جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء والفلك

جامعة الملك سعود
King Saud University

تجارب مختبر الفيزياء العامة

- 105 فيز -

المحتويات

الرنين في الأعمدة الهوائية ٢
تحقيق قانون هوك والحركة التوافقية البسيطة ٨
الاحتكاك ١٤
قوانين نيوتن ٢١
السقوط الحر ٢٦
قياس الحرارة النوعية ٣٠
تعيين الحرارة الكامنة لإنصهار الجليد ٣٦
تعيين معامل لزوجة سائل الجلسرين ٤٠
طاولة القوى ٤٤
معلومات مفيدة ٥٢

الرنين في الأعمدة الهوائية

الغرض من التجربة :

دراسة ظاهرة الرنين وإيجاد سرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة المعمل .

نظرية التجربة :

تتردد جميع الأنظمة أو الأجسام تردداً واحداً أو أكثر وتسمى هذه الترددات بالترددات الطبيعية . وعندما يجبر مصدر مهتز نظاماً أو جسماً على الاهتزاز بتردده الطبيعي يقال أن هذا النظام أو الجسم في حالة رنين Resonance مع المصدر المسبب للرنين . ويسمى التردد الذي تحدث عنده هذه الظاهرة بتردد الرنين ويحدث الرنين عندما يؤثر جسم مهتز على جسم آخر قابل للاهتزاز بحيث يجعله يتردد بإحدى ترددانه الطبيعية الموافقة لتردد الجسم المؤثر .

تختلف الأجسام من حيث عدد ترددانها الطبيعية فهناك من الأنظمة والأجسام ما له أكثر من تردد طبيعي مثل عمود الهواء في أنابيب الرنين ، فعمود الهواء له ترددات طبيعية عديدة تعتمد على الأطوال الموجية التي يمكن أن تتكون فيها . وبمعرفة العلاقة بين التردد f والطول الموجي λ وسرعة الصوت v يمكن إيجاد سرعة الصوت بمعرفة التردد المسبب للرنين وطول عمود الهواء الذي يحدث عنده الرنين.

فعند اقتراب شوكة رنانة ترددها f من طرف أنبوبة صوتية طرفها الآخر مسدود وطول عمود الهواء فيها L قابل للتغيير فإن عمود الهواء داخل الأنبوبة يهتز متجاوباً مع اهتزاز الشوكة الرنانة محدثاً رنيناً . ويعتمد رنين الهواء في الأنبوبة الصوتية على طوله L ويمكن حصر عدد محدد من الأطوال الموجية في الأنبوبة إذا أخذنا في الاعتبار بكون العقد والبطون . ويحدث أول رنين عندما يكون طول عمود الهواء مساوياً لربع طول الموجة أي عند :

$$L = \frac{\lambda}{4}$$

بينما تحدث النغمات التوافقية الأخرى عندما يكون طول عمود الهواء مساوياً لعدد فردي من أرباع الطول الموجي أي عند :

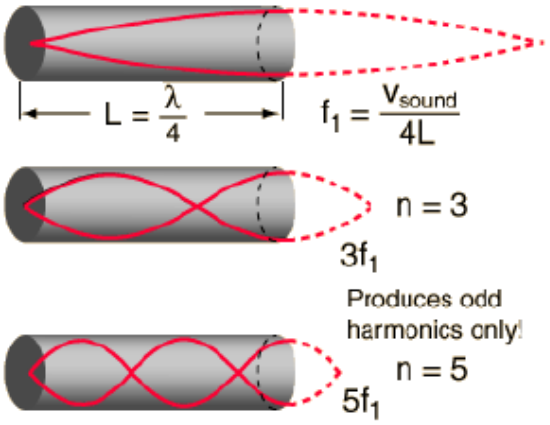
$$L = n\frac{\lambda}{4}$$

حيث n عدد صحيح فردي $n = 1,3,5,7 \ldots\ldots$

وحيث أن $f = \frac{v}{\lambda}$ إذن يمكن أن نكتب :

$$f = \frac{nv}{4L}; n = 1,3,5 \qquad \rightarrow 1$$

ويسمى أقل تردد طبيعي لعمود الهواء بالتردد الأساسي أو النغمة التوافقية الأولى ويسمى التردد الثاني بالنغمة التوافقية الثانية .



النغمة التوافقية الأولى هي أكثر النغمات وضوحاً . لذلك لإيجاد سرعة الصوت في الهواء نستخدم هذه النغمة . والقياس العملي لطول عمود الهواء يتم بقياس المسافة بين الطرف المغلق للأنبوبة (سطح الماء) والطرف المفتوح للأنبوبة (الفوهة) ، ولكن الطول الفعلي لعمود الهواء أطول بقليل من هذه المسافة حيث يكون بطن الموجة عند الرنين خارج فوهة الأنبوبة بمقدار Δl أي أن طول عمود الهواء (L) يساوي الطول المقاس عملياً l بالإضافة الى المقدار Δl أي أن:

$$L = l + \Delta l \qquad \rightarrow 2$$

ووجد أن Δl يعتمد على نصف قطر الأنبوبة r ويعطى طبقاً للعلاقة :

$$\Delta l = 0.6r$$

أي أن :

$$L = l + 0.6r \qquad \rightarrow 3$$

ومن العلاقة 1 وبوضع n=1 للتردد الأساسي نجد أن :

$$L = \frac{v}{4f}$$

$$=> l + 0.6r = \frac{v}{4} . \frac{1}{f}$$

$$=> l = \frac{v}{4} . \frac{1}{f} - 0.6r \qquad \rightarrow 4$$

المعادلة 4 معادلة خط مستقيم ميله $slope = \frac{v}{4}$ ويقطع محور الصادات بالمقدار $\Delta l = 0.6r$

إذن برسم العلاقة البيانية بين مقلوب التردد $\frac{1}{f}$ لعدد من الشوكات الرنانة والأطوال المناظرة لها نحصل على خط مستقيم ومن ميله نحصل على سرعة الصوت في الهواء عملياً $v == 4 \times slope$ ومن الجزء المقطوع من محور الصادات نحصل على نصف قطر أنبوبة الرنين r . وتعطى سرعة الصوت في الهواء عند درجة الحرارة المئوية t بالعلاقة :

$$v_t = v_0 + 0.6t \qquad \rightarrow 5$$

حيث v_0 سرعة الصوت في الهواء عند درجة الصفر المئوي وتساوي $331.4\ m/s$

<u>الأدوات المستخدمة :</u>

أنبوبة رنين ، عدد من الشوكات الرنانة مختلفة التردد ، قطعة مطاطية صلبة نسبياً ، أو مطرقة مطاطية ، مسطرة مترية (ما لم تكن أنبوبة الرنين مدرجة) ، مقياس درجة الحرارة (ثرموميتر) لقياس درجة حرارة المعمل ، قدمة لقياس قطر أنبوبة الرنين .

<u>خطوات العمل :</u>

١- رتبي الشوكات الرنانة حسب ترددها ترتيباً تنازلياً .
٢- قيسي قطر انبوبة الرنين بإستعمال القدمة، ومنه أحسبي نصف القطر r.
٣- خذي الشوكة الأولى (ذات أعلى تردد) وسجلي ترددها في جدول النتائج ، ثم اضربيها بقطعة المطاط برفق وقربيها من فوهة الرنين دون ان تلامس الفوهة، وابدئي برفع الأنبوبة الى أعلى حتى تحصلين على أعلى شدة للرنين (صوت واضح قوي)

٤- عيني طول عمود الهواء l بقياس المسافة من سطح الماء إلى فوهة الأنبوبة ، سجلي هذا الطول في جدول النتائج مقابل تردد الشوكة الرنانة .
٤- ٤ -كرري الخطوات ٢ ، ٣ للشوكات الرنانة الأخرى وسجلي تردد كل شوكة رنانة مع طول الرنين l المناظر لها في جدول النتائج .
٥- ٧ - ارسمي العلاقة البيانية بين مقلوب التردد $\frac{1}{f}$ على محور السينات وطول عمود الهواء l على المحور الصادي .

٦- أوجدي ميل الخط المستقيم ومنه أوجدي سرعة الصوت في الهواء عملياً

$$v = 4 \times lf$$

٧- قيسي درجة حرارة الغرفة واحسبي سرعة الصوت الفعلية عند هذه الدرجة باستخدام المعادلة 5 ثم أوجدي نسبة الخطأ المئوية في سرعة الصوت في الهواء المقاسة عملياً.

الاحتياطات :

لا تضربي الشوكة الرنانة على جسم صلب لأن ذلك قد يؤدي لتلف الشوكة أو حدوث تغير في ترددها المميز .

رقم الشـــوكـــة	التردد f (HZ)	طول عمود الهواء عند الرنين الأول l (cm)	$\frac{1}{f}$ (Sec)
١			
٢			
٣			
٤			
٥			

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	**الرنين في الأعمدة الهوائية**
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة:

١- .....

٢- .....

رقم الشـــوكـــة	التردد f (.....)	طول عمود الهواء عند الرنين الأول l (.....)	$\frac{1}{f}$ (.....)
١			
٢			
٣			
٤			
٥			

- نصف قطر عمود الهواء باستخدام القدمة :

$$r = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

- الميل :

$$slope = \frac{l}{\frac{1}{f}} = l \times f = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

- القيمة العملية لسرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة الغرفة :

$$v_{Ex} = 4 \times slope = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

- القيمة الحقيقة لسرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة الغرفة :

$$v_{th} = v_0 + 0.6\,t = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

- نسبة الخطأ في قياس سرعة الصوت :

E%= .....

تحقيق قانون هوك والحركة التوافقية البسيطة

الهدف من التجربة :

تحقيق قانون هوك وتعيين ثابت الزنبرك k

نظرية التجربة :

تعود المواد المرنة إلى شكلها الأصلي بعد زوال القوة التي طبقت عليها، ويعزى ذلك إلى وجود قوة مرجعية داخل الجسم المرن والتي تتناسب طرديًا مع مقدار الانفعال بشرط أن لا يكون الإنفعال كبير جدًا ولا يتعدى حدود المرونة. وتعرف هذه العلاقة للسلوك المرن بقانون هوك. وهكذا فإن قانون هوك ينص على أن القوة المرجعية F تتناسب طرديا مع مقدار الإزاحة x الناتجة عن الإنفعال أي أن :

$$F \alpha x$$

$$F = -kx$$

ويعرف ثابت التناسب k بثابت الزنبرك ويعتمد الثابت على نوع المادة المرنة ونصف قطر السلك المصنوع منه النابض ونصف قطر ملف النابض وعلى عدد اللفات. والإشارة السالبة تعني أن الإزاحة والقوة المؤثرة في اتجاهين متعاكسين.

إذا علقنا كتلة m بجسم مرن (زنبرك) و ازحنا الكتلة عن موضع سكونها ازاحة في حدود مرونة الزنبرك فإن الكتلة ستتحرك حركة توافقية بسيطة على جانبي موضع السكون وتحتاج إلى زمن T يعرف بالزمن الدوري حتى تكمل دورة (ذبذبة ، اهتزازة) كاملة. إذن الزمن الدوري T هو الزمن اللازم لعودة الكتلة m لنفس موضع انطلاقها ، أي هو زمن اتمام دورة واحدة : $T = \frac{t}{n}$ ، حيث t هو الزمن الكلي لعدد من الاهتزازات n ، و يمكن كتابة قانون هوك بدلالة الذبذبة بالعلاقة :

$$k = 4\pi^2 \frac{m}{T^2}$$

سنلاحظ عند تعليق كتلة m على نابض (زنبرك) فإن الزنبرك يستطيل عن طوله الأصلي بمقدار ΔL ، و بزيادة الكتلة m يزيد مقدار الاستطالة إذن يمكن كتابة قانون هوك بدلالة الاستطالة بالعلاقة :

$$k = g \frac{m}{\Delta L}$$

g هي عجلة الجاذبية الأرضية ، ويعبر عن الثابت بوحدات N/m أو Kg/sec^2.

