

# Questions de cours de physique

## Mines-Pont et ENSEA

---

### ▷ Elec

- 1 - Circuit RLC série en régime libre
- 2 - Circuit RLC série : équation différentielle, grandeurs caractéristiques, régime sinusoïdal forcé, résonance en intensité. Analogie avec un oscillateur mécanique.
- 3 - Que pouvez-vous dire de deux circuits couplés par induction mutuelle ?
- 4 - Circuit RLC série, excitation sinusoïdale : grandeurs caractéristiques, résonances
- 5 - Filtrage linéaire, fonction de transfert, diagramme de Bode, grandeurs caractéristiques
- 6 - Donner la fonction de transfert générale d'un filtre passe bas (ou passe haut) du 1er ordre. Diagramme Bode en gain. Exemple pratique. Quel est son effet sur un signal périodique ? Justifier.
- 7 - Même question avec un filtre du second ordre.
- 8 - Filtres passifs linéaires : passe-bas et passe-haut ordre 1, passe-bande et passe-bas ordre 2
- 9 - Considérons le filtre de fonction de transfert  $\underline{H} = \frac{H_0}{1+jQ\left(x-\frac{1}{x}\right)}$  : Diagramme de Bode en gain, exemple de montage, réponse à l'excitation  $e(t) = E_0 \cos^2\left(\frac{\omega_0 t}{2}\right)$
- 10 - Définir le caractère intégrateur d'un filtre et donner un exemple de réalisation pratique.
- 11 - Filtrage linéaire, exemple avec un signal d'entrée créneau sur un passe bas d'ordre 1
- 12 - Effet d'un filtre du premier ou du second ordre sur la composition spectrale d'un signal périodique ; utilisation de la fonction de transfert.
- 13 - Échantillonnage de Nyquist-Shannon. Repliement de spectre.
- 14 - Pouvez-vous donner un exemple de circuit logique monostable ?
- 15 - Bascule logique RS.

### ▷ Optique

- 1 - Rayons lumineux. Lois de Descartes de la réfraction et de la réflexion.
- 2 - Énoncé, démonstration et applications des lois de Descartes.
- 3 - La fibre optique à saut d'indice. Établir les expressions du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale d'une fibre à saut d'indice.
- 4 - Condition de Gauss. Stigmatisme approché. Lien avec la nature des capteurs utilisés.
- 5 - Optique géométrique : stigmatisme, aplanétisme, conditions de Gauss. Exemple de système rigoureusement stigmatique.
- 6 - Lentilles minces dans l'approximation de Gauss (Définitions, tracé d'images, condition de formation d'une image réelle d'un objet réel)

- 7 - Les lentilles minces. Définitions des foyers, centre optique, construction d'images réelles ou virtuelles. Relation  $D > 4f'$ . On donne  $D = 80$  cm. La taille de l'objet est 5 cm et celle de son image de 10 cm. Calculer la position de la lentille convergente utilisée ainsi que sa distance focale.
- 8 - Source lumineuse : modèle de la source ponctuelle monochromatique. Définition de l'indice du milieu. Longueur de cohérence temporelle.
- 9 - Approximation scalaire des ondes lumineuses. Rayon lumineux. Intensité lumineuse. Expliquer pourquoi l'intensité lumineuse est une grandeur pertinente pour la description des phénomènes lumineux.
- 10 - Chemin optique le long d'un rayon lumineux et retard de phase associé. Surfaces d'onde (ou équiphases). Théorème de Malus.
- 11 - Donner les conditions d'obtention des interférences lumineuses. On insistera sur la notion de longueur de cohérence et sur la notion de cohérence mutuelle. Comment classe-t-on les dispositifs interférentiels ?
- 12 - Critère de brouillage des interférences.
- 13 - Trous et fentes de Young
- 14 - Source ponctuelle, source étendue et fentes de Young
- 15 - Les fentes d'Young. Source ponctuelle (ordre d'interférence, interfrange, éclaircissement, contraste). Source étendue spatialement : critère semi-quantitatif. Source avec largeur spectrale.
- 16 - Fentes de Young, fente source élargie spatialement, puis spectralement
- 17 - L'interféromètre de Michelson; perte de contraste en lumière non monochromatique.
- 18 - Expliquer l'utilisation du Michelson en coin d'air. Donner, en les justifiant, l'allure et la localisation des franges obtenues pour une source étendue. Que se passe-t-il en lumière blanche ?
- 19 - Expliquer l'utilisation du Michelson en lame d'air. Donner, en les justifiant, l'allure et la localisation des franges obtenues pour une source étendue. Que se passe-t-il en lumière blanche ?
- 20 - Michelson : en lame d'air, en coin d'air, réglages, nature des franges, localisation, projection
- 21 - Michelson en lame d'air, calcul de la différence de marche en considérant des intensités lumineuses différentes pour les 2 rayons qui interfèrent : contraste. Eclaircissement par une source large (spectre rectangulaire).
- 22 - Interféromètre de Michelson éclairé par une source lumineuse spatialement étendue.
- 23 - Le Michelson

