كلـــــية العلـــوم

قســـــم الفيزيـــــاء

المرحلـــــــة الثانيـــة

مختـــبر المـــواد

تجـــارب الكورس الاول

مشرف المختبر :- أ مهدي حاتم ديوان

مسؤول المختبر :-م.م زينب سعد مهدي

معيد المختبر :-ف.أقدم رأفت عدنان عباس

قـــائمة تجـــارب الكورس الأول

1 – اللزوجة

2 – تحقيق قانون هوك

3 – الشد السطحي

4 – الانتشار

5 – الحرارة النوعية

التعليمات المختبرية :-

لغرض تحقيق الأهداف المطلوبة من الدروس العملية، يجب على الطالب إتباع الخطوات الآتية :-

1- **قراءة التجربة بدقة وحفظ العلاقات الرياضية والقوانين الواردة في نظرية التجربة.**
2- **فهم خطوات العمل ومعرفة الكميات المراد قياسها وترتيب جدول القراءات إضافة إلى معرفة الأجهزة الواجب استخدامها في التجربة.**
3- **الدقة في العمل ومحاولة معرفة مصادر الخطأ وتجنبها للحصول على أفضل النتائج.**
4- **التمعن في الأجهزة المستخدمة في التجربة عند الحضور إلى المختبر وقبل الشروع في إجراء التجربة ، كدراسة تدريج الجهاز ، القراءة الصغرى فيه ، خطوات التدريج ، كيفية استخدام الجهاز بشكل صحيح ، فمثلا : إذا أعطيت مسطرة اعتيادية ، تفحصها وانتبه إلى نوع تدرجها ، ما قراءتها الصغرى وما قراءتها العظمى ؟ هل تدريجها يبدأ من الصفر ؟هل هناك عيب أو نقص فيها ؟ هل تلبي حاجتك ؟**
5- **سجل ما يخطر ببالك من ملاحظات بخصوص التجربة أثناء العمل ، وإذا كانوا اثنان أو أكثر على تجربة واحدة فليسجل كل واحد منهم ملاحظاته الخاصة .**
6- **اشتغل بهدوء واستخدم الأجهزة والأدوات برفق وعناية ، ولتكن منضدة العمل دليل ذوقك وشخصيتك ولا تتركها إلا نظيفة ومرتبة .**
7- **حافظ على النظام ومواعيد المختبر والزى الموحد عند حضورك إلى المختبر .**
8- **يجلب تقرير التجربة التي يتم إجراؤها في المختبر القادم ويسلم قبل البدء بالتجربة الجديدة وإلا يعطى صفر لمن يخالف ذلك .**
9- **يكتب التقرير بأوراق من نفس النوع باستثناء ورقة الخطوط البيانية ويجب حفظها وتقديمها في فايل .**
10- **يشمل التقرير :-**

a- **اسم الطالب أسماء الشركاء**
b- **اسم التجربة**
c- **الغرض من التجربة**
d- **الأجهزة المستخدمة**
e- **النظرية**
f- **طريقة العمل**
g- **القياسات والحسابات(الجداول والرسوم البيانية والحسابات)**
h- **إجابات أسئلة المناقشة**

الخط البياني :-

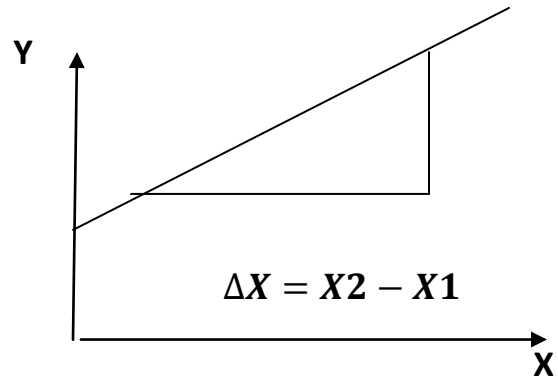
هو المنحني الذي تحصل عليه عند رسم المتغير Y مثلا كدالة لمتغير آخر X مثلا ،والحقيقة إن رسم الخط البياني لمتغيرين يمثل وسيلة بصرية لتوضيح وإدراك العلاقة بينهما وأكثر ، واهم ما سيمر علينا في تجاربنا الحالات التي يكون الخط البياني فيها مستقيما، حيث إن معادلة الخط المستقيم تعطى بالعلاقة :-

$Y=ax+b$

حيث Yالدالة أو المتغير المعتمد على المتغير X ، a ميل المستقيم ويساوي التغير في Y على التغير في X .أي إن :-

$$a = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y2-Y1}{X2-X1}$$

b – تمثل إحداثي نقطة تقاطع المستقيم مع محور Y أي أنها تمثل قيمة Y عندما تصبح قيمة X صفرا، كما في الشكل أدناه :-



وعند إجراء تجربة ما وقياس عشرة قيم ل X مثلا سنحصل بالمقابل على عشرة قيم ل Y يمثل كل زوج من القراءات بنقطة على المستوي (X,Y) كما هو موضح .بعد ذلك نمرر خطا بيانيا بين هذه النقاط . وان كنا نعلم بان العلاقة بين X وy هي علاقة خطية حينها نمرر خطا مستقيما ما بين هذه النقاط بحيث يكون مجموع مربعات انحرافات هذه النقاط عن الخط المستقيم اقل ما يمكن. بعبارة أخرى وبشكل تقريبي إن يكون **عدد النقاط تحت الخط مساوي لعدد النقاط فوق الخط** مع مراعاة أن مجموع مربعات مسافات النقاط تحت الخط عن الخط يساوي تقريبا مجموع مربعات النقاط فوق الخط عن الخط . وفيما يلي بعض الملاحظات لرسم مثل هذه الأشكال ، راجين الالتزام بها :-

1- بعد كل من المحورين السيني والصادي بمقدار(2 cm) عن حافة الورقة البيانية.
2- يكتب على محور اسم المتغير ورمزه ووحدة قياسه.

3- عدم كتابة أي شيء على الورقة البيانية غير ما ذكر أعلاه وباستثناء حساب الميل.

4- تذكر أن ما تمثله وحدة الطول على المحور الصادي ليس له علاقة مع ما تمثله وحدة الطول على المحور السيني.

تمرين :-

في المعادلات الآتية أعط قيما ل X وجد القيمة المناظرة ل Y ورتب النتائج في جدول

X	Y=ax+b

وأخيرا ارسم Y كدالة ل X وحدد ميله a ومقد اره من الرسم علما بان قيمتها معطاة في المعادلات أدناه:-

(1)--------- Y = 10X +2

(2)---------- Y = 3X -7

(3)---------- Y = -X+9

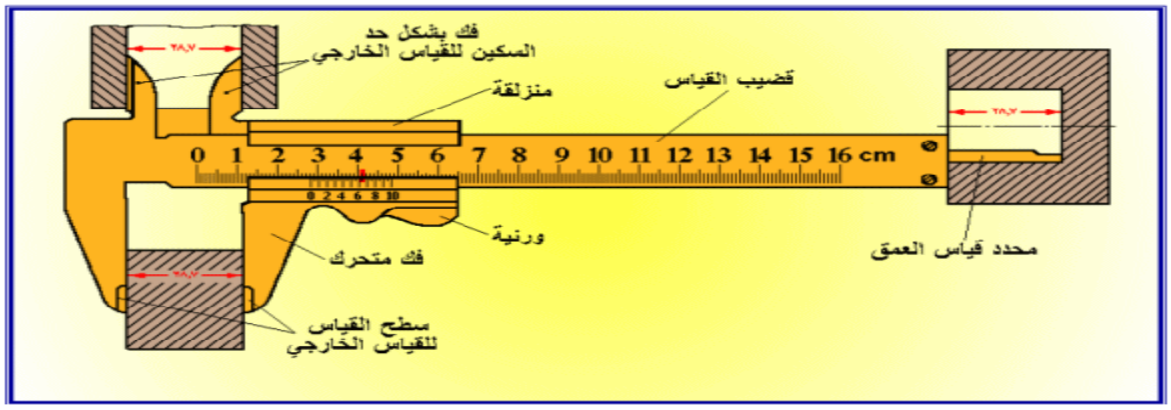
(4)---------- Y = -2X -2

بعض الأدوات المهمة واستخداماتها

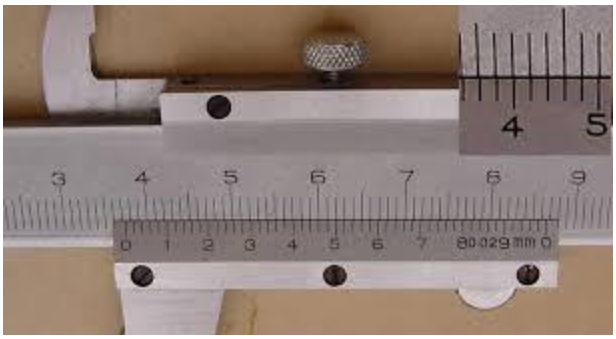
1-القدمة ذات الورنية :- The Verneir Calliper

المقدمة :-

تستخدم القدمة ذات الورنية لقياس الأطوال بدقة عالية ،وهي تتركب من مسطرة مدرجة نهايتها فك ثابت ويتحرك عليها فك مدرج يمكن التحكم به بواسطة مسمار ،كما موضح في الشكل أدناه ، وعند القياس باستخدام القدمة ذات الورنية نلاحظ أن الفك المتحرك مقسم إلى عشرة أقسام متساوية تقابل مثلا تسعة أقسام من أقسام الفك الثابت لذا فان القسم الواحد من أقسام الورنية يعادل (0.1) من أقسام الفك الثابت .من المهم جدا قبل استخدام القدمة ذات الورنية أن يتلامس الفكان ،أي أن ينطبق صفري التدريجين.



