جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم
قسم الفيزياء

التجارب العملية
مختبر الميكانيك
المرحلة الأولى
الفصل الثاني

الدراسة الصباحية & الدراسة المسائية

العام الدراسي 2024-2025 م

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الميكانيك / المرحلة الأولى

العام الدراسي 2024-2025 م

الفصل الثانى

اسم التجربة

استخدام الموجات المستقرة في تعيين تردد شوكة رنانة

اسم الطالب :
الشعبة :
الدراسة :
المجموعة :
اليوم والساعة:
أسماء الشركاء:
-1

-2

-3

-4

تاريخ اجراء التجربة:
تاريخ تسليم التقريـر:

النظريـة وطريقـة اجراء التجربة	الـنـتـائـج والحسابات	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية

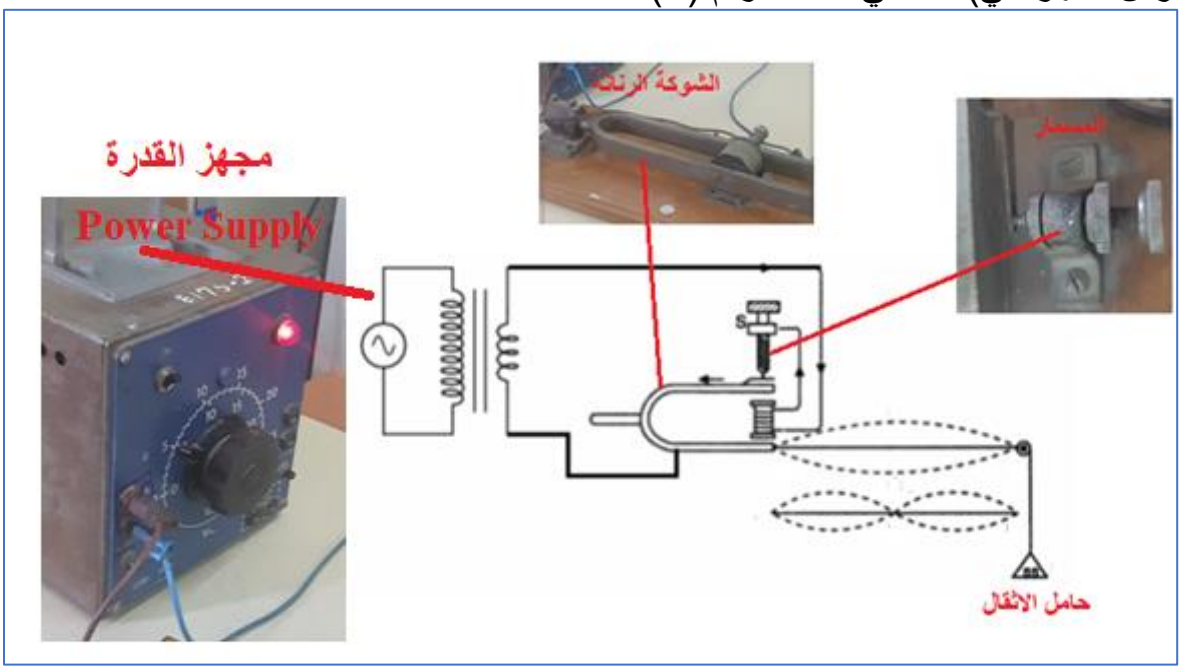
تجربة استخدام الموجات المستقرة في تعيين تردد شوكة رنانـة

الغاية من التجربة :

توضيح مفهوم الموجات المستقرة، إيجاد قيمة تردد شوكة من خلال تردد الوتر.

الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجربة :

حامل اثقال، خيط، بكرة، مجهز الطاقة (Power Supply)، شوكة كهربائية (وهي شوكة رنانة يوجد بين فرعيها ملف لتوليد مجال مغناطيســـي عند مرور التيار الكهربائي في لفاته ولغرض تذبذب الشـــوكة يلزم أن يكون التيار في الملف متقطعاً وهذا يتم بنفس فكرة عمل الجرس الكهربائي) كما في الشكل رقم (1).



الشكل رقم (1)

نظرية التجربة :

عند وصـــول قطار من الموجات إلى إحدى النهايتين المثبتتين لوتر فإنه تبدأ بالظهور من تلك النهاية موجات تســـير في الاتجاه المعاكس ويكون لهذه الموجات المنعكســـة نفس الطول الموجي ونفس الســـعة ونفس الانطلاق لذلك فإن الإزاحة الحقيقية لكل نقطة في الوتر في لحظة معينة هي المجموع الجبري للإزاحتين الحاصـــلتين بســـبب هاتين الموجتين في تلك اللحظة بشـــرط عدم تجاوز الوتر لحدود المرونة وأن تكون الإزاحتان صـــغيرتان، ويعرف هذا بمبدأ التطابق (Superposition)، ويطلق على ظاهرة التأثير المشـــترك الحاصـــل من مرور موجتين (أو أكثر) سوية في وسط معين بالتداخل.

اذا كان التردد عالياً بالنسبة للعين البشرية فإن شكل الوتر يظهر نتيجة لتداخل الموجتين كأنه مجزأ إلى قطع متجاورات، وهذه في الحقيقة موجة جيب ثابتة طولياً وتتغير سعة اهتزاز نقاط الوتر المختلفة بصورة دورية.

أما الحالة الثانية فتظهر نقاط ثابتة مثل A، B، C، D كما في الشكل (3) بصورة دائرية (تعرف هذه بالعقد - node) بينما تكون سعة الاهتزاز في نهايتهما العظمى عند منتصف المسافة بين عقدتين متجاورتين، وتعرف هذه بالبطون (antinode)، ويعرف هذا النوع من الموجات بالموجات الواقفة (Standing Waves) أو الموجات المستقرة.

وتمثل المسافة بين عقدتين متجاورتين (او بطنين متجاورين) نصف طول الموجة وان المعادلة الأساسية للحركة الموجية هي:

$v = \lambda f$ ..... (1)

حيث (v) هي سرعة الموجة، (f) تردد الوتر، (λ) طول الموجة.

أما بالنسبة للموجة المنتقلة في وتر مشدود بقوة (T) فإن سرعة الموجة تساوي :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{..... (2)}$$

حيث (μ) هي كتلة وحدة الأطوال للوتر المستخدم في التجربة

ومن تربيع المعادلتين (1) و(2) ينتج :

$\lambda^2 f^2 = \frac{T}{\mu}$ ..... (3)

