الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun de Tiaret

جامعة ابن خلدون تيارت

Concours d'accès à la Formation de 3ème Cycle 2022_2023

Faculté des Sciences de la matière

Département de Physique

Date du Concours : 21Janvier 2023

Filière : Physique

Spécialité : Physique des matériaux

Epreuve : Physique générale

Coefficient : 01

Durée : 01h30mn

Sujet N° 03

Exercice N°01 :

Un point M décrit une hélice circulaire d'axe Oz. Ses équations horaires sont : $x = a \cos \theta$; $y = a \sin \theta$; $z = h\,\theta$. a est le rayon du cylindre de révolution sur lequel est tracé l'hélice, h est une constante et θ est l'angle que fait avec Ox la projection OM' de OM sur Oxy.

1. Donner en coordonnées cylindriques les expressions de la vitesse et de l'accélération.
2. Montrer que le vecteur vitesse fait avec le plan Oxy un angle constant.
3. Montrer que si le mouvement de rotation est uniforme, le vecteur accélération est parallèle au plan Oxy . Calculer le rayon de courbure.

Exercice N°02 :

Un matériau, de constante diélectrique ε_0, égale à celle du vide, contient n électrons de conduction par unité de volume. Ce matériau est placé dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ indépendant du temps.

On suppose tous les électrons, de masse m, animés de la même vitesse $\vec{v}$. On représente leur interaction avec le matériau par la force $\vec{F} = -m\frac{\vec{v}}{\tau}$ où τ est une constante de temps.

1) Expliciter l'équation différentielle satisfaite par $\vec{v}$. Donner l'allure de la courbe $v(t)$. On prendra $v(0) = 0$.

2) Déduire de la relation entre le vecteur densité de courant $\vec{j}$ et le champ $\vec{E}$, en régime permanent ($t >> \tau$), l'expression de la conductivité σ_0 du matériau en fonction de n, e, τ et m.

3) On suppose, à présent, que le champ $\vec{E}$ dépend du temps suivant la loi :

$$\vec{E} = \overrightarrow{E_0} e^{i\omega t}$$

a) Déduire de la première question, l'équation différentielle satisfaite par $\vec{j}$.

b) On pose : $\vec{j} = \sigma(\omega)\overrightarrow{E_0}e^{i\omega t}$

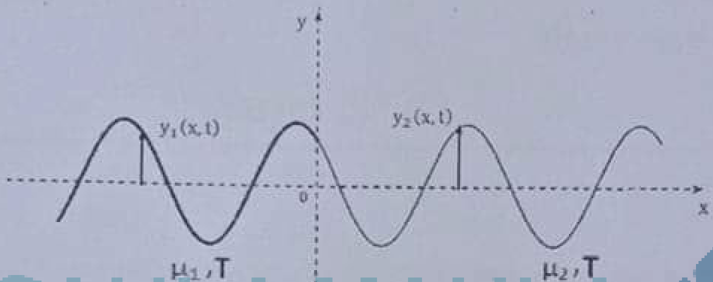
Exprimer alors le rapport $\frac{\sigma(\omega)}{\sigma_0}$

c) Pour quelles valeurs de ω aura-t-on $\frac{\sigma_0 - |\sigma|}{\sigma_0} \leq 0{,}01$?

On donne : $\tau = 9{,}5 \cdot 10^{-14}$ s

Exercice N°03 :

On considère une corde homogène C_1 semi-infinie de masse linéique μ_1, tendue horizontalement par une tension T. Elle est raccordée à son extrémité O, d'abscisse x=0, à une corde C_2 homogène, semi-infinie et de masse linéique μ_2 (voir figure). Une onde sinusoïdale arrive de $-\infty$ et se dirige vers les x positifs. On néglige les poids des cordes devant la tension **T** et on considère les vibrations de faible amplitude.



1- Expliquer pourquoi le déplacement transversal dans les deux cordes C_1 et C_2 s'écrit respectivement :

$$y_1(x,t) = A\, exp[i(\omega t - k_1 x)] + B\, exp[i(\omega t + k_1 x)]$$

$$y_2(x,t) = C\, exp[i(\omega t - k_2 x)]$$

2- En déduire les expressions des forces transversales correspondantes $Fy_1(x,t)$ et $Fy_2(x,t)$

3- Ecrire les conditions de continuité en x=0. En déduire les expressions des coefficient de rélexion R et de transmission T pour le déplacement transversal en fonction de k_1 et k_2, puis en fonction de μ_1 et μ_2.

