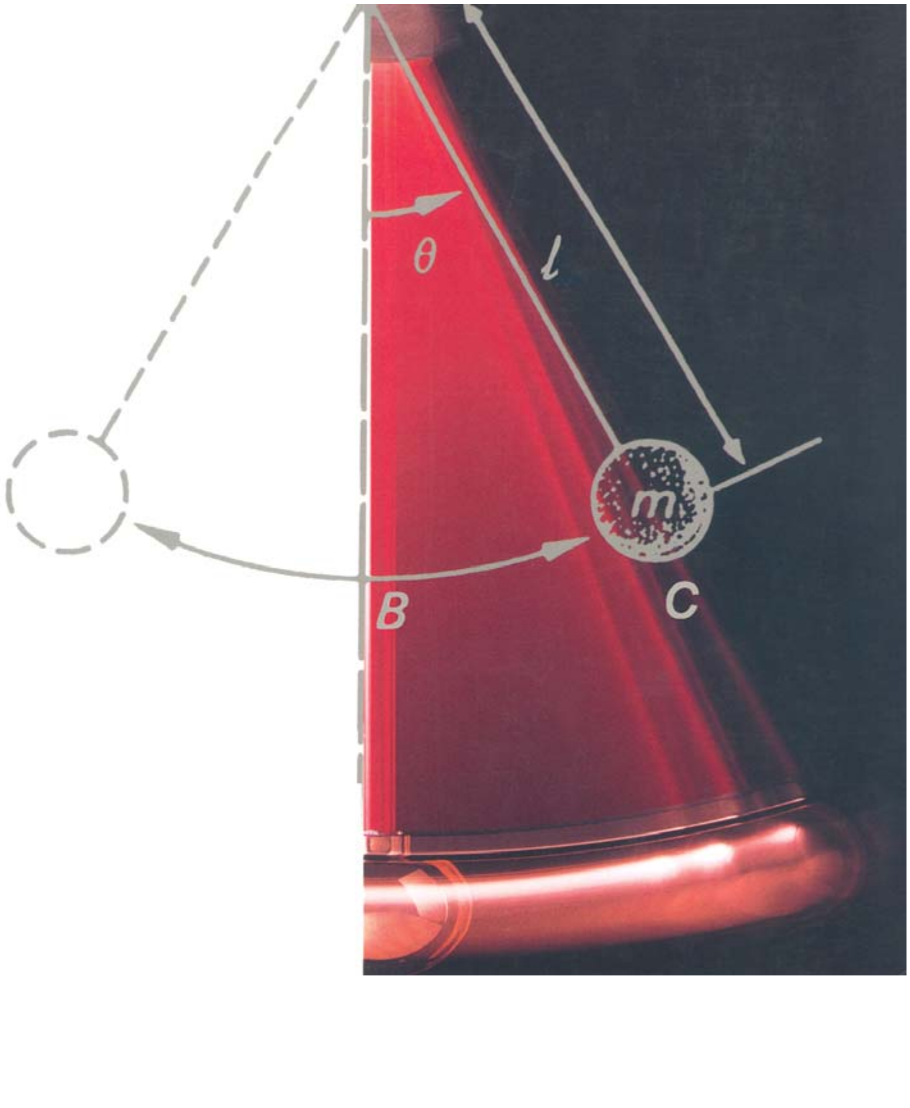
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الفيزياء التجريبية التخصصية



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمه

الحمد للّه وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون اللّه تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " اسم الحقيبة التدريبية " لمتدربي قسم" مسمى التخصص أو القسم " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من اللّه عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

واللّه نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

التمهيد

An Introduction

الحمد لله، ربٌ خلقَ الكونَ وسخَّره للكائنات، وخصَّ الإنسان بنعمة العقل كي يستخدمه في التأمل والتفكير، وجعل كل ذلك عمقاً عقائدياً لمعنى التسبيح: ﴿ سُبْحَانَ الَّذِي سَخَّرَ لَنَا هَٰذَا وَمَا كُنَّا لَهُ مُقْرِنِينَ ﴾ [الزخرف: ١٣]، وصلى الله وسلّم وبارك على معلم البشرية ورافع راية التوحيد، سيد الخلق محمد وعلى آله وصحبه وسلم أجمعين.

هذه حقيبة الفيزياء التجريبية التخصصية لطلبة الكليات التقنية، وهو ترجمة لقرارات الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج في المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، التي تسعى جاهدةً إلى تنمية القوى البشرية في وطننا الحبيب وإمدادها بكل الخبرات والمهارات الفنية لمواكبة التطور العلمي العالمي.

علم الفيزياء من أهم العلوم التي يدرسها المتدرب خلال مسيرته الدراسية في الجامعات والكليات التقنية والمعاهد التطبيقية، وهذا العلم لا يمكن أن تُفهم نظرياته وقوانينه إلا بمواكبة تجريبية ترسّخ هذه النظريات والقوانين، فهو علم يقوم على الملاحظة والتجربة، لذا لا بد من وضع منهج عملي يتناول التجارب التي تهم المتدرب من خلال دراسته الأولية في الجامعات والكليات التطبيقية، ولقد تم اختيار مجموعة من التجارب ضمن مجالات التخصص للمتدرب في موضوعات الميكانيكا والكهرباء وخصائص المادة والحرارة، والتي تقدم له الفائدة وتعمق لديه أسس الإدراك والفهم المنهجي في تخصصه.

وإننا إذ نقدم هذا الكتاب لأبنائنا المتدربين وزملائنا المدربين، نود أن نؤكد على المسائل الآتية:

١- لا بد من الرجوع إلى مقررات الفيزياء الصادرة عن الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، وذلك لتحديد التجارب المطلوبة لكل تخصص، أي أن لكل قسم من أقسام الكليات التقنية مقرره التجريبي الخاص به، على الرغم من وجود بعض التجارب المشتركة بين بعض الأقسام.

٢- لقد تعمدنا الإيضاح والتبسيط واستخدام كل الوسائل المساعدة على ذلك مثل تفصيل المعادلات الرياضية، استخدام الجداول، استخدام الرسوم، استخدام الأمثلة المحلولة، استخدام طريقة الامتحان الذاتي، استخدام اللغة الإنكليزية عند اللزوم بجانب اللغة العربية دون الحاجة إلى مسرد خاص

بالمفردات الإنكليزية في نهاية الكتاب، بالإضافة إلى مجموعة من التمرينات والأسئلة العامة في نهاية كل وحدة دراسية، ونترك لزملائنا الأساتذة اختيار ما يسمح به الوقت منها.

وأخيراً نأمل أن نكون قد وفقنا في تقديم هذه الحقيبة بصورة مناسبة ومقبولة، آملين من جميع زملائنا المدرسين موافاتنا بملاحظاتهم مكتوبة إلى الإدارة العامة للمناهج، كي نستفيد منها في الطبعات القادمة.

وفق الله الجميع لما يحب ويرضى، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

الهدف:

استخدام الطريقة المناسبة لحساب الخطأ وعدم الدقة في الكمية الفيزيائية التي سوف يحصل عليها المتدرب بعد إنجاز تجربته في المعمل.

كما تهدف إلى تعليم المتدرب على استخدام القدمة ذات الورنية والميكرومتر في القياسات الدقيقة مثل قياس الأطوال وأنصاف الأقطار والسمك لبعض الأشكال.

وأخيراً تهدف إلى تعليم المتدرب على الطريقة المناسبة لاستخدام الآلة الحاسبة، واستخدام برنامج الأكسل لعمل الرسوم البيانية وحساب الميل باستخدام الحاسب.

أولاً- أخطاء القياسات التجريبية

Experimental Measurements Error

الخطأ النسبي المئوي *Percent Error*:

إنَّ الهدف من غالبية التجارب التي يجريها المتدرب هو تحديد القيمة التجريبية لمقادير فيزيائية معروفة مسبقاً، كقياس المقاومة، أو تحديد عجلة الجاذبية الأرضية، أو حساب مقدار النسبة الثابتة للدائرة π.
وبهدف معرفة الخطأ النسبي المئوي فإننا نحتاج إلى أن نقدم للمتدرب عدداً بسيطاً من المفاهيم الأساسية ذات الصلة.

١- القيمة الحقيقية *the true value*: وهي القيمة المتعارف عليها للمقدار الفيزيائي الذي نهدف إلى حسابه في المختبر، وغالباً ما نجدها في مراجع الفيزياء، وهي تمثل القيمة الأكثر دقة وصواباً، وفي الغالب يتم استخدام أجهزة مختبرية متطورة جداً لغرض قياسها. ويطلق عليها أحياناً القيمة المقبولة *the accepted value*، وسنشير إليها اختصاراً بالحرف الإنكليزي (A).

٢- الفرق المطلق *the absolute difference*: وهو عبارة عن الفرق المطلق بين ا لقيمة التجريبية للمقدار الفيزيائي، والذي سنشير إليه بالحرف الإنكليزي (E)، وهو الحرف الأول من كلمة *experimental*، والقيمة الحقيقية لهذا المقدار الفيزيائي، أي أنه:

$$|E - A|$$

ونلاحظ أنه كمية موجبة دائماً.

٣- الخطأ النسبي *the fractional error*: وهو عبارة عن النسبة بين الفرق المطلق $|E-A|$ والقيمة الحقيقية (A)، ونعبّر عنه رياضياً على الشكل الآتي:

$$\text{الخطأ النسبي} = \frac{\text{الفرق المطلق}}{\text{القيمة الحقيقية}} = \frac{|E-A|}{A}$$

وغالباً ما يتم التعبير عن الخطأ النسبي بما يسمى بالخطأ المئوي، والخطأ المئوي *percent error* هو عبارة عن الخطأ النسبي مضروباً بمئة، ونعبّر عنه رياضياً على النحو الآتي:

$$\text{الخطأ النسبي المئوي } (\textit{percent error}) = \frac{\text{الفرق المطلق}}{\text{القيمة الحقيقية}} \times 100\%$$

$$\text{الخطأ النسبي المئوي} = \frac{|E-A|}{A} \times 100\%$$

مثال (١-١) *Example*

عند إجراء القياس على جسم أسطواني الشكل وُجِدَ أن قطره يساوي $(d = 5.25\,cm)$، ومحيطه $(c = 16.38\,cm)$. أوجد حسابياً مقدار القيمة التجريبية للنسبة الثابتة للدائرة π. ثم أوجد الخطأ المئوي في القياس، إذا علمت أن القيمة الحقيقية $(\pi = 3.14)$.

الحل *solution*:

بما أن القطر: $2r = d = 5.25\,cm$، حيث r هو نصف قطر الدائرة.

والمحيط: $c = 16.38\,cm$

نحن نعلم أن محيط الدائرة يساوي:

$$c = 2\pi r = \pi d$$
$$16.38\,cm = \pi 5.25\,cm$$
$$\therefore\ \pi = \frac{16.38\,cm}{5.25\,cm} = 3.12$$

إذاً، الخطأ المئوي هو:

$$= \frac{|E-A|}{A} \times 100\%$$
$$= \frac{|3.12-3.14|}{3.14} \times 100\% = \frac{0.02}{3.14} \times 100\% = 0.6\%$$

ونلاحظ في هذا المثال أن "عدم الدقة" *uncertinity* في المقادير التي تم قياسها وهي القطر، والمحيط. فإنه يمكننا إعادة القياس مرةً أخرى لغرض التأكد وتقليص نسبة الخطأ.

٤- القيمة المتوسطة *average value*: غالباً ما يتم إعادة القياسات في التجارب العملية مراتٍ عديدة، ومن غير المستحسن إطلاقاً تطابق نتائج القياسات في كل مرة، وذلك لأسباب مختلفة منها ما يتعلق بطبيعة الأشياء الفيزيائية، ومنها ما يتعلق بطبيعة الشخص أو الأشخاص الذين يقومون بإجراء التجربة ذاتها. وهذا لا يمثل طعناً في النتائج المختلفة، بل يضفي عليها صبغةً واقعية مقبولة للغاية. ونعتمد في مثل هذه الحالة على القيمة المتوسطة *average or mean value* لمجموع عدد مرات القياس، وذلك على النحو الآتي:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_N}{N} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

ومن الواضح أن علامة الاختصار (Σ) تعبِّر عن مجموع عدد مرات القياس من (x_1) إلى (x_N).

مثال (٢-١) *Example*

في تجربة قياس عجلة الجاذبية الأرضية في مختبر الفيزياء، أجرت أربع مجاميع من المتدربين هذه التجربة، وكانت نتائج القياس على الشكل الآتي:

$$g_1 = 9.92\ m/s^2$$
$$g_2 = 9.78\ m/s^2$$
$$g_3 = 9.88\ m/s^2$$
$$g_4 = 9.79\ m/s^2$$

أوجد القيمة المتوسطة لمجموعة القياسات الأربعة.

الحل *solution*:

إن القيمة المتوسطة لمجموعة القراءات والتي عبّرنا عنها بالعلاقة الرياضية:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_N}{N}$$

هي التي تمكننا من حساب القيمة المتوسطة لعجلة الجاذبية الأرضية، إذاً:

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3 + g_4}{4}$$
$$= \frac{(9.92 + 9.78 + 9.88 + 9.79)\ m/s^2}{4}$$
$$= 9.843\ m/s^2$$

مثال (٣-١) *Example*

أوجد حسابياً القيمة المتوسطة لمجموعة الأعداد:

$$5.42, 6.18, 5.70, 6.01,\ 6.32$$

الحل *solution*:

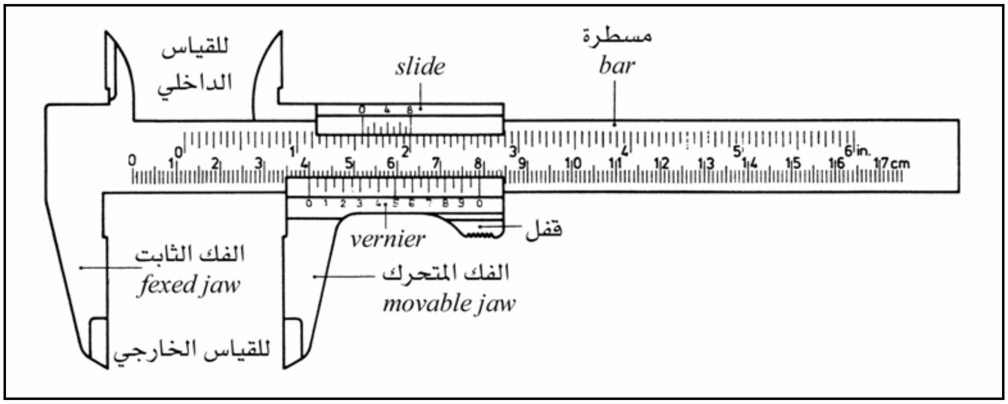
هذا المثال مشابه تماماً للمثال (٢-١)، وباستخدام الطريقة نفسها نجد أنَّ:

$$\bar{x} = \frac{5.42 + 6.18 + 5.70 + 6.01 + 6.32}{5} = 5.93$$

ملاحظة: نلاحظ في المثالين السابقين أننا قرّبنا بمقدار مرتبة واحدة من اليسار نحو الفاصلة، بحيث أبقينا على مرتبتين على يمين الفاصلة فقط.

ثانياً - القدمة ذات الورنية

The Vernier Calliper



الشكل (١-١)

المقدمة:

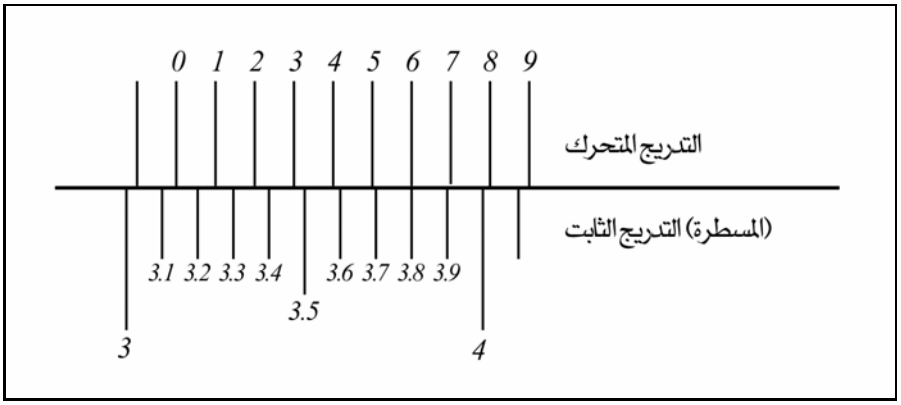
تستخدم القدمة ذات الورنية لقياس الأطوال بدقة عالية. وهي تتركب من مسطرة مدرجة نهايتها فك ثابت يتحرك عليها فك مدرج يمكن التحكم به بواسطة مسمار، كما هو موضح في الشكل (١-١)، وعند القياس باستخدام القدمة ذات الورنية نلاحظ أن الفك المتحرك مقسم إلى عشرة أقسام متساوية تقابل مثلاً تسعة أقسام من أقسام الفك الثابت لذا فإن القسم الواحد من أقسام الورنية يعادل *(0.1)* من أقسام الفك الثابت.

من المهم جداً قبل استخدام القدمة ذات الورنية أن يتلامس الفكان، أي أن ينطبق صفري التدريجين.

ولاستخدام القدمة ذات الورنية نتبع ما يلي:

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

٢- ليكن الشكل على هذه الصورة مثلاً، انظر الشكل (١-٢):



الشكل (٢-١)

٣- لاحظ أن صفر التدريج المتحرك يقع بين (3.1) و(3.2).

٤- نبحث عن أي خط من التدريج المتحرك منطبق على أي خط من التدريج الثابت وليكن الخط السادس، ويعبر عنه بالمقدار $(0.06\ cm)$.

٥- تكون القراءة الكلية $(3.1 + 0.06 = 3.16\ cm)$.

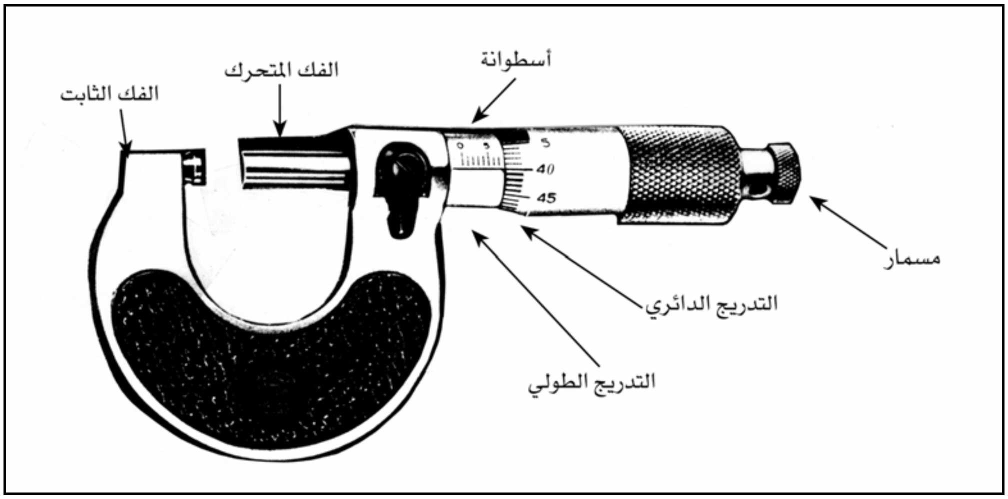
٦- يقوم المتدرب بقياس أبعاد بعض الأجسام المتوفرة لديه باستخدام القدمة ذات الورنية.

على المدرب أن يطلب من المتدرب قياس أطوال بعض الأشكال باستخدام القدمة ذات الورنية.

النتائج:

ثالثاً - الميكرومتر

Micrometer



الشكل (٣-١)

المقدمة:

يعتبر الميكرومتر من أجهزة القياس المهمة لتحديد أنصاف الأقطار والأبعاد الصغيرة، وهو يتكون من فكين أحدهما ثابت والآخر متحرك، كما هو مبيَّن في الشكل (٣-١) وهناك تدريج طولي مقسم بوحدات المليمتر وتدريج دائري مقسم إلى خمسين (50) قسم متساوية تعادل $(0.5\,mm)$.

لنفرض أن المسمار الحلزوني يدور دورتين كاملتين كلما تقدم مسافة طوليه داخل الأسطوانة الثابتة قدرها (1) ملم، وهذا يعني أنَّ:

دورة واحدة تعادل حركة طولية مقدارها $(0.5\,mm)$، وكما نعلم فإنَّ التدريج الدائري يبلغ عدد أقسامه خمسين قسماً.

$\therefore$ القسم الواحد يعادل مسافة قدرها: $\left(0.5\times\frac{1}{50}\right)=0.01\,mm$.

إن هذا المقدار $(0.01\,mm)$ يسمى بحساسية الميكرومتر.

طريقة العمل:

بهدف استعمال الميكرومتر في القياس نتبع الخطوات الآتية:

١- نضع الجسم المراد إيجاد نصف قطره بين فكي الميكرومتر.

٢- نحدد قراءة التدريج الطولي بالميلمتر، وندونها.

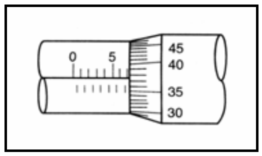
٣- نحدد عدد تدريجات التدريج الدائري، وندونها.

٤- قراءة الميكرومتر = (قراءة التدريج الطولي) + (عدد تدريجات التدريج الدائري × الحساسية).

٥- يقوم المتدرب بقياس أنصاف أقطار بعض الأشكال المتوفر لديه.

مثال *Example*

حدد قيمة القراءة الموضحة بالشكل (٤-١)



الشكل (٤-١)

الحل:

نتبع الخطوات الآتية:

١- نحدد القراءة على التدريج الطولي وليكن $(7\ mm)$.

٢- عدد التدريجات الصحيحة على التدريج الدائري (37) تدريجاً.

٣- عدد التدريجات × الحساسية = $0.37 = 0.01 \times 37$

٤- قراءة الميكرومتر:

$$7 + 0.37 = 7.37\ mm$$

على المدرب أن يطلب من المتدرب قياس أنصاف أقطار بعض الأشكال المتوفرة لديه باستخدام الميكرومتر.

النتائج:

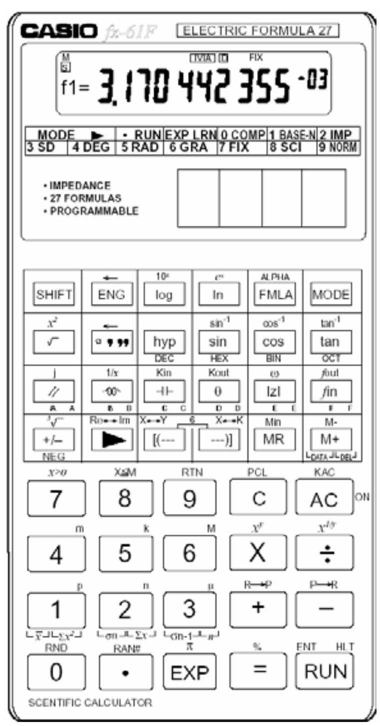
رابعاً - كيف نستخدم الحاسبة العلمية

المقدمة :

فيما يلي سيُطلب منك أن تستكشف طريقة عمل آلتك الحاسبة العلمية وكيف تستخدمها لحل بعض المسائل البسيطة، لذا يجب عليك أن تركز على طريقة وترتيب استخدام الأزرار، وعند الرغبة في الاستزادة أو طلب معلومات متقدمة فبإمكانك الرجوع إلى دليل الاستخدام المرفق بحاسبتك .

من المهم جداً أن تكون متعوداً بشكل كبير على استخدام آلتك الحاسبة، لكي لا تجد أي مشكلة أو حرج عند التعامل معها تحت الضغوط المختلفة (مثل ازدحام العمل أو الامتحانات).

إن التعود على نوع واحد من الآلات الحاسبة هو من الأمور غير المجدية ففي أي لحظة ممكن أن تتعطل آلتك الحاسبة عن العمل أو تنفذ بطاريتها في وقت أنت في أمس الحاجة لها، لذا يجب أن تتعرف على الأنواع الأخرى من الآلات الحاسبة[1].

