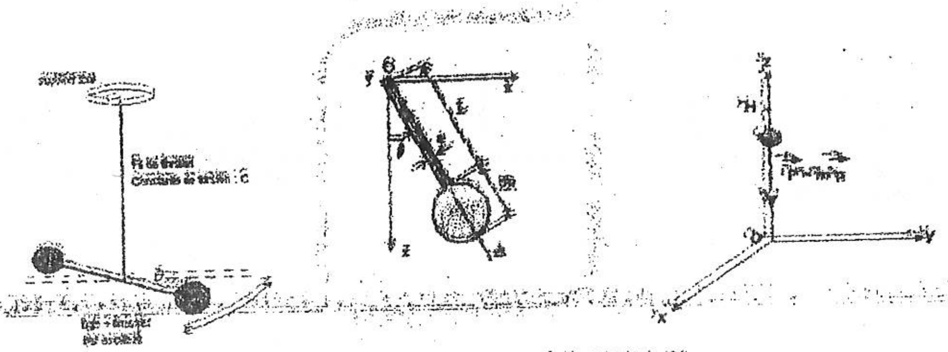
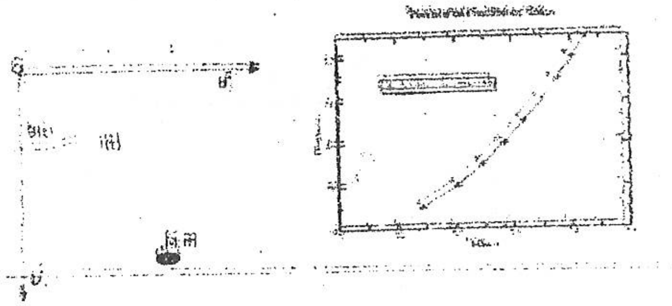
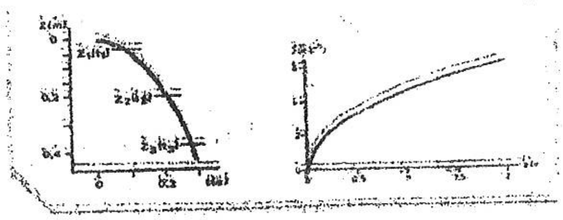
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
جامعة باجي مختار-عنابة
كلية العلوم
دائرة الفيزياء

أعمال تطبيقية للسنة الأولى (علوم و تقنيات-علوم المادة)







من إعداد الأساتذة

بن عيش مليكة   محجوبي نصرة

اعمال تطبيقية للسنة الاولى

ميكانيك

عموميات خاصة بتحضير الأعمال التطبيقية:

قسم الميكانيك:

تمهيد:

الأعمال التجريبية تسمح للطالب أن يتحقق ويتأكد من بعض المفاهيم والظواهر الفزيائية المقدمة في الدروس النظرية، يكتسب منها صفات الفزيائي الحقيقي، وتحضره إلى البحث العلمي والدراسات الميدانية. الإنتقال من النص المكتوب إلى التطبيق يتطلب إستعمال ومعاينة بعض الأجهزة البيداغوجية.

للأعمال التطبيقية ثلاث مراحل أساسية متتالية، مرتبة ومرتبطة :

- مرحلة القياسات : بعد فهم التجربة والمطلوبة من خلال النص النظري، تتم هذه الأخيرة برزانة وإتقان.
- مرحلة الحسابات : يتحلى فيها الطالب بالوضوح، الدقة والموضوعية فيما يخص كل من الوحدات الإرتيابات وقيم المقادير المعنية.
- مرحلة الإستنتاج و التعليق على النتائج المحصل عليها.

قبل البدء في الأعمال التطبيقية لا بد من إعطاء فكرة عن النقاط التالية:

1- طريقة العمل مع إسداء بعض النصائح لتفادي النقائص و سوء الاستعمال

2- كيفية الكتابة (عرض الحال)

أولا:

من المستحسن أن تنجز الأعمال التطبيقية في أفواج تحتوي على الأقل طالبين وعلى الأكثر أربع طلاب يعتبر الفوج مسؤولا عن الأجهزة والعتاد الموجود في التطبيق حتى نهاية هذا الأخير. على طلبة الفوج العمل في هدوء وتجنب الثرثرة والنقاشات التي تسيء إلى السير الحسن للأعمال التطبيقية .

لا يسمح للطلبة مغادرة القاعة إلا بعد التحقق من سلامة الأجهزة المسلمة لهم، وعند التسبب في عطب ما تكون معاقبة الطالب ممتدة من الصفر حتى الطرد الكلي من الأعمال التطبيقية.

ثانيا: طريقة كتابة التقارير:

على الطلبة تحضير كل عمل تطبيقي تم إنجازه وتقديمه للأستاذ في الحصة الموالية.

التقرير أو عرض حال التجربة :

يتكون التقرير من النقاط التالية :

- العنوان للعمل التطبيقي
- الهدف من التجربة.
- إستخراج وتعيين العلاقات الحرفية المستعملة في حساب المقادير الفيزيائية والإرتيابات.
- ملأ الجداول (كتابة المقادير وإرتياباتها مع وضع الوحدات المناسبة).
- المنحنيات و التعليقات عليها
- المناقشة والخلاصة.

الإرتيابات في القياسات الفيزيائية.

I- الهدف :

- التعرف على نوعية الأجهزة المستعملة لقياس المقادير الفيزيائية القابلة للقياس.
- الإستخدام الجيد لهذه الأجهزة.
- تقدير الإرتياب المطلق والنسبي ودقة القياس.

II-الأخطاء والإرتيابات.

II-1 الخطأ المطلق.

يرافق قياس مقدار ما، خطأ يعرف بخطأ القياس. لتكن X_e القيمة الحقيقية لمقدار فيزيائي معين و X القيمة المقاسة لنفس المقدار. نسمي الخطأ المطلق δX الفرق بين القيمتين :

$\delta X = X - X_e$، δX هو عدد جبري.

نسمي النسبة $\varepsilon = \delta X / X_e$ الخطأ النسبي. اما الخطأ المطلق فهو عامة حاصلة عدة أخطاء ناتجه عن أسباب مختلفة.

ا-الأخطاء النظامية (Erreurs systématiques) :

هي الأخطاء التي تبقى متطابقة في كل مرة نعيد فيها القياس، في نفس الشروط والسبب يمكن أن يكون إما

- المجرب، حيث يعيد نفس الخطأ.
- الطريقة السئة المتبعة في القياس.
- الخطأ الصناعي او الآلي المرتبط بدقة قياس الجهاز.

ب-الأخطاء الطارئة (Erreurs accidentelles) :

إذا كررنا نفس القياس عدة مرات، نلاحظ أن هناك تباينا طفيفا بين قيم مختلف القياسات التي نحصل عليها في نفس الظروف. الأخطاء الطارئة هي أخطاء عشوائية (ترتكب تارة بالزيادة وتارة بالنقصان) لذلك إذا قمنا بعدة قياسات يمكننا التخلص منها والحصول على نتيجة أكثر دقة بأخذ المعدل الرياضي.

II-2 الارتياب المطلق:

الإرتياب المطلق هو النهاية العظمى للخطأ المطلق وهو عدد واقعي موجب، وحدته هي من نفس وحدة المقدار الفيزيائي المقاس.

II-3 حساب الارتيابات:

ا- قياس مباشر:

إذا قمنا بـn قياس لمقدار فيزيائي معين X نحصل على قيم متباينة $X_1, X_2 ... X_n$ القيمة الأكثر إحتمالا للقياس هي متوسط القيم المقاسة وتكتب كالتالي:

$$X_m = X_1 + X_2 + ... X_n / n = \sum X_i / n$$

الإرتياب المطلق للمقدار X_1 هو :

$$\Delta X_1 = |X_m - X_1|$$

نأخذ متوسط التباعدات بالنسبة للقيمة المتوسطة كإرتياب مطلق :

$$\Delta X_m = \sum |X_i - X_m| /n = \sum \Delta Xi / n$$

الإرتياب النسبي (دقة القياس) : نستدرك أحسن مدى مقاربة قياس مقدار ما بمقارنة الإرتياب المطلق بالقيمة المقاسة. تسمي الإرتياب النسبي الجداء بين الإرتياب المطلق الوسطي والقيمة المتوسطة :

$$\varepsilon = \Delta X_m / X_m$$

ε هو عدد مجرد، يعبر عنه عادة بالنسبة المؤية (%).

