

كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الاولى



١



المادة : فيزياء عامة ١

المحاضرة : الثالثة/عملي /

{{{ A to Z مكتبة }}}}

مكتبة A to Z Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٤

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



كلية العلوم / 1 / قسم الكيمياء / جامعة طرطوس

التجربة الرابعة (4): النواس البسيط

Experiment 3 – The Simple Pendulum

❖ مخرجات المحاضرة:

- التعرف على الحركة الاهتزازية.
- التعرف على الحركة التوافقية البسيطة.
- التعرف على النواس البسيط، وبارومتراته 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 أبسط أنواع الحركات الاهتزازية (اهتزاز النواس، حركة المكابس، الخ)، التي تتغير بشكل جيبي مع الزمن.

❖ تتميز الحركة الاهتزازية بثلاثة نقاط رئيسية:

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

❖ شرط الحركة التوافقية البسيطة:

- لكي نصف حركة اهتزازية بأنها "توافقية بسيطة"، يجب أن تتحقق شرطاً رياضياً محدداً:
- عزم قوة الإرجاع $\vec{\tau}_F$ متناسبة طردياً مع مقدار الإزاحة الزاوية (θ) عن موضع الاتزان، وأن يكون اتجاهها دائماً نحو موضع الاتزان.**
- رياضياً، يُعتبر عن هذا الشرط بـ قانون هوك (Hooke's Law):

$$\vec{\tau}_F = -K\theta \dots \dots \dots (1) ; \theta < 9^\circ$$

عزم قوة الإرجاع

ثابت المرونة

الإزاحة الزاوية عن وضع التوازن

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

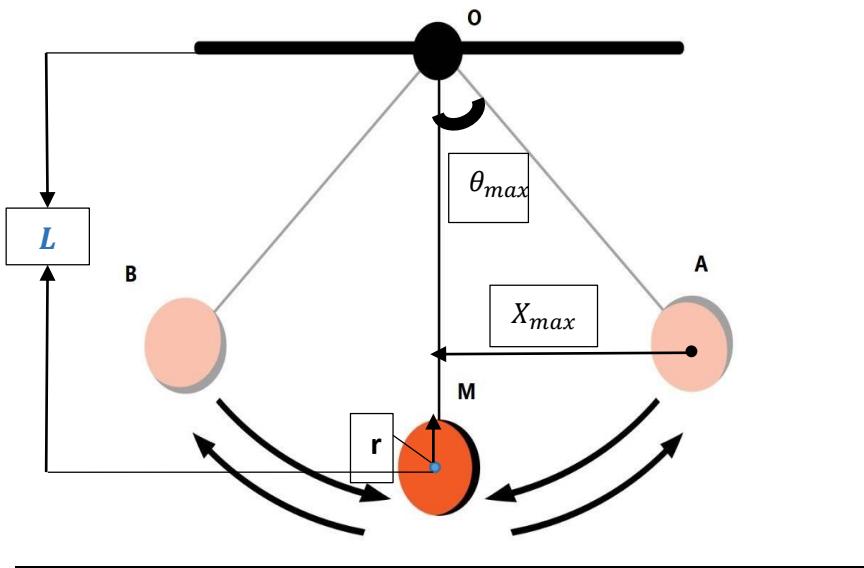
• دراسة الحركة التوافقية البسيطة للنواس البسيط:

1. تعريفه:

- نموذج فيزيائي **مثالي**، يتكون من:
 - كتلة نقطية m .
 - علقة بخيط عديم الكتلة وغير قابل للتمدد طوله l .
 - ثبتت هذا الخيط من نهايته العليا بنقطة ثابتة O تسمى نقطة التعليق، وتعلق الكتلة المادية من نهايته السفلية.
 - 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 كرتة.

