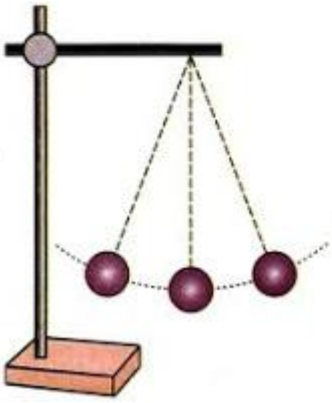
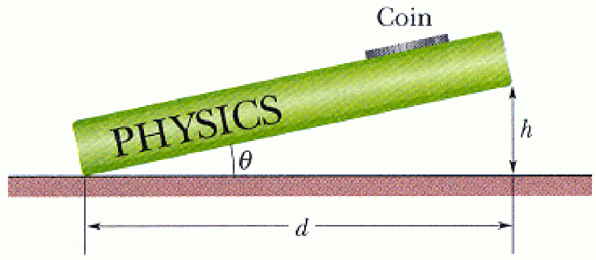
الجامعة المستنصرية

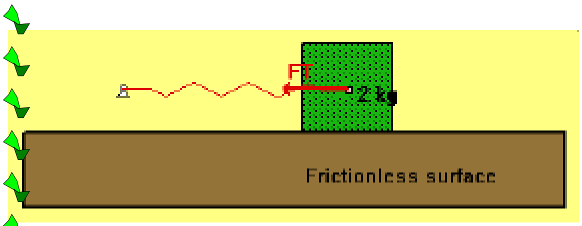
كلية العلوم

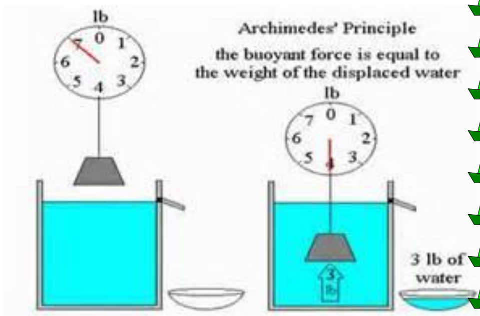
قسم الفيزياء

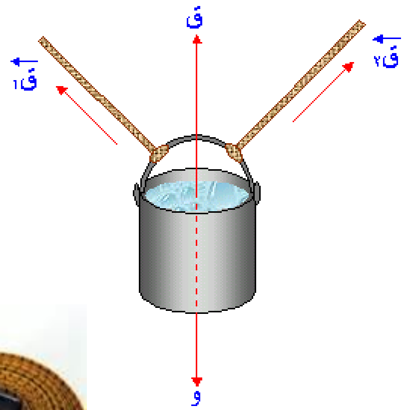


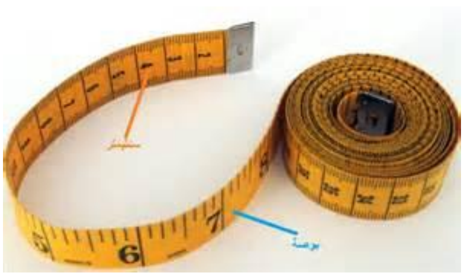


تجارب الفيزياء العملية لاقسام كلية العلوم









المقدمة

تحتوي هذه الملزمة على العديد من التجارب الفيزيائية المختلفة والمتنوعة (في مادة الميكانيك)، حيث سيقوم الطلبة باجرائها بأنفسهم فيكتسبوا بذلك فوائد جمة ،منها التحقيق في صحة بعض القوانين او النظريات ، والتدريب على استخدام الاجهزة والوصول الى قياسات جيدة لمقاديرعلمية ثابتة ، اضافة الى ان إقتران الدراسة النظرية بالدراسة العملية عامل مهم يتحقق به اهم عنصر من عناصر التربية العلمية الحديثة.

ان الطالب الذي يحرص على عدم ضياع الوقت والافادة في الحصول على معلومات اكثر بوقت اقصر يقرأ المعلومات الواردة خلال عرض التجربة ويتفهم جيداً ويجيب على جميع مافيها من اسئلة ، اضافة الى مايرد في ذهنه من خواطر اخرى قبل حضوره الى المختبر ،وينبغي الا يمنعه ذلك من الاستفسار من اساتذته في المختبر ان وجدت بعض الصعوبات.

الوحدات

لقد وضع العلماء الكثير من النظريات لتفسير ظواهر فيزياوية كثيرة ولقد نجحت نظريات وفشلت أخرى إذ انَّ جميع هذه النظريات تبقى أو تزول بحدِّية التجارب فالفيزياء تهتم بالنهاية بالقياسات، وموضوع إهتمامنا في المختبر هو القياسات والحسابات التي تستند على معادلات واشتقاقات توضح بصورة دقيقة كيف انَّ فكرة مجردة يمكن أنْ تُقارَن مع قياسات حقيقية، ولكي نتمكن من إجراء القياسات وتحديد قيم الكميات الفيزياوية يجب أنْ تكون لدينا فكرة عن الوحدات، وهناك ثلاثة مفاهيم يجب على الفيزياوي فهمها وإدراكها عن الوحدات، الأول هو أهمية الوحدات، الثاني معرفة وتعلُّم استخدام الوحدات لتجنب الأخطاء الجبرية والتصوريَّة والثالث التعلُّم والتمرُّس على عملية تحويل الوحدات من نظام إلى آخر.

الفيزياء علم كمّي ونعني بهذا انَّ الفيزياوي يحاول مقارنة قيم الكميات المقاسة مع القيم المتوقعة من النظرية، ومبدئياً هناك عملية قياس واحدة وهي عملية الحساب فعلى سبيل المثال المسافة بين نقطتين ما يُحدَّد بحساب عدد المرات المتكررة لطول قياسي ملائم بين النقطتين نسميه بوحدة الطول، ولقد بيَّن كل من هارولد وجارود عملية القياس عن طريق حساب وحدات قياسية كالآتي:

((بما انَّ عملية القياس هي حساب مضاعفات بعض المقاييس المُختارة فمن المنطقي طرح السؤال الآتي (كم من المقاييس يمكن أنْ يصبح لدينا إذا احتجنا مقياس لكل كمية يمكن قياسها؟) والجواب سنحتاج إلى عدد كبير وهائل، وفي حقيقة الأمر فنحن نحتاج إلى أربعة مقاييس أساسية وهي مقياس للطول، مقياس للكتلة، مقياس للزمن ومقياس للشحنة الكهربائية وعندما تكون لدينا هذه المقاييس فانَّه ستكون لدينا القدرة من حيث المبدأ على تحديد القيمة العددية لأي كمية فيزياوية)).

حظي نظام الوحدات (MKS) الذي كان يُعرَف بالنظام المتري باهتمام كبير على النطاق العالمي وهو اختصار للوحدات (meter-kilogram-second) وتمَّ فيما بعد إضافة وحدة التيار الكهربائي الأمبير (A) كمقياس للشحنة الكهربائية ليفي هذا النظام بجميع الاحتياجات والاختصاصات العلمية وتمّ تغيير تسميته إلى نظام الوحدات (MKSA). في عام 1960 عُقِد المؤتمر الدولي للأوزان والمقاييس في مدينة باريس ومن هذا المؤتمر ظهر ما نسميه بالنظام الدولي للوحدات (SI) وهو إختصار للكلمات الفرنسية (Système international d'unités) ويمثّل هذا النظام الصيغة الحديثة للنظام المتري وهو النظام المُفضَّل والمُستخدم بصورة واسعة في أغلب المجالات العلمية والتكنولوجيَّة وفي أغلب بلدان العالم وهو مبني على سبع وحدات أساسيةالتي هي عبارة عن وحدات مستقلة مُفترضة وتعتبر أساس وحدات الكميات الفيزياوية الأخرى، والجدول (1) يُبيِّن الوحدات الأساسية في نظام الوحدات (SI):

الجدول (1)

الوحدات الأساسية في نظام (SI)		
الكمية الفيزياوية	**الوحدة**	**رمز الوحدة**
الطول (length)	meter	m
الكتلة (mass)	kilogram	kg
الزمن (time)	second	s
التيار الكهربائي (electric charge)	ampere	A
درجة الحرارة (temperature)	kelvin	k
الجسيمات الأولية	mole	mol

		(elemental entities)
cd	candela	شدَّة السطوع (الإضاءة) (luminous intensity)

لاحظ انَّه يتم استخدام التيار الكهربائي (الشحنة في وحدة الزمن) كمقياس بدلاً من الشحنة الكهربائية ونلاحظ أيضاً انَّ الوحدات الأساسية في نظام (SI) قد تضمَّنت ثلاثة وحدات إضافية وهي درجة الحرارة،الجسيمات الأولية وشدَّة السطوع (الإضاءة) ويختلف دور هذه الوحدات عن دور الوحدات الأساسية الأربعة (الطول، الكتلة، الزمن والشحنة الكهربائية) في تحديد القيمة العددية للكميات الفيزياوية.

يتم التركيز في بعض الاختصاصات والمجالات ومنها علم الميكانيك على المقاييس الأساسية الثلاثة الطول، الكتلة والزمن أي التركيز على نظام الوحدات (MKS)ونظام الوحدات (cgs) وهو اختصار للوحدات (centimeter-gram-second) إذ يتضمن هذان النظامين هذه المقاييس فقط.أمَّا بقية الكميات الفيزياوية الأخرى فتُعرَّف وحداتها بدلالة الوحدات الأساسية السبعة من خلال استخدام معادلات هذه الكميات ولقد تمَّ اختصار ووضع أغلب هذه الوحدات في وحدة واحدة (رمز واحد) تسمَّى الوحدة المُشتقَّة والجدول (2) يُبيِّن بعض الوحدات المُشتقَّة ورموزها في نظام الوحدات (SI):

الجدول (2)

بعض الوحدات المشتقَّة في نظام الوحدات (SI)				
الكمية الفيزياوية	الوحدة	رمز الوحدة	وحداتها الأساسية	وحداتها بدلالة الوحدات المشتقة الأخرى
(force) القوة	newton	N	m kg s^{-2}	J/m
(pressure) الضغط (stress) الاجهاد	pascal	Pa	m^{-1} kg s^{-2}	N/m^2
(frequency) التردُّد	hertz	Hz	s^{-1}	s^{-1}
(work) الشغل (energy) الطاقة	joule	J	m^2 kg s^{-2}	N m

كمية الحرارة (quantity of heat)				
القدرة (power)	watt	W	$m^2\ kg\ s^{-3}$	J/s
الشحنة الكهربائية (electric charge)	coulomb	C	s A	A s
الجهد الكهربائي (electric potential) فرق الجهد (potential difference) القوة الدافعة الكهربائية (electromotive force)	volt	V	$m^2 kg\ s^{-3}\ A^{-1}$	W/A
المقاومة الكهربائية (electric resistance)	ohm	Ω	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$	V/A
السعة (capacitance)	farad	F	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$	C/V
الحث (inductance)	henry	H	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$	Wb/A
التوصيلية الكهربائية (electric conductance)	siemens	S	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$	$\Omega^{-1} = A/V$
الفيض المغناطيسي (magnetic flux)	weber	Wb	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$	V s
كثافة الفيض المغناطيسي (magnetic flux density)	tesla	T	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$	Wb/m^2
الزاوية المستوية (plane angle)	radian	rad	$m\ m^{-1}$	ليس لها وحدات
الزاوية المجسمة أو الصلبة (solid angle)	steradian	sr	$m^2\ m^{-2}$	ليس لها وحدات

الجدول (3) يُبيِّن وحدات بعض الكميات الفيزياوية في نظام الوحدات (SI)، أمَّا الجدول (4)فيوضِّح تحويلات بعض الوحدات بين نظامي (mks) و (cgs):

الجدول (3)

وحدات بعض الكميات الفيزياوية في نظام الوحدات (SI)	
الكمية الفيزياوية	**وحداتها**
السرعة (velocity)	$m\ s^{-1}$
التعجيل (acceleration)	$m\ s^{-2}$
الكثافة (density)	$kg\ m^{-3}$
الزخم الخطي (linear momentum)	$kg\ m\ s^{-1}$
الزخم الزاوي (angular momentum)	$kg\ m^2\ s^{-1}$
عزم القصور الذاتي (moment of inertia)	$kg\ m^2$
عزم اللي (الدوران) (torque)	N m
المقاومة النوعية (resistivity)	Ωm

شدة المجال الكهربائي (electric field intensity)	$N\ C^{-1}$
العزم الكهربائي (electric moment)	C m
الاستقطاب الكهربائي (electric polarization)	$C\ m^{-2}$
السماحية (permittivity)	$C\ N^{-1}\ m^{-2}$
العزم المغناطيسي (magnetic moment)	$A\ m^{2}$
النفاذية (permeability)	$N\ A^{-2}$

الجدول (4)

الكمية الفيزياوية	وحداتها في نظام(mks)		وحداتها في نظام(cgs)		التحويل
	الوحدة	رمزها	الوحدة	رمزها	
الكتلة(mass)	kilogram	kg	gram	g	$1\ kg=10^{3}\ g$
الطول(length)	meter	m	centimeter	cm	$1\ m=10^{2}cm$
الزمن	second	s	second	s	
القوة(force)	Newton	N	dyne	dyne	$1\ N=10^{5}\ dyne$
الشغل(work) الطاقة(energy)	Joule	J	erg	erg	$1\ J=10^{7}\ erg$
الفيض المغناطيسي (magnetic flux)	weber	Wb	maxwell	Mx	$1\ Wb=10^{8}Mx$
كثافة الفيض المغناطيسي (density of magnetic flux)	tesla	T	gauss	G	$1\ T=10^{4}\ G$

ومن الميِّزات المهمة في نظام الوحدات (SI) هي الوحدات البديلة التي وضعت لتسهيل التعامل مع القيم الكبيرة والصغيرة جداً والتي يُشار اليها ببادئات (prefixes) تضاف إلى الوحدات وهي تمثِّل عامل معين (factor) وهذا العامل هو العدد عشرة مرفوع لأس صحيح موجب أو سالب والجدول(5) يبيِّن أسماء ورموز وعوامل هذه البادئات.

