الوحدة 07: التطورات المهتزة

المستوى: نهائي علوم تجريبية المجال: التطورات غير الرتيبة. الوحدة 07: التطورات المهتزة	الأستاذ: ملكي علي. المدة الاجمالية للوحدة: (2أ.م + 6سا نظري)
مؤشرات الكفاءة: يميز بين أنماط الاهتزازات الحرة (غير المتخامدة والمتخامدة، المغذاة) يفسر الاهتزازات بواسطة المعادلة التفاضلية الموافقة يكتب المعادلة التفاضلية لتفريغ مكثفة في وشيعة **المراجع:** الكتاب المدرسي-الوثيقة المرافقة-المنهاج-وثائق الأنترنت **التقويم:** تمارين من الكتاب المدرسي رقم 12ص377 +رقم21ص380 + رقم29ص384 +	**تدرج تعليمات الوحدة:** ✓ الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية النواس المرن النواس الثقلي مفهوما الدور وشبه الدور المعادلة التفاضلية للنواس المرن الأفقي المعادلة التفاضلية لهزاز مغذى عبارة دور الهزاز المغذى ✓ الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية المعادلة التفاضلية الحل في حالة إهمال التخامد المعادلة التفاضلية لهزاز مغذى
مراحل سير الوحدة: **I-الاهتزازات الحرة لجملة ميكانيكية** دراسة بعض الجمل (النواس المرن – النواس الثقلي-مفهوم الدور وشبه الدور – المعادلات التفاضلية) تغذية الاهتزازات بتعويض التخامد (المعادلة التفاضلية لهزاز مغذى والحل من الشكل: $x(t)=x_m\cos(\omega_0 t+\varphi)$ - عبارة دور الهزاز المغذى الدراسة الطاقوية لحركة النواس المرن **II-الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية:** تفريغ مكثفة في وشيعة (الدارة RLC) المعادلة التفاضلية – الحل في حالة اهمال التخامد- تغذية الاهتزازات بتعويض التخامد-المعادلة التفاضلية من أجل هزاز مغذى-الحل $q(t)=q_0\cos(\omega_0 t+\varphi)$ - عبارة الدور لهزاز مغذى)	**الوسائل المستعملة** نوابض مرنة – كتل عيارية – حامل – كرونومتر – خيط عديم الامتطاط ومهمل الكتلة – كرية مهملة البعاد – راسم الاهتزازات – مكثفة -وشيعة – قاطعة – اسلاك توصيل – GBF **الأسئلة الأساسية:** 1-عندما نزيح أرجوحة عن وضع توازنها ونتركها لحالها تنجز حركة اهتزازية - متى تكون الاهتزازات حرة؟ - كيف تتحول الى اهتزازات قسرية؟ 2-ماهي خصائص الاهتزازات الحرة الميكانيكية؟ 3-ماهي خصائص الاهتزازات الحرة الكهربائية؟ 3-ماهي خصائص الاهتزازات القسرية؟

المستوى: نهائي علوم تجريبية	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -1-		
الوحدة: التطورات المهتزة	الموضوع: الاهتزازات الحرة الميكانيكية	

مؤشرات الكفاءة:

- يميز بين أنماط الاهتزازات الحرة (غير المتخامدة والمتخامدة، المغذاة)
- يفسر الاهتزازات بواسطة المعادلة التفاضلية الموافقة

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي
- نوابض مرنة – كتل عيارية – حامل – كرونومتر – خيط عديم الامتطاط ومهمل الكتلة – كرية مهملة البعاد

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
60 د 60 د 60 د 30 د	**I-الاهتزازات الحرة لجملة ميكانيكية** دراسة بعض الجمل (النواس المرن – النواس الثقلي-مفهوم الدور وشبه الدور – المعادلات التفاضلية) تغذية الاهتزازات بتعويض التخامد (المعادلة التفاضلية لهزاز مغذى والحل من الشكل: $x(t) = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ - عبارة دور الهزاز المغذى العوامل المؤثرة في دور الحركة الدراسة الطاقوية لحركة النواس المرن	يعرف بعض الجمل المهتزة ويميز بين أنماط الاهتزاز الحر والاهتزاز الحر المغذى. يكتب المعادلة التفاضلية للنواس المرن الأفقي. يكتب المعادلة التفاضلية لهزاز مغذى ويكتب عبارة دوره. ينجز اهتزاز جسم صلب مثبت بنابض أفقي واهتزاز نواس بسيط. يدرس حالة التخامد	طرح الإشكاليات التالية: عندما نزيح أرجوحة عن وضع توازنها ونتركها لحالها ماذا يحدث للجملة. - متى تكون الاهتزازات حرة؟ 2-ماهي خصائص الاهتزازات الحرة الميكانيكية؟	تمرين الكتاب المدرسي

I- الاهتزازات الحرة لجملة ميكانيكية:

1-الجملة المهتزة: هي كل جملة ميكانيكية تقوم بحركة ذهاب وإياب على جانبي وضع توازنها.

تكون الاهتزازات الحرة على إحدى الأنماط التالية:

اهتزازات حرة غير متخامدة: عندما تهتز الجملة وتبقى طاقتها ثابتة خلال الزمن مثل: النواس البسيط المثالي

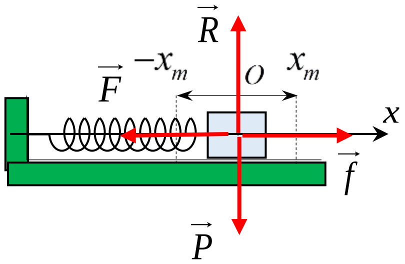
اهتزازات حرة متخامدة: عندما تهتز الجملة وتفقد جزء من طاقتها بفعل الاحتكاكات مثل: حركة النواس المرن

اهتزازات حرة مغذاة: عندما يتم تعويض كل الطاقة الضائعة باستمرار ويتحقق ذلك بتجهيز مناسب مثل: رقاص ساعة حائطية

