

Programme de Physique MP & T

1. Programme de physique Première Année MP et T

MECANIQUE NEWTONIENNE DU POINT MATERIEL :

Tout développement relativiste ou quantique est exclu du programme .

Les formalismes lagrangien et hamiltonien sont hors programme .

Programme	Commentaires
<p>1) Cinématique du point matériel</p> <p>Espace et temps</p> <p>vitesses et accélérations dans les différents systèmes de coordonnées</p> <p>Repère de Frenet-serret</p> <p>Exemples de mouvements : rectiligne, circulaire</p> <p>Changement de référentiel . Lois de composition des vitesses et des accélérations .</p>	<p><i>On introduit les systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindro-polaire et sphérique</i></p> <p><i>Les formules de changement de référentiel seront limitées au cas de translation , ou à celui où l'un des référentiels est animé par rapport à l'autre d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe de direction fixe .</i></p>
<p>2) Dynamique du point matériel :</p> <p>Référentiel galiléen. Lois de Newton de la dynamique : principe " d'inertie, relation fondamentale " " principe dit de l'action et dit de la réaction " ou " des interactions réciproques "</p> <p>Relativité galiléenne</p> <p><u>Application:</u> Force de Lorentz . Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme, mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme et permanent .</p>	<p><i>Conséquence du principe d'inertie/ le Référentiel galiléen</i></p> <p><i>Cette partie peut être traitée en TD</i></p>
<p>3) Dynamique du point matériel dans un référentiel non galiléen .</p> <p>Forces d'inertie .</p> <p><u>Application</u> au référentiel terrestre: effet centrifuge et notion de poids apparente. Effet de coriolis et déviation vers l'Est.</p>	

ELECTROMAGNETISME

L'étude de l'électrostatique et de la magnétostatique est centrée sur les propriétés des champs . On exploite les propriétés de symétrie et on insiste sur la comparaison des propriétés respectives des champs électrostatique et magnétostatique. Aucune technicité mathématique n'est recherchée dans les calculs : on s'intéresse à des situations proches du cours et d'intérêt pratique évident .

On pourra utiliser un logiciel pour obtenir les cartes de lignes de champ.

La seule relation locale introduite en première année est celle entre le champ électrostatique et le potentiel. Toute autre formulation locale est exclue en première année .

ELECTROSTATIQUE :

1) Champ électrostatique E

Loi de Coulomb.

Distribution et densités de charges

Champ électrostatique E : topographie

On se limitera à des distributions de charges simples .

Pour l'étude des propriétés de symétrie, on se limitera à la recherche des plans de symétrie et d'antisymétrie de la distribution de charges et à la recherche des invariances par translation et par rotation de cette distribution .

2) Circulation et flux du champ E

Circulation du champ E, potentiel électrostatique. Relation entre E et V

Flux du champ E : théorème de Gauss.

Propriétés de symétrie du champ E.

Caractère polaire (vrai vecteur).

3) Dipôle électrostatique rigide

Dipôle électrostatique, potentiel et champ créés, action d'un champ électrique uniforme.

Le développement multipolaire est hors programme .

L'interaction entre deux dipôles est hors

MAGNETOSTATIQUE :

1) Champ magnétostatique B :

Champ magnétostatique B Sa topographie

Loi de Biot et Savart pour les circuits filiformes

Propriétés de symétries du champ B.
Caractère axial

2) Flux et circulation du champ B

Flux du champ B : sa conservation .

Circulation du champ B : théorème

d' Ampère .

Applications : Champs d'un fil rectiligne illimité, sur l'axe d'une spire circulaire, sur l'axe d'un solénoïde de section circulaire, champ du solénoïde infiniment long, et champ d'une bobine torique etc. ...

3) Dipôle magnétique

Dipôle magnétique. Moment magnétique. Champ créé. Comparaison avec le champ créé par un dipôle électrostatique.

Signification physique du dipôle magnétique

programme

On se bornera à présenter des cartes du champs B et à commenter l'allure de celles-ci

On se limitera pour l'étude des propriétés de symétrie, à la recherche des plans de symétrie et d'antisymétrie de la distribution de courant et aux invariances de celle-ci par translation et par rotation

On comparera les propriétés de symétrie des champs E et B.

