Part One القسم الأول

Matter Properties خواص المادة

1- البندول البسيط

The Simple Pendulum

2- قانون هوك

Hook's Law

3- الاحتكاك

Friction

4- دراسة حركة الجسم عند سقوطه سقوطاً حراً تحت تـــأثير الجاذبيـــة الأرضية

Studying the body motion using free fall

5- تحقيق قانون أرخميدس

Determination of Archimed's principle

6- اللزوجة (إيجاد معامل لزوجة سائل بطريقة ستوك)

Viscosity (*To find the viscosity of a fluid by Stock's Law*)

7- التوتر السطحي

Surface tension

obeikandl.com

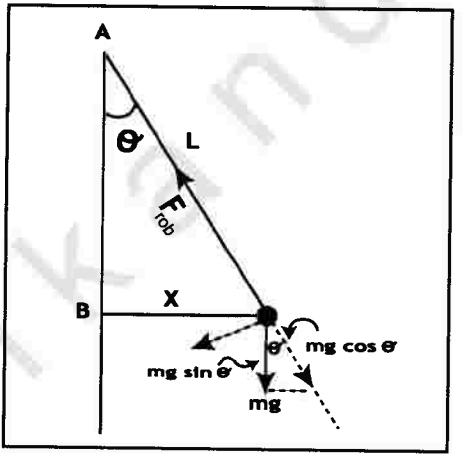
Experiment No (1) تجربة رقم (1)

اسم التجربة : البندول البسيط

Experiment Name : The Simple Pendulum

(1.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

يتكون (البندول) البسيط من كرة معدنية صغيرة كتلتها (m) معلقة بخيط لحمل الكتلة يثبت من طرفه الآخر بحامل مناسب يتدلى منه الخيط والكرة المعدنية (انظر الشكل 1.1).



(شكل 1.1)

إن إزاحة (البندول) نحو اليمين أو اليسار بالنسبة لموضع الاتزان بزاوية (θ) يجعله يهتز بحركة دورية (حركة توافقية بسيطة، طالما كانت الزاوية θ

صغيرة جداً) تحت تأثير القوة ($m.g\ Sin\ \theta$) تشده دائماً نحو مركز الاتزان، بينما تتعادل المركبة الثانية ($m.g\ Cos\ \theta$) 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) :

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

من الشكل الموضح لاحظ المثلث (ABC) تجد أن :

$$Sin\theta\ =\ \frac{X}{L} \qquad \ldots\ldots (2)$$

حيث:

(X) هو الضلع BC

(L) هو طول الضلع AC

وبما أن مجموع القوى المؤثرة لا تساوي الصفر إذاً قانون (نيوتن) الثاني يؤدي إلى :

$$\vec{F}\ =\ m\ .\ a \qquad \ldots\ldots (3)$$

بتعويض المعادلتين (2) و (3) في (1) نجد أنَّ :

$$m\ .\ a\ =\ -\ mg\ \frac{X}{L}$$

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

إن تسارع الحركة التوافقية البسيطة (*simple harmonic oscillation*) (حيث إن حركة (البندول) عبارة عن حركة توافقية بسيطة) يُعطى بالعلاقة :

$$\vec{a} = \omega^2 X \qquad \ldots\ldots (5)$$

حيث :

(ω) هي السرعة الزاوية (للبندول)

بتعويض المعادلة (5) في (4) نحصل على :

$$\omega^2 X = - g \frac{X}{L}$$

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

ولكن من المعروف أن الزاوية (ω) يعبر عنها بالعلاقة :

$$\omega = \frac{2\Pi}{T} \qquad \ldots\ldots (7)$$

حيث (T) هو الزمن الدوري (للبندول) :

$$T = \frac{2\Pi}{\omega} \qquad \ldots\ldots (8)$$

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

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

نربع طرفي المعادلة (9) :

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

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

$$g = 4\Pi^2 \frac{L}{T^2} \quad \ldots\ldots (10)$$

(1.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام (البندول) البسيط.

Determining the gravitational acceleration using a simple Pendulum.

(1.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

(بندول) بسيط (*simple pendulum*)، ساعة إيقاف (*stop watch*)، مسطرة مترية (*metric ruler*).

(1.4) طريقة العمل *Procedure*

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

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

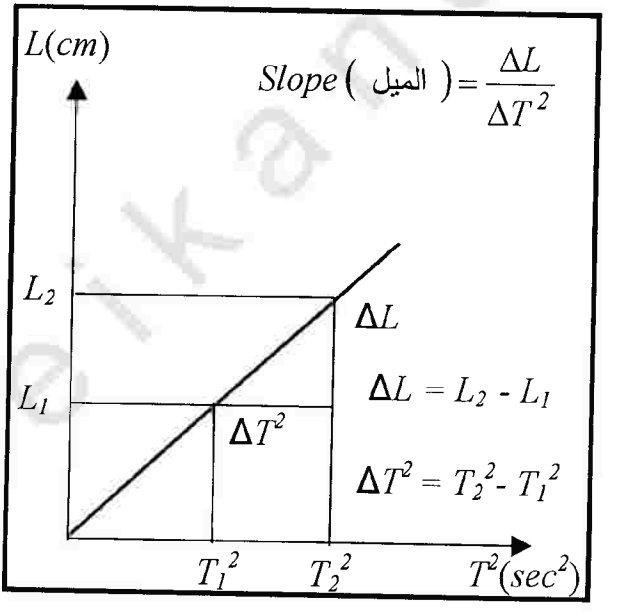
3- غيِّر طول البندول ثم كرر الخطوة الثانية (تغيير طول البندول يكون بمقدار "*5cm*أو *10 cm*" ويكون لعدة مرات).

4- سجل قراءاتك في جدول كما هو موضح في الجدول الآتي.

طول البندول $L(cm)$	زمن عشرين ذبذبة Sec	زمن الذبذبة الواحدة $T(Sec)$	مربع زمن الذبذبة الواحدة $T^2\ (Sec)^2$
50			
60			
70			
80			
90			

5- ارسم العلاقة البيانية ($graph$) بين طول الخيط (L) مُقاساً بالسنتيمتر على المحور الصادي ومربع زمن الذبذبة الواحدة (T^2) مُقاساً بالثانية على المحور السيني. لتحصل على خط مستقيم، (انظر الشكل 1.2)

6- احسب مَيْل الخط المستقيم وذلك بتحديد نقطتين عليه، كما هو مبين في الشكل الآتي:



(شكل 1.2)

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

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

$$g = 4\Pi^2 \times Slope$$

obeikandl.com

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

2- هل يمر الخط البياني بنقطة الأصل؟ لماذا؟ وضّح لك.