يتأثر الزمن الدوري بعجلة الجاذبية الأرضية فلو قمت بإجراء هذه التجربة على سطح القمر ، هل تتوقعين الحصول على نفس الزمن الدوري؟

الأدوات المستخدمة :

نابض، حامل بقائم، مسطرة، مجموعة من الأثقال، ساعة ايقاف.

خطوات العمل :

(أ) حساب ثابت الزنبرك بطريقة الاستطالة :

١. استخدمي المسطرة لقياس طول الزنبرك بدون أثقال (الطول الأصلي للزنبرك) وسجلي L_0 .
٢. ضعي ثقلًا في نهاية النابض وقيسي طوله L_+ وسجلي القراءة في الجدول المرفق في خانة الزيادة.
٣. ضعي ثقل آخر فوق الثقل السابق فيستطيل النابض . سجلي طول النابض في الجدول.
٤. استمري في إضافة الأثقال وفي كل مره قيسي طول النابض ودونيه في الجدول.
٥. ابدئي برفع الأثقال، عندها سينكمش النابض، سجلي طول النابض L_- في الجدول في خانة النقصان.
٦. استمري في رفع الأثقال تدريجيًا ، وفي كل مره سجلي طول النابض في الجدول، حتى تنزعي جميع الأثقال.
٧. سيكون في الجدول قراءتين مقابل كل ثقل احدهما تقابل الزيادة والأخرى تقابل النقصان. أوجدي متوسط القراءات $L = \frac{L_+ + L_-}{2}$ وسجليها في الجدول المخصص لها.
٨. احسبي مقدار الاستطالة في طول النابض وذلك بطرح متوسط القراءات من الطول الأصلي للنابض $\Delta L = L - L_0$ وسجليها في المكان المخصص لها.
٩. ارسمي رسمًا بيانيًا بجعل الكتلة m على محور السينات والاستطالة ΔL على محور الصادات، ستحصلين على خط مستقيم يحقق قانون هوك.
١٠. أوجدي ميل الخط المستقيم واستخدميه لحساب ثابت النابض k من *العلاقة :*

$$k = g.\frac{1}{slope}$$

حيث g عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$

(ب) حساب ثابت الزنبرك بطريقة الذبذبة :

١. علقي كتلة في نهاية النابض ثم أزيحيها مسافة صغيرة عن موضع توازنها ثم اتركيها لتتحرك حركة توافقية بسيطة. فإذا كانت الاهتزازات سريعة استبدلي الكتلة بكتلة أكبر منها.
٢. عيني الزمن الكلي لعمل ٢٠ اهتزازة t ، ثم احسبي منه الزمن الدوري للاهتزازة الواحدة T .
٣. أعيدي الخطوة السابقة لكتل متزايدة ودوني نتائجك في الجدول المرفق.
٤. ارسمي رسمًا بيانيًا بجعل الكتلة m على محور السينات و T^2 على محور الصادات، ستحصلين على خط مستقيم . أوجدي ميل هذا الخط ومنه احسبي ثابت النابض من العلاقة التالية:

$$k = 4\pi^2 \frac{1}{\text{slope}}$$

لابد أن تكون قيمتي ثابت الزنبرك (النابض) المحسوبتين من الفقرتين أ و ب متساوية أو متقاربة.

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	**تحقيق قانون هوك**
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة : .....

① الجزء الأول:

الجداول:

$L_\circ = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ ( )

#	الكتلة m ( )	الزيادة L_+ ( )	النقصان L_- ( )	المتوسط $L = \frac{L_+ + L_-}{2}$ ( )	الاستطالة $\Delta L = L - L_\circ$ ( )
1					
2					
3					
4					
5					

الحسابات:

Slope=

ثابت النابض $k = g.\frac{1}{slope} =$

② الجزء الثاني:

الجداول:

#	الكتلة m ( )	زمن ٢٠ اهتزازة ( )			المتوسط t ( )	الزمن الدوري T= t/20 ( )	مربع الزمن الدوري T^2 ( )
		t_1	t_2	t_3			
1							
2							
3							
4							
5							

الحسابات:

Slope=

ثابت النابض $k = 4\pi^2 . \frac{1}{slope} =$

الاحتكاك

الهدف من التجربة:

١) دراسة الاحتكاك بين سطحين مستويين خشنين.
٢) تعيين معامل الاحتكاك السكوني μ_s.
٣) تعيين معامل الاحتكاك الحركي μ_k.

نظرية التجربة:

الاحتكاك هو مقاومة الحركة الناشئة بين سطحين متلامسين. وتسمى قوة الاحتاك f بين جسمين ساكنين بقوة الاحتكاك السكوني f_s. وتعرف القيمة العظمى لقوة الاحتكاك السكوني بأنها أصغر قوة لازمة لبدء الحركة (أي يكون الجسمان على وشك الانزلاق). فإذا بدأ الجسمان الحركة فإن قوى الاحتكاك بينهما تقل بحيث تكفي قوة أصغر من قوة الاحتكاك السكوني للحصول على حركة منتظمة. وتسمى قوة الاحتكاك بين سطحين متحركين بالنسبة لبعضهما قوة الاحتكاك الحركي f_k.

وتخضع أقصى قوة احتكاك سكوني f_s لقانونين وضعيين هما:

١) أنها لا تعتمد على مساحة السطحين المتلامسين.
٢) أنها تتناسب طردياً مع القوة العمودية N على سطح التلامس.

أما قوة الاحتكاك الحركي f_k فإنها بالإضافة إلى خضوعها إلى القانونين السابقين فإنها لا تعتمد على سرعة انزلاق أحد الجسمين بالنسبة للآخر.

ويعرف معامل الاحتكاك السكوني μ_s بأنه النسبة بين مقدار قوة الاحتكاك السكوني العظمى f_s والقوة العمودية N أي أن:

$$f_s = \mu_s N \qquad (1)$$

كما يعرف معامل الاحتكاك الحركي μ_k بأنه النسبة بين مقدار قوة الاحتاك الحركي f_k إلى القوة العمودية N أي أن:

$$f_k = \mu_k N \qquad (2)$$

إن كلاً من معامل الاحتكاك السكوني μ_s ومعامل الاحتكاك الحركي μ_k ليس لهما وحدات حيث أنهما نسبة بين قوتين.

وعموماً فإن لأي سطحين متلامسين يكون ($\mu_k < \mu_s$). كما أن قيمتي μ_k, μ_s تعتمدان على طبيعة كلاً من السطحين المتلامسين وهما غالباً ما تكونان أقل من الوحدة إلا انهما قد تكونان أكبر من الوحدة أحياناً.

وإذا درسنا حركة جسم موضوع على مستوى مائل يصنع زاوية θ مع الأفقي ويمكن تغيير زاوية ميله شكل (1). فإن هذا الجسم سيبدأ الحركة (الانزلاق) على السطح المائل عندما تكون قوة الاحتكاك السكوني f_s مساوية لمركبة ثقل الجسم في اتجاه موازٍ لسطح المستوى أي أن:

$$f_s = mg\sin\theta \qquad (3)$$

وحيث أن القوة العمودية N على المستوى تعطى بـ

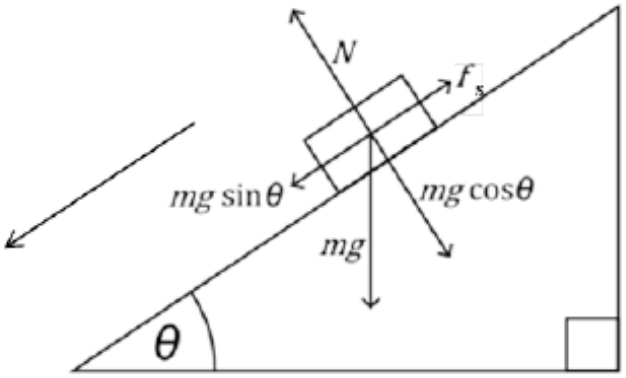
$$N = mg\cos\theta \qquad (4)$$

وبالتعويض في معادلة (1) عن N, f_s نحصل على

$$mg\sin\theta = \mu_s mg\cos\theta \qquad (5)$$

$$\mu_s = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta \qquad (6)$$

أي أنه توجد زاوية ميل محددة لكل كتلة تجعلها تنزلق إلى أسفل المستوى المائل وعندها فإن $\mu_s = \tan\theta$.



شكل (١)

الأدوات المستخدمة:

سطح مستوي مثبت به بكره، قطعة خشبية على هيئة متوازي مستطيلات مثبت بها خطاف، حامل أثقال، مجموعة أثقال، خيط، مستوى مائل يمكن تغيير زاوية ميل، ميزان.

خطوات العمل:

أ- **تعيين معامل الاحتكاك السكوني (μ_s) :**

١- ضعي القطعة الخشبية على السطح المستوي وابدئي بزيادة زاوية ميل المستوى عن الأفقي حتى تبدأ القطعة بالانزلاق (يمكن التأكد من ذلك بضرب المستوى ضربات خفيفة تلاحظ عندها انزلاق القطعة).

٢- ثبتي زاوية ميل المستوى عند الزاوية التي تبدأ عندها الانزلاق واقرئي الزاوية ودونيها في الجدول (1).

٣- احسبي معامل الاحتكاك السكوني μ_s بتطبيق المعادلة:

$$\mu_s = \tan\theta \qquad (6)$$

حيث θ هي زاوية أول انزلاق ، أي التي تبدأ عندها القطعة بالانزلاق

٤- كرري الخطوات من ١ إلى ٣ عدة مرات ودونيها في الجدول (1) ثم خذي المتوسط.

ب- **تعيين معامل الاحتاك الحركي (μ_k) :**

١- نظفي سطح المستوى وكذلك القطعة الخشبية حتى يكون سطحاهما المتلامسان خاليين من الغبار أو أي شوائب أخرى.

٢- زني القطعة الخشبية بالميزان m . ضعي القطعة على المستوى الأفقي.

٣- اربطي طرف الخيط بالخطاف المثبت في القطعة الخشبية واربطي طرفه الآخر بحامل الأثقال.

٤- دعي الخيط يمر فوق البكرة المثبتة في المستوى واجعلي حامل الأثقال يتدلى من الجانب الآخر للمستوى، مع ملاحظة أن يكون الخيط موازن لسطح المستوى الأفقي وأن يكون ثقل الحامل أقل من القوة اللازمة لجعل القطعة تتحرك. كتلة الحامل و ما عليه من كتل هي m_F و يمكن ايجاد F القوة المحركة (القوة المعلقة) بضرب الكتلة في عجلة الجاذبية الأرضية: $g\ m_F$

٥- أضيفي كتلا إلى الحامل حتى تتحرك القطعة الخشبية بسرعة منتظمة. عيني القوة المعلقة اللازمة لتحريك القطعة F ودونيها في الجدول (2).

