

**Semaine 6 : du 04/11 au 08/11**

Le programme de colles contient :

- le chapitre F1 et A3, cours et exercices ;
- les chapitres A4 et F2 cours uniquement ;
- les blocs **1.6** et **1.4** du programme de PCSI Physique avec les questions de cours suivantes :

Ph 1.4.a. Établir et intégrer l'équation différentielle régissant la tension aux bornes d'un condensateur d'un circuit *RLC* série.

Ph 1.4.b. L'équation différentielle mise sous forme canonique étant donnée :

$$\ddot{x} + \frac{\omega_0}{Q}\dot{x} + \omega_0^2 x = \begin{cases} 0 & (t < 0) \\ E_0 & (t > 0) \end{cases}$$

Déterminer la réponse d'un oscillateur harmonique amorti en régime libre ( $E_0 = 0$ ) ou soumis à un échelon ( $E_0 \neq 0$ ), en séparant les 3 types de comportements en fonction de la valeur du facteur de qualité  $Q$ .

Ph 1.4.c. Établir l'équation du mouvement d'une masse, se déplaçant sur un axe horizontal, accrochée à un ressort dont l'autre extrémité est fixe, en présence d'une force de frottement fluide, et soumis à une excitation sinusoïdale. Déterminer les amplitudes et les déphasages des oscillations en élongation par rapport à l'excitation en utilisant la méthode complexe.

Ph 1.6.a. Exprimer les conditions d'interférences constructives ou destructives entre deux ondes. Déterminer l'amplitude de l'onde résultante en un point en fonction du déphasage.

Ph 1.6.b. Pour le dispositif des trous d'Young, établir l'expression littérale de la différence de chemin optique  $\delta(M)$  entre les deux ondes. Sachant que l'intensité lumineuse s'exprime par la formule de Fresnel :

$$I(M) = 2I_0 \left( 1 + \cos \left( \frac{2\pi\delta(M)}{\lambda} \right) \right)$$

décrire la répartition de l'intensité lumineuse.

Ph 1.6.c. Établir pour la corde de Melde les longueurs d'onde et les fréquences des modes propres connaissant la célérité des ondes et la longueur de la corde.

## Chapitre F1 : Propagation unidimensionnelle non dispersive

### Questions de cours :

- ChF1 - Établir l'équation de d'Alembert pour les petits mouvements transverses d'une corde idéale.
- ChF1 - Étudier le régime libre de vibration d'une corde idéale fixée à ses deux extrémités. Construire les modes propres de vibration.
- ChF1 - Étudier le régime forcé d'une corde vibrante excitée sinusoïdalement à l'une de ses extrémités, et fixée à l'autre.
- ChF1 - Établir les équations de D'Alembert en tension et en courant dans un câble coaxial sans perte caractérisé par une inductance et une capacité linéiques.
- ChF1 - Exprimer le lien entre ondes sinusoïdales progressives de tension et de courant sur un câble coaxial. Définir et exprimer l'impédance caractéristique du câble.
- ChF1 - Étudier la réflexion en amplitude sur une impédance terminale fixée à l'extrémité d'un câble coaxial en fonction de son impédance caractéristique.

