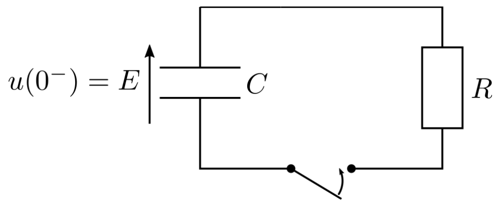
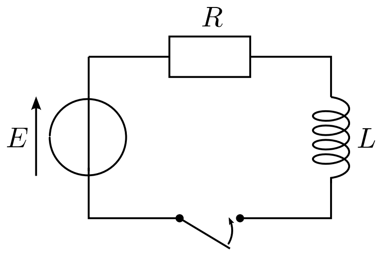
Questions de cours de Physique-Chimie - MPSI

Électrocinétique

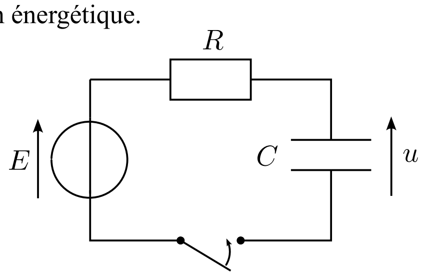
- Établir l'expression de la résistance équivalence à deux résistances en parallèle.
- Représenter la configuration d'un diviseur de tension. Établir l'expression de u_1 en fonction de u, R_1 et R_2.
- Représenter la configuration d'un diviseur de courant. Établir l'expression de i_1 en fonction de i, R_1 et R_2.
- Établir l'expression de l'énergie électrostatique emmagasinée dans un condensateur.
- Établir l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans une bobine.
- Circuit RC en régime libre : établir l'expression de la tension *u(t)* aux bornes du condensateur, faire un bilan énergétique.



- Circuit RL soumis à un échelon de tension E : établir l'expression de l'intensité *i(t)* dans la bobine, faire un bilan de puissance.

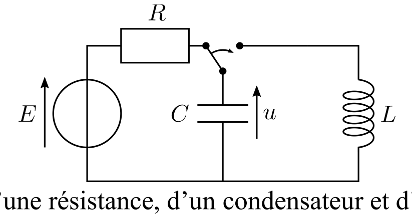


- Circuit RC soumis à un échelon de tension E : établir l'expression de la tension *u(t)* aux bornes du condensateur, initialement déchargé, faire un bilan énergétique.



- On considère le signal $u(t)=E(1-e^{-t/\tau})$. Tracer l'allure du graphe *u(t)*. Déterminer le temps de réponse à 5 %.
- On considère le mouvement horizontal d'une masse m accrochée à un ressort de raideur k. A l'instant $t = 0$, la masse est lancée avec une vitesse initiale v_0 , d'une position x_0 par rapport à sa position d'équilibre $x = 0$.

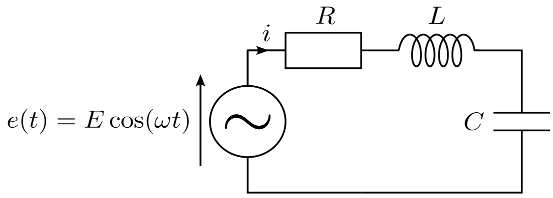
  Établir l'expression de $x(t)$. Tracer l'allure du graphe *x(t)*.
- Circuit LC en régime libre : établir l'expression de *u(t)*, faire un bilan énergétique.



- Établir les impédances complexes d'une résistance, d'un condensateur et d'une bobine. En déduire les limites d'un condensateur et d'une bobine, à haute et basse fréquence.

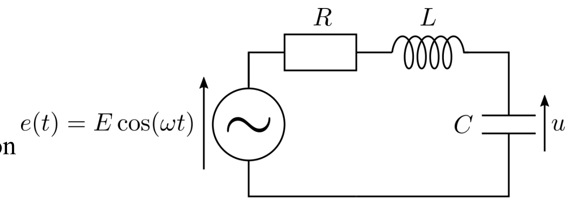
- Résonance en intensité du circuit RLC
    - Établir l'expression de l'amplitude complexe de *i(t)* et la mettre sous la forme

$$\underline{I}=\frac{I_0}{1+jQ(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega})}$$



    - Déterminer la pulsation de résonance en intensité
    - Tracer l'allure des graphes d'amplitude et de phase
- Résonance en charge du circuit RLC
    - Établir l'expression de l'amplitude complexe de *u(t)* et la mettre sous la forme

$$\underline{U}=\frac{U_0}{1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2+\frac{j\omega}{Q\omega_0}}$$



