كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الاولى

المادة : فيزياء حيوية

المحاضرة : الخامسة/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

مخبر الفيزياء الحيوية	ت: 2025/05/05
/كلية العلوم/ س1/ قسم علم الحياة/ جامعة طرطوس	
التجربة الخامسة (5): النواس البسيط	
Experiment 5 – The Simple Pendulum	

❖ **مُخرجات المحاضرة:**

- التعرف على الحركة الاهتزازية
- التعرف على الحركة التوافقية البسيطة.
- التعرف على النواس البسيط، وباروميتراته الأساسية.
- التعرف على تسارع الجاذبية الأرضية.

❖ **الغاية من التجربة:**

- **قياس تسارع الجاذبية الأرضية** في جو المخبر (مكان التجربة) باستخدام النواس البسيط.

❖ **المبدأ النظري:**

- **الحركة الاهتزازية:** هي الحركة التي تكرر نفسها مع الزمن.
- **الحركة التوافقية البسيطة:** هي ابسط أنواع الحركات الاهتزازية (اهتزاز النواس، حركة المكابس، .....إلخ)، التي تتغير بشكل جيبي مع الزمن.
- **تتميز الحركة الاهتزازية بثلاثة نقاط رئيسية:**

موضع الاتزان او الاستقرار	وجود عزم مُرجع	تكرارية
Equilibrium Position	Restoring **Torque**	Periodic
هو الوضع الذي يكون فيه الجسم ساكناً ما لم تؤثر عليه أي قوة خارجية. مثل: أدنى نقطة في مسار أرجوحة.	هو عزم القوة التي تحاول دائماً إعادة الجسم إلى موضع اتزانه كلما ابتعد الجسم عنه.	التكرار يكون على شكل (صورة) ذهاباً وإياباً حول موضع الاتزان.

- **شرط الحركة التوافقية البسيطة:**

لكي نصف حركة اهتزازية بأنها " توافقية بسيطة"، **يجب أن تحقق شرطاً رياضياً** محدداً:

- **عزم قوة الإرجاع $\vec{\tau}_{\vec{F}}$ متناسبة طردياً مع مقدار الإزاحة الزاوية (θ) عن موضع الاتزان**، وأن يكون اتجاهها دائماً نحو موضع الاتزان.
- رياضياً، يُعبَّر عن هذا الشرط بـ قانون هوك (Hooke's Law):

$$\vec{\tau}_{\vec{F}} = -K\theta \ldots\ldots\ldots (1) \; ; \; \theta < 9^{\circ}$$

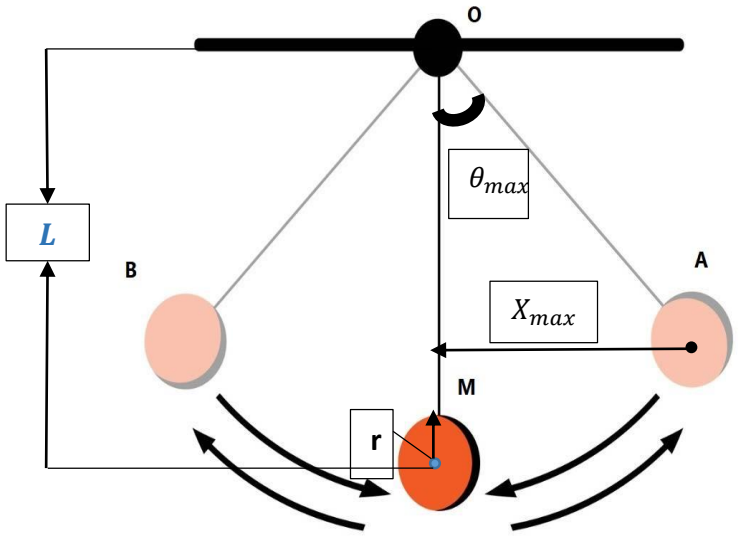
عزم قوة الارجاع — ثابت المرونة — الإزاحة الزاوية عن وضع التوازن

- **الإشارة السالبة (-):** هي الأهم! وتعني أن **اتجاه عزم القوة دائماً معاكس لاتجاه الإزاحة الزاوية**. إذا قمت بتدوير النواس يميناً، عزم القوة المُرجع يدوره يساراً، والعكس صحيح.

