RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NORMALE SUPERIEURE – KOUBA - ALGER

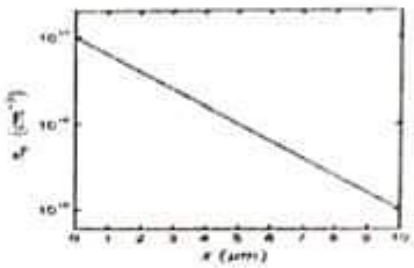
CONCOURS D'ACCÈS EN PREMIÈRE ANNÉE DOCTORAT (D-LMD) 2022/2023
Epreuve de spécialité Physique des matériaux Sujet 2 durée 2heures 13/02/2023

Exercice 1: (7 points)

On considère un échantillon de silicium de type n à l'équilibre thermodynamique et à température ambiante 300K. Dans la région de diffusion non-uniforme ($0 \leq x \leq 10\mu m$), la concentration des électrons est donnée par la formule :

$$n_0(x) = 10^{17} \times 10^{-2000\,x} \quad (cm^{-3}), \quad x \text{ en } cm$$

1. Obtenir l'expression analytique de la concentration des trous dans la même région. Tracer la courbe de variation de la concentration des trous en mentionnant les valeurs extrêmes.
2. Calculer le champ électrique. Discuter le résultat.
3. Obtenir l'expression du potentiel électrostatique dans la même région. Tracer la courbe du potentiel en prenant comme référence $x = 0$. Calculer la différence de potentiel entre les deux extrêmes de la région de diffusion.



Données : $k_B = 8.62\times10^{-5}$ eV/K, $n_i = 10^{10}$ cm^{-3}, $\varepsilon_{r\,Si} = 11.9$, $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}$ F/m

Exercice 2 : (6 points)

A) La maille cristalline du fer dans sa phase γ (austénite) adopte une structure cubique à faces centrées CFC.

1. Donner les coordonnées des atomes de Fe ?
2. Si les atomes de Fe sont considérés comme des sphères dures indéformables de rayon R=126pm, trouver le paramètre de la maille a ?
3. Déterminer la masse volumique ρ du Fe (γ) ?
4. Donner le taux de compacité τ du Fe (γ)?

SAHLA MAHLA
المصدر الاول للطالب الجزائري

B) La maille CFC est une maille multiple non primitive ?

1. Représenter la maille primitive (P) de la maille CFC
2. Donner le nom et les caractéristiques de cette maille P?
3. Calculer le volume de la maille P par rapport à celui de CFC ?

C) La structure Fe n'est pas compacte à 100%,

1. Indiquer par un schéma clair les sites interstitiels possibles dans la maille CFC.?
2. Donner leurs noms et leurs nombres par maille ?

Données numériques : M(Fe) = 56 g.mol^{-1}, nombre d'Avogadro : N_A=6,02.10^{23} mol^{-1}, le rayon du Carbone r_c=70pm.

Exercice 3 : (7 ponits)

Une onde élastique de vecteur d'onde $\vec{k}$ se propage dans une chaîne diatomique de paramètre de réseau a avec deux atomes de masses M_1 et M_2 tel que $M_1 > M_2$ où chaque atome interagit avec ses proches voisins avec la même constante de rappel C. On note u et v les déplacements des atomes de masses M_1 et M_2, respectivement.

Etablir les équations du mouvement dans ce cas.

