

CORRIGE PARTIE CCMP – Balance de COTTON

I la balance de Cotton

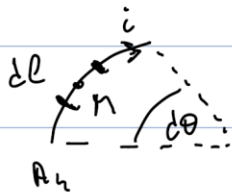
1. Il faut donc montrer que : $\vec{OG} \wedge m\vec{g} = \vec{0}$ avec m : masse des parties mobiles.

↳ ainsi les effets du poids des parties mobiles seront nuls ds ce qui suit

Appliquons le TAC en O aux parties mobiles, soulevées au poids en G

et la réaction en O : $\vec{0} = \vec{OG} \wedge m\vec{g} + \vec{OO} \wedge \vec{R}$ c'est

2. $\vec{\mathcal{M}}_O(\vec{F}_{Lp}) = \int d\vec{\mathcal{M}}$ avec $d\vec{\mathcal{M}} = \vec{ON} \wedge (i d\vec{\ell} \wedge \vec{B})$ et $d\vec{\ell} = R d\theta \vec{e}_\theta$



$$\text{ainsi } d\vec{\mathcal{M}} = R\vec{e}_r \wedge \underbrace{(i d\theta B \vec{e}_\theta \wedge \vec{e}_\theta)}_{\vec{e}_r} = \vec{0}$$

Le moment des forces de Laplace sur les parties en arc de cercle est donc nul

3. Il me reste donc que le moment de $\vec{F}_{Lp}$ s'exercent sur A_3A_4 : $\vec{\mathcal{M}}_O(\vec{F}_L)$

$$d\vec{\mathcal{M}} = \vec{ON} \wedge (i d\vec{\ell} \wedge \vec{B}) = x \vec{e}_x \wedge (i dx \vec{e}_x \wedge B \vec{e}_y) = -i B x dx \vec{e}_y$$

$$\vec{\mathcal{M}}_O(\vec{F}_L) = \int_{x=d_1+l/2}^{d_1-l/2} -i B x dx \vec{e}_y = -\frac{iB}{2} [x^2]_{d_1+l/2}^{d_1-l/2} = \frac{iB}{2} \left[\left(d_1 + \frac{l}{2}\right)^2 - \left(d_1 - \frac{l}{2}\right)^2 \right]$$

$$= \frac{iB}{2} (2d_1 l) = i B l d_1 \Rightarrow \vec{\mathcal{M}}_O(\vec{F}_L) = i B l d_1 \vec{e}_y$$

A l'équilibre : $i B l d_1 = m g d_2$ car $\|\vec{\mathcal{M}}_O(\vec{F}_L)\| = \|\vec{\mathcal{M}}_O(\vec{P})\|$

↑
moment du plateau

$$B = \frac{m g d_2}{i l d_1}$$

4. il vient : $\delta B = \frac{5 m g d_2}{i l d_1}$, δB étant la + petite valeur mesurable

Or : $\delta B = 10^{-3} \text{ T} \Rightarrow$ la balance est utilisable pour les champs usuels :

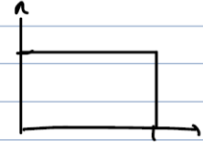
aimants permanents, bobines de TP : $B \approx 0,1 \text{ T}$

Centrale PC épreuve 1 2022, extrait

I. Énergie photovoltaïque

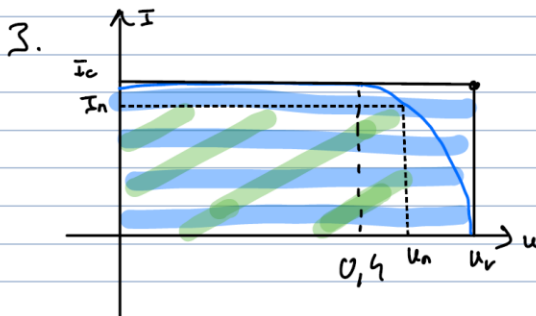
1. On veut $P = UI$ maximale pour $E_i = 1000 \text{ W.m}^{-2}$

graphiquement cela représente l'aire du rectangle

Il "semble" maximal vers $u=0,5$ et $I=2,7 \text{ A}$ (En effet $u=0,4$ et $I=2,95$ donne 1 valeur inférieure et $u=0,52$ aussi.)On trouve $P = 1,35 \text{ W} \equiv P_{\text{nom}}$.rem: calculer l'aire du rectangle revient aussi à tracer $UI = f(u)$ 2. $S = 100 \text{ cm}^2$ La cellule reçoit donc 10 W . Elle fournit $1,3 \text{ W}$

$$\eta = \frac{1,3}{10} = 0,13 \rightarrow 13\% \quad \text{Centrale nucléaire : } 30\%$$

