
Révisions de cours de première année

En MP, MP*, PSI et PSI*, une interrogation écrite aura lieu à la rentrée et portera sur 20 questions parmi les 50 ci-dessous. Une figure soignée est attendue dans la plupart des questions.

Oscillateur-Ondes

- Q. 1 Établir l'équation différentielle vérifiée par le mouvement d'une masse m accrochée à un ressort linéaire sans masse de raideur k . Caractériser le mouvement en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence et de pulsation.
- Q. 2 Définir une onde progressive, en proposer une écriture mathématique et illustrer par un schéma.
 Dans le cas d'une onde progressive sinusoïdale, proposer une écriture faisant apparaître la fréquence f et la longueur d'onde λ puis démontrer le lien entre f , λ et la célérité c .
 Donner quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustiques et électromagnétiques.
- Q. 3 Définir une onde stationnaire et décrire ses propriétés en vous appuyant sur l'exemple de la corde de Melde.
 Citer la relation entre la longueur L de la corde et la longueur d'onde λ de l'onde incidente traduisant des interférences constructives avec l'onde réfléchie? Déduire les fréquences propres de la corde en fonction de L et de la célérité c de l'onde.

Optique géométrique

- Q. 4 On considère une lentille mince sphérique convergente éclairée par un faisceau parallèle à l'axe optique.
 Tracer les trajets suivis par des rayons proches de l'axe puis des rayons plus éloignés de l'axe.
 Définir le stigmatisme puis rappeler les conditions de Gauss en précisant leur intérêt.
- Q. 5 Tracer l'image d'un objet réel par une lentille convergente de distance focale f' , en distinguant suivant la position de cet objet par rapport au foyer. Qualifier l'image par trois adjectifs. Établir la condition $D > 4f'$ pour que la lentille forme une image réelle sur un écran situé à la distance D de l'objet.
- Q. 6 Expliquer le phénomène de réflexion totale sur un dioptre en précisant bien les conditions d'existence de ce phénomène.
 Exprimer puis calculer (en degrés) l'angle limite de réflexion totale pour un dioptre verre-air pour un verre d'indice $n = 1,5$.
 Connaissez-vous des applications concrètes de ce phénomène?

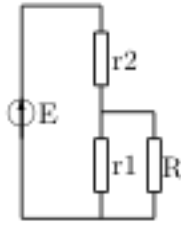
Monde quantique

- Q. 7 Expliquer ce qu'est la dualité onde-corpuscule en physique quantique.
 Citer la relation de Planck-Einstein et celle de Louis De Broglie en explicitant les termes.
 Utiliser la dualité pour interpréter une expérience d'interférences « particule par particule ».
- Q. 8 Établir la relation quantifiant l'énergie d'une particule libre de masse m , confinée dans un puit infini unidimensionnel de largeur L . (On exploitera sans démonstration l'analogie avec les modes propres d'une corde.)
 Déduire le lien entre confinement spatial et quantification.

Circuits électriques dans l'ARQS – Filtrage linéaire

- Q. 9 Expliquer ce qu'est l'approximation des régimes quasi stationnaires (ARQS).
 Exprimer la condition de validité de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence du générateur.
Application numérique pour une expérience en salle de TP.
- Q. 10 Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur et démontrer cette expression.
 Faire de même pour l'énergie stockée dans une bobine.

Q. 11 Établir la loi du diviseur de tension et l'utiliser dans l'exemple suivant.



Q. 12 Soit un circuit RC série, alimenté par un générateur de tension **constante**. Un interrupteur placé entre la source et la résistance est initialement ouvert.

Déterminer analytiquement la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur dans le cas d'un échelon de tension.

Tracer $u_c(t)$ en faisant figurer deux paramètres importants.

Donner un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire (**expression littérale**).

Q. 13 Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur d'un circuit RLC série.

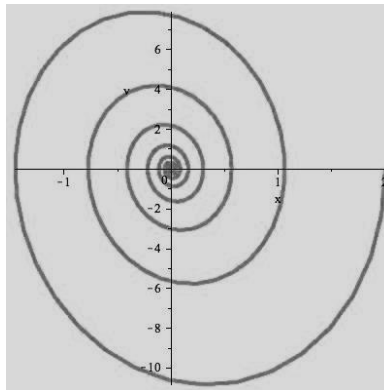
La mettre sous forme canonique et identifier la pulsation propre et le facteur de qualité.

Q. 14 On s'intéresse à un oscillateur linéaire amorti d'ordre 2 en régime libre.

Sur le portrait de phase ci-contre, quelles grandeurs figurent en abscisse et en ordonnée?

En exploitant ce portrait de phase, décrire l'évolution du système puis proposer une évaluation de son facteur de qualité.

Observera-t-on une résonance de ce système en régime sinusoïdal forcé? Si oui, cette résonance sera-t-elle aiguë?



Q. 15 Un filtre linéaire possède une fonction de transfert qui s'écrit : $H = \frac{H_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$

Déterminer la nature et l'ordre de ce filtre.

Représenter le diagramme asymptotique du gain en décibel pour une abscisse logarithmique.

Établir l'expression du signal de sortie du filtre pour un signal d'entrée s'écrivant : $e(t) = E_0 + E_1 \sin(\omega_1 t) + E_3 \sin(3\omega_1 t + \varphi)$

Mécanique

Q. 16 Établir les expressions des composantes des vecteurs position, vitesse et accélération en coordonnées cylindriques.

