



Sujet N°02 ANALYSE NUMERIQUE

Date : 23/01/2023

Durée d'examen : 01H30
Coefficient : 01

Concours d'accès en Doctorat -Troisième Cycle-
Filière : Energie renouvelable
Spécialité : Energie renouvelable en Electronique
Spécialité : Energie renouvelable en Mécanique

Exercice 01 : (06 pts)

On suppose que $(x_0, y_0) = (0, 1)$; $(x_1, y_1) = (0.5, e^{1/2})$; $(x_2, y_2) = (1, e)$

1. Déterminer le polynôme d'interpolation de Lagrange, pour les points $(x_i; i = 0, 1, 2)$
- 2.a Déterminer les expressions des erreurs d'interpolation polynômiale,
- 2.b Déterminer les bornes des erreurs d'interpolation polynômiale indépendantes de ξ où $\xi = \xi(x)$.
- 2.c Déterminer les bornes des erreurs d'interpolation polynômiale indépendantes de ξ et de x . Conclure.

Exercice 02 : (08 pts)

Soit l'ensemble de données :

x_i	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
$Y(i)$	5.10	5.79	6.53	7.45	8.46

La fonction d'approximation est de la forme : $f(x) = ae^{bx}$

1. Ajuster les points donnés par méthode des moindres carrés pour la fonction $f(x)$
2. Calculer la valeur de $f(1.4)$
3. Calculer numériquement l'intégrale : $I = \int_1^2 y(x) dx$

Exercice 03 : (06 points)

On voudrait résoudre numériquement l'équation (1) suivante : $10^x - 2 \cos x = 0$

1. Montrer que l'équation admet une solution unique α sur l'intervalle $[0.2, 0.3]$.
2. Vérifier que l'équation (1) est équivalente à: $x = g(x) = \ln(2 \cos x) / \ln 10$.
3. Etudier la convergence de la méthode du point fixe $x_{n+1} = g(x_n)$ sur l'intervalle $[0.2, 0.3]$.
4. Donner une valeur approchée de α avec 4 chiffres significatifs après la virgule



Sujet N°01

Date : 23/01/2023

Epreuve de spécialité : Physique des semi-conducteurs et Electronique générale

Durée d'examen : 02H00
Coefficient : 03**Concours d'accès en Doctorat -Troisième Cycle-**
Filière : Energie renouvelable
Spécialité : Energie renouvelable en Electronique

Exercice 01 : (07 pts)

Soit un semi-conducteur GaAs dont les densités et les masses effectives sont respectivement : $N_C=0.04 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, $N_V=1.3 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$; $m_c^*=0.068$ et $m_v^*=0.64$ et la largeur de la bande interdite $E_G=1.43 \text{eV}$
On donne : $k=8.61 \times 10^{-5} \text{eV K}^{-1}$, $h=6.58 \times 10^{-16} \text{eV s}$, $\mu_{n-\text{GaAs}} = 8 \times 10^4 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$, $\mu_{p-\text{GaAs}} = 3 \times 10^2 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$

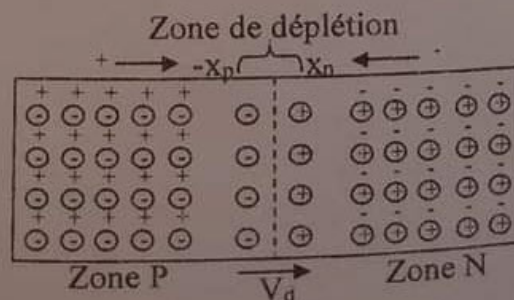
Lorsqu'on prendra comme référence énergétique, le haut de la bande de valence ($E_V = 0 \text{eV}$).

- 1- A $T= 300 \text{°K}$ Déterminer le niveau de fermi E_F , ainsi que les distances énergétiques $E_C - E_F$ et $E_V - E_F$
- 2- A $T= 300 \text{°K}$, calculer les densités de charges n , p et n_i ?
- 3- Dans le cas d'un semi-conducteur extrinsèque de type N dopé avec une concentration $N_D=2.5 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$ à $T=300 \text{°K}$, déterminer n et p .
- 4- Calculer sa résistivité et comparer avec celle du GaAs intrinsèque.

Exercice 02 : (09 pts)

Une jonction PN est réalisée en Silicium.

- 1- Donner la relation qui montre que la zone de déplétion s'étend du coté le moins dopé.
- 2- Calculer la tension diffusion V_D à $T=300 \text{°K}$ sachant que la densité des dopants $N_A=10^{19} \text{cm}^{-3}$, $N_D=10^{16} \text{cm}^{-3}$ et la densité de porteurs intrinsèque $n_i=10^{10} \text{cm}^{-3}$, la constante de Boltzmann $k=1.38 \times 10^{-23} \text{J.K}^{-1}$, $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{F m}^{-1}$, $\epsilon_s=12$.