3- هل تختلف (g) من مكان إلى آخر على سطح الأرض؟ وضّح ذلك.

4- اذكر وحدة قياس (g) في النظام الدولي للمقاييس.

5- ما هو تأثير طول خيط البندول (L) على زمن الدورة الواحدة للبندول؟ وضّح ذلك عن طريق ذكر العلاقة الرياضية التي تصف هذه العلاقة.

6- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة، ثم قارنها بالمقدار الذي نستخدمه عادة في التطبيقات والمسائل النظرية.

obeikandl.com

Experiment No (2)　　تجربة رقم (2)

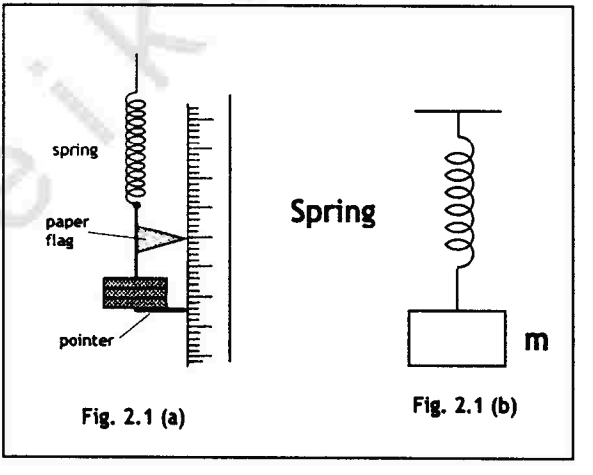
اسم التجربة : قانون هوك

Experiment Name : Hook's Law

Experiment Theory　　(2.1) نظرية التجربة

يتكون النابض الحلزوني من مجموعة من الملفات المتصلة مع بعضها البعض تشكل بمجموعها النابض (*Spring*) الذي ينتهي بنهايتين على شكل خطاف، تستخدم الأولى لتثبيت النابض والأخرى لتعليق الكتل المعدنية.

عند تعليق مجموعة من الكتل- وعلى مراحل - في طرف النابض الحلزوني فإنها تحدث استطالات مختلفة في كل مرحلة تبعاً لقيمة الكتلة المعلقة، ويمكننا في هذه الحالة أن نحصل على مجموعة من القراءات توضح لنا كيف تتغير استطالة النابض بتغير الكتلة المعلقة به، (انظر الشكل 2.1).



(شكل 2.1)

عند تعليق الكتلة (m) في طرف النابض الحر فإنه يخضع لتأثير قوة مقدارها $(\vec{F}$ تعطى وفقاً لقانون نيوتن الثاني :

$$\vec{F} = m.g \qquad \ldots\ldots (1)$$

حيث :

(m) الكتلة $(mass)$ المعلقة في النابض

(g) مقدار عجلة الجاذبية الأرضية $(Gravitational\ acceleration)$

وينص قانون هوك على أن القوة المؤثرة على الجسم تتناسب تناسباً طردياً مع الإستطالة (x) التي تسببت فيها الكتلة المعلقة (m).

$$\vec{F} = -kx \quad Hook's\ Law \qquad \ldots\ldots (2)$$

حيث (k) يسمى بثابت النابض $(Spring\ constant)$ وتتغير قيمته حسب نوعية المادة المصنوع منها النابض والإشارة السالبة تدل على أن القوة عكس جهة الاستطالة (x).

وبمساواة المعادلتين (1) و (2) لتساوي الطرف الأيسر فيها نجد أن:

$$mg = -kx$$

$$\boxed{k = -\left(\frac{m}{x}\right)g} \qquad \ldots\ldots (3)$$

حيث يمكننا من الناحية العملية إيجاد العلاقة البيانية بين الكتلة المعلقة (m) مقدرة بالكيلو غرام والاستطالة التي تسببها (x) مقدرة بالمتر.

(2.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تحقيق قانون هوك وتعيين ثابت المرونة للنابض (k).

Confirming Hook's Law using a spiral spring, and determining the spring constant (k).

(2.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

نابض حلزوني (*spiral spring*)، مجموعة من الكتل (*masses*)، مسطرة مترية (*metric ruler*)، حامل لتثبيت النابض عليه (*holder*).

(2.4) طريقة العمل *Procedure*

1- تأكد من أن النابض معلق بالحامل بشكل جيد وبصورة عمودية.

2- باستخدام المسطرة المترية حدد الطول الابتدائي للنابض الحلزوني (ويمكن استخدام نابض حلزوني مدرج).

3- علق كتلة مناسبة ولتكن مثلاً (*50 gm*) ثم حدد الطول الجديد للنابض واحسب مقدار الاستطالة الحاصلة.

4- أعد الخطوة (3) مستخدماً الكتل(*100، 150، 200، 250، 300، 350، 400، 450، 500، 600*) *gram*.

5- من آخر كتلة استخدمتها ولتكن مثلاً (*600 gm*) ابدأ بإنقاص الكتل بطريقة معاكسة واحسب الاستطالة في كل مرة.

6- لكل كتلة من الكتل السابقة سوف تتوفر لديك قراءتين للاستطالة زيادة ونقصاناً، خذ متوسط القراءتين ولتكن:

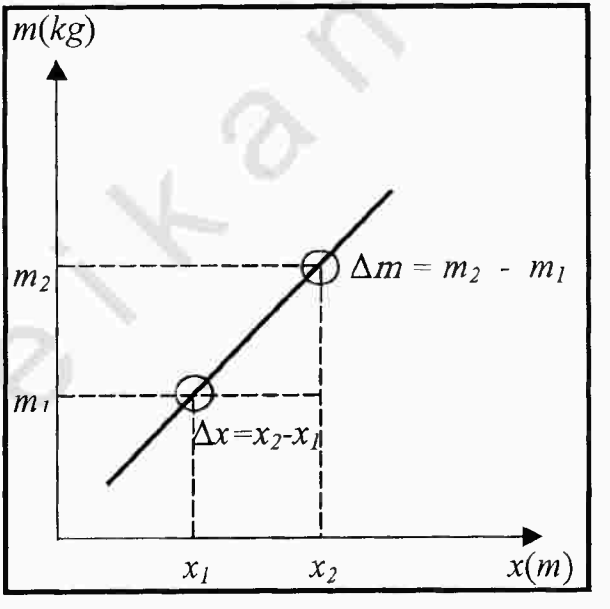
$$x=\frac{x_1+x_2}{2}$$

7- دون قراءاتك في الجدول (2.1):

الكتلة $m(gm)$	الاستطالة في حالة الزيادة $x_1(m)$	الاستطالة في حالة النقصان $x_2(m)$	$x=\frac{x_1+x_2}{2}$	ملاحظات

(جدول 2.1)

8- ارسم خطاً بيانياً بين الكتلة (m) مقاسة بالكيلوغرام على المحور الصادي والاستطالة (x) على المحور السيني مقاسة بالأمتار، (انظر الشكل 2.2).