الجدول (5)

البادئة (prefix)	رمزها (symbol)	العامل (factor)	البادئة (prefix)	رمزها (symbol)	العامل (factor)
deca	da	10^{1}	yocto	y	10^{-24}
hecto	h	10^{2}	zepto	z	10^{-21}
kilo	k	10^{3}	atto	a	10^{-18}
mega	M	10^{6}	femto	f	10^{-15}
giga	G	10^{9}	pico	p	10^{-12}
tera	T	10^{12}	nano	n	10^{-9}
peta	P	10^{15}	micro	μ	10^{-6}
exa	E	10^{18}	milli	m	10^{-3}
zetta	Z	10^{21}	centi	c	10^{-2}
yotta	Y	10^{24}	deci	d	10^{-1}

إذن لكل كمية فيزياوية وحدة تقاس بها وعند إجراء الحسابات واستخدام القوانين يجب على الطالب توحيد جميع وحدات الكميات الفيزياوية ضمن نظام وحدات واحد ويستطيع الطالب الاستفادة من ميِّزات أنظمة الوحدات مثل الوحدات المشتقة والوحدات البديلة لتسهيل عمله وحساباته.

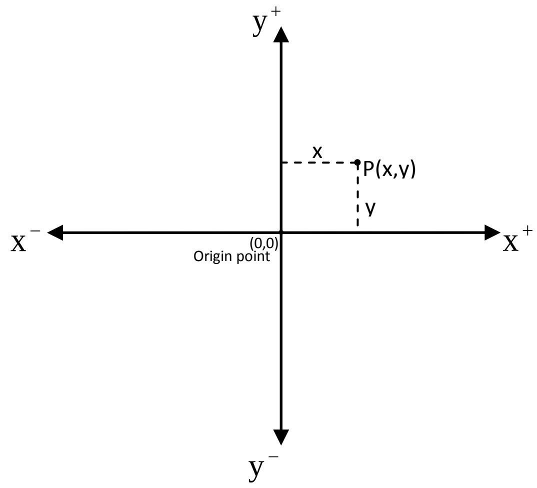
ومن المهم ذكر انَّ أي عملية رياضية تجري على الكمية الفيزياوية تجري على وحدات هذه الكمية أيضاً فمثلاً عند تربيع كميةٍ ما يتم تربيع وحداتها أيضاً كذلك عند أخذ مقلوبها فانَّ هذه العملية تجري على وحداتها أيضاً وهكذا مع بقية العمليات الرياضية الأخرى... .

الخطوط البيانية

يُفضَّل في معظم تجارب الفيزياء أنْ يكون هناك رسم تخطيط بياني لتوضيح العلاقة بين المتغيِّرات تحت التجربة، فالرسم البياني يمثِّل وسيلة بصرية لتوضيح وإدراك العلاقة بين متغيِّرين واستنباط المعادلة الرياضية التي تربط بينهما والحصول على الثوابت التي يمكن

حسابها منه بالإضافة إلى انَّ الرسم البياني هو أفضل طريقة للحصول على أحسن معدل لجملة من القراءات.

يتم تحديد إحداثيات نقطة ما بالنسبة لخطي أعداد حقيقية متعامدين يتقاطعان في نقطة تسمى بنقطة الأصل origin point وهي (0,0)، يُسمى خط الأعداد الأفقي بالمحور السيني x-axis



الشكل(1)

وخط الأعداد الشاقولي بالمحور الصادي y-axis لاحظ الشكل (1).تمثّل القيم على يمين نقطة الأصل القيم الموجبة لمحور سين (x) والقيم على يسار نقطة الأصل تمثل القيم السالبة، أمّا القيم فوق نقطة الأصل فتمثّل القيم الموجبة لمحور صاد (y)والقيم تحت نقطة الاصل القيم السالبة.

عند أجراء الرسم البياني يتم اتباع الخطوات التالية:

1- إختيار مقياس الرسم

تستخدم في الرسم البياني أوراق خاصة لهذا الغرض وهي الورقة البيانية حيث تتكون من المحاور التي تمَّ ذكرها في أعلاه إلّا انّه لا يتم تثبيت أسماءها ولا يتم تحديد وتثبيت قيم تقسيماتهما حيث يقوم الطالب بتسمية الحاور وتحديد وتثبيت قيم التقسيات حسب مقياس رسم معين. من هذه التقسيمات يتم رسم خطوط (مستقيمات) تكون مساوية لطول المحور الآخر وموازية له وموزعة على جميع مساحة الورقة حيث تمثّل هذه المستقيمات تقسيمات المحاور وبالتالي فانَّها

ستكوِّن مجموعة من المربعات المتساوية والمتراصفة والمتراصَّة تملأ جميع مساحة الورقة وتختلف مساحة المربعات حسب البعد بين هذه التقسيمات فكلما كان البعد بينها صغيراً كانت مساحة المربعات صغيرة.

عند الرسم يتم أولاً ترك مسافة مناسبة عند نهاية كل محور وذلك لكتابة الكمية الفيزياوية التي يمثّلها كل محور ووحداتها، ما تبقى من المحور يتم تحديد قيم تقسيماته عن طريق إختيار مقياس رسم مناسب لكل محور وذلك بملاحظة عدد التقسيمات (المربعات) الموجودة على المحور وملاحظة مدى المتغيِّر (القراءات) الذي سيتم تمثيله على هذا المحور وباستخدام النسبة والتناسب يتم معرفة قيمة كل تقسيمة (مربع) كالآتي:

$$\frac{\text{قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) الواحد}}{\text{تقسيمة واحدة (مربع) واحد}} = \frac{\text{قيمة أعلى قراءة}}{\text{عدد التقسيمات (المربعات)}} \quad \text{.............. (1)}$$

أي انَّ:

$$\frac{\text{قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) الواحد}}{1} = \frac{\text{قيمة أعلى قراءة}}{\text{عدد التقسيمات (المربعات)}} \quad \text{................ (2)}$$

$$\text{قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) الواحد} = \frac{\text{قيمة أعلى قراءة}}{\text{عدد التقسيمات (المربعات)}} \quad \text{................. (3)}$$

وإليك المثال التالي:

مثال (1):

في تجربةٍ ما كانت قيمة أعلى قراءة لأحد المتغيرين (الكميتين) هي (45) وبعد ترك مسافة لكتابة الكمية التي سيمثّلها المحور ووحداتها بقي لدينا (15) تقسيمة أي مربع وعند استخدام المعادلة (3) نتج لنا:

$$\text{قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) الواحد} = \frac{45}{15}$$

$$\therefore \text{قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) الواحد} = 3$$

إذن قيمة المربع الواحد تساوي 3 وبالتالي فعند ترتيب القيم على تقسيمات المحور (المربعات) نلاحظ انَّ المربع الأول يساوي 3 والثاني 6 والثالث 9 وهكذا إلى أنْ نصل القيمة 45 عند المربع 15.

في هذه المثال كان الناتج عدداً صحيحاً ويسهل التعامل معه ولكن في بعض التجارب قد يكون الناتج عدد غير صحيح والتعامل معه تكون فيه بعض الصعوبة في هذه الحالة لذلك يتم تقريب الناتج إلى قيم يسهل التعامل معها ويتم تقريب الناتج نحو القيم الأعلى لكي لا تحصل خسارة في عدد القراءات والمثال التالي يوضح ذلك:

مثال (2):

في تجربةٍ ما كانت قيمة أعلى قراءة لأحد المتغيرين (الكميتين) هي (34.95) وبعد ترك مسافة لكتابة الكمية التي سيمثّلها المحور ووحداتها بقي لدينا (15) تقسيمة أي مربع وعند استخدام المعادلة (3) نتج لنا:

قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) دحالیا $= \dfrac{34.95}{15}$

∴ قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) دحالیا $= 2.33$

التعامل مع قيمة هذه التقسيمة تكون فيه بعض الصعوبة لذلك يتم تقريبها إلى العدد (2.5).

مثال (3):

في تجربةٍ ما كانت قيمة أعلى قراءة لأحد المتغيرين (الكميتين) هي (1655) وبعد ترك مسافة لكتابة الكمية التي سيمثّلها المحور ووحداتها بقي لدينا (17) تقسيمة أي مربع وعند استخدام المعادلة (3) نتج لنا:

قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) دحالیا $= \dfrac{1655}{17}$

∴ قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) دحالیا $= 97.35$

في هذا المثال يتم تقريب الناتج نحو القيمة (100) لتكون قيمة التقسيمة الأولى 100 والثانية 200 والثالثة 300 وهكذا...

قد تكون قيم القراءات كبيرة جداً أو صغيرة جداً نسبياً فقد تصل القراءات إلى مراتب العشرات أو المئات أو الآلاف أو المليون أو أجزاء من العشرة أو المائة أو الآلاف أو المليون ....، ويمكن الاستفادة من الوحدات البديلة للتعامل مع مثل هذه والتخلص من الأصفار أو المراتب العشرية التي قد تظهر في القراءات أو الحسابات والمثال التالي يوضح ذلك.

في تجربةٍ ما كانت قيمة أعلى قراءة لأحد المتغيرين (الكميتين) هي (25458) وبعد ترك مسافة لكتابة الكمية التي سيمثّلها المحور ووحداتها بقي لدينا (17) تقسيمة أي مربع وعند استخدام المعادلة (3) نتج لنا:

$$\text{قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) دراياً} = \frac{25458}{17}$$

$$\therefore \text{قيمة التقسيمة الواحدة (المربع) دراياً} = 1497.53$$

يتم تقريب هذا الناتج إلى القيمة 1500 التي يمكن كتابتها بدلالة الوحدات البديلة 1.5 k (1.5 كيلو) اذ ان 1 كيلو $=10^3$ وهكذا مع بقية القراءات والحسابات.

ويجب ذكر انَّه ليس شرطاً أنْ يكون مقياس الرسم لكلا المحورين متساوياً إذ يتم إجراء ذلك لكل محور على حدة فمقياس الرسم بالنسبة للمحور السيني ليس شرطاً أنْ يكون هو نفسه للمحور الصادي إلا في الحالة التي تكون فيها القراءات متقاربة ومتوافقة.

2- تمثيل القراءات (النقاط)

في الرسم البياني يجب أنْ تُحدَّد نقطة الأصل وتظهر في الرسم إلَّا إذا كانت هناك حاجة ماسة لتغيير نقطة إلتقاء أو تقاطع المحورين إذ انَّ نقطة الأصل تمثّل نقطة إلتقاء المحورين كما تمَّ ذكره سابقاً وبالتالي فقد يتغير موضعها أو أنْ لا تظهر نقطة الأصل في الرسم. يتم تمثيل وتحديد موضع نقطةٍ ما في مستوي المحورين وذلك بتعيين بعديهما عن المحورين ويطلق على هذين البعدين بالإحداثيين، فالإحداثي السيني هو بعد النقطة عن المحور الصادي أمَّا الإحداثي الصادي لها فهو بعدها عن المحور السيني.

ملاحظة: يجب تحديد وتثبيت قيم إحداثيات النقاط في الرسم.

3- الخط البياني

يمكن معرفة الخط البياني(شكل الرسم البياني) من المعادلة الرياضية التي تربط بين المتغيرين كما ويمكن في أغلب الاحيان استنباط المعادلة الرياضية التي تربط المتغيرين من الرسم البياني وفيما يأتي شرح لبعض الحالات:

أ- **التغيُّر الخطي:**في هذه الحالة يكون فيها الرسم خطاً مستقيماً ويرتبط فيها المتغيِّران حسب المعادلة:

$$y = mx + b \quad ,\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

حيث انَّ $m,\ b$ مقدارين ثابتين،وتمثّل m قيمة ميل المستقيم. فعندما تكون $b \neq 0$ فانَّ المستقيملا يمر بنقطة الأصل بل يتقاطع مع المحور الصادي في النقطة (0,b)، وتمثّل b قيمة الإحداثي الصادي للنقطة (البعد بين نقطة الأصل ونقطة تقاطع المستقيم مع المحور الصادي) وقد تكون قيمته موجبة أو سالبة فعندما تكون موجبة فانَّ المستقيم يقطع المحور الصادي في الجزء الموجب وعندما تكون قيمته سالبة فانَّ المستقيم يقطع المحور الصادي في الجزء السالب، وعندما تكون قيمة b=0 فانَّ المعادلة رقم (4) تصبح كالآتي:

$$y = mx \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

وفي هذه الحالة يكون الرسم خطاً مستقيماً يمر بنقطة الأصل وحينها تسمى العلاقة بالتناسب المباشر.

ب- **التغيُّر غير الخطي:** إذا كانت العلاقة بين المتغيِّرين (المعادلة) غير خطية فانَّ الرسم البياني بينهما سيكون خطاً منحنياً مثل العلاقة الأسِّية واللوغارتمية وغيرها، ويمكن التعامل مع القراءات بطريقة ما بحيث نحصل على خط مستقيم وبصورة عامة حاول تحويل العلاقات ذات التغيُّر غير الخطي إلى علاقات ذات تغيُّر خطي متى ما كان بإمكانك ذلك وإليك المثال التالي:

العلاقة التالية:

$$y = x^n \quad ....(6)$$

تمثّل علاقة ذات تغيُّر غير خطي حيث انَّ n هنا مجهولة وقد تكون قيمتها موجبة أو سالبة وعدد صحيح أو كسر لذا فانَّه بأخذ اللوغارتم للطرفين تصبح العلاقة بالشكل:

$$\log y = n \log x \quad ,.................................. (7)$$

وهي شبيهة للعلاقة:

$$y = mx ,... (8)$$

حيث ستمثّل log y المتغيِّر y و log x المتغيِّر x و n قيمة الميل m.

