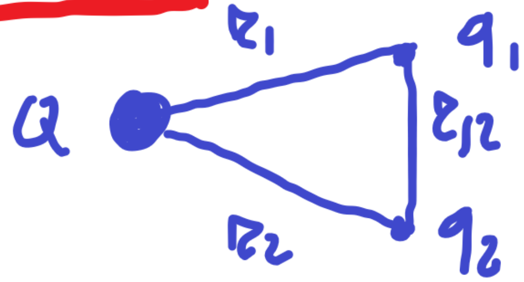
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΔΥΝΑΜΙΚΟ

30.3.21 ①

Δ.Ε: 

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r}$$



$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Qq_1}{r_1} + \frac{Qq_2}{r_2} + \frac{q_1 q_2}{r_{12}}\right)$$

ΔΥΝΑΜΙΚΟ: $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q\,q}{r} = V\cdot q\,,$$

$$U = V\cdot q$$

$$\vec{F} = q\cdot\vec{E}$$

ΑΝΑΛΟΓΙΑ $\vec{E} = \vec{F}/q \qquad V = \frac{U}{q}$

$$\underline{U_2 - U_1} = -\int_1^2 \underline{\vec{F}}\cdot d\vec{\ell} \qquad V_2 - V_1 = -\int_1^2 \vec{E}\cdot d\vec{\ell}$$

q $\qquad q$

$\vec{F} = q\vec{E}$

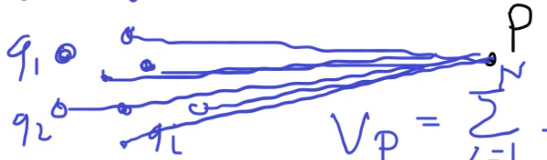
ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} V$$

ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ $\Big\}$ $\vec{F} = -\vec{\nabla} U$

ΤΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΙΝΑΙ ΒΑΘΜΩΤΟ

⇒ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΜΕ ΑΛΓΕΒΡΙΚΑ:

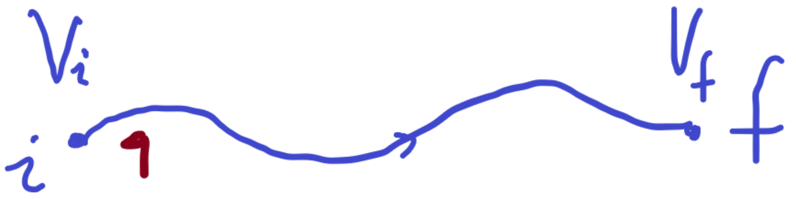


$$V_P = \sum_{i=1}^{N} \frac{q_i}{4\pi\varepsilon_0 r_i}$$

30.3.21

2

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ



$$\Delta U = q(V_f - V_i)$$

$$\underbrace{\Delta U}_{\text{Joule}} = \underbrace{q}_{C}\,\underbrace{(V_f - V_i)}_{\text{Volt}} \Rightarrow \boxed{1\ \text{Joule} = 1C \cdot 1V}$$

ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

$$\frac{U}{q} = V \qquad \frac{U_i}{q} = V_i \qquad \frac{U_f}{q} = V_f$$

$$V_f - V_i = \frac{U_f - U_i}{q} \Rightarrow$$

$$\Delta U = U_f - U_i = q(V_f - V_i)$$

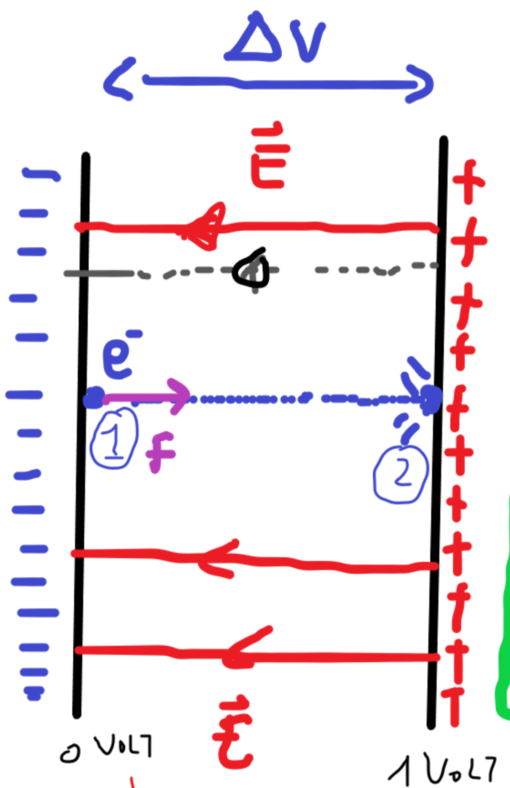
$$\left.\begin{array}{l} \text{Joule} = C \cdot \text{Volt} \\ \text{Joule} = N \cdot m \end{array}\right\} \rightarrow \boxed{C \cdot V = N \cdot m}$$