(شكل 2.2)

9- احسب ميل الخط المستقيم وذلك بتحديد نقطتين عليه وتعيين الإحداثي الصادي والسيني لكل من النقطتين.

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

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

10- من العلاقة رقم (3):

$$k = \frac{\Delta m}{\Delta x} \bullet g$$

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

يمكن حساب قيمة ثابت النابض الحلزوني (k) الذي استخدمته في التجربة.

1- هل هناك علاقة بين مقدار الاستطالة للنابض والكتلة المعلقة به ؟ وضّح ذلك.

2- اشتق وحدة قياس (ثابت النابض) " k " في النظام الدولي للقياس.

3- هل يمكن التعرف على نوعية المادة التي صنع منها النابض؟ وضّح ذلك.

4- هل يمكن القول عن القوة $(\vec{F})$ المعبَّر عنها بالعلاقة (2) بأنها قوة إرجاع ؟ وضّح ذلك مبيناً ما هو مفهوم قوة الإرجاع ؟

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

Experiment No (3)

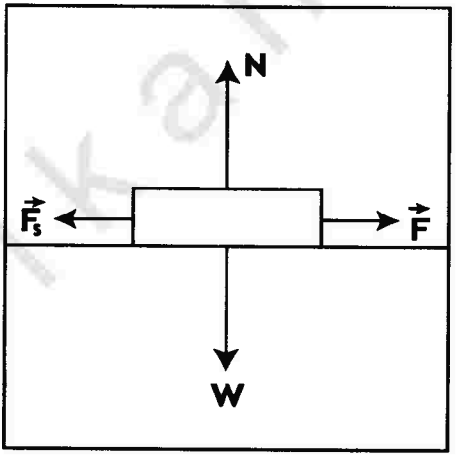
تجربة رقم (3)

اسم التجربة : الاحتكاك الستاتيكي (الساكن) والاحتكاك الحركي

Experiment Name: Static and Dynamic Friction

(3.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

الاحتكاك عبارة عن قوة مضادة لحركة جسم على جسم آخر . فإذا تحـــرك جسم على سطح أفقي بقوة مقدارها $(\vec{F})$ تنشأ قـــوة أخـــرى مضـــادة لـــها $(\vec{F}_S)$ هي قوة الاحتكاك الناتجة من حركة الجسم على السطح الأفقي ومساوية لـــها فـــي المقدار ويفسر وجود قوة الاحتكاك إلى تشابك النتوءات المجهرية علـــى الســـطحين (انظر الشكل 3.1).



(شكل 3.1)

ويمكننا القول بأن قوة الاحتكاك هي أقل قوة لازمة لجعل الجسم الخـــاضع لتـــأثير القوة $(\vec{F})$ على وشك الحركة على السطح .

وهناك قوتان للاحتكاك، وهما :

1- قوة الاحتكاك الأستاتيكي (الساكن) (*Static Frictional Force*): وهي القوة اللازمة لجعل الجسم على وشك الحركة على المستوى الأفقي، ونشير إليها اختصاراً $(\vec{F}_S)$.

2- قوة الاحتكاك الحركي (*Kinetic Frictional Force*): وهي القوة اللازمة كي ينزلق الجسم على السطح بسرعة ثابتة ونشير إليها اختصاراً $(\vec{F}_k)$.

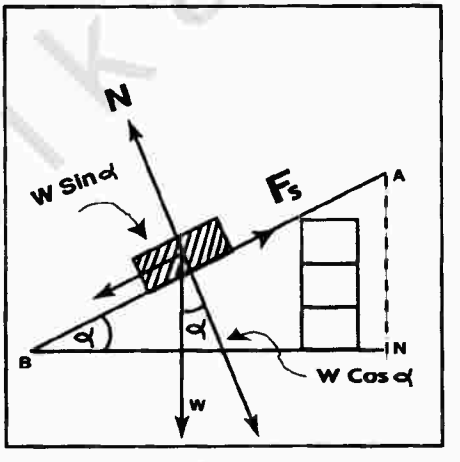
إن قوة الاحتكاك الساكن $(\vec{F}_S)$ تتناسب تناسباً طردياً مع القوة العمودية على الجسم والسطح الأفقي (R) أي أن :

$$\vec{F} \propto R \Rightarrow \boxed{\vec{F}_S = \mu_S . R} \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث (μ_S) معامل الاحتكاك الساكن (الإستاتيكي).

(*Coefficient of Static Friction*).

أما إذا درسنا حركة الجسم على سطح مائل بزاوية (α) مع السطح الأفقي فإن الجسم يبدأ بالحركة إلى أسفل (انظر الشكل 3.2).



(شكل 3.2)

ويمكننا وصف حركته رياضياً وفق المعادلات الآتية:

وزن الجسم : $\vec{W} = mg$

$m.g\ Sin\alpha = \vec{F}_S$ قوة الاحتكاك الساكن ..... (2)

ولكن :

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_S = \mu_S.R \\ R = W\ Cos\ \alpha = m.g\ Cos\ \alpha \end{array} \right\}$$

إذاً :

$$\therefore m.g\ Sin\ \alpha = \mu_S.m.g.Cos\ \alpha$$

- ومنه نجد أن معامل الاحتكاك (μ_S) يساوي:

$$\mu_S \frac{Sin\ \alpha}{Cos\ \alpha} = Tan\ \alpha$$

(3.2) الغرض من التجربة ***Experiment Goal***

تعيين معامل الاحتكاك الإستاتيكي والحركي.

Determining the static and dynamic friction coefficient.

(3.3) الأدوات المستخدمة ***Apparatus***

سطح مستو مثبت عليه بكرة، أثقال، سطح مائل، ميزان، خيط.