On prendra comme modèle la spire

<p>Loi de Laplace , appliquée à un circuit filiforme .</p>	<p><i>circulaire, on définira son moment magnétique \mathbf{M}, on donnera les conditions de l'approximation dipolaire , on pourra admettre l'expression intrinsèque du champ \mathbf{B}. On rapprochera cette expression de celle du champ \mathbf{B} créé par une spire en un point , éloigné, sur l'axe . On en profitera pour exploiter toutes les propriétés de symétrie de cette situation. On fera remarquer qu'en dehors de l'approximation dipolaire , les lignes de champ du doublet de charges électrostatiques et de la spire circulaire ne sont pas les mêmes</i></p> <p><i>On insistera sur la signification physique du dipôle magnétique</i></p> <p><i>Il suffit de l'affirmer sans justification</i></p>
--	--

ELECTROCINETIQUE-ELECTRONIQUE

Le cours d'électronique devra être conçu comme un enseignement expérimental . Toute technicité mathématique inutile devra être évitée .

<p>Régime continu, ou quasi-stationnaire.</p> <p>Loi d'Ohm .</p> <p>Théorème de Millman.</p> <p>Loi de Kirchoff</p> <p>Théorèmes de superposition , de Norton et de Thévenin .</p> <p>Diviseurs de courants et de tensions .</p> <p>Caractéristique d'un dipôle électrocinétique</p> <p>Générateur et récepteur d'énergie électrocinétique, bilans d'énergie et de</p>	<p><i>L'étude détaillé du RQS sera faite en 2ième année. En première année on se contentera de discuter les modalités d'application</i></p> <p><i>Pour les dipôle non linéaires on étudiera exclusivement la caractéristique de la diode à jonction</i></p> <p><i>Les méthodes matricielles sont hors</i></p>
--	---

<p>puissance.</p> <p>Régimes transitoire et sinusoïdal forcé, puissance.</p> <p>Représentation complexe : impédance, admittance, fonction de transfert , pulsation de coupure, facteur de qualité .</p> <p>Diagramme de Bode de filtres du premier ordre.</p>	<p><i>programme.</i></p> <p><i>Le théorème de Boucherot est hors programme.</i></p>
---	---

OPTIQUE .

OPTIQUE GEOMETRIQUE :

On cherchera à présenter l'essentiel de cette partie sous forme expérimentale. L'objectif est de maîtriser les applications pratiques de l'optique géométrique dans les conditions de Gauss. Le principe de Fermât et le théorème de Malus ne sont pas au programme .

<p>Approximation de l'optique géométrique :</p> <p>Rayon lumineux. Réflexion et réfraction Objet et image .</p> <p>Notion de Stigmatisme</p>	<p><i>On se limitera à une présentation qualitative de l'approximation de l'optique géométrique Cette notion est reprise en second année à propos du cours sur la diffraction.</i></p> <p><i>Les lois de Descartes sont admises sans démonstration.</i></p> <p><i>Le dioptré sphérique n'est pas au programme</i></p> <p><i>Le traitement général des systèmes centrés est hors programme . Le traitement des systèmes simples par la méthode matricielle est hors programme .</i></p>
--	--

<p>Miroirs sphériques et lentilles minces dans l'approximation de Gauss .</p>	<p><i>L'objectif essentiel est la maîtrise de la construction de l'image d'un objet</i></p>
---	---

THERMODYNAMIQUE :

Le programme de cet enseignement, reparti sur les deux années, est centré sur la notion de bilan, d'énergie (avec l'introduction de quelque éléments de bilan thermique) et bilan d'entropie . La formation différentielle des principes est hors programme.

De la Mécanique à la Thermodynamique.
Notion de système Thermodynamique,
Equilibre Thermodynamique. Système
homogène, phase.

Aspect cinétique de la thermodynamique.
Modèle du Gaz parfait monoatomique.
Définition cinétique de la pression et de la
température. Equation d'état, énergie interne
d'un Gaz parfait monoatomique

Limite du modèle du gaz parfait.

Présentation qualitative des gaz réels.

Eléments de statique des fluides :

conditions d'équilibre. Cas d'un fluide
incompressible et homogène .

