وزارة التربيـة الوطنيـــــــــــــــة

مديرية التربية لولاية : تبـــســـة

ثانويـة : ....

الأستـاذ : ....

البطاقـة التربويـة - نظري

المستـوى : 3 ت ر ، 3 ر ، 3 ع تج

المجـال : التطورات غير الرتيبة

رقم المذكرة : ________01________

الوحـدة : الظواهر الإهتزازية

مؤشرات الكفاءة 1- يميز بين أنماط الاهتزازات الحرة(غير المتخامدة و المتخامدة ، المغذاة) 2-يفسر الاهتزازات بواسطة المعادلة التفاضلية الموافقة 3-يكتب المعادلة التفاضلية لتفريغ مكثفة في وشيعة 4-يميز بين الاهتزازات المغذاة و الاهتزازات القسرية 5-يوظف التطابق بين الاهتزازات الميكانيكية و الهتزازات الكهربائية لحل بعض الاشكليات	**الأسئلة الأساسية** 1-عندما نزيح أرجوحة عن وضع توازنها و نتركها 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؟
المحتـوى 1/ الاهتزازات الحرة لجملة ميكانيكية أ- دراسة بعض الجمل (النواس المرن – النواس الثقلي- مفهوم الدور و شبه الدور – المعادلات التفاضلية) بـ –تغذية الاهتزازات بتعويض التخامد(المعادلة التفاضلية لهزاز مغذى – الحل من الشكل: $x(t)=X\cos(2\pi t/T+\varphi)$ - عبارة دور الهزاز المغذى 2/ الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية: أ- تفريغ مكثفة في وشيعة (الدارة RLC) (لمعادلة التفاضلية – الحل في حالة اهمال التخامد- تغذية الاهتزازات بتعويض التخامد- المعادلة التفاضلية من أجل هزاز مغذى- الحل من الشكل : $q(t)=Q\cos(2\pi\ t/T+\varphi)$ - عبارة الدورلهزاز مغذى) 3/ الاهتزازات القسرية: (خاص بشعبتي 3 ت ر ، 3 ر) أ- الاهتزازات القسرية لنواس بسيط و مرن – حالة التجاوب ب - الاهتزازات القسرية في دارة RLC في حالة توتر جيبي - حالة التجاوب - الشريط النافذ و عامل الجودة 4/ التطابق : ميكانيك – كهرباء - التطابق بين المقادير الكهربائية و الميكانيكية	**الوسائل المستعملة والطرائق** الوسائل: نوابض مرنة – كتل عيارية – حامل – كرونومتر – خيط عديم المتطاط ومهمل الكتلة – كرية مهملة البعاد – راسم الاهتزازات – مكثفة – وشيعة - قاطعة – اسلاك توصيل –GBF الطرائق: 1/ 4سا نظري + 2أ ت 2/2سانظري+ 1أ ت 3/ 2سا نظري+ 1 أ ت 4/ 1سا نظري.
التقويم رقم12ص377 +رقم21ص380 + رقم29ص384 + رقم30ص384	**أمثلة للنشاطات**
المراجع الكتاب المدرسي + الانترنت + أقراص مضغوطة	**النقد الذاتي**

I- الاهتزازات الحرة الميكانيكية:

1- تعريف : الجملة المهتزة هي كل جملة ميكانيكية تقوم بحركة ذهاب و اياب على جانبي وضع توازنها مثل : النواس المرن الارجوحة النواس البسيط ...

2 – أنماطها : تكون الاهتزازات الحرة على احدى الأنماط التالية :

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

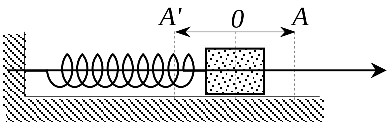
***اهتزازات حرة متخامدة** : عندما تهتز الجملة وتفقد جزء من طاقتها بفعل الاحتكاكات مثل: حركة النواس المرن

* **اهتزازت حرة مغذاة** : عندما يتم تعويض كل الطاقة الضائعة باستمرارويتحقق ذلك بتجهيز مناسب مثل: رقاص ساعة حائطية

3- دراسة بعض الجمل

1.3- **النواس المرن:**

1.1.3- حالة اهتزازات غير متخامدة:



نزيح الجسم (s) ذو الكتلة (m) عن وضع توازنه (o) بسحبه أفقيا

ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية عند $t = 0$ فنلاحظ مايلي:

- يتحرك(s) ذهابا و ايابا على جانبي (o) وضع التوازن أي (AÀ)

وتتكرربنفس الكيفية خلال فترات زمنية متساوية و متعاقبة أي أن الحركة اهتزازية دورية

- والجملة لا تتلقى طاقة من الوسط الخارجي فهي جملة مهتزة حرة

نسمي المقدار $X_0=A\grave{A}/2$ سعة الحركة وهو مقدار موجب ويبقى ثابتا في غيا ب الاحتكاكات لذلك نقول أن الحركة اهتزازية حرة غير متخامدة دورية

- سبب الحركة قوة يطبقها النابض (R) على الجسم (S) $\vec{F}_{R/S}$ تعمل على إعادته الى وضع توازنه (O) وتتعلق بثابت المرونة ومقدار الازاحة X وتكون متجهة دوما نحو (O) $\vec{F}_{R/S} = -k.x.\vec{i}$

الدور الذاتي للحركة T0: هو الفترة الزمنية الفاصلة بين مرورين متتاليين للجسم (S) من نفس الموضع وفي نفس الاتجاه

و يتعلق بالعوامل التالية كتلة الجسم m وثابت مرونة النابض k وتعطى عبارته بالعلاقة : $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$

يمكن اثبات أن المقدار $\sqrt{\frac{m}{k}}$ متجانس مع الزمن باستعمال التحليل البعدي

