

Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 1 : du 18/9/23 au 22/9/23

Thème : ELECTROCINETIQUE

Révision de PCSI

ARQS, dipôles linéaires usuels, ALI en régime linéaire (caractéristiques et montage fournis), point de fonctionnement, régime libre, réponse à un échelon de tension, bilan d'énergie, filtres linéaires passifs ou actifs, diagramme de Bode, action du filtre sur un signal périodique, caractères intégrateur/dérivateur/moyenneur, impédance d'entrée.

LIMITATIONS :

- L'ALI (AO) n'est abordé qu'en régime linéaire et en modèle idéal
- Pas de calculs de coefficients de Fourier.

Thème : MECANIQUE

ME1 : Mécanique du point (Révision de PCSI sous forme de TD)

Repérages cartésien/cylindrique/sphérique, position, déplacement, vitesse, accélération, base de Frénet plane, référentiels galiléens, quantité de mouvement, lois de Newton, lois de Coulomb du frottement, travail, puissance, énergies cinétique/potentielles/mécanique, force conservative, conservation de l'énergie mécanique, équilibre, stabilité, force de Lorentz, mouvement de particules chargées dans E et/ou B uniformes et stationnaires, moment cinétique, théorème du moment cinétique pour un point, champ de force centrale, lois de Kepler, vitesses cosmiques

LIMITATIONS :

- Accélération en coordonnées sphériques H.P.

ME2 : Changement de référentiel

Vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre, lois de composition des vitesses, des accélérations, 2^{ème} loi de Newton en référentiel non galiléen, forces d'inertie, cas particuliers de la translation pure, de la rotation pure **uniforme** autour d'un axe fixe, équilibre relatif, gravité et pesanteur, pendule de Foucault, loi du moment cinétique en référentiel non galiléen, lois énergétiques en référentiel non galiléen.

LIMITATION : Le mouvement du référentiel mobile est limité à la translation pure, **OU**, à la rotation pure et uniforme autour d'un axe fixe.

Semaine 2 : du 25/9/23 au 29/9/23

Thème : ELECTROCINETIQUE

Révision de PCSI

Thème : MECANIQUE

ME1 : Mécanique du point (Révision de PCSI sous forme de TD)

ME2 : Changement de référentiel

ME3 : Mécanique du solide (Révision de PCSI)

Cinématique : Description du mouvement d'un solide (composition translation du centre de masse et rotation autour du centre de masse), champ des vitesses à partir de la composition des vitesses, contact entre deux solides, vitesse de glissement.

Dynamique : Lois de Coulomb du glissement, loi de la quantité de mouvement en référentiel galiléen, loi du moment cinétique.

Energétique : Energie cinétique d'un solide, loi de l'énergie cinétique.

LIMITATION : La rotation du solide se limite à la rotation autour d'un axe fixe dans le référentiel choisi.

Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 3 : du 2/10/23 au 6/10/23

Thème : MECANIQUE

ME3 : Mécanique du solide (Révision de PCSI)

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO1 : Ondes unidirectionnelles dans un solide déformable

Notion de propagation (sans déformation ni atténuation), équation de D'Alembert.

Ondes transversales sur une corde (approximation des petits mouvements).

Ondes longitudinales dans un solide élastique, loi de Hooke, modèle microscopique de la chaîne d'oscillateurs, modèle du milieu continu ;

Conditions limites, solutions harmoniques progressives, stationnaires, modes propres.

Coefficients de réflexion/transmission.

Semaine 4 : du 9/10/23 au 13/10/23

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO1 : Ondes unidirectionnelles dans un solide déformable

Thème : OPTIQUE

OP0 : Optique géométrique (Révision de PCSI)

LIMITATIONS :

- Les miroirs sphériques et l'étude théorique du prisme sont HORS PROGRAMME.

Semaine 5 : du 16/10/23 au 20/10/23

Thème : OPTIQUE

OP0 : Optique géométrique (Révision de PCSI)

LIMITATIONS :

- Les miroirs sphériques et l'étude théorique du prisme sont HORS PROGRAMME.

