

Matière : Physique-Chimie  
Unité : Mécanique  
Niveau : 2BAC-SM-PC



Établissement : *Lycée SKHOR qualifiant*  
Professeur : *Zakaria Haouzan*  
Heure : 6H

Leçon N°3: Les mouvements plans  
Durée 7h00

Fiche Pédagogique

## Prérequis

- Cinématique du point matériel (position, vitesse, accélération)
- Dynamique du point matériel (lois de Newton, forces)
- Champ de pesanteur
- Notions de base sur les champs électriques et magnétiques
- Trigonométrie et vecteurs

## Compétences visées

- Caractériser les différents types de mouvements plans
- Établir et exploiter les équations horaires d'un mouvement dans un plan
- Déterminer les caractéristiques d'un mouvement de projectile dans le champ de pesanteur
- Analyser le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme
- Analyser le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme
- Appliquer ces connaissances à des situations concrètes (spectromètre de masse, cyclotron)

## Savoir et savoir-faire

- Déterminer les équations du mouvement d'un solide sur un plan horizontal et sur un plan incliné
- Établir et exploiter les équations du mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur
- Calculer la portée et la hauteur maximale d'un projectile
- Décrire l'action d'un champ magnétique sur une particule chargée en mouvement
- Caractériser la force de Lorentz et ses effets sur la trajectoire d'une particule chargée
- Appliquer ces connaissances à l'étude du spectromètre de masse et du cyclotron

# Outils didactiques

- Ordinateur et logiciels de simulation
- Vidéoprojecteur
- Tube de Crookes
- Bobines d'Helmholtz
- Maquette de plan incliné
- Rail avec électroaimant pour l'étude du mouvement des projectiles
- Maquettes ou animations de spectromètre de masse et de cyclotron

## Situation-problème

Un joueur de basketball tire un ballon vers le panier. Le ballon suit une trajectoire dans l'air avant d'atteindre (ou non) sa cible.

1. Comment peut-on décrire mathématiquement la trajectoire du ballon?
2. Quels sont les facteurs qui influencent la réussite du tir?
3. Comment déterminer l'angle optimal pour marquer un panier?

## Déroulement détaillé

### I. Introduction aux mouvements plans

- Définir ce qu'est un mouvement plan (mouvement dont la trajectoire est située dans un plan)
- Présenter les différents types de mouvements plans qui seront étudiés:
  - Mouvement sur un plan horizontal et sur un plan incliné
  - Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur
  - Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme
  - Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme
- Discuter les applications pratiques de l'étude des mouvements plans (balistique, technologies, sports, etc.)

### II. Mouvement d'un solide sur un plan horizontal et sur un plan incliné (Rappel)

- Rappeler les équations du mouvement rectiligne uniformément varié
- Analyser les forces en jeu sur un plan horizontal (poids, réaction normale, frottements)
- Analyser les forces en jeu sur un plan incliné (composantes du poids, réaction normale, frottements)
- Établir les équations du mouvement dans chaque cas

| Éléments du cours   | Activités didactiques de l'enseignant   | Activités didactiques de l'apprenant   | Évaluation              |
|---|---|--|-------------------------|
| <b>I. Introduction aux mouvements plans</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présenter la situation-problème</li> <li>• Demander aux apprenants de proposer des hypothèses pour répondre aux questions</li> <li>• Collecter et discuter les hypothèses proposées</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser la situation et formuler des hypothèses</li> <li>• Proposer des explications sur la trajectoire du ballon</li> <li>• Identifier les paramètres qui peuvent influencer le tir</li> </ul>    | Évaluation diagnostique |
| <b>II. Mouvement d'un solide sur un plan horizontal et sur un plan incliné (Rappel)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappeler les équations du mouvement sur un plan horizontal</li> <li>• Présenter le cas du plan incliné</li> <li>• Poser des questions sur les forces en jeu</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les forces agissant sur un solide sur un plan horizontal</li> <li>• Analyser les forces sur un plan incliné</li> <li>• Établir les équations du mouvement</li> </ul>                     | Évaluation formative    |
| <b>III. Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser l'expérience avec une bille lancée depuis un rail</li> <li>• Demander d'observer et de décrire la trajectoire</li> <li>• Guider l'établissement des équations du mouvement</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observer la trajectoire parabolique</li> <li>• Appliquer la 2ème loi de Newton</li> <li>• Établir les équations horaires du mouvement</li> <li>• Déterminer l'équation de la trajectoire</li> </ul> | Évaluation formative    |
| <b>IV. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présenter le dispositif expérimental</li> <li>• Expliquer l'action d'un champ électrique sur une particule chargée</li> <li>• Guider l'établissement des équations du mouvement</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier la force électrique</li> <li>• Appliquer la 2ème loi de Newton</li> <li>• Établir les équations du mouvement</li> <li>• Caractériser la trajectoire</li> </ul>                           | Évaluation formative    |
| <b>V. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser l'expérience avec un tube de Crookes</li> <li>• Expliquer la force de Lorentz</li> <li>• Guider l'analyse du mouvement</li> <li>• Démontrer que le mouvement est circulaire uniforme</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observer la déviation des électrons</li> <li>• Caractériser la force magnétique</li> <li>• Démontrer que le mouvement est circulaire uniforme</li> </ul>  | Évaluation formative    |

