

**Thermodynamique :**

- \* savoir énoncer les deux principes complètement et les utiliser après définition d'un système fermé ; machines thermique.
- \* connaître les fonctions d'état pour le GP
- \* Connaître les détentes de Joule Gay Lussac et Joule Kelvin
- \* Savoir établir le bilan énergétique et entropique pour un fluide en écoulement dans une machine.
- \* Savoir tenir compte d'un changement d'état. Connaître les conditions d'étude. Définition de l'enthalpie massique de changement d'état. Définition de l'entropie massique de changement d'état. Diagrammes (P,T) ; (P,v).

**Ondes :**

- \* Savoir établir les équations d'ondes (câble, corde, onde acoustique, ressorts) et reconnaître une équation de d'Alembert.
- \* Savoir interpréter la notion de propagation sur une fonction  $f(x - ct)$
- \* Savoir définir une oppm ainsi que la vitesse de phase et la vitesse de groupe
- \* Savoir utiliser les conditions aux limites.
- \* Savoir utiliser les équations différentielles couplées pour relier deux grandeurs (cf  $i(x,t)$  et  $u(x,t)$  pour le câble)
- \* Savoir étudier la réflexion transmission d'ondes à une interface
- \* Savoir discuter les solutions dans un cas  $k$  complexe avec équation de dispersion.

**Analyse dimensionnelle :**

- \* Savoir trouver les exposants lors d'une recherche d'une expression (cf  $p = Ku^{\alpha}n^{\beta}m^{\gamma}$ )
- \* Savoir prendre le temps de lister les paramètres qui nous paraissent important et regarder avant calcul si on voit de quelle façon ils peuvent intervenir

**Analyse Vectorielle :**

- \* Savoir examiner les Symétrie d'un système et en tirer partie pour des vrais vecteurs et des pseudo-vecteurs.
- \* Connaître le gradient dans les 3 systèmes de coordonnées
- \* Connaître les théorèmes d'Ostrogradski et de Stokes ainsi que les définitions cartésiennes des opérateurs rotationnel et divergence.
- \* Connaître les déplacement vectoriels élémentaires dans les 3 systèmes de coordonnées ainsi que les éléments de surface et les volumes élémentaires
- \* Savoir ce que signifie champ à "circulation conservative" et formulations équivalentes
- \* Savoir ce que signifie champ à "flux conservatif" et formulations équivalentes

**Optique géométrique :**

- \* Savoir tracer le cheminement des rayons pour lentilles et miroirs sphériques.
- \* Connaître le principe de l'autocollimation.
- \* Savoir utiliser les formules de conjugaison
- \* Savoir, à la main, mettre en équation la trajectoire d'un rayon dans un milieu stratifié.

**Optique physique :**

- \* Savoir écrire l'amplitude lumineuse pour une onde plane et pour une onde sphérique et savoir les reconnaître.
- Savoir écrire des différences de marches entre deux ondes planes et deux ondes sphériques.
- \* Savoir utiliser le théorème de Malus couplé avec la définition des surfaces d'ondes.
- \* Savoir dans quel cadre d'approximation, une onde sphérique peut être considérée comme localement plane.
- \* Savoir calculer un éclairement en distinguant le cas d'ondes cohérentes ou non cohérentes : en particulier savoir superposer des ondes dont certaines sont cohérentes et d'autres non.
- \* Savoir dire quand deux ondes sont cohérentes.
- \* Savoir expliquer l'Eclairement associé à un dispositif d'interférence éclairé par un doublet.
- \* Savoir expliquer la notion de cohérence temporelle et ces deux aspects (modèle train d'onde et non monochromaticité)
- \* Savoir ce que signifie interférences non localisées.
- \* Savoir utiliser la notion de brouillage, d'anticoïncidence, de coïncidence.
- \* Savoir donner les deux configurations utiles de l'interféromètre de Michelson : type de franges, localisation, type d'éclairage. Justifier l'utilisation d'une source étendue.
- \* Savoir écrire la différence de marche associée aux deux configurations de l'interferomètre.
- \* Définir la "teinte plate". Savoir décrire ce que l'on observe en lumière blanche.
- \* Savoir utiliser des coefficients de réflexion / transmission (pour l'amplitude ou pour la puissance) et adapter à un interféromètre type Fabry Perot.
  
