Practicas Electromagnetismo I

Campos magnéticos

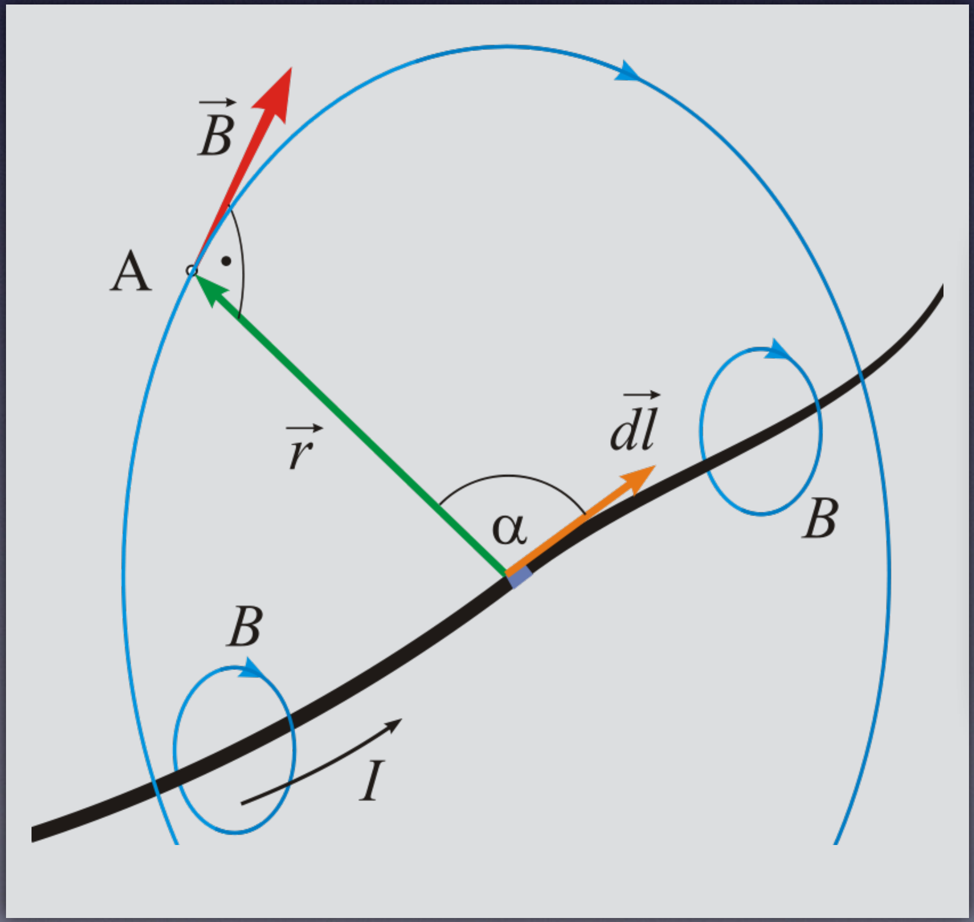
Mayo 2022

PRACTICA 2: Campos Magnéticos

En esta práctica se calculará el campo magnético creado por:

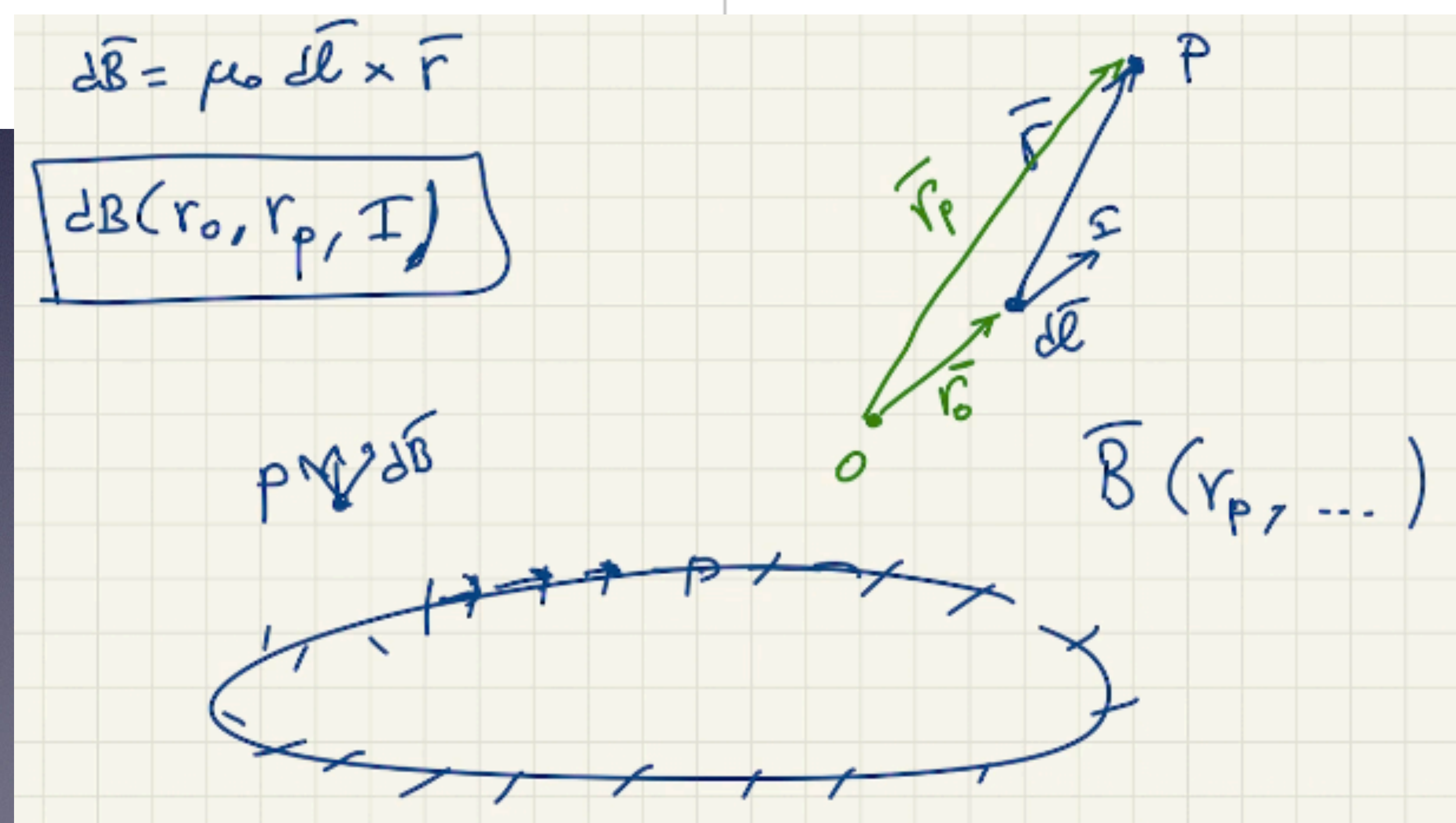
- *una espira por la que circula una corriente eléctrica*
- *un momento magnético*
- *una distribución de momentos magnéticos.*

En el caso de las corrientes que circulan por circuitos filiformes (o cerrados), la contribución de un elemento infinitesimal de longitud dl del circuito recorrido por una corriente I crea una contribución elemental de campo magnético, dB, en el punto situado en la posición que apunta el vector r a una distancia r respecto de d l , quien apunta en la dirección de la corriente I:



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

```python
#Function to calculate dB
def dB(I,dl,r0,rp):
    """Returns the magnetic field vector dB=(dBx,dBy,dBz) due to a current vector at r0 using Biot-Savart"""
    r=(rp[0]-r0[0],rp[1]-r0[1],rp[2]-r0[2])
    #print(r)
    den = ((r[0])**2+(r[1])**2+(r[2])**2)**1.5
    factor=(mu/(4*np.pi))*I/den
    return factor*(dl[1]*r[2]-dl[2]*r[1]),factor*(dl[2]*r[0]-dl[0]*r[2]),factor*(dl[0]*r[1]-dl[1]*r[0])
#Function to calculate B of an spiral at (0,0,0) at z=0


print(dB(100,(0,0.1,0),(1,0,0),(0,0,1)))

def B(I,R,r):
    Bx=By=Bz=0
    dalpha=2*np.pi/(res)
    for i in range(0, res):
        alpha=i*dalpha
        dl=(-np.sin(alpha),np.cos(alpha),0)
        dBc=dB(I,dl,(R*np.cos(alpha),R*np.sin(alpha),0),r)
        Bx+=dBc[0]
        By+=dBc[1]
        Bz+=dBc[2]
    factor= R*dalpha
    return factor*Bx,factor*By,factor*Bz
```

