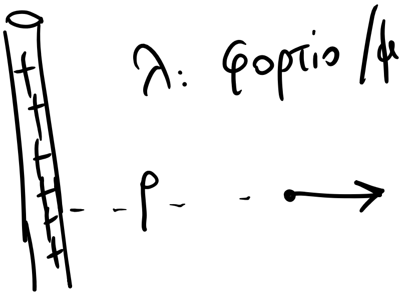
Την περασμένη φορά είδαμε το $\vec{E}$

του σημειακού φορτίου $\vec{E} = k\frac{Q}{r^2}\vec{e}_r$

$\vec{e}_r$: μοναδιαίο

Επίσης άπειρη γραμμή φορτίου



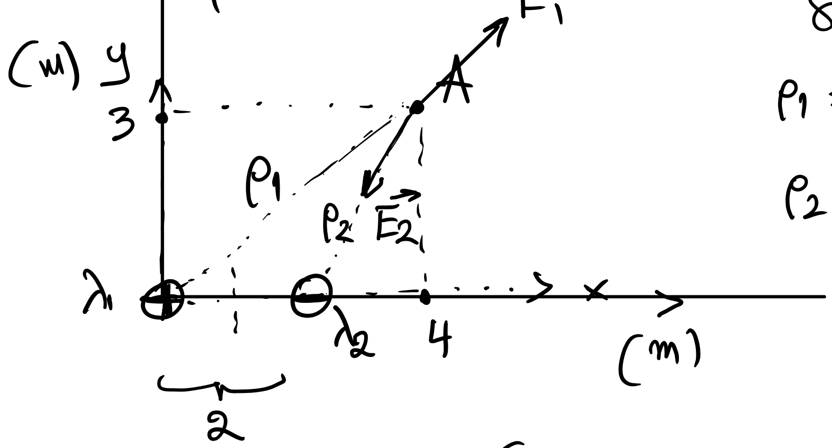
λ: φορτίο/μήκος

$E = 2k\frac{\lambda}{\rho}$

ρ: είναι η απόσταση από τη γραμμή φορτίου

$\vec{E} \perp$ γραμμή

Άσκηση: Έστω δύο γραμμές φορτίου με $\lambda_1 = 5\ \mu C/m$ και $\lambda_2 = -4\ \mu C/m$ παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στην σελίδα. Να βρεθεί το $\vec{E}$ στο σημείο Α.



Μέσω επαλληλίας έχω δύο E

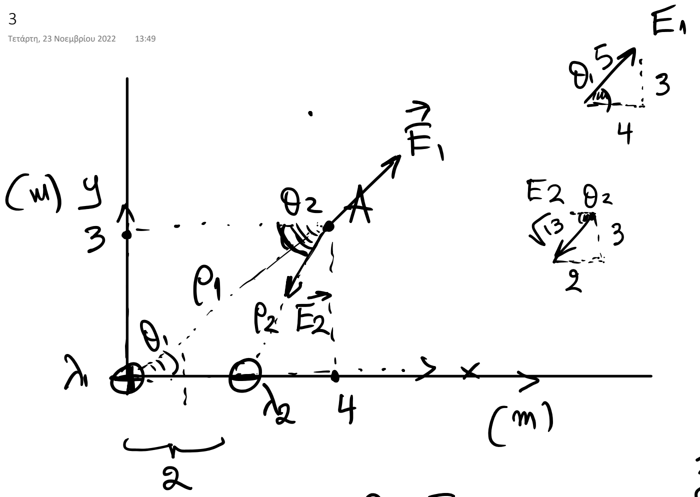
$$\rho_1 = \sqrt{3^2+4^2} = 5 \ m$$

$$\rho_2 = \sqrt{3^2+2^2} = \sqrt{13} \ m$$

$$E_1 = 2 \times 9 \times 10^9 \times \frac{\cancel{5} \times 10^{-6}}{\cancel{5}}$$

$$E_1 = 18 \times 10^3 = 1.8 \times 10^4 \ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = 2 \cdot 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{\sqrt{13}} \simeq 20 \times 10^3 = 2.0 \times 10^4 \ \frac{N}{C}$$



$$E_{1x} = E_1 \cos\theta_1 = E_1 \frac{4}{5}$$

$$E_{1y} = E_1 \sin\theta_1 = E_1 \frac{3}{5}$$

$$E_{2x} = -E_2 \cos\theta_2 = -E_2 \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$E_{2y} = -E_2 \sin\theta_2 = -E_2 \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$\left.\begin{array}{l} E_{1x} = 1.44 \\ E_{1y} = 1.08 \\ E_{2x} = -1.11 \\ E_{2y} = -1.66 \end{array}\right\} 10^4 \ N/C$$

