جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية العلوم

قسم الفيزياء

الحقوق الفكرية للملزمة خاصة بـ منبر السكينك ، قسم الفيزياء ، كلية ال

ملزمة تجارب
مختبر الميكانيك وخواص المادة

إعداد

د. ليث طالب هادي **د. حسين حاكم عبد بريسم**

د. سيف محمد نعمه **ر. ف. محمد صباح مهدي**

(1447-1446) هـ

(2026-2025) م

تجربة (3)

الميزان القصوري

الغرض من التجربة : دراسة الفرق بين الكتلة القصورية والجذبية باستخدام الميزان القصوري.

الأجهزة المستخدمة : ميزان القصور الذاتي (وهو جهاز بسيط يتكون من شريطين معدنيين متماثلين يتصل بينهما حاضنتين تستخدم احداهما لتثبيت الميزان من جهة والاخرى لوضع الاثقال عليها من الجهة الثانية). أثقال متماثلة تقريباً، ساعة توقيت، ميزان ، حامل، اسطوانة معدنية ، ثقل مجهول و خيط.

الأساس النظري للتجربة : هنالك طريقتان مختلفتان تماماً لقياس الكتلة مما يوحي بان هناك كتلتين مختلفتين للجسم، أي هناك نوعين مختلفين من الكتلة. حيث يمكن قياس كتلة الجسم بواسطة قياس قوة جذب الأرض على الجسم والكتلة المقاسة بهذه الطريقة تدعى بالكتلة الجذبية وهي التي تظهر في قانون نيوتن للجذب العام كما يمكن قياس الكتلة بواسطة قياس التعجيل الذي يكتسبه الجسم عن استخدام قوة معلومة وبما أن الكتلة تعتبر مقياساً مباشراً للقصور الذاتي لأي جسم فالكتلة المقاسة بهذه الطريقة تسمى الكتلة القصورية وهي التي تظهر في قانون نيوتن الثاني في الحركة وكذلك في معادلة الزخم.

لقد حذر الفيزيائيون الأوائل من أن هاتين الكميتين قد لا تمثلان شيئاً واحداً (أي ان الكتلة الجذبية قد لا تكون هي نفسها الكتلة القصورية) على الرغم من تساويها في كثير من الاحيان عند استخدام وحدات مناسبة و قد ادرك نيوتن هذه الحقيقة و كان يعتقد بأن هاتين الكتلتين هما كميتين مختلفتين و ان تساويها من محض الصدفة لا غير، لم يشارك اينشتاين وجهة نظر نيوتن هذه و هو يرى بأن تساوي الكتلتين ليست من محض الصدفة فحسب بل يعتبر ذلك واحداً من أهم أسرار المادة و مفتاح لمعرفة الكثير من ماهيتها و قد اصبحت وجهة نظر اينشتاين هذه فيما بعد نقطة البداية بنظريته النسبية الشهيرة .

لنفرض جسمين مختلفين لهما الكتلتين الجذبيتين m_{y1} وm_{y2} على التوالي وقد وضعنا في نفس الموقع بالنسبة الى الارض وتم قياس القوة الجذبية F_{y1} و F_{y2} أي وزن الجسمين، و نعلم بأن النسبة بين الكتل الجذبية تساوي النسبة بين القوى المناظرة لها أي أن:

$$\frac{F_{y_1}}{F_{y_2}} = \frac{m_{y_1}}{m_{y_2}} \qquad \ldots\ldots (1)$$

لنفرض ان الجسمين قد سقطا من ارتفاع وان تعجيلهما هو a_1 و a_2 على التوالي وبالنسبة الى الارض فأن:

$$a_1 = a_2 = g \qquad \ldots (2)$$

المحتوى الفيزيائي للمعمل مخصص لمختبر الميكانيك ، قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة بابل