2-دراسة بعض الجمل المهتزة:

2-1-النواس المرن:

نزيح الجسم (S) ذو الكتلة (m) عن وضع توازنه (O) بمقدار (x_m) ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية عند $(t=0)$ فنلاحظ أن الجسم يتحرك ذهابا وإيابا على جانبي وضع التوازن (O) وتتكرر العملية خلال فترات زمنية متساوية ومتعاقبة



سبب الحركة قوة يطبقها النابض على الجسم $\vec{F}$ تعمل على إعادته الى وضع توازنه (O) وتتعلق بثابت المرونة ومقدار الازاحة (x) وتكون متجهة دوما نحو (O) وتعطى عبارتها $F=kx$

المعادلة التفاضلية:

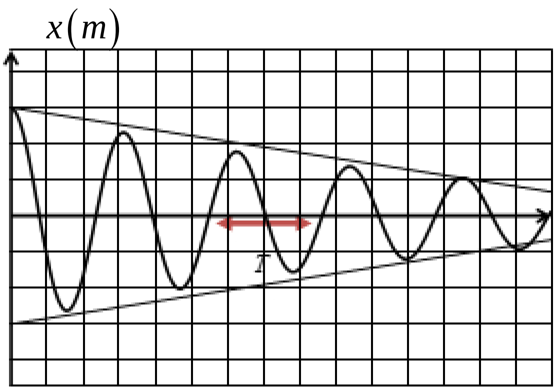
الجملة: الجسم (S) المرجع سطحي أرضي وهو غاليلي

القوى المؤثرة: قوة الثقل $\vec{P}$ ورد الفعل $\vec{R}$ قوة توتر النابض $\vec{F}$ وقوى الاحتكاك الصلب $\vec{f}$

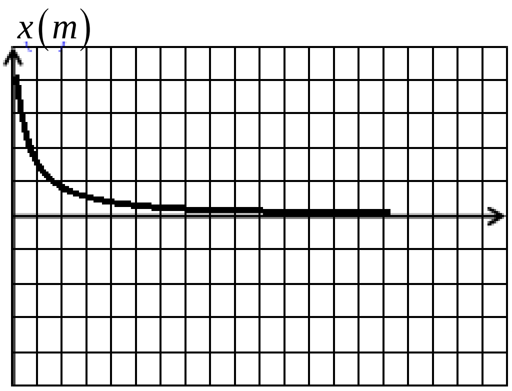
بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم: $\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}+\vec{f}=m.\vec{a}$

وبالإسقاط على المحور (Ox) نجد: $-F+f=m.a$ ومنه $-k.x+f=m.\dfrac{d^2x}{dt^2}$

نستخلص أن: $\dfrac{d^2x}{dt^2}+\dfrac{k}{m}x-\dfrac{f}{m}=0$ وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها خارج البرنامج



حالة احتكاكات ضعيفة (نظام شبه دوري)



حالة احتكاكات قوية (نظام لا دوري حرج)

مفهوم شبه الدور للحركة: هو الفترة الزمنية الفاصلة بين مرورين متتاليين للجسم (S) من نفس الموضع

وفي نفس الاتجاه عبارته: $T=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

الهزاز الحر المغذى: نقول عن جملة ان اهتزازه حر مغذى عندما تهتز دون مؤثر خارجي

بإهمال جميع الاحتكاكات تكون الاهتزازات حرة غير متخامدة وتصبح المعادلة التفاضلية $\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k}{m}x=0$

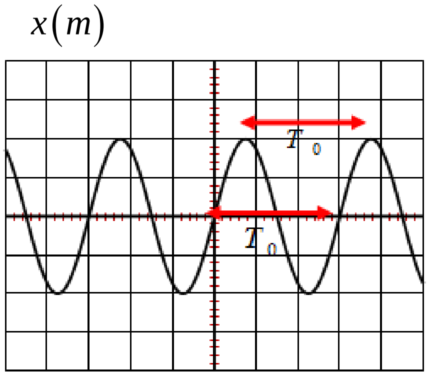
وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها من الشكل: $x(t)=x_m\cos(\omega_0 t+\varphi)$

(x_m) سعة الحركة أو القيمة الأعظمية للمطال وحدتها بالمتر (m)

(w_0) النبض الذاتي للحركة وهو ثابت يميز الحركة $\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}$ وحدته (rad/s)

$(\omega_0 t+\varphi)$ صفحة الحركة و (φ) الصفحة الابتدائية وتحدد من الشروط الابتدائية و وحدتها (rad)

سنعطي مثال في التقويم على طريقة حساب الصفحة الابتدائية



الدور الذاتي للحركة T_0:

عبارته من الشكل: $T_0=\frac{2\pi}{w_0^2}=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