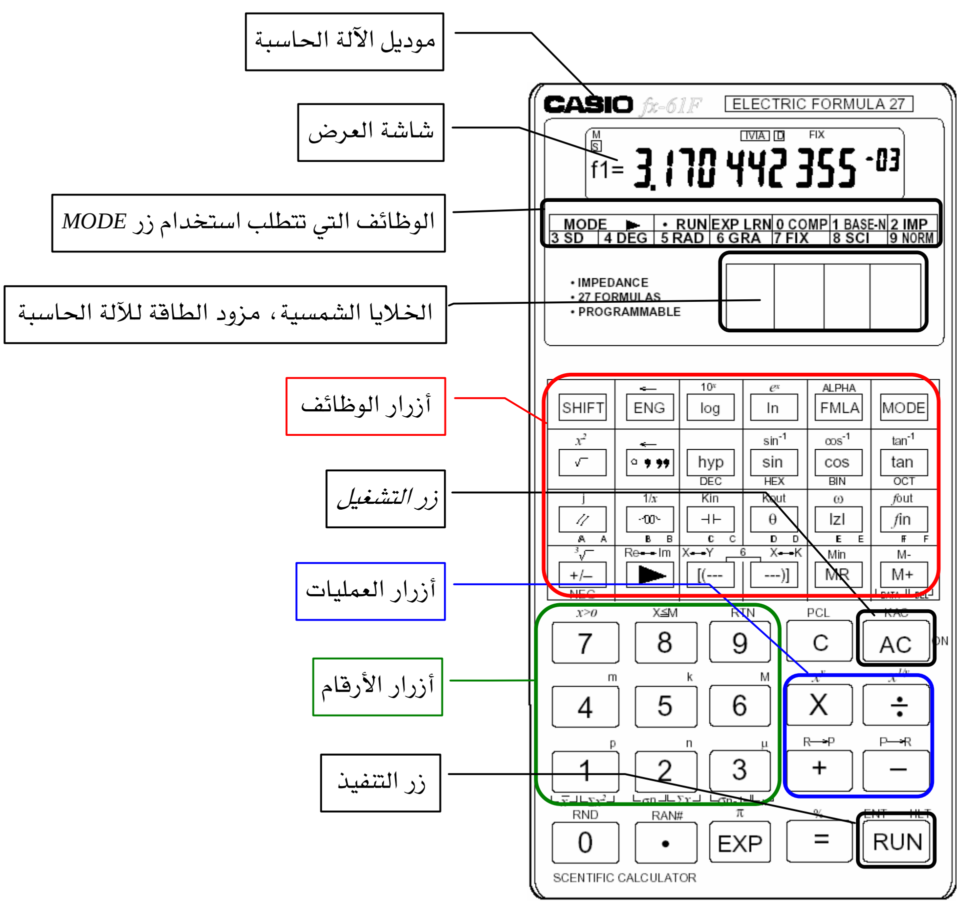


[1]) لقد تم استخدام الآلة الحاسبة من نوع *CASIO*، وذلك كوسيلة إيضاح فقط، ولا يتقيد المتدرب بنوع معين من الحاسبات.

الوظائف الرئيسية:

+	زائد ، علامة الجمع	−	ناقص، علامة الطرح
×	في ، علامة الضرب	÷	على، علامة القسمة
X^y	الأس، علامة الرفع للقوى	√	الجذر التربيعي
ln	اللوغاريتم الطبيعي	SHIFT ln	علامة أسية (مقلوب ln)
SHIFT sin	مقلوب جيب الزاوية	sin	جيب الزاوية
SHIFT cos	مقلوب جيب تمام الزاوية	cos	جيب تمام الزاوية
SHIFT tan	مقلوب ظل الزاوية	tan	ظل الزاوية
ALPHA M+	عرض محتوى الذاكرة	( )	قوسين
M+	إضافة قيمة على محتوى الذاكرة	SHIFT M+	طرح قيمة من محتوى الذاكرة

مناطق العمل في الآلة الحاسبة:



كيفية إجراء بعض العمليات الحسابية :

في البداية من المهم معرفة نوعية الآلة الحاسبة التي تستخدمها إن كانت من النوع ذات العشر خانات أو من النوع ذات الأصفف. فالفرق بينهما هو طريقة كتابة المعادلات الرياضية فالأولى يتم كتابة الأرقام ثم طلب العملية أما النوع الآخر فهو يعتمد على تحديد نوع العملية أولا ثم كتابة المعادلة ثم طلب النتيجة. هنا سوف نقوم بتوضيح ذلك على النوعين.

١- عمليات (الجمع، الطرح، القسمة و الضرب):

هذه العمليات طريقتها موحدة بين جميع الآلات الحاسبة تقريباً :

مثال: نريد إجراء عملية جمع $5+7$

أ- اضغط الأزرار 7 + 5 = .

ب- سوف تحصل على النتيجة (12).

٢- عملية الرفع إلى الأس:

هذه العملية تعتمد بشكل كبير على نوع الآلة الحاسبة ففي بعض الآلات تحتاج إلى ضغط زر الوظائف MODE أو زر الرفع SHIFT، وعلى سبيل المثال، الآلات ذات العشر خانات فإننا نحتاج إلى زر الـSHIFT .

مثال: نريد إجراء عملية رفع العدد 3 إلى الأس 5 أي 3^5.

أ- 3 X^y 5 =

ب- سوف تحصل على النتيجة (243).

٣- عملية الجذر التربيعي:

عادة ما تكون عملية الجذر التربيعي عملية مباشرة في معظم الآلات الحاسبة ذات العشر خانات، فعلى سبيل المثال نريد إجراء عملية للجذر التربيعي للرقم 9.

أ- اضغط الرقم 9 $\sqrt{\ }$.

ب- سوف تحصل على النتيجة 3.

أما في الآلات ذات الصفين وأكثر فإن العملية تكون مختلفة شيئاً قليلاً، فهي تعتمد على تحديد نوع العملية أولاً بحيث تعتبرها معادلة رياضية. فعلى سبيل المثال لإجراء نفس العملية.

أ- اضغط الرقم $\sqrt{\ }$ 9 = .

ب- سوف تحصل على النتيجة *3*.

٤- عملية ابسلن:

لإجراء عملية ابسلن للعدد *24*

أ- SHIFT ln 2 4 ⇒ =

ب- سوف تحصل على النتيجة 2.64^{10}

٥- اللوغاريتم الطبيعي:

لإجراء عملية اللوغارتم للعدد *68*

أ- ln 6 8 ⇒ =

ب- سوف تحصل على النتيجة *4.219*

٦- الدوال الجيبية (جا ، جتا ، ظتا ومقلوبها *sin, cos and tan*):

للحصول على نتيجة الدالة الجيبية جا *sin* للعدد *90*

أ- 9 0 sin

ب- سوف تحصل على النتيجة *1*

كذلك يمكن الحصول على مقلوب الدالة بالطريقة التالية:

أ- 1 SHIFT sin

ب- سوف تحصل على النتيجة *90*

ملحوظة: ينطبق ما ورد في (أ) على جميع الدوال التي سبق ذكرها في الفقرة (٦)

أما في حالة استخدام الدوال في الآلات ذات الصفوف فإنه يجب مراعاة طلب نوع العملية أولاً ، ولتوضيح ذلك نقوم باتباع الخطوات الآتية:

أ- sin 9 0 ⇒ =

ب- سوف تحصل على النتيجة *1*

كذلك يمكن الحصول على مقلوب الدالة بالطريقة التالية:

أ - SHIFT sin 1 ⟹ =

ب- سوف تحصل على النتيجة *90*

٧ - الأقواس:

من المهم جداً معرفة استخدام الأقواس في الآلات الحاسبة خصوصاً في الآلات ذات العشر خانات، فهي تحدد نمط إجراء المعادلة الحسابية، فعلى سبيل المثال المعادلة الرياضية التالية:

$$15 \times 3 + 61$$

سوف يتم استخدام عملية الضرب أولاً ثم تقوم الآلة بجمع ناتج الضرب إلى الرقم *61* فيصبح الناتج *106*، أما إذا تم استخدام الأقواس على النحو التالي $15\ (3+61)$ فإن الآلة سوف تقوم بإجراء ما بداخل الأقواس ثم ضربه بالعدد *15* فيصبح الناتج *960* لذا أصبح استخدام الأقواس ضرورياً جداً.

- طريقة استخدام الأقواس:

1 5 × (3 + 6 1) = *960*

أما في النوع الآخر من الآلات الحاسبة فذلك سهل جدا حيث إنك تستطيع كتابه المعادلة بالأقواس حيث إنها يمكن رؤيتها على شاشة العرض مباشرة في حين كتابتها.

٨ - زر إضافة القيم إلى الذاكرة M+:

أحياناً تحتاج إلى مستودع خاص بك، بحيث تقوم بتخزين نواتج مجموعة من العمليات، ومن ثم استرجاعها واستخدامها، كما تستطيع أيضاً الإضافة إليها.. والحذف منها على حدٍ سواء.

عندما تود حساب ميزانيتك الشخصية لشهر ما فإنك تحتاج لطرح مجموع المصروفات من مجموع الدخل (في حالة وجود مصادر دخل متعددة).

لنفرض أنك استلمت راتبك وقدره *(4000)* ريال كما أنك حصلت على *(15)* ساعة مكافأة وأنت تعلم أن الساعة الإضافية تزيد على راتبك *(50)* ريالاً، ولكنك صرفت *(500)* ريال لفاتورة الكهرباء، و*(1247)* ريالاً لفاتورة هاتفك المحمول و*(437)* ريالاً للهاتف الثابت، كما أنك استهلكت *(23)* قنينة مياه معدنية قيمة الواحدة *(5)* ريالات، كما أنك تستهلك كيسان من الخبز يومياً، والتسوق كلفك *(486)* ريالاً. فكم ستوفر من دخلك هذا الشهر؟

قبل أن تبدأ ، يجب عليك التأكد من عدم وجود قيم مسبقة في الذاكرة كما يلي:

SHIFT M+ ➡ ALPHA M+

أولاً : إضافة قيم للذاكرة M+ :

أضف كل ما تحصل عليه كدخل، كالتالي:

4 0 0 0 M+ ➡ AC

1 5 × 5 0 = 750 ➡ M+ ➡ AC

الآن تم تخزين كل ما يدخل ملكيتك في الذاكرة.

ثانياً : حذف قيم من الذاكرة SHIFT M+ :

5 0 0 SHIFT M+ ➡ AC

1 2 4 7 SHIFT M+ ➡ AC

4 3 7 SHIFT M+ ➡ AC

2 3 × 5 = 245 ➡ SHIFT M+ ➡ AC

2 × 1 × 3 0 = 60 ➡ SHIFT M+ ➡ AC

4 8 6 SHIFT M+ ➡ AC

ثالثاً : معاينة محتوى المستودع (الذاكرة) ALPHA M+ :

ALPHA M+ ➡ = 1905

إذن ما تبقى في رصيدك هو *(1905)* ريال.

خامساً - كيف ترسم بيانياً بالحاسب

المقدمة:

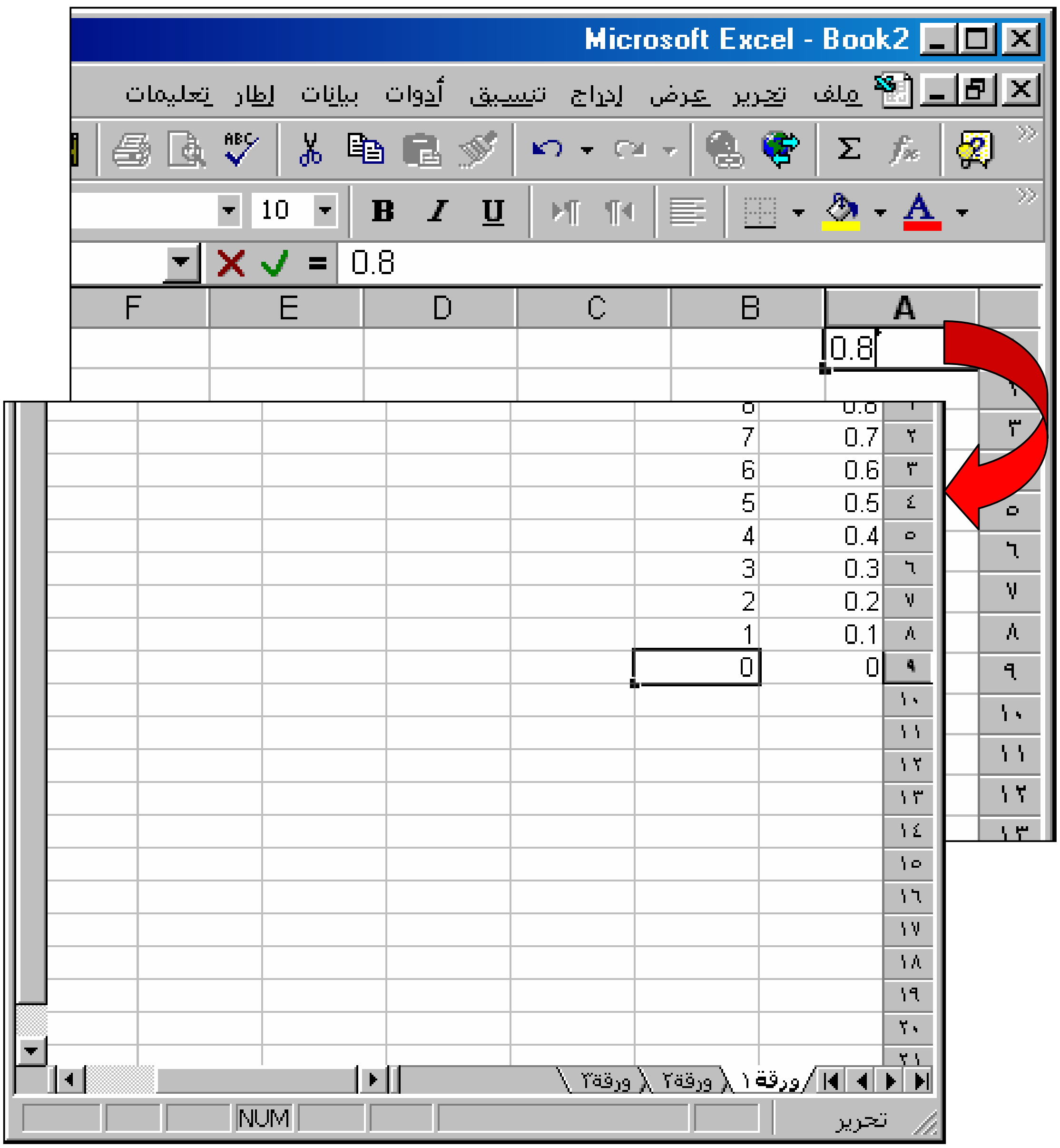
برنامج "أكسل" من البرامج الشائعة والمفضلة لمعظم مستخدمي الحاسب وذلك لسهولته. فبإمكان "أكسل" القيام برسم البيانات المعطاة من قبل المستخدم وتحليلها أو مقارنتها مع بيانات أخرى، لذا يعتبر "أكسل" أسهل وأسرع أداة تساعد المحللين والمحاسبين علاوة على إنجاز بعض العلاقات الرياضية التي يمكن الاستفادة منها خصوصاً لطلاب الكليات.

خطوات العمل:

تحديد نطاق الخلايا:

لتحديد نطاق الخلايا اتبع الخطوات التالية:

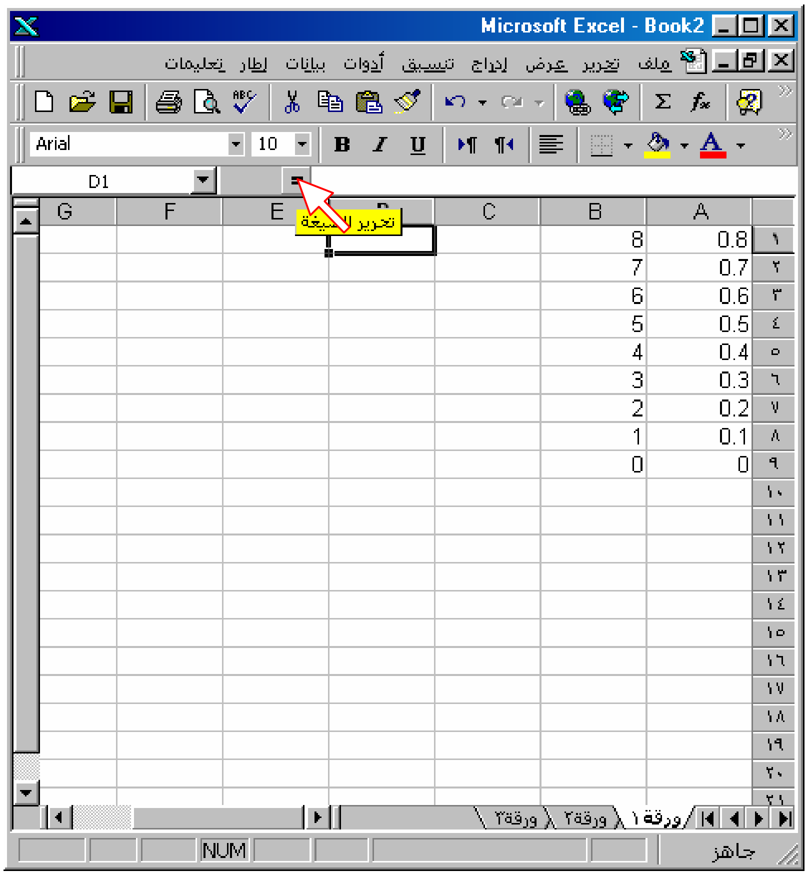
١- بعد تشغيل برنامج "أكسل" قم بإدخال قيم المحور السيني في خلايا العمود (A)، وقيم المحور الصادي في خلايا العمود (B). كما في الشكل التالي:



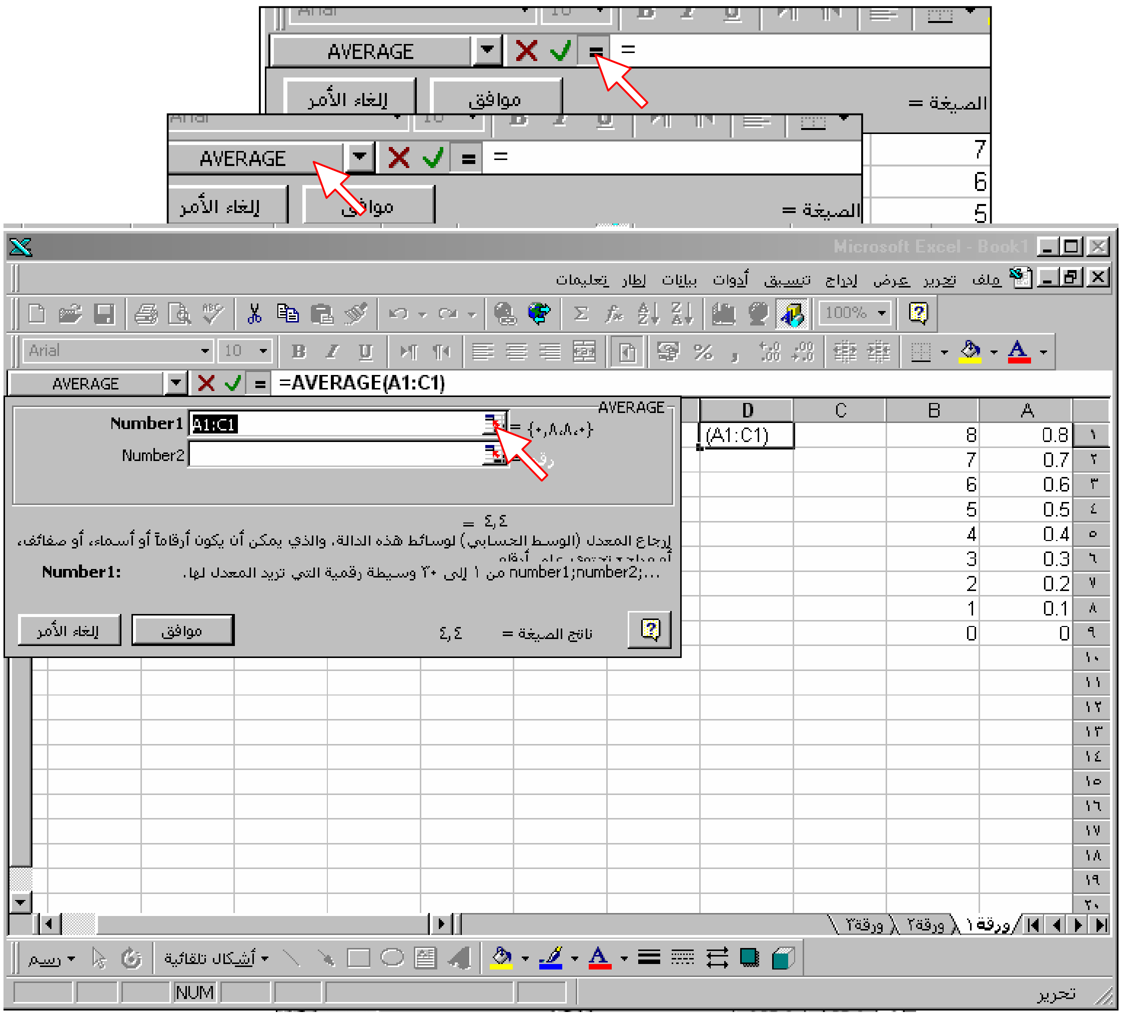
٢- احسب ميل المحور (س،ص) إذا علمت:

أن الميل = (س٦-س٢)÷(ص٦-ص٢) حيث (س) تمثل مربع الزمن $t^2(s^2)$ و(ص) تمثل الطول $l(m)$

أي (متوسط السينات ÷ متوسط الصادات) كما يلي:



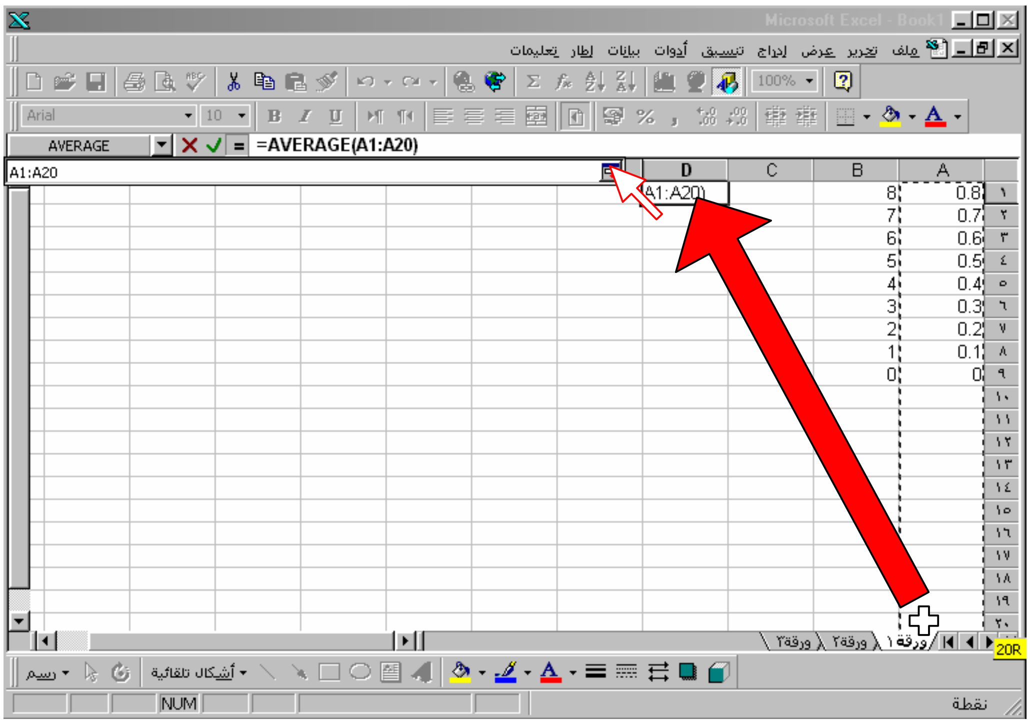
٣- اختر علامة الدوال = لإخبار أكسل بأنك تود إضافة دالة أو قيمة متغيرة. ولتكن المتوسط، كما يلي:



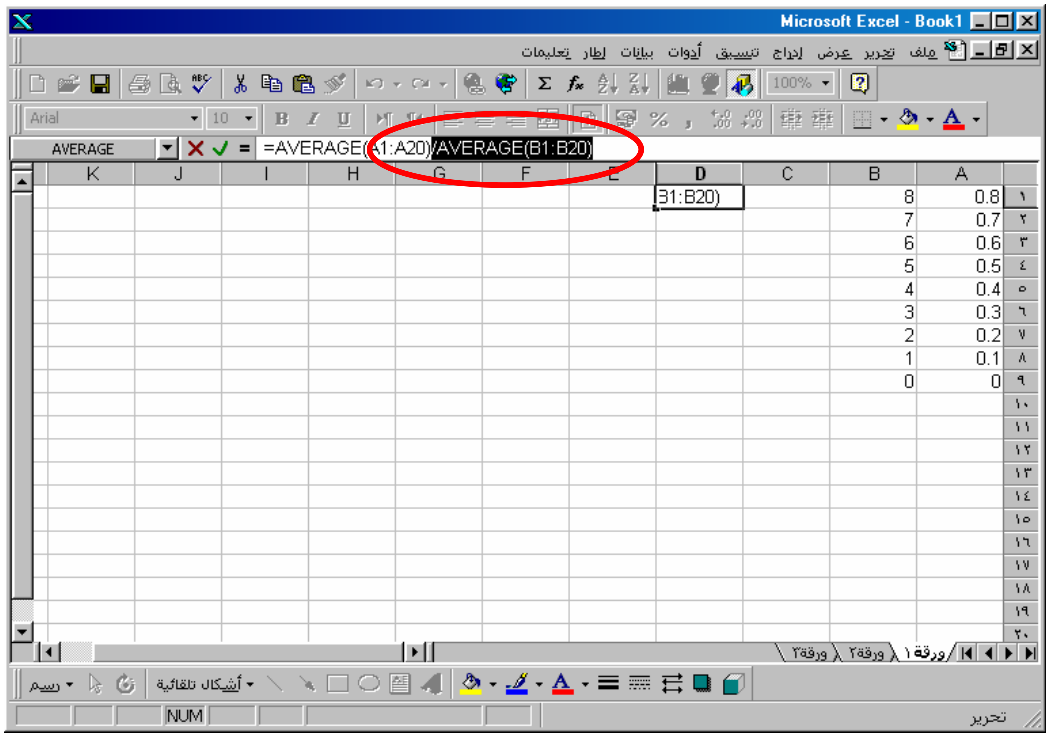
٤- حدد خلايا المحور السيني (A).