$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$ αθροίζονται :

$$E_x = E_{1x} + E_{2x} = 0.33 \times 10^4 = 3.3 \times 10^3$$

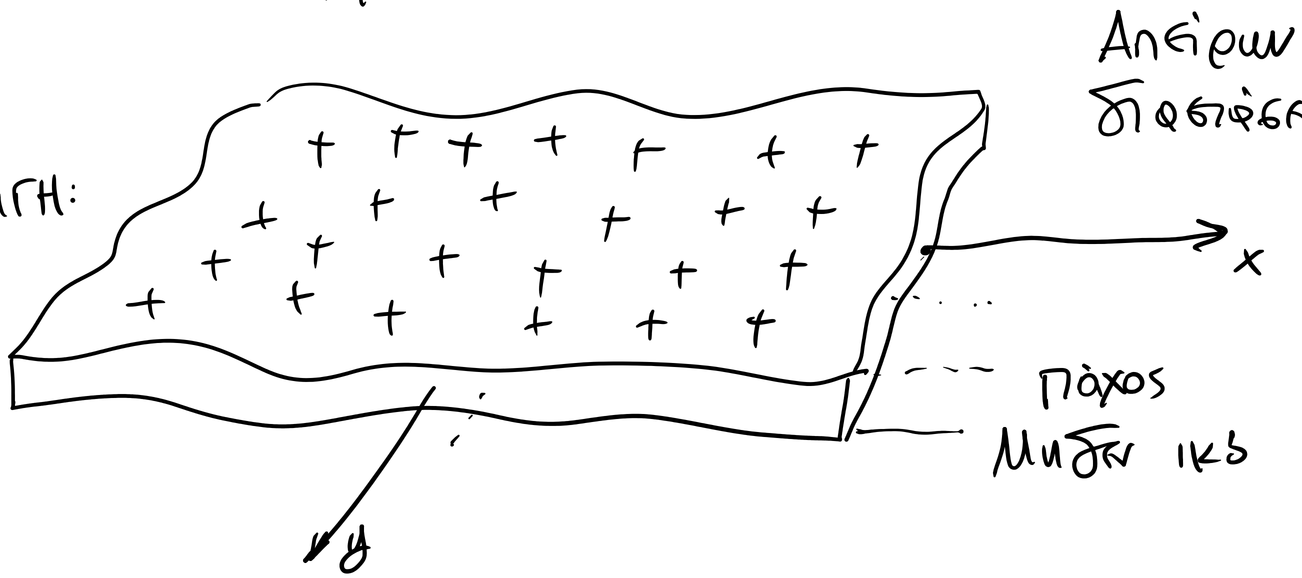
$$E_y = E_{1y} + E_{2y} = -0.58 \times 10^4 = -5.8 \times 10^3$$

Ζητούμενο μέτρο $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 6.67 \times 10^3$ N/C

$$\theta = \arctan \frac{E_y}{E_x} = \arctan\left(-\frac{5.8}{3.3}\right) \approx -60.3^\circ$$

$\vec{E}$: (α) σημ. φορτίο (β) γραμμή φορτίου
✓ (γ) φορτισμ. πλάκα

ΠΗΓΗ:



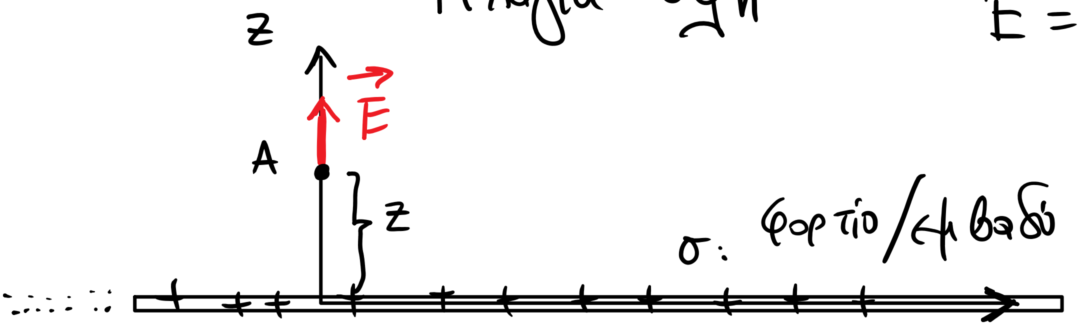
Είναι φορτισμένη με σ : $\frac{\text{φορτίο}}{\text{επιφάνεια}}$ σε $\frac{C}{m^2}$

σ : επιφανειακή πυκνότητα φορτίου

Θέλουμε το $\vec{E}$ αυτής της πλάκας σε απόσταση z από αυτή

Πλάγια όψη

$E = ?$ στο σημείο A



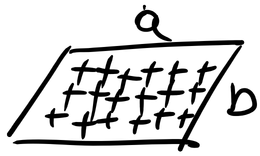
σ: φορτίο/εμβαδό

επίπεδο x,y

$E \perp$ πλάκα

Μέτρο $E = \underbrace{2\pi k}_{\text{σταθερές}} \sigma$

Για πραγματικό φύλλο διαστάσεων $a \times b$



$E \simeq 2\pi k \sigma$

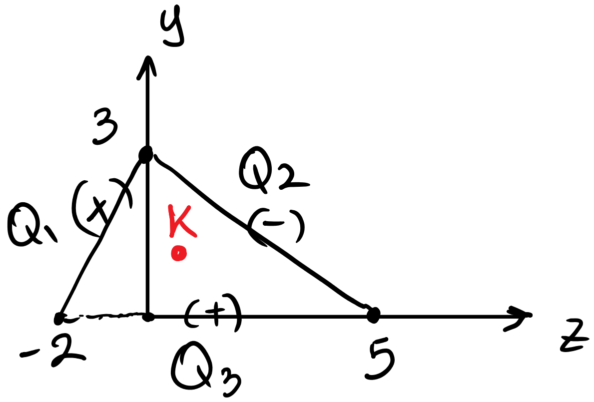
για $z \ll a, b$

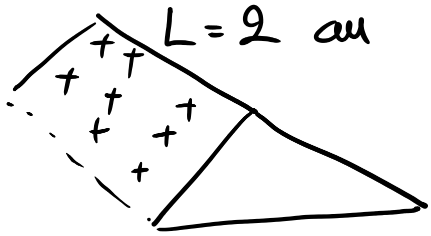
Παράδειγμα : Τρία φύλλα μαζί

$Q_1 = 2\mu C$

$Q_2 = -3\mu C$

$Q_3 = 2\mu C$



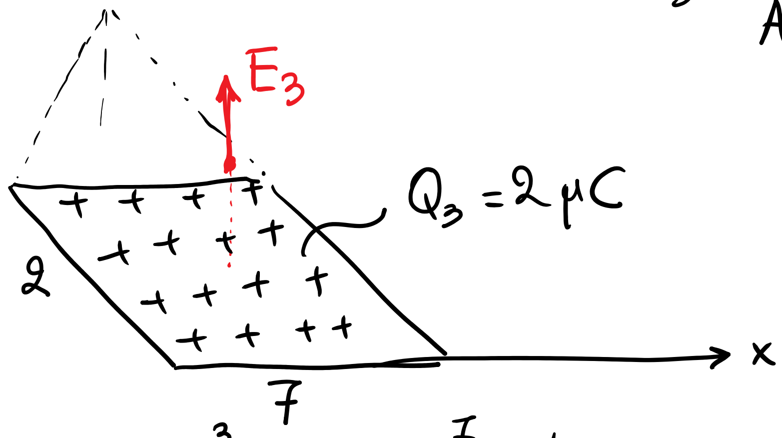


Ζητείται το $\vec{E}$ στο κέντρο K της κατασκευής χρησιμοποιώντας κατάλληλη προσέγγιση