OP1 : Introduction à l'optique ondulatoire

Notion de train d'onde (ou paquet d'onde), modèle du train d'onde sinusoïdal, spectre du train d'onde relation fondamentale (*largeur spectrale*).(*temps de cohérence*) = Cte , modèle scalaire de la vibration lumineuse, intensité lumineuse (éclairage) $\varepsilon = \underline{s} \cdot \underline{s}^*$ ou $\varepsilon = \langle s^2 \rangle$, retard de phase à la propagation, chemin optique, théorème de Malus, cas d'une lentille dans les conditions de Gauss, conditions d'interférences à deux ondes, formule de Fresnel.

OP2 : Interférences à deux ondes par division du front d'onde

Dispositif des trous d'Young avec ou sans lentille, forme des franges dans un plan parallèle à la ligne des sources, différence de marche, interfrange, ordre d'interférence, éclairage (formule de Fresnel), contraste, bon contraste avec sources secondaires d'intensités voisines, Perte de contraste par élargissement de la source primaire : calcul d'intensité, **critères semi-quantitatifs de cohérence spatiale**, passage aux fentes.

LIMITATIONS :

* Le seul dispositif interférentiel exigible est celui des trous/fentes d'Young.

* On préfère l'utilisation du critère semi-quantitatif de cohérence spatiale au calcul de la fonction de la fonction de contraste.

CONGES D'AUTOMNE

Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 6 : du 6/11/23 au 10/11/23

Thème : OPTIQUE

OP2 : Interférences à deux ondes par division du front d'onde

OP3 : Interférences à deux ondes par division d'amplitude : Interféromètre de Michelson

Eclairage en source étendue.

Réglage en lame d'air : forme et localisation des franges (admise), différence de marche.

Réglage en coin d'air : forme et localisation des franges (admise), différence de marche (admise)

Cohérence temporelle de la source : cas d'une source bi-chromatique, d'une source à spectre large, critères semi-quantitatifs de brouillage des franges.

Obtention d'un spectre canelé

LIMITATIONS : L'interféromètre de Michelson n'est éclairé qu'avec une SOURCE ETENDUE.

* La localisation des franges est admise. La différence de marche en coin d'air est admise.

* Les calculs de facteurs de visibilité (de contraste, ou fonction de cohérence) ne sont plus exigibles. Ils sont remplacés par les critères semi-quantitatifs de cohérence temporelle.

Thème : THERMODYNAMIQUE

Révision de thermodynamique de PCSI (fait en TD)

Semaine 7 : du 13/11/23 au 17/11/23

Thème : OPTIQUE

OP3 : Interférences à deux ondes par division d'amplitude : Interféromètre de Michelson

OP4 : Interférences à N ondes

Réseau de N fentes (ou de N trous) : formule du réseau, intensité interférentielle, influence du nombre de traits éclairés sur la finesse, pouvoir de résolution.

Interféromètre de Fabry-Perot : intensité interférentielle, pouvoir de résolution.

Thème : THERMODYNAMIQUE

Révision de thermodynamique de PCSI (fait en TD)

Semaine 8 : du 20/11/23 au 24/11/23

Thème : OPTIQUE

OP4 : Interférences à N ondes

Thème : THERMODYNAMIQUE

TH1 : Systèmes ouverts en régime stationnaire

Premier et deuxième principes établis pour les systèmes ouverts en régime stationnaire.

Utilisation des diagrammes (T,s) et (log p , h).

Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 9 : du 27/11/23 au 1/12/23

Thème : THERMODYNAMIQUE

TH1 : Systèmes ouverts en régime stationnaire

TH2 : Diffusion de particules

Approche microscopique probabiliste de la marche au hasard à 1 dimension.

Bilan de particules dans un problème à 1 degré de liberté (cartésien, cylindrique, sphérique) avec ou sans terme source/puits, loi de Fick, équation de la diffusion, (généralisation 3 D admise). Cas du régime stationnaire, conservation du flux de particules, évaluation d'une durée caractéristique de diffusion à l'aide du coefficient de diffusion.

