PROGRAMME DE KHÔLLES DE LA CLASSE DE PCSI - PHYSIQUE SEMAINE 17 DU 3 au 7 février

M1 cours 2/2 : dynamique du point

Les points à retenir du cours

- Connaitre l'expression vectorielle de la force modélisant l'interaction électrique entre 2 particules chargées, l'interaction gravitationnelle entre 2 masses.
- Connaitre les caractéristiques des principales forces rencontrées : poids, tension du fil, force de rappel du ressort, poussée d'Archimède, réaction du support (normale et tangentielle), forces de frottements fluides (modélisation en αv, $\alpha v\hat{}2$ et $\alpha v\hat{}n$).
- Connaitre les lois de Coulomb (cas de l'adhérence et cas du glissement).
- Savoir énoncer en une phrase chacune des trois lois de newton.
- Connaitre la formule du barycentre permettant d'obtenir la position du centre de masse G.
- Connaitre le théorème du centre de masse (TCM) et l'appliquer aux systèmes de N points matériels.

La mise en application du cours

Utilisation de la RFD en coordonnées cartésiennes, polaires ou cylindriques pour atteindre l'équation du mouvement puis résolution analytique de l'équation différentielle du mouvement dans les cas simples (équation différentielle linéaire du 1er ou 2d ordre). Savoir que l'on peut procéder à une résolution numérique de l'équation du mouvement par une méthode numérique itérative (de type méthode d'Euler) à l'aide d'un programme python. Introduction à la notion **d'intégrale 1ere** pour accéder à l'expression de la tension d'un fil ou de la réaction normale…

Exemples étudiés en classe :

- projectile en chute libre avec diverses CI (voir les exemples corrigés du DAC5 du cours ½ du bloc M1).
- pendule simple non amorti (voir DAC1 du cours 2/2 du bloc M1) : recherche de l'équation du mouvement dans le cas général et dans le cas de l'APA. Résolution analytique dans le cadre des petites oscillations non amorties (analogie avec l'OH), étude qualitative du cas du pendule amorti dans l'APA. Les étudiants doivent être capables de commenter des graphes présentant $\theta(t)$ ou le spectre fréquentiel pour différentes valeurs de θ_o afin de mettre en évidence l'influence de la non-linéarité (quand l'APA n'est plus valide, le signal est périodique mais plus sinusoïdal : $T>T_o$, présence de fréquences supplémentaires dans le spectre fréquentiel de θ).
- Chute d'un objet en ligne droite dans un liquide visqueux (ex : parachutisme, bille dans huile) : régime transitoire et régime permanent, notion de vitesse limite (voir DAC2 et DAC3 du cours 2/2 du bloc M1) ;
- Les lois de Coulomb statique et dynamique (voir DAC4 du cours 2/2 du bloc M1) : équilibre (adhérence), glissement, freinage... Formuler une hypothèse quant au glissement ou non et la valider.
- Application du TCM : 2 pesons associés par un ressort en chute libre.

M2 cours 1/2 : dynamique du point (questions de cours basiques seulement)

- Notions de puissance, de travail élémentaire d'une force sur un déplacement élémentaire dOM, de travail d'une force sur un déplacement AB.
  - connaître le cas particulier du travail d'une force constante (en norme, en direction et en sens)
  - exemples les plus fréquents : travail du poids , d'une force de frottements de norme constante sur un trajet rectiligne.

S6 cours 1/3 : ondes progressives (fin du cours seulement)

- Notion de milieu dispersif ou non dispersif
  - La relation de dispersion ω=f(k) associée à un type d'onde se propageant dans un milieu permet de savoir si la propagation est dispersive. Si ω est proportionnelle à k, et donc si $v_\varphi=\omega/k$ =cste alors le milieu n'est pas dispersif. Dans un milieu non dispersif, la célérité d'un type d'onde donné ne dépend que des caractéristiques du milieu (température, composition physico-chimique, etc…) et non pas des caractéristiques de l'onde (forme, fréquence…) : l'expression de la vitesse de phase ne dépend ni de f ni de λ.
  - Connaitre des exemples de propagations dispersives ou non.

- Battements : superposition de deux signaux sinusoïdaux de fréquences voisines se traduisant par une modulation d'amplitude (signal sinusoïdal de fréquence $F=(f_1+f_2)/2$ dont l'amplitude est modulée par une enveloppe de fréquence $|f_2-f_1|/2$, la fréquence des battements vaut $f_{batt}=|f_2-f_1|$

S6 cours 2/3 : phénomène d'interférences (mécaniques et lumineuses)

- pour obtenir une figure d'interférences stable, il faut deux sources synchrones (suffisant pour les ondes mécaniques)
- Savoir que l'onde résultant de l'interférence en un pt M de 2 ondes sinusoïdales d'amplitudes A1 et A2 et de pulsation ω est une onde sinusoïdale de même pulsation ω et dont l'amplitude A est donnée par la formule des interférences.
- Connaitre les conditions d'interférences constructives en un pt M : $\Delta\varphi(M)=n.2\pi$ et destructives $\Delta\varphi(M)=(2n+1)\pi$ avec (avec n entier)
- **Savoir démontrer et connaître par cœur la formule des interférences :** $\boldsymbol{A(M)=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos(\Delta\varphi(M))}}$ que l'on appliquera aux interférences d'ondes mécaniques (acoustiques, ondes à la surface de l'eau). Montrer à partir de cette formule que les interférences constructives correspondent à une amplitude A= A1+A2 et que les interférences destructives correspondent à A = |A1-A2| et que tous les autres cas de figure correspondent à une amplitude intermédiaire comprise entre |A1-A2| et A1+A2.
- Cas de **2 sources mécaniques synchrones vibrant en phase :** $\boldsymbol{\Delta\varphi=2\pi\delta/\lambda}$ avec δ la différence de marche géométrique et λ la longueur d'onde des ondes qui se propagent. Retenir que **$\delta=k.\lambda$ (avec k entier positif) si les interférences sont constructives et que $\delta=(k+1/2).\lambda$ si les interférences sont destructives.**

- Pour une onde lumineuse se propageant entre A et B dans un milieu d'indice n, connaitre l'expression du chemin optique (AB)=n.AB. La différence de chemin optique correspond donc à la différence de marche géométrique multipliée par l'indice n.
- Dans le cas des trous d'Young, connaitre la démonstration permettant d'accéder à la différence de chemin optique. Connaître la formule de l'interfrange $i = \lambda.D/a = \lambda_o.D/na$ et être capable de commenter l'évolution de la figure d'interférences quand on fait varier un paramètre.
- Savoir appliquer la **formule de Fresnel** (admise et forcément donnée dans l'énoncé) qui permet de relier l'intensité lumineuse de l'onde résultante à celle des deux ondes lumineuses interférant. $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos(\Delta\varphi)$

  avec $\Delta\varphi = 2\pi.\frac{\delta_{opt}}{\lambda_o}$