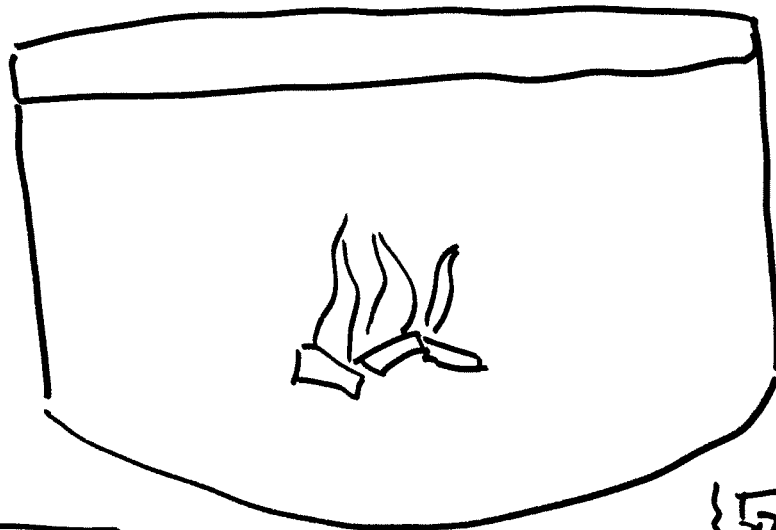
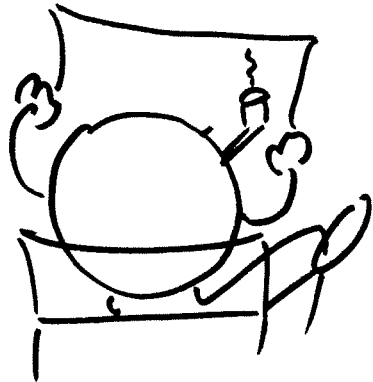


Le dipôle électrique et le potentiel vecteur.

Alors docteur,
quelle est la suite
de notre
discussion ?

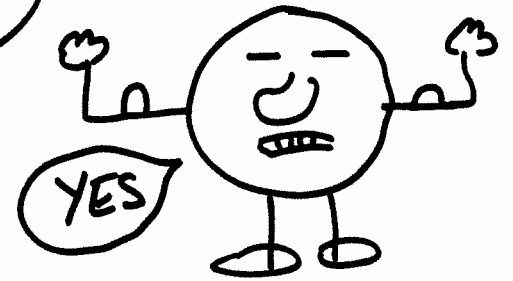


Et bien je vous
proposerais bien
d'aborder le
rayonnement
électrique ...



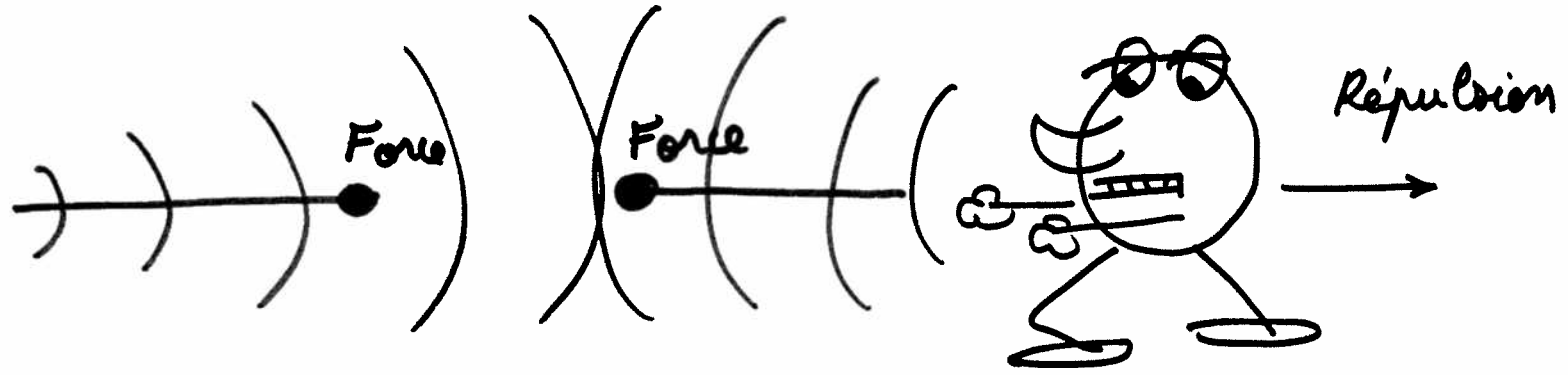
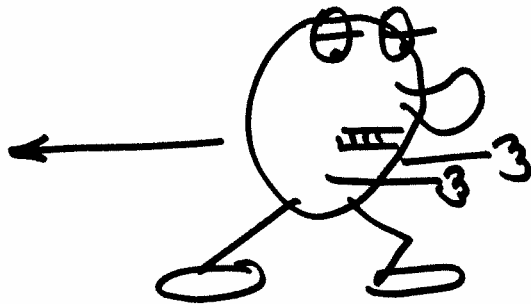


