

MÉCANIQUE

CHAPITRE 2 : DYNAMIQUE DU POINT MATÉRIEL

Quantité de mouvement Masse d'un système. Conservation de la masse pour système fermé.	Exploiter la conservation de la masse pour un système fermé.
Quantité de mouvement d'un point et d'un système de points. Lien avec la vitesse du centre de masse d'un système fermé.	Établir l'expression de la quantité de mouvement pour un système de deux points sous la forme : $\mathbf{p} = m\mathbf{v}(G)$.
Première loi de Newton : principe d'inertie. Référentiels galiléens.	Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.
Notion de force. Troisième loi de Newton.	Établir un bilan des forces sur un système ou sur plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur un schéma.
Deuxième loi de Newton. Théorème de la quantité de mouvement.	Déterminer les équations du mouvement d'un point matériel ou du centre de masse d'un système fermé dans un référentiel galiléen.
Force de gravitation. Modèle du champ de pesanteur uniforme au voisinage de la surface d'une planète. Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme.	Étudier le mouvement d'un système modélisé par un point matériel dans un champ de pesanteur uniforme en l'absence de frottement.
Tension d'un fil. Pendule simple.	Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.
Modèle des lois de frottement de glissement : lois de Coulomb.	Exploiter les lois de Coulomb fournies dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage. Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider.

I Définitions

A Masse

B Quantité de mouvement

II Les forces

A Définition et propriétés d'une force

B Forces usuelles

1) Interaction gravitationnelle

Poids

2) Interaction électrostatique

3) Force de Lorentz

4) Rappel élastique

5) Tension d'un fil

6) Poussée d'Archimède

7) Réaction du support :

Réaction normale et réaction tangentielle = Frottements solides

8) Frottements fluides de type visqueux ou inertiels

III Dynamique du point

A En statique

B Les lois du mouvement de Newton

1) Première loi de Newton :

Principe d'inertie et référentiels galiléens

2) Deuxième loi de Newton :

Principe fondamental de la Dynamique

3) Troisième loi de Newton :

Principe des actions réciproques

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Donner les expressions vectorielles **avec un schéma** de :

- (a) l'interaction gravitationnelle,
- (b) du poids,
- (c) de l'interaction électrostatique,
- (d) de la force de Lorentz,
- (e) du rappel élastique,
- (f) de la tension d'un fil,
- (g) de la poussée d'Archimède,
- (h) de la réaction du support,
- (i) des frottements fluides de type visqueux/linéaires,
des frottements fluides de type inertiels/quadratiques.

2. Tir balistique :

- (a) Représenter sur un schéma le repère choisi et les forces.
- (b) Déterminer les équations différentielles du mouvement.
- (c) Déterminer les équations horaires du mouvement.
- (d) Déterminer l'équation et la nature de la trajectoire.
- (e) Quelle est la portée du tir balistique?
- (f) Quelle est la flèche du tir balistique?
- (g) Déterminer la parabole de sûreté.

3. Pendule simple :

- (a) Représenter sur un schéma le repère choisi et les forces.
- (b) Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
- (c) Déterminer l'équation différentielle du mouvement dans l'approximation linéaire dite limite des "petites" oscillations.
- (d) Déterminer l'équation horaire du mouvement dans l'approximation linéaire dite limite des "petites" oscillations.
- (e) Caractériser le mouvement dans l'approximation linéaire dite limite des "petites" oscillations.

4. Mouvement dans le champ de pesanteur terrestre uniforme :

- (a) avec vitesse initiale : avec des frottements fluides de type visqueux/linéaires
 - Représenter sur un schéma le repère choisi et les forces.
 - Déterminer les équations différentielles du mouvement.
 - Déterminer les équations horaires du mouvement.
 - Caractériser le mouvement.
- (b) sans vitesse initiale : avec des frottements fluides de types inertiels/quadratiques
 - Représenter sur un schéma le repère choisi et les forces.
 - Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
 - Déterminer l'équation horaire du mouvement.
 - Caractériser le mouvement.

5. Plan incliné :

- (a) Sans frottements
 - Représenter sur un schéma le repère choisi et les forces.
 - Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
 - Déterminer l'équation horaire du mouvement.
 - Caractériser le mouvement.
- (b) Avec des frottements solides
 - Représenter sur un schéma le repère choisi et les forces.
 - Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
 - Déterminer l'équation horaire du mouvement.
 - Caractériser le mouvement.
- (c) Avec des frottements fluides de type visqueux/linéaires
 - Représenter sur un schéma le repère choisi et les forces.
 - Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
 - Déterminer l'équation horaire du mouvement.
 - Caractériser le mouvement.

