كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثانية**

المادة : اهتزازات وامواج

المحاضرة : الثالثة /عملي/

{{ A to Z مكتبة }}

مخبر الاهتزازات والأمواج

التجربة الثانية

النـــواس البسيـــط

١- الغاية من التجربة :

إن أهداف التجربة هي قياس (g) التسارع في حقل الجاذبيـــة الأرضـــية في المخبر (أي في مكان التجربة) قياساً دقيقاً والتحقق من صحة دستور النواس البسيط باستخدام إزاحات صغيرة جداً مرئية للنواس عن وضعه الشاقولي. علماً إن دســتور النواس البسيط يعطي في هذه الشروط بالعلاقة التالية :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \ldots\ldots\ldots (1)$$

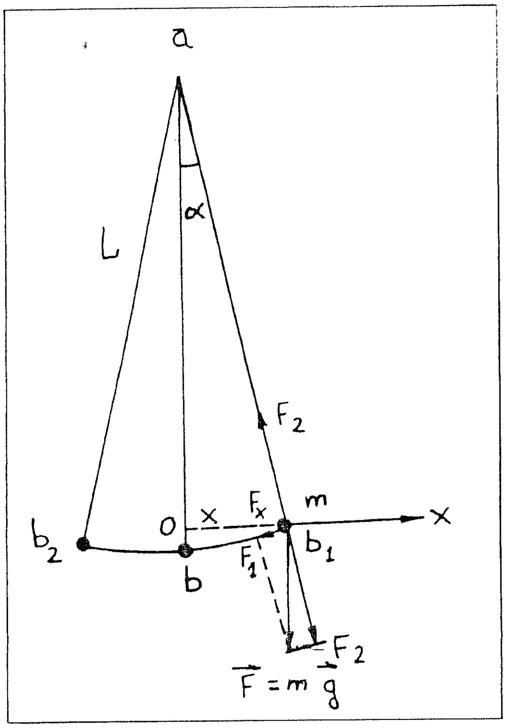
حيث L – هو طول النواس نقدره بالمتر (m) في جملة الواحدات الدولية .

T – دور حركته الاهتزازية ونقدره بالثانية (s) .

g – التسارع الأرضي ويقدر بالواحدة $m.s^{-2}$

٢- المبدأ النظري :

النواس البسيط مؤلف من نقطة مادية كتلتها (m) صغيرة ومعلقة بخيط مهمل الكتلـــة والتمدد، طوله (L) ويثبت هذا الخيط في نهايته العليا بنقطة ثابتة وتعلق الكتلة (m) في نهايته السفلى، وتدل الدراسة النظرية على أن دور النواس البســـيط (T) الـــوارد في العلاقة (١) لا يتوقف على نوع المادة المصنوعة منها تلك الكتنة (m) بل يتوقف على كل من طوله (L) والتسارع (g) في حقل الجاذبية في مكان التجربة وذلك عنـــدما ينوس نوسات بزوايا صغيرة جداً حول وضع النواس الشاقولي بحيث يستطيع المجـــرب رؤية حركته الاهتزازية التوافقية في هذه الشروط لمدة كافيـــة مـــن الأدوار دون أن تتخامد تلك الحركة إلا بعد زمن طويل ملائم للتجربة (كأن تكون الإزاحة مســـاوية $\alpha = 6^0 = 0.1rad$) .



الشكل رقم (١)

هذا وأن حركة النواس الاهتزازية، هي حركة توافقية بسيطة كثيرة الاستخدام في الفيزياء نظراً لأهميتها في مجالات كثيرة، ويبين الشكل (١) نواساً بسيطاً طوله (ab = L) مثبتاً في نهايته العليا بالنقطة a ويحمل في نهايته السفلى بالنقطة b الكتلة النقطية(m)، إن هذه الكتلة(m) تخضع في مكان التجربة إلى قوة شاقولية مقدارها ($\bar{F} = m.\bar{g}$) ، بحيث تكون قيمة مرتسمها الشاقولي مساوية(F = m.g)، فإذا أزحنا الكتلة عن وضع التوازن ab إلى النقطة (b_1) مثلاً، إزاحة زاوية صغيرة جداً قدرها (α) بحيث يمكن الباس(sin α) بالزاوية (α)على أن تقدر هذه الزاوية بالراديان فإنها (أي m) تخضع إلى قوة مُرجعة إلى وضع التوازن، وهذه القوة تتناسب مع مقدار الانزياح الأفقي الصغير جداً تتناسب مع هذا الانزياح في تلك الشروط أي عندما يكون الانزياح الأفقي مساوياً :

$$(X = ob_1 \simeq bb_1)$$

يكون لدينا :
$$F_x = -K.X........(2)$$

حيث K – ثابتة تتوقف قيمتها على نوع الحركات التوافقية وتساوي القوة المرجعة F_x من أجل إزاحات صغيرة ما يلي .