3- Donner l'expression de x_n et x_p en fonction de V_d .

4- Calculer x_n et x_p : longueur et bornes de la ZCE.

5- Donner l'expression de W en fonction de V_d .

6- Calculer la largeur de la zone de déplétion W .

Si on remplace le matériau de type P avec un métal qui a un travail de sortie $\phi_M=5.3\text{eV}$, sachant que $\phi_{Si}=4.2\text{eV}$.

7- Le contact Métal-SC est-il un contact ohmique ou bien un contact Schottky ? Justifier.

Exercice 03 : (04 points)

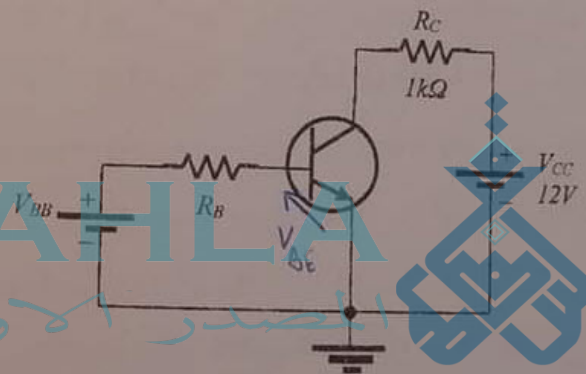
Sur la figure ci-contre, un transistor fonctionnant en commutation avec $\beta=200$; $R_C=1\text{k}\Omega$ et $V_{CC}=12\text{V}$

On donne : $V_{BE}=0.6\text{V}$. $V_{CESAT}=1\text{V}$

1- Quelle la valeur de V_{CE} lorsque la tension à l'entrée de la base est nulle ?

2- Déterminer la valeur minimale du courant de base nécessaire pour saturer le transistor.

3- Donner la valeur de R_B lorsque $V_{BB}=6\text{V}$.





Sujet N°02

Durée d'examen : 02H00
Coefficient : 03

Date : 23/01/2023

Epreuve de spécialité : Thermodynamique et Transfert Thermique

Concours d'accès en Doctorat - Troisième Cycle-
Filière : Energies Renouvelables
Spécialité : Energies Renouvelables en Mécanique

Exercice 01 : (05 pts.)

Dans un réacteur nucléaire, la barre cylindrique du combustible, supposée très longue, de rayon $R = 25,4 \text{ mm}$ et de conductivité thermique $k = 29,4 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$, a une puissance volumique de fission $P_v = 74,4 \times 10^6 \text{ W/m}^3$.

1. A partir de l'équation différentielle et les conditions aux limites régissant la conduction thermique dans la barre du combustible, trouvez l'expression de la température en fonction de la position radiale r et la température de la paroi T_p .
2. La barre est refroidie par circulation d'eau dont la température moyenne et le coefficient d'échange par convection sont, respectivement, $T_e = 132 \text{ °C}$ et $h_e = 5,6 \times 10^4 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{°C)}$. Calculez la température de la paroi de la barre, T_p , et la température maximale à l'intérieur de la barre, T_{max} .
3. Calculez le flux de chaleur perdu par unité de longueur à la paroi de la barre, ϕ (W/m).

Exercice 02 : (05 pts.)

Une plaque métallique mince et rectangulaire, de $0,1 \text{ m}$ de long et $0,05 \text{ m}$ de large, est refroidie par l'air ambiant de température 27 °C (voir figure). Calculez le flux de chaleur échangé entre la plaque et l'air ambiant pour les deux cas suivants :

1. Echange de chaleur par convection naturelle sur les deux côtés de la plaque dont la température est 47 °C ,
2. Echange de chaleur par convection forcée où l'air s'écoule horizontalement dans les deux côtés de la plaque à une vitesse de 15 m/s et une température de 37 °C .

On donne :

$$Nu_x = 0,3 \cdot Re_x^{0,5} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} \text{ pour } Re_x < 3 \cdot 10^5$$

$$Nu_x = 0,02 \cdot Re_x^{0,8} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} \text{ pour } Re_x \geq 3 \cdot 10^5$$

