

Programme de colle

n° 15
du 20 janvier au 24 janvier

Cours

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

Physique:

Mécanique

Cinématique du point

Capacités :

- *Exprimer à partir d'un schéma le déplacement élémentaire dans les différents systèmes de coordonnées, construire le trièdre local associé et en déduire les composantes du vecteur-vitesse.*
- *Identifier les liens entre les composantes du vecteur accélération, la courbure de la trajectoire, la norme du vecteur-vitesse et sa variation temporelle.*
- *Situer qualitativement la direction du vecteur-accelération dans la concavité d'une trajectoire plane.*
- *Établir les expressions des composantes du vecteur-position, du vecteur-vitesse et du vecteur accélération dans le cas des coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphérique, sans l'accélération en sphérique.*
- *Vitesse et accélération dans le repère de Frenet pour une trajectoire plane.*
- *Identifier les degrés de liberté. Choisir un système de coordonnées adapté au problème posé.*
- **Base de Frenet :**
 - Représentation paramétrique d'une courbe, vecteur unitaire tangent $\vec{T}$
 - Abscisse curviligne s , relation $d\vec{OM} = \vec{T} ds$.
 - Courbure, rayon de courbure R_c , normale principale $\vec{N}$, relation $\frac{d\vec{T}}{ds} = \frac{\vec{N}}{R_c}$.
 - Vecteur binormale, base de Frenet.
 - Centre de courbure, cercle osculateur.
 - Vitesse et accélération en base de Frenet.
 - *Mouvement à courbure constante.* Savoir qu'une trajectoire à courbure constante est un cercle.
- **Mouvement rectiligne :**
 - définition, choix des coordonnées,
 - expression de la vitesse, de l'accélération,
 - cas d'un mouvement uniforme, uniformément varié : vitesse et position en fonction du temps.
- **Mouvement circulaire :**
 - définition, choix des coordonnées,
 - expression de la vitesse, de l'accélération, mouvement circulaire uniforme, accéléré
 - vitesse et accélération angulaire, vecteur rotation, ~~expression vectorielle de la vitesse et de l'accélération du point sur le cercle.~~

Principe fondamental de la dynamique du point

Capacités :

- *Quantité de mouvement d'un point matériel.*
- *Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.*
- *Établir un bilan de forces et en rendre compte sur un schéma.*
- *Étudier le mouvement d'un système modélisé par un point matériel dans un référentiel galiléen.*
- Notion de point matériel.
- Rappel sur la description des interactions, notion de vecteur force.
 - Mention des quatre interactions fondamentales. Notion de champ.

Quelques éléments supplémentaires sur les forces à distances pour l'interaction gravitationnelle: exemple de l'interaction gravitationnelle entre deux points, cas du poids, puis de l'interaction électromagnétique : force de Lorentz, interaction entre deux charges ponctuelles.

- Forces de contact :
 - ❖ la force élastique (ressort),
 - ❖ la tension dans un fil souple (tendu),
 - ❖ forces dans un fluide : poussée d'Archimède (distinction liquide, gaz), portance et traînée (frottements fluides) : linéaire en vitesse à « basse vitesse » et quadratiques à « hautes vitesses »,
 - ❖ réactions des supports solides pour les mouvements liés : notions de composantes tangentielles et normales, distinction des liaisons unilatérales et bilatérales, cas des mouvements sans frottement (solide) : savoir que la réaction est normale au support.
- **Enoncé des lois de Newton :**
 - Première loi de Newton : existence des référentiels galiléens, mouvement relatif des référentiels galiléens.
 - Deuxième loi de Newton : expression du principe fondamental de la dynamique pour un système fermé. La quantité de mouvement a été donnée uniquement pour un point matériel, expression de la résultante des forces (superposition des efforts).
 - Troisième loi de Newton : principe de l'action et de la réaction (pour les résultantes).
- Equilibre d'un point matériel : définition, CNS d'équilibre.

Applications du principe fondamental de la dynamique du point

Capacités :

- *Établir un bilan des forces sur un système, ou plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur une figure.*
- *Choisir un système de coordonnées adapté au problème.*
- *Analyser sans le résoudre analytiquement, une équation différentielle d'un mouvement : ODG, vitesse limite, temps caractéristiques, utilisation de résultats de simulations numériques,...*
- *Mettre en équation le mouvement balistique sans frottement et le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant*
- *Exploiter la loi d'Archimède.*
- *Influence de la résistance de l'air dans un mouvement de chute.*
- *Tension d'un fil.*
- *Etude du pendule simple, analogie harmonique aux petits angles.*
- ***Approche numérique** : Exploiter une équation différentielle sans la résoudre analytiquement : analyse en ordres de grandeur, détermination de la vitesse limite, utilisation des résultats fournis par un logiciel d'intégration numérique. Mettre sous forme adimensionnée.*
- ***Approche numérique** : Savoir transformer une équation d'ordre n en n équations d'ordre 1 et résoudre avec Euler, ou odeint de la bibliothèque scipy.integrate.*
- Présentation de quelques référentiels usuels (Copernic, Képler, géocentrique, terrestre) et caractère galiléen approché.
- **Tir balistique :**
 - hypothèses d'étude : mouvement dans le champ de pesanteur uniforme, poussée d'Archimède négligée, sans frottement.
 - Equations paramétriques de la trajectoire, étude de la courbe paramétrée, tracé.
 - Altitude maximale atteinte, portée du tir et angle de tir pour une portée maximale.
 - équation cartésienne.
 - *parabole de sûreté.*
 - ~~Etude numérique en présence (ou non) de frottements : obtention du système différentiel d'ordre 1, puis des relations de récurrence de la méthode d'Euler. Mise en œuvre avec python (construction de la boucle plaçant les valeurs dans des listes, affichage).~~

