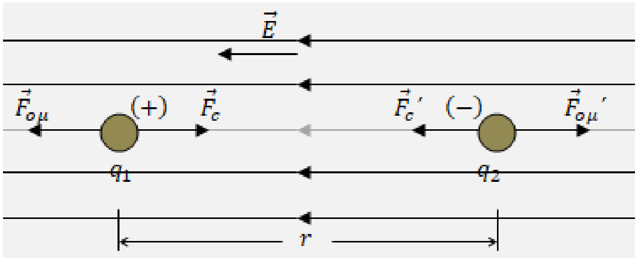
ΘΕΜΑ 4

4.1. Μεταξύ των δύο σφαιριδίων ασκούνται αντίθετες (ελκτικές) δυνάμεις Coulomb ($\vec{F}_c, \vec{F}_c{}'$). Στο θετικά φορτισμένο σφαιρίδιο (1), ασκείται δύναμη από το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο ($\vec{F}_{o\mu}$), ομόρροπη της έντασης $\vec{E}$ του πεδίου αυτού. Στο αρνητικά φορτισμένο σφαιρίδιο (2), ασκείται δύναμη από το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο ($\vec{F}_{o\mu}{}'$), αντίρροπη της έντασης $\vec{E}$ του πεδίου αυτού. Κάθε σφαιρίδιο ισορροπεί ακίνητο με την επίδραση αυτών των δύο δυνάμεων, όπως στο σχήμα.

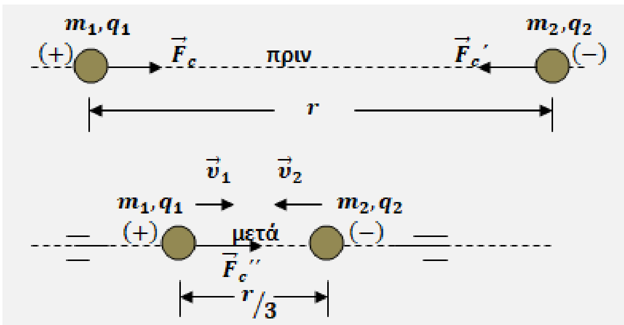


Ισχύει: $F_c = F_{o\mu}$, $K_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_1 \cdot |q_2|}{r^2} = E \cdot q_1$

$$r^2 = \frac{K_{\eta\lambda} \cdot |q_2|}{E} = 9 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{m}^2 \quad , \quad r = 0{,}3\ \mathrm{m}$$

Μονάδες 7

4.2.Όταν καταργείται το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, τα δύο φορτισμένα σφαιρίδια, αρχίζουν να κινούνται στην ευθεία που ορίζουν τα κέντρα τους, πλησιάζοντας το ένα στο άλλο, με επιταχυνόμενες κινήσεις εξαιτίας των ελκτικών δυνάμεων μεταξύ τους.



Οι δυνάμεις αυτές είναι εσωτερικές για το σύστημα των δύο σφαιριδίων και συντηρητικές. Έτσι για το σύστημα των δύο σφαιριδίων ισχύουν:

η αρχή διατήρησης της ορμής:

$$\vec{p}^{\,\pi\rho\iota\nu}_{\sigma\upsilon\sigma\tau} = \vec{p}^{\,\mu\varepsilon\tau\alpha}_{\sigma\upsilon\sigma\tau} \ , \quad 0 = m_1 \cdot \upsilon_1 - m_2 \cdot \upsilon_2 \ , \quad \upsilon_2 = \frac{m_1}{m_2} \cdot \upsilon_1 = \frac{240}{60} \cdot \upsilon_1 \ , \quad \upsilon_2 = 4 \cdot \upsilon_1 \quad (1)$$

η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας:

$$E^{\pi\rho\iota\nu}_{MHX} = E^{\mu\varepsilon\tau\alpha}_{MHX} \ , \quad k_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot \upsilon_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot \upsilon_2^2 + k_{\eta\lambda} \cdot \frac{3 \cdot q_1 \cdot q_2}{\cdot r}$$

$$\text{ή} \quad k_{\eta\lambda} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{3}{r}\right) = \frac{1}{2} \cdot (m_1 \cdot \upsilon_1^2 + m_2 \cdot 16 \cdot \upsilon_1^2)$$

$$\text{ή} \quad 9 \cdot 10^9 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot (-8) \cdot 10^{-6} \left(-\frac{2}{0{,}3}\right) = \frac{\upsilon_1^2}{2} \cdot (m_1 + 16 \cdot m_2), \quad (S.I)$$

$$\text{ή} \quad \frac{20}{3} \cdot 9 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = \frac{\upsilon_1^2}{2} \cdot (240 + 16 \cdot 60) \cdot 10^{-6}, \quad (S.I)$$

$$\text{ή} \quad \upsilon_1^2 = \frac{20 \cdot 9 \cdot 64 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 600 \cdot 10^{-6}} = 6400\ \frac{m^2}{s^2} \ , \quad \upsilon_1 = 80\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \ , \ \text{οπότε} \quad \upsilon_2 = 320\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Μονάδες 7

4.3.Τη χρονική στιγμή που τα σφαιρίδια απέχουν μεταξύ τους $\frac{r}{3} = 0{,}1\, m$, το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σφαιριδίου (1) σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, είναι:

$$\left|\frac{\Delta p_1}{\Delta t}\right| = F_c{}'' = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_1 \cdot |q_2|}{\left(\frac{r}{3}\right)^2} = 57{,}6\ \mathrm{kg} \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Μονάδες 5

4.4. Μπορούμε να υπολογίσουμε το έργο της ελκτικής δύναμης που δέχεται το σφαιρίδιο (1), εφαρμόζοντας το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας για το σφαιρίδιο αυτό:

$$W_1 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot \upsilon_1^2 - 0 = \frac{1}{2} \cdot 240 \cdot 10^{-6} \cdot 80^2\ \mathrm{J} = 12 \cdot 10^{-5} \cdot 64 \cdot 10^2\ \mathrm{J} = 0{,}768\ \mathrm{J}$$

Μονάδες 6