شكل رقم (1) استخدامات القدمة



شكل رقم (2)

الاستخدامات :-

تستخدم القدمة لعدة اغراض ، منها :-

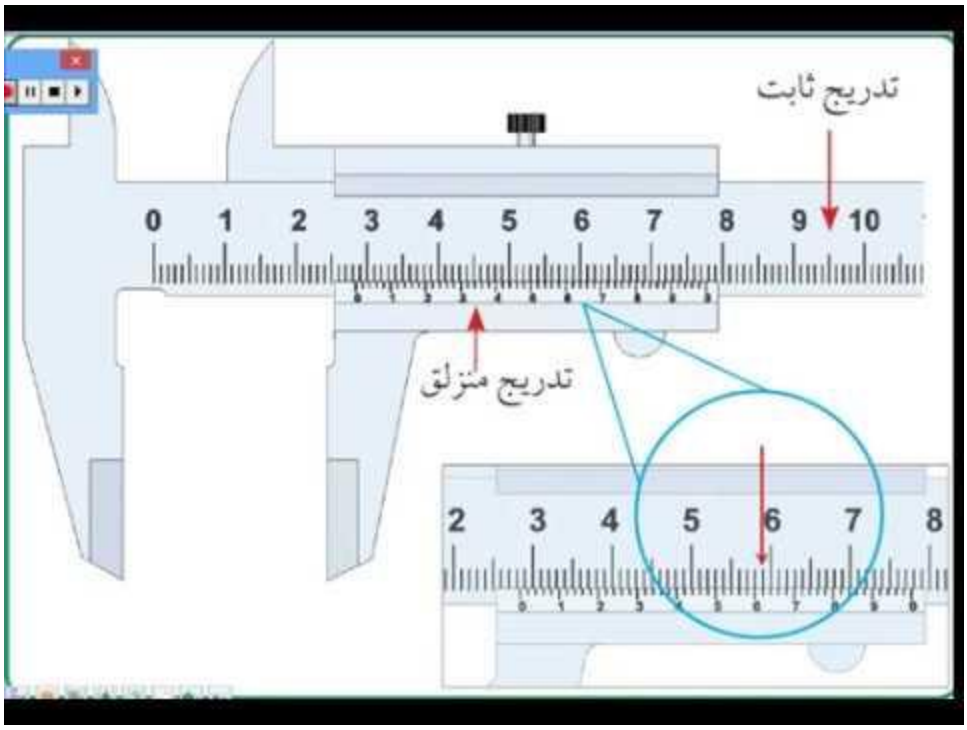
1)تستخدم لإيجاد نصف القطر الخارجي للإناء .

2) تستخدم لإيجاد نصف القطر الداخلي للإناء .

3) تستخدم لإيجاد ارتفاع السوائل في الاناء .

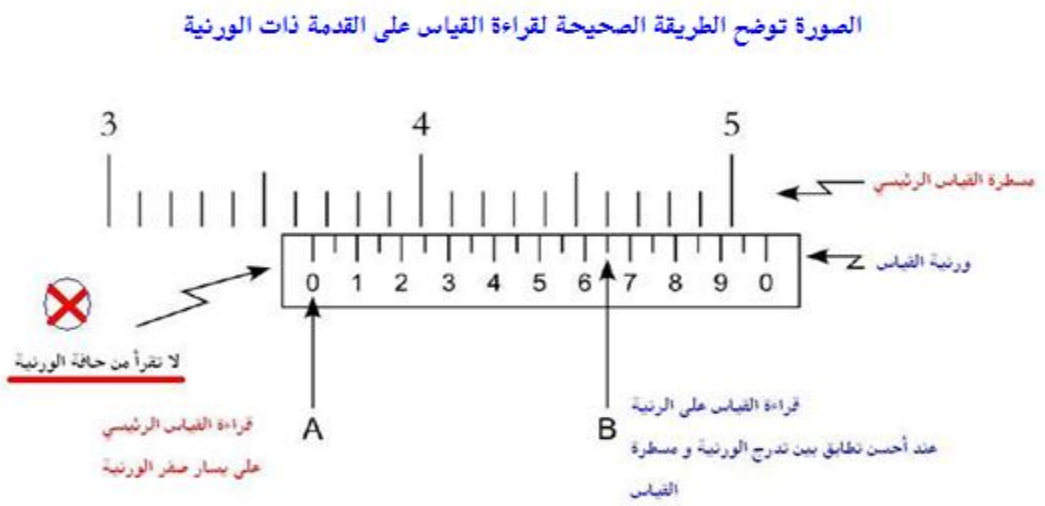
ولاستخدام القدمة ذات الورنية نتبع ما يلي :-

1- نضع الجسم المراد إيجاد طوله بين فكي القدمة ذات الورنية .



شكل رقم (3)

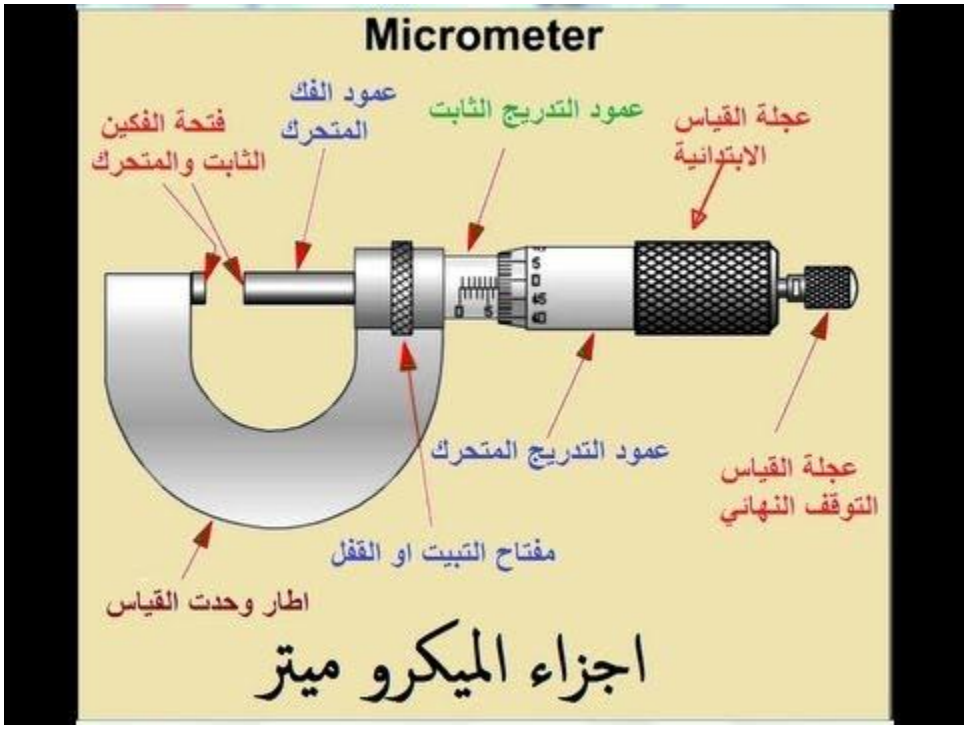
2- ليكن الشكل على هذه الصورة مثلا . كما في الشكل (4) .



شكل رقم (4)

3- لاحظ صفر التدريج المتحرك يقع بين (3.6) و (3.7) .
4- ابحث عن اي خط من التدريج المتحرك منطبق على اي خط من التدريج الثابت وليكن كما في الشكل (4) ويعبر عنه بالمقدار (0.065) .
5- تكون القراءة الكلية :- 3.6 +0.065 = 3.665 cm
6- يقوم الطالب بقياس أبعاد بعض الأجسام المتوفر لديه باستخدام القدمة ذات الورنية .

2-الميكروميتر :-Micrometer



شكل رقم (1)

المقدمة :-

يعتبر الميكروميتر من أجهزة القياس المهمة لتحديد أنصاف الأقطار والأبعاد الصغيرة هو يتكون من فكين احدهما ثابت والآخر متحرك ، كما مبين في الشكل رقم (1) . وهناك تدريج طولي مقسم بوحدات المليمتر وتدريج دائري مقسم إلى (50) قسم متساوية تعادل.(0.05 mm) .

شكل رقم (2)

لنفرض أن المسمار الحلزوني يدور دورتين كاملتين كامل تقدم مسافة طولية داخل الاسطوانة الثابتة قدرها (1)ملم ، وهذا يعني أن :-

دورة واحدة تعادل حركة طولية مقدارها (0.5 mm) ، وكما نعلم فان التدريج الدائري يبلغ عدد أقسامه خمسون قسما :-

لذلك القسم الواحد يعادل مسافة قدرها (0.5 x1/50) = (0.01 mm) .هذا المقدار (0.01 mm) يسمى بحساسية الميكروميتر .

طريقة العمل :

بهدف استعمال الميكروميتر في القياس نتبع الخطوات التالية :-

1- **نضع الجسم المراد إيجاد نصف قطره بين فكي الميكروميتر .**
2- **نحدد قراءة التدريج الطولي بالمليمتر وندونها .**
3- **نحدد عدد تدريجات التدريج الدائري وندونها .**
4- **قراءة الميكروميتر =(قراءة التدريج الطولي)+(عدد تدريجات التدريج الدائري x الحساسية) .**
5- **يقوم الطالب بقياس أنصاف أقطار بعض الإشكال المتوفرة لديه .**

مثال :- **حدد قيمة القراءة الموضحة في الشكل (3) :**

الشكل رقم (3)

الحل :-نتبع الخطوات الآتية :-

1- **نحدد القراءة على التدريج الطولي وليكن (7 mm) .**
2- **عدد التدريجات الصحيحة على التدريج الدائري (37) تدريجا .**
3- **عدد التدريجات x الحساسية 0.37 = 0.01 x 0.37**
4- **قراءة الميكروميتر تكون : 7+ 0.37 =7.37mm**

تجربة رقم (1)

اللزوجة

الهدف من التجربة :- تعيين معامل اللزوجة لسائل بطريقة العالم ستوك .

