

Résumé de Physique

Cours détaillé en français, avec l'explication en arabe

ملخص مادة العلوم الفيزيائية - الثلاثي الأول - شعبة علوم الإعلامية

Chapitre	À retenir en une phrase
1. Dipôle RC	Le condensateur se charge et se décharge de façon exponentielle, avec $\tau = RC$.
2. Dipôle RL	Le courant s'établit ou disparaît progressivement dans une bobine, avec $\tau = L/R$.
3. Oscillations libres	Circuit LC : oscillations sinusoïdales. Circuit RLC : oscillations amorties à cause de R.
4. Ondes mécaniques	Une onde transporte de l'énergie sans transporter de matière : $\lambda = v \cdot T$.

Formulaire récapitulatif

Grandeur	Relation	Unité
Charge d'un condensateur	$q = C \cdot u_C ; i = dq/dt$	coulomb (C) ; ampère (A)
Constante de temps RC	$\tau = R \cdot C$	seconde (s)
Constante de temps RL	$\tau = L / (R + r)$	seconde (s)
Énergie du condensateur	$E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2$	joule (J)
Énergie de la bobine	$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$	joule (J)
Période propre LC	$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$	seconde (s)
Résistance critique	$R_c = 2\sqrt{L/C}$	ohm (Ω)
Longueur d'onde	$\lambda = v \cdot T = v/N$	mètre (m)
Retard d'un point à la distance x	$\theta = x/v$	seconde (s)

ERREURS FRÉQUENTES

- Confondre ce qui est continu : u_C pour le condensateur, i pour la bobine.
- Oublier la résistance interne r de la bobine dans la résistance totale ($\tau = L / (R + r)$).
- Lire τ sur la courbe sans tracer la tangente à l'origine, ou confondre $0,63 \cdot E$ et $0,37 \cdot E$.
- Dire que l'énergie du circuit RLC est constante : elle **diminue** à cause de l'effet Joule.
- Croire que la célérité dépend de la source : c'est la **fréquence** qui dépend de la source.
- Mélanger les unités : convertir μF en F, mH en H avant tout calcul.

تنبيه: تحقق دائما من الوحدات قبل الحساب، وتذكر أن التوتر مستمر في المكثف وأن الشدة مستمرة في الوشعة.

LE CONDENSATEUR

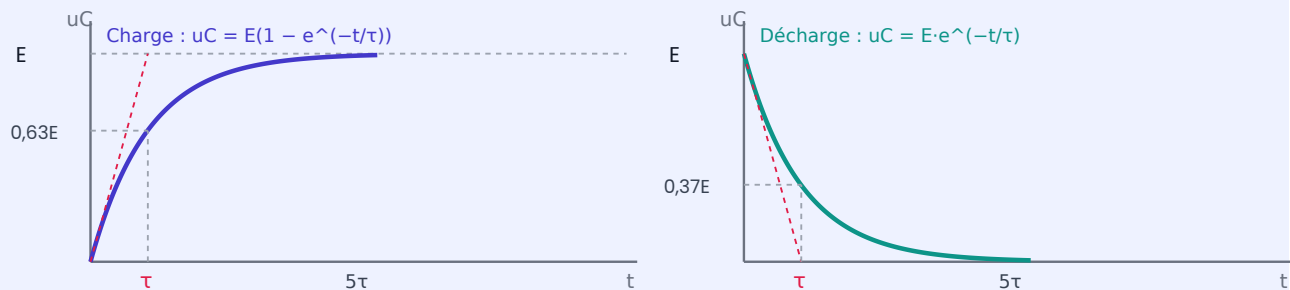
- Il stocke une charge : $q = C \cdot u_C$ (C en farad, F). Le courant est la dérivée de la charge : $i = dq/dt = C \cdot du_C/dt$ (convention récepteur).
- Énergie emmagasinée : $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 = q^2/(2C)$. Un condensateur ne peut pas changer sa tension instantanément : u_C est une fonction continue. Le courant, lui, peut varier brusquement.

CHARGE SOUS UN ÉCHELON DE TENSION E À TRAVERS R

- Loi des mailles : $E = R \cdot i + u_C$, donc $RC \cdot du_C/dt + u_C = E$.
- Solution : $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ et $i(t) = (E/R) \cdot e^{-t/\tau}$, avec la constante de temps $\tau = R \cdot C$ (en secondes).
- Régime permanent : $u_C \rightarrow E$ et $i \rightarrow 0$ (le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert).

DÉCHARGE DANS R

- Équation : $RC \cdot du_C/dt + u_C = 0$. Solution : $u_C(t) = E \cdot e^{-t/\tau}$. Le courant est négatif (sens inverse) : $i = -(E/R) \cdot e^{-t/\tau}$.