$F=ma$ ومنه $[F]=[m]\,[L]/[T]^2$ أي $[m]= [F][T]^2/[L]$ و لدينا : $K=F/x$ ومنه $[K]=[F]/[L]$ لدينا

$[m]/[K] =[F][T]^2/[L]\,.[L]/[F]$ أي أن $[m]/[K] = [T]^2$ ومنه $[T] = \left[\sqrt{\frac{m}{k}}\right]$

-الدراسة التحريكية: *** المعادلة التفاضلية:**

أثناء الدراسة التحريكية نهمل : كتلة النابض أمام m والاحتكاكات الصلبة ومقاومة الهواء

نعتبر الجسم (S) صلبا و نقطيا ، نعتبرالجملة (S - نابض) جملة شبه معزولة ، المعلم (OX) مرتبط بطاولة النضد الهوائي

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم : $\vec{P}+\vec{R}+\vec{F} = m.\vec{a}$ وبالاسقاط على المحور OX نجد: $-F = m.a$

ومنه $-k.x = m.\frac{d^2x}{dt^2}$ نستخلص أن : $\boxed{\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k}{m}x=0}$

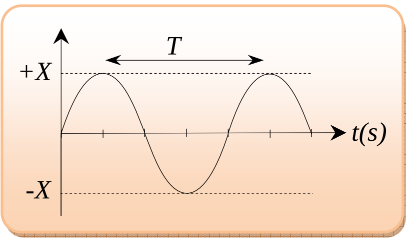
وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها جيبي من الشكل: $\boxed{x(t) = X_0\cos(\omega_0 t+\varphi)}$

حيث : X_0 سعة الحركة (m)

ω_0 نبض لحركة (rad/s)

φ : الصفحة الابتدائية (rad)

تمثيلها البياني موضح في الشكل المقابل: (من أجل $\varphi = 0$)



* **النبض و الدور و التواتر:** بأخذ المشتق الثاني لـ x(t) نجد : $\boxed{\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega_0^2.X_0\cos(\omega t+\varphi) = -\omega_0^2.x(t)}$

بالمطابقة نجد : النبض الذاتي $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

عبارة الدور الذاتي: $\boxed{T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$

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

معالة السرعة: $\boxed{v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -\omega_0.X_0\sin(\omega t+\varphi)}$

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

ملاحظة: إعطاء التمثيل البياني للمعدلات الزمنية السابقة $x(t)$ ، $v(t)$ ، $a(t)$ من اجل الحالة الخاصة $\varphi = 0$

طاقة الجملة :

تملك الجملة (جسم – نابض) في أي لحظة طاقة حركية $E_c = ½ m v^2$ وطاقة كامنة مرونية $E_{pe} = ½ kx^2$

حيث $\boxed{E(t) = E_c(t) + E_{pe}(t) = ½kX_0^2 = cte}$

إذن طاقة الجملة شبه المعزولة (مثالية) محفوظة أي قيمتها مقدار ثابت لا يتعلق بالزمن

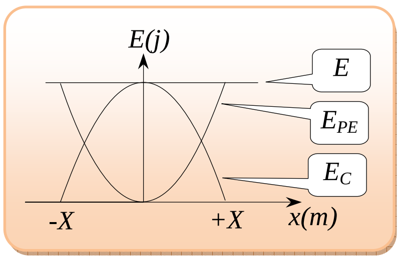
إيجاد المعادلة التفاضلية باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة

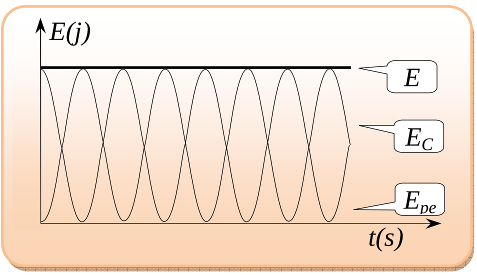
باشتقاق معادلة E(t) نجد :

$\frac{dE}{dt} = mv\frac{dv}{dt} + kx\frac{dx}{dt} = 0$ نستخلص أن: $\boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0}$

و هي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها جيبي من الشكل: $\boxed{x(t) = X_0\cos(\omega t+\varphi)}$

- مخططات الطاقة:



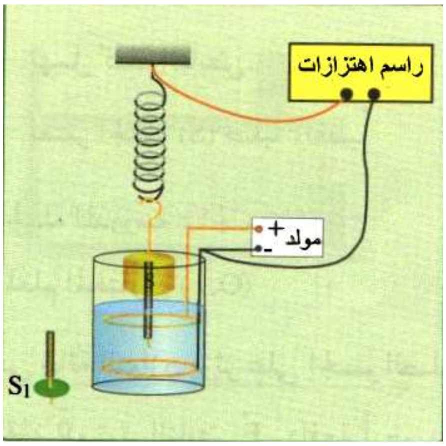


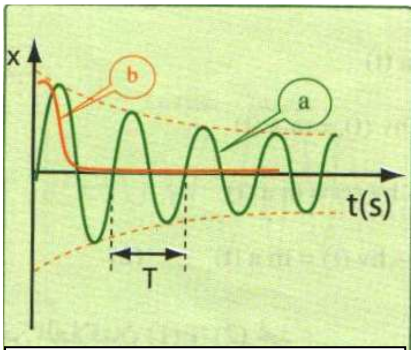
2.1.3- حالة اهتزازات حرة متخامدة:

نغمر السلك مع الكتلة المعلقة بمحلول كبريتات النحاس ثم نزيح الجسم عن وضع توازنه ونتركه لحاله فيظهر عل شاشة راسم الاهتزازات البيان المقابل حيث يظهر البيان أن السعة تتناقص تدريجيا نحو قيمة معدومة أي أن الاهتزازات أصبحت شبه دورية و شبه دورها يختلف عن الدور الذاتي للجملة