(3.4) طريقة العمل *Procedure*

أ – لتعيين معامل الاحتكاك السكوني نتبع الخطوات التالية :

1- نضع القطعة الخشبية على المستوي الأفقي ونبدأ بزيادة زاوية ميل السطح المائل حتى تبدأ القطعة الخشبية بالحركة، ثم نحسب مقدار الزاوية (α) وذلك بقياس الارتفاع (y) والبعد الأفقي (x).

2- نكرر الخطوة (1) وذلك بزيادة قيمة الزاوية (α) وفي كل مرة نحسب البعدين ($y=AN$) و ($x=BN$).

3- نحسب ظل الزاوية (α) من العلاقة $Tan(\alpha)=\left(\frac{y}{x}\right)$.

4- نكرر الخطوات السابقة وذلك لعدة زوايا ثم نحسب ظل الزاوية (α) في كل مرة.

5- نحسب القيمة الوسطية لكل زاوية (*mean value*).

6- نحسب معامل الاحتكاك السكوني (μ_S) من العلاقة:

$$\mu_S = Tan\,\alpha$$

الزاوية	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
α					
Tan α					
Tan α ***(mean)***			μ_S		

ب – لتعيين معامل الاحتكاك الحركي نتبع الخطوات التالية :

1- أوجد ثقل القطعة الخشبية بواسطة الميزان ثم ضعها على السطح المستوي.

2- اربط خيطاً في القطعة الخشبية ثم اجعل الخيط على بكرة مثبتة على طرف السطح المستوي وينتهي الطرف الثاني لهذا الخيط بكفة أثقال.

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

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

5- كرر الخطوة (4) وذلك بزيادة الكتل المضافة إلى القطعة الخشبية وزيادة الكتل المضافة إلى كفة الأثقال حتى تتحرك الكتلة الخشبية.

6- دون قراءاتك في جدول مناسب :

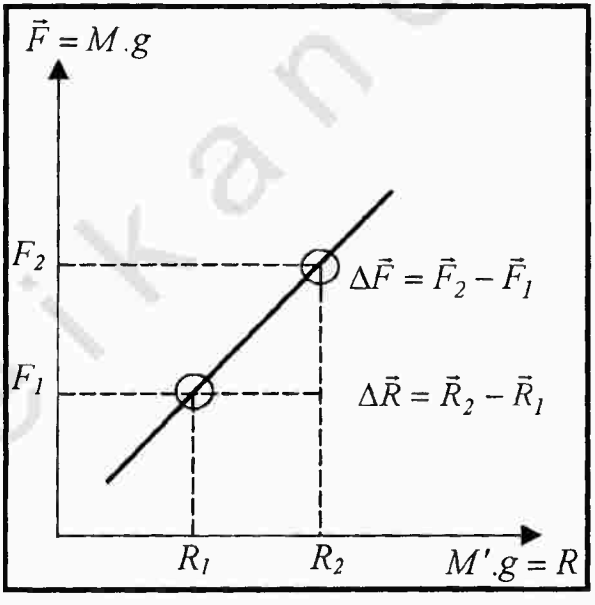
	M	$\vec{F} = M.g$	كتلة القطعة الخشبية + الكتلة المضافة M'	القوة العمودية $N = M'.g$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

7- ارسم العلاقة البيانية بين الثقل المعلق في كفة الأثقال على المحـــور الصـــادي $(M.g)$ وبين ثقل القطعة الخشبية وما عليها $(M'.g)$ على المحـــور الســـيني، (انظر الشكل 3.3) لتحصل على خط مستقيم ميله يساوي :

$$Slope = \frac{M.g}{M'.g} = \frac{F}{R} = \mu_k$$

وهذا الميل يساوي معامل الإحتكاك الحركي :

$$\boxed{\mu_k = \frac{M.g}{M'.g} = \frac{\Delta F}{\Delta R}}$$



(شكل 3.3)

1- عرف كلاً من معامل الاحتكاك الحركي والساكن. ثم اشتق وحدة قياسه.

2- ما هي العوامل التي تؤثر على قوة الاحتكاك؟ اذكرها.

3- ما هي أهمية ظاهرة الاحتكاك من الناحية العملية؟ أعط أمثلة على ذلك.

4- إذا تحرك جسم ما على سطح أملس تماماً ، كيف يمكننا أن نفسِّرحركته؟ وضِّح ذلك.

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (4) تجربة رقم (4)

اسم التجربة : دراسة حركة الجسم عند سقوطه سقوطاً حراً تحت تأثير الجاذبية الأرضية

Experiment Name: Studying the body motion using Free-fall

(4.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

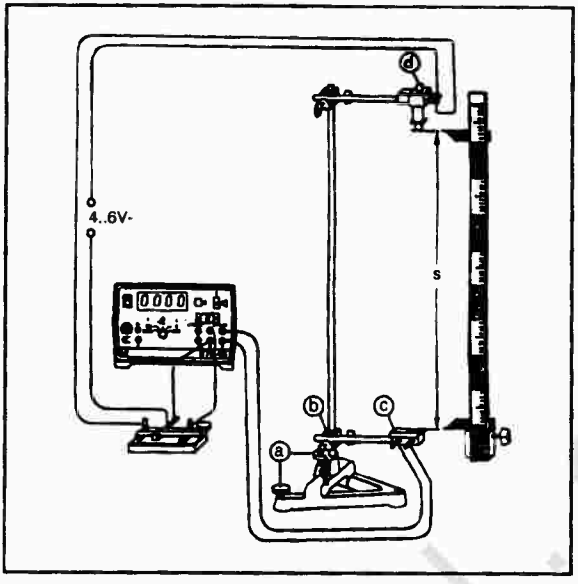
عند سقوط جسم من نقطة تحت تأثير تسارع الجاذبية الأرضية (g) فإنه يسقط سقوطاً حراً (*Free Fall*) تحت تأثير وزنه (W) ويقطع مسافة قدرها (S)، يمكن إيجادها من قوانين حركة الجسم على خط مستقيم بتسارع ثابت (منتظم) :

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

حيث (t) زمن السقوط، (g) عجلة الجاذبية الأرضية والتي يمكن حسابها من العلاقة :

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

ولإجراء التجربة نستخدم رسماً كما هو مبين في الشكل (4.1)، يتكون من حامل مثبت عليه مغناطيس لحمل الكرة المعدنية موصول بدائرة كهربائية ومزود بعداد لحساب الزمن بدقة عالية.



(شكل 4.1)

عند فتح الدائرة الكهربائية تسقط الكرة على مفتاح التوقيت الزمني ويبدأ بحساب الزمن وبمعرفة المسافة (S) التي قطعتها الكرة والزمن (t) يمكن حساب الجاذبية الأرضية (g) والتي تساوي في هذه الحالة تسارع الكرة.

