

```

# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Sat Sep 25 15:35:24 2021

@author: fabrice
"""

#dessine les lignes de champ électrique ainsi que les équipotentiellles
#de 2 (ou plus) charges ponctuelles placées en x , y

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.patches import Circle

#définit la fenêtre graphique
fig=plt.figure(figsize=(15,15))
ax = fig.add_subplot()

# valeur du produit kQ des charges, plus simple que introduire k et Q
#séparément
kQ1 , kQ2= -1 , 2

#position des charges
x1 , y1 = -15 , 0
x2 , y2 = 15 , 0

# grilles des points x et y. Ces valeurs peuvent être modifiées
nx, ny = 100, 100
XMAX, YMAX = 25, 25
x = np.linspace(-XMAX, XMAX, nx)
y = np.linspace(-YMAX, YMAX, ny)
X, Y = np.meshgrid(x, y)

# calcule les deux composantes du vecteur champ électrique E
r1=((X-x1)**2+(Y-y1)**2)**1.5
r2=((X-x2)**2+(Y-y2)**2)**1.5

Ex = kQ1*(X-x1)/r1 + kQ2*(X-x2)/r2
Ey = kQ1*(Y-y1)/r1 + kQ2*(Y-y2)/r2

# dessine les lignes du champ E avec streamplot
ax.streamplot(x, y, Ex, Ey, color='black', linewidth=1,
              density=1, arrowstyle='->', arrowsize=1)

#calcul du potentiel électrique V
V = kQ1/np.sqrt((X-x1)**2+(Y-y1)**2) + kQ2/np.sqrt((X-x2)**2+(Y-y2)**2)

#définition lignes équipotentiellles.Jouer sur les paramètres de linspace !
#linspace(valeur min, valeur max, nombre de graduations entre les deux)
niveaux=np.array([pw for pw in np.linspace(-1,1,21)])

#étiquettes lignes équipotentiellles
cp=ax.contour(x,y,V,levels=niveaux,colors='blue',linewidths=1)
ax.clabel(cp,fontsize=10,colors='blue', zorder=3)

```

```

# Dessine les charges. zorder: Le texte est par dessus les charges
rayon = 0.2
ax.add_patch(Circle((x1,y1), rayon , color='r', zorder=1))
ax.add_patch(Circle((x2,y2), rayon , color='r', zorder=1))
ax.text(x1+1 , y1+1 , 'Q1', size = 18 , zorder = 2)
ax.text(x2+1 , y2+1 , 'Q2', size = 18 , zorder = 2)

#dessine la garniture du graphique
ax.set_xlabel('$x$ (m)')
ax.set_ylabel('$y$ (m)')
ax.set_xlim(-XMAX, XMAX)
ax.set_ylim(-YMAX, YMAX)
ax.set_aspect('equal')
ax.set_title('Lignes de champ électrique et équipotentielle\n'
            'de deux charges ponctuelles Q1='+str(kQ1) + ' Q2='+str(kQ2)
            +'\n(unités de kQ)')

plt.grid()
plt.show()

```