ولو كانت الأثقال المعلقة في نهاية الوتر (m) فإن الشد يساوي الوزن :

$$T = mg$$

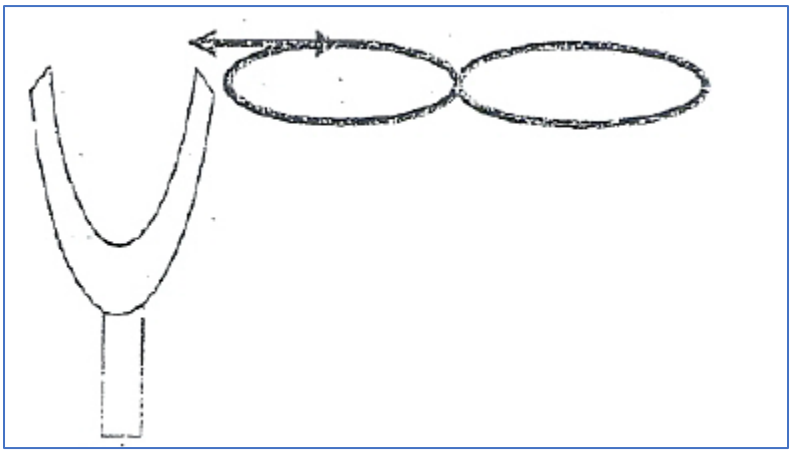
$$f^2 = \frac{m\,g}{\mu\,\lambda^2} \quad \Rightarrow \quad f^2 = \frac{g}{\mu} \cdot \frac{m}{\lambda^2}$$

$$f = \sqrt{\frac{g}{\mu} \times slope} \quad \text{..... (4)}$$

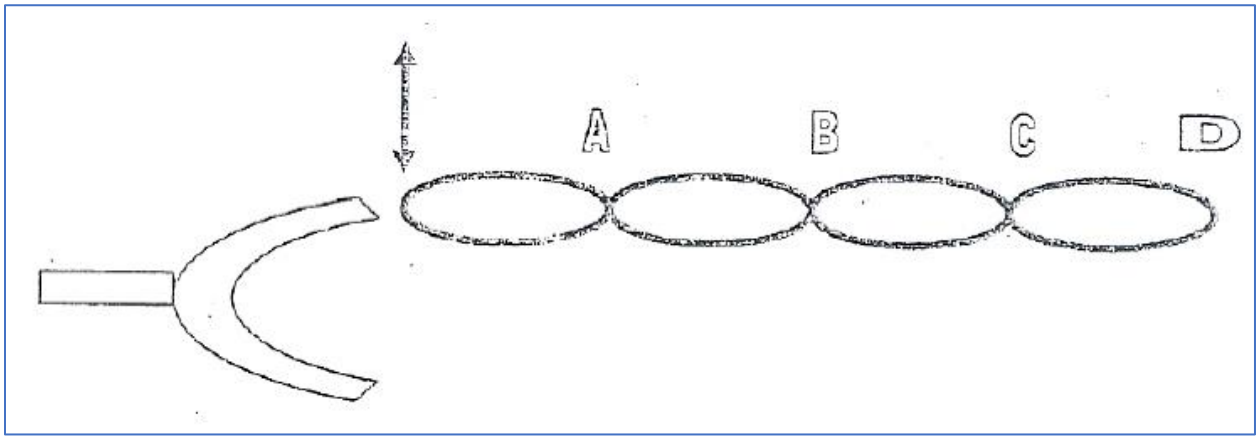
ولإبقاء الوتر متذبذباً يربط طرفه بفرع شوكة رنانة كهربائية، أما علاقة تردد الشوكة بتردد الوتر فهي كما موضح أدناه:

1- الحالة الأولى: إذا كانت حركة المذبذب (فرع الشوكة) باتجاه استقامة الوتر (شكل 2) فإن تردد الوتر يساوي نصف تردد الشوكة.

2- الحالة الثانية: إذا كانت حركة الشوكة ذات مسار عمودي على استقامة الوتر (شكل 3) فإن تردد الوتر يساوي تردد الشوكة.



الشكل رقم (2): حركة الشوكة باتجاه استقامة الوتر



الشكل رقم (3): حركة الشوكة عمودية على استقامة الوتر

خطوات إجـراء التجربة :

1- اربط أحد طرفي الخيط بأحد فرعي الشـــوكة الكهربائية ومرر الطرف الآخر فوق بكرة معلق فيها أثقال، اجعل تذبذب فرع الشوكة عمودي على استقامة الوتر كما في الشكل (3).

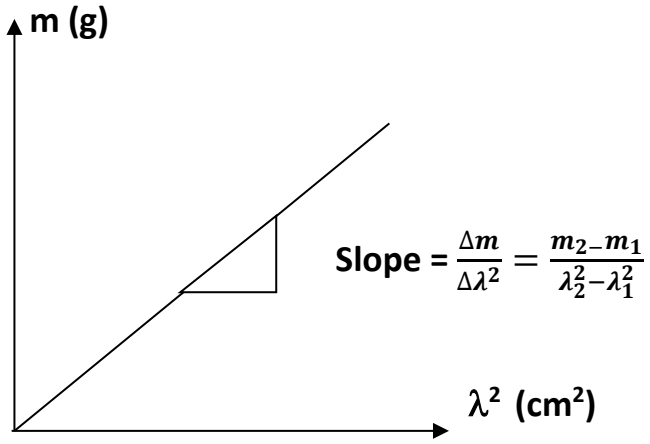
2- اربط الدائرة الكهربائية كما في الشـــكل (1) وقبل إمرار التيار تأكد من الفولتية اللازمة لتشـغيل الشـوكة الكهربائية وإذا لم تبدأ بالتذبذب بعد إمرار التيار نظم موقع المسـمار حتى تبدأ الشوكة بالتذبذب.

3- ثبت حامل الأثقال (الذي كتلته تسـاوي 50 g) في نهاية الخيط ثم غير طول الخيط بتحريك الجهاز حتى تحصل على موجة مستقرة ذات أكبر سعة ممكنة.

4- قس المسـافة بين أبعد عقدتين (أهمل عقدة ربط الخيط بفرع الشـوكة وعقدة اتصـال الخيط بالبكرة). اوجد طول نصف الموجة (L cm) وسجل قيمته امام الكتلة (50 g) .

5- أضـف كتلاً متسـاوية وبترتيب متتالي (20 g) وكرر العمل للحصـول على خمس قراءات على الأقل في الفقرة (4) ثم رتب النتائج في الجدول المخصص للقراءات.
6- أوجد بدقة كتلة وحدة الأحوال من الخيط (μ) استعن بطول مناسب من الخيط.
7- ارسم مخطط بياني بين قيم (m) على محور الصادات و(λ^2) على محور السينات ثم أوجد مقدار الميل ومنه احسب مقدار تردد الوتر ثم أوجد تردد الشوكة من معادلة (4).

m (g)	L (cm)	$\lambda = 2L$ (cm)	λ^2 (cm^2)	$\lambda^2 \times 10^2$ (cm^2)
50				
70				
90				
110				
130				



الأسئـلـة :
1- هل الموجة الواقفة تنقل طاقة؟ وضح ذلك.
2- علامَ تعتمد سرعة انتقال الموجة في الأوتار؟
3- ما المقصود بالتداخل البناء والتداخل الإتلافي (الهدام)؟
4- هل الموجات التي حصلت عليها في هذه التجربة موجات طولية ام مستعرضة ولماذا؟

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الميكانيك / المرحلة الأولى

العام الدراسي 2024-2025 م

الفصل الثاني

اسم التجربة

تعيين معامل يونك لسلك معدني

اسم الطالب :
الشعبة :
الدراسة :
المجموعة :
اليوم والساعة:
أسماء الشركاء:
-1

-2

-3

-4
تاريخ اجراء التجربة:
تاريخ تسليم التقريـر:

النظريـة وطريقـة اجراء التجربة	الـنـتـائـج والحسابات	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية

تجربة تعيين معامل يونك لسلك معدني

الغاية من التجربة: قياس معامل يونك لمادة سلك معدني.

الاجهزة والادوات المستخدمة في هذه التجربة:

سلك معدني مثبت أحد طرفيه رأسياً ويتدلى الطرف الآخر الى الاسفل ومثبت بهذا الطرف حامل اثقال. أسفل قاعدة حامل الاثقال يكون متصل بأصبع الاستشعار لجهاز ميكروميتر ذو المؤشر القرصي (Dial Indicator) مجموعة من الكتل (الاثقال)، مايكروميتر، حامل اثقال، مسطرة مترية.