(4.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين عجلة الجاذبية الأرضية بواسطة السقوط الحر.

Determining the gravity acceleration using free fall.

(4.3) الأدوات المستخدمة *Apparatus*

كما هو موضح بالشكل يتكون الجهاز من: عداد توقيت زمني *time counter*، مغناطيس *magnet*، حامل *holder*، مصدر جهد *power supply*، مفتاح *key switch*، كرة معدنية *metallic sphere*.

(4.4) طريقة العمل *Procedure*

1- صل الدائرة كما هو مبين بالشكل (4.1)، بحيث تكون الكرة المعدنية معلقة بالمغناطيس الكهربائي وعلى مسافة معينة ولتكن مثلاً ($90\ cm$).

2- اضبط العداد الزمني وضعه على الوضع (on) مفتوح.

3- افتح الدائرة الكهربائية لتسقط الكرة ، تلاحظ أن العداد الزمني بدأ في حساب الزمن وبعد ملامسة الكرة لمفتاح العداد نلاحظ أن العداد الزمني قد توقف عن العد وسجل الزمن (t).

4- كرر الخطوة (3) ثلاث مرت لحساب متوسط الزمن للمسافة الواحدة، وذلك توخياً للدقة.

5- أعد الخطوات أعلاه بما لا يقل عن ست مرات أخرى، وفي كل مرة أرجع الكرة إلى المغناطيس ثمَّ احسب الزمن (t) بعد تغيير المسافة وذلك بإنقاصها بمعدل ($10\ cm$) في كل مرة، متبعاً الخطوة (4).

6- دون قراءاتك في الجدول (4.1) :

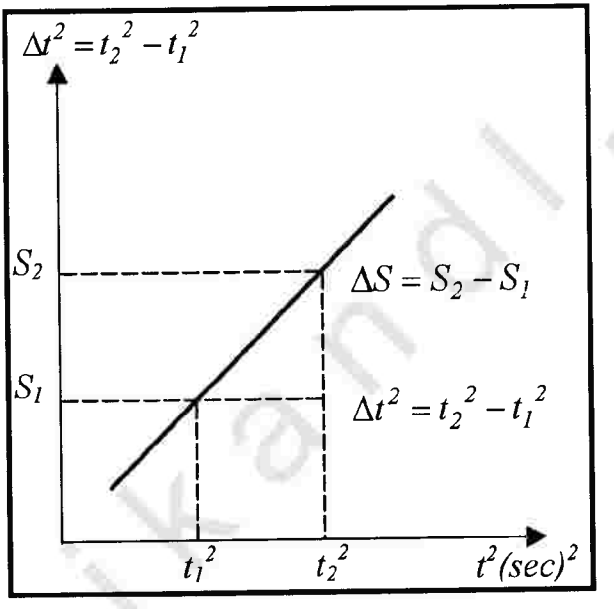
$S\ (m)$	$t_1(sec)$	$t_2(sec)$	$t_3(sec)$	المتوسط $t\ (sec)$	$t^2(sec)^2$
0.90					
0.80					
0.70					
0.60					
0.50					
0.40					

(جدول 4.1)

7- ارسم العلاقة البيانية بين المسافة (S) مقاساً بالأمتار على المحـــور الصـــادي ومربع زمن سقوط الكرة (t^2) على المحور الســـيني مقاســـاً بالثانيـــة تربيـــع لتحصل على خط مستقيم ميله يساوي:

$$Slope = \frac{\Delta S}{\Delta t^2}$$

(انظر الشكل 4.2)



(شكل 4.2)

ولحساب الجاذبية الأرضية g :

$$g = 2 \times slope \qquad m/sec^2$$

1- ما هو المقصود بالسقوط الحر ؟ وضح ذلك، هل لمقاومة الهواء تأثير على حركة الجسم الذي يسقط سقوطاً حراً ؟ وضح ذلك.

2- هل نستطيع أن نطبق قوانين حركة الجسم على خط مستقيم بتسارع ثابت على حركة الجسم الذي يسقط سقوطاً حراً ؟ وضح ذلك.

3- هل يتغير مقدار تسارع الجاذبية الأرضية انخفاضاً أو ارتفاعاً عن سطح الأرض ؟ وضّح ذلك.

4- استخدم قراءتك الأولى عندما كانت المسافة $(0.90\ m)$ لحساب الجاذبية الأرضية (g)، ثم استخدم قراءتك الأخيرة عندما كانت المسافة $(0.40\ m)$ لنفس الغرض. ثمَّ قارن بين النتيجتين.

5- ناقش الخط البياني الذي حصلت عليه بين المتغيرين (S) و (t^2).

6- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

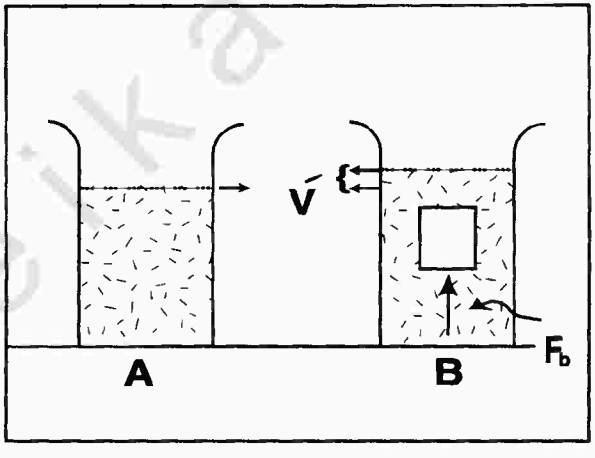
Experiment No (5)　　تجربة رقم (5)

اسم التجربة : تحقيق قانون أرخميدس

Experiment Name : Determination of Archimed's Principle.

(5.1) نظرية التجربة　　*Experiment Theory*

إن الأساس النظري للمبدأ المتداول والمعروف باسم العالم أرخميدس *Archimede's Principle*، يفسِّر لنا طبيعة القوى المؤثرة على جسم مغمور في الماء، سواءٌ كان هذا الغمر كلياً أو جزئياً. وإذا ما غُمر جسم صلب في سائل فإنه يواجه قوة دفع من الأسفل إلى الأعلى تساوي في مقدارها وزن السائل الذي أزاحه هذا الجسم، كما أن حجم هذا الجسم يساوي حجم الكمية التي أزاحها من السائل، (انظر الشكل 5.1).