الأدوات المستخدمة:- أنبوبة طويلة ،مجموعة من الكرات الصلبة مختلفة الأقطار، ساعة ايقاف ،سائل لزج ،مسطرة مترية ،مايكرو متر .

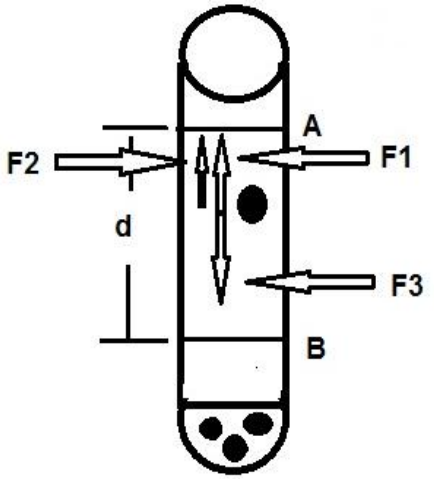
المقدمة:- *لزوجة المائع هي نوع من الاحتكاك الداخلي ،تحول دون حركة طبقات المائع المتجاورة بحرية فوق* بعضها البعض، ويعتمد مفهوم اللزوجة على ما قاله العالم نيوتن ((إن المائع مكون من طبقات ذات اسماك صغيرة موجودة فوق بعضها البعض)).وإذا ما وضع المائع في إناء ،فانه يمكننا وصفه إذا وصفا كاملا من خلال أجزائه الثلاثة الآتية:-

1 – جزء ملاصق لجدار الإناء.

2 – جزء مجاور لجدار الإناء.

3 – جزء آخر داخلي.

ولاشك إن سرعة جزيئات المائع الملاصقة لجدار الإناء أقل من سرعة جزيئات الطبقات المجاورة ، وذلك بسبب قوى التلاصق بين جزيئات المائع وجدار الإناء الذي يحتويه . وتزداد سرعة جزيئات المائع كلما اتجهنا إلى الداخل نحو مركز الإناء ،وألان إذا ألقيت كرة في مائع لزج (كليسرين) مثلا ،فان طبقة المائع سوف تلتصق بالكرة وتتحرك معها إلى الأسفل ،بينما تقوم طبقات السائل الأخرى بمقاومة تلك الحركة بفعل قوى التماسك بين جزيئات السائل حتى تصل الكرة في النهاية إلى سرعة منتظمة وتتزن تحت تأثير القوى المبينة في الشكل (1).



شكل -١-

بملاحظتنا للشكل رقم (1) نستطيع ان نميز القوى الآتية :-

(1) قوة لزوجة المائع الى الأعلى($F_1\uparrow$) :- وفقا لقانون ستوك (Stock Low) فان الكرة التي نصف قطرها (r) والملقاة في مائع لزوجته (μ) وبسرعة نهائية منتظمة, تعاكس حركة سيرها والى الاعلى قوة لزوجة المائع والتي تساوي $F_1\uparrow = 6\pi\mu rv$ ----------(1)

(2) وزن السائل المزاح إلى الأعلى($F_2\uparrow$) :- وهي كما نلاحظ من الشكل (1) قوة طفو تتجه أيضا نحو الأعلى ويساوي مقدارها :- $F_2\uparrow = 4/3\pi\, r^3\rho_L g$ ----------(2)

(3) وزن الكرة المستخدمة إلى الأسفل ($F_3\downarrow$)- وهي قوة الشد التي تتعرض لها الكرة داخل المائع نحو الأسفل بفعل الجاذبية الأرضية ويساوي مقدارها :-

$F_3\downarrow = 4/3\pi r^3\rho_s\, g$--------(3)

حيث ان :-

P_L :- كثافة السائل Fluid Density

P_S :- كثافة الكرة المستخدمة Sphere Density

g :- التعجيل الأرضي Earth Acceleration

μ :-معامل لزوجة المائع Viscosity Coefficient

وعندئذ فإن :-

قوة اللزوجة($F_1\uparrow$) + وزن السائل المزاح ($F_2\uparrow$) = وزن الكرة المستخدمة($F_3\downarrow$)

أي أن :-

$$F_1\uparrow + F_2\uparrow = F_3\downarrow$$

$$6\pi\,\mu\, r\, v + 4/3\,\pi\, r^3\rho_L\, g = 4/3\pi\, r^3\rho_S\, g$$

وبحل المعادلات يمكننا حساب معامل اللزوجة (μ) للمائع وفقا للعلاقة الرياضية الاتية :-

$$\mu = 2/9 \ \pi r^2/v\, g\, (\rho_L - \rho_S)$$

تعريف معامل اللزوجة (μ):- Viscosity Coefficient

هو القوة المؤثرة على وحدة المساحات من طبقة المائع عندما تكون السرعة التي تتحرك بها طبقة موازية لها وتبعد عنها مسافة(1 cm) بسرعة اقل منها بمقدار (1 cm/sec) .

تعريف اللزوجة : - Viscosity

هي المقاومة التي يعوق بها المائع الحركة النسبية بين طبقاته او بين طبقاته وجسم صلب يتحرك فيه .

خطوات العمل :-

1 – حدد علامتين واضحتين على الجدار الخارجي للأنبوبة الزجاجية (A) و(B) ،أنظر الشكل (1) وقس المسافة بينهما (d)، ولتكن مسافة مناسبة حتى تكون السرعة منتظمة .

2 – قس أنصاف أقطار الكرات المستخدمة بوساطة المايكرومتر او القدمة ،ودونها في الجدول رقم (1) .

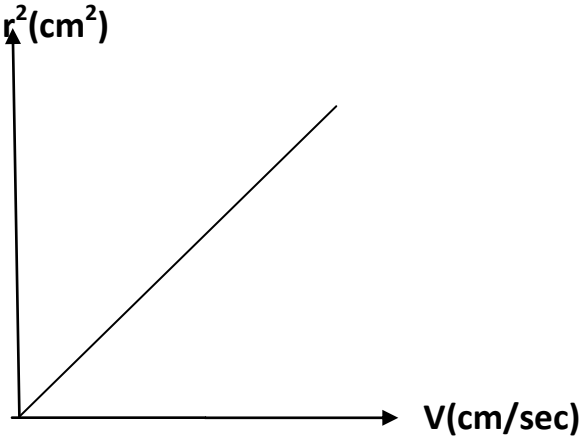
3 – قم بإسقاط الكرة الأولى في وسط السائل ، واحسب زمن سقوطها بين النقطتين (A) و (B) .

4– احسب سرعة السقوط (V) من العلاقة V= d/t .

5 – كرر الخطوتين (3) و (4) مع باقي الكرات الأخرى .

6 – دون قراءاتك كما موضح في الجدول (1).

7 – ارسم العلاقة البيانية بين مربع نصف القطر(r^2) مقاسا بوحدة (cm^2) على المحور الصادي و v) (مقاسة بوحدة (cm/sec) على المحور السيني ،لتحصل على خط مستقيم ،أنظر الشكل (2) ، وألان جد ميل هذا الخط على النحو الآتي :- $slope = \Delta r^2 / \Delta v$ الميل .



8 – أحسب معامل اللزوجة من العلاقة :- $\mu = 2/9\pi\ r^2/v\ g\ (\rho_L - \rho_S)$

$g=980\ (cm/sec^2)$, $\rho_S=2.3(gm/cm^3)$, $\rho_L=1.22(gm/cm^3)$

رقم الكرة	المسافة d(cm)	القطر 2r(cm)	نصف القطر r(cm)	مربع نصف القطر $r^2(cm^2)$	الزمن T sec	السرعة V=d/t (cm/sec)
1						
2						
3						
4						
5						

ملاحظات :-

1 – وحدة قياس معامل اللزوجة هي (البواز).

2 – المسافة(d) ثابتة لجميع الكرات.

الأسئلة :-

1 – أشتق وحدة قياس معامل اللزوجة ؟

2 –لماذا تبدي بعض السوائل مقاومة عند حركتها ؟ وضح ذلك ؟

3 – استهلاك محركات الديزل يكون أكثر من استهلاك المحركات الكهربائية. علل ذلك؟

تجربة رقم (2)

قانون هوك

الغرض من التجربة :- تحقيق قانون هوك وإيجاد ثابت قوة النابض لعدد من النوابض .

الأجهزة المستخدمة :- نابض حلزوني مثبت أحد طرفيه بماسك والطرف الآخر بخطاف لحمل الأثقال ، مسطرة مترية ، ساعة توقيت .

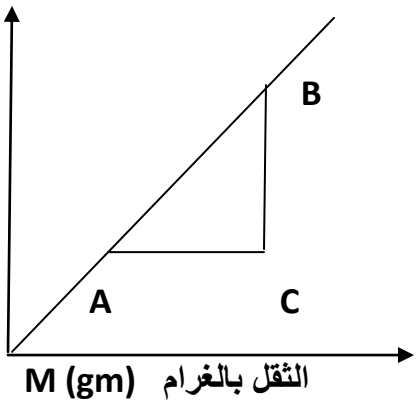
النظرية :-

عند وضع أثقال صغيرة بصورة تدريجية في الخطاف المعلق في نهاية النابض (بحيث يعود النابض إلى وضعه الطبيعي عند رفعها) كما في الشكل (1) يستطيل النابض الحلزوني بمقدار يتناسب مع الأثقال المضافة وفق قانون هوك ، أي أن الاستطالة التي تحدثها قوة في النابض تتناسب مع مقدار تلك القوة ، أي أن الإجهاد يتناسب طرديا مع المطاوعة ضمن حدود قانون هوك .

شكل رقم (1)

فعند رسم خط بياني بين مقدار الأثقال المعلقة والاستطالة يكون الشكل الحاصل خطا مستقيما كما هو مبين في الشكل (2) حيث ميله η يساوي الاستطالة بالسنتمترات لكل غرام من الأثقال . أي أن :-

$$\eta = \frac{BC}{AC} \quad \text{-----(1)}$$



الشكل رقم (2)

ويمكن حساب ثابت النابض(K) من العلاقة الاتية :-

$$K = \frac{g}{slope} \quad \text{----------(2)}$$

حيث (g) يمثل التعجيل الارضي .

