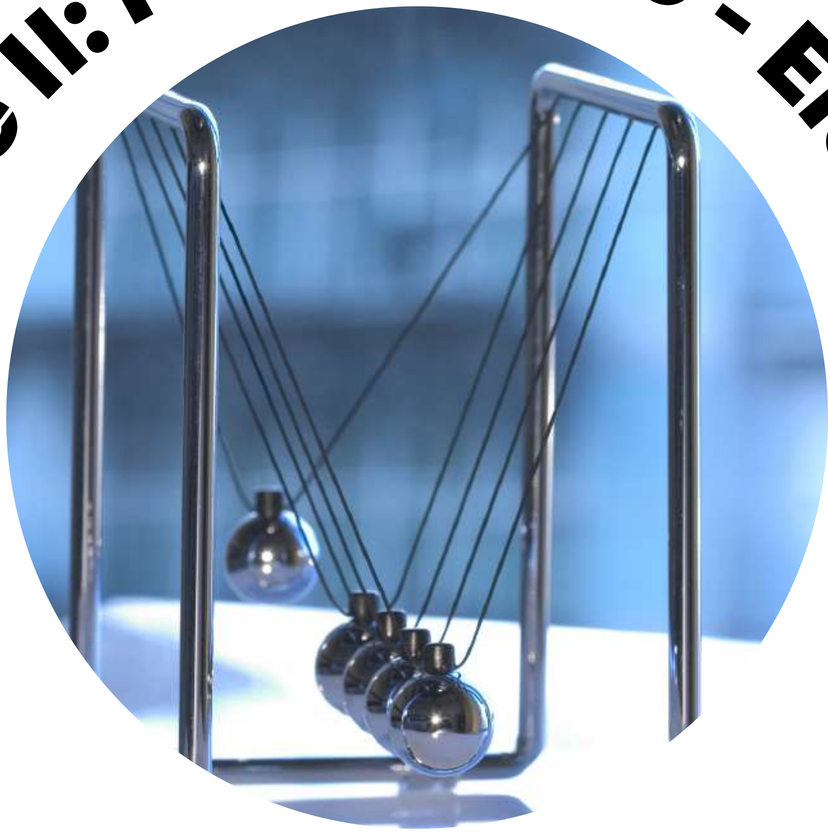
@Mohamed_Nahli

BIOLOGIE MAROC

www.biologie-maroc.com

Physique II: Mécanique - Electricité



SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Shop
• Cahiers de Biologie + Lexique
• Accessoires de Biologie

Etudier
Visiter Biologie Maroc pour étudier et passer des QUIZ et QCM enligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.

Emploi
• CV • Lettres de motivation • Demandes...
• Offres d'emploi
• Offres de stage & PFE

Intitulé du Cours

Prof. Saida Ahyoud………………………….

Département : Physique……………………..

Filière :SVT&STU/S2 Module :Physique/ Elément du module_ Electricité

Faculté des Sciences Tétouan
Université Abdelmalek Essaadi

2019 -2020

Rappel :

Force électrostatique entre deux charges électriques q_1 et q_2

1.La force est radiale, c'est à dire dirigée selon la droite qui joint les deux charges ;

2.Elle est proportionnelle au produit des charges q_1 et q_2 : attractive si elles sont de signe opposé, répulsive si les charges de même signe ;

3.Elle varie comme l'inverse du carré de la distance entre les deux charges

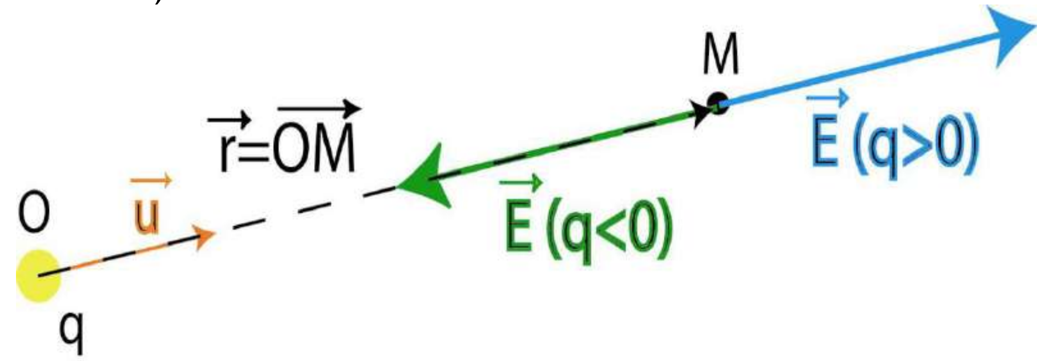
$$\vec{F} = K.\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}\,\vec{u} \qquad K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