### Programme :

En physique des ondes (p.29–30) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>6.1. Phénomènes de propagation non dispersifs : équation de D'Alembert</b>	
<b>6.1.1. Propagation unidimensionnelle</b>	
Ondes transversales sur une corde vibrante.	Établir l'équation d'onde dans le cas d'une corde infiniment souple dans l'approximation des petits mouvements transverses.
Équation de d'Alembert. Onde progressive. Onde stationnaire.	Identifier une équation de d'Alembert.  Exprimer la célérité en fonction des paramètres du milieu.  Citer des exemples de solutions de l'équation de d'Alembert unidimensionnelle.
Ondes progressives harmoniques.	Établir la relation de dispersion à partir de l'équation de d'Alembert.  Utiliser la notation complexe.  Définir le vecteur d'onde, la vitesse de phase.
Ondes stationnaires harmoniques.	Décomposer une onde stationnaire en ondes progressives, une onde progressive en ondes stationnaires.
Conditions aux limites.	Justifier et exploiter des conditions aux limites.
Régime libre : modes propres d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités.	Définir et décrire les modes propres.  Construire une solution quelconque par superposition de modes propres.
Régime forcé : corde de Melde.	Associer mode propre et résonance en régime forcé.
Ondes de tension et de courant dans un câble coaxial.	Décrire un câble coaxial par un modèle à constantes réparties sans perte.  Établir les équations de propagation dans un câble coaxial sans pertes modélisé comme un milieu continu caractérisé par une inductance linéique et une capacité linéique.
Impédance caractéristique.	Établir l'expression de l'impédance caractéristique d'un câble coaxial.
Réflexion en amplitude sur une impédance terminale.	<b>Compétence expérimentale :</b> étudier la réflexion en amplitude de tension pour une impédance terminale nulle, infinie ou résistive.

## Chapitre A3 : Modulation - Démodulation

### Questions de cours :

ChA3 - Rappeler le montage permettant de moduler (avec ou sans conservation de la porteuse) en amplitude une porteuse  $s_p(t) = S_{0p} \cos(\omega_p t)$  par un signal modulant sinusoïdal  $s_m(t) = S_{0m} \cos(\omega_m t)$  avec  $\omega_p \gg \omega_m$ . Déterminer le spectre du signal obtenu.

ChA3 - Rappeler le montage permettant d'effectuer la démodulation d'amplitude par détection synchrone du signal  $s(t) = S_0 \cos(\omega_p t) (a + b \cos(\omega_m t))$  et permettant de recueillir le signal modulant  $b' \cos(\omega_m t)$ . Justifier les différentes étapes de la démodulation par l'analyse fréquentielle des signaux.

### Programme :

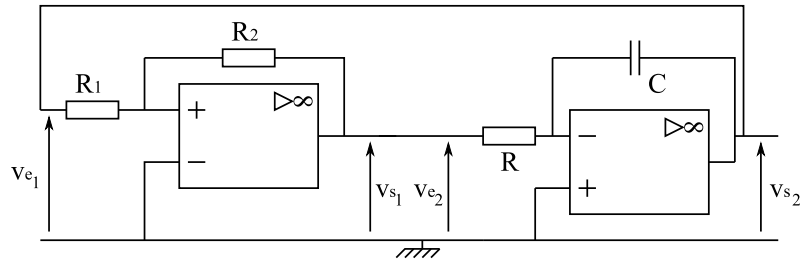
En électronique (p.12–13) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>1.5. Modulation - Démodulation</b>	
Transmission d'un signal codant une information variant dans le temps.	Définir un signal modulé en amplitude, en fréquence, en phase.
Modulation d'amplitude.	Citer les ordres de grandeur des fréquences utilisées pour les signaux radio AM, FM, la téléphonie mobile. Interpréter le signal modulé comme le produit d'une porteuse par une modulante.
Démodulation d'amplitude.	Décrire le spectre d'un signal modulé. À partir de l'analyse fréquentielle, justifier la nécessité d'utiliser une opération non linéaire.  Expliquer le principe de la démodulation synchrone.  <b>Compétence expérimentale :</b> réaliser une modulation d'amplitude et une démodulation synchrone avec un multiplieur analogique.

## Chapitre A4 : Oscillateurs en électronique

### Questions de cours :

ChA4 - Soit l'oscillateur de relaxation suivant :



On suppose  $v_{s2}(t=0) = 0$  et  $v_{s1}(t=0) = +V_{\text{sat}}$ . Déterminer l'instant  $t_1$  pour lequel la sortie  $v_{s1}$  bascule à  $-V_{\text{sat}}$ .