### III. Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur

- Réaliser l'expérience de la bille lancée depuis un rail
- Observer et caractériser la trajectoire parabolique
- Établir le bilan des forces (poids uniquement si on néglige les frottements de l'air)
- Appliquer la 2ème loi de Newton pour établir les équations du mouvement:

$$\begin{cases} a_x &= 0 \\ a_y &= -g \end{cases}$$

- Intégrer ces équations pour obtenir les composantes de la vitesse:

$$\begin{cases} v_x &= v_0 \cos \alpha \\ v_y &= -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

- Intégrer à nouveau pour obtenir les équations horaires:

$$\begin{cases} x &= v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y &= -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t \end{cases}$$

- Éliminer le paramètre t pour obtenir l'équation de la trajectoire:

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$$

- Déterminer les coordonnées du sommet S de la trajectoire:

$$\begin{aligned} x_S &= \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{2g} \\ y_S &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \end{aligned}$$

- Calculer la portée du projectile:

$$x_P = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

- Déterminer l'angle optimal pour une portée maximale:  $\alpha = \frac{\pi}{4}$

### IV. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme

- Définir le champ électrique uniforme
- Caractériser la force électrique:  $\vec{F} = q\vec{E}$
- Établir les équations du mouvement en appliquant la 2ème loi de Newton
- Montrer que le mouvement est uniformément accéléré
- Établir l'analogie avec la chute libre dans le champ de pesanteur

## V. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme

- Définir le champ magnétique uniforme
- Présenter l'expérience du tube de Crookes
- Observer la déviation des électrons dans différentes configurations
- Caractériser la force magnétique (force de Lorentz):  $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$
- Analyser les caractéristiques de cette force:
  - Direction: perpendiculaire au plan  $(\vec{v}, \vec{B})$
  - Sens: selon la règle de la main droite
  - Intensité:  $F = |q|vB \sin(\vec{v}, \vec{B})$
- Démontrer que le mouvement est uniforme:
  - La force de Lorentz est perpendiculaire à la vitesse
  - Son travail est nul:  $W(\vec{F}) = 0$
  - L'énergie cinétique reste constante:  $\Delta E_c = 0$
  - La vitesse est constante:  $v = cte$
- Démontrer que le mouvement est plan:
  - L'accélération tangentielle est nulle:  $a_t = \frac{dv}{dt} = 0$
  - L'accélération est normale
  - Le mouvement se fait dans un plan perpendiculaire à  $\vec{B}$
- Démontrer que le mouvement est circulaire:
  - En appliquant la 2ème loi de Newton:  $q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a}$
  - En utilisant le repère de Frenet:  $|q|vB = m\frac{v^2}{R}$
  - Calculer le rayon de la trajectoire:  $R = \frac{mv}{|q|B}$
- Analyser la déviation magnétique:
  - Établir la relation:  $D_m = \frac{l \cdot D \cdot |q| \cdot B}{m \cdot v_0}$

## VI. Applications: Spectromètre de masse et cyclotron

- Présenter le principe du spectromètre de masse:
  - Description des différentes parties (chambre d'ionisation, d'accélération, de séparation)
  - Principe de séparation des isotopes
  - Calcul du diamètre de la trajectoire:  $D = 2R = \frac{2mv_0}{|q|B}$
- Expliquer le fonctionnement du cyclotron:
  - Description du dispositif (dees, champ magnétique, oscillateur)
  - Principe d'accélération des particules
  - Synchronisation du champ électrique alternatif

## VII. Conclusion et évaluation

- Synthétiser les concepts clés des mouvements plans étudiés
- Revenir sur la situation-problème initiale:
  - Trajectoire parabolique du ballon de basketball
  - Facteurs influençant la réussite du tir (vitesse initiale, angle, hauteur de lancer)
  - Détermination de l'angle optimal
- Proposer des exercices d'application pour chaque type de mouvement étudié
- Évaluer la compréhension des concepts par les apprenants