

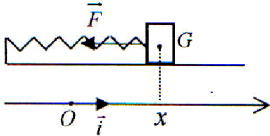
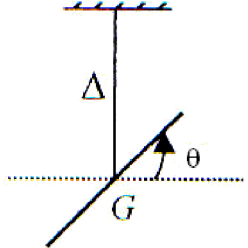
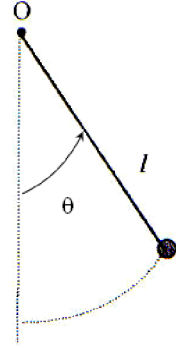
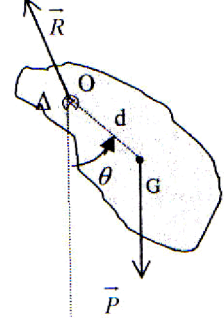
المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

I. أمثلة لمجموعات ميكانيكية متذبذبة

المتذبذب الميكانيكي جسم (أو مجموعة) يمكنه (ها) إنجاز حركة ذهاب و إياب حول موضع توازنه (ها) المستقر عندما نزيحه (ها) أو نديره (ها) عن هذا الموضع ثم نحرره (ها).

تعريف

• أمثلة

النواس المرن	نواس اللي	النواس البسيط	النواس الوزن
			
يتكون من نابض أحد طرفيه مثبت بينما طرفه الآخر يرتبط بجسم صلب.	يتكون من سلك فولاذي رأسي أحد طرفيه مثبت و الآخر يرتبط بجسم صلب بحيث محور السلك رأسي و يمر من مركز قصوره.	يتكون من جسم نقطي يتأرجح على مسافة ثابتة من نقطة ثابتة.	جسم صلب قابل للدوران حول محور أفقي لا يمر بمركز قصوره.

II. مميزات حركة تذبذبية

1- الوسع

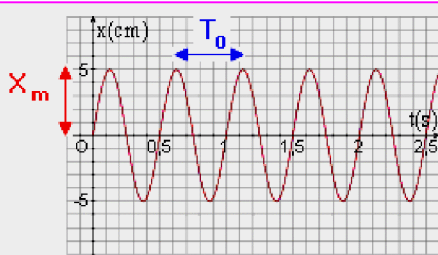
تعريف

وسع حركة تذبذبية يساوي القيمة القصوى للأفصول الخطي X_m أو الزاوي θ_m الذي يعلم موضع مركز القصور للمجموعة .

2- الدور الخاص

تعريف

الدور الخاص لحركة تذبذبية يساوي مدة ذبذبة واحدة و رمزه T_0 و وحدته الثانية s.



3- التردد الخاص

التردد الخاص لحركة تذبذبية يساوي عدد الذبذبات في الثانية و تعبيره $N_0 = \frac{1}{T_0}$ و وحدته الهرتز Hz. الذبذبة هي حركة ذهاب و إياب حول موضع التوازن المستقر.

تعريف

III. خمود التذبذبات

1- تعريف

-2

تسبب قوى الاحتكاك تناقصا تدريجيا في وسع التذبذبات فنقول أن التذبذبات مخمدة.

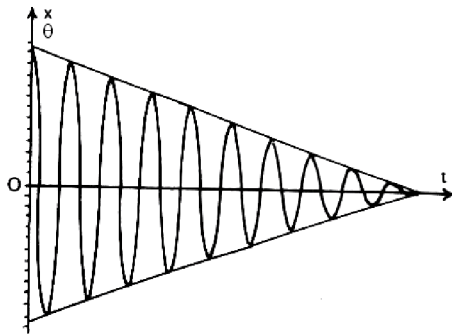
تعريف

2- صنفاء الخمود

نميز بين نوعين من الخمود:
- الخمود باحتكاكات مائعة حيث يحتك المتذبذب بجسم مائع (سائل أو غاز)
- الخمود باحتكاكات صلبة حيث يحتك المتذبذب بجسم صلب.

