

# Semaine 4 : du 12 au 16 octobre

---

*La colle commence par une application de cours extraite de la liste ci-dessous et se poursuit par un exercice.*

*Je rappelle que vous trouverez sur mon site la version complétée du poly de cours, ainsi que les corrigés des TD et des DM. N'hésitez surtout pas à me signaler tout lien manquant ou défectueux.*

---

## Au programme

---

### Chapitre M1 : Lois de Newton

- ▷ Modèle du point matériel ;
- ▷ Référentiels galiléens, référentiels usuels et validité de l'approximation galiléenne ;
- ▷ Vecteurs position, vitesse et accélération en repérage cartésien ;
- ▷ Classification des forces : interactions fondamentales, forces décrites par une loi de force phénoménologique, forces de contact ou de liaison qui dépendent des autres forces ;
- ▷ Plan d'étude d'un problème de mécanique, discussion sur le choix raisonné d'un repère ;
- ▷ Chute libre sans frottement : lois horaires, trajectoire, portée et flèche ;
- ▷ Méthode d'intégration par séparation des variables ;
- ▷ Poussée d'Archimède et force de traînée (l'expression générale n'est pas à connaître, mais l'existence des cas limites  $f \propto v$  ou  $v^2$  doit être connue) ;
- ▷ Chute verticale avec traînée quadratique : équation du mouvement non-linéaire, détermination de la vitesse limite (compensation des forces ou solution constante de l'équation du mouvement) et du temps caractéristique (analyse dimensionnelle) ;
- ▷ Adimensionnalisation d'une équation différentielle, identification de grandeurs caractéristiques ;
- ▷ Résolution numérique d'une équation différentielle du premier ordre par le schéma d'Euler explicite, implémentation avec des listes.
- ✖ Seuls des mouvements en coordonnées cartésiennes ont été étudiés pour le moment. Les coordonnées polaires feront l'objet d'un prochain chapitre.
- ✖ Les lois de Coulomb du frottement ne sont pas au programme de MPSI. La loi en cas de glissement a été utilisée en TD mais n'est pas à mémoriser. La loi en cas d'adhérence (inégalité) n'a pas été vue du tout.
- ✖ Aucun ressort pour le moment.

### Chapitre O1 : Lentilles

- ▷ Modèle des rayons lumineux, postulats de l'optique géométrique ;
- ▷ On ne voit pas la lumière en tant que telle, rôle du cerveau dans la vision des images (propagation rectiligne supposée), conséquence : existence d'images virtuelles ;
- ▷ Stigmatisme et aplanétisme, cercle de confusion du capteur et stigmatisme approché, conditions de Gauss ;
- ▷ Construction d'images par une lentille convergente ou divergente (objet réel, virtuel, à l'infini) ;
- ▷ Relations de grandissement avec origine au centre et aux foyers (toutes à connaître), relations de conjugaison avec origine au centre (Descartes) et aux foyers (Newton) (toutes à connaître), choix raisonné d'une relation pour répondre à une question donnée ;
- ▷ Former une image sur un écran à distance connue, critère  $f' \leq D/4$  (à connaître et à savoir démontrer), deux positions possibles symétriques, l'une qui agrandit et l'autre qui réduit ;
- ▷ Modèle de l'œil, caractéristiques de la vision (punctum remotum et proximum, pouvoir séparateur, champ visuel), complément culturel ophtalmologique ;
- ▷ Lunette astronomique : modélisation, caractère afocal, marche des rayons, grossissement ;
- ▷ Appareil photo : modélisation, influence de la focale sur le champ, exposition, construction graphique de la profondeur de champ, influence de l'ouverture du diaphragme.

## Applications de cours

*Ces applications de cours sont des « briques élémentaires » des raisonnements à mener dans les exercices : les maîtriser est incontournable. Elles sont toutes traitées de manière exhaustive dans le cours.*

*Le travail demandé consiste à se les approprier, afin d'être capable de les réinvestir dans un sujet d'écrit ou d'oral. Je n'attends pas des étudiants un apprentissage par cœur, mais j'attends qu'ils les aient travaillées suffisamment pour les mener à bien en autonomie, c'est-à-dire savoir refaire seul les raisonnements, sans aide de l'interrogateur.*

**M1.1** - Établir l'équation du mouvement d'une chute libre, et la résoudre pour établir les lois horaires  $(x(t), z(t))$ .  
**Les intégrations seront menées par séparation de variables.**

**M1.2** - Les équations horaires d'un mouvement de chute libre sont données par

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos \alpha t \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t \end{cases}$$

En déduire l'équation de la trajectoire, la portée et la flèche du tir.

**M1.3** - Établir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse  $v$  d'un parachutiste chutant à la verticale dans l'air, en considérant une force de frottement quadratique. Adimensionner l'équation différentielle pour identifier la vitesse limite  $v_\infty$  et le temps caractéristique  $\tau$  nécessaire pour atteindre cette vitesse.

**M1.4** - Écrire un code Python permettant de résoudre par la méthode d'Euler explicite l'équation différentielle adimensionnée

$$\frac{dv^\star}{dt^\star} + v^{\star 2} = 1 \quad \text{avec} \quad v^\star(0) = 0.$$

Écrire le code permettant de représenter la solution obtenue.

- Avant toute écriture de code, on commencera par établir la relation de récurrence pertinente.
- L'étudiant devra définir les paramètres de la simulation (pas de temps et durée totale adimensionnés), et construire correctement les listes  $t$  et  $v$ .

**O1.1** - Sur un exemple donné par l'interrogateur, construire une image par une lentille dans l'un des cas suivants :

- lentille convergente : objet réel quelconque, objet à l'infini, objet virtuel, prolongement d'un rayon quelconque ;
- lentille divergente : objet réel quelconque, objet à l'infini, prolongement d'un rayon quelconque.

**O1.2** - Établir (= démontrer) les relations de grandissement et en déduire les relations de conjugaison.

**O1.3** - Établir (= démontrer) la condition portant sur la focale d'une lentille pour qu'elle permette de former l'image d'un objet réel sur un écran situé à distance  $D$  de l'objet.

**O1.4** - Tracer la marche des rayons issus d'un objet à l'infini dans une lunette astronomique. Définir le grossissement et établir (= démontrer) son expression en fonction des focales des lentilles.

**O1.5** - Rappeler la modélisation d'un appareil photo. Justifier l'influence de la focale de l'objectif sur le champ.

**O1.6** - Rappeler la modélisation d'un appareil photo. En raisonnant sur des schémas qualitatifs<sup>1</sup> (mais raisonnablement propres quand même !), justifier l'influence de l'ouverture du diaphragme sur la profondeur de champ.

## À quoi s'attendre pour les programmes suivants ?

- Chapitre C1 : Cinétique chimique ;
- Chapitre E3+M2 : Régime libre des oscillateurs.

1. Les schémas que j'attends sont du type de la figure 17 du cours. Construire géométriquement la profondeur de champ (application 8) à main levée au tableau me semble trop difficile, mais vous devez savoir le faire sur une feuille quadrillée si un exercice le demande.