

Semaine 5 : du 12/10 au 16/10

Le programme de colles contient :

- **cours et exercices** : le(s) chapitre(s) B1, A3 et A4 ;
- **cours uniquement** : le(s) chapitre(s) F1 et B2 (uniquement révisions de PCSI cette semaine et écriture infinitésimale des principes) ;
- les blocs **1.4**, **1.6**, **3.1**, **3.2,3.3** et **3.4** du programme de PCSI Physique avec les questions de cours suivantes :

Ph 1.4.a. 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.b. 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.

Ph 3.1.a. Rappeler la relation liant les différents paramètres physiques d'un gaz parfait et préciser les unités des différents termes.

Ph 3.1.b. Tracer le diagramme (p, T) de l'eau. Placer les points particuliers (critique et triple) ainsi que les courbes de changement d'état. Expliquer ensuite pourquoi il est plus difficile de faire cuire des pâtes en altitude.

Ph 3.1.c. Tracer l'allure du diagramme de Clapeyron pour la transition liquide / vapeur d'un fluide. Nommer les différentes courbes associées.

Ph 3.4.a. Un cylindre indéformable et calorifugé de volume $2V_0$ est séparé en 2 compartiments identiques de volume V par une paroi rigide de masse et de capacité thermique négligeables. Initialement l'un des compartiments est vide, l'autre contient n moles de gaz parfait à la pression P_0 et à la température T_0 . La paroi de séparation est cassée :

- * appliquer le premier principe au gaz intérieur au cylindre et déterminer la température finale.
- * appliquer le second principe pour déterminer l'expression littérale du terme de création d'entropie. Commenter.

Donnée : Entropie du gaz parfait : $S(T, V) = S(T_0, V_0) + C_v \ln \left(\frac{T}{T_0} \right) + nR \ln \left(\frac{V}{V_0} \right)$

Chapitre B1 : Diffusion de particules

Questions de cours :

- ChB1 - Énoncer la loi de Fick, en précisant tous les termes et leurs unités, puis rappeler l'expression de l'opérateur utilisé en coordonnées cartésiennes.
- ChB1 - Dans le cas d'une diffusion axiale, radiale cylindrique ou radiale sphérique, établir l'équation de diffusion de particules, en régime quelconque et avec terme de source. Le système d'étude doit être explicité et les conventions doivent être précisées par un schéma.
- ChB1 - Établir l'équation de diffusion de particules dans le cas général, en précisant l'expression des opérateurs vectoriels en système de coordonnées cartésiennes.
- ChB1 - Rappeler le théorème de Green-Ostrogradski en précisant les termes. Rappeler l'expression en coordonnées cartésiennes de l'opérateur utilisé.

Programme :

En phénomènes de transport (p.16) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
2.3. Diffusion de particules	
Les différents modes de transfert de particules : diffusion et convection.	Citer les deux modes de transfert de particules.
Vecteur densité de courant de particules $\vec{j}_N$.	Exprimer le débit de particules comme le flux du vecteur $\vec{j}_N$ à travers une surface orientée.
Loi de Fick.	Énoncer et utiliser la loi de Fick.
Bilan de particules.	Établir l'équation locale de bilan de particules avec ou sans terme source.
Équation de diffusion.	Établir l'équation de diffusion.
	Relier l'équation de diffusion à l'irréversibilité temporelle du phénomène.

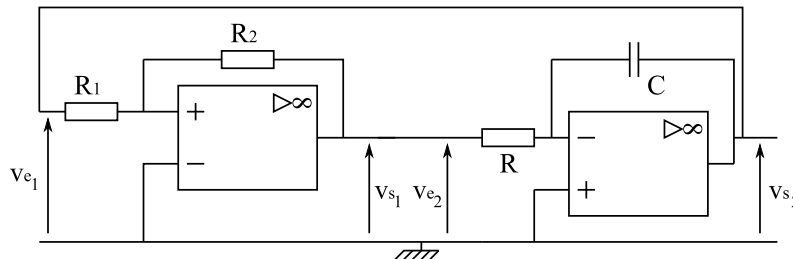
En outils mathématiques (p.41–42) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Analyse vectorielle	
Gradient.	Relier le gradient à la différentielle d'un champ scalaire à t fixé.
	Exprimer les composantes du gradient en coordonnées cartésiennes.
	Utiliser le fait que le gradient d'une fonction f est perpendiculaire aux surfaces iso- f et orienté dans le sens des valeurs de f croissantes.
Divergence.	Citer et utiliser le théorème d'Ostrogradski.
	Exprimer la divergence en coordonnées cartésiennes.
Laplacien d'un champ scalaire.	Définir le laplacien à l'aide de la divergence et du gradient.
	Exprimer le laplacien en coordonnées cartésiennes.

Chapitre A3 : Oscillateurs en électronique

Questions de cours :

ChA3 - Soit l'oscillateur de relaxation suivant :



On suppose $v_{s2}(t = 0) = 0$ et $v_{s1}(t = 0) = +V_{\text{sat}}$. Tracer de manière justifiée le chronogramme et déterminer la période des oscillations.