٦- أضيفي كتلة جديدة إلى القطعة الخشبية، m_N هي كتلة الخشبة و ما عليها من كتل ومن ثم أوجدي الكتلة m_F التي تجعل القطعة تتحرك من جديد بسرعة منتظمة ودوني نتائجك في الجدول.

٧- كرري الخطوة (٦) عدة مرات وفي كل مرة دوني نتائجك في الجدول.

٨- احسبي القوة المحركة F و القوة العمودية N

٩- ارسمي رسماً بيانياً بين القوة المعلقة (المحركة) $F = gm_F$ وبين القوة العمودية $N = gm_N$ ، تحصلي على خط مستقيم.

١٠- أوجدي ميل الخط الخط المستقيم. إن ميل هذا الخط المستقيم هو:

$$Slope = \frac{F}{N} = \frac{g\, m_F}{g\, m_N}$$

إن هذا الميل يعطي قيمة معامل الاحتكاك الحركي μ_k حيث

$$\mu_k = \frac{F}{N}$$

إذن:

$$\mu_k = Slope$$

جدول (١)

الرقم	θ ( )	$\mu_s = \tan\theta$
1 2 3		

جدول (٢)

الرقم	كتلة القطعة الخشبية وما عليها ( )	القوة العمودية ( )	الكتلة المعلقة : كتلة الحامل و ما عليه ( )	القوة المحركة (القوة المعلقة) ( )
1 2 3 4 5				

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	**الاحتكاك**
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

١. .....
٢. .....
٣. .....

أ. **تعيين معامل الاحتكاك السكوني:**

	θ ( )	$\mu_s = \tan\theta$
1		
2		
3		

$\mu_s =$ .....

ب. تعيين معامل الاحتكاك الحركي:

كتلة القطعة الخشبية : ..... $m =$

	كتلة القطعة الخشبية وماعليها m_N ( )	القوة العمودية $N = gm_N$ ( )	الكتلة المعلقة: كتلة الحامل و ما عليه m_F ( )	القوة المحركة (القوة المعلقة) $F = gm_F$ ( )
١				
٢				
٣				
٤				
٥				

μ_k **= Slope = ...**

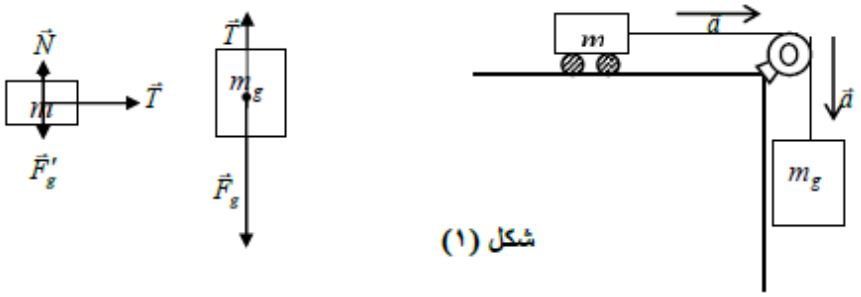
قوانين نيوتن

الهدف من التجربة:

دراسة العلاقة بين القوة والتسارع.

نظرية التجربة:

إذا كان لدينا جسم كتلته m فوق سطح أفقي أملس، ويرتبط بجسم آخر كتلته m_g بواسطة حبل كتلته مهملة و غير قابل للمد، وهذا الحبل ممرر فوق بكرة عديمة الاحتكاك ومهملة الكتلة، انظري للشكل (١).



شكل (١)

إذا تحركت الكتلة m باتجاه اليمين فإنها تتعرض لقوة الشد $\vec{T}$ باتجاه اليمين وتتحرك بتسارع مقداره a باتجاه اليمين، وتتعرض لقوتي جذب الأرض $\vec{F}_g'$ ورد فعل السطح $\vec{N}$ ، وهاتين القوتين متساويتين في المقدار و متعاكستين في الاتجاه، و نجد بأن الكتلة m_g تتحرك بتسارع مقداره a أيضاً و يتجه إلى الأسفل، و تتعرض لقوة الشد $\vec{T}$ باتجاه المحور العمودي الموجب وقوة جذب الأرض للجسم $\vec{F}_g$ باتجاه المحور العمودي السالب كما يشير مخطط الجسم الحر في الشكل (١).

و بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الكتلة m على المحور الأفقي نحصل على:

$$T = ma \qquad (1)$$

وبتطبيق قانون نيوتن الثاني على الكتلة m_g على المحور العمودي نحصل على:

$$T - F_g = -m_g a \qquad (2)$$

بالتعويض من المعادلة (١) في (٢) للحصول على علاقة تربط ما بين قوة جذب الأرض للجسم وتسارع الجسم ونحصل على:

$$a = \frac{1}{m + m_g} F_g \qquad (3)$$

وبالأخذ في الاعتبار الأرقام المعنوية عند عمل التجربة، و يكون أيضاً مقدار زيادة الكتلة المعلقة m_g هي 1 gm في كل مرة، فإنه يمكننا القول بأن:

$$a = \frac{1}{m} F_g \qquad (4)$$

نلاحظ من العلاقة (4) أن a وهو تسارع الكتلة m يتناسب طردياً مع قوة جذب الأرض للجسم F_g.

الاحتياطات:

١- بعد إعادة السيارة إلى نقطة البداية على المسار، اضغطي زر Reset في المؤقت قبل كل عملية قياس.

٢- دعي السيارة تشرع في الحركة من تلقاء نفسها، أي دون إعطائها سرعة ابتدائية.

الأدوات:

سيارة (عربة) ، مسار، خيط ، بكرة، مؤقت زمني موصل ببوابتين كهروضوئيتين.، حامل أثقال، أثقال.

خطوات العمل:

١- اضبطي المسافة بين البوابتين الكهروضوئيتين، والتي تمثل المسافة التي ستقطعها السيارة في كل مرة، ولتكن $S = 50cm$.

٢- مرري الخيط المتصل بالسيارة على البكرة، واتركي الحامل يتدلى لوحده بدون إضافة أثقال إليه، كتلة الحامل لوحدها تساوي 1 gm، سجلي هذه الكتلة m_g في الجدول (١).

٣- ضعي السيارة في بداية المسار قبل البوابة الكهروضوئية الأولى، اضغطي زر Reset في المؤقت ثم اسمحي للسيارة بالشروع في الحركة، اقرئي الزمن t من المؤقت الزمني و دوني ذلك في الجدول (١)، وهذا هو الزمن الذي استغرقته السيارة لقطع المسافة S.

٤- احسبي تسارع السيارة من معادلات الحركة حيث: $a = \frac{2S}{t^2}$، ودوّني ذلك في الجدول (١).

٥- احسبي F_g و هي مقدار قوة جذب الأرض للكتلة المعلقة m_g من العلاقة: $F_g = m_g g$، حيث g هي تسارع الجاذبية الأرضية $g = 9.8m/s^2$

٦- أضيفي كتلة إلى الحامل مقدارها 1 gm وكرري الخطوة (٣) و سجلي نتائجك في الجدول (١).

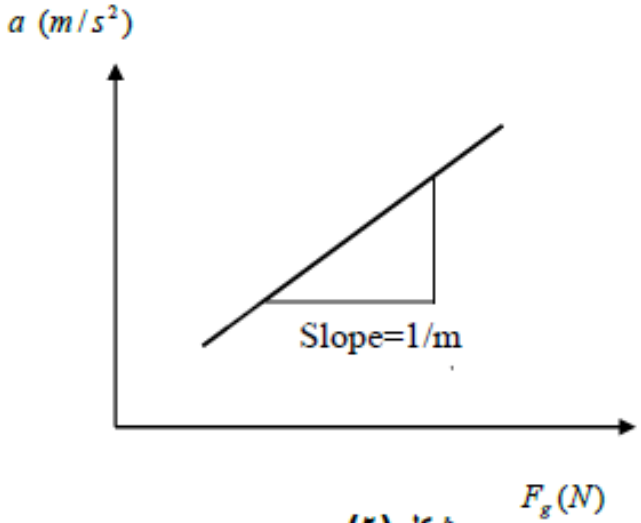
٧- استمري في إضافة الأثقال بمقدار 1 gm لكل مرة إلى أن تكون الكتلة المعلقة مساوية لـ 5 gm. وكرري الخطوة (٣) ودوني نتائجك في الجدول (١).

٨- ارسمي العلاقة البيانية بين مقدار قوة جذب الأرض للكتلة المعلقة F_g وبين التسارع a، ستحصلين على خط مستقيم، ثم احسبي ميل هذا الخط المستقيم حيث يساوي:

$$slope = \frac{1}{m}$$

حيث m هي كتلة السيارة. انظري الشكل (٢).

٩- من الميل، احسبي مقدار كتلة السيارة m.



شكل (٢)

النتائج والحسابات:

جدول(١)

	الكتلة المعلقة m_g (kg)	التسارع $a=\frac{2S}{t^2}$ (m/s^2)	مقدار قوة جذب الأرض للجسم F_g (N)
1			
2			
3			
4			
5			

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	قوانين نيوتن
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة:

.....

	الكتلة المعلقة m_g (.....)	مقدار قوة جذب الأرض للجسم F_g (.....)	الزمن الذي تقطعه العربة t (.....)	التسارع $a=\frac{2S}{t^2}$ (.....)
1				
2				
3				
4				
5				

Slope=.....

m =.....

ماذا تمثل m؟

.....

السقوط الحر

الهدف من التجربة :
إيجاد عجلة الجاذبية الأرضية .

النظرية:
عند سقوط جسم ما تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية g وقطع مسافة قدرها D خلال فترة زمنية قدرها t وكانت سرعته الإبتدائية V_0 ، فإن المعادلة التي تحكم حركة هذا الجسم هي :

$$D = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

ولكن عندما يبدأ الجسم حركته من السكون فإن $V_0 = 0$ وبالتالي فإن المعادلة السابقة تصبح كالتالي :

$$D = \frac{1}{2} g t^2$$

الأدوات :
كرة حديدية ، حامل ، بوابتين كهروضوئيتين (مرتبطة بعداد زمني) ، مسطرة

خطوات العمل :
١- اضبطي المسافة D بين البوابتين الكهروضوئيتين على 40cm .
٢- صفري المؤقت الزمني و اسقطي الكرة من السكون (لا تعطيها أي سرعة ابتدائية) ، اسقطي الكرة داخل البوابة الكهروضوئية العلوية ، ستلاحظين أنه عند مرور الكرة بالبوابة العلوية سيبدأ المؤقت بالعد و عند مرور الكرة بالبوابة السفلية سيتوقف العد و بذلك قستي زمن سقوط الكرة عند المسافة D ، سجلي الزمن في الجدول (١).
٣- اعيدي الخطوة (٢) مرتين ثم أوجدي متوسط زمن السقوط t_{avg} .
٤- زيدي المسافة بين البوابتين 10cm و في كل مرة اعيدي الخطوات السابقة ثم سجلي النتائج .
٥- احسبي مربع زمن السقوط t_{avg}^2
٦- إرسمي العلاقة البيانية بين المسافة D ومربع زمن السقوط t_{avg}^2 و أوجدي الميل .
٧- أحسبي عجلة الجاذبية الأرضية g من القانون :

$$g = \frac{2\,D}{t^2}$$

$$g = \frac{2}{slope}$$

ثم احسبي نسبة الخطأ لعجلة الجاذبية الأرضية إذا علمتي أن القيمة الحقيقة هي $g = 9.8\ m/sec^2$

الجدول (١)

	D ( )	t_1 ( )	t_2 ( )	t_3 ( )	t_{avg} ( )	t_{avg}^2 ( )
1						
2						
3						
4						
5						

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	**السقوط الحر**
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

.....

