Programme de colle

n° 22
du 24 mars au 28 mars

Cours

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

Physique:

Mécanique

Mouvements des particules chargées

Capacités :

- *Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.*
- *Savoir qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.*
- *Mettre en équation le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme et constant et le caractériser comme un mouvement à vecteur-accelération constant.*
- *Effectuer un bilan énergétique pour calculer la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.*
- *Déterminer le rayon de la trajectoire d'une particule chargée dans un champ magnétique.*

Mouvement dans un champ magnétostatique :

- Force magnétique, comparaison au poids.
- Etude énergétique (la force magnétique ne travaille pas) et effet de la force magnétique (courbure de la trajectoire).
- Etude de la trajectoire dans un champ uniforme :
 - ❖ Résolution en coordonnées cartésiennes (méthode de la variable complexe) mouvement circulaire dans le plan transverse à B, rayon de la trajectoire, période du mouvement, pulsation cyclotron, sens physique.
 - ❖ Résolution dans la base de Frenet (pour le seul mouvement transverse au champ).
 - ❖ Détermination en base polaire des caractéristiques du mouvement transverse en admettant le mouvement circulaire
- *Notion sur le mouvement 3D : mouvement hélicoïdal, pas de l'hélice.*
- Exemples : focalisation transversale et triage d'isotopes, déviation magnétostatique, principe du cyclotron.
- *Brève mention de la limite relativiste.*

Mécanique du solide

Capacités :

- *Décrire la trajectoire d'un point quelconque du solide. Exprimer sa vitesse en fonction de sa distance à l'axe et de la vitesse angulaire pour une rotation.*
- *Reconnaître et décrire une translation rectiligne, une translation circulaire*
- *Connaître la définition du centre de masses d'un système matériel, déterminer sa position.*
- *Relier la direction et le sens du vecteur moment cinétique aux caractéristiques du mouvement.*
- *Maîtriser le caractère algébrique du moment cinétique scalaire.*
- *Exploiter la relation pour le solide entre le moment cinétique scalaire, la vitesse angulaire de rotation et le moment d'inertie.*
- *Relier qualitativement le moment d'inertie à la répartition des masses.*
- *Utiliser la relation $E_c = \frac{1}{2} J_A \omega^2$*
- *Théorème de la quantité de mouvement (TRC)*
- *Loi scalaire du moment cinétique appliquée au solide en rotation autour d'un axe fixe orienté dans un référentiel galiléen.*
- ~~*Théorème de l'énergie cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen*~~
- ~~*Équivalence du TEC avec le TRC ou le TMC pour des mouvements de translation ou de rotation.*~~

Description du mouvement d'un solide :

- Définition d'un solide.
- Mouvement de translation, relation entre les vitesses de deux points dans le cas d'une translation. Translation rectiligne, circulaire, curviligne.
- Mouvement de rotation autour d'un axe fixe, vitesse angulaire et vecteur rotation d'un solide (démonstration que tous les points ont même vitesse angulaire), vitesse d'un point quelconque du solide.

Grandeurs cinétiques d'un solide :

- Définition du barycentre (ou centre d'inertie ou centre de masse) d'un solide, barycentre d'un système.
- Exemples de détermination: cas de deux masses ponctuelles, puis quatre aux sommets d'un carré, cas d'une tige homogène, d'une sphère homogène, d'une poutre à section carrée, d'une plaque plane carrée.
- Quantité de mouvement :
 - rappel de la définition pour un point matériel, définition pour un système matériel.
 - Propriété fondamentale $\vec{p}(S/R) = m(S)\vec{v}(G/R)$.
- Moment cinétique :
 - rappel de la définition pour un point matériel, définition pour un système matériel.
 - Moment cinétique par rapport à un axe.
 - Relation entre moments cinétiques en un point quelconque et au barycentre.
 - Expressions et interprétation du moment cinétique d'un solide pour des mouvements particuliers :
 - Translation : expression du moment cinétique.
 - Rotation autour d'un axe fixe Δ : moment cinétique par rapport à un axe fixe $\sigma_{\Delta} = J_{\Delta}\omega$ et définition du moment d'inertie J_{Δ} par rapport à l'axe.
- Energie cinétique :
 - Définition de l'énergie cinétique d'un point matériel, d'un système matériel.
 - Expression pour un solide dans le cas :
 - d'une translation $Ec(S/R) = \frac{1}{2}m(S)v^2(G/R)$,
 - d'une rotation autour d'un axe fixe $Ec(S/R) = \frac{1}{2}J_{\Delta}\omega^2$.