$$F_1 \simeq F_x \simeq -mg.\sin\alpha = -mg.\alpha$$
$$= -mg.\frac{X}{L} = \frac{-m.g}{L}X = -K.X$$

نستنتج من ذلك قيمة الثابتة (k):

$$K = \frac{m.g}{L}$$

ومن جهة أخرى، إذا استخدمنا قانون التحريك الأساسي :

$$\overline{F} = m.\overline{a}$$
$$F_x = m.a_x = m.\frac{dx^2}{dt^2} = m.x''...........(3)$$

من تساوي العلاقتين (٢)و (٣) نحصل على ما يلي :

$$F_x = m x'' = -kx$$
$$X'' + \frac{k}{m}x = 0$$

وبتعويض قيمة k نحصل على ما يلي :

$$X'' + \frac{g}{L}X = 0$$

فإذا فرضنا $\frac{g}{L} = w^2$ حصلنا على ما يلي :

$$X'' + \omega^2.X = 0.........(4)$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية :

حيث $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ ومنه :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

وهو دور الحركة الاهتزازية للنواس البسيط في الشروط السابقة :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \text{.........} \quad \text{...}(5)$$

وهكذا نجد الدستور (١) الذي يعبر عن دور النواس البسيط من أجل انزياحات صغيرة

أما المعادلة التفاضلية (٤) التي نكتبها أيضاً كما يلي :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2.X = 0 \text{.........} .(6)$$

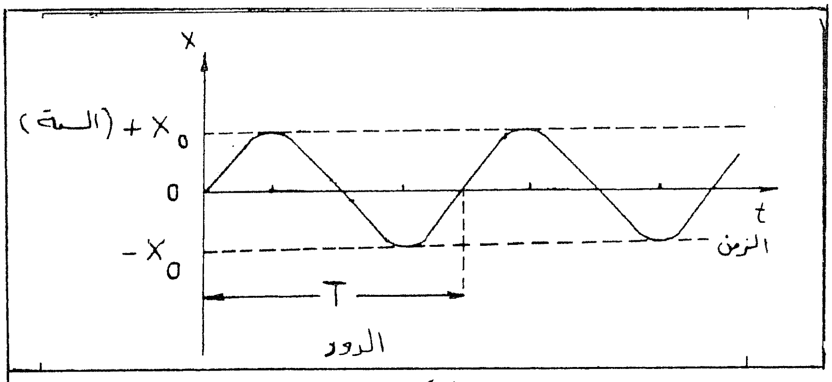
فإنها تعطي حلاً من الشكل :

$$X = X_0.\sin(\omega t + \theta)$$

وعندما $\theta = 0$ يكون الشكل كالتالي :

$$X = X_0.\sin\omega t \text{.........} \quad ..(7)$$

فإذا رسمنا المنحني البياني الممثل لهذا الحل (٧) بصورته البسيطة لوجدنا الشكل التالي (٢) .



الشكل رقم (٢)

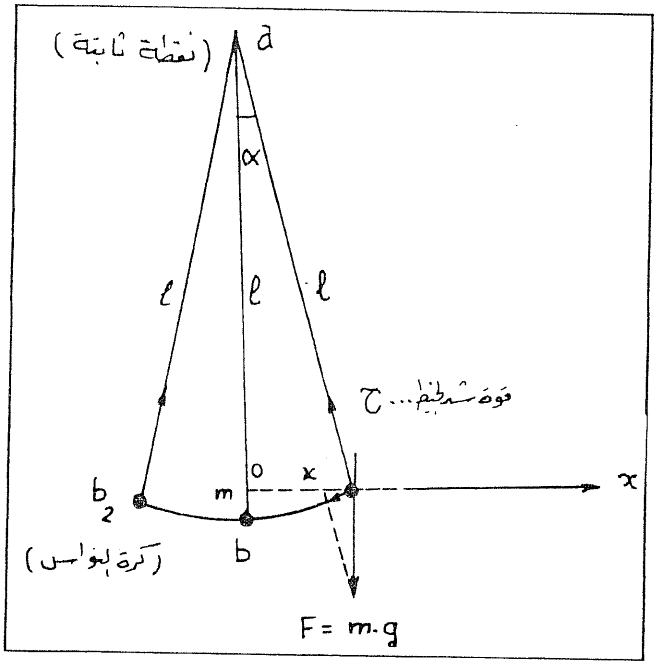
الذي يدل على أن حركة النواس البسيطة هي حركة اهتزازية جيبية بسيطة .