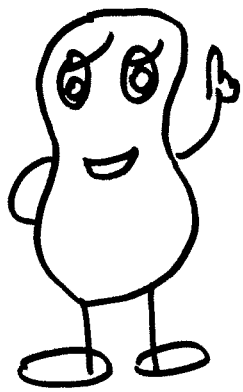
Pour aller plus loin, introduisons la notion de force.



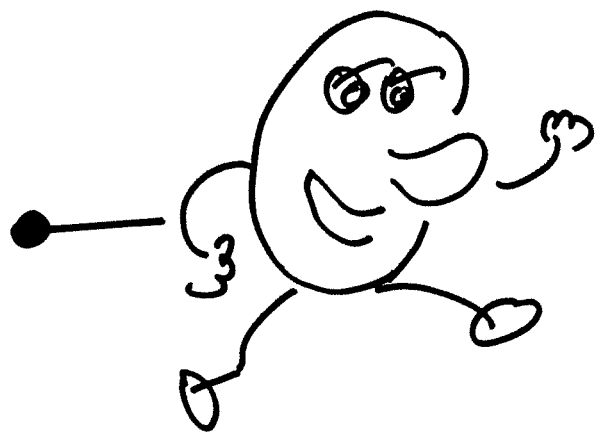
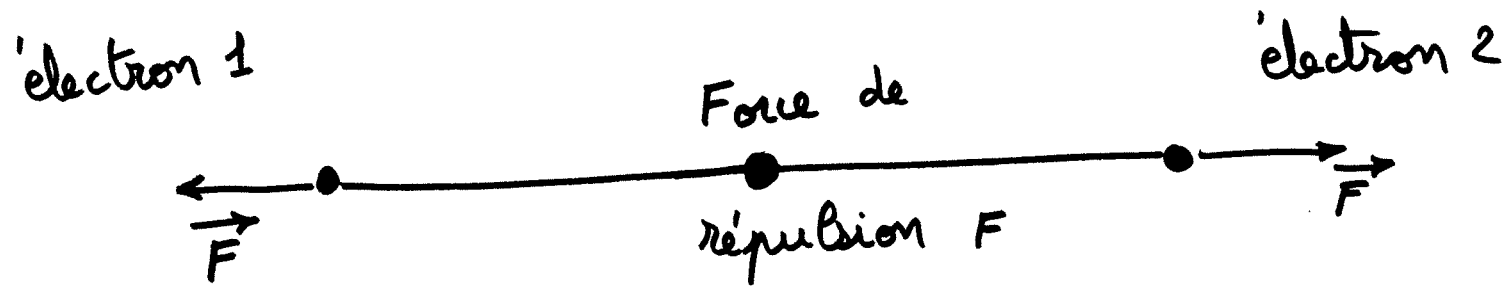
2 électrons se repoussent suivant une force parallèle à la ligne droite qui va de l'un à l'autre, d'intensité proportionnelle à la variation du potentiel

qui c'est
c'est là ?

