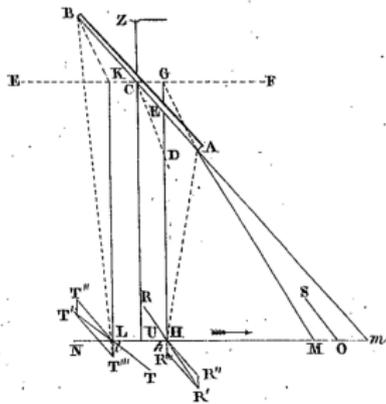
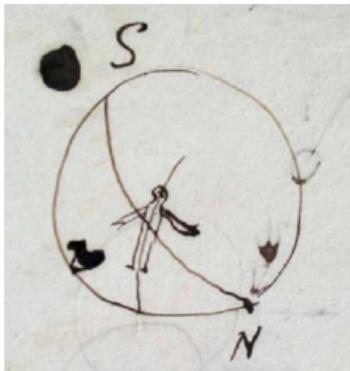


D'Ampère au Rayonnement Synchrotron

Jean Daillant



23 novembre 2020



Maxwell - **Gauss** : flux du champ électrique à travers une surface fermée = charge / ϵ_0 .
$$\iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = q/\epsilon_0$$

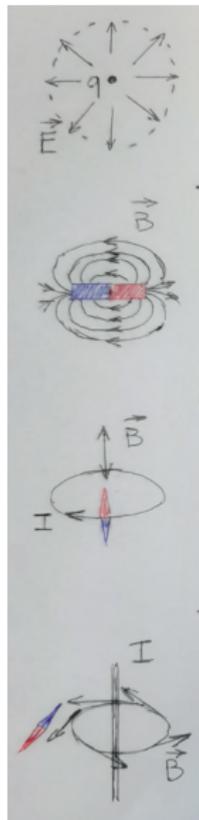
Maxwell - **Thomson** : flux du champ magnétique à travers une surface fermée = 0 (pas de monopôles magnétiques).
$$\iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

Maxwell - **Faraday** : variation de champ magnétique \rightarrow champ électrique (dynamo). Circulation de \vec{E} le long de C = variation du flux de \vec{B} à travers S.

$$\oint \vec{E} d\ell = -\frac{d}{dt} \iint \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Maxwell - **Ampère** : courant électrique \rightarrow champ magnétique.
$$\oint \vec{B} d\ell = \mu_0 \vec{j} + \frac{1}{c^2} \iint \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

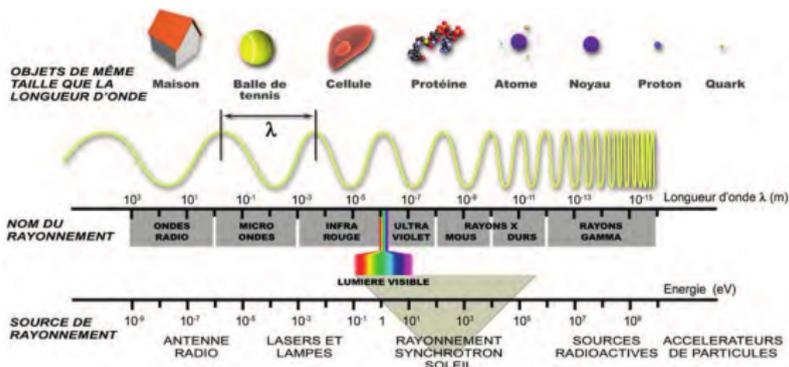
\rightarrow Force de Lorentz: $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$.



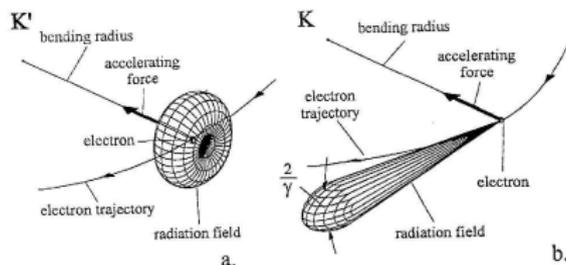
1) Un champ électromagnétique se propage comme une onde (ondes électromagnétiques):

$$\left. \begin{aligned} \text{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \text{rot} \vec{B} &= \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0 \rightarrow E \propto \cos\left(2\pi\nu t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right).$$

Les ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière et ont une énergie proportionnelle à leur fréquence ν (inversement proportionnelle à leur longueur d'onde $\lambda = c/\nu$).