وحدة الدور باستعمال التحليل البعدي

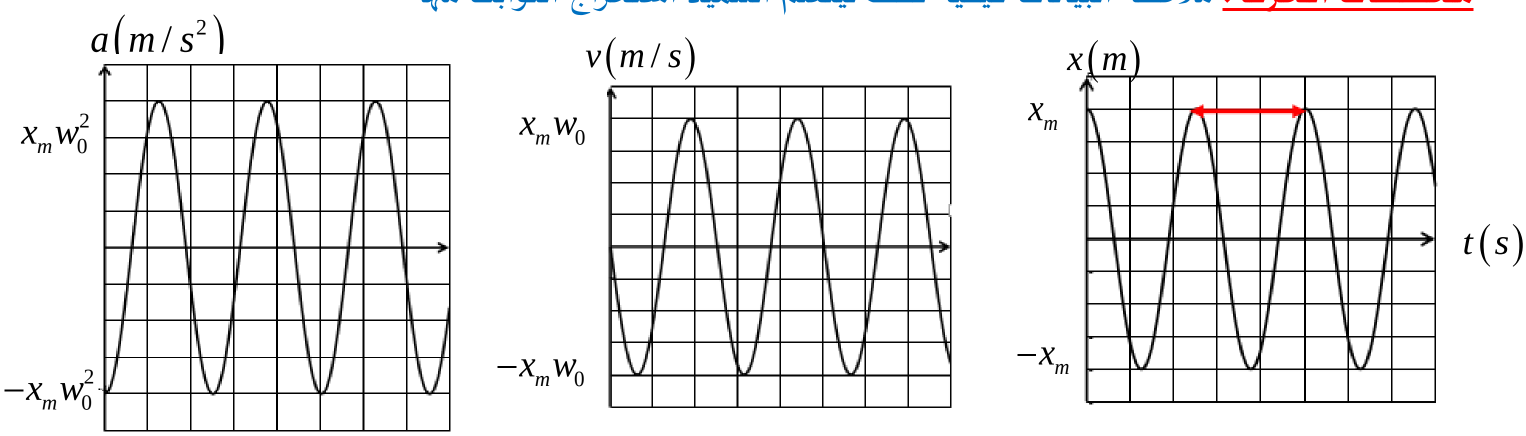
$$\begin{cases} F=ma\Rightarrow m=\frac{F}{a} \\ F=k.x\Rightarrow k=\frac{F}{x}\end{cases}\Leftrightarrow \frac{m}{k}=\frac{x}{a}\Rightarrow\left[\sqrt{\frac{m}{k}}\right]=\sqrt{\frac{[x]}{[a]}}=\sqrt{\frac{m}{m.T^{-2}}}=\sqrt{T^2}=T$$

التواتر الذاتي f_0 : هو عدد الاهتزازات في الثانية الواحدة ويعطى بالعلاقة: $f_0=\frac{1}{T_0}=\frac{\omega_0}{2\pi}$

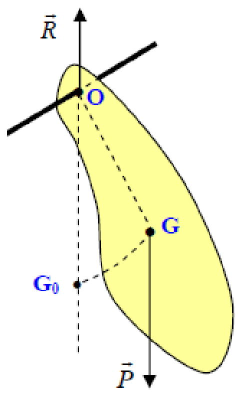
معالة السرعة: $v(t)=\frac{dx(t)}{dt}=\frac{d}{dt}\left(x_0\cos(\omega_0 t+\varphi)\right)=-\omega_0.X_0\sin(\omega t+\varphi)$

معالة التسارع: $a(t)=\frac{d^2x(t)}{dt^2}=\frac{dv(t)}{dt}=\frac{d\left(-\omega_0.X_0\sin(\omega t+\varphi)\right)}{dt^2}=-\omega_0^2.X_0\cos(\omega t+\varphi)$

مخططات الحركة: ملاحظة البيانات كيفية فقط ليتعلم التلميذ استخراج الثوابت منها



2-2-النواس الثقلي:



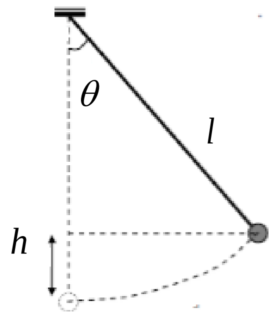
نواس ثقلي مركب

النواس الثقلي المركب: هو كل جسم صلب بإمكانه الاهتزاز حول محور ثابت وأفقي لا يمر من مركز عطالته مثل: الأرجوحة -رقاص ساعة حائطية

توازن النواس:

يكون النواس الثقلي في حالة توازن عندما يكون مركز عطالته واقعا على نفس الشاقول مع نقطة تعليقة فاذا كان أسفل منها يكون في توازن مستقر وإذا كان أعلى منها يكون في حالة توازن قلق (مضطرب – غير مستقر)

النواس الثقلي البسيط (نواس غاليلي)



نواس ثقلي بسيط

يتألف من خيط طويل مهمل الكتلة وعديم الامتطاط طوله (l) معلق بنهايته الحرة جسم نقطي (أبعاده مهملة أمام طول الخيط) فيهتز بفعل ثقله

دراسة الحركة في حالة الاهتزازات الحرة غير المتخامدة:

نزيح كرة النواس بزاوية إزاحة ابتدائية θ في اتجاه نعتبره الاتجاه الموجب ونتركها دون سرعة ابتدائية، نلاحظ أن الكتلة تحاول الرجوع إلى الوضع الشاقولي بفعل قوة جذب الأرض

توازن النواس: يكون النواس في حالة توازن عندما يكون شاقوليا

عبارة نبض الحركة ω_0 : تعطى مباشرة من الشكل $\omega_0^2 = \dfrac{g}{\ell} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$

عبارة الدور: تعطى مباشرة لشعبة العلوم التجريبية تجريبيا دون التطرق للمعادلة التفاضلية.

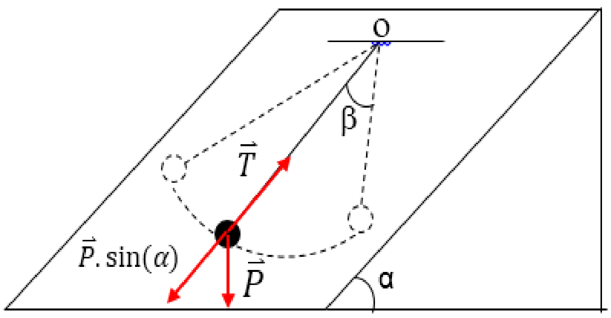
من الشكل $T_0 = \dfrac{2\pi}{w_0} = \dfrac{2\pi}{\sqrt{\dfrac{g}{l}}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ هذه العبارة لنواس ثقلي بسيط معلق شاقوليا يعني $\alpha = 90°$

بالنسبة لشعبة التقني رياضي تبرهن على المعادلة التفاضلية بواسطة نظرية الطاقة

العوامل المؤثرة في دور الحركة

نشاط تجريبي: ننجز التركيب التجريبي الموضح في الشكل نعلق نواس ثقلي بسيط على مستوى مائل بزاوية α عن سطح الأرض ونقوم بإزاحته بمقدار زاوية β . في كل مرة نغير من قيمة الزاوية α ونقدر قيمة دور الحركة وندون النتائج في الجدول أسفله: تعطى عبارة الدور $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g\sin\alpha}}$