٣-الادوات والأجهزة :

- حامل معدني .- كرات صغيرة في قطرها أو مصنوعة من مواد مختلفة .
- عداد ثواني .- خيط مهمل الكتلة ومهمل التمدد .
- مسطرة مدرجة بالملمترات وأنصافها .- ملزمة خاصة للحامل المعدني .
- قدم قنوية .- قضيب أفقي مجهز بثقب لتعليق الكرة بواسطة الخيط .

٤- وصف الجهاز :

يمثل الشكل (٣) نواساً بسيطاً مؤلفاً من خيط ab مهمل الكتلة ومهمل التمدد نرمز لطوله بالرمز(L = ab)يثبت في نهايته العليا (a)وتعلق في نهايته السفلى كرة معدنية صغيرة كتلتها (m) نعتبرها نقطة كتلتها(m) متمركزة في النقطة (b) التي هي مركز كتلتها بالتقريب .



الشكل رقم (٣)

إذا أزحنا الكرة (b) إزاحة صغيرة ($\alpha = 6^0$) مثلاً وتركناها فإنها تنـــوس في حقل الجاذبية الأرضية في المخبر بنوسات كاملة كل نوسة كاملة منها يطلق عليها اسم دور النواس البسيط ويرمز له بالرمز (T)والنوسة الكاملة هي الحركة النوسية من (b_1) إلى (b_2) إلى (b_1) مثلاً فإذا استمرت هذه الحركة مدة كافية نحصل من أجلها على حركة اهتزازية منتظمة واقعة في مستوى شاقولي بحيث يكون مرتسم حركة مركـــز الكرة على سطح أفقي خطاً مستقيماً في الحالة الصحيحة وليس منحنياً كقطع ناقص أو غير ذلك .

فإذا قسنا طول النواس($ab = L$) قياساً صحيحاً، فإننا نحصل على الدور الوسطي(T) باستخدام عداد ثواني، ثم التعويض في الدستور (١) نحصل على قيمة التســـارع g في حقل الجاذبية الأرضية في مكان التجربة .

٥-طريقة العمل :

١- نختار طولاً لخيط النواس $L = 100\ cm$ أي $L = 1\ m$ ،نأخذ سعة زاويـــة صـــغيرة $\alpha = 6^0 = 0.1 rad$ وذلك بإزاحة خيط النواس إزاحـــة أفقيـــة قـــدرها تقريبـــاً $10\ cm = 0.01\ m$ عن وضعه الشاقولي . ثم نقيس مدة خمسين نوسة كاملة ونحسب زمن النوسة الواحدة التي تمثل دور النواس .

٢- احسب قيمة g من العلاقة (١) وكرر التجربة عدداً من المرات من أجل أطـــوال مختلفة L للنواس، ورتب النتائج في الجدول رقم (١) .

٣- احسب الخطأ النسبي والمطلق بالطريقة اللوغاريتمية واكتب النتيجة كما يلي :

$$g = \overline{g} \pm \overline{\Delta g}(m.s^{-2})$$

٤- احسب ميل المستقيم الحاصل ($\tan\theta$) ثم احسب g بيانياً وقارنهـــا مـــع g في الجدول (١) وماذا تستنتج ؟

$\bar{T}^2$ ..sec²	متوسط الدور $\bar{T} = \frac{t}{50}$....Sec	متوسط المدة $\bar{t}$..sec	مدة خمسين نوسة			طول النواس L
			~~تجربة (٣)~~	تجربة (٢)	تجربة (٣)	
			t_3	69,92 t_2	78,85 t_1	50
						60
						70
						80
						90
						100

الجدول رقم (١)

l(cm)	زمن 50 نوسة		$\bar{t}$	$\bar{T}$	$\bar{T}^2$
	تجربة (1)	تجربة (2)			
50	78,85	69,92			
60	73	78,52			
70	84,16	84,90			
80	87,96	89,10			
90	93,38	95,44			
100	100,76	100,30			

ارسم المنحني

$\bar{T}^2 = f(l)$ واحسب الميل

وتسارع الجاذبية الأرضية بيانياً ؟