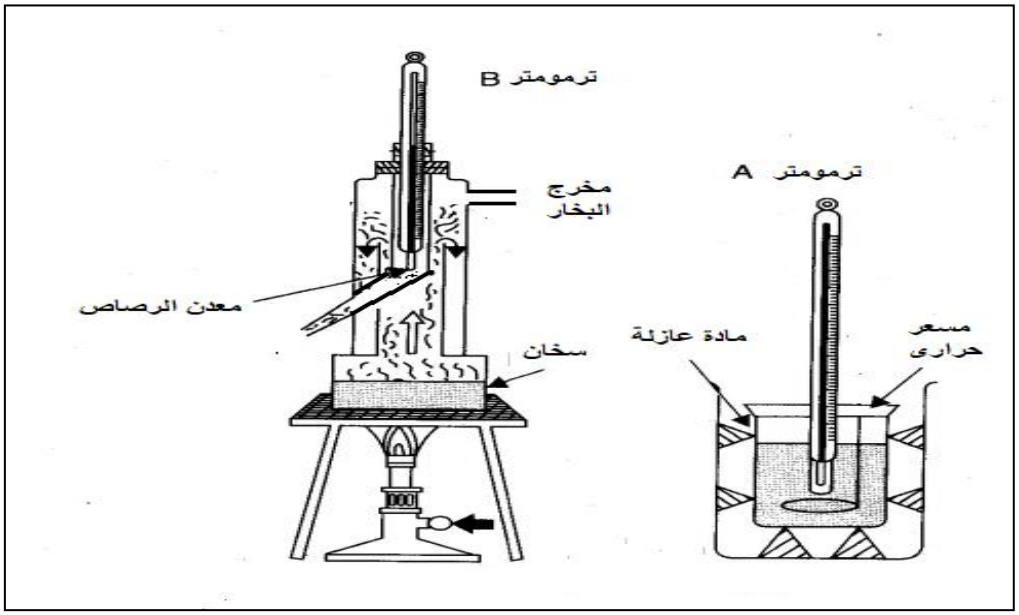
إذا أضيف جسم الى اخر وكانت درجتا حرارتهما مختلفتين فان الجسم الأعلى في درجة الحرارة يفقد كمية من حرارته ويكتسبها الجسم الاخر حتى تتساوى درجة حرارتهما، وتكون كمية الحرارة التي فقدها الجسم الأول = كمية الحرارة التي اكتسبها الجسم الاخر.

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

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

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

وعليه فإنه يمكن حساب الحرارة النوعية من العلاقة

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

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

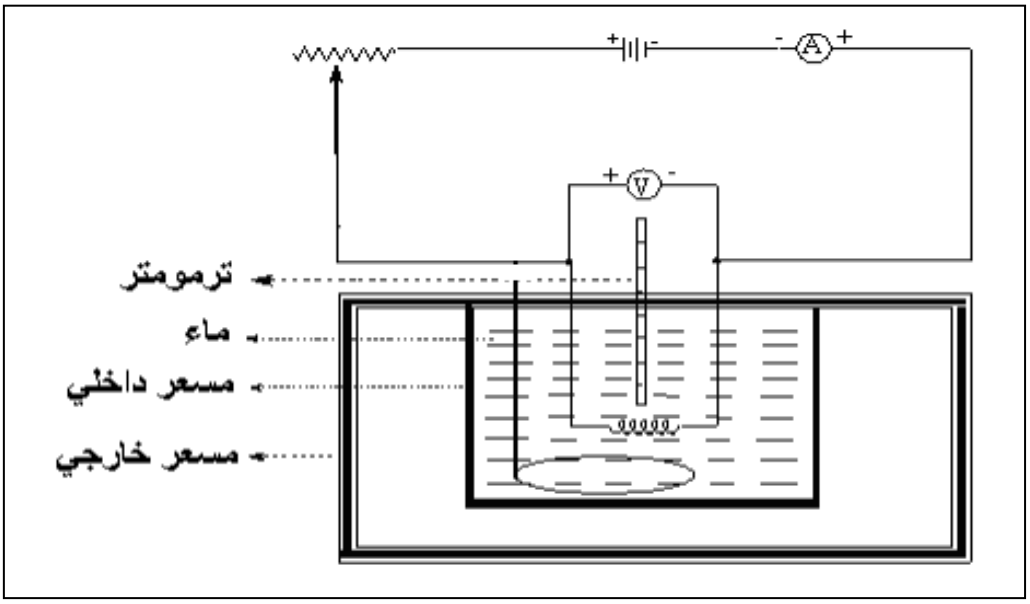
١- دراسة خاصية التأثير الحراري للتيار الكهربى.