فإذا رسمنا بين log y و log x كان الناتج خط مستقيم ميله يساوي n.

إذن قبل البدء برسم الخط البياني يجب ملاحظة المعادلة التي تربط بين المتغيرين وذلك لتكون لدينا فكرة عن الرسم الناتج وكشف الأخطاء (النقاط الشاذّة) التي قد تحصل في القراءات وضبط الرسم البياني بحسب المعادلة ورسم أفضل خط (مستقيم أو منحني) يمكن أنْ يلائم المعادلة والنقاط التجريبية أو أغلبها وفي حالة شذوذ أكثر النقاط عن الخط أي عدم توافقها مع المعادلة فهذا دليل على حدوث أخطاء أو قياسات وقراءات غير دقيقة ويتم إهمالها عند الرسم وحينها يتم رسم خط يتوافق مع المعادلة ويمر بالنقاط التي تتوافق مع المعادلة إن وُجِدَت ويكون معدلاً لهذه

النقاط أي نرسم خطاً بين هذه النقاط بحيث يكون عدد النقاط أعلى الخط مساوياً إلى عدد النقاط أسفل الخط وأنْ يكون مجموع انحرافات هذه النقاط الشاذّة عن الخط أقل ما يمكن وبعبارة أخرى أنْ يكون بُعد هذه النقاط عن الخط متساوي تقريباً وتساعد المسطرة الشفافة كثيراً في رسم هذا الخط، وفي حالة رسم أكثر من رسم بياني على المحاور نفسها يتم تأشيرها بعلامات مختلفة وذلك للتمييز بينها. ولقد تمَّ ذكر معادلات بنفس صيغ المعادلات (4) و (5) في التجارب التي تحتوي على رسم بياني نتيجته خط مستقيم وذلك لاستنتاج سلوك الشكل الناتج قبل البدء بالرسم ولكي تساعد الطالب في كشف الأخطاء التي قد تحصل في القراءات ومعالجتها من خلال ضبط الرسم بما يوافق المعادلة التي تربط بين المتغيرين.

4- الحسابات البيانية

قد تكون نتيجة الرسم البياني خط مستقيم أو منحني وفي أغلب الأحيان تكون هناك حسابات يتم إجراءها من قِبَل الطالب وسنتناول في هذه الفقرة شرح حساب ميل الخط المستقيم الذي نحتاجه في أغلب التجارب إذ تكون نتيجة الرسم خط مستقيم ونحتاج في أغلبها إلى حساب الميل (Slope) والميل هو من مميزات الخط المستقيم ويتم حساب ميل المستقيم بإحدى الطريقتين:

1- إختيار نقطتين ما مثل $(x_1,y_1),(x_2,y_2)$ على الخط المستقيم ومن ثم استخدام القانون التالي لإيجاد الميل:

$$\text{Slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad ,\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

2- قياس الزاوية التي يصنعها المستقيم مع المحور السيني وحساب الظلتمام (tan) لها الذي يمثل قيمة الميل.

ملاحظة: يفضَّل في تجارب المختبر حساب الميل باستخدام الطريقة رقم (1) وتدوين ذلك على الورقة البيانية نفسها.

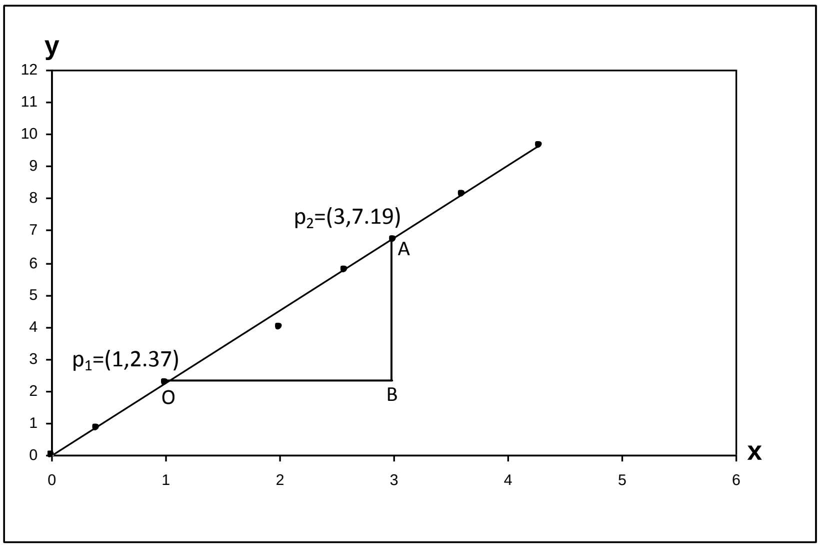
مثال (4):

في تجربةٍ ما كانت قيم x و y كما في الجدول أدناه:

x	0.4	1	2	2.57	3	3.6	4.28
y	0.93	2.37	4	6.13	7.19	8.6	10.2

قبل البدء بالرسم يجب أنْ تكون لدينا فكرة عن الشكل الناتج من الرسم البياني التي يتم استنتاجها من المعادلة التي تربط بين المتغيرين، ولنفترض انَّ المعادلة هي $y = mx$ التي تُبيِّن انَّ نتيجة رسم هذه النقاط (القراءات) في هذا المثال هي خط مستقيم يمر بنقطة الأصلفعند الرسم بين قيم (x) و (y) بيانياً نجد انَّ أكثر النقاط تقع على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وهي تتوافق

مع المعادلة مع ملاحظةانَّ هناك نقطة واحدة قد شذَّت عن الخط المستقيم وهي النقطـة (2,4) مما يدل على وجود خطأ وعدم دقّة هذه القراءة وانَّ بقيـة القراءات كانـت صـحيحة ودقيقـة، ولـذلك تـمَّ إهمال هذه النقطة كما في الشكل (2):



الشكل (2)

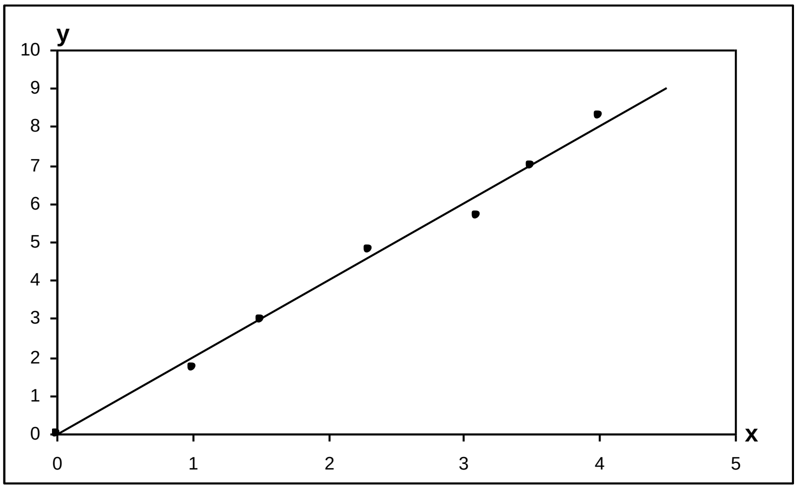
ولإيجـاد الميـل نقـوم باختيـار أي نقطتـين تقعـان علـى الخـط المسـتقيم مثـل $p_1=(x_1,y_1)$ و $p_2=(x_2,y_2)$ ولتكن $p_1=(1,2.37)$ و $p_2=(3,7.19)$ ونجد الميل (Slope) كالآتي:

$$\text{Slope} = \frac{AB}{OB} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{7.19 - 2.37}{3 - 1} = \frac{4.82}{2} = 2.41$$

ولقد تـمَّ اختيـار نقطتين تمـر بـالخط المسـتقيم ومعلومـة القيمـة أي مـن ضـمن النقـاط المعطـاة (القـراءات)، ونسـتطيع إختيـار نقطتـين مـا علـى المسـتقيم غيـر معلومـة القيمـة (ليسـت مـن النقـاط المعطاة) وتحديد قيمها أو إحداثياتها عن طريق رسم مساقط لكل نقطـة علـى المحورين ومعرفـة قيم مسـاقط هذه النقـاط حيث يمثّل مسقط النقطـة علـى المحـور السـيني الإحـداثي السـيني للنقطـة ومسقطها على المحور الصادي الإحداثي الصادي لها، ومن المهم ذكره انَّه لا نستطيع إستخدام النقطة (2,4) لإيجاد الميل لانَّها لا تمر بالخط المستقيم. أما القيم التالية لـ x و y:

x	1	1.5	2.3	3.1	3.5	4
y	1.7	2.98	4.8	5.7	7	8.3

فرسمها البياني يكون كما في الشكل (3):



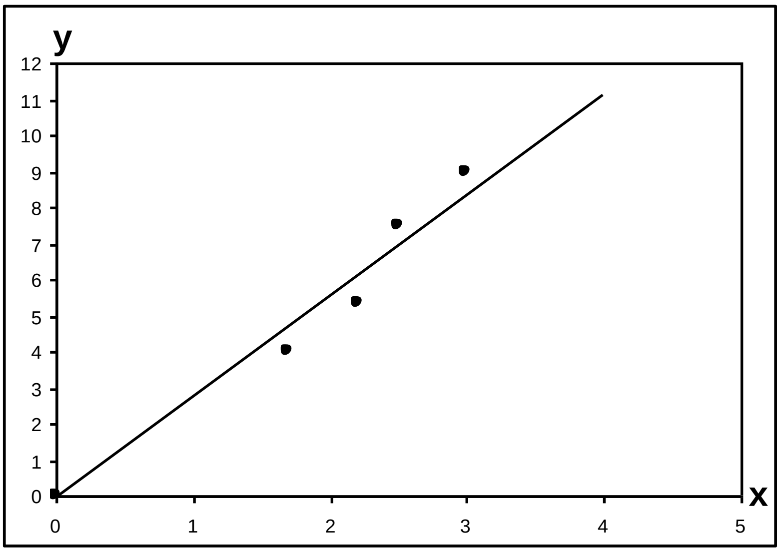
الشكل (3)

نجد انَّ هذه النقاط أو أغلبها لا يمكن أنْ تمر على خط مستقيم واحد يتوافق مع المعادلة التي تربط بين المتغيرين وهي $y = mx$ وهذا يوضِّح انَّ هناك أخطاء وعدم دقَّة حصلت في هذه القراءات، ولذلك تمَّ أخذ النقطتين (1.5,3) و (3.5,7)لانَّها تتوافق مع المعادلة وتمر بخط مستقيم يمثِّل معدلاً لجميع النقاط (القراءات) ومعنى ذلك انْ يُرسَم المستقيم بحيث يكون عدد النقاط أعلاه مساوياً إلى عدد النقاط أسفله كما يكون بُعد هذه النقاط عن الخط متساوياً تقريباً، ونلاحظ انَّ هناك نقاط أخرى تتوافق مع المعادلة أي يمكن أنْ تكون على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل ولكن لا يتوفر فيها الشرط التي تمَّ ذكره في أعلاه، ولإيجاد الميل يتم إختيار نقطتين على الخط المستقيم وإيجاد الميل بنفس الطريقة التي تمَّ شرحها.

أما النقاط التالية:

x	1.7	2.2	2.5	3
y	4	5.3	7.5	9

فيتم رسمها كما في الشكل (4):



الشكل (4)

نلاحظ هنا انَّ هذه النقاط لا تقع جميعها على استقامة واحدة أيضاً ولكن النقطتان الأولى والثانية تمر على مستقيم واحد وكذلك بالنسبة إلى النقطتين الثالثة والرابعة وقد تتوافق هذه المستقيمات مع المعادلة ولكننا لا نستطيع تحديد أيهما الصحيح ولذلك يتم رسم مستقيم يتوافق مع المعادلة ويكون معدلاً لهذه النقاط ويتم ذلك عن طريق رسم مستقيم يكون عدد النقاط أعلاه مساوياً إلى عدد النقاط أسفله وكذلك أنْ يكون معدل بعدها عنه متساوي تقريباً، لذلك تمَّ رسم مستقيم لا يمر بهذه النقاط ولكنه يستوفي هذا الشرط ويمر بنقطة الأصل وهذا المستقيم يمثِّل معدلاً لهذه النقاط (القراءات)، ونلاحظ انَّه عند إيجاد الميل لا توجد أي من النقاط المعطاة (القراءات) تمر بهذا المستقيم لذلك يتم اختيار أي نقطتين على المستقيم وتحديد قيمها أو إحداثياتها عن طريق رسم مساقط من هذه النقاط على محوري x و y وإيجاد الإحداثي السيني والصادي كما تمَّ ذكرها سابقاً ومن ثمَّ إيجاد الميل.

وبصورة عامة لإيجاد الميل يجب اختيار نقطتين على المستقيم وقد تكون قيم هاتين النقطتين أو إحداهما معلومة القيمة أي من ضمن النقاط المعطاة (القراءات) أو أنْ تكون غير معلومة القيمة (ليست من ضمن القراءات)ويتم تحديد قيمها أو إحداثياتها عن طريق رسم المساقط كما تمَّ شرحه سابقاً ويمكن إستخدام نقطة الأصل لإيجاد الميل عندما يكون المستقيم ماراً بها.

تجربة رقم (1)

توازن القوى

Equilibrium of Forces

الهدف من التجربة (Object of the experiment)

1- تحقيق قانون متوازي اضلاع القوى (قانون الجيب تمام).

2- تحقيق قاعدة لامي (قانون الجيوب).