نظرية التجربة:

النظرية العامة للمرونة في شكلها الاجمالي تتعامل مع دراسة المواد وسلوكها التي لها الخاصية بأنها تستطيع ان تستعيد شكلها وحجمها عندما تزول القوى المؤثرة عليها والمسببة لهذا التغير في الشكل والحجم. وتعتبر المرونة خاصية اساسية لجميع المواد الموجودة في الطبيعة. وتهتم الدراسات لهذا الموضوع في ايجاد صيغ يمكن بها حساب الاجهاد والانفعال (المطاوعة) ثم الازاحة النسبية الحاصلة للجسم المرن.

لاحظ العالم يونك ان العلاقة بين الاجهاد والانفعال في مرحلة المرونة للمادة المرنة دائماً مقدار ثابت للمادة الواحدة. بمعنى ان الحديد له قيمة مميزة عن النحاس عنه في الذهب وهكذا، وبذلك اكتشف العالم ان النسبة بين الاجهاد والانفعال هو معامل جديد سماه (معامل يونك) ويكتب على الشكل التالي:

$$Y = \frac{s}{e} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_o}} = \frac{FL_o}{A\Delta L} = \frac{mgL_o}{A\Delta L}$$

$$Y = \frac{gL_o}{\pi r^2} \times \frac{m}{\Delta L}$$

$$\therefore Y = \frac{gL_o}{\pi r^2} \times slope$$

حيث ان

(Y) يمثل معامل يونك (ويعرف ايضاً بمعامل يونك الطولي)

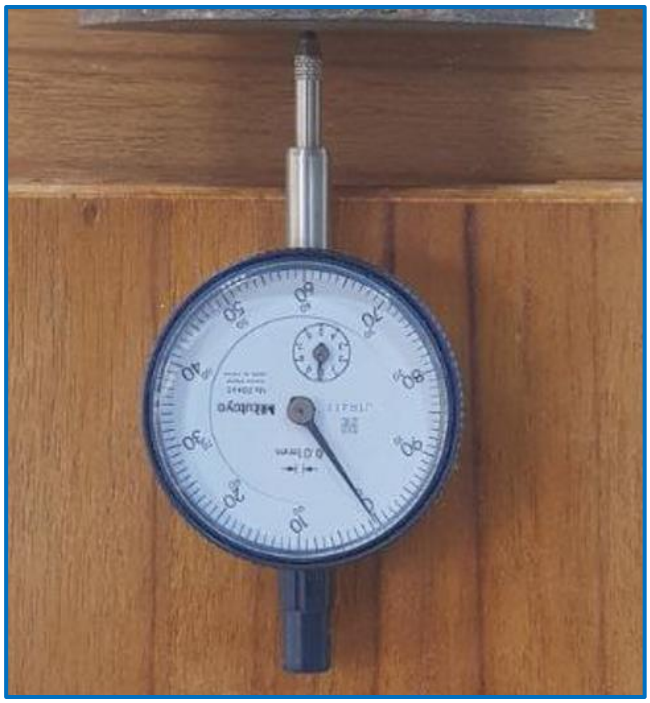
(s) الاجهاد & (e) المطاوعة & (F) القوة

$(A = \pi r^2)$ مساحة مقطع السلك (مساحة الدائرة)

(L_o) الطول الاصلي للسلك

(ΔL) التغير في الطول.

الشكل (1): تجربة يونج

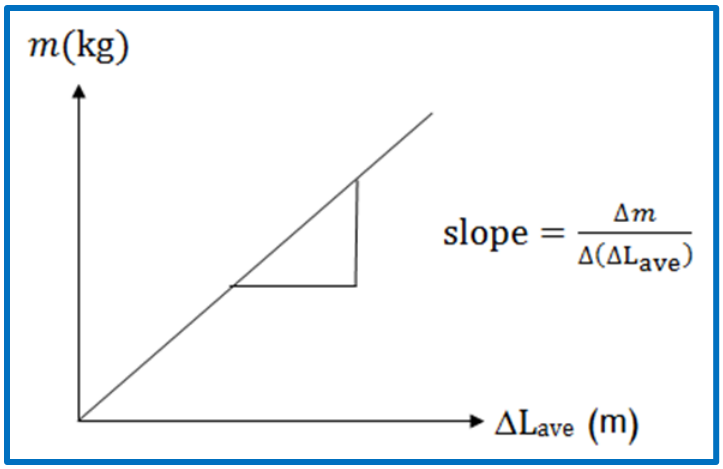


الشكل (2): جهاز الميكروميتر ذو المؤشر القرصي (Dial Indicator)

يتكون الجهاز كما في الشكل (1) من سلك معدني مثبت أحد طرفيه رأسياً ويتدلى الطرف الآخر الى الاسفل ومثبت بهذا الطرف حامل اثقال. أسفل قاعدة حامل الاثقال يكون متصل بأصبع الاستشعار لجهاز الميكروميتر ذو المؤشر القرصي (Dial Indicator) والموضح في الشكل (2) والشكل (3).

خطوات اجراء التجربة:

1) قبل البدء بالتجربة، تأكد من ان السلك المعدني خالي من الخلل والاعوجاج، ونتأكد ان السلك مستقيماً ومشدود.
2) احسب قطر السلك (2r) مستعملاً المايكروميتر ومن ثم اوجد نصف القطر (r).
3) احسب طول السلك (L_o) من نقطة التعليق الى نقطة تثبيت السلك بحامل الاثقال.
4) **تأكد من ملامسة أصبع الاستشعار لجهاز الميكروميتر ذو المؤشر القرصي لأسفل قاعدة حامل الاثقال.**
5) **وايضاً تأكد من تصفير ساعة جهاز الميكروميتر ذو المؤشر القرصي.**
6) ضع كتلة (0.5 kg) برفق الى حامل الاثقال وانتظر عشر ثوان ثم خذ قراءة ساعة المايكروميتر، ان هذه الزيادة تدل على الزيادة في الطول (الاستطالة) (ΔL) اي ان قراءة الورنية تمثل (ΔL).
7) كرر الخطوة (4) لباقي الكتل وذلك بزيادة الكتلة بمقدار (0.5 kg) في كل خطوة وهذه القراءات تمثل قيم (ΔL) عند زيادة الاثقال.
8) ابدأ برفع الكتل من حامل الاثقال وسجل قيم (ΔL) وهذه تمثل قيم (ΔL) عند نقصان الاثقال.
9) رتب النتائج في الجدول التالي واستخرج قيمة معدل الاستطالة (ΔL).
10) ارسم مخطط بياني بين الكتلة (m) على محور الصادات والاستطالة (ΔL) على محور السينات ومن الرسم البياني نجد مقدار الميل