MÉTHODES POUR TROUVER

- Tangente à l'origine** : elle coupe l'asymptote ($u_C = E$ en charge, 0 en décharge) à l'instant $t = \tau$.
- Valeur particulière** : à $t = \tau$, $u_C = 0,63 \cdot E$ en charge et $0,37 \cdot E$ en décharge.
- Le régime permanent est atteint environ à $t = 5\tau$ (99 % de la valeur finale). Plus τ est grand, plus la charge est lente.

ARABE

المكثف عنصر كهربائي يخزن الشحنة والطاقة. شحنته تساوي سعته مضروبة في التوتر بين مربطيه، وشدة التيار هي مشتق الشحنة بالنسبة للزمن. توتر المكثف دالة مستمرة لا تقفز أبداً، أما شدة التيار فقد تتغير فجأة.

عند شحن المكثف عبر مقاومة يرتفع التوتر بين مربطيه تدريجياً نحو توتر المولد، وعند التفريغ ينخفض تدريجياً نحو الصفر، وكلاهما بشكل أسّي. سرعة هذا التطور يحددها ثابت الزمن وهو جداء المقاومة في السعة، فكلما كان أكبر كان الشحن أبطأ.

لتحديد ثابت الزمن بيانياً نرسم المماس لمنحنى التوتر عند اللحظة الابتدائية، وفاصلة تقاطعه مع المقارب هي ثابت الزمن. كما يمكن قراءته عند اللحظة التي يبلغ فيها التوتر ثلاثة وستين بالمائة من قيمته القصوى أثناء الشحن. وينتهي النظام الانتقالي بعد خمسة أضعاف ثابت الزمن تقريباً ليبدأ النظام الدائم.

LA BOBINE (INDUCTANCE L, RÉSISTANCE INTERNE R)

- Tension : $u_L = L \cdot di/dt + r \cdot i$ (L en henry, H). Pour une bobine idéale ($r = 0$) : $u_L = L \cdot di/dt$.
- Énergie magnétique : $E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$. Une bobine s'oppose aux variations du courant : **i est une fonction continue**, mais u_L peut varier brusquement (étincelle à l'ouverture d'un circuit).

ÉTABLISSEMENT DU COURANT (ÉCHELON E, RÉSISTANCE TOTALE R + r)

- Équation : $L \cdot di/dt + (R + r) \cdot i = E$. Solution : $i(t) = I_0 (1 - e^{-t/\tau})$ avec $I_0 = E/(R + r)$ et $\tau = L/(R + r)$ (H/Ω = s).
- En régime permanent, $i = I_0$ (constant) et $u_L = r \cdot I_0$: la bobine se comporte comme un simple **fil de résistance r**. Plus L est grand, plus l'établissement est lent.

ANNULATION DU COURANT (ON RETIRE LE GÉNÉRATEUR, CIRCUIT FERMÉ)

- Équation : $L \cdot di/dt + (R + r) \cdot i = 0$. Solution : $i(t) = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$, même constante de temps $\tau = L/(R + r)$.

MÉTHODES ET RAPPELS

- À $t = \tau$, $i = 0,63 \cdot I_0$ à l'établissement et $0,37 \cdot I_0$ à l'annulation. Régime permanent vers 5τ .
- On observe i sur un oscilloscope grâce à la tension $u_R = R \cdot i$ aux bornes d'un conducteur ohmique.
- **Comparaison RC / RL** : RC → u_C continue ; RL → i continue. Dans les deux cas, τ mesure la durée du régime transitoire.

ARABE

الوشية عنصر كهربائي يقاوم تغير شدة التيار المار فيه، وتميزها ذاتية تقاس بالهنري ومقاومة داخلية صغيرة. التوتر بين مربطيهما يساوي الذاتية مضروبة في مشتق الشدة مضافا إليه جداء المقاومة الداخلية في الشدة.

على عكس المكثف، شدة التيار في الوشية دالة مستمرة لا تقفز لحظيا، بينما يمكن للتوتر بين مربطيهما أن يتغير فجأة، ولهذا تظهر شرارة عند قطع التيار بسرعة. عند غلق الدارة تنمو الشدة تدريجيا نحو قيمة قصوى تساوي توتر المولد على المقاومة الكلية. وفي النظام الدائم تتصرف الوشية مثل سلك له مقاومة داخلية فقط.