k = 8,988 × 10^9 Nm²/C² ≈ 9,0 × 10^9 Nm²/C²

Champ électrique créé par une charge électrique q

Une particule de charge q située en O crée en tout point M de l'espace distinct de O un champ vectoriel appelé champ électrostatique. $\vec{E}(M)$ L'unité est le Volt/mètre (symbole V/m).

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}.\vec{u}$$



Le module du champ électrostatique ne dépend que de la charge qui a crée se champ

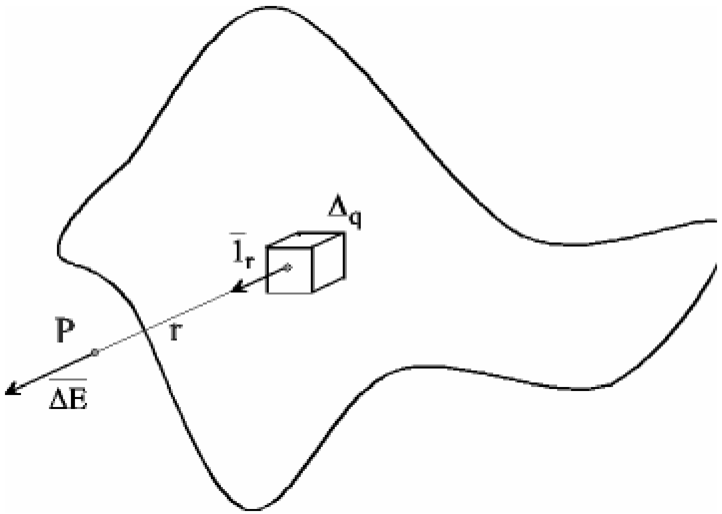
Le champ électrique dû à une distribution de charges

Pour calculer le champ électrique E , en un point P, dû à une distribution de charge uniformément répartie dans une certaine région de l'espace, les calculs devenant trop complexes

Méthodologie:

- Décomposer la distribution en éléments de distribution « ponctuels ».

c.à.d On divise l'espace en petits morceaux contenant chacun une charge Δq ponctuelle



- Calculer Le champ électrique en P dû à Δq, ΔE

$$\Delta \vec{E} = \frac{\Delta q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}.\vec{I}_r$$

Où $\vec{I}_r$ est un vecteur unité dirigé de Δq vers P.

- Faire la somme (le principe de superposition)

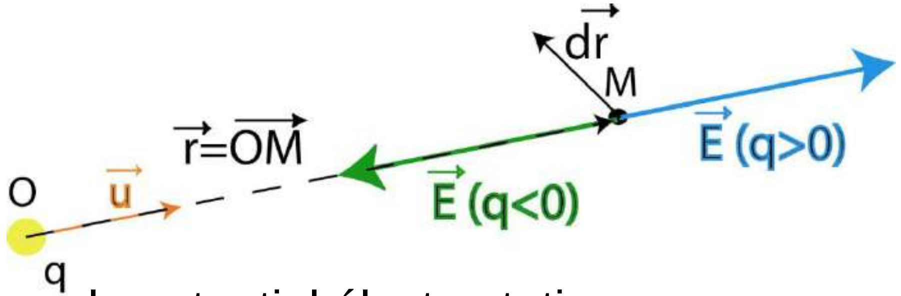
$$\vec{E}_T = \sum \Delta \vec{E}$$

Notation différentielle, pour une charge infinitésimale dq $d\vec{E} = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}.\vec{I}_r$

le champ total $\vec{E}_T = \int \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{I}_r$

La présence d’une charge q au point O permet de définir au point M une propriété scalaire, le potentiel électrostatique