## ▷ Mécanique

- 1 - Force de frottement fluide sur un point matériel dans un champ de pesanteur uniforme
- 2 - Travail et puissance d'une force pour un point matériel. Exemples.
- 3 - Puissance, travail, théorème de l'énergie cinétique, énergie mécanique, relation avec le 1er principe de la thermodynamique
- 4 - Lois de conservation pour les systèmes isolés
- 5 - Pendule simple et pendule pesant : petites oscillations, aspects énergétiques, portrait de phase
- 6 - Etude énergétique des positions d'équilibre et de leur stabilité

- 7 - Oscillateurs harmoniques amortis et forcés
- 8 - Oscillateur mécanique et oscillateur électrique : analogies. Résonances
- 9 - Force de Lorentz. Mouvement d'une particule dans un champ électrique ou magnétique uniforme
- 10 - Point matériel soumis à une force centrale conservative. Champ newtonien. Lois de Kepler.
- 11 - Forces centrales, états liés et états de diffusion
- 12 - Champ newtonien : lois Kepler, mouvement circulaire, vitesses cosmiques, satellite géostationnaire
- 13 - Énoncer les 3 lois de Kepler et les démontrer pour un mouvement circulaire
- 14 - Mouvements à force centrale newtonienne : Utilisation d'une énergie potentielle effective pour ramener, grâce aux lois de conservation, le problème primitif à l'étude du mouvement radial.
- 15 - Démontrer la 3ème loi de Kepler dans le cas d'un mouvement circulaire.
- 16 - On considère un cylindre infini de rayon  $a$  et de masse volumique  $\mu$ . Soit une masse ponctuelle en mouvement circulaire uniforme autour de ce cylindre. Donner la relation entre la période et le rayon de sa trajectoire.
- 17 - Solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen : étude dynamique et énergétique
- 18 - Contact entre deux solides. Lois phénoménologiques de Coulomb relatives au frottement de glissement. Comment déterminer un coefficient de frottement statique/dynamique. Ordres de grandeur.
- 19 - Lois du frottement solide pour un solide en translation
- 20 - Référentiels non-galiléens
- 21 - Lois de composition des vitesses et des accélérations ; cas particuliers : translation, rotation uniforme autour d'un axe fixe
- 22 - Lois de la dynamique du point en référentiel non galiléen. Expressions des forces d'inertie. Exemples.
- 23 - Caractère non galiléen du référentiel terrestre, définition du poids, déviation vers l'est (chute dans un puits).
- 24 - Référentiel terrestre : définition, champ de pesanteur, origine de la déviation vers l'est
- 25 - Déterminer un ordre de grandeur de la masse volumique de la Terre

## ▷ Thermodynamique

- 1 - Premier et second principe de la thermodynamique ; citer les phénomènes entraînant une création d'entropie.
- 2 - Entropie d'un gaz parfait. Entropie d'une phase condensée incompressible et indilatable.
- 3 - Entropie. Système fermé. Loi de Laplace et condition d'application. Cas du changement d'état.
- 4 - Diagramme  $(P, T)$ , spécificité de celui de l'eau, traduction physique de cette spécificité. Diagramme  $(P, v)$ , calcul du titre massique en vapeur.
- 5 - Machines thermiques cycliques dithermes.
- 6 - Déterminer le rendement de Carnot en fonction des températures  $T_1$  et  $T_2$  d'un moteur ditherme.

