# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24: ΔΥΝΑΜΙΚΟ

28.3.21 (5)

• ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΕΙΝΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ Η ΟΠΟΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΤΑΝ ΤΟ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΜΕ.

ΔΗΛΑΔΗ: (α) ΑΝ ΑΥΤΟΣ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ) ΤΟΤΕ

(β) ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΝΕΙ ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΕΠΩΣ ΕΧΕΙ ΘΕΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

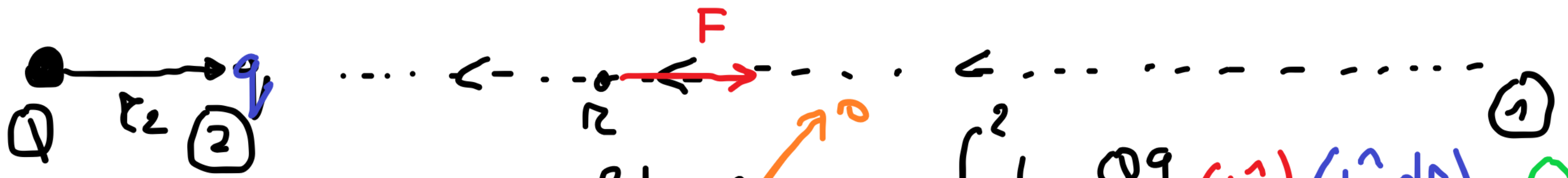
ΘΕΛΩ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ


Σύστημα (Q, q)

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

ΚΑΙ ΟΧΙ ΑΥΤΗ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ

28.3.21 (6)




$$\text{ΕΝΕΡΓΕΙΑ}(Q,q) = U_2 - \cancel{U_1} = -\int_1^2 \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r^2}(+\hat{r})\cdot(+\hat{r}\,dr) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Qq\underbrace{\int_1^2 \frac{dr}{r^2}}_{\left[\frac{r^{-2+1}}{-2+1}\right]_1^2}$$

$$= \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r}\right]_{\infty}^{r_2} = \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 r_2} \Rightarrow \boxed{\text{ΕΝΕΡΓΕΙΑ} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r_2}}$$

- ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΟΤΙ ΑΝ $Q\cdot q > 0 \Rightarrow$ ΕΝΕΡΓΕΙΑ$(Q,q) \geq 0 \Rightarrow$ (ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ, ΕΚΕΙ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΠΟΘΟΥΝ ΤΟ ΕΝΑ ΤΟ ΑΛΛΟ ΚΑΙ ΘΕΛΟΥΝ ΝΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΟΥΝ ΚΑΙ ΝΑ ΑΠΟΔΩΣΟΥΝ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΑΜΕ ΓΙΑ ΝΑ ΦΤΙΑΞΟΥΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

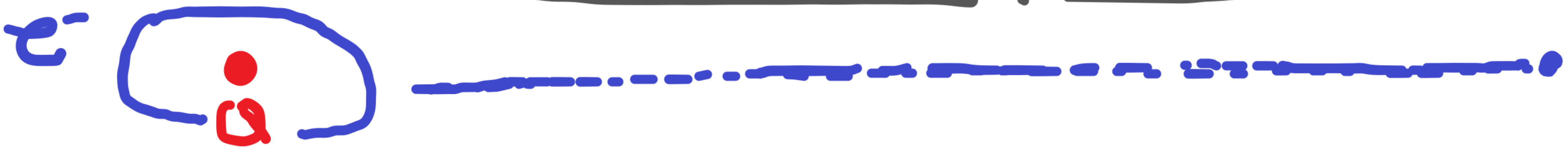
28.3.21 (7)