    - Établir la condition de résonance en charge et déterminer la pulsation de résonance
    - Tracer l'allure des graphes d'amplitude et de phase
- Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal sinusoïdal.
- Donner la forme générale de la décomposition en série de Fourier d'un signal périodique *e(t)* de pulsation ω_e. En déduire le signal de sortie *s(t)*, lorsque le signal *e(t)* est envoyé en entrée d'un filtre de gain *G(ω)* et de phase *φ(ω)*.
- Pour l'une des fonctions de transfert suivantes : $H(j\omega)=\frac{1}{1+j\omega\tau}$ $H(j\omega)=\frac{j\omega\tau}{1+j\omega\tau}$

  Tracer le diagramme de Bode asymptotique (gain et phase). Préciser le type de filtre. Déterminer la pulsation de coupure et la phase à la pulsation de coupure.
- Pour l'une des fonctions de transfert suivantes : $H(j\omega)=\frac{1}{1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2+j\frac{\omega}{Q\omega_0}}$ $H(j\omega)=\frac{1}{1-(\frac{\omega_0}{\omega})^2-j\frac{\omega_0}{Q\omega}}$

  Tracer le diagramme de Bode asymptotique (gain et phase). Préciser le type de filtre. Tracer l'allure du diagramme réel en gain selon la valeur de *Q*.
- Pour la fonction de transfert suivante : $H(j\omega)=\frac{1}{1+jQ(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega})}$

  Tracer le diagramme de Bode asymptotique (gain et phase). Préciser le type de filtre. Donner l'expression de la largeur de la bande passante en fonction de ω_0 et *Q*.
- Faire un schéma de deux quadripôles linéaires passifs en cascade. Établir l'expression de la fonction de transfert totale en sortie ouverte, en fonction des fonctions de transfert en sortie ouverte et des impédances d'entrée/sortie des 2 quadripôles. Commenter.

Mécanique

- Établir l'expression de la quantité de mouvement pour un système de *N* points matériels sous la forme : $\vec{p}=m\,\vec{v}_G$
- Établir l'expression de la norme du champ de pesanteur au voisinage de la surface de la Terre, en fonction de la masse et du rayon de la Terre.
- Établir l'expression de la poussée d'Archimède.

- Un projectile est lancé depuis le sol avec une vitesse v_0 et un angle α par rapport à l'horizontale dans un champ de pesanteur uniforme g. Établir l'équation de la trajectoire $y(x)$. Établir les expressions de l'altitude maximale atteinte et de la portée.
- Par analyse dimensionnelle, établir l'expression de la période du mouvement d'une masse m accrochée à un ressort de raideur k et de longueur à vide ℓ_0, à un facteur sans dimension près.
- Donner la forme canonique (avec ω_0 et Q) de l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique amorti. Établir la forme générale des solutions, selon la valeur de Q. Donner, dans chaque cas, un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.
- Mettre en évidence l'analogie entre le système masse-ressort amorti par frottement visqueux et le circuit RLC série, en régime libre.
- Établir les expressions des composantes du vecteur-position, du vecteur-vitesse, du vecteur-accélération et du déplacement élémentaire, en coordonnées cylindriques.
- Exprimer à partir d'un schéma le déplacement élémentaire en coordonnées sphériques.
- Établir l'expression des composantes du vecteur accélération d'un mouvement circulaire en fonction du rayon R et de la composante orthoradiale du vecteur-vitesse v_θ, en coordonnées polaires. En déduire les vecteurs vitesse et accélération, dans la base de Frenet, pour une trajectoire plane quelconque.
- Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.
- Établir les théorèmes de la puissance cinétique, de l'énergie cinétique, de la puissance mécanique et de l'énergie mécanique.
- Établir les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur (champ uniforme), de l'énergie potentielle gravitationnelle (champ créé par un astre ponctuel), de l'énergie potentielle élastique.
- Établir l'équation de la trajectoire d'une particule de masse m et de charge q, ayant un vecteur-vitesse initiale $\vec{v}_0$ faisant un angle α avec $\vec{u}_x$, dans un champ électrique uniforme $\vec{E}=E\,\vec{u}_y$
- Établir l'expression de la vitesse d'une particule de masse m et de charge q accélérée par une tension U depuis une vitesse nulle. Préciser le sens de la tension selon le signe de q.
- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas ou le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétostatique : déterminer le rayon de la trajectoire, le sens de parcours et la vitesse de rotation.
- Pour un mouvement conservatif à une dimension, écrire le développement limité de l'énergie potentielle $E_p(x)$ au voisinage d'une position d'équilibre stable $x_{éq}$. Établir l'équation différentielle du mouvement au voisinage de $x_{éq}$. Commenter.
- Établir le théorème du moment cinétique (pour un point matériel).
- Établir l'équation du mouvement du pendule simple en utilisant le théorème du moment cinétique.
- Pour un point matériel soumis à un champ de force centrale, établir la conservation du moment cinétique. Établir les conséquences de la conservation du moment cinétique : mouvement plan, loi des aires.
- Pour un point matériel soumis à un champ de force newtonien attractif, montrer que l'énergie mécanique se conserve et construire une énergie potentielle effective $E_{p,eff}(r)$. Tracer l'allure du graphe $E_{p,eff}(r)$. Décrire qualitativement le mouvement selon la valeur de l'énergie mécanique.
- Dans le cas particulier du mouvement circulaire d'une planète autour du Soleil (ou d'un satellite autour de la Terre), montrer que le mouvement est uniforme et établir la troisième loi de Kepler (loi des périodes).
- Établir l'expression de l'énergie mécanique, en fonction du rayon de la trajectoire, dans le cas d'un mouvement circulaire dans un champ newtonien. Généraliser, sans démonstration, cette expression au cas du mouvement elliptique.

