

I | Cours et exercices

M2 Dynamique du point

- I **Introduction** : inertie, quantité de mouvement et forces fondamentales ; lois de NEWTON.
- II **Ensembles de points** : centre d'inertie, quantité de mouvement d'un ensemble de points, théorème de la résultante cinétique, méthode générale de résolution.
- III **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** : coordonnées polaires ; exemples simples et repère de FRENET ; application au pendule simple.
- II **Mouvement courbe dans l'espace** : coordonnées cylindriques, coordonnées sphériques.

II | Cours uniquement

M4 Approche énergétique

- I **Force et énergie cinétique** : puissance et TPC, travail et TEC.
- II **Énergie mécanique** : énergie potentielle, différentielle et gradient, énergie mécanique et théorèmes associés.

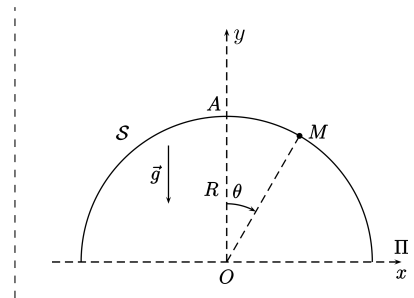
III Questions de cours possibles

M3 Mouvements courbes

- 1) (Df.M3.6, Ipt.M3.1) Présenter les coordonnées **cylindriques** avec un schéma introduisant la base et indiquant l'expression de $\overrightarrow{OM}(t)$ dans cette base. Démontrer les expressions de $d\vec{u}_r$, $d\vec{u}_\theta$ et de $d\overrightarrow{OM}$ en polaires (Dm.M3.2 et 3) ; justifier son expression en cylindriques, puis démontrer $\vec{v}(t)$ et $\vec{a}(t)$ en cylindriques (Dm.M3.4 et 5).
- 2) 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).
- 3) (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 (Rmq.M3.2).
- 4) (TD.M3.ent|I) Refaire l'exercice de l'igloo et du pingouin.

Question 4)

Un pingouin, assimilable à un point matériel M de masse m décide de faire du toboggan. Il s'élance sans vitesse initiale du sommet A d'un igloo voisin, assimilable à une demi sphère S de rayon R et de centre O, posée sur un plan horizontal Π . On considère que le glissement s'effectue sans frottement dans le plan vertical (xOz).



- 1] Appliquer le PFD au pingouin pour en déduire deux équations différentielles portant sur l'angle θ . Identifier l'équation du mouvement qui permet de déterminer $\theta(t)$. Quelle information l'autre information contient-elle ?
- 2] En multipliant l'équation du mouvement par $\dot{\theta}$ et en intégrant sur t , montrer que

$$\dot{\theta}^2(t) = \frac{2g}{R}(1 - \cos(\theta(t)))$$
- 3] En déduire la norme de la force de réaction de l'igloo, ainsi que la vitesse du pingouin en fonction de l'angle θ .
- 4] Le pingouin décolle-t-il du toit de l'igloo avant d'atteindre le sol ? Si oui, pour quel angle, et à quelle vitesse ?

M4 Approche énergétique

- 5) Définir la puissance d'une force (Df.M4.3), son travail élémentaire et total (Df.M4.4). Refaire les applications Ap.M4.1 et Ap.M4.4 : 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) Qu'est-ce qu'une force conservative ? La relier à son énergie potentielle (Df.M4.5 et 6). Retrouver les énergies potentielles du poids et de la force de rappel d'un ressort (Dm.M4.2). Démontrer le lien direct entre force conservative et énergie potentielle (Dm.M4.3).
- 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 8). 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.M4.9).