طريقة العمل :-

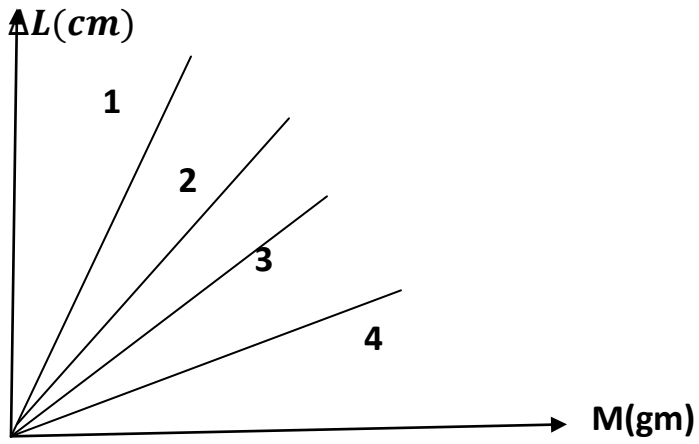
1- يثبت النابض مع الخطاف والمسطرة المترية في وضع شاقولي بحيث يتحرك المؤشر المثبت في نهاية النابض على المسطرة بحرية .
2- تسجل القراءة الصفرية لمؤشر النابض (L_0) .
3- تعلق أثقال في الخطاف ابتداء بأصغر ثقل وتحسب مقدار الزيادة الحاصلة في طول النابض(L) .
4- تزاد الأثقال تدريجيا ويحسب مقدار استطالة النابض (L)لكل ثقل .
5- تحسب مقدار الاستطالة (ΔL) في النابض لكل ثقل حيث :-

$$\Delta L = L - L_0$$

6- تدون القراءات في الجدول المبين أدناه:-

M(gm)	L (cm)	$\Delta L = L - L_0$ Cm

7- تعاد الخطوات (3,4,5,6) لعدد من النوابض .
8- ترسم الخطوط البيانية لهذه النوابض على نفس الورقة البيانية بعد أخذ مقياس رسم مناسب لجميع القراءات كما في الشكل رقم (3).
9- يؤخذ الميل لكل خط من الخطوط من العلاقة رقم (1)
10- يحسب ثابت القوة لكل نابض من النوابض من العلاقة رقم (2) .



الشكل رقم (3)

الأسئلة :-

1 – بين سبب اختلاف قيمة ثابت هوك للنوابض؟
2 –لماذا لا ينطبق قانون هوك عند خروج النابض عن حد مرونته ؟
3 –أعط مثالين لاستخدامات قانون هوك في حياتنا العملية ؟

تجربة رقم (3)

الشد السطحي

الغرض من التجربة :-إيجاد معامل التوتر السطحي لسائل باستخدام الأنابيب الشعرية .

الأدوات المستخدمة:-أنابيب شعرية مختلفة الأقطار ، كأس به ماء ، مسطرة ، ميكروسكوب متحرك .

المقدمة :-

إن إي جزيء من سائل ما Fluid ، هو واحد من ملايين الجزيئات التي تكون السائل ، وهذا الجزيء يخضع لقوى مؤثرة عليه من قبل باقي الجزيئات الأخرى المحيطة به ، فالجزيئات الواقعة على السطح تقع تحت تأثير قوى داخلية كبيرة تجذبها إلى الأسفل ، لذلك نلاحظ أن سطح السائل يكون مقعرا إلى أسفل داخل أنبوب الاختبار ، أو محدبا إلى الأعلى حسب مقدار القوى المحصلة بين جزيئات السائل من جهة قوى التماسك بين جزيئات السائل وقوى التلاصق بين جزيئات السائل وجدار الأنبوبة من جهة أخرى . هذه الظاهرة تسمى ((الشد السطحي)).

يمكن تعريف الشد السطحي على النحو الأتي :- ((هو عبارة عن القوى المؤثرة على وحدة الأطوال من سطح السائل)).

ووحدة قياسه هي :-

$$dyne/cm = erg/cm$$

وهناك طرق عديدة لتعيين الشد السطحي ، ومنها طريقة الأنابيب الشعرية Capillary Tubes والتي سوف نستخدمها في هذه التجربة.

لنبدأ باستخدام سائل يمكنه الالتصاق بجدران الأنابيب الشعرية Capillary Tubes فإذا ما أدخلنا أنبوبة شعرية داخل هذا السائل فإننا نلاحظ بعد فترة ارتفاع السائل داخلها ، لنفرض إن مقدار ارتفاع السائل في الأنبوبة يساوي (h) ، إن عمود السائل داخل الأنبوبة الشعرية يخضع لتأثير قوتين :-

1:- قوة وزنه (F_w) واتجاهها إلى الأسفل .

2:- القوة الناتجة عن التوتر السطحي (F_τ) واتجاهها إلى الأعلى .

وعند حدوث حالة الاتزان فان القوتين المذكورتين تتساويان ، إي إن :-

$$F_w = F_\tau$$

ولكن من خلال معرفتنا لتعريف الضغط (P) (Pressure) وهو عبارة عن القوة (F) المؤثرة على وحدة المساحات (A) من ناحية ، ومن ناحية أخرى فانه يعادل وزن عمود من السائل ارتفاعه يساوي ارتفاع السائل (h) ، إي إن :-

$$P=F_w/A = \rho h g$$

$$F_w= A \rho h g = \pi r^2 \rho h g \text{----------(1)}$$

حيث إن :-

(r) :- تساوي نصف قطر الأنبوبة الشعرية ذات مساحة المقطع الدائري (A) .

(ρ) :- تساوي كثافة السائل .

ومن جهة أخرى فان القوة الناتجة عن الشد السطحي (Ʈ) تظهر مجددا في الصيغة :-

$$F= 2\pi r Ʈ \cos Ɵ \text{----------(2).}$$

حيث إن المقدار ($2\pi r$) يساوي محيط الأنبوبة الشعرية ،(Ɵ) تساوي زاوية التلامس بين السائل وجدار الأنبوبة الداخلي .بمساواة المعادلتين (1) و (2) نجد إن :-

$$\pi r^2 \rho h g= 2\pi r Ʈ \cos Ɵ$$

$$Ʈ = h r g \rho /2 \cos Ɵ$$

وفي حالة استخدام الماء في هذه التجربة ، فان (Ɵ) تكون صغيرة جدا، إي إن :-

$$Ʈ = h r g \rho /2 \text{ ----------(3)}$$

خطوات العمل :-

1- قس القطر الداخلي للأنبوبة الشعرية باستخدام الميكروسكوب المتحرك ، وذلك بعد تنظيفها ، ثم عين نصف قطرها الداخلي radius مستخدما المتر كوحدة للقياس .
2- اغمس الأنبوبة الشعرية في الكأس الذي يحوي السائل (الماء) ولتكن بوضع رأسي وثبتها بوساطة الحامل المخصص لذلك ، ستلاحظ بعد قليل ارتفاع الماء في الأنبوبة .
3- قس بدقة ارتفاع الماء في الأنبوبة بوساطة المسطرة (h).

4- اعد الخطوات (1,2,3) لعدد من الأنابيب الشعرية المختلفة الأقطار .

5- دون قراءاتك في جدول مناسب كالجدول أدناه :-

No.	القطر 2r (m)	نصف القطر r (m)	مقلوب نصف القطر 1/r (m^{-1})	h (m)
1				
2				
3				
4				

6- ارسم العلاقة البيانية بين مقلوب نصف القطر (1/r) على المحور السيني مقاسا بوحدة (m^{-1}) ، وارتفاع الماء في الأنبوبة الشعرية (h) مقاسا بوحدة (m) على المحور الصادي، سوف تحصل على خط مستقيم ميله يساوي (h . r) .

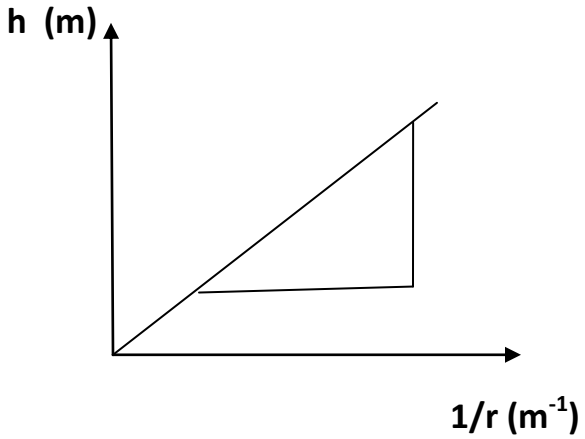
7- احسب مقدار قوة الشد السطحي من العلاقة رقم (3) أخذا بعين الاعتبار أن الزاوية (Ɵ) صغيرة جدا في حالة الماء ، أي أن :-

$\cos \theta = 1$.لذلك فان :-

$$\tau = h\ r\ h\ \rho\ /2 = \text{Slope} .g\ \rho\ /2$$

علما أن :-كثافة الماء (ρ) تساوي ($1000\ Kg / m^3$) . وان التعجيل الأرضي يساوي :-

$$g = 9.8\ (m / sec^2)$$



الاسئلة :-

1- عند النظر إلى أعلى الأنبوبة الشعرية نلاحظ تقعر الماء . فسر ذلك ؟
2- ما الفرق بين قوى التماسك وقوى التلاصق ؟
3- لماذا ترتفع بعض السوائل في الأنابيب الشعرية بينما ينخفض البعض الأخر ؟

تجربة رقم (4)

دراسة تأثير نفاذية الماء في المواد وحساب قيمة معامل الانتشار

الغرض من التجربة :- حساب معامل الانتشار لمادة سيراميكية .

الاجهزة المستخدمة :- عينات من مواد سيراميكية ، ميزان ، دورق صغير فيه كمية من الماء ، ملقط .