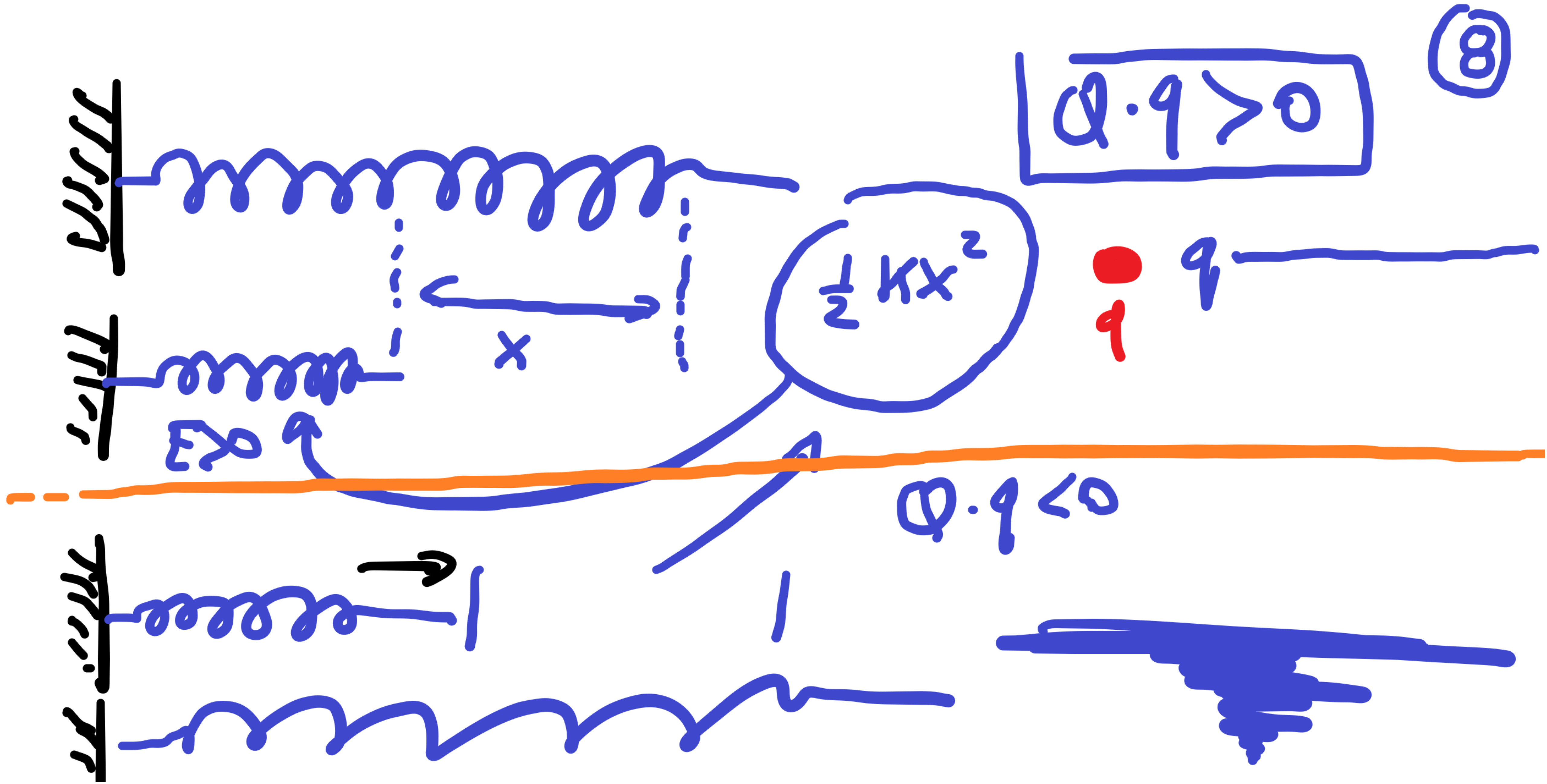
ΑΝ ΟΜΩΣ $Q \cdot q < 0$ ⇒

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ $(Q,q)$ ΕΧΕΙ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ⇒ ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΠΑΡΗΓΑΓΕ ΕΡΓΟ/ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΤΟ ΚΕΡΔΙΣΕ ΑΥΤΟΣ ΠΟΥ ΕΦΤΙΑΞΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ $(Q,q)$) ΚΑΙ ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΔΕΝ ΤΕΙΝΟΥΝ ΝΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΘΟΥΝ

ΔΕΣΜΙΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

**ΜΟΝΑΔΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ = 1 Joule = Nt · m**




8
$\boxed{Q \cdot q > 0}$
$\frac{1}{2}kx^2$
x
q
q
E>0
q
$Q \cdot q < 0$

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

9

- ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕ̂Σ ΔΥΝΑΜΕΙΣ: ΤΟ ΕΡΓΟ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΚΑΤΑ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΙΑΔΡΟΜΗ
- ΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:
  - ΒΑΡΥΤΗΤΑ $\vec{F} = -G\dfrac{M_1 M_2}{r^2}\hat{r}_0$
  - COULOMB $\vec{F} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_1 q_1}{r}\hat{r}_0$
- ΑΛΛΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΙΣ

$$\vec{F} = -\vec{\nabla} U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z}\hat{k}\right) \xrightarrow[\text{ΤΩΝ ΔΥΟ}]{\text{ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑ}}$$

28.3.21 10

$$\boxed{\vec{F} = -\vec{\nabla} U} \leftarrow \text{ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ}$$

$$\int_1^2 \vec{F} d\vec{\ell} = -\int_1^2 \vec{\nabla} U \cdot d\vec{\ell} \quad (1)$$

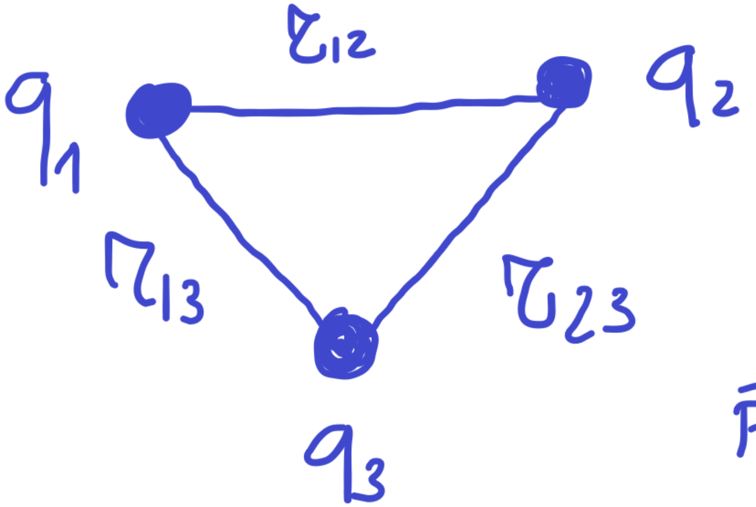
$$\vec{\nabla} U \cdot d\vec{\ell} = \left(\frac{\partial U}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot\left(\hat{i}\,dx + \hat{j}\,dy + \hat{k}\,dz\right)$$

$$= \frac{\partial U}{\partial x}dx + \frac{\partial U}{\partial y}dy + \frac{\partial U}{\partial z}dz = dU \quad (2)$$

$$(1)(2)\ \int_1^2 \vec{F}\cdot d\vec{\ell} = -\int_1^2 dU = -\left(U_2 - U_1\right) \Rightarrow \boxed{U_2 - U_1 = -\int_1^2 \vec{F}\cdot d\vec{\ell}}$$

# ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΙΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ 28.3.21

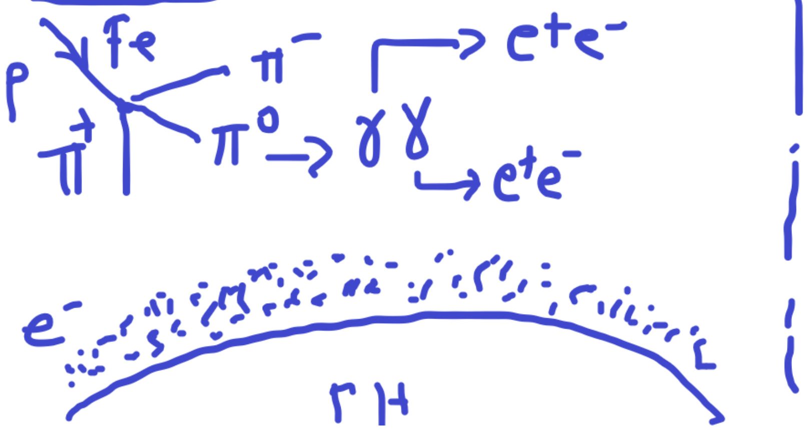
11

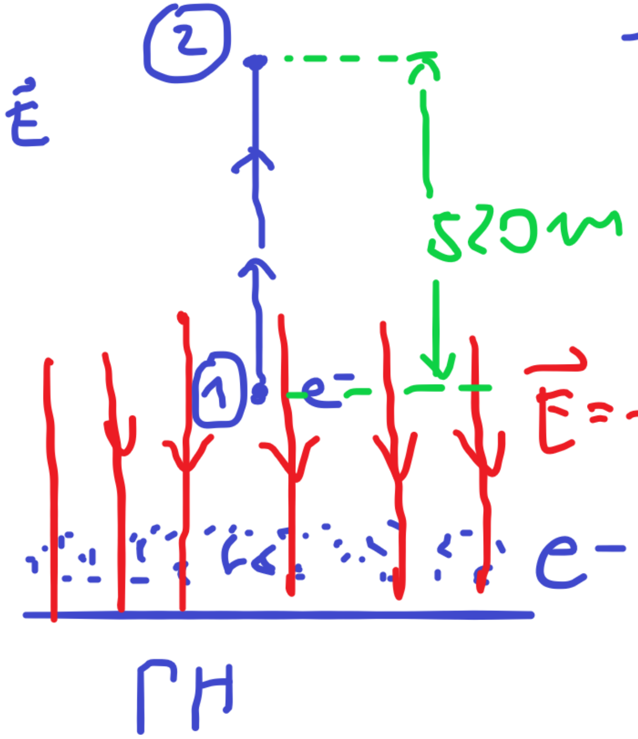



$$\boxed{U_{ΣΥΝΟΛΙΚΗ} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2 q_3}{r_{23}}}$$

$\vec F = q\vec E$

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ 24-1




$\vec E = -150\frac{N}{C}\hat k$

ΤΟ ΠΕΔΙΟ/ΣΥΣΤΗΜΑ ΧΑΝΕΙ

$$U_2 - U_1 = -\int_1^2 \vec F\cdot d\vec\ell = -\int_1^2 q\vec E\cdot d\vec\ell$$

$$= -\int_1^2 \underbrace{q}_{-1.6\,10^{-19}\,\cancel{C}}\left(-150\frac{N}{\cancel{C}}\hat k\right)\cdot(\hat k\, dz)$$

$$= -150\,N\int_1^2 dz = -150\cdot 520\,N\cdot m \times 1.6\,10^{-19} = -1.2\,10^{-14}\,\text{Joule}$$

28.3.21 (12)

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

ΔΥΝΑΜΙΚΟ
$V$

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΦΟΡΤΙΟΥ

---

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q\,q}{r^2}\hat{r} = q \cdot \vec{E}$$

$\vec{E} \rightarrow$ ΔΥΝΑΜΗ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΦΟΡΤΙΟΥ

ΠΕΔΙΟ
$\vec{E}$

ΤΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΙΝΑΙ ΒΑΘΜΩΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ (ΝΟΥΜΕΡΟ) $\Rightarrow$ ΔΕΝ ΑΛΛΑΖΕ
ΑΝ ΠΕΡΙΣΤΡΑΦΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