ثـم اضـغط "موافـق". لتحصـل علـى معـدّل (متوسـط) المحـور السـيني (A) الآن بقـي أن نقسـم هـذا المتوسط على متوسط المحور الصادي (B) لتكون المعادلة كالتالي:

$$= AVERAGE(A1 : A20) / AVERAGE(V1 : V20)$$

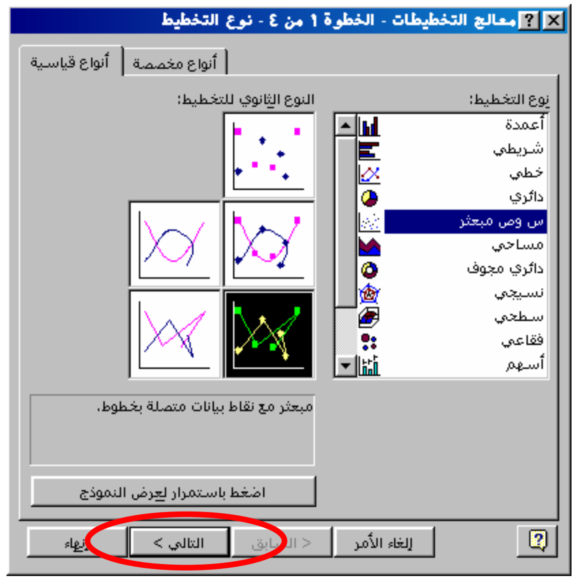


٥- ثم أكمل الصيغة يدوياً كما في الشكل، وتكون بذلك قد حصلت على الميل المطلوب.

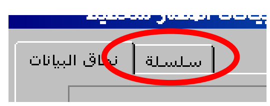


طريقة تمثيل الميل بيانياً:

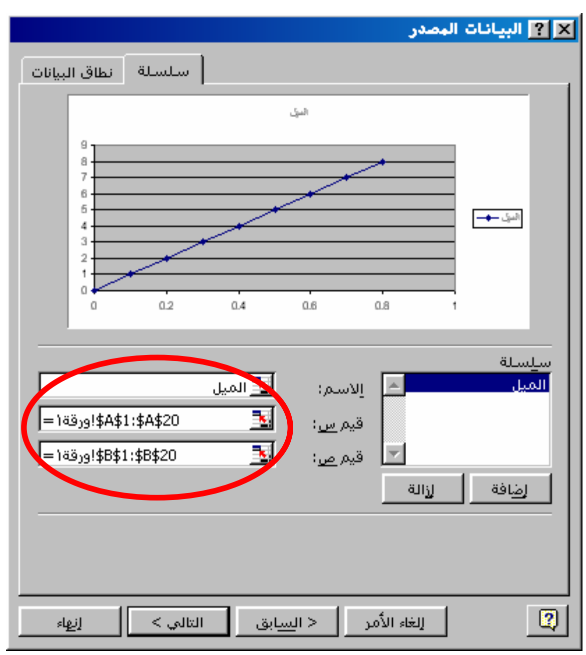
١- اضغط على الزر ثم قم بالتالي:



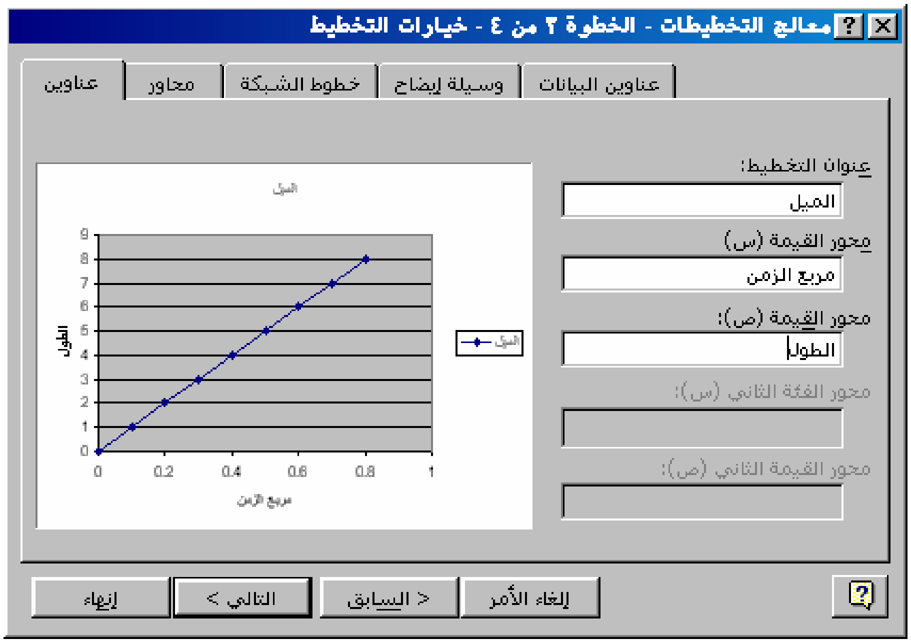
٢- اضغط "التالي" ثم اختر "سلسلة"



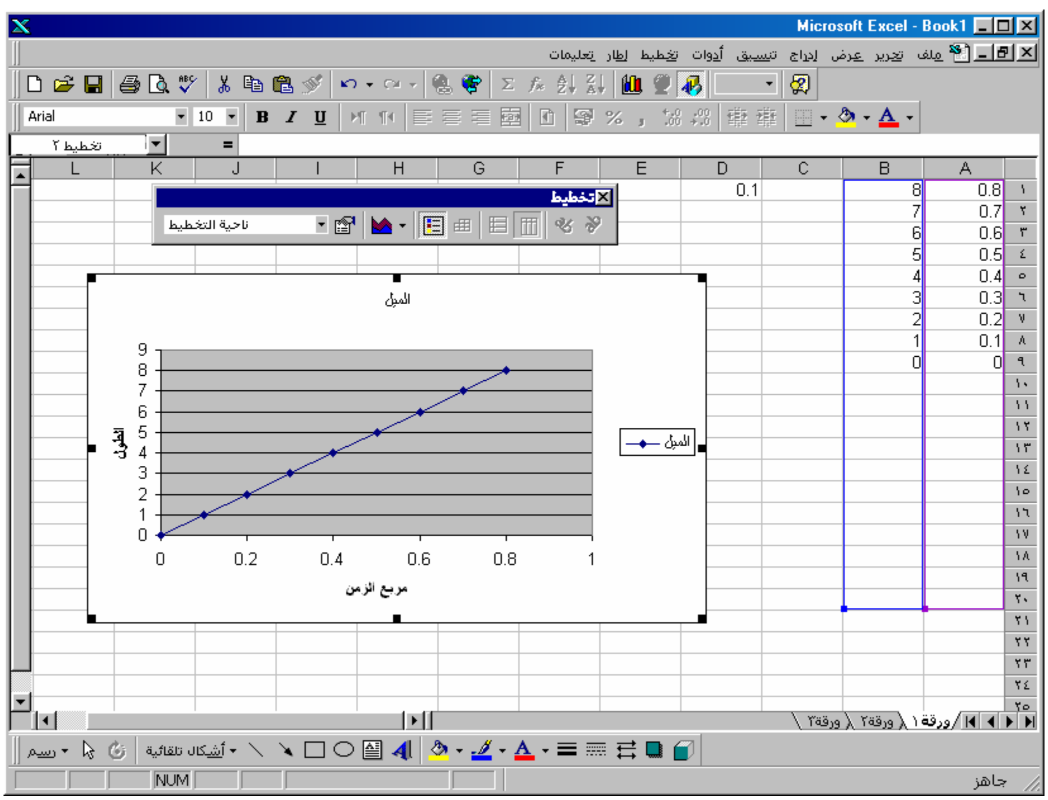
٣- اضغط على زر "إضافة" ، ثم أدخل البيانات كالتالي:



٤- اضغط زر "التالي" لتتمكن من تسمية المحور السيني والصادي كالتالي:



٥- اضغط زر "إنهاء" لتتكمل بذلك المطلوب، و تحصل على التالي:



٢-١ المتطلبات:

أن يصفَ المتدرب الحركة التوافقية البسيطة، من خلال دراسته لحركة البندول البسيط.

٢-٢ الأدوات المستخدمة:

بندول بسيط، ساعات إيقاف، مسطرة مترية.

٢-٣ الهدف من التجربة:

أن يقوم المتدرب بحساب عجلة الجاذبية الأرضية (g) باستخدام البندول البسيط.

٢-٤ المقدمة:

يتكون البندول البسيط من كرة معدنية صغيرة كتلتها (m) معلقة بخيط مهمل الكتلة، يثبّت من طرفه الآخر بحامل مناسب يتدلى منه الخيط والكرة ا لمعدنية، انظر الشكل (٢-١).

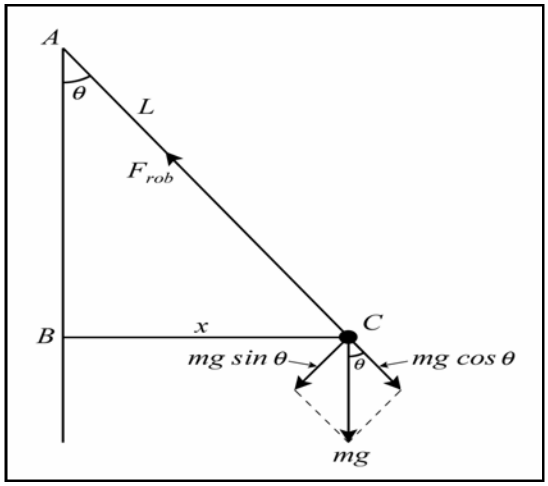
عند إزاحة البندول نحو اليمين أو اليسار بالنسبة لموضع الاتزان بزاوية صغيرة (θ) ثم تركه ليهتز بحركة دورية توافقية بسيطة (طالما كانت الزاوية θ صغيرة جداً) تحت تأثير القوة $(mg\sin\theta)$ التي تشده دائماً نحو مركز الاتزان، بينما تتعادل المركبة الثانية $(mg\cos\theta)$ مع قوة الشد في الخيط وإلى أعلى أي أن:

$$\vec{F}_{rob} - m.g\cos\theta = 0$$
$$F_{rob} = mg\cos(\theta)$$

والقوة المحركة (للبندول):

$$\vec{F} = -mg\sin\theta \qquad (1)$$

والإشارة السالبة في المعادلة (1) تدل على أن قوة الحركة تؤثر بعكس الاتجاه الموجب للمحور السيني.



الشكل (١-٢)

من الشكل الموضّح لاحظ المثلث *(ABC)* تجد أن:

$$\sin\theta = \left(\frac{x}{L}\right) \qquad (2)$$

حيث: *(x)* هو الضلع *(BC)*، و*(L)* طول الضلع *(AC)*:

وبما أن مجموع القوى المؤثرة في الحركة لا تساوي الصفر، فإننا نستخدم قانون نيوتن الثاني في الحركة لتحديد تسارع البندول البسيط، ومن المعلوم أن صيغته الرياضية هي:

$$\vec{F} = ma \qquad \text{(3) (قانون نيوتن الثاني)}$$

وبتعويض المعادلتين *(2)* و*(3)* في المعادلة *(1)* نجد أن تسارع هذه الحركة هو:

$$ma = -m\,g\left(\frac{x}{L}\right)$$

$$a = -g\left(\frac{x}{L}\right) \qquad (4)$$

إن حركة البندول البسيط هي حركة توافقية بسيطة *simple harmonic osscillation* تسارعها $(\vec{a})$، حيث نعبِّر عنه في هذه الحالة بالعلاقة الرياضية:

$$\vec{a} = w^2 x \qquad (5)$$

حيث *(w)* هي السرعة الزاوية لحركة البندول.

وبتعويض المعادلة *(5)* في المعادلة *(4)* نحصل على العلاقة الرياضية المعبِّرة عن *(W)* وهي:

$$w^2 x = -g\frac{x}{L}$$

$$w = \sqrt{\frac{g}{L}} \qquad (6)$$

ولكن من المعروف أن السرعة الزاوية $(\vec{W})$ يمكن التعبير عنها بدلالة زمن الدورة الواحدة (T) بالعلاقة:

$$w = \frac{2\pi}{T} \qquad (7)$$

حيث (T) في هذه الحالة هو الزمن الدوري للبندول:

$$T = \frac{2\pi}{w} \qquad (8)$$

ومن المعادلتين (8) و(6) نحصل على الزمن اللازم ليكمل البندول دورة واحدة، وذلك على النحو الآتي:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad (9)$$

نربع طرفي المعادلة (9):

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

وهكذا نجد أن عجلة الجاذبية الأرضية (g) يمكننا التعبير عنها بالمعادلة الرياضية:

$$\boxed{g = 4\pi^2\frac{L}{T^2}} \qquad (10)\text{(عجلة الجاذبية الأرضية)}$$

٥-٢ خطوات العمل:

١- قس طول (البندول) من نقطة التعليق في الحامل إلى مركز الكرة.

٢- أزح الكرة إزاحة بسيطة[١] ليتذبذب (البندول) بزاوية صغيرة وابدأ بتسجيل زمن عشرين ذبذبة باستخدام ساعة الإيقاف ثم احسب زمن الذبذبة الواحدة.

(١) احرص أن تكون الإزاحة في المستوي الذي يقع فيه البندول.

٣- غيّر طول البندول ثم كرر الخطوة الثانية (تغيير طول البندول يكون بمقدار *(5 cm)* أو *(10 cm)* ولعدة مرات).

٤- سجل قراءاتك في الجدول (١-٢) كما هو موضح أدناه.

طول البندول *L (cm)*	زمن عشرين ذبذبة *s*	زمن الذبذبة الواحدة *T (s)*	مربع زمن الذبذبة الواحدة $T^2\ (s)^2$
45			
50			
55			
60			
65			
70			
80			
90			

الجدول (١-٢)

٥- ارسم العلاقة البيانية *(graph)* بين طول الخيط *(L)* مقاساً بالسنتيمتر على المحور الصادي ومربع زمن الذبذبة الواحدة (T^2) مقاساً بالثانية على المحور السيني، وذلك على صفحة الورق المليمتري المخصص لذلك، لتحصل على خط مستقيم، (انظر الشكل ٢-٢)، وهذا الشكل يمكن أن يعلمك كيف ترسم القراءات التي حصلت عليها. احرص على أن تكون الإزاحة في المستوى الذي يقع فيه البندول.

٦- احسب ميل الخط المستقيم وذلك بتحديد نقطتين عليه، كما هو مبين في الشكل المرسوم على الصفحة الميلمترية.

٧- من العلاقة *(10)* احسب *(g)* عجلة الجاذبية الأرضية:

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

$$g = 4\pi^2 \times slope$$

ملاحظة: أن الشكل المرسوم يمثل مجموعة قراءات لأحد الطلبة المتدربين، وليس ضرورياً أن تتفق قراءات المتدرب مع هذه القراءات، إذ إنها وضعت على سبيل الإيضاح.

٢-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- هل تؤثر كتلة البندول على الزمن الدوري للبندول؟ وضّح ذلك.

٢- هل تختلف عجلة الجاذبية الأرضية (g) من مكان لآخر على سطح الكرة الأرضية؟ وضِّح ذلك.

٣- اذكر وحدة قياس عجلة الجاذبية الأرضية (g) في النظام الدولي.

٤- بندول بسيط زمنه الدوري ثانية واحدة، احسب طول هذا البندول.

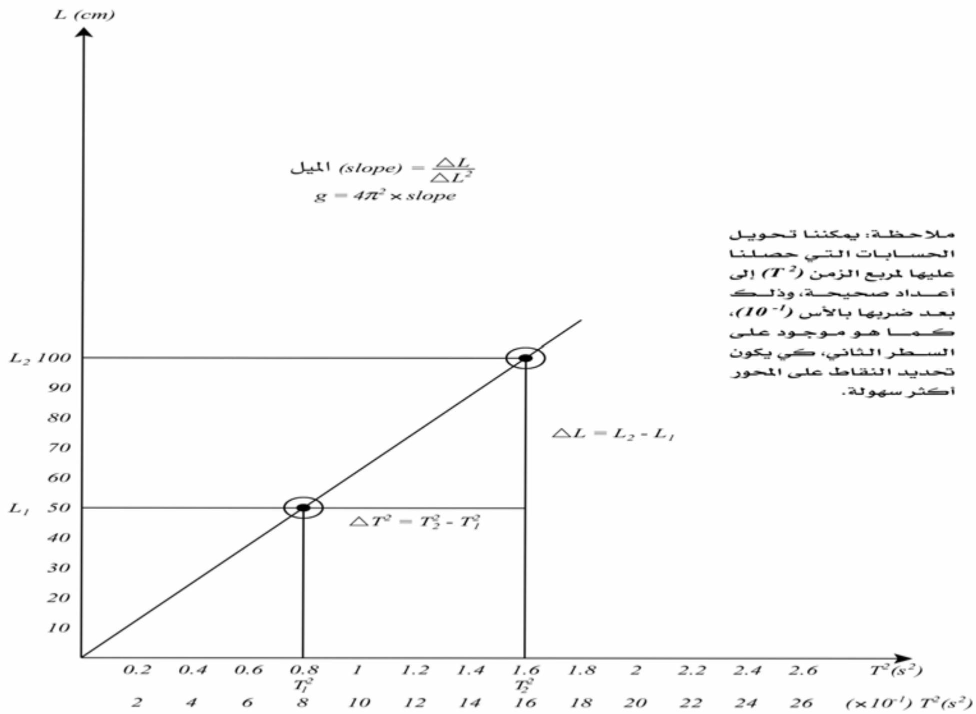
٢-٧ الامتحان الذاتي:

١- اذكر الهدف الأساسي من تجربة البندول البسيط.

٢- هل تؤثر كتلة البندول (m) على الزمن الدوري للذبذبة الواحدة (T)؟ وضِّح ذلك.

٣- نؤكد بصفة مستمرة على المتدربين بأن يكون مقدار زاوية إزاحة البندول عن وضع الاستقرار (θ) صغيرة. ما الذي تتوقع حدوثه إذا اخترت زاوية كبيرة كأن تكون مثلاً $(\theta = 60°)$؟ حاول أن تجرب ذلك في المعمل.

٤- من المعروف لدينا أن القيمة التقريبية لتسارع الجاذبية الأرضية $(g = 9.8\ m/s^2)$، افرض أن القيمة التجريبية التي حصلت عليها بعد إجرائك للتجربة كانت $(g = 9.92\ m/s^2)$. هل تستطيع تحديد مقدار الخطأ المئوي في النتيجة التي حصلت عليها؟ راجع المثال (١-١) في التجربة الأولى من هذا الكتاب.



ملاحظة: يمكننا تحويل الحسابات التي حصلنا عليها لمربع الزمن (T^2) إلى أعداد صحيحة، وذلك بعد ضربها بالأس (10^{-1})، كما هو موجود على السطر الثاني، كي يكون تحديد النقاط على المحور أكثر سهولة.

الشكل (2-2)

٣-١ المتطلبات:

أن يوضِّح المتدرب المعنى الصحيح لكلٍ من المرونة والحركة التوافقية البسيطة التي كان المتدرب قد درسها في مراحل سابقة.

٣-٢ الأدوات المستخدمة:

نابض حلزوني، مجموعة من الكتل، مسطرة مترية.

٣-٣ الهدف من التجربة:

أن يقوم المتدرب بتحقيق قانون هوك عملياً وحساب ثابت المرونة للنابض (k)، ومن ثم معرفة العلاقة بين مقدار استطالة النابض (x) والقوة المؤثرة عليه $(\vec{F})$.

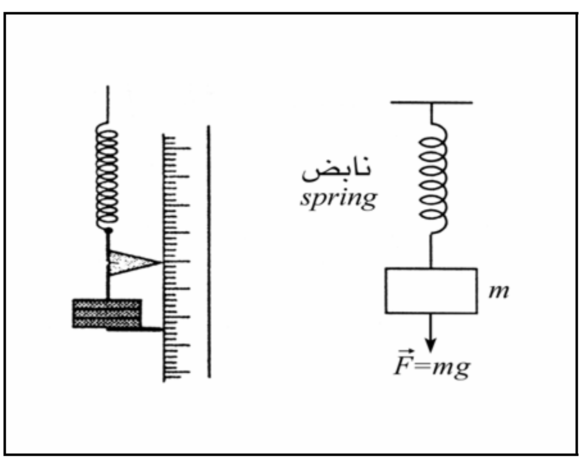
٣-٤ المقدمة:

عند تعليق مجموعة من الكتل في طرف النابض فإنها تحدث استطالات مختلفة من كل مرحلة تبعاً لقيمة الكتلة المعلقة، ويمكن في هذه الحالة أن نحصل على مجموعة من القراءات توضِّح لنا كيف تتغير استطالة النابض بتغير الكتلة المعلقة به.

عند تعليق الكتلة (m) في طرف النابض الحلزوني فإنه يخضع لتأثير قوة $(\vec{F})$ مقدارها

$$\vec{F} = mg \qquad (1)$$

انظر الشكل (٣-١)



الشكل (٣-١)

حيث (m) الكتلة المعلقة في النابض، (g) مقدار عجلة الجاذبية الأرضية. وينص قانون هوك على أن القوة المؤثرة على الجسم تتناسب تناسباً طردياً مع مقدار الاستطالة (x) التي أحدثتها الكتلة المعلقة (m):

$$\vec{F} = -kx \qquad (2)$$

حيث (k) يسمى بثابت النابض، وتتغير قيمته بحسب نوعية المادة التي صُنع منها النابض، ونلاحظ في المعادلة (2) أن الإشارة السالبة تدل على أن اتجاه القوة المؤثرة على النابض عكس اتجاه الاستطالة (x).

بمساواة المعادلتين (1) (2):

$$mg = -kx$$

$$\boxed{k = -\frac{m}{x}g} \qquad (3)$$ (ثابت النابض)

حيث يمكننا من الناحية العملية دراسة وتحديد العلاقة البيانية بين مقدار الكتلة (m) مقدرة بالكيلوجرام ومقدار الاستطالة (x) مقدرة بالمتر.

٥-٣ خطوات العمل:

١- تأكَّد من أن النابض معلق بالحامل بشكل جيد وبصورة عمودية.

٢- باستخدام المسطرة المترية حدِّد الطول الابتدائي للنابض، (يمكننا استخدام نابض حلزوني مدرَّج).

٣- علِّق كتلةً مناسبةً في طرف النابض الحر، ولتكن مثلاً $(50\ gm)$ ثم حدِّد الطول الجديد للنابض، واحسب مقدار الاستطالة، وهي الفرق بين الطولين، قبل وبعد تعليق الكتلة.

٤- أَعِدْ الخطوة الثالثة مستخدماً الكتل الآتية:

(100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 grams)

٥- ابدأ بإنقاص الكتل بطريقة معاكسة من آخر كتلة استخدمتها، ولتكن مثلاً *(600 gram)* واحسب الاستطالة في كل مرة، كما في فعلت في الخطوة الرابعة، ولكن كما تلاحظ بدءاً من الكتلة الكبيرة.

٦- والآن، سوف يكون لديك قراءتان لكل كتلةٍ من الكتل، خذ متوسط القراءتين كما هو موضّح في العلاقة الرياضية (4):

$$x = \frac{x_1 + x_2}{2} \qquad (4)$$

٧- سجل قراءاتك في الجدول (١-٣) كما هو موضح أدناه.

الكتلة $m(gm)$	الاستطالة في حالة الزيادة $x_1(m)$	الاستطالة في حالة النقصان $x_2(m)$	$x=\left(\frac{x_1+x_2}{2}\right)(m)$	ملاحظات
100				
150				
200				
250				
300				
350				
400				
450				
500				
550				
600				

الجدول (١-٣)

٨- ارسم العلاقة البيانية بين الكتلة (m) مقدرة بالكيلوغرام على المحور الصادي والاستطالة (x) مقدرة بالمتر على المحور السيني، وذلك على ورقة الرسم البياني المخصص لذلك في نهاية التجربة لتحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل، انظر الشكل (٢-٣).

٩- احسب ميل الخط المستقيم، وذلك بتحديد نقطتين عليه وتعيين الإحداثي الصادي والسيني لكل من النقطتين، ثم أوجد مقدار كلٍ من (Δm) و(Δx) على النحو الآتي:

$$\Delta m = m_2 - m_1$$
$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\text{الميل}\,(slope) = \frac{\Delta m}{\Delta x}$$

١٠- من العلاقة رقم (3) نجد أنَّ:

$$\boxed{k = \left(\frac{\Delta m}{\Delta x}\right) g = slope \times 9.8}$$

لاحظ أن عجلة الجاذبية الأرضية تساوي:

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

وهكذا تلاحظ عزيزي المتدرب أنك تمكنت من حساب مقدار ثابت النابض الحلزوني (k) الذي استخدمته في التجربة.

٣-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- هل تمكنت من اكتشاف العلاقة بين استطالة النابض (x) والكتلة المعلقة في طرفه الحر (m)؟ وضِّح ذلك.