MKSA

$$[E] = \frac{\cancel{N}}{\cancel{C}} \cdot \underbrace{\left[\frac{\cancel{C} \cdot V}{\cancel{N} \cdot m}\right]}_{1} = \frac{V}{m}$$

ΜΟΝΑΔΑ ΠΕΔΙΟΥ

MKSA (m, Kg, Sec, Ampere)



$\Delta V = 1$ VOLT

$\vec{F} = q_e \vec{E}$

$$\boxed{1eV = 1.6\,10^{-19}C \cdot 1V = 1.6\,10^{-19}\text{ JOULE}}$$

ΑΣ ΥΠΟΘΕΣΟΥΜΕ ΟΤΙ ΤΟ e^- ΕΙΝΑΙ ΑΡΧΙΚΑ ΑΚΙΝΗΤΟ ΚΑΙ ΑΡΧΙΖΕΙ ΝΑ ΚΙΝΕΙΤΑΙ ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΗΝ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟ e^- ΛΙΓΟ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗ ΣΤΟ ΘΕΤΙΚΟ ΑΓΩΓΟ

(1) $$\underbrace{KE_1}_{0} + U_1 = KE_2 + U_2 \Rightarrow KE_2 = U_1 - U_2 = q\underbrace{(V_1 - V_2)}_{\text{ΑΡΝΗΤΙΚΟ}} = -1.6\,10^{-19}C\,(-1\text{ VOLT}) \Rightarrow$$

$$KE_2 = 1.6\,10^{-19}C \cdot V = 1.6\,10^{-19}\text{ JOULE}$$

$$\boxed{1\,eV = 1.6\,10^{-19}\text{ JOULE}}$$

ΟΤΑΝ ΚΙΝΟΥΜΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟ ΠΕΔΙΟΥ ΒΑΔΙΖΩ ΑΠΟ ΥΨΗΛΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΕ ΧΑΜΗΛΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

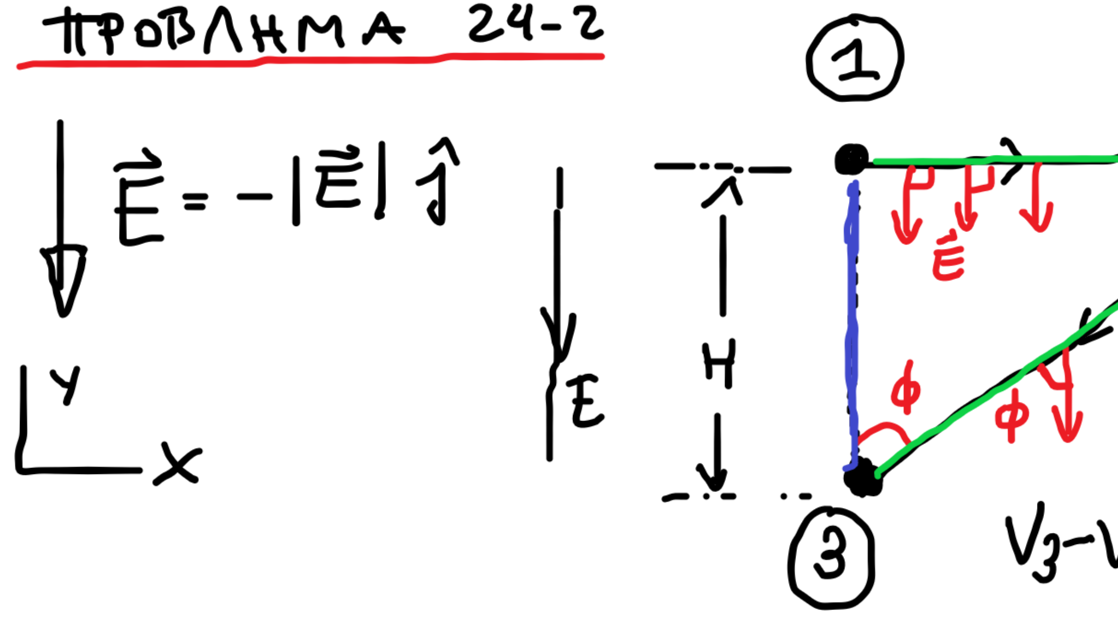
$$\vec{E} = -\underbrace{\vec{\nabla} V}_{\text{ΔΙΑΦΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ}}$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 24-2