- 7 - Formule générale du rendement d'un moteur ditherme, expliquer les termes.
- 8 - Soit un réfrigérateur réversible. Effectuer le schéma des différents échanges. Déterminer le rendement.
- 9 - Définir la notion de résistance thermique dans le cas de la conduction thermique. Que devient cette notion dans le cas des transferts conducto-convectifs ? Associations en série/parallèle.
- 10 - Donner la définition du flux thermique. Loi de Fourier. Démontrer l'équation de la chaleur en coordonnées cartésiennes. Donner deux solutions en régime permanent (on pourra par exemple considérer deux distributions à symétries cylindrique et sphérique).
- 11 - Équations locales de conservation : Analogies. Equation de la chaleur en sphériques.
- 12 - Loi de Stefan, corps noir.

### ▷ **Électrostatique – Magnétostatique**

- 1 - Surfaces équipotentielles et lignes de champs.
- 2 - Propriétés de symétrie du champ  $\vec{E}$
- 3 - Propriétés de symétrie du champ  $\vec{B}$
- 4 - Théorème de Gauss. Conditions d'utilisation et démonstration. Application au cylindre infini uniformément chargé en volume.
- 5 - Condensateur plan. Capacité. Ordres de grandeur en TP.
- 6 - Électrostatique : flux du champ électrique, théorème de Gauss. Étude d'un condensateur plan.
- 7 - Énergie potentielle d'une charge dans un champ. (Question : quelle différence de potentiel faut-il pour accélérer un proton d'une vitesse nulle à une vitesse  $c/10$  ?).
- 8 - Calculer le champ et le potentiel électrostatiques créés par un fil infini de répartition linéique de charge  $\lambda > 0$ . Détailler les considérations de symétrie et les invariances de la répartition de charges.
- 9 - Loi locale et intégrale de la magnétostatique. Conséquences et exemples d'application; allure des lignes de champ.
- 10 - Calculer le champ magnétique créé sur son axe par un solénoïde de rayon  $R$ , de longueur  $L$ , parcourue par un courant d'intensité  $I$ . On supposera le champ nul à l'extérieur du solénoïde.
- 11 - Les équations de Maxwell, forme locale et intégrale.
- 12 - Donner les équations de Maxwell et analyser leur contenu.
- 13 - Conservation de la charge électrique, forme locale à 1D, compatibilité avec les équations de Maxwell
- 14 - Dipôle électrostatique (potentiel et champ créés, action d'un champ extérieur uniforme, énergie potentielle dans un champ extérieur, ordres de grandeurs).
- 15 - Dipôle électrique dans un champ électrique extérieur (relation  $\vec{F} = \overrightarrow{\text{grad}}(\vec{p} \cdot \vec{E})$  donnée).
- 16 - Dipôle électrique et dipôle magnétique : Définitions, analogies, lignes de champ, équipotentielles
- 17 - Dipôle magnétostatique (moment magnétique, champ  $\vec{B}$  créé, action d'un champ B extérieur uniforme, énergie potentielle dans un champ extérieur)
- 18 - Moment magnétique, aimant, champ magnétique terrestre

- 19 - Moment magnétique d'un circuit filiforme fermé plan. Action d'un champ magnétique extérieur sur un dipôle magnétique.