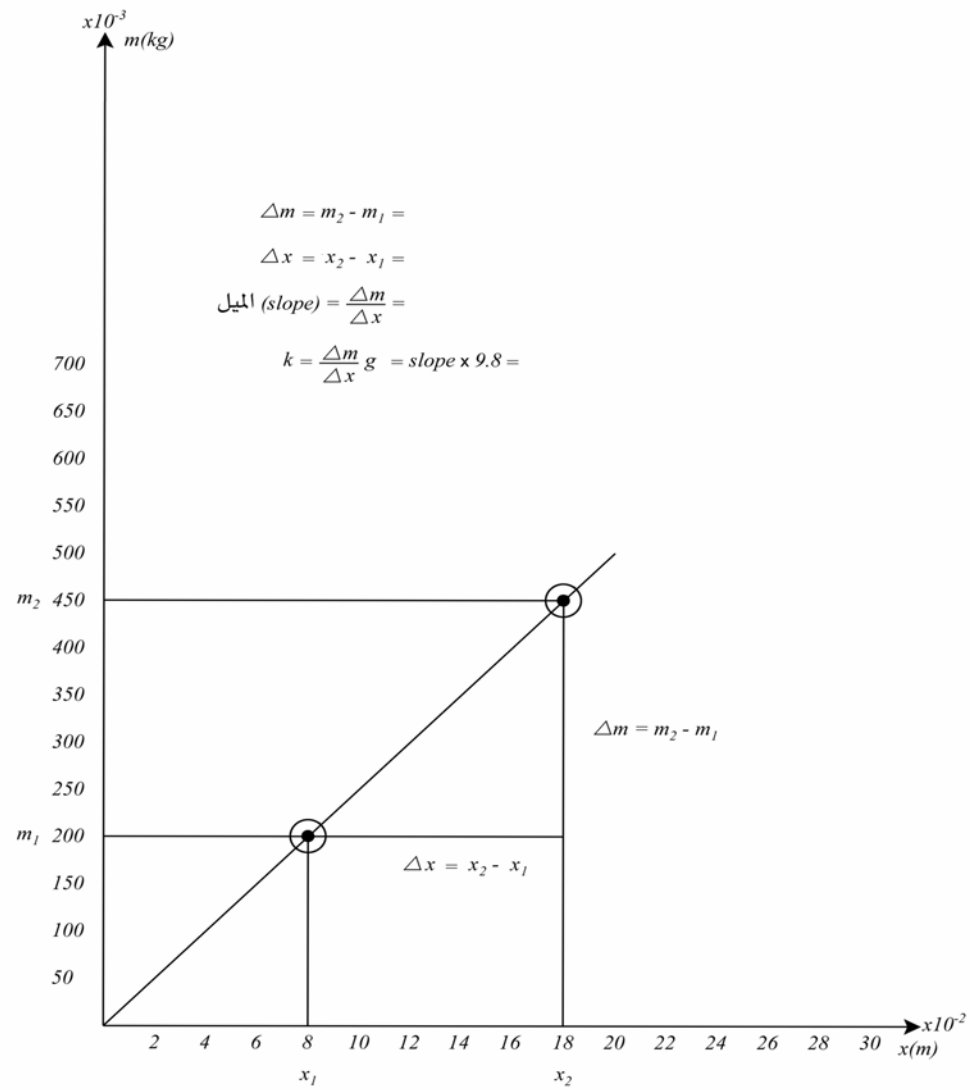
٢- أثرت قوة مقدارها $(6\ N)$ على نابض حلزوني، فتسببت في إحداث استطالة مقدارها $(0.2\ m)$، أوجد حسابياً مقدار ثابت النابض (k).

٣-٧ الامتحان الذاتي:

١- اشرح باختصار قانون هوك.

٢- استخدم العلاقة الرياضية رقم (3) وذلك لاشتقاق وحدة قياس ثابت النابض (k) في النظام الدولي.

٣- هل يتغير مقدار ثابت النابض (k) من نابض إلى آخر؟ إذا كان الجواب نعم؟ وضِّح ذلك.


$x10^{-3}$ $m(kg)$
$\triangle m = m_2 - m_1 =$
$\triangle x = x_2 - x_1 =$
الميل $(slope) = \frac{\triangle m}{\triangle x} =$
$k = \frac{\triangle m}{\triangle x} g = slope \times 9.8 =$
700
650
600
550
500
m_2 450
400
350
300
250
m_1 200
150
100
50
$\triangle m = m_2 - m_1$
$\triangle x = x_2 - x_1$
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
$x10^{-2}$ $x(m)$
x_1
x_2

الشكل (3-2)

٤-١ المتطلبات:

أن يفسِّر المتدرب معنى ظاهرة الاحتكاك، من خلال الوصف الصحيح لقوة الاحتكاك التي تنشأ بين الجسم والسطح في حالتي السكون والحركة.

٤-٢ الأدوات المستخدمة:

سطح مستوٍ عليه بكرة مثبتة عند إحدى نهايتيه، بينما نهايته الأخرى مثبتة بمفصل متحرك، للتحكم بزاوية الميل مع المستوي، كتل مختلفة، ميزان، خيط، ومنقلة.

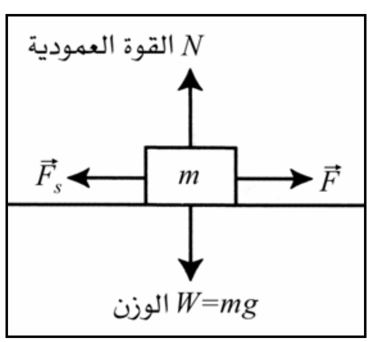
٤-٣ الهدف من التجربة:

أن يحسب المتدرب كلاً من معامل الاحتكاك الإستاتيكي ومعامل الاحتكاك الحركي وأن يثبت أن هذا المعامل ناتج بسبب قوى الاحتكاك بين الجسم وسطح الحركة.

٤-٤ المقدمة:

إنَّ عملية الاحتكاك هي عبارة عن وجود قوة مضادة لحركة الجسم على جسم آخر تمنعه أو تعيق حركته، فإذا ما تحرك جسم كتلته (m) على سطح أفقي بسبب قوة مقدارها $(\vec{F})$ تنشأ بين الجسم والسطح قوة أخرى معاكسة لها في الاتجاه ومساوية لها في المقدار $(\vec{F}_s)$ وهي ما نطلق عليه «قوة الاحتكاك» الناتجة عن حركة الجسم على السطح الأفقي. ويُفسَّر وجود قوة الاحتكاك إلى تشابك النتوءات المجهرية على السطحين، انظر الشكل (٤-١).

ويمكن القول بأن قوة الاحتكاك هي أقل قوة لازمة لجعل الجسم الخاضع لتأثير القوة $(\vec{F})$ على وشك الحركة على السطح.



الشكل (٤-١)

وهناك قوتان للاحتكاك:

١- قوة الاحتكاك الإستاتيكي ($static\ frictional\ force\ \vec{F}_s$) : وهي القوة اللازمة لجعل الجسم على وشك الحركة على المستوي الأفقي.

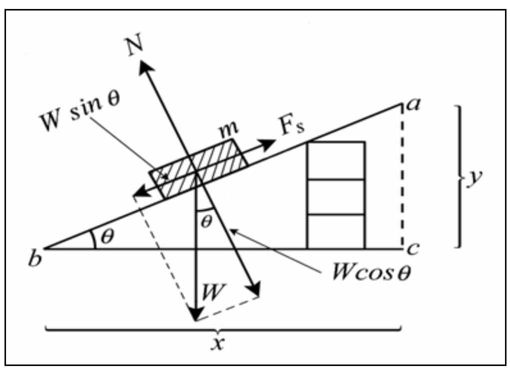
٢- قوة الاحتكاك الحركي ($kinetic\ frictional\ force\ \vec{F}_k$) : وهي القوة اللازمة كي ينزلق الجسم على السطح بسرعة ثابتة.

إن قوة الاحتكاك الإستاتيكي ($\vec{F}_s$) تتناسب تناسباً طردياً مع القوة العمودية ($\vec{N}$) على الجسم والسطح الأفقي، أي أنَّ:

$$\vec{F}_s \propto \vec{N} \Rightarrow \vec{F}_s = \mu_s \vec{N} \qquad (1)$$

حيث (μ_s) هو معامل الاحتكاك الإستاتيكي (*coefficient of static friction*).

أما إذا درسنا حركة الجسم على سطح مائل بزاوية (θ) مع المستوى الأفقي فإن الجسم يبدأ بالحركة إلى أسفل، انظر الشكل (٢-٤).



الشكل (٢-٤)

ويمكن وصف حركته رياضياً وفق المعادلات الآتية:

وزن الجسم:

$$\vec{W} = mg$$

قوة الاحتكاك الإستاتيكي:

$$\vec{F}_s = mg \sin\theta \qquad (2)$$

ولكن:

$$\vec{F}_s = \mu_s \vec{N}$$
$$\vec{N} = W\cos\theta = mg\cos\theta$$
$$\vec{F}_s = \mu_s mg\cos\theta$$
$$\therefore mg\sin\theta = \mu_s mg\cos\theta$$

ومنه، نجد أن معامل الاحتكاك (μ_s) يساوي:

$$\boxed{\mu_s = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta}$$

٤-٥ خطوات العمل:

أولاً: تعيين معامل الاحتكاك الإستاتيكي (μ_s).

١- نضع القطعة الخشبية على المستوي الأفقي، ونبدأ بزيادة زاوية ميل سطح الحركة تدريجياً حتى تبدأ القطعة الخشبية بالحركة نثبت الزاوية ثم نبدأ بقياس طول الارتفاع (y) والمسافة الأفقية (x)، انظر المثلث (abc) الموضح في الشكل (٢-٤).

٢- كرر الخطوة السابقة وذلك بزيادة مقدار الزاوية (θ) وفي كل مرة نحسب مقدار كلٍ من (y) و(x).

٣- نحسب ظل الزاوية (θ) من العلاقة: $\tan\theta = \frac{y}{x}$

٤- سجل قراءاتك في الجدول (١-٤) كما هو موضح أدناه.

٥- احسب معامل الاحتكاك الإستاتيكي (μ_s) من العلاقة:

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

No.	y (cm)	x (cm)	$\mu_s = \frac{y}{x} = \tan(\theta)$
1			
2			
3			
4			
5			
6			

الجدول (١-٤)

٦- نحسب متوسط مقدار معامل الاحتكاك الإستاتيكي (μ_s) :

$$\mu_s = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + ...\mu_n}{n}$$

ثانياً : تعيين معامل الاحتكاك الحركي (μ_k) :

١- أوجد ثقل القطعة الخشبية بوساطة الميزان ثم ضعها على السطح المستوي.

٢- اربط خيطاً في القطعة الخشبية ثم اجعل الخيط يمر على البكرة المثبتة على طرف السطح المستوي وينتهي الطرف الثاني للخيط بكفة أثقال.

٣- ابدأ بزيادة تدريجية للأثقال في الكفة المثبتة بطرف الخيط حتى تبدأ القطعة الخشبية بالحركة ، ثم سجِّل ثقل الجسم المعلق (M).

٤- أضف ثقلاً على القطعة الخشبية وليكن مثلاً $(100\ gm)$ ثم أضف أوزاناً إلى الكفة تدريجياً حتى تبدأ القطعة الخشبية بالحركة.

٥- كرر الخطوة السابقة وذلك بزيادة الكتل المضافة إلى القطعة الخشبية وزيادة الكتل المضافة إلى كفة الأثقال حتى تبدأ الكتلة الخشبية بالحركة.

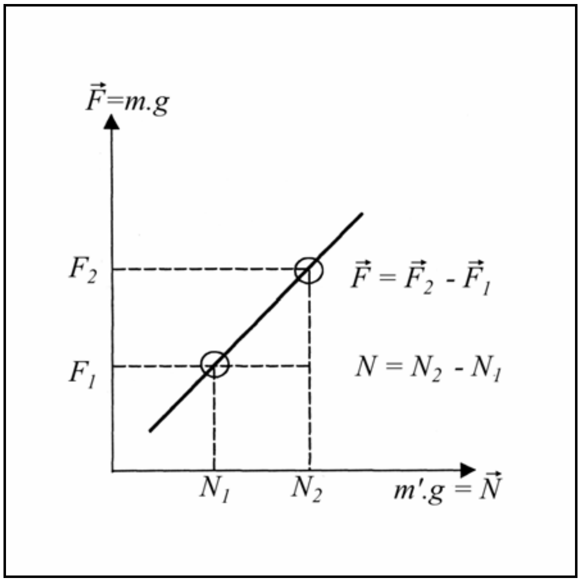
٦- سجِّل قراءاتك في الجدول (٢-٤) كما هو موضح أدناه.

	m	$\vec{F} = mg$	كتلة القطعة الخشبية + الكتلة المضافة m'	القوة العمودية $N = m'g$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

الجدول (٢-٤)

٧- ارسم العلاقة البيانية بين الثقل المعلق في كفة الأثقال (mg) على المحور الصادي وبين ثقل القطعة الخشبية وما عليها من أثقال $(N = m'g)$ على المحور السيني وذلك على ورقة الرسم البياني، لتحصل على خط مستقيم ميله يساوي معامل الاحتكاك الحركي (μ_k)، انظر الشكل (٣-٤).

$$\boxed{\mu_k = slope = \frac{mg}{m'g} = \frac{\Delta\vec{F}}{\Delta N}}$$



الشكل (٣-٤)

٤-٦ الأسئلة والمناقشة:

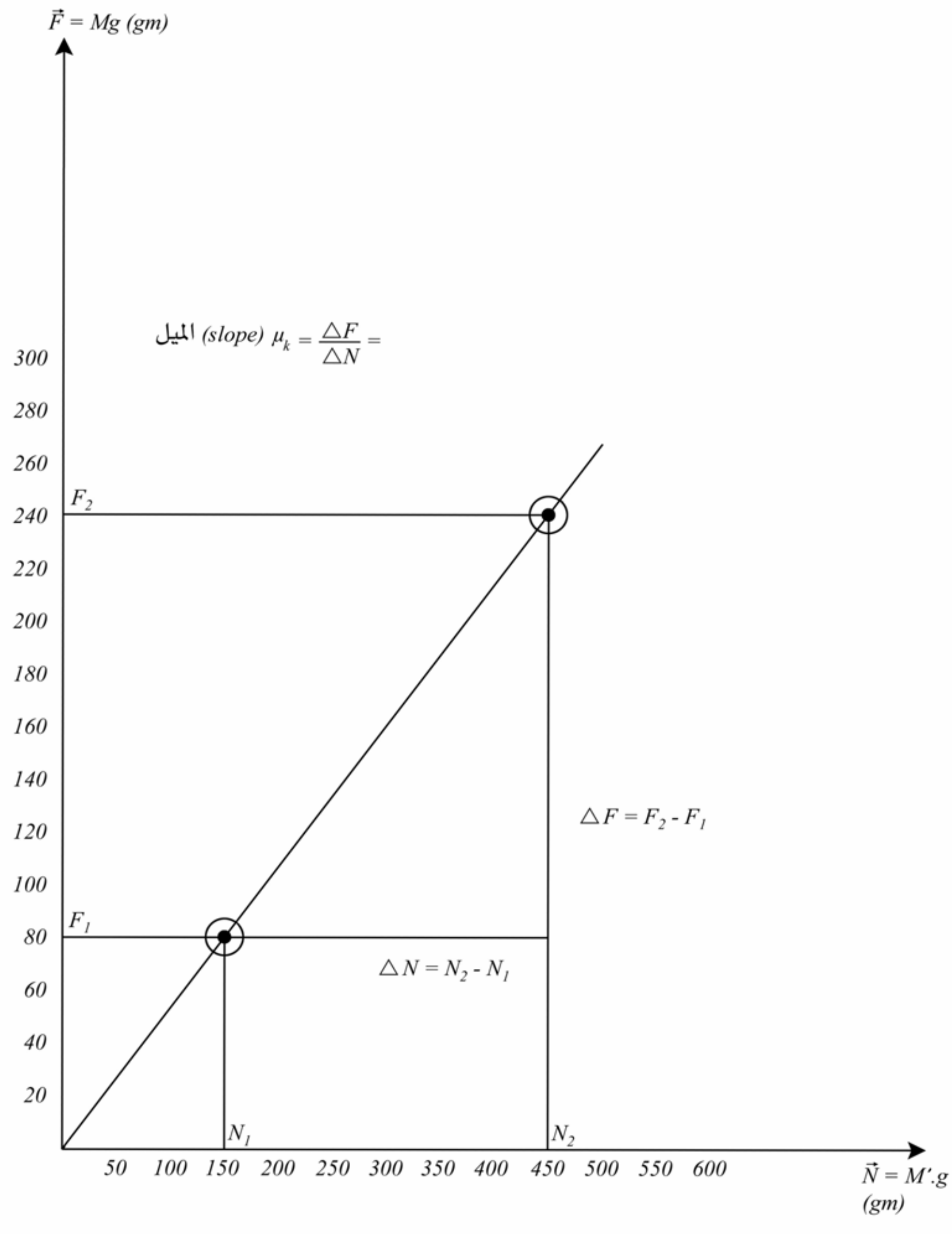
١- ما المقصود بمعامل الاحتكاك الحركي ومعامل الاحتكاك السكوني؟ وما هو الفرق بينهما؟

٢- اذكر العوامل التي تؤثر على قوة الاحتكاك؟

٤-٧ الامتحان الذاتي:

١- عرّف قوة الاحتكاك السكوني.

٢- جسم كتلته $(2kg)$ يتحرك على سطح مائل بزاوية $(30°)$ على السطح الأفقي أوجد قوة الاحتكاك الحركي علماً بأن معامل الاحتكاك يساوي (0.2).


$\vec{F} = Mg$ (gm)
الميل (slope) $\mu_k = \frac{\triangle F}{\triangle N} =$
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
F_2
F_1
$\triangle F = F_2 - F_1$
$\triangle N = N_2 - N_1$
N_1
N_2
50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600
$\vec{N} = M'.g$ (gm)

الشكل (4-4)

٥-١ المتطلبات:

تفسير مفهوم الحركة على خط مستقيم بتسارع ثابت.

٥-٢ الأدوات المستخدمة:

مصدر للجهد الكهربائي، مغناطيس، حامل، ساعة إيقاف، مفتاح، كرة معدنية.

٥-٣ الهدف من التجربة:

تعيين عجلة الجاذبية الأرضية (g) باستخدام السقوط الحر للأجسام.

٥-٤ المقدمة:

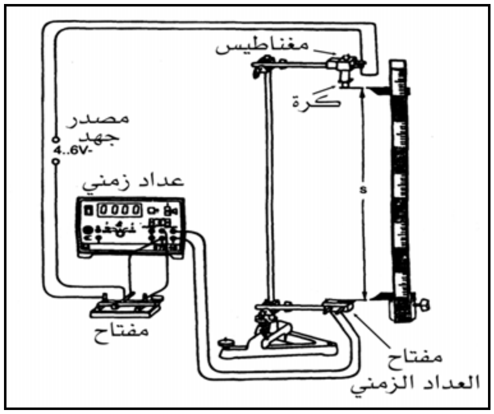
عند سقوط جسم من نقطة تأثير محددة تقع تحت تأثير تسارع الجاذبية الأرضية (g)، فإنه يسقط سقوطاً حراً *(free fall)* تحت تأثير وزنه (W) ويقطع مسافة (s) قبل توقفه، يمكن إيجادها باستخدام قوانين حركة الجسم على خط مستقيم بتسارع ثابت:

$$s = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

حيث (v_1) سرعة الجسم الابتدائية، (t) زمن السقوط، (g) عجلة الجاذبية الأرضية. وحيث إن الجسم بدأ حركته من السكون فإن سرعته الابتدائية (v_o) تساوي صفراً، لذا فإنه يمكن التعبير عن إزاحة الجسم بالعلاقة التالية:

$$s = \frac{1}{2} g t^2 \qquad (1)$$

ولإجراء التجربة نستخدم جهازاً، يتكون من حامل مثبت عليه مغناطيس كهربائي لحمل الكرة المعدنية، ويتصل بدائرة كهربية لغرض التحكم بالمجال المغناطيسي، ومزود بعداد لحساب زمن سقوط الكرة بدقة عالية، ومفتاح لتمرير التيار الكهربائي، انظر الرسم التوضيحي المبيَّن بالشكل (٥-١).



الشكل (١-٥)

٥-٥ خطوات العمل:

١- صل الدائرة الكهربية كما هو موضح بالشكل (١-٥) بحيث تكون الكرة المعدنية معلقة بالمغناطيس الكهربائي وعلى مسافة معينة ولتكن $(90\,cm)$ عن مفتاح العداد الزمني.

٢- اضبط العداد الزمن وضعه على الوضع المفتوح (on).

٣- افتح الدائرة الكهربائية لتسقط الكرة بعد انعدام المجال المغناطيسي، تلاحظ أن العداد الزمني بدأ بحساب الزمن، إلى أن تلامس الكرة مفتاح العداد، ونلاحظ أن العداد الزمني قد توقف عن الحساب، وسجل الزمن (t).

٤- كرر الخطوة السابقة ثلاث مرات للمسافة نفسها للتأكد من دقة حساب الزمن.

٥- أعد الخطوة الثالثة والرابعة لعدة مسافات وفي كل مرة أعد الكرة المعدنية إلى المغناطيس ثم احسب الزمن (t).

٦- سجل قراءاتك في الجدول (١-٥) الموضح أدناه.

$s\ (m)$	$t_1\ (s)$	$t_2\ (s)$	$t_3\ (s)$	المتوسط $t\ (s)$	$t^2\ (s)^2$
0.90					
0.80					
0.70					
0.60					
0.50					
0.40					

الجدول (١-٥)

٧- ارسم العلاقة البيانية بين المسافة (s) مقدرة بالأمتار على المحور الصادي ومربع زمن سقوط الكرة (t^2) على المحور السيني مقدرة بالثانية تربيع وذلك على ورقة الرسم البياني لتحصل على خط مستقيم ميله يساوي:

$$slope = \frac{\Delta s}{\Delta t^2}$$

انظر الشكل (٢-٤)

٨- احسب عجلة الجاذبية الأرضية (g) من المعادلة رقم (1).

$$\boxed{g = \frac{2s}{t^2} = 2 \times slope}$$

٥-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- عرِّف السقوط الحر للأجسام؟

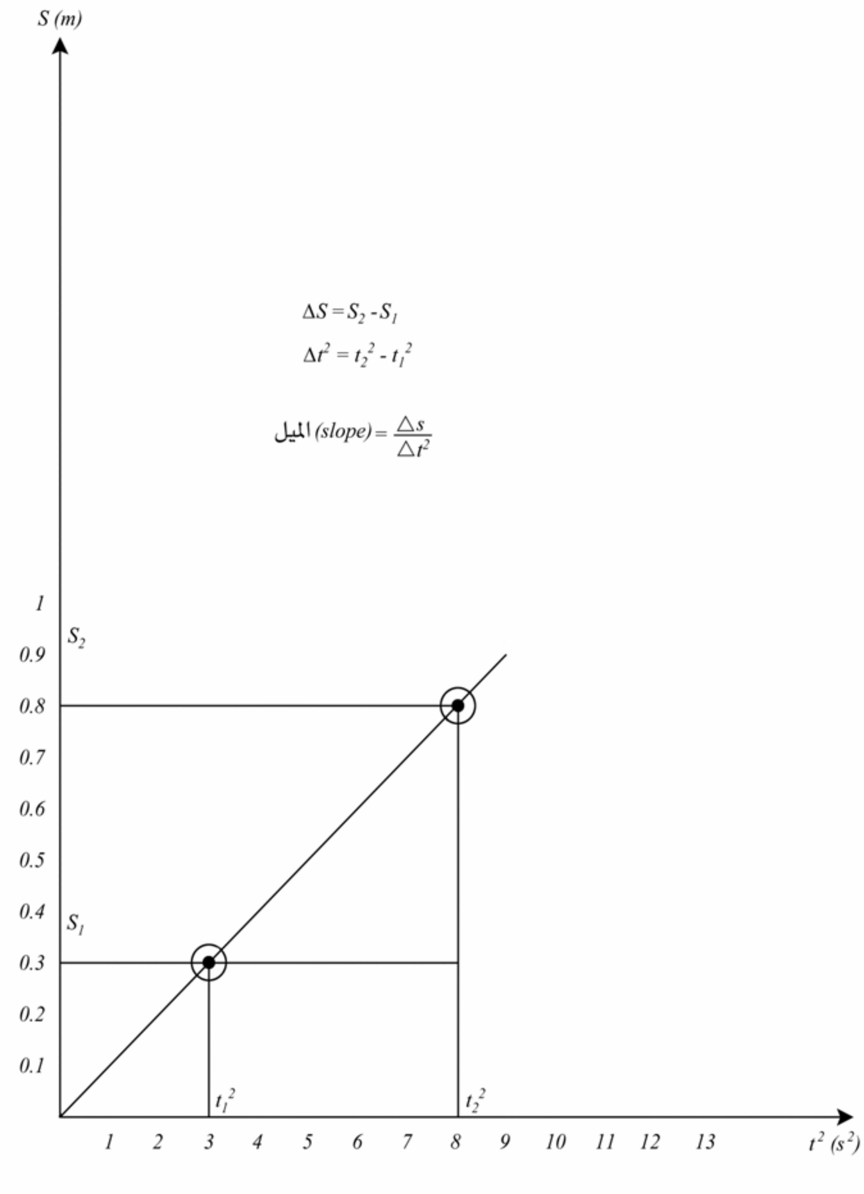
٢- هل لمقاومة الهواء تأثير على حركة الجسم الذي يسقط سقوطاً حراً؟ وضِّح ذلك.

٥-٧ الامتحان الذاتي:

١- هل يؤثر ارتفاع الجسم مسافات كبيرة عن مستوى سطح البحر على السقوط الحر للأجسام؟ وضِّح ذلك.

