

Fondements de l'optique géométrique

1. Donner l'intervalle des longueurs d'onde du domaine du visible. Préciser en particulier l'ordre de grandeur des longueurs d'onde dans le vide pour les couleurs bleu, vert, jaune et rouge.
2. Définir l'indice optique d'un milieu transparent. Donner des ordres de grandeur.
3. Qu'est-ce qu'un milieu dispersif ?
4. Donner les différentes sources lumineuses et décrire les spectres associés.
5. Définir un rayon lumineux et donner ses propriétés dans le cadre de l'optique géométrique.
6. **★ Enoncer les lois de Descartes. Tracer les rayons lumineux sur un schéma dans le cas $n_1 > n_2$ (ou inversement). Que se passe-t-il si l'angle d'incidence est nul ?**
7. Dans quel cas y a-t-il un angle de réfraction limite ? Exprimer l'angle en fonction de n_1 et n_2 .
8. **★ Qu'appelle-t-on réflexion totale ? A quelle condition sur n_1 et n_2 peut-on avoir une réflexion totale ? Démontrer l'expression de l'angle d'incidence limite i_{lim} en fonction de n_1 et n_2 au-delà duquel le phénomène apparaît.**
9. **★ Définir le cône d'acceptance de la fibre optique à saut d'indice. Quel est l'angle au sommet du cône d'acceptance ?**
10. Qu'est-ce que le phénomène de dispersion intermodale ? Quel est le débit maximal qui permet d'éviter ce phénomène ?

Systèmes optiques

1. Définir les mots suivants : objet, point objet ponctuel (réel, virtuel ou à l'infini), image, point image ponctuelle (réelle, virtuelle ou à l'infini) en optique géométrique.
2. Que peut-on dire des rayons émergeant d'un système optique lorsque l'image se forme à l'infini ?
3. Tracer l'image d'un objet par un miroir plan. Quelle est la relation entre l'image et l'objet ?
4. **★ Définir le stigmatisme rigoureux. Dans quelles conditions (à nommer et détailler) peut-on considérer qu'on a stigmatisme approché ?**
5. Quelle est la propriété du centre optique O d'une lentille ?
6. Définir les foyers objet et image d'une lentille mince dans les conditions de Gauss, ainsi que la distance focale et la vergence d'une lentille.
7. Représenter une lentille mince convergente et une lentille mince divergente en faisant apparaître son centre optique, ses foyers principaux F et F' et ses plans focaux.
8. Lorsqu'un objet est placé dans le plan focal objet d'une lentille, où se forme son image ?
9. Lorsqu'une image se forme dans le plan focal image d'une lentille, où se trouve son objet conjugué ?
10. **★ Quelles sont les règles de construction de l'image d'un objet par une lentille ?**
11. Définir le grandissement et le grossissement. Quelles informations sont contenues dans ces grandeurs ?
12. **★ Etablir la condition d'obtention d'une image réelle d'un objet réel pour une lentille convergente.**
13. **★ Modélisation de l'œil : faire un schéma en précisant les organes modélisés. Qu'est-ce que l'accommodation ? Qu'appelle-t-on punctum proximum et punctum remotum ? Qu'appelle-t-on œil "normal" ? Définir et donner les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation.**
14. De quoi est constituée une lunette astronomique ? Quel est son objectif ? Donner l'expression de son grossissement.
15. Discuter l'influence de la focale, de la durée d'exposition, du diaphragme sur la formation de l'image pour un appareil photographique.

Lois électriques dans l'ARQS

1. Définir le courant électrique et l'intensité du courant. Quel est le sens conventionnel du courant ? Avec quoi mesure-t-on l'intensité du courant dans une branche ? Comment cet appareil doit-il être branché ?
2. Définir la tension U_{AB} entre les points A et B en termes de différence de potentiel et préciser l'unité. Que peut-on dire de la tension aux bornes d'un fil ? Avec quoi mesure-t-on la tension aux bornes d'un dipôle ? Comment cet appareil doit-il être branché ?
3. Citer les ordres de grandeur des intensités et des tensions dans différents domaines d'application.
4. Qu'est-ce que la masse d'un circuit ?
5. Définir un dipôle linéaire, puis un dipôle actif ou passif. Qu'est-ce que la caractéristique d'un dipôle ? Donner l'allure de la caractéristique d'une pile, d'un conducteur ohmique.
6. Qu'est-ce que la convention récepteur ? la convention générateur ?
7. **★ Conducteur ohmique, bobine (idéale et réelle), condensateur : définition, symbole en convention récepteur, relation entre i et u . Ordres de grandeurs et unités de R , L , C . A quoi est équivalent un condensateur en régime continu ? Et une bobine ?**
8. **★ Qu'est-ce qu'un générateur de tension idéal ? Donner la représentation de Thévenin d'un générateur réel.**
9. **★ Définir la puissance électrique. Préciser comment on doit orienter le dipôle pour que cette puissance corresponde à une puissance effectivement reçue ou effectivement fournie. A quelle condition sur le signe de la puissance dit-on qu'un dipôle est récepteur ou générateur ?**
10. Quelle est la relation entre la puissance et l'énergie ? En déduire l'expression l'énergie consommée ou fournie entre deux instants par un dipôle.
11. Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance. Donner l'expression de l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine (+démonstration à connaître).
12. Enoncer la loi des nœuds.
13. Enoncer la loi des mailles.
14. Association en série ou en parallèle de 2 résistances : calcul de R_{eq} dans les 2 cas (+démonstration).

