

Pour bien aborder la MP

Savoirs et savoir-faire

1 Signaux physiques

1) Propagation d'un signal

- ☑ Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux acoustiques, électriques, électromagnétiques. Citer quelques ordres de grandeur de fréquence.
- ☑ Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle linéaire non dispersive : écrire les solutions sous la forme $f(x - ct) + g(x + ct)$ ou $f(t - \frac{x}{c}) + g(t + \frac{x}{c})$. Prévoir l'évolution temporelle à x fixé et l'évolution de la forme à différents instants.
- ☑ Onde progressive harmonique : relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.
- ☑ Ondes stationnaires : définition, caractérisation des nœuds et des ventres, fréquences des modes propres.

2) Diffraction à l'infini

- ☑ Connaître et utiliser la relation $\sin \theta \approx \frac{\lambda}{d}$ entre l'échelle angulaire du phénomène de diffraction et la taille caractéristique de l'ouverture.

3) Optique géométrique

- ☑ Définir l'indice optique d'un milieu transparent, relier la longueur d'onde dans le vide et la longueur d'onde dans le milieu. Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur.
- ☑ Définir le modèle de l'optique géométrique, énoncer les conditions de Gauss. Stigmatisme, aplanétisme.
- ☑ Énoncer les lois de Descartes en réflexion et en réfraction. Établir la condition de réflexion totale.
- ☑ Miroir plan : construire l'image d'un objet, identifier la nature réelle ou virtuelle de l'objet ou de l'image.
- ☑ Lentilles minces convergentes ou divergentes :
 - Définitions et propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence.
 - Construire l'image d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide de rayons lumineux.
 - Formules de conjugaison et de grandissement transversal (Descartes, Newton).
 - Établir (et connaître) la condition $D \geq 4f'$ pour former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- ☑ L'oeil : le modéliser comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur fixe. Ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation. Cas d'un œil emmétrope, myope ou hypermétrope.

4) Introduction au monde quantique

- ☑ Dualité onde-particule pour la lumière et la matière : relations de Planck-Einstein et de Louis de Broglie. Expériences historiques.
- ☑ Obtenir les niveaux d'énergie d'une particule libre confinée en 1D par analogie avec les modes propres d'une corde vibrante.

5) Électronique

- ☑ Exprimer l'intensité du courant électrique en termes de débit de charge. Exprimer la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence.
- ☑ Loi des nœuds et loi des mailles, convention récepteur ou générateur, modèle équivalent de Thévenin.
- ☑ Relations courant-tension pour une résistance, un condensateur, une bobine, ordres de grandeurs de R , C , L . Puissance dissipée par effet Joule, énergie stockée dans un condensateur ou une bobine.
- ☑ Associations série ou parallèle, établir et exploiter les relations de diviseurs de tension ou de courant.
- ☑ Circuit linéaire du premier ordre soumis à un échelon de tension :
 - Interpréter et utiliser les continuités de la tension aux bornes d'un condensateur ou de l'intensité dans une bobine.
 - Établir l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par une grandeur électrique dans le circuit.
 - Prévoir l'évolution du système à partir du portrait de phase.
 - Déterminer analytiquement la réponse temporelle et un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.
- ☑ Circuit du second ordre soumis à un échelon de tension :
 - Écrire sous forme canonique l'équation différentielle, identifier la pulsation propre et le facteur de qualité.
 - Déterminer la réponse temporelle par résolution de l'équation homogène, connaître la nature de la réponse en fonction de la valeur du facteur de qualité.
 - Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire en fonction de la valeur du facteur de qualité.
- ☑ Régime sinusoïdal forcé :
 - Établir (et connaître) l'impédance complexe d'une résistance, d'un condensateur et d'une bobine en régime harmonique.
 - Connaître et utiliser les modèles équivalents de condensateurs ou de bobines à hautes et basses fréquences pour déterminer la nature d'un filtre.
 - Utiliser la construction de Fresnel pour étudier le régime forcé.
 - Définir la fonction de transfert harmonique d'un filtre, tracer le diagramme de Bode associé et identifier le comportement dérivateur ou intégrateur du filtre.