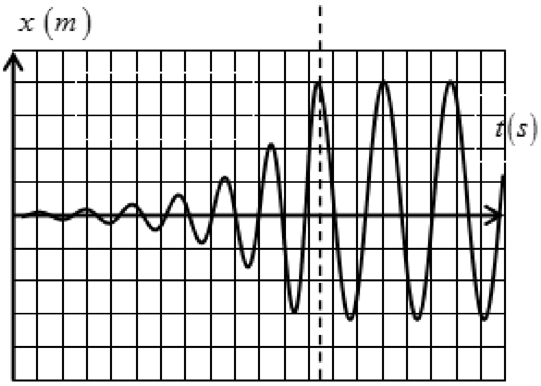
قيمة الزاوية α	طول الخيط	قيمة الجاذبية	قيمة الدور
$\alpha = 90°$	0,5m	9,8m/s^2	1,41s
$\alpha = 90°$	0,2m	9,8m/s^2	0,89s
$\alpha = 30°$	0,5m	9,8m/s^2	2s
$\alpha = 0°$	0,5m	9,8m/s^2	0s



مناقشة النشاط التجريبي: العامل المؤثر هنا هو الجاذبية كلما زادت α قل الدور بسبب زيادة الجاذبية المسقطة على المستوي المائل و النواس يقوم بحركة دورية بحيث يزداد دوره ببعد مركز عطالته عن محور الدوران (طول النواس l) و يقل دورة بزيادة الارتفاع عن الأرض (نقصان الجاذبية g) و لا يتأثر دوره بالكتلة المعلقة

ملاحظة: لا تعطى هذه العلاقات بل يدرس الجانب التجريبي منها فقط من اجل اثبات التناسب الطردي مع الطول والتناسب العكسي مع الجاذبية: تم تعطى عبارة الدور $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ مباشرة

3-تغذية الاهتزازات الميكانيكية:(مثال النواس المرن)



لا تخلو حركة أي مهتز ميكانيكي حقيقي من تخامد يؤدي الى تناقص سعته وللحفاظ على سعة ثابتة يجب تعويض وباستمرار الطاقة الضائعة بفعل الاحتكاك.

يتم ذلك بواسطة أجهزة خاصة مثل اضافة ثقل موازن لساعة حائطية أو نابض حلزوني كما في ساعة اليد.

إن تغذية الاهتزازات الميكانيكية تتم بتطبيق قوة اضافية على الجسم المهتز لا تؤثر على السعة بل بإمكانها أن تعوض بشكل مستمر كل الطاقة الضائعة وتصبح السعة ثابتة.

ففي النواس الافقي تصبح المعادلة التفاضلية من الشكل: $\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k}{m}x=0$ وحلها من الشكل: $x(t)=x_m\cos(\omega_0 t+\varphi)$

إضافة للوحدة (ليس بالضرورة التعقيب عليها لكن يجب ادراجها في التقويم)

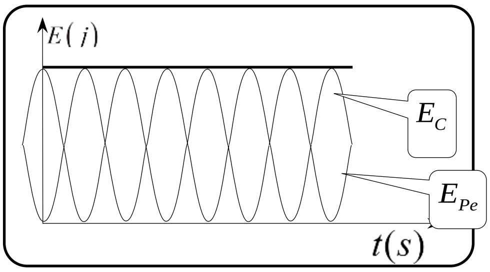
الدراسة الطاقوية لحركة النواس المرن عبارة الطاقة الكلية للجملة(نابض-أرض)

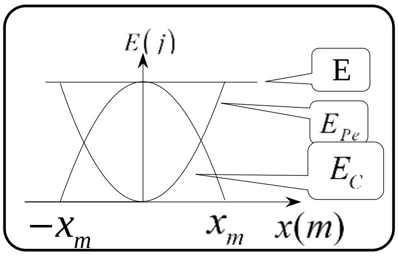
نعتبر الوضع المرجعي للطاقة الكامنة الثقالية هو المستوي الأفقي الذي يتحرك فوقه الجسم ونهمل جميع الاحتكاكات

$$E_T = E_C + E_{pe} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\left(-\omega_0 . X_0\sin(\omega t+\varphi)\right)^2 + \frac{1}{2}k\left(x_0\cos(\omega_0 t+\varphi)\right)^2$$

$$E_T = \frac{1}{2}m.\omega_0^2.x_0^2\sin^2(\omega t+\varphi)+\frac{1}{2}k.x_0^2\cos^2(\omega_0 t+\varphi)$$

ولدينا $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ اذن تصبح $E_T = \frac{1}{2}k.x_0^2\sin^2(\omega t+\varphi)+\frac{1}{2}k.x_0^2\cos^2(\omega_0 t+\varphi)=\frac{1}{2}k.x_0^2$ نستنج من ذلك أنه خلال الحركة يوجد تحوّل متبادل بين الطاقة الحركيةوالطاقة الكامنة المرونية أي أن طاقة الجملة تبقى محفوظة





المعادلة التفاضلية لحركة النواس المرن باستخدام مبدأ إنحفاظ طاقة الجملة:

باشتقاق $E_T = \frac{1}{2}m.v^2+\frac{1}{2}k.x^2$ بالنسبة للزمن نجد: $\frac{dE}{dt} = \left(\frac{1}{2}m\right).(2v).\frac{dv}{dt}+\left(\frac{1}{2}k\right).(2x).\frac{dx}{dt}=0$

وحيث أن: $v=\frac{dx}{dt}$ ، $\frac{dv}{dt}=\frac{d^2x}{dt^2}$ وعليه : $m.v.\frac{d^2x}{dt^2}+k.x.v=0$ ، إذن : $\frac{dx^2}{d^2t}+\frac{k}{m}x=0$

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -2-		
الوحدة: التطورات المهتزة	الموضوع: الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية	

مؤشرات الكفاءة:

- يكتب المعادلة التفاضلية لتفريغ مكثفة في وشيعة

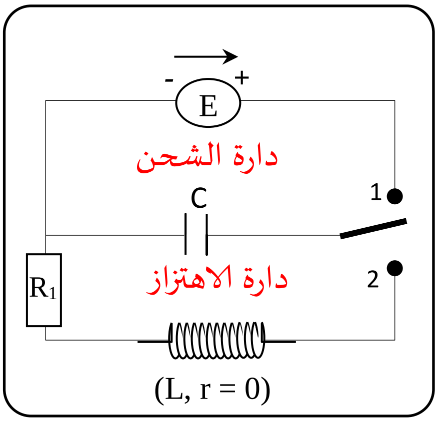
الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي
- راسم الاهتزازات – مكثفة -وشيعة – قاطعة – اسلاك توصيل – GBF

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
60د 60د	**II-الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية** تفريغ مكثفة في وشيعة (الدارة RLC) (المعادلة التفاضلية – الحل في حالة اهمال التخامد-تغذية الاهتزازات بتعويض التخامد-المعادلة التفاضلية من أجل هزاز مغذى-الحل $q(t)=q_0\cos(\omega_0 t+\varphi)$ - عبارة الدور لهزاز مغذى)	يرسم الدارة الكهربائية RLC يكتب المعادلة التفاضلية. يحل المعادلة التفاضلية في حالة إهمال التخامد. يكتب المعادلة التفاضلية لهزاز مغذى. يكتب عبارة دور الهزاز المغذى. يدرس تفريغ مكثفة في وشيعة (في الأنظمة الثلاثة :الدوري، شبه الدوري، اللادوري)	طرح الإشكاليات التالية -ماهي خصائص الاهتزازات الحرة الميكانيكية؟ -ماهي خصائص الاهتزازات الحرة الكهربائية؟	تمرين الكتاب المدرسي

II- الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية

1-الجملة الكهربائية المهتزة:



ندعو جملة كهربائية مهتزة كل دارة تحتوي على وشيعة، مكثفة مشحونة ومقاومة

نشاط تجريبي

نحقق دارة كهربائية كما بالشكل المقابل

بواسطة الدارة1نحقق شحن المكثفة وعند تمام الشحن نحول البادلة إلى الوضع 2

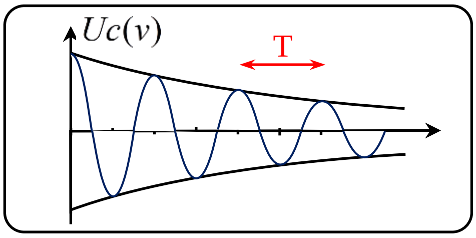
نوصل راسم اهتزاز بين طرفي المكثفة نلاحظ المنحنى الموضح بالشكل (1)

إن البيان يدل على أن التوتر بين طرفي المكثفة متخامد

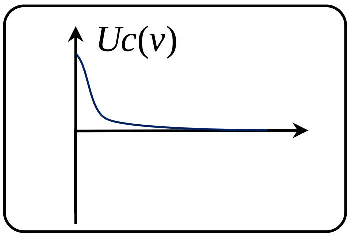
ويلاحظ ازدياد هذا التخامد بزيادة المقاومة (R) الشكل (2)

عند جعل مقاومة الدارة معدومة $(R=0)$ نحصل على منحنى الشكل (3)

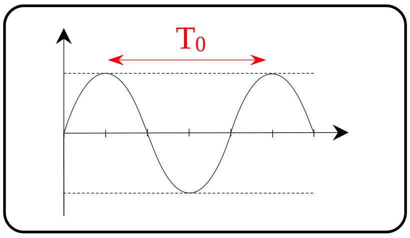
وتكون الاهتزازات في هذه الحالة دورية غير متخامدة



الشكل 1



الشكل 2



الشكل 3

المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة توتر المكثفة:

باستخدام قانون التوترات لدينا $U_C+U_B+U_R=0$ حيث $U_B=L\dfrac{di}{dt}$ ، $i=\dfrac{dq}{dt}$ ، $q=C.U_C$

$$U_C+L\frac{di}{dt}+R.i=0 \quad ، \quad U_C+L.C.\frac{d^2U_C}{dt^2}+R.C\frac{.dU_C}{dt}=0 \quad ، \quad \frac{d^2U_C}{dt^2}+\frac{R}{L}.\frac{.dU_C}{dt}+\frac{1}{L.C}.U_C=0.$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها خارج البرنامج: منحناها البياني الشكل (1)

- من أجل (R) صغيرة تكون النظام الكهربائي متخامد شبه دورية دورها $T\approx T_0$
- من أجل (R) كبيرة يكون النظام الكهربائي لا دوري حرج
- من أجل $(R=0)$ دارة مثالية LC تصبح المعادلة التفاضلية $\dfrac{d^2U_C}{dt^2}+\dfrac{1}{L.C}.U_C=0$ حلها جيبيا

$$U_C(t)=E.\cos(\omega_0.t+\varphi)$$

نبضها الذاتي $\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ ، دوره الذاتي $T_0=2\pi\sqrt{LC}$ نقول عن النظام الكهربائي في هذه الحالة أنه دوري غير متخامد

ملاحظة: يمكن اجراء الدراسة التحليلية للدارة (RLC) باستعمال شدة التيار (i) أو كمية الكهرباء (q)

المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة شحنة المكثفة:

حسب قانون جمع التوترات في الدارة المهتزة حالة هزاز حر مغذى $(U_B+U_C=0)$ ومنه $\left(L\dfrac{di}{dt}+\dfrac{1}{C}q=0\right)$ حيث $\left(\dfrac{di}{dt}=\dfrac{d^2q}{dt^2}\right)$

تصبح $\left(\dfrac{d^2q}{dt^2}+\dfrac{1}{LC}q=0\right)$ وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها جيبي من الشكل: $q(t)=q_0\cos(\omega_0t+\varphi)$

