

# *Programme de colle*

## *semaine 19 – du 5 au 9 février*

### *Lois de Newton*

Notions au programme :	Capacités exigibles :
Quantité de mouvement Masse d'un système. Conservation de la masse pour un système fermé.	Exploiter la conservation de la masse pour un système fermé.
Quantité de mouvement d'un point et d'un système de points. Lien avec la vitesse du centre de masse d'un système fermé.	Établir l'expression de la quantité de mouvement pour un système de deux points sous la forme : $\vec{p} = m\vec{v}(G)$ .
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.
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, utilisation des résultats obtenus par simulation numérique. Écrire une équation adimensionnée.
Tension d'un fil. Pendule simple.	Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.
Modèle des lois de frottement de glissement : lois de Coulomb.	Exploiter les lois de Coulomb fournies dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage. Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider.

**Complément :** Toutes les forces vues précédemment sont à connaître (poids, forces de frottements fluides, force de rappel d'un ressort en particulier).

### *Approche énergétique du mouvement d'un point matériel*

Notions au programme :	Capacités exigibles
------------------------	---------------------

Puissance, travail et énergie cinétique Puissance et travail d'une force dans un référentiel.	Reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force.
Théorèmes de l'énergie cinétique et de la puissance cinétique dans un référentiel galiléen, dans le cas d'un système modélisé par un point matériel.	Utiliser le théorème approprié en fonction du contexte.
Champ de force conservative et énergie potentielle Énergie potentielle. Lien entre un champ de force conservative et l'énergie potentielle. Gradient.	Établir et citer 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. Déterminer l'expression d'une force à partir de l'énergie potentielle, l'expression du gradient étant fournie. Déduire qualitativement, en un point du graphe d'une fonction énergie potentielle, le sens et l'intensité de la force associée.
Énergie mécanique. Théorème de l'énergie mécanique. Mouvement conservatif.	Distinguer force conservative et force non conservative. Reconnaître les cas de conservation de l'énergie mécanique. Utiliser les conditions initiales.
Mouvement conservatif à une dimension.	Identifier sur un graphe d'énergie potentielle une barrière et un puits de potentiel. Déduire d'un graphe d'énergie potentielle le comportement qualitatif : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.
Positions d'équilibre. Stabilité.	Déduire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre. Analyser qualitativement la nature, stable ou instable, de ces positions.
Petits mouvements au voisinage d'une position d'équilibre stable, approximation locale par un puits de potentiel harmonique.	Établir l'équation différentielle du mouvement au voisinage d'une position d'équilibre.

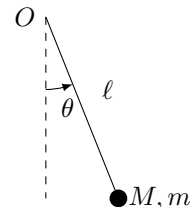
## Questions de cours

### Lois de Newton

1. Présenter les lois de Coulomb pour le frottement solide.
2. On considère un palet de masse  $m$  posé sur un plan incliné faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. On note  $f$  le coefficient de frottement entre le plan incliné et le palet. Établir l'expression de l'angle critique  $\alpha_c$  à partir duquel le palet commence à glisser.

3. Un point matériel  $M$  de masse  $m$  est suspendu à un fil de longueur  $\ell$ . À l'instant initial, il est dévié de sa position d'équilibre de telle sorte que  $\theta(t=0) = \theta_0$  et  $\dot{\theta}(t=0) = 0$ .

Établir l'équation différentielle régissant l'évolution de  $\theta$  en fonction du temps. Donner l'expression de  $\theta(t)$  pour de petites oscillations.



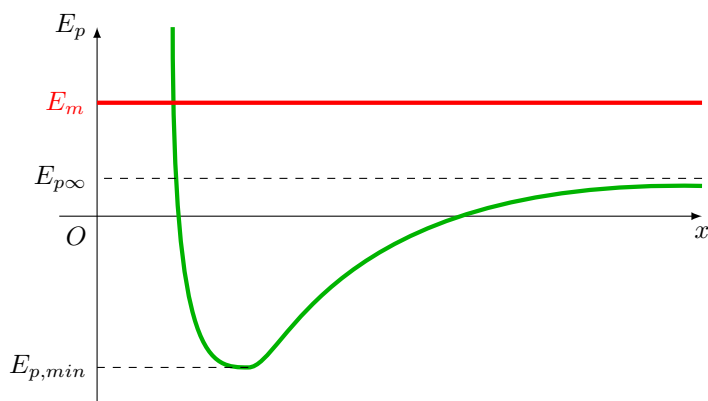
4. Expliquer comment résoudre l'équation différentielle suivante avec la méthode d'Euler après l'avoir transformée un système de deux équations différentielles d'ordre 1.

$$\ddot{x} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 A \cos(\omega t) \quad \text{avec} \quad x(0) = x_0 \text{ et } \dot{x}(0) = 0.$$

5. On considère un point matériel  $M$  de masse  $m$ , en chute dans l'air. En plus de son poids, il est soumis à une force de frottement quadratique. Établir l'équation du mouvement et montrer que  $M$  atteint une vitesse limite dont on donnera l'expression. Mettre l'équation sous forme adimensionnée.

### Aspects énergétiques de la mécanique du point

- Définir le gradient et donner son expression en fonction des dérivées partielles. Rappeler le lien entre énergie potentielle et force conservative, puis établir l'expression du poids en partant de l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur.
- Rappeler la définition du travail d'une force. Définir une force conservative et établir l'expression de l'énergie potentielle de gravitation à partir de l'expression de la force gravitationnelle.
- Établir l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur et de l'énergie potentielle élastique à partir des forces associées.
- On lâche sans vitesse initiale un point matériel de masse  $m$  d'une hauteur  $h$ . Déterminer sa vitesse au niveau du sol avec le théorème de l'énergie mécanique. (On néglige les frottements).
- Avec le théorème de la puissance mécanique, établir l'équation du mouvement du pendule simple avec frottements fluides linéaires.
- On considère un point matériel astreint à se déplacer selon l'axe  $Ox$  dans l'énergie potentielle  $E_p(x)$  dont l'allure est donnée ci-dessous. Donner les différents mouvements possibles en fonction de la valeur de son énergie mécanique  $E_m$ .



7. Dans un référentiel galiléen, on considère un point matériel  $M$ , de masse  $m$ , astreint à se déplacer sur un axe  $(Ox)$  et soumis à une force conservative  $\vec{F} = F(x)\vec{u}_x$  dérivant de l'énergie potentielle  $E_p(x)$ . On suppose qu'il existe une position d'équilibre stable en  $x_0$ . Montrer que les petites oscillations de  $M$  autour de  $x_0$  sont harmoniques et établir l'expression de leur pulsation propre.