٢- سقط جسمان مختلفان في الكتلة، سقوطاً حراً من مستوى ارتفاع واحد، ووجد أن الجسمين يصلان إلى المكان نفسه بعد مرور فترة زمنية متساوية، اشرح ذلك.

٣- جسم يتحرك من السكون وبتسارع ثابت مقداره $(8 m/s^2)$، أوجد حسابياً المسافة التي قطعها خلال زمن قدره $(5\ s)$.


S (m)
$\Delta S = S_2 - S_1$
$\Delta t^2 = t_2^2 - t_1^2$
الميل $(slope) = \frac{\Delta s}{\Delta t^2}$
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
S_2
S_1
t_1^2
t_2^2
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
t^2 (s^2)

الشكل (2-5)

٦-١ المتطلبات:

أن يميِّز المتدرب بين الحركة على خط مستقيم بسرعة ثابتة والحركة بتسارع ثابت.

٦-٢ الأدوات المستخدمة:

عربة، سكة معدنية مزودة بمضخة هواء، جسم سهل الحركة بدون احتكاك، جسم معلق بخيط يمر على بكرة ثابتة، شريط ورقي لتسجيل الحركة، انظر الشكل (٦-١).

٦-٣ الهدف من التجربة:

دراسة العلاقة البيانية بين كل من الإزاحة ومعدل السرعة مع الزمن لجسم يتحرك على خط مستقيم وبتسارع ثابت باستخدام العربة التي تسير على سطح مهمل الاحتكاك.

٦-٤ المقدمة:

عندما يتحرك الجسم على خط مستقيم *straight line* وبتسارع ثابت *constant acceleration*، فإن الجسم المتحرك يمتلك موقعاً آنياً لحظياً وليكن (x)، وكذلك سرعة آنية ولتكن (v) يمكننا التعبير عن كلٍ منهما عند زمن معين (t) وفق المعادلتين الآتيتين:

$$x = v_o t + (1/2)at^2 \qquad (1)$$

$$v = v_o + at \qquad (2)$$

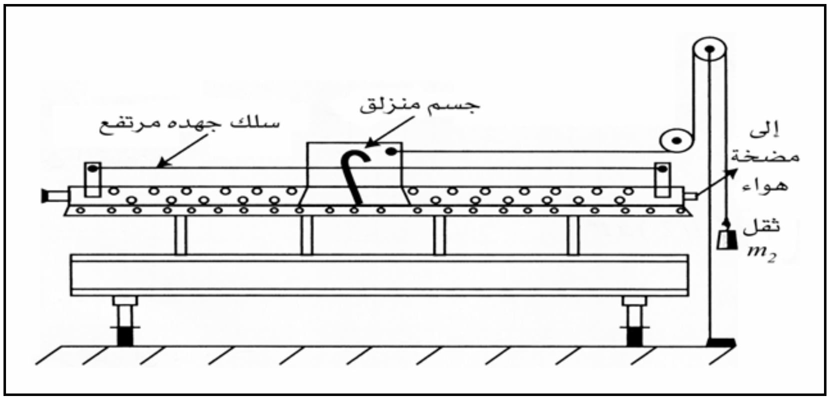
وذلك بافتراض أن:

$$\left.\begin{array}{l} x = 0 \\ v = v_o \end{array}\right\}$$

عند الزمن: $t = 0$، ومن المعادلتين (1) و(2) نجد أنَّ:

مقدار الإزاحة $(x = 0)$، ومقدار السرعة النهائية مساوٍ للسرعة الابتدائية $(v = v_o)$.

تُستخدم العربة المبينة في الشكل (٦-١) لدراسة العلاقة البيانية بين كل من موقع الجسم المتحرك (x) والوقت الذي يستغرقه *elapsed time* (t) في تغيير موقعه، ثمّ دراسة النتائج البيانية ومقارنتها مع المعادلة رقم (1)، كما تستخدم العربة نفسها لدراسة العلاقة البيانية بين سرعة الجسم المتحرك (v) بمعدلها خلال الفترة الزمنية (t) ثم دراسة النتائج البيانية ومقارنتها مع المعادلة رقم (2).



الشكل (١-٦)

٦-٥ خطوات العمل:

١- تأكَّد أن العربة على وضع أفقي، حيث يمكنك جعلها كذلك من خلال الأرجل المتحركة أسفل السكة الحديدية، وذلك بوضع الجسم المنزلق *glider* في المنتصف حيث يبدو وكأنه مستقر تماماً عدا حركة بسيطة للغاية نحو اليمين أو اليسار. ثم حرر الجسم المنزلق وذلك بإمساك طرف الخيط بيدك كي لا يؤثر الجسم الحر السقوط على الجهة اليمنى ذات الكتلة (m_2) على حركة الجسم المنزلق، وذلك بتشغيل منفاخ الهواء *air blower* كي يساعدك على تفحص حركة الجسم المنزلق.

٢- ثبت الشريط الورقي *graph paper tape* في موضعه المخصص له على طول السكة الهوائية، وذلك لتسجيل حركة الجسم المنزلق بيانياً.

٣- الآن ضع الجسم المنزلق *glider* في الجهة المقابلة للمنفاخ الهوائي والجسم الحر السقوط ثم أوقف المنفاخ عن العمل بوضعه على الوضع *(off)*.

٤- قم بتعليق ثقل مناسب ذي كتلة (m_2) في حامل الأثقال عند نهاية الخيط، ثم ضع تردداً مؤقت الومضات *spark timer* عند المقدار *(60 Hz)*، مع إبقاء الجسم المنزلق في مكانه، خذ مقداراً للكتلة (m_2) يساوي *(200 gram)*.

٥- الآن قم بتشغيل منفاخ الهواء *air blower*، ثم شغِّل مؤقت الومضات وأطلق الجسم المنزلق في اللحظة ذاتها، وكن على حذر شديد بحيث تقوم بإيقاف مؤقت الومضات قبل أن يصدم الجسم المنزلق ويرتد إلى الخلف مباشرة.

٦- خذ الآن الورقة البيانية من مكانها، وابدأ من البقعة الثانية من نقطة البداية وسجِّل المعلومات لكلٍ من الزمن والإزاحة لتقوم بعد ذلك بإيجاد معدل السرعة *average velocity*.

٧- يمكننا الآن إعادة الحسابات باعتماد تردد آخر وثقل معلق آخر، ومعلوم أن الزمن بين كل بقعة وأخرى على الخط البياني للحركة يمكن حسابه من المعادلة:

$$t = \frac{1}{f} = \frac{1}{60}$$

٨- ارسم على ورقة بيانية موقع الجسم (x) على المحور الصادي (y) والزمن (t) على المحور السيني (x) لتحصل على خط بياني، انظر الشكل (١-٦)، ميله يساوي:

$$\boxed{slope = v = \frac{\Delta x}{\Delta t}}$$

والذي يمثل سرعة الجسم المنزلق.

٩- ارسم رسماً بيانياً آخر بين معدل السرعة (v) على المحور الصادي والزمن (t) على المحور السيني، عند منتصف المجال لحركة الجسم من خلال الرسم الذي سجله الجهاز لتحصل على خط مستقيم، انظر الشكل (٢-٦)، ميله عبارة عن تسارع الجسم المنزلق، أي أنَّ:

$$\boxed{slope = a = \frac{\Delta v}{\Delta t}}$$

ثم قارن النتيجة التي حصلت عليها مع المعادلة *(2)* لتحصل على تسارع الجسم المتحرك (a).

استخدم الجدول (١-٦) لتدوين نتائجك.

الزمن (s) time (t)	المسافة (cm) distance (x)	رقم البقعة spot No.
		1
		2
		3
		4
		5

الجدول (١-٦)

ثم استخرج الجدول (٢-٦) لتدوين نتائجك للجزء الثاني.

الزمن (s) *time (t)*	معدل السرعة (cm/s) *average velocity*	رقم البقعة *spot No.*
		1
		2
		3
		4
		5

الجدول (٢-٦)

٦-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- اكتب فقط الصيغة الرياضية للقوانين التي تصف حركة الجسم بتسارع ثابت.

٢- اشتق وحدة قياس كل من السرعة والتسارع في النظام الدولي للقياس *(SI)*.

٦-٧ الامتحان الذاتي:

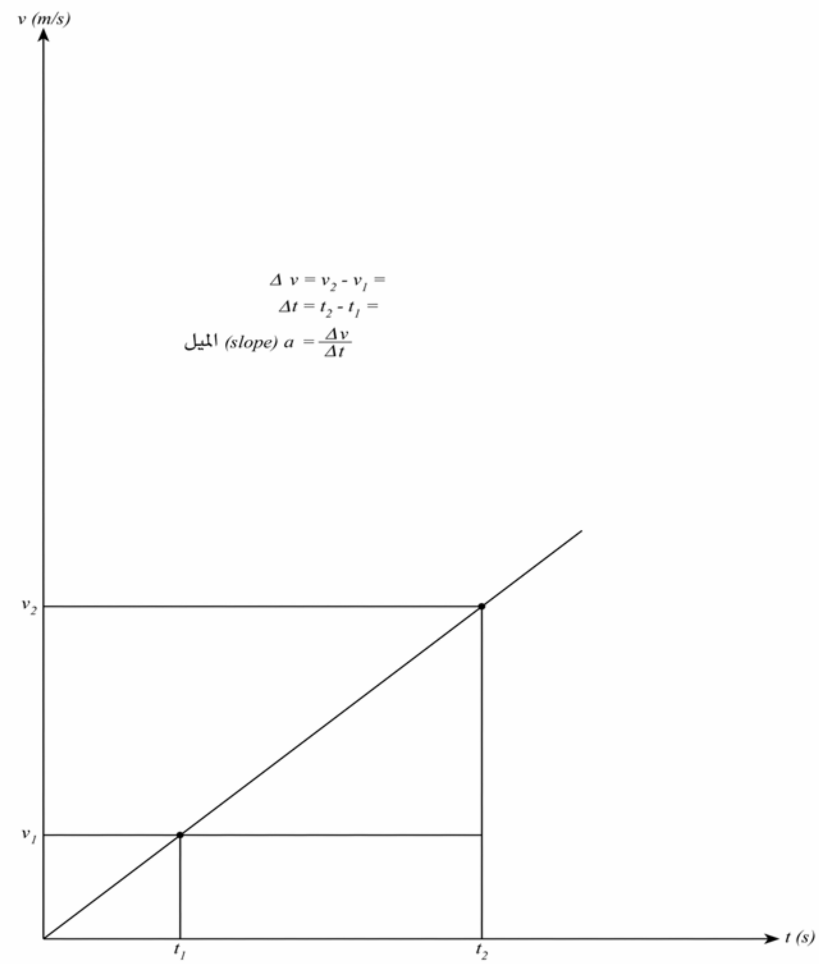
١- جسم يتحرك على خط مستقيم حسب المعادلة:

$$x = 8 + 3t^2 + 4t^3$$

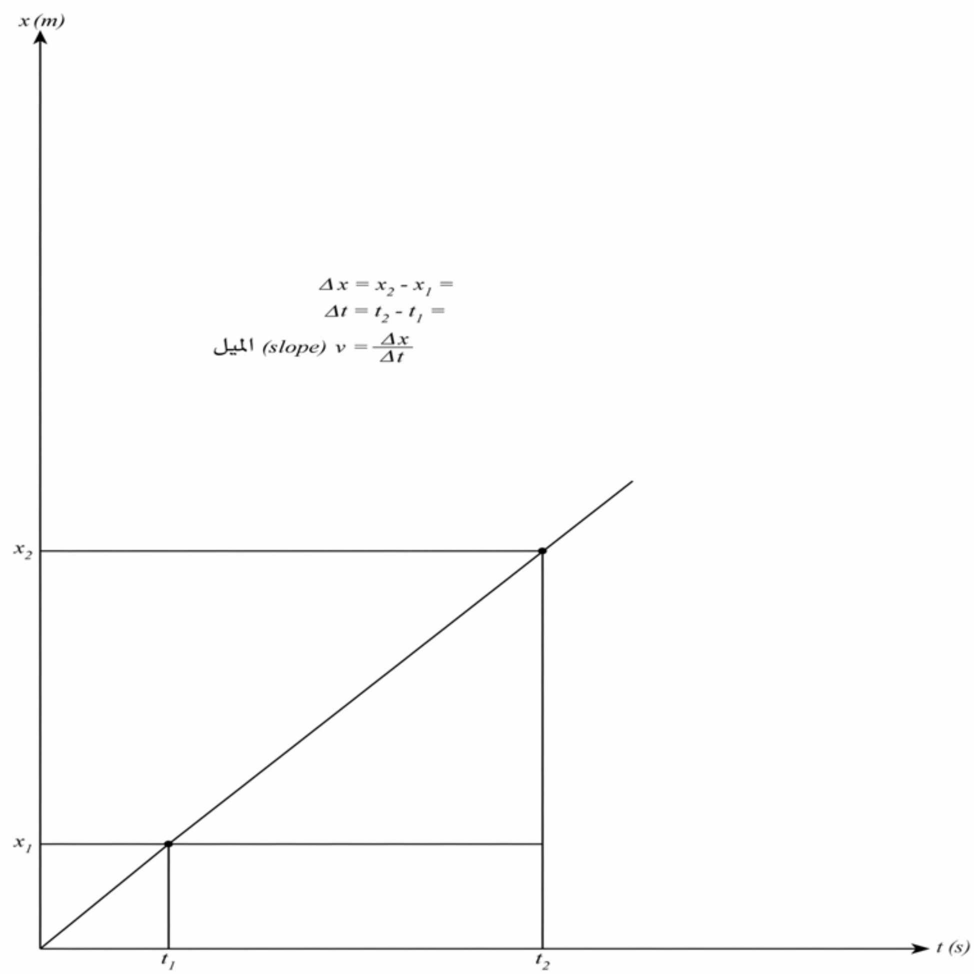
حيث تقاس (x) بالمتر والزمن (t) بالثانية.

أوجد حسابياً كلاً من: أ- سرعة الجسم بعد مرور ثانيتين.

ب- تسارع الجسم بعد مرور ثانيتين.



الشكل (3-6)


x (m)
$\Delta x = x_2 - x_1 =$
$\Delta t = t_2 - t_1 =$
الميل (slope) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
x_2
x_1
t_1
t_2
t (s)

الشكل (2-9)

٧-١ المتطلبات:

أن يفسِّر المتدرب قاعدة أرخميدس وعلاقتها بالموائع الساكنة.

٧-٢ الأدوات المستخدمة:

ميزان، أجسام صلبة منتظمة الشكل، وإناء يحتوي على سائل.

٧-٣ الهدف من التجربة:

تعيين الوزن النوعي لجسم صلب منتظم الشكل *specific weight*.

٧-٤ المقدمة:

تنص قاعدة أرخميدس على أنه إذا غمر جسم كلياً أو جزئياً في سائل، فإنه يُواجَه بقوة دفع من أسفل إلى أعلى تعادل في مقدارها وزن السائل الذي أزاحه هذا الجسم، ونلاحظ هنا أن حجم السائل المُزاح يساوي حجم الجسم ذاته.

ولفهم قاعدة أرخميدس، نغمر جسماً ارتفاعه (L) ومساحة قاعدته (A) في سائل كثافته (ρ_o) إلى عمق مقداره (h). أن القوة المؤثرة على قاع الجسم واتجاهها إلى أعلى، انظر الشكل (٧-١)، هي عبارة عن:

$$\vec{F}_{up} = p\,A = \rho_o\, g(h+L)\,A \qquad (1)$$

حيث (p) هو ضغط السائل، و(g) هي عجلة الجاذبية الأرضية.

أما القوة المؤثرة على السطح العلوي للجسم $(\vec{F}_{down})$:

$$\vec{F}_{down} = \rho_o ghA \qquad (2)$$

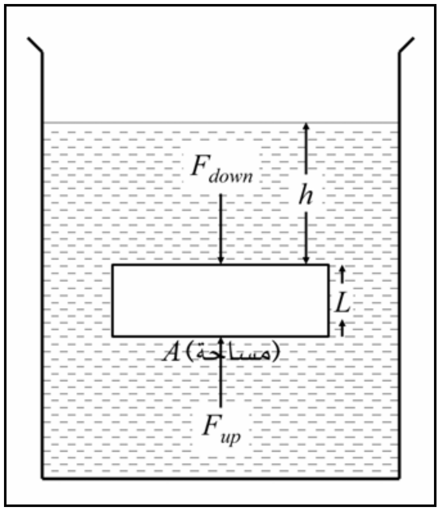
وهكذا نجد أن محصلة القوة الناتجة عن ضغط السائل على الجسم هي:

$$\vec{F} = \vec{F}_{up} - \vec{F}_{down} = \rho_o\, g\, L\, A = m_o\, g \qquad (3)$$

حيث

$$m_o = \rho_o\, L\, A = \rho_o V \qquad (4)$$

وهي تعبر عن كتلة السائل التي أزاحها الجسم، انظر الشكل (٧-١)، (V) هو عبارة عن حجم السائل المزاح $(V = LA)$، وهذا ما تنص عليه قاعدة أرخميدس.



الشكل (٧-١)

٧-٥ خطوات العمل:

١- أوجد وزن الجسم في الهواء (W_1).

٢- اغمر الجسم الصلب في الوعاء الذي يحتوي على السائل وحدد وزنه في السائل (W_2).

٣- أوجد قوة الدفع $(\vec{F})$ وهي تعادل الفرق بين الوزنين:

$$\vec{F} = W_1 - W_2$$

٤- وهكذا نجد أن الوزن النوعي للجسم *specific weight* هو عبارة عن:

$$\frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\text{وزن الجسم في الهواء - وزن الجسم السائل}}$$

ونعبر عن ذلك رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$\boxed{s.w = \frac{W_1}{W_1 - W_2}}$$

٥- أعد الخطوات السابقة مستخدماً باقي الأجسام الصلبة الموجودة.

٦- دون قراءاتك في الجدول (٧-١) لتعيين الوزن النوعي للجسم.

No.	$(W_1)\,gm$	$(W_2)\,gm$	$(W_1 - W_2)\,gm$	$s.w = \dfrac{W_1}{(W_1 - W_2)}$
1				
2				
3				
4				
5				

الجدول (٧-١)

٧-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- وزن الجسم في الماء أقل من وزنه في الهواء، علّل ذلك.

٢- اذكر نص قاعدة أرخميدس؟

٧-٧ الامتحان الذاتي:

١- اشرح قاعدة أرخميدس، وبيِّن علاقتها بالموائع الساكنة.

٢- احسب كلاً من الكثافة والوزن النوعي لجسم شغلت كتلةٌ منه مقدارها $(51gm)$ حجماً مقداره $(75\,cm^3)$ وذلك عند غمره في الماء، علماً بأن كثافة الماء تساوي $(1\,gm/cm^3)$.

٨-١ المتطلبات:

أن يميِّز المتدرب عملياً الفرق بين الموائع الساكنة والموائع المتحركة.

٨-٢ الأدوات المستخدمة:

أنابيب شعرية مختلفة الأقطار، كأس به ماء، مسطرة مترية، وميكروسكوب متحرك.

٨-٣ الهدف من التجربة:

تعيين معامل التوتر السطحي لمائع، باستخدام الأنابيب الشعرية.

٨-٤ المقدمة:

إن أيَّ جزيء من سائل ما *fluid*، هو واحد من ملايين الجزيئات التي تكوّن 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 أسفل، لذلك نلاحظ أن سطح السائل يكون مقعراً إلى أسفل داخل أنبوب الاختبار، أو محدباً إلى أعلى حسب مقدار القوى المحصلة بين جزيئات السائل من جهة (قوى التماسك) و(قوى التلاصق) بين الجزيئات وجدار الأنبوبة من جهة أخرى. إن هذه الظاهرة تسمى ظاهرة التوتر السطحي، ويمكن تعريف التوتر السطحي على النحو الآتي:

هو عبارة عن القوى المؤثرة على وحدة الأطوال من سطح السائل، ووحدة قياسه هي:

$$dy\,ne / cm = erge / cm^2$$

وهناك طرق كثيرة لتعيين التوتر 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 قصيرة ارتفاع السائل داخلها، لنفرض أن مقدار الارتفاع بالنسبة للسائل في الأنبوبة يساوي (h)، إن عمود السائل داخل الأنبوبة الشعرية يخضع لتأثير قوتين، قوة وزنه (F_W) واتجاهها إلى أسفل، وقوة أخرى هي القوة الناتجة عن التوتر السطحي (F_τ) واتجاهها إلى أعلى، وعند حدوث حالة الاتزان فإن القوتين المذكورتين تتساويان، أي أن:

$$F_W = F_\tau$$

ولكن من خلال معرفتنا لتعريف الضغط pressure (p) وهو عبارة عن القوة (F_W) المؤثرة على وحدة المساحات (A) من ناحية، ومن ناحية أخرى فإنه يعادل وزن عمود من السائل ارتفاعه يساوي ارتفاع السائل (h)، أي أنَّ:

$$p = \frac{F_W}{A} = \rho h g$$

$$F_W = A\rho h g = \pi r^2 \rho h g \qquad (1)$$

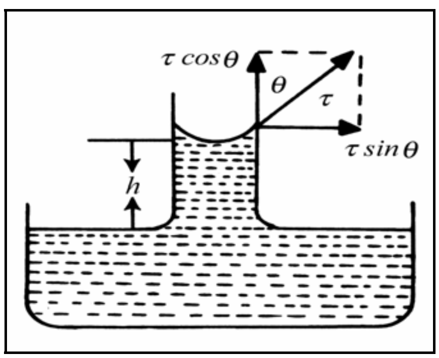
حيث إن:

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

(ρ): تساوي كثافة السائل، ومن جهة أخرى فإن القوة الناتجة عن التوتر السطحي (τ) تظهر مجدداً في الصيغة:

$$F_\tau = 2\pi r\ \tau\cos\theta \qquad (2)$$

حيث إن المقدار $(2\pi r)$ يساوي محيط الأنبوبة الشعرية، و(θ) تساوي زاوية التلامس بين السائل وجدار الأنبوبة الداخلي، انظر الشكل (١-٨).



الشكل (١-٨)

بمساواة المعادلتين (1) و(2) نجد أن:

$$\pi r^2 \rho h g = 2\pi r\ \tau\cos\theta$$

$$\tau = \frac{h r g \rho}{2\cos\theta} \qquad (3)$$

وفي حالة استخدام الماء في هذه التجربة فإن (θ) تكون صغيرة جداً، أي أنَّ:

$$\boxed{\tau = \frac{h r g \rho}{2}}$$

٨-٥ خطوات العمل:

١- قس القطر الداخلي للأنبوبة الشعرية باستخدام الميكروسكوب المتحرك، وذلك بعد تنظيفها، ثم عيِّن نصف قطرها الداخلي *radius*، مستخدماً المتر كوحدة للقياس.

٢- اغمس الأنبوبة الشعرية في الكأس الذي يحوي السائل (ماء) ولتكن بوضع رأسي وثبتها بواسطة الحامل المخصص لذلك، ستلاحظ بعد قليل ارتفاع الماء في الأنبوبة.

٣- قس بدقة ارتفاع الماء في الأنبوبة بواسطة المسطرة المترية (h).

٤- أعد الخطوات (١، ٢، ٣) لعدد من الأنابيب الشعرية المختلفة الأقطار.

٥- دوّن قراءاتك في جدول مناسب كالجدول (٨-١).

no.	القطر $2r\ (m)$	نصف القطر $r\ (m)$	$\frac{1}{r}(m^{-1})$	$h\ (m)$
1				
2				
3				
4				
5				
6				

الجدول (٨-١)

٦- ارسم العلاقة البيانية بين مقلوب نصف القطر $(1/r)$ على المحور السيني مقاساً بوحدة (m^{-1})، وارتفاع الماء في الأنبوبة (h) أيضاً مقاساً بوحدة (m) على المحور الصادي وسوف تحصل على خط مستقيم ميله يساوي $(h.r)$، انظر الشكل (٨-٢).