حيث

$$\text{slope} = \frac{\Delta m}{\Delta(\Delta L)}$$

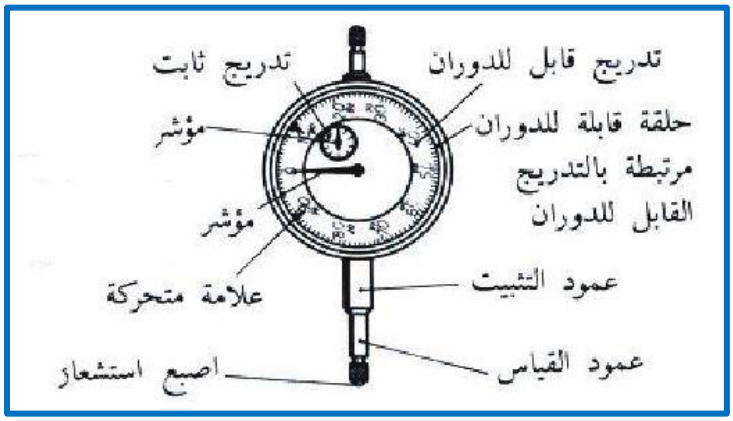
11) احسب قيمة معامل يونك من المعادلة

$$Y = \frac{g L_o}{\pi r^2} \times \text{slope}$$

m (kg)	مقدار الاستطالة (ΔL)		معدل القراءة (معدل الاستطالة) ΔL_{ave} (mm)	$\Delta L_{ave} \times 10^{-3}$ (m)
	عند زيادة الاثقال ΔL (mm)	عند نقصان الاثقال ΔL (mm)		

الاسئلة:

1) عدد انواع الاجهاد، وما هو نوع الاجهاد الذي يتعرض له السلك المستخدم في التجربة؟
2) هل يحقق الرسم البياني قانون هوك (حسب النتائج التي حصلت عليها في التجربة)؟
3) عرف ما يلي: الاجهاد، المطاوعة (الانفعال)، المرونة.



الشكل (3): يوضح تركيب جهاز الميكروميتر ذو المؤشر القرصي (Dial Indicator)

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الميكانيك / المرحلة الأولى

العام الدراسي 2024-2025 م

اسم التجربة

تجربة تعيين معامل التمدد الطولي لساق نحاسي

اسم الطالب :
الشعبة :
الدراسة :
المجموعة :
اليوم والساعة:
أسماء الشركاء:
-1

-2

-3

تاريخ اجراء التجربة:
تاريخ تسليم التقريـر:

النظريـة وطريقـة اجراء التجربة	الـنـتـائـج والحسابات	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية

تجربة تعيين معامل التمدد الطولي لسلك نحاسي

- **الغاية من التجربة :**

إيجاد معامل التمدد الطولي لسلك نحاسي .

- **الأجهزة و الأدوات المستخدمة في التجربة :**

جهاز التمدد الحراري (الجهاز المستخدم لحساب التمدد الطولي) و الذي يتكون سلك نحاسي مثبت بطريقة معينة على قاعدة ويكون متصلاً بجهاز مايكرومتر لقياس مقدار التغير في الطول الحاصل في السلك النحاسي وفي داخل الجهاز يوجد مسخن كهربائي و منظم حراري و عداد لقياس درجة الحرارة و مضخة و وعاء يوضع فيه ماء و أنابيب مطاطية لتوصيل الماء الساخن من الوعاء إلى السلك النحاسي وبالعكس في دورة مغلقة , مسطرة مترية .

- **نظرية التجربة :**

إن تغير درجة حرارة المادة يؤدي إلى تغيرات في الخواص الأخرى للمادة ومن ابرز هذه التغيرات هو تغير أبعاد المادة أو تغير حالتها , إن رفع درجة حرارة المادة يؤدي إلى زيادة الطاقة الاهتزازية لذراتها أو جزيئاتها وعندما تزداد سعة الاهتزاز هذا معناه زيادة معدل أو متوسط المسافة بين الذرات أو الجزيئات أي أن جميع أبعاد المادة سوف تتغير , حيث تزداد بارتفاع درجة حرارتها و تتكمش بانخفاض درجة حرارتها . وتسمى ظاهرة تغير أبعاد المادة نتيجة تغير درجة حرارتها بالتمدد الحراري .

ومن المعلوم أن معظم المواد تتمدد عندما تزداد درجة حرارتها و يتوقف مقدار تمدد المادة بالتسخين على مقدار قوى التماسك بين جزيئاتها , فالمادة الصلبة يكون مقدار تمددها بالتسخين صغيراً جداً نظراً لكبر قوى التماسك بين جزيئاتها في حين أن تمدد السوائل يكون اكبر من تمدد المواد الصلبة بالتسخين , أما الغازات فيكون تمددها اكبر بكثير من السوائل لان قوى التماسك بين جزيئات الغاز تكون ضعيفة أو تكاد تكون معدومة .

وهذه الظاهرة تلعب دوراً رئيسياً في العديد من التطبيقات الهندسية , فعلى سبيل المثال يتم ترك مسافات بين الوصلات الحديدية في المباني و الجسور و السكك الحديدية و الطرق السريعة لتعطي المجال للتمدد والانكماش وإذا لم يتم فعل ذلك فانه يمكن أن يتصدع المبنى أو تنهار الجسور و تلتوي السكك الحديدية بفعل التمدد الحراري للمواد المصنوعة منها .

و لدراسة التمدد في المواد الصلبة إذ انه يحدث التمدد على كافة أبعاد الجسم (الطول و العرض و الارتفاع) و نأخذ مثالاً عنه التمدد الطولي في المواد الصلبة حيث تكون نسبة الزيادة حسب الأبعاد الهندسية للمادة ومقدار الزيادة يتناسب طردياً مع الطول الأصلي لذا تكون الزيادة في الطول أكثر منها في العرض و الارتفاع .

وقد أثبتت التجارب أن التغير في الطول (ΔL) يتناسب طردياً مع التغير في درجة الحرارة (ΔT)

$$\Delta L \propto \Delta T$$

وكذلك أن التغير في الطول (ΔL) يتناسب طردياً مع الطول الأصلي (L_o)

$$\Delta L \propto L_o$$

ومن ذلك نحصل على :

$$\Delta L \propto L_o \Delta T$$

وعند رفع علامة التناسب و وضع ثابت التناسب (α) نحصل على :

$$\Delta L = \alpha L_o \Delta T \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

و عند ترتيب المعادلة (1) نحصل على :

$$\alpha = \frac{\frac{\Delta L}{L_o}}{\Delta T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

حيث إن :

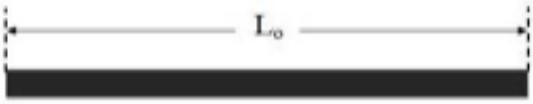
(α) يمثل معامل التمدد الطولي

(L_o) يمثل الطول الأصلي , (L) يمثل الطول الجديد

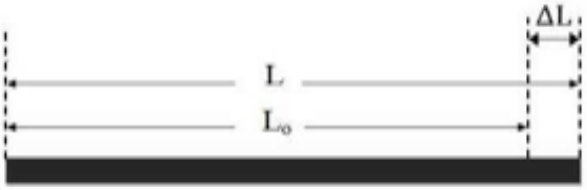
(T_o) تمثل درجة الحرارة الابتدائية , (T) تمثل درجة الحرارة النهائية

$$\Delta L = L - L_o$$

$$\Delta T = T - T_o$$



ساق معدني قبل التسخين عند درجة حرارة (T_o)



ساق معدني بعد التسخين عند درجة حرارة (T)

ومن المعادلة (2) يمكننا تعريف معامل التمدد الطولي (α) على انه مقدار التغير في طول متر واحد من المادة لكل تغير في درجة الحرارة بمقدار درجة سيليزية واحدة و وحدته هي ($\frac{1}{°C}$ أو $°C^{-1}$) .