Opérateurs : \overrightarrow{grad} ; div ; Δ (scalaire) à connaître en coordonnées cartésiennes. Pour les autres systèmes de coordonnées, les étudiants disposent aussi d'un formulaire qu'ils peuvent utiliser à l'invitation du colleur.

Semaine 10 : du 4/12/23 au 10/12/23

Thème : THERMODYNAMIQUE

TH2 : Diffusion de particules

TH3 : Diffusion thermique

Bilan d'énergie interne en géométrie cartésienne unidirectionnelle avec ou sans terme source/puits, loi de Fourier, équation de la diffusion dans un problème à 1 degré de liberté (cartésien, cylindrique, sphérique) (généralisation à 3 dimensions admise), régime stationnaire, résistance thermique, associations de résistances thermiques, condition limite liquide/fluide (loi de Newton), évaluation d'une durée caractéristique de diffusion à l'aide du coefficient de diffusion. Élément sur le rayonnement du corps noir (loi de Wien, loi de Stefan), effet de serre.

Semaine 11 : du 11/12/23 au 15/12/23

Thème : THERMODYNAMIQUE

TH3 : Diffusion thermique

Thème : MECANIQUE DES FLUIDES

MF1 : Statique des fluides (révisions de PCSI)

Notions d'état fluide, d'échelles macroscopique, mésoscopique et microscopique. Notion de particule de fluide. Résultante des forces de pression subies par une particule de fluide au repos. Equivalent volumique de la pression hydrostatique. Relation fondamentale de statique des fluides. Cas des fluides incompressibles, compressibles. Poussée d'Archimède. Statique des fluides en référentiel NON galiléen.

Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 12 : du 18 /12/23 au 22/12/23

Thème : MECANIQUE DES FLUIDES

MF1 : Statique des fluides (révisions de PCSI)

MF2 : Cinématique d'un fluide en écoulement

Dérivée particulaire de la masse volumique, de la vitesse, accélération particulaire, débit volumique, vitesse moyenne, débit massique, équation de conservation de la masse (démonstration dans le cas d'un écoulement à 1 degré de liberté cartésien seule à connaître).

Opérateurs : $\vec{v} \cdot \overrightarrow{grad}$; \overrightarrow{rot} à connaître en coordonnées cartésiennes. Dans les autres systèmes de coordonnées, ils doivent être fournis. Les étudiants disposent aussi d'un formulaire qu'ils peuvent utiliser à l'invitation du colleur.

LIMITATIONS :

La description lagrangienne d'un écoulement n'est pas au programme.

MF3 : Exemples d'écoulements

Écoulement stationnaire, écoulement incompressible (condition d'incompressibilité d'un écoulement), écoulement rotationnel, vecteur tourbillon, écoulement irrotationnel, écoulement potentiel (irrotationnel, incompressible).

**BONNES
VACANCES**



Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 13 : du 8 /01/24 au 12/01/24

Thème : MECANIQUE DES FLUIDES

MF2 : Cinématique d'un fluide en écoulement

LIMITATIONS : La description lagrangienne d'un écoulement n'est pas au programme.

Exercices de cours : Détermination de l'équation de l.d.c. dans un dièdre droit.

MF3 : Exemples d'écoulements

Exercices de cours : * Tourbillon de Rankine.

* Champ de vitesse d'écoulement potentiel dans un dièdre droit.

MF4 : Dynamique des fluides parfaits

Notion de fluide parfait, équation d'Euler, intégrale de l'équation d'Euler le long d'une ligne de courant, relation de Bernoulli le long d'une l.d.c (écoulement stationnaire, parfait, incompressible, référentiel galiléen), applications (Formule de Torricelli, effet Venturi, effet Magnus).

LIMITATION : La relation de Bernoulli dans un écoulement irrotationnel est hors programme.

Exercices de cours : * Champ de pression dans un tourbillon de Rankine.

* Vidange d'un réservoir (régime non stationnaire).

* Force de Magnus sur un cylindre en rotation.

Semaine 14 : du 15 /01/24 au 19/01/24

Thème : MECANIQUE DES FLUIDES

MF4 : Dynamique des fluides parfaits

LIMITATION : La relation de Bernoulli dans un écoulement irrotationnel est hors programme.