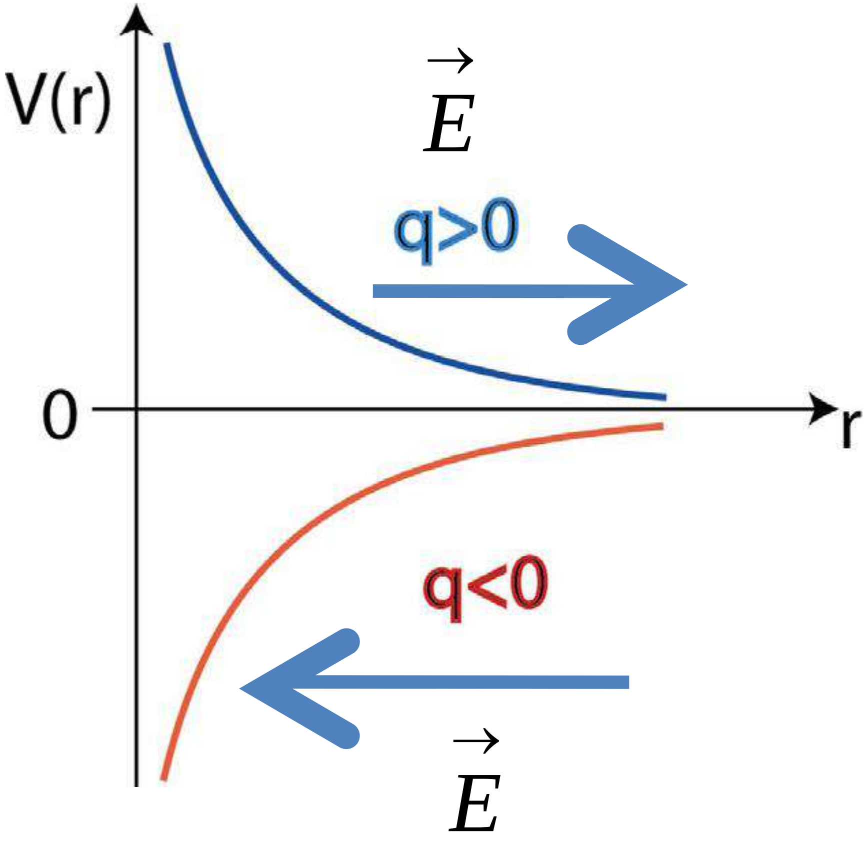
$$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$



le potentiel électrostatique :

La fonction potentiel électrostatique présente double intérêt:

- Calcul du champs électrostatique
- Elle est directement liée à l’énergie potentiel électrique d’une charge placée dans un champ électrostatique



- Le champ électrique est orienté vers les potentiels décroissants

Circulation du champs électrostatique

Circulation d'un vecteur

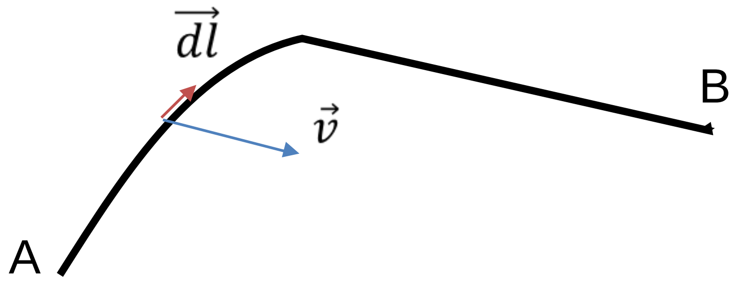
On considère un vecteur $\vec{v}$ dont l'origine se déplace selon la courbe (AB) .

On définit la circulation élémentaire du vecteur le long du déplacement élémentaire $\overrightarrow{dl}$

$dC = \vec{v}.\overrightarrow{dl}$ est un scalaire.