<u>ب-قياس غير مباشر:</u>

لا تحسب، عامة، المقادير المختلفة بشكل مباشر، بل تحسب بواسطة قياس مقادير أخرى، كما في العلاقة التالية:

$$X = f(a, b ...)$$

يرتبط حساب X بقياس المقادير المختلفة a، b ... تحتوي هذه الأخيرة على إرتيابات معلومة Δa، Δb،...

<u>حساب ΔX :</u> بما أن الأخطاء δa، δb،... صغيرة بالنسبة ل a و b، يمكن إعتبارها، رياضيا تفاضل ونكتب : $da = \delta a$، $db = \delta b$،...

$$dX = (\partial f / \partial a)\, da + (\partial f / \partial b)\, db$$

إذا: $\delta X = (\partial f / \partial a)\, da + (\partial f / \partial b)\, db$

ا) إذا كانت الأخطاء مستقلة عن بعضها البعض نحصل على ΔX بتعويض كل حد من حدود المجموع بالنهاية العظمى للخطأ المحتمل عند القياس.

$$\Delta X = |(\partial f / \partial a)|\, \Delta a + |(\partial f / \partial b)|\, \Delta b$$

نظريا الارتياب المطلق لمجموع جبري لمقادير غير مؤكدة هو المجموع الحسابي لقيم الإرتيابات المطلقة لكل حد من حدود المجموع.

<u>مثال:</u>

لتكن الدالة : $X = a + b - c$

الخطأ المطلق : $\delta X = \delta a + \delta b - \delta c$

الإرتياب المطلق : $\Delta X = \Delta a + \Delta b + \Delta c$

نظريا الارتياب النسبي في حاصل جداء أو قسمة عدة مقادير غير مؤكدة هو مجموع الإرتيابات النسبية لهذه المقادير.

<u>مثال:</u>

لتكن الدالة : $X = ab/c$

$$\text{Ln } X = \text{Ln } a + \text{Ln } b - \text{Ln } c$$

المشتقة اللوغرتمية لX : $dX/X = da/a + db/b - dc/c$

الخطأ النسبي: $\delta X/X = \delta a/a + \delta b/b - \delta c/c$

الإرتياب النسبي : $\Delta X/X = \Delta a/a + \Delta b/b + \Delta c/c$

ب) إذا كانت العوامل غير مستقلة يجب أن نبسط الحدود المتشابهة في عبارة الأخطاء النسبية قبل المرور إلى النهاية العظمى.

<u>مثال :</u>

لتكن الدالة : $X = [(a + b)(c - b)] / (c^2 - b^2)$

$$\delta X/X = \delta(a + b)/(a + b) + \delta(c - b)/(c-b) - \delta(c^2 - b^2)/(c^2 - b^2)$$

بما أن : $\delta(a + b) = \delta a + \delta b$ ، $\delta(c - b) = \delta c - \delta b$ و $\delta(c^2 - b^2) = 2c\delta c - 2b\delta b$

بالتالي :

$$\delta X/X = \delta a(1/a+b)+\delta b[(1/a+b)-(1/c-b) + (2b/c^2-b^2)]+\delta c[(1/c-b)-(2c/c^2-b^2)]$$

$$\Delta X/X = \Delta a|(1/a+b)| +\Delta b|(1/a+b)-(1/c-b) +(2b/c^2-b^2)| +\Delta c|(1/c-b)-(2c/c^2b^2)|$$

<u>III- تمثيل النتيجة التجريبية:</u>

<u>III-1 كتابة النتيجة:</u>

يجب أن تكتب النتيجة النهائية لقياس تجريبي على الشكل: $(X + \Delta X)$ هذه الصيغة تعطي لنا حدود الحقل الذي يتوقع المجرب أن تقع ضمنه القيمة الحقيقية.

يجب تمثيل X و ΔX بأرقام أين نحتفظ بالأرقام الدالة فقط أي الأرقام ذات دلالة فيزيائية.

يعطي الإرتياب ΔX :

- إما بدقة أجهزة القياس المستعملة.
- إما بحساب التباعد الوسطي، إذا كررنا القياس.
- إما بحساب الإرتياب.

<u>III-2 تطابق نتيجتين:</u>

نقول عن قياسين أنهما متطابقين إذا وجدت منطقة مشتركة بين مجالي الإرتياب لهذين القياسين ويكونان غير متطابقين إذا انفصل مجالي الإرتياب.

<u>IV- التمثيل البياني.</u>

في معضم الأعمال التطبيقية تستوجب تمثيل بياني للقيم المختلفة للمقادير المقاسة. يوضح البيان تطور ظاهرة فيزيائية ما، ويسمح بالفهم العام لها. كما يسمح بتعيين بعض القيم التي تعجز على تحديدها تجريبيا بطريقتين:

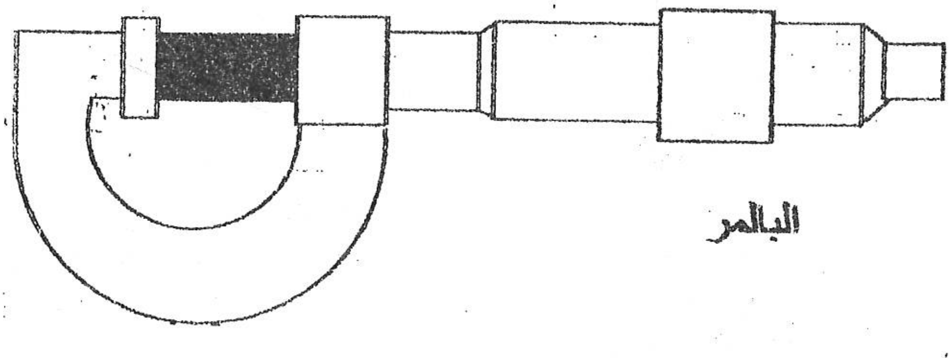
- الإستكمال (extrapolation) تمدد المنحنى مع المحافظة على المسار.
- الحصر (interpolation) بالقراءة بين نقاط البيان.

لرسم المنحنى ينبغي إختيار السلم بحيث تكون نقاط القياس مستغلة للجزء الأكبر للمحورين (OX, OY) ندرج على المحاور قيمة التدريجات الأساسية، كما يجب

هو جهاز نستطيع أن نقيس به بعدا حتى 1/100ملم، وهناك نوع آخر يمكننا أن نقيس به حتى 1/500ملم وهناك نوع إلى 1/50 ملم.
- يتألف هذا الجهاز من قطعة معدنية على شكل حرف U يحتوي فرعها على ثقبين لهما محور واحد يثبت في الفرع الثاني، ومن الخارج قطعة معدنية أسطوانية الشكل يحتوي بداخلها على مسطرة ملمترية.
عندما ينطبق اللولب الثابت على المتحرك يكون التدرج صفر من الطرف منطبقة على خط المسطرة
عندما ندير الطرق بتدريجة واحدة يبتعد اللولب الثابت عن المتحرك ب1/100ملم وعندما ندير بتدريجتين يبتعد ب2/100ملم وهكذا، إلى أن ندير دورة كاملة تظهر على المسطرة أول تدريجة والتي تمثل
100/100 =1ملم ولما ندير بدورة ونصف نحصل على 1,5ملم وهكذا.

<u>4-V كيفية إستعمال البالمر :</u>

ضع الجسم المراد قياس أبعاده بين النقطتين ا و ب.
إقرأ على المسطرة آخر تدريجة ظاهرة والتي تمثل الجزء الصحيح من قيمة البعد بين ا و ب.
إقرأ تدريجة الطرف المنطبقة على خط المسطرة فتحصل على جزء من تدريجات الطرف.
(50/س أو 100/س أو 500/س) حيث س هو عدد التدريجات المقروءة على الطرف، والأعداد (500،100،50) تدريجات الطرف بحسب نوع البالمر المستعمل فيكون البعد بين ا و ب هو
[الجزء الصحيح +(50/س أو 100/س أو 500/س)] ملم.