إن جميع المواد تتمدد بالحرارة ولكن لكل مادة لها معامل تمدد مختلف ، وان قيمته ليست ثابتة تماما ولكنها تتغير بصوره بطيئة مع تغير درجة الحرارة ، وأن التمدد الطولي علاقته خطية مع درجة الحرارة .

العوامل التي يعتمد عليها التمدد الطولي :

الطول الأصلي للجسم , مقدار الارتفاع في درجة حرارة الجسم , نوع مادة الجسم .

ملاحظة : يمكن حساب الطول الجديد (L) من المعادلة الآتية :

$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T)$$

و يمكن كتابة معادلة (2) بالشكل الآتي :

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o \Delta T}$$

$$\alpha = \frac{1}{L_o}\left(\frac{\Delta L}{\Delta T}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{1}{L_o} \times \text{slope}$$

$$\alpha = \frac{\text{slope}}{L_o} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

إن المعادلة (4) هي المعادلة التي سوف تستخدم في المختبر لحساب القيمة العملية لمعامل التمدد الطولي (α) في هذه التجربة .

- **خطوات إجراء التجربة :**

1- قبل تشغيل الجهاز تأكد من أن وعاء الجهاز يحتوي على كمية كافية من الماء والأنابيب المطاطية متصلة بالأجزاء المخصصة لها بصورة جيدة .

2- قبل تشغيل الجهاز قم بقياس (L_o) والذي يمثل الطول الأصلي للساق قبل عملية التمدد ويتم قياسه بواسطة المسطرة المترية من نقطة التثبيت إلى نقطة اتصال القطعة المعدنية المتصلة بالساق مع المسمار المتصل بجهاز المايكرو متر .

3- قم بتشغيل الجهاز وذلك بتشغيل المسخن و المضخة معاً من نقطتي التشغيل الموجودتين في الجهاز وانتظر لحين تبدأ درجة حرارة الماء بالارتفاع وبالتالي تبدأ درجة حرارة الساق النحاسي بالارتفاع بسبب انتقال الحرارة من الماء للساق (تعمل المضخة على نقل الماء بواسطة الانابيب من الوعاء إلى الساق ثم إلى الوعاء في دورة مغلقة) .

4- في اللحظة التي يبدأ مؤشر المايكروميتر المتصل بالساق بالحركة سجل قيمة درجة الحرارة (T_o) .

5- قم بإضافة (5 °C) على قيمة (T_o) الابتدائية وسجلها في الجدول والتي تمثل (T) النهائية واحسب قيمة (ΔT) من القانون ($\Delta T = T - T_o$) وسجلها في الجدول و سجل قيمة (ΔL) والتي تمثل قراءة المايكروميتر .

6- قم بإضافة (5 °C) على قيمة (T) وسجلها في الجدول والتي تمثل (T) النهائية في هذه الحالة واحسب قيمة (ΔT) من القانون ($\Delta T = T - T_o$) وسجلها في الجدول و سجل قيمة (ΔL) والتي تمثل قراءة المايكروميتر .

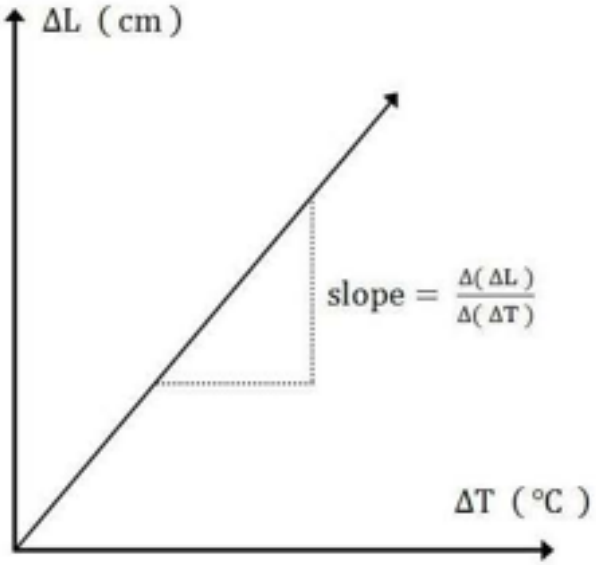
7- كرر الخطوة (7) ثلاث مرات ليكون عدد القراءات خمسة لقيم (T) و (ΔT) و (ΔL) .

8- رتب النتائج كما في الجدول الآتي :

درجة الحرارة T (°C)	التغير في درجة الحرارة $\Delta T = T - T_o$ (°C)	التغير في الطول ΔL (cm) $\times 10^{-4}$

9- ارسم مخطط بياني بين قيم (ΔT) على محور السينات وقيم (ΔL) على محور الصادات والذي يمثل خط مستقيم يمر بنقطة الأصل (0,0) كما في الشكل (1) ثم اوجد الميل (slope) حيث : $\text{slope} = \frac{\Delta L}{\Delta T}$

10- احسب القيمة العملية لمعامل التمدد الطولي (α) من القانون الآتي : $\alpha = \frac{\text{slope}}{L_o}$



شكل (١)

- **الأسئلة :**

1- برهن المعادلة الآتية : $L = L_o (1 + \alpha \Delta T)$

2- ساقان معدنيان متساويان في الطول ومساحة المقطع الأول من الفولاذ معامل تمدده يساوي ($0.000011\ ^\circ C^{-1}$) والثاني من النحاس الاحمر معامل تمدده يساوي ($0.000017\ ^\circ C^{-1}$) احسب مقدار التغير في الطول لكل ساق عندما يتعرضان لتغير بدرجة الحرارة من (15 °C) إلى (85 °C) , علماً ان الطول الأصلي لكل ساق يساوي (10 m) .

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الميكانيك / المرحلة الأولى

العام الدراسي 2024-2025 م

الفصل الثانى

اسم التجربة

إيجاد التعجيل الأرضي باستخدام كرة تتدحرج على سطح مقعر

اسم الطالب :
الشعبة :
الدراسة :
المجموعة :
اليوم والساعة:
أسماء الشركاء:
-1

-2

-3

-4
تاريخ اجراء التجربة:
تاريخ تسليم التقريـر:

النظريـة وطريقـة اجراء التجربة	الـنـتـائـج والحسابات	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية

تجربة إيجاد التعجيل الأرضي باستخدام كرة تتدحرج على سطح مقعر

الغاية من التجربة:

1- دراسة الحركة التوافقية البسيطة وتعيين قيمة (g) بتدحرج كرة على سطح مقعر.
2- استخدام جهاز قياس التكور (السفيروميتر) لتعيين أنصاف أقطار السطوح الكروية.

الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجربة:

1- جهاز قياس التكور (السفيروميتر).
2- سطح مقعر كبير.
3- كرة فولاذية صغيرة.
4- قدمة.
5- ساعة توقيت.

نظرية التجربة:

إذا تدحرجت كرة من نقطة (A) إلى نقطة (B) على المســـار AB فإن الطاقة الكامنة في A تساوي مجموع الطاقتين (الحركية الانتقالية والحركية الدورانية) في نقطة B، ووفق قانون حفظ الطاقة وبإهمال قوى الاحتكاك فإن:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\,w^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$I = \frac{2}{5}mR^2$$

$$h = R - r$$

حيث :

(m) كتلة الكرة.

(I) عزم قصورها الذاتي.