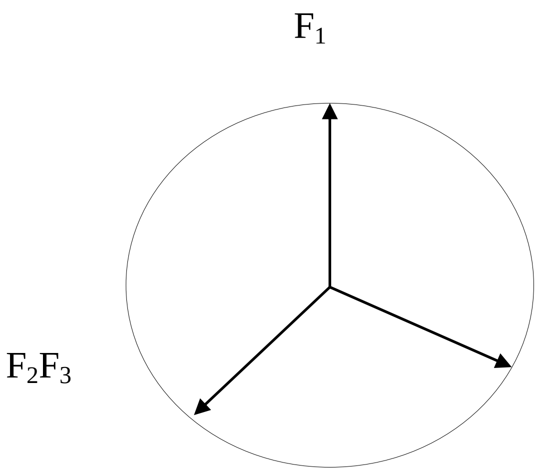
الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- لوحة توازن القوى (شكل 1).

2- ورقة بيضاء كبيرة الحجم .

3- منقلة لقياس الزوايا.

4- مسطرة مترية.



شكل (1)

نظرية التجربة (Theory)

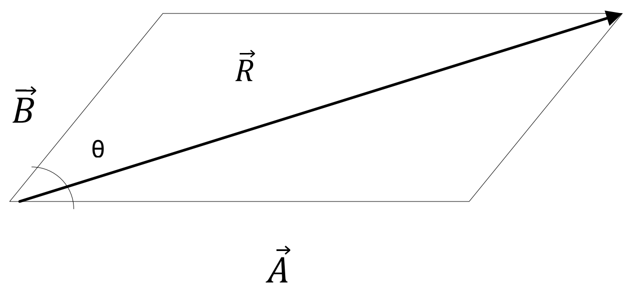
تصنف المقادير الفيزيائية الى:

1- **مقادير غير متجهة (scalars)** التي لها قيمة عددية فقط ، كالكتلة والحجم مثلاً وهذه تجمع جمعاً جبريا.

2- **مقادير متجهة (vectors)** والتي لها قيمة عددية واتجاه معين كالقوة وهذه تجمع جمعاً اتجاهياً ويتم ذلك بالاستعانة بمبدأ متوازي اضلاع القوى أو مثلث القوى.

فلو كانت $\vec{A}$ و$\vec{B}$ قيمتين اتجاهيتين تحصران بينهما زاوية θكما موضح بالشكل (2) واكمل متوازي الاضلاع فان القطر Rسيمثل المحصلة مقداراً واتجاهاً، ويمكن ايجاد قيمته حسابياً بتطبيق العلاقة (قانون الجيب تمام):

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\ \cos\theta$$

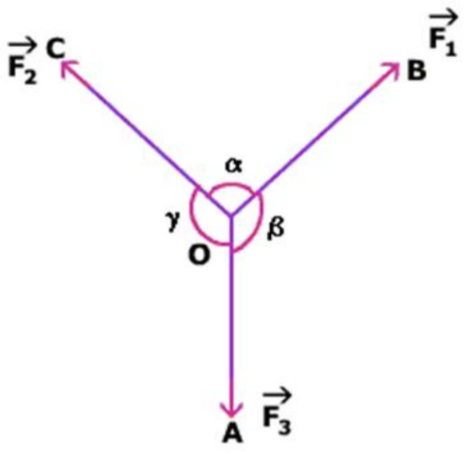


شكل (2)

و يمكن ايضاً ايجاد محصلة $\vec{A}$ و$\vec{B}$ برسم مثلث القوى حيث تمثل فيه $\vec{A}$ و $\vec{B}$ ضلعين متجاورين مرسومين بترتيب دوري فالضلع الذي يكمل المثلث باتجاه معاكس لاتجاه الترتيب المأخوذ يمثل المحصلة مقداراً واتجاهاً.

ومعلوم انه اذا اثرت ثلاث قوى (تلتقي في نقطة واحدة) على جسم ما فان محصلة اي قوتين منهما تساوي القوة الثالثة بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه اي ان القوة الثالثة هي معادلة لمحصلة القوتين الاوليتين فاذا رسم مثلث القوى (للقوى الثلاثة) امكن تحقيق قانون الجيوب (قاعدة لامي):

$$\frac{F_1}{\sin\gamma} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\alpha}$$



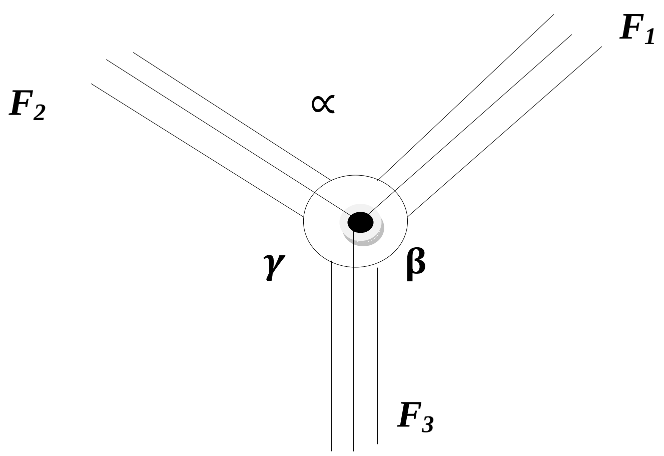
شكل (3)

طريقة العمل (Method)

1- ثبت الورقة البيضاء على القرص ومن ثم ثبت الحلقة والقبابين بواسطة المحززات على القرص واسحب القبابين بقوى مختلفة واجعل قيم الزوايا مختلفة ايضا (على ان يكون مجموعها 360^0).

2- ضع نقطة في مركز الحلقة ثم حدد مكان كل قبان و اكتب قيمة القوة التي سجلتها (بالنيوتن).

3-ارفع القبابين ونصف حدود كل قبان في نقطتين على الاقل وصل بينهما بخطوط مستقيمة على ان تمر في نقطة المركز او قريب منها ، ثم سجل قيمة كل زاوية(الشكل التالي توضيح للفقرات 1، 2، 3).



القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1- سجل مقادير القوى والزوايا على ورقة التقرير مع رسم تخطيطي مصغر لها.

2- جد محصلة كل قوتين بواسطة قانون الجيب تمام $R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$ الذي يمثل الطريقة الرياضية.

3- مثل حسب مقياس الرسم كل قوتين مع الزاوية المحصورة بينهما وجد المحصلة.

4- قارن المحصلة التي حصلت عليها في الفقرتين 2 و 3 بالقوة الثالثة المتبقية.

5- كرر الفقرات 2 و 3 و 4 للحالتين المتبقيتين.

6- حقق قانون الجيوب (قاعدة لامي) وذلك بتطبيق العلاقة:

$$\frac{F_1}{\sin\gamma} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\alpha}$$

7- اسمك واسماء شركائك بالعمل بعد الانتهاء من التجربة على الورقة الكبيرة وارفقها مع التقرير.

الأسئلة (Questions)

1- عرف محصلة القوى؟
2- وضح الفرق بين الكميات المتجهة والكميات العددية؟
3- عرف قاعدة لامي؟
4- ناقش النتائج التي حصلت عليها من خلال اجراءك التجربة؟

تجربة رقم (2)

ايجاد التعجيل الارضي بواسطة البندول البسيط

Determination of the Acceleration of Gravity by Means of Simple Pendulum

الأجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- كرة معدنية صغيرة.

2- خيط دقيق.

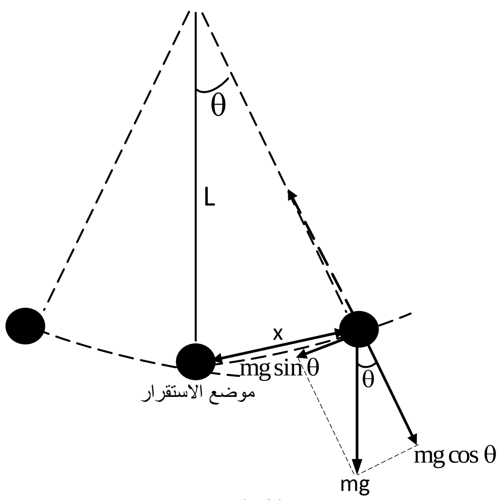
3- حامل مع ماسكة.

4- مسطرة مترية.

1- ساعة توقيت.

نظرية التجربة (Theory)

يتكون البندول البسيط المثالي من كرة معدنية صغيرة كتلتها (m) معلقة بخيط كتلته مهملة. اذا ازيحت الكرة عن موضع استقرارها بزاوية صغيرة (θ) فأن القوة المعيدة المؤثرة على الكرة والمتجهة الى موضع الاستقرار، كما هو موضح بالشكل (1)، هي :



الشكل (1)

$$F = -mg\ \sin\theta \ldots \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ (1)$$

وعندما تكون الزاوية (θ) صغيرة ومقدرة بالمقياس الدائري فأن

$$\theta = \sin\theta = \tan\theta = \frac{\text{طول القوس}}{\text{نصف القطر}} = \frac{\mathrm{X}}{\mathrm{L}}$$

حيث ان (X) الازاحة عن موضع الاستقرار و(L) طول البندول

$$\therefore \qquad F = -mg\,\frac{\mathrm{X}}{\mathrm{L}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

اي ان

$$m\,\frac{d^2X}{dt^2} = -mg\,\frac{X}{\mathrm{L}} \ \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots (3)$$

ان المعادلة (3) تمثل حركة توافقية بسيطة لجسم زمن ذبذبته (T) ثانية اي ان

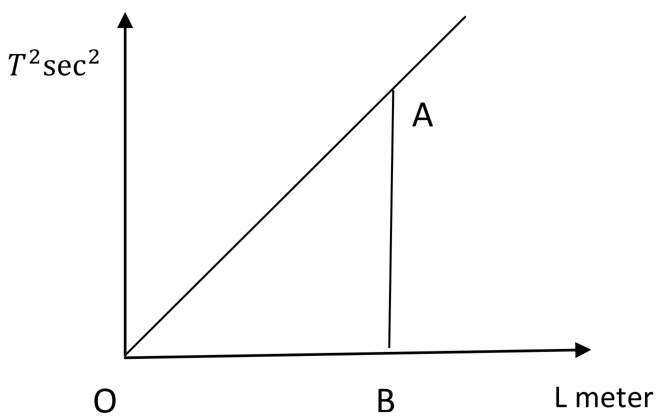
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\therefore \qquad \mathrm{T}^2 = \frac{4\pi^2 L}{g} \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ ..(4)$$

عند رسم العلاقة البيانية بين طول البندول (L) على محور السينات و (T^2) على محور الصادات كما مبين في الشكل (2) نحصل على خط مستقيم ميله

$$slope = \frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{OB}} = \frac{4\pi^2}{g} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

ومن المعادلة (5) يمكن حساب قيمة التعجيل الأرضي (g) $m/\sec^2$.



شكل (2)

طريقة العمل (Method)

1- ثبت البندول من أعلى الحامل بحيث يكون طول الخيط ℓمن نقطة التأرجح الى نقطة اتصاله بالكرة المعدنية 1 m.

2- قس قطر الكرة المعدنيةDبأستخدام القدمة ومن ثم جد نصف قطرها حيث يساوي $r = \frac{D}{2}$.

3-احسب طول البندول$L = (\ell + r)\ m$.

4- ازح الكرة ازاحة افقية صغيرة عن موضع استقرارها ثم اتركها تتذبذب ذبذبة كاملة (الذبذبة الكاملة هي حركة الكرة من نقطة A الى نقطة B ثم العودة الى A مرة اخرى)،انظر الشكل (1).

5- احسب زمن 10ذبذبات بساعة توقيت وليكن (t) ثانية.

6- قصر طول الخيط بمقدار (0.1 m) ولكل مرة جد قيمة (t) الى ان تحصل على قيم مختلفة لطول البندول.

7- جد زمن الذبذبة الواحدة $T = \frac{t}{10}$(sec) لجميع الاطوال.

القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1- دون القراءات كما في الجدول المبين اعلاه:

قيمة $T^2 sec^2$	زمن الذبذبة الواحدة $T=\left(\frac{t}{10}\right) sec$	زمن10 ذبذبات $t_{10\ sec}$	طول البندول $L= (\ell+r)m$

2- ارسم العلاقة البيانية بين(L)على محور السينات و (T^2) على محور الصادات(كما في الشكل2 في الجزء النظري) ستحصل على خط مستقيم ميله $slope = \frac{AB}{OB}$.

3- استخدم قيمة الميل الذي حصلت عليه في الخطوة السابقة لايجاد التعجيل الارضي m/sec^2 (g) من المعادلة (5) ثم جد مقدار الخطأ المئوي.

الأسئلة (Questions)

1-عرف البندول البسيط وبين نوع حركته؟

2-بين لماذا تكون الذبذبة في مستوى رأسي ولاتكون الحركة مخروطية؟

3-علل سبب عودة البندول الى وضع التوازن بعد ازاحته بزاويةθ؟

4-ناقش العلاقة البيانية بين طول البندول ومربع زمن الذبذبة وماالذي تستنتجه من الرسم؟

تجربة رقم (3)

تعيين كثافة سائل بأستخدام انبوبة اختبار مثقلة

Determination Liquid Density by Using Test Tube

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- انبوبة قياس واسعة بحيث يمكن اسقاط اثقال فيها .

2- ورقة بيانية ، اثقال .

3- السائل المراد قياس كثافته .

4- كأس زجاجي .

5- قدمه.

نظرية التجربة (Theory)

اذا طفت انبوبة منتظمة المقطع نصف قطرها الخارجي (r) بصورة شاقولية في سائل فأن اضافة ثقل مقدارة (m) بداخلها يسبب زيادة في طول جزئها الغاطس بمقدار (d) فيكون مقدار الثقل الغاطس حسب قاعدة ارخميدس مساويا الى وزن السائل المزاح فأذا كانت كثافة السائل (ρ) فأن :

$$mg = \pi r^2 d\rho g \qquad .....(1)$$

$$\rho = (m/d)^2 (1/\pi r^2)$$

$$m = (\rho \pi r^2) d \qquad ......(2)$$

فالرسم البياني بين قيم (m) على المحور الصادي و(d) على المحور السيني يكون خطا مستقيما ميله (slope) ومنها يمكن حساب قيمة ($\rho\pi r^2$) اذا علمت (r) .

