QC :

1) $\vec{E} = -\vec{\text{grad}}\,V$

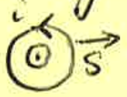
2) $\int_A^B \vec{E}\cdot\vec{dl} = \int_A^B -\vec{\text{grad}}\,V\cdot\vec{dl} = \int_B^A dV = V(A)-V(B)$ CQFD

3) A l'équilibre dans un conducteur $\vec{E}=0$, V est uniforme et $\rho=0$ les charges sont en surface du conducteur. Au voisinage du conducteur $\vec{E}$ est // à la normale et vaut $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{n}$ avec $\vec{n}$ normale extérieure et σ densité surfacique de charges

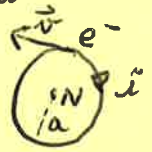
4) Dans un conducteur en équilibre, les charges s'accumulent ds les parties très courbées d'où d'après Coulomb $\vec{E}$ sera fort donc risque de décharge dans l'air (principe du paratonnerre).

5) Soit un circuit parcouru par un courant i ayant une normale $\vec{n}$ et une surface $\vec{S}$, par définition le moment magnétique $\boxed{\vec{M} = iS\vec{n}}$

6) $\vec{v}$ e⁻



Un e⁻ en mouvement est équivalent à un courant en sens contraire car $e<0$ d'où



$\otimes\ \vec{M} = \frac{e}{T}\pi a^2\vec{n}$

7) Les moments magnétiques orbitaux et de spin se compensent.

8) En régime variable $\rho(t)$ les charges se déplacent donc il existe un $i(t)$ donc $\exists\ \vec{B}(t)$ donc $\exists\ \vec{A}(t)$ par $\vec{B} = \vec{\text{rot}}\,\vec{A}$ donc il existe un $\vec{E}$ par $\vec{E} = -\frac{\partial\vec{A}}{\partial t}$. Conclusion $\vec{B}(t)$ entraîne $\vec{E}(t)$. Réciproquement si $\vec{E}(t)$, il existe un courant car les charges bougent donc $\exists\ 1\ \vec{B}(t)$ CQFD

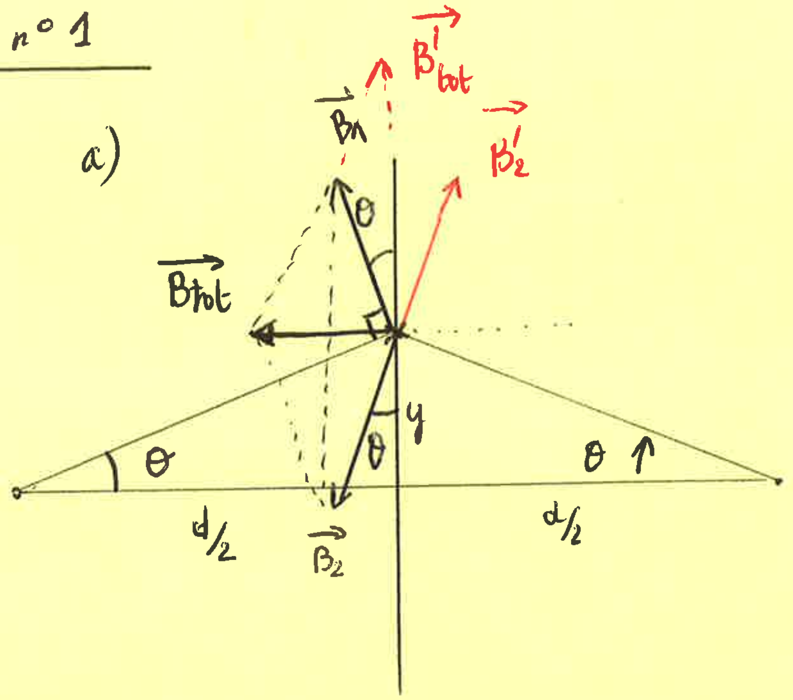
9) C'est une onde dont tous les points d'1 plan $\perp$ à la direction de propagation sont dans le même état électromagnétique

10) $\vec{E}$ et $\vec{B}$ sont $\perp$ à la direction de propagation, $\vec{E}$ et $\vec{B}$ sont $\perp$ entre eux, et $\|\vec{E}\| = c\|\vec{B}\|$. D'autre part $\vec{E}, \vec{B}$ et la direction de propagation forment un trièdre direct.

13'

Exercice n° 1

1) a)



b) $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi\sqrt{y^2 + d^2/4}}$

c) Voir a) $\vec{B_{tot}} \perp (\pi)$ vers la gauche

d) $B_{tot} = 2B\sin\theta = \dfrac{2\mu_0 I}{2\pi\sqrt{y^2+\frac{d^2}{4}}} \times \dfrac{y}{\sqrt{y^2+\frac{d^2}{4}}} \Rightarrow B_{tot} = \dfrac{\mu_0 I\, y}{\pi(y^2+d^2/4)}$

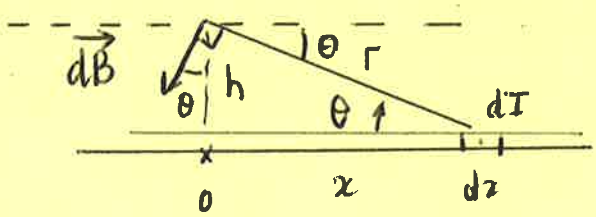
2°) a) en rouge $\vec{B'_1} = \vec{B_1}$ $\vec{B_2}'$ en rouge

b) B'_{tot} en rouge $\vec{B'_{tot}} \perp$ aux fils et $/\!/ (\pi)$

c) $B'_{tot} = 2B\cos\theta = \dfrac{2\mu_0 I}{2\pi\sqrt{y^2+\frac{d^2}{4}}} \times \dfrac{d/2}{\sqrt{y^2+d^2/4}} = \dfrac{\mu_0 I\, d}{2\pi\sqrt{y^2+d^2/4}^{\,2}}$