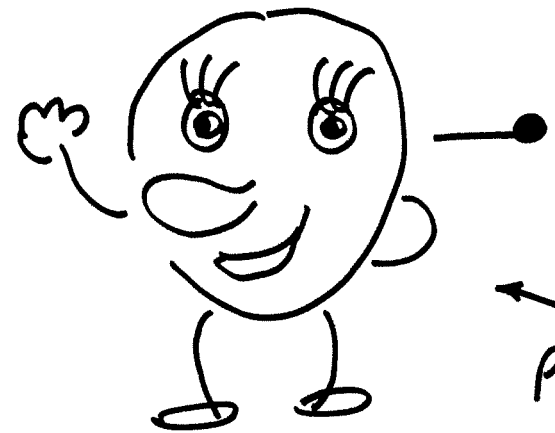




Un point très important est le fait que la variation du potentiel ou la force suivent une ligne droite d'un électron à l'autre (on appelle cette ligne une géodésique)



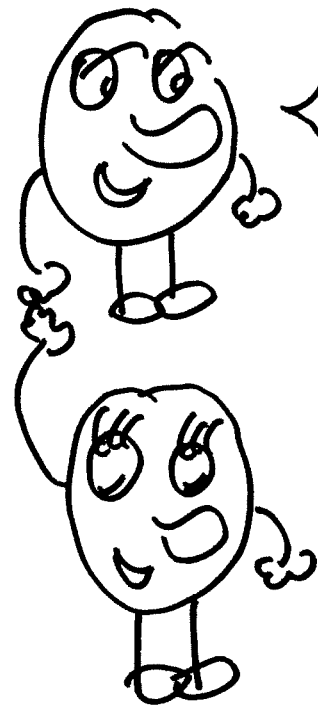
Force d'attraction



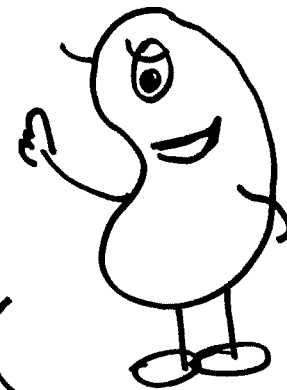
You have

← positron

si c'est un positron, nous sommes très attirés



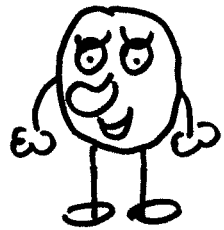
est-ce que je peux rester
un peu avec Melle
position? nous formons
un beau couple



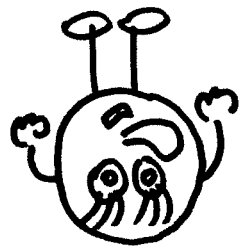
plus que ça! vous formez ce que
l'on appelle un dipole. Nous allons
voir que ce dipole est à l'origine
d'un nouveau rayonnement.



Considérons déjà le cas d'un condensateur. Une fois chargé, un condensateur est équivalent à une charge positive et une charge négative distantes et fixes.



c'est nous (symboliquement)