طريقة العمل (Method)

1.خذ قطعة كافية من الورقة البيانية واحط بها الانبوبة الزجاجية من الداخل ، ضع عليها علامات جاعلا منها مدرجة مثل المسطرة المترية .

2.ثقل الانبوبة ببعض الاثقال لكي تطفو بصورة شاقولية في السائل واشارة الصفر للمقياس مغمورة تحت سطحة .

3.سجل عمق الصفر (x_o) تحت سطح السائل .

4.اضف ثقل (5gm) داخل الانبوبة وسجل العمق الجديد وليكن (x) .

5.كرر الخطوة (2) بزيادة الاثقال بصورة تدريجية بداخل الانبوبة مسجلا العمق في كل مرة.

القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1- رتب النتائج في الجدول الاتي :

m(gm)	X(cm)	$d=x-x_o$(cm)
5		
10		
15		
20		
25		
30		
35		

2.قس قطر الانبوبة بواسطة قدمة ثم جد قيمة نصف القطر (r) .

3.ارسم رسما بيانيا بين قيم ((m(gm)) على محور (x-axis) وقيم ((d(cm)) على (y-axis) ومنها جد قيمة الميل .

4.جد قيمة كثافة السائل من المعادلة $(\rho = slope/ \pi r^2)$.

الاسئلة (Questions)

1- عرف قاعدة ارخميدس؟

2- ما هي العوامل التي تؤثر على كثافة السائل؟

3- ناقش النتائج التي حصلت عليها من خلال اجراءك التجربة.

تجربة رقم (4)

إيجاد معامل الصلابة لقضيب معدني بطريقة اللي الاستاتيكية

Determination Sold Coefficient by Static Torsion

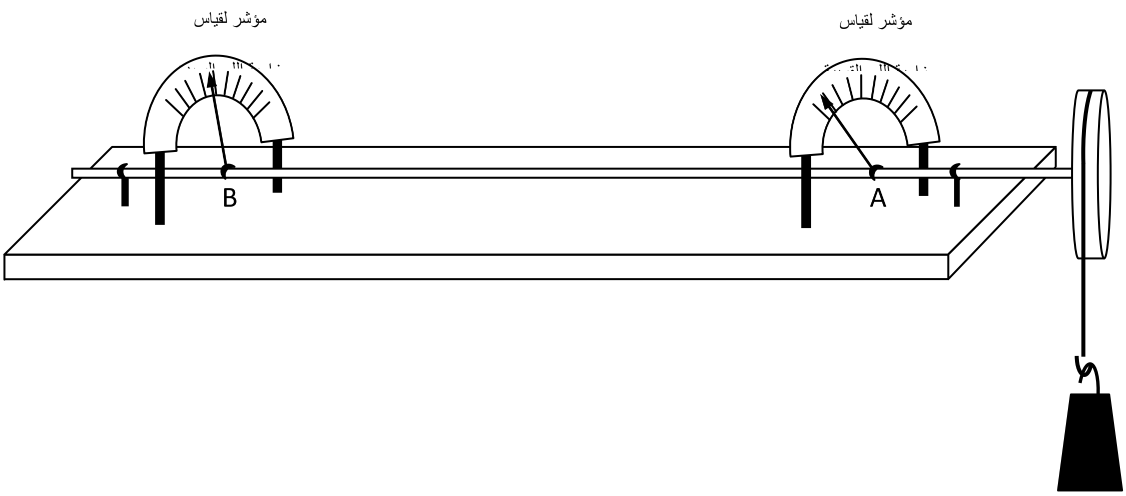
الأجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- جهاز قياس معامل الصلابة المتكوِّن من قضيب معدني مثبَّت ينتهي بعجلة يُلَف حول محيطها خيط يُعلّق به ثقل لإحداث عزم على القضيب، وموضوع على القضيب مؤشِّران يدوران بموازاة مقياس لقياس زاوية اللي أحدهما عند النقطة A القريبة من العجلة والآخر عند النقطة B البعيدة عن العجلةوالشكل (1) يوضِّح ذلك.

2- مجموعة من الأثقال.

3- شريط قياس.

4- قدمة.



الشكل (1)

نظرية التجربة (Theory)

تُعرَّف الصلابة على أنها المقاومة التي يبديها الجسم ضد القوة التي تحاول تغيير شكله، فإذا

عُلّق ثقل كتلته (m) في نهاية الخيط الملتف حول محيط العجلة نجم عن ذلك عزماً يؤدي إلىبرم القضيب المعدني بزاوية مقدارها (θ_r) بالتقدير النصف قطري (radian)ويتناسب هذا العزم (τ)مع الزاوية (θ_r):

$$\tau \propto \theta_r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\therefore \tau = -C\theta_r , \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيثC هو ثابت التناسب ويمثّل العزم اللازم للي طرف القضيب بزاوية مقدارها درجة واحدة ويساوي:

$$C = \frac{\pi r^4 \eta}{2L} , \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث:

(η) معامل صلابة القضيب.

(r) نصف قطره.

(L) طوله.

بتعويض المعادلة (3) في (2) ينتج:

$$\tau = \frac{\pi r^4 \eta \theta_r}{2L} , \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وبما انَّ العزم يساوي:

$$\tau = mg R , \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث (R) يمثّل نصف قطر العجلة.

إذن بتعويض المعادلة (5) في (4) ينتج:

$$mgR = \frac{\pi r^4 \eta \theta_r}{2L} \ , \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

وبماانَّ (θ_r) مقاسة بالتقدير النصف قطري (radian) فلا بد من التحويل:

$$\theta_r = \frac{\pi}{180} \theta_d , \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

حيث (θ_d) الزاوية بالمقياس الستيني(degree) وبالتعويض في المعادلة (6) نحصل على:

$$mg\ R = \frac{\pi r^4 \eta \pi \theta_d}{2L \cdot 180} = \frac{\pi^2 r^4 \eta \theta_d}{360\ L}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (8)$$

$$m = \frac{\pi^2 r^4 \eta}{360\ gRL}\theta_d, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (9)$$

وعند إجراء الرسم البياني بين قيم (θ_d) على محور السينات و (m) على محور الصادات فانَّ نتيجة الرسم ستكون خطاً مستقيماً يمر بنقطة الأصل ميله يساوي:

$$Slope = \frac{\pi^2 r^4 \eta}{360\ gRL}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (10)$$

$$\therefore \eta = \frac{360 gRL}{\pi^2 r^4} Slope, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (11)$$

طريقة العمل (Method)

1- ثبّتْ المؤشّر عند النقاط (A) و(B) وقمْ بتصفيره ثمَّ قسْ المسافة بين النقطتين (A) و(B)التي تمثّل قيمة (L).

2- ضعْ الثقل (m) في نهاية الخيط المار حول محيط العجلة.

3- إقرأ الزاوية التي يقرأها كل مؤشر ولتكن$(\theta_d)_1$ درجة الزاوية عند المؤشّر القريب من العجلة و $(\theta_d)_2$درجة الزاوية عند المؤشّر البعيد عن العجلة.

4- كرِّرْ الفقرتين (2)، (3) لعدة أثقال.

القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1- دوِّنْ النتائج كما في الجدول أدناه:

m (kg)	$(\theta_d)_1$	$(\theta_d)_2$	$(\theta_d)_1-(\theta_d)_2=\theta_d$

2- قسْ بواسطة القدمة قطر القضيب (D)، ثمَّ احسبْ نصف قطره (r) بقسمة القطر(D) على2.

3- قسْ نصف قطر العجلة (R) من محيط العجلة إلى مركزها، كما ويمكن إيجاد نصف قطر العجلة بعد قياس محيطها بواسطة الخيط ومن ثمَّ إيجاد نصف قطرها حيث انَّ محيط العجلة $=\pi$ 2R.

4- إرسمْ رسماً بيانياً بين قيم زوايا الليّ للقضيب (θ_d) على محور السينات والأثقال (m) على محور الصادات حيث انَّ نتيجة الرسم ستكون خط مستقيم يمر بنقطة الأصل،جدْ قيمةالميل ثمّ احسبْ قيمة معامل الصلابة للقضيب (η) من المعادلة (1).

الاسئلة (Questions)

1- عرف معامل الصلابة؟

2- وضح هل تتأثر قيمة معامل الصلابة بتغيرالمسافة بين المؤشرين(L) ؟

3-هل هناك طرق اخرى لايجاد قيمة معامل الصلابة؟

تجربة رقم (5)

العزم المرجع لمحور اللي

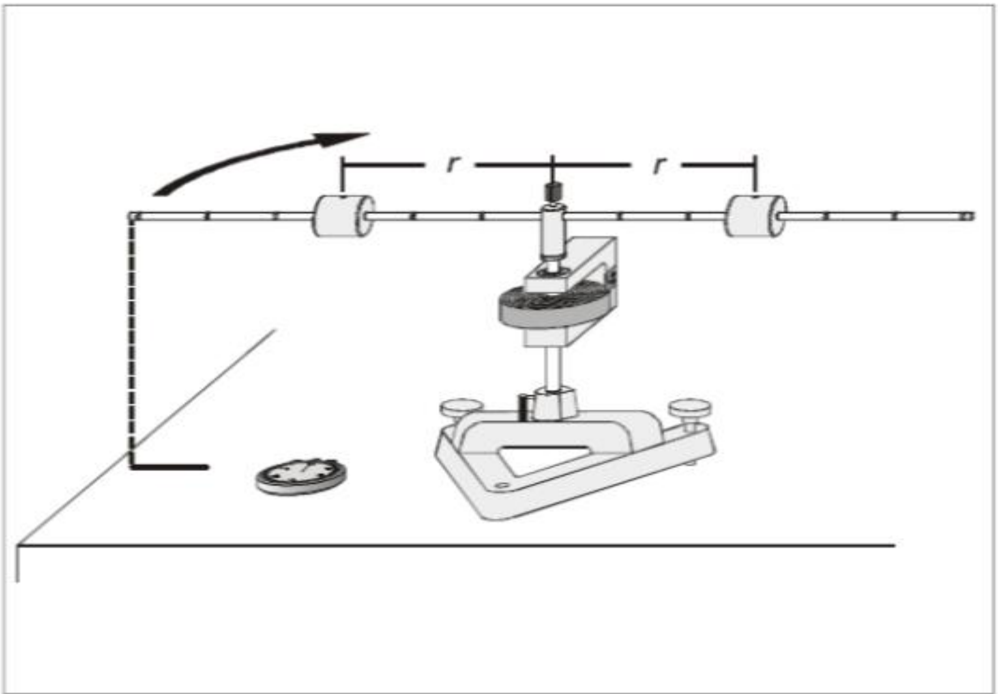
Restoring Torque of the Torsion Axle

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- جهاز محور اللي .

2- اجسام صلبة منتظمة الشكل ذات كتل معلومة.

3- ساعة توقيت.



الشكل (1)

نظرية التجربة (Theory)

في حالات الحركة الاهتزازية يعبر عن زمن الذبذبة الواحدة بالمعادلة (1)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{\mathrm{D}}} \qquad \text{.......... ....(1)}$$

حيث ان

(D) يمثل العزم المرجع

(I) يمثل عزم القصور الذاتي

ويعبر عن عزم القصور الذاتي لجسم يتحرك في مسار دائري وبنصف قطر مقداره (r) بالمعادلة (2):

$$\mathrm{I}_1 = mr^2 \text{....... ....}(2)$$

وعلى اعتبار ان الجسم نقطي (point like) فيكون عزم القصور الذاتي لكتلتين متساويتين مرتبطتين مع بعضهما بقضيب صلد ويبعدان بمسافة متساوية (r) عن محور الدوران حسب المعادلة (3):

$$\mathrm{I}_2 = 2mr^2 \text{............................ ....} (3)$$

ويلاحظ من كلتا الحالتين ان عزم القصور الذاتي يتناسب طردياً مع مربع المسافة وعند ازاحة المنظومة بكاملها عن موضع استقرارها فأنها تتذبذب بزمن ذبذبة (T) كما في المعادلة (1) وينتج عن ذلك :

$$I = D(T/2\pi)^2 \text{.............. ....} (4)$$

ولما كان

$$I = 2mr^2 + I_0 \text{......... ....} \quad (5)$$

حيث ان I_0هو عزم القصور الذاتي للقضيب المعدني

$$\therefore \qquad D(T/2\pi)^2 = 2mr^2 + D(T_0/2\pi)^2 \text{....... ....}(6)$$

وبما ان T_0زمن الذبذبة الواحدة بدون اثقال، لذلك فأن :

$$\mathrm{T}^2 = (8\mathrm{m}\,\pi^2/\mathrm{D})r^2 + \mathrm{T}_0^2 \text{......... ....} \quad (7)$$

فعند رسم العلاقة البيانية بين(r^2) على محور السينات و (T^2)على محور الصادات يكون الشكل الحاصل خطاً مستقيماًميله هو:

$$a = (8m\pi^2/D) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

ومن العلاقة (8) يمكن استخراج قيمة العزم المرجع (D).

طريقة العمل (Method)

1- ثبت الاثقال (الأجسام الصلدة) بشكل متناظر على مسافة ($30cm$) عند محور اللي.

2- حدد اشارة البدء على المنضدة.

3- ازح المنظومة بكاملها عن موضع استقرارها بزاوية 180^0 واتركها تتذبذب حول مركز الدوران.

4- قس زمن 5 ذبذبات بساعة توقيت واحسب زمن الذبذبة الواحدة $(T = \frac{t}{5})sec$.