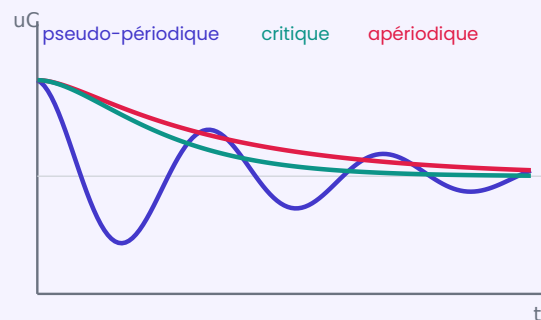
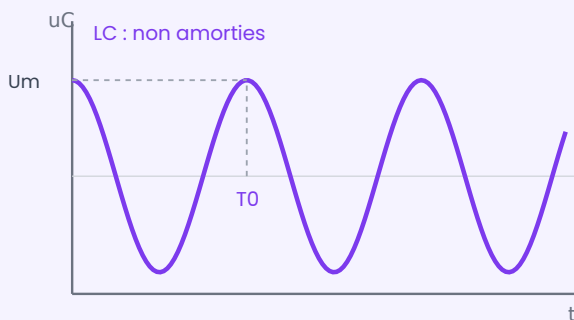
ثابت الزمن هنا هو الذاتية على المقاومة الكلية. وعند إلغاء المولد مع إبقاء الدارة مغلقة تتناقص الشدة بشكل أسّي نحو الصفر بنفس ثابت الزمن. ولمشاهدة الشدة بالمذبذب نقيس التوتر بين مربطي مقاومة، فهو متناسب مع الشدة.

CIRCUIT LC : OSCILLATIONS NON AMORTIES

- Condensateur chargé relié à une bobine idéale. Loi des mailles : $u_C + L \cdot di/dt = 0$, avec $i = C \cdot du_C/dt$, donc $d^2u_C/dt^2 + (1/LC) \cdot u_C = 0$.
- Solution : $u_C(t) = U_m \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$ avec la pulsation propre $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, la période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ et la fréquence $N_0 = 1/T_0$.
- Intensité maximale : $I_m = C \cdot \omega_0 \cdot U_m$. Le courant est en quadrature de phase avec u_C (décalage de $\pi/2$).
- **Énergie totale constante** : $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 + \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_m^2 = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_m^2$. L'énergie passe sans perte du condensateur (électrique) à la bobine (magnétique) : le circuit est **conservatif**.

CIRCUIT RLC SÉRIE : OSCILLATIONS LIBRES AMORTIES

- Loi des mailles : $u_C + u_L + R \cdot i = 0$, soit $d^2q/dt^2 + (R/L) \cdot dq/dt + (1/LC) \cdot q = 0$ (R = résistance totale du circuit, bobine comprise).
- L'énergie diminue : $dE/dt = -R \cdot i^2 < 0$. La perte est due à l'**effet Joule** : le circuit est **dissipatif**.
- **Régime pseudo-périodique** (R faible) : oscillations d'amplitude décroissante, de pseudo-période T légèrement supérieure à T_0 .
- **Régime critique** : $R = R_c = 2\sqrt{L/C}$, retour le plus rapide à zéro sans oscillation. **Régime apériodique** (R grande) : retour lent à zéro sans oscillation.
- **Entretien des oscillations** : un dispositif à résistance négative compense les pertes ; on obtient des oscillations entretenues de période T_0 .

**ARABE**

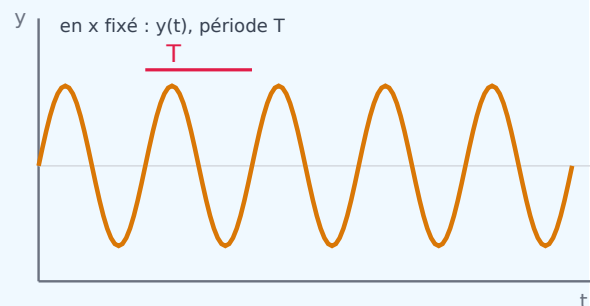
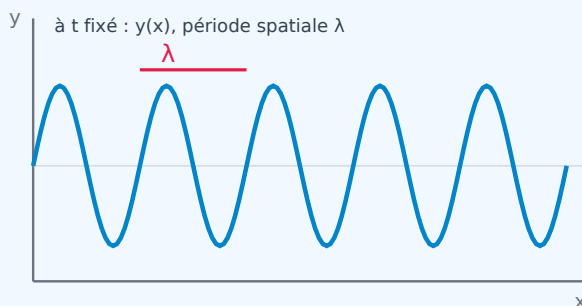
في دائرة تحتوي على مكثف مشحون ووشية مثالية تنتقل الطاقة باستمرار من المكثف (طاقة كهربائية) إلى الوشية (طاقة مغناطيسية) والعكس، دون أي ضياع، فيبقى المجموع ثابتاً. لذلك تكون الاهتزازات جيبة غير متخامدة، ودورها الخاص وتواترها الخاص لا يتعلقان إلا بالسعة والذاتية. نسمي هذه الدارة محافظة. في الواقع تحتوي الدارة على مقاومة، فيضيع جزء من الطاقة في كل لحظة على شكل حرارة بمفعول جول، ويتناقص مطال الاهتزازات تدريجياً. تسمى هذه الاهتزازات حرة متخامدة، والدارة غير محافظة. حسب قيمة المقاومة نميز ثلاثة أنظمة: نظام شبه دوري عندما تكون المقاومة صغيرة وتظهر عدة اهتزازات، ونظام لا دوري عندما تكون كبيرة فلا تظهر اهتزازات، ونظام حرج في الحالة الفاصلة بينهما وهو أسرع عودة إلى الصفر. لتعويض الطاقة الضائعة نستعمل جهازاً يوفر مقاومة سالبة، فنحصل على اهتزازات مصانة لها نفس الدور الخاص للدائرة المثالية.