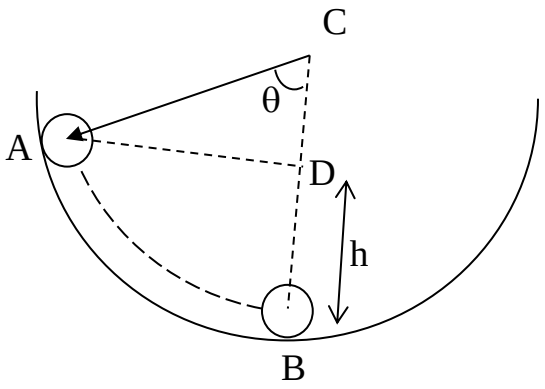
(h) الإزاحة الشاقولية للكرة.

(v) سرعة الكرة الخطية في نقطة B.

(w) السرعة الزاوية للكرة في نقطة B.

(R) نصف قطر تكور السطح المقعر.

(r) نصف قطر الكرة المتدحرجة.



شكل رقم (1)

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(\frac{2}{5}mr^2\frac{v^2}{r^2})$$

$$\therefore mgh = \frac{7}{10}mv^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

لو تصورنا أن كرة بندول تتذبذب بإزاحة عمودية (h) أيضاً وحسب قانون حفظ الطاقة فإن :

$$mgh = \frac{1}{2}m\acute{v}^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\therefore \frac{1}{2}m\acute{v}^2 = \frac{7}{10}mv^2$$

$$\therefore \acute{v} = \sqrt{\frac{7}{5}}v \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

أي أن سرعة الكرة في موضع استقرارها لو كان بندولاً بسيطاً تساوي $\sqrt{\frac{7}{5}}$ مرة بقدر سرعة الكرة المتدحرجة في الإناء المقعر وفي موضع الاستقرار أيضاً، وبذلك يكون زمن الذبذبة المتدحرجة يساوي $\sqrt{\frac{7}{5}}$ مرة بقدر زمن ذبذبة البندول البسيط أي أن زمن الذبذبة للكرة المتدحرجة يساوي :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\sqrt{\frac{7}{5}}$$

بما أن L = (R – r) = h فإن :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{7}{5} \times \frac{(R-r)}{g}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

وبعد ترتيب معادلة (5) لحساب قيمة (g) نحصل على :

$$g = \frac{28\,\pi^2\,(R-r)}{5\,T^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

ومن المعادلة (6) يمكن إيجاد قيمة التعجيل الأرضي (g) (cm/s^2) عملياً في المختبر.

ملاحظة : يتم حساب R نصف قطر التكور باستخدام السفيروميتر لذلك يتم استخدام القانون الخاص بـ(R) كما موضح في شرح جهاز السفيروميتر.

$$R = \frac{A^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

حيث : R نصف قطر تكور السطح المقعر. & h مقدار تحرك الساق المركزية للسفيروميتر & A هو المسافة بين ارجل السفيروميتر.

خطوات إجراء التجربة :

1- نظف الكرة والسطح المقعر تنظيفاً جيداً.
2- ضع الكرة ملامسة للحافة العليا للسطح المقعر واتركها تتدحرج تلقائياً ستلاحظ أن حركتها هي حركة اهتزازية.
3- قس بساعة توقيت زمن عدد معين من الذبذبات (s) (t) ثم احسب زمن الذبذبة الواحدة (s) (T)، حيث زمن الذبذبة الواحدة يساوي (الزمن الكلي مقسوماً على عدد الذبذبات).
4- قس بواسطة القدمة قطر الكرة الفولاذية وليكن (2r) ومن ثم احسب نصف قطرها (r).
5- قس بواسطة الاسفيروميتر نصف قطر تكور السطح المقعر وليكن (R).
6- قس المسافة بين ارجل السفيروميتر A.
7- احسب قيمة التعجيل الأرضي (g) بوحدة (cm/s^2) من معادلة (6) في الجزء النظري.
8- إحسب النسبة المئوية للخطأ عند حساب (g) حيث القيمة النظرية للتعجيل الأرضي تساوي ($g = 980\ \frac{cm}{s^2}$).

زمن ذبذبة واحدة	زمن (5) ذبذبات		
$T = \frac{t_{ave}}{5}$ (s)	$t_{ave} = \frac{t_1+t_2}{2}$ (s)	t_2 (s)	t_1 (s)

الأسئلــة:

- عرف نصف قطر التكور للسطح المقعر.
- هل توجد طرق أخرى لحساب التعجيل الأرضي عملياً في المختبر؟
- من الشكل رقم (1) حدد قيمة أعظم طاقة كامنة وأعظم طاقة حركية في النقاط (A و B) الموضحة في الرسم.

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الميكانيك / المرحلة الأولى

العام الدراسي 2024-2025 م

الفصل الثانى

اسم التجربة
طاولة القوى (توازن القوى)

اسم الطالب :
الشعبة :
الدراسة :
المجموعة :
اليوم والساعة:
أسماء الشركاء:
1-

2-

3-

4-
تاريخ اجراء التجربة:
تاريخ تسليم التقريـر:

النظريـة وطريقـة اجراء التجربة	الـنـتـائـج والحسابات	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية

اسم التجربة: طاولة القوى (توازن القوى)

الغاية من التجربة:

تعيين محصلة قوتين مقداراً واتجاه اً بثلاث طرق عملية وتحليلية وبيانية.

الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجربة:

طاولة قوى، مجموعة من الأثقال، منقلة، مسطرة.

نظرية التجربة:

القوة هي فعل يغير او يحاول ان يغير حالة السكون في الجسم الذي يؤثر عليه والقوة كمية اتجاهية. ولا يمكن لقوتين ان تكونان في حالة توازن مالم تكونا متساويتان بالمقدار ومتعاكستين بالاتجاه وواقعتان على خط تأثير واحد.

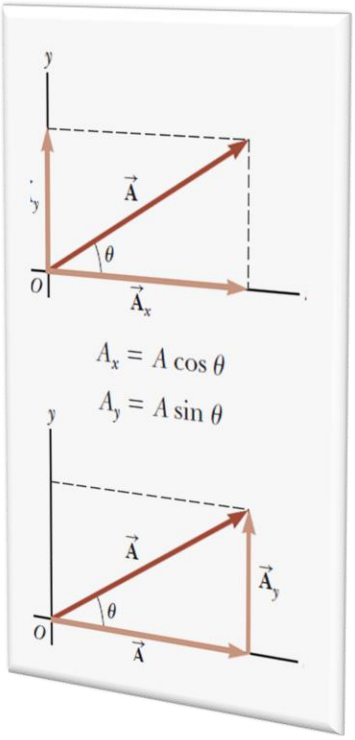
بصورة عامة تقسم الكميات الفيزيائية الى قسمين:

الكميات غير الاتجاهية Scalars: هي الكميات التي تعين بذكر مقدارها فقط مثل الحجم، الكثافة، الكتلة وهذه تجمع جمعاً جبرياً.

الكميات الاتجاهية Vectors: هي الكميات التي تعين بذكر مقدارها واتجاهها ويمكن تمثيل هذه الكميات بسهم يمثل اتجاهها من بداية نقطة التأثير وطول هذا السهم يتناسب طرديا مع مقدارها ومثال على المتجه هي السرعة، الازاحة، القوة. وهذه تجمع جمعاً اتجاهياً.