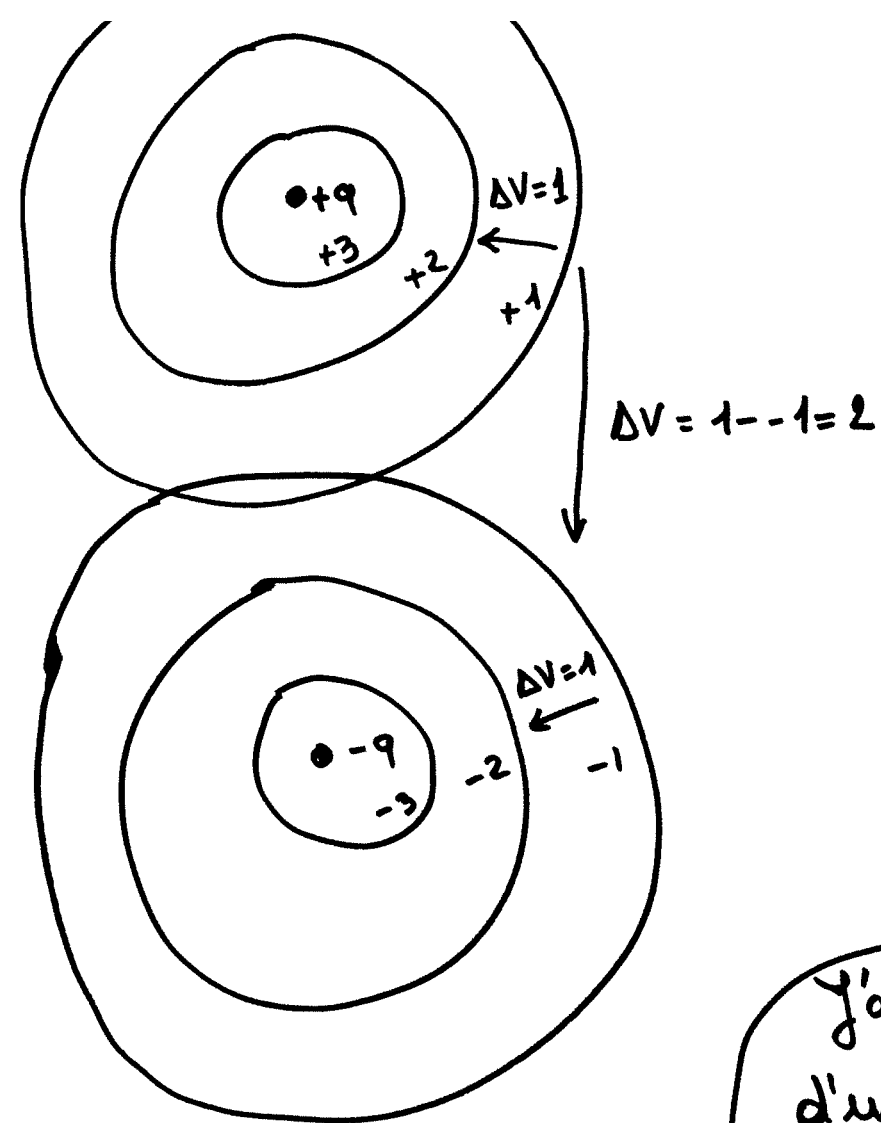
force du positron sur un électron

Force de l'électron sur un électron

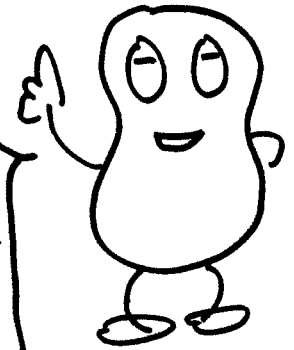
force totale



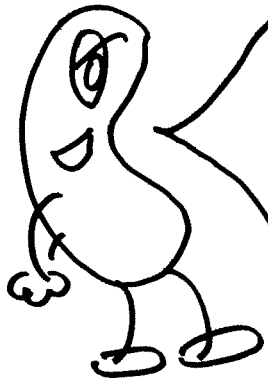
Nous voyons que la force à égale distance des deux charges est parallèle à l'axe qui relie ces deux charges



- On retrouve bien le même résultat avec les potentiels. La variation la plus grande du potentiel à mi-distance est dirigée suivant l'axe des deux charges.



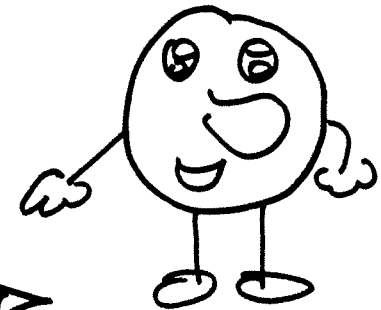
J'ai bien compris! Si on se rapproche d'une charge on retrouve une force longitudinale, et à égale distance, la force devient transversale.



