السبت 2020/4/25

التجربة الرابعة

الحركة الاهتزازية التوافقية (قانون هوك)

Simple Harmonic Motion (Hooke's law)

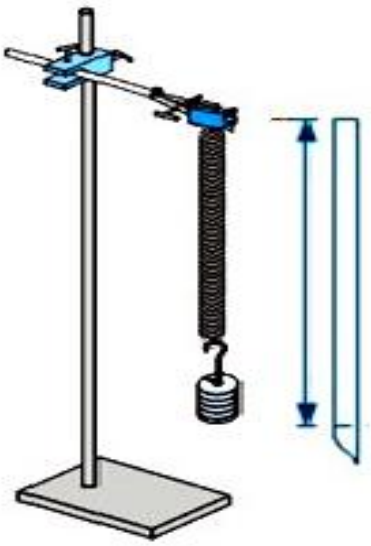
1- الغاية من التجربة:

- التحقق من صحة قانون هوك.
- حساب ثابت صلابة نابض.

2- الموجز النظري:

الحركة الاهتزازية التوافقية:

هي حركة كتلة مادية مقترنة بنابض مثالي مهمل الكتلة ومرونته تامة، ولا يتأثر هذا النابض بقوى الاحتكاك أو الجاذبية الأرضية أو مقاومة الهواء. تخضع الكتلة المهتزة لقوة مرونة النابض.



الشكل (1)

مع مقدار الإزاحة (x) وضع توازنها فإنها تخضع لقوة المرونة $(\vec{F})$ والتي تتناسب ويعبر عن قوة الإرجاع وتتجه دوماً نحو مركز التوازن.

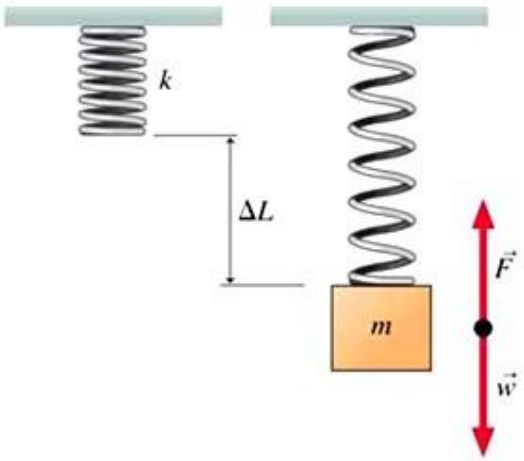
هذهقانون هوك :

$$\vec{F} = k\,.\vec{x}$$

حيث: k ثابت صلابة النابض

وهو عبارة عن قوة الشدة المقابلة لواحدة الاستطالة.

فعند إزاحة الجملة عن



الشكل(2)

نختار جملة إحداثيات وحيدة البعد مكونة من الشاقول بحيث تكون الجهة الموجبة نحو الأعلى. انظر إلى الشكل (2).

وبالتالي تصبح العلاقة السابقة على الشكل: $\vec{F} = -k\,.\,\vec{x}$

إن ظهور الإشارة السالبة يدل على أن القوة تعاكس الإزاحة بحيث تحاول إعادة الكتلة إلى وضع التوازن؛ لذلك تسمى $\vec{F}$ القوة المعيدة.

تكتب صيغة $\vec{F}$ بالشكل: $\vec{F} = m\,\vec{a}$

حيث: $\vec{a}$ التسارع؛ وبالتالي نحصل:

$$\vec{F} = m\,\vec{a} = -k.\,\vec{x}$$

بالإسقاط على محور الحركة نجد:

$$F_x = m\,a_x = m\frac{d\,2x}{dt^2} - - k.\,x$$

$$-k.\,x = m.\frac{d\,2x}{dt^2} \Rightarrow$$

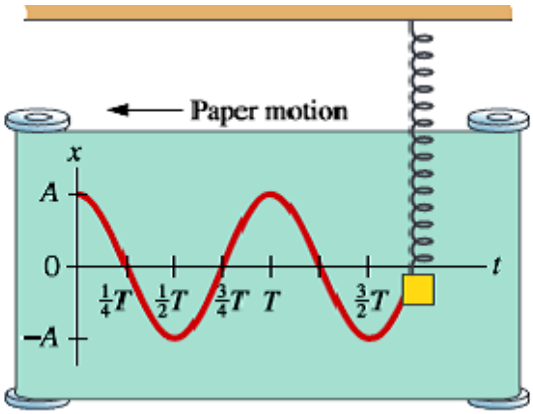
$$\frac{d\,2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \quad ، \quad \frac{k}{m} = \omega^2 \Rightarrow$$