3°) a) $dI = \vec{j}\cdot\vec{dS} = j\,e\,dx$

b)



$\sin\theta = \dfrac{h}{r}$

c) $dB = \dfrac{\mu_0\, dI}{2\pi\, h}\sin\theta$

4) a) Tout dx a son fil symétrique en $-x$ donc d'après 1) $\vec{B}_{tot} // Ox$ et en sens contraire si $dI > 0$

b) $dB_x = -\,dB\sin\theta = -\dfrac{\mu_0\, dI}{2\pi h}\sin^2\theta$

5°) a) $\dfrac{h}{x} = \tan\theta \Rightarrow x = h\dfrac{\cos\theta}{\sin\theta} \Rightarrow dx = h\, d\left(\dfrac{\cos\theta}{\sin\theta}\right)$

$$\Rightarrow dx = -\frac{h\, d\theta}{\sin^2\theta}$$

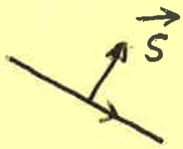
b) $dB_x = +\dfrac{\mu_0\, j e\, h\, d\theta}{2\pi h} = \dfrac{\mu_0\, j e}{2\pi}\, d\theta$

en intégrant $\boxed{B_x = -\dfrac{\mu_0\, j e}{2}}$ θ varie de π à 0

c) B indépendant de h car nappe ∞. Il n'y a pas de référence de longueur pour h

(31')

Exercice n° 2:

1) 

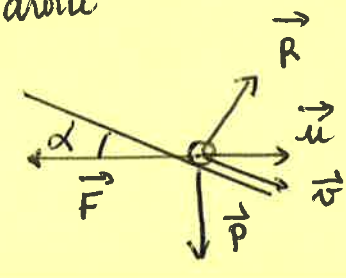
2) $\phi = \vec{B}.\vec{S} = Bax\cos\alpha$

3) $e = -\dfrac{d\phi}{dt} = -Ba\cos\alpha\, v$ 4) $i = \dfrac{e}{R} = -\dfrac{Bav\cos\alpha}{R}$

5) $e = -Ba\cos\alpha\, v - L\dfrac{di}{dt} \Rightarrow L\dfrac{di}{dt} + Ri = -Ba\cos\alpha\, v$
$= Ri$

6) $\vec{F} = i\,\vec{AC}\wedge\vec{B} = iaB\,\vec{u}$ $\vec{u}$ unitaire horizontal vers la droite

$\vec{F} = -\dfrac{B^2a^2v\cos\alpha}{R}\,\vec{u}$



7) $\vec{F}\cdot\vec{v} < 0$ la force s'oppose au mouvement cause de l'induction. La loi de Lenz est vérifiée.

8) $\vec{P}+\vec{F}+\vec{R} = m\vec{a}$ en projection // Ox : $m\dot{v} = mg\sin\alpha + \left(-\frac{B^2a^2v\cos^2\alpha}{R}\right)$ +

$$\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = A \quad \text{avec} \quad A = g\sin\alpha \; ; \; \tau = \frac{B^2a^2\cos^2\alpha}{mR}$$

9) $v = A\tau + Ke^{-t/\tau}$ or $v(0) = 0 \Rightarrow K = -A\tau$

$$v(t) = A\tau\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

10) $t \to \infty$ $v(t) \longrightarrow \boxed{A\tau = v_\ell}$

11) $x(t) = A\tau t + A\tau^2 e^{-t/\tau} + K'$

or $x(0) = x_0 \Rightarrow x_0 = A\tau^2 + K'$ $\quad K' = x_0 - A\tau^2$

$$x(t) = x_0 + A\tau t + A\tau^2\left(e^{-t/\tau} - 1\right)$$ ($x_0 = 0$ d'après l'énoncé).

12) $v = v_\ell \Rightarrow E_c = C^{te}$. Le système produit de l'effet Joule au détriment de l'énergie potentielle de pesanteur du barreau qui descend

45'

Exercice n° 3 : 1°) a) $\omega = 2\pi 10^8 \text{ rad}\cdot s^{-1} = 2\pi f \Rightarrow$ b) $f = 10^8$ Hz

c) $\lambda = \frac{c}{f} = 3$ m $\quad$ d) Onde métrique (radio).

2°) Onde plane car ne dépend que de x et de t (voir cours). La variable étant $t - \frac{x}{c}$, on a une propagation suivant l'axe des x dans le sens des $x \nearrow$.

3°) Les plans d'ondes sont // au plan yOz ($\perp$ à la direction de propagation). Deux plans d'ondes sont séparés d'un multiple de λ (période spatiale)

4) $$\vec{B} = \frac{\vec{u}_x \wedge \vec{E}}{c} = \frac{1}{c}\begin{cases} 1 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \wedge \begin{cases} 0 \\ E_y \\ E_z \end{cases} = \begin{cases} 0 \\ -E_z/c \\ E_y/c \end{cases}$$

5) $E_y^2 + E_z^2 = E_0^2 = \text{Cte}$. La norme de $\vec{E}$ est donc constante : la polarisation est donc circulaire

6°) Le plus facile est de passer par Faraday $e = -\frac{d\phi}{dt}$. Comme $\vec{B} \in$ au plan // yOz, le vecteur surface du circuit récepteur ne doit pas ~~appartenir~~ être $\perp$ à yOz donc : $\begin{cases} \text{a) et b) : signal non nul} \\ \text{c) : signal nul} \end{cases}$

54'