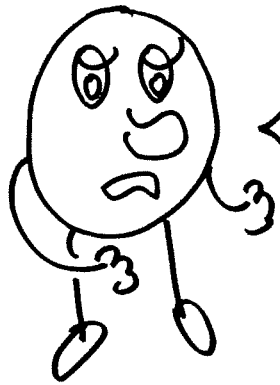
Ouou! Bravo! Effectivement, ce qui est très nouveau c'est que loin des charges, et à égale distance de ces charges la force est transversale, c'est à dire perpendiculaire à la ligne de visée.

+q
0
-q

\vec{F}

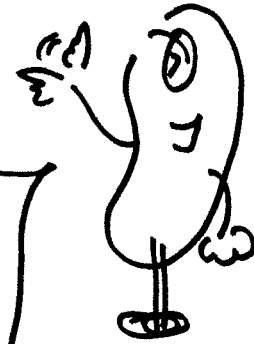


La force suit l'axe qui relie les deux charges

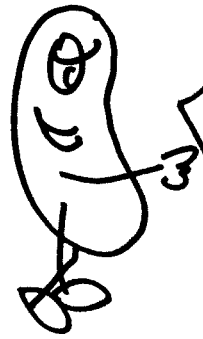


Mais bon, tout cela n'est jamais qu'un cas particulier du potentiel électrostatique créé par deux charges!

oui oui! Mais cela nous a donné l'occasion d'aborder les notions importantes de force ou de champs longitudinal et transversal

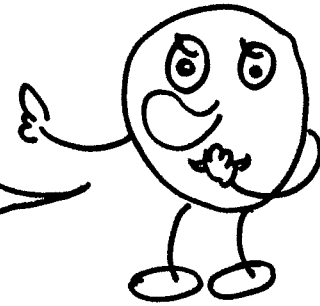


et cette réflexion nous permet aussi d'aborder un instant solennel : ma naissance!

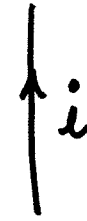
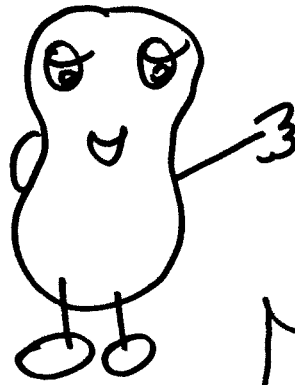
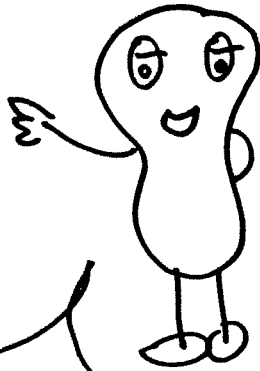


Lorsque deux charges vibrent - c'est à dire se rapprochent et s'éloignent avec un mouvement sinusoïdal, un rayonnement est créé.

On peut dire aussi que le potentiel scalaire varie dans le temps. Si les charges bougent, le potentiel change. Mais de quel rayonnement parles-tu ?

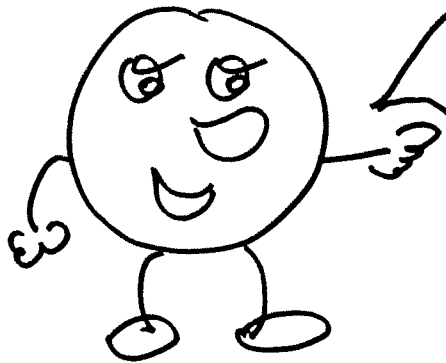


et bien du rayonnement d'un nouveau potentiel qui m'est intimement lié'. On l'appelle potentiel vecteur.

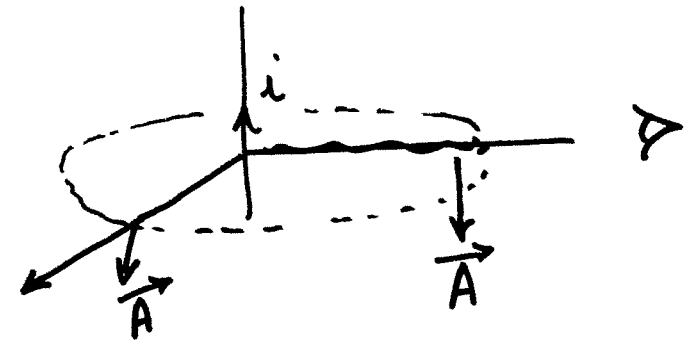


Deux charges bougent le long d'un axe. Or l'énergie potentielle varie dans le temps.