النظرية :-

إن الانتشار يشير إلى حركة الذرات في المواد الصلبة وبالتالي فان السيطرة التركيبية في المواد الصلبة يتم انجازها بخصائص مثالية تعتمد على معدل الانتشار .

يمكن تعريف عملية الانتشار بأنها :-

العملية التي بواسطتها تنقل المادة من موقع إلى موقع آخر في النظام نتيجة للحركة الجزيئية العشوائية ،إذ أن حركة الجزيئة المنفردة يمكن وصفها بالحركة العشوائية (Random Walk) .

يتم وصف هذا السلوك بوساطة **قانون فك الأول** (Fick's First Law) حيث يمثل القانون الأساس للانتشار وينص على أن :-

معدل انتشار الذرات في المادة يمكن قياسه بوساطة **التدفق** (Flux) (J) الذي يعرف بأنه :-

عدد الذرات المنتقلة عبر وحدة المساحة لوحدة الزمن ويعطى بالمعادلة :-

$$J = D\frac{dc}{dx} \quad \text{----------(1)}$$

حيث إن :-

J :- يمثل التدفق بوحدات ($atoms/cm.sec^2$) .

D :- النفاذية أو معامل الانتشار (cm^2/sec) .

$\frac{dc}{dx}$:- تدرج التركيز بوحدات ($atoms/cm^3.sec$) .

قانون فك الأول يمكن أن يطبق للانتشار في الحالة المستقرة حيث إن التركيز لا يتغير مع الزمن .

يمكن تحديد معامل انتشار الرطوبة من خلال تعرض سمك النموذج لظروف بيئية رطبة مستقرة . ويمكن أن يعطى معامل الانتشار بالمعادلة التالية :-

$$D = \pi \left[\frac{Kb}{4M\infty}\right]^2 \text{----------(2)}$$

حيث إن :-

K :- ميل الجزء الخطي من المنحني بين الربح بالوزن مع الجذر التربيعي للزمن .

b :-سمك النموذج .

M∞ :-المحتوى المائي عند الوصول الى حالة الاشباع (اي اعلى قيمة للربح في الكتلة).

حيث يتم رسم العلاقة بين الربح بالوزن مع الجذر التربيعي لزمن غطس النموذج في السائل .

يعتمد معامل الانتشار على :-

1 – طبيعة ونوع الانتشار .

2 – المادة التي يحدث فيها الانتشار .

3 – درجة الحرارة التي يحدث عندها الانتشار .

4 :- التركيز ونوعية المحلول .

إن نفاذية الماء والمحاليل الكيميائية الداخل المواد تتم بوساطة واحدة من الميكانيكيات الرئيسية والتي تعرف بالانتشارية(Diffusion) تتضمن هذه الميكانيكية الانتشار المباشر لجزيئات الماء إلى داخل المادة .

هنالك ميكانيكيات أخرى لنفاذ الماء إلى المواد مثل الخاصية الشعرية(Capillarity) والانتقال بوساطة الشقوق الدقيقة جدا(Microcracks) .

إن <u>التفاعل الحاصل بين المواد والسوائل أو المحيط الشبع بالبخار</u> يمكن أن يتم بثلاث مراحل :-

1- المرحلة الأولى :- تتضمن الميكانيكية الطبيعية للنفاذية وما يتعلق بها من عمليات الانتشار والانتقال .

2- المرحلة الثانية :- تتمثل بدراسة التغير الحاصل في أبعاد المادة المتراكبة والذي يطلق عليه (Hygroelasticity) بمعنى أن المادة سوف تنتفخ (Swell) مع تولد مقدار معين من الاجهادات الداخلية التي تتطور في المادة .

3- المرحلة الثالثة :- تتضمن هذه المرحلة تلف وتدهور (Deterioration) الخصائص الأصلية للمادة وذلك بسبب اختراق الرطوبة ،وتتضمن كذلك دراسة تأثير الظروف المحيطة في الخواص المتبقية .

طريقة العمل :-

1- تحضير عينات حسب المواصفات العالمية لدراسة الانتشار من المادة .

2- نأخذ أوزان العينات m_1 .

3- غمر العينات في الماء لازمان مختلفة t .

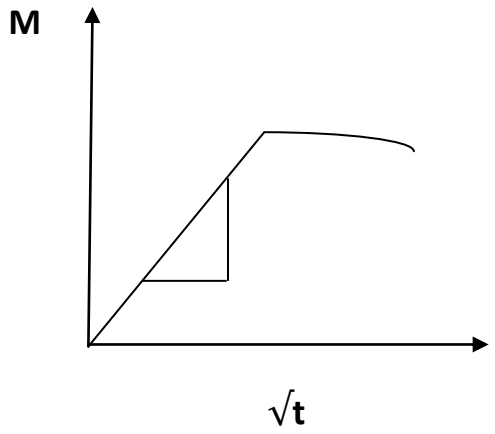
4- نأخذ أوزان العينات بعد الغمر m_2 .

5- إيجاد قيمة الربح بالكتلة M .

6-نضع المعلومات أعلاه في الجدول الآتي :

m_1 (gm)	m_2 (gm)	M(gm)	t(min)	$\sqrt{t}$

6- نرسم البياني بين الربح بالكتلة M على المحور الصادي والجذر التربيعي للزمن $\sqrt{t}$ على المحور السيني ، ونوجد الميل للجزء الخطي والذي يمثل K .



7- نطبق العلاقة $D = \pi \left[\frac{Kb}{4M\infty}\right]^2$ ونجد قيمة معامل الانتشار للمادة حيث b يمثل سمك النموذج .

الأسئلة:-

1- عرف قانون فك الأول (Fick's First Law) ؟

2- كيف تختلف قيمة معامل الانتشار لمادة البوليمر والسيراميك. وأيهما اكبر ؟ ناقش ذلك ؟

تجربة (5)

الحرارة النوعية

الغرض من التجربة :- تعيين الحرارة النوعية (Specific Heat) لمادة صلبة

الأجهزة المستخدمة :- مسعر معزول عزل جيد بمحرك ،مقياس لدرجة الحرارة، ميزان ، فرن مائي حراري ، ماسك .

النظرية :-

عند تسخين جسم أو تبريده فان كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة تتناسب طرديا مع كتلة الجسم (m) والفرق في درجتي الحرارة الابتدائية والنهائية(ΔT) .

فلو فرضنا أن كمية الحرارة هي (ΔQ) فان :-

$$\Delta Q \propto m\Delta T \longrightarrow \Delta Q = C\, m\Delta T \quad \text{---------(1)}$$

حيث(C) تسمى الحرارة النوعية للجسم . ولكل جسم حرارته النوعية الخاصة به تبعا للمادة المصنوع منها . وباستخدام المعادلة (1) يمكننا أن نعبر رياضيا عن الحرارة النوعية على النحو الاتي :-

$$C = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \qquad \frac{Cal}{gmC0}$$

تعريف الحرارة النوعية :- هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد غرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة .

فإذا كان لدينا جسم صلب ، وأردنا حساب حرارته النوعية نعمد الى جعله جزءا من نظام معزول بحيث نضبط عملية انتقال الحرارة من والى الجسم ذي النظام المعزول حسب درجة حرارته .وبذلك نستطيع القول :-

ان كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن = كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم البارد.

ولقياس الحرارة النوعية للجسم الصلب نستخدم مسعرا كتلته (m_1) وحرارته النوعية معروفة (C_1) ويشترط ان يكون المسعر معزولا تماما (نظام معزول) حتى لا يكون هناك انتقال للحرارة من وال الوسط المحيط به .

نضع في هذا المسعر كمية من الماء كتلته (m_2) ودرجة حرارته مع المسعر (T_1) وحرارته النوعية (C_2) ،ونلقي الجسم الصلب الذي كتلته (m_3) ودرجة حرارته (T_2) والمراد قياس حرارته

النوعية في المسعر ،فيحدث الاتزان الحراري عند درجة الحرارة (T_3) وفقا للقانون الأول في الديناميكا الحرارية وذلك بعد زمن بسيط . وبتطبيق المعادلة :-

كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن = كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم البارد نحصل على :-

$$m_3C_3(T_2-T_3) = m_1C_1(T_3-T_1)+m_2C_2(T_3-T_1)$$

$$m_3C_3(T_2-T_3) = (m_1C_1+m_2C_2)(T_3-T_1)$$

حيث ان :-

1- كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن $m_3C_3(T_2-T_3)$
2- كمية الحرارة التي يكتسبها المسعر $m_1C_1(T_3-T_1)$
3- كمية الحرارة التي يكتسبها الماء $m_2C_2(T_3-T_1)$

فتكون الحرارة النوعية للجسم الصلب (C_3) متمثلة بالعلاقة الرياضية التالية :-

$$C_3 = \frac{(m_1C_1+m_2C_2)(T_3-T_1)}{m_3(T_2-T_3)}$$

طريقة العمل :-

1- جفف المسعر والمحرك جيدا ،ثم عين كتلتهما مع الترمومتر ولتكن m_1 .
2- أملأ المسعر إلى ثلثه ماءا وعين كتلة الماء ولتكن m_2 .
3- قس درجة حرارة المسعر والماء ولتكن T_1 .
4- عين كتلة الجسم الصلب ولتكن m_3 .
5- سخن الجسم الصلب إلى درجة حرارة مرتفعة حوالي ($90\ C^0$) وذلك بوضعه في فرن مائي حراري لمدة معينة حتى تصبح درجة حرارة الجسم الصلب $T_2 = 90C^0$.
6- انقل الجسم الصلب الحار بسرعة وبواسطة الماسك ،وضعه داخل المسعر وحركه حتى تثبت درجة الحرارة ولتكن T_3 .
7- دون القراءات التي حصلت عليها في الجدول أدناه :-

الكمية	الرمز	القيمة
كتلة المسعر بغطائه	m_1	
كتلة الماء	m_2	
درجة حرارة المسعر والماء	T_1	
كتلة الجسم الصلب	m_3	
درجة حرارة الجسم الصلب	T_2	
درجة حرارة الخليط	T_3	

الأسئلة :-

1- عرف الحرارة النوعية ؟ ثم اشتق وحدة قياسها في النظام الدولي للقياس SI .