Les valeurs standard st de 14% à 19%



FF est donc le rapport des 2 aires des rectangles vert et bleu.

 u_r et I_c étant les valeurs max

$$FF \leq 1$$

4. On calcule $FF = 0,73$. Le record actuel est de $0,86$, les valeurs standard $\approx 0,8$

II Conduction

5. $m \frac{d\vec{v}}{dt} = -e\vec{E} - \frac{m}{\tau} \vec{v}$

$\vec{m}\vec{a} = \vec{F}_{\text{Lorentz}} + \vec{F}_{\text{frot fluide}} (-h\vec{v} \text{ avec } h = \frac{m}{\tau})$
($q\vec{E}$)

6 RP: $\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v} = -\frac{Ze}{m} \vec{E} = \mu_e \vec{E} \text{ avec } \mu_e = -\frac{Ze}{m} < 0$

rem: $\vec{E}$ et $\vec{v}_e$ st de sens opposés

7. $\vec{j} = \underbrace{n_e(-e)}_{p_m} \vec{v} = \frac{n_e e^2 \tau}{m} \vec{E} = \gamma \vec{E} \text{ avec } \gamma = \frac{n_e e^2 \tau}{m}$ rem: $\gamma > 0$
 $\vec{j} \parallel \vec{E}$ pour les électrons

8. On a: $n_e = n_p$

Par ailleurs: $\vec{j} = \vec{j}_e + \vec{j}_p = n_e [(-e)\vec{v}_e + e\vec{v}_p] = e n_e (\mu_p - \mu_e) \vec{E}$

et donc: $\gamma_{\text{total}} = e n_e (\mu_p + |\mu_e|) \Rightarrow n_e = \frac{\gamma_{\text{total}}}{e(\mu_p + |\mu_e|)} = 1.36 \cdot 10^{16} \text{ m}^{-3}$

Enfin il y a dans 1 m^3 nat atomes de silicium /

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{mat. mat}}{1 \text{ m}^3} = \frac{\pi}{\text{at}} \cdot \text{mat} \Rightarrow \text{mat} = \frac{\rho \cdot \pi}{\text{at}} = 5 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$

Soit une proportion de: $\frac{n_e}{\text{mat}} = 2.7 \cdot 10^{-17}$ c'est une proportion très faible.

Dopage

Q.9 $[Si] = [Ne] 3d^2 3p^2 \rightarrow$ le silicium possède 4 e^- de valence

les éléments situés dans la colonne précédente sont au: $ns^2 np^1 \Rightarrow 3 e^-$ de val et vont donc assurer une conduction par trous

B, Ga $\rightarrow$ type P

P, As $\rightarrow$ type N

Q.10. $Z_{\text{dep}} = \frac{10^{-22}}{5 \cdot 10^{-28}} = 2 \cdot 10^{-7}$ Pas d'élément de comparaison...

Q.11. notons que $n_{\text{dep}} = 10^{21} \gg n_e = n_p$ et on a tjs: $\mu_p = |\mu_e|$

On peut donc supposer que la conduct est due uniquement aux trous ainsi ajoutés

$\gamma_{\text{dep}} = n t e^2 \frac{\tau}{m}$ et $\mu_p = e \frac{\tau}{m} \Rightarrow \gamma_{\text{dep}} = n t e \mu_p = 72.9 \text{ S.m}^{-1} \gg \gamma_{\text{Si}}$

Q.12 Pour un même éclaircissement, ces générateurs dopés fourniront un courant plus élevé.

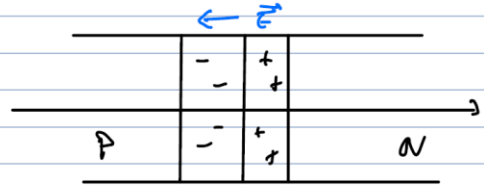
Jonction PN

Q13. Le phénomène de diffusion à travers le solide support crée le migrant.