La circulation de A à B est: $$C_A^B = \int_A^B \vec{v}\,.\overrightarrow{dl}$$

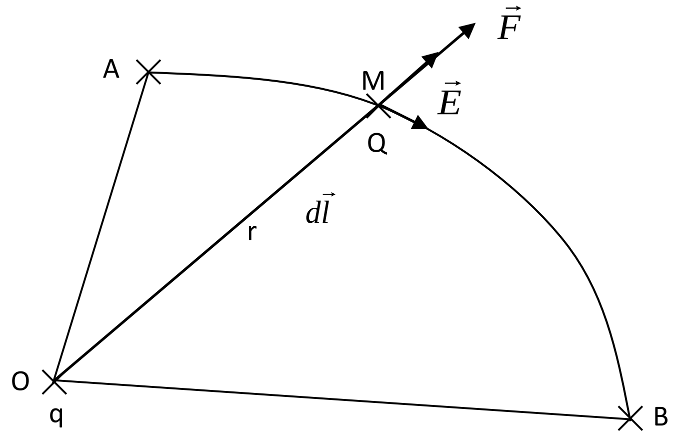
On a $C_A^B = -C_B^A$ La circulation le long d'un contour fermé d'un vecteur est nulle



Circulation du champs électrostatique

Le travail élémentaire de Q sous l'action du champ électrostatique $\vec{E}$

$$dW = \vec{F}.\vec{dl} = Q.(\vec{E}.\vec{dl})$$



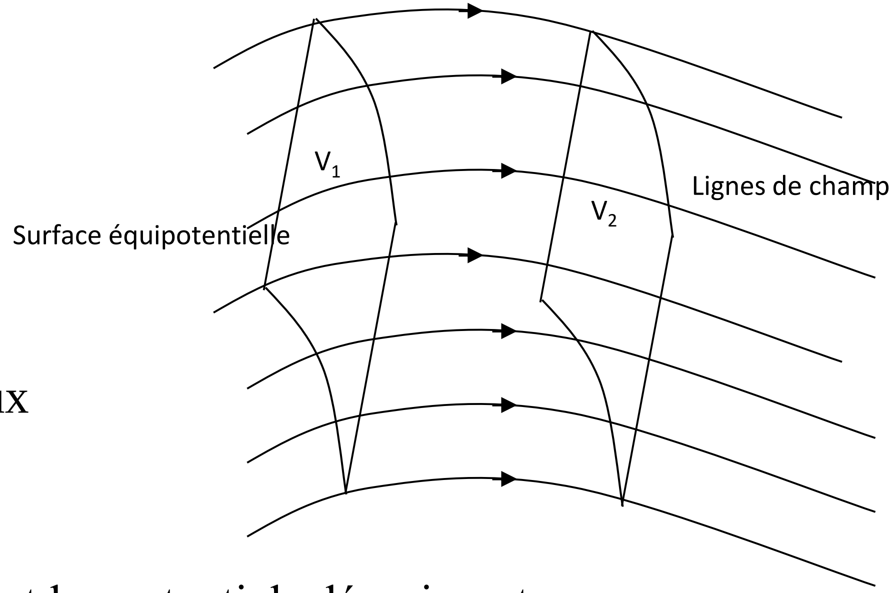
Le travail entre A et B s'écrit : $W_A^B = Q.\int_A^B \vec{E}.\vec{dl} = Q.C_A^B$

$C_A^B = \int_A^B \vec{E}.\vec{dl}$ est la circulation entre les points A et B.

$$C_A^B = V_A - V_B = -(V_B - V_A)$$

Si A et B appartiennent au même plan équipotentiel

$$V_A = V_B \quad \text{---} \quad C_A^B = V_A - V_B = 0$$



- Deux surfaces équipotentielles, définies par $V(M) = V_1$ et $V(M) = V_2$, ne peuvent donc pas se rencontrer.
- Les surfaces équipotentielles sont en tous points orthogonales aux lignes de champ.
- Le long d'une ligne de champ, le champ *E*→E→ est dirigé suivant les potentiels décroissants.

