CORRIGE CNC 2024 Physique II TSI

Proposé par ZEMAHI Fatima CPGE Settat

Partie 1

1.1. PFD appliqué à M dans R qui est galiléen s'écrit : m $\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{f} + \overrightarrow{F_e}$ où $\overrightarrow{F_e}$ = q.$\vec{E}$ est la force électrique. D'où l'équation : $\boxed{m\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{m}{\tau}\vec{v} + q.\vec{E}}$

1.2. La vitesse de la particule est la solution de l'équation différentielle déduite de la question précédente : $\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{1}{\tau}\vec{v} = \frac{q}{m}\vec{E}$ donc $\vec{v}(t) = \vec{v}_H(t) + \vec{v}_P$ où :

- $\vec{v}_H(t)$ est la solution de l'équation homogène : $\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{1}{\tau}\vec{v} = \vec{0}$; donc $\vec{v} = \vec{A}\,e^{-\frac{t}{\tau}}, \vec{A} = \overrightarrow{cte}$
- $\vec{v}_P$ est une solution particulière, soit $\vec{v}_P = \frac{q\tau}{m}\vec{E}$

Ainsi : $\vec{v}(t) = \vec{A}\,e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{q\tau}{m}\vec{E}$ et en utilisant les conditions initiales : $\vec{v}(t=0) = \vec{0}$

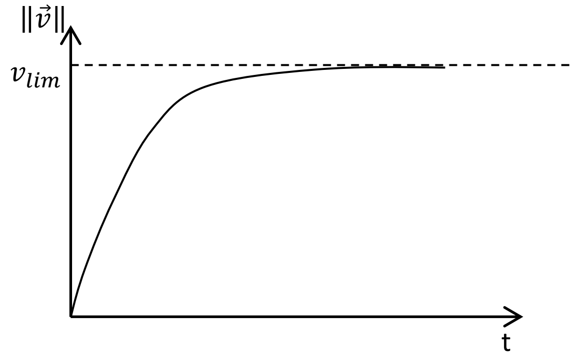
On trouve : $\vec{A} = -\frac{q\tau}{m}\vec{E}$ ainsi $\boxed{\vec{v}(t) = \frac{q\tau}{m}\vec{E}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}$

$\vec{v}(t)$ est colinéaire à $\vec{E}$ = E $\vec{u}_x$ donc le mouvement est selon l'axe (Ox)

Au régime permanent t →+∞ la vitesse devient $\vec{v}_{lim} = \frac{q\tau}{m}\vec{E}$ de module : $\boxed{v_{lim} = |qE|\frac{\tau}{m}}$

La constante de temps est τ.

1.3.



1.4. Les puissances au régime permanent :

$P_{e,\lim} = \vec{v}_{lim}.q\vec{E} = \frac{q^2\tau E^2}{m} > 0$ Pour la force électrique

$P_{f,\lim} = \vec{v}_{lim}.\vec{f} = -\frac{q^2\tau E^2}{m}$ Pour la force de frottement

Conclusion : $P_{e,\lim} = -P_{f,\lim}$ signifie que l'énergie fournie par la force électrique, au régime permanent, est dissipée par les frottements ce qui garde la vitesse constante selon le théorème de la puissance cinétique.

Partie 2

2.1.1. La vitesse d'ensemble est la vitesse moyenne de déplacement des électrons de conduction sous l'effet de la force électrique pour donner naissance à un courent électrique.
Cette vitesse moyenne est calculée par une étude statistique.

2.1.2. Par définition : $\vec{j} = \rho_m.\vec{v}$ où $\rho_m = -e\,N$ la densité volumique des charges mobiles

Ainsi : $\boxed{\vec{j} = -e\,N\,\vec{v}}$

2.3.1. Loi d'Ohm locale : $\vec{j} = \sigma\,\vec{E}$

Selon les résultats précédents : $\vec{j} = -e\,N\,\vec{v}$ avec $\vec{v} = \vec{v}_{lim} = \frac{-e\,\tau}{m}\vec{E}$ on obtient :

$\vec{j} = \frac{e^2 N\,\tau}{m}\vec{E}$ ainsi : $\boxed{\sigma = \frac{e^2 N\,\tau}{m}}$

2.1.4. $\tau = \frac{m\,\sigma}{e^2\,N}$ A.N : $\boxed{\tau = 3{,}5.\,10^{-14}\,\text{s}}$ Durée très faible

2.2.1. Le semi-conducteur contient deux types de porteurs de charge : électrons (n) et trous(p)

le vecteur densité de courant est donc : $\vec{j} = \rho_n.\vec{v}_n + \rho_p.\vec{v}_p = -\,e\,n\,\vec{v}_n + e\,p\,\vec{v}_p$

d'où : $\boxed{\boldsymbol{\vec{j} = e\,(-n\,\vec{v}_n + p\,\vec{v}_p)}}$ avec $\vec{v}_n = \mu_n\vec{E}$ et $\vec{v}_p = \mu_p\vec{E}$ donc : : $\boxed{\boldsymbol{\vec{j} = e\,(-n\mu_n + p\,\mu_p)\,\vec{E}}}$