Circuits linéaires du 1er ordre

1. Donner la définition du portrait de phase. Comment peut-on l'utiliser dans le cadre de la résolution d'une équation différentielle ?
2. **★ Qu'est-ce que la constante de temps pour un circuit du premier ordre ? Donner son expression pour un circuit RC et un circuit RL.**
3. Que vaut la grandeur étudiée (u_C ou i) lorsque $t = \tau$ avec τ la constante de temps de l'équation différentielle ? Et pour $t = 3\tau$?
4. **★ Etude d'un circuit RC soumis à un échelon de tension avec le condensateur initialement déchargé**
OU Etude d'un circuit RC en décharge, avec condensateur initialement chargé
OU Etude d'un circuit RL soumis à un échelon de tension avec la bobine initialement déchargée Pour l'étude du circuit, doivent être abordées en autonomie les étapes suivantes (qui peuvent également être demandées individuellement) :
 - a) Faire un schéma
 - b) Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_C (ou i pour le RL)
 - c) Résoudre l'équation différentielle
 - d) Représenter la grandeur étudiée sur un graphe en fonction du temps, en indiquant clairement le régime transitoire et le régime permanent
 - e) Faire un bilan de puissance ou d'énergie en identifiant les termes

Oscillateurs amortis

1. ★ **Etablir l'équation différentielle satisfaite par une masse accrochée à un ressort sans amortissement. La résoudre avec les CI données et tracer l'évolution de x en fonction de t .**
2. ★ **Etablir l'équation différentielle satisfaite par une masse accrochée à un ressort avec amortissement. La mettre sous forme canonique et la résoudre avec les paramètres donnés (cf étapes ci-dessous)**
3. ★ **Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes d'un condensateur en charge dans un circuit RLC série. La mettre sous forme canonique et la résoudre avec les paramètres donnés (cf étapes ci-dessous).**
4. ★ **Quels sont les 3 types de régimes transitoires que l'on peut observer ? Préciser la valeur de Q (ou ξ au choix) dans chaque cas.**
5. Dans quel cas le régime transitoire est-il le plus court ?
6. Dans le cas du régime pseudo-périodique, quelle information apporte le facteur de qualité ?

Rappel des étapes à suivre (les valeurs de chaque composant ou la valeur de Q sera donnée par le professeur : vous n'aurez pas à traiter les 3 cas possibles) :

- a) Faire un schéma
- b) Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_C ou x et identifier le facteur de qualité et la pulsation propre
- c) Résoudre l'équation différentielle en fonction de la valeur de Q

Il faut également savoir :

- représenter la grandeur étudiée sur un graphe en fonction du temps, en indiquant clairement le régime transitoire et le régime permanent
- faire un bilan de puissance ou d'énergie en identifiant les termes

Régime Sinusoïdal Forcé

1. Définir le régime sinusoïdal forcé.
2. Donner les deux expressions générales d'un signal sinusoïdal. Faire le lien entre ces deux expressions.
3. **★ Définir le déphasage entre deux signaux. Citer les cas particulier et les représenter sur un graphique. Comment reconnaître un retard ou une avance de phase sur un graphe ?**
4. **★ Définir la grandeur complexe \underline{U} associé au signal réel $U(t) = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$. Rappeler comment passer de la grandeur complexe à la grandeur réelle. Définir l'amplitude complexe \underline{U}_0 .**
5. Par quelle opération se traduit la dérivation d'une grandeur complexe ? Même question pour l'intégration.
6. Comment déterminer le déphasage entre deux signaux en notations complexes ?
7. **★ Comment est définie l'impédance complexe d'un dipôle linéaire passif ? Que représentent le module et l'argument de l'impédance complexe ?**
8. Retrouver l'expression de l'impédance complexe d'une résistance, d'un condensateur et d'une bobine.
9. Comment s'expriment les lois d'associations en série et en parallèle des impédances complexes ?

Oscillateurs en RSF

1. **★ Déterminer l'expression du signal complexe \underline{u}_C de la tension aux bornes d'un condensateur dans un circuit RLC série. L'écrire sous forme canonique en introduisant le facteur de qualité Q et la pulsation propre ω_0 .**
2. **★ Donner l'expression de l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur en fonction de la pulsation. Pour quelles conditions y a-t-il résonance ? Quelle est alors la pulsation de résonance ?** *La démonstration peut être demandée, mais ce sera explicite : "établir la condition", "démontrer la condition", ...*
3. Donner l'allure de la courbe représentant l'amplitude de u_C en fonction de la pulsation pour différentes valeurs de Q
4. Donner l'expression et l'allure de la courbe représentant le déphasage entre u_C et le signal sinusoïdal d'entrée. Retrouver les valeurs en basses fréquences, hautes fréquence et à la résonance.
5. **★ Déterminer l'expression du signal complexe i de l'intensité dans un circuit RLC série. L'écrire sous forme canonique en introduisant le facteur de qualité Q et la pulsation propre ω_0 .**
6. **★ Donner l'expression de l'amplitude de l'intensité en fonction de la pulsation. Y a-t-il toujours résonance ? Donner l'expression de la pulsation de résonance pour l'intensité.**
7. Donner l'allure de la courbe représentant l'amplitude de i en fonction de la pulsation pour différentes valeurs de Q .
8. Quelle est l'influence du facteur de qualité sur l'acuité de la résonance en intensité ? Définir la bande passante et déterminer son expression (la relation entre $\Delta\omega$ et Q est à connaître).
9. Donner l'expression et l'allure de la courbe représentant le déphasage entre i et le signal sinusoïdal d'entrée. Retrouver les valeurs en basses fréquences, hautes fréquence et à la résonance.