Επαλληλία τριών πεδίων. Ξεκινάω από την φορτισμένη πλάκα

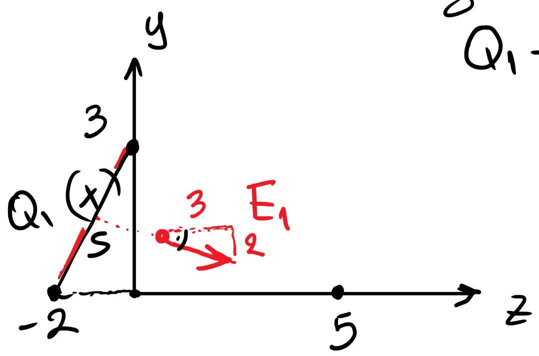
$$\sigma_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times7\times10^{-4}} = 0.143\times10^{-2} = 1.43\times10^{-3}\ \frac{C}{m^2}$$

(προσέγγιση απείρου φύλλου):



Μέτρο

$$E_3 = 2\pi K\sigma_3 = 2\times3.14\times9\times10^{9}\times1.43\times10^{-3} \simeq 8.1\times10^{7}\ N/C$$



Εξετάζω τώρα το φύλλο 1 με φορτίο $Q_1 = 2\mu C$ ↳ διαστάσεις

$s = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13}$ cm

↳ μήκος (κάθετα στη σελίδα)

$L = 2$ cm.

$A_1 = sL$

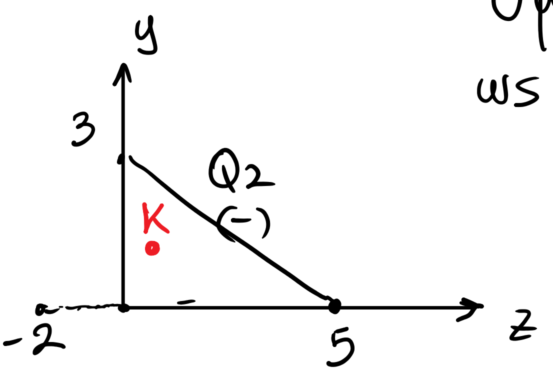
$\sigma_1 = \dfrac{Q_1}{A_1} = \dfrac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-2}\times\sqrt{13}\times10^{-2}} \simeq 0.28\times10^{-2} = 2.8\times10^{-3}\ \dfrac{C}{m^2}$

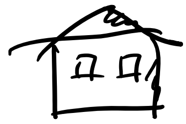
Μέτρο

$E_1 = 2\pi K\sigma_1 = 2\times3.14\times9\times10^{9}\times2.8\times10^{-3} = 1.58\times10^{8}$ N/C

$E_{1x} = E_1 \dfrac{3}{\sqrt{13}} = 1.32\times10^{8}$

$E_{1y} = -E_1 \dfrac{2}{\sqrt{13}} = -0.88\times10^{8}$



Ομοίως η πλάκα 2, αφήνεται ως Άσκηση για 

$E_{2x} = ?$

$E_{2y} = ?$

Τελικά

$$E_x = E_{1x} + E_{2x} + \cancel{E_{3x}}^{\,0}$$

$$E_y = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y}$$

Πυθαγόρειο

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

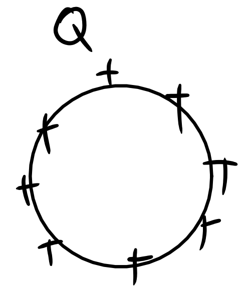
$$\tan\theta = \frac{E_y}{E_x}$$

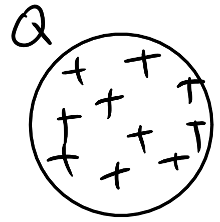
$\vec{E}$: (α) σημ. φορτίο (β) γραμμή φορτίων

(γ) φορτισμ. πλάκα

(δ) σφαίρα → φορτισμένη επιφάνεια της

→ φορτισμένη παντού στον όγκο της





Και στις δύο περιπτώσεις, ΕΚΤΟΣ της σφαίρας, ίδιο $\vec{E}$ με αυτό του σημειακού φορτίου $E = k\frac{Q}{r^2}$ με το Q στο κέντρο όμως ΕΝΤΟΣ διαφέρει, θα το δούμε στην επόμενη διάλεξη.