Programme de colle
semaine 11 – du 25 au 29 novembre

Cours uniquement pour les oscillateurs amortis.

Introduction à la mécanique du point

Notions au programme :	**Capacités exigibles :**
Cinématique du point.	
Repérage dans l'espace et dans le temps Espace et temps classiques. Notion de référentiel. Caractère relatif du mouvement. Caractère absolu des distances et des intervalles de temps.	Citer une situation où la description classique de l'espace ou du temps est prise en défaut.
Description du mouvement rectiligne d'un point. Vecteurs position, vitesse et accélération.	Établir les expressions des composantes des vecteurs position, déplacement élémentaire, vitesse et accélération dans le seul cas des coordonnées cartésiennes à une dimension.
Mouvement rectiligne à vecteur accélération constant.	Exprimer le vecteur vitesse et le vecteur position en fonction du temps.
Première loi de Newton : principe d'inertie. Référentiels galiléens.	Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.
Notion de force. Troisième loi de Newton.	Établir un bilan des forces sur un système ou sur plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur un schéma.
Deuxième loi de Newton. Théorème de la quantité de mouvement.	Déterminer les équations du mouvement d'un point matériel ou du centre de masse d'un système fermé dans un référentiel galiléen.
Force de gravitation. Modèle du champ de pesanteur uniforme au voisinage de la surface d'une planète. Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme.	Étudier le mouvement d'un système modélisé par un point matériel dans un champ de pesanteur uniforme en l'absence de frottement.
Modèles d'une force de frottement fluide. Influence de la résistance de l'air sur un mouvement de chute.	Exploiter, sans la résoudre analytiquement, une équation différentielle : analyse en ordres de grandeur, détermination de la vitesse limite.

Oscillateur harmonique

Notions au programme :	**Capacités exigibles :**
Oscillateur harmonique. Exemples du circuit LC et de l'oscillateur mécanique.	Établir et reconnaître l'équation différentielle qui caractérise un oscillateur harmonique ; la résoudre compte tenu des conditions initiales. Caractériser les oscillations en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence, de pulsation. Réaliser un bilan énergétique.
Modèle linéaire de l'élasticité d'un matériau.	Modéliser un comportement élastique par une loi de force linéaire ; extraire une constante de raideur et une longueur à vide à partir de données mesurées ou fournies. Analyser la limite d'une modélisation linéaire à partir de documents expérimentaux.

Oscillateurs amortis

Notions au programme :	**Capacités exigibles :**
Circuit RLC série et oscillateur mécanique amorti par frottements visqueux.	Analyser, sur des relevés expérimentaux, l'évolution de la forme des régimes transitoires en fonction des paramètres caractéristiques. Prévoir l'évolution du système à partir de considérations énergétiques. Écrire sous forme canonique l'équation différentielle afin d'identifier la pulsation propre et le facteur de qualité. Décrire la nature de la réponse en fonction de la valeur du facteur de qualité. Déterminer la réponse détaillée dans le cas d'un régime libre ou d'un système soumis à un échelon en recherchant les racines du polynôme caractéristique. Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire selon la valeur du facteur de qualité. Mettre en évidence la similitude des comportements des oscillateurs mécanique et électronique.
Stockage et dissipation d'énergie.	Réaliser un bilan énergétique.

Questions de cours

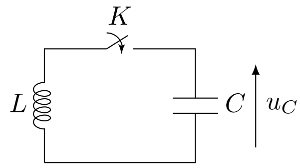
Introduction à la mécanique du point

1. Mouvement rectiligne uniformément accéléré : On étudie un mouvement selon l'axe Ox avec $\ddot{x} = a_0 = \text{Cste}$. Déterminer les expressions de v et x en fonction du temps. Tracer leur allure dans deux cas : $a_0 > 0$ et $a_0 < 0$.

2. Chute libre sans frottements : on lâche une masse m d'une hauteur h dans le champ de pesanteur terrestre, sans vitesse initiale. Déterminer l'équation horaire vérifiée par l'altitude de la masse, la durée de la chute et la vitesse d'impact au niveau du sol.
3. On considère une particule en sédimentation dans l'eau. En plus de son poids, elle est soumise à une force de frottement linéaire et à la poussée d'Archimède. Établir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse de particule, montrer que la particule atteint une vitesse limite dont on donnera l'expression, et résoudre l'équation différentielle.

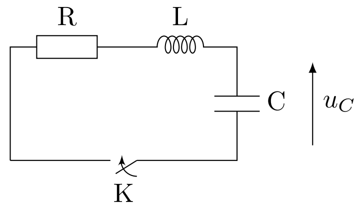
Oscillateur harmonique

1. On considère un système masse-ressort horizontal constitué d'un ressort de raideur k et de longueur à vide ℓ_0 auquel est attaché un point matériel de masse m. Établir l'équation différentielle régissant le mouvement de la masse. La résoudre pour les conditions initiales $x(t=0)=x_0$ et $v(t=0)=0$.
2. On considère le circuit ci-contre. Pour $t<0$, le condensateur est chargé avec $u_C=U_0$ et l'interrupteur K est ouvert. À $t=0$, on ferme l'interrupteur K. Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ pour $t>0$ en faisant apparaître une pulsation propre. Déterminer $u_C(t)$ et tracer son allure.

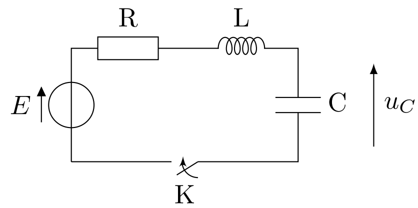


Oscillateurs amortis

1. On considère un système masse-ressort horizontal constitué d'un ressort de raideur k et de longueur à vide ℓ_0 auquel est attaché un point matériel de masse m. Le point matériel subit également une force de frottement fluide linéaire. Établir l'équation différentielle régissant le mouvement de la masse et la mettre sous forme canonique en faisant apparaître une pulsation propre et un facteur de qualité. Rappeler les différents régimes possibles en fonction du facteur de qualité.
2. On considère le circuit ci-contre. Pour $t<0$, le condensateur est chargé de telle sorte que $u_C=u_0$ et l'interrupteur est ouvert. À $t=0$, on ferme l'interrupteur. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution $u_C(t)$. Mettre cette équation sous forme canonique et donner les différents régimes possibles en fonction de la valeur du facteur de qualité.



3. On considère le circuit ci-contre. Pour $t<0$, le condensateur est déchargé et l'interrupteur est ouvert. À $t=0$, on ferme l'interrupteur. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution $u_C(t)$. Mettre cette équation sous forme canonique et donner les différents régimes possibles en fonction de la valeur du facteur de qualité.



4. Résoudre complètement l'équation différentielle suivante dans le cas où $Q>1/2$. Tracer l'allure de la solution.

$$\ddot{x}+\frac{\omega_0}{Q}\dot{x}+\omega_0^2x=0 \qquad \text{avec} \qquad x(0)=x_0 \text{ et } \dot{x}(0)=0.$$