البالمر

كتابة الوحدات عند نهاية كل محور. يحدد موضع النقاط التجريبية على الورق الميليمتري مع وضع حواجز الخطاء على كل نقطة.

V : أجهزة القياس:

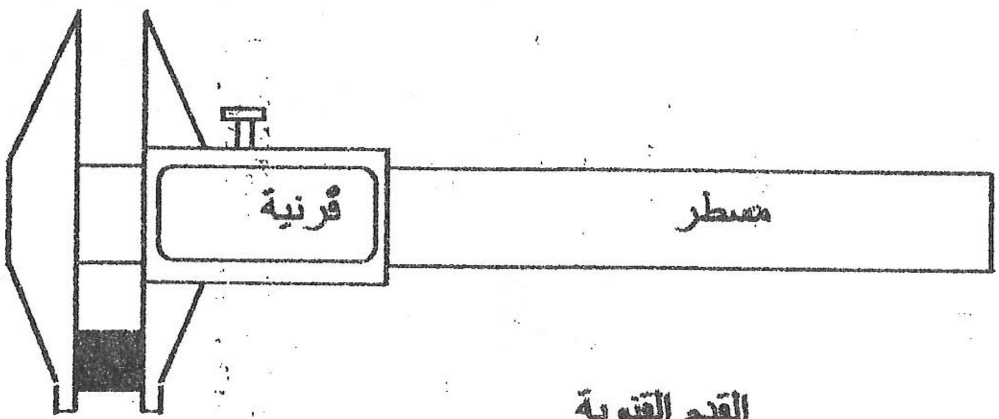
V-1: القدم القنوية.

يتألف هذا الجهاز من مسطرة ملمترية مزودة بفك ثابث ذي طرف مستقيم تنزلق عليه قطعة (نافذة) نقشت على إحدى حافتيها قُرنية مدرجة الى عشر، عشرين أو خمسين تدريجة. دقة القياس تكون على التوالي 0.1، 0.05، 0.02 ملم.

كيفية استعمال القدم القنوية :

لمعرفة سمك، طول، عرض، إرتفاع أو قطر قطعة ما، يمكننا وضعها بين فكي القدم القنوية، ثم ضبط البرغي حتي يتم تثبيت القطعة جيدا بين الفكين. يتم تعيين بعد القطعة كما يلي :

- قراءة العدد الصحيح على المسطرة الميليمترية (بالميليمتر) المحصور بين صفر المسطرة وصفر القُرنية.
- حساب عدد تدريجات القُرنية من صفرها الى التدريجة المنطبقة تماما مع إحدى تدريجات المسطرة.
- تحول هذه التدريجات الى الميليمتر (بضربها في دقة القياس)، تضاف بعدها الى العدد الصحيح.
- تكون القراءة النهائية كما يلي : x = (العدد الصحيح + عدد التدريجات في الدقة) ملم.



القدم القنوية.

V-2 الإرتياب المطلق بإستخدام القدم القنوية.

في حوزتك أشكال هندسية والمطلوب حساب محيطها، مساحتها، أو حجمها بعد قياس أبعادها خمس مرات وإيجاد القيمة المتوسطة. أوجد القيم الحقيقية في كل حالة ولكل جسم. ضع النتائج في جداول ملائمة لكل من الحجم والسطح.

V-3 -البالمر:

حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل
$\omega=(g/l)^{1/2}$ حيث $\theta = \theta_0 \sin \omega t$
والدور T يكون:

$$T= 2\pi/\omega = 2\pi(l/g)^{1/2} ...(6)$$

دور النواس البسيط يعتمد فقط على الطول والتسارع الثقلي g.

IV -الخطوات العملية.

1-ثبت طرف الخيط بواسطة البرغي(طول النواس l_1).

2-أزح النواس عن وضعية التوازن بحيث يصنع زاوية θ تساوي 6 درجات ثم أتركه.

3-قس الزمن t_1 لـn إهتزازة كاملة (أعد قياس الزمن t_1اربع مرات) ثم إستنتج دور النواس T_1.

$$T_1= t_1/n$$

(T_1 هو الزمن الفاصل لمرورين متتاليين للنواس بنفس الوضعية أو زمن الذهاب والإياب للنواس.

4-أعد الخطوات 1، 2، 3 لإيجاد الأدوار T_2، T_3، T_4، T_5 مع تغيير طول النواس l_2، l_3، l_4، l_5

5-ضع النتائج في الجدول.

6-أرسم بيان الدالة $T= f(l)^{1/2}$و قدم تعليقاتك.استنتج قيمة g البيانية.

7-بإستعمال القياسات والحسابات السابقة أحسب :

ا-القيم g_1، g_2، g_3، g_4، g_5 لتسارع الثقالة g حسب العلاقة (6).

ب-القيمة المتوسطة g_{moy} ، الإرتيابات المطلقة.

Δg_1، Δg_2، Δg_3، Δg_4، Δg_5

والإرتياب المطلق الوسطي Δg_{moy}.

قدم قيمة تسارع الثقالة g على شكل $g = g_{moy} \pm \Delta g_{moy}$ مع ذكر الوحدة

8-أحسب تسارع الثقالة النظري بإستعمال القانون :

$$g_t = 9.7804 + 0.052\sin^2\varphi.$$

φ يمثل العرض الجغرافي بالنسبة لمدينة عنابة $\varphi = 37°$ قارن بين القيم المقاسة والنظرية و البيانية لـg.

V - الجدول.

المعطيات : n=10

النواس البسيط

TP N°1

I-الهدف من التجربة.

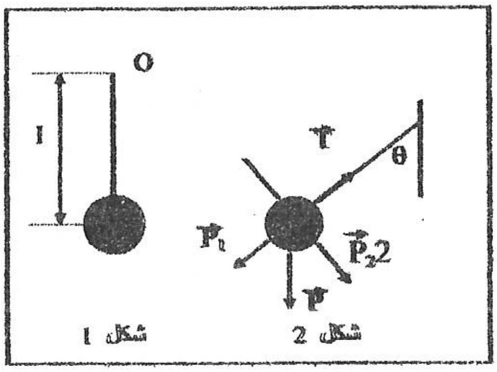
حساب دور النواس البسيط T و استنتاج تسارع الثقالة g.

II -وصف الجهاز.

النواس البسيط مكون من كرية صلبة معلقة بواسطة خيط ذو كتلة مهملة غير قابل للتمدد.بإمكاننا تغيير طول النواس بواسطة برغي يقاس طول النواس بواسطة مسطرة و زمن الإهتزاز بواسطة كرونومتر.

III-الجزء النظري.

نسمي l طول النواس البسيط المسافة الفاصلة بين النقطة المثبتة ومركز ثقل الكرة G (الشكل 1).



عند التوازن يكون النواس البسيط شاقوليا وعندما نزيحه عن وضعية التوازن بزاوية صغيرة θ فإن المركبة p_1 لثقل النقطة المادية تكون في توازن مع التوتر T (الشكل2) وبالتالي يمكن إعتبار النواس البسيط كصلب في حالة دوران.

المركبة المماسية p_2 هي التي تحاول إرجاع النواس إلى وضعية التوازن وعزمها M

$$M = P_2.l...(1)$$

$$M = -\ mg\ l\ \sin\theta...(2)$$

الإشارة السالبة توضح أن العزم والاستطاعة الزاوية θ متعاكسان.

لدينا في كل لحظة:

$$M = I.d\ \theta/dt^2...(3)$$

حيث I عزم العطالة للنواس بالنسبة لمحور الدوران.

$$I.d^2\ \theta/dt^2 = -mgl\ \sin\theta$$

$$I\ d^2\ \theta/dt^2\ +mgl\ \sin\theta = 0$$

بما أن $\theta < 6^\circ \Leftarrow \sin\theta \approx \theta$, $I = ml^2$

$$d^2\ \theta\ /dt^2\ +\ g/l\ \theta = 0...(5)$$

l (cm)	t_i, (?)	t_{moy}(?)	T_{moy}(?)	$l^{1/2}$(?)	g_i(?)	g_{moy}(?)	Δg_i(?)	Δg_{moy}(?)
20								
40								
60								
80								
100								

TP N°2 نواس الفتل - عزم العطالة.