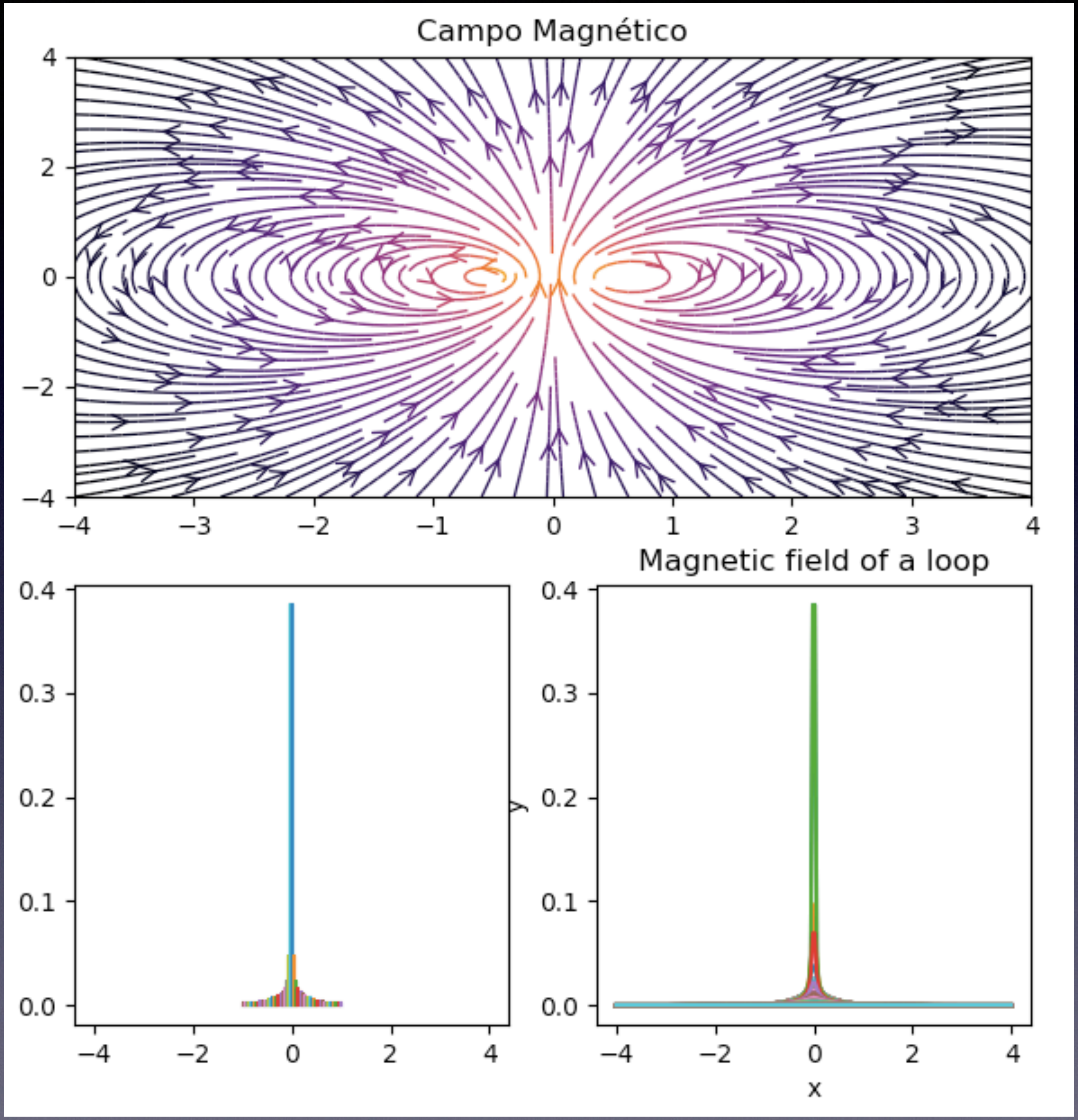


```python
# Solution of Loop using Biot-Savart
import numpy as np
import matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import axes3d
```

```python
#Function to calculate B of an spiral at (0,0,0) at z=0
def B(I,R,r):
```

```python
x = np.linspace(-4,4,200)
y = np.linspace(-4,4,200)
z = np.linspace(-4,4,200)

X,Z = np.meshgrid(x,z)
x,y,z = np.meshgrid(x,y,z)

# Plot of the fields
#bx,by,bz = B(1,2,(x,y,z))

bx,by,bz = B(100,0.5,(X,0,Z))

modulo= (bx**2+by**2+bz**2)**.5
```

```python
fig = plt.figure()
#plt.streamplot(X, Y, by, bz)
az=fig.add_subplot(211)
color = 2 * np.log(np.hypot(bx, bz))
#plt.colorbar()
plt.streamplot(X, Z, bx, bz, color=color, linewidth=1, cmap=plt.cm.inferno,
              density=2, arrowstyle='->', arrowsize=1.5)
plt.title("Campo Magnético")
```