Ce mouvement de charge est aussi appelé un courant, noté généralement 'i'.



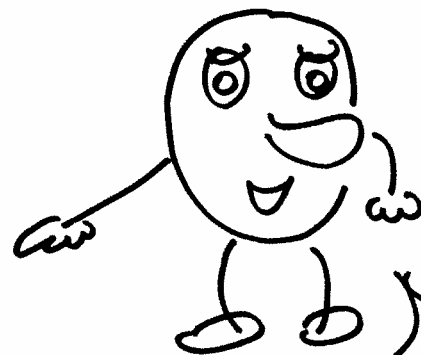
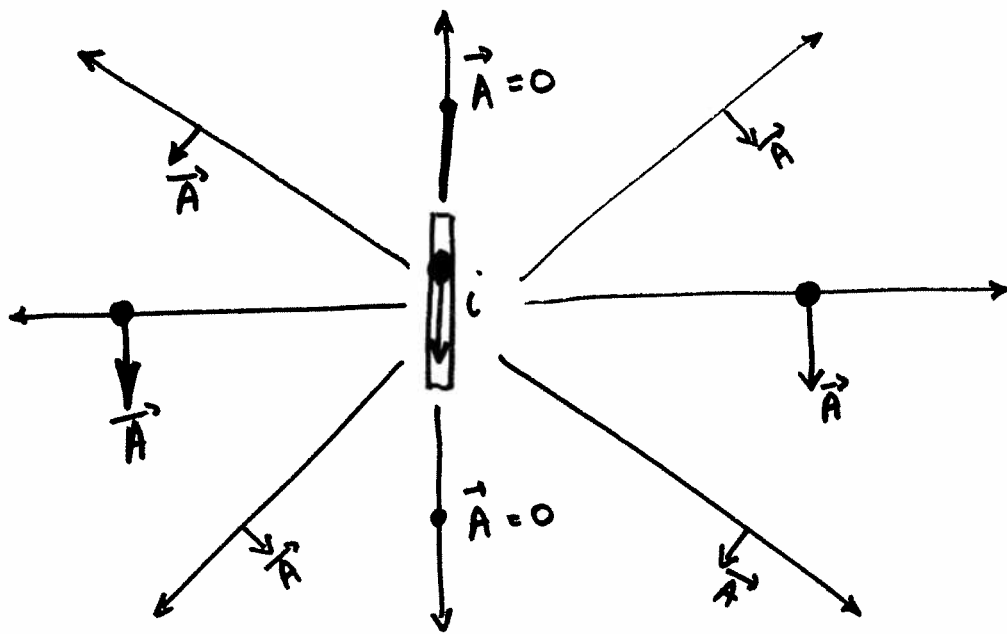
oui! Je vois le potentiel vecteur rayonné par le courant tout autour de lui, et transverse.



↑
potentiel vecteur



Le potentiel vecteur est souvent noté \vec{A} .
C'est un vecteur. Il est transverse, c'est
à dire que sa direction est perpendiculaire
à la ligne de visée. Son intensité est
maximum face au dipôle, minimum
(en fait, nulle) au-dessus de lui.



ça, c'est une vue
en 2 dimensions.
La réalité est en
3 dimensions.



Je résume : la variation d'énergie potentielle, ou un courant ou encore la variation de ce courant engendre un potentiel vecteur dont nous avons vu les propriétés.