30.3.21

④

$\vec{E} = -|\vec{E}|\,\hat{j}$



I) συντομ.

$$V_3 - V_1 = -\int_1^3 \vec{E}\cdot d\vec{\ell} \Rightarrow$$

$$V_3 - V_1 = -\underbrace{\int_1^2 \vec{E}\cdot d\vec{\ell}}_{\text{ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΘΕΤΟ ΣΤΗΝ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ}} - \underbrace{\int_2^3 \vec{E}\cdot d\vec{\ell}}_{\neq 0} = -\int_2^3 \vec{E}\cdot d\vec{\ell} \Rightarrow$$

ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΘΕΤΟ ΣΤΗΝ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ∴ $\vec{E}\cdot d\vec{\ell} = 0$!!

$$V_3 - V_1 = -\int_2^3 |\vec{E}|\cos\phi\, d\ell$$

$$= -|\vec{E}|\underbrace{\cos\phi\, L}_{H} =$$

$$= -|\vec{E}|\cdot H$$

II) $V_3 - V_1 = -\int_1^3 \vec{E}\cdot d\vec{\ell}$

$$= -\int_1^3 |\vec{E}|(-\hat{j})\cdot(\hat{j}\,dy)$$

$$= +|\vec{E}|\underbrace{\int_1^3 dy}_{-H} = -|\vec{E}|\cdot H$$

ΙΔΙΟ !!!

ΓΙΑΤΙ ΒΓΑΙΝΕΙ ΤΟ ΙΔΙΟ ;;

ΓΙΑΤΙ Η ΔΥΝΑΜΗ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ

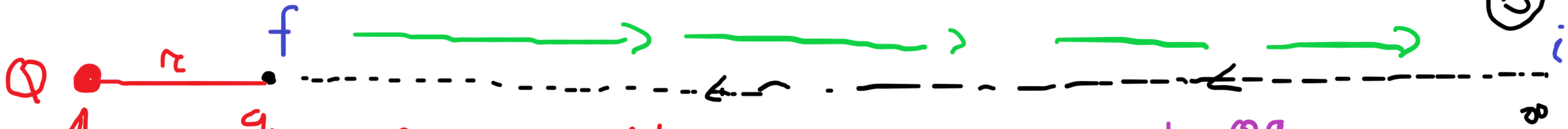
$\vec{E} = -\vec{\nabla} V$

$$U_2 - U_1 = -\int_1^2 \vec{F}\cdot d\vec{\ell}$$

$$V_2 - V_1 = -\int_1 \vec{E}\cdot d\vec{\ell}$$

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΥΜΕΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

30.3.21 (5)



ΣΗΜΕΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

$$U_{Qq} \rightarrow \frac{U_{Qq}}{q} = V_Q$$

$$U_{Qq} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r}$$

$$\frac{U_{Qq}}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$$

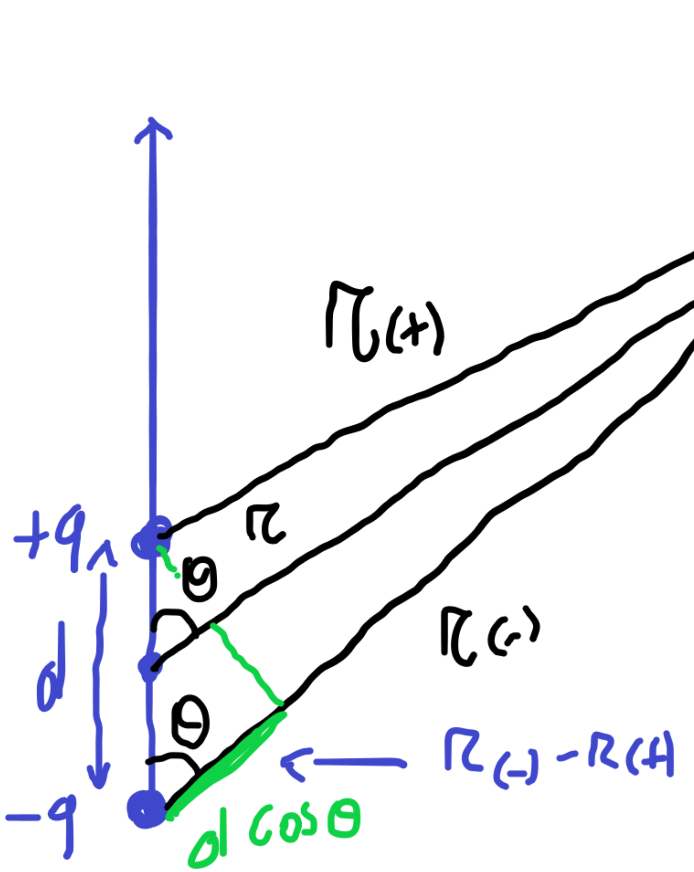
$$\vec{F} = -\vec{\nabla} U$$

$$V_f - \cancel{V_i}^{\,0} = \frac{U_f - \cancel{U_i}^{\,0}}{q} = -\frac{1}{q}\int_{r_i}^{r_f} \vec{F}\cdot d\vec{\ell}$$

$$V_f = -\frac{1}{\cancel{q}}\int_{r_i}^{r_f} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q\cancel{q}}{r^2}\,dr = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{r_i}^{r_f}\frac{dr}{r^2} = \ominus\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{r^{-2+1}}{-2+1}\right]_{r_i}^{r_f} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r_f} - \cancel{\frac{1}{r_i}}^{\,0}\right]$$

$$\boxed{V_f = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_f}}$$

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΔΙΠΟΛΟΥ



$$V_P = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_{(+)}} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_{(-)}}$$

$$V_P = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{r_{(-)} - r_{(+)}}{r_{(+)} \cdot r_{(-)}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{d\cos\theta}{r^2} \Rightarrow$$

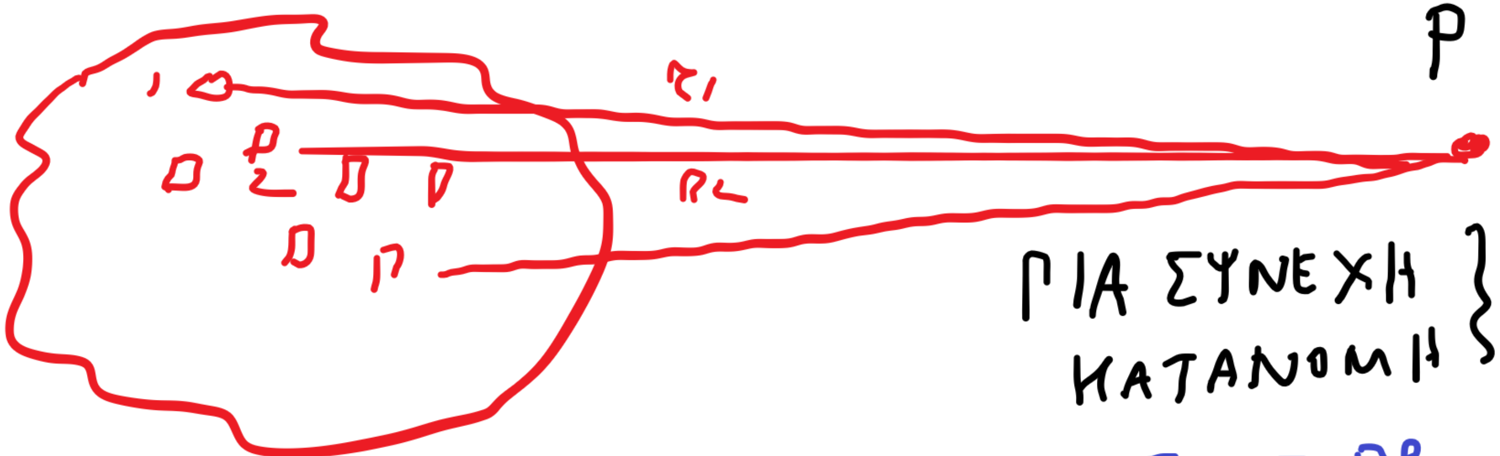
$$\left(r \gg \quad \begin{array}{l} r_{(-)} - r_{(+)} \cong d\cos\theta \\ r_{(-)} \cdot r_{(+)} \cong r^2 \end{array} \right)$$

$$\left.\begin{array}{l} V_P = \dfrac{q \cdot d}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{\cos\theta}{r^2} \\ P = q\,d \end{array}\right\} \boxed{V_P = \frac{P}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\cos\theta}{r^2}}$$

