

Démonstrations du cours à savoir faire

En seconde année PT

Electrocinétique :

- Stabilité :

- x Conditions de stabilité d'un système linéaire d'ordre 1.
- x Conditions de stabilité d'un système linéaire d'ordre 2.

Dans le même chapitre : Etablir une fonction de transfert PB, PH ordre 1, PB, PH, Pbande ordre 2.

Etablir les limites HF et BF pour le gain en dB et la phase. Représenter le diagramme de Bode.

Passer de l'équation différentielle linéaire à la fonction de transfert et vis-et-versa.

Effet d'un filtre sur un signal périodique.

- Rétroaction – ALI :

- x Fonction de transfert : amplificateur inverseur, non-inverseur, dérivateur, intégrateur, comparateur à hystérésis (tracer le cycle), montage suiveur.
- x Montrer que le produit gain/bande passante d'un montage amplificateur est constant (cadre de l'ALI réel modélisé par une fonction de transfert d'ordre 1).

Dans le même chapitre : Déterminer l'impédance d'entrée d'un montage.

Construire un schéma bloc.

- Oscillateurs :

- x Etablir l'équation différentielle homogène pour un système bouclé.
- x Démontrer les conditions de Barkhausen.
- x Démontrer les conditions de démarrage des oscillations.
- x Etablir le diagramme d'oscillation d'un oscillateur à relaxation.
- x Etablir l'expression de la période des oscillations pour un oscillateur quasi-sinusoidal et un oscillateur à relaxation.

Dans le même chapitre : Etablir l'impédance d'entrée d'un montage à résistance négative. Etablir sa caractéristique de transfert $u=f(i)$.

Montrer que dans le cas d'un régime non-linéaire l'équation différentielle descriptive du système est une équation différentielle stable.

Electromagnétisme :

- Champ Electrostatique :

- x Etablir méthodiquement l'expression d'un champ électrostatique pour une distribution à symétrie élevée en exploitant le théorème de Gauss.
- x Faire l'analogie entre champ électrostatique et champ de gravitation.
- x Montrer que les lignes de champ électrostatique se croisent aux positions des charges ou aux positions du champ nul.
- x Démontrer le théorème de Green-Ostrogradski.
- x Montrer que dans un tube de champ vide de charge, les lignes de champ se resserrent lorsque le champ est plus intense.

Dans le même chapitre : Etude du champ du fil infini, du cylindre infini chargé en surface et en volume, de la sphère chargée en surface, de la boule chargée en volume, du plan infini.

Savoir établir l'expression de la divergence avec l'étude du flux du champ électrostatique sur un volume élémentaire.

Savoir lire et interpréter une carte de champ : orientation des lignes, position des charges, symétries.

Savoir exploiter le principe de Curie.

Savoir utiliser la loi de Coulomb : champ créé par une charge ponctuelle. Force électrostatique.

- Potentiel électrostatique :

- x Retrouver l'expression de l'énergie potentielle d'une charge ponctuelle dans le champ créé par une autre charge ponctuelle.
- x Démontrer que les surfaces équipotentielles sont orthogonales aux lignes de champ.
- x Montrer que la valeur du potentiel décroît le long des lignes de champ.
- x Démontrer que les extrema du potentiel sont localisés sur les charges.
- x Démontrer qu'une ligne de champ électrostatique ne peut être bouclée.
- x Démontrer le théorème de Stokes-Ampère.
- x Démontrer l'équation de Poisson.

Dans le même chapitre : Exploiter les invariances pour trouver les dépendances spatiales du potentielle.

Faire le lien entre potentiel et champ électrostatique.

Exprimer le potentiel électrostatique pour une charge ponctuelle, un boule charge en volume, une sphère chargée en surface, un cylindre, un fil...

Connaitre les conditions de continuité et de discontinuité du potentiel et du champ électrostatique.

Faire le lien entre différence de potentiel et circulation du champ électrostatique.

Connaitre l'expression de la densité volumique d'énergie électrique.

- Condensateur électrostatique :

- x Démontrer les relations de passage du champ électrostatique sur l'exemple d'un plan infini chargé en surface.
- x Etablir l'expression de la capacité d'un condensateur plan par deux méthodes.
- x Représenter les lignes de champ et les équipotentielles entre les armatures d'un condensateur plan.
- x Calculer l'énergie emmagasinée par un condensateur plan.