٧- احسب مقدار قوة التوتر السطحي من العلاقة رقم (3) آخذاً بعين الاعتبار أن الزاوية (θ) صغيرة جداً في حالة الماء، أي أنَّ:

$$\cos\theta \cong 1$$

وهكذا (τ):

$$\tau = \frac{h\,r\,g\,\rho}{2} = slope \times \frac{g\,\rho}{2}$$

علماً بأن كثافة الماء (ρ) تساوي:

$$\rho = 1000\ kg / m^3$$

وتسارع الجاذبية الأرضية (g) يساوي:

$$g = 9.8 (m / s^2)$$

٨-٦ الأسئلة والمناقشة:

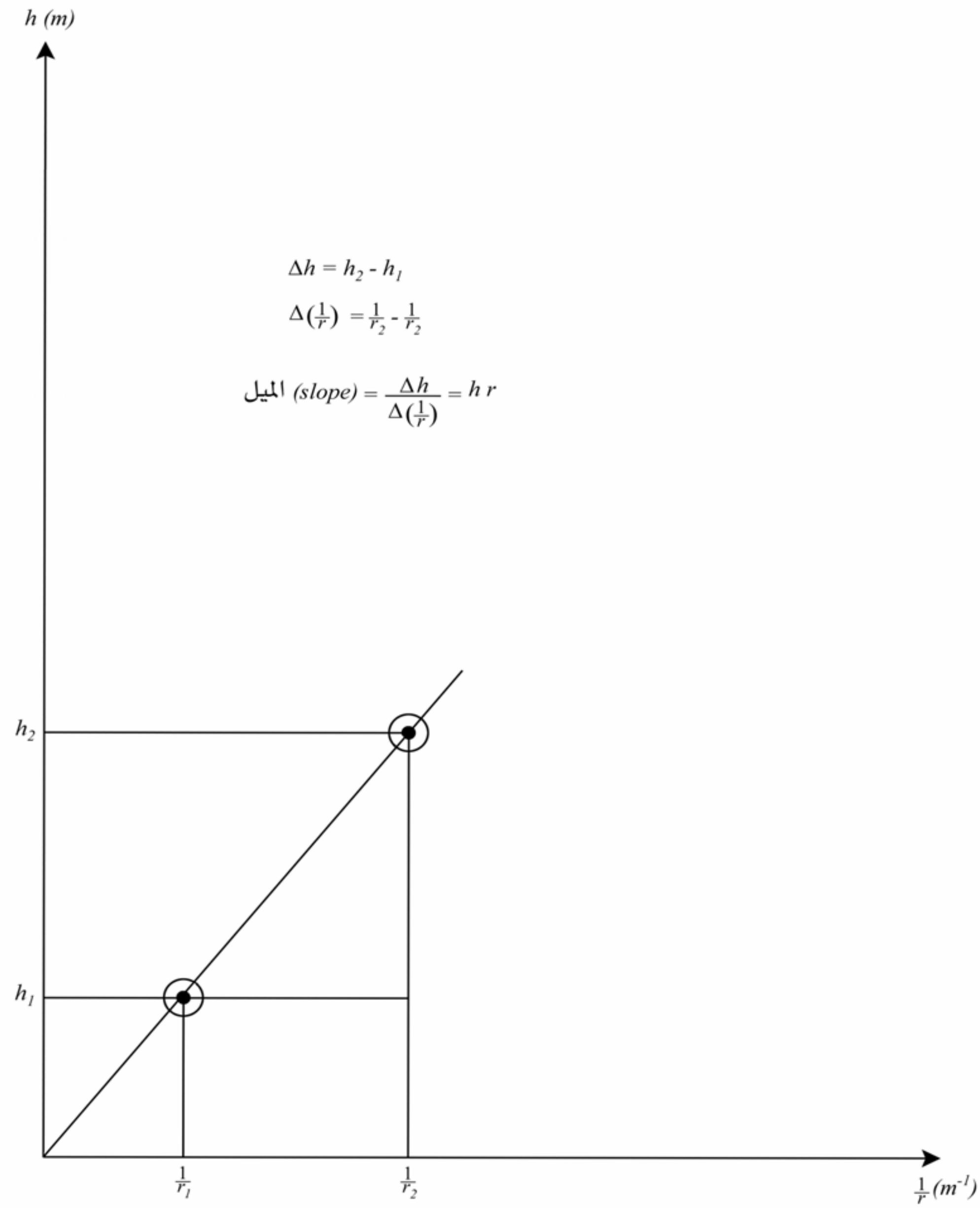
١- عند النظر إلى أعلى الأنبوبة الشعرية تلاحظ تحدب سطح السائل، فسِّر ذلك.

٢- إذا عُلم أن ارتفاع السائل في الأنبوبة الشعرية يساوي $(12 mm)$ ونصف قطر الأنبوبة الداخلي يساوي $(0.35 mm)$، وكثافة السائل $(400\ kg / m^3)$ وزاوية التماس $(\theta = 0°)$، احسب مقدار معامل التوتر السطحي لهذا السائل.

٨-٧ الامتحان الذاتي:

١- عرِّف معامل التوتر السطحي.

٢- في تجربة لقياس معامل التوتر السطحي باستخدام الخاصية الشعرية كان ارتفاع السائل في الأنبوبة يساوي $(12 mm)$، وقطر الأنبوبة يساوي $(0.9 mm)$، وكثافة السائل تساوي $(400\ kg / m^3)$، احسب معامل التوتر السطحي للسائل إذا كانت زاوية التماس $(\theta = 0°)$.


h (m)
$\Delta h = h_2 - h_1$
$\Delta(\frac{1}{r}) = \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_2}$
الميل $(slope) = \frac{\Delta h}{\Delta(\frac{1}{r})} = h\,r$
h_2
h_1
$\frac{1}{r_1}$
$\frac{1}{r_2}$
$\frac{1}{r}(m^{-1})$

الشكل (2-8)

٩-١ المتطلبات:

أن يصف المتدرب خصائص الموائع المتحركة وصفاً صحيحاً، ويعدد العوامل المؤثرة عليها.

٩-٢ الأدوات المستخدمة:

أنبوبة طويلة، مجموعة من الكرات الصلبة مختلفة الأقطار، ساعة إيقاف، سائل، مسطرة مترية، وميكرومتر.

٩-٣ الهدف من التجربة:

تعيين معامل اللزوجة لسائل بطريقة العالم ستوك.

٩-٤ المقدمة:

لزوجة المائع هي نوع من الاحتكاك الداخلي، تحول دون حركة طبقات المائع المتجاورة من الحركة بحرية فوق بعضها ويعتمد هذا المفهوم للزوجة على ما قاله العالم نيوتن: بأنَّ المائع مكون من طبقات ذات سماكات صغيرة موجودة فوق بعضها البعض.

وإذا ما وضع المائع في إناء، فإنَّه يمكننا وصفه وصفاً كاملاً من خلال أجزائه الثلاثة الآتية:

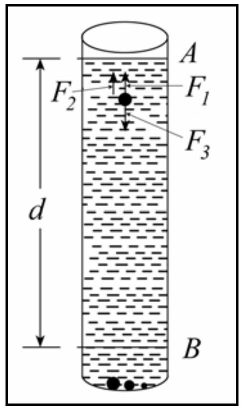
١- جزء ملاصق لجدار الإناء.

٢- جزء مجاور لجدار الإناء.

٣- جزء آخر داخلي.

ولا شك أن 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.

والآن، إذا ألقيت كرة معدنية في مائع لزج (جليسرين) مثلاً، فإن طبقة المائع سوف تلتصق بالكرة وتتحرك معها إلى أسفل، 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 (٩-١).



الشكل (١-٩)

بملاحظتنا للشكل (١-٩) نستطيع أن نميز القوى الآتية:

١- قوة لزوجة المائع $(F_1 \uparrow)$ *viscous retarding force*، وفقاً لقانون العالم ستوك *Stock's law* فإن الكرة المعدنية التي يساوي نصف قطرها (r) والملقاة في مائع لزوجته (μ) وبسرعة نهائية منتظمة (v) تعاكس حركة سيرها وإلى أعلى قوة لزوجة المائع والتي يساوي مقدارها:

$$F_1 \uparrow = 6\pi \mu r v$$

٢- وزن السائل المزاح إلى أعلى $(F_2 \uparrow)$ *buoyant force (upwardforce)*، وهي كما نلاحظ من الشكل (١-٩) قوة طفو تتجه أيضاً نحو الأعلى ويساوي مقدارها:

$$F_2 \uparrow = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_L g$$

٣- وزن الكرة المعدنية إلى أسفل $(F_3 \downarrow)$ *sphere weight*، وهي قوة الشد التي تتعرض لها الكرة داخل المائع نحو الأسفل بفعل الجاذبية الأرضية:

$$F_3 \downarrow = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_S g$$

حيث:

ρ_L : كثافة السائل *fluid density*.

ρ_S : كثافة الكرة المعدنية *sphere density*.

g: عجلة الجاذبية الأرضية *gravitational acceleration*.

μ: معامل لزوجة المائع *viscosity coefficient*.

وعندئذ فإن:

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

أي أن:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_3$$

$$6\pi \mu r v + \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_L g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_S g$$

وبحل هذه المعادلة يمكننا حساب معامل اللزوجة (μ) للمائع وفقاً للعلاقة الرياضية الآتية:

$$\boxed{\mu = \frac{2}{9}\frac{r^2}{v} g(\rho_S - \rho_L)}$$

- تعريف معامل اللزوجة *viscosity coefficient* (μ):

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

- تعريف اللزوجة *viscosity*:

هي المقاومة التي يعوِّق بها المائع الحركة النسبية بين طبقاته أو بين طبقاته وجسم صلب تتحرك فيه.

٩-٥ خطوات العمل:

١- حدد علامتين واضحتين على الجدار الخارجي للأنبوبة الزجاجية *(A)* و*(B)*، انظر الشكل (٩-١) وقس المسافة بينهما، ولتكن مسافة مناسبة حتى تكون السرعة منتظمة.

٢- قس أنصاف أقطار الكرات المعدنية بواسطة المايكروميتر، ودونها في الجدول (٩-١).

٣- قم بإسقاط الكرة الأولى في وسط السائل ثم احسب زمن سقوطها بين النقطتين *(A)* و*(B)*.

٤- احسب سرعة السقوط *(v)* من العلاقة:

$$v = \frac{d}{t}$$

حيث إنَّ:

(d) المسافة الفاصلة بين العلامتين *(A)* و*(B)*.

(t) الزمن الذي استغرقته الكرة في قطع المسافة *(d)*.

٥- كرر الخطوتين (٣ و٤) مع باقي الكرات الأخرى.

٦- دوِّن قراءاتك كما هو موضح في الجدول (١-٩).

٧- ارسم العلاقة بين مربع نصف قطر الكرة (r^2) مقاساً بوحدة (cm^2) على المحور الصادي و(v) مقاسة بوحدة (cm/s) على المحور السيني، وذلك على ورقة الرسم البياني لتحصل على خط مستقيم، انظر الشكل (٢-٩)، والآن جد ميل هذا الخط على النحو الآتي:

$$(slope) = \frac{\Delta r^2}{\Delta v}$$ الميل

رقم الكرة	المسافة (d) cm	القطر (2r) cm	نصف القطر (r) cm	مربع نصف القطر $(r^2)cm^2$	الزمن (t) sec	السرعة $v = \frac{d}{t}\ (cm/s)$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

الجدول (١-٩)

ملاحظة: المسافة (d) ثابتة لجميع الكرات.

٨- احسب معامل اللزوجة (μ) من العلاقة:

$$\mu = \frac{2}{9}\frac{r^2}{v} g\ (\rho_S - \rho_L)$$

حيث:

$$g = 980\ (cm/s^2)$$

$$\rho_S = 7.8\ (gm/cm^3)$$

$$\rho_L = 1.22\ (gm/cm^3)$$ للجلسرين

٩-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- عرِّف اللزوجة.

٢- استنتج وحدة قياس معامل اللزوجة.

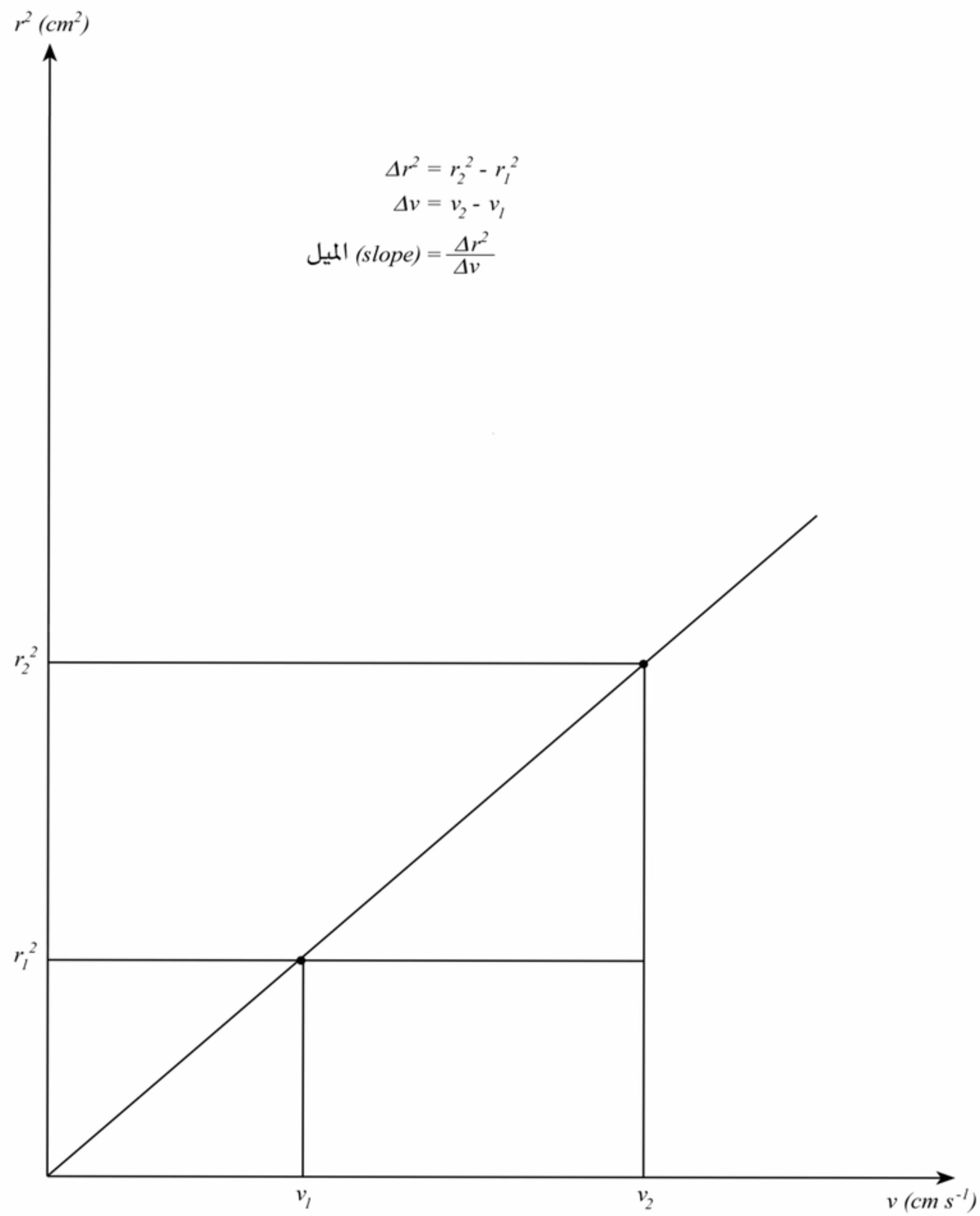
٣- يزداد استهلاك السيارة للوقود عندما تسير بسرعة عالية، علّل سبب ذلك.

٩-٧ الامتحان الذاتي:

١- لماذا تبدي بعض السوائل مقاومة عند حركتها؟ وضّح إجابتك.

٢- كرة معدنية نصف قطرها يساوي $(0.25\,cm)$، تسقط في سائل كثافته $(1.2\,kg/m^3)$، ومعامل لزوجته[1] $(8.3\,p)$، علماً بأن كثافة الكرة المعدنية $(89\,gm/cm^3)$. احسب سرعة الكرة في السائل؟

[1] وحدة قياس معامل اللزوجة هي البواز.


r^2 (cm^2)
$\Delta r^2 = r_2^2 - r_1^2$
$\Delta v = v_2 - v_1$
الميل $(slope) = \frac{\Delta r^2}{\Delta v}$
r_2^2
r_1^2
v_1
v_2
v $(cm\ s^{-1})$

الشكل (2-9)

١٠-١ المتطلبات:

أن يربط المتدرب بين مفهومي شدة التيار الكهربائي وفرق الجهد ويعرف العلاقة بينهما من خلال قانون العالم أوم.

١٠-٢ الأجهزة المستخدمة:

مصدر جهد ، صندوق مقاومات، مقاومة متغيرة، فولتميتر، أميتر، وأسلاك توصيل.

١٠-٣ الهدف من التجربة:

تحقيق قانون أوم عملياً

١٠-٤ المقدمة:

ينص قانون أوم على أن فرق الجهد *(V)* بين طرفي موصل *conductor* يتناسب تناسباً طردياً مع شدة التيار الكهربائي *(I)* عند ثبوت درجة الحرارة، حيث إن درجة الحرارة تؤثر على مقاومة المادة، فإذا فرضنا أن فرق الجهد *(V)* وشدة التيار المار *(I)* فإن:

$$V \propto I$$

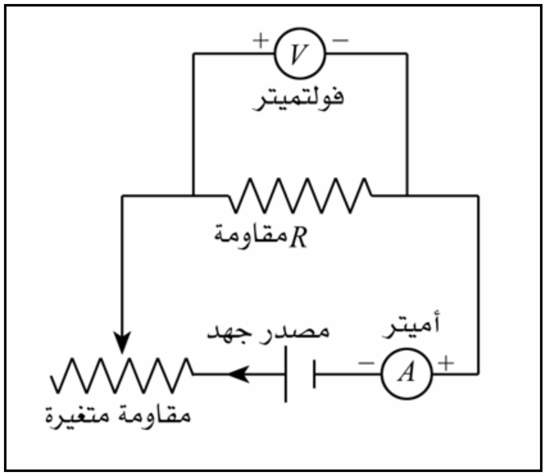
$$V = constant \times I$$

$$V = R \times I \Rightarrow R(ohm) = \frac{V(volt)}{I(amper)}$$

حيث إن *(R)* هي ثابت التناسب، وتسمى بمقاومة الموصل، ووحدة قياسها في النظام الدولي للقياس هو الأوم، ويرمز لها بالرمز اليوناني *(Ω)* وتقرأ أوميكا، والمقصود بالمقاومة مقدار ما يلقاه التيار من صعوبة أو معارضة عند مروره في موصل كهربائي.

١٠-٥ خطوات العمل:

١- صل الدائرة الكهربائية كما هو موضح في الشكل (١-١٠):



الشكل (١٠-١)

٢- حرك المقاومة المتغيرة *rheostat* ببطء حتى تلاحظ بوضوح بدء حركة مؤشر كل من الفولتميتر والأميتر وسجل قراءة كل من الأميتر *(A)* لمعرفة شدة التيار المار عبر المقاومة، والفولتميتر *(V)* لمعرفة فرق الجهد بين طرفي المقاومة.

٣- كرر الخطوة رقم (٢) عدداً من المرات بحيث لا يقل عن ثمان.

٤- دوِّن قراءتك في الجدول (١٠-١).

	$V\,(volt)$	$I\,(amp)$	$R=\frac{V}{I}(\Omega)$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

الجدول (١٠-١)

٥- ارسم العلاقة البيانية -مستخدماً ورقة الرسم البياني- بين فرق الجهد (V) مقاساً بالفولت على المحور الصادي وشدة التيار (I) مقاساً بالأمبير على المحور السيني، لتحصل على خط مستقيم، انظر الشكل (١٠-٢).

٦- أوجد ميل الخط المستقيم *(slope)*، ومقداره يساوي مقاومة الموصل (R) مقاساً بالأوم.

$$R(slope) = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

١٠-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- اذكر وحدات كلٍ من:

فرق الجهد ، شدة التيار الكهربائي، المقاومة

٢- اذكر نص قانون أوم.

٣- يعمل سخان كهربائي مقاومته $(15\,\Omega)$ على خط فرق جهد قدره $(110\,volt)$ ، أوجد حسابياً شدة التيار المار في السخان.

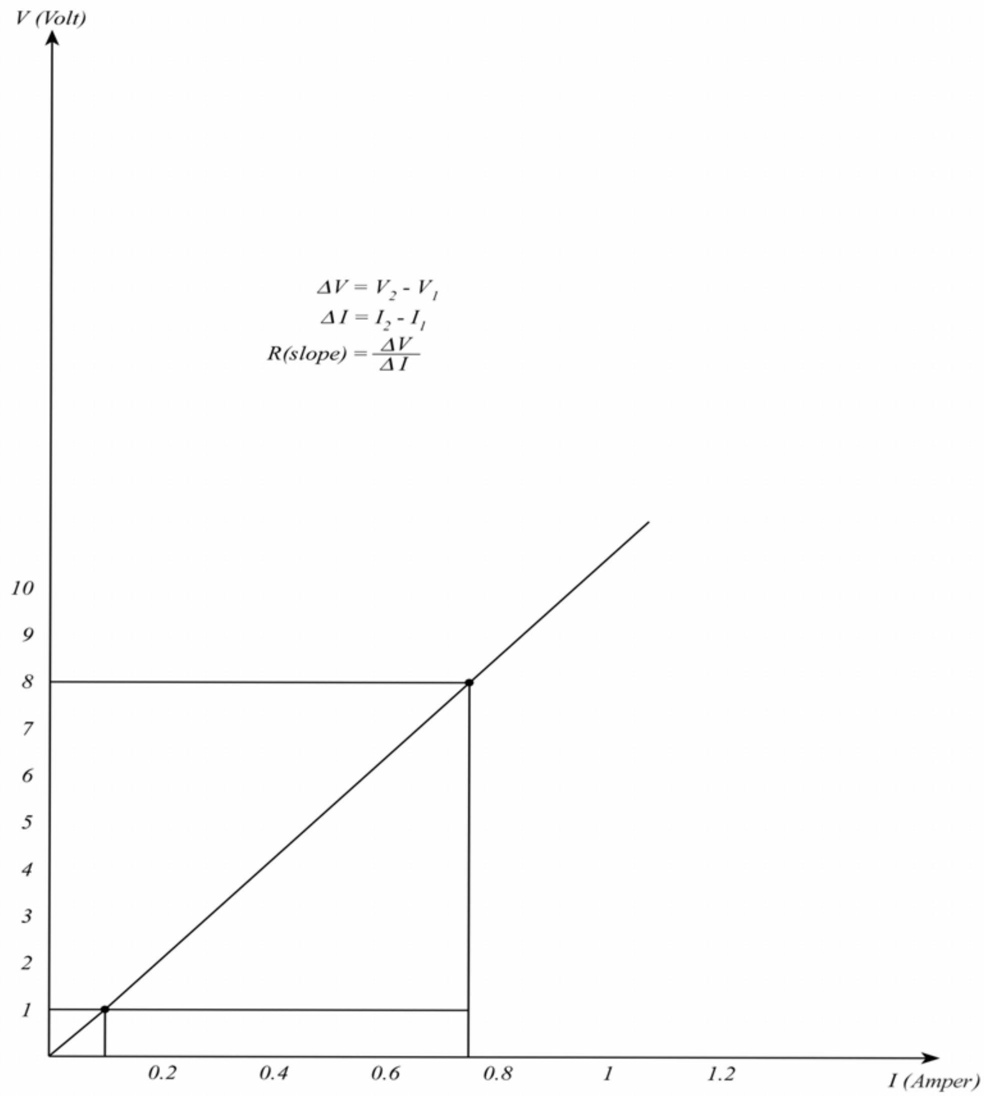
٤- هل تعتقد أن قانون أوم يبقى صحيحاً إذا تغيرت درجة حرارة المقاومة تغيُّراً كبيراً؟ وضِّح إجابتك.

١٠-٧ الامتحان الذاتي:

١- يمر تيار شدته $(100\,mA)$ في موصل عند توصيله بمصدر جهد مقداره $(20\,volt)$ ، أوجد حسابياً مقاومة الموصل.

٢- عرِّف الأوم، مستخدماً النظام الدولي للقياس.

٣- لديك ثلاث مقاومات (R_1, R_2, R_3) تمَّ وصلها على التوالي، اكتب الصيغة الرياضية للمقاومة المكافئة (R) ، هل يمكنك استخدام الصيغة التي كتبتها إذا كانت المقاومات الثلاث موصولة على التوازي؟ وضِّح إجابتك.


V (Volt)
$\Delta V = V_2 - V_1$
$\Delta I = I_2 - I_1$
$R(slope) = \frac{\Delta V}{\Delta I}$
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
I (Amper)

الشكل (2-10)

١١-١ المتطلبات:

أن يطبق المتدرب نظرية قنطرة العالم هويتستون *Wheaston*، وذلك لإيجاد مقاومة مجهولة بدلالة ثلاث مقاومات معلومة.

١١-٢ الأجهزة المستخدمة:

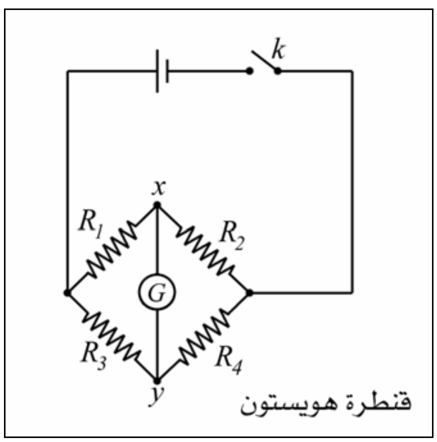
قنطرة مترية، مصدر جهد كهربائي، مجموعة مقاومات معلومة، مقاومة مجهولة، جلفانومتر، مفتاح، وأسلاك توصيل.

١١-٣ الهدف من التجربة:

حساب مقاومة مجهولة باستخدام القنطرة المترية.

١١-٤ المقدمة:

تُستخدم القنطرة المترية لحساب مقاومة مجهولة *unknown resisitance* باستخدام مقاومة معلومة، وهي حالة خاصة من قنطرة هويتستون *Wheatston bridge*، انظر الشكل (١-١١).



الشكل (١-١١)

وتتكون القنطرة المترية من سلك منتظم المقطع طوله $(100\,cm)$ مثبت الطرفين (A,B) على قاعدة خشبية، يتصل هذان الطرفان بمقاومتين (R_1,R_2) عن طريق توصيلات نحاسية سميكة، كما يتم وصل الطرفين الآخرين للمقاومتين بتوصيلة أخرى سميكة، انظر الشكل (٢-١١).