Cas de l'atmosphère isotherme dans le
modèle du gaz parfait.

Système thermodynamique ; équilibre
Variables thermodynamiques d'état; variables
extensives et intensives.

Equation d'état. Définition des coefficients
thermoélastiques.

Transformations réversibles et irréversible.

Travail échangé par un système ; travail des
forces de pression.

Premier principe de la thermodynamique
ou principe d'équivalence: Energie interne U,
fonction d'état thermodynamique, chaleur
échangée par un système .

Bilan énergétiques.

Enthalpie H, fonction d'état

La loi de distribution des vitesses de Maxwell-Boltzmann est hors programme.

*On indique ce qui est spécifique au gaz
parfait monoatomique et ce qui est
généralisable au gaz parfait non
monoatomique et aux fluides .*

*La connaissance d'aucune équation d'état de
gaz réel n'est exigible. On affirmera
l'équation d'état et l'expression de U pour un
gaz réel dans le modèle de Van der waals et
on dégagera la signification physique des
termes correctifs .*

La tension superficielle est hors programme .

*On évoquera la répartition de Boltzman à
partir de cet exemple sans aucune
démonstration .*

*On définira les différents type de
transformations: isochore, isobare,
monobare, isotherm , adiabatique*

*On peut utiliser au choix les termes de
chaleur échangée ou de transfert thermique .*

TRAVAUX PRATIQUES

Les étudiants ne sont pas censés connaître des méthodes et des appareils autres que ceux figurant dans la liste ci-dessous . En ce qui concerne ces appareils, on ne peut exiger qu'ils ne connaissent plus que leur principe sommaire de fonctionnement Si les étudiants sont appelés à utiliser d'autres appareils, toutes les indications nécessaires doivent leur être fournies.

Par l'importance donnée aux travaux pratiques, on souhaite, en particulier , continuer à améliorer dans l'esprit des étudiants la relation qu'il ont à faire entre le cours et les TP et leur donner le goût des sciences expérimentales , même s'ils n'en découvrent, à ce stade, que quelques une , des méthodes .

L'utilisation d'une instrumentation actuelle remplace l'ensemble de l'instrumentation ancienne aujourd'hui désuète .

Un oscilloscope à mémoire numérique calibré en tension , fréquence , phase , mesurant temps de montée période etc., permettant les calculs de valeur moyenne, efficace etc remplace la table traçante , le fréquencemètre .

Un multimètre numérique à grande impédance d'entrée effectuant les mesures en valeur moyenne ou efficace remplace les ampèremètres , voltmètres magnétoélectriques ou ferromagnétiques .

LISTE DES THEMES ET METHODES :

Mesures courantes d'impédances , d'intensité , de tension, de fréquence et de déphasage par des appareils analogiques ou numériques et par oscilloscope .

Tracé de caractéristiques.

Etude des régimes transitoires et forcés, oscillations entretenues, résonance .

Mesures courantes des paramètres caractéristiques d'un montage amplificateur de tension réalisé à partir d'un amplificateur opérationnel : gain en tension , résistances d'entrée et de sortie , fréquences de coupure à -3dB, niveau de saturation en tension et vitesse de balayage .

Réalisation et caractérisation d'opérateurs linéaires simples à amplificateurs opérationnels tels que : amplificateur de tension, inverseur, sommateur.

Diagrammes de Bode.

Mesures de champs magnétique

Formation d'images par un système optique simple.

Réalisation de montages comportant des associations de lentilles ; réalisation et ou analyse d'appareil tels que projecteurs ou appareil photo ou microscope ou lunette astronomique.

Mesure de chaleur massique.

Changement de phase.

EMPLOI DES MATERIELS ET LOGICIELS SUIVANTS :

Oscilloscopes analogique et numérique .

Oscilloscope à mémoire numérique, interfaçable numériquement .

Générateur de signaux (BF) avec modulation interne de sortie de l'image analogique de la fréquence.

Voltmètre, ampèremètre, multimètre analogiques ou numériques Phasemètre.

Phasemètre.

Boites de résistances.

Boites de capacité.

Inductances.

Composants de base . Câbles coaxiaux et fils. Diodes.

Amplificateur opérationnel.

Table traçante.

Sonde de Hall.

Capteurs de température.