- \* savoir énoncer (en français) le principe de Huygens Fresnel dans le cas général après avoir défini la diffraction.
- \* savoir passer à l'énoncé de la diffraction de Fraunhofer en précisant le montage typique et le schéma type pour évaluation de différence de marche.
- \* savoir rapidement refaire les calculs et tracer l'éclairement pour la fente et le rectangle.
- \* savoir définir le pouvoir de séparation.
- \* Savoir écrire l'amplitude et l'éclairement pour un système d'ouvertures identiques. Adaptez aux fentes d'Young.
- \* savoir donner la relation caractéristique des réseaux et dire ce qu'elle signifie avec schéma type.
- \* Définir le pouvoir de résolution d'un réseau.
- \* Retrouver la relation importante au minimum de déviation.

## Electromagnétisme :

### 1.

\* savoir écrire la conservation de la charge sous forme locale et intégrale. Donner les expressions de  $\rho$  et  $\vec{j}$  en fonction de densité, vitesse ... Connaître les conséquences en régime stationnaire. Connaître la loi d'Ohm et les notions associées au changement de référentiel.

\* savoir utiliser et adapter le modèle simple de l'électron en mouvement dans un conducteur métallique pour retrouver une expression de la conductivité en fonction d'un temps caractéristique.

\* savoir manipuler les modèles avec courant superficiel et charge superficielle.

\* savoir écrire les équations de Maxwell sous forme locale et intégrale ainsi que les relations de passage.

\* Savoir exprimer la force de Lorentz sur une charge  $q$ .

\* Savoir exprimer la force de Laplace sur une portion de conducteur métallique.

\* Savoir exprimer la densité d'énergie  $e$ , m. volumique et le vecteur de Poynting ainsi que le bilan d'énergie associé, avec la puissance "cédée" par le champ aux charges.

### 2. Calculs de champ

\* savoir "faire" des considérations de symétrie.

\* savoir utiliser le théorème de Gauss après choix d'une surface (en particulier pour des charges comprises entre deux sphères de rayon  $r$  et  $r + dr$  par exemple)

\* savoir utiliser le théorème d'Ampère après choix d'un contour pour le champ magnétique.

\* savoir calculer avec Biot et Savart en qq secondes les champs classiques (particulièrement celui d'une spire)

\* savoir exploiter les équations locales en régime permanent, particulièrement en coordonnées cartésiennes.

### 3. Dipôles

\* savoir exprimer les champs créés par les dipôles électrique et magnétique et retrouver l'équation des lignes de champ.

\* savoir exprimer les actions subies dans un champ extérieur, et l'énergie potentielle associée.

### 4. Conducteurs en équilibre électrostatique

\* Connaître la définition de l'équilibre électrostatique

\* savoir utiliser le théorème de Coulomb.

\* savoir utiliser le théorème de superposition et le théorème d'unicité.

\* savoir calculer les capacités des condensateurs usuels.

### 5. Induction :

\* Savoir reconnaître une situation associée à de l'induction : si circuit conducteur, notion de fem. Si  $B(t)$ , penser à la création de  $E$ ...

\* Savoir écrire la fem avec la loi de Faraday et avec la circulation du champ électromoteur.

\* Savoir utiliser la loi de Lenz pour prévoir un sens de courant induit.

\* Savoir représenter le schéma électrique équivalent d'un circuit.

\* Savoir écrire "l'équation mécanique" et "l'équation électrique".

**1. Diffusion :**

\* savoir écrire une équation de diffusion et retrouver la relation caractéristique en ordre de grandeur entre "temps" et "longueur". Faire la différence avec une équation de d'Alembert.

\* Savoir utiliser les méthodes de résolution : changement de variable, recherche de solutions sous la forme  $f(x)g(t)$ , sous la forme d'onde plane progressive monochromatique.

\* Savoir utiliser la notion de conductance thermique. Savoir les calculer.

\* Savoir effectuer un bilan d'énergie interne (premier principe) appliqué à un système infinitésimal dans les 3 géométries usuelles, avec ou sans travail des forces de pressions et avec ou sans source.

\* connaître la loi de Fourier.

\* Connaître les analogies avec la diffusion de particules.

\*

**2. Rayonnement :**

\* Savoir utiliser la loi de Wien, la loi de Stefan.

\* Savoir donner l'allure de la densité spectrale volumique en fonction de  $\nu$  ou  $\lambda$ .

\* Savoir traiter l'effet de serre à une vitre ou n vitres.

\* Savoir relier la puissance monochromatique directionnelle surfacique à la densité volumique d'énergie spectrale.

\* Savoir définir un corps noir.

\* Savoir faire le lien avec le rayonnement d'équilibre dans une enceinte.

\* Savoir faire de la thermodynamique sur le "gaz de photons".

\* savoir trouver la température du soleil à partir de la "constante solaire".

**3. Statique des fluides :**

\* Savoir écrire la relation fondamentale de la statique des fluides et l'exploiter dans les situations usuelles.