2.2.2. En identifiant avec la loi d'Ohm locale $\vec{j} = \sigma\,\vec{E}$, la conductivité du semi-conducteur devient :

$$\boxed{\boldsymbol{\sigma = e\,(\,p\mu_p - n\mu_n)}}$$

2.2.3. A T = 400K $\boxed{\sigma = 5{,}04.\,10^{-4}\,S.m^{-1}}$on constate que : $\sigma \ll \sigma_{Cu}$

2.3.1. *On a :* $n_i = n_0\exp(-\frac{E_S}{T\,K_B})$ donc : $\boxed{\boldsymbol{\log n_i = \log n_0 - (\frac{E_s}{K_B \ln 10})\frac{I}{T}}}$ est l'équation d'une droite de pente $a = \frac{-\,E_S}{K_B \ln 10}$.

La pente vérifie : $a = \frac{\Delta(\log n_i)}{\Delta(\frac{1}{T})}$; Dans la représentation graphique n_i est exprimée en cm^{-3}sachant que

$1m^{-3} = 10^{-6}\,cm^{-3}$ alors : $\log \underset{\substack{\uparrow \\ m^{-3}}}{n_i} = \log(\underset{\substack{\uparrow \\ cm^{-3}}}{n_i}.\,10^{-6}) = (\log \underset{\substack{\nearrow \\ cm^{-3}}}{n_i}) - 6$ donc $\Delta(\log \underset{\substack{\uparrow \\ m^{-3}}}{n_i}) = \Delta(\log \underset{\substack{\uparrow \\ cm^{-3}}}{n_i})$

Les valeurs lues sur l'axe horizontal doivent être multipliées par 10^{-3}

$a \approx \frac{11-16}{(3-1{,}5)10^{-3}} = -3{,}33.\,10^{3}$ et comme $E_s = -a\,K_B\,\ln 10$

alors $\boxed{\boldsymbol{E_s \approx 1{,}06.\,10^{-19}J}}$ ou $\boxed{E_s \approx 0{,}66\,eV}$

Détermination de n_0 : pour $\log n_i = 11$ on a $\frac{1}{T} = 3.\,10^{-3}K^{-1}$ avec $\log n_0 = \log n_i + \frac{E_s}{K_B \ln 10}\,\frac{1}{T}$

A .N : $\log n_0 = 21$ alors : $\boxed{\boldsymbol{n_0 = 10^{21}cm^{-3}}}$

2.3.2. À T = 300K , $\frac{1}{T} = 3{,}3.\,10^{-3}K^{-1}$ soit $\frac{1000}{T} = 3{,}3$ correspond graphiquement à :

$n_i \approx 10^{10}\,cm^{-3} = 10^{16}\,m^{-3}$ (proche de la valeur donnée en 2.2.2) ce qui donne : $\sigma \approx 5.\,10^{-4}S/m$

Valeur assez faible.

Partie 3

3.1.1. La loi des nœuds : I = $I_{ph} - I_d$ donc $\boxed{I = I_{ph} - \ I_s(\exp\left(\frac{V}{V_T}\right) - 1)}$

3.1.2. I_{cc} *correspond* à V = 0 donc $\boxed{I_{cc} = I_{ph}}$

V_{co} correspond à I = 0 donc $\boxed{V_{co} = \ V_T \ln[\left(\frac{I_{ph}}{I_s}\right) + 1]}$

A.N : $\boldsymbol{I_{cc} = 40\ mA}$ et $\boldsymbol{V_{co} = 610\ mV}$

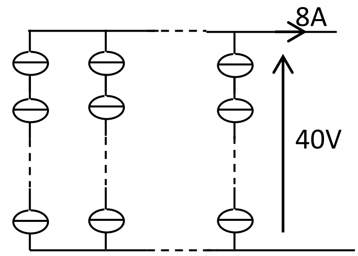
3.1.3. la puissance délivrée par une cellule est par définition : P = I . V , elle est maximale si I et V sont maximaux. Selon la caractéristique ($P_L = 100\ mW$) on a $V_{max} \approx 0{,}5\ V \quad et \quad I_{max} = 40\ mA$

Ainsi : R = $\frac{V_{max}}{I_{max}}$ donne $\boxed{R \approx 12{,}5\ \Omega}$. la puissance maximale est : $\boxed{P_{max} = \ 20\ mW}$

3.1.4. La puissance d'éclairement pour une cellule de surface s = 1 cm^2 est $P_L = \ \xi . s$ soit $P_L =$ $100\ mW$

Donc chaque cellule délivre le courant 40 mA, c'est le courant qui parcourt une branche contenant des cellules montées en série.