Capteurs de pression.

Calorimètre

Banc d'optique.

Diaphragme à iris, écrans.

Laser.

Sources spectrales et leur alimentations : lampes spectrales, sources de lumières blanches Condenseurs.

Lentilles et miroirs plans et sphériques

Collimateur, lunette autocollimatrice.

Viseur à frontale fixe et viseur dioptrique.

Goniomètre ; prismes.

Ordinateur avec écran couleur, imprimante

Carte d'acquisition du signal.

Logiciel de simulation de spectres électrostatiques et magnétostatique.

2. Programme de physique Deuxième Année MP et T

MECANIQUE .

MECANIQUE DES SYSTEMES ET DU SOLIDE :

On fera le lien avec les notions introduites dans la partie mécanique de première année .

Centre de masse . Quantité de mouvement totale ou résultante cinétique , moment cinétique et énergie cinétique pour un système discret ou continu de points matériels .
Théorèmes de Koenig.

Actions extérieures et intérieures.

Théorèmes de la résultante cinétique et du mouvement du centre de masse . Loi de conservation de la quantité de mouvement pour un système isolé .

Théorème du moment cinétique Loi de conservation du moment cinétique pour un système isolé .

Puissance et travail d'un système de forces ,
énergie potentielle d'un système .

Théorème de l'énergie cinétique . Energie mécanique et conditions de sa conservation .

Moment cinétique et énergie cinétique pour un solide . Définition et utilisation du moment d'inertie .

Contact de deux solides . Loi de Coulomb du frottement de glissement.

L'étude des systèmes articulés de plusieurs solides est de l'essor des STI

Le calcul des moments d'inertie est hors programme .

Les problèmes ne doivent pas faire intervenir les frottement de roulement et de pivotement

ELECTROMAGNETISME

La chronologie des différentes parties est laissée au libre choix du Professeur .

**1)COMPLEMENTS
D'ELECTROSTATIQUE :**

Formulation locale des lois de l'électrostatique pour le champ et pour le potentiel.

Conducteur en équilibre électrostatique.

Condensateur. Condensateur plan idéal.

Energie et densité d'énergie électrostatique

On présentera les propriétés des conducteurs en équilibre électrostatique en excluant l'étude théorique générale de l'équilibre d'un système de conducteurs (théorème d'unicité, coefficients d'influence ,...)

On calcule en TD les capacités de condensateurs simples: cylindrique, sphérique et diédrique

**2)COMPLEMENTS DE
MAGNETOSTATIQUE:**

Densités de courant et loi d'ohm locale.

Formulation locale des lois de la magnétostatique. Potentiel vecteur A.

Travail des forces de Laplace sur un circuit indéformable.

Dipôle magnétique.

Action d'un champ non uniforme sur un dipôle.

L'effet Hall peut-être traité en TD

**3)INDUCTION
ELECTROMAGNETIQUE :**

Loi de Faraday. Auto-induction.

On étudiera le cas du déplacement d'un circuit mobile dans un champ magnétique et le cas du circuit fixe dans un champ magnétique variable.

Induction mutuelle entre deux circuits uniquement.

On admettra $M_{12} = M_{21}$ (théorème de Neumann).

Energie et densité d'énergie magnétostatique

EQUATIONS DE MAXWELL :

L'étude des transformations des champs E et B dans le cadre de la relativité est exclue mais l'on notera les contradictions auxquelles peuvent conduire l'emploi simultané de l'électromagnétisme de Maxwell et de la mécanique de Newton .

<p>Formulation locale du principe de conservation de la charge . Cas L'ARQS .</p> <p>Forme locale et forme intégrale des équations de Maxwell . Cas de l'ARQS .</p> <p>Existence des potentiels (A,V) .</p> <p>Jauge de Lorentz . Cas de l'ARQS .</p> <p>Relations entre les composantes du champ électromagnétique de part et d'autre d'une interface .</p>	<p><i>On insistera sur le fait que les expressions des champs magnétiques obtenus en régime statique en première année sont valables dans L'ARQS</i></p> <p><i>Les excitations électrique D et magnétique H sont hors programme . .</i></p>
---	---

ENERGIE ELECTROMAGNETIQUE :