	D ( )	t_1 ( )	t_2 ( )	t_{avg} ( )	t^2_{avg} ( )
1					
2					
3					
4					
5					

الحسابات :

- **الميل :**

Slope =

- **تسارع الجاذبية الأرضية :**

$$g = \frac{2D}{t^2}$$

- **نسبة الخطأ :**

E% =

قياس الحرارة النوعية

الهدف من التجربة:

إيجاد الحرارة النوعية لمادة صلبة بطريقة الخلط.

نظرية التجربة:

ينص قانون التبادل الحراري على أنه عند خلط مواد ذات درجات حرارة مختلفة تنتقل الحرارة من المواد الساخنة إلى المواد الباردة، وتكون كمية الحرارة التي تكتسبها المواد الباردة مساوية لكمية الحرارة التي تفقدها المواد الساخنة. وتختلف كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة من المادة باختلاف السعة الحرارية للمادة.

تعرف السعة الحرارية لمادة ما بأنها كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة المادة درجة مطلقة. ووحدة السعة الحرارية هي (J/K).

وبالنظر إلى نوع المادة نعرف السعة الحرارية النوعية (أو باختصار الحرارة النوعية) بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من المادة درجة مئوية واحدة. ووحدة الحرارة النوعية هي (J/Kg.K).

إذا كمية الحرارة Q اللازمة لرفع درجة حرارة جسم كتلته m وحرارته النوعية c بمقدار ΔT تعطى بالعلاقة:

$$Q = mc\Delta T$$

ولإيجاد الحرارة النوعية c_b لجسم صلب كتلته m_b بطريقة الخلط، يسخن الجسم الصلب إلى درجة حرارة T_2 ثم يخلط مع كمية مناسبة من الماء كتلتها m_w موضوعة في مسعر كتلته مع المحرك m_c وحرارته النوعية c_c ودرجة حرارته (أي المسعر وبه المحرك والماء) T_1 وعند الاتزان تصبح درجة حرارة المجموعة (أي المسعر وبه المحرك والماء والجسم الصلب الساخن) T. وعليه فإن الجسم الصلب يفقد كمية من الحرارة مقدارها Q_b وتعطى بالعلاقة:

$$Q_b = m_b c_b (T_2 - T)$$

بينما يكتسب المسعر والمحرك كمية من الحرارة مقدارها Q_c:

$$Q_c = m_c c_c (T - T_1)$$

كما يكتسب الماء كمية من الحرارة مقدارها Q_w:

$$Q_w = m_w c_w (T - T_1)$$

وإذا لم يكن هناك فقد حراري خارجي، فإن كمية الحرارة التي فقدها الجسم الصلب تساوي كمية الحرارة التي أكتسبها كل من المسعر والماء، أي أن:

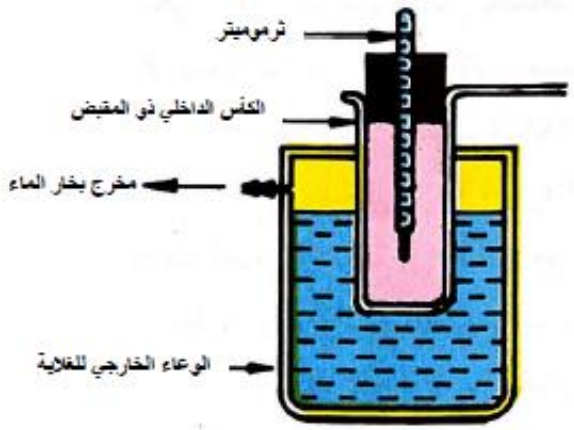
$$m_b c_b (T_2 - T) = (m_c c_c + m_w c_w)(T - T_1)$$

ولإيجاد الحرارة النوعية للجسم الصلب:

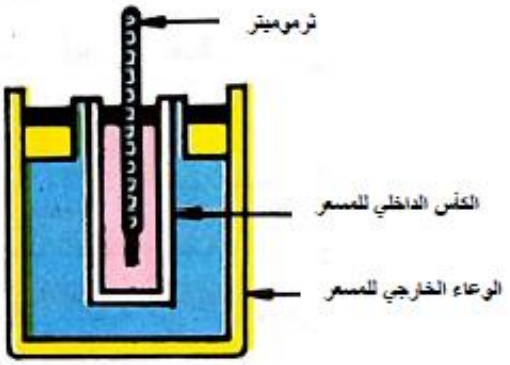
$$c_b = \frac{(m_c c_c + m_w c_w)(T - T_1)}{m_b (T_2 - T)}$$

الأدوات المستخدمة:

- مسعر.
- غلاية.
- موقد أو سخان كهربائي.
- 2 - ترمومتر.
- كرات صلبة من مواد مختلفة.



الغلاية



المسعر

الاحتياطات:

- الحذر عند إدخال وإخراج مقياس درجة الحرارة حتى لا ينكسر.
- ملىء نصف الغلاية فقط حتى لا يتدفق الماء خارجها.
- عدم لمس الموقد بعد تشغيله.

خطوات العمل:

1. زن الكرة الصلبة وسجل كتلتها ولتكن m_b .
2. ضع الكرة في الكأس الداخلي (ذو المقبض) للغلاية واغلقه بغطاء من الفلين بحيث يكون مقياس درجة الحرارة ملامساً للكرة، وكن حذراً عند إدخال مقياس درجة الحرارة حتى لا ينكسر.
3. أملئ فقط نصف الغلاية بالماء وضع الكأس الداخلي (ذو المقبض) للغلاية في مكانه منها.
4. ضع الغلاية على الموقد وأترك الجسم يسخن.
5. زن الكأس الداخلي للمسعر مع المحرك بعد تنظيفه وتجفيفه جيداً وسجل كتلتهما ولتكن m_c .
6. ضع في الكأس الداخلي للمسعر كمية من الماء تكفي لغمر الكرة ثم أعد وزنه مع المحرك والماء وسجل كتلتهم ولتكن m_{wc} ، ثم احسب كتلة الماء m_w .
7. أعد الكأس الداخلي للمسعر ومحتوياته إلى الوعاء الخارجي للمسعر و ضع الغطاء الذي به مقياس درجة الحرارة على المسعر، ثم حرك الماء بحرص باستخدام المحرك لخلطه، وأتركه لبضع دقائق ثم سجل درجة حرارة الماء والمسعر والمحرك الابتدائية ولتكن T_1 .
8. لاحظ درجة حرارة الكرة في الغلاية، عندما تجدها ثابته لفترة من 3-5 دقائق سجل درجة حرارة الكرة الابتدائية ولتكن T_2 .
9. أنقل الكرة بسرعة إلى المسعر مع ملاحظة عدم تناثر الماء منه، ثم حرك الخليط (الكرة والماء) بلطف باستخدام المحرك ثم سجل درجة حرارة الإتزان T مع ملاحظة عدم ملامسة مقياس درجة الحرارة للكرة عند إلقائه داخل المسعر.
10. احسب الحرارة النوعية للكرة.

علماً بأن الحرارة النوعية للمواد المستخدمة:

نوع المادة	الحرارة النوعية بوحدة $(J/Kg.K)$
الماء	4182
الألومنيوم Aluminum	900-896
النحاس الأصفر Brass	380-375
النحاس Copper	386-385
الاستيل Steel	490-452
الزنك Zinc	388-387
الحديد Iron	499
الرصاص Lead	129-128
الخشب Wood	2400-1300
مادة المسعر والمحرك	908

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	قياس الحرارة النوعية
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العلمية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة: ....

<u>مواصفات الكرة :</u>

- اللون: ....
- الثقل: ....
- نوع مادة الكرة حسب توقعاتك: ....

القياسات:

$m_b =$ ... ... ( )

$m_c =$ ... ... ( )

$m_{wc} =$ ... ... ( )

$m_w =$ ... ... ( )

$T_1 =$ ... ... ( )

$T_2 =$ ... ... ( )

$T =$ ... ... ( )

$c_b =$ ... ...

نوع مادة الكرة حسب قيمة الحرارة النوعية: ....

$E\% =$ ... ...

تعيين الحرارة الكامنة لإنصهار الجليد

الغرض من التجربة :

١- تحقيق ثبوت حرارة الأجسام أثناء تحويلها من حالة إلى أخرى.
٢- تعيين الحرارة الكامنة لإنصهار الجليد.

نظرية التجربة :

تنصهر بلورات الثلج عند درجة حرارة **0°c** تحت الضغط الجوي القياسي. وقبل الإنصهار تكون جزيئات الثلج مرتبة غي نسق بلوري ذي ترتيب محكم حيث تحفظ الجزيئات في موضعها بواسطة قوة التجاذب القوية المتبادلة بين الجزيئات. ولصهر البلورة يجب أن تنزع الجزيئات من هذا الترتيب المحكم بحيث لايصبح ترتيبها منتظماً. هذه العملية تحتاج إلى طاقة، وعادة ماتزود هذه الطاقة على هيئة حرارة.

يتضح من ذلك أنه إذا ما أضيفت الحرارة ببطيء شديد إلى الخليط المكون للمادة البلورية والسائل سوف تظل درجة الحرارة ثابتة (درجة حرارة الإنصهار) إلى أن يتم إنصهار جميع البلورات. ولكل مادة نقطة انصهار معينة من الحرارة تسمى حرارة الإنصهار وتعرف كالآتي:

هي كمية الحرارة اللازمة لتحول طور واحد من الكتلة من الطور الصلب إلى الطور السائل.

وتعرف الحرارة الكامنة للجليد بأنها كمية الحرارة اللازمة لتحويل جرام واحد من الجليد الى ماء عند درجة الصفر المئوي.

الأدوات المستخدمة :

مسعر مع غطائه الخارجي، قطع جليد، ورق تجفيف، ترمومتر مئوي وميزان.

خطوات العمل :

١- زني الإناء الداخلي للمسعر وهو جاف وليكن ذلك mc.
٢- املئي نصف هذا الإناء الداخلي بالماء وزنيه وليكن mwc ومنه أوجدي وزن الماء mw .
٣- ادخلي الترمومتر في المسعر من الفتحة الخاصة به في غطاء المسعر وقيسي درجة حرارة الماء الإبتدائية T_1.
٤- خذي قطع الجليد وكسريه ثم ضعي مقدار من الجليد في المسعر واغلقي غطاء المسعر.
٥- قيسي درجة حرار الخليط (قطع الجليد والماء) والتى ستبدأ في الإنخفاض الى ان تثبت عند درجة حرارة معينة T_2 .

٦- أخرجي الإناء الداخلي من المسعر وقيسي وزنه وليكن mt ومنه أحسبي كتلة الجليد mi .

٧- طبقي مبدأ حفظ كمية الحرارة: (علماً بأن الحرارة تنتقل الأجسام الساخنة الى الباردة)
كمية الحرارة المفقودة للماء والمسعر = كمية الحرارة التى يكتسبها الجليد ليتحول من جليد في درجة الصفر الى ماء في درجة الصفر + كمية الحرارة التى يحتاجها الجليد المنصهر لترتفع درجة حرارته للدرجة النهائية.