5- خذ مسافات مختلفة لـ(r): $(5,10,15,20,25)$cm.

6- كرر الخطوة 4 لكل مسافة لايجاد زمن الذبذبة الواحدة (T).

7- ارفع الاثقال عن القضيب المعدني واحسب T_0.

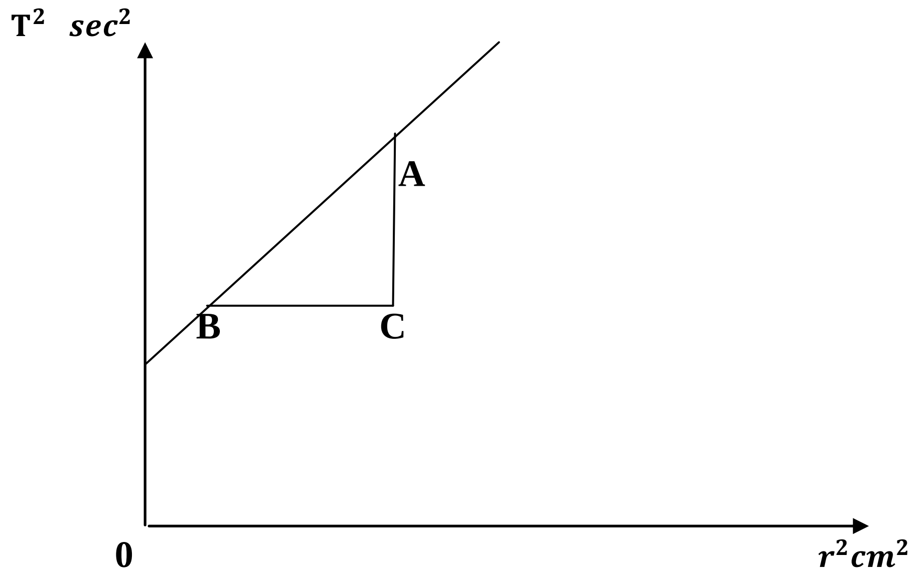
القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1 - رتب القراءات حسب الجدول التالي:

r cm	T=(t/5)sec	$r^2 cm^2$	$T^2 sec^2$
30			
25			
20			
15			
10			
5			

2- ارسم علاقة بيانية بين r^2 على محور السينات و T^2 على محور الصادات (كما في الشكل التالي)ستحصل على خط مستقيم ميله:

$$slope = \frac{AB}{CB} = \frac{T^2}{r^2} = a$$



الشكل (2)

3- جد قيمة العزم المرجع (D) حسب المعادلة التالية

$$D = \frac{8m\pi^2}{slope}$$

حيث ان m *تمثل* كتلة القضيب المعدني وتساوي(*0.24Kgm*)ووحدة Dمقدرة بــ(Nm).

الأسئلة (Questions)

1- مامعنى عزم القصور الذاتي؟
2- ماهو العزم المرجع؟ وماهوتأثيره على الاجسام؟
3- عرف الحركة الأهتزازية وماهي شروطها؟
4- ناقش العلاقة البيانية بين r^2 وT^2، وماذا تستنتج من الرسم؟

تجربة رقم (6)

ايجاد عزم القصور الذاتي لقضيب معدني بطريقة التعليق لبفلر

Determination Moment of Inertia by Bifilar

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- قضيب معدني منظم الطول و المقطع طوله ((5 m).(500cm).

2- مسطرة مترية.

3– خيط .

4- مسندين و ماسكين.

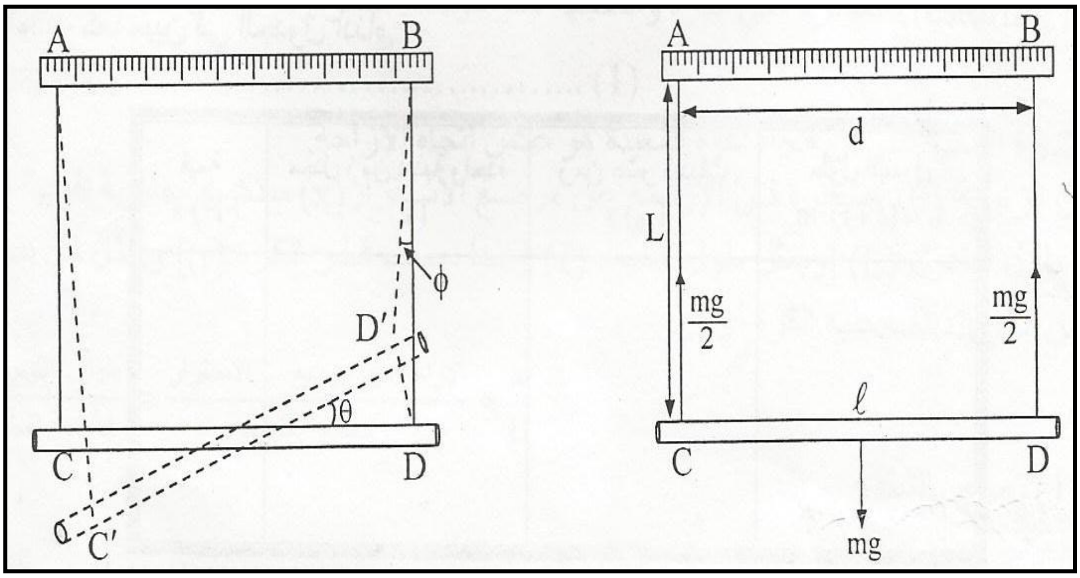
5- ساعة توقيت.

نظرية التجربة (Theory)

ينص قانون نيوتن الاول " كل جسم يبقى على حالته الحركية من حيث السكون او الحركة بسرعة منتظمة في خط مستقيم ، مالم تؤثر عليه قوة تغير من حالته اي انه يمثل مقاومة الجسم للتغيير الطاريء على حالته الحركية ، و القوى التي تغير حركة الجسم يجب عليها ان تغلب اولاً على القصور الذاتي له و كلما كانت كتلة الجسم كبيرة كان من الصعب تحريكه او تغيير سرعته حيث يفيد القصور الذاتي في قياس صعوبة تحريك الاجسام و يطلق على قانون نيوتن الاول مبدأ القصور الذاتي، و نجد ما يمثل هذا المبدأ في الحركة الدورانية فالجسم قاصر عن تغيير حالته ساكناً كان ام متحركاً ما لم يؤثر عليه عزم خارجي، حيث يعرف العزم على انه مقدرة الجسم على احداث حركة دورانية حول محور ثابت.

تستخدم طريقة التعليق بفلر لايجاد عزم القصور الذاتي عملياً لقضيب معدني حول محور عمودي على طوله و يمر من مركز ثقله (منتصفه) بواسطة تعليقه بخطين متوازيين و

متساويين بالطول و موازيين الى هذا المحور (محور الدوران)، فلو علق قضيب معدني كتلته (m)و طوله (l) و عزم قصوره الذاتي حول محور عمودي على طوله و مار من منتصفه هو(I) بخيطين متساويين بالطول و متوازيين مثل(AC)،(BD) و كان طول كل من الخيطين (L) و المسافة بينهما (d) بحيث يكون القضيب افقيا فأن الشد في كل من الخيطين سيكون مساويا الى $(\frac{1}{2}mg)$ حيث g هو التعجيل الارضي، فلو ازيح القضيب افقيا من الموضع (CD) الى الموضع $(C\square D\square)$ بزاوية صغيرة مقدارها () فأن كل من خيطي التعليق يميل عن الشاقول بزاوية (Φ) كما مبين في الشكل (1):



الشكل رقم (1)

عندما يكون القضيب في الوضع تنشأ قوة معيدة تحاول ان تعيده الى موضع استقراره و هذه القوة متمثلة بالمركبة الافقية لكل من الخيطين و هي تساوي $(-\frac{1}{2}mg\Phi)$ و الاشارة السالبة تدل على ان اتجاه القوة المعيدة هو عكس اتجاه الازاحة الزاوية و عندما تكون θ و Φ صغيرتين فان:

$$\sin\theta \approx \theta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\sin\Phi \approx \Phi \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

و القوة المعيدة تصبح:

$$-\frac{1}{2}\text{mgsin}\Phi \approx -\frac{1}{2}\text{mg}\Phi \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

و بما أن:

$$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{DD'}{1/2\ d} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

$$\sin\Phi = \frac{D\acute{D}}{L} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

و بتعويض المعادلة (1)في (4) ينتج:

$$\theta = \frac{D\acute{D}}{1/2\ d} \rightarrow D\acute{D} = \frac{1}{2}d\theta \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

و بتعويض(2) في (5) نحصل على:

$$\Phi = \frac{D\acute{D}}{L} \rightarrow D\acute{D} = \Phi\ L \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

و بتعويض المعادلة (7) في (6) ينتج:

$$\Phi L = \frac{1}{2}d\theta \rightarrow \Phi = \frac{1}{2}\frac{d\theta}{L} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

ان القوة المعيدة التي تولدت في كل من الخيطين ستشكل عزما مزدوجا (τ)يساوي حاصل ضرب القوة المعيدة في البعد بين الخيطين(d):

$$\tau = -\frac{1}{2}\text{mg}\Phi d \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

و اذا عوضنا عن قيمة Φمن المعادلة(8) في المعادلة (9) يصبح العزم:

$$\tau = -\frac{1}{2}\text{mg} \times \frac{1}{2}\frac{d\theta}{L}\ d \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

$$\tau = -\frac{1}{4L} mg\, d^2\theta \ldots\ldots\ldots\ldots.\ldots\ldots\ldots.\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

و بما ان العزم يساوي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي (I)في التعجيل الزاوي(α):

$$I\alpha = \frac{mg\, d^2}{4L} mg\, d^2\theta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

و لكن

$$\alpha = \frac{d^2\theta}{d\, t^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots (13)$$

حيث (t)هو الزمن.

و عند تعويض المعادلة (13)في (12)ينتج:

$$I\frac{d^2\theta}{d\, t^2} = \frac{mg\, d^2}{4L}\ \theta \ldots\ldots\ldots.\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.\ldots (14)$$

ان المعادلة (14)تمثل معادلة حركة توافقية بسيطة، زمن ذبذبتها (T)هو:

$$T = 4\pi\sqrt{\frac{L\, I}{mg\, d^2}} \ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots (15)$$

$$T = 4\pi\sqrt{\frac{L\, I}{mg}}\,\frac{1}{d} \ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

فأذا رسم الرسم البياني بين $\frac{1}{d}$ على محور السينات و (T) على محور الصادات كانت نتيجة الرسم خط مستقيم يمر بنقطة الاصل ميله يساوي:

$$Slope = 4\pi\sqrt{\frac{L\, I}{mg}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots..\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

و بعد تربيع المعادلة (17) و ترتيبها تصبح:

$$I = \frac{mg}{16\pi^2 L}(slope)^{\,2} \ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

والمعادلة رقم (18)يمكن من خلالها ايجاد عزم القصور الذاتي العملية للقضيب.

ومن المعلوم انه اذا تذبذب جسمان معلقان بخيطين متساويين و متوازيين و المسافة بينهما متساوية و كانت كتلتيهما(m_1,m_2) و عزم قصورهما الذاتي (I_1,I_2)و زمن ذبذبتهما (T_1,T_2)على التوالى فأن:

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{m_1T_1{}^2}{m_2T_2{}^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

طريقة العمل (Method)

1- يعلق القضيب بالمسطرة المترية بحيث يكون كل منهما افقياً.
2- يربط الخيطان على بعد متساوي من طرفي القضيب.
3- قس المسافة بين الخيطين و لتكن (d).
4- دور القضيب افقيا بزاويةصغيرة و اتركه يتذبذب و احسب زمن عشر ذبذبات(T_{10}) و من ثم جد زمن الذبذبة الواحدة(T).
5- قرب موقع كل من الخيطين 0.02 m(2 cm) نحو مركز القضيب اي تصبح المسافة بينهما اقل من السابق بـ 0.04 m(4cm) و كرر ما جاء بالفقرة (4).
6- كرر الفقرة (5) لمسافات مختلفة .

القياسات والحسابات Measurements and Calculations)

1- دون النتائج كما في الجدول ادناه:

المسافة بين الخيطين (d)m	زمن 10 ذبذبات (T_{10}) s	زمن الذبذبة الواحدة (T) ($T=\frac{T_{10}}{10}$) s	قيمة ($\frac{1}{d}$)m^{-1}

2- قس طول كل من الخيطين (L) و جد كتلة القضيب (m).

3- ارسم علاقة بيانية بين على محور السينات $\frac{1}{d}$ وما يقابلها من قيم (T) على محور الصادات ستكون نتيجة الرسم خط مستقيم يمر بنقطة الاصل جد ميله ثم جد قيمة عزم القصور الذاتي (I) العملية من المعادلة (18).

4- قس طول القضيب (l) و احسب القيمة النظرية لعزم القصور الذاتي للقضيب حول محور عمودي على طوله يمر من مركز ثقله من العلاقة:

$$I=\frac{1}{12}\, m\, \ell^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

و قارن هذه النتيجة مع القيمة العملية التي قمت بإيجادها من خلال هذه التجربة.

الأسئلة (Questions)

1- مامعنى عزم القصور الذاتي؟

2- هل تتأثر قيمة عزم القصور الذاتي بتغير المسافة بين الخيطين(ℓ) ؟

3- لماذا يفضل ان يكون عدد الذبذبات قليلا ؟

ملاحظات

1- اجعل الخيطين متساويين و ثبت المسطرة بوضع أفقي، و لاحظ عند التعليق ان يكون القضيب أفقيا أيضا و يكون كل من الخيطين عموديا على المسطرة و القضيب.
2- يجب ان تكون سعة الاهتزاز صغيرة و يجب ان تكون قيمتها متساوية في جميع القراءات.
3- عند تذبذب القضيب يجب ان يكون مركز القضيب ثابتا في موضعه قدر الإمكان.