- Champ magnétostatique :

- x Montrer que la densité volumique de courant s'exprime en fonction de : la charge des porteur, la densité particulière et la vitesse des porteur.
- x Démontrer l'équation de conservation de la charge.
- x Exploiter le théorème d'Ampère pour calculer les champs : d'un fil infini, d'un cylindre infini, d'une nappe de courant (volumique).
- x Exploiter le théorème de Stokes-Ampère pour établir l'équation de Maxwell-Ampère ne statique.
- x Etablir l'expression du champ magnétique dans un solénoïde infini.

Dans le même chapitre : Savoir exprimer la densité volumique d'énergie magnétique.

*Savoir exprimer l'inductance propre d'un solénoïde.
Savoir représenter des lignes de champ magnétique, lire une carte de champ magnétique.
Savoir exploiter le fait que le champ magnétique est à flux conservatif.
Savoir exprimer la force magnétique.*

- Equations de Maxwell – Energie du champ électromagnétique :

- x Montrer la loi des nœuds à partir de l'équation de conservation de la charge.
- x Montrer la compatibilité entre l'équation de Maxwell-Ampère et l'équation de conservation de la charge.
- x Exploiter les théorèmes de Green - Ostrogradski et de Stokes – Ampère pour faire le lien entre les équations de Maxwell et les équations intégrales.
- x Démontrer l'équation de propagation du champ électromagnétique.
- x Montrer que le couplage spatio-temporelle est responsable de la propagation du champ.
- x Montrer que dans l'ARQS la taille caractéristique d'un système est très petite devant la longueur d'onde du champ.
- x Etablir grâce à des ordres de grandeur les expressions des équations de Maxwell dans l'ARQS magnétique.
- x Etablir l'expression de la puissance volumique cédée du champ électromagnétique à la matière.
- x Etablir l'identité de Poynting en utilisant les équations de Maxwell.

Dans le même chapitre : Savoir faire un bilan de charges sur un volume de contrôle pour établir l'équation de conservation de la charge.

Connaître les équations de Maxwell locales et intégrales.

Loi de Faraday et induction.

Savoir établir les conditions d'ARQS.

Connaître l'expression de la force de Lorentz volumique.

Connaître l'expression du vecteur de Poynting : bilan et identité de Poynting.

Calculer la puissance rayonnée à travers une surface.

- Conducteurs ohmiques :

- x Dans le cadre du modèle de Drude établir la loi d'Ohm locale, exprimer la conductivité du conducteur.
- x Montrer que l'action du champ magnétique sur des charges est négligeable devant l'action du champ électrique si le mouvement des charges est non relativiste.
- x Etablir les conditions de l'ARQS dans un conducteur ohmique : en déduire les conditions d'application de la loi d'Ohm locale.
- x Etablir grâce à des ordres de grandeur l'expression des équations de Maxwell dans un conducteur ohmique.
- x Etablir l'expression de la loi de conservation de la charge dans un conducteur ohmique.
- x Montrer que dans le cadre de l'ARQS un conducteur ohmique est localement neutre.
- x Etablir l'expression de la puissance cédée du champ au conducteur : en déduire l'expression de la résistance d'un conducteur ohmique.

- Propagation des ondes électromagnétiques :

- x Etablir l'équation de propagation du champ électromagnétique dans le vide.

- x Etablir l'équation de propagation du champ électromagnétique dans un conducteur ohmique.
- x Montrer que les ondes planes progressives sont des solutions de l'équation de propagation.
- x Montrer la transversalité du champ électromagnétique dans le vide.
- x Etablir l'équation de dispersion d'une onde.
- x Montrer que dans un conducteur parfait les champs électrique et magnétique sont nuls.
- x Etablir en justifiant précisément l'expression d'un champ électrique et magnétique réfléchi l'incidence étant normale.
- x Etablir l'expression du champ transmis dans un conducteur ohmique : en déduire l'expression de la profondeur de peau.

Dans le même chapitre : Savoir exprimer et identifier une onde plane progressive harmonique en fonction du sens de propagation.

Savoir exploiter la linéarité des équations de Maxwell pour justifier la forme d'un champ réfléchi, d'un champ transmis.

Savoir décrire l'état de polarisation d'un champ : rectiligne, circulaire gauche ou droite.

