BURHAN

Ondes électromagnétiques et modulation d'amplitude : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/ondes-electromagnetiques-et-modulation-d-amplitude/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Ondes électromagnétiques et modulation d'amplitude	Application	8

Exercice 1

Longueur d'onde et durée de trajet d'une onde radio

Une station de radio fictive, Radio Oasis, émet en grandes ondes une onde électromagnétique de fréquence $F = 216\,\text{kHz}$. On prend $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans l'air.

1.

Calculer la longueur d'onde λ de cette onde.

INDICE

Outil : la relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence. **Point délicat :** convertis la fréquence en hertz.

2.

La lumière visible a des longueurs d'onde comprises entre $400\,\text{nm}$ et $800\,\text{nm}$. Cette onde est-elle visible ? Justifier à l'aide de λ.

INDICE

Outil : compare l'ordre de grandeur de λ aux bornes du domaine visible.

3.

Un auditeur se trouve à $d = 780\,\text{km}$ de l'émetteur. Calculer la durée de propagation de l'onde jusqu'à lui.

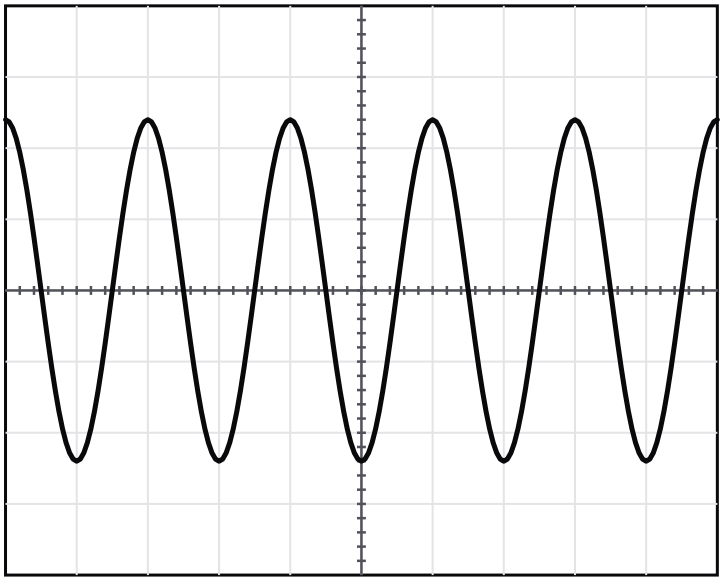
INDICE

Outil : la durée de propagation d'une information sur une distance donnée, à la célérité c.

Exercice 2

Lecture d'une tension sinusoïdale sur l'écran

Un microphone capte un sifflement. Après amplification, sa tension u est envoyée sur la voie 1 d'un oscilloscope : sensibilité verticale $1\,\mathrm{V/div}$, balayage $0{,}2\,\mathrm{ms/div}$. Le bord gauche de l'écran correspond à $t = 0$.



Voie u : 1 V/div Balayage : 0,2 ms/div

Tension du microphone après amplification

1.

Déterminer l'amplitude U_m de la tension u.

INDICE

Outil : compte les divisions entre l'axe central et un sommet de la courbe.

2.

Déterminer la période T puis la fréquence f du sifflement.

INDICE

Début : compte les périodes entières sur les dix divisions. **Ensuite :** divise leur durée par leur nombre.

3.

Écrire l'expression $u(t) = U_m \cos(2\pi f\, t + \varphi)$ de cette tension, en précisant φ.

INDICE

Outil : la valeur de u au bord gauche de l'écran, à $t = 0$, fixe la phase à l'origine.

Exercice 3

Constantes d'une tension modulée par un multiplieur

Le modulateur d'un émetteur de radioamateur contient un multiplieur de constante $k = 0{,}10\ \mathrm{V^{-1}}$. Il reçoit la porteuse, d'amplitude $P_m = 8{,}0\ \mathrm{V}$, et la tension $u_1(t) = U_0 + s(t)$, avec $U_0 = 6{,}5\ \mathrm{V}$ et une modulante sinusoïdale d'amplitude $S_m = 2{,}6\ \mathrm{V}$.

1.

Calculer l'amplitude A de la tension modulée $u_s(t) = A\,[1 + m\cos(2\pi f_s\,t)]\cos(2\pi F_p\,t)$.