تجربة رقم (7)

معامل الأحتكاك الشروعي بين سطحين

Coefficient of Static Friction between two Surfaces

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- جهاز معامل الاحتكاك.

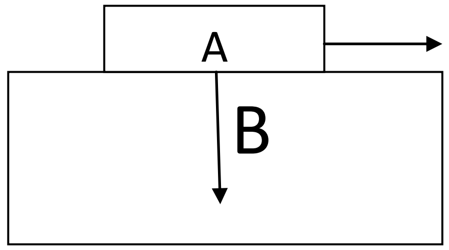
2- قطعة من الخشب .

3- حامل اثقال.

4- اثقال.

نظرية التجربة (Theory)

اذا اثرت قوة ساحبة صغيرة Fنيوتن على جسم (A) موضوع على سطح (B) كما مبين في الشكل (1)



شكل (1)

ورغم عدم تحرك الجسم تتولد بين الجسمين قوة تساوي القوة الساحبة بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه وتدعى هذه القوة بقوة الأحتكاك (Force of friction (F))واذا ازدادت القوة (F) تزداد معها قوة الاحتكاك حتى يشرع الجسم بالحركة وتدعى هذه القوة بقوة الاحتكاك الشروعي (Force of static friction(F_s)) وبعد ان يشرع الجسم بالحركة من السكون تدعى القوة اللازمة لأدامة حركته بسرعة منتظمة وعلى خط مستقيم بقوة الاحتكاك الانزلاقي (Force of kinetic friction (F_k)).

تنص قوانين الاحتكاك الشروعي بطريقة عملية على مايلي:-

قبل ان تصل قوة الاحتكاك منتهاها في القيمة تكون هذه معادلة للقوة المؤثرة على الجسم (القوة الساحبة باتجاه حركة الجسم).

1- قوة الاحتكاك (F) تتناسب طردياً مع القوة الضاغطة بين الجسمين المحتكين أي ان $F = \mu N$ حيث(μ) كمية ثابتة تدعى معامل الاحتكاك و(N) نيوتن هي القوة الضاغطة {القوة العمودية على السطح الذي يسير عليه الجسم}.

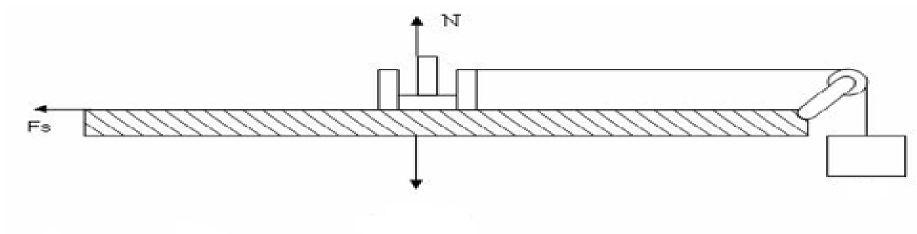
2- لاتعتمد قوة الاحتكاك بين الجسمين على مساحة السطحين المتلامسين.

طريقة العمل (Method)

أ– **<u>ايجاد معامل الاحتكاك الشروعي F_s بطريقة السطح الافقي</u>**

1- احسب كتلة القطعة الخشبية بواسطة الميزان ولتكن(W_1)Kg.

2 - ضع القطعة الخشبية على السطح الافقي للجهاز واربط نهايته بخيط دقيق يمر على بكرة ملساءوينتهي الخيط بحامل اثقال كما مبين في الشكل (2).



شكل (2)

3- اضف اثقال مناسبة في نهاية الحامل والتي تمثلMkgحتى تتحرك القطعة الخشبية بسرعة منتظمة.

4- احسب قيمة القوة الساحبة = كتلة الثقل المعلق × التعجيل الأرضي

$$F = (M \times g)Nt$$

5- ضع اثقالاً فوق القطعة الخشبية (A) فتكون كتلة الخشبة بما فيها من اثقال

$$W = (W_1 + W_2)\ Kg$$

حيث W_1 كتلة الخشبة بالـ(kg).

و W_2 الاثقال الموضوعة فوق القطعة الخشبية بالـ(kg).

6- جد القوة الضاغطة من المعادلة

$$N = (W \times g)Nt$$

7- كرر الخطوات (4،3) لقيم مختلفة للثقل W_2 وجد مايناظرها لـــ(M) .

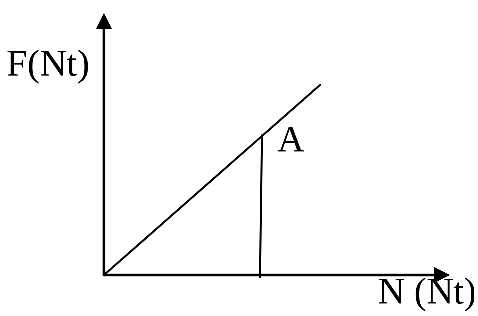
القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1- رتب نتائجك حسب الجدول التالي

القوة الضاغطة N=W×g (Nt)	كتلة الخشبة بما فيها من اثقال W (Kg)	القوة الساحبة F=M xg (Nt)	الكتل المعلقة M (Kg)
			1 2 3 4 5

2-ارسم العلاقة البيانية بين القوة الساحبة F(Nt) على محور الصادات والقوة الضاغطة N (Nt)على محور السينات ستحصل على خط مستقيم ميله يمثل معامل الاحتكاك الشروعي:

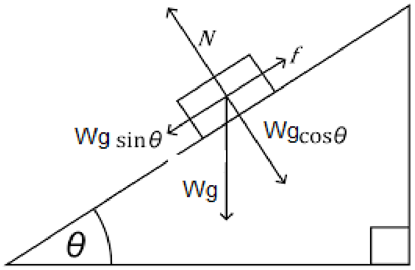
$$\mu_s = \frac{AB}{\text{OB}} = Slope$$



شكل (3)

ب- ايجاد معامل الاحتكاك الشروعي μ_s بطريقة السطح المائل

1- يمكن ايجاد معامل الاحتكاك الشروعي بين القطعة الخشبية (A) واللوح الخشبي (B) وذلك بجعل اللوح (B) سطحاً مائلاً كما مبين في الشكل (4).



شكل (4)

2- زد ميل السطح (او اللوح الخشبي B) بزاوية قيمتها θ حتى تشرع القطعة الخشبية بالحركة بسرعة منتظمة على اللوح الخشبي (B) ثم جد ظل الزاوية ($\tan\theta$)حسب المعادلة ادناه:

$$\mu_S = \frac{F}{\mathrm{N}} = \frac{Wg\sin\theta}{\mathrm{W}g\cos\theta}$$

$$\therefore \mu_S = \tan\theta$$

حيث ان(μ_S) معامل الاحتكاك الشروعي.

و (θ) زاوية الاحتكاك الشروعي.

ج- ايجاد معامل الاحتكاك الانزلاقي μ_K بطريقة السطح المائل

من الممكن ايجاد معامل الاحتكاك الانزلاقي بين القطعتين الخشبيتين بنفس الطريقة السابقة على ان يطرق اللوح الخشبي (B) قليلاً وبهدوء اثناء اجراء التجربة ومن ثم جد ظل الزاوية

$$\mu_K = \tan\theta$$

حيث ان (θ) زاوية الاحتكاك الانزلاقي.

الأسئلة (Questions)

1-هل ان معامل الاحتكاك الشروعي يختلف بزيادة الاثقال فوق القطعة الخشب ام لا؟

2- أيهما اكبر معامل الأحتكاك الشروعي أم الانزلاقي؟

3- هل الأحتكاك موجود فقط في المواد الصلبة؟

4- ناقش العلاقة البيانية بين القوة الساحبة والقوة الضاغطة،وماذا تستنتج من الرسم البياني ؟

تجربة رقم (8)

ايجاد التعجيل الارضي باستخدام النابض الحلزوني وايجاد الكتلة المكافئة

Determination of the Acceleration of Gravity by means of Spring and effective mass

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

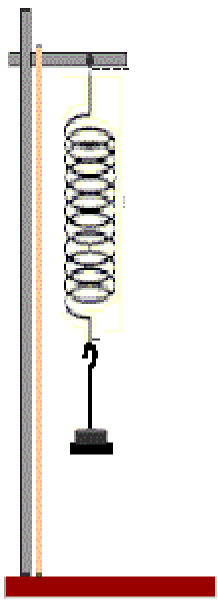
1- النابض الحلزوني.

2- حامل الاثقال.

3- ساعة توقيت.

4- اثقال.

5- شريط قياس.



الشكل (1)

نظرية التجربة (Theory)

اذا علق جسم كتلته (M) في نهاية نابض حلزوني فانه سيحدث استطالة بمقدار (x) وان القوة المعيدة (restoring force) الناتجة ستمثل المقدار(x,n) حيث nهي الاستطالة لوحدة الكتل

وتساوي :$(1+x)^n = 1 + \frac{nx}{1!} + \frac{n(n-1)x^2}{2!} + \cdots$

$$n = \Delta L / M \text{.....................................} (1)$$

حيث ΔL هي الفرق في طول النابض .

وهذه القوة تحاول ان تعيد الجسم الى موضع استقراره فتتحرك المجموعة (الجسم والنابض)حركة اهتزازية عمودية وان معادلة تلك الحركةهي:

$$M\frac{d^2\,x}{dt^2} = -\frac{x\,g}{n} \text{..................................} (2)$$

اي ان

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{g}{Mn}x = 0 \text{.............................} (3)$$

وهذه المعادلة هي معادلة حركة توافقية بسيطة (simple harmonic motion) زمن ذبذبتها (T) هو:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{Mn}{g}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

ان اشتقاق المعادلة (4) جاء على فرض ان النابض الحلزوني عديم الوزن وتصحيحها لهذا الفرض الخاطئ يجب اضافة الكتلة (m) في المعادلة وتدعى الكتلة المكافئة للنابض الحلزوني (effective mass) وبذلك تصبح هذه المعادلة (4)بالشكل:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{Mm}{g}}\text{n} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

وبعد تربيع المعادلة (5) وترتيبها بشكل صحيح

$$M = \frac{g}{4\,\pi^2 \text{n}} T^2 - m \text{......................................} (6)$$

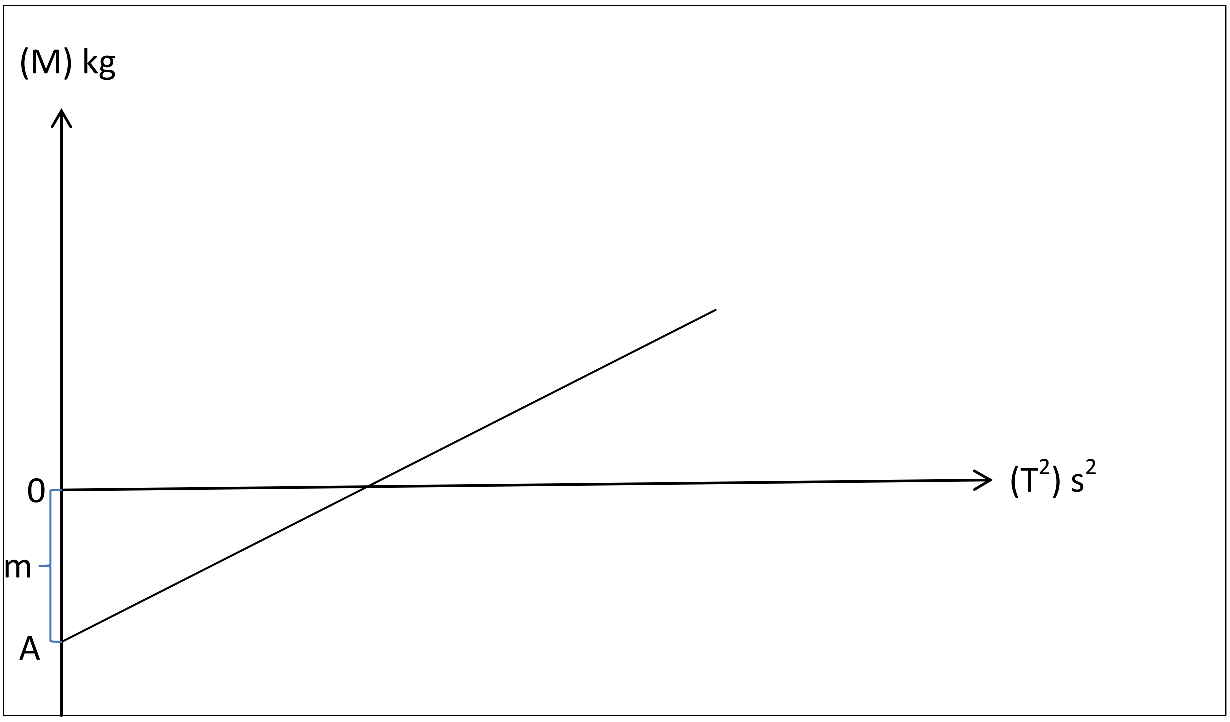
فاذا رسمنا علاقة بيانية بين قيم (T^2) على محور السينات وقيم (M) على محور الصادات فان نتيجة الرسم ستكون خط مستقيم يتقاطع على محور(M) في الجزء السالب عند النقطة (0,-m) وميله يساوي:

$$\frac{M}{T2} = g/4\pi^2 n \text{ ....(7)}$$

ومن هذه العلاقة يمكن ايجاد قيمة التعجيل الارضي (g)كالاتي:

$$g=4\,\pi^2.n.slope \text{ .... (8)}$$

اما قيمة الكتلة المكافئة للنابض (m) فتمثل القيمة المطلقة للقطع |OA| في الرسم البياني كما مبين في الشكل (2).