1. Donner la forme des solutions de ces équations.
2. Etablir la relation de dispersion.
3. Indiquer les expressions des relations de dispersion qui correspondent à chaque branche.
4. Tracer qualitativement l'allure de la variation de ω dans la première zone de Brillouin.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة – القبة (الجزائر) ص.ب.92 القبة -16050 (الجزائر)

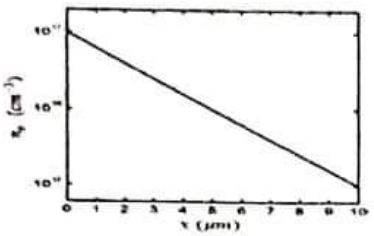
مسابقة الدخول للسنة الأولى دكتوراه (د - ل م د) 2023/2022

الامتحان التخصص فيزياء المواد موضوع 2 المدة: ساعتان 13/02/2023

التمرين 1 (7 نقاط)

عينة من السليسيوم مطعمة بذرات مانحة في توازن حراري وفي درجة حرارة الغرفة. في منطقة الانتشار $(0 \le x \le 10\mu m)$ بتطعيم غير منتظم. يكتب تركيز الإلكترونات حسب العلاقة الآتية

$$n_0(x) = 10^{17} \times 10^{-2000\,x} \quad (cm^{-3}), \quad x\ en\ cm$$



1. حدد العلاقة التحليلية لتركيز الثقوب في نفس المنطقة . أرسم تغير تركيز الثقوب مع تحديد قيمة الأطراف
2. احسب الحقل الكهربائي
3. استنتج عبارة الكمون الكهربائي في نفس المنطقة. ارسمه باعتبار $x = 0$ كمرجع

المعطيات:

$k_B = 8.62\times10^{-5}$ eV/K, $n_i = 10^{10}$ cm^{-3}, $\varepsilon_{r\,Si} = 11.9$, $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}$ F/m

تمرين 2: (6 نقاط)

A) تقبل الشبكة البلورية للحديد في طورها (الأوستينيت) بنية مكعبة متمركزة الوجوه CFC .

1. أعط إحداثيات ذرات الحديد؟
2. إذا كانت ذرات الحديد عبارة عن كرات صلبة غير قابلة للتشوه بنصف قطر $R = 126pm$ ، فجد ثابت الشبكة a؟
3. حدد مقدار الكتلة الحجمية ρ للحديد $Fe\ (\gamma)$؟
4. أعط معدل الرص (كثافة التعبأة) τ للحديد $Fe\ (\gamma)$ ؟

B) الخلية CFC هي خلية متعددة غير أساسية

1. قم بتمثيل الخلية الاساسية (P) لشبكة CFC
2. أعط اسم وخصائص الخلية (P) ؟
3. احسب حجم الخلية (P) مقارنة بحجم CFC ؟

C) بنية الحديد ليست مضغوطة بنسبة 100٪

1. أشر برسم تخطيطي واضح إلى المواقع البينية المحتملة في وحدة خلية CFC الحديد (γ)؟
2. اذكر أسمائهم و اعطي عددهم؟

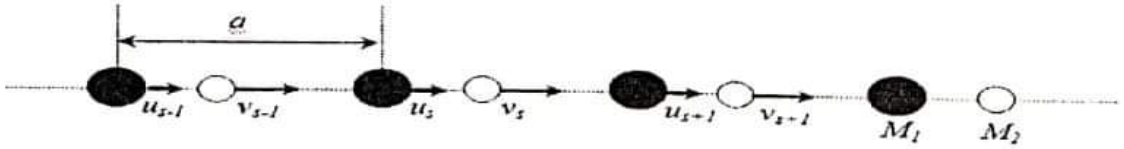
المعطيات العددية: $M(Fe) = 56g.mol^{-1}$ ، عدد أفوجادرو: $N_A = 6.022 \times 10^{23}mol^{-1}$. نصف قطر الكربون: $r_C = 70pm$

SAHLA MAHLA
المصدر الاول للطالب الجزائري

تمرين 3 (7 نقاط)

موجة مرنة ذات شعاع موجة تهتز داخل شبكة خطية ثنائية الذرة ثابت شبكتها a لذرتين كتلتيهما M_1 و M_2 حيث $M_1 < M_2$ تختصر التفاعلات على الجوار الاقرب فقط بالنسبة لكل ذرة بنفس ثابت التفاعل C تعطى u و v الازاحات الخاصة بالذرات ذات الكتل M_1 و M_2 على التوالي(انظر الشكل)