يمكن اعتبار أيٍ من المقاومتين (R_1,R_2) مجهولة والأخرى معلومة، وتلاحظ من الدائرة الكهربائية أن الدائرة تحتوي على مصدر للجهد الكهربائي ومفتاح قاطع بين النقطتين (A) و(B) كما

تحتوي على توصيلة الجلفانومتر (G) بين النقطتين (C) و (D) والنقطة (C) واقعة بين المقاومتين (R_1,R_2) وأخيراً النقطة (D) نجدها عند اتصال الزالق مع سلك المقاومة.

عندما يشير الجلفانومتر إلى نقطة الاتزان فإن الجهد عند النقطة (C) يساوي الجهد عند النقطة (D)، أي أنَّ:

$$V_C = V_D$$

وهذا معناه أن فرق الجهد V_{AD} = فرق الجهد V_{AC}، أي أنَّه وفقاً لقانون أوم نجد أنَّ:

$$R_1 \times I_2 = L_1 \times I_1 \qquad (1)$$

ونلاحظ من ناحية أخرى أن فرق الجهد V_{BD} = فرق الجهد V_{BC}، أي أن:

$$R_2 \times I_2 = L_2 \times I_1 \qquad (2)$$

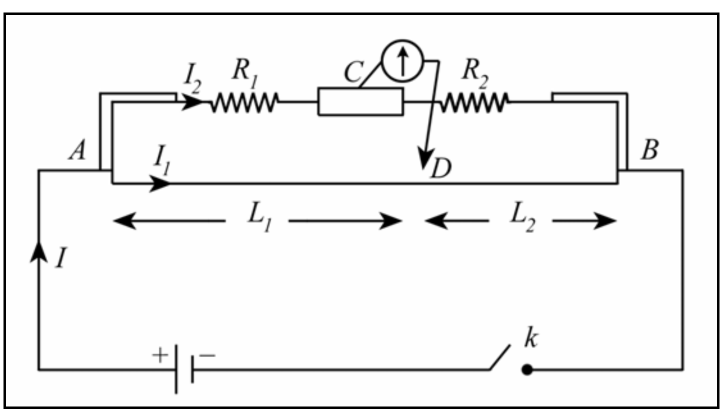
وبقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) نجد أنَّ:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \qquad (3)$$

وذلك عندما يشير الجلفانومتر إلى "نقطة الاتزان".

٥-١١ خطوات العمل:

١- صل الدائرة الكهربائية كما هو موضح في الشكل (٢-١١) واختر مقاومة معلومة (R_1).



الشكل (٢-١١)

٢- قم بتحريك الزالق على السلك يميناً ويساراً حتى تحصل على حالة الاتزان وذلك بجعل مؤشر الجلفانومتر يقف على الصفر تماماً.

٣- إذا اعتبرت المقاومة (R_2) مثلاً، مقاومة مجهولة، حدِّد الطول (L_2) ثم احسب (L_1) من المعادلة:

$$L_1 = 100 - L_2$$

حيث إن الطول الكلي للسلك كما أشرنا سابقاً يساوي $(100\ cm)$.

٤- غيِّر المقاومة المعلومة (R_1) بمقاومة أخرى معلومة أيضاً، ثم كرر الخطوتين (٢، ٣) وسجِّل قراءاتك، ثم احسب المقاومة المجهولة (R_2) في كل مرة من العلاقة الآتية:

$$\boxed{R_2 = R_1 \frac{L_2}{L_1}} \quad \text{(المقاومة المجهولة)} \quad (4)$$

٥- غيِّر المقاومة المعلومة (R_1) بمقاومة معلومة أخرى ثم احصل على حالة الاتزان وفي كل مرة احسب المقاومة المجهولة (R_2).

٦- كرر الخطوة الخامسة مع مقاومة ثالثة معلومة.

٧- دوِّن نتائجك في الجدول (١-١١).

٨- احسب المتوسط الحسابي لقيم المقاومة المجهولة التي حصلت عليها في المرات الثلاثة:

$$R_2 = \frac{R_2' + R_2'' + R_2'''}{3}$$

حيث إن (R_2')، (R_2'')، (R''') المقادير التي أوجدتها للمقاومة المجهولة في كل مرة من المرات الثلاث، وهكذا نكون قد وجدنا قيمة المقاومة المجهولة (R_2) بدرجة جيدة من الدقة.

No	$R_1(\Omega)$	$L_1(cm)$	$L_2(cm)$	$R_2 = R_1 \frac{L_2}{L_1}\ \Omega$
1				
2				
3				

الجدول (١-١١)

$$R_2 = \frac{R_2' + R_2'' + R_2'''}{3}$$

١١-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- ما هي العوامل التي تؤثر على مقاومة المادة الموصلة؟

٢- عرِّف "المقاومة النوعية" ثم اذكر وحدة قياسها في النظام الدولي (SI).

٣- استخدمت قنطرة مترية لتعيين مقاومة مجهولة بالاستعانة بمقاومة مقدارها $(10\,\Omega)$ وكان طول السلك $(L_1 = 45\,cm)$ عند حدوث الاتزان، أوجد حسابياً مقدار المقاومة المجهولة؟

٤- هل تستطيع أن تعتبر مقدار المقاومة المجهولة الذي حصلت عليه في الخطوة الثامنة من طريقة العمل، يمثل القيمة المتوسطة لهذه الكمية الفيزيائية؟ قارن إجابتك بالمثال (٣-١) في التجربة الأولى من هذا الكتاب.

١١-٧ الامتحان الذاتي:

١- احسب المقاومة النوعية لسلك طوله $(100\ cm)$، ومقاومته $(100\,\Omega)$ علماً بأن نصف قطره $(5\,mm)$.

٢- ما هي العلاقة بين قنطرة هويستون وقانون أوم، وهل استفدت من معلوماتك حول قانون أوم في هذه التجربة؟ بيِّن ذلك.

١٢-١ المتطلبات:

أن يميِّز المتدرب مفهوم كلٍ من التيار المتردد والقوة الدافعة الكهربية.

١٢-٢ الأجهزة المستخدمة:

محول كهربي، فولتميتر، مصدر جهد، وأسلاك توصيل.

١٢-٣ الهدف من التجربة:

حساب النسبة بين فرقي الجهد في الملف الابتدائي (V_1) والجهد في الملف الثانوي (V_2) ومقارنتها مع النسبة بين عدد اللفات في الملفين $\left(\frac{N_1}{N_2}\right)$.

١٢-٤ المقدمة:

من المعلوم لدينا أن المحول الكهربائي يتكون من ملفين أحدهما الملف الابتدائي *primary coil* وتكون عدد لفاته (N_1)، وفولتيته (V_1) وهي فولتية الدخول أو الفولتية الابتدائية، والآخر هو الملف الثانوي *secondary coil* وتكون عدد لفاته (N_2)، وفولتيته (V_2) وهي فولتية الخروج أو الفولتية الثانوية، ويتم لف هذين الملفين من معدن النحاس أو خلائط النحاس على شكل أسلاك ذات أنصاف أقطار معلومة، حول قلب من الحديد المطاوع على شكل شرائح يفصلها عن بعضها مادة عازلة كالمايكا مثلاً *(mica)*.

تستخدم المحولات الكهربائية *transformers* في التحكم بمقدار الجهد *potential* بزيادته أو خفضه وذلك حسب الحاجة. وتعتمد نظرية عمل المحول الكهربائي على الحقيقة الكهربائية المعروفة والتي مفادها:

إذا وصلنا الملف الابتدائي للمحولة بقوة دافعة كهربائية مترددة *alternative electromotive force* (emf_1) فإنه يتولد عنها فيض مغناطيسي متردد *alternative magnetic flux* يقطع كلاً من الملفين الابتدائي والثانوي بحيث تكون $(e.m.f_1)$ مساوية ومعاكسة في الاتجاه للقوة الدافعة الكهربائية في الملف الثانوي $(e.m.f_2)$.

إنَّ الفيض المغناطيسي المتغير *changing magnetic flux* (Φ) يتداخل مع الملف الثانوي بحيث تكون شدة المجال المغناطيسي *magnetic field* (B) في الملفين واحدة، أما الفيض فيمكننا حسابه على النحو الآتي:

$$\Phi = N\,B\,A \qquad (1)$$

ويكون في الملف الابتدائي:

$$\Phi_1 = N_1 B A$$

والملف الثانوي:

$$\Phi_2 = N_2 B A$$

وهكذا نجد أن:

$$\frac{(e.m.f_1)}{(e.m.f_2)} = \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{N_1 B A}{N_2 B A} = \frac{N_1}{N_2}$$

ومن المألوف لدينا أن القوة الدافعة الكهربائية ما هي إلا فرق الجهد في كلا الملفين الابتدائي (V_1) والثانوي (V_2) ، وعليه:

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}} \qquad (2) \quad \text{(قانون المحول الكهربي)}$$

ويمكن كتابتها على النحو الآتي:

$$V_1 N_2 = V_2 N_1$$

ويسمى المحول رافعاً للجهد إذا كانت العلاقة بين عدد اللفات على النحو الآتي:

$$N_2 \rangle N_1$$

ويمكننا أن نتحكم عملياً بنسبة الرفع المطلوب، كأن تكون مثلاً $(1:2)$.

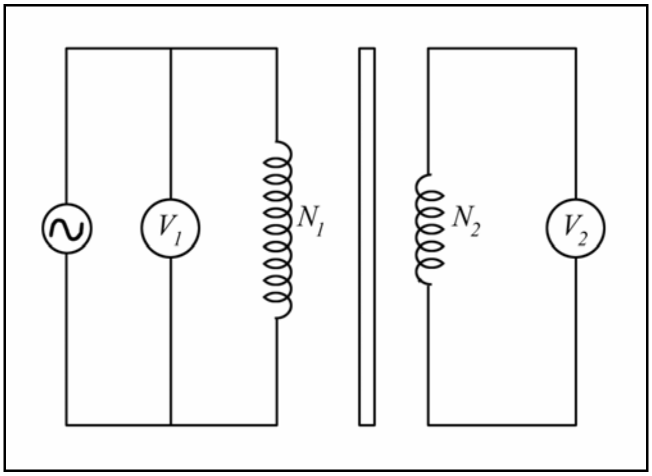
كما يسمى خافضاً للجهد إذا كانت العلاقة بين عدد اللفات على النحو الآتي:

$$N_1 \rangle N_2$$

ويمكننا أيضاً أن نتحكم بنسبة التخفيض المطلوب كأن تكون مثلاً $(2:1)$ وهكذا، أما إذا كانت النسبة $(1:1)$ فإن المحول يفقد وظيفته ويكون غير صالح للاستعمال.

١٢-٥ خطوات العمل:

١- قم بتوصيل الدائرة الكهربائية كما هو مبين في الشكل (١-١٢).



الشكل (١-١٢)

٢- افتح الدائرة الكهربائية، ثم قم بوضع الفولتية الداخلة (V_1) على قيمة مناسبة بحيث يمكنك زيادتها تدريجياً لتحصل على مجموعة قراءات مناسبة، ثم دون قراءاتك في الجدول (١-١٢).

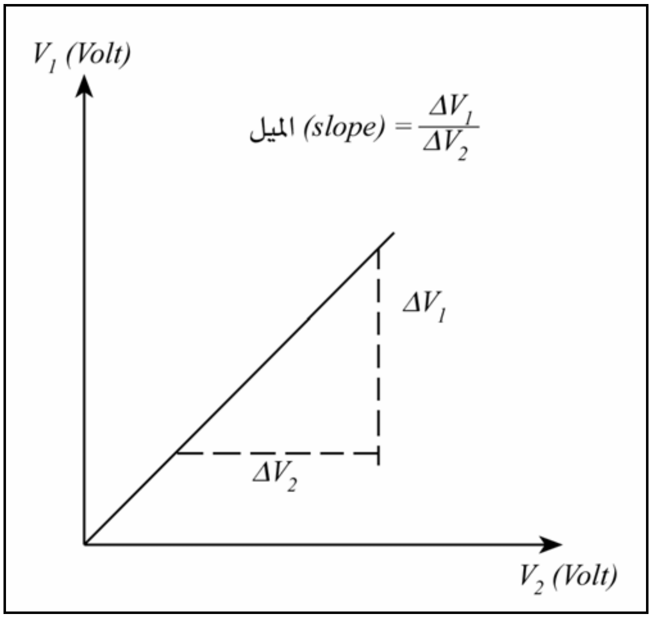
No.	1	2	3	4	5	6	7
V_1 volt							
V_2 volt							
$\frac{V_1}{V_2}$							

الجدول (١-١٢)

٣- ابدأ الآن بزيادة مقدار الفولتية الداخلة تدريجياً، وفي كل مرة دوِّن الفولتية الخارجة، لغاية سبع قراءات.

٤- ارسم العلاقة على ورق رسم بياني بين كل من (V_1) مقاسة بالفولت على المحور الصادي (y) و (V_2) مقاسة بالفولت على المحور السيني (x)، انظر الشكل (٢-١٢)، لتحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل ميله يساوي:

$$slope = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2}$$



الشكل (١٢-٢)

٥- بعد أن حصلت على مقدار الميل من الخط البياني، قم الآن بمقارنته مع النسبة (N_1 / N_2) بين عددي لفات الملف الابتدائي والثانوي[1]، لتجدها قريبة من بعضها.

٦- اعكس الآن موضع الملفين بحيث يصبح الابتدائي ثانوياً والثانوي ابتدائياً، ثم كرر التجربة ودوِّن ملاحظاتك.

١٢-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- وضِّح متى يكون المحول الكهربي رافعاً للجهد ومتى يكون خافضاً للجهد.

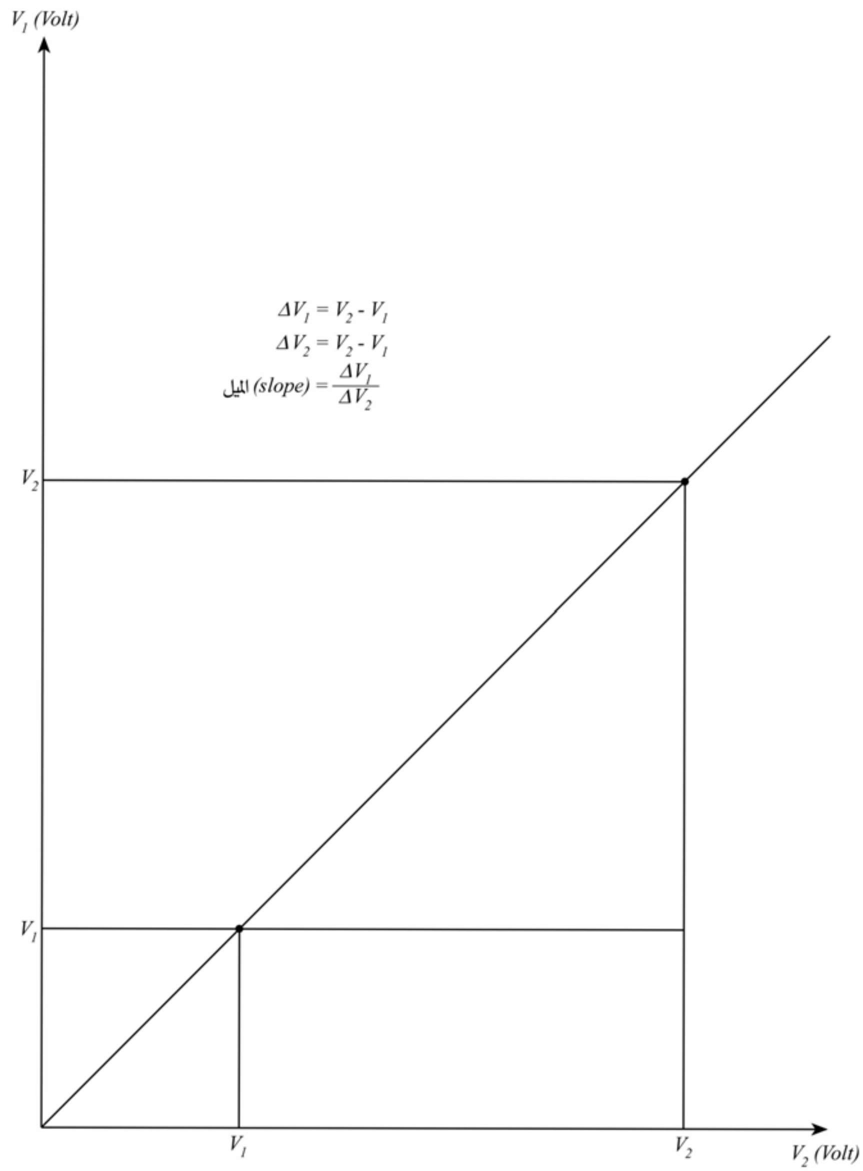
٢- محول كهربي عدد لفات ملفه الابتدائي *(500)* لفة وعدد لفات ملفه الثانوي *(1000)* لفة، أوجد حسابياً مقدار القوة الدافعة الكهربية عند الملف الثانوي، إذا كان فرق الجهد عند ملفه الابتدائي *(115 V)* فولت.

١٢-٧ الامتحان الذاتي:

١- اذكر أهم استخدامات المحول الكهربي؟

[1] تكون كل من (N_1) و (N_2) معلومة، وفي كثير من الأحيان نجدها مكتوبة على المحول نفسه.

٢- محول عدد لفات ملفه الابتدائي *(500)* لفة، وعدد لفات ملفه الثانوي *(1000)* لفة، احسب مقدار القوة الدافعة الكهربية عند الملف الابتدائي إذا كان فرق الجهد عند ملفه الثانوي *(220)* فولت؟



$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

الشكل (3-12)

١٣-١ المتطلبات:

أن يميِّز المتدرب بين معنى درجة الحرارة ومعنى كمية الحرارة للمادة.

١٣-٢ الأجهزة المستخدمة:

مسعر معزول عزلاً جيداً بمحرك، مقياس درجة الحرارة، ميزان، فرق حراري، وماسك.

١٣-٣ الهدف من التجربة:

حساب الحرارة النوعية لجسم صلب.

١٣-٤ المقدمة:

عند تسخين جسم أو تبريده فإن كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة تتناسب تناسباً طردياً مع كتلة الجسم (m) والفرق في درجتي حرارته الابتدائية والنهائية (ΔT).

فإذا فرضنا أن كمية الحرارة هي (ΔQ) فإن:

$$\Delta Q \propto m\,\Delta T$$

$$\Delta Q = c\,m\,\Delta T \qquad (1)$$

حيث (c) تسمى بالحرارة النوعية للجسم، ولكل جسم حرارته النوعية الخاصة به تبعاً للمادة المصنوع منها، وباستخدام المعادلة (1) يمكننا أن نعبِّر رياضياً عن الحرارة النوعية على النحو الآتي:

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}\ \frac{Ca\ell}{gm\,C^{\circ}}$$

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

فإذا كان لدينا جسم صلب، وأردنا حساب حرارته النوعية، نعمد إلى جعله حزءاً من نظام معزول بحيث نضبط عملية انتقال الحرارة من وإلى الجسم ذي النظام المعزول حسب درجة حرارته، وبذلك نستطيع القول:

إنَّ كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن تساوي كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم البارد.

ولقياس الحرارة النوعية للجسم الصلب، نستخدم مسعراً كتلته (m_1) وحرارته النوعية معروفة (c_1) ويشترط أن يكون المسعر معزولاً تماماً (نظام معزول) حتى لا يكون هناك انتقال للحرارة من وإلى

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 المراد قياس حرارته النوعية في المسعر الذي كتلته (m_3) ودرجة حرارته (T_2) فيحدث الاتزان الحراري عند درجة الحرارة (T_3) وفقاً 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:

$$m_3 c_3 (T_2 - T_3) = m_1 c_1 (T_3 - T_1) + m_2 c_2 (T_3 - T_1)$$

حيث إنَّ:

١- كمية الحرارة التي يفقدها الجسم الساخن $m_3 c_3 (T_2 - T_3)$

٢- كمية الحرارة التي يكتسبها المسعر $m_1 c_1 (T_3 - T_1)$

٣- كمية الحرارة التي يكتسبها الماء $m_2 c_2 (T_3 - T_1)$

الحرارة النوعية للجسم الصلب الساخن بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$\boxed{c_3 = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_3 - T_1)}{m_3 (T_2 - T_3)}}$$ (تعريف الحرارة النوعية)

١٣-٥ خطوات العمل:

١- جفف المسعر والمحرك جيداً ثم عيِّن كتلتهما مع الثرمومتر ولتكن (m_1).

٢- املأ المسعر إلى ثلثه ماءً وعين كتلة الماء ولتكن (m_2).

٣- قس درجة حرارة المسعر والماء (T_1).

٤- عين كتلة الجسم الصلب (m_3).

٥- سخن الجسم الصلب إلى درجة حرارة مرتفعة -حوالي $(90°C)$- وذلك بوضعه في فرن حراري لمدة عشرين دقيقة، إذاً درجة حرارة الجسم الصلب هي $(T_2 = 90°C)$.

٦- انقل الجسم الصلب بسرعة بواسطة ماسك، وضعه داخل المسعر وحرك حتى تثبت درجة الحرارة ولتكن (T_3).

٧- دوِّن القراءات التي حصلت عليها في الجدول (١-١٣).

٨- احسب الحرارة النوعية للجسم الصلب من العلاقة رقم (3):

$$c_3 = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_3 - T_1)}{m_3(T_2 - T_3)}$$

حيث:

c_1: الحرارة النوعية للمسعر $c_1 = 0.093 \frac{Cal}{gm\ C^\circ}$

c_2: الحرارة النوعية للماء $c_2 = 1 \frac{Cal}{gm\ C^\circ}$

الكمية *quantity*	الرمز *sumbol*	القيمة *value*
كتلة المسعر بغطائه	m_1	( ) gm
كتلة الماء	m_2	( ) gm
درجة حرارة المسعر والماء	T_1	( ) ℃
كتلة الجسم الصلب	m_3	( ) gm
درجة حرارة الجسم الصلب	T_2	( ) ℃
درجة حرارة الخليط	T_3	( ) ℃

الجدول (١-١٣)

١٣-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- عرِّف الحرارة النوعية، ثم اشتق وحدة قياسها في النظام الدولي للقياس *(SI)*..

٢- جسم صلب كتلته $(150\ gm)$ ودرجة حرارته الابتدائية $(25°C)$، تمَّ تسخينه إلى درجة الحرارة $(60°C)$ حيث اكتسب كمية من الحرارة مقدارها $(1000\ cal)$. أوجد حسابياً الحرارة

النوعية لهذا الجسم. كم تتوقع أن يكون مقدار الطاقة الحرارية التي سوف يفقدها هذا الجسم إذا نزلت درجة حرارته إلى $(25°C)$؟ أوجد ذلك حسابياً.

١٣-٧ الامتحان الذاتي:

١- عرِّف السعر.

٢- احسب كمية الحرارة اللازمة لتبريد $(20\,gm)$ من الماء من درجة حرارة $(90°C)$ إلى درجة حرارة $(60°C)$ علماً بأن الحرارة النوعية للماء $(1cal / gm\ °C)$.

١٤-١ المتطلبات:

أن يميِّز المتدرب بين درجة الحرارة وكمية الحرارة الكامنة للمادة.

١٤-٢ الأجهزة المستخدمة:

مسعر مزود بملف تسخين، مقياس لدرجة الحرارة، ميزان، قطع من الجليد، ومصدر تسخين.

١٤-٣ الهدف من التجربة:

حساب كمية الحرارة الكامنة (L) لانصهار الجليد.

١٤-٤ المقدمة:

إن التغيُّر في حالة المادة يَحدُثُ عند التغير في درجة حرارتها، ولكنَّ هذا التغيُّر *transformation* يظل ثابتاً عند ثبات درجة الحرارة، فحين تتحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة مثلاً، تظل درجة الحرارة ثابتة أثناء الانصهار. إن هذه العملية تحتاج إلى كمية من الطاقة الحرارية، فكمية الحرارة الممتصة لا تؤدي إلى رفع درجة حرارة المادة فقط وإنما تؤدي كذلك لإتمام هذا التحول. وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل جرام واحد من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة دون تغيّر في درجة حرارتها "بالحرارة الكامنة" لانصهار المادة، ونرمز لها بالحرف الإنكليزي (L)، على أن تكون عملية الانصهار بمعزل عن الهواء، وتكون الحرارة ا لكامنة لانصهار مادة ما مساوية للطاقة الحرارية الكامنة لتجمد المادة نفسها.

وبهدف تعيين الطاقة الحرارية الكامنة لانصهار الجليد، نستخدم مسعراً كتلته (m_1) ونضع فيه كمية من الماء كتلتها (m_2) جرام ونقيس درجة حرارته الابتدائية (T_1)، ثم نرفع درجة حرارته إلى (T_2) درجة مئوية، ثم نذيب في الماء مقداراً من الجليد كتلته (m_3) جرام حتى تصبح درجة الحرارة (T_3) درجة مئوية، وبتطبيق قانون الطاقة الحرارية المعروف:

كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

نحصل على ما يلي:

$$(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_2 - T_3) = m_3 T_3 + m_3 L$$

$$\boxed{L = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_2 - T_3) - m_3 T_3}{m_3}}$$

حيث إن الحرارة النوعية للمسعر تساوي:

$$c_1 = 0.093 \frac{ca\ell}{gm\ C^{\circ}}$$

كما أن الحرارة النوعية للماء تساوي:

$$c_2 = 1 \frac{ca\ell}{gm\ C^{\circ}}$$

١٤-٥ خطوات العمل:

١- عيِّن كتلة المسعر فارغاً بغطائه مع الترمومتر $(m_1)\ gm$.

