PROJET DE PROGRAMME DE PHYSIQUE DE LA CLASSE PREPARATOIRE DE PREMIERE ANNEE PCSI

A la demande de l'animateur du groupe nous publions ci-après le texte du projet de programme établi par le groupe de travail PCSI de physique pour la première année. Le préambule du programme a déjà été publié dans le Bulletin et n'a pas été reproduit ici, le lecteur pouvant se reporter à l'annexe 1 de l'éditorial du B.U.P. de janvier 1995.

Les collègues pourront apprécier à la lecture de ce programme la mise en oeuvre de l'esprit dans lequel il a été conçu (présenté dans le préambule), notamment dans les commentaires et dans la partie intitulée approche expérimentale. Ils seront ainsi en mesure d'appuyer sur des éléments concrets leurs réponses aux élèves qui leur demandent conseil sur les nouvelles filières des classes préparatoires.

Une astérisque signale les parties du programme susceptibles de faire l'objet de sujets d'études lors des séances d'interrogations orales d'informatique attribuées à la physique. Une annexe précise l'organisation des TP-cours et des TP ainsi que la liste du matériel indispensable à leur bon fonctionnement.

A. Boussié

SOMMAIRE

I- APPROCHE THÉORIQUE.

- A) ÉLECTRODYNAMIQUE.
- B) MÉCANIQUE NEWTONNIENNE.
- C) THERMODYNAMIQUE.
- D) CHAMPS STATIQUES EN ÉLECTROMAGNÉTISME.

II - APPROCHE EXPÉRIMENTALE

- A) FORMATION DES IMAGES OPTIQUES
- B) ÉLECTRONIQUE DES SIGNAUX ET DES SYSTÈMES
- C) THERMODYNAMIQUE
- D) MÉCANIQUE.

**ANNEXE concernant les TP-COURS et les TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE
dans les classes de 1^{ère} année PCSI.**

CLASSE DE PREMIÈRE ANNÉE

I- APPROCHE THÉORIQUE.

A) ÉLECTROCINÉTIQUE.

Programme

Commentaires

1. Lois générales dans le cadre de l'approximation des régimes quasi-stationnaires

Le cadre précis de l'approximation des régimes quasi-stationnaires (ou quasi-permanents) sera discuté en seconde année. On se contentera ici d'en affirmer les modalités d'application.

Courant, tension, loi des nœuds, loi des mailles.

La théorie générale des réseaux est hors programme.

Puissance électrocinétique reçue par un dipôle.
Caractère générateur et récepteur.

On n'omettra pas de signaler que tous les éléments d'un circuit reposent sur des réalisations pratiques qui imposent des limitations; cet aspect sera surtout vu en TP.

2. Circuits linéaires

Dipôles modèles R, L, C. Association en série, en parallèle.

Un phénomène linéaire est régi par une équation différentielle linéaire à coefficients constants.

Diviseur de courant, de tension.

Générateurs de courant, de tension, indépendants ou liés.
Amplificateur opérationnel de gain infini en régime linéaire.

Les circuits couplés par mutuelle seront étudiés en deuxième année

Théorèmes de superposition, de Norton et de Thévenin.

Le but de cette étude est de dégager les notions de régime transitoire, de temps de relaxation, de régime forcé.

Étude du circuit R, L, C, série, libre, soumis à une tension constante, excité par une tension sinusoïdale.
Pulsation propre, facteur de qualité.

A cette occasion, on habituera les étudiants à trouver dans le problème, des grandeurs physiques caractéristiques qui permettent d'aboutir à une réduction canonique, en vue d'un traitement numérique éventuel ou d'une reconnaissance d'un autre phénomène physique analogue.

Circuits linéaires en régime sinusoïdal forcé : admittance et impédance complexes. Loi des nœuds en termes de potentiel.

La notion d'analyse et de synthèse de Fourier qui montre l'intérêt des régimes sinusoïdaux, sera introduite par l'expérience à l'occasion des TP.

