

Semaine 10

du 01/12/25 au 05/12/25



Peter Higgs en visite au CERN
Prix Nobel 2016

Partie 2 : Mécanique

Capacité numérique

- Résolution numérique d'une équation différentielle d'ordre deux ou plus par la méthode d'Euler explicite ou à l'aide de la fonction `odeint` de la bibliothèque `scipy.integrate` après avoir vectorialisé le problème en n équations couplées d'ordre un ($n \geq 2$).

Chapitre M3 : Approche énergétique du mouvement d'un point

Dans ce chapitre, le système d'étude est un point ou un solide en translation assimilable à un point confondu avec G son centre de masse.

- Puissance, travail élémentaire et travail d'une force.
- Énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ où v est la norme du vecteur vitesse du point M ou du centre de masse G d'un solide en translation (tous les points d'un solide en translation ont le même vecteur vitesse).
- Théorème de la puissance cinétique (TPC) et théorème de l'énergie cinétique (TEC).
- Énergie potentielle et force conservative. Relation force - énergie potentielle. (L'expression du gradient sera fournie dans le système de coordonnées adapté au problème.)
- Énergie mécanique : $E_m = E_c + E_p$.
- Théorème de la puissance mécanique (TPM) et théorème de l'énergie mécanique (TEM).
- Intégrale première du mouvement.
- Mouvement conservatif à un degré de liberté : profil d'énergie potentielle et étude qualitative du mouvement. Détermination des positions d'équilibre et étude de leurs stabilités.
- Mouvement dans un puits de potentiel : cas de l'oscillateur harmonique et cas général (approximation de l'oscillateur harmonique). *La formule de Taylor à l'ordre 2 sera fournie.*
- Effets non linéaires et approche numérique.
- Analogie électro-mécanique.

Extrait du B.O.

| Notions et contenus | 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保守和 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 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. Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, résoudre numériquement une équation différentielle du deuxième ordre non-linéaire et faire apparaître l'effet des termes non-linéaires. |

Chapitre M4 : Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétique

- Notions de champ vectoriel uniforme et stationnaire.
- Notions de carte de champ et de ligne de champ. Propriétés : lignes de champ ouvertes ou fermées, sens d'orientation des lignes de champ, allure des lignes de champ en lien avec l'intensité des champs...

- Mouvement dans un champ électrostatique uniforme :
- Origine du champ \vec{E} : condensateur plan soumis à une différence de potentiel U . Propriétés du champ \vec{E} loin des bords : \vec{E} est uniforme, perpendiculaire aux armatures, dirigé vers les potentiels décroissants et de norme $\|\vec{E}\| = |U|/d$ avec d la distance entre les 2 armatures du condensateur.
- Énergie potentielle électrique d'une charge q placée en M : $E_{p,e}(M) = qV(M) + \text{cste.}$
- Cas particulier d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
- Cas du mouvement parabolique par analogie avec le champ de pesanteur uniforme.
- Mouvement dans un champ magnétostatique uniforme :
- Origine du champ \vec{B} : aimant en U, solénoïde, bobines de Helmholtz.
- Cas particulier d'un mouvement circulaire uniforme. Équation cartésienne d'un cercle de rayon R et de centre $C(x_c, y_c)$: $(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = R^2$.

Extrait du B.O.

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| Sources de champ magnétique et cartes de champ magnétique | Exploiter une représentation graphique d'un champ vectoriel, identifier les zones de champ uniforme, de champ faible et l'emplacement des sources. Tracer l'allure des cartes de champs magnétiques pour un aimant droit, une spire circulaire et une bobine longue. Décrire un dispositif permettant de réaliser un champ magnétique quasi uniforme. Citer des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre. |
| Force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle ; champs électrique et magnétique. | Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles. |
| Puissance de la force de Lorentz. | Justifier qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule. |
| Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme. | Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant. Effectuer un bilan énergétique pour déterminer la valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel. |
| Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétostatique. | Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours. |

À venir

Chapitre OS1 : Propagation d'un signal et interférences.