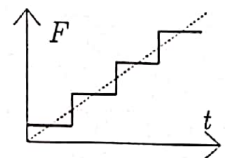


Spécial ENS

- I. Estimer l'amplitude du phénomène de marée sur Terre.
- II. On considère un condensateur cylindrique chargé (deux cylindres coaxiaux portant des charges opposées) pouvant tourner librement autour de son axe Oz , mis en présence d'un champ magnétique uniforme dirigé suivant Oz . Décrire l'évolution du système quand on coupe le champ magnétique. Discuter de la conservation du moment cinétique.
- III. Une masse m est attachée à un ressort de raideur k et effectue, sans frottement, des oscillations d'amplitude A . On fait varier lentement k . Comment varie l'amplitude ?
- IV. Dans l'attraction « Indiana Jones » de Disneyland Paris, le train fait un looping. Quelle vitesse doit avoir le train pour réaliser le tour complet ? La longueur du train influe-t-elle ? Une photo de l'attraction est fournie au candidat pour qu'il estime les dimensions et compare son résultat avec les vitesses annoncées par le constructeur.
- V. On réalise deux expériences :
– Expérience 1 : soit une bulle (d'eau savonneuse, par exemple). Lorsqu'elle éclate, elle forme une seule goutte.
– Expérience 2 : la même bulle est chargée, mettons à un potentiel de 100 V. Lorsqu'elle éclate, elle forme plusieurs gouttes.
On donne l'expression de l'énergie associée à la tension superficielle $U \propto S$ où S est l'aire de l'interface eau-air. Expliquez.
- VI. L'examineur tient une chaîne par un bout et donne un petit choc dans les maillons du bas. « En combien de temps l'excitation atteint-elle le haut de la chaîne ? ». La chaîne est laissée au candidat pour tester et appuyer ses réponses.
- VII. On comprime un cercle élastique dans un plan vertical (l'examineur avait apporté un anneau en plastique que l'on trouve sur une bouteille d'eau ou de jus de fruit, juste en-dessous du bouchon). Lorsqu'on le lâche, l'anneau saute. Jusqu'à quelle hauteur va-t-il monter ?
L'examineur a mis à ma disposition d'une part le petit anneau en plastique, et d'autre part une succession de photos (prises par une caméra rapide) mettant en évidence des oscillations de l'objet, qui se déformait tantôt verticalement, tantôt horizontalement.
- VIII. Une particule quantique libre est confinée dans un puits unidimensionnel de largeur L . Décrire la dynamique de la particule quand L varie de L_0 à $2L_0$ (i) très lentement ou (ii) très rapidement.
- IX. On étudie une cavité dont les parois sont des conducteurs parfaits et dans laquelle règne un champ électromagnétique. On lui impose un mouvement uniformément accéléré. Quelle force doit-on exercer ? Exprimer la force en fonction de l'énergie électromagnétique de la boîte.
- X. Un petit ruban et un petit rouleau de scotch sont sur le bureau. L'examineur met le rouleau sur le ruban et place ses mains de sorte à ce que la partie du ruban libre soit verticale. Il remarque alors que le ruban en contact avec le rouleau de scotch a épousé la forme du rouleau de scotch. Mais si le ruban était plus lourd, la forme ne serait-elle pas différente ? Trouver une condition sur les masses.
- XI. Un wagonnet arrive avec une vitesse V sur un ressort horizontal fixé à un mur. Étudier la force exercée par le ressort en fonction de la position. Commenter la courbe expérimentale ci-contre.
- XII. L'interaction entre la surface de l'étalon de masse (utilisé avant 2019, en alliage Pt-Ir) et les molécules d'eau de l'atmosphère dérive d'un potentiel : $U(z) = -K/z^3$ où K est une constante positive. Déterminer l'incertitude sur la masse de l'étalon associée à la présence d'eau sachant qu'on se place à 25°C dans une atmosphère où la pression partielle de l'eau vaut le quart de la pression saturante. AN : $K = 3 \times 10^{-50} \text{ J} \cdot \text{m}^{-3}$, $\rho_{(\text{Pt-Ir})} = 21,5 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$



Spécial ENS Indications

- I. Penser à l'énergie n'est jamais inutile.
- II. Penser à l'exercice 3 du 4 juin sur les courants de Foucault.
- III. Étudier l'évolution au cours du temps de la grandeur $e = \frac{1}{2} \left(\dot{x}^2 + \frac{k}{m} x^2 \right)$. Considérer $\dot{k} = C^{te}$ sur une oscillation.
Autre possibilité, passer en dimension 2, l'oscillateur étudié étant une projection sur un axe.
- IV. Où est le centre d'inerte du train ?
- V. Par analyse dimensionnelle, exprimer l'énergie électrostatique d'une sphère chargée. Le coefficient sans dimension vaut 1/2.
- VI. Pour les petits mouvements, chaque élément se déplace pratiquement à l'horizontale.
- VII. Voir la photo/vidéo ci-dessous
Penser à l'énergie (bis) ! Remplacer le système par un modèle géométriquement plus simple.
- VIII. Considérer qu'avant modifications des murs, la particule est dans un état stationnaire.
- IX. Traiter le problème en dimension 1 avec des photons. Déterminer le changement de fréquence par rebond sur une paroi mobile en utilisant l'effet Doppler. Le but est de trouver $F = ma$ où la contribution du champ à la masse vérifie $E = M_{\text{champ}} c^2$.
- X. Supposer le contact entre le ruban et le cylindre sans frottement. Étudier les valeurs de la tension du ruban en fonction du point du ruban étudié.
- XI. Premier modèle (simple !) : supposer la compression du ressort uniforme
Second modèle : prendre en compte la propagation des ondes de compression le long du ressort (tenir compte de la masse du ressort, en considérer une portion élémentaire, évaluer la raideur de cette portion, étudier sa déformation et son mouvement pour arriver à une équation de d'Alembert et trouver la célérité des ondes).
- XII. Étudier la pression partielle de l'eau en fonction de la distance à l'étalon. Penser au facteur de Boltzmann.