Q. 17 À quelle(s) condition(s) dit-on qu'un solide est en translation? Dans le cas d'un solide en rotation autour d'un axe fixe, exprimer le champ des vitesses des points matériels constitutifs du solide.

Q. 18 Définir une force conservative.

Rappeler l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur d'un point matériel de masse m et de l'énergie potentielle élastique d'un point lié à un ressort de raideur k et de longueur à vide ℓ_0 .

Q. 19 Établir l'équation différentielle régissant le mouvement d'un pendule simple (masse m , longueur L , champ de pesanteur g) de deux manières différentes.

Q. 20 Effectuer un bilan énergétique pour exprimer la vitesse acquise par une particule chargée initialement immobile (masse m , charge q) lorsqu'elle est accélérée par une différence de potentiel U .

Pourquoi le poids de la particule n'intervient-il pas dans cette étude?

- Q. 21 Écrire la force subie par une particule q en mouvement dans un champ magnétique stationnaire et uniforme de norme B_0 . Dans le cas où la vitesse initiale de la particule (de norme v_0) est orthogonale au champ magnétique, on admet que le mouvement observé est circulaire : établir l'expression du rayon de la trajectoire.
Faire une figure pour $q > 0$ et pour $q < 0$.
- Q. 22 Définir le moment par rapport à un point A des actions subies par un point matériel M , puis par un solide. Que représente physiquement cette grandeur? Dans quel cas peut-on parler de « couple »?
- Q. 23 Définir le moment cinétique d'un point matériel par rapport à un point A puis par rapport à un axe orienté (Oz). Que représente physiquement cette grandeur?
- Q. 24 Donner les expressions du moment cinétique scalaire et de l'énergie cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe. Écrire les lois du moment cinétique et de l'énergie cinétique pour ce solide.
- Q. 25 On étudie un point matériel soumis exclusivement à une force centrale de centre O . Démontrer que le mouvement est plan et qu'une grandeur appelée constante des aires se conserve au cours du mouvement. Qu'appelle-t-on la loi des aires? Établir cette loi.
- Q. 26 On suppose la force centrale précédente conservative. Exprimer l'énergie potentielle si la force est proportionnelle à $1/r^2$. Écrire la conservation de l'énergie mécanique du point en introduisant une énergie potentielle effective. Montrer que cette grandeur permet de décrire qualitativement le mouvement radial. Pour une force attractive, tracer l'allure de l'énergie potentielle effective en fonction de r .

Justifier que certaines valeurs de l'énergie mécanique conduisent à un « état lié ».

- Q. 27 Exprimer la vitesse de libération à la surface d'un astre et proposer une application numérique pour la Terre. Données : champ gravitationnel au sol $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ et rayon de la terre $R = 6400 \text{ km}$
- Q. 28 Énoncer les trois lois de Képler; établir la troisième loi dans le cas particulier d'une trajectoire circulaire.
- Q. 29 Donner la définition d'un satellite géostationnaire et justifier ses caractéristiques : plan de l'orbite, période T , nature de la trajectoire, altitude h .

Données: Rayon terrestre $R_0 = 6400 \text{ km}$
 Champ gravitationnel au sol terrestre $g_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ $\left(\frac{6,4 \times 2,4 \times 3,6}{2\pi}\right)^{2/3} = 4,26$

Thermodynamique

- Q. 30 Définir les capacités thermiques C_v et C_p d'un gaz parfait; laquelle de ces deux capacités est la plus grande? Même question pour une phase condensée. Donner l'expression de l'énergie interne et de l'enthalpie d'un système de n moles de gaz parfait, en utilisant les capacités thermiques molaires, puis le coefficient isentropique γ et la constante R des gaz parfaits.
- Q. 31 Énoncer précisément le premier principe de la thermodynamique pour une transformation entre deux instants t_1 et t_2 . On fera apparaître au moins quatre termes. Expliquer pourquoi certains termes sont précédés de Δ et d'autres non.
- Q. 32 À quelle(s) condition(s) le travail intervenant dans le premier principe peut-il s'écrire comme l'intégrale de $-P_{ext} dV$? Donner un exemple simple où cette expression n'est pas valable. Dans quel cas peut-on écrire le travail comme l'intégrale de $-P dV$?
- Q. 33 Quelle forme prend le premier principe pour un système en écoulement à travers une machine (compresseur, échangeur...), lorsqu'on s'intéresse au travail et au transfert thermique échangé avec la machine? À quelle(s) condition(s) cette évolution est-elle isenthalpique? Citer un exemple célèbre d'écoulement isenthalpique.
- Q. 34 Énoncer précisément le second principe de la thermodynamique. Démontrer l'inégalité de Carnot Clausius pour une machine ditherme, en définissant clairement les grandeurs intervenant dans son expression. À quelle condition cette inégalité peut-elle être remplacée par une égalité?
- Q. 35 Énoncer les trois expressions possibles de la loi de Laplace, en précisant les hypothèses nécessaires à son application. Comment feriez-vous pour justifier cette loi? (démonstration complète non demandée).

- Q. 49 Définir l'inductance mutuelle entre deux circuits.
Citer au moins deux applications dans le domaine de l'industrie ou dans la vie courante.
- Q. 50 On considère un rail de Laplace sans générateur (c'est-à-dire une tige conductrice en mouvement de translation sur un rail métallique fermé par un résistor) ; écrire les équations électrique et mécanique régissant ce dispositif en précisant bien le paramétrage et les conventions de signe.
Déduire l'équation différentielle régissant la vitesse de la tige (composante algébrique) en absence de frottement solide.