حسب المعادلة الآتية:

$$L = \frac{\boxed{(m_w C_w + m_c C_c)(T_1 - T_2) - m_i C_w (T_2 - T_0)}}{m_i}$$

ومنه أحسبي L والتى تمثل الحرارة الكامنة لإنصهار الجليد بوحدة J/Kg.

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	الحرارة الكامنة
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

- الهدف من التجربــة : .....

- أحتاج للبيانات التالية :

( ) m_c =..... **kg**

( ) m_{wc} = ... **kg**

( ) $m_w = m_{wc} - m_c$ = ... **kg**

( ) m_t = ... **Kg**

( ) $m_i = m_t - m_{wc}$ = ... **Kg**

( ) T_1 = ... c°

( ) T_2 = ... c°

- ثوابت مهمــة :

$C_w = 4182\ J/kg.c^\circ$

$C_c = 0.210\ cal/g.c^\circ$

وبما أن : $1\ cal = 4.18\ J$

∴ C_c = ... $J/kg.c^\circ$

$$L = \frac{(m_w C_w + m_c C_c)(T_1 - T_2) - m_i C_w (T_2 - T_0)}{m_i}$$

L = ...

تعيين معامل لزوجة سائل الجلسرين

الهدف من التجربة :

إيجاد معامل لزوجة سائل الجلسرين

نظرية التجربة :

اللزوجة هي مقياس يوصف به قابلية سائل ما للجريان، حيث تتأثر اللزوجة بدرجة الحرارة , و كلما زادت لزوجة سائل ما، قلّت قابليته للجريان.
تكون جزئيات سائل عالي اللزوجة مرتبطة ببعضها بشكل قوي، وبذلك تكون أقل قدرة على التحرك. ويكبر احتكاكها بالجسم الصلب الملامس لها، ويمكن وصف اللزوجة بأنها احتكاك داخلي بين جزيئات السائل.
فعندما نقارن بين لزوجة (العسل) و (الماء) نجد أن الماء يستطيع الجريان بسهولة أكبر من العسل لذلك نقول أن لزوجة الماء أقل من العسل .
إذا سقطت كرة معدنية في سائل لزج فإنها تقع تحت تأثير ثلاث قوى :

1. وزن الكرة المعدنية و إتجاهها للأسفل
2. قوة دفع السائل للكرة و إتجاهها للأعلى
3. قوة لزوجة السائل و تكون معاكسة لإتجاه حركة الكرة (أي أن إتجاهها للأعلى)

و عند اتزان هذه القوى نحصل على معامل اللزوجة η بالقانون التالي :

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2}{V_T} \cdot (\rho_s - \rho_L) \cdot g$$

حيث : η معامل لزوجة السائل , ρ_s كثافة الكرة المعدنية , ρ_L كثافة السائل اللزج , r نصف قطر الكرة المعدنية , V_T السرعة المنتظمة للكرة , g عجلة الجاذبية الأرضية
ويقاس معامل اللزوجة بوحدة الباسكال . ثانية $(Pa.sec)$ حيث تقابل $(kg\,.m^{-1}.sec^{-1} = Pa.sec)$

الأدوات المستخدمة :

كرات معدنية مختلفة الأقطار , ساعة إيقاف , ميكرومتر , أنبوب زجاجي مملوء بسائل الجلسرين , مسطرة مترية

خطوات العمل :

1. باستخدام الميكرومتر , قيسي أقطار الكرات المعدنية و سجلي ذلك في الجدول (1)
2. ضعي علامة أعلى الأنبوبة (لتكن A) و علامة أسفل الأنبوبة (لتكن B) , تمثلان المسافة D التي ستقطعها الكرة المعدنية خلال سقوطها في سائل الجلسرين , قيسي هذه المسافة .
3. اسقطي الكرة المعدنية في منتصف الأنبوبة حتى تتحرك بحرية في السائل , عندما تصل الكرة إلى العلامة العليا A شغلي ساعة الإيقاف و أستمري في مراقبة الكرة الساقطة حتى تصل للعلامة السفلى B عندها أوقفي الساعة و بذلك حسبتي الزمن T اللازم لقطع المسافة D , أعيدي هذه الخطوة مرتين لنفس الكرة ثم أوجدي المتوسط لهذا الزمن و سجلي نتائجك في الجدول (1)
4. كرري الخطوة السابقة لكل الكرات المعدنية الموجودة لديك و سجلي نتائجك في الجدول (1)
5. أوجدي السرعة المنتظمة V_T : $V_T = \frac{D}{T_{av}}$
6. أرسمي العلاقة بين V_T و r^2 و من الرسم أوجدي الميل Slope
7. احسبي معامل اللزوجة للجلسرين من القانون :

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{1}{Slope} \cdot (\rho_s - \rho_L) \cdot g$$

حيث الثوابت هي :

عجلة الجاذبية الارضية	g = 9.8	m/s^2
كثافة الكرة المعدنية	ρ_s = 7000	kg/m^3
كثافة السائل المستخدم	ρ_L = 1260	kg/m^3

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	تعيين معامل لزوجة الجلسرين
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

.....

المسافة التي تسقطها الكرة في سائل الجلسرين D = ... ( )

السرعة المنتظمة V_T ( )	متوسط الزمن T_{av} ( )	زمن سقوط الكرات		مربع نصف القطر r^2 ( )	نصف قطر الكرة r ( )	قطر الكره ( )
		T_2 ( )	T_1 ( )			

الحسابات :

- ميل الخط المستقيم :

Slope =

- معامل اللزوجة η :

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{1}{Slope} \cdot (\rho_s - \rho_L) \cdot g$$

طاولة القوى

الهدف من التجربة:
إيجاد المحصلة والقوة الموازنة لثلاث قوى.

الأدوات:
طاولة قوى.
مجموعة من الأثقال.
منقلة.
مسطرة.

النظرية:
تقسم الكميات الفيزيائية إلى:

- كميات قياسية وتمثل بالمقدار فقط.
- كميات متجهة وتمثل بالمقدار والاتجاه.

الاحتياطات:
يجب أن توضع طاولة القوى على سطح مستوي.
تعلق الأثقال بحيث تكون حرة الحركة.
قراءة الزاوية من المنقلة تكون من اليمين إلى اليسار.

خطوات العمل:
اختاري إحدى المجموعات من الجدول (١).
اختاري مقياس رسم مناسب.

هناك طريقتان بيانيتان لايجاد محصلة القوى وهما:

أ. طريقة متوازي الأضلاع:

في هذه الطريقة تقاس الزوايا من نفس النقطة ويكون المرجع المحور السيني الموجب (انظري الشكل (١)).

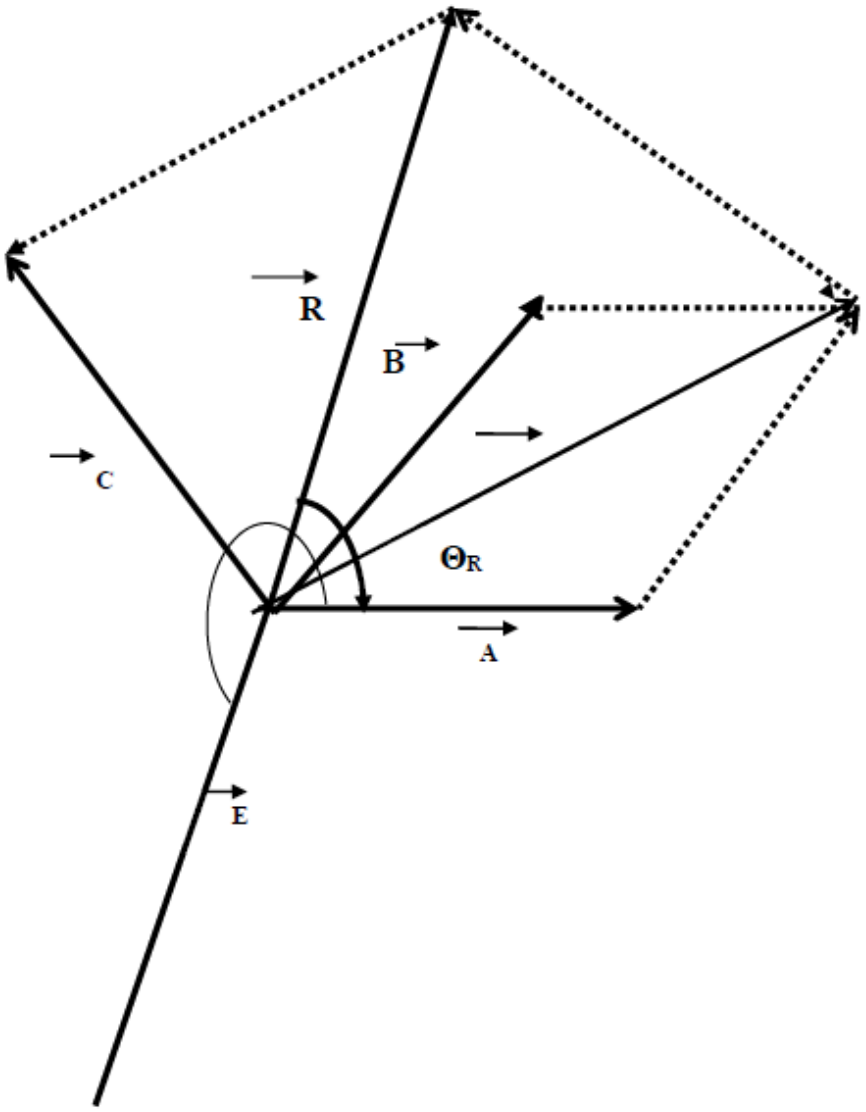
١. ارسمي المتجه الأول $\vec{A}$ والذي يصنع زاوية صفر مع المحور السيني (كيف تحددين طوله؟).
٢. ضعي المنقلة على المحور السيني وحددي زاوية المتجه $\vec{B}$.
٣. ارسمي الخط الذي يمثل المتجه $\vec{B}$ بحيث يبدأ المتجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ من نفس النقطة.
٤. المحصلة $\vec{D}$ هي قطر متوازي الاضلاع الذي ضلعاه الجانبيان هما $\vec{A}$ و $\vec{B}$.
٥. ضعي المنقلة على المحور السيني وحددي زاوية المتجه الثالث $\vec{C}$.
٦. ارسمي الخط الذي يمثل المتجه $\vec{C}$ بحيث يبدا من نفس النقطة التي بدأ منها المتجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$.
٧. المحصلة $\vec{R}$ هي قطر متوازي الا ضلاع الذي ضلعاه الجانبيان $\vec{D}$ و $\vec{C}$.
٨. قيسي مقدار المحصلة $\vec{R}$ بالمسطرة وعيني الزاوية التي تصنعها مع المحور السيني θ_R.
٩. ارسمي متجه القوة الموازنة $\vec{E}$ بحيث يكون له نفس مقدار متجه القوة المحصلة $\vec{R}$ ولكن في الاتجاه المعاكس.
١٠. احسبي $\vec{E}$ بحيث :

المقدار: $|\vec{E}| = |\vec{R}|$ وحوليه الى وحدات الكتلة

الاتجاه: $\vec{E} = -\vec{R}$ أي : $\theta_E = \theta_R + 180^\circ$

١١. طبقي على طاولة القوى وتاكدي من حدوث الاتزان (بحيث يكون المسمار في مركز الحلقة ولا يلمسها).

