SPE PSI* 09/10 DS2
Correction succincte

A.1 $\underbrace{\vec{f}}_{kg\cdot m\cdot s^{-2}} = -\frac{\overbrace{m}^{kg}}{\tau}\underbrace{\vec{v}}_{m\cdot s^{-1}}$ donc la constante τ est en seconde.

A.2 Le principe fondamental de la dynamique appliqué à l'électron dans le référentiel du matériau supposé galiléen conduit à $m\frac{d\vec{v}}{dt} = -e\vec{E} - \frac{m}{\tau}\vec{v}$. En régime permanent, la vitesse ne dépend plus du temps et donc $\boxed{\vec{v}_{lim} = -\frac{e\tau}{m}\vec{E}}$

A.3 Vecteur densité de courant : $\boxed{\vec{j}_{el} = -en_e\vec{v}_{lim} = \frac{e^2\tau n_e}{m}\vec{E}}$

D'après l'expression de la loi d'Ohm locale $\vec{j}_{el} = \sigma\vec{E}$, il vient $\boxed{\sigma = \frac{e^2\tau n_e}{m}}$

A.4 $\boxed{n_e = \frac{d\,\rho_{eau}}{M_{Cu}}N_A}$

A.N : $n_e = \frac{d\,\rho_{eau}}{M_{Cu}}N_A = \frac{8{,}9.1000.(6.02)10^{23}}{63.5.10^{-3}} = 8{,}4.10^{28}$ $\boxed{n_e = 8{,}4\cdot10^{28}\ \text{m}^{-3} = 8{,}4\cdot10^{22}\ \text{cm}^{-3}}$.

C'est plus de 8000 fois celle du silicium ! Le cuivre est bien plus conducteur que le silicium, qui est un semi-conducteur.

A.10 Un trou possède une charge +*e*. Pour l'équilibre la loi d'action de masse s'écrit :
$K°(T) = a_{trou}.a_{électron} / a_{Silicium}$. L'activité de Si solide vaut un. L'activité du trou et de l'électron correspond à la concentration de ces espèces dans le Silicium. Donc $K°(T) = n.N_A.p.N_A / c°^2$. D'où $np = Cte$.
La constante dépend de la température et du matériau.

A.11 Si : 4 él de valence P : 5 él de valence B : 3 él de valence ion P^+ ion B^-

A.12 Dopage au phosphore : densité électronique n_e augmente (dopage N)

Traduisons la neutralité électrique de l'ensemble : $p + N_P = n$

Or on a $n \cdot p = n_i^2$ d'où $\boxed{n = N_P}$ $\boxed{n = \frac{n_i^2}{p} = N_p}$

A.13 Par analogie : $\boxed{n \approx \frac{n_i^2}{N_B}}$ $\boxed{p = \frac{n_i^2}{n} = N_B}$

A.14 L'ensemble est neutre donc : $\boxed{\rho_1 L_1 + \rho_2 L_2 = 0}$.

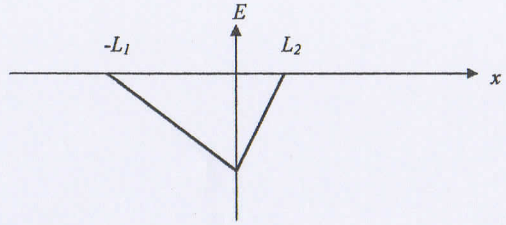
A.15 Gauss locale : $\boxed{div\vec{E} = \frac{\rho_c}{\varepsilon} \Rightarrow \frac{dE}{dx} = \frac{\rho_c}{\varepsilon}}$

En intégrant dans les différentes zones et avec la continuité de E (pas de charges surfaciques), on obtient :

$x < -L_1$: $E = 0$ $0 > x > -L_1$: $E = \frac{\rho_1}{\varepsilon}(x + L_1)$

$0 < x < L_2$: $E = \frac{\rho_2}{\varepsilon}(x - L_2)$ $x > L_2$: $E = 0$

Représentation graphique :



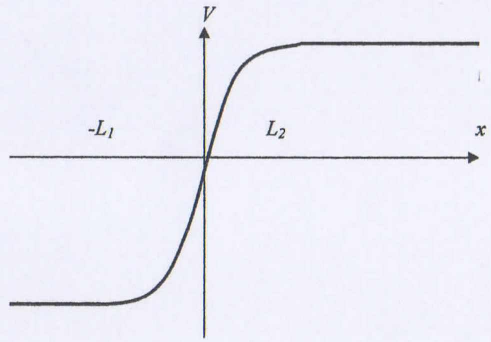
A.16 $\vec{E} = E(x)\vec{e}_x = -\overrightarrow{grad}V = -\frac{dV}{dx}\vec{e}_x$. On choisit $V(x=0) = 0$

En intégrant dans les différentes zones et en écrivant la continuité du potentiel *V*, on arrive à :

$x < -L_1$: $V = \frac{\rho_1}{2\varepsilon}L_1^2$ $0 > x > -L_1$: $V = -\frac{\rho_1}{\varepsilon}\left(\frac{x^2}{2} + L_1 x\right)$

$0 < x < L_2$: $V = -\frac{\rho_2}{\varepsilon}\left(\frac{x^2}{2} - L_2 x\right)$ $x > L_2$: $V = \frac{\rho_2}{2\varepsilon}L_2^2$

Représentation graphique :



A.17 $\boxed{V_0 = \frac{\rho_2 L_2^{\,2}}{2\varepsilon} - \frac{\rho_1 L_1^{\,2}}{2\varepsilon}}$

A.18 immédiatement : $\boxed{\rho_1 = -eN_1}$ et $\boxed{\rho_2 = eN_2}$

Or $\rho_1 L_1 + \rho_2 L_2 = 0$ soit $N_2 L_2 = N_1 L_1$.   Si $N_1 >> N_2$ alors $\boxed{L_1 << L_2}$

La largeur de la ZCE est $\boxed{\delta = L_1 + L_2 \approx L_2}$

A.19 $V_0 = \frac{\rho_2 L_2^{\,2}}{2\varepsilon} - \frac{\rho_1 L_1^{\,2}}{2\varepsilon} = \frac{\rho_2 L_2 L_2 - \overbrace{\rho_1 L_1}^{=-\rho_2 L_2} L_1}{2\varepsilon} = \rho_2 L_2\frac{L_2 + L_1}{2\varepsilon} \approx \rho_2\frac{L_2^2}{2\varepsilon} = eN_2\frac{\delta^2}{2\varepsilon}$

d'où $\boxed{\delta = \sqrt{2\frac{\varepsilon V_0}{eN_2}}}$ Application numérique : $\boxed{\delta = \sqrt{2\frac{(1{,}4.10^{-10})0.3}{(1{,}6.10^{-19})1{,}6.10^{21}}} = 0{,}57\ \mu\text{m}}$