I -الهدف من التجربة :

شرح و إثبات العلاقة التي تعطي عزم عطالة أي جسم من خلال دور إهتزازت الفتل.

II -وصف الجهاز :

يتكون الجهاز من لولب حلزوني مثبت علي حامل ومن قضيب، وكتلتين متماثلتين بإمكانهما الإنزلاق على القضيب. قرص، أسطوانة وكرة. عداد الزمن (كرونومتر) وحاجز ضوئي.

III -المبدأ النظري :

تكتب العلاقة بين العزم الحركي L وعزم المزدوجة M كما يلي :

$$M= dL / dt \ ... (1)$$

عندما تكون السرعة الزاوية ω موجهة نحو محور العطالة الأساسي (المحور z) يكتب العزم الحركي كمايلي:

$$L_z = I_z \, \omega \ ... (2)$$

حيث I_z مركبة عزم العطالة و ω السرعة الزاوية.

وبالتالي نتحصل على المعادلة :

$$M = d(L_z)/dt = I_z \, (d\omega/dt) = I_z \, (d^2\phi/dt^2) \ ... (3)$$

حيث ϕ البعد الزاوي بالنسبة لوضعية الإتزان، يعرف عزم المزدوجة للولب بالعلاقة التالية :

$$M = -C \, \phi \ ... (4)$$

حيث C ثابت الفتل، الاشارة - تعني أن M و θ متعاكسان في الإتجاه.

نحصل إنطلاقا من (3) و (4) على معادلة الإهتزاز :

$$(d^2\phi/dt^2)+(C\phi/I_z) = 0 \ ... (5)$$

نضع $\omega^2 = C/I_z$.

$$d^2\phi/dt^2 + \omega^2\phi = 0$$

حل هذه المعادلة يؤدي إلى إهتزازات فتل توافقي ($\phi = A_1\sin \omega t + A_2\cos \omega t$)

حيث A_1 و A_2 ثوابت، يعطى دور النواس T بالعلاقة :

$$T = 2\pi(I_z/C)^{1/2} \ ... (6)$$

من التجربة نقيس الدور (T) ومنه نحصل على عزم العطالة من :

$$I_z = (CT^2/4\pi^2) \ ... (7)$$

ثابت الفتل يعين من خلال تجربة أولية نقيس فيها العزم اللازم لإدارة اللولب الحلزوني بزاوية $\pi/2$.

يعرف عزم قوة بالعلاقة :

$$\vec{M} = \vec{OM} \wedge \vec{F}$$

$$M = OM.F.\sin\alpha \ , \ \alpha = (\vec{OM},\vec{F})$$

اذا كان: $OM \perp F$ فإن $M = C\phi = OM.F$

IV -الخطوات العملية:

ا-تعيين ثابت الفتل (C).

1-ثبت القضيب بدون كتل على اللولب الحلزوني.

2- أدر القضيب بزاوية $\pi/2$.

3- ثبت مقياس القوة (الديناموميتر) في الثقب الموجود على بعد r إنطلاقا من محور الدوران.

4-أقرا على الديناموميتر القوة المناسبة.

5- أعدالخطوات 3،2،1 امن أجل أوضاع مختلفة للثقوب و ضع النتائج في الجدول 1. (أي غير r).

ب- حساب زمن اهتزازات الفتل (الدور T).

ا-القضيب يحمل الكتلتين:

1- أدر القضيب بزاوية $\pi/2$.

2- ضع عداد الزمن (الكرونومتر) في الصفر.

3- أطلق القضيب واقرأ زمن دورة كاملة، (الكرونومتر في هذه الحالة لايعطي سوى نصف الدور.

4- أعد الخطوات 3،2،1 مغيرا بشكل متناظر موضع الكتلتين.

ب-القضيب وحده:

1- أنزع الكتلتين وأعد القياس، هذه الوضعية تقابل مسافة $r = 0$ بين الكتلة ومحور الدوران.ضع النتائج في الجدول-2- .أحسب I من اجل المواضع المختلفة للكتلتين و كذلك حينما تنزع و أحسب ΔI باستعمال الطريقةالغير مباشرة (طريقة التفاضل اللوغارتمي

ملاحظة: الإشارات على القضيب تبعد عن بعضها بمسافة 50 mm.

2- أرسم على معلم متعامد ومتجانس البيان $I = f(r^2)$، و أستنتج من الرسم عزم عطالة القضيب بدون كتلة إضافية

3- قس دور أجسام مختلفة (كرة، أسطوانة) بإتباع نفس خطوات العمل السابقة.

4- باستعمال العلاقة (7) احسب I لكل من الأسطوانة و الكرة و احسب بالطريقة المباشرة ΔI. أعطي تعليقا على النتائج المتحصل عليها. قارن بين I النظرية و العملية للأجسام المستعملة، علما أن عزم العطالة النظري لكل من الكرة، الأسطوانة و القضيب يعطى كما يلي :

$$I_s = 2/5 \ m \ r^2$$

$$I_c = ½ \ m \ r^2$$

$$I_b = 1/12\ m\ L^2$$

حيث m: الكتلة، r : نصف القطر و L طول القضيب .

ـضع النتائج في الجدول(3).

كتلة الاسطوانة m= 482g نصف قطرها r=4,5 cm	كتلة الكرة m=975g نصف قطرها r = 7cm	كتلة القضيب m= 133 g طوله l =60cm

- الجدول 1 -

r(cm)	F	ϕ	C	C_{moy}	ΔC	ΔC_{moy}
5		$\pi/2$				
10						
15						
20						
25						
30						

C = ±

- الجدول - 3 -

	T	Tmoy	Imesu	Icalc
كرة				
اسطوانة				
قضيب				

- الجدول 2 -

r (cm) بالكتلتين	T	T_{moy}	ΔT	ΔT_{moy}	r^2	I	ΔI
5							
10							
15							
20							
25							
30							
بدون كتلة							

TP N°3

دراسةالنواس الفيزيائي.

I- الهدف من التجربة :

تحقيق قانون دور الإهتزازات الحرة للنواس الفيزيائي $T = 2\pi\,(I/mgL)^{1/2}$.

تعيين تسارع الثقالة g .

II- المبدأ النظري :

نسمي نواس فيزيائي أو مركب كل جسم صلب متماسك يتحرك حول محور عمودي لا يمر من مركز ثقله.

القوى المطبقة على النواس هي : ثقله $\vec{P}$، رد فعل الحامل، دافعة أرخميدس الناتجة عن الهواء، وإذا كان النواس في حالة حركة، مقاومة الهواء و قوى الإحتكاك المطبقة من طرف الحامل على محور الدوران.

لكي تكون دافعة أرخميدس مهملة أمام الثقل $\vec{P}$، نستعمل نواس مصنوع من مادة كثيفة. نفرض أن الإحتكاك على مستوى المحور مهمل و الحركة تمكث بطيئة لكي نهمل كذلك مقاومة الهواء. ينتج عن ذلك أن القوة الوحيدة التي تؤخذ بعين الإعتبار عند دراسة توازن و حركة النواس هي ثقله.

لما نزيح النواس عن وضعية توازنه بزاوية θ_0، و نتركه بدون سرعة إبتدائية، عزم قوة الثقالة يدعى عزم إسترجاع M يحاول إرجاع النواس إلى وضعية توازنه :

$$\vec{M} = \vec{P} \wedge \vec{d}$$

$M = P.L\,\sin\theta$ ، ومنه $M = -\,mg\,L\,\sin\theta$

(- لأن M و θ متعاكسان في الإتجاه)

حسب القانون الأساسي لحركة جسم في حالة دوران : $M = I\ddot{\theta}(t)$

حيث I عزم العطالة و $\ddot{\theta}(t)$ التسارع الزاوي.