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 استقرارها، 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 معامل التوصيل الحراري لمادة رديئة التوصيل (قرص لى)

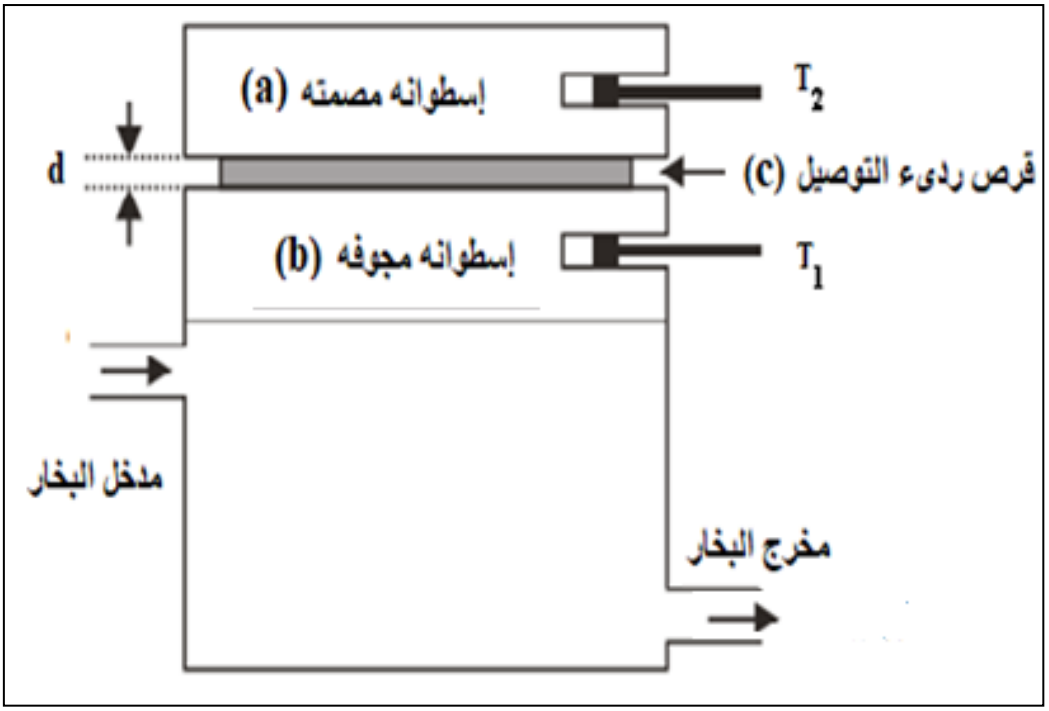
الغرض من التجربة

تعيين معامل التوصيل الحراري لمادة رديئة التوصيل باستخدام قرص معدنى.

نظرية التجربة

عند وضع القرص (c) بين الاسطوانتين (b)، (a) الموجود بكل منهما ثقب يوضح بكل منهما ترمومتران T_1، T_2 والسماح لبخار الماء بالمرور خلال (b) الى ان تصل المجموعة الى وضع الثبات الحراري وذلك عند ثبات قراءة T_1، T_2.

ولان الاسطوانتين مصنوعتين من مادة جيدة التوصيل للحرارة فانه يمكن اعتبار ان T_1، T_2 تمثلان درجتى حرارة السطحين العلوي والسفلى للقرص رديء التوصيل (c)، وفى وضع الثبات تكون كمية الحرارة المنتقلة خلال القرص (c) بطريق التصويل فى فترة زمنية معينة هى نفسها كمية الحرارة التى تفقدها الاسطوانة (a) بطريق الاشعاع فى نفس الفترة الزمنية.