- نذيب كمية من الملح الطعام في المحلول بحيث تصبح الاحتكاكات أكثر فعالية فنحصل على البيان (b) الذي يظهر عدم وجود اهتزازات ويصبح النظام لا دوري حرج

نتيجة : يزداد التخامد كلما ازدادت فعالية الاحتكاكات ويكون في النظام شبه الدوري $T \approx T_0$





البيان a نظام شبه دوري
البيان b نظام لا دوري حرج

الدراسة التحريكية : حالة الاحتكاكات المائعة (خاص بشعبة 3 ت ر ، 3 ر)

في الجملة الموضحة بالشكل أعلاه نعتبر الجسم نقطي ، النابض مهمل الكتلة

*** في حالة التوازن :**

القوى المؤثرة ثقل الجسم P ، توتر النابض F ، دافعة أخميدس Π

عند التوازن : $\sum \vec{F} = \vec{0}$ أي $\vec{P} + \vec{F} + \vec{\Pi} = \vec{0}$ بالإسقاط نجد $\boxed{m.g - \Pi - k.\Delta L = 0}$ ....(1)

حيث: ΔL : استطالة النابض عند التوازن

*** في حالة الحركة :**

القوى المؤثرة ثقل الجسم P ، توتر النابض F ، دافعة أخميدس Π ، قوة الاحتكاك f

بتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m.\vec{a}$ بالاسقاط نجد $m.g - \Pi - k(.\Delta L + x) - h.v = m.a$ ..... (2)

من (1) و (2) نجد $-kx - h.\dfrac{dx}{dt} = m.\dfrac{d^2x}{dt^2}$ ومنه $\boxed{\dfrac{d^2x}{dt^2} + \dfrac{h}{m}.\dfrac{dx}{dt} + \dfrac{k}{m}x = 0}$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها خارج البرنامج وتكون الحركة

*** حالة الاحتكاكات الصلبة :**

تؤثر في الجسم القوى الموضحة بالشكل أدناه حيث تكون قوة الاحتكاك (صلب - صلب) ثابتة الشدة

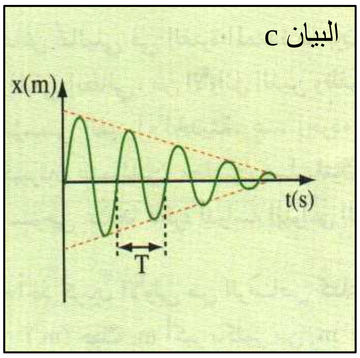
بتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد :

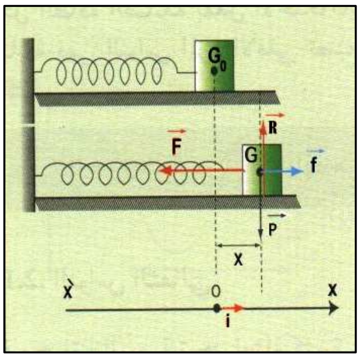
$\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} + \vec{f} = m.\vec{a}$

بالاسقاط نجد: $-kx + f = m.a$

ومنه $-kx + f = m.\dfrac{d^2x}{dt^2}$

ومنه $\boxed{\dfrac{d^2x}{dt^2} + \dfrac{k}{m}x - \dfrac{f}{m} = 0}$





وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها خارج البرنامج .

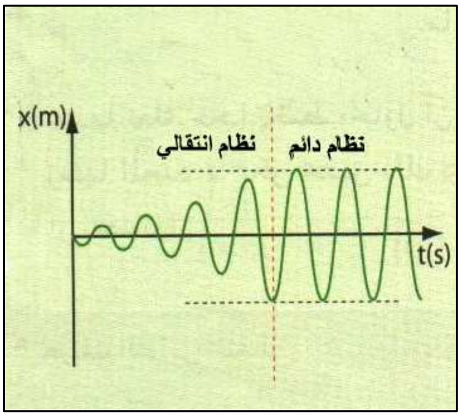
خلاصة:

إذا كانت قوة الاحتكاك ضعيفة جدا نقول عن الحركة أنها شبه دورية ودورها $T \approx T_0$ الشكل (a) تتخامد الحركة أسيا

إذا كان قوة الاحتكاك ثابتة نقول عن الحركة أنها شبه دورية ودورها $T \approx T_0$ الشكل (c) تتخامد الحركة خطيا

إذا كانت قوة الاحتكاك كبيرة نقول عن الحركة أنها لا دورية حرجة الشكل (b)

3.1.3- تغذية الاهتزازات الميكانيكية :



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 .

ان تغذية الاهتزازات الميكانيكية تتم بتطبيق قوة اضافية على الجسم المهتز لا تؤثر على السعة بل بامكانها أن تعوض بشكل مستمر كل الطاقة الضائعة و تصبح السعة ثابتة .

ففي النواس الافقي تصبح المعادلة التفاضلية من الشكل:

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k}{m}x=0}$$ وحلها من الشكل : $$\boxed{x(t)=X_0\cos(\omega t+\varphi)}$$

2.3- النواس الثقلي :

1.2.3- تعريف : هو كل جسم صلب بامكانه الاهتزاز حول محور ثابت و أفقي لا يمر من مركز عطالته مثل: الأرجوحة - رقاص ساعة حائطية

2.2.3- توازن النواس :

يكون النواس الثقلي في حالة توازن عندما يكون مركز عطالته واقعا على نفس الشاقول مع نقطة تعليقه

فاذا كان اسفل منها يكون في توازن مستقر

واذا كان أعلى منها يكون في حالة توازن قلق (مضطرب – غير مستقر)

3.2.3- دراسة اهتزاز النواس :