- **دراسة الحركة التوافقية البسيطة للنواس البسيط:**

1. **تعريفه:**
   - ✓ نموذج فيزيائي **مثالي**، يتكون من:
     - كتلة نقطية m.
     - معلقة بخيط عديم الكتلة وغير قابل للتمدد طوله l.
     - يثبت هذا الخيط من نهايته العليا بنقطة ثابتة O تسمى نقطة التعليق، وتعلق الكتلة المادية من نهايته السفلى.
   - ✓ **لا يوجد** في الواقع بشكله المثالي، بل هنالك تقريب له : ثقل صغير (كرة مثلاً) كتلتها m، يعلق بخيط دقيق كتلته وتمدده صغيران جداً لدرجة يمكن إهمالهما، ومن ثم يمكن اعتبار مركز كتلة النواس هي مركز كتلة كرته.

2. **تعاريف:**
   - **الدورة الزمنية** T: هو الزمن اللازم ليقوم النواس **بدورة** (نوسة – هزة) **واحدة**، ويقدر بالثانية s.
   - **التواتر** f: هو عدد النوسات في الثانية الواحدة، إذن هو مقلوب التواتر: $f = \frac{1}{T}$ ، ويقدر بال: Hz.
   - **النوسة الكاملة:** هي الحركة التي يقوم بها كرة النواس من نقطة بداية معينة (A)، مروراً بمساره بالكامل، ثم العودة إلى نفس نقطة البداية وبنفس اتجاه الحركة.
   (الحركة من $A \Leftarrow M$، ومن ثم من $M \Leftarrow B$، يليها من $B \Leftarrow M$، واخيراً من $M \Leftarrow A$) يمثل نوسة واحدة.
   - **السعة الزاوية** θ_{max}: هي أكبر زاوية يصنعها خيط النواس مع الخط الرأسي (موضع الاتزان) أثناء تأرجحه.
   - **طول النواس** L: هو المسافة من نقطة التعليق الثابتة في الأعلى O ومركز كتلة كرة النواس.(طول خيط النواس + نصف قطر كرة النواس : $L = l + r$)



الشكل (1): النواس البسيط

3. دراسة حركته:

- يبين الشكل (2)، أن وضع التوازن للنواس هو الوضع الشاقولي OM.
- عند إزاحة النواس من وضع الشاقول OM إلى الوضع OA بزاوية صغيرة ($\boldsymbol{\theta = 6^{\circ} = 0.1\ rad}$)، فإنه يقوم بحركة اهتزازية توافقية (جيبية) بين الوضعين المتناظرين OA و OB.
- لإيجاد قانون الحركة، $\theta(t)$، نطبق قانون نيوتن الثاني من اجل الحركة الدورانية للنواس:

$$\vec{\tau} = I.\vec{\alpha} \dots\dots(2) \Rightarrow -mg\ L\ sin(\theta) = (m.L^2).\frac{d^2\theta}{dt^2} \dots\dots\dots(3) \Rightarrow$$

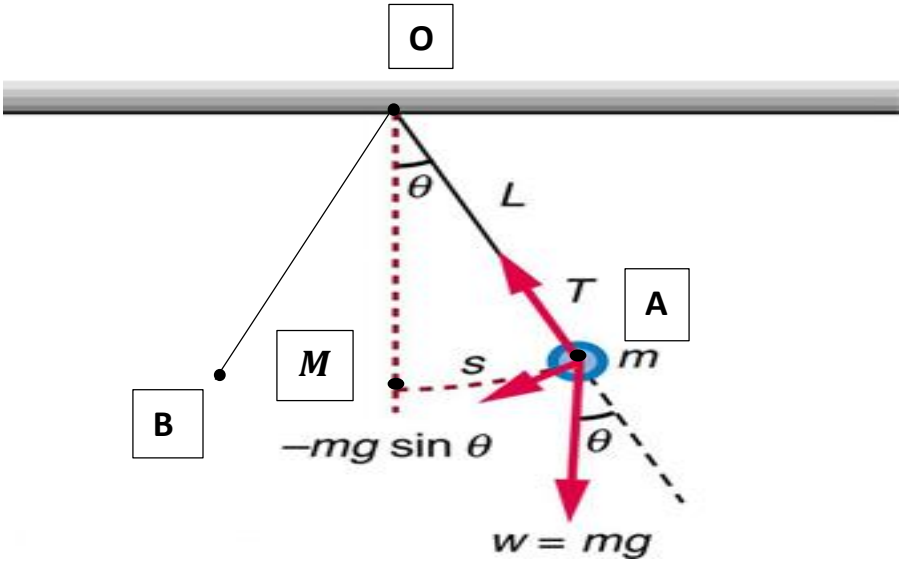
$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(\frac{g}{L}\right) sin(\theta) = 0 \dots\dots\dots(4) \Rightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega\theta = 0\ ;\ \sin\theta \approx \theta\ \&\ \omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \dots\dots\dots(5)$$