استنتاج القانون

يتناسب معدل انتقال كمية من الحرارة $\Delta H/\Delta t$ (حيث Δt يمثل التغير فى الزمن) خلال قرص من الفلين مع: -

$$\Delta H/\Delta t \; \alpha \; A \quad ; A = \pi r^2, \pi = 3.14 \quad (1)$$

حيث (A) تمثل مساحة القرص، (r) نصف قطر القرص.

$$\Delta H/\Delta t \; \alpha \; G \quad ; G = (T_1 - T_2)/d \quad (2)$$

حيث (G) الميل الحراري للقرص، (d) سمك القرص ويمكن قياسه باستخدام جهاز " القدمة ذات الورنية.

$$\frac{\Delta H}{\Delta t} = K.A.G \quad (3)$$

حيث K يمثل معامل التوصيل الحراري لقرص الفلين. وحيث ان

$$\Delta H/(\Delta t) = m.S.(\frac{\Delta T}{\Delta t}) \quad (4)$$

حيث (m) كتلة الاسطوانة المصمتة m= 900 gm

(S) حرارتها النوعية S = 0.2 Cal /gm/deg.

$\frac{\Delta T}{\Delta t}$ تمثل الانخفاض فى درجة الحرارة مع الزمن للاسطوانة المصمتة ويمكن تعينها بيانيا كما سيوضح بخطوات العمل.

بالتعويض من المعادلات (1) و(2) و(4) فى المعادلة (3) نحصل على

$$m \cdot S \cdot \left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right) = K \cdot \pi r^2 \cdot (T_1 - T_2)/d \qquad (5)$$

من هذه المعادلة يمكن تعيين معامل التوصيل الحراري (k) لقرص الفلين.

الأدوات المستخدمة

اسطوانة مصمتة – اسطوانة مجوفة يمر خلالها بخار الماء – قرص من مادة رديئة التوصيل (الفلين) - T_1، T_2 ترمومتران لقياس درجة حرارة الاسطوانتين a، b.

خطوات العمل

١- ضع القرص (c) بين الاسطوانتين (a)، (b) كما هو موضح بالشكل بعد قياس نصف قطر وسمك الفلين.

٢- اسمح لبخار الماء بالمرور خلال (b) ثم انتظر حتى تصل للحالة الثابتة، عند ذلك عين درجة حرارة الترمومترين T_1، T_2 .

٣- لتعيين $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ ارفع الغرفة البخارية (b) مع ترك القرص (c) فوق الأسطوانة (a)، ثم ارفع درجة حرارة الأسطوانة (a) مستخدما لهب بنزن (5) درجات مئوية فوق درجة الحرارة النهائية T_2 اى الى درجة حرارة T_3 حيث ($T_3 = T_2 + 5C$)

٤- اترك الأسطوانة (a) لتبرد حتى (5) درجات مئوية تحت درجة الحرارة النهائية (T_2) اى الى درجة حرارة T_4 حيث($T_4 = T_2 - 5C$) وسجل درجة الحرارة كل دقيقة.

٥- ارسم منحنى التبريد اى العلاقة بين درجة الحرارة (T) والزمن (t) بالثانية

٦- اوجد ميل المنحنى وهو يمثل $\frac{\Delta T}{\Delta t}$.

٧- عوض في القانون المستخدم لإيجاد معامل التوصيل الحراري للقرص ردئ التوصيل.

