Séance 4

$$\oint_S \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{S}} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q_i$$

Le théorème de Gauss :-)

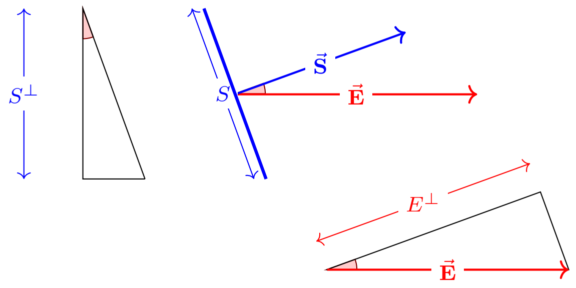
23 Le flux électrique total traversant une surface fermée est nul.

1. Quelle est la charge totale à l'intérieur de cette surface ?
2. Est-ce que le champs électrique est nul en tout point de la surface ?

24 On considère un champs électrique constant $E = 100$ N$/C$ en tout point de l'espace. En d'autres mots, on a un champs électrique uniformément homogène et identique en tout point de l'espace.

Quel est le flux de ce champs à travers une plaque circulaire de rayon $R = 10$ cm si l'angle entre le plan de la plaque et la direction du champs électrique vaut $\pi/6$?

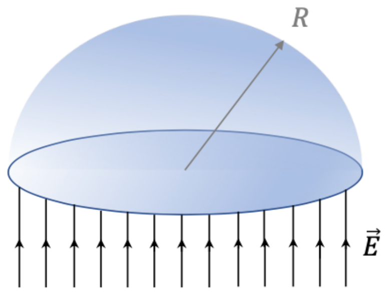
Flux à travers une surface



$$\text{Flux} = \vec{\mathbf{E}} \cdot \vec{\mathbf{S}} = E\ S\cos(\theta) = E\ S^\perp = E^\perp S$$

25 On considère un champs électrique constant $E = 10$ N$/C$ en tout point de l'espace.

1. Quel est le flux de ce champs à travers une demi-sphère de rayon $R = 1$ mètre si le champs électrique est aligné avec l'axe central de la demi-sphère ?
2. Comment est-il possible d'obtenir le résultat immédiatement ?
3. Montrer ensuite qu'effectuer l'intégrale du flux sur la demi-sphère[1] fournit bien exactement le même résultat.
   Oui, oui, oui, : ce calcul est un peu fastidieux à faire !



26 Thompson idéalise l'atome d'hydrogène dans un modèle très simple : le noyau est un unique proton avec une charge ponctuelle $+e$ entourée par une charge négative $-e$ distribuée de manière uniforme dans une sphère de rayon R.

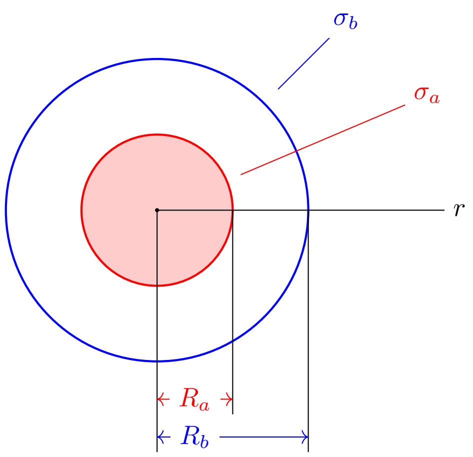
1. Obtenir l'expression de l'intensité du champs électrique en fonction de r.
2. Esquisser le profil de $E(r)$.

Quelques valeurs numériques bien utiles :-)

$$\begin{aligned} G &= 6.674\ 10^{-11} && \text{N m}^2/\text{kg}^2 \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = k &= 8.988\ 10^{9} && \text{N m}^2/\text{C}^2 \\ \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} &= 8.854\ 10^{-12} && \text{C}^2/\text{N m}^2 \end{aligned}$$

27 On considère un câble coaxial composée de deux parties conductrices : *l'âme du câble* qui est un cylindre central plein de rayon R_a et le *blindage* qui est une enveloppe cylindrique extérieure creuse de rayon R_b. Entre l'âme et le blindage, il y a habituellement un isolant, mais nous supposerons ici que les deux conducteurs sont séparés par le vide.

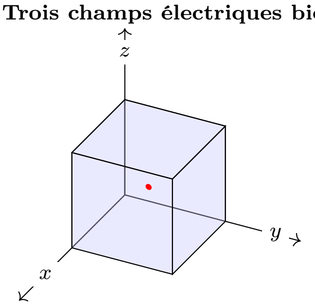
[1]Il faut découper l'hémisphère en couronnes d'épaisseur infénitésimale et ensuite additionner tous les flux aux travers de chaque couronne pour effectuer cette intégrale...



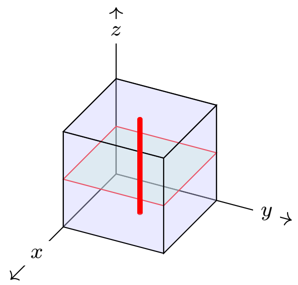
1. Quelle doit être la relation entre la densité surfaciques de charge σ_a sur la surface de l'âme etl a densité surfaciques de charge σ_b sur la surface du blindage afin que le champs électrique soit nul à l'extérieur du câble ?
2. Obtenir l'expression de l'intensité du champs électrique en fonction de r.
3. Esquisser le profil de $E(r)$.

Le câble coaxial a été breveté en 1880 par Oliver Heaviside, un physicien britannique. Il permet la transmission de signaux analogiques ou numériques de basses ou de hautes fréquences qu'on utilise, par exemple, pour la télévision :-)

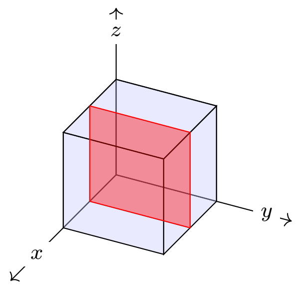
Trois champs électriques bien utiles :-)



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{q}{r^2}$$



$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\,\frac{\lambda}{r}$$



$$E = \frac{1}{2\epsilon_0}\,\sigma$$

28

On considère deux plaques isolantes parallèles infinies de même épaisseur h et espacées d'une distance $2d$. Les deux plaques ont une même densité volumique de charges ρ, l'une négative et l'autre positive. Les deux plaques sont définies respectivement par $x = -d$ et $x = d$.

On souhaite obtenir l'expression du champs électrique en tout point de n'importe quel axe qui traverse perpendiculairement les deux plaques.

1. Dessiner les champs électriques générés par les deux plaques.
2. Obtenir l'expression de l'intensité du champs électrique en fonction de x.
3. Esquisser le profil de $E_x(x)$.

29

Ecrire le théorème de Gauss pour le champs gravitationnel !
Attention au signe du terme source :-)
C'est vraiment pas bien compliqué :-)

30

Démontrer la seconde loi de Kepler : les aires décrites par une planète autour du Soleil dans des temps égaux sont égales. Ainsi, lorsque la planète s'éloigne du Soleil, sa vitesse diminue. Les aires décrites par le rayon planète-Soleil sont proportionnelles aux temps employés pour les parcourir.

Kepler's second law
A line from the planet to the Sun sweeps over equal areas in equal intervals of time.