والمعادلة (5) تقبل حلاً جيبيا من الشكل:

$$\theta(t) = \theta_{max}\ cos(\omega t + \varphi) \dots\dots\dots(6)$$

- **نحدد علاقة الدور بالشكل:**

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \dots\dots\dots(7)$$



الشكل (2): دراسة حركة النواس البسيط

- **الأجهزة والأدوات:**

1. **حامل:** لتثبيت الخيط من الأعلى بشكل ثابت.
2. **خيط رفيع:** يجب أن يكون خفيفاً وغير قابل للتمدد.
3. **ثقل (كرة معدنية):** كرة صغيرة ذات كتلة مناسبة.
4. **مسطرة ميلمترية:** لقياس طول الخيط بدقة.
5. **ساعة إيقاف (Stopwatch):** لقياس الزمن.
6. **منقلة (اختياري):** للتأكد من أن زاوية الإزاحة صغيرة.

الشكل (3): الأجهزة والادوات في تجربة النواس البسيط

- **خطوات العمل وكيفية اخذ القراءات:**

1. **تجهيز النواس:**
   - اربط الكرة المعدنية في أحد طرفي الخيط.
   - ثبّت الطرف الآخر من الخيط في الحامل.
   - قِس طول النواس L.
   - نقطة مهمة: الطول L يُقاس من نقطة التعليق في الحامل وحتى مركز الكرة المعدنية، وليس فقط حتى بداية الكرة.
2. **ضبط طول ابتدائي:**
   - ابدأ التجربة بطول معين للخيط، وليكن 60 سم (0.6 متر) على سبيل المثال.
3. **بدء التأرجح:**
   - أزح الكرة جانباً بزاوية صغيرة (أقل من 9 درجات). هذا الشرط مهم جداً لصحة القانون دور النواس البسيط المستخدم لاحقاً.
   - اترك الكرة لتبدأ بالتأرجح بحرية.
   - تأكد من أنها تتأرجح في مستوى واحد دون حركة دورانية.
4. **قياس زمن الذبذبات (t):**
   - اترك النواس يتأرجح بضع مرات ليستقر في حركته.

- ابدأ تشغيل ساعة الإيقاف عندما تمر الكرة بنقطة الإزاحة العظمى من اليمين مثلاً (أعلى نقطة في مسارها).
- قم بعدّ عدد معين n من الذبذبات الكاملة (مثلاً 10 أو 20 أو 30 ذبذبة). الذبذبة الكاملة هي حركة ذهاب وعودة إلى نفس النقطة.
- أوقف الساعة عند اكتمال العدد المحدد من الذبذبات (عندما تعود الكرة إلى نقطة البداية بعد 20 أو 30 مرة).
- سجّل الزمن الكلي (t) الذي قسته.

5. <u>حساب زمن الدورة الواحدة(T):</u>

- الدور (T) هو الزمن اللازم لذبذبة واحدة. احسبه بقسمة الزمن الكلي (t) على عدد الذبذبات $\mathbf{T} = \frac{t}{n}$
- يُفضل تكرار القياس **<u>لنفس الطول</u>** ثلاث مرات وحساب المتوسط للحصول على قيمة أدق لـ $\mathbf{T}$.

