

Chapitre 2 : Potentiel électrostatique - Energie potentielle électrostatique

A- Force, énergie potentielle et potentiel électrostatiques :

1) Energie potentielle électrostatique

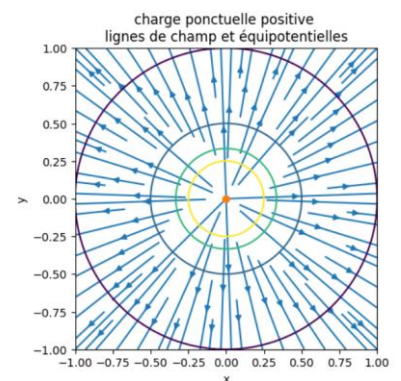
Soit une distribution D constituée d'une seule charge ponctuelle q_P placée au point O (origine d'une base sphérique). Une charge d'essai q_M placée en M est à une distance $r = OM$.

- Donner l'expression de la force $\vec{f}$ qui s'exerce sur q_M de la part de la charge q_P

- Exprimer le travail de cette force si on déplace la charge q_M sur un contour quelconque $A \xrightarrow{r} B$.

- Ce travail dépend-il du chemin Γ choisi ? Conclure.

2) Potentiel électrostatique



- Compléter le programme son python permettant de tracer quelques lignes de champ électriques et quelques équipotentiels.

On prendra $\frac{q_P}{4\pi\epsilon_0} = 1$

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
x=np.linspace(-1,1,100)#x est compris entre -1 et 1
y=x
```

```

xm,ym=np.meshgrid(x,y)#on crée un tableau 2D des valeurs de x et de y
#champ créé par une charge ponctuelle
def E_ponctuelle_positive(xp,yp,xm,ym) :
    PM=( (xm-xp)**2+(ym-yp)**2)**0.5#on crée un tableau 2D des valeurs de PM
    Ex=#composante suivant x
    Ey=#somposante suivant y
    V=#potentiel
    return Ex,Ey,V

Ex1,Ey1,V=E_ponctuelle_positive(0,0,xm,ym)
plt.streamplot(xm,ym,Ex1,Ey1)#Tracés des lignes de champ de E
plt.plot([0],[0],"o")#charge au centre
scale=[1,2,3,4]#équipotentielle
plt.contour(xm,ym,V,scale)#tracé des équipotentielle
plt.title("charge ponctuelle positive \n lignes de champ et équipotentielles")
plt.axis('equal')#permet d'avoir un même facteur d'échelle abscisse/ordonnée
plt.xlabel("x")
plt.ylabel("y")
plt.axis([-1, 1, -1, 1])
plt.show()

```

3) Relation entre potentiel et champ électrostatique

4) Propriétés du potentiel électrostatique

La relation $\vec{E}(M) = -\overrightarrow{grad}V(M)$, généralisable à toute distribution (superposition de charges ponctuelles), implique plusieurs propriétés :

B- Potentiel électrostatique d'une distribution quelconque :

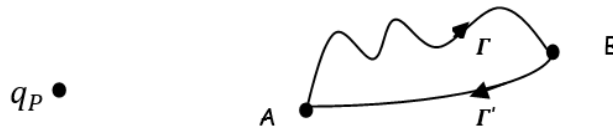
1) Potentiel électrostatique d'une distribution discrète de N charges ponctuelles

2) Distribution continue de charges

C- Circulation du champ électrostatique

1) Circulation du champ électrostatique d'une charge ponctuelle

Examinons la circulation C_{AB} du champ électrostatique rayonné par une charge ponctuelle q_P sur un contour quelconque Γ orienté d'un point A à un point B : $C_{\Gamma} = \int_{A \rightarrow B} \vec{E}(M) \cdot d\vec{OM} = \frac{q_P}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$.



2) Circulation du champ électrostatique d'une distribution quelconque

D'après le principe de superposition, $\oint \vec{E} \cdot d\vec{OM} = 0$ est valable pour le champ électrostatique créé par toute distribution de charges. La circulation conservative du champ électrostatique implique que :