عند تطبيق قانون نيوتن الثاني في الحركة نجد أن:

$$F_{y_1} = m_1 a_1 = m_1 g \quad \ldots (3)$$

$$F_{y_2} = m_2 a_2 = m_2 g \quad \ldots (4)$$

وعليه فمن المعادلات (1) و (3) و (4) نحصل على:

$$\frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{m_{y1}}{m_{y2}} \quad \ldots\ldots (5)$$

حيث (m_1) و (m_2) تمثل الكتلة القصورية بالنسبة الى الجسم الأول والثاني على التوالي نلاحظ من المعادلة الأخيرة بأن النسبة بين الكتل الجذبية تساوي النسبة بين الكتل القصورية. وقد تم تحقيق هذه النتيجة عملياً وعليه فأن الكتلة الجذبية لأي جسم تتناسب مع كتلتها القصورية، و قد ابتكر يوتفوز (1840م) طريقة في غاية من الذكاء لاختبار الكتلة الجذبية والكتلة القصورية ووجد بأن الفرق بين الكتلتين بحدود (5) أجزاء من (10^{-4}) وهو مقدار صغير غير محسوس عملياً يمكن اهماله في كثير من الحالات و لهذا يمكن أن تكتب:

$$m_1 = m_{y1} \quad \ldots. (6)$$

عملي التجربة :

1. قس زمن عشر ذبذبات للميزان وحده ، ثم ضع كتلة معلومة (ماسك على شكل حرف c) على الميزان واحسب زمن عشر ذبذبات ايضا.
2. كرر الخطوة السابقة لعدد آخر من الاثقال ألا تقل عن خمس حالات مختلفة و رتب قراءاتك في الجدول (3-1).

الجدول (3-1)،)، يمثل البيانات المستحصل عليها من الميزان القصوري.

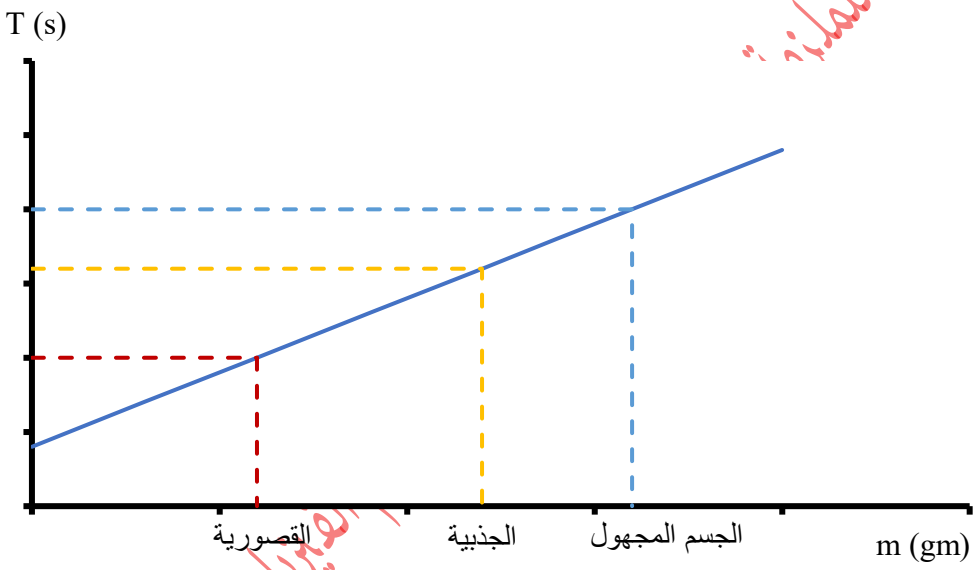
m (gm)	t_1 (s)	t_2 (s)	$t_{ave}=(t_1+t_2)/2$ (s)	T (s) = $t_{ave}/10$
الميزان فارغ				
138				
138*2				
138*3				
138*4				
الجسم المجهول				
الكتلة الجذبية				
الكتلة القصورية				

3. ضع أسطوانة معدنية معلقة بخيط على ان تلامس الجهاز و بدون الماسك الحديدي واجري الحسابات السابقة هذه هي الكتلة الجذبية، كرر الخطوة السابقة مع بقاء الأسطوانة معلقة على بالخيط دون ان تلامس الميزان

الحقوق الفكرية للمادة خاصة بمختبر الميكانيك، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة بابل

بحيث انها تبقى في نفس الوضع الأول الا انها غير محمولة بواسطة الميزان هذه هي الكتلة القصورية، احسب زمن عشر ذبذبات لكل مما سبق، جد زمن الذبذبة الواحدة (T) لكل الخطوات السابقة.