2 Thermodynamique

1) Description macroscopique d'un système, transformations thermodynamiques

- ☑ Définir un système ouvert/fermé, un système isolé, une grandeur intensive/extensive, un thermostat.
- ☑ Définir une évolution isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme, adiabatique, quasi-statique.
- ☑ Donner et utiliser l'équation d'état des gaz parfaits, calculer une pression à partir d'une condition d'équilibre mécanique. Donner des ordres de grandeur de volumes molaires ou massiques dans les conditions usuelles de pression et de température.
- ☑ Comparer le comportement d'un gaz réel au modèle du gaz parfait sur des réseaux d'isothermes en coordonnées de Clapeyron ou d'Amagat.
- ☑ Positionner les phases dans les diagrammes (P, T) et (P, v) . Déterminer la composition d'un mélange diphasé en un point d'un diagramme (P, v) .

- Savoir que l'énergie interne d'un gaz parfait ou d'une phase condensée incompressible et indilatable ne dépend que de la température. Définition de la capacité thermique à volume constant.
- Énoncer les lois de Laplace et leurs conditions d'application.
- Calculer le travail des forces de pression pour une transformation isochore, monobare, isotherme, adiabatique réversible. Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron.

2) Premier principe de la thermodynamique

- Énoncer le premier principe de la thermodynamique.
- Définir la fonction enthalpie à partir de l'énergie interne.
- Savoir que l'enthalpie d'un gaz parfait ou d'une phase condensée peu compressible et peu dilatable ne dépend que de la température. Définition de la capacité thermique à pression constante.

3) Second principe de la thermodynamique

- Énoncer le second principe de la thermodynamique, donner le lien entre entropie échangée et transfert thermique.
- Enthalpie et entropie associées à une transition de phase : $\Delta h_{12} = T\Delta s_{12}$.

4) Machines thermiques

- Donner le principe de fonctionnement d'un moteur, une pompe à chaleur, une machine frigorifique (schéma, sens des échanges énergétiques).
- Démontrer que le moteur monotherme n'existe pas.
- Définir le cycle de Carnot, appliquer les deux principes pour déterminer un rendement ou une efficacité.

3 Chimie

1) Description d'un système physico-chimique

- Définir la concentration molaire, la fraction molaire, la pression partielle ou l'activité pour des corps purs ou des mélanges.
- Définir l'avancement et le quotient réactionnel pour une réaction chimique, énoncer le critère d'évolution par comparaison de Q_r et K° , déterminer la composition d'un système dans l'état final

2) Cinétique chimique

- Définir la vitesse de disparition d'un réactif et la vitesse de formation d'un produit, les relier à la vitesse de réaction.
- Exprimer la loi de vitesse si la réaction chimique admet un ordre.
- Exprimer les temps de demi-réaction pour des réactions d'ordre 0, 1 ou 2.
- Déterminer un ordre de réaction à l'aide de la méthode différentielle.
- Confirmer la valeur d'un ordre par la méthode intégrale (cas d'une réaction d'ordre 0, 1, 2 d'un unique réactif ou dégénérescence de l'ordre ou conditions initiales stœchiométriques).
- Énoncer la loi d'Arrhénius.

3) Classification périodique

- Définir les notions d'élément, d'atome, de corps simple, d'espèce chimique, d'entité chimique, d'isotopes, d'abondance isotopique, de nombres quantiques.
- Énoncer les règles de Klechkowski, Pauli et Hund. Établir la configuration électronique d'un atome ou d'un ion monoatomique.
- Déterminer le nombre d'électrons de cœur et de valence. Prévoir la formule des ions monoatomiques d'un élément.
- Relier la position d'un élément dans le tableau périodique à sa configuration électronique et à son nombre d'électrons de valence. Positionner dans le tableau les métaux et non métaux. Situer dans le tableau les métaux alcalins, les halogènes et les gaz nobles.
- Citer les éléments de numéro atomique ≤ 18 de la classification ainsi que les halogènes (nom, symbole, numéro atomique).
- Relier le caractère oxydant ou réducteur d'un corps simple à l'électronégativité de l'élément. Comparer l'électronégativité de deux éléments selon leur position dans le tableau périodique.