INDICE

Outil : l'expression de A établie pour la tension délivrée par un multiplieur.

2.

Calculer le taux de modulation m.

INDICE

Outil : le taux de modulation d'un multiplieur compare l'amplitude de la modulante à la tension de décalage.

3.

Calculer les amplitudes extrêmes $U_{\max}$ et $U_{\min}$. Y a-t-il surmodulation ?

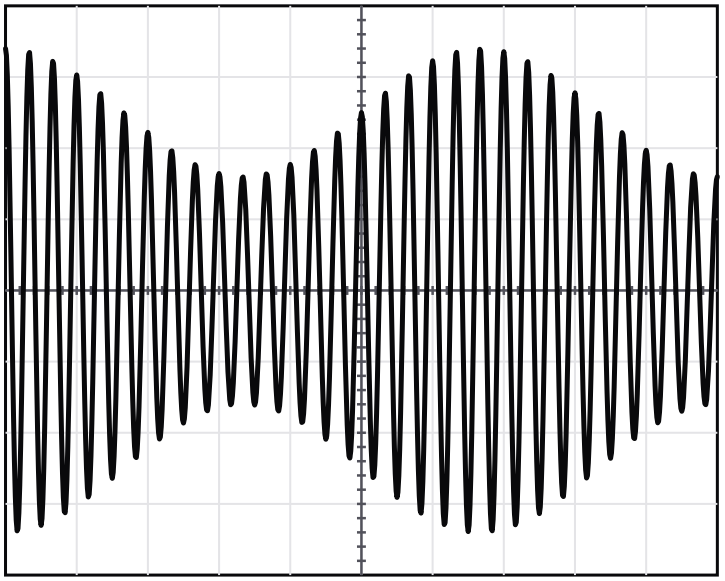
INDICE

Outil : les amplitudes extrêmes s'expriment avec A et m. **Ensuite :** compare m à 1.

Exercice 4

Taux de modulation lu sur un oscillogramme

On étudie au laboratoire la maquette d'une balise de détresse qui émet un son modulé en amplitude. La tension modulée u_s est observée sur la voie 1 : sensibilité verticale $1\ \mathrm{V/div}$, balayage $0{,}1\ \mathrm{ms/div}$.



Voie u_s : 1 V/div Balayage : 0,1 ms/div

Tension modulée de la maquette de balise

1.

Lire sur l'oscillogramme les amplitudes extrêmes $U_{\max}$ et $U_{\min}$ de la tension modulée.

INDICE

Outil : l'enveloppe ; mesure en divisions, de l'axe central au sommet le plus haut, puis au sommet le plus bas.

2.

En déduire le taux de modulation m.

INDICE

Outil : l'expression du taux de modulation à partir des amplitudes extrêmes.

3.

La modulation est-elle de bonne qualité du point de vue du taux ? Justifier par la valeur de m et par l'allure de l'enveloppe.

INDICE

Outil : la condition d'absence de surmodulation.

Exercice 5

Taux de modulation par le trapèze

Sur un banc de modulation, on règle l'oscilloscope en mode XY. Les deux voies ont la même sensibilité. Le document montre la figure obtenue, graduée en volts.

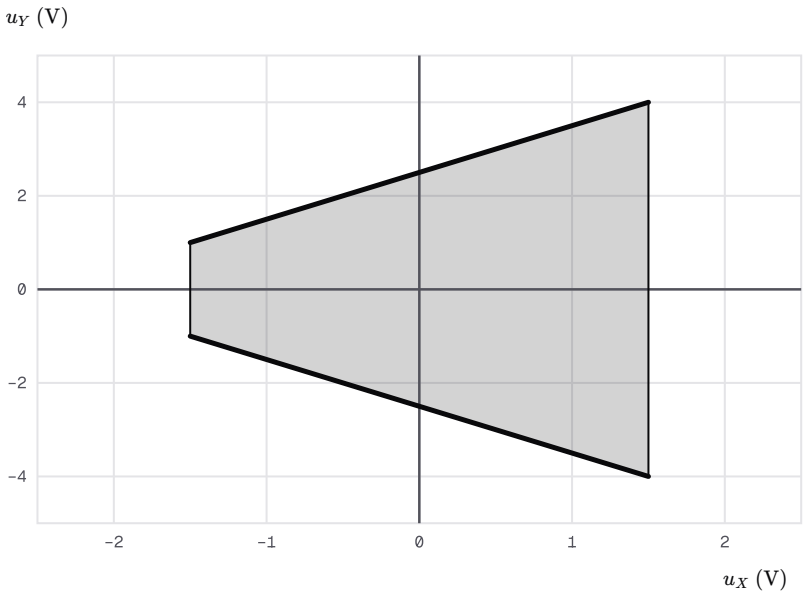


Figure observée en mode XY sur le banc de modulation

1.