Filtrage linéaire

1. Qu'est-ce qu'un filtre ? linéaire ? passif ou actif ?
2. **★ Définir la fonction de transfert d'un filtre, le gain, le gain en décibel et la phase. Qu'est-ce qu'un diagramme de Bode ?**
3. Définir la fréquence de coupure et la bande passante d'un filtre.
4. **★ Etude d'un filtre : passe-bas et passe-haut d'ordre 1 (avec RC), passe-bas et passe-bande d'ordre 2 (avec RLC) (schéma fourni, fonction de transfert sous forme canonique fournie) : déterminer qualitativement la nature du filtre en étudiant le comportement en HF et BF, retrouver l'expression de la fonction de transfert, déterminer l'expression des asymptotes en BF et HF pour G_{dB} et φ , tracer le diagramme de Bode asymptotique**
5. Définir la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal périodique.
6. Définir le spectre d'un signal périodique.
7. **★ Comment choisir la pulsation de coupure d'un filtre passe-bas afin d'extraire la valeur moyenne d'un signal périodique ?**
8. Comment choisir la pulsation de coupure d'un filtre passe-bas (1^{er} ordre) afin d'effectuer l'intégration d'un signal périodique ?
9. Comment choisir la pulsation de coupure d'un filtre passe-haut (1^{er} ordre) afin d'effectuer la dérivation d'un signal périodique ?

Outils de base en mécanique

1. Définir un mouvement accéléré, un mouvement ralenti, un mouvement uniforme.
2. Mouvement à vecteur accélération nul : quel est le mouvement du point M ?
3. Définir les systèmes de coordonnées cartésiennes (3D) (dessiner et repérer un point M dans le plan et représenter les vecteurs unitaires).
4. Etablir l'expression du vecteur position, vitesse et accélération dans la base cartésienne.
5. Donner les caractéristiques des forces suivantes : tension d'un fil, force de rappel d'un ressort, réaction d'un support sur un solide, poussée d'Archimède, frottements fluides, force électrostatique, force de gravitation.
6. Définir la quantité de mouvement d'un point.
7. Énoncer les 3 lois de Newton.
8. **★ Chute libre d'un point M dans le champ de pesanteur uniforme (vitesse initiale nulle ou colinéaire à \vec{g}) : mettre en équation le mouvement dans le cas où les frottements fluides sont négligés. Etablir les équations horaires du mouvement. Dans le cas d'une vitesse initiale nulle, quelle est la durée d'une chute d'une hauteur h ?**
9. **★ Chute libre d'un point M dans le champ de pesanteur uniforme (vitesse initiale nulle) : mettre en équation le mouvement dans le cas où les frottements fluides sont de la forme $-\alpha\vec{v}$. Déterminer l'expression de la vitesse limite et obtenir les équations horaires du mouvement.**
10. **★ Chute libre d'un point M dans le champ de pesanteur uniforme (vitesse initiale nulle) : mettre en équation le mouvement dans le cas où les frottements fluides sont de la forme $-\alpha\|\vec{v}\|\vec{v}$. Déterminer l'expression de la vitesse limite.**
11. **★ Tir parabolique : déterminer l'équation du mouvement. On pourra également demander de déterminer la flèche et la portée.**

Outils en mécanique polaire

1. Définir les systèmes de coordonnées cartésiennes (3D), polaires (2D) et cylindriques (3D) (dessiner et repérer un point M dans le plan et représenter les vecteurs unitaires).
2. Quelle est l'expression des vecteurs unitaires de la base polaire \vec{u}_r et \vec{u}_θ en fonction de ceux de la base cartésienne \vec{u}_x et \vec{u}_y ? Quelle est l'expression de leur dérivée temporelle?
3. **★ Etablir (et connaître) l'expression du vecteur position, vitesse et accélération dans la base cartésienne, dans la base polaire et dans la base cylindrique.**
4. **★ Mouvement circulaire :**
 - ▷ Définir le mouvement et faire un schéma
 - ▷ Donner l'expression du vecteur position, du vecteur vitesse et du vecteur accélération en coordonnées polaires et les faire apparaître sur un schéma.
 - ▷ Identifier l'accélération normale et l'accélération tangentielle et les exprimer en fonction de la norme v du vecteur vitesse.
 - ▷ Que devient l'accélération tangentielle pour un mouvement uniforme?
5. **★ Equation du mouvement, linéarisation et résolution de l'équation du pendule simple**