شكل(١)



ب. طريقة المضلع:

في هذه الطريقة يبدأ كل متجه من نهاية المتجه السابق ويكون المحور السيني هو المرجع عند قياس الزوايا ،شكل (٢).

١. ارسمي المتجه الأول $\vec{A}$ والذي يصنع زاوية صفر مع المحور السيني.

تخيلي وجود محور عند راس السهم الذي يمثل $\vec{A}$ بحيث يوازي المحور السيني واستخدميه لتحديد زاوية المتجه $\vec{B}$.

٢. ارسمي المتجه $\vec{B}$ بحيث يكون ذيله بادئًا من رأس المتجه $\vec{A}$.

٣. ارسمي المتجه $\vec{C}$ بنفس الطريقة بحيث يكون ذيله بادئًا من راس المتجه $\vec{B}$.

٤. المحصلة $\vec{R}$ هي المتجه الذي يكمل المضلع.

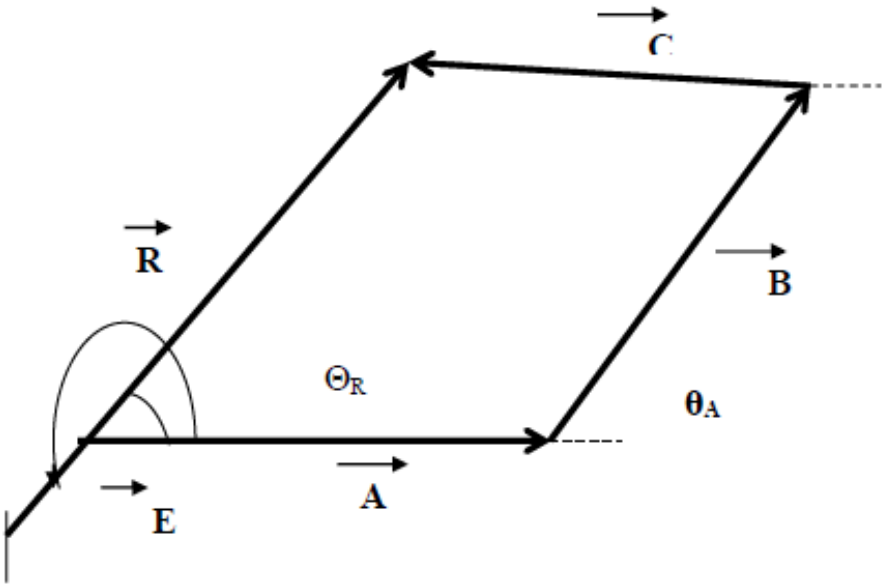
٥. قيسي مقدار المتجه $\vec{R}$ وحددي اتجاهه θ_R (هذه القيم يجب ان تكون مساوية لما حصلتي عليه في الطريقة الاولى لماذا؟)

٦. احسبي $\vec{E}$ كما فعلت في الطريقة الاولى.

المقدار: $|\vec{E}| = |\vec{R}|$

الاتجاه: $\vec{E} = -\vec{R}$ أي: $\theta_E = \theta_R + 180^\circ$

٧. طبقي على طاولة القوى وتأكدي من حدوث الاتزان.



شكل (٢)

جدول (١)

No.	A		B		C	
	$F(g)$	$\theta(\deg)$	$F(g)$	$\theta(\deg)$	$F(g)$	$\theta(\deg)$
1	150	0	110	70	250	135
2	200	0	100	55	200	135
3	200	0	100	41	150	132
4	200	0	200	97	150	138
5	150	0	200	79	150	154
6	100	0	200	71	160	144

105 phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	**طاولة القوى**
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

.....

اختاري إحدى المجموعات من الجدول:

No.	A		B		C	
	F ( )	$\theta(\deg)$	F ( )	$\theta(\deg)$	F ( )	$\theta(\deg)$

مقياس الرسم : .....

و تبعا لذلك فإن :

$\vec{A} =$ .....

$\vec{B} =$ .....

$\vec{C} =$ .....

أولا : بيانيا :

① الطريقة الأولى: **طريقة متوازي الأضلاع**

- مقدار المحصلة $R =$
- اتجاه المحصلة $\theta_R =$
- مقدار القوة الموازنة $\vec{E} =$
- اتجاه القوة الموازنة $\theta_E =$

② الطريقة الثانية: **طريقة المضلع:**

- مقدار المحصلة $R =$
- اتجاه المحصلة $\theta_R =$
- مقدار القوة الموازنة $\vec{E} =$
- اتجاه القوة الموازنة $\theta_E =$

ثانيا : تجريبيا :

بالتطبيق على طاولة القوى فقد حدث الاتزان عندما :

- مقدار القوة الموازنة $\vec{E} =$
- اتجاه القوة الموازنة $\theta_E =$

قارني بين مقدار و اتجاه القوة الموازنة E بيانيا و تجريبيا ؟

.....

معلومات مفيدة

1) قواعد التقريب (Rounding)

سنشرح قاعدة التقريب بحل المثال الاتي:

لنفرض اننا نريد تقريب هذا العدد 31.5937 حتى الجزء من مئة ومره حتى الجزء من الألف ومره حتى عدد صحيح.

القاعده المتبعه (إذا كان الرقم الذي يلي الرقم المراد تقريبه خمسه أو أكبر منها فإننا نضيف لهذا الرقم العدد 1 وإذا كان الرقم الذي يلي الرقم المراد تقريبه أقل من 5 فإننا نحذف الأرقام التى تليه ولا نضف شيئاً)

الحل:

a-بالتقريب حتى الجزء من مئة =~ 31.59 وذلك لأن 3 أصغر من 5

b-بالتقريب حتى الجزء من ألف =~ 31.594 وذلك لأن 7 اكبر من 5

c-بالتقريب حتى العدد الصحيح =~ 32 وذلك لأن الرقم بعد الفاصله 5

d-بالتقريب حتى الجزء من عشرة =~ ..... فكري وأجيبي؟

2) طريقة إستعمال الآلة الحاسبة (calculator)

أولاً: تأكدي من صحة إستعمالك للآلة بحساب ناتج العلاقة التالية:

$$a = \frac{[\sqrt{2}+(5\times10^{-3})]\times4}{((6\times10^{-7})-8)} = 0.7096\ \sqrt{}$$

*يجب أن تدخلي الأرقام في الآلة بهذه الطريقة أي تضعي اقواس تفصل بين كل رقم حتى تحصلي على ناتج صحيح

إدخالات خاطئة في الآلة مثل: $a = \frac{\sqrt{2}+5\times10^{-3}\times4}{6\times10^{-7}-8}$ أو ~~$a = \frac{[\sqrt{2}+5\times10^{-3}]\times4}{(6\times10^{-7}-8)}$~~

وأي طريقة أخرى غير الطريقة المشار عليها بعلامة √

ثانياً: لكتابة عدد مضروب بقوى العشرة في الآلة الحاسبة أدخلي العدد ثم اضغطي EXP ثم أدخلي الأس.

مثال: لكتابة العدد 4×10^{-3} نضغط:

4	⟶	EXP	⟶	- 3

مع ملاحظة أن الطريقة قد تختلف حسب نوع الآلة المستخدمة.

ثالثاً: إذا ظهر لك ناتج من ارقام كثيره جداً مثل 3456798.76 أضغطي ENG لتصغير الرقم فيصبح $3.45679876 X10^6$ ولكن يكتب بالتقريب $3.46X\ 10^6$

3) حساب نسبة الخطأ المئوي E%

حساب نسبة الخطأ في أداء التجربة لتقييم أداءنا العملي من العلاقة:

$$E\% = \frac{|T - X|}{T} \times 100$$

حيث T تمثل القيمة الحقيقية للكمية المقاسة تجريبياً وتكون معروفة من المراجع والجداول

X تمثل القيمة التجريبية التي حصلت عليها في المعمل لهذه الكمية المطلوبة

4) الوحدات (Units)

الوحده هي تمييز يوضع بعد الرقم لمعرفة الخاصية المقاسة وهناك عدة أنظمة للوحدات ، ولكن النظام العالمي للوحدات (International System of Units) (SI) هوالأكثر إستخداماً عالمياً وهوماسنستخدمه خلال دراستنا لتمييز الكميات الفيزيائية.

يوضح الجدول التالي بعض الأبعاد الأساسية معبرًا عنها بنظام الوحدات (SI):

البعد	الوحدة	الرمز
الطول	متر	m
الكتلة	كيلوجرام	kg
الزمن	ثانية	s

بالإضافة لهذه الوحدات، فقد نجد وحدات أخرى مثل المليمتر والنانو ثانية وغيرها، وهذه مسميات إضافية متعارف عليها تعبر عن أجزاء من الوحدة الأصلية، فعلى سبيل المثال يمكننا التعبير عن 1000 m بـ 1 Km وكذلك 1MA بـ 10^6 A، ويوضح الجدول التالي قوى العدد عشرة الأكثر استعمالاً في المعمل.

القوى	اسمها		رمزها
10^{-6}	مايكرو	micro-	μ
10^{-3}	ميلي	milli-	m
10^{6}	ميجا	mega-	M
10^{3}	كيلو	kilo-	k

⚠رموز بعض الوحدات تُكتب كحروف كبيرة (Capital) والآخرى كحروف صغيرة (Small)، فمثلاً m هو رمز الميلي (10^{-3})، بينما M هو رمز الميجا (10^{6}).

*وحدة أخرى شائعة للأطوال الموجية تسمى أنجستروم $\mathring{A}(\text{Angestrom}) = 10^{-10}m$

5) طريقة التحويل بين الوحدات

مثال **(1)**: لتحويل 5 g إلى kg :

$$1\ k = 10^3 \rightarrow 1kg = 10^3\ g \rightarrow 5\ g = (5 \div 1000)\ kg = 0.005\ kg$$

مثال **(2)**: لتحويل 7 MV الى V :

$$1\ M = 10^6 \rightarrow 1MV = 10^6\ V \rightarrow 7\ MV = (7x\ 10^6)\ V = 7000{,}000V$$

6) الرسم البياني (Graph)

a- مفهوم الرسم البياني

الرسم البياني هو الطريقة الموجزة لتمثيل النتائج المقاسة تجريبياً ويعتبر وهو وسيلة مهمة لاستخلاص المعلومات وإيجاد العلاقة بين المتغيرات الفيزيائية المقاسة.

b- لماذا نرسم القراءات بيانياً؟

لنتمكن من تفسير النتائج التى حصلنا عليها من الأجهزة ومن الحسابات تم إيجاد العلاقة بين المتغيرات المقاسة مثل تعيين نوع العلاقة (طردية أم عكسية أم ثابتة أم....) وميل الخط المستقيم وغيرها الكثير من البيانات التى يمكن الحصول عليها.

c- كيف ارسم؟ (الرسم يكون بقلم رصاص مبري وعلى الورق البياني المخصص لذلك)

1- أرسمي المحورين السيني والصادي بحيث تشغل أغلب الورقة البيانية.

2- أكتبي اسم المحور السيني ووحدته بجانبه وهو يمثل المتغير المستقل (الكمية المعطاة في التجربة أي التى نتحكّم فيها إما بالزيادة او النقصان) وأكتبي اسم المحور الصادي ووحدته بجانبه وهو يمثل المتغير التابع (الكمية المقاسة من التجربة).

