Programme de colles — Semaine du 19/01/2026

Chapitre 12 – Dynamique du point matériel

À savoir

- ▷ Notion de système (pseudo-)isolé, de référentiel galiléen, et lien entre référentiels galiléens : deux référentiels galiléens sont en translation rectiligne uniforme l'un par rapport à l'autre.
- ▷ Trois lois de Newton : principe d'inertie, principe fondamental de la dynamique (préciser que le référentiel doit être **galiléen**), principe des actions réciproques.
- ▷ Expression des forces « usuelles » :
  - ▷ interaction gravitationnelle entre deux masses ponctuelles ;
  - ▷ poids dans un champ de pesanteur constant ;
  - ▷ force de rappel élastique d'un ressort (loi de Hooke).
  - ▷ poussée d'Archimède ;
  - ▷ force de frottement fluide linéaire ($\vec{\mathrm{F}} = -\alpha\,\vec{v}$) ou quadratique ($\vec{\mathrm{F}} = -\beta\,\|\vec{v}\|\,\vec{v}$) ;
- ▷ Tension d'un fil inextensible :
  - ▷ force dirigée vers le fil l'exerçant, dans la direction du fil ;
  - ▷ quand la tension du fil devient nulle, le fil se détend.
- ▷ Réaction d'un support :
  - ▷ deux composantes : une normale et une tangentielle (représentant les frottements) ;
  - ▷ quand la réaction normale s'annule, le système se décolle du support ;
  - ▷ les lois de Coulomb pour le frottement solide ne sont pas explicitement au programme et doivent être données dans un exercice.

À savoir faire

Appliquer la démarche à suivre pour résoudre un problème de mécanique (c'est-à-dire bien souvent, trouver l'équation horaire du mouvement) :

0. Faire un **schéma**.
1. Décrire le système, le référentiel (supposé galiléen), le système de coordonnées choisi.
2. Faire un bilan des forces en donnant leurs expressions dans le repère choisi.
3. Décrire la cinématique du mouvement : écrire le vecteur vitesse et le vecteur accélération en fonction des coordonnées du système.
4. Écrire le PFD et projeter sur les axes ; trouver l'équation différentielle (ED) qui donne le mouvement : c'est l'équation du mouvement.
5. Résoudre l'ED et appliquer les conditions initiales pour trouver l'équation horaire du mouvement.

Chapitre 13 – Travail et énergie

Note aux colleurs et colleuses : on n'attend pas de virtuosité particulière dans les calculs de travaux de forces exotiques ; par ailleurs les notions de différentielle et de gradient sont strictement hors programme.

À savoir

- ▷ Définition de la puissance $\mathcal{P}(t)$ d'une force à un instant donné et du travail infinitésimal $\delta \mathrm{W}$.
- ▷ Définition du travail d'une force sur un chemin donné comme l'**énergie** fournie au système pendant le mouvement.
- ▷ Énoncé du théorème de la puissance cinétique (TPC) et de l'énergie cinétique (TEC) ; définition de l'énergie cinétique.
- ▷ Définition d'une force conservative : force dont le travail entre deux points est indépendant du chemin suivi.
- ▷ Conséquence de la définition : pour une force conservative il existe une fonction appelé **énergie potentielle** telle qu'on peut calculer facilement le travail entre deux points :

$$\mathrm{W}_{t_1 \to t_2} = \mathcal{E}_\mathrm{p}(\mathrm{M}(t_1)) - \mathcal{E}_\mathrm{p}(\mathrm{M}(t_2)) \tag{1}$$

- ▷ Les frottements ne sont pas des forces conservatives (exemple de différence entre un système immobile et le même système parcourant une boucle en aller-retour).
- ▷ Énoncé du théorème de la puissance mécanique (TPM) et de l'énergie mécanique (TEM) ; définition de l'énergie mécanique.
- ▷ Expression des trois énergies potentielles « usuelles » :
  - ▷ énergie potentielle de pesanteur (axe z vers le haut) $\mathcal{E}_\mathrm{pp} = m\,g\,z + \mathrm{cte}$;
  - ▷ énergie potentielle élastique $\mathcal{E}_\mathrm{pe} = \dfrac{1}{2}\,k\,(\ell - \ell_0)^2 + \mathrm{cte}$;
  - ▷ énergie potentielle d'interaction gravitationnelle (masses m_1 et m_2 séparées de r) : $\mathcal{E}_\mathrm{pg} = -\dfrac{\mathrm{G}\,m_1\,m_2}{r} + \mathrm{cte}$.
- ▷ Définition d'un système conservatif ; définition de l'intégrale première du mouvement ($\mathcal{E}_\mathrm{m} = \mathrm{cte}$).
- ▷ Pour un mouvement conservatif *unidimensionnel* (coordonnée notée x) :
  - ▷ Définition d'une position d'équilibre.
  - ▷ Critère pour trouver la position d'équilibre $x_\text{éq}$: dérivée de l'énergie potentielle nulle en ce point $\dfrac{\mathrm{d}\mathcal{E}_\mathrm{p}}{\mathrm{d}x}(x_\text{éq}) = 0$.
  - ▷ La position est stable si c'est un minimum de $\mathcal{E}_\mathrm{p}$, donc si $\dfrac{\mathrm{d}^2\mathcal{E}_\mathrm{p}}{\mathrm{d}x^2}(x_\text{éq}) > 0$.
  - ▷ Repérer des positions d'équilibre sur un graphe d'énergie potentielle et leur stabilité.
  - ▷ Interprétation sur une courbe d'énergie potentielle du caractère libre (non borné) ou lié (borné) d'un mouvement en fonction des conditions initiales : ces dernières fixent l'énergie mécanique, et donc les positions accessibles au système pendant son mouvement vérifient $\mathcal{E}_\mathrm{p} \leq \mathcal{E}_\mathrm{m}$.

À savoir faire

- ▷ Démontrer le TPC à partir de la 2ᵉ loi de Newton.
- ▷ Calculer le travail du poids entre deux points d'altitudes z_1 et z_2 : $\mathrm{W}_{\mathrm{M}_1 \to \mathrm{M}_2} = m\,g\,(z_1 - z_2)$.
- ▷ Faire un **bilan d'énergie cinétique** entre deux instants pour déterminer par exemple une vitesse finale.
- ▷ Déterminer l'expression de l'énergie potentielle d'une force conservative, en repérant que la puissance correspond à la **dérivée temporelle** d'une fonction ; cette fonction est l'opposée de $\mathcal{E}_\mathrm{p}$:

$$\mathcal{P} = -\frac{\mathrm{d}\mathcal{E}_\mathrm{p}}{\mathrm{d}t} \tag{2}$$

- ▷ Démontrer le TPM à partir du TPC : on fait passer $-\dfrac{\mathrm{d}\mathcal{E}_\mathrm{p}}{\mathrm{d}t}$ de l'autre côté de l'égalité.
- ▷ Faire un **bilan d'énergie mécanique** entre deux instants.
- ▷ Pour un système unidimensionnel (une seule coordonnée pour décrire le mouvement), déterminer la ou les positions d'équilibre (extremum de $\mathcal{E}_\mathrm{p}(x)$) ainsi que le caractère stable (minimum de $\mathcal{E}_\mathrm{p}$) ou instable (maximum de $\mathcal{E}_\mathrm{p}$).
- ▷ Savoir obtenir les équations du mouvement en dérivant $\mathcal{E}_\mathrm{m}$ par rapport au temps. En étant guidé, savoir linéariser les équations du mouvement autour d'une position d'équilibre.