Puissance moyenne en régime sinusoïdal forcé.
Transfert maximal de puissance d'un générateur vers une impédance de charge. Notion de charge adaptée.
Fonction de transfert, diagramme de Bode, diagramme asymptotique. (*)

On fera remarquer que le cas $\omega \rightarrow 0$ correspond à des régimes forcés continus. On habituera les étudiants à simplifier les schémas des circuits en conséquence.

La notion de puissance réactive et le théorème de Boucherot sont hors programme

On se limitera à des circuits à petit nombre de mailles, modélisant des filtres génériques du premier ou du second ordre, c'est à dire passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupe-bande.

La synthèse générale des filtres est hors programme.

On s'attachera à prévoir les comportements asymptotiques basse et haute fréquence, avant tout calcul explicite de la fonction de transfert.

Filtres du premier et du second ordre, pulsation de coupure, bande passante, facteur de qualité.

En conclusion de l'étude des circuits linéaires : on fera remarquer, sans développement excessif, que l'utilisation d'opérateurs symboliques (p ou $j\omega$ ou d/dt) permet une détermination rapide des régimes sinusoïdaux, continus et transitoires. On dégagera le critère de stabilité pour les systèmes du premier et du second ordre.

Pour les systèmes du second ordre, il s'agit de faire remarquer que la stabilité est assurée dès lors que tous les coefficients de l'équation différentielle homogène sont de même signe.
Toute référence au critère de Routh-Hurwitz est hors programme.

3. Exemples de circuits non linéaires. (*)

Diodes, diode Zener, caractéristique statique linéarisée par morceaux.

Redressement, stabilisation de tension, détection de crête seront vus en travaux pratiques.
On habituera les étudiants à recenser les modes possibles de fonctionnement.
L'étude microscopique des diodes n'est pas au programme.

Amplificateur opérationnel de gain infini en régime saturé.

B) MÉCANIQUE NEWTONIENNE.

Tout développement relativiste ou quantique est exclu du programme.
Les formalismes lagrangien et hamiltonien sont hors programme.

Programme

Commentaires

1. Cinématique du point matériel

Espace et temps.
Exemples de mouvements : rectiligne, circulaire.
Changement de référentiel.
Lois de composition des vitesses et des accélérations.
Point coïncidant.

Translation. Rotation autour d'un axe fixe.
On introduira dans ce cas particulier le vecteur rotation instantané.

2. Dynamique du point matériel

Référentiels galiléens. Lois de Newton : "principe" d'inertie, "principe" fondamental de la dynamique, "principe" des actions réciproques.

Théorème de la quantité de mouvement, théorème du moment cinétique, théorème de l'énergie cinétique.

Champ de force conservative, énergie potentielle, énergie mécanique.

Référentiels non galiléens, forces d'inertie.

On dégagera une approche concrète de la notion de référentiel galiléen.

3. Applications :

Référentiel géocentrique, référentiel terrestre.

Poids d'un corps, champ de pesanteur terrestre : terme gravitationnel terrestre, terme centrifuge.

Terme de marée.

Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme.

Résistance de l'air, vitesse limite, applications simples. (*)

Force de Lorentz.

Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique et magnétique uniformes et indépendants du temps :

- dans le vide
- dans un métal : modèle classique de loi d'Ohm locale;
- effet Hall et loi de Laplace dans une géométrie filiforme et rectangulaire.

Oscillateur harmonique amorti à une dimension (frottement visqueux). Temps de relaxation, facteur de qualité. Oscillations libres, oscillations forcées, résonance.

Oscillateur harmonique spatial.

4. Cinétique d'un système de points matériels :

Masse, centre d'inertie, quantité de mouvement, moment cinétique en un point, moment cinétique par rapport à un axe, énergie cinétique.

Référentiel du centre de masse; théorèmes de Kœnig.

5. Dynamique d'un système de points matériels :

Système de forces, intérieures et extérieures.

Résultante d'un système de forces, moment d'un système de forces, en un point et par rapport à un axe.

Théorèmes généraux.

L'étude détaillée, exhaustive, des variations du champ de pesanteur terrestre est hors programme.

On soulignera l'intérêt d'un calcul d'ordres de grandeur pour dégager les termes pertinents, à l'échelle du problème considéré.