3- قسمي كل محور الى مربعات متساوية وكل مربع يمثل 1 سنتمتر أو 2 سنتمتر، ولاتأخذي أقل من هذه القيم ولا أكثر ، أي لاتأخذي المربع الواحد بـ 1.5 سنتمتر أو بـ 0.5 سنتمتر لأن ذلك يسبب عدم الدقة في توزيع القراءات واستخلاص البيانات.

4- يجب أن تكون المربعات متساوية على نفس المحور الواحد، فلكل محور مربعات تناسب قراءاته.

5- رقمي كل محور حسب ماينا سب القراءات الخاصه به، وعندما تبدأين برقم ما فالرقم التالي هو ضعف هذا الرقم فمثلاً لو بدأنا بـ 2 فالتالي 4 ثم 6 ثم 8،...وهكذا، ومعرفة الترقيم المناسب هي مهاره ستكتسبينها مع كثرة الممارسة، ومن الذكاء ان تختاري ترقيمات سهله مثل مضاعفات 1 أو مضاعفات 2 او مضاعفات 10 وتتجنبي الترقيمات المتعبه مثل مضاعفات 3 أو مضاعفات 1.5 أو مضاعفات 4.

6- إذا كانت القراءات كبيره، والورقة البيانية لاتكفي لها، فإيمكانك إقتطاع المحور والبدأ من رقم غير الصفر ويجب وضع علامة الإقتطاع على المحور المقطوع.

7- بعدما رسمتي المحاور ورقمتيها، مثّلي النقاط (x,y)، وضعي دائرة حول كل نقطة.

8- صلي هذه النقاط مع بعضها البعض بالمسطره، إذا كانت العلاقة تمثل خط مستقيم أو باليد وبمرونة إذا كانت العلاقة تمثل منحنى، لايشترط أن يمر الخط المستقيم أو المنحنى في جميع النقاط ولكن يجب أن يمر في نقطتين على الأقل مع مراعاة أن تكون النقاط منتشرة حول المنحنى أو الخط المستقيم بشكل جيد، أي يكون بعضها عليه وبعضها تحته وفوقه.

9- إذا كانت العلاقة خط مستقيم فيجب أن تحسبي الميل، وذلك بإختيار نقطتين على الخط المستقيم مختلفة عن نقاط التجربة.

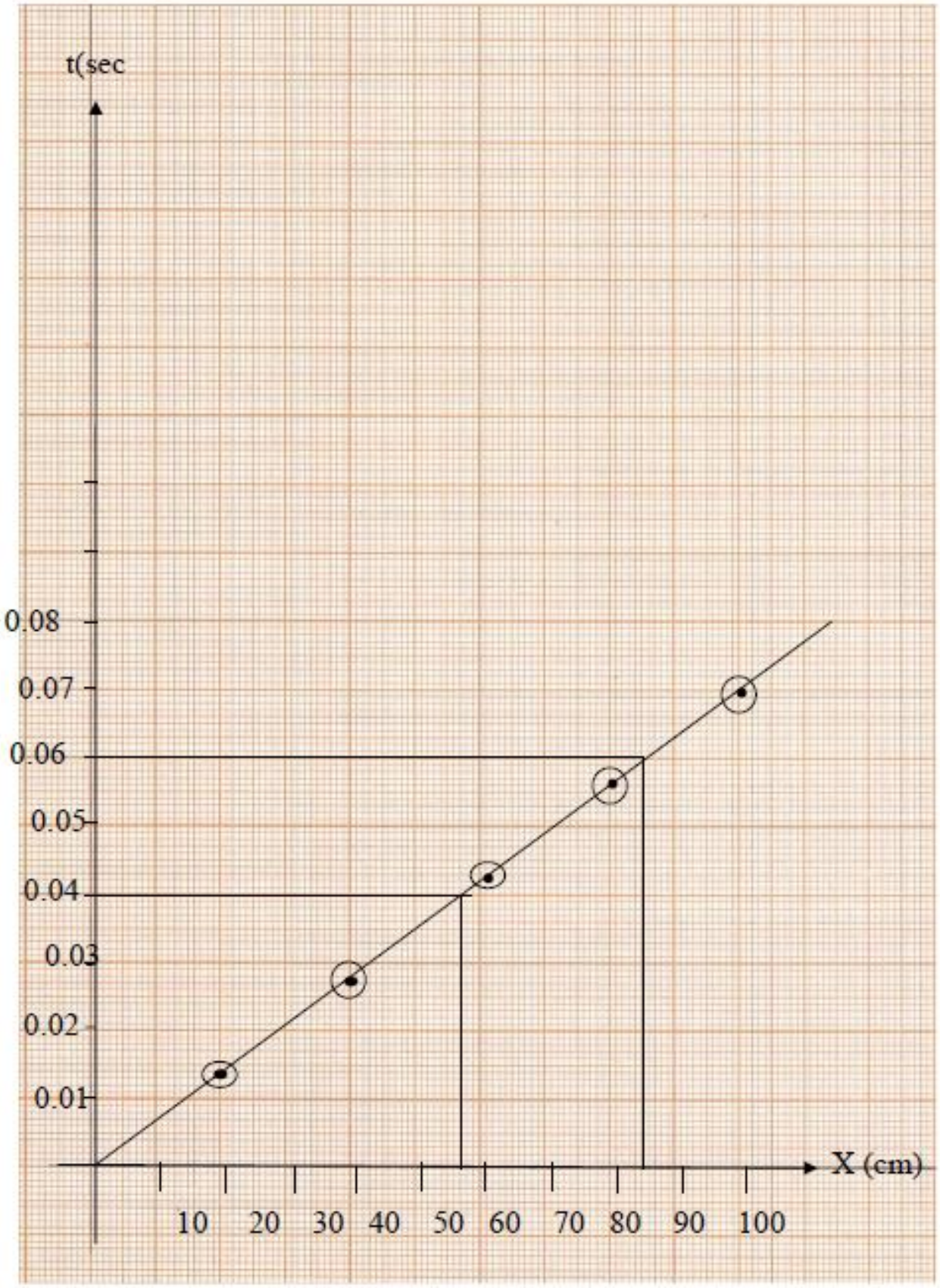
10- إذا كانت العلاقة منحنى، فغالباً يتم إستخدام الإسقاط وسترشدك الأستاذه للطريقة أثناء المحاضرة.

11- إذا كان لديك أكثر من جدول وأكثر من رسم بياني فيجب أن تكتبي عنوان لكل رسم بياني، مثل (هذا الرسم يمثل العلاقة بين المسافة والسرعة).

مثال محلول: في تجربة لتعيين السرعة القصوى لسيارة ما، تم عملياً تحريك السيارة لمسافات مختلفة،وقياس الزمن المقابل لها في كل مره، فحصلنا على النتائج التالية:

X(cm)	t (sec)
20	0.014
40	0.028
60	0.042
80	0.056
100	0.07

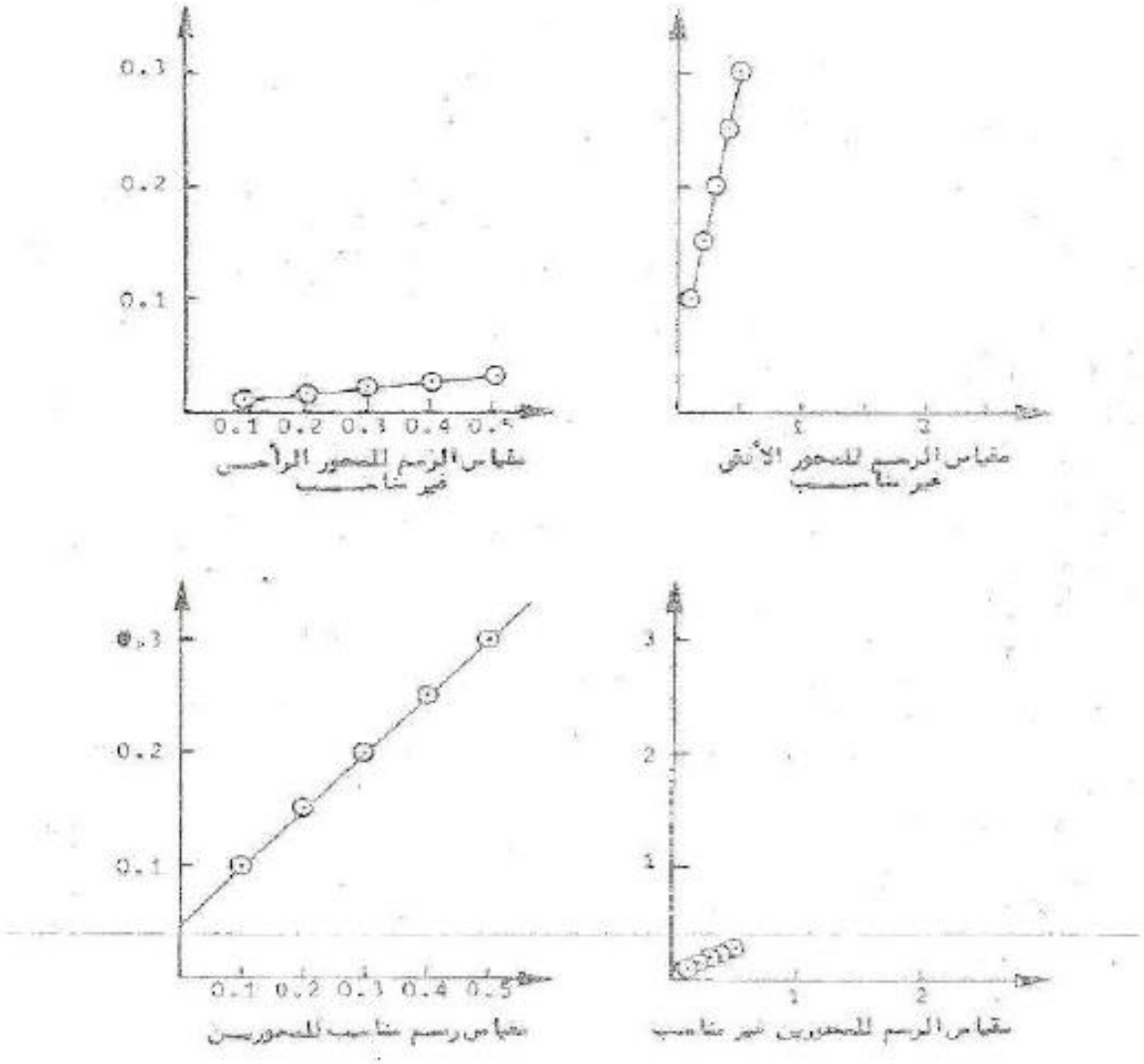
*ارسمي رسماً بيانياً يمثل العلاقة بين المسافة والزمن، ثم أوجدي ميل الخط المستقيم؟


t(sec
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
X (cm)
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

الميل= فرق الصادات ÷ فرق السينات

$$\text{Slope} = \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_2} = \frac{0.06 - 0.04}{85 - 57} = 0.000714 = 0.714X10^{-3}\ \text{sec/cm}$$

***صوره توضح بعض الأخطاء فى الرسم البيانى فتجنبيها**



7)بعض أجهزة القياس

1- الميكرومتر

a- ماهو الميكرومتر؟

هو أداة قياس دقيقة ويستخدم أساسًا لقياس أقطار الأشكال الكروية والأقطار الخارجية للأشكال الاسطوانية وكذلك سمك الألواح الرقيقة، وتصل دقة الميكرومتر إلى $0.01mm$.