Relation entre $\vec{E}$ et V

Soit le travail: $W_A^B = Q.\int_A^B \vec{E}.\vec{dl} = Q.\,C_A^B$

On a : $\vec{E}.\vec{dl} = dC = -dV$

$$E_x.dx + E_y.dy + E_z.dz = -dV = -(\frac{\partial V}{\partial x}dx + \frac{\partial V}{\partial y}dy + \frac{\partial V}{\partial z}dz)$$

Soit $\vec{E} = E_x.\vec{e}_x + E_y.\vec{e}_y + E_z.\vec{e}_z = -(\frac{\partial V}{\partial x}.\vec{e}_x + \frac{\partial V}{\partial y}.\vec{e}_y + \frac{\partial V}{\partial z}.\vec{e}_z)$

$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$ $E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$ $E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$ C'est la formule vectorielle $\vec{E} = -\,gr\vec{a}d\ V$

On considère une fonction f(x,y,z), le gradient de f est un vecteur donné par l'expression suivante:

$$\overrightarrow{grad}\, f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial z} \end{pmatrix} = \vec{\nabla}\,(f)$$

Il indique de quelle façon une grandeur physique varie dans l'espace

Energie potentielle

Le travail que doit fourni un opérateur pour déplacer une charge Q dans un champ électrostatique entre deux points A et B est conservatif : $\boldsymbol{W_{AB} = E_p(A) - E_p(B)}$

Avec E_p est l'énergie électrostatique de la charge Q $E_P = QV(M)$

Le potentiel électrique V(M) crée au point M est définit à une constante près. S'il n'y a pas de charge à l'infini alors $V(\propto) = 0$

Définition:

Le volt est la ddp entre deux points tel que pour le déplacement d'une charge d'1 Coulom d'un point à un autre , le travail de la force électrostatique est de 1 Joule.

$$\underset{1J}{W_{AB}} = \underset{1C}{q}\ \underset{1V}{[V(A) - V(B)]}$$

- Seul la ddp entre deux points est mesurable et a un sens physique
- Le potentiel de la terre est le référence des potentiels $V_{Terre} = 0$

Théorème de Gauss

Flux d'un champ à travers une surface

Flux d'un champ à travers une surface est par définition le produit scalaire du vecteur
Avec le vecteur surface

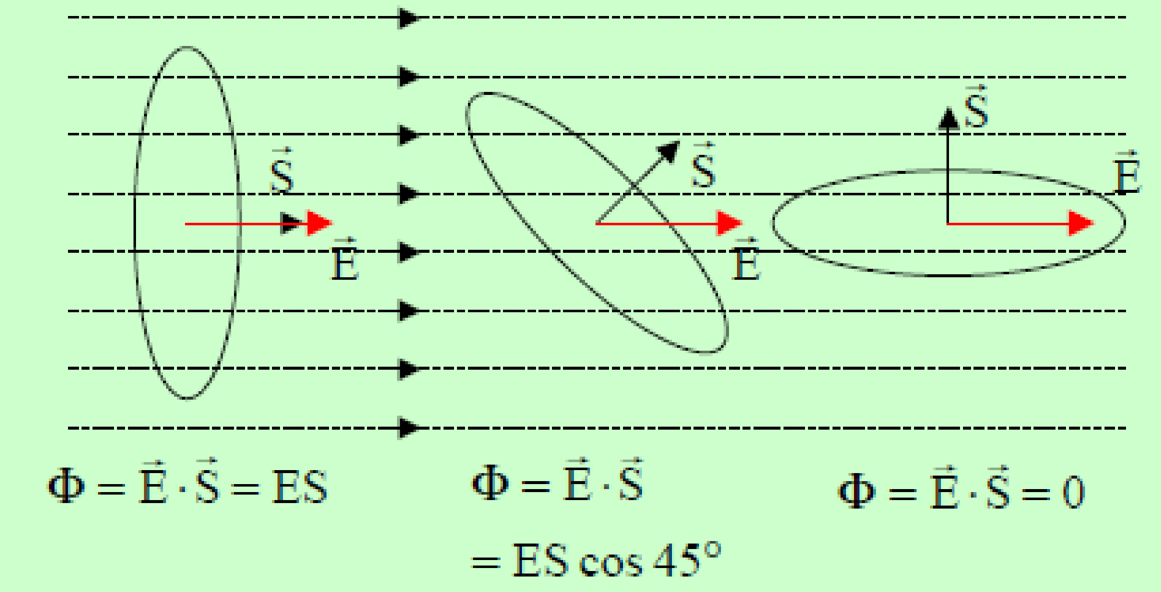
Exemple:

- *Champ Electrostatique uniforme*

(lignes de champ parallèles)

