I Cours et exercices

M2 Dynamique du point

- I **Introduction** : inertie et quantité de mouvement, forces fondamentales.
- II **Trois lois de NEWTON** : principe d'inertie, principe fondamental de la mécanique, loi des actions réciproques.
- III **Ensembles de points** : centre d'inertie, quantité de mouvement d'un ensemble de points, théorème de la résultante cinétique, méthode générale de résolution.
- IV **Forces usuelles** : poids, chute libre avec angle initial ; poussée d'ARCHIMÈDE ; frottements fluides, chute avec frottements linéaires et quadratique, résolution par adimensionnement ; frottements solides ; force de rappel d'un ressort et longueur d'équilibre vertical.

M3 Mouvements courbes

- I **Mouvement courbe dans le plan** : position, variation des vecteurs de base, déplacement élémentaire, vitesse, accélération en coordonnées polaires.
- II **Exemples de mouvements plans** : mouvement circulaire, circulaire uniforme, repère de FRENET, démonstration.
- III **Application : pendule simple** : tension d'un fil, pendule simple.
- IV **Mouvement courbe dans l'espace** : coordonnées cylindriques, coordonnées sphériques.

II Cours uniquement

M4 Approche énergétique

- I **Puissance et énergie cinétique** : notions de base, puissance d'une force, théorème de la puissance cinétique.
- II **Travail d'une force et énergie cinétique** : Définition et exemples, théorème de l'énergie cinétique.
- III **Énergie potentielle** : forces conservatives ou non, énergie potentielle et travail, énergie potentielle et force (gradient d'une fonction scalaire, opérateur différentiel).
- IV **Énergie mécanique** : définition, TEM et TPM et applications.
- V **Énergie potentielle et équilibres** : notion d'équilibre, équilibres stables et instables, étude générale autour d'un point d'équilibre stable : oscillateur harmonique.

III Questions de cours possibles

M3 Mouvements courbes

- 1) Présenter les coordonnées **cylindriques** avec un schéma introduisant la base et indiquant l'expression de $\overrightarrow{OM}(t)$ dans cette base (Df.M3.6). Démontrer les expressions de $d\vec{u}_r$ et $d\vec{u}_\theta$, en déduire à l'aide d'un schéma l'expression de $d\overrightarrow{OM}$ en polaires et justifier son expression en cylindriques, puis démontrer $\vec{v}(t)$ et $\vec{a}(t)$ en cylindriques (Pt.M3.8, Dm.M3.2, 3, 4 et 5).
- 2) Établir succinctement la vitesse et l'accélération pour un mouvement circulaire de rayon R , puis pour le mouvement circulaire uniforme de rayon R (Ipl.M3.1 et 2). Un schéma est attendu.
- 3) Présenter la base de FRENET sur une trajectoire quelconque (Df.M3.4), démontrer les expressions de $\vec{v}(t)$ et $\vec{a}(t)$ dans cette base (Dm.M3.6).
- 4) (Dm.M3.7) Étude du pendule simple : mise en situation, équation différentielle, linéarisation, résolution. Que se passe-t-il pour de grands angles ? Tracer l'allure de l'évolution de T/T_0 en fonction de θ_0 .

M4 Approche énergétique

- 5) Définir la puissance d'une force (Df.M4.3), son travail élémentaire et total (Df.M4.5). Quelle est la différence entre la notation δ et la notation d ? Refaire les applications Ap.M4.1 et Ap.M4.3 : exprimer la puissance du poids lors d'une descente à vélo d'une pente d'angle α , puis calculer le travail de la force de frottements solides $\vec{T} = -fmg\vec{u}_x$ sur la distance $D = v_0^2/(2fg)$ d'un objet de vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0\vec{u}_x$. Le relier à $\Delta\mathcal{E}_c$.
- 6) Énoncer et démontrer les théorèmes de la puissance cinétique et de l'énergie cinétique (Pr.M4.1 et 2).
- 7) Retrouver les énergies potentielles de forces classiques (poids, Dm.M4.1 et 3, rappel élastique, Dm.M4.2 et 4). Démontrer le lien direct entre force et énergie potentielle (Dm.M4.5).
- 8) Énoncer et démontrer les théorèmes de la puissance mécanique et de l'énergie mécanique (Pr.M4.2 et 3).
- 9) Appliquer le TEC **PUIS** le TEM pour trouver la vitesse d'une skieuse en bas d'une piste d'un dénivelé de hauteur h (Ap.M4.5 et 7). On néglige les frottements.
- 10) Retrouver l'équation différentielle sur θ du pendule simple non amorti à l'aide du TPC ou du TPM, au choix de l'interrogatoire (Ap.M4.2 ou Ap.M4.8 **de la version book en ligne**).
- 11) Expliquer et démontrer l'obtention des positions d'équilibre (M4|V/A) et leur stabilité sur un graphique $\mathcal{E}_p(x)$ (M4|V/B).
- 12) (Dm.M4.8) Savoir réaliser l'approximation harmonique d'une cuvette de potentiel par développement limité. En déduire que tout système décrit par une énergie potentielle présentant un minimum local est assimilable à un oscillateur harmonique.