Approche énergétique du mouvement

1. Définir la puissance \mathcal{P} d'une force. Préciser son unité.
2. Qu'appelle-t-on force motrice? résistante?
3. Définir le travail élémentaire d'une force.
4. Quelle est la relation entre travail élémentaire et puissance?
5. Définir le travail W_{AB} d'une force le long d'une courbe. Que devient cette expression si la force est constante?
6. **★ Définir l'énergie cinétique et énoncer (et démontrer) le théorème de l'énergie cinétique sous forme différentielle et/ou intégrale. Expliquer quelle formule est plus adaptée dans quel cas.**
7. **★ Définir une force conservative. Donner et démontrer l'expression de l'énergie potentielle associée au poids et à la force de rappel d'un ressort.**
8. Définir l'énergie mécanique et donner (et démontrer) le théorème de l'énergie mécanique sous les formes différentielle et intégrale.
9. **★ Systèmes conservatifs à 1 dimension**
 - ▷ Qu'est-ce qu'un système (ou mouvement) conservatif?
 - ▷ Définir une position d'équilibre, une position d'équilibre stable, une position d'équilibre instable. Expliquer comment, à partir d'un graphe $E_p = f(x)$, on identifie les positions d'équilibre et leur nature stable ou instable.
 - ▷ Expliquer comment à partir d'un graphe d'énergie potentielle on peut déduire le comportement qualitatif d'un point : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.

Mouvement d'une particule chargée

1. Que signifie champ « uniforme » ? champ « stationnaire » ?
2. Quelles sont les unités du champ électrique et du champ magnétique ? Donner des ordres de grandeurs, citer des sources de champ magnétique.
3. Donner l'expression de la force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle q placée dans un champ électromagnétique et préciser la signification de chaque terme.
4. Justifier à l'aide d'ordres de grandeurs que le poids est négligeable devant la force de Lorentz.
5. **★ Expliquer pourquoi un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.**
6. **★ Mettre en équation le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique stationnaire et uniforme et le caractériser comme un mouvement à vecteur-accélération constant (PFD, équations horaires, nature de la trajectoire en fonction de l'orientation du champ électrique avec le vecteur vitesse initiale).**
7. Quelles sont les caractéristiques du champ électrique créé entre deux plaques chargées ?
8. **★ Effectuer un bilan énergétique pour calculer la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.**
9. Citer une application du mouvement d'une particule dans un champ électrique stationnaire et uniforme.
10. **★ Mettre en équation le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique stationnaire et uniforme dans le cas où le vecteur-vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétique (trajectoire circulaire admise) : on démontrera que le mouvement est uniforme et on déterminera l'expression du rayon R de la trajectoire et de la pulsation cyclotron ω_p en fonction de B .**

Mécanique du solide et théorème du moment cinétique

1. **★ Définir le moment cinétique d'un point matériel M par rapport à un point et par rapport à un axe orienté Δ . Définir le moment cinétique d'un solide par rapport à un axe autour duquel il est en rotation.**
2. Quelle information peut-on déduire du signe du moment cinétique par rapport à un axe ?
3. **★ Définir le moment d'une force par rapport à un point et par rapport à un axe orienté Δ .**
4. Quelle information peut-on déduire du signe du moment d'une force par rapport à un axe ?
5. Définir un couple et donner (et démontrer) la caractéristique de son moment.
6. Comment calculer simplement le moment \mathcal{M}_Δ d'une force par rapport à l'axe orienté Δ avec le bras de levier ?
7. Donner des situations où le moment d'une force est nul par rapport à un axe Δ .
8. **★ Énoncer le théorème du moment cinétique pour un point sous forme vectorielle et scalaire pour un point matériel.**
9. Énoncer le théorème du moment cinétique pour un solide.
10. Donner l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.

Mouvement dans un champ de force centrale

1. Qu'est-ce qu'une force centrale ?
2. **★ Montrer que le moment cinétique d'un point soumis à une force centrale se conserve. Quelles en sont les conséquences (mouvement plan et loi des aires à savoir expliquer et démontrer) ?**
3. Comment construit-on l'énergie potentielle effective d'un point dans un champ de force conservative et centrale ?
4. Qu'est-ce qu'une force newtonnienne ? Citer des exemples.
5. **★ Expliciter $E_{p,eff}$ dans le cas d'une force newtonnienne et tracer son allure. Quelles sont les trajectoires possibles pour une valeur de l'énergie mécanique donnée ?**
6. Énoncer les lois de Kepler pour les planètes et les transposer au cas des satellites terrestres.
7. Satellite en orbite circulaire : montrer que le mouvement est uniforme et calculer sa période.
8. Établir la troisième loi de Kepler dans le cas particulier de la trajectoire circulaire.
9. Définir un satellite géostationnaire et calculer son altitude, justifier sa localisation dans le plan équatorial.
10. **★ Définir la vitesse en orbite basse et la vitesse de libération d'un satellite. Exprimer ces vitesses.**