Connaître les ordres de grandeurs du spectre électromagnétique.

Faire le lien entre équation de Maxwell et la notation complexe. Connaître le lien en complexe entre champ magnétique, électrique et le vecteur d'onde.

Savoir exprimer la densité volumique d'énergie électromagnétique, savoir exprimer le vecteur de Poynting pour une OPPM : en déduire que l'énergie électromagnétique se propage dans le vide à la célérité de la lumière.

Savoir interpréter la profondeur de peau.

Optique :

- Modèle scalaire des ondes lumineuses :

- x Etablir le lien entre temps de cohérence d'une source et élargissement spectrale en fréquence et en longueur d'onde.
- x Etablir l'expression du retard de phase dû à la propagation.
- x Etablir les conditions d'interférences.
- x Etablir la formule de Fresnel.
- x Etablir les conditions d'interférences destructives et constructive en terme de déphasage et de différence de marche.

Dans le même chapitre : Connaître les ordres de grandeur du spectre lumineux.

Connaître les ordres de grandeur de longueur et temps de cohérence.

Savoir représenter un train d'onde et savoir décrire l'émission lumineuse. Identifier sur un modèle une durée de cohérence et une période.

Savoir décrire le modèle de la vibration scalaire : distinguer onde plane et onde sphérique.

Savoir calculer une différence de marche, savoir exploiter le théorème de Malus, savoir exploiter la notion de chemin optique, savoir exploiter les conditions de stigmatisme.

Connaître le lien entre vecteur d'onde et longueur d'onde.

Connaître les conditions de discontinuité de la phase.

Savoir définir la notion d'éclairement en fonction de la moyenne quadratique de la grandeur vibrante.

Savoir retrouver l'expression d'un contraste, connaître les conditions de perte de contraste.

- Interférences par division du front d'onde :

- x Etablir l'expression de l'éclairement pour un système de deux trous/fentes d'Young sur un écran à grande distance.
- x Etablir l'expression de l'éclairement pour un système de deux trous/fentes d'Young dans un système à deux lentilles (cas des ondes planes).
- x Etablir le critère semi-quantitatif de perte de cohérence temporelle (source spectrale étendue) et de perte de cohérence spatiale (source spatialement étendue).

Dans le même chapitre : Savoir calculer une différence de marche : à l'aide des coordonnées points ou du théorème de Malus. Savoir calculer une interfrange. Savoir exploiter la notion d'ordre d'interférence.

Savoir décrire précisément une figure d'interférence et son évolution en fonction de la modification de paramètres.

Savoir que les interférences par les fentes d'Young sont non localisées.

Connaître les conditions d'interférence destructive et constructive. Savoir interpréter à l'aide du modèle des trains d'onde le phénomène d'interférence.

Connaître la condition d'observation d'interférence déduite du modèle des trains d'onde.

Exploiter le critère semi-quantitatif sur l'ordre d'interférence dans le cas d'une perte de cohérence spatiale ou d'une perte de cohérence temporelle.

- Interférences par division d'amplitude :

- x Etablir l'expression de la différence de marche dans le cas d'une lame d'air.
- x Montrer que l'ordre d'interférence décroît du centre vers la périphérie de la figure d'interférence en lame d'air.

Dans le même chapitre : savoir décrire l'appareil de Michelson. Savoir expliquer le rôle de la lame compensatrice. Savoir représenter la marche des rayons lumineux sur le schéma réel d'un Michelson.

Savoir décrire la figure d'interférence en lame d'air, établir l'expression du rayon des anneaux. Connaître la surface de localisation des interférences en lame d'air.

Savoir exploiter l'ordre d'interférence en lame d'air.

Connaître la notion de teinte plate et de contact optique. Savoir décrire l'évolution de la figure d'interférence lors du chariotage du miroir mobile.

Connaître l'expression de la différence de marche (sans démonstration) pour la configuration coin d'air.

Connaître la surface de localisation des interférences en coin d'air.

Etablir l'expression de l'interfrange en coin d'air. Connaître la notion de teinte de Newton et de blanc d'ordre supérieur (l'associer à l'observation d'un spectre cannelé).

Justifier l'utilisation de source de faible longueur de cohérence temporelle pour effectuer certaines mesures.