Exercices de cours : * Champ de pression dans un tourbillon de Rankine.

* Vidange d'un réservoir (régime non stationnaire).

* Force de Magnus sur un cylindre en rotation.

MF5 : Dynamique des fluides réels newtoniens incompressibles

Force de cisaillement unilatérale (expression fournie), équivalent volumique des forces de cisaillement pour un fluide incompressible, équation de Navier-Stokes, nombre de Reynolds, écoulements laminaires ou turbulents, traînée sur sphère (écoulement rampant : force de Stokes, écoulement turbulent : traînée quadratique).

Exercices de cours : * Ecoulement de Couette plan.

* Ecoulement de Poiseuille cylindrique

MF6 : Bilans macroscopiques

Méthode des bilans sur un système fermé déformable suivi. Bilan de masse, bilan de quantité de mouvement, bilan d'énergie cinétique.

LIMITATIONS :

- Seuls ces trois types de bilans sont au programme de mécanique des fluides. Donc les bilans de moment cinétique sont hors programme.
- Le théorème d'Euler est hors programme.
- On se limite ici aux **fluides parfaits incompressibles**.

Exercices de cours : * Force exercée sur l'embout d'un tuyau

* Force de l'opérateur maintenant le tuyau

Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 15 : du 22 /01/24 au 26/01/24

Thème : MECANIQUE DES FLUIDES

MF5 : Dynamique des fluides réels newtoniens incompressibles

Exercices de cours : * Ecoulement de Couette plan.
* Ecoulement de Poiseuille cylindrique

MF6 : Bilans macroscopiques

LIMITATIONS :

- Seuls ces trois types de bilans sont au programme de mécanique des fluides. Donc les bilans de moment cinétique sont hors programme.
- Le théorème d'Euler est hors programme.
- On se limite ici aux **fluides parfaits incompressibles**.

Exercices de cours : * Force exercée sur l'embout d'un tuyau
* Force de l'opérateur maintenant le tuyau

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO2 : Ondes sonores dans les fluides

Approximation acoustique, équations linéarisées (Euler, continuité de la masse, coefficient de compressibilité isentropique), équation de propagation de la pression acoustique, célérité, solutions en ondes planes progressives harmoniques (OPPH), impédance acoustique, bilan d'énergie, intensité sonore, niveau d'intensité (en dB), conditions limites en incidence normale sur une interface plane entre deux milieux de propagation, coefficients de réflexion et de transmission en amplitude et en puissance.

Exercices de cours : * Sphère pulsante
* Réflexion/transmission à l'interface entre deux fluides non miscibles

Semaine 16 : du 29 /01/24 au 2/02/24

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO2 : Ondes sonores dans les fluides

Exercices de cours : * Sphère pulsante
* Réflexion/transmission à l'interface entre deux fluides non miscibles

Thème : ELECTROMAGNETISME

EM4 : Conduction ohmique

Modèle de Drude de la conduction ohmique, loi d'Ohm locale, équation de conservation de la charge (démonstration exigible à 1 dimension cartésienne seulement, l'expression à 3 dimensions est affirmée), effet Hall (dans une géométrie parallélépipédique), force de Laplace.

EM7 : Equations de Maxwell

Equations de Maxwell, force de Lorentz, équations de propagations des champs, ARQS à dominante magnétique, effet de peau, énergie électromagnétique, vecteur de Poynting, équation de Poynting.

LIMITATIONS :

- * Les propriétés de **symétries et d'invariances** des champs seront abordées à l'occasion de la statique. D'ici là, merci de fournir la structure des champs étudiés.
- * Le potentiel vecteur est **HORS PROGRAMME**.
- * Les équations de propagations des potentiels sont **HORS PROGRAMME**.
- * L'ARQS à dominante électrique est **HORS PROGRAMME**.
- * La notion de conducteur parfait n'est pas traité comme tel mais comme cas limite d'un conducteur réel.

Exercices de cours : * Solénoïde long dans l'ARQS, champ électrique induit.