- Déterminer l'altitude d'un satellite géostationnaire et justifier sa localisation dans le plan équatorial.
- Établir l'équation du mouvement du pendule pesant. Établir une intégrale première du mouvement.
- Exprimer l'énergie potentielle d'un pendule pesant. Tracer le graphe d'énergie potentielle $E_p(\theta)$. En déduire la nature du mouvement selon la valeur de l'énergie mécanique.

Ondes

- Établir l'expression de l'angle du cône d'acceptance d'une fibre optique à saut d'indice en fonction des indices n_c et n_g du cœur et de la gaine.
- On considère une fibre optique à saut d'indice, de longueur L et d'indices n_c (cœur) et n_g (gaine). Établir l'expression de la fréquence de coupure, due à la dispersion intermodale.
- Établir les relations de grandissement à partir d'un schéma. En déduire les relation de conjugaisons (de Newton et Descartes)
- Établir la condition pour pouvoir projeter l'image d'un objet par une lentille de focale f', sur un écran situé à la distance D.
- Construire géométriquement la profondeur de champ d'un appareil photo sur un schéma. En déduire comment varie qualitativement la profondeur de champ avec l'ouverture du diaphragme.
- Établir la formule de Fresnel donnant l'amplitude résultante de la superposition de 2 signaux sinusoïdaux de même fréquence.
- Interférences entre deux ondes sinusoïdales de même fréquence. Établir l'expression de la différence de marche loin des sources. En déduire la répartition d'intensité et l'interfrange.
- Établir par analogie avec la diffraction des ondes lumineuses, l'inégalité de Heisenberg en ordre de grandeur :
  $\Delta p \, \Delta x \geq \hbar$.
- Établir les expressions du rayon et des niveaux d'énergie électronique de l'atome d'hydrogène, dans le cadre du modèle de Bohr.

Thermodynamique

- Calculer la vitesse quadratique moyenne d'une molécule de diazote dans l'air à température ambiante.
- Calculer le travail des forces de pression pour une transformation isochore, pour une transformation monobare, pour une transformation isotherme dans le cas d'un gaz parfait.
- Donner l'expression de l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique. En déduire les expressions de l'enthalpie et des capacités thermiques à volume constant et à pression constante.
- Établir les expressions des capacités thermiques à volume constant et à pression constante d'un gaz parfait, en fonction de n, R et γ.
- Énoncer une forme de la loi de Laplace en précisant ses conditions d'application. En déduire les deux autres.
- Représenter l'allure des courbes de rosée et d'ébullition ainsi que des isothermes, dans le diagramme de Clapeyron. Positionner les phases (liquide, gaz, liquide + gaz). Établir l'expression du titre en vapeur en fonction du volume massique.
- Montrer que le rendement d'un moteur ditherme est inférieur au rendement de Carnot que l'on exprimera en fonction de T_f et T_c.
- Montrer que l'efficacité d'une machine frigorifique ditherme est inférieure à l'efficacité de Carnot que l'on exprimera en fonction de T_f et T_c.
- Montrer que l'efficacité d'une pompe à chaleur est inférieure à l'efficacité de Carnot que l'on exprimera en fonction de T_f et T_c.

