

# الفصل التاسع

## الحركة الاهتزازية

# ٩-١) مقدمة

- ▶ سندرس في هذا الفصل:
- ▶ ١- التعرف على الحركات الاهتزازية وخواصها العامة.
- ▶ ٢- التعرف على الحركة الاهتزازية لمنظومة .
- ▶ ٣- دراسة الطاقة الحركية لمهتز توافقي بسيط.
- ▶ ٤- حل بعض المسائل.

## ٩-٢) الخواص العامة للحركة الاهتزازية البسيطة

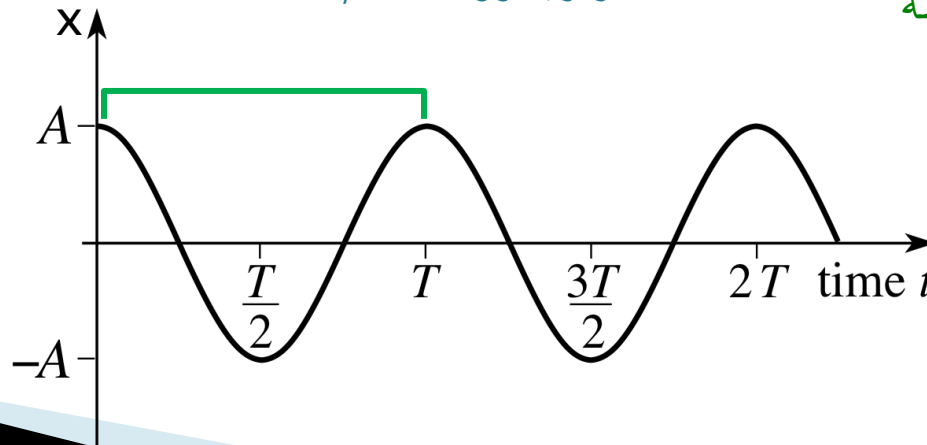
الحركة التوافقية البسيطة هي أحد أشكال الحركة الاهتزازية التي تنشأ نتيجة استجابة منظومة لقوة استعادة تتناسب طرديًا مع مقدار الازاحة عن موضع الاتزان حسب قانون هوك. وتوصف الحركة التي تتغير فيها الازاحة مع الزمن حسب العلاقة التالية:

سعة الاهتزازة وهي الازاحة القصوى عن موضع الاتزان، سواءً في الاتجاه الموجب أو السالب للمحور السيني

$$x = A \cos(\omega t + \phi)$$

التردد الزاوي للحركة  
الاهتزازية ووحدته rad/s

زاوية أو ثابت الطور وتحدد قيمتها الازاحة الابتدائية وسرعة المهتز. اذا كانت الازاحة القصوى ( $x=A$ ) في اللحظة  $t=0$ ، فهذا يعني أن  $\phi=0$ . أما اذا كانت ( $x \neq A$ ) في اللحظة  $t=0$ ، فإن  $\phi$  لها قيمة معينة.



## ٩-٢) الخواص العامة للحركة الاهتزازية البسيطة

الزمن الدوري  $T$ : هو الزمن الذي يستغرقه المهتز للقيام بدورة كاملة ووحدته وحدة الزمن.

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

التردد  $f$ : عدد الدورات في الثانية الواحدة ووحدته هيرتز Hz.  $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

التردد الزاوي:  $\omega = 2\pi f$

سرعة الحركة الاهتزازية:  $v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$

تسارع الحركة الاهتزازية:  $a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) = -\omega^2 x$

الطور:  $v_0 = A \sin\phi$       ثابت الطور:  $x_0 = A \cos\phi$        $\tan\phi = \frac{-v_0}{\omega x_0}$

السعة  $A$ :  $A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2}$

السرعة القصوى والتسارع الأقصى:  $v_{max} = \omega A$ ,  $a_{max} = \omega^2 A$

## ٩-٢) الخواص العامة للحركة الاهتزازية البسيطة

بافتراض حركتين متعامدتين احدهما في اتجاه  $x$  والاخرى في اتجاه  $y$ ، سيكون الشكل العام للموجه كالتالي:

$$y = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right)$$

$$y = A \sin\left[\frac{2\pi}{\lambda} (x - vt)\right], \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

$$y = A \sin\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right], \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ \& \; } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

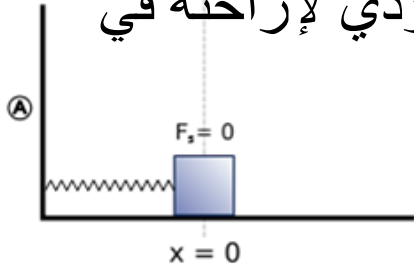
حيث  $k$  العدد الموجي ووحدته rad/m

$$y = A \sin(kx - \omega t)$$

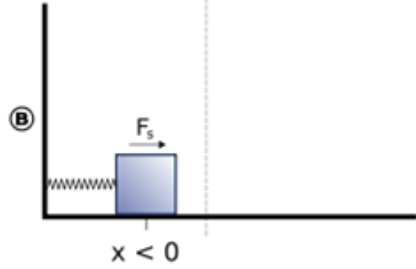
ويكون الشكل العام كالتالي:  $y = A \sin(kx - \omega t + \phi)$

## ٩-٣) الحركة الاهتزازية البسيطة في منظومة كتلة-نابض

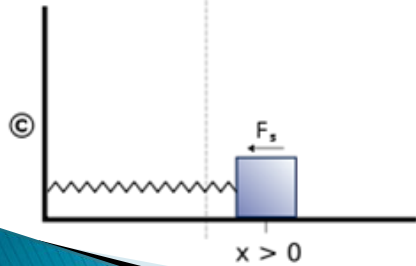
المنظومة في الشكل المقابل مكونة من جسم كتلته  $m$  يتحرك على سطح أفقي تحت تأثير نابض ثابتته  $k$  ومربوط بالجسم. القوة المؤثرة على الجسم ستؤدي لإزاحته في اتجاه معاكس.



$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$$



$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$$



$$a(t) = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

## ٩-٣) الحركة الاهتزازية البسيطة في منظومة كتلة-نابض

حالات خاصة:

الرجاء مراجعة الكتاب صفحة ٣٠٣

# ٦-٧) حل أمثلة صفحة ٣٠٩

مثال رقم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤

# ٦-٨) مسائل صفحة ٣١٩

١، ٣، ٥