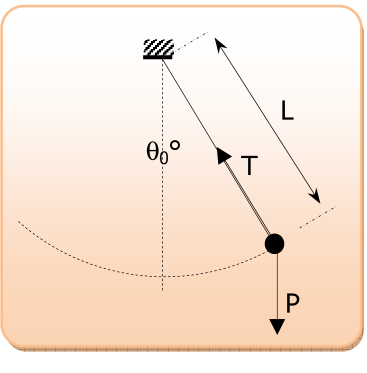
- حالة الحركة دون احتكاكات : تكون الاهتزازات دورية غير متخامدة
- حالة الحركة بالاحتكاك : نميز حالتين
  - احتكاكات مائعة تكون الحركة متخامدة بنظام شبه دوري أسي
  - احتكاكات صلبة تكون الاهتزازات متخامدة بنظام شبه دوري خطي

* نموذج نواس غاليلي : يتألف من خيط طويل مهمل الكتلة و عديم الامتطاط طوله (L) معلق بنهايته الحرة جسم نقطي (أبعاده مهملة أمام طول الخيط) يدعى النواس البسيط

4.2.3- النواس البسيط

يتألف من جسم نقطي كتلته m معلق إلى نقطة ثابتة بواسطة خيط خفيف وعديم الامتطاط طوله ℓ

أ- 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 (T) .

*- توازن النواس: يكون النواس في حالة توازن عندما يكون شاقوليا

*- حركة النواس: عند الحركة نلاحظ أن النواس يقوم بحركة دورية

- يزداد دوره ببعد مركز عطالته عن محور الدوران (طول النواس ℓ)
- يقل دورة بزيادة الإرتفاع عن الأرض (نقصان الجاذبية g)
- لا يتأثر دوره بالكتلة المعلقة

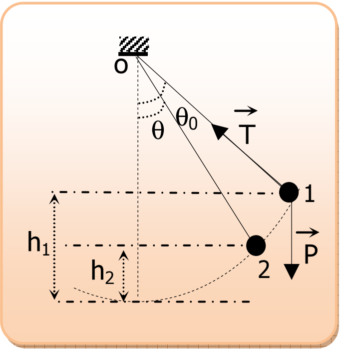
يتم الوصول إلى عبارة الدور الذاتي من أجل الاهتزازات صغيرة السعة $$\boxed{T_0=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}$$

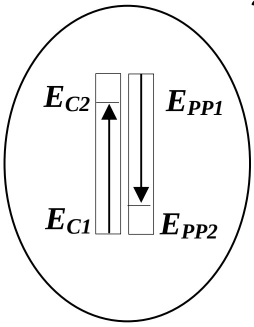
لشعبة العلوم التجريبية تجريبيا دون التطرق للمعادلة التفاضلية .

ملاحظة: من أجل السعات الكبيرة يعطى الدور بالعبارة التالية : $\boxed{T = T_0(1+\frac{\theta_0^2}{16})}$

حيث θ_0: سعة الإهتزاز (rad) ، T_0: الدور الذاتي من اهتزازات صغيرة السعة

*** الدراسة الطاقوية للنواس: المعادلة التفاضلية (خاص بشعبتي 3 ت ر ، 3 ر)**





إن الجملة (كتلة + أرض) تملك طاقة حركية وكامنة ثقلية
نعتبر المستوى المرجعي لقياس الطاقة الكامنة الثقلية
المستوى الأفقي المار بوضع التوازن
من معادلة انحفاظ الطاقة:

$E_{C1} + E_{PP1} = E_{C2} + E_{PP2}$ حيث $E_{C1} = 0$

$\frac{1}{2}mV^2 = mgh_1 - mgh_2$

أي أن $\frac{1}{2}mV^2 = mgl(\cos\theta - \cos\theta_0)$

$V^2 = 2gl(\cos\theta - \cos\theta_0)$

باشتقاق المعادلة من الطرفين نحصل على:

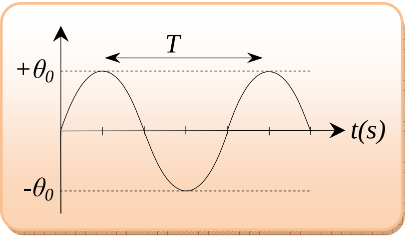
$2v.\frac{dv}{dt} = -2g.l(\frac{d\theta}{dt}.\sin\theta)$ حيث $v = l\frac{d\theta}{dt}$ نخلص إلى أن $\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin\theta$

من أجل الزوايا الصغيرة يكون $\sin\theta = \theta(rad)$

فإن $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l}\theta = 0$ و هي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها جيبيا من الشكل $\theta(t) = \theta_0.\cos(\omega_0.t+\varphi)$

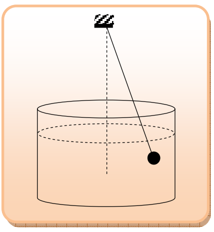
نبضها الذاتي: $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}}$ دورها الذاتي: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}$

تمثيلها البياني موضح في الشكل المقابل: (من أجل $\varphi = 0$)
وتكون الاهتزازات حرة غير متخامدة دورية

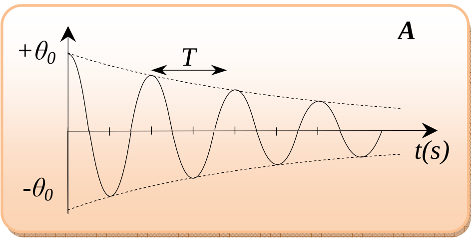


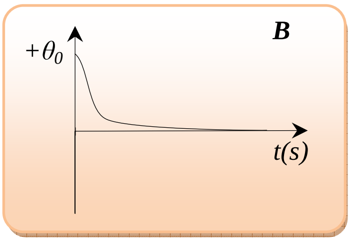
ب ـ دراسة الحركة حالة الاهتزازات الحرة المتخامدة :