Il s'agit simplement de faire comprendre l'existence de deux marées par jour et les marées de mortes ou vives eaux. Toute étude fine (marées d'équinoxe, décalage des heures de marée, résonance etc...) est hors programme.

La force de Coriolis sera traitée comme une perturbation dont les effets seront calculés au premier ordre seulement.

On se limitera au cas linéaire et au cas quadratique. Toute modélisation microscopique est hors-programme.

On montrera, sur des exemples, l'intérêt d'un traitement numérique.

On introduira sur cet exemple une première approche du portrait de phase.

Résonance en élongation, position, vitesse et puissance.

La cinétique du solide est hors programme.

On se limitera à des exemples simples pour lesquels des considérations de symétrie permettront de prévoir la position du centre d'inertie.

Aucun mode de présentation n'est imposé, l'objectif étant l'acquisition rapide des trois points fondamentaux : théorème de la quantité de mouvement, théorème du moment cinétique en un point fixe, théorème du moment cinétique par rapport à un axe fixe, théorème des actions mutuelles .
Toute étude concernant des forces dépendant explicitement du temps est exclue.

Puissance d'un système de forces relativement à un référentiel. Travail.

Puissance des forces intérieures.

Énergie potentielle.

Théorème de l'énergie cinétique. Énergie mécanique.

6. Applications

Collision élastique de deux particules ponctuelles.

Problème à deux corps, réduction canonique (masse réduite).

Force centrale conservative, énergie potentielle, énergie potentielle effective.

Potentiel newtonien : lois de Kepler. (*)

7. Solide en rotation autour d'un axe fixe

a) Théorème du moment cinétique par rapport à l'axe.

b) Applications :

Pendule pesant.

Mouvement d'un rotor équilibré.

On étudiera la puissance des forces intérieures sur l'unique exemple, simple mais générique, de deux points en interaction. L'objectif est de dégager des idées fortes : la puissance des forces intérieures est indépendante du référentiel; elle est en général non nulle bien que la somme des forces et la somme de leurs moments soient nulles; elle est nulle pour un système indéformable.

La finalité de cette partie du programme est notamment l'introduction du premier principe de la thermodynamique. L'étude de ces applications sera l'occasion d'insister sur l'importance des lois de conservation. Toute étude de l'influence du paramètre d'impact sur la déviation est hors programme

On se limitera à dégager les notions d'état lié et d'état de diffusion sur les diagrammes d'énergie potentielle effective (ou efficace).

A cette occasion on fera ressortir le caractère remarquable de la coïncidence entre masse inertielle et masse gravitationnelle et on mentionnera l'analogie entre champ gravitationnel et champ électrostatique.

Aucune démarche n'est imposée. En conséquence, au concours, on ne pourra exiger aucune formulation particulière (Binet, vecteur excentricité, invariants dynamiques de Laplace ou Runge-Lenz etc..).

L'étude de l'expérience de Rutherford est hors programme..

La cinématique du solide est hors programme.

Les moments d'inertie par rapport à l'axe de rotation seront fournis.

Toute notion sur l'équilibrage des rotors est hors programme.

C) THERMODYNAMIQUE.

En première année, l'enseignement de la thermodynamique est limité à l'étude du corps pur.

Cet enseignement est fondé sur le concept de fonction d'état d'équilibre.

Les différents concepts utilisés dériveront donc des fonctions d'état caractéristiques.

Toute étude des mélanges monophasés ou diphasés, notamment de l'air humide est hors programme.

On habituera les étudiants à utiliser les tables thermodynamiques.

On définira notamment les capacités thermiques: $C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$ et $C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$.

Les coefficients α , β , λ , μ , ainsi que les relations de Clapeyron seront vus en seconde année.

Programme

Commentaires

1. Le gaz parfait monoatomique

Description des caractères généraux de la distribution des vitesses moléculaires (homogénéité, isotropie, vitesse quadratique moyenne).

Définition cinétique de la température, de la pression. Relation entre pression et vitesse quadratique moyenne. Equation d'état, énergie interne.

Limites du modèle de gaz parfait.