Chimie:

Polarité et interactions des molécules

Capacités :

- *Lier qualitativement la valeur plus ou moins grande des forces intermoléculaires à la polarité et la polarisabilité des molécules.*
- *lier l'existence d'un moment dipolaire de liaison à la position des éléments dans le tableau périodique et à leur électronégativité .*

- Relier l'existence ou non d'un moment dipolaire permanent à la structure géométrique donnée d'une molécule.
- Déterminer direction et sens du vecteur moment dipolaire d'une liaison ou d'une molécule de géométrie donnée
- Prévoir ou interpréter les propriétés physiques de corps purs (températures de changements d'états, ...) par l'existence d'interactions de van der Waals ou de liaisons hydrogène intermoléculaires.
- Ordres de grandeur énergétiques des liaisons de Van der Waals et des liaisons hydrogènes
- Interaction électrique
 - Loi de Coulomb,
 - Notion de champ en physique, définition du champ électrique $\vec{E}$, champ d'une charge ponctuelle, principe de superposition.
- Moment dipolaire d'une distribution de charges
 - Définition du moment dipolaire de deux charges opposées ponctuelles.
 - Expression (justifiée) pour un ensemble neutre de charges ponctuelles : $\vec{p} = q_+ \overrightarrow{G_- G_+}$;
 - Caractère additif du moment dipolaire.
 - Principe de Curie.
 - Conséquence d'éléments de symétrie de la distribution de charges sur le moment dipolaire (centre de symétrie, plan de symétrie).
- Application aux molécules :
 - Électronégativité : définition qualitative, évolution dans le tableau périodique
Note : pas de définition quantitative au programme
 - Existence d'un moment dipolaire entre deux atomes liés d'électronégativités différentes.
 - Moment dipolaire de liaison pour une molécule poly-atomique, pourcentage d'ionité de la liaison, expression du moment dipolaire.
Note : pas de formule (empirique ou théorique au programme en lien avec la différence d'électronégativité, mais possible en exercice).
 - Évaluation du moment dipolaire d'une molécule par les moments de liaison.
 - Relation entre moment dipolaire et géométrie.
- Géométrie des molécules par la théorie VSEPR (type AX_n jusqu'à $n=4$)
 - Principe de la théorie VSEPR
 - Application jusqu'à $n = 4$ (liaisons multiples ou doublets non liants inclus)

Math pour la physique :

Barycentre

- Système de points pondérés, fonction de Leibnitz, condition d'annulation de la fonction.
- Définition du barycentre d'un ensemble de points pondérés, condition d'existence. Cas des systèmes matériels.
- Exemple :
 - Barycentre de 2 points pondérés, remarque sur la position du barycentre.
- Homogénéité et associativité.
- Utilisation des symétries. Réduction de la fonction de Leibnitz.
- Exemple :
 - Barycentre d'un système par les symétries.

Informatique physique :

Questions de Cours sur 11 points

- Définition des différents systèmes de coordonnées, obtention de la base locale (et expressions des vecteurs dans la base cartésienne)
- Expressions (justifiées) du vecteur position et du déplacement élémentaire dans un quelconque des systèmes.
- Vitesse et accélération en cylindrique.
- Représentation paramétrique d'une courbe, abscisse curviligne. Définition des vecteurs de la base de Frenet (dans le plan). Tracé de la trajectoire si $R_c = cste$ et/ou si $R_c \rightarrow \infty$.

- Vitesse et accélération en base de Frenet (justifiées). Interprétation des composantes de l'accélération. Savoir les placer sur une courbe.
- Les trois lois de Newton.
- Définition de l'équilibre dans un référentiel donné et CNS d'équilibre.
- Une application du pfd et toute question attenante (cf programme ci-dessus), au choix du colleur, portant sur :
 - ✓ Etude du mouvement dans le champ de pesanteur sans frottement
- Définition du barycentre d'un ensemble de points pondérés, condition d'existence.
- Propriétés d'associativité (énoncé, démonstration)
- Détermination du barycentre par utilisation de symétries sur un exemple au choix du colleur.
- Définition du moment dipolaire d'un ensemble de particules chargées.
- Relier l'existence d'un moment dipolaire de liaison aux positions des éléments dans le tableau et à leur électronégativité (dont l'évolution dans le tableau est à connaître).
- Justifier l'existence d'un moment dipolaire de liaison et donner son expression.
- Molécule polaire. Lien avec la géométrie (donnée ici) de la molécule.

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 de chimie : titrage de l'acide lactique, titrage du coca-cola

Capacités : cf texte TP.

Exercices

- Tout exercice sur les ondes (notamment interférences, non limitées aux trous d'Young).
- Tout exercice de cinématique du point.

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.