Le courant délivré par le panneau est $I_{pan} = \frac{320}{40} = 8A$ donc le nombre de branches dans le panneau est : $\boldsymbol{N_{branche} = \ \frac{8}{40.10^{-3}} = 200}$



La tension entre les bornes de chaque cellule (à $P_L = 100mW$) est 0,5 V alors que celle entre les bornes du panneau est 40V, alors le nombre de cellule par branche est $\boldsymbol{N_{série} = \ \frac{40}{0{,}5} = 80}$

Le nombre total de cellule par panneau est : $\boxed{\mathbf{N = 80 * 200 = 16.\ 10^3}}$

3.1.5. 3,2 kW est dix fois la puissance 320W fournie par un panneau, il faut alors associer 10 panneaux pour l'obtenir. Le nombre de cellule dans tous ces panneaux est N'= 10.N = 16. 10^4

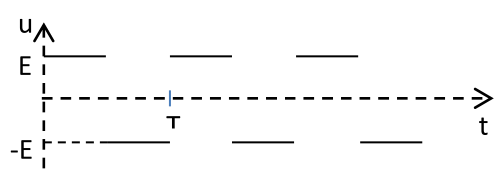
La surface totales des cellules utilisées : $S_{tot} = N' * s$; A.N : $\boxed{S_{tot} = 16.\ 10^4 cm^2 = 16\ m^2}$

Le rendement est défini par : r = $\frac{Puissance\ électrique}{Puissance\ lumineuse\ reçue}$

Donc r = $\frac{3{,}2.10^3}{S_{tot}.\xi}$ A.N : $\boxed{r = 20\ \%}$

Le rendement est très faible car les électrons sélectionnent dans toute l'énergie solaire incidente, l'énergie convenable dont les ondes électromagnétique ont la fréquence qui vérifie la relation $E_{ionisation} = h\nu$, donc une faible partie de l'énergie incidente est absorbée.

3.2.1. Si 0<t< $\frac{T}{2}$: u = E et si $\frac{T}{2} < t < T$: u = -E

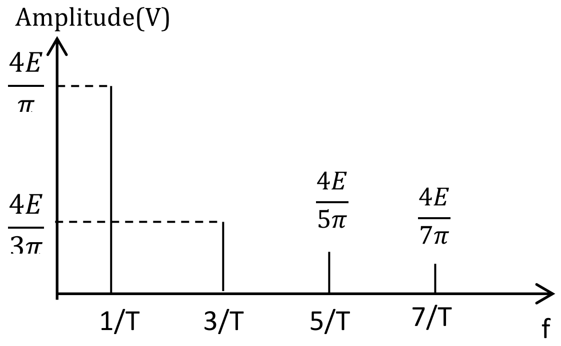


3.2.2. Définition : La valeur efficace d'un signal est la racine carrée de la valeur moyenne temporelle de son carré.

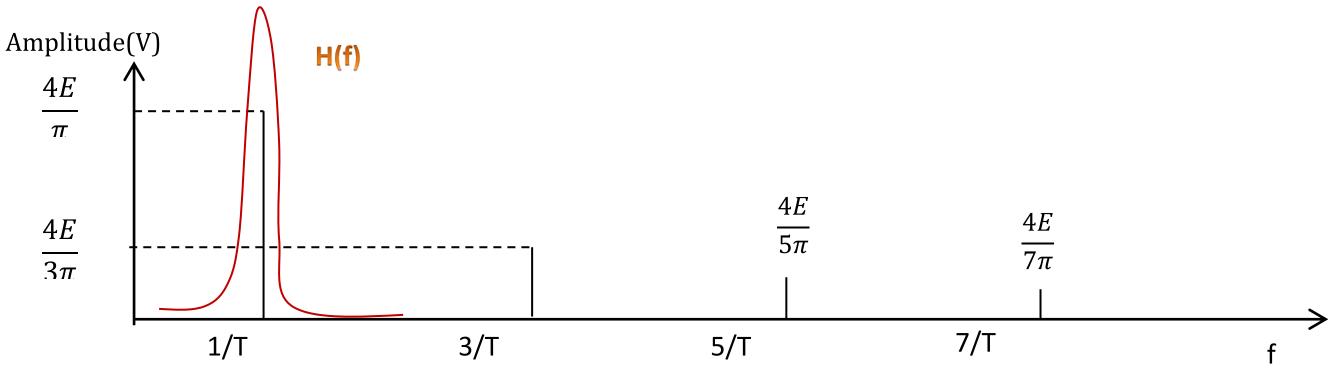
$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T E^2 dt} = E$ qui est différente de ($\frac{E}{\sqrt{2}}$) la valeur efficace d'un signal sinusoïdal de même amplitude E.

3.2.3. Le terme $\frac{4E}{\pi}$ sin($\frac{2\pi}{T}t$) est le fondamental car ayant la même période que le signal u(t), les autres termes s'appellent les harmoniques.

3.2.4.



3.2.5. Le dipôle RLC série dont la sortie est aux bornes de la résistance, est un filtre passe-bande, sélectif si **R est assez faible** (grande valeur du facteur de qualité Q=$\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$) . Si en plus les valeurs de L et C sont choisis tel que : **T = 2π$\sqrt{LC}$** alors la sortie sera sinusoïdale de période T.



H(f) est le module de la fonction de transfert du filtre.