b- تركيب الميكروميتر

يتركب من الأجزاء الرئيسية التالية الموضحة في الشكل (1)

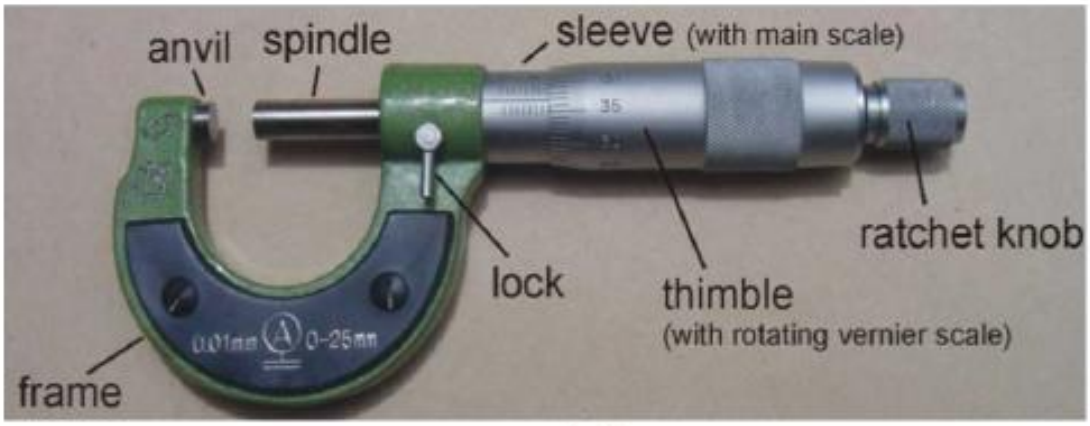
1- فك متحرك لتثبيت العينة (anvil spindle)

2- أسطوانة التدريج الطولي (sleeve)، وتكون مقسمه إلى ملليمترات في القسم العلوي وأنصاف الملليمترات في القسم السفلي .

3- أسطوانة التدريج الدائري (thimble)، وتكون عادةً مقسمه إلى 50 قسماً.

4- هيكل الجهاز (frame)

5- المسمار الجاس (ratchet knob).

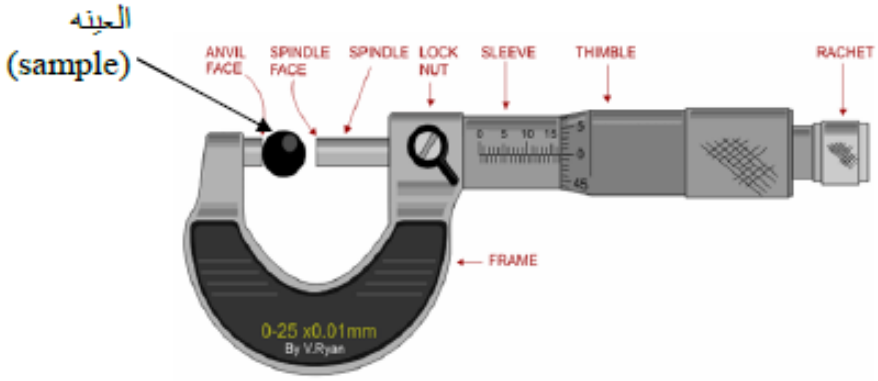


الشكل (1)

c- كيف نستعمل الميكروميتر؟

توضع العينه المراد قياس ابعادها بين طرفي فك الميكروميتر كما في الشكل (2)، ثم يدار المسمار الجاس حتى يتلامس طرفي الفك مع العينة ويظهر صوت مميز فعندها نتوقف ونأخذ القراءه (يجب

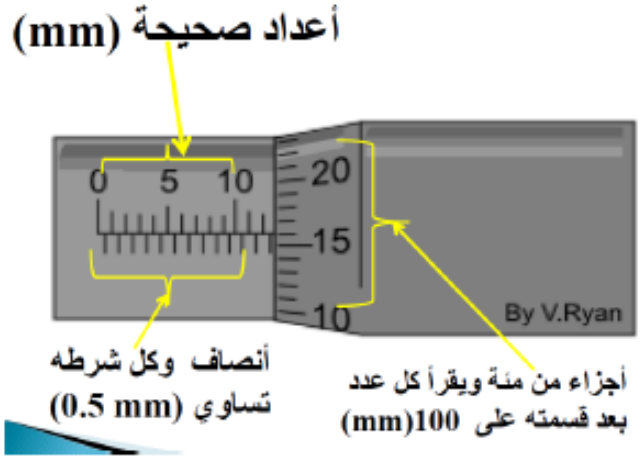
التوقف عن تحريك المسمار الجاس متى ماصدر هذا الصوت لأن الإستمرار في تحريكه حينها سيسبب تلف الميكروميتر).



شكل (2)

d- طريقة القراءة من الميكروميتر

توضح الصورة التالية طريقة أخذ القراءة من الميكرومتر مع مثال محلول

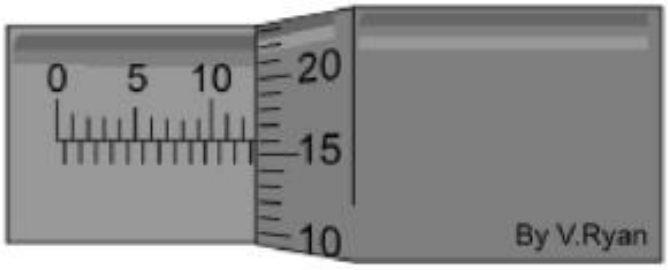


القراءة الكلية = قراءة التدريج الطولي(الأعداد الصحيحه)+ قراءة التدريج الطولي(الأنصاف)

+ قراء التدريج الدائري(جزء من منه)

ملاحظه : وحدة قياس الميكرومتر هي mm

مثال (1):



التدريج الطولي(العدد الصحيح): = 12mm

التدريج الطولي (الأنصاف): = 0.5 mm

التدريج الدائري (الجزء من مئة):= $\frac{16}{100}$ = 0.16 mm

القراءة الكلية= 12+0.5+0.16= 12.66 mm

مثال (2):

التدريج الطولي(العدد الصحيح): = 3 mm

التدريج الطولي (الأنصاف): = 0.0 mm

التدريج الدائري (الجزء من مئة):= 0.09 mm

القراءة الكلية = 3+0.0+0.09= 3.09 mm

مقاطع يوتيوب للتوضيح العملي:

http://www.youtube.com/watch?v=scs1G7nShcM

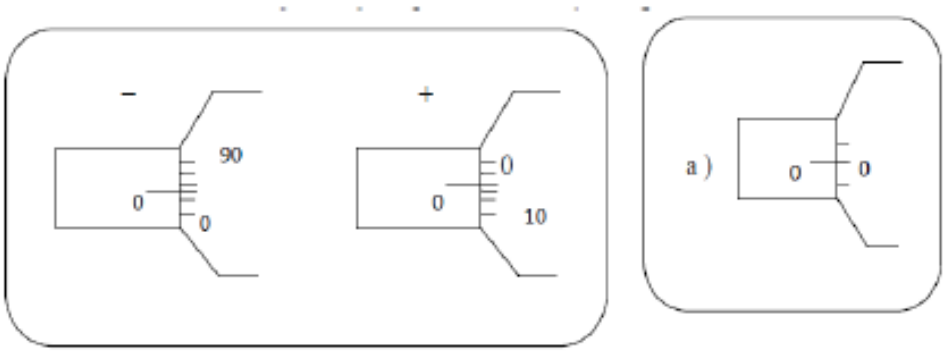
http://www.youtube.com/watch?v=W6qEKBA2zCE

e- تعيين الخطأ الصفري (ويكون قبل أخذ أي قراءة)

نتيجة كثرة استعمال الميكروميتر وغلق الفك بقوة شديدة يحصل خلل في ضباطته، لذلك قبل أخذ أي قراءة يجب غلق طرفي فك الميكروميتر بإدارة المسمار الجاس حتى يتلامس طرفي الفك فإذا انطبق صفر التدريج الطولي مع صفر التدريج الدائري فإنه لا يوجد خطأ صفري كما في الشكل (a) أما إذا لم ينطبق الصفرين فإنه يوجد خطأ صفري ويضاف للقراءة الكلية بإشارته ويتم تحديد إشارته كالتالي :

1-موجب وذلك إذا كان صفر التدريج الدائري أعلى من صفر التدريج الطولي كما في الشكل (b)

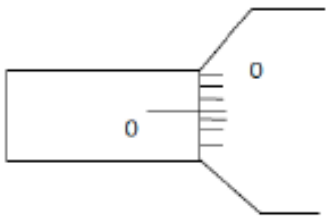
2-سالب وذلك إذا كان صفر التدريج الدائري أسفل صفر التدريج الطولي كما في الشكل (b)



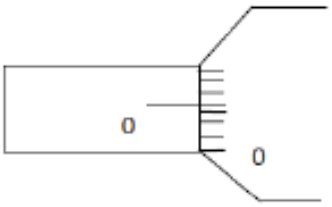
لتعيين قيمة الخطأ الصفري نوجد عدد الخطوط بين الصفرين على التدريج الدائري

$$\text{الخطأ الصفري} = \frac{\text{عدد الأقسام بين الصفرين على التدريج الدائري}}{100}\ \text{mm}$$

ثال على ذلك:



الخطأ الصفري = +0.02



الخطأ الصفري = − 0.03

8) طريقة القراءة من الفولتاميتر والأميتر

أولاً الفولتاميتر هو جهاز لقياس فرق الجهد بوحدة الفولت (V) او اجزاءها كالمللي فولت(mV) وعادةً يوصل على التوازي مع القطع الألكترونية الأخرى في الدوائر الكهربية بينما الأميتر هو جهاز يستعمل لقياس شدة التيار بوحدة الأمبير (A) أو أجزاءها كالمللي أمبير(mA) وعادةً يوصل على التوالي مع القطع الألكترونية الأخرى في الدوائر الكهربية، أحياناً يكون كلا الوظيفتين مدمجة في جهاز واحد ويمكن ضبطه كأميتر أو فولتاميتر حسب ضبط مفتاح التحكم الخاص به. وهذه الأجهزة إما ان تكون رقميه أو عادية.

a- صور لجهاز الفولتاميتر والأميتر

b- وصف جهازي الأميتر والفولتاميتر

c- طريقة القراءة الصحيحة:

1. الوقوف أمام الجهاز مباشره
2. ضبط المؤشر على الصفر إذا لم يكن مضبوطا أو الإستعانة بالأستاذه لضبطه
3. القراءة بشكل عمودي مع الجهاز وليس من جهة اليمين أو اليسار
4. قراءة الرقم الذي يقف عليه المؤشر وتدوينه ثم تطبيق قانون القراءة الصحيحة

قانون القراءة الصحيحة من أي جهاز فولتاميتر أو أميتر

$$\text{القراءة الصحيحة} = \frac{\text{قراءة المؤشر}}{\text{أعلى التدريج}} \times \text{رقم المفتاح}$$

مثال (1):

المؤشر = 12

أعلى تدريج = 100

المفتاح = 100 mA

The Corecct result

$$= \frac{12}{100} \times 100 = 12 \text{ mA}$$

مثال (2):

المؤشر = 33

أعلى تدريج = 100

المفتاح = 3 V

The Corecct result

$$= \frac{33}{100} \times 3 = 0.99 \text{ V}$$