عبارة دورها الذاتي: $\left(T_0=2\pi\sqrt{L.C}\right)$

اثبات أن طاقة الجملة (وشيعة-مكثفة) ثابتة

إن طاقة الدارة في أي لحظة هي طاقة الوشيعة والمكثفة $E = E_C + E_L$

حيث $E(t) = \frac{1}{2}.\frac{q^2(t)}{C} + \frac{1}{2}.L.i^2(t)$ تصبح $E(t) = \frac{1}{2}.\frac{q^2(t)}{C} + \frac{1}{2}.L.i^2(t)$

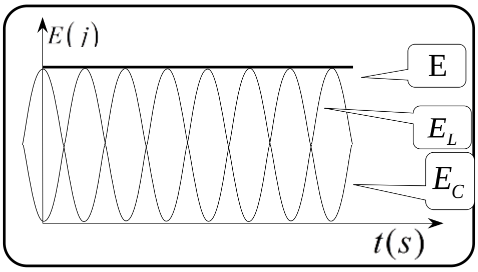
نشتق المعادلة من الطرفين نجد $\frac{dE}{dt} = \frac{1}{C}.q.\frac{dq}{dt} + L.i.\frac{di}{dt}$ وتصبح $\frac{dE}{dt} = \frac{1}{C}.q.\frac{dq}{dt} + L.\frac{dq}{dt}.\frac{d^2q}{dt^2} = (\frac{1}{C}.q + L.\frac{d^2q}{dt^2}).\frac{dq}{dt}$

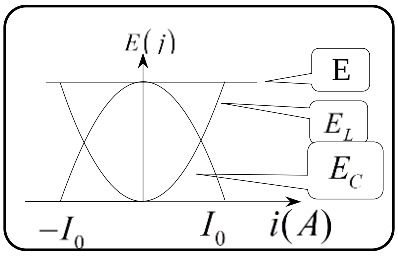
من المعادلة التفاضلية السابقة $(L.\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{C}.q = 0)$ اذن $\left(\frac{dE}{dt} = 0\right)$ أي أن التغير في الطاقة معدوم مما يدا على إنه لا يوجد ضياع في الطاقة (الطاقة محفوظة) وتعطى بـ $E(t) = \frac{1}{2}.\frac{q_0^2}{C} = \frac{1}{2}.L.I_0^2 = C^{te}$

ومن اجل دارة تحتوي على مقاومة فإن $\frac{dE}{dt} = -R.i^2$ الطاقة غير محفوظة أي أنه يوجد ضياع طاقوي (مفعول جول)

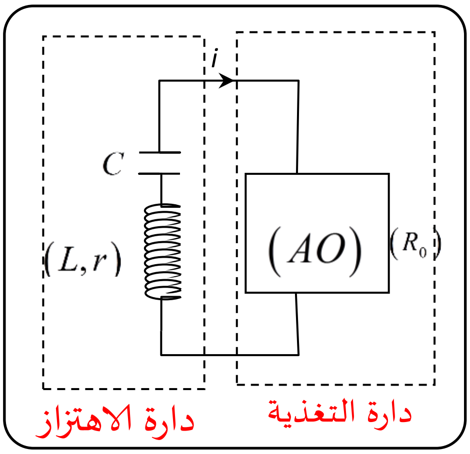
ويكون النظام متخامد دوري شبه دوره $T \approx T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

مخططات الطاقة في حالة الدارة مثالية (LC)





2-تغذية الإهتزازات الكهربائية المتخامدة:

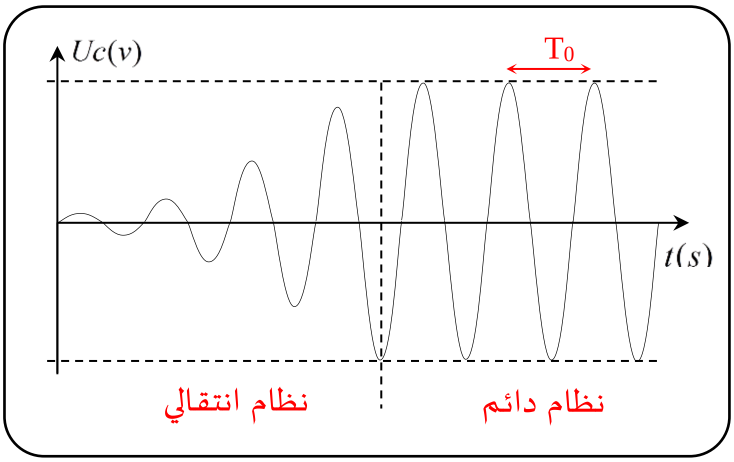


إن المسؤول عن تخامد الاهتزازات هو المقاومة ولذلك يمكن تغذية الدارة بتوصيلها بجهاز (مضخم تطبيقي (AO)) يعوض الطاقة الضائعة بفعل المقاومة حيث يلعب هذا الجهاز دور مقاومة سالبة

حيث يكون قانون التوترات كالتالي: $\left(U_C + L\frac{di}{dt} + r.i = R_0.i\right)$

من أجل $(R_0 = r)$ يكون: $\left(U_C + L\frac{di}{dt} = 0\right)$ وتصبح $\left(\frac{d^2U_C}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.U_C = 0\right)$

فيتحول بذلك النظام من اهتزازي متخامد إلى نظام اهتزازي مغذى غير متخامد.