٢- ضع كمية من الماء إلى الثلث في المسعر ثم أوجد كتلة المسعر مع الماء.

٣- عين كتلة الماء فقط $(m_2)\ gm$ مستفيداً من معرفتك لكتلة المسعر قبل وبعد وضع الماء فيه.

٤- قس درجة حرارة الماء والمسعر ولتكن $(T_1\ ^{\circ}C)$.

٥- ارفع درجة حرارة المسعر إلى $(T_2\ ^{\circ}C)$ ولتكن $(T_1 + 10)^{\circ}C$.

٦- ضع قطعاً من الجليد المجروش في المسعر مع التحريك حتى تصبح درجة الحرارة $(T_3\ ^{\circ}C)$ ولتكن $(T_1 - 10)^{\circ}C$.

٧- عيِّن باستخدام الميزان كتلة الجليد ولتكن (m_3) وهي تمثل الزيادة التي حصلت على كتلة المسعر مع الماء.

٨- سجل قراءاتك في الجدول (١-١٤) ثم احسب الحرارة الكامنة لانصهار الجليد (L) latent heat من العلاقة الرياضية الآتية:

$$L = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_2 - T_3) - m_3 T_3}{m_3}$$

the value القيمة	the symbol الرمز	the quantity الكمية
	m_1 gm	كتلة المسعر بغطائه
	m gm	كتلة الماء والمسعر
	m_2 gm	كتلة الماء
	T_1 °C	درجة حرارة المسعر والماء
	T_2 °C	درجة حرارة المسعر والماء بعد التسخين
	T_3 °C	درجة حرارة المسعر والماء بعد إضافة الجليد
	m_3 gm	كتلة الجليد

الجدول (١٤-١)

(الحرارة الكامنة)

$$\boxed{L = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_2 - T_3) - m_3 T_3}{m_3}}$$

١٤-٦ الأسئلة والمناقشة:

١- عرِّف الحرارة الكامنة للانصهار.

٢- كم جرام من الألومنيوم في درجة حرارة $(100°C)$ تحتاج لإذابة $(100\,gm)$ من الثلج؟ علماً بأن الحرارة النوعية للألومنيوم $(0.718\ Cal/gm\ °C)$، والحرارة الكامنة لإذابة الماء هي $(80\,Cal/gm)$.

١٤-٧ الامتحان الذاتي:

١- عرِّف الحرارة الكامنة للانصهار. ما هي وحدة قياسها في النظام الدولي (SI)؟

٢- هل توجد علاقة بين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد والحرارة الكامنة لتجمد الماء؟ وضّح ذلك.

Appendix (أ) الملحق

Physical Constants الثوابت الفيزيائية

المقدار	الرمز	الثابت	
$-273.15\ ^\circ C$	$(0)K$	*absolute zero temperature*	درجة حرارة الصفر المطلق
$9.801\ m/s^2$	g	*acceleration due to gravity at sea level (Washington d. c.)*	ثابت تسارع الجاذبية الأرضية عند مستوى سطح البحر لمدينة واشنطن
6.022×10^{23} particles / mole	N_O	*Avogadro's number*	عدد أفوغادرو
$-1.6022 \times 10^{-19}\ C$	e	*charge of an electron*	شحنة الإلكترون
$8.988 \times 10^{9}\ N.m^2/kg^2$	K	*constant in Coulomb's*	ثابت كولوم
$6.673 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$	G	*gravitational constant*	ثابت الجذب العام
$9.109 \times 10^{-31}\ kg$	m_e	*mass of an electron*	كتلة الإلكترون
$1.673 \times 10^{-27}\ kg$	m_p	*mass of a proton*	كتلة البروتون
$6.626 \times 10^{-34}\ J/Hz$ $4.136 \times 10^{-15}\ eV.s$	h	*Planck's constant*	ثابت بلانك
$2.99792458 \times 10^{8}\ m/s(exact)$	c	*speed of light in a vacuum*	سرعة الضوء
$1.67492 \times 10^{-27}\ kg$	m_n	*mass of neutron*	كتلة النيوترون
$8.85 \times 10^{-12}\ F/m$	ε_o	*permittivity of space*	معامل سماحية الفراغ
$4\pi \times 10^{-7}\ T.m/A$	μ_o	*permeability constant*	معامل نفاذية الفراغ

Conversion Factors عوامل تحويل

$1.661 \times 10^{-27}\ kg = 931.5\ MeV/c^2$	=	١ وحدة الكتلة الذرية *atomic mass unit*
$1.602 \times 10^{-19}\ J$	=	١ إلكترون فولت *electronvolt*
$1\ N.m$	=	١ جول *Joule*
$1\ V.C$	=	١ جول *Joule*
$6.242 \times 10^{18} \times (elementary\ charge\ units)$	=	١ كولوم *coulomb*

الملحق (ب) *Appendix*

حلول أسئلة المناقشة والامتحانات الذاتية

التجربة الثانية

البندول البسيط

حلول الأسئلة والمناقشة :

١- لا ، لا تؤثر كتلة البندول على الزمن الدوري للبندول، لأن الزمن لا يعتمد على كتلة البندول حسب العلاقة:

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

٢- نعم، حسب الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر.

٣- وحدة قياس (g) في النظام الدولي هي: (m/s^2).

٤- من العلاقة:

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

$$1 = 2\times 3.14\sqrt{\frac{L}{9.8}}$$

$$L = \frac{9.8}{39.4384} = 0.29(m)$$

حلول الامتحان الذاتي:

١- الهدف هو تعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام البندول البسيط.

٢- لا ، لا تؤثر كتلة البندول على الزمن الدوري للبندول لأن الزمن لا يعتمد على كتلة البندول، لكنه يعتمد على كلٍ من طول الخيط وعجلة الجاذبية الأرضية وذلك حسب العلاقة:

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

٣- في حالة الزاوية الكبيرة فإن حركة البندول سوف تتذبذب بسرعة كبيرة في الفراغ، ذلك أن الحركة التوافقية البسيطة يجب أن تكون في المستوي ولزوايا صغيرة جداً في هذه الحالة، ومن ثم يصعب على المتدرب أن يحسب عدد الذبذبات بدقة، وبالتالي يكون هناك خطأ كبير في الحصول على الحركة التوافقية البسيطة وتعيين زمنها الدوري، مما يعطي نتيجة غير مضبوطة.

٤- مقدار الخطأ المئوي:

$$\frac{|9.96-9.8|}{9.8}\times 100\% = 1.6\%$$

التجربة الثالثة

قانون هوك

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- العلاقة بين الاستطالة (x) والكتلة (m) علاقة طردية، حسب العلاقة التالية:

$$\vec{F} = -k\,x = m\,a$$

$$x = \frac{m}{k}\;a$$

$$x \propto m$$

٢-

$$k = \left(\frac{m}{x}\right)g$$

$$k = \frac{(2\,kg)(9.8\,m/s^2)}{(0.2\,m)} = 98(kg.s^{-2})$$

حلول الامتحان الذاتي:

١- قانون هوك يدرس العلاقة بين استطالة النابض، والقوة المؤثرة على هذا النابض فإذا علقت كتلة في طرف النابض فإنها تحدث استطالة في طول النابض متناسبة مع وزن هذه الكتلة، وبزيادة الكتل تزيد الاستطالة حتى يصل النابض إلى حد المرونة.

وخلاصة القول: إن الاستطالة تتناسب تناسباً طردياً مع الكتل المعلقة في طرف النابض.

$$F = -k\,x$$

٢- وحدة قياس ثابت النابض (k) ، من العلاقة:

$$k = -\left(\frac{m}{s}\right)g$$

$$\frac{kg}{\cancel{m}}.\frac{\cancel{m}}{s^2} = (kg\,.s^{-2})$$

٣- نعم يتغير، لكل نابض ثابت حسب المادة التي صنع منها هذا النابض ومقدار مرونته.

التجربة الرابعة

الاحتكاك الإستاتيكي والحركي

حلول الأسئلة والمناقشة:

١-

أ- معامل الاحتكاك الحركي (μ_k) حسب العلاقة:

$$F_k = \mu_k\,.N$$

فإن

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

أي أن معامل الاحتكاك الحركي هو النسبة بين مقدار قوة الاحتكاك الحركي ومقدار القوة العمودية ، وليست له وحدة قياس.

ب- معامل الاحتكاك الإستاتيكي (μ_s) هو النسبة بين مقدار قوة الاحتكاك الإستاتيكي (F_s) ومقدار القوة العمودية ، وليست له وحدة قياس.

$$\mu_s = \frac{F_s}{N}$$

٢- هي:

أ- مقدار معامل الاحتكاك، سواء كان حركياً أو سكونياً.

ب- مقدار قوة رد الفعل (N) هذا إذا كان السطح مستوياً، أما إذا كان السطح مائلاً فيضاف إلى ذلك زاوية الميل.

والفرق بين (μ_s) و (μ_k) هو أن المعامل (μ_s) ينشأ بسبب القوة الناتجة عن الاحتكاك بين جسمين ساكنين أو على وشك الحركة.

أما المعامل (μ_k) فهو ناتج عن قوة الاحتكاك الحركي بين جسمين أحدهما متحرك والآخر ثابت.

حلول الامتحان الذاتي:

١- قوة الاحتكاك السكوني (الاستاتيكي) هي القوة اللازمة لجعل الجسم على وشك الحركة على المستوى الأفقي.

-٢

$$\mu_k = \frac{F_k}{N}$$
$$F_k = \mu_k\ N = \mu_k\ mg\cos(30)$$
$$= (0.2\,kg)(9.8\,m/s^2)(0.87)$$
$$= 3.41\,N$$

التجربة الخامسة

دراسة حركة الجسم عند سقوطه سقوطاً حراً تحت تأثير الجاذبية الأرضية

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- السقوط الحر هو سقوط الجسم من ارتفاع معين بفعل الجاذبية الأرضية، أي تحت تأثير وزنه فقط، مع إهمال مقاومة الهواء له.

٢- لا تعتبر مقاومة الهواء عاملاً مؤثراً على سقوط الجسم سقوطاً حراً لأنه يسقط تحت تأثير وزنه فقط.

حلول الامتحان الذاتي:

١- نعم، لأن مقدار تسارع الجاذبية يختلف بمقدار بسيط من مكان لآخر حسب ارتفاعه أو انخفاضه عن سطح البحر.

٢- بسبب عدم وجود مقاومة الهواء من ناحية، ومن ناحية فإن الزمن اللازم للوصول إلى المكان المحدد لا يعتمد على كتلة الجسم:

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

حيث (y) هو ارتفاع الجسمين، و(g) تسارع الجاذبية الأرضية.

-٣

$$x = v_o t + \frac{1}{2}at^2$$
$$= 0 + \frac{1}{2} \times 8 \times (5)^2 = 100 \ meter$$

التجربة السادسة

الحركة على خط مستقيم

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- يمكن وصف الحركة لجسم على خط مستقيم بتسارع ثابت على النحو الآتي:

$$v = v_o + a t$$
$$x = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$
$$v^2 = v_o^2 + 2a x$$

حيث

v : السرعة النهائية

v_o : السرعة الابتدائية

a : التسارع

t : الزمن

x : الإزاحة

-٢

(السرعة) $v = \frac{L}{T} \frac{(m)}{(s)} = (m.s^{-1})$

$$a = \frac{v}{T} \frac{(m)}{s} \ \frac{1}{(s)} = (m.s^{-2})$$

حلول الامتحان الذاتي :

أ -

$$x = 8 + 3t^2 + 4t^3$$
$$v = \frac{dx}{dt} = 6t + 12t^2$$
$$v = 6\times 2 + 12\times(2)^2 = 12 + 12\times 4$$
$$= 12 + 48 = 60\ (m.s^{-1})$$

ب-

$$a = \frac{dv}{dt} = 6 + 24t$$
$$a = 6 + 24\times 2 = 6 + 48$$
$$= 54\ (m.s^{-2})$$

التجربة السابعة

قاعدة أرخميدس

حلول الأسئلة والمناقشة :

١- بسبب وجود قوة دفع من الأسفل إلى الأعلى تنقص من وزنه في الهواء.

٢- إذا غمر جسم في سائل فإنه يلقى قوة دفع من أسفل إلى أعلى تساوي وزن السائل المزاح.

حلول الامتحان الذاتي :

١- تنص قاعدة أرخميدس على أنه إذا غمر جسم في سائل فإنه يلقى قوة دفع من أسفل إلى أعلى هذه القوة تساوي وزن السائل المزاح، وهي خاصية من خصائص الموائع الساكنة.

-٢

$$m = 51\,gm$$
$$V = 75\,cm^3$$
$$\rho = 1\,gm/cm^3$$

(كثافة الجسم) $\rho' = \frac{m}{V} = \frac{(51\,gm)}{(75\,cm^3)} = 0.68\ (gm/cm^3)$

(الوزن النوعي) $s.w = \frac{\rho'}{\rho} = \frac{0.68}{1} = 0.68$

التجربة الثامنة

التوتر السطحي

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- بسبب القوى الداخلية الناتجة عن تأثير بعض الجزيئات على الجزيئات الواقعة على السطح والتي تجذبها إلى أسفل، وهي أصغر من قوى التلاصق بين جزيئات الماء وسطح الأنبوب.

٢-

$$h = 12(mm) = 12\times10^{-3}(m)$$
$$r = 0.35\,mm = 0.35\times10^{-3}(m)$$
$$\rho = 400\,(kg/m^3)$$
$$\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos 0 = 1$$
$$\tau = \frac{hrg\rho}{2} = \frac{(12\times10^{-3})(0.35\times10^{-3})(9.8\times400)}{(2)}$$
$$= 8.23\times10^{-3}(N.m^{-1})$$

حلول الامتحان الذاتي:

١- معامل التوتر السطحي هو القوة العمودية المؤثرة على وحدة الأطوال:

$$\boxed{\tau = \frac{F}{L}}$$

٢-

$$h = 12\,mm = 12\times10^{-3}(m)$$
$$2r = 0.9\,mm \Rightarrow r = \frac{0.9}{2} = 0.45\,mm = 0.45\times10^{-3}(m)$$
$$\rho = 400(kg/m^3)$$
$$\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$$
$$\tau = \frac{h\,r\,\rho\,g}{2} = \frac{(12\times10^{-3})(0.45\times10^{-3})(400\times9.8)}{(2)}$$
$$= 0.01(N.m^{-1})$$

التجربة التاسعة

اللزوجة

حلول الأسئلة والمناقشة :

١- اللزوجة هي مقدار قوة مقاومة المائع المتحرك للانسياب.

٢- من العلاقة:

$$\mu = \frac{2}{9}\frac{r^2}{v} g\,\rho$$
$$= \frac{m^2}{\frac{m}{s}} \times \frac{m}{s^2} \times \frac{kg}{m^3}$$
$$= \frac{kg}{m.s}$$
$$= \frac{N.s}{m^2}$$

وتسمى بواز

٣- عندما تسير السيارة بسرعة عالية ترتفع درجة الحرارة مما يقلل من اللزوجة وبالتالي تزداد قوة الاحتكاك لذا يزداد استهلاك السيارة للوقود.

حلول الامتحان الذاتي :

١- بعض السوائل تبدي مقاومة عند حركتها بسبب لزوجة السائل حيث تزداد مقاومة السائل كلما ازدادت لزوجته، واللزوجة تعبير عن الاحتكاك الداخلي بين طبقات السائل.

-٢

$$r = 0.25(cm)$$
$$\rho_L = 1.2(kg/m^3)$$
$$\mu = 8.3\,p$$
$$\rho_s = 89(gm/cm^3)$$

من العلاقة:

$$\mu = \frac{2}{9}\,\frac{r^2}{v}\,g\,(\rho_s - \rho_L)$$
$$8.3 = \frac{2}{9}\,\frac{\left(0.25\times10^{-2}\right)^2}{v}\times9.8\left(\frac{89\times10^{-3}}{10^{-6}}\right)$$
$$= 0.22\,\frac{6.25\times10^{-6}}{v}\times9.8\times\frac{89\times10^{-3}}{10^{-6}}$$
$$8.3 = \frac{1199.275\times10^{-3}}{v}$$
$$v = \frac{1199.275\times10^{-3}}{8.3} = 144.5\times10^{-3}\,(m.s^{-1})$$

التجربة العاشرة

قانون أوم

حلول الأسئلة والمناقشة :

-١

الكمية	الوحدة
فرق الجهد (V)	(فولت)
شدة التيار الكهربي (I)	(أمبير)
المقاومة (R)	(أوم)

٢- نص قانون أوم: عند ثبوت درجة الحرارة فإن فرق الجهد (V) بين طرفي موصل يتناسب تناسباً طردياً مع شدة التيار الكهربي (I).

$$V \propto I$$
$$V = R\times I$$
$$R = \frac{V}{I}\ (\Omega) \qquad (R)\text{(المقاومة)}$$

-٣

$$R = 15\,\Omega \qquad , \qquad V = 110\,V$$
$$I = \frac{V}{R} = \frac{15}{110} = 0.14\ A$$

٤- لا ، فإذا تغيرت درجة الحرارة فإن المقاومة تتغير حيث إن درجة الحرارة من العوامل التي تؤثر على المقاومة.

حلول الامتحان الذاتي:

-١

$$I = 100\ (mA) = 100 \times 10^{-3} = 0.1\ A$$
$$V = 20\ V$$
$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{0.1} = 200\ \Omega$$

٢- الأوم هو عبارة عن مقاومة موصل يمر فيه تيار شدته واحد أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه واحد فولت.

٣- توصيل المقاومات على التوالي: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

لا يمكن استخدام هذه الصيغة إذا ربطنا المقاومات الثلاثة على التوازي وذلك لوجود ثلاث مقادير مختلفة للتيار، حيث إن الصيغة الرياضية التي نستخدمها:

توصيل المقاومات على التوازي: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

التجربة الحادية عشرة

القنطرة المترية

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- العوامل التي تؤثر على المقاومة لموصل هي:

- طول الموصل (L) — $R \propto L$
- مساحة مقطع الموصل (A) — $R \propto \frac{1}{A}$
- درجة الحرارة (T)
- نوع مادة الموصل وهذا ما يتضح من خلال تغيير مقدار المقاومة النوعية (ρ) للموصل على النحو المبين في المعادلة:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \rho = R \frac{A}{L}$$

٢- المقاومة النوعية (ρ) هي مقاومة موصل مساحة مقطعه $(1m^2)$ وطوله $(1m)$ ووحدة قياسها هي $(\Omega.m)$.

٣-

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}$$
$$R_2 = R_1 \frac{L_2}{L_1} = 10 \frac{(100-45)}{45} = 10 \frac{55}{45}$$
$$= 12.22\,\Omega$$

٤- نعم، وذلك لأن مقدار المقاومة (R_2) دائماً يبقى ثابتاً، والمقاومة (R_1) متغيرة وهذا هو سبب تغير (L_2, L_1).

حلول الامتحان الذاتي:

١-

$$\rho = R \frac{A}{L}$$
$$A = \pi r^2 = 3.14 \left(5 \times 10^{-3}\right)^2$$
$$= 3.14 \times 25 \times 10^{-6} = 78.5 \times 10^{-6}\ m^2$$
$$\rho = (100) \frac{(78.5 \times 10^{-6})}{(100 \times 10^{-2})}$$
$$= 78.5 \times 10^{-4}\ \Omega.m$$

٢- قانون أوم يربط العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار والمقاومة وهي أساس فكرة قنطرة هويتسون.

التجربة الثانية عشرة

المحول الكهربي

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- يكون المحول رافعاً للجهد إذا كانت (N_2) عدد لفات الملف الثانوي أكبر من عدد لفات الملف الابتدائي (N_1).

$$N_2 \rangle\ N_1$$

ويكون خافضاً إذا كانت: $N_1 \rangle\ N_2$

٢-

$$N_1 = 500\,Turns$$
$$N_2 = 1000\,Turns$$
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$
$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} \times V_1 = \frac{1000}{500} \times 115 = 230\ V$$

حلول الامتحان الذاتي:

١- استخدامات المحول الكهربي هي:

- تحويل الجهد من قيمة إلى أخرى.
- تستخدم في أجهزة الراديو والتلفزيون حيث يتم تحويل الجهد إلى القيمة التشغيلية المطلوبة.
- تستخدم المحولات في نقل القدرة الكهربائية.

٢-

$$N_1 = 500\,Turns$$
$$N_2 = 1000\,Turns$$
$$V_2 = 220\,volt$$
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$
$$V_1 = \frac{N_1\,V_2}{N_2} \times V_1 = \frac{500 \times 220}{1000} = 110\ V$$

التجربة الثالثة عشرة

الحرارة النوعية لمادة صلبة

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- الحرارة النوعية: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد غرام من المادة درجة مئوية واحدة، ووحدتها هي:

$$C = \frac{\Delta Q}{m\,\Delta T} = \frac{cal}{g\,m\,C^{\circ}}$$

٢-

$$C = \frac{\Delta Q}{m\,\Delta T} = \frac{1000}{150(60-25)} = 0.19\ (cal/gm\,C^{\circ})$$
$$\Delta Q = C\,m\,\Delta T = 0.19 \times 150 \times (-35)$$
$$= -997.5\ cal$$

حلول الامتحان الذاتي:

١- السعر هو كمية الحرارة اللازمة لتسخين واحد غرام من الماء درجة مئوية واحدة.

٢-

$$C = \frac{\Delta Q}{m\,\Delta T}$$
$$\Delta a = C\,m\,\Delta T$$
$$= 1 \times 20 \times (-30) = -600\ cal$$

عندما يفقد الماء $(600\,cal)$ تصبح درجة حرارته $(60C^{\circ})$ والإشارة السالبة تدل على فقدان كمية من الحرارة.

التجربة الرابعة عشرة

الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

حلول الأسئلة والمناقشة:

١- الحرارة الكامنة للانصهار: هي كمية الحرارة اللازمة لانصهار غرام واحد من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة دون تغير في درجة حرارتها.

٢-

$$\Delta Q_{ice} = L\, m_{ice} = (80\, cal / gm)(100\, gm)$$
$$\Delta Q_{A\ell} = m_{A\ell}\, C\, \Delta T = m_{A\ell}(0.7718\, cal / gm C^\circ)(100\, C^\circ)$$
$$\Delta Q_{ice} = \Delta Q_{Ae}$$
$$8000\, cal = m_{A\ell}\, 71.8\ (cal / gm)$$
$$\therefore \quad m_{A\ell} = \frac{8000\, cal}{71.8 (cal / gm)} = 111.5\, gm$$

إذاً، نحتاج $(111.5\, gm)$ من الألومنيوم عند درجة حرارة $(100 C^\circ)$ لإذابة الكمية المطلوبة من الثلج.

حلول الامتحان الذاتي:

١- الحرارة الكامنة للانصهار: هي كمية ا لحرارة اللازمة لانصهار واحد غرام من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة دون تغير في درجة حرارتها، ووحدتها هي: (cal / gm).

٢- نعم، توجد علاقة بينهما فالحرارة اللازمة لإذابة كيلوغرام واحد من الثلج عند درجة الحرارة $(0 C^\circ)$ وتحويله إلى ماء تساوي $(80\, K\, cal)$، وهذا يعني أننا نحتاج إلى بذل نفس المقدار لتحويل الماء إلى ثلج، ومجدداً نقول:

كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة

المراجع

The References

المراجع العربية *The Arabic References* :

١- "الفيزياء النظرية الأساسية"
د. مروان أحمد الفهاد، مكتبة العبيكان، ١٤٢٠هـ.

٢- "تطبيقات عملية في الكهرباء والإلكترونيات"
د. أمجد كرجية، د. صبحي الراوي، أ. يحيى عبدالحميد، جامعة الموصل، ١٩٨٥م.

٣- "الفيزياء التجريبية والمختبر"
د. محمد عبدالمقصود الجمال، دار الراتب الجامعية.

٤- "الفيزياء التجريبية للسنوات الأولى الجامعية"
مجموعة من المدرسين، مطابع جامعة الملك سعود.

٥- "الطبيعة العملية (الجزء الأول، الجزء الثاني)"
د. محي الدين قناوي، د. إبراهيم محمد عبدالوهاب، مكتبة الفلاح - الكويت.

٦- "أساسيات الفيزياء (الجزء الثالث)"
د. أحمد شوقي عمار، دار الراتب الجامعية.

٧- "الفيزياء العملية (الجزء الأول)"
د. صبحي رجب عطاالله، د. فتحي عوض محمد جاسم، عمادة شؤون المكتبات - جامعة الملك سعود.

٨- "الطبيعة العملية"
د. فتحي أحمد البديوي، د. نايل بركات، دار المعارف - مصر، ١٩٦٦م.

٩- "الفيزياء العامة للمرحلة الأولى الجامعية والكليات والمعاهد الفنية والتربوية"
د. سعود جميل يغمور، دار الثقافة العالمية، ١٩٩٩م.

المراجع الإنكليزية *The English References* :

1- *"Physics Laboratory Experiments"*
Jerry D. Wilson - Houghton Mifflin company, Boston New York, 1998.

2- *"Physics Iaboratory experiments"*
Philip Dilavore - Stipes, IL 1995.

3- *"Practical physics (SI)"*
E. Armitage - Cox & Wyman Ltd. 1972

4- *"A Text - Book of Heat"*
G. R. Noakes - Macmillan & Co Ltd. 1965

5- *"Fundamentals of physics"*
Halliday. Resniek. Walke -. John Willey & sons. 1997.

المحتويات

Contents