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΑΠΟ ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

30.3.21

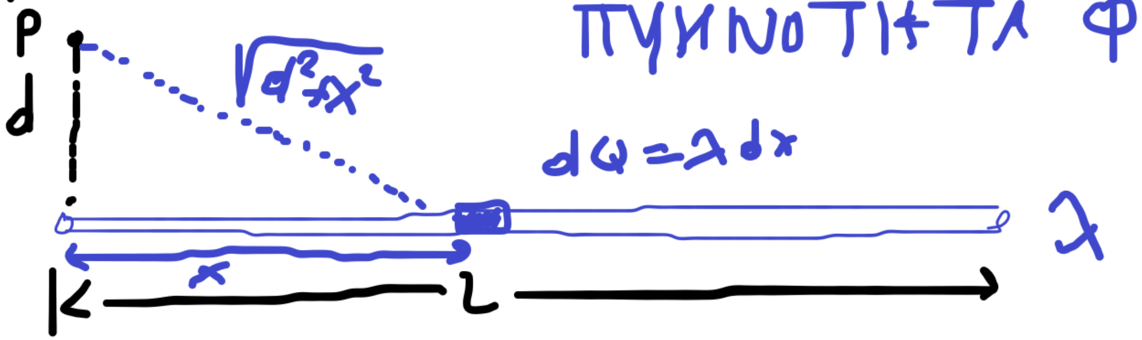
(7)



$$V_P = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_i}{r_i}$$

ΓΙΑ ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ $\Big\} \Rightarrow$ $\boxed{V_P = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int_V \frac{dq}{r}}$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΥΘΕΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΟΡΤΙΟΥ λ



$$V_P = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int_0^L \frac{\lambda dx}{\sqrt{x^2+d^2}} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0} \int_0^L \frac{dx}{\sqrt{x^2+d^2}} \quad (1)$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+d^2}} = \ln\left(x + \sqrt{x^2+d^2}\right) \quad (2)$$

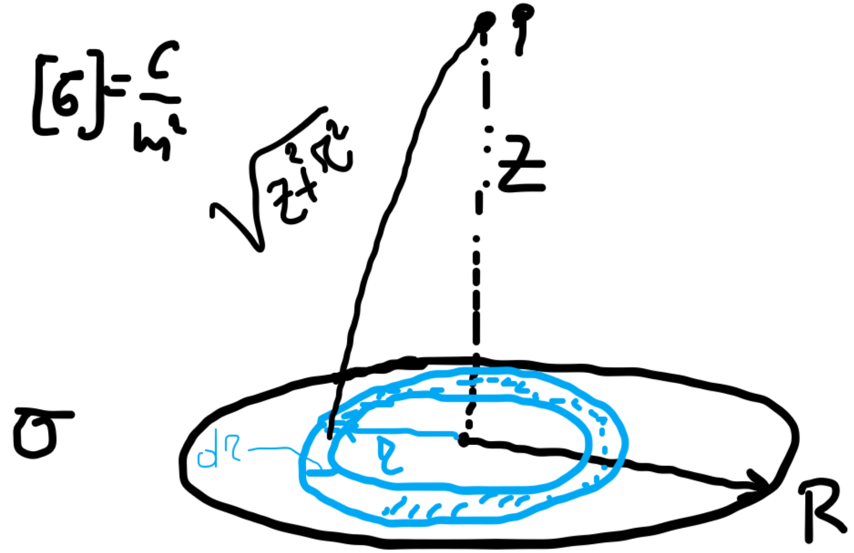
$$(1)(2) \quad V_P = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\left[\ln\left(L+\sqrt{L^2+d^2}\right) - \ln d\right] \Rightarrow \boxed{V_P = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0} \ln\left[\frac{L+\sqrt{L^2+d^2}}{d}\right]}$$