- Interférences à N-ondes. Réseaux et spectroscopie :

- x Etablir la formule des réseaux.

- x Etablir l'expression de l'éclairement sortant d'un réseau.
- x Etablir l'expression du minimum de déviation.

Chimie :

- Thermochimie du premier principe

- x Etablir l'égalité entre la différentielle de l'enthalpie et le transfert élémentaire de chaleur dans le cas d'une transformation monobare.
- x Etablir l'expression d'une température de flamme.

Dans le même chapitre : Savoir définir les notions de systèmes isolé, fermé et ouvert. Connaître le premier principe source forme intégrale et sous forme différentielle. Connaître la différence entre les notations d et δ . Savoir identifier un paramètre extensif et un paramètre intensif. Connaître la définition de l'enthalpie : identité thermodynamique entre l'énergie interne et l'enthalpie. Savoir définir les grandeurs molaires. Savoir définir les grandeurs de réaction en fonction des grandeurs molaire et en fonction de l'avancement chimique. En déduire la variation d'énergie interne et d'enthalpie en fonction de l'avancement chimique. Connaître les identités thermodynamique pour l'énergie interne et l'entropie, connaître les définitions de température et de pression thermodynamique. Savoir exploiter les lois de Joules. Savoir définir l'état standard, l'état standard de référence d'un élément chimique. Savoir identifier et écrire une équation de formation. Savoir exploiter la loi de Hess : en déduire la nature exothermique ou endothermique d'une réaction.

- Thermochimie du second principe :

- x Etablir la décroissance du potentiel enthalpie libre au cours de l'évolution spontanée monotherme, monobare d'un système physico-chimique fermé.
- x Etablir la condition d'équilibre d'un système fermée constitué d'un corps pur sous deux phases en terme de potentiel chimique.
- x Etablir la condition d'équilibre d'un système fermé quelconque en terme de potentiel chimique.
- x Etablir la loi d'action des masses.
- x Etablir la relation de Gibbs - Helmholtz.
- x Etablir la loi de Van't Hoff.

Dans le même chapitre : Connaître le second principe sous forme intégrale et sous forme différentielle. Connaître la relation de Clausius. Savoir identifier des variables conjuguées. Connaître l'identité thermodynamique sur l'enthalpie libre. Savoir définir le potentiel chimique comme l'enthalpie libre molaire. Savoir exploiter et mettre en relation les identités thermodynamique et la notion de différentielle totale exacte pour exprimer les grandeurs thermodynamique comme des dérivées partielles. Savoir exprimer les potentiels chimiques pour : un mélanges parfait de gaz parfait, un soluté en solution, un solide pur, un mélange de liquide.

Connaitre l'expression de l'enthalpie libre de réaction en fonction des potentiels chimique, puis en fonction du quotient réactionnel et de la constante d'équilibre. Savoir exprimer la variation d'enthalpie libre en fonction de l'avancement chimique pour un système fermé en évolution monotherme, monobare.

Connaitre le lien entre le signe de l'entropie de réaction et la variation du nombre de moles gazeuses.

Connaitre l'expression entre enthalpie libre de réaction, enthalpie de réaction et entropie de réaction. Connaitre l'approximation d'Ellingham.

Connaitre et savoir exploiter la notion de variance.

Savoir exploiter les lois de Van't Hoff et de le Chatelier sur les déplacement des équilibre.

Connaitre la méthode de détermination de déplacement d'un équilibre par variation unique d'un paramètre.

- Thermochimie des réactions d'oxydoréduction :

- x Etablir le diagramme de prédominance des espèces.

- x Etablir la relation de Nernst.

- x Etablir la relation entre travail électrique et variation d'enthalpie libre pour une évolution monotherme, monobare.

Dans le même chapitre : Savoir identifier une espèce oxydante et une espèce réductrice.

Savoir calculer un nombre d'oxydation. Savoir équilibrer une demi-équation redox.

Savoir équilibrer une réaction d'oxydoréduction à partir des demi-équations redox.

Connaitre les trois espèces d'électrode. Savoir identifier une anode et une cathode.

Représenter le sens de circulation des électrons, du courant et identifier la polarité d'une pile.

Exploiter l'enthalpie libre de demi-réaction pour calculer une constante d'équilibre ou le potentiel standard d'un couple redox.