2. Diffusion de particules. (*)

Loi de Fick.
Conservation des particules, équation de diffusion.
Interprétation microscopique, libre parcours moyen.

3. Eléments de statique des fluides

Relation fondamentale de la statique des fluides.
Cas d'un fluide incompressible et homogène.
Cas de l'atmosphère isotherme dans le modèle du gaz parfait.

Poussée d'Archimède.

4. Bilans d'énergie

Travail des forces de pression.

Premier principe, énergie interne, transfert thermique.

Enthalpie.

La loi de distribution des vitesses, la théorie des capacités thermiques (théorème d'équipartition) et le théorème du viriel sont hors-programme.

L'étude du gaz parfait servira à introduire le vocabulaire de la thermodynamique sans formalisme excessif : système homogène, pression, température, variable extensive, variable intensive, équation d'état, fonction d'état.

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 connaissance de formules correspondantes n'est pas exigible aux concours. On indiquera ce qui est particulier au gaz parfait monoatomique et ce qui est généralisable au gaz parfait non monoatomique et aux fluides.

On se limitera au cas unidirectionnel.
On signalera l'irréversibilité de l'équation de diffusion.

L'objectif du programme se limite à l'obtention des expressions : $l = l/n\sigma$ et $D = l v$.

L'étude de l'atmosphère isotherme servira d'une part à introduire le facteur de Boltzmann qui sera utilisé en deuxième année exclusivement ; et d'autre part, par un calcul d'ordre de grandeur à justifier que la pression soit en général considérée comme uniforme en thermodynamique. La tension superficielle est hors programme.

Toute étude des corps flottants (roulis, métacentre...) est hors-programme.

On fera remarquer que le travail des forces de pression est calculable dès que l'expression de la pression extérieure p_e ou de la pression du fluide p en fonction du volume V est connue. En travaux dirigés, on traitera quelques cas classiques pour un gaz parfait sans que les résultats doivent être mémorisés.

Pour des raisons pédagogiques, on veillera à privilégier l'expression de transfert thermique au détriment de celle, courante mais ambiguë, de chaleur.
On calculera les transferts thermiques pour des évolutions non adiabatiques en utilisant le premier principe.
On traitera la détente de Joule Gay-Lussac.
On introduira l'enthalpie sur l'exemple de la détente de Joule-Thomson. On insistera sur l'intérêt de ces détentes pour l'étude des fluides réels. En liaison avec le cours de chimie, on montrera l'intérêt de l'enthalpie pour le calcul des transferts thermiques au cours des évolutions isobares.

5. Bilans d'entropie :

Deuxième principe. Évolutions réversibles et irréversibles.

Entropie : entropie créée, entropie échangée.

Pression et température thermodynamique.

Entropie du gaz parfait.

Loi de Laplace.

Notions élémentaires sur l'interprétation statistique de l'entropie.

Troisième principe de la thermodynamique.

Dans le cadre de la thermodynamique des fluides, la fonction d'état d'équilibre $S(U,V)$ sera présentée comme fonction caractéristique.

La liaison sera faite avec les définitions cinétiques. Aucune démonstration n'est exigible aux concours.

On se limitera à l'étude d'un système à deux niveaux. Toute étude de la thermodynamique statistique est hors programme : l'objectif modeste est ici de faire en sorte que les étudiants associent l'entropie et le manque d'information.

6. Machines thermiques

Application du premier et du deuxième principes.

Outre l'étude générale des machines dithermes cycliques (efficacité, théorème de Carnot), on s'attachera à présenter une machine réelle en insistant sur la modélisation des évolutions.

7. Etude descriptive du corps pur diphasé en équilibre

Diagramme (p,T). Point triple, point critique.

Enthalpie et entropie de changement d'état.

Diagrammes (p,V) et (T,S) dans le seul cas de l'équilibre liquide-vapeur.

Titre molaire en vapeur.

Bilan d'enthalpie et d'entropie pour un système diphasé liquide-vapeur.

Pour les phases condensées, on prendra $dH = dU = CdT$ et $dS = CdT/T$ en signalant l'approximation faite.

L'étude des capacités thermiques le long des courbes de changement d'état est hors-programme.