Quelles tensions faut-il appliquer sur les voies X et Y pour obtenir cette figure ?

INDICE

Outil : la méthode du trapèze ; demande-toi quelle tension est le message et laquelle est la tension à analyser.

2.

Lire les longueurs L et ℓ des deux côtés verticaux du trapèze.

INDICE

Outil : lis l'ordonnée du haut et celle du bas de chaque côté vertical.

3.

Calculer le taux de modulation et conclure sur la qualité de la modulation.

INDICE

Outil : l'expression du taux de modulation par la méthode du trapèze.

Exercice 6

Raies et largeur du spectre d'une station

À la sortie du modulateur d'une station fictive en ondes moyennes, la tension modulée s'écrit, en volts et en secondes :

$$\begin{aligned} u_s(t) = 3{,}0 \\ \times \left[1 + 0{,}40 \right. \\ \left. \times \cos(9{,}0 \times 10^3 \pi\, t)\right] \\ \times \cos(2{,}16 \times 10^6 \pi\, t) \end{aligned}$$

1.

Identifier l'amplitude A, le taux de modulation m, la fréquence f_s de la modulante et la fréquence F_p de la porteuse.

INDICE

Outil : compare terme à terme avec $u_s(t) = A\,[1 + m\cos(2\pi f_s\, t)]\cos(2\pi F_p\, t)$.

2.

Donner la fréquence et l'amplitude de chacune des raies du spectre de u_s.

INDICE

Outil : la décomposition de la tension modulée en trois tensions sinusoïdales.

3.

Calculer la largeur de la bande de fréquences occupée par cette station.

INDICE

Outil : l'écart entre les deux raies latérales.

Exercice 7

Choix du dipôle RC d'un détecteur

Le détecteur d'enveloppe d'un récepteur grandes ondes reçoit une tension modulée de porteuse $F_p = 160\,\text{kHz}$; la modulante a une fréquence $f_s = 3{,}0\,\text{kHz}$. On dispose de trois couples pour le dipôle RC parallèle :

Couple	R	C
a	$1{,}0\,\text{k}\Omega$	$4{,}7\,\text{nF}$
b	$22\,\text{k}\Omega$	$4{,}7\,\text{nF}$
c	$100\,\text{k}\Omega$	$12\,\text{nF}$

1.

Calculer la période T_p de la porteuse et la période T_s de la modulante.

INDICE

Outil : une période est l'inverse de la fréquence ; travaille en hertz.

2.

Calculer la constante de temps $\tau = RC$ de chaque couple.

INDICE

Point délicat : convertis les kiloohms en ohms et les nanofarads en farads.

3.

Quel couple faut-il choisir ? Justifier.

INDICE

Outil : la condition d'une détection d'enveloppe de bonne qualité, appliquée à chaque couple.

Exercice 8

Capacité d'accord d'un circuit bouchon

Le poste de radio d'une coopérative agricole capte une station fictive dont la porteuse a pour fréquence $F_p = 650\,\mathrm{kHz}$. Son circuit d'accord associe une bobine d'inductance $L = 0{,}40\,\mathrm{mH}$ et un condensateur de capacité C réglable de $100\,\mathrm{pF}$ à $400\,\mathrm{pF}$.

1.

Écrire la condition pour que le circuit bouchon sélectionne cette station.

INDICE

Outil : la fréquence propre du circuit bouchon et son rôle sélectif.

2.

En déduire la valeur de C à régler.

INDICE

Début : élève au carré la condition d'accord. **Ensuite :** isole C, puis passe en unités SI.

3.

Le condensateur réglable permet-il de capter cette station ?

INDICE

Outil : compare la valeur trouvée aux deux bornes de la plage.