(شكل 5.1)

بملاحظة الشكل السابق نجد أن حجم السائل في الإناء (B) قد ازداد عما هو عليه بالمقدار المشار إليه بين السهمين.

افرض الآن أن كثافة الجسم الصلب هي (ρ) وحجمه (V)، بينما كثافة السائل هي (ρ') وحجمه (V')، وباستخدام قاعدة أرخميدس نحصل على الآتي :

$$F_b = Weight\ of\ the\ displaced\ water = m'\,g$$

$$F_b = m'\,g = \rho' V'\,g \qquad \ldots\ldots (1)$$

حيث إن:

(F_b) : هي ما نسميه بقوة الطفو *Buoyant Force*، وإذا ما كان وزن الجسم الساقط أكبر من قوة الطفو فإن الجسم يستمر في السقوط إلى أسفل الإناء الذي يحتويه السائل ، (وهذا ما يحتِّم وجود قوة إضافية إذا ما أردنا أن نبقي الجسم عائماً على وجه السائل)، أصبح معلوماً لدينا أنَّ :

(m'): هي كتلة الماء المزاح.

(g) : هي عجلة الجاذبية الأرضية.

أما وزن الجسم المغمور:

$$W = m\,g = \rho V\,g \qquad \ldots\ldots (2)$$

وبمساواة (1) و (2) نجد أن مبدأ أرخميدس يأخذ الشكل الآتي :

$$\rho'\,V'\,g = \rho V\,g$$

$$\rho'\,V' = \rho V$$

أي أن :

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{V'}{V} \qquad \ldots\ldots (3)$$

ولمعرفة قوة الدفع (F_b) نقوم بوزن الجسم في الهواء وليكن (W_1)، ثم نقوم بإيجاد وزنه داخل السائل وليكن (W_2)، وهكذا نجد أن قوة الدفع عبارة عن :

$$F_b = W_1 - W_2 \qquad \ldots\ldots (4)$$

(5.2) الغرض من التجربة ***Experiment Goal***

ان الغرض من هذه التجربة هو إيجاد الوزن النوعي *Determining the specific weight of dense objects using Archimedes Principle* لجسم صلب ينغمر في الماء باستخدام مبدأ أرخميدس.

ومن المعلوم أن الوزن النوعي هو عبارة عن النسبة بين وزن الجسم في الهواء ووزنه داخل السائل، ويحلو للبعض أن يسميه الوزن النسبي بدلاً من الوزن النوعي، وهكذا نجد أن الصيغة الرياضية المعبرة عن الوزن النوعي هي:

$$S.W = \frac{(W_1)}{(W_1) - (W_2)}$$

الوزن النوعي = وزن الجسم في الهواء / قوة الطفو

(5.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

أجسام صلبة منتظمة الشكل *Uniform dense objects*، ميزان *Balance*، إناء يحتوي على الماء *Beaker*.

(5.4) طريقة العمل *Procedure*

1- أوجد وزن الجسم الصلب في الهواء (W_1).

2- اغمر الجسم الصلب في وعاء الماء وحدد وزنه داخل الماء وذلك بعد أن تحدد وزن الإناء قبل وبعد عملية غمر الجسم داخل الماء.

افرض أن وزن الإناء والماء هو (W_3)، ووزنه بعد أن غمرت الجسم الصلب بداخله هو (W_4)، فإن وزن الجسم الصلب داخل الماء هو:

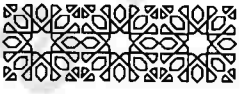
$$W_2 = W_4 - W_3$$

3- أوجد قوة الطفو (F_b) وهي تساوي الفرق بين الوزنين (W_4) و (W_3)، ثم استخدم المعادلة السابقة لمعرفة الوزن النوعي للجسم الصلب.

4- أعد الخطوات (3-1) مع باقي الأجسام الصلبة التي لديك لمعرفة أوزانها النوعية.

5- استخدم الجدول الآتي لتدوين نتائجك:

No.	W_1 *g*	W_3 *g*	W_4 *g*	W_2 *g*	(W_1-W_2) *g*	*S.W*



obeikandl.com

الأسـئلة والمناقشـة — *Questions & Discussion*

1- اذكر نص قاعدة أرخميدس.

2- هل للوزن النوعي وحدة؟ إذا كان الجواب نعم اذكرها، مستخدماً النظـام الدولـي للقياس (*SI*).

3- من خلال إجرائك للتجربة، هل يزيد وزن الجسم الصلب المغمـور فـي المـاء أم ينقص ؟ ولماذا ؟

4- هل يمكننا استخدام قاعدة أرخميدس لحساب الوزن النوعي لسائل آخر أكثر كثافـةً من الماء؟ ماذا تتوقع أن يحصل لكل من الوزنين (W_1) و (W_2) التي مرت معـك خلال هذه التجربة ؟ وضّح ذلك.

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

تجربة رقم (6) Experiment No (6)

اسم التجربة : اللزوجة (إيجاد معامل لزوجة سائل بطريقة ستوك)
Experiment Name : Viscosity (To find the viscosity of a fluid by Stock's law)

(6.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

لزوجة المائع هي نوع من الاحتكاك الداخلي تحول دون حركة طبقات السائل المتجاورة من الحركة بحرية فوق بعضها البعض وهذا المفهوم للزوجة يعتمد على ما قاله العالم نيوتن : بأن السائل مكون من طبقات ذات سماكات صغيرة متواضعة فوق بعضها البعض.

وإذا ما وضع السائل في إناء يمكننا وصفه وصفاً كاملاً من خلال الأجزاء الثلاثة الآتية:

1- جزء ملاصق لجدار الإناء.

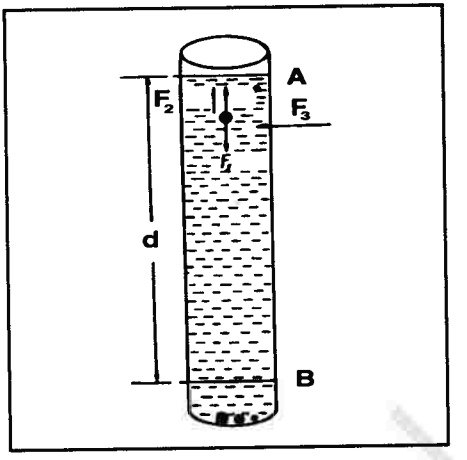
2- جزء مجاور لجدار الإناء.

3- جزء آخر داخلي.