Campo Magnético
Magnetic field of a loop
y
x

Se puede probar una representación 3D

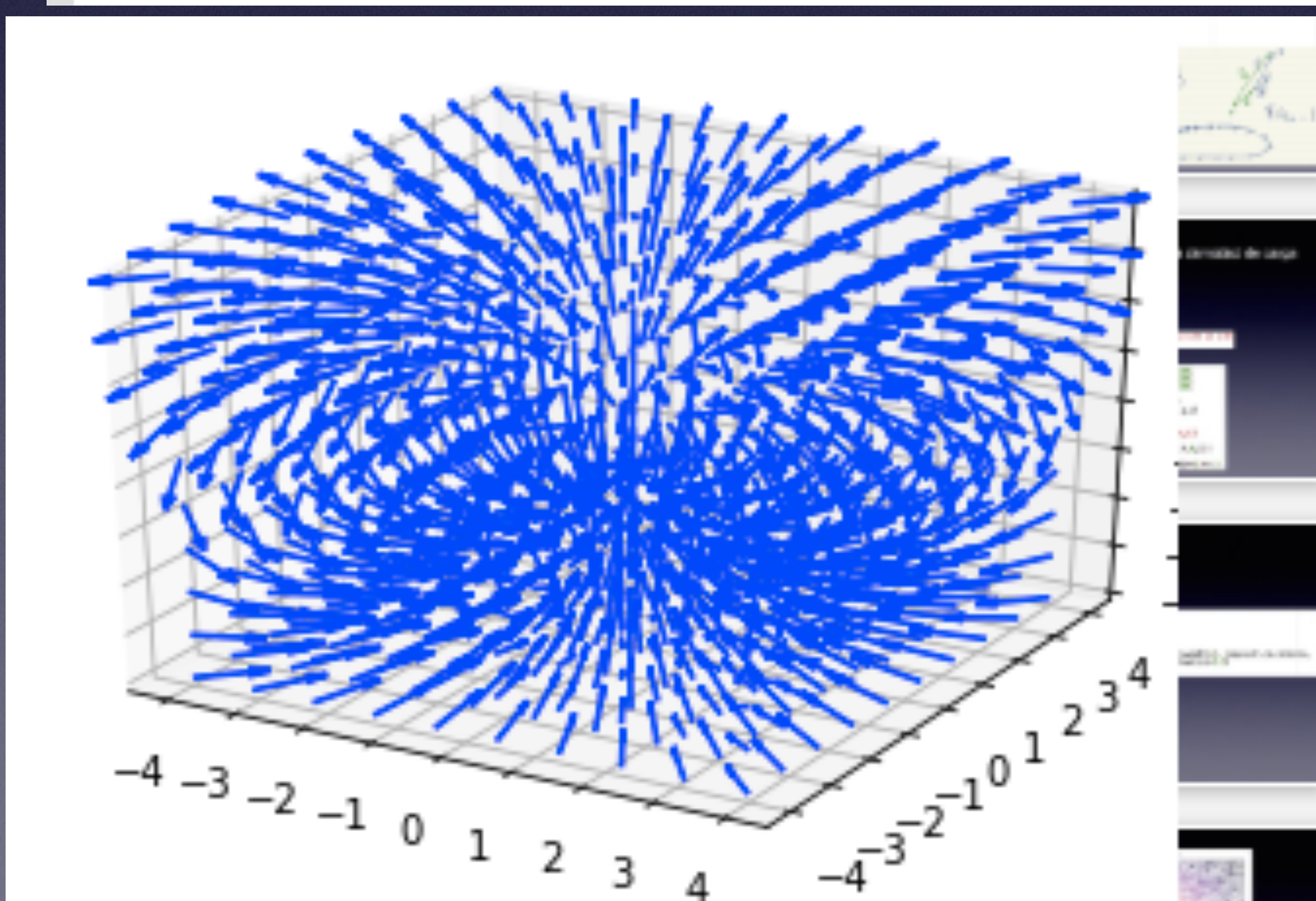
```python
import numpy as np
import matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import axes3d
```