2. تعريف:

- الدورة الزمني** T : هو الزمن اللازم لقيام النواس بدورة (نوسنة - هزة) واحدة، ويقدر بالثانية s .
- التوافر** f : هو عدد النوسات في الثانية الواحدة، إذن هو مقلوب التواتر: $f = \frac{1}{T}$ ، ويقدر بال: Hz .
- النوسنة 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 $M \leftarrow A \leftarrow B \leftarrow M$ ، يليها من $M \leftarrow B \leftarrow A \leftarrow M$) يمثل نوسنة واحدة.
- السعنة الزاوية** θ_{max} : هي أكبر زاوية يصنعها خيط النواس مع الخط الرأسي (موقع 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 حركة:

- بين الشكل (2)، أن وضع التوازن للنواص هو الوضع الشاقولي OM
- عند إزاحة النواص من وضع الشاقولي OM إلى الوضع OA بزاوية صغيرة ($\theta = 6^\circ = 0.1 \text{ rad}$)، فإنه يقوم بحركة اهتزازية توافقية (جيبيّة) بين الوضعين المتتاظرين OB و OA لإيجاد قانون الحركة، $\theta(t)$ ، نطبق قانون نيوتن الثاني من أجل الحركة الدورانية للنواص:

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

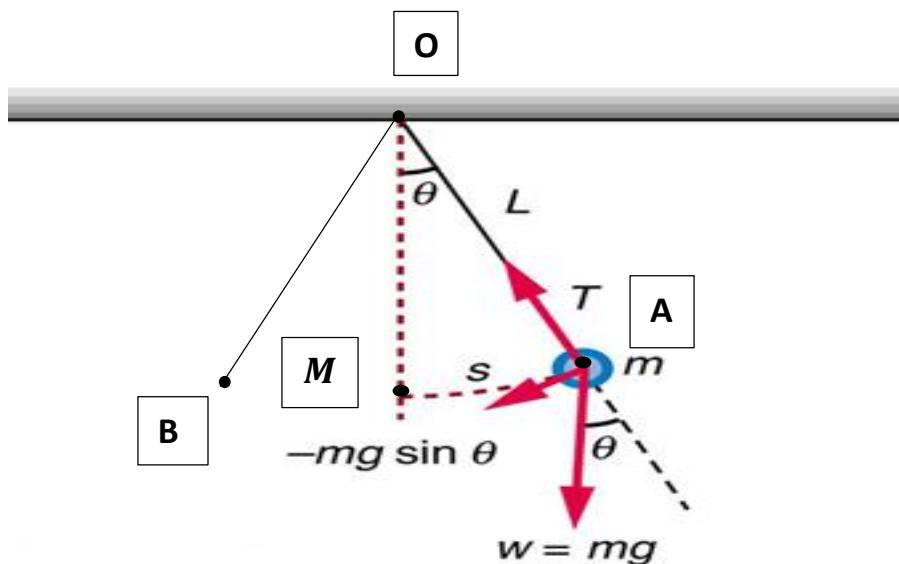
$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(\frac{g}{L}\right) \sin(\theta) = 0 \dots \dots \dots (4) \Rightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega^2 \theta = 0 ; \sin \theta \approx \theta \text{ and } \omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \dots \dots \dots (5)$$

والمعادلة (5) تقبل حلًا جيبيًا من الشكل:

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

نحدد علاقة الدور بالشكل:

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



الشكل (2): دراسة حركة النواص البسيط

• الأجهزة والأدوات:

 <p>الشكل (3): الأجهزة والأدوات في تجربة النواس البسيط</p>	<p>1. حامل: لثبيت الخيط من الأعلى بشكل ثابت.</p> <p>2. خيط رفيع: يجب أن يكون خفيفاً وغير قابل للتمدد.</p> <p>3. ثقل (كرة معدنية): كرة صغيرة ذات كتلة مناسبة.</p> <p>4. مسطرة ميلمترية: لقياس طول الخيط بدقة.</p> <p>5. ساعة إيقاف (Stopwatch): لقياس الزمن.</p> <p>6. منقلة (اختياري): للتأكد من أن زاوية الإزاحة صغيرة.</p>
--	--

• خطوات العمل وكيفية أخذ القراءات:

1. تجهيز النواس:

- اربط الكرة المعدنية في أحد طرفي الخيط.
- ثبت الطرف الآخر من الخيط في الحامل.
- قيس 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 لتببدأ 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.

ابداً تشغيل ساعة الإيقاف عندما تمر الكرة بنقطة الإزاحة العظمى من اليمين مثلاً (أعلى نقطة في مسارها).