نجعل النواس داخل حوض به ماء و نراقب حركته بعد ازاحته عن وضع توازنه
تكون سعة النواس متناقصة تدريجيا حتى تنعدم نتيجة لزوجة الماء الضعيفة لذا
تكون الاهتزازات شبه دورية متخامدة نعيد نفس التجربة لكن باستبدال الماء بالزيت
نلاحظ أن النواس لا يهتز نتيجة اللزوجة المرتفعة للزيت
وتكون النظام لا دوري حرج



نتيجـة: يزداد التخامد كلما زادت فعالية الاحتكاكات حيث:
من أجل الاحتكاكات الضعيفة يكون الاهتزاز شبه دوري متخامد الشكل (A)،
تزايد الاحتكاكات يسبب تزايد في التخامد واذا وصل إلى قيمة كبيرة يكون النظام لا دوري حرج الشكل (B).



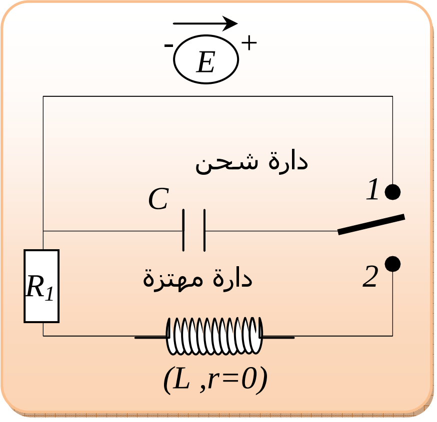


II- الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية

1- الجملة الكهربائية المهتزة:

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

2- حالة اهتزازات حرة متخامدة:



الدارة (RLC) نحقق دارة كهربائية كما بالشكل المقابل:

نعتبر مقاومة الدارة $R = R_1+r$

بواسطة الدارة 1 نحقق شحن المكثفة وعند تمام الشحن نحول البادلة إلى الوضع2

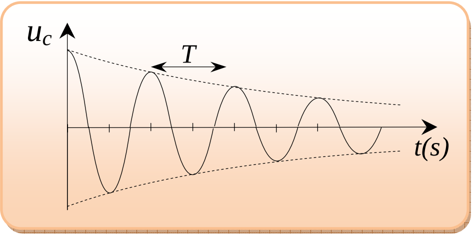
نوصل راسم اهتزاز بين طرفي المكثفة نلاحظ المنحنى الموضح بالشكل (D) :

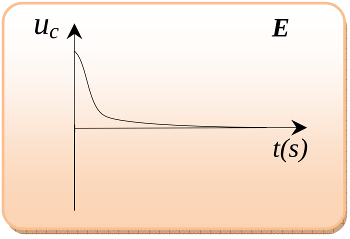
إن البيان يدل على أن التوتر بين طرفي المكثفة متخامد الشكل (D)

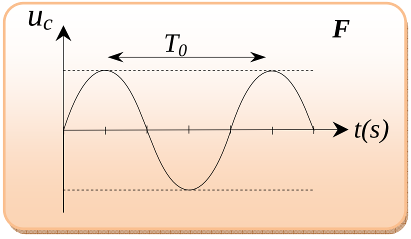
ويلاحظ إزدياد هذا التخامد بزيادة المقاومة R الشكل (E)

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

وتكون الاهتزازات في هذه الحالة دورية غير متخامدة.







* الدراسة التحليلية للدارة RLC :

باستخدام قانون التوترات لدينا $u_C + u_L + u_R = 0$ حيث $u_L = L\dfrac{di}{dt}$ ، $i = \dfrac{dq}{dt}$ ، $q = C.u_C$

$$u_C + L\frac{di}{dt} + R.i = 0 \quad ، \quad u_C + L.C.\frac{d^2u}{dt^2} + R.C\frac{.du}{dt} = 0 \quad ، \quad \boxed{\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{R}{L}.\frac{du}{dt} + \frac{1}{L.C}.u_C = 0}$$

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

- 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

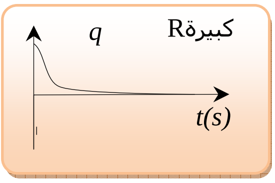
- من أجل R = 0 (دارة مثالية LC) تصبح المعادلة التفاضلية $\boxed{\dfrac{d^2u}{dt^2} + \dfrac{1}{L.C}.u_C = 0}$

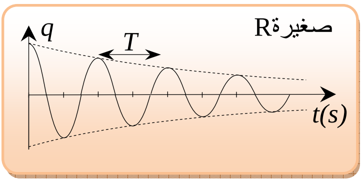
حلها جيبيا $u_C(t) = E.\cos(\omega_0.t + \varphi)$

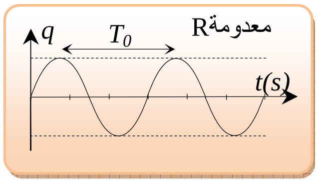
نبضها الذاتي $\boxed{\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}}$ ، دوره الذاتي $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{LC}}$

نقول عن النظام الكهربائي في هذه الحالة أنه دوري غير متخامد .