L'étude des changements d'état sera complétée en deuxième année (utilisation de l'enthalpie libre G , formule de Clapeyron).

D) CHAMPS STATIQUES EN ÉLECTROMAGNÉTISME.

L'ensemble de l'électrostatique et de la magnétostatique n'est pas centré sur les calculs, mais sur les propriétés des champs. Aucune technicité mathématique ne sera recherchée dans les calculs; ces derniers ne concerneront que des situations proches du cours et d'intérêt pratique évident; en revanche on insistera sur la comparaison des propriétés respectives de $\mathbf{E}$ et de $\mathbf{B}$. (*)

En dehors de la relation entre le champ électrostatique et le potentiel dont il dérive, toute formulation locale est exclue en première année.

On pourra notamment utiliser un logiciel pour obtenir les cartes de lignes de champ. En revanche l'utilisation d'un logiciel de calcul formel pour calculer des champs n'est pas un objectif du programme.

Programme

Commentaires

1. Électrostatique

Distribution de charges : recherche des invariances par translation, par rotation; recherche des plans de symétrie, d'antisymétrie.

Loi de Coulomb. Champ électrostatique $\mathbf{E}$: propriétés de symétrie, caractère polaire, topographie.

Circulation de $\mathbf{E}$: potentiel électrostatique.

Énergie potentielle d'une charge ponctuelle dans un champ électrostatique extérieur.

Énergie d'interaction de deux charges ponctuelles.

Flux de $\mathbf{E}$: théorème de Gauss.

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

Énergie potentielle d'un dipôle rigide dans champ électrostatique extérieur.

On se limitera à des distributions de charges simples

On prendra comme modèle un ensemble de deux charges $+q$ et $-q$.

On précisera les conditions de l'approximation dipolaire.

Le champ du dipôle sera donné sous forme intrinsèque à l'aide du moment dipolaire.

On signalera sans calculs l'existence de termes multipolaires en liaison avec la Chimie.

2. Magnétostatique

Distributions de courant : recherche des invariances par translation, par rotation; recherche des plans de symétrie, d'antisymétrie.

Champ magnétostatique $\mathbf{B}$: loi de Biot et Savart pour des circuits filiformes.

Propriétés de symétrie, caractère axial, topographie.

Flux de $\mathbf{B}$: conservation. Circulation de $\mathbf{B}$: théorème d'Ampère.

Exemples de calcul de champ $\mathbf{B}$:

Champs d'un fil rectiligne infini, d'une spire circulaire et d'un solénoïde circulaire; limite du solénoïde infiniment long.

On se bornera à présenter des cartes de champ $\mathbf{B}$ et à commenter l'allure de celles-ci.

On se bornera à admettre toutes ces lois et propriétés et à faire constater dans quelques cas simples, leur cohérence avec les résultats expérimentaux.

En un point de l'axe pour la spire et le solénoïde, en tout point pour le solénoïde infiniment long.

Dipôle magnétique. (*)

On prendra comme modèle la spire circulaire, on définira son moment magnétique $\mathbf{M}$, on donnera les conditions de l'approximation dipolaire, on admettra l'expression intrinsèque du champ $\mathbf{B}$; on rapprochera cette expression de celle de $\mathbf{B}$ 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.

II - APPROCHE EXPÉRIMENTALE

A l'exception du cours d'optique géométrique, cette partie est traitée, au laboratoire, en TP-Cours et en TP. La rédaction des rubriques Cours et TP-Cours est volontairement détaillée, parce qu'elle correspond à un ensemble de compétences exigibles au concours.

Celle des TP est sommaire : elle relève de l'initiative pédagogique du professeur.

A) FORMATION DES IMAGES OPTIQUES

L'objectif est de maîtriser les applications pratiques de l'optique géométrique dans les conditions de Gauss. Le principe de Fermat, le théorème de Malus ne sont pas au programme.

Programme

Commentaires

1. Cours.

FORMATION DES IMAGES DANS LES CONDITIONS DE GAUSS

Approximation de l'optique géométrique : notion de rayon lumineux.

On se limitera à une présentation qualitative de l'approximation de l'optique géométrique. Cette notion est reprise en seconde année à propos du cours sur la diffraction.