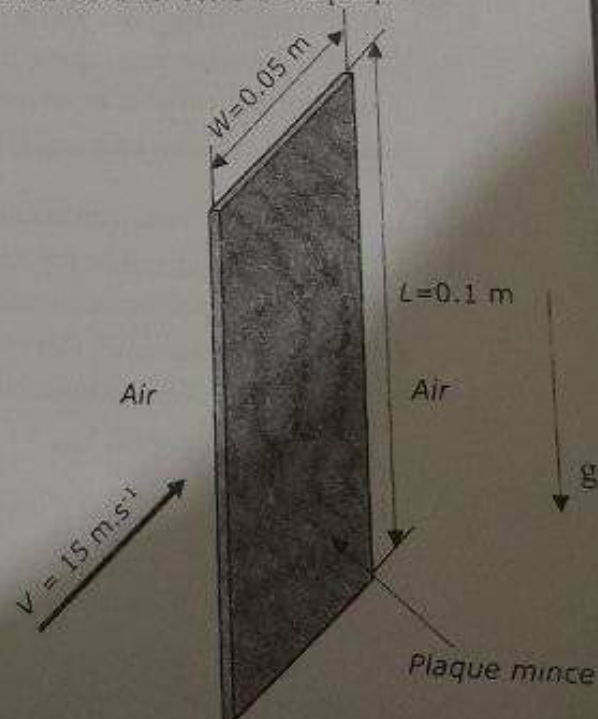
$$Nu_x = 0,5 \cdot Gr_x^{\frac{1}{4}} \cdot Pr^{\frac{1}{4}} \text{ pour } Gr_x < 10^9$$

$$Nu_x = 0,1 \cdot Gr_x^{\frac{1}{3}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} \text{ pour } Gr_x \geq 10^9$$

Pour l'air dans ces conditions, on a :

$$Pr = 0,7, k = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \mu = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1},$$

$$\rho = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \text{ et } g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$



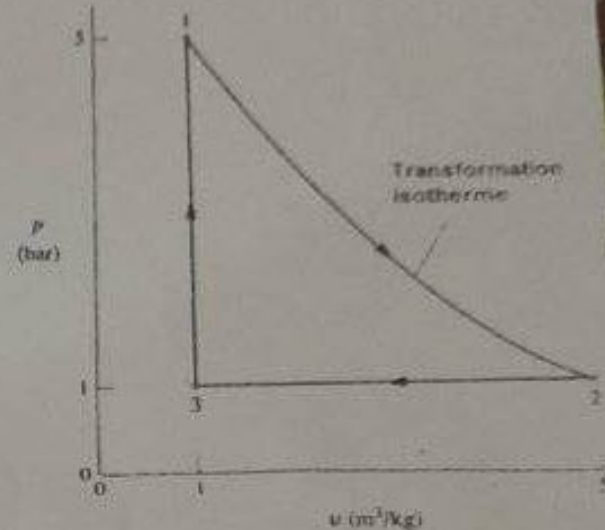


Exercice 03 : (05 pts.)

Un kg d'air est contenu dans un système cylindre-piston. Cette masse d'air subit des transformations selon le cycle tracé sur le diagramme $P-v$ ci-contre, où P est la pression en bar, et v est le volume spécifique en m^3/kg .

1. Calculez le travail effectué dans chaque transformation, W_{12} , W_{23} et W_{31} , en J.
2. Calculez la quantité de chaleur échangée dans chaque transformation, Q_{12} , Q_{23} et Q_{31} , en J.
3. Calculez le rendement thermique du cycle.

La constante universelle des gaz parfaits est $R_u = 8,314 \text{ J/(mol.K)}$.
La masse molaire de l'air est $M = 29 \text{ g/mole}$,
et sa chaleur massique est $C_p = 1004 \text{ J/(kg.K)}$.



Exercice 04 : (05 pts.)

On fait le calcul thermodynamique d'une machine frigorifique qui fonctionne selon le cycle de réfrigération à compression de vapeur, où la condensation du fréon se fait sans sous-refroidissement et son évaporation se fait sans surchauffe. Le débit du fréon R134a qui circule dans la machine est $\dot{m} = 0,03 \text{ kg/s}$. Les températures de vaporisation et de condensation du fréon sont 8°C et 45°C , respectivement. A 45°C , l'enthalpie massique du fréon en état de liquide saturé est $h_3 = 115798 \text{ J/kg}$, et à 8°C son enthalpie massique en état de vapeur saturé est $h_1 = 255042 \text{ J/kg}$. Dans une évolution idéale, l'enthalpie massique à la fin de la compression aurait été $h_{2s} = 281099 \text{ J/kg}$. Cependant, la compression se fait d'une manière réelle avec un rendement isentropique de $\eta_{c,s} = 0,80$.

Les rendements mécanique et électrique du compresseur sont $\eta_{c,m} = 0,95$, et $\eta_{c,el} = 0,98$, respectivement.

1. Représentez avec numérotation le cycle thermodynamique de la machine sur le diagramme $P-h$.
2. Calculez la puissance frigorifique de la machine, \dot{Q}_L .
3. Calculez la puissance électrique que consomme le compresseur, $P_{c,el}$.
4. Calculez la puissance thermique rejetée à l'extérieur à travers le condenseur, \dot{Q}_H .
5. Calculez le COP de la machine.