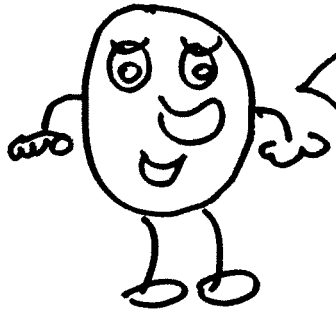
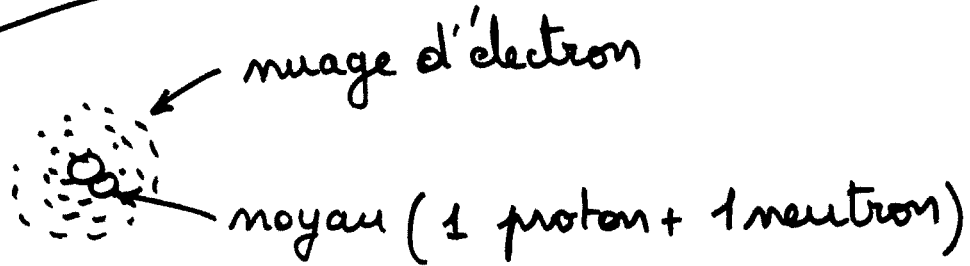
Mais quel rapport avec toi et tes copains photons ?

Et bien les transitions d'énergie potentielle donnent lieu à l'émission d'un photon. Dans le dipôle-atome, ces transitions sont quantifiées et donnent lieu à des photons de fréquences précises. Pour un courant toutes les transitions sont possibles, et le paquet de photon créé a toutes les fréquences imaginables. Le potentiel vecteur est un champ du photon.

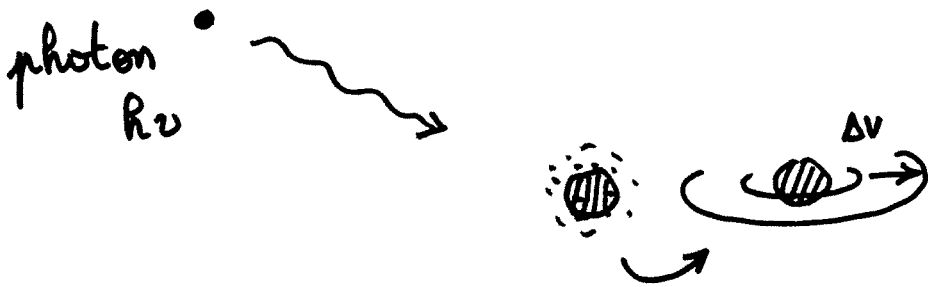




au niveau de l'atome - prenons le cas simple de l'hydrogène. un nuage électronique entoure le noyau positif et se trouve ainsi dans un état d'énergie potentielle.



et je peux rester ainsi indéfiniment partout autour du noyau.

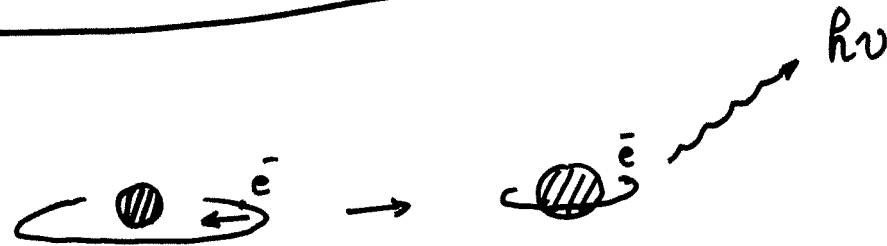


Jusqu'à ce qu'un photon vienne m'énerver. S'il a la bonne fréquence, je passe dans un nouvel état d'énergie supérieure

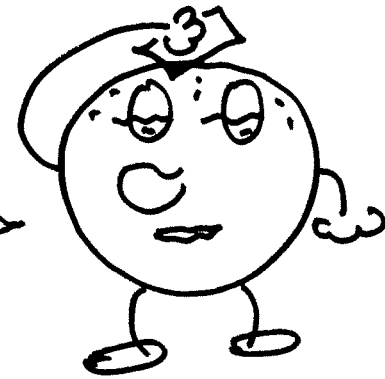




et lorsque ce même atome revient à son état nominal, il réémet un photon de même fréquence.