Induction

- Établir l'expression du couple des actions de Laplace dans le cas d'une spire rectangulaire, parcourue par un courant, en liaison pivot autour d'un axe de symétrie de la spire passant par les deux milieux de côtés opposés et placée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire orthogonal à l'axe.
- Pour un aimant de moment magnétique m et de moment d'inertie J, dans un champ magnétique extérieur uniforme, établir l'équation du mouvement. En déduire les positions d'équilibre et étudier leur stabilité. Déterminer la période des petites oscillations autour de la position d'équilibre stable.
- Établir l'expression de l'inductance propre L d'une bobine de N spires, de grande longueur ℓ et de section S.
- Établir l'expression de l'inductance mutuelle M de deux bobines de même axe, de grande longueur ℓ, de même section S (influence totale) et comportant respectivement N_1 et N_2 spires.
- Établir l'expression de l'énergie magnétique stockée dans deux bobines d'inductances propres L_1 et L_2, couplées par une inductance mutuelle M.

Réactions chimiques

- Pour une réaction d'ordre 0 par rapport à un réactif R unique, établir l'expression de [R](t) et du temps de demi-réaction.
- Pour une réaction d'ordre 1 par rapport à un réactif R unique, établir l'expression de [R](t) et du temps de demi-réaction.
- Pour une réaction d'ordre 2 par rapport à un réactif R unique, établir l'expression de [R](t) et du temps de demi-réaction.
- Énoncer la loi d'Arrhenius. En déduire l'expression de la constante de vitesse en fonction de la température.
- Établir le diagramme de prédominance d'un couple acide faible / base faible.
- Calculer le pH d'une solution d'acide acétique de concentration c = 0,5 mol/L.
  $pK_a(CH3COOH/CH3COO^-) = 4,8$
- Calculer le pH d'une solution d'ammoniac de concentration c = 0,2 mol/L. $pK_a(NH_4^+/NH_3) = 9,2$
- On mélange un même volume d'une solution d'acide acétique de concentration 2c et d'une solution d'ammoniac de concentration 4c. Calculer le pH de la solution. $pK_a(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$; $pK_a(NH_4^+/NH_3) = 9,2$
- Établir le diagramme d'existence de l'iodure de plomb(II) en fonction de pI, dans une solution de concentration c = 0,01 mol/L en plomb(II) apporté – $pK_s(PbI_2) = 8,1$
- Calculer la solubilité de l'iodure de plomb(II) dans l'eau – $pK_s(PbI_2) = 8,1$
- Calculer la solubilité de l'iodure de plomb(II) dans une solution d'iodure de potassium de concentration 0,1 mol/L – $pK_s(PbI_2) = 8,1$
- Établir le diagramme potentiel-pH de l'eau, pour des pressions partielles respectivement en H_2 et O_2 de 1 bar aux frontières. $E°(H_2O/H_2) = 0$; $E°(O_2/H_2O) = 1,23$ V
- Pour les structures cubique simple, cubique centré, cubique à faces centrées : représenter la maille conventionnelle, déterminer la population d'une maille, la coordinence, établir la condition de tangence et calculer la compacité.
- Représenter la maille conventionnelle de la structure cubique à faces centrées. Localiser et dénombrer les sites interstitiels, tétraédriques et octaédriques, et calculer leurs habitabilités.
- Décrire les différents types de liaison dans les solides cristallins et relier leurs caractéristiques aux propriétés macroscopiques des solides.

Capacités numériques

- En utilisant python, résoudre numériquement l'équation différentielle adimensionnée $\frac{dv}{dt}+v^2=1$ sur l'intervalle [0 ; 5] avec la condition initiale $v(0) = 0$, par la méthode d'Euler. Tracer numériquement le graphe $v(t)$.
- En utilisant python, résoudre numériquement l'équation $e^{-x} = x$, par dichotomie.
- En utilisant la fonction odeint de la bibliothèque scipy.integrate, écrire un programme python pour résoudre l'équation différentielle : $\theta'' + \sin(\theta) = 0$ avec les conditions initiales : $\theta(0) = 0$ et $\theta'(0) = \Omega_0$. Mettre en évidence le non-isochronisme des oscillations et la transition entre un mouvement pendulaire et un mouvement révolutif.
- Écrire un programme python pour calculer l'intégrale $\int_0^1 \sqrt{1-x^2}\,dx$ $(= \pi/4)$ par la méthode des rectangles.