2- عرف السعرة ؟

3- جسم صلب كتلته (50gm) ودرجة حرارته الابتدائية ($25C^0$) ،تم تسخينه إلى درجة حرارة ($60C^0$) حيث اكتسب كمية من الحرارة مقدارها (1000 Cal) . اوجد حسابيا الحرارة النوعية لهذا الجسم ؟

كلـــــية العلـــوم

قســـــم الفيزيـــــاء

المرحلـــــــة الثانيـــة

مختـــــبر المـــــواد

تجـــــارب الكورس الثاني

مشرف المختبر :- أ مهدي حاتم ديوان

مسؤول المختبر :-م.م زينب سعد مهدي

معيد المختبر :-ف.أقدم رأفت عدنان عباس

قـــائمة تجـــارب الكورس الثانـي

1 – المجسمات

2 – معامل يونك

3 – لزوجة الماء

4 – الشد السطحي

5 – الكتلة المكافئة للنابض

تجربة رقم (1)

حساب كثافة المجسمات

الأدوات المستخدمة:-

قدمة ،ميزان، أشكال بلورية ،مكعب ، اسطوانة ،مخروط ،كرة ،متوازي المستطيلات.

النظرية:-

درج بعض العلماء في تصنيف المادة الى ثلاث حالات:

1:-الحالة الصلبة للمادةSolid State Of Material

2:-الحالة السائلة للمادةLiquid State Of Material

3:-الحالة الغازية للمادة Gas State Of Material

وبالإضافة إلى الحالات الثلاث المذكورة ،توجد حالة رابعة للمادة تسمى بالبلازما .Plasma وهنا سوف نركز على المادة في حالتها الصلبة.

إن الذرات في معظم المواد الصلبة تنتظم في المادة بشكل منسق حيث تظهر المادة وكأنها مشيدة من وحدات بناء متشابهة ذات أشكال هندسية منتظمة، وإذا ما عرف موقع ذرة في أي شكل من هذه الأشكال فانه يمكن معرفة مواقع الذرات الأخرى في المادة ،ان هذا التنظيم البنائي يدعى بالتركيب البلوري للمادة، ويكون التركيب في عدة أشكال. ويعتمد هذا على :-

1- التركيب الذري للمادة.

2- أنواع الذرات.

3- طبيعة القوى التي تربط بين الذرات.

4- نوع الآصرة الكيميائية في المادة.

لوصف الشكل البلوري للمادة الصلبة سيتم تعريف الكمية الفيزيائية الكثافة(ρ).تعرف الكثافة للمادة: بأنها الكتلة لوحدة الحجوم ويرمز لها بالرمز (ρ). فاذا كانت الكتلة للمادة (m) وحجم المادة (v) فان الكثافة لهذه المادة تكون:-

$$\rho = m/\,v \text{.....(1)}$$

إن الكثافة للمادة المتجانسة تأخذ مقدارا ثابتا ولا تعتمد على حجم أو كتلة المادة وتختلف قيمتها من مادة إلى أخرى, لذلك فهي كمية فيزيائية يمكن استخدامها للتعرف على نوعية المادة ،إن كثافة المادة تتغير بتغير درجة حرارتها بسبب تغير حجمها مع حرارتها.

طريقة العمل:-

1- استخدم الأشكال البلورية التي بين يديك واحسب كتلتها*(m)* باستخدام الميزان .

2- استخدم القدمة لإيجاد أنصاف أقطار وأبعاد الأشكال البلورية.

3- احسب كثافة الأشكال البلوري من العلاقة *(1)* .

الأسئلة :-

1- علام تعتمد الكثافة ؟

2- ما كتلة كرة من النحاس قطرها *4cm*.

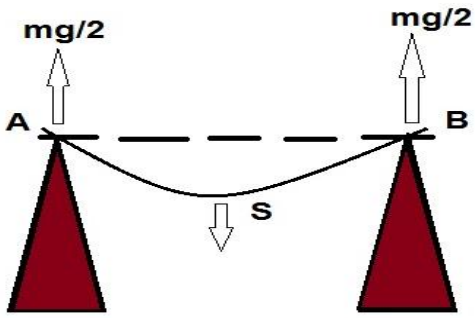
3- ما وزن باب من خشب البلوط كثافته $500\ Kg/m^3$ وأبعاده *m* (2×0.75×0.04).

تجربة رقم (2)

إيجاد معامل يونك للمرونة بطريقة انحناء دعامة

الأجهزة المستخدمة : -

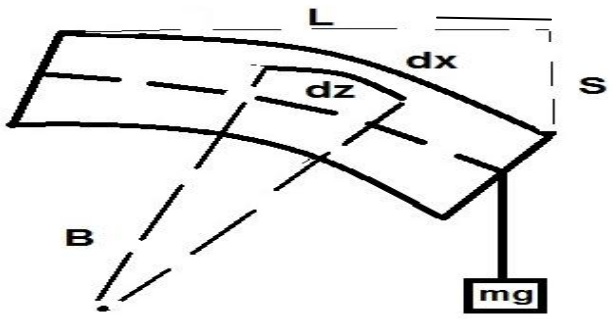
2- يتكون الجهاز من عارضة معدنية أو خشبية طولها حوالي (1m) وعرضها يتراوح بين (3cm) وسمكها حوالي (0.5 cm) ،مثبتة على الطاولة بمسندين حادي الحافة وقد علقت كفة ميزان في منتصف العارضة ،كما مبين في الشكل (1) أدناه ، مجموعة أثقال ، ميكروسكوب متحرك ، مايكرو متر .



شكل -١-

النظرية :-

يمثل الشكل رقم (1) دعامة مثبتة من طرفيها ومنحنية ،معلق فيها ثقل مقداره W من منتصفها ويمثل الشكل (2) عارضة مثبتة من طرف واحد وقد حنيت إلى الأسفل نتيجة تأثير ثقل مثل W في طرفها B،وسبب ذلك استطالة المادة التي تقع أجزاؤها فوق الخط الوسطي (الخط المنقط) المسمى بالمحور المتعادل ،بينما انضغطت المادة التي تقع أجزاؤها تحت المحور المتعادل .



شكل -٢-

عزم الانحناء في النقطة p هو مسافة W (L – X) حيث L تمثل المسافة بين المسندين ، X تمثل المسافة بين نقطة التثبيت ونقطة (P) .ان الانحناء في نقطة P هو

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2y}{dx^2} \;/\; \{1+(\frac{dy}{dx})^2\}$$

ولما كان $\frac{dy}{dx}$ صغيرا فبالتقريب نحصل على:-

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2y}{dx^2} \qquad \text{---------- (1)}$$

ولوحظ اخذ عنصر في (p)طوله (dx) وعرضه (b) وسمكه (dz) ويبعد بمسافة Z عن محور التعادل (أي الخط الوسطي) وقد استطال فيه الجزء dx نتيجة الانحناء.

فمن تشابه المثلثين نحصل على :

$$\frac{dx}{R} = \frac{\delta}{z}$$

أي أن مطاوعة العنصر (Strain) يساوي :

$$\frac{z}{R} = \frac{\delta}{dx}$$

ولما كان الإجهاد (Stress) = E x المطاوعة

حيث E تمثل معامل يونك ، فعندئذ

$$\text{الإجهاد} = \frac{ZE}{R}$$

إذ إن الشد في العنصر = ألإجهاد X مساحة المقطع

$$= bdz \cdot \frac{ZE}{R}$$

كما ان عزم هذا الشد حول المحور- المتعادل (المنقطة) هو:

$$dp = z \cdot \frac{Eb}{R} zdz = \frac{Eb}{R} z^2dz$$

فالعزم الكلي لهذا الشد إذن هو

$$P = \frac{E}{R} \int bz^2dz = \frac{E}{R} I$$

حيث $I = \int bz^2 dz$ يمثل عزم القصور الذاتي لمسافة مقطع العارضة حول المحور – المتعادل .

ولما كان :-

$$P = w(L-X)$$

$$\therefore \quad \frac{E}{R} I = w(L-X) \text{ ---------(2)}$$

وبالتعويض ينتج لدينا :-

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2y}{dx^2} \; / \; \{1+(\frac{dy}{dx})^2\}$$

وبتكامل المعادلة :

$$\int EI \frac{d^2y}{dx^2} = \int wL - \int wx$$

عندئذ ينتج :-

$$EI \frac{dy}{dx} = WLX - 1/2WX^2 + C$$

ولما كان $\frac{dy}{dx} = 0$ عندما يكون X=0 عندئذ ثابت التكامل=0

$$EI \frac{dy}{dx} = WLX - 1/2WX^2$$

وبالتكامل مرة أخرى نحصل على :-

$$EIY = 1/2W LX^2 - 1/6 WX^3 + C$$

وكذلك هنا ثابت التكامل C=0 لأنه Y=0 عندما X=0 في النقطة B حيث X=L ، Y=S فنحصل على

$$EIS = 1/3WL^3$$

وعندما يعلق الثقل في منتصف العارضة يكون $L = \ell/2$

$$\therefore E = \frac{Wl^3}{24SI} \text{ ----------(3)}$$

ويكون رد الفعل في كل طرف من العارضة هو :- $W = mg/2$

$$\therefore E = \frac{mgl^3}{48IS} \quad \text{----------(4)}$$

ولما كان عزم القصور الذاتي لعارضة مقطعها مستطيل طوله (b) وارتفاعه (d) يساوي :-

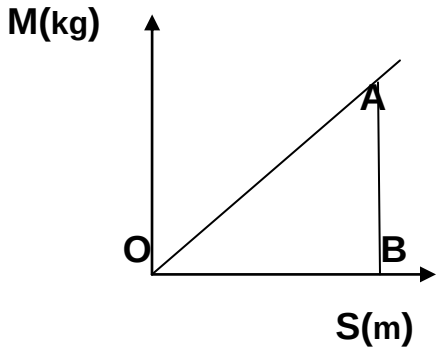
$$I = db^3/12$$

$$\therefore E = \frac{Mgl^3}{4bd^3S}$$

فعند رسم خط بياني بين (m) ب(Kg) الثقل اللازم لإحداث وحدة الانخفاض على محور الصادات ،وما يناظرها من قيم لمعدل الانخفاض (S)ب (m) على محور السينات نحصل على ميل الخط المستقيم الذي يساوي :-

$$\frac{M}{S} = \frac{AB}{OB}$$

كما مبين في الشكل



ومن المعادلة (5) نجد قيمة E

$$E = \frac{gl^3}{4bd^3} \times \frac{AB}{OB} \quad N/m^2\text{----------(6)}$$

طريقة العمل :-

1- **ضع الدعامة على المسندين الحادين والمسافة بينهما (80 cm).**
2- **ضع كفة الميزان في وسط الدعامة واضبط الميكروسكوب المتحرك حتى ترى صورة الحافة الحادة (الوسطية)الحاملة لكفة الميزان في نقطة تقاطع شعرتي الميكروسكوب ، سجل قراءة الميكروسكوب (X_0cm) حيث (X_0) تمثل القراءة الصفرية .**