4) Molécules et solvants

- Établir un schéma de Lewis pour une entité donnée.
- Donner des ordres de grandeur de la longueur et de l'énergie d'une liaison covalente.
- Définir un moment dipolaire, une liaison polarisée, une molécule polaire. Déterminer la direction et le sens du vecteur moment dipolaire d'une molécule ou d'une liaison.
- Prévoir ou interpréter les propriétés physiques de corps purs par l'existence d'interactions de van der Waals ou de liaisons hydrogène intermoléculaires. Donner des ordres de grandeur énergétiques.
- Interpréter la miscibilité ou la non-miscibilité de deux solvants (moment dipolaire, permittivité relative, proticité).

5) Cristallographie

- Définir et déterminer la population, la coordinence, la compacité et la masse volumique pour une structure fournie.
- Relier le rayon métallique, covalent, de Van der Waals ou ionique (selon le cas) aux paramètres d'une maille donnée.
- Maille cubique à faces centrées : représentation, population, compacité, sites tétraédriques et octaédriques (position, nombre, habitabilité).
- Expliquer les propriétés des cristaux métalliques, covalents, moléculaires ou ioniques par les caractéristiques des liaisons mises en jeu.

6) Réactions acido-basiques

- Définir un acide, une base, la constante d'acidité associée au couple ainsi que le pK_A . Écrire la réaction acido-basique correspondante.
- Construire un diagramme de prédominance.
- Donner le nom, la formule et la nature (faible ou forte) de : acide sulfurique, acide nitrique, acide chlorhydrique, acide phosphorique, acide acétique, soude, ion hydrogénocarbonate, ammoniac.

7) Réactions de précipitation

- Écrire une équation de dissolution, définir un produit de solubilité K_s .
- Calculer la solubilité d'une espèce, trouver la condition de précipitation, établir un diagramme d'existence.
- Identifier les facteurs influençant la solubilité.

8) Réactions d'oxydoréduction

- Définir un oxydant, un réducteur, identifier l'oxydant et le réducteur d'un couple. Dismutation et médiamutation.
- Définir et déterminer le nombre d'oxydation d'un élément dans une espèce chimique. Prévoir les nombres d'oxydation extrêmes d'un élément à partir de sa position dans le tableau périodique.
- Exemples usuels : nom, nature et formule des ions thiosulfate, permanganate, dichromate, hypochlorite et du peroxyde d'hydrogène.
- Définir un potentiel d'électrode, énoncer la formule de Nernst.

9) Diagrammes E-pH

- Attribuer les différents domaines d'un diagramme fourni à des espèces données.
- Retrouver la valeur de la pente d'une frontière dans un diagramme potentiel-pH. Justifier la position d'une frontière verticale.
- Prévoir le caractère thermodynamiquement favorisé ou non d'une transformation par superposition de diagrammes.
- Tracer le diagramme $E - pH$ de l'eau, discuter de la stabilité des espèces dans l'eau.

4 Magnétostatique-Induction

1) Champ magnétique et sources

- Exploiter une représentation graphique d'un champ vectoriel, identifier les zones de champ uniforme, de champ faible et l'emplacement des sources.
- Donner des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.
- Définir le moment magnétique associé à une boucle de courant plane et donner un ordre de grandeur du moment magnétique associé à un aimant usuel.

2) Actions d'un champ magnétique

- Donner l'expression de la résultante des forces de Laplace dans le cas d'une barre conductrice placée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire. Évaluer la puissance des forces de Laplace.
- Donner l'expression du moment du couple subi par une spire en fonction du champ magnétique extérieur et du moment magnétique de la spire.

3) Induction

- Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
- Citer la loi de Lenz et l'utiliser pour prédire ou interpréter des phénomènes physiques observés.