Savoir calculer la capacité d'une pile.

- Courbes intensité-potentiel :

Thermodynamique et mécanique des fluides :

- Conduction thermique :

- x Etablir l'équation de la chaleur à une dimension dans tout type de géométrie.

- x Etablir l'équation de la chaleur pour une ailette de refroidissement.

- x Montrer que les phénomènes de diffusion sont irréversibles.

- x Etablir le lien formel entre conduction thermique et électrocinétique.

Dans le même chapitre : Savoir définir et décrire les trois modes de transfert thermique.

Savoir faire un bilan thermique sur un volume élémentaire de contrôle.

Connaitre la loi de Fourier.

Connaitre des ordres de grandeurs de conductivité thermique.

Savoir résoudre l'équation de la chaleur en régime stationnaire. Savoir faire un bilan thermique en régime stationnaire. Savoir exploiter les différents types de conditions aux limites.

Connaitre l'expression d'une résistance thermique. Savoir identifier des résistances thermiques en série ou en parallèle.

*Savoir exploiter le diffusivité thermique pour établir des ordres de grandeur.
Connaitre le modèle de l'ailette infini, savoir exploiter le flux conducto-convectif
modélisé par la loi de Newton.*

- Hydrostatique :

- x Etablir l'expression de la force volumique de pression.
- x Etablir la loi fondamentale de l'hydrostatique.
- x Etablir l'expression d'une action de pression dans le cas : d'une surface de direction constante, d'une surface de direction variable, en exploitant l'équilibre d'une colonne de fluide, en exploitant la poussée d'Archimède.
- x Etablir le profil de pression dans l'atmosphère isotherme.
- x Etablir le profil de pression dans un fluide incompressible.
- x Etablir que la pression est indépendant de l'inclinaison de la surface sur laquelle elle s'exerce.

*Dans le même chapitre : Savoir décrire les trois échelles de description de la matière.
Savoir faire la différence entre une densité volumique de force (force à distance), une densité surfacique de force (force de contact).
Exprimer une force de pression.
Connaitre l'expression de la poussée d'Archimède.*

- Description d'un fluide en écoulement stationnaire dans une conduite :

- x Etablir l'expression de la densité volumique de courant de masse.
- x Etablir l'équation de conservation de la masse.
- x Etablir la loi des nœuds en terme de débit massique pour un écoulement stationnaire.
- x Démontrer que pour un écoulement incompressible la vitesse d'écoulement est plus importante aux lieux de resserrement des lignes de courant.
- x Etablir l'expression de la densité volumique de force visqueuse.

*Dans le même chapitre : Savoir faire la différence entre un approche lagrangienne et une approche eulérienne pour la description d'un écoulement.
Savoir identifier des lignes de courant et des trajectoires.
Connaitre les liens entre : écoulement stationnaire et débit massique constant, écoulement incompressible et débit volumique constant.
Savoir exploiter la vitesse débitante.
Connaitre l'expression de la densité surface de force visqueuse. Connaitre des ordres de grandeur de viscosité dynamique.
Savoir définir et exploiter le nombre de Reynolds.*

- Écoulement stationnaire relation de Bernoulli et perte de charge :

- x Etablir l'expression du premier principe pour un système ouvert siège d'un écoulement stationnaire.
- x Etablir la relation de Bernoulli pour un fluide en écoulement stationnaire, incompressible, parfait et homogène.
- x Démontrer l'effet Venturi.

- x Etablir la formule de Toricelli.
- x Etablir le profil d'écoulement de Poiseuille.
- x Etablir la loi de Hagen-Poiseuille.

Dans le même chapitre : Savoir faire un bilan d'énergie sur un système ouvert.

Savoir exploiter l'équation de Bernoulli.

Connaitre la généralisation du théorème de Bernoulli dans le cas de pertes de charges.

Identifier la pression dynamique, la pression statique et la pression totale.

Savoir exploiter la condition d'écoulement incompressible.

Savoir faire un bilan des actions mécaniques sur une particule fluide pour établir le profil d'un écoulement visqueux.

Savoir exploiter la condition d'adhérence.

Savoir identifier une perte de charge régulière, savoir identifier une perte de charge singulière.

Savoir exploiter la notion de résistance hydraulique.

Savoir lire un diagramme de Moody. Savoir calculer une perte de charge totale.