<p>Expression de la densité d'énergie électromagnétique . Vecteur de Poynting .</p> <p>Puissance volumique cédée par le champ à la matière .Cas particulier d'un milieu ohmique .</p>	<p><i>On fera apparaître l'équation de Poynting comme la traduction locale d'un bilan d'énergie électromagnétique. On affirmera la signification du vecteur de Poynting .</i></p>
---	---

PROPAGATION ET RAYONNEMENT :

<p>Equations de propagation des champs dans une région vide de charges et de courants .</p>	
<p>Structure de l'onde plane progressive . Cas particulier de l'onde monochromatique .</p>	

<p>Etats de polarisation d'une onde plane monochromatique .</p> <p>Réflexion à l'incidence normale d'une onde progressive, monochromatique et plane sur un conducteur parfait .</p> <p>Propagation guidée entre deux plans conducteurs parfaits parallèles . Vitesse de groupe .</p> <p>Application : guide d'onde infini à section rectangulaire .</p> <p>Structure à grande distance du champ d'un dipôle oscillant électrique et (ou) magnétique Puissance rayonnée .</p>	<p><i>Les effets des polariseurs et des lames à retard sur la polarisation de l'onde plane fait l'objet d'un TP obligatoire</i></p> <p><i>On peut signaler le cas limite d'un conducteur quasi-parfait</i></p> <p><i>En se limitant au mode électrique transverse fondamental (TE₁₀ si le grand côté est Ox), on cherche la structure du champ électromagnétique et on fait ressortir l'existence d'une fréquence de coupure et du phénomène de dispersion dus au guidage .</i></p> <p><i>Le guide Circulaire est hors programme.</i></p> <p><i>Les expressions des potentiels retardés sont admises .</i></p> <p><i>La connaissance et la démonstration des expressions des champs E et B rayonnées n'est pas exigible . On s'attachera à montrer toutes les approximations qui y conduisent .</i></p>
--	--

ELECTROCINETIQUE :

La majeure partie de l'enseignement de l'électronique sera fait dans le cadre des T.P .

<p><i>Composition en fréquence d'un signal périodique . Valeur moyenne, fondamental et harmoniques . Utilisation de la fonction de transfert .</i></p> <p><i>Effet d'un filtre de premier ou de deuxième ordre . passe-bas, passe-haut, passe-bande .</i></p>	<p><i>On s'attache à montrer en T.P. et à l'aide de logiciels dans quelle mesure ces différents qualificatifs sont appropriés .</i></p> <p><i>On illustre quantitativement ces différents comportements .</i></p>
---	---

OPTIQUE :

OPTIQUE PHYSIQUE

On se limite à l'approximation où une description par des ondes scalaires est suffisante . Toute étude générale de la cohérence est exclue .

<p>Notion de chemin optique . Stigmatisme .</p> <p>Interférences non localisées de deux ondes cohérentes .</p> <p>Interférences à deux ondes localisées (lame mince, coin d'air) .</p> <p>Effet de l'élargissement de la fente source sur la visibilité des franges (facteur de visibilité) .</p> <p><i>Le principe de Huygens-Fresnel</i></p> <p>Diffraction à l'infini d'une onde plane par une ouverture plane . Cas d'une ouverture rectangulaire , limite de la fente allongée .</p> <p>Réseaux plans . Pouvoir de résolution théorique .</p>	<p><i>On étudiera l'influence de l'élargissement géométrique de la fente source et celle de deux longueurs d'ondes légèrement différentes et celle due au caractère quasimonochromatique de l'onde .</i></p> <p><i>Le principe de Huygens-Fresnel est simplement énoncé</i></p> <p><i>Réseaux plans par transmission et par réflexion.</i></p>
---	--

THERMODYNAMIQUE :

On illustre la notion de bilan d'énergie sur des modélisations excluant les problèmes multidimensionnels et l'étude détaillée de la dépendance en longueur d'onde .

Les systèmes ouverts sont hors programme .

