

# Programme de colle

n° 20  
du 10 mars au 14 mars

## Cours

Les parties du cours *en italique* sont des compléments non exigibles.

### Physique:

### Mécanique

#### Etude des mouvements dans les champs de force en $-k/r^2$ (force newtonienne ou coulombienne)

##### Capacités :

- *Énoncer les lois de Kepler pour les planètes et les transposer au cas des satellites terrestres.*
- *Montrer que le mouvement circulaire est uniforme et savoir calculer sa période.*
- *Établir la troisième loi de Kepler dans le cas particulier de la trajectoire circulaire. Exploiter sa généralisation au cas d'une trajectoire elliptique.*
- *Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire et pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe.*
- *Différencier les orbites des satellites terrestres en fonction de leurs missions.*
- *Déterminer l'altitude d'un satellite géostationnaire et justifier sa localisation dans le plan équatorial.*
- Définition d'une force newtonienne (ou coulombienne).
- Caractère attractif ou répulsif de la force selon le signe de k.
- Expression de l'énergie potentielle de la force, choix de l'origine de l'énergie potentielle ( $\infty$  loin du centre de force).
- Tracé de l'énergie potentielle effective, discussion qualitative du mouvement radial pour une force répulsive, puis attractive : états liés et états de diffusion selon le signe de l'énergie mécanique. Tracé qualitatif des trajectoires.
- Etude des trajectoires circulaires et applications :
  - Etude par l'énergie :
    - Expression de l'énergie mécanique sur le mouvement circulaire par utilisation de l'énergie potentielle effective, position de la vitesse par rapport au vecteur position, expression du module de la vitesse par conservation de l'énergie mécanique et interprétation de la norme en relation avec la loi des aires.
    - Relations  $E_c = -\frac{1}{2}E_p = -E_m$ .
    - Expression de la période du mouvement (calculée par  $(2\pi r/v)$ ) et troisième loi de Kepler.
    - *Condition de lancement sur le mouvement circulaire.*
  - Par application du pfd :
    - Constance de la vitesse angulaire et relation avec la loi des aires.
    - Expression de cette vitesse angulaire et période du mouvement (avec la vitesse angulaire, calculée par  $2\pi/\dot{\theta}$ ) : troisième loi de Kepler « généralisée »,
    - vitesse, énergie cinétique (et relation avec l'énergie potentielle) puis énergie mécanique en fonction du rayon de la trajectoire.
  - Application aux satellites terrestres :
    - ✓ Bref rappel des référentiels géocentriques et terrestres, écliptique, plan équatorial, repérage d'un point (latitude, longitude, altitude).
    - ✓ Première vitesse cosmique et AN pour la Terre.
    - ✓ Seconde vitesse cosmique et AN pour la Terre.
    - ✓ Satellite géostationnaire : définition, localisation du plan de la trajectoire dans le plan équatorial, caractère circulaire de la trajectoire, altitude. AN.

- ✓ Satellites de communication, de localisation, de navigation, météorologique, : missions et choix de leurs orbites (à partir de documents : aucun calcul).
- Etude plus générale des trajectoires :
  - Formules de Binet.
  - Equations polaires des trajectoires
  - Relations entre les paramètres géométriques (paramètre  $p$ , excentricité  $e$ ) et les intégrales premières (constante des aires (ou le moment cinétique), énergie), notamment savoir relier le signe de l'énergie mécanique à l'excentricité et à la nature de la trajectoire (qualitativement).
- Etude plus détaillée de la trajectoire elliptique :
  - Description de la trajectoire, apogée A et périégée P (aphélie, périhélie, etc), position du centre de force à un foyer,... et, avec l'équation donnée de la trajectoire en polaire, établissement de quelques relations (entre  $r_{min}$ ,  $r_{max}$ ,  $p$  et  $a$ ).
  - Orthogonalité des vitesses par rapport aux vecteurs positions à l'apogée et au périégée.
  - Relations entre les vitesses et les distances en ces points A et B (par la conservation de l'énergie et du moment cinétique).
  - Relation entre l'énergie et le demi grand axe (*démonstration par l'utilisation de l'énergie potentielle effective : sera traitée en TD*).
  - Troisième loi de Képler : extension (admise) au cas elliptique (*démontrée en exercice*).

## Chimie:

### Transformation de la matière

#### Réactions de précipitation

##### Capacités :

- Associer une propriété d'un solvant moléculaire (caractère polaire, caractère dissociant, caractère protogène) à une ou des grandeurs caractéristiques.
- Interpréter la miscibilité ou la non-miscibilité de deux solvants.
- Interpréter la solubilité d'une espèce chimique moléculaire ou ionique.
- Déterminer la composition chimique du système dans l'état final, en distinguant les cas d'équilibre chimique et de transformation totale, pour une transformation modélisée par une réaction chimique unique.
- Utiliser les diagrammes de prédominance ou d'existence pour prévoir les espèces incompatibles ou la nature des espèces majoritaires.
- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre pour une équation de réaction, combinaison linéaire d'équations dont les constantes thermodynamiques sont connues.
- Prévoir l'état de saturation ou de non saturation d'une solution, en solide.
- Exploiter des courbes d'évolution de la solubilité en fonction d'une variable.
- Propriétés des solvants (caractère dissociant, polaire et protique).
- Passage en solution d'un soluté et relation avec les caractéristiques du solvant : les phénomènes (qualitatifs) d'ionisation, dispersion et solvatation. Notion de miscibilité.
- Application qualitative des notions précédentes :
  - principe de l'extraction liquide-liquide
  - recristallisation
  - catalyse par transfert de phase.
- Equilibre hétérogène, définition du produit de solubilité. Exemples d'écriture.
- Définition de la solubilité d'un corps dans un solvant donné.