1. اكتب معادلات الحركة في هذه الحالة
2. اوجد شكل حلول هذه المعادلات مع تحديد نوعها
3. اوجد علاقة التبدد
4. حدد عبارات علاقات التبدد التي تتوافق مع كل فرع.
5. ارسم بدقة شكل تغير ω في منطقة بريلوان الاولى



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NORMALE SUPERIEURE – KOUBA - ALGER

Sujet : Electricité

CONCOURS D'ACCÈS EN PREMIÈRE ANNÉE DOCTORAT (D-LMD) 2022/2023

Epreuve commune **durée 1heure 30mn** **13 :00—14 :30**

Sujet 3

Exercice 1 :

1- Citer l'énoncé du théorème de Gauss, puis écrire les deux expressions a- intégrale et b- différentielle de ce théorème.

2- Utiliser la forme différentielle (forme locale) du théorème de Gauss pour montrer que la densité de charge génératrice du champ électrique, de la forme $\vec{E} = \frac{kq}{r^2}\vec{e}_r$, en coordonnées sphériques, est nulle en tout point différent de l'origine (ρ=0).

3- En utilisant la forme intégrale du théorème de Gauss, trouver l'expression du champ électrique créé par un fil infiniment long chargé uniformément par une densité linéique de charges λ à une distance ρ du fil.

4- Quelle est la différence de potentiel $V = \phi_A - \phi_B$ existant entre deux points A et B situés respectivement à la distance ρ_A et ρ_B du fil ? faire un schéma explicatif.

5- Application numérique : λ=1 nC.m^{-1}, ρ_A=1 cm, ρ_B=10 cm, calculer la valeur de $V = \phi_A - \phi_B$.

6- Peut-on prendre l'origine des potentiels à l'infini ?

on donne l'expression de $div\vec{E}$ en coordonnées sphériques :

$$div\vec{E} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial\left(r^2 E\right)_r}{\partial r} + \frac{1}{r\sin(\phi)}\frac{\partial\left(\sin(\phi)E\right)_\phi}{\partial\phi} + \frac{1}{r\sin(\phi)}\frac{\partial E_\theta}{\partial\theta}$$

SAHLA MAHLA
المصدر الاول للطالب الجزائري

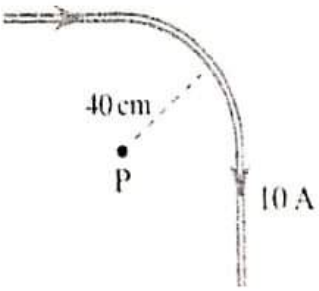
Exercice 2 :

1- Rappeler le théorème d'Ampère.

2- On utilisant le théorème d'Ampère, déterminer le champ magnétique $\vec{B}(\rho)$ à une distance ρ d'un fil rectiligne infini parcouru par un courant I.

3- Calculer le champ magnétique créé par un anneau circulaire de rayon R parcouru par un courant I.

4- Quel est le champ magnétique $\vec{B}$ (grandeur et direction) au point P sur la figure? (Les deux fils rectilignes sont infinis.) I=10A R=40cm



Exercice 4:

Une sphère de centre O et de rayon R est chargée en volume par une charge de densité volumique $\rho(r) = \frac{A}{r}$

A est une constante.

1- Calculer la charge totale contenue dans la sphère.

2- Déterminer le champ électrique crée par cette distribution dans tout l'espace.

3- Tracer la courbe de la composante radiale du champ électrique $E_r(r)$.

4- Trouver les expressions du potentiel électrique $\phi(r)$ dans tout l'espace, on prendra $\phi(\infty) = 0$.

5- Tracer la courbe du potentiel électrique $\phi(r)$.