Programme de colles - physique - PC/PC*

Semaine 17 : du 5/02/24 au 9/02/24

Thème : ELECTROMAGNETISME

EM4 : Conduction ohmique

EM7 : Equations de Maxwell

LIMITATIONS :

* Les propriétés de **symétries et d'invariances** des champs seront abordées à l'occasion de la statique. D'ici là, merci de fournir la structure des champs étudiés.

* Le potentiel vecteur est **HORS PROGRAMME**.

* Les équations de propagations des potentiels sont **HORS PROGRAMME**.

* L'ARQS à dominante électrique est **HORS PROGRAMME**.

* La notion de conducteur parfait n'est pas traité comme tel mais comme cas limite d'un conducteur réel.

Exercices de cours : * Solénoïde long dans l'ARQS, champ électrique induit.

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO3 : Ondes électromagnétiques dans le vide illimité

Equation de propagation des champs, célérité, solutions en OPPH, relation de dispersion, équations de Maxwell en notation complexe, bilan d'énergie, intensité, polarisation, polaroid, loi de Malus, lames à retard en incidence normale (lames $\lambda/2$ et lames $\lambda/4$).

PRECISIONS :

Le programme de spé introduit deux définitions différentes de l'**ONDE PLANE** :

- en optique l'onde plane fait référence à la surface d'onde (les figures d'interférences étudiées sont en général le fait d'ondes planes inhomogènes)

- en électromagnétisme, l'onde plane fait référence à une onde ne dépendant que d'une variable spatiale cartésienne (c'est-à-dire une onde de surface d'onde plane **ET** homogène qui se propage le long d'un axe du repère. Cette définition ne couvre pas les onde planes homogènes de direction de propagation quelconque !).

Exercices de cours : * Superposition de 2 OPPH se propageant dans des directions obliques.

* Densité de photons dans un faisceau laser, amplitude des champs.



Bonnes vacances

Programme de colles - physique - PC/PC*

Pas de colles du 26 février au 1^{er} mars pour cause de concours blanc

Semaine 18 : du 4/03/24 au 8/03/24

Thème : ELECTROMAGNETISME

Induction électromagnétique (révisions de PCSI)

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO3 : Ondes électromagnétiques dans le vide illimité

PRECISIONS :

Le programme de spé introduit deux définitions différentes de l'ONDE PLANE :

- en optique l'onde plane fait référence à la surface d'onde (les figures d'interférences étudiées sont en général le fait d'ondes planes inhomogènes)
- en électromagnétisme, l'onde plane fait référence à une onde ne dépendant que d'une variable spatiale cartésienne (c'est-à-dire une onde de surface d'onde plane **ET** homogène qui se propage le long d'un axe du repère. Cette définition ne couvre pas les ondes planes homogènes de direction de propagation quelconque !).

Exercices de cours : * Superposition de 2 OPPH se propageant dans des directions obliques.

* Densité de photons dans un faisceau laser, amplitude des champs.

PO4 : Ondes électromagnétiques dans les milieux matériels - Dispersion – Absorption – Réflexion/transmission

Relation de dispersion, sens physique de \underline{k} , indice complexe, onde progressive amortie, onde évanescente, conductivité complexe, indice complexe, cas du DLHI neutre, cas du plasma (conducteur peu dense), cas du métal (conducteur dense), vitesse de phase, vitesse de groupe, coefficients de réflexion et de transmission en amplitude et en énergie. Effet de peau.

LIMITATIONS :

* Les propriétés électriques de la matière sont **HORS PROGRAMME**. Elles se limitent à la substitution de $\underline{\epsilon} = \epsilon_0 \underline{\epsilon}_r$ à ϵ_0 dans la relation de dispersion du vide.

* La continuité des champs dans le cadre du programme (incidence normale, conducteurs non parfaits) est affirmée et doit être rappelée.

* La réflexion sur un conducteur parfait est abordée comme cas limite de la réflexion sur un conducteur réel. La nullité des champs internes est la conséquence d'une épaisseur de peau nulle.