3- ضع ثقلا مناسبا في كفة الميزان يؤدي إلى انحناء الدعامة ثم اضبط الميكروسكوب المتحرك حتى ترى صورة الحافة الحادة بوضوح وسجل قراءة الميكروسكوب(X_1 cm) .

4- زد الأثقال تدريجيا وكرر ما ورد في الفقرة (3) .

5- ارفع الأثقال تدريجيا وسجل قراءة ورنية الميكروسكوب (X_2 cm) .

6- دون نتائج الفقرات (3),(4),(5) كما في الجدول أدناه :-

معدل الانخفاض	معدل القراءتين	قراءة ورنية الميكروسكوب		الثقل
$S=(X_0-X_{ave})m$	$X_{ave}=(X_1+X_2)/2$	عند النقصان X_2m	عند الزيادة X_1m	M Kg

7- قس طول الدعامة (AB) وليكن (1 m) ثم قس عرضها وليكن (b m) .

8- قس سمك الدعامة (d m) بدقة تامة (لأنه يدخل المعادلة بالأس الثالث) ومن مواضع مختلفة ومنها جد معدل (d m) .

9- ارسم العلاقة بين قيم (M kg) و (S m) كما في الشكل (3) ومن ثم جد قيمة ميل المستقيم وعوض بالمعادلة (6) لتجد قيمة E .

<u>ملاحظات حول التجربة :-</u>

1- الإثقال الموضوعة في الكفة يجب ان لا تخرج الدعامة عن حد مرونتها .

2- من الضروري الاعتناء بدقة قراءات ورنية الميكروسكوب .

3- قياس سمك العارضة بدقة أمر هام جدا.

4- عزم القصور الذاتي للمسطرة الخشبية (I) هو:-

$$I = 0.78 \times 10^{-8}$$

تجربة رقم (3)

لزوجة الماء

الغرض من التجربة :- إيجاد معامل لزوجة الماء باستخدام الأنبوبة الشعرية.

الاجهزة المستخدمة :-

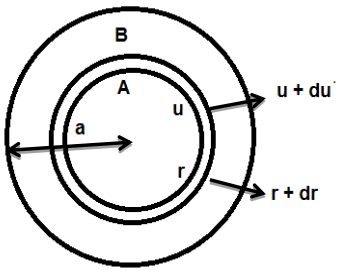
أنبوبة شعرية طويلة قطرها اقل من (2ملم) { تم الاستعاضة عنه بسحاسة } جهاز وظيفته جعل مستوى الماء على احد طرفي الأنبوبة الشعرية ثابتا (شكل رقم 1) ، بيكر ، ساعة توقيت ،محرار .

شكل رقم (1)

النظرية :-

إن سرعة جريان سائل في أنبوب ضيق تتغير من نهايتها الصغرى عند السطح إلى نهايتها العظمى على طول محورها المركزي ،فلو فرضنا أن السطحين A و B يكونان قشرة رقيقة اسطوانية الشكل بين نصفي القطرين r و r+dr وان سرعتي جريان السائل في A و B هما u و u+du على التوالي كما مبين في الشكل رقم (2) فان قوة الاحتكاك f بين السطحين هي :

مساحة السطح x η x انحدار السرعة



الشكل (٢)

حيث η تمثل معامل اللزوجة . و هذا يعني ان قوة الاحتكاك f في A على اسطوانة طولها ℓ هي :-

$$F = 2\pi\, r\ell\, \eta\, \frac{du}{dr}$$

وقوة الاحتكاك F+dF في B هي :-

$$F + dF = 2\pi\, r\, \ell\eta\, \frac{du}{dr} + \frac{d}{dr}\,(2\,\pi\, r\,\ell\,\eta\,\frac{du}{dr})\,d\,r$$

إذن قوة الاحتكاك على القشرة الاسطوانية التي تحاول أن تبقي السائل في حالة سكون هي :-

$$dF = \frac{d}{dr}(\,2\pi\, r\,\ell\eta\,\frac{du}{dr})dr$$

وتحدث حركة مستقرة عندما تعاكس هذه القوة الدفع الهيدروستاتيكي الناتج عن فرق الضغط P على طرفي الاسطوانة. أي أن :-

$$2\pi\, r\, dr\, P = -\,dF = -\,\frac{d}{dr}\,(2\pi l\eta\,\frac{du}{dr})\,dr$$

أو :-

$$-\frac{d}{\mathrm{dr}}(2\ \pi\ r\ \ell\eta\ \frac{du}{dr}) = 2\pi\ rP$$

وعند إيجاد التكامل :-

$$-2\pi\ r\ \ l\ \eta\ \frac{du}{dr} = 2\pi\ r^2/2\ P+A$$

حيث A يمثل ثابت التكامل والذي يساوي صفرا لان :-

$\frac{du}{dr}=0$ عندما يكون $r=0$

أي أن :- $-2\ \ell\ \eta\frac{du}{dr}=r\ P$

وعند اخذ التكامل للمرة الثانية نحصل على :-

$$-2\ l\ \eta\ u = 1/2\ r^2\ P + B$$

ولكن : - $B = -P\ a^2\ /2$ لان $u =0$ عندما يكون $r =0$

$$\therefore u = \frac{P}{4l\eta}\ (a^2 - r^2\ )$$

إذن حجم السائل الذي يجري بالثانية الواحدة في القشرة الاسطوانية الرقيقة هو :-

$$2\ \pi\ r\ u\ dr = \frac{P\pi}{2l\eta}\ (a^2 - r^2\ )rdr$$

أما لكل الأنبوبة فبكون الحجم Q الذي يجري بالثانية هو :-

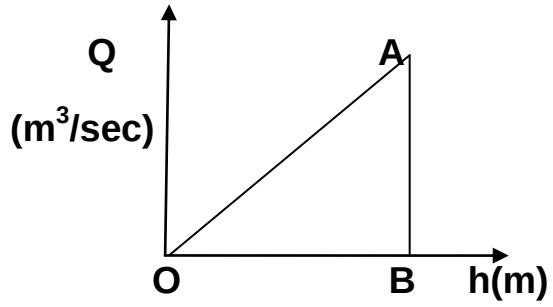
$$Q = \frac{P\pi}{2l\eta}\int_0^a(\ a2r - r3)dr$$

$$= \frac{P\pi}{2l\eta}\ \ [\ \frac{a^2\ r^2}{2} - \frac{r^4}{4}\ ]^a_0 = \ \frac{P\pi a^4}{8l\eta}$$

ولكن $P = g\ \rho\ \ h$

$$\therefore\ \eta = \ \frac{g\pi a^4\rho}{8l}.\frac{h}{Q}$$

ومن الشكل رقم (3) :-



شكل رقم (3)

$$\frac{h}{Q} = \frac{OB}{AB}$$

$$\therefore \eta = \frac{8\rho\pi a^4}{8l} \cdot \frac{OB}{AB} \text{----------(1)} \qquad \frac{newton.sec}{m2} \text{ at-------} C^0$$

طريقة العمل :-

1- يرتب الجهاز كما مبين في الشكل رقم (1) ويضبط طرف الأنبوبة B بحيث يخرج منها الماء على شكل قطرات .

2 – تجمع القطرات في بيكر أو إناء مدرج لقياس حجم الماء المتجمع ثم يحسب المعدل الزمني للجريان Q من قسمة الحجم الكلي المتجمع على الزمن الذي تم به التجميع .

3 – يقاس ارتفاع الماء h .

4 – يغير الارتفاع h لعدد مناسب من المرات وتكرر الخطوة (2) لكل مرة .

5- يرسم خط بياني بين المعدل الزمني للجريان Q (m^3/sec) والارتفاع h (m) .كما مبين في الشكل رقم (3) ومنه يستخرج الميل Q/h .

6- يحسب مقلوب الميل (الميل/ 1) .

7- يقاس طول الأنبوبة (ℓ) با (m)ونصف قطرها (a)با(m) .

8- يحسب معامل اللزوجة (η) من المعادلة رقم (1) .

ملاحظات هامة وأسئلة :-

1- الماء النقي يعطي نتيجة أفضل مما لو كانت فيه شوائب . ما تأثير ذلك على التجربة ؟

2- تثبيت الأنبوب أفقيا مهم جدا بالنسبة للتجربة .ما تأثير ذلك إذا كان مائلا ؟

3- من اجل تثبيت الأنبوب أفقيا يستفاد من ألقبان المائي (ذي الفقاعة).

4- عند تغيير الارتفاع h يفضل أن يبقى الأنبوب الشعري ثابتا والذي يتغير هو سطح السائل .