النتائج

نصف قطر القرص (r) = سم

سمك القرص (d) = سم

درجة حرارة الأسطوانة المجوفة (T_1) = درجة مئوية

درجة حرارة الأسطوانة المصمتة (T_2) = درجة مئوية

كتلة الأسطوانة المصمتة (m) = جم

الحرارة النوعية للأسطوانة المصمتة (S) = سعر/جم / درجة مئوية

معامل التوصيل الحراري للفلين (K) =

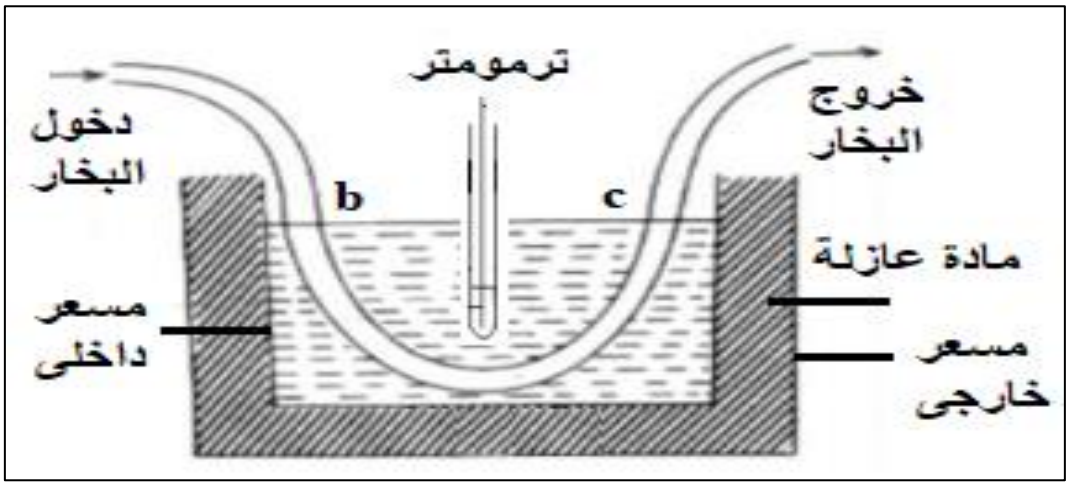
تعيين معامل التوصيل الحراري للمطاط

الغرض من التجربة

تعيين معامل التوصيل الحراري للمطاط (K).

نظرية التجربة

إذا وضعنا علامتين على انبوبة مطاط، وغمرناها في مسعر به ماء بحيث تظل العلامتان (b,c) ملامستان لسطح الماء طول مدة التجربة، ومررنا داخل الانبوبة بخار ماء درجة حرارته $100\ C^0$ يدخل من الغلاية ويخرج من الطرف الاخر للأنبوبة فان الحرارة تنتقل من السطح الداخلى للأنبوبة ودرجة حرارته $100\ C^0$ الى السطح الخارجي (الماء و المسعر) فنسخن الماء الموجود بالمسعر من درجة حرارة (T_1) الى (T_2).



استنتاج القانون

تتناسب كمية الحرارة (H) المنتقلة من السطح الداخلى للأنبوبة الى السطح الخارجي عبر السمك (d) طرديا مع: -

١- المساحة الجانبية للأنبوبة (A) حيث

$$H\ \alpha\ A \quad ; A = 2\pi\ \frac{r_1 + r_2}{2}\ L \qquad (1)$$

(r_1)، (r_2) نصف القطر الداخلى والخارجي للأنبوبة على الترتيب.

، $\frac{r_1+r_2}{2}$ متوسط نصف قطر الانبوبة، L طول الأنبوبة.

٢- الميل الحراري (G) حيث

$$H \ \alpha \ G \quad ; G = \ [100 \ - \frac{T_1+T_2}{2}] / d \qquad (2)$$

حيث $\frac{T_1+T_2}{2}$ تمثل درجة الحرارة المتوسطة للماء والمسعر، $(d = r_2 - r_1)$ سمك الأنبوبة.

٣- زمن مرور البخار خلال الانبوبة (t)

$$H \ \alpha \ t \qquad (3)$$

فاذا كانت كتلة الماء (m_1) وكتلة المسعر (m_2) وحرارتهما النوعية على الترتيب هي S_1 ، S_2 فان كمية الحرارة H تتعين من العلاقة:

$$H = (m_1 . S_1 + m_2 . S_2)(T_2 - T_1) \qquad (4)$$

حيث $(S_1 = 1 \text{ Cal /gm/deg}, S_2 = 0.1 \text{ Cal /gm/deg})$

من المعادلات (1)، (2)، (3)، (4) نحصل على:

$$(m_1 . S_1 + m_2 . S_2)(T_2 - T_1) = K . 2\pi . \frac{r_1 + r_2}{2} . L. \ \frac{100 - \frac{T_1 + T_2}{2}}{d} . t$$

حيث (k) معامل التوصيل الحراري

الأدوات المستخدمة

-(a) مسعر معدنى معزول حراريا -أنبوبة من المطاط موضوع عليها علامتان (b, c) بحيث تلامس هاتان العلامتان سطح. الماء الموضوع في المسعر (a). والمسافة بينهما bc = L cm.