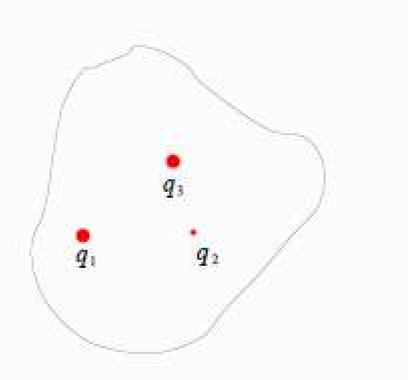
- *Surface plane*

Remarque: $\Phi = ES$ *quand E parallèle à S*
$\Phi = 0$ *quand E perpendiculaire à S*



Théorème de Gauss

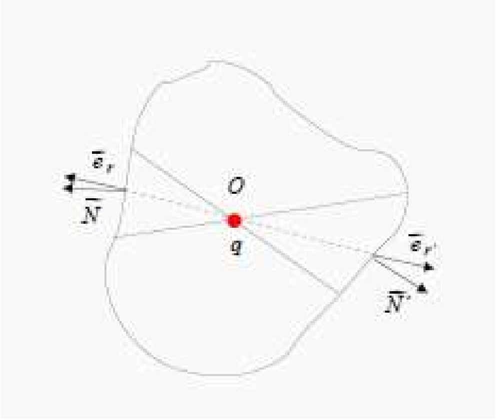
Définition ***Le flux d'un vecteur champ électrique à travers une surface fermée n'est dû qu'aux charges à l'intérieurs de cette surface. C'est le théorème de Gauss***



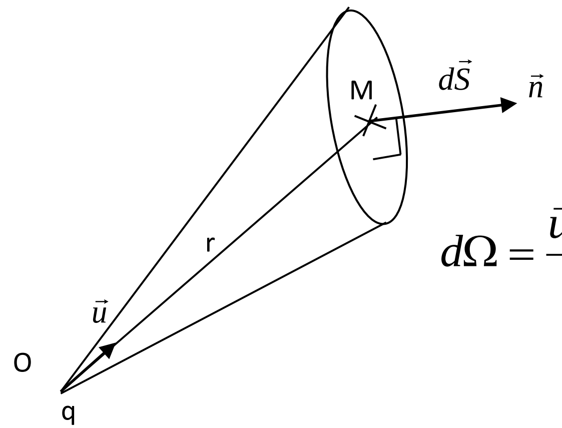
$$\phi = \iint_S \vec{E}.d\vec{S} = \sum_i \frac{q_i}{\varepsilon_0}$$

On considère une charge q englobée par une surface S.

Soient dS et dS' deux éléments de surface découpés par les deux angles solides $d\Omega$ issus de O

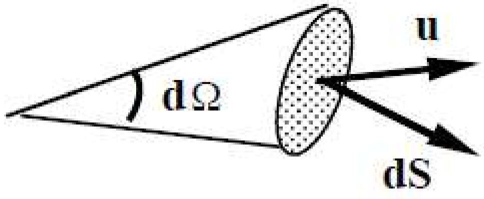


$d\Omega$ est l'angle solide élémentaire à travers lequel, on voit dS à partir du point O



$$d\Omega = \frac{\vec{u}.d\vec{S}}{r^2}$$

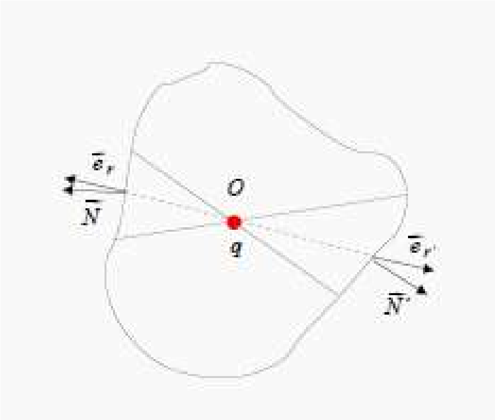
$$\Omega = \int d\Omega = \int \vec{u}.\frac{d\vec{S}}{OM^2} = \int \frac{dS\ \vec{u}.\vec{n}}{OM^2} = \int \frac{dS\ \cos\theta}{OM^2}$$



Théorème de Gauss

Le flux à travers dS est $d\phi = \vec{E}.d\vec{S} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r.\vec{N}dS = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}d\Omega$