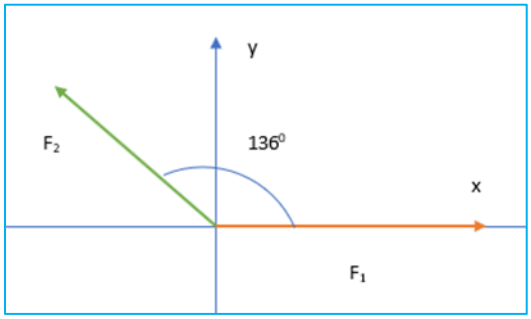
الطريقة التحليلية:

وهي الطريقة الحسابية لتعيين محصلة قوتين مقداراً واتجاه باستخدام القوانين الخاصة بالمتجهات وبمعرفة مقدار القوة الأولى F_1 ومقدار القوة الثانية F_2 وزاوية كل منهما θ_1 و θ_2 ومعرفة الزاوية بين القوتين θ حيث: ($\theta = \theta_2 - \theta_1$) وعن طريق تحليل المتجهات الى مركبات F_x و F_y حيث $\vec{A} = \overrightarrow{F_1}$ & $\vec{B} = \overrightarrow{F_2}$



$$\vec{\mathbf{R}} = \vec{\mathbf{A}} + \vec{\mathbf{B}}$$
$$\vec{\mathbf{R}} = (A_x\hat{\mathbf{i}} + A_y\hat{\mathbf{j}}) + (B_x\hat{\mathbf{i}} + B_y\hat{\mathbf{j}})$$
$$\vec{\mathbf{R}} = (A_x + B_x)\hat{\mathbf{i}} + (A_y + B_y)\hat{\mathbf{j}}$$
$$\vec{\mathbf{R}} = R_x\hat{\mathbf{i}} + R_y\hat{\mathbf{j}}$$
$$R_x = A_x + B_x$$
$$R_y = A_y + B_y$$
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(A_x + B_x)^2 + (A_y + B_y)^2}$$
$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{A_y + B_y}{A_x + B_x}$$

فلو كان لدينا قوتان القوة الأولى F_1 بزاوية (0°) والقوة الثانية F_2 بزاوية (136°) كما في الشكل.



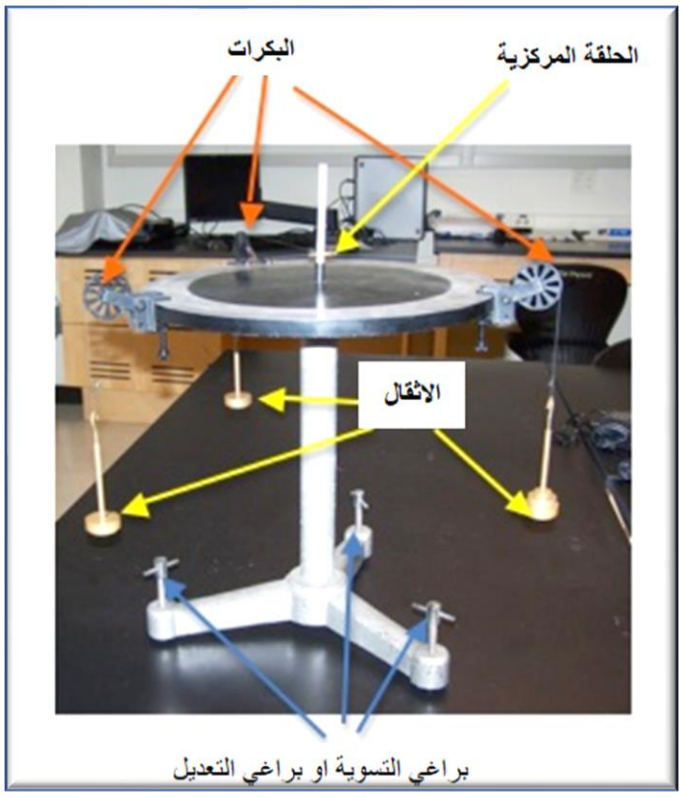
$$\sum \boldsymbol{F_x} = \mathbf{0}$$
$$\boldsymbol{R_x} = \sum \boldsymbol{F_x} = \boldsymbol{F_1} + \boldsymbol{F_2}\cos\boldsymbol{\theta_2}$$
$$\sum \boldsymbol{F_y} = \mathbf{0}$$
$$\boldsymbol{R_y} = \sum \boldsymbol{F_y} = \boldsymbol{F_2}\sin\boldsymbol{\theta_2}$$

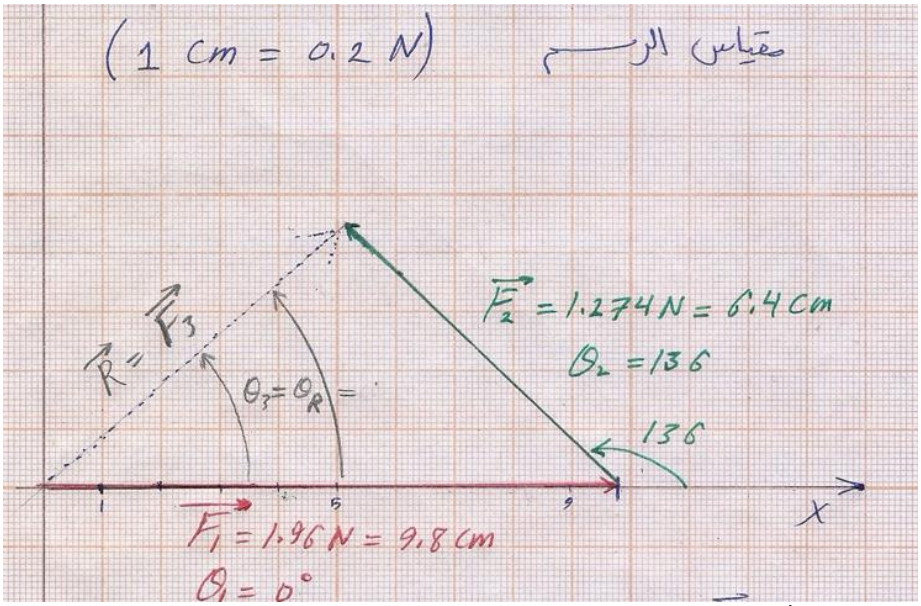
الطريقة البيانية:

وذلك عن طريق تعيين مقياس رسم مناسب وبحيث يُعبر كل سنتيمتر في الرسم عن مقدار قوة معينة يتناسب مع القوى المعطاة ثم نقسم قيمة كل قوة على مقياس الرسم لنحصل على طول كل منهما بالسنتيمتر.

- وبعد ذلك نقوم برسم القوة الأولى بزاويتها على المحور الأفقي (بإستخدام المنقلة) بحيث تمثل كمية متجهة ونرسم سهما يعبر طوله عن مقدار القوة وزاويته عن اتجاهها.
- وبعدها نرسم القوة الثانية من نهاية السهم الذي يمثل القوة الأولي بنفس الطريقة بحيث نحدد زاويتها على الأفقي ونرسم سهما يعبر طوله عن مقدار القوة الثانية وزاويته عن اتجاهها.
- وبعد ذلك نقوم بالتوصيل بين بداية القوة الأولى ونهاية القوة الثانية بسهم ثالث، طول هذا السهم يساوي مقدار القوة المحصلة بوحدة السنتيمتر.
- ثم بضرب النتيجة بمقياس الرسم للحصول على قيمة المحصلة بالوحدة الأصلية للمعطيات.

- أما زاوية المحصلة فنقيسها بالمنقلة مع اتجاه القوة الأولى.





خطوات اجراء التجربة:

هنالك مجموعة احتياطات يجب ان توخذ بنظر الاعتبار مثل أن توضـــع طاولة القوى على سطح مستوي. وان تعلق الأثقال بحيث تكون حرة الحركة. ويجب ان تكون قراءة الزاوية من المنقلة تكون من اليمين إلى اليسار.