ولا شك أن سرعة الجزيئات الملاصقة لجدار الإناء أقل من سرعة الطبقات المجاورة؛ وذلك بسبب قوى التلاصق بين جزيئات السائل وجدار الإناء الذي يحتويه، وتزداد سرعة الجزيئات كلما اتجهنا للداخل.

فإذا ألقيت كرة معدنية في سائل لزج (جليسرين) مثلاً، فإن طبقة السائل تلتصق بالكرة وسوف تتحرك معها إلى أسفل، وتقوم طبقات السائل الأخرى بمقاومة تلك

الحركة بفعل قوى التماسك بين جزيئات السائل حتى تصل الكرة في النهايـــة إلـــى سرعة منتظمة، (انظر الشكل 6.1) وتتزن تحت تأثير القوى الآتية:



(شكل 6.1)

1- قوة لزوجة السائل $(F_1 \uparrow)$ *Viscous retarding force* - ومـــن قـــانون ستوك *Stock's law* فإن الكرة المعدنية التي نصف قطرها (r) والملقاة في سائل لزوجته (μ) وبســـرعة نهائيـــة (v) تعاكس حركة سيرها وإلى أعلـــى مقدارها:

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

2- وزن السائل المزاح إلى أعلى $(F_2 \uparrow)$ *Buoyant force (upward force)*

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

3- وزن الكرة المعدنية إلى أسفل *sphere weight* $(F_3 \downarrow)$

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

حيث :

ρ_L : كثافة السائل (*Fluid Viscosity*).

ρ_S : كثافة الكرة المعدنية (*Sphere Viscosity*).

g : عجلة الجاذبية الأرضية (*Gravitational Acceleration*).

μ : معامل لزوجة السائل (*Viscosity Coefficient*).

- تعريف معامل اللزوجة μ (*Viscosity Coefficient*) :

هي القوة المؤثرة على وحدة المساحات من طبقة السائل عندما تكون السرعة التي تتحرك بها طبقة موازية لها وتبعد عنها ($1\ cm$) أقل منها بمقدار $1\ cm/sec$.

- تعريف اللزوجة (*Viscosity*) :

هي المقاومة التي يعوّق بها السائل الحركة النسبية بين طبقاته أو بين طبقاته وجسم صلب تتحرك فيه .

وعندئذٍ 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 يمكن حساب معامل اللزوجة (μ).

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

وحدات معامل اللزوجة : ***Viscosity Coefficient units***

$$\mu(units),(kg/m.\sec),(gm/cm.\sec)$$

- وتسمى بواز (*Poiseauille*)

(6.2) الغرض من التجربة ***Experiment Goal***

تعيين معامل اللزوجة بطريقة ستوك لسائل غير الماء.

Determining the viscosity coeff. Of a fluid using Stock's Method.

(6.3) الأدوات المستخدمة ***Apparatus***

أنبوبة طويلة ذات قطر كبير (*Long tube*)، مجموعة من الكرات المعدنية مختلفة الأقطار (*Steel balls of different radii*)، ساعة إيقاف (*Stop watch*)، سائل مجهول اللزوجة (*A fluid with unknown viscosity*)، مسطرة مترية (*Meter stick*).

(6.4) طريقة العمل ***Procedure***

1- حدد علامتين واضحتين على الجدار الخارجي للأنبوبة الزجاجية (انظر الشكل 6.1) وقس المسافة بينهما ولتكن مسافة مناسبة حتى تكون السرعة منتظمة.

2- قس أنصاف أقطار الكرات المعدنية بواسطة المايكروميتر (*Micrometer*) ودونها في الجدول (6.1).

3- قم بإسقاط الكرة الأولى في وسط السائل ثم احسب زمن سقوطها بين النقطتين (A , B).

4- احسب سرعة السقوط (v) من العلاقة $v = \frac{d}{t}$

حيث :

(d) المسافة بين العلاقتين.

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

5- كرر الخطوتين 3 ، 4 مع باقي الكرات الأخرى.

6- دون قراءاتك في الجدول (6.1).

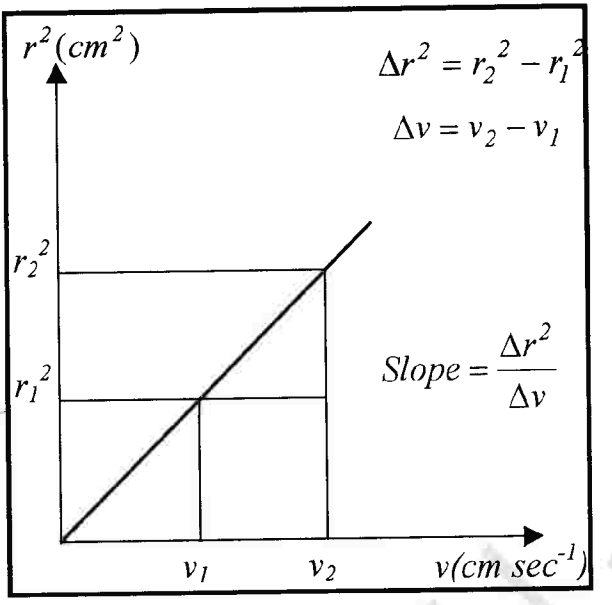
رقم الكرة	القطر $(2r = d)$ cm	نصف القطر (r) cm	مربع نصف القطر (r^2) cm^2	الزمن (t) sec	السرعة (v) $cm\ sec^{-1}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

(جدول 6.1)

7- ارسم العلاقة البيانية بين r^2 على المحور الصادي و v على المحور السيني تحصل على خط مستقيم ميله:

$$Slope = \frac{\Delta r^2}{\Delta v}$$

(انظر الشكل 6.2)



(شكل 6.2)

8- احسب معامل اللزوجة (μ) من العلاقة :

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

حيث :

$$g = 980 \frac{cm}{\sec^2}$$

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

$$\rho_L = 1.22\ \ gm/cm^3 \quad \text{(للجلسرين)}$$

1- عَرف اللزوجة.

2- استنتج وحدة اللزوجة.

3- لماذا لا نستعمل الماء في تعيين اللزوجة بطريقة ستوك ؟

4- هل يمكنك وصف حركة الكرة المعدنية داخل السائل بعد أن تصل إلى سـرعتها الثابتة ؟ وضح ذلك.