معادلةالحركة تكتب إذا : $I\ddot{\theta}(t) = -\,mgL\sin\theta(t)$

لما تكون θ صغيرة : $\sin\theta \approx \theta$ (θ بالرديان)

يصبح $I\ddot{\theta}(t) + mgL\theta(t) = 0$ او $\ddot{\theta}(t) + \omega^2\theta(t) = 0$

أين : $\omega^2 = mgL/I$

حل هده المعادلة يكون : $\theta(t) = \theta_0\cos(\omega t + \varphi_0)$

بتواتر دوري $\omega = (mgL/I)^{1/2}$

الثابتان θ_0 و φ_0 يمثلان السعة والطور الإبتدائيين .

دور إهتزازات النواس الفيزيائي يكتب إذا : $T = 2\pi(I/mgL)^{1/2}$

III- الخطوات العملية.

التمرين الأول: تحقيق قانون الدور لنواس فيزيائي و تعيين الثقالة من اجل الساق وحدها.

1-قس بواسطة مسطرة طول الساق L_A (أنظر الشكل3).

2-ضع الساق علىضلع الموشور بحيث يكون في توازن أفقي.قس المسافة بين نقطة الإرتكاز والموشور B.

3-ضع النواس على الحامل زحه عن وضعية التوازن بزاوية θ_0 ($\theta = 6$). ثم قس الزمن t ل n إهتزازه كاملة للنواس (n يساوي10)

4-أعد الخطوة 3 اربع مرات.

5-يحسب الدور T للنواس باستخدام العلاقة $T = t/n$

6-يحسب عزم العطالة للساق حول محور التعليق ب:

$$I_A = m_A\,[l_A^2/12 + L_0^2]$$

حيث m_A كتلة الساق.

7-احسب قيمة الثقالة من اجل الساق وحدها.ضع النتائج في الجدول-1-.

التمرين الثاني: -تحقيق قانون الدور لنواس فيزيائي و تعيين الثقالة من اجل الساق +الحمولة.

1-قس D قطر الحمولة C.

2-ثبت الحمولة C على الساق A على بعد l بحيث تكون دائما بجوار نهاية الساق(انظر الشكل -4-).

3-ضع النواس المحمل بالحمولةC على ضلع الموشور بحيث يكون في توازن أفقي.قس L المسافة بين نقطة الارتكاز و الموشور B .

4-ضع النواس بالحمولة على الحامل ثم زحه عن وضعية التوازن بزاوية θ_0بحيث $\theta_0=6°$.ثم قس الزمن t ل n اهتزازة كاملة للنواس (n يساوي10)

.كرر الخطوة 4 مرات..

5-غير المسافة l و كرر الخطوات 2-3-4 من اجل ثلاث مواضع مختلفة للحمولة C(الحمولة تكون دائما بجوار نهاية الساق).

6-يحسب عزم العطالة (للساق+الحمولة)كما يلي:

$$I = I_A + I_C$$

حيث :

$$I_C = m_C(l+D/2)^2 + 1/2\,m_C\,(D/2)^2$$

و m_C هي كتلة الحمولة.

7-احسب قيمة الثقالة من اجل (للساق+ الحمولة)حيث

$$g = 4\pi^2 I/mLT^2$$

أين

$$m = m_A + m_C$$

ضع النتائج في الجدول -2-.

8-احسب القيمة المتوسطة للتسارع g_{moy} و ارتيابه Δg_{moy}.
9-ارسم البيان $T^2 = f(l/mL)$ و استنتج قيمة g البيانية (g_{graph}).
10-احسب تسارع الثقالة النظري المحلي باستعمال القانون

$$g_t = (9,7804 + 0,052\sin^2\varphi)$$

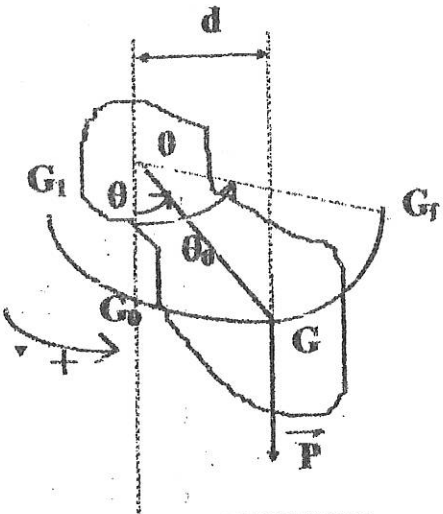
φ هو العرض الجغرافي.(بالنسبة لمدينة عنابة : $\varphi = 37°$)
11-قارن القيم المقاسة البيانية و النظرية لتسارع الثقالة:
يعطى: كتلة الساق: $m_A = 825\ g$
كتلة الشحنة: $m_C = 1000\ g$

الجدول رقم -1-

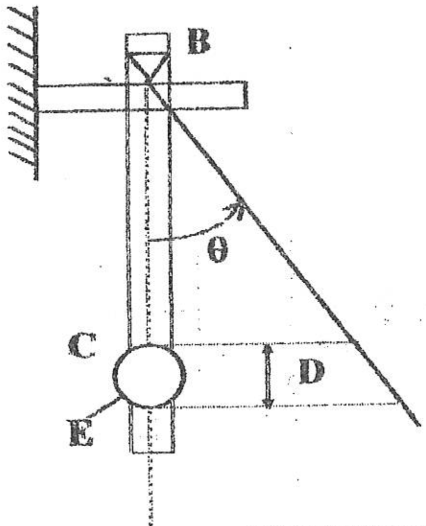
	L_A	L_O	n	t	t_{moy}	T_{moy}	T^2_{moy}	I_A	I_A/m_AL_o	g
الساق وحدها										

الجدول رقم -2

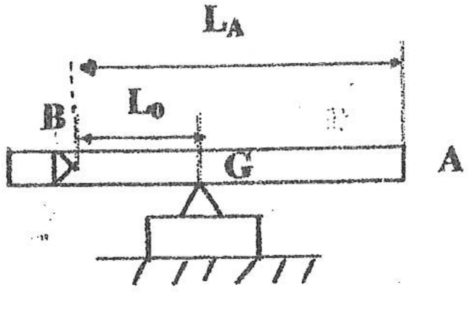
	$l_{1(mm)}$	L_1	n	t_1	t_{1moy}	T_{1moy}	T^2_{1moy}	I_{C1}	I_{C1} + I_A	g_1	g_{moy}	Δg_1	Δg_{moy}
الساق	940												
+	l_2	L_2		t_2	t_{2moy}	T_{2moy}	T^2_{2moy}	I_{C2}	I_{C2} + I_A	g_2		Δg_2	
الحمولة	960		10										
	l_3	L_3		t_3	t_{3moy}	T_{3moy}	T^2_{3moy}	I_{C3}	I_{C3} + I_A	g_3		Δg_3	
	980												



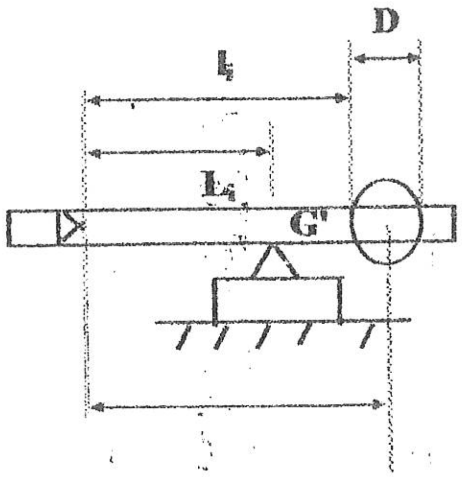
الشكل -1-



الشكل -2-



الشكل -3-



الشكل -4-

TP N°4 السقوط الحر.

I- الهدف من التجربة:

هو دراسة قوانين السقوط الحر وحساب تسارع الجاذبية g.

II-وصف التجربة:

يتكون الجهاز من كرونومتر موصول بمغناطيس كهربائي متحرك على عمود مدرج لضبط إرتفاع السقوط.