ChA4 - Établir les conditions théoriques d'auto-oscillation d'un passe-bande d'ordre 2 de fonction de transfert  $\underline{H}(j\omega) = H_0 \frac{jx/Q}{1 + jx/Q + (jx)^2}$  avec  $x = \omega/\omega_0$  bouclé sur un amplificateur de gain  $G_0$  ( $H_0$  et  $G_0$  positifs).

ChA4 - Établir l'équation différentielle régissant la tension de sortie d'un passe-bande d'ordre 2 de fonction de transfert  $\underline{H}(j\omega) = H_0 \frac{jx/Q}{1 + jx/Q + (jx)^2}$  avec  $x = \omega/\omega_0$  bouclé sur un amplificateur de gain  $G_0$  ( $H_0$  et  $G_0$  positifs). En déduire les conditions permettant d'obtenir une tension oscillante et divergente en sortie du filtre.

### Programme :

En électronique (p.11) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>1.3. Oscillateurs</b>	
Oscillateur quasi-sinusoïdal réalisé en bouclant un filtre passe-bande du deuxième ordre avec un amplificateur	<p>Exprimer les conditions théoriques (gain et fréquence) d'auto-oscillation sinusoïdale d'un système linéaire bouclé.</p> <p>Analyser, à partir de l'équation différentielle, l'inégalité que doit vérifier le gain de l'amplificateur afin d'assurer le démarrage des oscillations.</p> <p>Interpréter le rôle des non-linéarités dans la stabilisation de l'amplitude des oscillations.</p> <p><b>Compétence expérimentale :</b> mettre en œuvre un oscillateur quasi-sinusoïdal et analyser les spectres des signaux générés.</p> <p><b>Capacité numérique :</b> à l'aide d'un langage de programmation, simuler l'évolution temporelle d'un signal généré par un oscillateur.</p>
Oscillateur de relaxation associant un intégrateur et un comparateur à hystérésis.	<p>Décrire les différentes séquences de fonctionnement. Exprimer les conditions de basculement. Déterminer l'expression de la période.</p> <p><b>Compétence expérimentale :</b> mettre en œuvre un oscillateur de relaxation et analyser les spectres des signaux générés.</p>
Générateur de signaux non sinusoïdaux.	

## Chapitre F2 : Propagation unidimensionnelle avec dispersion et absorption

### Questions de cours :

ChF2 - Établir la relation de dispersion dans le cas d'un câble coaxial possédant une résistance linéique.

ChF2 - Étudier la propagation de la superposition de deux pseudo-OPH de fréquences proches dans un milieu dispersif non absorbant caractérisé par sa relation de dispersion ; définir et exprimer les vitesse de phase et vitesse de groupe.

### Programme :

En physique des ondes (p.32) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>6.2. Phénomènes de propagation linéaires : absorption et dispersion</b>	
<b>6.2.1. Relation de dispersion</b>	
Propagation unidimensionnelle d'une onde harmonique dans un milieu linéaire.	<p>Identifier le caractère linéaire d'une équation aux dérivées partielles.</p> <p>Établir la relation de dispersion.</p> <p>Relier, pour un signal proportionnel à <math>\exp(j(\omega t - \underline{k}x))</math>, la partie réelle de <math>\underline{k}</math> à la vitesse de phase et la partie imaginaire de <math>\underline{k}</math> à une dépendance spatiale de l'amplitude.</p>
<b>6.2.2. Paquet d'ondes</b>	
Superposition de deux ondes de fréquences proches dans un milieu non absorbant et dispersif.	<p>Déterminer la vitesse de groupe.</p> <p>Associer la vitesse de groupe à la propagation de l'enveloppe du paquet d'ondes.</p> <p><b>Capacité numérique :</b> à l'aide d'un langage de programmation, simuler la propagation d'un paquet d'ondes dans un milieu dispersif et visualiser le phénomène d'étalement.</p>
Domaine spectral d'un paquet d'onde de durée finie.	Énoncer et exploiter la relation entre les ordres de grandeur de la durée temporelle d'un paquet d'onde et la largeur fréquentielle de son spectre.