2) Une charge accélérée produit une onde électromagnétique (antennes).



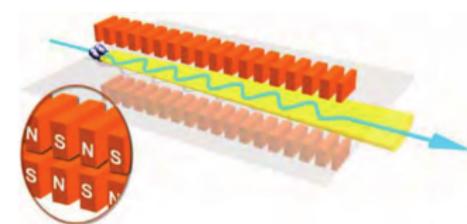
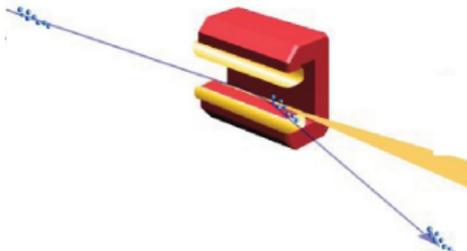
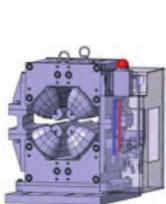
Rayonnement synchrotron: particule en mouvement dans un champ magnétique.

Effets relativistes: Egalement une conséquence de l'électrodynamique!

→ source 10000 fois plus brillante que la lumière solaire



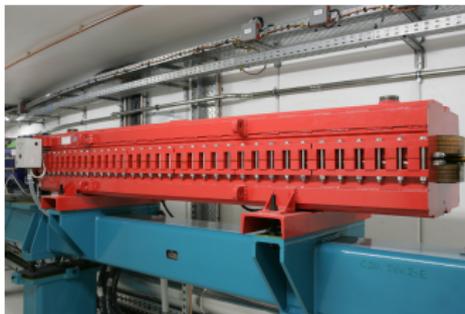
3) Un aimant exerce une force sur un courant \rightarrow on peut guider des électrons par des champs magnétiques.



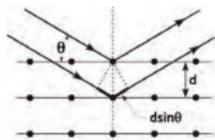
\rightarrow Anneau de stockage. Faisceau de la taille d'un cheveu.



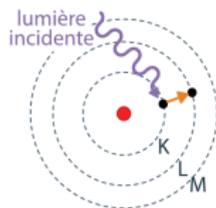
4) Un courant est équivalent à un aimant \rightarrow électroaimants (solénoïdes).



Diffraction: structure de la matière



Spectroscopies: propriétés chimiques, électroniques, magnétiques... de la matière

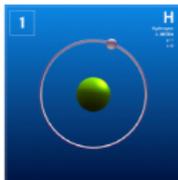


	Longueur d'onde	Fréquence	
Rotations des molécules	$25\mu\text{m} - 1\text{mm}$	0.1 - 10 THz	Infrarouge "lointain"
Vibrations des molécules	$1-30\ \mu\text{m}$	10 - 100 THz	Infrarouge
Phonons	$0.01 - 0.1\ \mu\text{m}$	10 - 100 THz	Diffusion inélastique
Déplacements chimiques	$\sim 100\text{nm}$		Photoémission
Transitions électroniques dans les solides	$10 - 100\text{nm}$		rayons X "mous"
Niveaux atomiques	$0.1\ \text{Å} - 1\text{nm}$	$10^{17}-10^{19}\ \text{Hz}$	rayons X (mous, durs)



3000 chercheurs français et étrangers de 900 laboratoires chaque année

<https://www.synchrotron-soleil.fr>



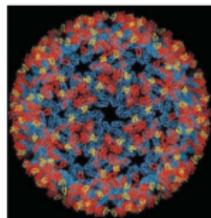
Loubeyre, Occelli, Dumas, Nature (2020)

Hydrogène métallique
(4 millions d'atmosphères)



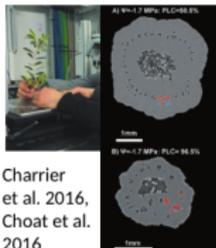
N. Bukin *et al.*,
Scientific Reports
(2016).

Vortex magnétique
(10 milliardièmes de m)



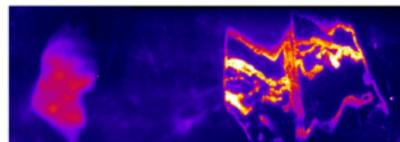
J.-E. Voss *et al.*,
Nature 468, 709 (2010)

Virus



Charrier
et al. 2016,
Choat *et al.*
2016

Réchauffement
climatique



B. Ménez *et al.*, Nature (2018)

Origine de la vie sur
terre

Merci !