ChA3 - 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).

ChA3 - 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
1.3. Oscillateurs	
Oscillateur quasi-sinusoïdal réalisé en bouclant un filtre passe-bande du deuxième ordre avec un amplificateur	Exprimer les conditions théoriques (gain et fréquence) d'auto-oscillation sinusoïdale d'un système linéaire bouclé. Analyser, à partir de l'équation différentielle, l'inégalité que doit vérifier le gain de l'amplificateur afin d'assurer le démarrage des oscillations. Interpréter le rôle des non-linéarités dans la stabilisation de l'amplitude des oscillations. Compétence expérimentale : mettre en œuvre un oscillateur quasi-sinusoïdal et analyser les spectres des signaux générés. Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, simuler l'évolution temporelle d'un signal généré par un oscillateur.
Oscillateur de relaxation associant un intégrateur et un comparateur à hystérésis.	Décrire les différentes séquences de fonctionnement. Exprimer les conditions de basculement. Déterminer l'expression de la période. Compétence expérimentale : mettre en œuvre un oscillateur de relaxation et analyser les spectres des signaux générés.
Générateur de signaux non sinusoïdaux.	

Chapitre A4 : Modulation - Démodulation

Questions de cours :

- ChA4 - Définir un signal modulé en amplitude, en fréquence et en phase. Pour une porteuse sinusoïdale et un signal modulant donné, tracer l'allure du signal modulé en amplitude, en fréquence, en phase. Ordre de grandeur de la fréquence de la porteuse pour la radio AM, la radio FM et la téléphonie mobile.
- ChA4 - Rappeler le montage permettant de moduler (avec porteuse conservée ou supprimée) 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. Justifier de l'intérêt de la modulation.
- ChA4 - 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
1.5. Modulation - Démodulation	
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. Compétence expérimentale : réaliser une modulation d'amplitude et une démodulation synchrone avec un multiplieur analogique.

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
6.1. Phénomènes de propagation non dispersifs : équation de D'Alembert	
6.1.1. Propagation unidimensionnelle	
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.
Ondes stationnaires harmoniques.	Définir le vecteur d'onde, la vitesse de phase. Décomposer une onde stationnaire en ondes progressives, une onde progressive en ondes stationnaires.
Conditions aux limites. Régime libre : modes propres d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités.	Justifier et exploiter des conditions aux limites. 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.	Compétence expérimentale : étudier la réflexion en amplitude de tension pour une impédance terminale nulle, infinie ou résistive.

Chapitre B2 : Thermodynamique : systèmes fermés & systèmes ouverts

Questions de cours :

- ChB2 - Énoncer les principes de la thermodynamique pour une transformation élémentaire d'un système fermé.
- ChB2 - Soit un système fermé contenant n moles de gaz parfait. À l'aide d'une écriture différentielle de l'équation d'état des gaz parfaits, préciser l'influence d'une augmentation de température ou d'une augmentation de volume du système sur la pression.
- ChB2 - Rappeler les deux premières identités thermodynamiques pour un système fermé de composition constante. En déduire la variation d'entropie d'un gaz parfait en fonction de sa température et son volume ou sa pression.
- ChB2 - Démontrer les lois de Laplace.
- ChB2 - Démontrer le théorème des moments et illustrer son interprétation sur un diagramme (P, v) , $(\log P, h)$ ou (T, s) .
- Pour ces deux questions de cours, une description précise (schéma et hypothèses) des systèmes étudiés est attendue :
- ChB2 - Établir la conservation de la masse lors d'un écoulement unidimensionnel stationnaire.
- ChB2 - Établir le premier principe appliqué aux machines à écoulement stationnaire.

Programme :

En phénomènes de transport (p.14) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
2.2.1. Formulation infinitésimale des principes de la thermodynamique	
Premier principe.	Énoncer et exploiter les principes de la thermodynamique pour une transformation élémentaire.
Deuxième principe : $dS = \delta S_e + \delta S_c$ avec $\delta S_e = \delta Q/T_0$ pour une évolution monotherme.	Utiliser avec rigueur les notations d et δ en leur attachant une signification.

En transformations de la matière (p.35) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
7.2. 2^{ème} principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques	
Identités thermodynamiques.	Citer les expressions des différentielles de U , H . (uniquement composition fixe pour l'instant).

En bilans macroscopiques (p.18–19) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
3.1. Définition d'un système fermé pour les bilans macroscopiques	
Système ouvert, système fermé.	Définir un système fermé approprié pour réaliser un bilan de grandeur extensive.
3.2. Bilans d'énergie	
Bilans thermodynamiques.	Exprimer les principes de la thermodynamique pour un écoulement stationnaire sous la forme : $\Delta h + \Delta e_c + \Delta(gz) = w_u + q$; $\Delta s = s_e + s_c$.