- ☑ Donner et utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'alébrisation.
- ☑ Auto-induction : définir le flux propre et l'inductance propre, les calculer dans le cas d'un solénoïde infini, construire le schéma électrique équivalent, réaliser l'étude énergétique.
- ☑ Bobines en interaction : Définir l'inductance mutuelle entre deux bobines, construire le schéma électrique équivalent, établir le système d'équations en régime sinusoïdal forcé.
- ☑ Circuit mobile dans un champ magnétique stationnaire :
 - Rail de Laplace : présenter le système, établir les équations électrique et mécanique, effectuer un bilan énergétique.
 - Freinage par induction : expliquer l'origine des courants de Foucault.
 - Haut parleur électrodynamique : expliquer le principe de fonctionnement dans la configuration simplifiée des rails de Laplace, effectuer un bilan énergétique.

5 Mécanique

1) Cinématique

- Établir les expressions des composantes du vecteur position, du vecteur vitesse et du vecteur accélération en coordonnées cartésiennes et cylindriques.
- Identifier les liens entre les composantes du vecteur accélération, la courbure de la trajectoire, la norme du vecteur vitesse et sa variation temporelle.
- Pour un solide, reconnaître et décrire une translation rectiligne, une translation circulaire, une rotation.
- Décrire la trajectoire d'un point quelconque d'un solide et exprimer sa vitesse en fonction de sa distance à l'axe et de la vitesse angulaire.

2) Cinétique

- Établir l'expression de la quantité de mouvement d'un système restreint au cas de deux points sous la forme $\vec{p} = m\vec{v}(G)$.
- Définir et calculer le moment cinétique d'un point matériel par rapport à un point et par rapport à un axe orienté.
- Définir le moment cinétique scalaire d'un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté, donner le lien avec le moment d'inertie.

3) Dynamique

- Énoncer le principe d'inertie et le principe des actions réciproques.
- Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.
- Énoncer la loi de la quantité de mouvement dans un référentiel galiléen.
- Établir l'équation différentielle d'un système masse-ressort et la résoudre compte tenu des conditions initiales (oscillateur harmonique).
- Établir l'équation du mouvement du pendule simple et l'équation du portrait de phase associé, le tracer. Faire le lien avec l'oscillateur harmonique.
- Calculer le moment d'une force par rapport à un point ou par rapport à un axe orienté, définir la notion de bras de levier, définir un couple.
- Définir une liaison pivot parfaite ou avec frottements, couple de frottement.
- Énoncer la loi du moment cinétique en un point fixe dans un référentiel galiléen, application au solide en rotation autour d'un axe fixe orienté.
- Établir l'équation du mouvement du pendule pesant et une intégrale première du mouvement. Analyser le portrait de phase.

4) Énergétique

- Définir et calculer le travail et la puissance d'une force.
- Énoncer la loi de l'énergie cinétique et celle de la puissance cinétique dans un référentiel galiléen.
- Établir (et connaître) les expressions des énergies potentielles de pesanteur, gravitationnelle, élastique, électrostatique.
- Définir une force conservative, en déduire la loi de l'énergie mécanique.
- Déterminer les positions d'équilibre et leur stabilité, vérifier sur un graphe d'énergie potentielle.

- Exprimer la pulsation des petites oscillations autour d'une position d'équilibre stable par analogie avec l'oscillateur harmonique.
- Donner l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en rotation. Démontrer le théorème de l'énergie cinétique dans ce cas à partir de la loi scalaire du moment cinétique.

5) Forces centrales

- Démontrer la conservation du moment cinétique, en déduire que le mouvement est plan et énoncer la loi des aires.
- Construire une énergie potentielle effective puis décrire le mouvement radial. Relier le caractère borné à la valeur de l'énergie mécanique.
- Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire et pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe.
- Énoncer les lois de Kepler pour les planètes. Établir la troisième loi de Kepler dans le cas particulier d'une trajectoire circulaire.
- Expliquer le principe d'un satellite géostationnaire et calculer son altitude.
- Définir et exprimer les vitesses cosmiques (d'orbite basse et de libération), donner leur ordre de grandeur sur Terre.

6) Particules chargées dans un champ électromagnétique

- Exprimer la force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle. Comparer les ordres de grandeur des forces électrique et magnétique à la force gravitationnelle.
- Mettre en équation le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme, effectuer un bilan énergétique pour déterminer la vitesse de la particule.
- Mouvement circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme : montrer qu'il est uniforme et déterminer le rayon de la trajectoire.