Semaine 19 : du 11/03/24 au 15/03/24

Thème : ELECTROMAGNETISME

Induction électromagnétique (révisions de PCSI)

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO4 : Ondes électromagnétiques dans les milieux matériels - Dispersion – Absorption – Réflexion/transmission

LIMITATIONS :

* Les propriétés électriques de la matière sont **HORS PROGRAMME**. Elles se limitent à la substitution de $\underline{\epsilon} = \epsilon_0 \underline{\epsilon}_r$ à ϵ_0 dans la relation de dispersion du vide.

* La continuité des champs dans le cadre du programme (incidence normale, conducteurs non parfaits) est affirmée et doit être rappelée.

* La réflexion sur un conducteur parfait est abordée comme cas limite de la réflexion sur un conducteur réel. La nullité des champs internes est la conséquence d'une épaisseur de peau nulle.

Programme de colles - physique - PC/PC*

PO5 – Introduction à la mécanique quantique

Relation de Planck-Einstein, relation de De Broglie, fonction d'onde, densité de probabilité, densité de courant de probabilité, normalisation, continuité de ψ et de $\frac{\partial \psi}{\partial x}$, équation de Schrödinger, notion d'état stationnaire, équation de Schrödinger indépendante du temps, exemple de la particule libre, vitesse de phase, dispersion du vide, vitesse groupe = vitesse de la particule, relation d'indétermination spatiale de Heisenberg.

LIMITATIONS : Problèmes à une dimension

PO6 – Particule quantique soumise à un potentiel rectangulaire constant par morceaux

* Puits rectangulaire de profondeur infinie, analogie avec la corde de Melde, similitudes et différences avec le cas classique.

* Puits rectangulaire de profondeur finie, états liés stationnaires symétriques, antisymétriques, états de diffusion.

* Barrière de potentiel rectangulaire de hauteur finie, coefficient de réflexion et de transmission, effet tunnel.

LIMITATIONS :

* Problèmes à une dimension

* Dans le cas de la barrière de potentiel, les coefficients de réflexion et de transmission sont fournis

Semaine 20 : du 18/03/24 au 22/03/24

Thème : PHYSIQUE DES ONDES

PO5 – Introduction à la mécanique quantique

Relation de Planck-Einstein, relation de De Broglie, fonction d'onde, densité de probabilité, densité de courant de probabilité, normalisation, continuité de ψ et de $\frac{\partial \psi}{\partial x}$, équation de Schrödinger, notion d'état stationnaire, équation de Schrödinger indépendante du temps, exemple de la particule libre, vitesse de phase, dispersion du vide, vitesse groupe = vitesse de la particule, relation d'indétermination spatiale de Heisenberg.

LIMITATIONS : Problèmes à une dimension

PO6 – Particule quantique soumise à un potentiel rectangulaire constant par morceaux

* Puits rectangulaire de profondeur infinie, analogie avec la corde de Melde, similitudes et différences avec le cas classique.

* Puits rectangulaire de profondeur finie, états liés stationnaires symétriques, antisymétriques, états de diffusion.

* Barrière de potentiel rectangulaire de hauteur finie, coefficient de réflexion et de transmission, effet tunnel.

LIMITATIONS :

* Problèmes à une dimension

* Dans le cas de la barrière de potentiel, les coefficients de réflexion et de transmission sont fournis

POLA1 - Principes de fonctionnement d'un LASER

* Transitions radiatives (émission spontanée, émission stimulée, absorption), coefficients d'Einstein, durée de vie d'un état excité, notions de pompage et d'inversion de population, cavité optique, analogie avec un oscillateur électrique.

POLA2 - Etude du faisceau gaussien

* Fonction d'onde du faisceau gaussien fournie, intensité, waist, longueur de Rayleigh, divergence du faisceau, analogie avec la diffraction, approximation en onde plane (voisinage du waist), en onde sphérique (cône), transformation du faisceau gaussien par une lentille mince (focalisation, élargisseur de faisceau)

*Programme de colles - physique - PC/PC**

LIMITATIONS :

- * L'obtention de l'équation de propagation dans l'hypothèse paraxiale et sa résolution sont hors programmes
 - * Etude du mode TEM₀₀.
 - * Relation de conjugaison de faisceaux gaussiens hors programme.
-

Fin des colles