Théorèmes fondamentaux de la mécanique (TRC, TMC, TEC):

- Distinction entre forces intérieures et forces extérieures pour un système.
- Caractérisation des efforts :
 - Résultante et moments des forces appliquées sur un système (*notion très succincte de torseur*).
 - Application au poids : équivalence avec une unique force appliquée au barycentre.
 - Cas d'une résultante nulle : couple. Indépendance du moment par rapport au point où on le calcule. Expression du moment (admise) dans le cas d'un ressort spiral.
- Théorèmes :
 - ❖ Théorème de la résultante cinétique (TRC) :
 - ✓ énoncé, démonstration.
 - ❖ Théorème du moment cinétique par rapport à un point fixe :
 - ✓ énoncé, démonstration.
 - ❖ Théorème du moment cinétique par rapport à un axe fixe :
 - ✓ énoncé, démonstration.

Chimie:

Math pour la physique :

- révisions personnelles sur le barycentre

Informatique physique :

- Révisions :
 - ❖ Savoir écrire sous forme d'un système de n équations différentielles d'ordre 1 un ensemble de p équations différentielles d'ordre q .
 - ❖ Dans le cadre précédent, savoir écrire le code de l'argument func de la fonction odeint.
 - ❖ Algorithme dichotomique de recherche d'un zéro d'une fonction continue.

Questions de Cours sur 9 points

- Action qualitative d'un champ magnétique sur une particule chargée en mouvement (on doit pouvoir donner la direction du champ B pour courber la trajectoire d'une façon donnée).
- Etablir le caractère uniforme du mouvement dans un champ magnétique.
- Trajectoire dans un champ magnétique uniforme avec vitesse initiale normale au champ. On peut pour cette question, au choix du colleur :
 - ✓ Etablir que le mouvement est plan et que le rayon de courbure (en base de Frenet) dans le plan du mouvement est constant et en déduire (sans démonstration) que la trajectoire est un cercle, dont on devra savoir positionner le centre et le sens de parcours sur une figure.
 - ✓ Etablir la nature de la trajectoire, en utilisant la méthode de la variable complexe.
 - ✓ Admettre que la trajectoire est un cercle et retrouver son rayon en polaire.

Dans tous les cas, la pulsation cyclotron doit pouvoir être définie et ses interprétations physiques expliquées.

- Définition d'un solide, d'une translation et/ou d'une rotation autour d'un axe fixe.
- Définition de la quantité de mouvement d'un solide, propriété fondamentale.
- Définition du moment cinétique d'un solide, expression dans le cas d'une translation et/ou dans le cas d'une rotation autour d'un axe fixe (expressions et démonstrations).
- Définition et expressions de l'énergie cinétique d'un solide pour une translation et/ou pour une rotation autour d'un axe fixe (expressions et démonstrations).
- Énoncés des théorèmes généraux (TRC et/ou TMC) et démonstrations.

On autorisera les étudiants à justifier que la résultante et le moment des forces intérieures sont nuls dans le seul cas de trois points.

Notes :

- toutes les démonstrations de cours pourront être conduites avec des sommations discrètes.
 - Sanctionner** la confusion entre la définition d'une grandeur cinétique (par exemple le moment cinétique d'un système) et le théorème associé (théorème du moment cinétique).
- Toutes questions sur le barycentre (exemples : définition du barycentre d'un ensemble de points pondérés, condition d'existence, propriétés d'associativité, détermination par utilisation d'éléments de symétrie, ...).

Informatique :

- Toute question de cours sur les révisions en informatique.

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 sur les forces centrales principalement axé sur les forces newtoniennes.
- Tout exercice sur les mouvements dans les champs électriques. **L'utilisation de la relation $\vec{E} = -\text{grad } V$ pour obtenir des résultats sur le champ électrique connaissant V ou réciproquement est tout à fait possible.**
- Tout exercice de chimie sur la solubilité (on peut y inclure l'influence du pH, de la complexation à condition de définir les équilibres associés).

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.