Réfraction, réflexion.

Les lois de Descartes sont admises, sans démonstration. Le dioptrisme sphérique n'est pas au programme.

Miroirs sphériques et lentilles sphériques minces dans l'approximation de Gauss.

Dans le cas du miroir sphérique on établira le stigmatisme et l'aplanétisme approchés.

Dans le cas des lentilles minces, le stigmatisme et l'aplanétisme étant admis, on montrera que les constructions géométriques permettent de retrouver les formules de conjugaison et de grandissement. L'objectif reste de maîtriser la construction des rayons lumineux.

Toute étude générale des systèmes centrés et des associations de lentilles minces est hors-programme, notamment la notion de plan principal et la formule de Gullstrand.

2. TP-Cours.

L'INSTRUMENTATION OPTIQUE AU LABORATOIRE

a)- Présentation des appareils usuels.

Sources de lumière : lampes spectrales, sources de lumière blanche, laser.

Lentilles minces, miroirs sphériques et plans.

Collimateur, viseurs, oculaires.

Lunette autocollimatrice.

Goniomètre.

Le but poursuivi est de maîtriser la mise en œuvre des montages qui seront notamment utilisés en optique ondulatoire en deuxième année.

Pour le laser, on s'appuiera sur l'enseignement correspondant dispensé en terminale S. Aucune autre connaissance sur les sources de lumière, notamment les mécanismes d'émission n'est exigible aux concours.

b)- Réglage et utilisation des appareils.

On sensibilisera les étudiants aux causes d'erreurs dans les réglages (latitude de mise au point, parallaxe...)

Mise en oeuvre d'un objet réel ou virtuel, d'une source, à distance finie ou infinie.

Centrage, alignement et réglage de hauteur.

Reconnaissance rapide du caractère convergent ou divergent d'une lentille, du caractère concave, convexe, d'un miroir sphérique ou de son caractère plan.

Réglage des oculaires, des viseurs, des lunettes autocollimatrices.

Rôle et réglage d'un collimateur.

Pointés transversaux, pointés longitudinaux.

Observation des images réelles ou virtuelles au viseur.

A l'occasion de cette étude on dégagera le rôle de l'œil : l'œil optique, processus d'accommodation, distance minimale de vision distincte, limite de résolution angulaire et vision de détails, champ visuel, profondeur de champ.

Aux concours, aucune question ne pourra porter sur l'œil.

Technique de projection des images réelles.

Réglage d'un goniomètre.

On insistera sur les contraintes de distance objet-image, de grandissement linéaire, pour le choix des lentilles.

On mettra en évidence l'intérêt d'un condenseur pour un bon éclairage des images.

3)-TP.

MESURES OPTIQUES.

Focométrie élémentaire : mesures de focales de lentilles minces et/ou miroirs sphériques.

Mesures de distances, mesures d'angles.

Spectroscopie à prisme.

On s'intéressera à la réalisation de montages comportant des associations de lentilles minces.

Les aberrations pourront être observées : leur étude quantitative est exclue du programme.

B) ÉLECTRONIQUE DES SIGNAUX ET DES SYSTÈMES

Cet enseignement a pour objectif l'illustration des principales fonctions utilisées en traitement du signal : génération, amplification, filtrage, modulation et détection.

*Programme**Commentaires*

1. TP-COURS :

L'INSTRUMENTATION ÉLECTRIQUE AU LABORATOIRE

-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.

Aux concours, aucune connaissance n'est exigible sur la table traçante, le fréquencemètre, les ampèremètres et voltmètres magnétoélectriques ou ferromagnétiques.

a)- Présentation des appareils usuels.

A cette occasion seront présentées les caractéristiques essentielles de ces appareils : impédance d'entrée, de sortie, bande-passante, puissance maximum...selon le cas.

Oscilloscope à mémoire numérique, interfaçable numériquement.

Générateurs de signaux électriques audio-fréquence (BF); avec modulation interne en fréquence et avec sortie de l'image analogique de la fréquence.

On insistera sur les conséquences de l'existence d'un raccordement à la terre de certains appareils.