خطوات عمل الطريقة العملية:

الطريقة العملية:

وذلك عن طريق استعمال طاولة القوى وهي عبارة عن قرص مدرج 360 درجة له مركز تعلق عليه قوتان كل منهما قيمتها وإتجاهها (زاويتها مع صفر القرص) معروفة. وعن طريق إيجاد قوة ثالثة موازنة بحيث يصبح مركز الحلقة منطبقا على مركز القرص، وبالتالي تكون المحصلة مساوية للقوة الثالثة بالمقدار ومتعاكسة معها بالإتجاه: ($R = F_3$)

لإيجاد محصلة قوتين معروفتين باستخدم طاولة القوى نتبع الخطوات التالية:

1- استخدم ميزان التسوية أو ميزان الاستواء أو ميزان الماء spirit level & bubble level للتحقق مما إذا كانت المنصة الدائرية أفقية . واستخدم براغي التسوية، إذا لزم الأمر، لإجراء التعديلات اللازمة لجعل طاولة القوى افقية.

2- ضع الكتلة (200 gm) جرام بزاوية (0°) ثم نضع الكتلة (130 gm) عند زاوية (136°). علماً ان حامل الاثقال كتلته تساوي (100 gm) ويجب تضمينها كجزء من الكتل المعلقة.

3- وبعد ذلك يتم تحديد مقدار وزاوية القوة الثالثة اللازمة لموازنة القوة الناتجة عن هاتين القوتين نتيجة الكتلتين المعلقتين بشكل عملي.

4- حرك الخيط الثالث الى زاوية مناسبة θ_{F_3} بعد تعليق الكتلة لتمثل القوة الثالثة. قُم بإجراء تعديلات (إذا لزم الأمر) على الكتلة والزاوية حتى تصبح الحلقة في المركز .سجل هذه القيمة في ورقة العمل.

علماً $\theta_R = \theta_{F_3} - 180$

وأخيرا قارن القيم المحسوبة بالطريقة التحليلية والطريقة العملية (التجريبية) لمقدار القوة الثالثة و لزاوية القوة الثالثة عن طريق حساب النسبة المئوية للفرق بين القيمتين لتحديد نسبة الخطأ.

الحسابات والنتائج:

ضع النتائج في الجداول التالية

ايجاد محصلة قوتين مقداراً واتجاه بالطريقة العملية

القوى	m (Kg) الكتل	F (N) القوى	الاتجاه θ
$\overrightarrow{F_1}$	0.2	1.96	0°
$\overrightarrow{F_2}$	0.13	1.274	136°
$\overrightarrow{F_3} = \overrightarrow{F_E}$ قوة التوازن	0.14	1.372	$\theta_{F_E} = \theta_{F_3}$ =
$\vec{R}$ = قوة المحصلة $\vec{R} = \overrightarrow{F_R}$	0.14	1.372	$\theta_R = \theta_{F_3} - 180$ =

ايجاد محصلة قوتين مقداراً واتجاه بالطريقة البيانية

القوى	الكتل m (Kg)	القوى F (N)	الاتجاه θ
F_1	0.2	1.96	0°
F_2	0.13	1.274	136°
$\vec{R}$ = قوة المحصلة			

ايجاد محصلة قوتين مقداراً واتجاه بالطريقة التحليلية

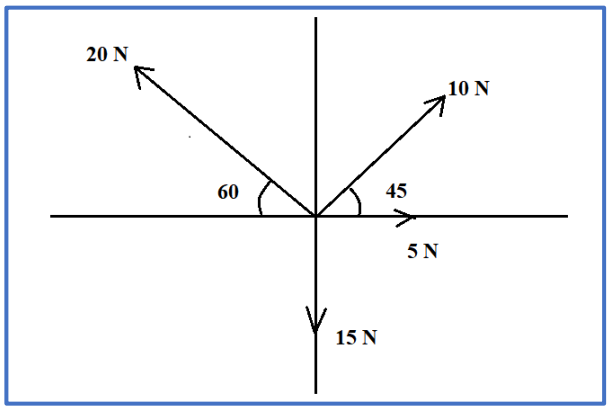
القوى	الكتل m (Kg)	القوى F (N)	الاتجاه θ
F_1	0.2	1.96	0°
F_2	0.13	1.274	136°
$\vec{R}$ = قوة المحصلة			

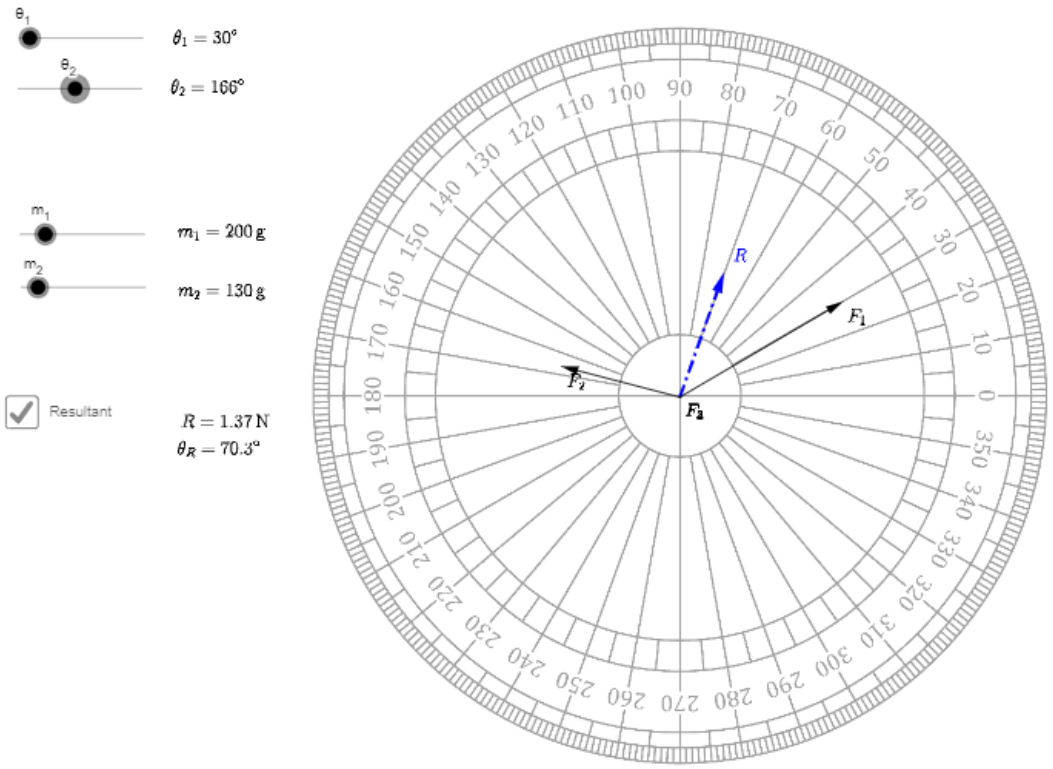
الأسئلة

1- ماذا نعني بمحصلة القوى؟

2- اذكر الفرق بين الكميات المتجهة والكميات العددية؟

3- اوجد محصلة القوى الموضحة في الشكل التالي بالطريقة التحليلية





https://www.geogebra.org/m/ygq9m5rd force table simulation

هذا الموقع يستخدم لاجراء التجربة بشكل الكتروني على الموقع مباشرة دون تسجيل