\* Savoir utiliser le théorème d'Archimède en présence de forces volumiques "variées".

**4. Mécanique du point :**

\* Savoir écrire la deuxième loi de Newton après un bilan des actions soigneux.

\* Savoir écrire le théorème de l'énergie cinétique et repérer les cas de conservation.

\* savoir écrire le théorème du moment cinétique.

\* Savoir appliquer au système à deux corps.

\* Savoir étudier les mouvements à forces centrales (particulièrement celles en  $1/r^2$ )

\* Savoir étudier un système avec ressort. En particulier oscillations forcées, résonance ...

**1. Thermodynamique chimique :**

- \* Définir un potentiel thermodynamique. Utilité de F, de G ?
- \* Expression des potentiels chimiques usuels.
- \* conditions d'équilibres si plusieurs phases.
- \* Formules de thermodynamique chimique
- \* Affinité et équilibre. LAM et condition d'évolution.
- \* Lois de déplacement des équilibres chimiques.
- \* Savoir construire et interpréter un diagramme binaire (liquides miscibles ou non) avec théorème des moments chimiques.
- \* Savoir construire, lire et interpréter un diagramme d'Ellingham.

**2. Oxydo-réduction en solution aqueuse :**

- \* Savoir équilibrer des réactions rédox et interpréter avec le n.o.
- \* Savoir écrire le potentiel rédox d'un couple avec la formule de Nernst.
- \* Savoir calculer l'affinité d'une réaction à partir des potentiel rédox
- \* Savoir étudier une pile. Schéma et lien entre la fem à vide et les potentiels rédox.

**3. Cinétique chimique :**

- \* Savoir écrire une vitesse de réaction.
- \* Savoir le domaine d'application de la Loi de Van't Hoff
- \* Savoir réaliser une "représentation linéaire" et/ou interpréter pour une cinétique d'ordre 1 ou 2
- \* Savoir distinguer une réaction par stade et une réaction en chaîne.
- \* Savoir quelles "méthodes" sont utilisables (étape limitante, AEQS, hypothèse de l'équilibre atteint, dégénérescence de l'ordre...)

**Chimie solutions aqueuses sup :**

- \* Savoir comment faire un dosage conductimétrique et savoir utiliser la formule de base.
- \* Savoir écrire une équation pour un dosage, utiliser l'équivalence et calculer des pH dans des cas simples.
- \* Savoir traiter un exercice simple avec précipité
- \* Savoir faire de même avec un complexe.

## SAVOIR FAIRE 6

 $X_{MP^*}$ **Mécanique du Solide :**

1. Définir soigneusement et explicitement le système étudié : bien délimiter sa frontière avec l'extérieur.

**1. bis**

DISCUTER LES CIRCONSTANCES POSSIBLES DU MOUVEMENT : "QUE VA-T-IL SE PASSER" ? REPERER LES CONSERVATIONS (ou conservations partielles) EVENTUELLES :  $\vec{P}$  ?  $\vec{\sigma}$  ?  $\vec{E}_m$  ? Y-A-T-IL PLUSIEURS POSSIBILITES SELON LES CONDITIONS (INITIALES) OU CONTRAINTES EXTERIEURES ? OSCILLATIONS ? LE SYSTEME TEND-IL VERS UNE POSITION DE REPOS ? STABILITE ? VITESSE LIMITE ? ROTATION ? TRANSLATION ? BASCULEMENT ? GLISSEMENT OU NON ? DÉCOLLEMENT ? CHUTE LIBRE ? FROTTEMENT SOLIDE ? FROTTEMENT FLUIDE ? ..

2. Faire un schéma clair sur la copie : préciser les notations de façon claire (cf 4.) et repérer pour vous si il s'agit d'un solide, d'un système de solides, d'un point matériel ...

3. Quel(s) est (sont) le(s) référentiel(s) d'étude(s) ? bien faire la différence entre le référentiel par rapport auquel on étudie le mouvement et le repère de projection ( par ex :  $\vec{v}_R(M) = \left( \frac{d\vec{OM}}{dt} \right)_R$  éventuellement projeté sur  $R_1$  ! etc ) ; préciser pour chacun de ces référentiel s'il est galiléen ou non, s'il s'agit d'un référentiel barycentrique (au combien important) : ne pas oublier les forces d'inerties d'entraînement et de Coriolis si non galiléen (connaître leur expression)! Le référentiel terrestre est considéré comme galiléen dans la plupart des cas si l'on substitue à la gravitation la notion de poids.