- **<u>النتائج والحسابات:</u>**

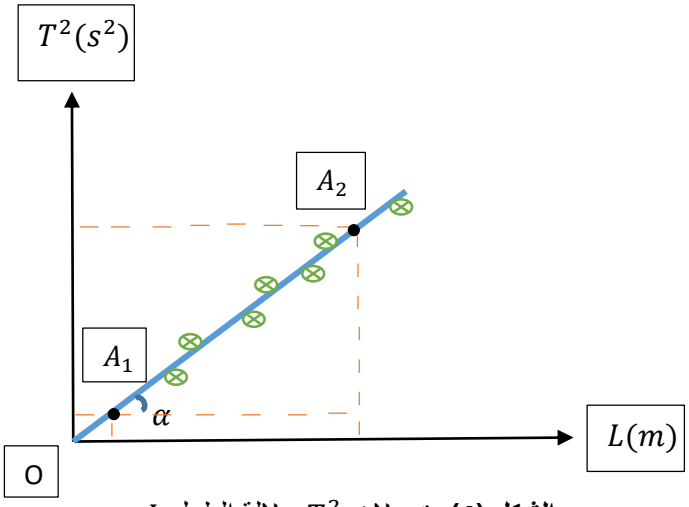
1. بعد أن نحسب الدور T من أجل الطول L، طبق العلاقة (7) لحساب g، وكرر ذلك من أجل كل طول، ثم دون جميع القياسات والنتائج في الجدول التالي:

$L = l + r$ (m)	زمن 10 نوسات $t(s)$			$\bar{t}(s)$	$T = \frac{\bar{t}}{3}(s)$	$T^2(s^2)$	$g(m/s^2)$	$\bar{g} = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6} g_i$ (m/s^2)
	قياس 1 t_1	قياس 2 t_2	قياس 3 t_3					
0.5	14.29	14.12	14.05					
0.6	15.61	15.70	15.54					
0.7	16.80	16.92	16.95					
0.8	18	18.20	18.09					
0.9	19.13	19.05	19.25					
1.0	20.18	20.20	20.05					

2. احسب بطريقة القياس المباشرة الارتياب المطلق والنسبي المرتكبة في قياس g ، ودون نتائجك في الجدول التالي:

$\Delta g_i = \lvert\bar{g} - g_i\rvert (m/s^2)$	$\overline{\Delta g} = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6} \Delta g_i \, (m/s^2)$	$\delta_g = \frac{\overline{\Delta g}}{\bar{g}}$	$\delta_g\% = \frac{\overline{\Delta g}}{\bar{g}} * 100$	$g_0 = (\bar{g} \pm \overline{\Delta g})$ (m/s^2)

3. ارسم على ورقة ميلمترية الخط البياني لتحولات T^2 *بدلالة* L كما في الشكل (4)، وتأكد من أنَّ الخط الناتج مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات $(0,0)$.



الشكل (4): تحولات T^2 بدلالة الطول L

4. اختر نقطتين A_1 و A_2 من المستقيم، ثم احسب ميله الحاصل $m = tan\,\alpha$ من العلاقة التالية:

$$m = tan\,\alpha = \frac{T^2{}_j - T^2{}_i}{L_j - L_i} \dots\dots\dots (*)$$

إذا ربعنا العلاقة $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$، نجد: $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}L$، وهي عبارة عن معادلة مستقيم من الشكل: $y = mx$، حيث:

$$m = \frac{4\pi^2}{g} \dots\dots\dots (*)$$

5. احسب قيمة g تسارع الجاذبية الأرضية من العلاقتين $(*)$ و $(*)$.
6. قارن القيمة التي حصلت عليها من الرسم لتسارع الجاذبية الأرضية مع القيمة $\bar{g}$، ماذا تلاحظ، ولماذا؟

- **الأسئلة:**

1. وضح كل من المفاهيم التالية: الحركة الاهتزازية – الحركة التوافقية البسيطة – دور النواس البسيط - تواتر النواس البسيط – النواسة الكاملة – سعة النواس – طول النواس.
2. اكتب الشرط الذي يكون عنده النواس البسيط ينوس على شكل حركة توافقية بسيطة مبيناً المعنى الفيزيائي له.
3. وضح اوح التشابه والاختلاف بين النموذج المثالي للنواس والنموذج الواقعي له.
4. ماهي النقاط الرئيسية التي تجتمع بها جميع الاهتزازات؟
5. اكتب علاقة دور النواس البسيط موضحاً تأثير كلٍّ من تسارع الجاذبية الأرضية وطول النواس ومقاومة الهواء للنواس عليه.
6. هل يتعلق دور النواس البسيط بسعة اهتزازه، وبنوع مادة كرته، ولماذا؟

مكتبة A to Z