4. كرر طريقة العمل والحسابات ولجسم مجهول الكتلة.
5. ارسم مخططاً بيانياً بين قيم الذبذبة الواحدة (T)على الاحداثي الصادي (y-axis) والكتلة المقابلة (m) على الاحداثي السيني (x-axis) كما في الشكل (1-3)، من المخطط البياني جد كتلة الجسم المجهول.
6. من خطوة العمل السابقة قارن النتيجة عندما كان الميزان محملاً بالأسطوانة وعندما كان الميزان غير محمل (اي عندما كان معلقاً بالخيط) ما الفرق بين هاتين الحالتين وما تأثير الجاذبية على ذلك، ناقش هذه النتائج بشيء من التفصيل.



شكل (1-3)، الرسم البياني بين زمن الذبذبة على المحور الصادي و الكتلة على المحور السيني ينتج خط مستقيم يقطع المحور الصادي في زمن غياب الاثقال على الميزان القصوري.

الحقوق الفكرية للملف: ... الفيزياء، كلية العلوم، جامعة بابل.

أسئلة للمناقشة :

1. هل يمكن ان نستخرج التعجيل الارضي من هذه التجربة؟ كيف؟
2. ما تأثير الجاذبية الأرضية على كتلة القصور الذاتي؟
3. في اشتقاق معادلة البندول البسيط نتعامل مع الكتلة مرة ككتلة جاذبية (تثاقلية) ومرة اخرى ككتلة قصورية. ففي أي حالة تظهر الكتلة التثاقلية وفي أي حالة تظهر كقصورية؟

4. هل يمكن ان نستخرج التعجيل الارضي من هذه التجربة؟ كيف؟
5. ما الفرق بين الكتلة الجذبية والكتلة القصورية؟
6. ماذا كانت وجهة نظر نيوتن حول العلاقة بين الكتلتين؟
7. ماذا أضاف أينشتاين في هذا الموضوع؟ التوسع في هذه النقطة.
8. ما الفائدة من قياس زمن الذبذبة للميزان القصوري؟
9. ما الفرق بين قياس الكتلة عندما تكون الأسطوانة ملامسة للجهاز وعندما تكون معلقة بالخيط دون ملامسة ؟
10. لماذا يمكن إهمال الفرق بين الكتلتين في الحياة العملية ؟
11. كيف يمكن من الرسم البياني تحديد الكتلة المجهولة ؟

المصادر :

1. السبعاوي، فاضل عبد الحسين. *أساسيات الفيزياء العامة*. الطبعة الثالثة، جامعة بغداد، 2015.
2. المنصور، عبد الله. *تجارب في الفيزياء العامة (مختبر الميكانيك)*. جامعة الملك سعود، 2018.
3. حامد، خليل إبراهيم. *الفيزياء العملية للمرحلة الجامعية*. دار المريخ، الرياض، 2010.
4. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقية. *دليل مختبر الفيزياء العامة – تجربة الميزان القصوري*. بغداد، 2020.
5. Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. *Fundamentals of Physics*. 12th Edition, Wiley, 2021.
6. Young, H. D., & Freedman, R. A. *University Physics with Modern Physics*. 15th Edition, Pearson, 2020.
7. Serway, R. A., & Jewett, J. W. *Physics for Scientists and Engineers*. 10th Edition, Cengage Learning, 2020.
8. HyperPhysics – Inertial Balance. Georgia State University. https://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/inbal.html

الحقوق الفكرية للمادة خاصة بموقع الميكانيك ، قسم الفيزياء كلية التعليم، جامعة بابل.