ملاحظة: يمكن اجراء الدراسة التحليلية للدارة R.L.C باستعمال شدة التيار i أو كمية الكهرباء q







*- **الدراسة الطاقوية للدارة RLC** : إن طاقة الدارة في أي لحظة هي طاقة الوشيعة والمكثفة $E = E_C + E_L$

$E(t) = \frac{1}{2}\frac{q^2(t)}{C} + \frac{1}{2}L.i^2(t)$ نشتق المعادلة من الطرفين نحصل على

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{C}.q.\frac{dq}{dt} + L.i.\frac{di}{dt} = (\frac{1}{C}.q + L.\frac{d^2q}{dt^2}).\frac{dq}{dt}$$

من المعادلة التفاضلية بدلالة q ($L.\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{1}{C}.q = 0$) نجد $\frac{1}{C}.q + L..\frac{d^2q}{dt^2} = -R.i$

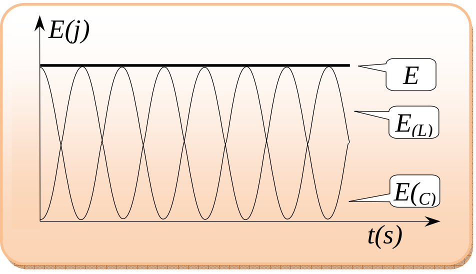
نحصل في النهاية على $\frac{dE}{dt} = -R.i^2$

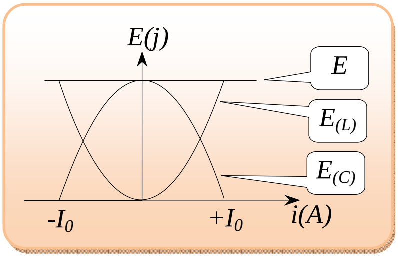
أي أن التغير في الطاقة غير معدوم مما يدا على إنه يوجد ضياع في الطاقة (فعل جول) وسبب هذا الضياع هو وجود المقاومة

ومن اجل دارة لا تحتوي على مقاومة فإن $\frac{dE}{dt} = 0$ الطاقة محفوظة وتعطى بـ $\boxed{E(t) = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C} = \frac{1}{2}L.I_0^2 = C^{te}}$

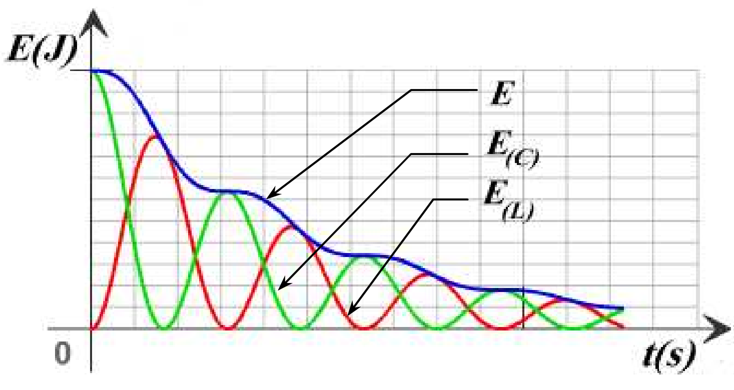
ويكون النظام غير متخامد دوري دوره الذاتي $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{LC}}$

مخططات الطاقة في حالة الدارة مثالية (LC)

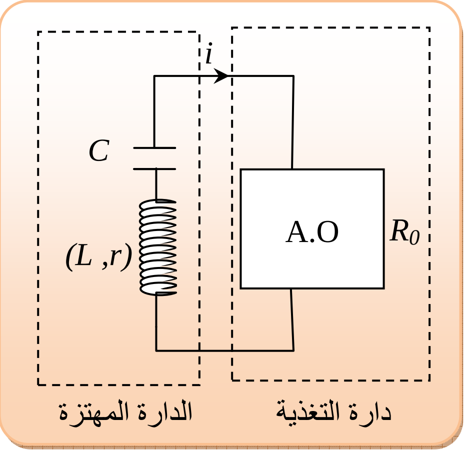




مخططات الطاقة في حالة الدارة (RLC)



3- تغذية الإهتزازات الكهربائية المتخامدة:

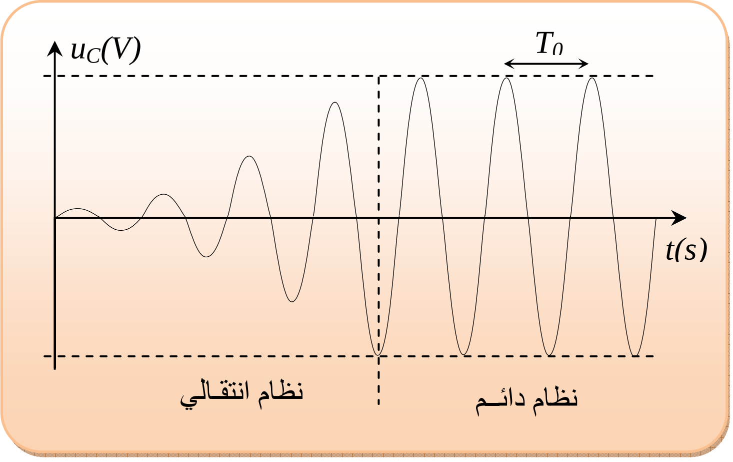


إن المسؤول عن تخامد الاهتزازات هو المقاومة ولذلك يمكن تغذية الدارة بتوصيلها بجهاز (مضخم تطبيقي A.O) يعوض الطاقة الضائعة بفعل المقاومة حيث يلعب هذا الجهاز دور مقاومة سالبة

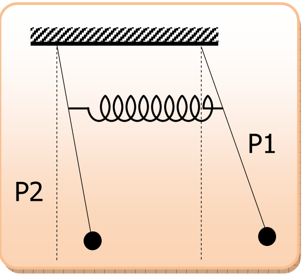
حيث يكون قانون التوترات كالتالي: $u_C + L\dfrac{di}{dt} + r.i = R_0.i$

من اجل $R_0 = r$ يكون : $u_C + L\dfrac{di}{dt} = 0$ ، $\boxed{\dfrac{d^2u}{dt^2} + \dfrac{1}{L.C}.u_C = 0}$.