6. Autres combinaisons des exemples précédents.

7. ...

MÉCANIQUE

CHAPITRE 3 : MOUVEMENTS D'UN SYSTÈME MASSE-RESSORT

Oscillateur harmonique. Exemple de l'oscillateur mécanique.	Établir et reconnaître l'équation différentielle qui caractérise un oscillateur harmonique ; la résoudre compte tenu des conditions initiales. Caractériser le mouvement en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence, de pulsation. Réaliser un bilan énergétique.
oscillateur mécanique amorti par frottement visqueux.	Analyser, sur des relevés expérimentaux, l'évolution de la forme des régimes transitoires en fonction des paramètres caractéristiques. Prévoir l'évolution du système à partir de considérations énergétiques. Écrire sous forme canonique l'équation différentielle afin d'identifier la pulsation propre et le facteur de qualité. Décrire la nature de la réponse en fonction de la valeur du facteur de qualité. Déterminer la réponse détaillée dans le cas d'un régime libre ou d'un système soumis à un échelon en recherchant les racines du polynôme caractéristique. Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire selon la valeur du facteur de qualité.

I Système masse-ressort sans dissipation horizontal en régime libre

A Présentation du système

- 1) Schéma
- 2) Hypothèses
- 3) Bilan des forces

B Mise en équation

- 1) Notations
- 2) À l'équilibre
- 3) Équation différentielle du mouvement

C Résolution

- 1) Solution générale
- 2) Équation horaire du mouvement

D Caractéristiques du mouvement

- 1) Amplitude et phase à l'origine
- 2) Période/Fréquence/Pulsation
- 3) Valeur moyenne

4) Représentation

E Aspects énergétiques

- 1) Énergies
 - (a) Énergie cinétique
 - (b) Énergies potentielles et forces conservatives
 - (c) Énergie mécanique
- 2) Bilan énergétique
 - (a) Système conservatif
 - (b) Conservation de l'énergie mécanique pour un système conservatif

II Autres cas

A Directions et sens

B Dissipations

C Régimes

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Donner l'expression vectorielle avec un schéma du rappel élastique.
2. Donner la pulsation propre d'un système masse-ressort.
3. Quelle est la longueur à l'équilibre d'un système masse-ressort sans dissipation : horizontal, vertical (suspendu, dépendu) sur un plan incliné (suspendu,dépendu) ?
4. Quelle est la constante de raideur d'une association de ressorts : en parallèle, en série ?
5. Comment mesurer la constante de raideur d'un ressort : en statique, en dynamique ?
6. Donner l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique sans second membre/avec second membre constant.
Préciser le nom et l'unité SI de la grandeur physique qui intervient.
7. Donner les deux formes de la solution générale de l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique sans second membre/avec second membre constant en précisant les relations entre les deux couples de constantes qui interviennent.
8. Donner l'équation différentielle de l'oscillateur amorti sans second membre/avec second membre constant.
Préciser le nom et l'unité SI des grandeurs physiques qui interviennent.
9. Déterminer les conditions sur le facteur de qualité à partir du discriminant de l'équation caractéristique pour différencier les 3 régimes en précisant leurs noms.
10. Donner les solutions générales de l'équation différentielle de l'oscillateur amorti sans second membre/avec second membre constant dans :
 - le régime aperiodique (avec racines réelles en fonction de ω_0 et Q)
 - le régime aperiodique critique (avec τ_c en fonction de ω_0)
 - le régime pseudo-periodique (avec ω_p et τ_p en fonction de ω_0 et Q en donnant les deux formes et en précisant les relations entre les deux couples de constantes qui interviennent).
11. Pour un système masse-ressort en régime libre :
 - (a) horizontal, vertical (suspendu, dépendu) sur un plan incliné (suspendu,dépendu)
 - (b) sans dissipation, avec frottements solides, avec frottements fluides de type visqueux
 - Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
 - Déterminer l'équation horaire du mouvement.
 - Caractériser le mouvement.
12. Comment résoudre les exercices de système masse-ressort en régime sinusoïdal forcé ?
13. ...