-(T) ترمومتر لقياس درجة الحرارة - ساعة إيقاف – مسطرة مدرجة – مصدر لبخار الماء – قدمه ذات الورنية – لهب تسخين.

خطوات العمل

١- زن المسعر ولتكن كتلته (m_2) وخذ به كمية من الماء وعين كتلتها ولتكن (m_1).

٢- عين درجة حرارة الماء والمسعر الابتدائية (T_1) مستخدما الترمومتر.

٣- باستخدام "القدمة ذات الورنية " عين قيمة كل من r_1 ، r_2 ، ثم حدد مسافة ثابتة (L)على انبوبة المطاط بين النقطتين (b,c).

٤- اغمر الانبوبة في المسعر بحيث تظل العلامتان (b,c) ملامستان لسطح الماء.

٥- عند خروج بخار الماء من انبوبة المطاط ابدا في تسجيل الزمن (t). وانتظر فترة زمنية كافية لترتفع درجة حرارة الماء والمسعر من (T_1) الى (T_2).

٦- عوض في المعادلة لإيجاد معامل التوصيل الحراري (k) للمطاط.

النتائج

كتلة المسعر فارغ ونظيف	m_2	=	جرام
كتلة المسعر وبه كمية كافية من الماء		=	جرام
كتلة ماء	m_1	=	جرام
درجة الحرارة الابتدائية	T_1	=	درجة مئوية
طول أنبوبة المطاط L		=	سم
نصف قطر الانبوبة من الداخل r_1		=	سم
نصف قطر الانبوبة من الداخل r_2		=	سم
سمك الأنبوبة d		=	سم
زمن ارتفاع درجة الحرارة t		=	ثانية
درجة الحرارة النهائية	T_2	=	درجة مئوية
معامل التوصيل الحراري (k) للمطاط		=	.....

تعيين معامل التمدد الطولى بطريقة " جنتر"

الغرض من **التجربة**

تعيين معامل التمدد الطولى لساق من النحاس.

نظرية التجربة

إذا قمنا بتسخين ساق معدنى فانه نتيجة للتسخين تزداد المسافات البينية بين ذراته اى انه يتمدد. ويزداد طوله عن الطول الاصلى بمقدار معين وتسمى هذه الظاهرة **بالتمدد الحرارى** ويعرف معامل التمدد الحرارى بأنه **الزيادة في وحدة الاطوال من ساق معدنى لكل درجة مئوية. او هو مقدار الزيادة النسبية في طول ساق معدنى عند تسخينه درجة واحدة مئويه.** ومن المعروف فيزيائيا ان المواد تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة ويمكن ملاحظة ظاهرة تمدد المعادن بالحرارة فى اسلاك التليفونات فى فصل الصيف وانكماشها فى الشتاء، ويستفاد من معرفة معامل التمدد الطولى فى معرفة المسافة المطلوب تركها بين قطبان السكك الحديدية.

القانون المستخدم

إذا كان لدينا ساقا معدنيا طوله (L_1) فى درجة حرارة الغرفة T_1 وقمنا بتسخينه الى درجة حرارة (T_2) فان طوله سوف يتمدد ويزداد الى L_2 والزيادة في طول الساق ΔL الحادثة نتيجة لرفع درجة حرارته تتناسب مع كلا من

١- الطول الابتدائى للساق

$$\Delta L \, \alpha \, L_1$$

٢- الفرق في درجات الحرارة

$$\Delta L \, \alpha \, \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta L = Y . \Delta T . L_1$$

حيث Y هو ثابت التناسب ويسمى بمعامل التمدد الطولى وقيمته تعتمد على نوع المادة المصنوع منها الساق المعدنى.