### ▷ Induction

- 1 - Circuit fixe dans un champ magnétique variable : circulation du champ électrique, loi de Faraday.
- 2 - Loi de Faraday, auto-induction
- 3 - Lois de l'induction, application aux circuits fixes dans un champ variable, inductance propre, inductance mutuelle, énergie magnétique.
- 4 - Qu'est-ce que la mutuelle inductance de deux bobines? Mise en équation en RSF ? Applications.
- 5 - Coefficient d'inductance mutuelle. Énergie magnétique d'un ensemble de 2 circuits couplés par mutuelle. Limite du transformateur parfait
- 6 - Lois de l'induction : circuit mobile dans un champ  $\vec{B}$  stationnaire
- 7 - Actions de Laplace, puissance dans des cas géométriques simples, exemples d'application
- 8 - Freinage par induction, courants de Foucault.
- 9 - Loi de Lenz. Exemples.
- 10 - Faire le lien entre puissance électrique et puissance mécanique : exemple du haut-parleur.

### ▷ Chimie

- 1 - Équilibres chimiques.
- 2 - L'acido-basicité (définitions, grandeurs caractéristiques et conséquences, exemples)
- 3 - Piles

### ▷ Ondes

- 1 - Spectre des ondes électromagnétiques : ordres de grandeur
- 2 - Autour du vecteur de Poynting : ordres de grandeurs de différents flux (laser, rayonnement solaire) ; puissance rayonnée ; équations de conservation de l'énergie électromagnétique locale et intégrale.
- 3 - Démontrer l'équation de propagation d'une onde dans le vide. La résoudre et définir l'OemPP. Quelle est sa structure ?
- 4 - OPM électromagnétique dans le vide. Transport d'énergie
- 5 - Solution de l'équation de d'Alembert à une dimension. Structure d'une Onde Progressive et d'une Onde Plane Progressive. Loi de Malus. Polarisation rectiligne.
- 6 - Définir rapidement la polarisation d'une onde. En donner des exemples.
- 7 - Qu'appelle-t-on dispersion ? Définir la relation de dispersion, la vitesse de phase, de groupe.
- 8 - Propagation d'une O.P.P.H. dans un milieu conducteur ohmique en régime lentement variable ; effet de peau. Ordres de grandeur + application numérique.
- 9 - Réflexion d'une O.P.P.H. sur un conducteur parfait en incidence normale; application à la cavité résonante à une dimension.
- 10 - Cavité résonante électromagnétique

- 11 - Les demi espaces  $x > a$  et  $x < 0$  sont occupés par un conducteur parfait. Entre les deux l'espace est vide et y règne un champ électrique :  $\vec{E} = E_0(x)e^{j(\omega t - kz)}\vec{u}_y$ . Déterminer  $E_0(x)$ .
- 12 - Propagation d'une O.P.H. dans un plasma peu dense ; pulsation de plasma, fréquence minimale de l'onde pour traverser le plasma.
- 13 - Propagation d'une onde progressive monochromatique dans un plasma dilué. Pulsation plasma, relation de dispersion ; vitesse de phase et de groupe. Cas de l'ionosphère.
- 14 - Communications GPS à travers l'ionosphère
- 15 - Pression de radiation
- 16 - Donner des équations de conservation locale : l'examineur en voulait 3 (charge, énergie électromagnétique, énergie interne). Développer les analogies.
- 17 - Structure à grande distance du champ d'un dipôle oscillant, puissance rayonnée.

### ▷ Mécanique quantique

- 1 - Présenter les états stationnaires de l'équation de Schrödinger.
- 2 - Fonction d'onde, équation de Schrödinger et particule quantique libre.
- 3 - Particule quantique libre. État stationnaire, relation de dispersion, vitesse de phase.
- 4 - Indétermination quantique et inégalité d'Heisenberg.
- 5 - Puits infini de potentiel. Fonctions d'onde. Niveaux d'énergie de la particule quantique.
- 6 - États stationnaires d'une particule quantique incidente sur une marche de potentiel  $V$  avec  $V < E$ .