عند غلق القاطعة العامة (1) تمسك الكويرة مغناطيسيا ولما نغير المبدلة (2) تسقط الكويرة ويشغل الكرونومتر ثم يتوقف عند قطع الكويرة المسافة h مسجلا زمن السقوط (t).

III-المبداء النظري:

يخضع الجسم في حالة السقوط الحر في الفراغ لقوة $P = mg$ مكتسبا التسارع g.تكون الحركة متسارعة بإنتظام. بإستعمال قانون نيوتن نحصل على ما يلي:

$$mg = m\gamma = md^2 h(t)/dt^2 \Rightarrow d^2 h/dt^2 = g$$

$$si\ h(0) = 0 \rightarrow h(t) = 1/2gt^2 , V(t) = gt$$

في الواقع القانون السابق غير كاف نظرا لوجود قوى أخرى تؤثر على الجسم ،كقوة أرخميدس، مقاومة الهواء و قوة كوريوليس .نستطيع إهمالها بإختيار جسم كثيف ذو أبعاد ضعيفة يسقط من ارتفاع h صغير.

IV- الخطوات العملية.

1- أغلق القاطعة (A)، وضع المبدلة (B) في الوضع 1.

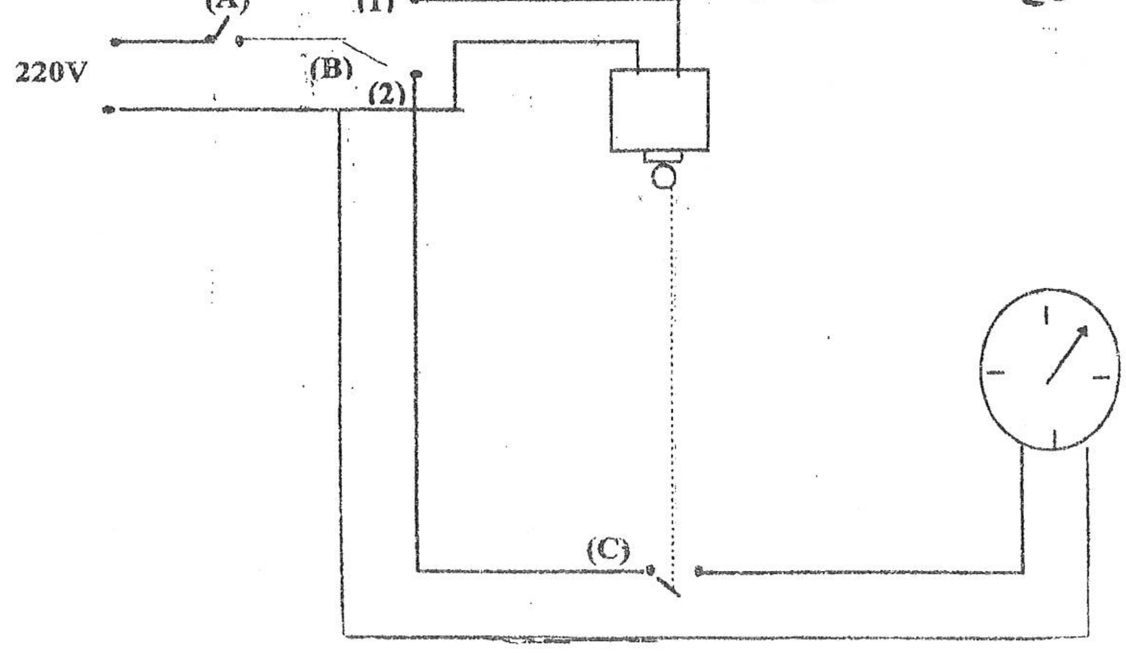
2- ضع الكرية علي الكهرومغنطيس.

3- تحقق من ان عداد الزمن في وضعية الصفر، و حول المبدلة الى الوضع 2.

4- إستعمل كويرة من الحديد. ضع القياسات في الجدول وأكمل الحسابات.

5-ارسم تغيرات $h = f(t)$ و $h^{1/2}=g(t)$

و استخرج خلاصات عن حركة السقوط الحر.



h(m)	t	t_{moy}	Δt	Δt_{moy}	g	g_{moy}	Δg	Δg_{moy}
0,40								
0,60								
0,80								
1,00								
1,20								

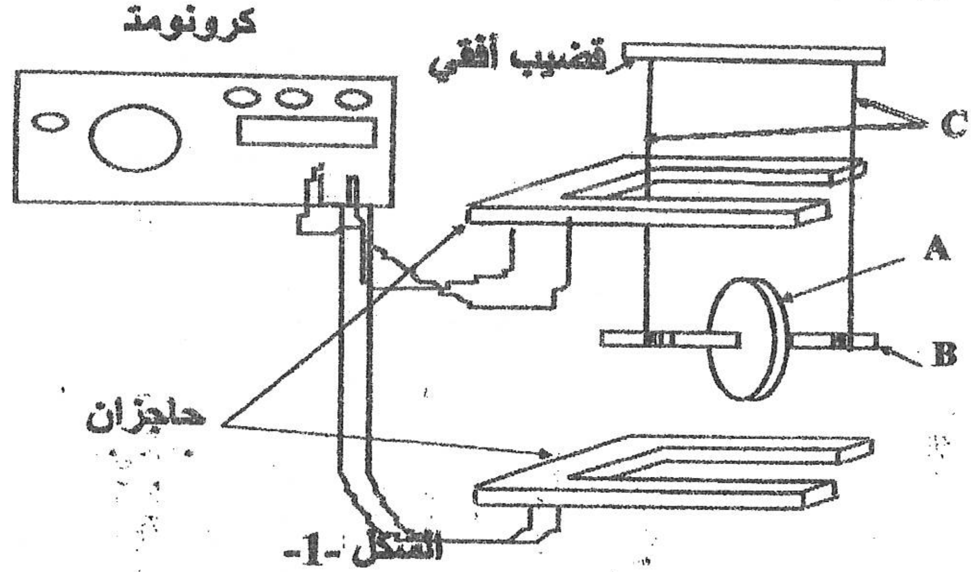
TP N°5 دراسة الحركة المركبة لنواس ماكسوال.

I-الهدف من التجربة :

دراسة الحركة المركبة لنواس ماكسويل.
حساب كل من عزم العطالة، عزم القوى و التسارع الزاوي للنواس بالنسبة لمحور التناظر.

II- وصف الجهاز:

يتكون من دولاب (A) و قضيب أسطواني (B) نصف قطره r يخترق الدولاب ويمر بمركز ثقله. الجملة قضيب و دولاب متماسكة ولها نفس المحور ؛ من خيطين (C) مثبتين بقضيب أفقي يسمحان للجملة (AB) بالنزول أو الصعود في حركة دورانية بالتفافهما حول القضيب (B) ؛ من حاجزين ضوئيين ومن كرونومتر. انظر الشكل -1-.



الشكل -1-

يحرر النواس فينزل تحت تأثير ثقله في حركة مركبة : دورانية و إنسحابية.

III -الجزء النظري:

كل جسم صلب يدور تحت تأثير قوة يكتسب تسارع زاوي. عزم عطالة الجسم الصلب و عزم القوة المؤثرة عليه بالنسبة لمحور (Δ) مرتبطان بالعلاقة الأساسية لديناميك جسم في حالة حركة دورانية :

$$\sum M_{(Fi)/(\Delta)} = I\varepsilon \text{ .... } (1)$$

حيث I هو عزم عطالة الجسم الصلب و ε تسارعه الزاوي.
نقوم الآن بتطبيق هذا المبدأ على نواس ماكسوال. يحرر النواس فينزل تحت تأثير ثقله في حركة مركبة : دورانية و إنسحابية.
بفرض أن الإحتكاكات مهملة نعبر عن حركته بالمعادلات التالية :

$$mg - 2T = m\gamma \ ... \ (2)$$
$$M = 2T.r = I.\varepsilon \ ... \ (3)$$
$$\gamma = \varepsilon.r \ ... \ (4)$$
حيث γ التسارع الخطي لمركز ثقل النواس و m كتلته و T توتر الخيط.
$$m = m_1 + m_2$$
m_1 كتلة الدولاب (A)
m_2 كتلة القضيب (B)
g هو تسارع الجاذبية.
من جملة المعادلات (2)، (3)، (4) نتحصل على :
$$I = (g-\gamma).(mr^2/\gamma) \ ... \ (5)$$
و باستعمال العلاقة التالية :
$$h = ½ \gamma.t^2 \ ... \ (6)$$
حيث h يمثل الإرتفاع و t الزمن اللازم لقطع هذا الإرتفاع فإننا نحصل على عبارة عزم العطالة بدلالة t و h :
$$Iexp = [(gt^2/2h) - 1]mr^2 ...(7)$$
VI- الخطوات العملية:
1- بواسطة البالمر استخرج نصف قطر الدولاب (A) و القضيب (B) : R و r ، دقة القياس تؤخذ من جهاز القياس.