Description d'un système à l'équilibre thermodynamique

1. Définir un système thermodynamique, un système fermé/isolé/ouvert. Donner des exemples.
2. Quelles sont les 3 échelles de description d'un système ?
3. Qu'est-ce qu'un paramètre d'état ?
4. Définir la vitesse quadratique moyenne et l'exprimer pour un gaz monoatomique parfait (définition de la température cinétique admise).
5. Quelles sont les caractéristiques de la force pressante ?
6. Qu'est-ce qu'une grandeur extensive/intensive ? Donner 2 exemples dans chaque cas.
7. **★ Définir l'équilibre thermodynamique. Expliquer les conditions d'équilibre thermique et mécanique.**
8. **★ Qu'est-ce qu'une équation d'état ? La préciser pour un gaz parfait et une phase condensée idéale (les 2 modèles sont à définir).**
9. Qu'est-ce qu'une fonction d'état ? Que peut-on dire de la variation d'une fonction d'état entre deux états d'équilibre ?
10. Définir l'énergie interne d'un système.
11. Quelle est l'énergie interne pour un gaz parfait monoatomique ?
12. Donner la 1^{ère} loi de Joule. Pour quels systèmes s'applique-t-elle ?
13. **★ Définir la capacité thermique à volume constant, ainsi que les capacités thermiques à volume constant molaires et massiques. Donner l'expression des capacités thermiques à volume constant pour un gaz parfait monoatomique, pour un gaz parfait diatomique.**
14. Quel lien existe-t-il entre la variation d'énergie interne entre deux états et la capacité thermique à volume constant (à démontrer) ?

Echanges d'énergie - 1er principe de la thermodynamique

1. Définir les transformations suivantes : une transformation isochore, une transformation quasi-statique, une transformation isotherme, une transformation isobare, une transformation monobare, une transformation monotherme, une transformation adiabatique.
2. Quels sont les trois types de transfert thermique ?
3. **★ Donner l'expression générale du travail des forces extérieures de pression. Quel est son signe pour une compression monobare ? pour une détente monobare ? Que devient cette expression dans le cas d'une transformation mécaniquement réversible ? + SF 1**
4. Quelle interprétation graphique peut-on faire du travail des forces extérieures de pression pour une transformation mécaniquement réversible (aire algébrique sous la courbe) ? Représenter une transformation isochore, une transformation isobare et une transformation isotherme d'un gaz parfait dans un diagramme (P, V) .
5. Dans quel sens doit être parcouru un cycle dans le diagramme (P, V) pour qu'il soit moteur ? récepteur ? Que représente l'aire du cycle ? Application : calculer W_{cycle} pour un cycle constitué de deux isobares et deux isochores.
6. Énoncer le premier principe de la thermodynamique dans le cas usuel d'un système fermé macroscopiquement au repos à l'état final et initial.
7. Pour un GP soumis uniquement à des forces de pression, calculer le transfert thermique Q pour une transformation isochore, pour une transformation isotherme mécaniquement réversible, pour une transformation isobare mécaniquement réversible.
8. **★ Définir l'enthalpie H . Exprimer H pour un gaz parfait monoatomique. Que peut-on dire de l'enthalpie d'un GP et d'une phase condensée idéale ? Exprimer le premier principe sous forme de bilan d'enthalpie dans le cas d'une transformation monobare avec équilibre à EI et EF.**
9. **★ Définir la capacité thermique à pression constante C_p d'un système obéissant à la 2^{ème} loi de Joule. Citer deux systèmes obéissant à la deuxième loi de Joule. En considérant que C_p est indépendant de T , quelle est l'expression de ΔH en fonction de ΔT ?**
10. **★ Démontrer la relation de Mayer pour un gaz parfait. En déduire la valeur de C_p pour un GPM. Établir l'expression de C_v et C_p pour un GP en fonction de γ coefficient à définir (résultat à connaître). Quelle est la valeur de γ pour l'air ?**
11. Comparer les capacités thermiques à volume constant et à pression constante dans le cas des phases condensées incompressibles et indilatables. Donner l'ordre de grandeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide dans les conditions standard.

2nd principe de la thermodynamique

1. Énoncer le second principe de la thermodynamique pour un système fermé. Expliciter le terme d'échange dans le cas d'une transformation monotherme avec un nombre fini de thermostats.
2. Définir une transformation réversible et une transformation irréversible à partir de l'entropie créée.
3. Que peut-on dire d'une transformation adiabatique réversible ?
4. Énoncer les lois de Laplace (conditions d'application + 3 formules).

Machines thermiques

1. Pourquoi une machine monotherme est nécessairement réceptrice ?
2. Qu'est-ce-que l'inégalité de Clausius ? Dans quel cas a-t-on une égalité ?
3. **★ Donner le sens des échanges énergétiques pour un moteur thermique ditherme (donner le signe de Q_c , Q_f et W). Donner un exemple de source chaude et de source froide pour un moteur thermique ditherme. Définir le rendement d'un moteur ditherme. Etablir l'expression du rendement en fonction des transferts thermiques Q_c et Q_f . Quelle est l'expression de la valeur maximale du rendement d'un moteur en fonction de T_f et T_c ?**
4. **★ Définir l'efficacité d'une pompe à chaleur et établir l'expression en fonction des transferts thermiques. Quelle est l'expression de la valeur maximale de l'efficacité d'une PAC en fonction de T_f et T_c ?**
5. **★ Définir l'efficacité d'une machine frigorifique et établir l'expression en fonction des transferts thermiques. Quelle est l'expression de la valeur maximale de l'efficacité en fonction de T_f et T_c ?**
6. Citer quelques ordres de grandeur des rendements (ou efficacités) des machines thermiques réelles actuelles.

