PROGRAMME DE COLLE DE PHYSIQUE
Semaine du 07/12 au 12/12

M5 - Dynamique newtonnienne

Tout exercice sur le sujet.

Lois de Newton	
Travail d'une force	Définir le travail d'une force. Calculer le travail d'une interaction conservative. Calculer la force associée à une interaction conservative. Calculer la puissance d'une force dissipative.
Principe des actions réciproques	Énoncer le principe des actions réciproques et l'appliquer dans le cas de la réaction d'un support en l'absence de frottements solide.
Principe fondamental de la dynamique pour un point matériel de masse constante	Appliquer le PFD dans le cas d'un mouvement rectiligne. Établir que le théorème de l'énergie mécanique découle du principe fondamental de la dynamique.

M6 - Oscillations forcées (cours + exercices)

– Observation de quelques phénomènes de résonance.
– Mise en équation du problème dans le cas où on applique une force excitatrice oscillante, puis dans le cas où l'on impose un déplacement sinusoïdal d'une des extrémités du ressort.
– Régime transitoire-régime permanent : visualisation de l'établissement du régime sinusoïdal permanent.
– Calcul de la solution du régime sinusoïdal permanent à l'aide de la notation complexe.
– Réponse en élongation : savoir analyser le comportement asymptotique à basse et à haute fréquence. Savoir établir la condition d'existence d'une résonance (pour $Q > 1/\sqrt{2}$).
– Réponse en vitesse : savoir analyser le comportement asymptotique à basse et à haute fréquence. Savoir justifier qu'il y a toujours résonance pour $\omega = \omega_0$.
– Analogie électromécanique. Notion d'impédance mécanique.
– Réponse à un signal périodique quelconque : le signal excitateur est décomposable en série de Fourier. **Le système étant régi par une équation différentielle linéaire, la réponse à une somme est égale à la somme des réponses**. Savoir construire le spectre en amplitude du signal de sortie connaissant le gain en amplitude et le spectre en amplitude du signal d'entrée.

Oscillations forcées	
Régime sinusoïdal forcé	Utiliser la notation complexe modélisant un signal sinusoïdal. Établir en régime forcé les expressions de la position et de la vitesse d'un mobile en mouvement rectiligne oscillant. Simplifier et interpréter les solutions dans les cas limites basses fréquences et hautes fréquences ; tracer des diagrammes asymptotiques fréquentiels. Établir la possibilité de l'existence d'une résonance en amplitude.
Analogies électromécaniques	Montrer que le modèle reste pertinent pour des systèmes mécaniques ou électriques où les équations décrivant le système sont données.
Généralisation aux signaux périodiques	Exploiter un spectre, analyser la réponse du système.

M7 - Ondes (cours)

– Savoir distinguer une onde transverse et une onde longitudinale.

– Ondes progressives :
Connaître l'expression générale d'une onde progressive se propageant dans le sens des x croissants à la vitesse c :

$$s(x,t) = f(x - ct) \quad \text{ou} \quad s(x,t) = f\left(t - \frac{x}{c}\right)$$

Connaître l'expression générale d'une onde progressive se propageant dans le sens des x décroissants à la vitesse c :

$$s(x,t) = g(x+ct) \quad \text{ou} \quad s(x,t) = g\left(t+\frac{x}{c}\right)$$

– Ondes progressives harmoniques : double-périodicité. Connaître les relations :

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}; \quad \omega = ck; \quad \lambda = cT = \frac{c}{f}.$$

– Savoir établir l'équation d'onde sur une corde souple, pour des mouvements d'amplitude faible, dans le cas où les forces de pesanteur sont négligeables devant les forces de tension.

$$\boxed{\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0}$$

avec $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$. Cette équation est linéaire.
On vérifie que des fonctions de la forme $f(x-ct)$ et $g(x+ct)$ sont solutions de l'équation d'onde. L'équation d'onde étant linéaire :

$$y(x,t) = f(x-ct) + g(x+ct)$$

est solution de l'équation d'onde.
– Superposition de deux ondes progressives harmoniques de même amplitude, de même pulsation, se propageant dans deux sens opposés : ondes stationnaire. Nœuds et ventres de vibration.

$$y(x,t) = y_0 \sin(kx+\varphi)\cos(\omega t+\psi) \quad \text{avec } \omega = ck$$

De manière générale, une onde stationnaire se caractérise par $y(x,t) = f(x)g(t)$.
– Modes propres d'une corde de Melde fixée à ses extrémités. On détermine ces modes
▷ par application des conditions aux limites

$$\begin{cases} \forall t \quad y(0,t) = 0 \\ \forall t \quad y(L,t) = 0 \end{cases}$$

$$y_n(x,t) = y_{0n} \sin\left(n\frac{\pi}{L}x\right)\cos\left(n\frac{\pi c}{L}t+\varphi_n\right) \quad \text{avec } n \in \mathbb{N}^*$$

▷ On retrouve directement les fréquences propres, en admettant que la distance minimale entre deux nœuds successifs correspond à une demi longueur d'onde et en appliquant la condition :

$$L = n\frac{\lambda_n}{2} \quad n \in \mathbb{N}^*$$

– Analogie acoustique : on admet que l'extrémité d'un tuyau ouvert correspond à un nœud de surpression et l'extrémité d'un tuyau fermé correspond à un ventre de surpression.

Ondes	
Onde mécanique transversale	Établir l'équation de propagation dans le cas des ondes transversales d'une corde. Reconnaître le caractère progressif ou stationnaire d'une onde. Utiliser les conditions aux limites et identifier les modes propres d'une onde stationnaire.