## Math pour la physique :

### Coniques

- Différentes définitions des coniques (par les foyers, par les directrices).
- Axes (propres) d'une conique, équations cartésiennes (réduites), équations polaires aux foyers.
- Relations entre quelques paramètres des coniques.

## Informatique physique :

- Etude de quelques effets non linéaires (sur le pendule en TD : perte de l'isochronisme et vérification quantitative de la formule de Borda et de l'apparition et de la position de l'harmonique 3).

- Etude de trajectoires dans un champ de force centrale conservatif (conservation du moment cinétique, loi des aires et conservation de l'énergie).

## Questions de Cours sur 10 points

- Forces centrales : conservation du moment cinétique et planéité du mouvement
  - Forces centrales : conservation du moment cinétique et loi des aires.
- Forces centrales newtoniennes :
- Expression de  $E_{\text{peff}}$  (à savoir établir), analyse du mouvement radial dans le cas attractif ou répulsif avec caractère borné ou non selon le signe de l'énergie mécanique.
  - Mouvement circulaire par la méthode énergétique ou par le principe fondamental de la dynamique: établir l'expression de la vitesse, de l'énergie mécanique et de la période en fonction du rayon pour le mouvement circulaire dans le cas de force newtonienne.
  - Première vitesse cosmique (définition, expression justifiée et valeur numérique)
  - Seconde vitesse cosmique (définition, expression justifiée et valeur numérique).
  - Savoir énoncer la troisième loi de Kepler (cas général) et la justifier sur un mouvement circulaire.
  - Définition d'un satellite géostationnaire, savoir justifier sa trajectoire et déterminer son altitude.
  - Propriétés des solvants (dissociant, polaire, protique)
  - Phénomènes physiques de passage en solution d'un solide ionique type NaCl.
  - Définition du produit de solubilité.
  - Définition de la solubilité.

**Rem :** suivant la longueur (et ou la difficulté de la question de cours), celle-ci peut comporter un ou plusieurs des points précédents...ou d'autres, au choix de l'interrogateur.

## Travaux Pratiques

*TP Physique : Etude du pendule pesant, étude de lois de force (avec acquisition vidéo ou micro-contrôleur), étude d'un capteur et applications.*

*Capacités : cf texte TP.*

## Exercices

- Tout exercice de mécanique du point centré sur les théorèmes énergétiques, y compris la stabilité des positions d'équilibre.
- Tout exercice de mécanique du point utilisant le TMC.
- Tout exercice de mécanique n'utilisant que les propriétés générales des forces centrales (rien de spécifique aux forces newtoniennes).
- Tout exercice de chimie autour du pH, y compris les calculs de pH avec la RP.

### Sanctionner

- La méconnaissance des définitions, des énoncés des théorèmes ou expressions fondamentales et plus généralement du cours.

### Valoriser

- La prise d'initiative dans la recherche d'une solution.
- La justification soignée des arguments développés.
- La qualité de l'expression.
- Les figures soignées.
- Les calculs justes !

### Informatique :

- Vous pouvez utiliser du code python dans vos exercices.

## Compte rendu

Dès lors que le colleur attribue une **note inférieure ou égale à 11** à un étudiant, celui-ci (l'étudiant) doit me faire un rapport de colle donnant la question de cours et l'énoncé de l'exercice. Il doit sur ce rapport rédiger la question de cours et la solution à l'exercice.

Je remercie donc **les colleurs de dire aux étudiants en fin de colle s'ils ont un rapport à faire.**

**Avertissement aux étudiants :**

**si vous ne faites pas le rapport dans la semaine qui suit la colle, la note sera divisée par 2 !**

### **Rappels :**

- Les programmes de colles sont valables 2 semaines (cours et exercices).
- Les parties du cours en italique ne sont pas exigibles en question de cours, mais peuvent faire l'objet d'exercices, en rappelant certains résultats ou en guidant pour les retrouver.
- Les points indiqués « question de cours » ne sont que des suggestions pour le colleur et des exemples pour les étudiants. En aucun cas ils n'indiquent que les points de cours à savoir !

### **Précisions :**

- Il n'y a pas de barème pour l'exercice. L'examineur dispose en effet de points supplémentaires qu'il affecte selon la prestation de l'étudiant dans la limite toutefois d'une note globale ne dépassant pas 24, ramenée au final sur 20 bien entendu.