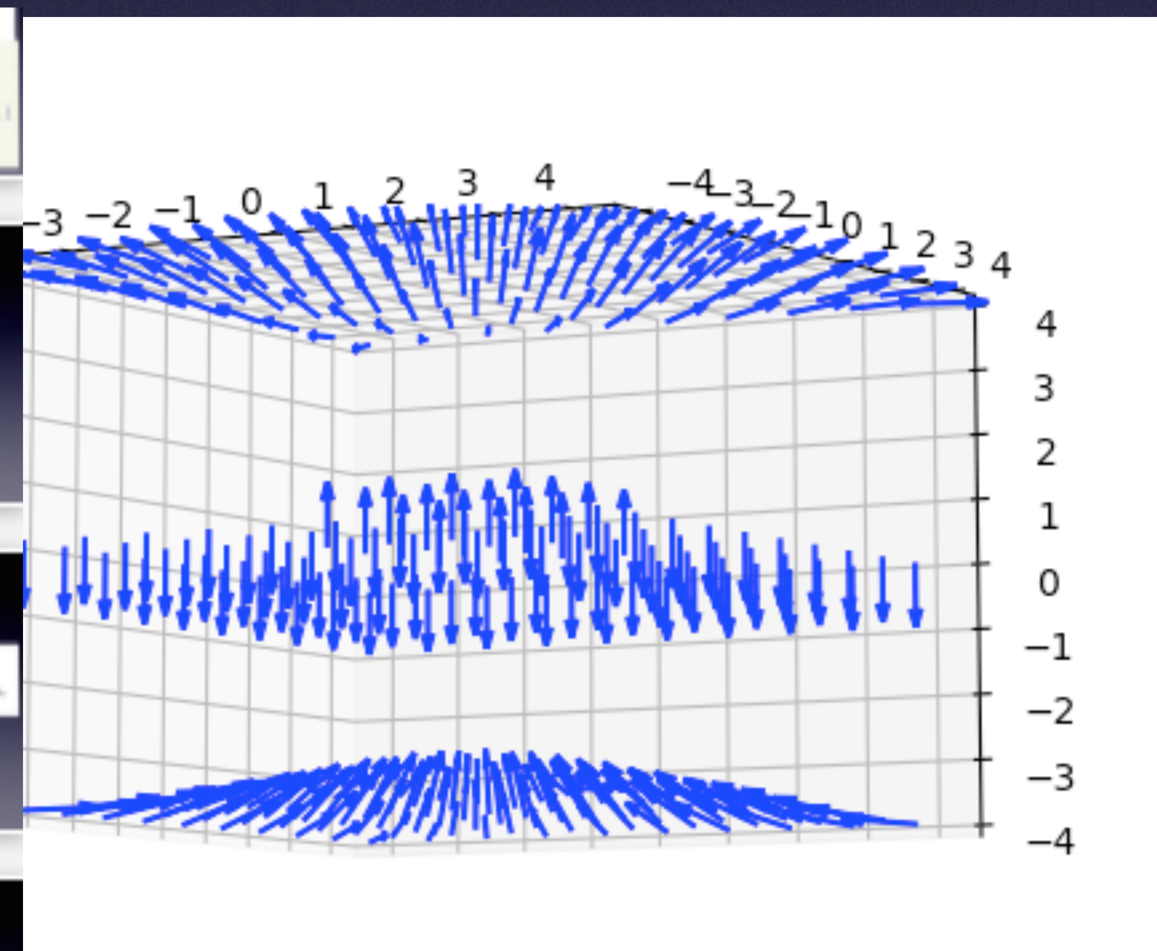
```python
x = np.linspace(-4,4,10)
y = np.linspace(-4,4,10)
z = np.linspace(-4,4,10)

X,Z = np.meshgrid(x,z)
x,y,z = np.meshgrid(x,y,z)
```

```python
# Plot of the 3d vector field
# 3d figure
fig = plt.figure()
ax = fig.gca(projection='3d')
```

```python
bx,by,bz = B(1000,0.1,(x,y,z))
```

```python
ax.quiver(x,y,z,bx,by,bz,color='b',length=1,normalize=True)
```





Campo magnético por un momento magnético

Campo magnético debido a un momento dipolar magnético

Haz una función que calcule el campo magnético en el punto x,y,z debido a un momento dipolar magnético (m_x,m_y,m_z) situado en un punto arbitrario del espacio.

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\left[\frac{3\mathbf{r}(\mathbf{m}\cdot\mathbf{r})}{r^5} - \frac{\mathbf{m}}{r^3}\right]$$

Compara este caso con el anterior cuando situamos un momento dipolar magnético en el origen de coordenadas.

Relaciona el vector m con I y R del apartado anterior.

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi r^2}\frac{\mathbf{m}\times\mathbf{r}}{r} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\mathbf{m}\times\mathbf{r}}{r^3}$$

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \nabla\times\mathbf{A} = \frac{\mu_0}{4\pi}\left[\frac{3\mathbf{r}(\mathbf{m}\cdot\mathbf{r})}{r^5} - \frac{\mathbf{m}}{r^3}\right]$$

Compara con el caso anterior y relaciona el módulo de m con I y R del apartado anterior