$$\frac{d\,2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

وهذه معادلة تفاضلية حلها العام من الشكل:

$$x = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

تعبر هذه المعادلة الجيبية عن التابعية الزمنية لموضع الكتلة المهتزة، والمقدار ω عبارة عن نبض الحركة ،الشكل(2).



الشكل(3) الحركة الاهتزازية.

في هذه الحالة:

$$x = A\cos(2\pi t\,|T)$$

وبما أنه لدينا:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

نجد دور الحركة الاهتزازية التوافقية والمعطى بالعلاقة الآتية:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

أي أن دور اهتزاز النابض الحلزوني يتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لكتلة الجسم (m) وعكساً مع الجذر التربيعي لثابت صلابة النابض (k)

3 - الأجهزة، والأدوات المستخدمة:

- نوابض لولبية مختلفة.
- حامل كتل 10g.
- كتل مشقوقة 10g - 50g.

الشكل (4): الأثقال مع الحامل.

4- مراحل العمل، والنتائج:

أولاً - التحقق من قانون هوك:

- علّق النابض بحامله، ثم قس طول النابض L_0
- علّق في نهاية النابض كتلة m_1 فيستطيل النابض، نقيس الطول بعد الاستطالة، ولنسمّه L ثم نحسب الإزاحة: $X = L - L_0$
- رتّب نتائجك في الجدول (1).

الجدول (1):

$L_0 =$ (m)					
رقم التجربة	m (kg)	$m.g$	L (m)	$X = L - L_0$ (m)	k (N/m)
1					
2					
3					
4					
5					
$\bar{k} =$					

- علق بالنابض كتلاً متزايدة m_2 , m_3 , ...

واحسب X في كل مرة، يجب ألا يقلَّ عدد التجارب عن خمس تجارب.

- احسب القيمة الوسطية لثابت صلابة النابض $\bar{k}$

ثانياً - الحركة الاهتزازية للكتلة في نهاية النابض:

علِّق في نهاية النابض أصغر الكتل m المتوفرة، ثم أزحها عن وضع التوازن مسافة صغيرة، واتركها لتشرعَ بالاهتزاز .

فإذا كانت الاهتزازات سريعة استبدل بالكتلة m كتلة أكبر منها. استعمل عداد الثواني لقياس زمن 20 نوسة كاملة وليكن t.

- احسب زمن النوسة الواحدة وهو الدور T .
- أعد الفقرة السابقة من أجل عدة كتل مختلفة. وأيضاً يجب ألا يقلَّ عدد التجارب عن خمس تجارب ثم رتّب نتائجك في الجدول (2).
- ارسم على ورقة ميليمترية المنحني البياني لتحولات T^2 بدلالة m، واستنتج من ميل المستقيم الناتج ثابت صلابة النابض k .

الجدول (2):

رقم التجربة	m (kg)	t(s)	$T = \frac{t}{20}$	T^2	$\frac{T^2}{m}$
1					
2					
3					
4					
5					

- ارسم على ورقة لوغاريتمية الخط البياني لتحولات T^2 بدلالة m وأوجد معادلة الخط المرسوم، واحسب ثابت صلابة النابض k.
- قارن القيمة التي تحصل عليها بالقيمة التي حصلت عليها في التجربة السابقة، ماذا تلاحظ؟
- قدّر الخطأ في المقادير المستخدمة ΔT و Δm ثم احسب الارتياب المرتكب في حساب ثابت صلابة النابض.
- سجِّل القيمة النهائية لـ k بالشكل:

$$k = (k - \Delta k) \ N/m$$

أسئلة:

1 - ماذا يحصل للنابض في حال تعليق كتل إضافية، وهل تبقى قيمة ثابت الصلابة ثابتة؟

2 - كيف يمكن تحديد كتلة حامل النابض؟

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.