تجربة رقم (4)

الشد السطحي

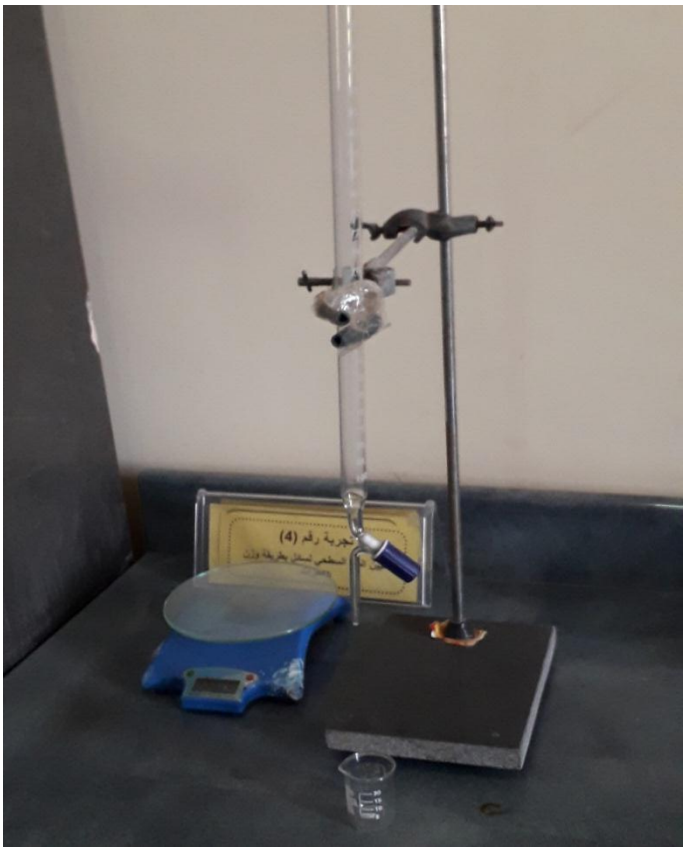
الأجهزة المستخدمة :-

قمع موصول بأنبوبة زجاجية { نصف قطرها بين (4) إلى (5) ملم } بواسطة أنبوبة زجاجية مطاطية ،مشبك لولبي ، بيكر ،مايكرو سكوب متحرك .(في هذه التجربة نستخدم السحاحة بدل الأنبوبة الزجاجية) .

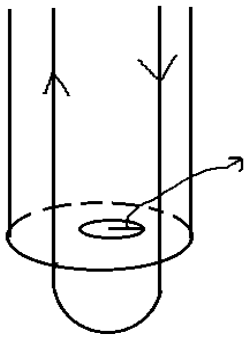
الغرض من التجربة :- **إيجاد الشد السطحي لسائل بطريقة وزن القطرات .**

النظرية :-

عند تقطير السائل بواسطة الجهاز المبين في الشكل (1) تكون القطرة التي على وشك الانفصال من فتحة الأنبوبة ذات شكل اسطواني كما في الشكل (2) :



شكل رقم (1)



شكل رقم (2)

فإذا كان نصف قطر الأنبوبة هو (r) فالزيادة في الضغط عند مقطعه الذي يسببه الانحناء الاسطواني هو (T/r) ، حيث T هو الشد السطحي للسائل الذي تنتج عنه قوة دافعة متجهة نحو الأسفل مقدارها :

$T/r \times \pi r^2 = \pi rT$

فإذا كانت (m) تمثل كتلة القطرة ، مجموع القوى التي تعمل إلى الأسفل هو :

$T \pi r + mg$

توازن هذه القوى قوة تعمل إلى الأعلى يسببها الشد السطحي بين فتحة الأنبوبة الدائرية الشكل والسائل وهذه تساوي $(2\pi r T)$.

إذن :-

$2 \pi r T = \pi r T + mg$

أو

$$T = \frac{mg}{r} \quad \text{----------(1)}$$

هذه العلاقة استنتجت على فرض أن القطرات تنفصل تحت شروط استاتيكية مثالية. وقد اشتق رايلاي (Ray Leigh) علاقة مشابهة عند اخذ الشروط الديناميكية بنظر الاعتبار وهي :-

$$T = \frac{mg}{3.8\,r} \qquad \text{----------(2)}$$

طريقة العمل :-

1- يوضع السائل المراد تعيين شده السطحي في القمع (السحاحة) ثم ينظم معدل تكون القطرات في نهاية الأنبوبة بواسطة المشبك اللولبي على أن يكون بطيئا ويجب أن تنفصل بمعدل قطرة واحدة في الدقيقة ، وكلما كان انفصال القطرات أكثر بطئا كلما كانت النتيجة أكثر دقة . (لماذا ؟) .
2- يؤخذ عدد مناسب من القطرات في زجاجة معلومة الكتلة ، ثم تحسب كتلة هذه القطرات .
3- يحسب معدل كتلة القطرة الواحدة ، بقسمة كتلة القطرات الكلي على عدد هذه القطرات .
4- يقاس نصف قطر فتحة الأنبوبة بواسطة المايكرو سكوب المتحرك .
5- تستخدم العلاقة رقم (2) لإيجاد الشد السطحي T .

ملاحظات هامة وأسئلة :-

1- لقياس كتلة القطرة الواحدة يلزم أن تؤخذ قطرات عديدة ومن ثم تحسب كتلة القطرة الواحدة . فالخطأ الناتج عن كتلة القطرة له تأثير كبير على الناتج (لماذا؟) .
2- كلما زادت الفترة الزمنية بين سقوط قطرة وأخرى كانت النتيجة أفضل ،لماذا؟ .
3- العناية الجيدة عند قياس نصف قطر فتحة الأنبوب الشعري تعطي نتيجة أفضل .

تجربة رقم (5)

النابض الحلزوني

الغرض من التجربة :-

1- إيجاد التعجيل الأرضي (g) .
2- إيجاد الكتلة المؤثرة (m) للنابض .

الأجهزة المستخدمة :-

نابض حلزوني مثبت احد طرفيه بماسك والطرف الآخر مربوط بخطاف لحمل الأثقال {انظر الشكل (1)} ، ساعة توقيت .

شكل رقم (1)

النظرية :-

إذا علق ثقل كتلته (M) بنابض ثم سحب مسافة (X) ،تتولد فيه قوة مرجعية مقدارها ($\frac{X}{\mu}$ g) تحاول ان تعيد النابض الى وضعه الاصلي . فإذا أطلق النابض يبدأ بالتذبذب بوضع شاقولي ، وتكون معادلة الحركة للكتلة :-

$$Ma = -\frac{X}{\mu} g$$

حيث a يمثل تعجيل الكتلة M

أو

$$a + \frac{gX}{M\mu} = 0$$

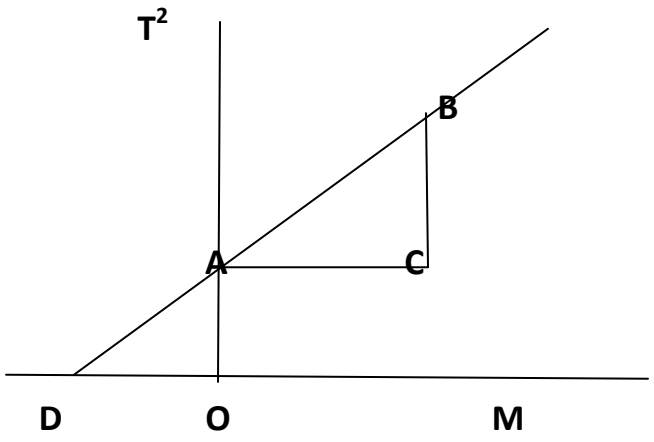
أي أن $a \propto -X$ لان ($\frac{g}{M\mu}$ مقدار ثابت) فالحركة إذن توافقية بسيطة ،زمن ذبذبتها T هو

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M\mu}{g}}$$

هذا إذا أهملت كتلة النابض . أما إذا أخذت الكتلة المؤثرة m بنظر الاعتبار فإن زمن الذبذبة يكون :-

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(M+m)\mu}{g}}$$

فإذا رسمنا خطا بيانيا بين قيم(T^2) و (M) فإننا سنحصل على خط مستقيم كما هو مبين في الشكل (2)



شكل رقم (2)

يكون ميله هو :-

$$\frac{T2}{M} = \frac{4\pi 2\mu}{g} = \frac{BC}{AC}$$

ومنه ينتج أن :- $g = 4\pi^2\mu \frac{AC}{BC}$

أما مقدار الكتلة المؤثرة (m) فتساوي المسافة (OD) وهي بعد نقطة الأصل O عن نقطة D التي تمثل نقطة تقاطع المستقيم (الخط البياني) مع محور M وسيكون في الاتجاه السالب ، وهذا يعني أن الطول OD يساوي مقدار الكتلة المؤثرة m .

طريقة العمل :-

1- يوضع أصغر ثقل في الكفة المعلقة بالنابض ثم يسحب إلى الأسفل بإزاحة مناسبة ويترك ليتذبذب
2- يحسب زمن (20) ذبذبة (t) ثم يحسب زمن الذبذبة الواحدة T .
3- يزاد الثقل في الكفة بصورة تدريجية وفي كل مرة يسحب إلى الأسفل لكي يتذبذب ويحسب منه زمن الذبذبة الواحدة لكل ثقل .
4- ترتب القراءات كما في الجدول التالي :-

M KG	t	T Sec	T^2 Sec^2

5- يرسم خط بياني بين قيم M على محور السينات وقيم T^2 على محور الصادات ، ومنه تحسب قيمة g و m .
6- يستعان بالميزان لإيجاد كتلة النابض ويقارن بين هذه الكتلة ومقدار m الذي سنحصل عليه من الخط البياني ، علما أن m = 1/3 كتلة النابض .

ملاحظة:-

يجب ايجاد ثابت المرونة للنابض قبل البدء بهذه التجربة.