Le corps pur diphasé

1. Représenter le diagramme (P, T) d'un corps pur (faire apparaître le point triple et le point critique ainsi que les phases) et donner le nom des changements d'état possibles. Quelle est la particularité du diagramme de l'eau ?
2. Représenter les isothermes d'Andrews sur le diagramme de Clapeyron ($T = T_c$, $T > T_c$, $T < T_c$) et faire apparaître les courbes de rosée et d'ébullition, la phase liquide, la vapeur saturante et la vapeur sèche.
3. Qu'est-ce que la pression de vapeur saturante ? Préciser la composition du mélange si $P = P_{sat}$, $P > P_{sat}$, $P < P_{sat}$.
4. Définir le titre en vapeur et le titre en liquide et énoncer le théorème des moments qui permet de le calculer.
5. Définir la chaleur latente et l'entropie massique de changement d'état. Quelle est la relation entre ces deux grandeurs ?

Champ magnétique

1. Qu'est-ce qu'une ligne de champ magnétique ? Que peut-on dire des lignes de champ dans une zone où le champ magnétique est uniforme ? Comment distinguer une zone de champ fort et une zone de champ faible sur une carte de champ ?
2. Donner l'ordre de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.
3. Définir le moment magnétique associé à une boucle de courant plane. Que devient l'expression dans le cas de N spires ? Pourquoi peut-on associer à un aimant un moment magnétique ? Donner un ordre de grandeur du moment magnétique associé à un aimant usuel.
4. Donner l'expression de la force de Laplace dans le cas dans le cas d'une barre conductrice placée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire.
5. Donner l'expression du moment des forces de Laplace en fonction du champ magnétique extérieur et du moment magnétique dans le cas de la spire rectangulaire.
6. A quelle condition un dispositif possédant un moment magnétique placé dans un champ magnétique extérieur uniforme est-il en équilibre ? Discuter de la stabilité de l'équilibre.
7. Expliquer le principe d'une boussole.

Lois de l'induction

1. Définir le flux d'un champ magnétique à travers une surface fermée. Que devient l'expression dans le cas d'un champ magnétique uniforme et d'une surface plane ?
2. Énoncer la loi de Faraday et donner l'équivalent électrique d'un circuit siège d'un phénomène d'induction en précisant la convention retenue.
3. Énoncer la loi de modération de Lenz.
4. Définir le flux propre et l'inductance propre.
5. Établir l'expression de l'inductance propre d'une bobine de grande longueur, le champ magnétique créé par une bobine infinie étant donné. Quel est l'ordre de grandeur de l'inductance propre d'une bobine ?
6. Définir l'inductance mutuelle M . Donner des applications dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante.
7. Établir la loi des tensions pour un transformateur. Donner des applications du transformateur.

Conversion électromécanique

1. Citer des applications de la conversion de puissance électromagnétique dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante (machines à courant continu, machines synchrones, machines asynchrones).
2. Expliquer l'origine des courants de Foucault et en donner des exemples d'utilisation.
3. Expliquer le fonctionnement du moteur à courant continu à entrefer plan en s'appuyant sur la configuration des rails de Laplace. Citer des exemples d'utilisation du moteur à courant continu.
4. Expliquer le principe de fonctionnement d'un hautparleur électrodynamique dans la configuration simplifiée des rails de Laplace. Effectuer un bilan énergétique.
5. **Exercices de cours** : rails de Laplace générateurs ou spire en rotation.
 - Interpréter qualitativement ce qui se passe à l'aide de la loi de Lenz.
 - Écrire les équations électrique et mécanique en précisant les conventions de signe.
 - Effectuer un bilan énergétique.

Cristallographie

1. Définir un cristal parfait, une maille, un motif.
2. Définir une variété allotropique, citer des exemples.
3. Citer les 4 types de cristaux (moléculaires, ioniques, moléculaires et covalents) et relier les caractéristiques des liaisons mises en jeu (ordre de grandeur énergétique, localisation des électrons) aux propriétés macroscopiques des solides.
4. **★ Cristal parfait avec maille cubique faces centrées : représenter une maille, calculer le nombre de motifs par maille (multiplicité ou population) Z , la coordinence, déterminer la relation entre a et R , exprimer la masse volumique et la compacité, donner la position, le nombre et la taille (habitabilité) des sites tétraédriques et octaédriques.**
5. Définir un alliage, citer des exemples.