Alimentations stabilisées en courant ou en tension.

Multimètres numériques.

b)- Réglage et utilisation des appareils.

Fonctionnement et utilisation de l'oscilloscope.

Entrées AC et DC.

Mode X-Y.

Mode balayage : déclenchement, synchronisation.

Mesures de tensions, fréquences, déphasage.

Utilisation des multimètres

Mesure de la valeur moyenne et efficace vraie.

Perturbation apportée par la mesure, précision de la mesure.

Mesures courantes d'impédances.

Les méthodes de zéro sont hors-programme.

2. TP-COURS :

RÉALISATION DE FONCTIONS ÉLÉMENTAIRES

Pour des raisons de commodité les fonctions seront réalisées à partir de circuits utilisant l'amplificateur opérationnel.

On insistera sur la nécessité d'une masse dans les circuits et sur sa mise en œuvre pratique.

a)- Amplification et filtrage.

Étude du montage amplificateur non-inverseur:
stabilité.

Réponse en fréquence pour différentes valeurs du gain,
caractère passe-bas du montage.

Saturations en courant et en tension, vitesse de balayage.

On limitera la modélisation de l'amplificateur opérationnel à
une fonction de transfert du premier ordre.

Étude du montage inverseur.

Impédance d'entrée finie du montage.

Sommeur, amélioration à l'aide de suiveurs.

On pourra à cette occasion s'intéresser aux phénomènes de
battements.

Étude d'un filtre du premier ordre (amplitude et phase).

Intégrateur, dérivateur.

Les limites de ces montages seront seulement observées, sans
chercher une quelconque modélisation.

Étude d'un filtre sélectif du deuxième ordre (amplitude et
phase).

b)- Génération de signaux.

Comparateur simple.

Comparateur à hystérésis, instabilité, caractéristique
statique de transfert.

On illustrera l'intérêt de la zone bistable pour la réalisation
d'une fonction mémoire.

Multivibrateur astable : génération de signaux carrés,
triangulaires, sinusoïdaux par filtrage.

On signalera la limitation en fréquence due à la vitesse de
balayage.

3. TP.

Exemples de systèmes électroniques

a)- Étude du circuit R L C.

Régime libre.

Régime forcé, étude de la résonance.

On fera remarquer l'établissement du régime forcé.

On présentera le spectre de Fourier des différents signaux en
insistant sur l'enrichissement du spectre par les systèmes non
linéaires.

b)- Étude de la diode et de ses applications.

Visualisation de la caractéristique.

Redressement simple et double alternance.

Filtrage capacitif et stabilisation de tension.

Détection de crête.

c)- Étude d'un oscillateur quasi-sinusoïdal.

On fera l'analyse spectrale du signal.

d)- Réalisation sommaire d'un analyseur de spectre.

Mise en oeuvre d'une association : générateur modulable en fréquence, multiplicateur analogique, filtre sélectif.

C) THERMODYNAMIQUE

Programme

Commentaires

TP.

Exemple de mesures calorimétriques.

Etude du changement d'état d'un corps pur.

D) MÉCANIQUE.

Programme

Commentaires

TP.

Etude d'un oscillateur mécanique.

On visualisera le portrait de phase du système.

On mettra en évidence l'existence d'effets non linéaires.

ANNEXE concernant les TP-COURS et les TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE dans les classes de première année PCSI.

Pour que les étudiants puissent atteindre un bon niveau de connaissances et de savoir-faire dans le domaine expérimental, il convient que les sujets de TP-COURS et de TRAVAUX PRATIQUES proposés lui permettent d'acquérir une bonne maîtrise des appareils, des méthodes et des phénomènes au programme et les habituent à les utiliser, en faisant preuve d'initiative et d'esprit critique. L'étudiant sera amené à réfléchir, à comprendre le phénomène par une série d'hypothèses, de vérifications expérimentales qui exigeront de lui initiative, savoir-faire, rigueur, honnêteté intellectuelle. On doit s'efforcer de développer chez eux une bonne faculté d'adaptation à un problème qui peut être nouveau, à condition qu'il soit présenté de façon progressive. La nouveauté peut résider dans le phénomène étudié, dans la méthode particulière ou dans l'appareillage. Dans cette hypothèse la séance doit comporter, non seulement la manipulation proprement dite, mais aussi des temps de réflexion, de construction intellectuelle, de retour en arrière, d'échanges avec le professeur.