5- هل تستطيع تحديد مصدرين للخطأ في نتائج هذه التجربة ؟ ما هي ؟

6- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلـت عليـها فـي هـذه التجربة.

obeikandi.com

obeikandl.com

Experiment No (7)

تجربة رقم (7)

اسم التجربة : التوتر السطحي

Experiment Name : Surface tension

Experiment Theory (7.1) نظرية التجربة

إن أي جزيءٍ من سائل ما (*Fluid*) هو جزء من ملايين الجزيئات التي تكّون السائل، هذا 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 أنبوبة الاختبار، أو محدباً إلى أعلى حسب مقدار القوى المحصلة بين جزيئات السائل من جهة (قوى التماسك) وقوى 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.

(7.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين معامل التوتر السطحي لسائل باستخدام الأنابيب الشعرية.

Determining the surface tension coefficient of liquid using Capillary tubes.

لنبدأ باستخدام سائل يمكنه الالتصاق بجدران الأنابيب الشعرية (*Capillary tubes*) فإذا ما أدخلنا أنبوبةً شعرية داخل هذا السائل فإننا نلاحظ ارتفاع السائل داخلها، لنفرض أن الارتفاع بالنسبة للسائل في الأنبوبة (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 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 ارتفاع السائل (h)، أي أن :

$$P = \frac{F_W}{A} = \rho.h.g$$

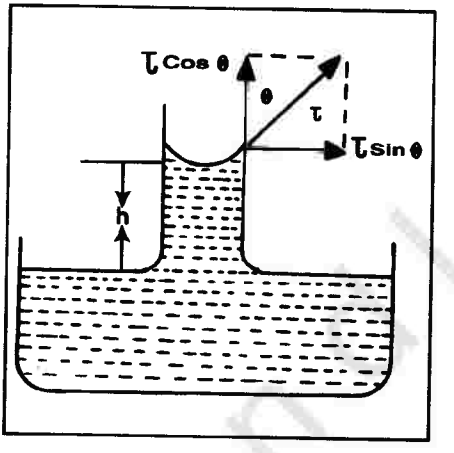
$$F_W = A.\rho.h.g = \Pi.r^2\ \rho.h.g \qquad \ldots\ldots (1)$$

حيث إن: (r) نصف قطر الأنبوبة الشعرية ذات مساحة المقطع الدائري.

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

$$F_\tau = 2\Pi r \tau \ Cos\theta \qquad \ldots\ldots (2)$$

حيث $(2\Pi r)$ محيط الأنبوبة الشعرية (θ) زاوية التلامس بين السائل وجدار الأنبوبة الداخلي (انظر الشكل 7.1).



(شكل 7.1)

بمساواة المعادلتين (1) و (2) نجد أن :

$$\Pi r^2 \rho.h.g = 2\Pi r \tau \ Cos\theta$$

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

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

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

(7.2) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

أنابيب شعرية مختلفة الأقطار (*capillary tubes*)، حامل (*holder*)، كأس به ماء (*beaker*)، مسطرة مترية (*metric stick*)، ميكروسكوب لقياس أنصاف أقطار الأنابيب الشعرية (*travelling microscope*).

(7.3) طريقة العمل *Procedure*

1- قس القطر الداخلي للأنبوبة الشعرية باستخدام الميكروسكوب المتحرك وذلك بعد تنظيفها، ثم عين نصف قطرها الداخلي (*radius*)، مستخدماً المتر كوحدة للقياس.

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

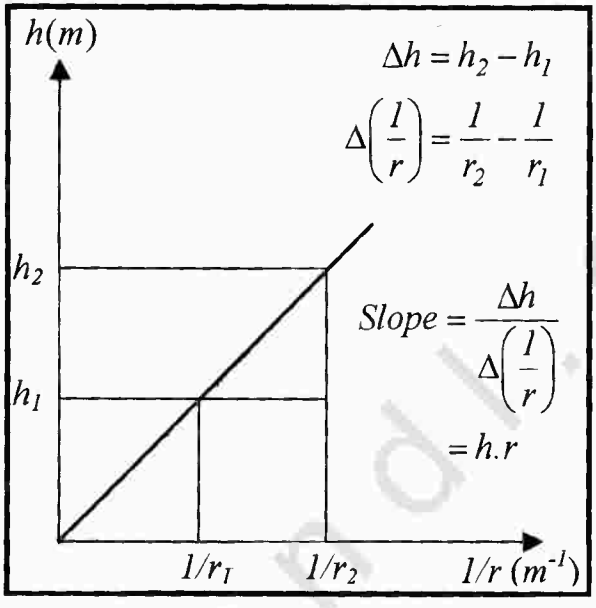
3- قس ارتفاع الماء في الأنبوبة بواسطة المسطرة المترية (h).

4- أعد الخطوات 1 ، 2 ، 3 لعدد من الأنابيب الشعرية مختلفة الأقطار.

5- دوِّن قراءاتك في جدول مناسب كالجدول الآتي :

No	*2r(m)*	*r(m)*	$\frac{1}{r}=\frac{1}{m}$	*h(m)*
1				
2				
3				
4				
5				
6				

6- ارسم العلاقة البيانية بين $(1/r)$ على المحور السيني مقاساً بالأمتار، وارتفاع الماء في الأنبوبة (h) أيضاً مقاساً بالأمتار على المحور الصادي وسوف تحصل على خط مستقيم ميله $(h.r)$.



(شكل 7.2)

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

$$Cos\theta = 1$$

وهكذا (τ) :

$$\tau = \frac{h.r.g.\rho}{2} = Slope \times \frac{g.\rho}{2}$$

علماً بأن كثافة الماء (ρ) : $\rho = 1000\ kg/m^3$

$g = 9.8\ m/s^2$

1- بماذا تفسر صِغر زاوية التلامس (θ) بين سطح الماء وجدار الأنبوبة الشعرية؟ وضّح ذلك.

2- ما الذي يجعل السطح العلوي للزئبق محدباً في الأنابيب الشعرية، بينما يتقعر سطح الماء العلوي في ذات الأنابيب ؟ وضح ذلك.

3- هل تعتقد أن ثمة تشابه بين ما يحصل في صعود الغذاء من جذور الأشجار إلى أوراقها وظاهرة الشد السطحي في الأنابيب الشعرية ؟ وضّح ذلك.

4- يمكننا أن نتأكد من نظافة أطباق الطعام من المواد الدهنية، وذلك بإمرار الماء عليها، لنجد أن الماء قد ترك أثراً متقطعاً على طبق الطعام في حال عدم نظافته، أما إذا كان الطبق نظيفاً فإنَّ الماء لا يترك أي أثر، هل تستطيع تفسير ذلك مستنداً إلى مفهوم ظاهرة الشد السطحي ؟ وضّح ذلك.

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.