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



III- الاهتزازات القسرية : نقول عن جملة أنها تهتز باهتزازات قسرية إذا فرض عليها اهتزازات من عامل خارجي حيث يزودها بالطاقة دوريا ولذا يسمى العامل الخارجي محرض والجملة مجاوب وعندما يكون تواتر المحرض متوافق مع المجاوب نقول أنه حدث تجاوب بينهما فتهتز الجملة عندئذ بأكبر سعة ممكنة



1- دراسة التجاوب:

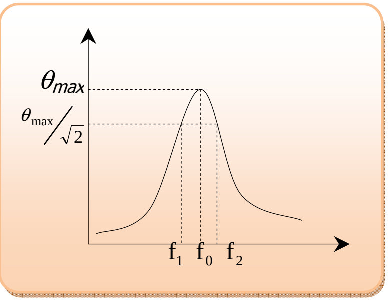
1.1- الاهتزازات القسرية الميكانيكية (حالة نواس ثقلي بسيط):

نحقق التركيب التالي: نعتبر النواس P_{exit} محرض تواتره الذاتي f_{exit} و P_{oscil} مجاوب تواتره الذاتي f_{oscil} نجعل في البداية النواس المجاوب ساكنا ونجعل النواس المحرض يهتز بتواتر ه ذاتي $f_{exit} < f_{oscil}$ ، نلاحظ أن النواس المجاوب يبدأ في الاهتزاز شيئا فشيئا بسعة متزايدة لكنها تبقى صغيرة نغير طول النواس المحرض من أجل تغيير دوره فنلاحظ أن سعة الأهتزاز في النواس المجاوب تزداد كذلك وتصل إلى قيمتها الأعظمية من أجل $f_{exit} = f_{oscil}$

نقول انه حدث تجاوب (رنين) ميكانيكي بين النواسين

وعند زيادة f_{exit} بحيث تكون $f_{exit} > f_{oscil}$ تقل سعة إهتزاز المجاوب من جديد

* **منحنى التجاوب**: انطلاقا مما سبق يمكن رسم المنحنى البياني بين تغيرات تواتر النواس المحرض وسعة إهتزاز المجاوب كما بالشكل:

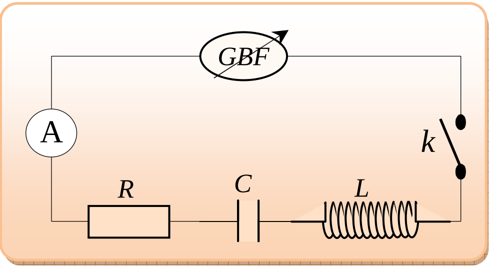


تكون سعة الاهتزاز مقبولة من أجل $\theta \geq \dfrac{\theta_{max}}{\sqrt{2}}$ يكون عندها تواتر الاهتزاز محصور بين القيمتين f_1 , f_2 نسمي الفرق بين التواترين حزمة المرور (الشريط النافذ)

ونكتب $\Delta f = f_2 - f_1$ ونسمي f_0 تواتر التجاوب ($f_0 = f_{oscil}$)

معامل الجودة: هو مقدار يعبر عن حالة التجاوب بين المحرض والمجاوب (الرنان) ويعطى بالعلاقة $\boxed{Q = \dfrac{f_0}{\Delta f}}$

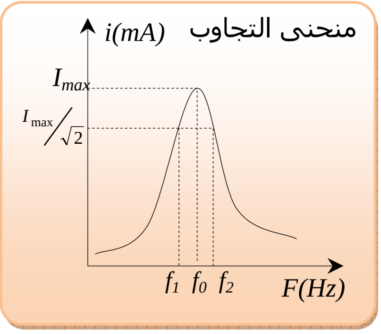
2.1- الاهتزازات القسرية الكهربائية (حالة ذارة RLC):



تحدث الاهتزازات القسرية الكهربائية عندما نفرض على الدارة RLC توترا كهربائيا متناوبا تواتره f وذلك باستعمال مولد تواترات منخفضة متغير التواتر GBF فيرغم الدارة على الاهتزاز بهذا التواتر

*** الدراسة الكمية (الشريط النافذ وعامل الجودة):**

نوصل الدارة بمقياس أمبير لقياس شدة التيار وكذلك يستعمل مدخلي راسم اهتزاز مهبطي Y_A لقياس التوتر بين طرفي الناقل الاومي و Y_B لقياس التوتر بين طرفي الدارة نجعل تواتر GBF أقل من التواتر الذاتي للدارة f_0 ثم نغير من قيمته تدريجيا حتى يتجاوز التواتر الذاتي للدارة ونتابع شدة التيار i(t) نحصل على المنحنى المقابل



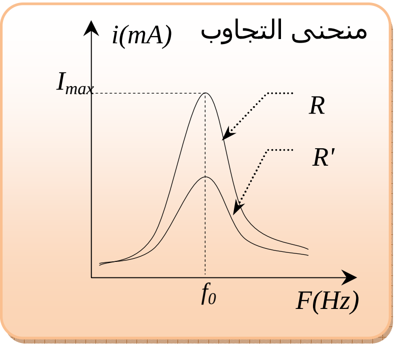
تكون شدة التيار معتبرا من أجل $I_{eff} \geq \dfrac{I_{eff\ (max)}}{\sqrt{2}}$ يكون عندها التواتر محصورا بين القيمتين f_2 , f_1 نسمي الفرق بين التواترين حزمة المرور (الشريط النافذ)

ونكتب $\Delta f = f_2 - f_1$ ونسمي f_0 تواتر التجاوب حيث $\boxed{f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}}$

و هو التواتر الذاتي للدارة RLC

معامل الجودة: هو مقدار يعبر عن حالة التجاوب ويعطى بالعلاقة $\boxed{Q = \dfrac{f_0}{\Delta f}}$

- تأثير المقاومة على التجاوب:



نعيد التجربة السابقة من اجل قيمة أكبر للمقاومة R' حيث (R' > R)