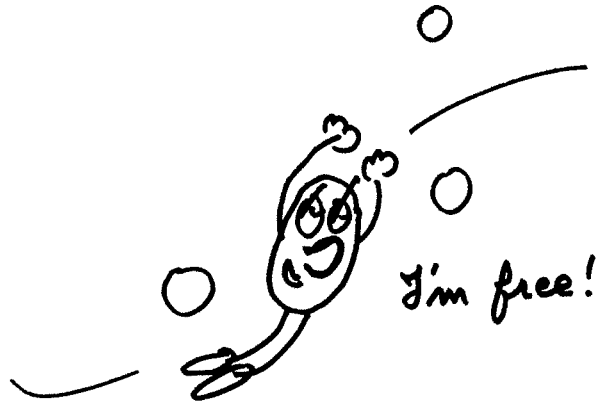


Ouf! Je suis un peu perdu là! Tout cela est fort intéressant mais quel rapport avec le rayonnement classique? Et de quel rayonnement voulions-nous parler d'ailleurs?

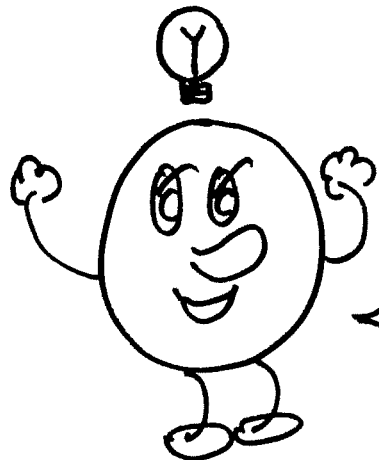




Nous y arrivons! Dans un fil électrique, les électrons naviguent librement dans le crystal.



Contrairement au cas de l'atome, toutes les transitions d'énergie sont permises.

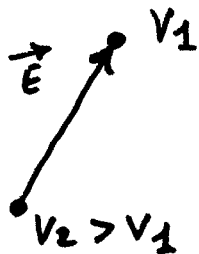


J'ai compris! On modélise tout cela par un courant qui rayonne un potentiel vecteur \vec{A} transverse

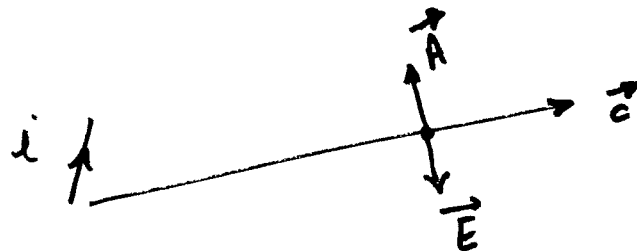


Bravo! Et de même que le champ électrique statique est la pente dans l'espace du potentiel de Coulomb, le champ électrique rayonné est la pente dans le temps du potentiel vecteur transverse dans ce que l'on appelle la jauge de Coulomb

$$\vec{E}_{\text{électrostatique}} = -\frac{\partial V}{\partial x}$$



$$\vec{E}_{\text{Rayonné}} = -\frac{\partial A}{\partial t}$$



- Conclusion sur le champ électrique rayonné.

Le champ découle de la variation temporelle du potentiel vecteur transverse. Intrinsèquement, il est constitué de grains de lumière : les photons.

- Une charge qui perçoit ce champ subit une force égale au produit de la charge par l'intensité du champ, de direction égale à la direction de ce champ. Vu d'un récepteur la force peut être identique, mais les lignes de champ, leurs directions vers la source, leurs atténuations en fonction de la distance à la source sont différentes.

- Un peu plus pour réfléchir...

- Il y a une relation entre les dimensions du dipôle vibrant et les fréquences de radiation et des grains de lumière. Pour les dimensions sont grandes et plus la fréquence du rayonnement est basse.

- Les phénomènes lumineux et tout l'environnement de couleurs qui nous entoure sont l'objet des interactions électromagnétiques à l'échelle des molécules et des atomes. Par contre les ondes radio sont issues de vibrations de courants à l'échelle de quelques millimètres à quelques centimètres.

Pour les passionnés :

Le potentiel vecteur dont nous avons parlé est exprimé dans la jauge de Coulomb. Cette jauge sépare formellement parties radiative et statique du champ électrique.