

**Du 02 au 05 février**

## **I Exercices uniquement**

**M2** Dynamique du point

**M3** Mouvements courbes

## **II Cours et exercices**

**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 **Utilisation de l'énergie potentielle** : Énergie potentielle et équilibres ; énergie potentielle et trajectoire.

## **III Cours uniquement**

**M5** Mouvement de particules chargées

I **La force de LORENTZ** : présentation, produit vectoriel, aspects énergétiques (puissance, énergie potentielle, potentiel électrique et lien tension/potentiel ; analogie champ de pesanteur).

II **Mouvement dans un champ électrique** : situation générale, accélération pour  $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$  par TEM, déviation pour  $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$  et angle de déviation.

III **Mouvement dans un champ magnétique** : cas  $\vec{v}_0 \parallel \vec{B}$ , cas  $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$  : trajectoire par FRENET et équations horaires cyclotron par coordonnées cartésiennes, cas général (mouvement hélicoïdal) ; applications (spectromètre de masse, cyclotron)

## IV Questions de cours possibles

### M4 Approche énergétique

- 1) Énoncer et démontrer les théorèmes de la puissance cinétique et de l'énergie cinétique (Pr.M4.1 et 2), **ou** les théorèmes de la puissance mécanique et de l'énergie mécanique (Pr.M4.3 et 4).
- 2) 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).
- 3) Retrouver l'équation différentielle sur  $\theta$  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).
- 4) Expliquer et démontrer l'obtention des positions d'équilibre (Df.M4.10, Pt et Dm.M4.4) d'un système à partir de son énergie potentielle. Définir et justifier leur stabilité sur un graphique  $\mathcal{E}_p(x)$  (Df.M4.11 et Pt.M4.5, **démonstration mathématique non demandée**). Application au pendule simple, d'énergie potentielle  $\mathcal{E}_{p,p}(\theta) = mg\ell(1 - \cos(\theta))$  (Ap.M4.10).
- 5) (Dm.M4.6) 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. Relier sa pulsation propre à la courbure.
- ☆☆ 6) Savoir discuter le mouvement d'une particule en comparant son profil d'énergie potentielle et son énergie mécanique ; état lié ou de diffusion (Pt et Dm.M4.7). Application au pendule simple d'énergie potentielle  $\mathcal{E}_{p,p}(\theta) = mg\ell(1 - \cos(\theta))$  : la tracer et expliquer les 2 cas de mouvement selon l'énergie mécanique totale (absent de version en ligne, fait en cours/TD).

### M5 Mouvement de particules chargées

- 7) Définir la force de LORENTZ (Df.M5.2), comparaison au poids (Dm.M5.1), produit vectoriel (présentation Df.M5.3, lien norme et aire avec 1 schéma : Pt.M5.2 et Ex.M5.1). Calculer la puissance de la force de LORENTZ et discuter des conséquences (Pt et Dm.M5.3), schéma (Fig.M5.6).
- 8) Démontrer que la force électrique de LORENTZ est conservative et déterminer l'expression de l'énergie potentielle associée (Pt et Dm.M5.4). Introduire alors le potentiel électrique  $V$  et indiquer le sens du champ  $\vec{E}$  selon les variations de  $V$  (Pt et Dm.M5.5). Montrer qu'entre deux grilles chargées par une tension  $U$ , la norme de  $\vec{E}$  est  $E = U/d$  (Dm.M5.6).
- 9) Montrer qu'une particule soumise à  $\vec{E}$  a le même comportement qu'un corps de masse  $m$  soumise au champ  $\vec{g}$  (Dm.M5.7). Comparer la situation avec l'effet du champ  $\vec{g}$  (Ipt.M5.1). Application au cas  $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$  (Dm.M5.8) : déterminer le temps de vol et l'angle de déviation en fonction de  $U$ .
- 10) (Dm.M5.8) Action de  $\vec{E}$  uniforme entre deux grilles chargées sur une particule chargée avec  $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$  : présenter la situation, faire un bilan énergétique pour calculer la vitesse de sortie en fonction de la différence de potentiel  $U$ . Comparer avec la vitesse obtenue dans le champ  $\vec{g}$ .
- 11) (Dm.M5.11) Action de  $\vec{B}$  uniforme sur une particule chargée avec  $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$  : présenter la situation, et prouver que le mouvement est uniforme, plan et circulaire par un repère de FRENET.
- 12) (Dm.M5.12) Action de  $\vec{B}$  uniforme sur une particule chargée avec  $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$  : présenter la situation, prouver que le mouvement est plan, uniforme et circulaire, en déterminant l'équation cartésienne de la trajectoire (schéma) ; déterminer la pulsation cyclotron en déterminant les équations différentielles cartésiennes. Résolution si le temps le permet.