Systeme physico-chimique : description et evolution vers un etat final

1. Définir (expression et unité) la quantité de matière.
2. **★ Gaz parfait : donner l'équation des gaz parfaits, définir la pression partielle d'un gaz, donner la relation entre la pression partielle et la fraction molaire, définir le volume molaire.**
3. Pour une solution aqueuse, définir la concentration molaire, la concentration massique.
4. Pour un mélange de gaz, définir la fraction molaire, la pression partielle, et donner la loi de Dalton.
5. Définir un nombre stœchiométrique algébrique.
6. Définir l'avancement (molaire) d'une réaction ξ et l'avancement volumique x d'une réaction.
7. **★ Définir le quotient de réaction Q_r associé à une réaction chimique à partir des activités et donner l'expression de l'activité dans le cas d'un solvant, d'un solide ou liquide pur, d'un gaz ou d'un soluté (le professeur pourra donner une application directe sur une équation-bilan fournie).**
8. **★ Citer la loi de Guldberg et Waage. Donner la loi d'évolution vers l'équilibre : énoncé et application à la prévision du sens d'évolution spontanée (distinguer $Q_r = K^0$, $Q_r > K^0$, $Q_r < K^0$).**
9. Définir une réaction totale et donner la relation entre ξ_f et ξ_{max} . Donner un critère sur K^0 permettant de prévoir si une réaction est totale.
10. Définir une réaction équilibrée et la relation entre ξ_f et ξ_{max} .

Réactions acido-basiques

1. Définir un acide, une base, un acide fort, un acide faible, une base forte, une base faible, un couple acide/base, un polyacide, une polybase, une demi-équation acide-base, un amphotère (ou ampholyte).
2. Pour les différentes espèces chimiques suivantes, préciser le nom et la nature - acide ou basique, faible ou forte, et l'espèce chimique conjuguée dans le cas échéant : H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , H_3PO_4 , CH_3COOH , NaOH , HCO^- , NH_3 .
3. Définir le pH d'une solution aqueuse. Quelles sont les valeurs limites du pH d'une solution aqueuse? Qu'appelle-t-on solution basique? acide? neutre?
4. Donner les deux couples de l'eau. Qu'est-ce que l'autoprotolyse de l'eau? Quelle est la valeur de sa constante d'équilibre à 25° ?
5. **★ Définir la constante d'acidité K_a d'un couple acide/base et le $\text{p}K_a$. Comment comparer l'acidité de deux couples acide/base de $\text{p}K_a$ donnés?**
6. **★ Montrer que la constante d'équilibre d'une réaction acido-basique s'écrit en fonction des $\text{p}K_a$ des couples mis en jeu. Donner un critère sur les $\text{p}K_a$ pour que la réaction soit favorable dans le sens direct et que la réaction soit totale.**
7. **★ Quelle est la relation entre le pH et le $\text{p}K_a$ du couple présent dans la solution? En déduire l'allure du diagramme de prédominance et de majorité d'un couple donné.**
8. Donner l'allure du diagramme de distribution pour un couple acide/base et expliquer comment on détermine le $\text{p}K_a$ d'un couple à l'aide de cette courbe.

Réactions de dissolution et précipitation

1. ★ Définir le produit de solubilité K_s et le pK_s .
2. ★ Quelle relation existe-t-il entre le quotient réactionnel et le K_s si le précipité existe ? Et s'il n'existe pas ?
3. Qu'est-ce qu'un diagramme d'existence pour un solide ?
4. ★ Définir la solubilité s d'un solide. Citer des facteurs influençant la solubilité.
5. Comment calculer la solubilité s connaissant le K_s ou inversement ?
6. Comment varie la solubilité d'un précipité en fonction de la concentration de l'un de ses ions constitutifs ?
7. Comment évolue la solubilité d'un précipité contenant un ion appartenant à un couple acide-base en fonction du pH ?
8. Comment exprimer la solubilité en fonction du pH si l'un des ions mis en jeu appartient à un couple acide/base ?

Réactions d'oxydo-réduction

1. Définir un oxydant, un réducteur, une oxydation, une réduction et écrire la demi-équation associée à un couple ox/red.
2. Donner les couples de l'eau et les demi-équations rédox associées ainsi que les potentiels standards associés.
3. Qu'est-ce qu'une dismutation ? une médiamutation ?
4. Quelle est la nature (oxydant ou réducteur) et la formule des espèces chimiques redox suivantes : ion thiosulfate, ion permanganate, ion dichromate, ion hypochlorite ?
5. Qu'est-ce que le nombre d'oxydation ? Comment le calculer ?
6. **★ Piles : définir l'anode, la cathode, la force électromotrice d'une pile. Présenter la pile Daniell.**
7. Qu'est ce que l'électrode standard à hydrogène ? Quel est son potentiel ?
8. Qu'est-ce que le potentiel d'un couple redox ? Le potentiel standard d'un couple ? Donner la formule de Nernst.
9. **★ Que peut-on dire des potentiels des couples redox présent dans un système chimique à l'équilibre ?**
10. **★ Tracer le diagramme E-pH de l'eau ($p_0 = 1 \text{ bar}$).**
11. Que peut-on dire de deux espèces chimiques dont les domaines de stabilités sont conjoints ? disjoints ?
12. Lecture d'un diagramme E-pH : expliquer comment associer un domaine de stabilité à une espèce chimique. A quoi correspond une frontière verticale (ou horizontale) entre deux domaines ? Comment reconnaître une dismutation ?