قم بعد عدد معين n من الذهبات الكاملة (مثلاً 10 أو 20 أو 30 ذهبة). الذهبة الكاملة هي حركة ذهاب

وعودة إلى نفس النقطة.

أوقف الساعة عند اكتمال العدد المحدد من الذهبات (عندما تعود الكرة إلى نقطة البداية بعد 20 أو 30 مرة).

سجل الزمن الكلى (t) الذي قسته.

5. حساب زمن الدورة الواحدة (T):

الدور (T) هو الزمن اللازم لذهبة واحدة. احسبه بقسمة الزمن الكلى (t) على عدد الذهبات $\frac{t}{n}$

يُفضل تكرار القياس لنفس الطول ثلاثة مرات وحساب المتوسط للحصول على قيمة أدق لـ T .

النتائج والحسابات:

1. بعد أن نحسب الدور T من أجل الطول L ، طبق العلاقة (7) لحساب g ، وكرر ذلك من أجل كل طول، ثم دون

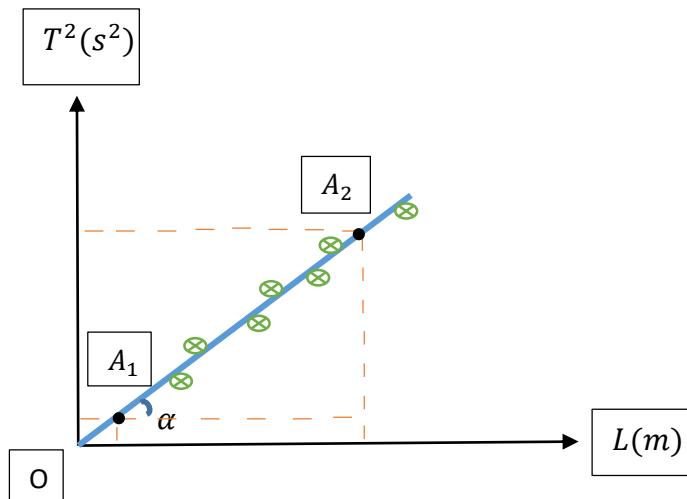
جميع القياسات والتنتائج في الجدول التالي:

$L = l + r$ (m)	زمن 10 نوسبات $t(s)$			$\bar{t}(s)$	$T = \frac{\bar{t}}{3}(s)$	$T^2(s^2)$	$g(m/s^2)$	$\bar{g} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 g_i$ (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 المباشر الارتباط المطلق والنسبة المركبة في قياس g ، ودون نتائجك في الجدول التالي:

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

3. ارسم على ورقة ميلمترية الخط البياني لتحولات T^2 بدلالة L كما في الشكل (4)، وتأكد من أن 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 ربنا العلاقة $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$ ، نجد: $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ، حيث:

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

5. احسب قيمة g تسارع الجاذبية الأرضية من العلاقةين (*) 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 كلً من تسارع الجاذبية الأرضية وطول النواس ومقاومة الهواء للنواس عليه.
6. هل يتعلق دور النواس البسيط بسعة اهتزازه، وبنوع مادة كرته، ولماذا؟

قواعد الرسم البياني:

•

- نقوم بإنشاء جداول تتضمن كافة النتائج التجريبية للمتغيرين المراد تمثيلهما.
- نرسم محوريين متعمدين، الأفقي ينطبق على الحافة السفلية للورقة الميلمترية، والعمودي ينطبق على الحافة اليسرى لها، **وذلك في حال عدم وجود قيم سالبة لأي من المتغيرين**. أما إذا كانت هناك قيم سالبة فإنه يراعى عندئذٍ موضع كل من المحورين على الورقة الميلمترية.
- يتم تقسيم كل محور إلى وحدات قياس أساسية تناسب تمثيل القيم العددية المعطاة في الجدول من أصغرها إلى أكبرها.
- يتم تعين كل نقطة تجريبية في التمثيل البياني عند تقاطع العمود من قيمة فصلها مع العمود من قيم ترتيبها وتمثل كل نقطة تجريبية بدائرة صغيرة.