الشكل (2)

طريقة العمل (Method)

1- ضع ثقلا معينا في الكفة المعلقة بالنابض.

2- ارفع الكفة الى الاعلى مسافة صغيرة واتركها تتذبذب شاقوليا.

3- قس زمن عشر ذبذبات (T^{10}) ،ثم جد زمن ذبذبة واحدة (T)وجد قيمة (T^2)ثانية.

4- زد الاثقال في الكفة بصورة تدريجية ،وكرر الخطوات(3’2).

القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1- رتب النتائج كما في الجدول التالي:

الاثقال M(kg)	زمن 10عشر ذبذبات T(sec)	زمن ذبذبة واحدة $T=\frac{T10}{10}$sec	$T^2(sec)^2$

2- ارسم علاقة بيانية كما في الشكل (2) ومنها جد قيمة التعجيل الارضي (g) والكتلة المكافئة للنابض الحلزوني كما تم توضيحها في الجزء النظري.

3- قس الكتلة الحقيقية للنابض الحلزوني مستعينا بالميزان وقارنها مع قيمة الكتلة المكافئة التي حصلت عليها من الرسم البياني ثم بين ان الكتلة تساوي $\frac{1}{3}$ كتلة النابض الحقيقية.

الأسئلة (Questions)

1- هل يجوز ان يخرج مجموع الاثقال الموضوعة على النابض عن حد مرونته، وماذا يمثل حد المرونة.

2- لماذا يجب ان تكون سعة ذبذبة النابض صغيرة ومتساوية لكل القراءات.

ملاحظة (يجب ان لايصاحب تذبذب النابض حركات عشوائية).

تجربة رقم (9)

سقوط الاجسام بصورة حرة

Freely Falling Bodies

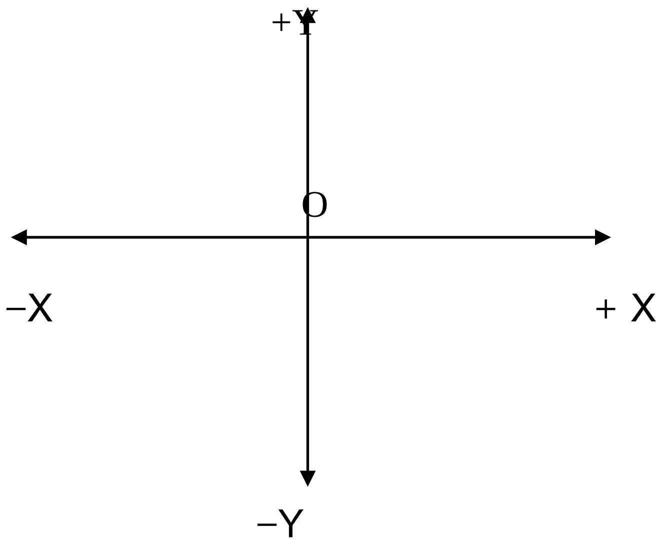
الأجهزة المستخدمة (Apparatus)

شكل (1)

1- كرة معدنية تثبت على جهاز ممغنط.
2- مفتاح حساس للصدمة الميكانيكة.
3- ساعة الكترونية .
4- مسطرة مترية .

نظرية التجربة (Theory)

عند سقوط الجسم من نقطة الاصل (O) نعتبر ان الازاحة فوق نقطة الاصل موجبة والى اسفلها سالبة كما في الشكل (2). أن التعجيل الارضـي يتجـه الـى الاسـفل دائماً لذا فأنـه سـالب الاشـارة وعنـد اهمـال مقاومـة الهـواء يكـون تعجيـل جميـع الاجسـام بغـض النظـر عـن شـكلها او كتلتهـا واحداً(نفس التعجيل) .لكن هذا التعجيل يتغير من نقطة الى أخرى بالنسبة الى خطـوط العرض او بالنسبة الى الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر او بالنسبة الـى نـوع قشرة الارض او ماموجود في باطنها .



شكل (2)

ان سقوط الاجسام بصورة حرة (باهمال مقاومة الهواء) هو خير مثال على حركة الاجسام بتعجيل منتظم وعلى خط مستقيم .ومن معرفتنا السابقة فأن قوانين تلك الحركة هي

$$V = V_0 + gt \quad \text{.......... ....} \quad (1)$$

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} gt^2 \quad \text{..............................} (2)$$

$$V^2 = V_0^2 + 2gs \quad \text{..............................} (3)$$

عندما تكون الحركة من السكون فأن $V_o = 0$

طريقة العمل (Method)

1- صفر الساعة الرقمية من الزر (o) ومن ثم ضع الساعة على وضع البداية (start).

2- ضع الكرة المعدنية على الماسك المغناطيسي .

3- اطلق الكرة بالضغط على المفتاح (E) وسجل الزمن للازاحة الاولى 100(cm) .

4- قلل الازاحة الى cm (60 ، 70 ، 80 ، 90) وفي كل مرة كرر الخطوات (1،2،3).

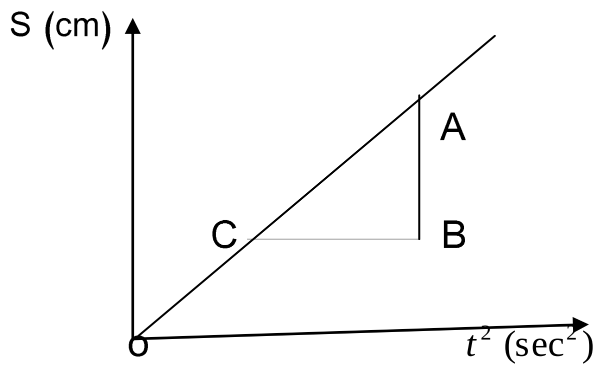
القياسات والحسابات (Measurements and Calculations)

1- رتب القراءات كما في الجدول التالي :

S cm	t sec	$t^2 \sec^2$
100		
90		
80		
70		
60		

2- ارسم علاقة بيانية بين (S) على محور الصادات و (t^2)على محور السينات ومن خلال الرسم جد قيمة الميل كما في الشكل (3) .

$$slope = \frac{AB}{CB} = \frac{S(cm)}{t^2(\sec^2)}$$



شكل (3)

3− جد قيمة التعجيل الارضي وفق المعادلة التالية :

$$Slope = \frac{1}{2} g$$

حيث ان وحدة (g) هي m/sec^2

الأسئلة Questions

1- عرف قوانين نيوتن الثلاث.

2- هل يختلف تعجيل السقوط الحر بأختلاف خطوط العرض ؟

3-وضح تأثير كل من الخصائص التالية في سرعة سقوط الاجسام

(الحجم ، الكتلة ، الوزن ، اللون ، الشكل).

4- ناقش العلاقة البيانية بين S و t^2، وماذا تستنتج من الرسم؟

تجربة رقم (10)

العتلات ذات جانب واحد (one –sided levers)وذات جانبين

(two – sided levers)

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- عتلة طولها (1m) .

2- مجموعة اثقال وزن كل منها 50gm .

3- Dynamometer مقياس القوة[2N, 5N].

4- قاعدة حامل .

5- ماسك.

نظرية التجربة (Theory)

تعرف العتلة (lever) على انها جسم صلد يدور حول محور ثابت (يمر بنقطة عادة تسمى نقطة الارتكاز) والتي يمكن استخدامها لرفع وتحريك الاثقال.يسمى المقطعين الممتدين من المحورالى نقطتي تطبيق القوة والمقاومة بذراعي العتلة (وعلى وجه التحديد ذراعي القوة والمقاومة على التوالي).

في العتلة ذات الجانب الواحد تعمل القوة F_1 والمقاومة F_2 في اتجاهين متعاكسين على نفس الجانب من المحور وفي العتلة ذات الجانبين تعمل القوة F_1 والمقاومة F_2 في نفس الاتجاه على جانبي المحور المتعاكسين.

يطبق قانون العتلات [القوة× ذراعها = المقاومة ×ذراعها] على كلا نوعي العتلة (ذات جانب واحد وذات جانبين) .

$$F_1 . X_1 = F_2 . X_2 \quad \text{........ ....} \quad (1)$$

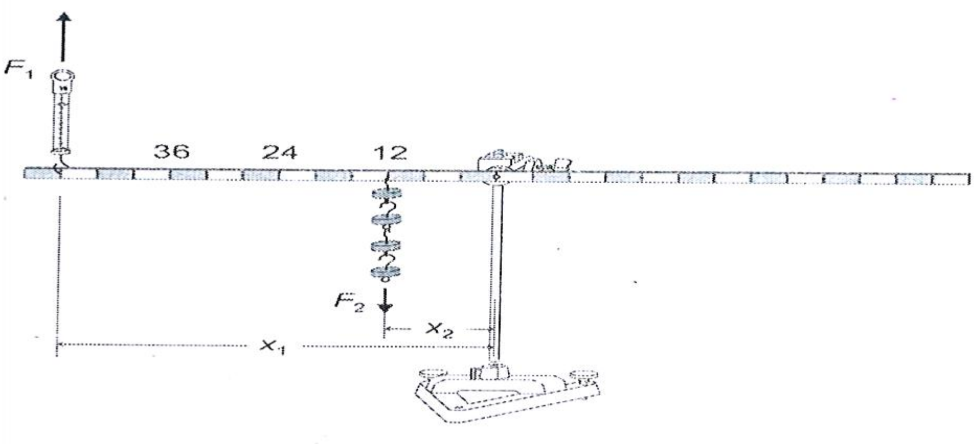
حيث X_1 يمثل ذراع القوة و X_2 يمثل ذراع المقاومة.

يمكن ان يفسر هذا القانون على اساس المفهوم الاعم لتوازن الزخوم الزاوية ويشكل الاساس لجميع انواع الثقل الميكانيكي للقوة.

تدرس التجربة قانون العتلات (ذات جانب واحد وذات جانبين) والهدف من ذلك هو تحديد القوة F_1 التي تحافظ على العتلة في حالة توازن كدالة للمقاومة F_2 وذراع المقاومة X_2 وذراع القوة X_1.يتم تطبيق المقاومة باستخدام اثقال وزن كل منها (50gm)، حيث تكون $F_2 = mg$.

طريقة العمل (Method)

اولا: <u>في حالة العتلة ذات جانب واحد</u>:ترتب التجربة كما في الشكل (1)



شكل (1)

1- قياس القوة F_1 كدالة للمقاومة F_2

علق (200gm,400gm,600gm) عند $X_2 = 12cm$ ثم اربط مقياس القوة $(2N)$ عند $X_1 = 48cm$ ومن ثم جد قيمة F_1 وفق المعادلة $F_1 . X_1 = F_2 . X_2$.

2- قياس القوة F_1 كدالة لذراع المقاومة X_2.

علق $200gm$ عند $(12cm, 24cm, 36cm)$ $X_2 =$ واربطمقياسالقوة (2N) عند المسافة

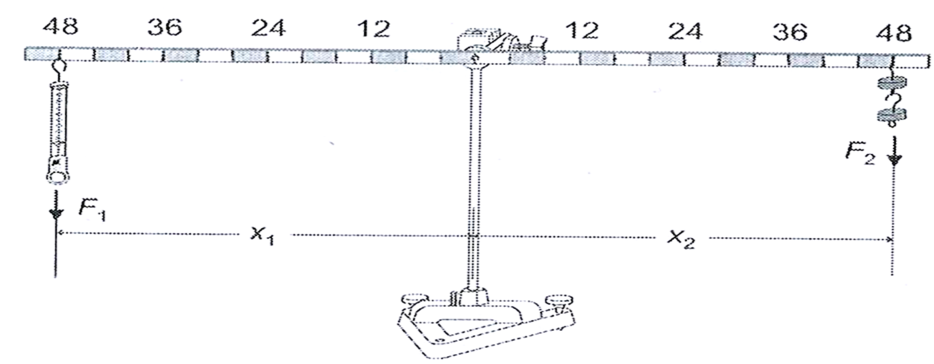
$X_1 = 48cm$ ثم جد قيمة F_1 وفق المعادلة $F_1 . X_1 = F_2$

3- قياس القوة F_1 كدالة لذراع القوة X_1.

علق (150gm) عند $X_2 = 48cm$ واربط مقياس القوة (5N) عند $X_1 =$

$(12cm, 24cm, 36cm)$ ثم جد قيمة F_1 وفق المعادلة $F_1 . X_1 = F_2 . X_2$.

ثانيا: <u>في حالة العتلة ذات الجانبين</u>: ترتب التجربة كما في الشكل (2)



شكل (2)

1- قياس القوة F_1 كدالة للمقاومة F_2

علق (100gm,200gm,300gm) عندالمسافة $X_2 = 24cm$ واربط مقياس القوة (2N) عند $X_1 = 48cm$ ومن ثم جد قيمة F_1 وفق المعادلة $F_1 . X_1 = F_2 . X_2$.

2- قياس القوة F_1 كدالة لذراع المقاومة X_2

علق (200gm) عند $(24cm, 36cm, 48cm)$ $X_2 =$ واربط مقياس القوة (2N) عند $X_1 = 48cm$ ومن ثم جد قيمة F_1 وفق المعادلة $F_1 . X_1 = F_2 . X_2$.

3- قياس القوة F_1 كدالة لذراع القوة X_1

علق (200gm) عند $X_2 = 48cm$ واربط مقياس القوة (5N) عند $X_1 =$ ($24cm, 36cm, 48cm$) ومن ثم جد قيمة F_1 وفق المعادلة $F_1.X_1 = F_2.X_2$.

الأسئلة (Questions)

1- عرف العتلة و اذكر انواعها.

2-ماهي وظائف العتلات وما اهميتها؟

3 -اكتب معادلة العتلة وتطبيقاتها في حياتنا اليومية.

4-ناقش النتائج التي حصلت عليها من خلال اجراءك للتجربة.