2 -لف الخيطين بصورة متماثلة نحو الداخل على طرفيْ القضيب (A) حتى تصبح الجملة (AB) على إرتفاع معين (المسافة الفاصلة بين الحاجزين الضوئيين) و قس هذا الإرتفاع بواسطة مسطرة مدرجة و خذ دقة القياس من تدريجات المسطرة.

3 - حرر الجملة برفق و بدون سرعة إبتدائية ، و اكتب بعد نزولها الزمن t المستغرق المسجل على شاشة العداد الإلكتروني.

4 - أعد الخطوات 1، 2، 3 مغيرا الإرتفاع في كل مرة. سجل الزمن الموافق لكل نزول.

5 - حسب العلاقة (6) إستخرج قيمة التسارع الخطي (γ).

6 - من العلاقة (2) اكتب عبارة التوتر واستخرج قيمته وكذلك M عزم القوة.ماذا تستنتج ؟
$$M = 2Tr = Td$$
ثم استخرج من العلاقة(4) التسارع الزاوي ε. ماذا تستنتج؟ احسب ε / M . ماذا نستنتج؟

7 -حسب العلاقة (7) استخرج قيمة عزم العطالة Iexp و اكتبه على الشكل التالي
$$Iexp=(Iexpmoy \pm \Delta Iexpmoy)$$
وحدة عزم العطالة

8-أكمل ملأ الجدول.

9 -احسب عزم العطالة النظري باستعمال القانون: $I_{th} = \frac{1}{2} m_1R^2 + \frac{1}{2} m_2r^2$

حيث : R نصف قطر الدولاب و m_1 كتلته

r نصف قطر القضيب و m_2 كتلته

الجملة(قضيب- دولاب) مصنوعة من نفس المادة .

$R=(64,00\pm0,02)mm.$ $m_1=(450\pm1)g.$

$r=(3,00\pm0,02)mm.$ $m_2=(20\pm1)g.$

10-قارن Iexp و Ith ثم قدم الخلاصة.

h(m)	t	t_{moy}	Δt	Δt_{moy}	γ	T	M	ε	I_{exp}	I_{expmoy}	ΔI_{exp}	ΔI_{expmoy}
0,20												
0,30												
0,40												
0,50												

TP N°6

تحقيق القانون الأساسي لديناميكية الحركة الدورانية وتحقيق قانون حفظ الطاقة الميكانيكية.

I-الهدف من التجربة.

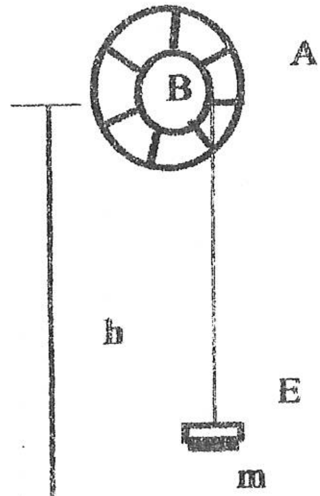
تحقيق القانون الأساسي لديناميك حركة دورانية.

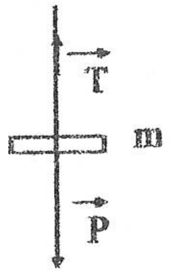
تحقيق قانون حفظ الطاقة الميكانيكية.

II-و صف الجهاز.

عجلة (A) مثبتة بإسطوانة (B) تدور حول محور (C) افقي مثبت بالحائط (انظر الشكل). حمولة (E) ذات كتلة متغيرة مثبتة بالأسطوانة (B) بواسطة خيط (D) ذو كتلة مهملة وغير قابل للإمتداد.

عداد الزمن (كرونومتر)، مسطرة لقياس الإرتفاع h.





III-الجزء النظري.

يلف الخيط حول الأسطوانة ونترك الجملة تتحرك، تنزل الحمولة (E) ذات الكتلة (m) من الإرتفاع الإبتدائي (h) نحو السطح بتسارع خطي γ تحت تأثير حاصلة (F) للقوى المطبقة عليها : الثقل P= mg وتوتر الحبل T بناءا على القانون الثاني لنيوتن :

$$F= m\gamma = mg - T...(1)$$

الأسطوانة (B) تدور هي الأخرى حول المحور (C) تحت تاثير قوة مما سية ثابتة T' (T' = T) فتكتسب تسارع زاوي ε .ليكن $\vec{M}$ عزم القوة المحركة و L العزم الحركي معادلة العزوم تكتب :

$$\vec{M} = d\vec{L}/ dt... (2)$$

و بمآن $\vec{L}=\vec{I}\omega$ (I يمثل عزم العطالة و ω السرعة الزاوية) فإن :

$$\vec{M} = I\, d\vec{\omega}/dt...(3)$$

هذه المعادلة هي معادلة القانون الاساسي لديناميك الحركة الدورانية $M = I. \varepsilon$

$$\varepsilon=d\omega/dt= M/I...(4)$$

نظرية العزوم تعطي :

$$M = T'r = Tr =m(g-\gamma)r...(5)$$

النقاط الخارجية للأسطوانة تقطع نفس المسافة التي تقطعها نقاط الحبل و الحمولة (E) فبإ مكاننا أن نكتب إذا :

$(8) \ldots \varepsilon = \gamma/r$, $(7) \ldots \omega = v/r$, $(6) \ldots \varphi = h/r$

$(11) \ldots \gamma = 2h/t^2$, $(10) \ldots h = \gamma t^2/2$, $(9) \ldots v = \gamma t$

. $(14) \ldots \varepsilon = 2h/rt^2$, $(13) \ldots \omega = 2h/rt$, $(12) \ldots v = 2h/t$

IV-الخطوات العملية.

التمرين الأول

تحقيق القانون الأساسي لديناميك حركة دورانية.

1- قس قطر الأسطوانة (B) بواسطة قدم قنوية (مستحسن القيام بثلاث قياسات لإيجاد القيمة المتوسطة والإرتياب الوسطي)

$$r_B = r_{Bmoy} \pm \Delta r_B$$

2- لف الحبل حول الأسطوانة حيث تصبح الحمولة على إرتفاع $h = 120cm$

3- أترك الحمولة (E) تتحرك في نفس الوقت شغل الكرونومتر قس t زمن نزول الحمولة E من الإرتفاع h حتى تلمس السطح. أعد قياس الزمن اربع مرات.

4- ضف الكتل المرقمة (الواحدة تلوى الأخرى) وقس t زمن الوصول. أعد الخطوة 2 ، 3 ، 4 اربع مرات.

5- إحسب كل من: t^2، التسارع الخطي γ، قوة توتر الحبل T ، عزم هاته القوة M والتسارع الزاوي ε.

6- ضع النتائج للقياسات والحسابات في الجدول -1-.

7- أرسم البيان $\varepsilon = f(M)$ و قدم تعليقاتك ثم عين $M = M_{fr}$ من أجل $\varepsilon(M) = 0$ حيث M_{fr} عزم الإحتكاك يعين بالمجال المحصور بين نقطة المبداء و نقطة تقاطع بيان الدالة $\varepsilon = f(M)$ بمحور الفواصل

-ثم عين ميل البيان و استخرج قيمة عزم عطالة الاسطوانة البياني Igraph

8- أحسب خمس قيم لعزم عطالة الأسطوانة حسب القانون :

$$Iexp = (M - M_{fr}) / \varepsilon$$

9- أحسب القيمة المتوسطة I_{moy} والإرتياب الوسطي ΔI_{moy} بإستعمال طريقة الإرتياب المباشر.