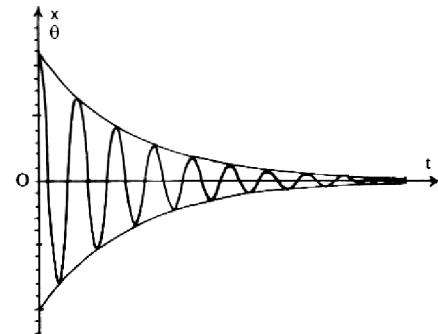
تعريف

الخمود بالاحتكاكات الصلبة



- يتناقص وسع التذبذبات خطيا.
- شبه الدور يساوي الدور الخاص: $T = T_0$

الخمود بالاحتكاكات المائعة



- يتناقص وسع التذبذبات أسيا.
- شبه الدور أكبر من الدور الخاص: $T > T_0$

في حالة خمود مائع حاد نميز ثلاثة أنظمة:

خمود فوق الحرج	خمود حرج	خمود تحت الحرج
يستغرق المتذبذب وقتا طويلا للعودة إلى موضع توازنه المستقر بدون تذبذب	يعود المتذبذب إلى موضع توازنه المستقر بدون تذبذب	ينجز المتذبذب ذبذبة واحدة ثم يتوقف.

IV. دراسة تحريكية لمتذبذبات ميكانيكية

1- المعادلة التفاضلية

- لإثبات المعادلة التفاضلية المميزة لمتذبذب تتبع الخطوات التالية:
- جرد القوى و مزدوجات القوى الخارجية المطبقة على المجموعة المتذبذبة،
- تطبق العلاقة الأساسية لديناميك على المجموعة المتذبذبة:

$$(1) \quad \Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}_G$$

- القانون الثاني لنيوتن:

- أو العلاقة الأساسية لديناميك الدوران في حالة تذبذبات دورانية:

$$(2) \quad \Sigma M_{\Delta} = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$$

- في حالة تطبيق العلاقة (1) يجب إسقاطها في معلم للفضاء لاستنتاج المعادلة التفاضلية. و في حالة العلاقة (2) يجب اختيار منحى موجب باعتبار العزم مقدارا جبريا.

2- خاصيات متذبذبات

النواس المرن	نواس اللي	النواس الوزن (حالة وسع ضعيف)	النواس البسيط (حالة وسع ضعيف)
أفصول خطي x	أفصول زاوي θ	أفصول زاوي θ	أفصول زاوي θ
الكتلة m	عزم القصور J_{Δ}	عزم القصور J_{Δ}	عزم القصور J_{Δ} $J_{\Delta} = m\ell^2$
القوة المرنة:	مزدوجة اللي. عزمها:	وزن النواس. عزمه:	وزن النواس. عزمه:
$F_x = -k \cdot x$	$M_T = -C \cdot \theta$	$M_T = -m \cdot g \cdot d \cdot \theta$	$M_T = -m \cdot g \cdot \ell \cdot \theta$
المعادلة التفاضلية المميزة	$\ddot{\theta} + \frac{C}{J_{\Delta}} \theta = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{mgd}{J_{\Delta}} \theta = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell} \theta = 0$
النضج الخاص	$\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{J_{\Delta}}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{J_{\Delta}}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$
الدور الخاص	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\Delta}}{C}}$	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\Delta}}{mgd}}$	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$
المعادلة الزمنية	$x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$

V. ظاهرة الرنين الميكانيكي

1- تعريف

الرنان متذبذب ميكانيكي تم إقرانه بجهاز يمنحه الطاقة دوريا يسمى المثير. في هذه الحالة تتعت التذبذبات بالقسرية.

تعريف

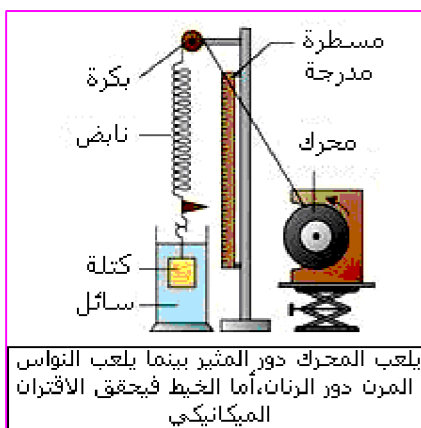
2- الرنين الميكانيكي

3-

- يتعلق وسع تذبذبات الرنان بالدور الذي يفرضه المثير و يصل قيمته القصوى عند الرنين (مبيان 1).
- عند الرنين يقارب دور التذبذبات الدور الخاص:

$$T \approx T_0$$

تعريف



3- تأثير الخمود (مبيان 2)

- في حالة خمود ضعيف يكون الرنين حادا: وسع التذبذبات عند الرنين مرتفع.
- بارتفاع شدة الخمود تنخفض حدة الرنين الذي يصبح ضايبا (غير بارز).