4. A l'aide du schéma, de l'énoncé ... préciser l'ensemble des paramètres dont dépend la position du système et qui seront utiles pour écrire analytiquement les équations  $x, \phi$  ... (attention à l'orientation !) ; une condition de roulement sans glissement peut diminuer le nombre de degrés de liberté (savoir l'écrire) ...

5. Faire un bilan complet des actions exercées sur le système préciser impérativement les paires (force, moment). Distinguer forces intérieures, forces extérieures u système, forces données, forces inconnues, forces conservatives, forces non conservatives. Ne pas oublier les forces de liaisons et les lois de Coulomb associées. Ne pas oublier l'action et la réaction

pur les forces et les moments. Eventuellement compléter le schéma. Connaître : force de rappel d'un ressort, couple de rappel d'un fil... Bien se rappeler de la différence entre non glissement et non frottement !!

### 6. Quelles sont les équations du mouvement ?

Si le système n'a qu'un seul degré de liberté, théorème de l'Energie cinétique qui devient conservation de l'Energie mécanique si les seules forces de travail non nul sont conservatives.

SI plusieurs degrés de liberté : appliquer les théorèmes généraux en les écrivant d'abord vectoriellement puis en projection. Impérativement préciser le REFERENTIEL, LE SYSTEME, et pour le théorème du moment cinétique, LE POINT D'APPLICATION. Essayer toujours d'abord un théorème du moment cinétique dans le référentiel BARYCENTRIQUE, éventuellement scalaire, puis en un point fixe dans R galiléen ou par rapport à un axe fixe etc...

$$\frac{d\vec{P}_R}{dt} = \Sigma \vec{F}_{exterieures} \quad ; \quad \frac{d\vec{\sigma}_{o'R}(\text{systemetruc})}{dt} = \Sigma \vec{\Gamma}_{oExt}$$

$$\frac{d\sigma_{\Delta_G/R}(\text{systemetruc})}{dt} = \Sigma \Gamma_{\Delta_G,exterieures}$$

$$\frac{dE_{c,R}}{dt} = \Sigma \frac{\delta W_{R,interieures} + \delta W_{R,exterieures}}{dt}$$

### 7. Expression des éléments cinétiques $\vec{P}$ $\vec{\sigma}$ $E_c$ en fonction des paramètres.

Penser à décomposer le système en éléments plus simples et utiliser les propriétés d'additivité (ex :  $\vec{\sigma} = \Sigma \vec{\sigma}_i$ )

Repérer s'il s'agit de SOLIDES ou de POINTS MATERIELS ou de systèmes complexes et utiliser les DÉFINITION CORRESPONDANTES !!!

Appliquer le plus possible les théorèmes de Koenig.

Utiliser à fond les propriétés du référentiel barycentrique.

8. Résoudre les équations différentielles. Vérifier impérativement l'homogénéité au fur et à mesure.

9. Vérifier que les résultats ne sont pas absurdes physiquement... (signes, valeurs, ...). revenir sur les intuitions et l'analyse préalable, et discuter sur les cas limites ...

**1. Ondes électromagnétiques :**

- \* Quelle est la forme d'une onde plane progressive. Choix d'une composante monochromatique.
- \* Relation de structure d'une oemppm dans le vide.
- \* Définitions de la densité d'énergie électromagnétique et du vecteur de Poynting.
- \* Description des différents type de polarisation des oemppm dans le vide.
- \* Spectre des ondes électromagnétiques
- \* Savoir établir l'équation de propagation pour une onde dans un métal bon conducteur caractérisé par sa conductivité  $\gamma$ .
- \* Savoir établir l'équation de propagation pour une onde dans un plasma en étudiant le mouvement des charges et avec les hypothèses ad hoc.
- \* Savoir exploiter les relations de passage pour étudier la réflexion/ transmission d'une onde à une interface.
- \* Savoir reconnaître les situations où le champ magnétique reste continu en l'absence de densité de courant superficiels.
- \* Savoir utiliser et éventuellement justifier les Lois de Descartes.
- \* Savoir étudier un guide d'onde.
- \* Savoir discuter sur une relation de dispersion pour interpréter un amortissement de l'onde, une onde évanescente, une propagation...
- \* Savoir déterminer une vitesse de propagation de l'énergie.

**2. Rayonnement du dipôle oscillant :**

- \* Connaître les approximations pour le dipôle rayonnant.
- \* Connaître l'équivalence avec un élément de courant permettant d'obtenir le potentiel vecteur.
- \* Savoir calculer la puissance rayonnée par le dipôle oscillant ainsi que la puissance moyenne et commenter le diagramme de rayonnement.
- \* Savoir adapter l'étude du dipôle oscillant à l'étude des antennes.
- \* Savoir faire l'analogie avec l'optique physique et particulièrement la diffraction.