10- قدم النتيجة على شكل $Iexp = I_{moy} \pm \Delta I_{moy}$ و قارنها مع Igraph.

التمرين الثاني

1- بإستعمال قياسات وحسابات التمرين الأول إحسب الطاقة الكامنة الإبتدائية لكل قيمة (m) حسب القانون :

$$E_i = mgh$$

ملاحظة : بمأن السرعة الإبتدائية معدومة فالطاقة الحركية الإبتدائية تساوي صفر ومنه الطاقة الميكانيكية الإبتدائية تساوي الطاقة الكامنة.

TP N°7

الحركة الدورانية لجسم صلب.

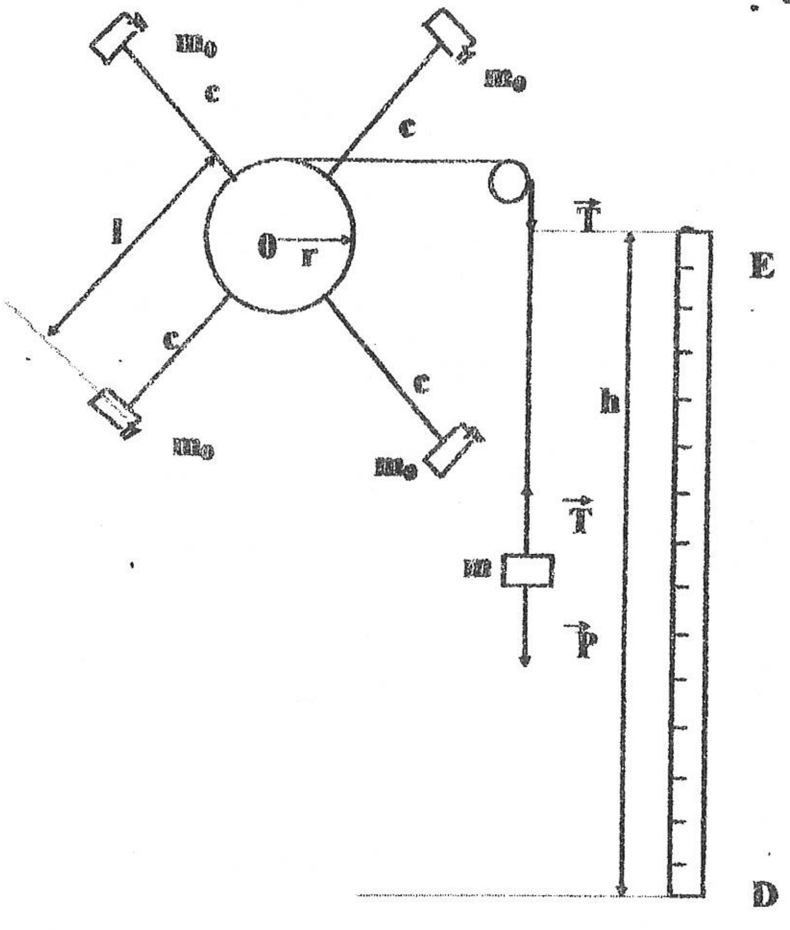
I-الهدف من التجربة.

1- حساب عزم العطالة لجسم صلب يدور حول محور ثابت ومقارنته بالقيمة النظرية.

2- إستنتاج التسارع الزاوي للدوران بتأثير مزدوجة من القوى ثابتة.

II -وصف الجهاز.

يتكون الجهاز من اسطوانة يلف حولها خيط كتلته مهملة وعديم التمدد مثبت بنهايته كتلة m من ناحية، ومن ناحية أخرى أربعة سيقان متجانسة يحمل كل منها كتلة m_0 (أنظر الشكل -1-). كرونومتر، مسطرة وقدم قنوية كتلة متغيرة m معروفة القيمة .



الشكل -1-

وعند تثبيتها بجوار الاسطوانة ($l = r$) يكون :

$$I_2 = (md^2/8h)(gt_2^2 - 2h) \ldots (14)$$

ومنه نستنتج عزم الكتل الاربعة لوحدها (دون عزم الاسطوانة) بأخذ :

$$I_0 = I_1 - I_2 \ldots (15)$$

ومنه :

$$I_0 = (md^2g/8h)(t_1^2 - t_2^2) \ldots (16)$$

حيث I_0 يمثل عزم عطالة الكتل الاربعة m_0 عندما تكون على بعد l من محور الدوران. ويكون حساب I_0 نظريا بافتراض الكتل m_0 نقاط مادية لها نفس الكتلة وذات أبعاد مهملة، بالعلاقة التالية :

$$I_0 = 4 m_0 l^2 \ldots (17)$$

IV خطوات العمل.

ا-القياسات:

1-قس قطر الأسطوانة (d) بواسطة القدم القنوية

2-قس الإرتفاع (h) الذي تقطعه الكتلة m.

3-ثبت الكتل الأربع في نهاية القضبان، ثم قس المسافة (l) الفاصلة بين محور دوران الأسطوانة ومركز ثقل كل من الكتل الأربعة.

ملاحظة :

يستحسن القيام بثلاثة قياسات لإيجاد القيمة المتوسطة والإرتياب المطلق المتوسط للمقدار المقاس.

4- أرفع الكتلة m إلى وضعها الأولي وذلك بلف الخيط حول الأسطوانة.

5- أترك الكتلة m تسقط مع تشغيل العداد الزمني.

6- أوقف العداد مباشرة عند نهاية المسافة h.

7- غير قيمة m بإضافة كتل مختلفة وأعد الخطوات 5، 6 و 7.

ملاحظة: -أعد قياس الزمن المستغرق لقطع المسافة h أربع مرات.

8- ضع النتائج في الجدول -1-.

الجدول -1-

الجدول-2-

m	t_2	t_{2moy}	Δt_2	Δt_{2moy}	I_{2exp}	$I_{2expmoy}$	ΔI_{2exp}	$\Delta I_{2expmoy}$	γ_2	ε_2	M_2

11-احسب حسب العلاقة (12) عزم العطالة للجملة في الوضعية الثانية و اكتبه على الشكل $I_{2exp} = (I_{2moy} \pm \Delta I_{2moy})$

12-احسب $I_0 = I_{1EXP} - I_{2EXP} = I_{EXP}$

-احسب $I_{0TH} = 4m_0 l^2$

-ارسم بيان الدالة :

$$M_1 = f(\varepsilon_1)$$

$$M_2 = f(\varepsilon_2)$$

و استنتج I_{1grap} و I_{2grap} ثم احسب I_{0grap}

الجدول-2-

m	t_2	t_{2moy}	Δt_2	Δt_{2moy}	I_{2exp}	$I_{2expmoy}$	ΔI_{2exp}	$\Delta I_{2expmoy}$	γ_2	ε_2	M_2

11-احسب حسب العلاقة (12) عزم العطالة للجملة في الوضعية الثانية و اكتبه على الشكل $I_{2exp}= (I_{2moy}\pm\Delta I_{2moy})$

12-احسب $I_0 = I_{1EXP} - I_{2EXP} = I_{EXP}$

-احسب $I_{0TH} = 4m_0 l^2$

-ارسم بيان الدالة :

$$M_1 = f(\varepsilon_1)$$
$$M_2 = f(\varepsilon_2)$$

و استنتج I_{1grap} و I_{2grap} ثم احسب I_{0grap}

-قارن I_{0grap} و - I_{0th} و I_{0exp} .

-الخلاصة

<u>يعطى:</u>

$h = (800 \pm 2)mm$, $r = (17 \pm 0{,}02)mm$

$m_o = (145 \pm 1)\,g$, $m_{plateau} = (20 \pm 1)g$

$l = (220 \pm 2)mm$, $g = 9{,}81 m.s^{-2}$