نحصل على المنحنى المقابل:

من أجل المقاومة الصغيرة R يكون التخامد ضعيفا والتجاوب حادا

من أجل المقاومة الكبيرة R' يكون التخامد متوسطا والتجاوب غير واضح (ضبابي)

<u>ممانعة الدارة:</u>

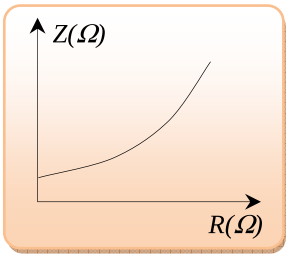
هي العرقلة التي تبديها الدارة للتيار الكهربائي المار فيها يرمز لها بالرمز Z

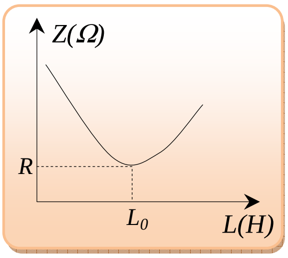
وتعطى بالعلاقة: $Z = \dfrac{u(t)}{i(t)} = \dfrac{U_0}{I_0} = \dfrac{U_{eff}}{I_{eff}}$

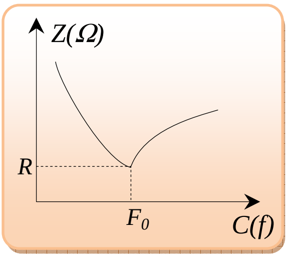
<u>تأثير R , L , C على الممانعة Z</u>

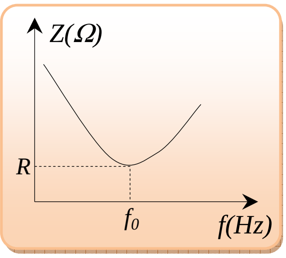
نعيد الدارة السابقة ونغير كل مرة أحد العناصر R , L , C , f ونحسب ممانعة الدارة Z

نلاحظ ان هذه التغيرات تكون وفق المنحنيات التالية:









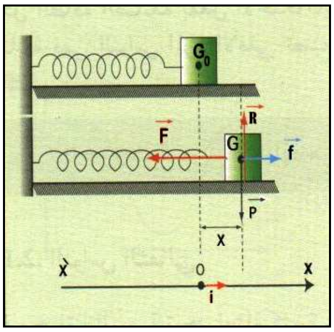
- تزداد ممانعة الدارة بزيادة المقاومة
- تتناقص قيمة الممانعة بزيادة الذاتية إلى أن تصل إلى قيمة حدية صغرى (Z = R) ثم تزداد بعد ذلك
- تتناقص قيمة الممانعة بزيادة السعة إلى أن تصل إلى قيمة حدية صغرى (Z = R) ثم تزداد بعد ذلك
- تتناقص قيمة الممانعة بزيادة التواتر إلى أن تصل إلى قيمة حدية صغرى (Z = R) يكون عندها $f = f_0$ ثم يزداد بعد ذلك

<u>نتيجة:</u>

عند حدوث التجاوب الكهربائي يتحقق ما يلي: تصبح الشدة أعظمية $i = I_{max}$ ، تصبح الممانعة أصغرية $Z = R$

IV- التطابق (ميكانيك – كهرباء):

اهتزازات جملة ميكانيكية حرة و مثالية



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}=m.\vec{a}$$

بالإسقاط نجد $-F=m.a$

ومنه $-k.x=m.\dfrac{d^2x}{dt^2}$ نستخلص أن: $\boxed{\dfrac{d^2x}{dt^2}+\dfrac{k}{m}x=0}$

و هي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها جيبي من الشكل:

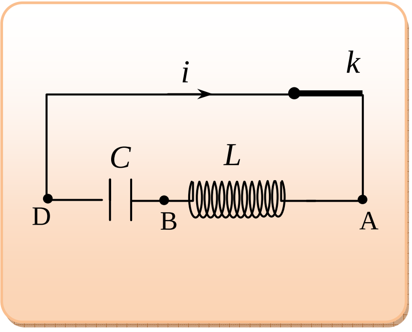
$$\boxed{x(t)=X_0\cos(\omega_0 t+\varphi)}$$

عبارة دورها الذاتي: $\boxed{T_0=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}}$

عبارة طاقة الجملة :

$$\boxed{E(t)=\tfrac{1}{2}mv^2(t)+\tfrac{1}{2}kx^2(t)}$$

اهتزازات جملة كهربائية حرة و مثالية



حسب قانون جمع التوترات في الدارة المهتزة ABD

$U_{AB}+U_{BD}=0$ أي: $u_L(t)+u_C(t)=0$

ومنه $\boxed{L\dfrac{di}{dt}+\dfrac{1}{C}q=0}$ حيث : $\boxed{\dfrac{di}{dt}=\dfrac{d^2q}{dt^2}}$

$$\boxed{\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{LC}q=0}$$

و هي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها جيبي من الشكل:

$$\boxed{q(t)=Q_0\cos(\omega_0 t+\varphi)}$$

عبارة دورها الذاتي: $\boxed{T_0=2\pi\sqrt{L.C}}$

عبارة طاقة الجملة :

$$\boxed{E(t)=\tfrac{1}{2}Li^2(t)+\tfrac{1}{2}\frac{q^2(t)}{C}}$$

المطابق الميكانيكي للكهربائي

كتلة ونابض		على التسلسل R L C	
المطال	x	الشحنة	q
السرعة	dx/dt	شدةالتيار الكهربائي	i
التسارع	d^2x/dt^2	مشتق التيار الكهربائي	di/dt
كتلة الجسم	m	ذاتية الوشيعة	L
ثابت المرونة	k	مقلوب السعة	$1/C$