6- Déterminer l'expression de l'énergie potentielle de la distribution de charges par deux méthodes différentes (i-en intégrant sur le volume de la distribution, ii- en intégrant sur tout l'espace).

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة العليا للأساتذة – القبة (الجزائر) ص.ب 92 القبة -16050 (الجزائر)

مسابقة الدخول للسنة الأولى دكتوراه (د - ل م د) 2023/2022

الامتحان المشترك: الكهرباء — المدة: ساعة ونصف — 13/02/2023

الموضوع 3

تمرين 1:

1- أذكر نص نظرية التدفق (نظرية Gauss) ثم أكتب العبارتين أ- التكاملية و ب- التفاضلية لهذه النظرية.

2- باستعمال الصيغة التفاضلية (الصيغة المحلية) لنظرية Gauss، بين أن كثافة الشحنة المولدة للحقل الذي عبارته، في جملة الإحداثيات الكروية، $\vec{E} = \frac{kq}{r^2}\vec{e}_r$ ، في موضع M الذي يختلف عن المبدأ معدومة (ρ=0).

عبارة تفرق E في جملة الإحداثيات الكروية: $div\vec{E} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial(r^2 E_r)}{\partial r} + \frac{1}{r\sin(\phi)}\frac{\partial(\sin(\phi)E_\phi)}{\partial \phi} + \frac{1}{r\sin(\phi)}\frac{\partial E_\theta}{\partial \theta}$

3- باستعمال الصيغة التكاملية لنظرية Gauss، جد عبارة الحقل الكهربائي الناشئ عن سلك طويل مشحون بانتظام بكثافة خطية λ في نقطة M تبعد المسافة ρ من السلك. أعط رسم توضيحي.

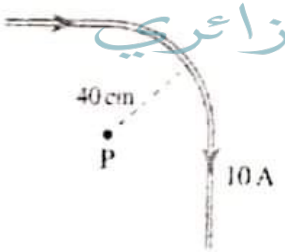
4- ما هو فرق الكمون $V = \phi_A - \phi_B$ بين نقطتين A و B يبعدان على التوالي المسافتين ρ_A و ρ_B عن السلك.

5- تطبيق عددي: علما أن λ=1 nC.m^{-1}, ρ_A=1 cm, ρ_B=10 cm أحسب قيمة $V = \phi_A - \phi_B$

6- هل يمكن أخذ مبدأ الكمون عند ما لا نهاية؟

SAHLA MAHLA
المصدر الاول للطالب الجزائري

تمرين 2:



1- ذكر بنظرية Ampère

2- باستعمال نظرية Ampère عين الحقل المغناطيسي $\vec{B}(\rho)$ في النقطة M تبعد المسافة ρ من سلك خطي لا نهائي يعبره تيار I.

3- جد عبارة الحقل المغناطيسي في مركز حلقة دائرية نصف قطرها R يعبرها تيار I.

4- ما هو الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ (مقدارا و اتجاها) عند النقطة P الموضحة على الشكل (يعتبر السلكان لا نهائيان) I=10A R=40cm

تمرين 3:

شحنت كرة نصف قطرها R ومركزها O بكثافة حجمية $\rho(r) = \frac{A}{r}$ حيث A ثابت.

1- ما هي الشحنة الكلية Q لهذه الكرة .

2- عين الحقل الكهربائي الناتج عن هذا التوزيع في كل نقاط الفضاء.

3- ارسم بيان الركبة القطرية للحقل الكهربائي $E_r(r)$.

4- جد عبارة الكمون الكهربائي $\phi(r)$ في جميع نقاط الفضاء، خذ $\phi(\infty) = 0$

5- ارسم بيان الكمون الكهربائي $\phi(r)$.

6- عين عبارة الطاقة الكامنة الكهربائية لهذا التوزيع بطريقتين مختلفتين (أ- بالمكاملة على حجم التوزيع ب- بالمكاملة على كل الفضاء)