المستوى: 3 ثانوي جميع الشعب	ثانوية الشهيد داسي خليفة	الأستاذ: ملكي علي
البطاقة التربوية للحصة التعلمية 07		
المجال: التطورات غير الرتيبة	الوحدة 07: التطورات المهتزة	الموضوع: تقويم الوحدة 07

التمرين تقويمي الشامل حول الاهتزازات الميكانيكية

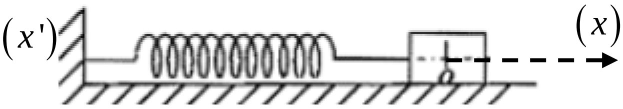
يتشكل نواس مرن أفقي من جسم نقطي (s) كتلته (m) مثبت الى نابض مهمل الكتلة حلقاته غير متلاصقة ثابت مرونته $(k = 20N/m)$ يمكن لـ (s) الحركة دون احتكاك على مستو أفقي مزود بمحور (xx') مبدأه (O) ينطبق على وضع توازن (s)

نزيح الجسم (s) عن وضع توازنه في الاتجاه الموجب بمقدار

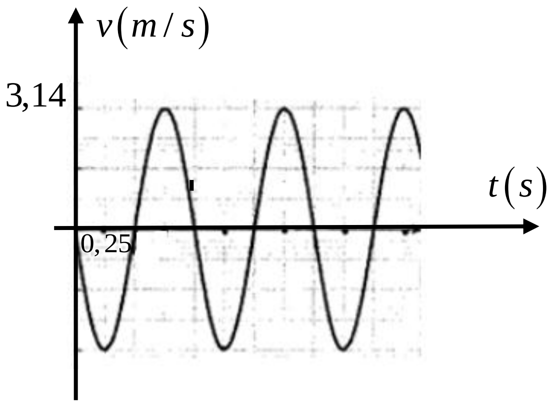
(x) ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية.

سمحت دراسة تجريبية بتسجيل حركة (s) والحصول على

مخطط السرعة $v = f(t)$ الموضح بالشكل 2



الشكل -1



الشكل -2

1-تحت أي شرط يمكن اعتبار المرجع الأرضي غاليليا بتقريب جيد؟

2-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية للحركة

3-بالاعتماد على البيان عين:

الدور الذاتي (T_0) للجملة المهتزة، النبض الذاتي (w_0). سعة

الاهتزاز (x) الكتلة (m), ثم أكتب المعادلة الزمنية للحركة $x = f(t)$

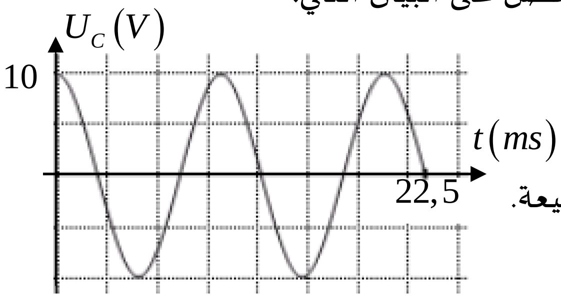
4-أثبت أن طاقة الجملة محفوظة (ثابتة) ثم أحسب قيمتها.

التمرين تقويمي الشامل حول الاهتزازات الكهربائية

يتألف مهتز كهربائي مثالي من وشيعة ذاتيتها (L) مقاومتها الداخلية مهملة، مكثفة مشحونة سعتها $C=2,5\mu F$

قاطعة أسلاك توصيل مقياس فولط لمتابعة التوتر بين طرفي المكثفة $U_C(t)=U_{AB}$ حيث $(i_{AB}>0)$

عند اللحظة $(t=0)$ نغلق القاطعة ونسجل تغيرات U_C في عدة لحظات فنحصل على البيان التالي:



1-ارسم مخطط للدارة. هل يوجد ضياع للطاقة في هذه الدارة؟ لماذا؟

ما هو نمط الاهتزازات الحاصلة؟ علل.

2-أوجد قيمة الدور الذاتي للاهتزازات الحاصلة واستنتج قيمة ذاتية الوشيعة.

3-أثبت أن الطاقة الكلية للدارة ثابتة في كل لحظة

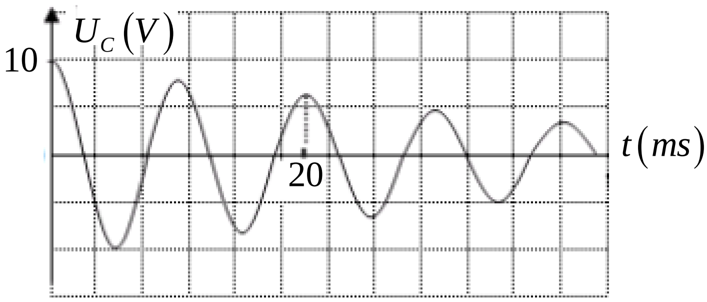
ثم أوجد القيمة العددية لهذه الطاقة.

4-أكتب المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة (U_C) وعبارة حلها. ثم استنتج عبارتي كل من الشحنة (q) والتيار (i) الزمنيتين

بدلالة (U_0, C, w_0, t)

5-نفتح القاطعة ونضيف للدارة مقاومة متغيرة (R) ثم نعيد غلق القاطعة من جديد من أجل $(R=10\Omega)$ تكون تغيرات

(U_C) بدلالة الزمن كما في البيان التالي:



أ-ما هو نمط الاهتزازات الحاصلة؟

ب-هل تؤثر قيمة المقاومة على شبه دور الاهتزازات؟

- أوجد قيمة شبه الدور.

ج-كيف تؤثر المقاومة على سعة الاهتزازات؟

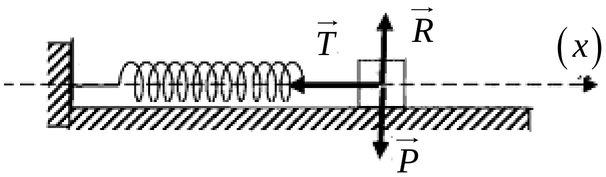
د-أحسب قيمة شدة التيار المار بالدارة عندما $\left(t=\frac{T}{4}\right)$

المستوى: 3 ثانوي جميع الشعب	ثانوية الشهيد داسي خليفة	الأستاذ: ملكي علي
الإجابة النموذجية للبطاقة التقويمية للوحدة التعلمية 07		
المجال: التطورات غير الرتيبة	الوحدة: التطورات المهتزة	الموضوع: حل تقويم الوحدة