Le TP-Cours est effectué par groupes de 24 élèves au plus, au laboratoire de physique. Sept postes de manipulation fonctionnent en parallèle, un pour le professeur et six pour les étudiants.

Le TP-Cours a pour objet essentiel de rapprocher le temps de l'expérimentation du temps de son interprétation dans le cadre d'un modèle théorique. Pour des raisons d'évidence, toutes les disciplines de la physique ne s'y prêtent pas : aussi a-t-on choisi les plus indiquées dans ce but, l'électronique et l'optique. Le TP-Cours mêle de façon intime, dans l'ordre décidé par le professeur, l'expérience et le cours : l'essentiel est l'interprétation immédiate et raisonnée d'une manipulation ou bien l'illustration en temps réel d'un modèle élaboré, afin de lutter contre la déconnexion souvent observée à ce jour entre la physique au tableau et la physique à la paillasse !

L'utilisation d'un ordinateur, EN TANT QU'ASSISTANT, soit pour l'acquisition et le traitement de données expérimentales, soit pour comparer les résultats des mesures aux données théoriques évitera des calculs longs et répétitifs et favorisera le tracé des courbes ainsi que la présentation graphique des résultats. On pourra ainsi multiplier les expériences en faisant varier les conditions d'expérimentation, montrant en particulier l'influence des paramètres pertinents sur le phénomène étudié et renforcer ainsi le lien entre la théorie et les travaux expérimentaux par référence à des modèles de divers niveaux d'élaboration.

La rédaction du programme pour les TP-COURS est volontairement détaillée, parce qu'elle correspond à un ensemble de compétences exigible aux concours. Celle des TP est sommaire : elle relève de l'initiative du professeur. Il est rappelé que les connaissances et des savoirs faire exigibles aux concours se limitent aux parties de la "Démarche expérimentale" abordées en Cours et TP-COURS.

*LISTE DE MATÉRIELS NÉCESSAIRES AU
FONCTIONNEMENT DES ACTIVITÉS
EXPÉRIMENTALES EN PREMIÈRE ANNÉE*

Nombre de postes

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE :

Lampes spectrales, transformateurs, sources de lumière blanche.	6 postes
Lasers He-Ne.	6 postes
Bancs d'optique 2m et cavaliers adéquats.	6 postes
Lentilles minces de diamètre 4,2 cm , de focale +200, +300, -300 mm.	6 postes
Condenseurs.	6 postes
Miroirs sphériques et plans.	6 postes
Prismes dispersifs.	6 postes
Diaphragmes à iris, écrans diffusants, dépolis.	6 postes
Collimateurs avec mire focale 130 mm.	6 postes
Viseurs à frontale fixe, viseurs à l'infini.	6 postes
Oculaires à réticule, oculaires micrométrique, verniers au 1/100 mm.	6 postes
Lunettes autocollimatrice.	6 postes
Goniomètres à lunette autocollimatrice.	6 postes

ÉLECTRONIQUE :

Oscilloscope à mémoire numérique, interfaçable numériquement.	12 postes
Générateurs de signaux électriques audio-fréquence (BF), avec modulation interne en fréquence et avec sortie de l'image analogique de la fréquence.	12 postes
Alimentations stabilisées en courant ou en tension.	12 postes
Multimètres numériques.	12 postes
Multiplicateurs.	12 postes
Composants de base : câbles coaxiaux et fils, résistances, capacités, inductances, diodes, amplificateurs opérationnels.	

THERMODYNAMIQUE :

Dispositif pour l'étude des isothermes de SF₆. 4 postes

MÉCANIQUE :

Oscillateur mécanique avec capteurs. 4 postes

INFORMATIQUE AU LABORATOIRE :

Ordinateurs	12 postes
Cartes d'acquisition	12 postes
Logiciels d'acquisition et de traitement	