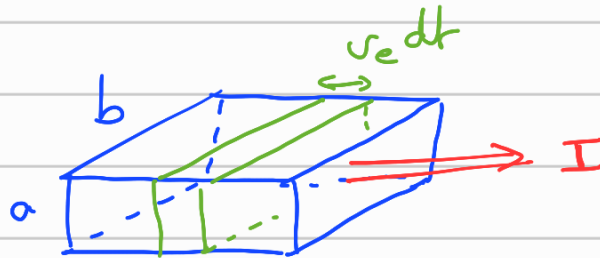


NECA4 - Entraînement correction

Q1. Non relativiste signifie que leur vitesse est très inférieure à c .

Q2. $I = \frac{dq}{dt}$
avec $dq =$ quantité d'électricité qui traverse la section de conducteur pendant la durée $dt =$ charge contenue dans le volume $a.b.v_e dt$.



$$dq = n_e \cdot e \cdot a \cdot b \cdot v_e dt$$

$$\Rightarrow I = n_e e \cdot a \cdot b \cdot v_e$$

Q3. On applique le PFD au système {électron} dans le référentiel terrestre supposé galiléen :

$$m\vec{a} = \vec{F}_e + \vec{F}_p$$

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -e\vec{E} - \alpha\vec{v}$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{e}{m}\vec{E} - \frac{\alpha}{m}\vec{v}$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{\alpha}{m}\vec{v} = -\frac{e}{m}\vec{E}$$

On pose $\frac{\alpha}{m} = \frac{1}{\tau}$

$$\boxed{\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{1}{\tau}\vec{v} = -\frac{e}{m}\vec{E}}$$

Q4. Le courant électrique est dans le sens de déplacement des charges positives.

Pour les électrons $q = -e < 0$ donc \vec{v} est de sens opposé à I .

Ici on a donc $\boxed{\vec{v} = -v\vec{u}_x}$

Q5. Pour des porteurs de charge positive \vec{v} est dans le sens de I .

$$\boxed{\vec{v} = v\vec{u}_x}$$

Q6. $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

Q7. $P_m = \vec{F}_m \cdot \vec{v} = (q\vec{v} \wedge \vec{B}) \cdot \vec{v} = 0$

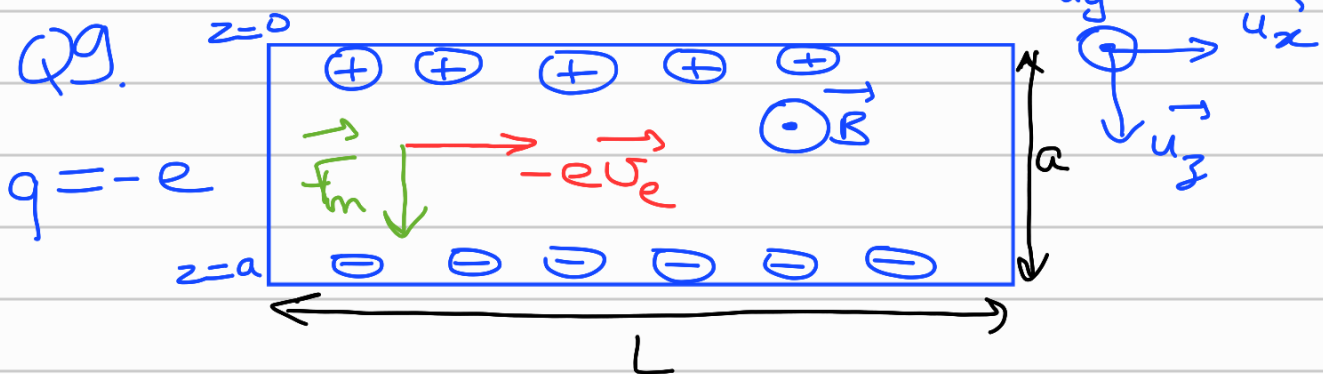
car $\vec{v} \wedge \vec{B}$ est orthogonal à \vec{v} .

D'après le théorème de la puissance cinétique $\frac{dE_c}{dt} = P_m = 0$

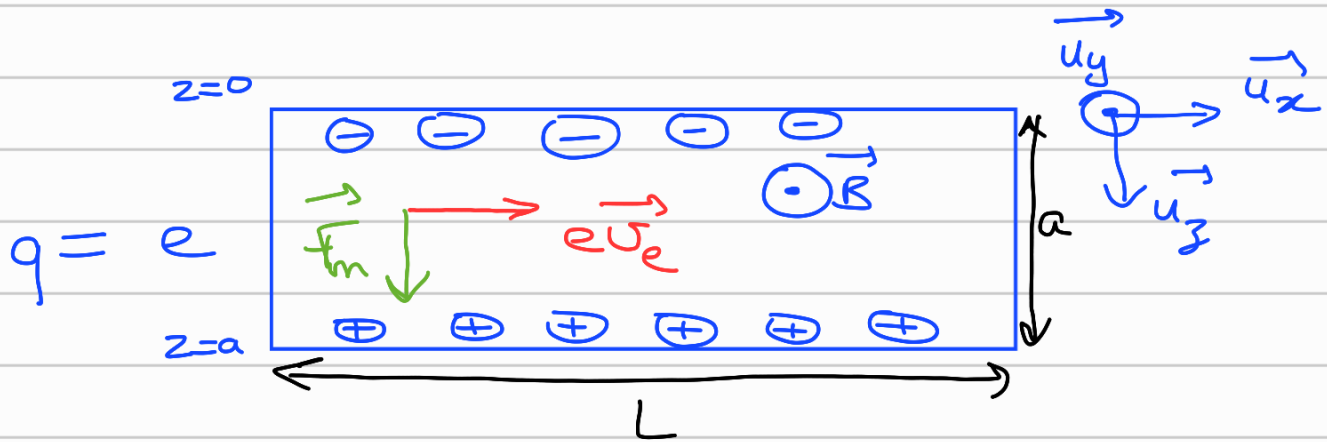
$\Rightarrow E_c = \text{cte}$ le mouvement est uniforme.