حل التمرين تقويمي الشامل حول الاهتزازات الميكانيكية

1-نعتبر المرجع الأرضي غاليليا لأن زمن الحركة الاهتزازية صغير جدا أمام حركة دوران الأرض حول نفسها

2-المعادلة التفاضلية للحركة



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$

بالإسقاط نجد $\vec{P}+\vec{R}+\vec{T}=ma$

$$-kx = m\frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k}{m}x=0$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها $x(t)=x_{\max}\cos(w_0t+\varphi)$

3-إيجاد الثوابت من البيان

الدور الذاتي $T_0 = 0,25.4 = 1s$

النبض الذاتي $w_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi\,(rad/s)$

حساب سعة الاهتزاز

$v=\frac{dx}{dt}=-w_0x_{\max}\sin(w_0t+\varphi)$ ومنه $|v_{\max}|=w_0x_{\max}$ اذن $x_{\max}=\frac{|v_{\max}|}{w_0}=\frac{\frac{\pi}{10}}{2\pi}=0,05m=5cm$

المعادلة لما $(t=0)$ فان $x(0)=x_{\max}$ و $v=0m/s$ وعليه $x(t)=5\cos(2\pi t)......(cm)$

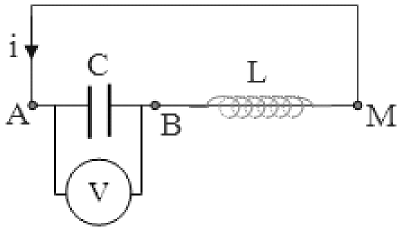
4-اثبات أن طاقة الجملة محفوظة $E=E_C+E_{pp}+E_{pe}$ اذن $E=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2$

تصبح $E=\frac{1}{2}mw_0^2x_{\max}^2\sin^2(w_0t+\varphi)+\frac{1}{2}kx_{\max}^2\cos^2(w_0t+\varphi)$

حساب قيمتها $E=\frac{1}{2}kx_{\max}^2=0,5.20.25.10^{-4}=25.10^{-3}=25mJ$

حل التمرين تقويمي الشامل حول الاهتزازات الكهربائية

1-مخطط الدارة أنظر الشكل



لا يوجد ضياع في الطاقة لأن الدارة مثالية لا تحتوي على مقاومة.

نمط الاهتزازات الحاصلة دورية غير متخامدة لأن سعة الاهتزازات ثابتة خلال الزمن وذلك لأن الدارة لاتفقد طاقة $(R=0)$. لا يوجد ضياع في الطاقة

2-حساب الدور الذاتي للاهتزازات من البيان نلاحظ أن : $2T_0+\frac{T_0}{4}=\frac{9T_0}{4}=22{,}5\ ms$ ومنه : $T_0=10\ ms$

* **قيمة ذاتية الوشيعة** $T_0=2\pi\sqrt{L\times C}\Rightarrow L=\frac{T_0^2}{4\pi^2C}=1\,H$

3-إثبات أن الطاقة الكلية للدارة ثابتة في كل لحظة.

$$E=E_C+E_L=\frac{1}{2}\frac{Q_0^2\cos^2\left(w_0t+\varphi\right)}{C}+\frac{1}{2}LQ_0^2w_0^2\sin^2\left(w_0t+\varphi\right)$$

لدينا $w_0^2=\frac{1}{LC}$ ومنه

$$E=\frac{1}{2}\frac{Q_0^2\cos^2\left(w_0t+\varphi\right)}{C}+\frac{1}{2}LQ_0^2\frac{1}{LC}\sin^2\left(w_0t+\varphi\right)$$

اذن تصبح

$$E=\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}\left[\cos^2\left(w_0t+\varphi\right)+\sin^2\left(w_0t+\varphi\right)\right]=\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$$

و منه :

$$E=\frac{1}{2}CU_0^2=0{,}5.2{,}5.10^{-6}.10^2=1{,}25.10^{-4}\ joule$$

4-المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة

بتطبيق قانون جمع التوترات نجد $U_B+U_C=0$

لدينا : $u_L=L\frac{di}{dt}$ و $\frac{di}{dt}=\frac{d^2q}{dt^2}\Rightarrow i=\frac{dq}{dt}$ ومنه $u_L=L\frac{d^2q}{dt^2}$ من جهة أخرى : $u_C=\frac{q}{C}$

ينتج : $L\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{q}{C}=0\quad\Rightarrow\quad\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{L\cdot C}q=0$

عبارتي كل من الشحنة (q) والتيار (i) الزمنيتين

بما أن الدارة مثالية أي لا تحتوي على مقاومة إذا الاهتزازات دورية ومنه عبارتي $U_C(t)$ و $i(t)$ هما:

$$u_C(t)=U_0\cos(\omega_0\cdot t+\varphi)$$

$$q(t)=u_C\cdot C=U_0\cdot C\cos(\omega_0\cdot t+\varphi)$$

ينتج أن : $i(t)=\frac{dq}{dt}=-U_0C\omega_0\sin(\omega_0t+\varphi)$

5-أ-نمط الاهتزازات الحاصلة اهتزازات حرة متخامدة شبه دورية .

ب-لا تؤثر قيمة المقاومة على شبه دور الاهتزازات

* **قيمة شبه الدور :** من البيان $T=10\ ms\quad\Rightarrow\quad 2T=20\ ms$

ج-تؤثر المقاومة على سعة الاهتزازات بحيث كلما زادت المقاومة زاد التخامد فتتناقص السعة و ينقص عدد الاهتزازات .

د-حساب قيمة شدة التيار المار بالدارة عندما $t=\frac{T}{4}$

عند اللحظة $t=\frac{T}{4}$ تكون $U_C=0$ و بالتالي تكون شدة التيار أعظمية

ينتج : $E_T=E(L)=\frac{1}{2}L\cdot I_{max}^2$ و منه : $I_{max}^2=\frac{2E_T}{L}\Rightarrow I_{max}=\sqrt{\frac{2E_T}{L}}=1{,}58\times10^{-2}\,A=15{,}8\,mA$