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟΥ ΔΙΣΚΟΥ

30.3.21

8

$[\sigma] = \frac{C}{m^2}$

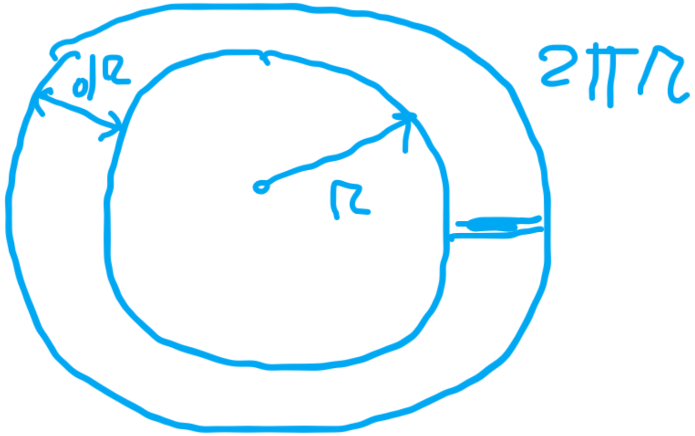


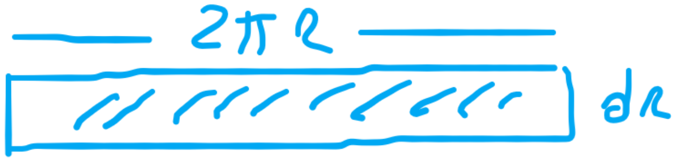
$$V_P = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{dQ}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_0^R \frac{\sigma \cdot dA}{\sqrt{z^2+r^2}} = \frac{\sigma}{\cancel{4}_{2}\pi\varepsilon_0}\int_0^R \frac{\cancel{2\pi} r\, dr}{\sqrt{z^2+r^2}} \Rightarrow$$

$$V_P = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\int_0^R \frac{1}{2}\frac{dr^2}{\sqrt{z^2+r^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\int_0^R \frac{1}{2}\frac{d(r^2+z^2)}{\sqrt{z^2+r^2}} =$$

$$V_P = \frac{\sigma}{\cancel{4}_{2}\varepsilon_0}\left[\frac{[z^2+r^2]^{-\frac{1}{2}+1}}{\cancel{-\frac{1}{2}+1}}\right]_0^R = \frac{\sigma}{2\varepsilon}\left[(z^2+R^2)^{1/2} - z\right]$$

$$\boxed{\text{ΔΕΙΞΤΕ ΟΤΙ ΓΙΑ } z \gg R \quad V_P = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 z}}$$





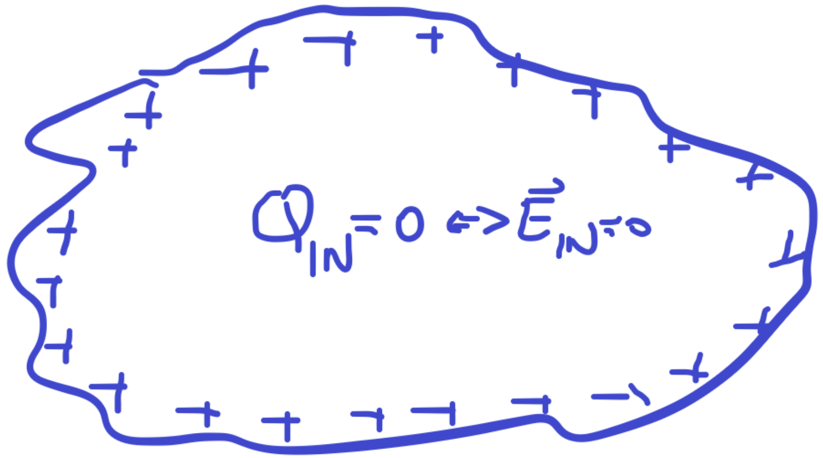
$$dA = 2\pi r\, dr$$

$$d(\pi r^2) = 2\pi r\, dr$$

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

30.3.21

9



$$\Delta V_{IN} = -\int \vec{E}\cdot d\vec{\ell} = 0$$

$\Delta V_{IN} = 0 \Rightarrow$ Ο ΑΓΩΓΟΣ ΕΧΕΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΥ ΤΟΝ ΟΓΚΟ