

# FYS1120 Linjer på Kryss og Tvers

Oskar Idland

a)

Ved bruk av superposisjons prinsippet vet vi at feltene skapt av linjeladingene langs x og z-aksen kan kombineres for å finne feltet i xy-planet. Vi har allerede fått likningen for feltet til linjeladningen som går langs z-aksen og kan gjøre den om slik at den passer for ladningen langs x-aksen. Den eneste forskjellen er fortegnet på ladningstettheten, og retningsvektoren som nå skal stå radielt ut fra x-aksen.

$$\mathbf{E}_z = \frac{(Q/L)}{2\pi\epsilon_0 r_1} \hat{\mathbf{r}}_1, \quad \hat{\mathbf{r}}_1 = (x, y, 0) \quad \mathbf{E}_x = \frac{(-Q/L)}{2\pi\epsilon_0 r_2} \hat{\mathbf{r}}_2, \quad \hat{\mathbf{r}}_2 = (0, y, z)$$

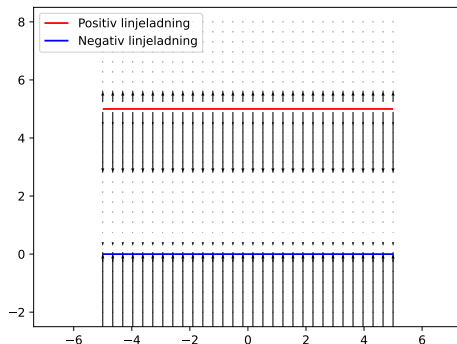
$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_z + \mathbf{E}_x = \frac{Q/L}{2\pi\epsilon_0} \left( \frac{\hat{\mathbf{r}}_1}{r_1} - \frac{\hat{\mathbf{r}}_2}{r_2} \right)$$

b)

Vi bruker superposisjons prinsippet og legger sammen feltet skapt av linjeladningene. Ettersom den ene linjen går gjennom  $(0, a)$  må retningsvektoren justeres.  $\hat{\mathbf{r}} = (x, y) - (x, 5) = (0, -5)$

$$\mathbf{E}_{x_0} = \frac{(-Q/L)}{2\pi\epsilon_0 r_0} \hat{\mathbf{r}}_0, \quad \hat{\mathbf{r}}_0 = (0, y) \quad \mathbf{E}_{x_5} = \frac{(-Q/L)}{2\pi\epsilon_0 r_5} \hat{\mathbf{r}}_5, \quad \hat{\mathbf{r}}_5 = (0, y - 5)$$

Vi får følgende plot:



Figur 1: Plot av to horisontale linjeladninger

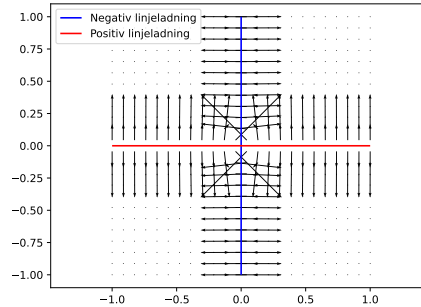
Ved å bruke kode tilhørende oppgave b:

c)

Vi bruker superposisjons prinsippet ved å legge sammen feltene fra begge linjeladningene for å finne det totale elektriske feltet i xy-planet. Ettersom vi ser på xy-planet vil z komponenten være irrelevant og vi forenkler derfor formelene fra tidligere.

$$\mathbf{E}_x = \frac{(Q/L)}{2\pi\epsilon_0 r_x} \hat{\mathbf{r}}_x, \quad \hat{\mathbf{r}}_x = (0, y) \quad \mathbf{E}_y = \frac{(-Q/L)}{2\pi\epsilon_0 r_y} \hat{\mathbf{r}}_y, \quad \hat{\mathbf{r}}_y = (x, 0)$$

Vi får følgende plot:



Figur 2: Plot av to linjeladninger langs x og y-aksen

Når vi kjører kode tilhørende oppgave c:

```

1 # b)
2
3 import numpy as np
4 import matplotlib.pyplot as plt
5
6 def efieldq(q0,r,r0):
7     # Input: charge q in Coulomb
8     #         r: position to find field (in 1,2 or 3 dimensions) in meters
9     #         r0: position of charge q0 in meters
10    # Output: electric field E at position r in N/C
11    dr = r-r0
12    drnorm = np.sqrt(dr.dot(dr))
13    epsilon0 = 8.854187817e-12
14    return q0/(2.0*np.pi*epsilon0*(drnorm)**3)*dr
15
16 q = 1 # Simplified Q/L
17 L = 5
18 N = 30
19 x = np.linspace(-L,L,N)
20 y = np.linspace(-L + 3,L + 3,N)
21 rx,ry = np.meshgrid(x,y)
22 Ex = np.zeros((N,N),float)
23 Ey = np.zeros((N,N),float)
24 for i in range(len(rx.flat)):
25     rx0 = np.array([rx.flat[i],0])
26     rx5 = np.array([rx.flat[i],5])
27     r = np.array([rx.flat[i],ry.flat[i]])
28     Ex.flat[i],Ey.flat[i] = efieldq(-q,r,rx0) + efieldq(q,r,rx5) # Instead of
29                             # making a new function for the y-axis we generalize the function and input
30                             # a negative charge instead
31 plt.quiver(rx,ry,Ex,Ey)
32 plt.hlines(5, -L, L, color = 'red', label = 'Positiv linjeladning')
33 plt.hlines(0,-L,L, color = 'blue', label = 'Negativ linjeladning')
34 plt.legend(loc = 'upper left')
35 plt.axis('equal')
36 plt.savefig('Linjeladninger_.b.pdf', format = 'pdf')

```

Code Listing 1: kode tilhørende oppgave b

```

1 # c)
2
3 import numpy as np
4 import matplotlib.pyplot as plt
5
6 def efieldq(q0,r,r0):
7     # Input: charge q in Coulomb
8     #         r: position to find field (in 1,2 or 3 dimensions) in meters
9     #         r0: position of charge q0 in meters
10    # Output: electric field E at position r in N/C
11    dr = r-r0
12    drnorm = np.sqrt(dr.dot(dr))
13    epsilon0 = 8.854187817e-12
14    return q0/(2.0*np.pi*epsilon0*(drnorm)**3)*dr
15
16 q = 1 # Simplified Q/L
17 L = 1
18 N = 24
19 x = np.linspace(-L,L,N)
20 y = np.linspace(-L,L,N)
21 rx,ry = np.meshgrid(x,y)
22 Ex = np.zeros((N,N),float)
23 Ey = np.zeros((N,N),float)
24 for i in range(len(rx.flat)):
25     rx0 = np.array([rx.flat[i],0])
26     ry0 = np.array([0,ry.flat[i]])
27     r = np.array([rx.flat[i],ry.flat[i]])
28     Ex.flat[i],Ey.flat[i] = efieldq(q,r,rx0) + efieldq(-q,r,ry0) # Instead of
29                             # making a new function for the y-axis we generalize the function and input
30                             # a negative charge instead
31 plt.quiver(rx,ry,Ex,Ey)
32 plt.vlines(0, -L, L, color = 'blue', label = 'Negativ linjeladning')
33 plt.hlines(0,-L,L, color = 'red', label = 'Positiv linjeladning')
34 plt.legend(loc = 'upper left')
35 plt.axis('equal')
36 plt.savefig('Linjeladninger_c.pdf', format = 'pdf')

```

Code Listing 2: kode tilhørende oppgave c