Q14. $0 < z < z_1$ des e^- ont migré vers la $j < 0$ et laissant derrière eux des charges positives $p_1 = e N_A$

$z_2 < z < 0$: les trous diffusent vers le région N, laissant derrière eux des charges négatives $p_2 = -e N_P$

rem : les atomes captent tous les e^- , seules les charges bénéficiaires st à prendre en compte



Q15. l'électroneutralité de la jonction donne :

$$\int p_1(z_1) + \int p_2(-z_2) = 0 \Rightarrow p_1 z_1 = p_2 z_2 \Rightarrow N_A z_1 + N_P z_2 = 0$$

Q16. La distribution de charges est invariante par translation selon Ox et $Oy \Rightarrow V = V(z)$

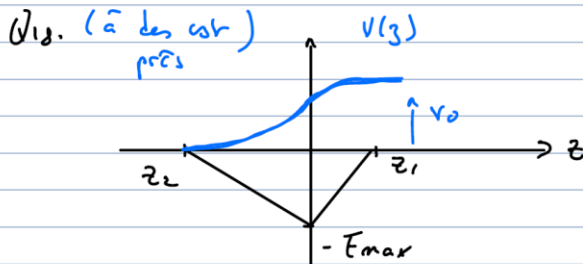
$$\text{or } \vec{E} = -\text{grad}(V) = -\frac{dV}{dz} \vec{e}_z = E(z) \vec{e}_z$$

$$\text{P.G. : } \text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon} = \frac{dE}{dz} \quad \text{Or } p_1 \text{ et } p_2 \text{ sont des constantes}$$

$\hookrightarrow E(z)$ est affine par morceaux

Q17. Calcul de $E_{\max}$ $0 < z < z_1$: $\frac{dE}{dz} = \frac{p_1}{\epsilon} = \frac{-E_{\max} - 0}{0 - z_1} = \frac{p_1}{\epsilon} \Rightarrow E_{\max} = \frac{z_1 p_1}{\epsilon} = \frac{z_1 N_A e}{\epsilon}$

$0 > z > -z_2$ $\frac{dE}{dz} = \frac{p_2}{\epsilon} = \frac{0 - (-E_{\max})}{-z_2 - 0} = \frac{E_{\max}}{-z_2} \Rightarrow E_{\max} = \frac{-z_2 p_2}{\epsilon} = \frac{-z_2 e N_P}{\epsilon} \quad (z_2 < 0)$



$$\frac{dV}{dz} = -E(z) = - \begin{cases} -E_{\max} + \frac{z}{z_2} E_{\max} & \text{si } z_2 < z < 0 \\ -E_{\max} + \frac{z}{z_1} E_{\max} & \text{si } 0 < z < z_1 \end{cases}$$

$$\frac{dV}{dz} = \begin{cases} E_{\max} (1 - \frac{z}{z_2}) \\ E_{\max} (1 - \frac{z}{z_1}) \end{cases}$$

$$V(z) = \begin{cases} E_{\max} (1 - \frac{z}{z_2}) z + C_1 \\ E_{\max} (1 - \frac{z}{z_1}) z + C_2 \end{cases} \quad \text{C de } V(z) \text{ en } z=0 \Rightarrow C_1 = C_2$$

$$\begin{cases} V(z_2) = \frac{E_{\max} z_2}{2} + C \\ V(z_1) = \frac{E_{\max} z_1}{2} + C \end{cases} \Rightarrow V_0 = V(z_1) - V(z_2) = \frac{E_{\max} (z_1 - z_2)}{2}$$

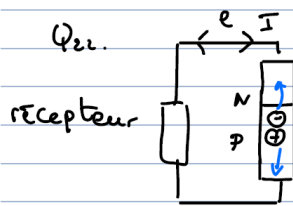
Q19 Selon Q17
$$z_1 - z_2 = \left(\frac{\varepsilon}{N_N e} + \frac{\varepsilon}{N_P e} \right) E_{mar} = \frac{\varepsilon}{e} \left(\frac{1}{N_N} + \frac{1}{N_P} \right) \frac{2V_0}{z_1 - z_2}$$

$$z_1 - z_2 = \sqrt{\frac{2V_0 \varepsilon}{e} \left(\frac{1}{N_N} + \frac{1}{N_P} \right)} \quad \text{c.f.d.}$$

Q20 AN:
$$\omega \approx \sqrt{\frac{2V_0 \varepsilon}{e N_P}} \approx 0,3 \mu\text{m}$$

Q21. $E = |qV| = eV_0 \Rightarrow$ aussi $h\nu_{\text{rayonné}} = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eV_0} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \in \text{Rayonné solaire}$
(uv)

donc la réponse est oui



les e^- sont soumis à $\vec{f} = q\vec{E} = -e\vec{E}(y)\vec{e}_y$
 ≥ 0

Il y a donc une circulation d' e^- dans le circuit

(générateur électrique), les e^- arrivant dans la zone P

depuis l'extérieur se recombinaient avec un trou.