DÉFINITION ET CÉLÉRITÉ

- Une onde mécanique progressive est la propagation d'une **perturbation** dans un milieu matériel, avec **transfert d'énergie sans transport de matière**. Elle est **transversale** si la direction de la perturbation est perpendiculaire à la propagation (corde), **longitudinale** si elle est parallèle (ressort, son).
- **Célérité** : $v = d/\Delta t$. Elle ne dépend que du milieu, pas de la source. Le point M situé à la distance x de la source S reproduit le mouvement de S avec un **retard** $\theta = x/v$: $y_M(t) = y_S(t - x/v)$, pour $t \geq x/v$.

ONDE PÉRIODIQUE SINUSOÏDALE

- La période T et la fréquence $N = 1/T$ sont **imposées par la source**. La **longueur d'onde** est la distance parcourue pendant une période : $\lambda = v \cdot T = v/N$.
- Double périodicité : **temporelle** (période T , à x fixé) et **spatiale** (période λ , à t fixé).
- Équation du mouvement de M : $y_M(t) = a \cdot \sin(2\pi N \cdot t - 2\pi x/\lambda + \phi_S)$, donc $\phi_M = \phi_S - 2\pi x/\lambda$.
- Deux points sont **en phase** si leur distance est $k \cdot \lambda$, et **en opposition de phase** si elle est $(2k + 1) \cdot \lambda/2$.



STROBOSCOPE ET DIFFRACTION

- **Stroboscope** (fréquence des éclairs N_e) : immobilité apparente si $N_e = N$ (ou $N = k \cdot N_e$) ; ralenti apparent si N_e est un peu inférieur ou supérieur à N .
- **Diffraction** : une onde qui traverse une ouverture de largeur a du même ordre que λ (ou plus petite) se propage dans toutes les directions derrière l'ouverture. La longueur d'onde ne change pas. Un milieu est **dispersif** si la célérité dépend de la fréquence.

ARABE

الموجة الميكانيكية المتقدمة هي انتشار اضطراب في وسط مادي، مع انتقال للطاقة دون انتقال للمادة. تكون مستعرضة إذا كان اتجاه الاهتزاز عموديا على اتجاه الانتشار، وطولية إذا كان موازيا له. سرعة الانتشار تتعلق بالوسط فقط وليس بالمنبع، بينما التواتر والدور يفرضهما المنبع.

كل نقطة من الوسط تعيد نفس حركة المنبع بتأخر زمني يساوي المسافة بين النقطة والمنبع على سرعة الانتشار. في الموجة الجيبية يوجد دوران: دور زمني هو دور المنبع، ودور مكاني هو طول الموجة، وهو المسافة التي تقطعها الموجة خلال دور واحد. تهتز نقطتان على توافق في الطور إذا كانت المسافة بينهما مضاعفا صحيحا لطول الموجة، وعلى تعاكس في الطور إذا كانت مضاعفا فرديا لنصف طول الموجة.

الوماض يجعل الحركة تبدو متوقفة عندما يساوي تواتر الومضات تواتر الحركة، ويجعلها تبدو بطيئة عندما يختلف عنه قليلا. أما الحيود فيحدث عندما تمر الموجة عبر فتحة عرضها قريب من طول الموجة أو أصغر منه، ولا يتغير طول الموجة أثناء ذلك.

Ce résumé reprend les chapitres d'électricité et d'ondes généralement traités au premier trimestre en 4ème Sciences de l'informatique. L'ordre exact des chapitres peut varier selon l'établissement : compare avec le programme officiel et le cours de ton professeur.