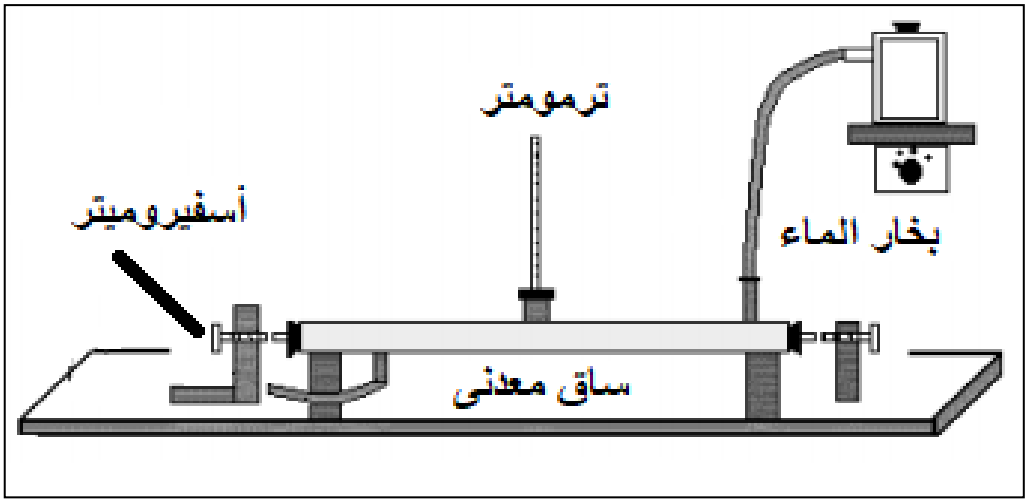
$$Y = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$$

$$Y = \frac{L_2 - L_1}{L_1 (T_2 - T_1)}$$

ومنها يمكن إيجاد معمل التمدد الطولى للساق المعدنى.

وحيث ان مقدار الزيادة يكون صغير جدا فإننا نستخدم جهاز الاسفيرومتر لقياس هذه الزيادة الصغيرة. حيث نستبدل الطول الابتدائى والطول النهائى للساق بقراءتي الاسفيرومتر

$$\Delta L = L_2 - L_1 = s_2 - s_1$$



الادوات المستخدمة

- ساق من النحاس - (T) ترمومتر زئبقى لقياس درجة الحرارة - اسفيرومتر كروي لقياس مقدار التمدد من الساق – مسطرة مدرجة – مصدر لبخار الماء – لهب بنزن.

خطوات العمل

١- قس طول الساق المعدنى قبل التسخين L_1.

٢- اضبط مقدمة الاسفيرومتر بحيث تتلامس مع طرف الساق الحر وخذ قراءته، وكذلك قس درجة الحرارة الابتدائية T_1.

٣- ابعد مقدمة الاسفيرومتر عن طرف الساق الحر حتى تسمح له بالتمدد.

٤- أشعل لهب بنزن حتى يمر تيار من بخار الماء، وانتظر حتى تثبيت قراءة الترمومتر عند درجة جرارة T_2 ولتكن أكبر من ٩٠ درجة مئوية.

٥- اضبط مقدمة الاسفيرومتر مرة أخرى بحيث تلامس طرف الساق الحر على ان يتم ذلك بحذر شديد، ثم خذ قراءة الاسفيرومتر مرة ثانية.

٦- الفرق بين قراءتى الاسفيرومتر عند درجتى الحرارة T_2 ، T_1 يمثل الزيادة الحادثة في الطول للساق المعدنى اى يمثل ($L_2 - L_1$) .

٧- بالتعويض في المعادلة (٦) يمكن الحصول على معامل التمدد الطولى للساق النحاسى.

النتائج

١- طول الساق المعدنى قبل التسخين L_1 = سم

٢- درجة الحرارة الابتدائية T_1 = درجة مئوية

٣- قراءة الاسفيرومتر الابتدائية s_1 = سم

٤- درجة الحرارة النهائية T_2 = درجة مئوية

٥- قراءة الاسفيرومتر النهائية s_2 = سم

٦- طول الساق المعدنى بعد التسخين L_2 = سم

معامل التمدد الطولى للساق Y = ...

$$Y = \frac{L_2 - L_1}{L_1(T_2 - T_1)} = \frac{s_2 - s_1}{L_1(T_2 - T_1)}$$