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun de Tiaret — جامعة ابن خلدون تيارت

Concours d'accès à la Formation de 3ème Cycle 2022_2023

Faculté des Sciences de la matière

Département de Physique

Date du Concours : 21 Janvier 2023

Filière : Physique

Spécialité : Physique des matériaux

Epreuve : Propriétés physiques des matériaux

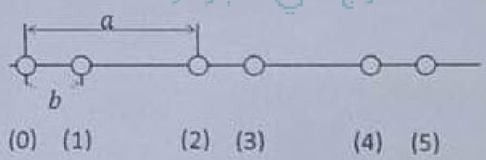
Coefficient : 03

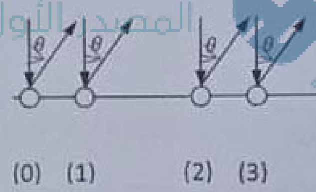
Durée : 02h00mn

Sujet N° 03

Exercice 1

On considère la chaine linéaire d'atomes de carbone représentée sur la figure suivante et dont la structure pourrait être celle d'une chaine d'hydrocarbures possédant des liaisons simples et doubles alternées –C=C-C=C-C=C-C=C-C=.





1- La structure

a- Quel est le vecteur de base du réseau ?

b- Quel est la composition du motif ?

c- Préciser avec les notations habituelles la position des atomes du motif quand $b = \frac{a}{4}$.

2- La diffraction des rayons X : On éclaire cette chaine à incidence normale avec une radiation X monochromatique λ.

a- Evaluer la différence de marche entre les rayonnements diffusés dans l'angle θ par l'atome situé à l'origine (0) et l'atome placé en position (2). Evaluer aussi la différence de marche du motif et préciser les conditions de diffraction.

b- A l'aide du facteur de structure, montrer qu'on observerait des taches de diffraction dans l'hypothèse où la chaine ne comporterait que des atomes pairs (diffraction par le réseau).

Et monter aussi que l'addition des atomes impairs accentue l'intensité diffractée dans certaines directions tandis quelle la fait disparaitre dans d'autres directions (toujours dans le cas où $b = \frac{a}{4}$).

Exercice 2

L'enthalpie de formation des lacunes ΔH_v dans un cristal d'argent pur est 1,092 eV.

a) Calculer la fraction des lacunes à 950°C.

b) Calculer le nombre de lacunes par mètres cubes sachant qu'à cette température l'argent cristallise dans la structure cubique à faces centrées de paramètre a=0,4086 nm.

c) Refaire le même calcul qu'en b) sachant que la masse volumique de l'argent est 10500 Kg/m^3 et sa masse molaire est 107,87 g/mole.

Exercice 3

On considère une rangée de longueur L formée de 2N ions de charge alternativement égales à $\pm q$ et équidistants de a à l'équilibre. Nous allons évaluer la chaleur spécifique de ce système en combinant les modèles de Debye et d'Einstein.

1. Décrire la relation de dispersion des phonons acoustiques longitudinaux par le modèle de Dobye ($\omega = v_s k$) et la dispersion des phonons optiques longitudinaux par le modèle d'Einstein ($\omega = \omega_E = cste$). Trouver les expressions pour $k_D$et ω_D. Faire une représentation graphique des courbes de dispersion modélisées dans la première zone de Brillouin.
2. Exprimer la densité de mode g(k). En déduire la densité de mode $g(\omega)$pour la branche acoustique. Que se passe-t-il pour $g(\omega)$ relatif à la branche optique?
3. Ecrire l'expression de l'énergie interne U du réseau.
4. Etablir l'expression de la chaleur spécifique à haute et à basse température. (calculer séparément la contribution de la branche acoustique et celle de la branche optique).

On donne $\int_0^\infty \frac{x}{e^x-1} dx = \frac{\pi^2}{6}$

5. Application numérique : évaluer les températures de Debye Θ_D et d'Einstein Θ_E. Calculer la contribution à la chaleur spécifique à T=20 K par paire d'ions de chacune des branches. Commenter le résultat. a=3 Å, v_s=8800m/s,$\omega_E = 6\ 10^{13}$ rad/s.

Données : Charge de l'électron $e=1{,}6.10^{-19}$ C, masse de l'électron $m_e=9{,}1.10^{-31}$ Kg, Constante de Planck $h=6{,}62.10^{-34}$ J/s, Nombre d'Avogadro $6{,}023.10^{23}$, Constante de Boltzmann $k_B=1{,}38.10^{-23}$ $J.K^{-1}.mol^{-1}$ ou $8{,}62.10^{-5}$ $eV.K^{-1}$

Barème : Exercice1 (**7 points**) - Exercice2(**5 points**) - Exercice3 (**8 points**).