<p>Premier principe et second principe appliqués à un système en régime permanent (dit aussi stationnaire) .</p> <p>Présentation et phénoménologie des modes de transfert thermique d'énergie: conduction, convection et rayonnement .</p> <p>Définition des flux thermiques associés Φ .</p> <p>Conductivité thermique λ et coefficient de</p>	<p><i>Bilans d'énergie interne et d'entropie pour des écoulements en régime permanent .On ramènera l'étude à des systèmes fermés</i></p> <p><i>On se limite à des problèmes à des problèmes se ramenant à une seule variable géométrique . L'analogie structurelle entre la loi d'Ohm et la loi de Fourier est soulignée . la convection (transfert d'enthalpie associée à un transfert de masse) est introduite de façon qualitative .</i></p>
--	---

<p>transmission thermique de surface h .</p> <p>Interprétation physique du coefficient h .</p> <p>Milieux transparent, opaque. Notions qualitatives d'absorption de réflexion de transmission et d'émission de rayonnement</p> <p>Rayonnement d'équilibre. Loi de Planck Loi de Stéfán. Loi de Wien du déplacement . Flux total correspondant . Etendue spectrale d'une source à l'équilibre .</p> <p>Corps noir, défini comme un matériau absorbeur intégral . Flux émis par un corps noir isotherme, flux radiatif à la paroi d'un corps noir isotherme, flux radiatif à la paroi d'un corps noir isotherme convexe recevant un rayonnement d'équilibre ou un flux connu .</p>	<p><i>Les systèmes ouverts sont hors programme .</i></p> <p><i>Les transferts thermiques à l'interface entre un fluide et une paroi sont décrits à l'aide de l'expression $\Phi = h(T_p - T_f)$.</i></p> <p><i>Les notions d'absorptivité de réflectivité , de transmittivité d'émissivité et de luminance sont hors programme.</i></p> <p><i>Les bilans énergétiques peuvent faire apparaître les phénomènes d'absorption de réflexion, de transmission et d'émission de rayonnement .</i></p> <p><i>On se limite à des flux surfaciques émis et absorbés égaux à σT^4 . Cela conduit à se limiter à des corps totalement transparents ou totalement absorbants quelles que soient la longueur d'onde et la direction .</i></p>
--	---

TRAVAUX PRATIQUES

Les étudiants ne sont pas censés connaître des méthodes et des appareils autres que ceux figurant dans la liste ci-dessous . En ce qui concerne ces appareils , on ne peut exiger qu'ils ne connaissent plus que leur principe sommaire de fonctionnement .

Si les étudiants sont appelés à utiliser d'autres appareils, toutes les indications nécessaires doivent leur être fournies .

Par l'importance donnée aux travaux pratiques , on souhaite , en particulier , continuer à améliorer dans l'esprit des étudiants la relation qu'ils ont à faire entre le cours et les TP et leur donner le goût des sciences expérimentales , même s'il n'en découvrent, à cette stade, que quelques unes des méthodes .

L'utilisation d'une instrumentation actuelle remplace l'ensemble de l'instrumentation ancienne aujourd'hui désuète .

Un oscilloscope à mémoire numérique calibré en tension, fréquence , phase, mesurant temps de montée, période etc...., permettant les calculs de valeur moyenne , efficace etc... remplace la table traçante , le fréquencemètre .

Un multimètre numérique à grande impédance d'entrée effectuant les mesures en valeur moyenne ou efficace remplace les ampèremètres, voltmètres magnétoélectriques ou ferromagnétiques .

On pourra reprendre des thèmes étudiés en première année et compléter par la liste suivante :

LISTE DE THEMES ET METHODES .

Réalisation et caractérisation d'opérateurs linéaires tels que : comparateurs, filtre de premier ou deuxième ordre, passe-bas , passe-haut, passe bande, déviateur , intégrateur .

Composition en fréquence d'un signal périodique .

Expériences simples d'interférences à deux ondes .

Mesure de longueurs d'onde en optique .

Réseaux optiques, spectroscopie à prisme et à réseau

Polarisation loi de Malus,, effet des lames à retard

Mesure d'une conductivité thermique .

Loi de Stéphan .

EMPLOI DES MATERIELS ET LOGICIELS SUIVANTS :

Carte d'acquisition et logiciels de traitement informatique de données expérimentales .

Logiciel étudiant les filtres .

Filtres du premier et du deuxième ordre .

carte d'acquisition et logiciels de transformée de Fourier .

Spectroscopie à réseaux .