Q8. Un porteur de charge va donc subir une force perpendiculaire à \vec{v} et à \vec{B} , donc dirigée selon \vec{u}_y .

Les porteurs de charge vont donc s'accumuler sur les faces inférieure et supérieure du conducteur ($z=0$ et $z=a$), ce qui génère une différence de potentiel électrique entre les 2 faces = une tension apparaît.



(le conducteur reste globalement neutre donc si les électrons se déplacent sur la face inférieure il apparaît un excédent de charge positive sur la face supérieure)



Q10 Si on relie la masse du voltmètre à la face inférieure et la borne de mesure à la face supérieure on mesure une tension u .

- si $u > 0$ les porteurs sont de charge positive.
- si $u < 0$ les porteurs sont de charge négative.

⇒ le signe de u renseigne sur le signe de la charge des porteurs.

Q11. le champ électrique va des charges \oplus vers les charges \ominus donc \vec{E}_H est dirigé selon $+\vec{u}_z$: $\vec{E}_H = E_H \vec{u}_z$ avec $E_H > 0$

Q12. D'après la 1^{ère} loi de Newton, si un électron est en mouvement rectiligne uniforme, la résultante des

forces qu'il subit est nulle :

En notant \vec{F}_H la force générée par le champ de Hall. $\vec{F}_H = -e\vec{E}_H$

$$\underbrace{\vec{F}_d + \vec{F}_j}_{\text{colinéaire à } \vec{u}_x} + \underbrace{\vec{F}_m + \vec{F}_H}_{\text{colinéaire à } \vec{u}_z} = \vec{0}$$

Dans la direction \vec{u}_z on a :

$$-e\vec{v}_e \wedge \vec{B} - e\vec{E}_H = \vec{0}$$

$$\vec{E}_H = -\vec{v}_e \wedge \vec{B}$$

Q13. $\vec{E}_H \vec{u}_z = -(-v_e \vec{u}_x) \wedge B_0 \vec{u}_y$

$$\boxed{E_H = v_e B_0}$$

Or $I = n_e e a b v_e$

$$\Rightarrow v_e = \frac{I}{n_e e a b}$$

$$E_H = \frac{B_0 I}{n_e e a b}$$

Q 14 $U_H = - \int_{z=0}^{z=a} \frac{B_0 I}{n_e e a b} \cdot \vec{u}_z \cdot (dx \vec{u}_x + dy \vec{u}_y + dz \vec{u}_z)$

$$U_H = - \frac{B_0 I}{n_e e a b} \int_{z=0}^{z=a} dz$$

$$U_H = - \frac{B_0 I}{n_e e b}$$

Remarque : on a bien $U_H < 0$ pour des porteurs négatifs.

Q15. Pour des porteurs positifs : $\vec{v}_p = v_p \vec{u}_x$
 et $\vec{E}_H = - E_H \vec{u}_z$ (voir schéma Q9)

Avec le même raisonnement qu'en Q14 :

$$\vec{F}_m + \vec{F}_H = \vec{0}$$

$$\Leftrightarrow e v_p \vec{u}_x \wedge B_0 \vec{u}_y - e E_H \vec{u}_z = \vec{0}$$

$$e v_p B_0 \vec{u}_z = e E_H \vec{u}_z$$

$$E_H = v_p \cdot B_0 = \frac{I B_0}{n_p e a b}$$

$$\text{et } U_H = - \int_{z=0}^{z=a} - \frac{I B_0}{n_p e a b} dz = \frac{B_0 I}{n_p e b}$$

Q16. $n_e = n \text{ atomes} / \text{m}^3$ car chaque atome libère 1 électron de conduction.

$$n_e = \frac{N}{V} = \frac{n \cdot \rho_A}{V} = \frac{m}{\rho} \frac{\rho_A}{V} = \frac{e \rho_A}{\rho}$$

$$\text{AN: } n_e = \frac{8,9 \cdot 10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{635 \cdot 10^{-3}} = 8,4 \cdot 10^{28} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$U_H = \frac{-0,1 \cdot 0,1}{8,4 \cdot 10^{28} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{-3,7 \cdot 10^{-9} \text{ V}}}$$

Cette valeur est trop faible pour être mesurée expérimentalement.

Q17. Pour le germanium :

$$U_H = \frac{-0,1 \cdot 0,1}{7 \cdot 10^{22} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{4,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}}}$$

Cette valeur reste faible mais elle est tout à fait mesurable expérimentalement.