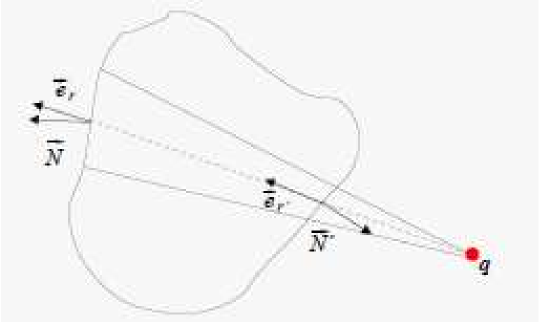
Le flux à travers dS' est $d\phi' = \vec{E}.d\vec{S}' = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\vec{e}_r.\vec{N}dS' = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}d\Omega$



La surface est fermée et entoure la charge $\Omega = \int d\Omega = 4\pi$

Le flux total $\phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\int d\Omega = \frac{q}{\varepsilon_0}$ Le Théorème de Gauss est vérifié

- On considère une charge q n'est pas englobée par la surface S choisie.



Le flux à travers dS est $d\phi = \vec{E}.d\vec{S} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r.\vec{N}dS = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}d\Omega$

Le flux à travers dS' est $d\phi' = \vec{E}.d\vec{S}' = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\vec{e}_r.\vec{N}dS' = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}d\Omega$

D'où $d\phi + d\phi' = 0$ ⟶ ϕ (total) $= 0$ Le Théorème de Gauss est vérifié

Théorème de Gauss

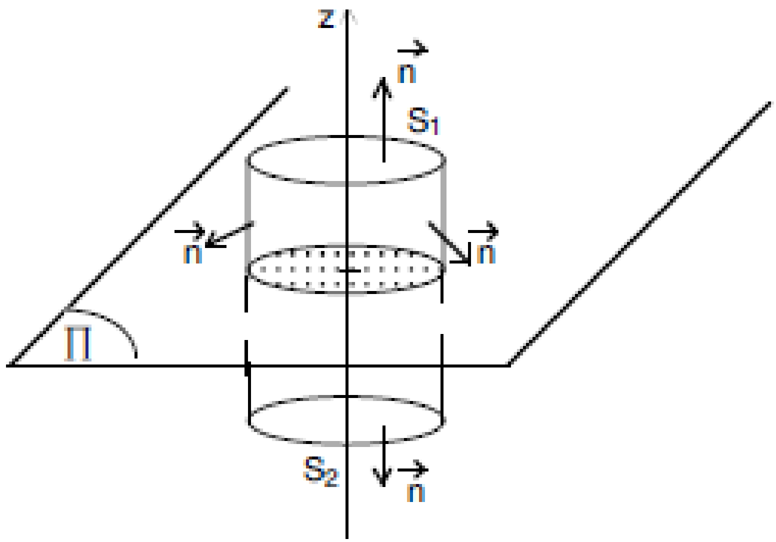
Exercice d'application:

champ crée par un plan uniformément chargé

Densité surfacique de charge: σ (C/m^2

Champ et ⊥ plan

on choisit une surface cylindrique fermée de section S



$$\phi = \iint \vec{E}.d\vec{S} = \iint_{S_1} \vec{E}.d\vec{S} + \iint_{S_2} \vec{E}.d\vec{S} + \iint_{S_l} \vec{E}.d\vec{S}$$

$$\phi = E(z).S - E(-z).S + 0 = 2E.S \qquad (1)$$

Avec $S_1=S_2=S$ la surface du disque sur le plan.

$$\phi = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{1}{\varepsilon_0}\iint_S \sigma dS = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \qquad (2)$$

(1) = (2) $\Longrightarrow$ $E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

N.B La surface de Gauss est une surface imaginaire. A choisir pour que la charge se trouve à l'intérieur de la surface

Merci pour votre attention

Bon courage

LIENS UTILES ☝️

Visiter :

1. https://biologie-maroc.com
   - Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. https://biologie-maroc.com/shop/
   - Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
   - Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
   - Trouver des bourses et des écoles privées

3. https://biologie-maroc.com/emploi/
   - Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
   - Trouver des offres d'emploi et de stage