Cinétique chimique

1. Définir le temps de demi-réaction d'une réaction chimique.
2. Définitions : vitesse de formation, vitesse de disparition d'une espèce chimique, vitesse de réaction.
3. Définir la vitesse volumique de réaction d'une réaction chimique (cas où $V = cte$). Comment la détermine-t-on graphiquement ? Quelle est la relation entre la vitesse volumique de réaction et la dérivée des concentrations des espèces chimiques apparaissant dans une équation bilan ?
4. Définir un facteur cinétique et en donner 3 exemples.
5. Ordre d'une réaction de type $aA + bB = cC + dD$: à quelle condition peut-on dire qu'une telle réaction chimique admet un ordre ? Ecrire la loi de vitesse et définir l'ordre global et l'ordre partiel par rapport à un réactif. On précisera l'unité de la constante de vitesse k dans le cas où l'ordre global vaut 0,1 ou 2.
6. Loi d'Arrhénius (l'énergie d'activation E_a est constante). On précisera le nom et l'unité de chacun des termes apparaissant dans cette loi.
7. Qu'est-ce que la méthode de dégénérescence de l'ordre ? Comment s'écrit alors la loi de vitesse (faire apparaître une constante de vitesse apparente) ? A-t-on accès à l'ordre global ou à l'ordre partiel de la réaction ?
8. Quel est l'intérêt de placer les réactifs dans des conditions initiales stœchiométriques (faire apparaître une constante de vitesse apparente) ? A-t-on accès à l'ordre global ou à l'ordre partiel de la réaction ?
9. ★ Réaction $aA + bB = cC$: détermination de l'expression de $[A](t)$ et de $t_{1/2}$ dans les cas suivants (au choix du professeur) :
 - ▷ Ordre global nul : ordre 0 par rapport à B et 0 par rapport à A.
 - ▷ Ordre global 1 :
 - ordre 0 par rapport à B et 1 par rapport à A.
 - dégénérescence de l'ordre : ordre 1 par rapport à A et B en excès (faire apparaître une constante de vitesse apparente).
 - A et B en proportions stœchiométriques (faire apparaître une constante de vitesse apparente).
 - ▷ Ordre global 2 :
 - ordre 0 par rapport à B et 2 par rapport à A.
 - dégénérescence de l'ordre : ordre 2 par rapport à A et B en excès (faire apparaître une constante de vitesse apparente).
 - A et B en proportions stœchiométriques (faire apparaître une constante de vitesse apparente).
 - A et B en proportions stœchiométriques : ordre 1 par rapport à B et 1 par rapport à A (faire apparaître une constante de vitesse apparente).
10. Expliquer comment déterminer un ordre de réaction et une constante de vitesse à l'aide de la méthode différentielle.

11. Expliquer comment déterminer un ordre de réaction et une constante de vitesse à l'aide de la méthode des temps de demi-réaction.
12. Expliquer comment confirmer la valeur d'un ordre par la méthode intégrale.

1. Définir un élément chimique, deux isotopes.
2. De quoi est constitué un atome ? (préciser le nom, le symbole et la charge de chaque constituant).
3. Donner l'ordre de grandeur de la masse d'un nucléon, de la masse d'un électron, de la taille d'un atome, de la taille du noyau d'un atome.
4. **★ Définir les 4 nombres quantiques (vous devez donner le nom + les valeurs permises). Combien d'électrons peuvent comporter au maximum une sous-couche : s ? p ? d ? A quelle valeur de l (nombre quantique secondaire) ces lettres correspondent-t-elles ?**
5. **★ Énoncer les 3 règles permettant d'écrire la formule électronique d'un atome à l'état fondamental (vous devez donner le nom des règles + l'énoncé complet).**
6. **★ Donner l'allure du tableau périodique, préciser le nombre de colonnes. Situer dans le tableau les familles suivantes : métaux alcalins, halogènes et gaz nobles. Citer le nom des éléments des deux premières périodes et de ces familles. Faire apparaître les blocs s, p, d, f et le nombre de colonnes dans chaque bloc.**
7. Définir l'électronégativité. Comment évolue-t-elle dans le tableau périodique ? Quel est l'élément chimique le plus électronégatif ?
8. Quelle est la relation entre le caractère oxydant ou réducteur d'un corps simple et l'électronégativité de l'élément le constituant ?
9. Quelle est l'évolution du caractère oxydant (ou réducteur) dans la colonne des alcalins ? dans la colonne des halogènes ?

Molécules et solvants

1. Définir une liaison covalente et donner l'ordre de grandeur de la longueur et de l'énergie d'une telle liaison.
2. Quel est le but de la représentation de Lewis ? Comment représente-t-on les différents types de remplissage des orbitales ?
3. **★ Définir une molécule polaire. Représenter le moment dipolaire d'une molécule polaire A-B dans le cas où A est plus électronégatif que B. Quelle est l'unité du moment dipolaire d'une liaison ?**
4. **★ Quels sont les deux types d'interactions intermoléculaires ? Quelle est la plus forte ? Donner des ordres de grandeurs énergétiques.**
5. Qu'est-ce que la polarisabilité d'une molécule ? Comment évolue l'intensité des interactions intermoléculaires avec la polarité et la polarisabilité des molécules ?
6. Quelles sont les conséquences des interactions intermoléculaires sur les températures de changement d'état d'une espèce chimique ?
7. Quelles sont les conséquences des interactions intermoléculaires sur la miscibilité ou la non-miscibilité de deux solvants ?