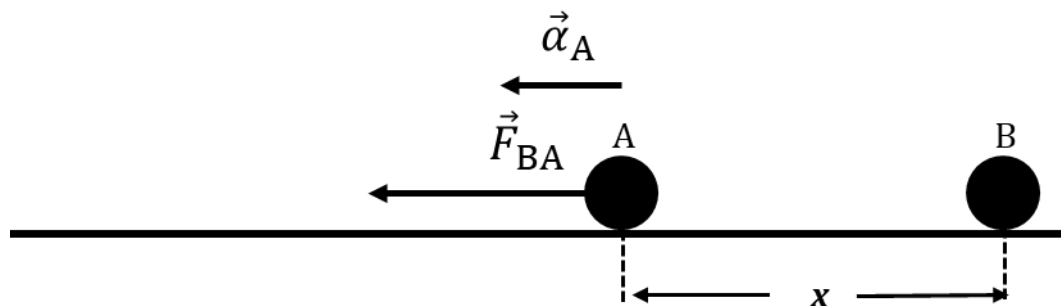


ΘΕΜΑ 4

4.1.



Υπολογίζουμε το μέτρο της δύναμης Coulomb που δέχεται η φορτισμένη σφαίρα A από τη φορτισμένη σφαίρα B:

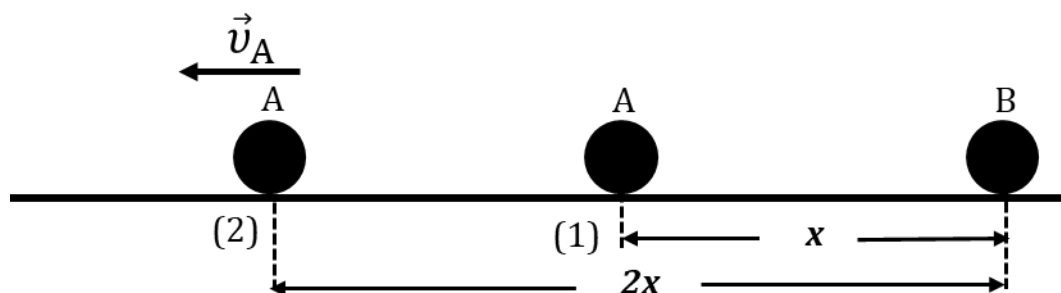
$$F_{BA} = k_C \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{x^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{10^{-7} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}}{(2 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} \Rightarrow F_{BA} = 0,45 \text{ N}$$

Υπολογίζουμε το μέτρο της επιτάχυνσης της σφαίρας A εφαρμόζοντας τον 2^ο νόμο του Νεύτωνα:

$$F_{BA} = m_A \cdot a_A \Rightarrow a_A = \frac{F_{BA}}{m_A} = \frac{0,45 \text{ N}}{10^{-3} \text{ kg}} \Rightarrow a_A = 450 \text{ m/s}^2$$

Μονάδες 3+2=5

4.2.



Καθώς η δύναμη Coulomb είναι συντηρητική δύναμη, ισχύει η Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας.

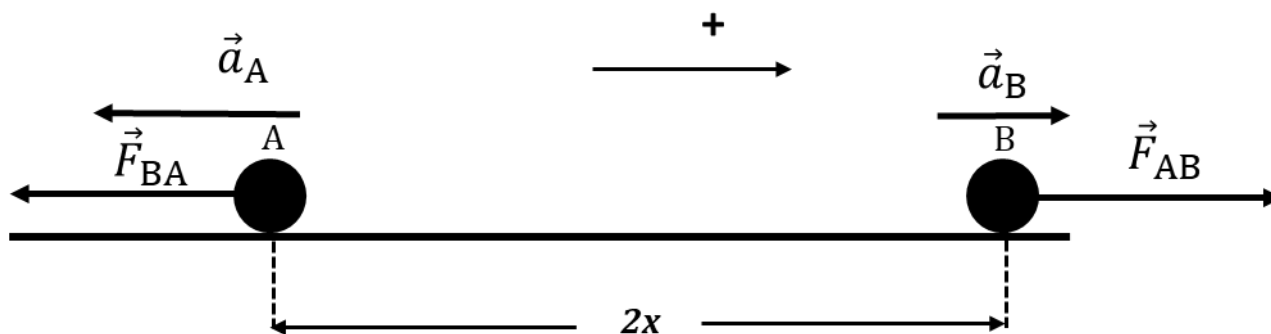
Μονάδες 2

Από τη θέση (1) μέχρι τη θέση (2) έχουμε:

$$\begin{aligned} E_{MHX,1} &= E_{MHX,2} \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \\ \Rightarrow 0 + k_C \frac{q_A \cdot q_B}{x} &= k_C \frac{q_A \cdot q_B}{2 \cdot x} + \frac{1}{2} \cdot m_A \cdot v_A^2 \Rightarrow k_C \frac{q_A \cdot q_B}{2 \cdot x} = \frac{1}{2} \cdot m_A \cdot v_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{k_C \frac{q_A \cdot q_B}{x \cdot m_A}} \\ \Rightarrow v_A &= \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{10^{-7} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 10^{-3} \text{ kg}}} \Rightarrow v_A = 3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Μονάδες 5

4.3.



$$F_{BA} = F_{AB} = k_C \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{(2 \cdot x)^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{10^{-7} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}}{(2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} \Rightarrow F_{BA} = F_{AB} = \frac{9}{80} \text{ N}$$

$$F_{BA} = m_A \cdot a_A \Rightarrow a_A = \frac{F_{BA}}{m_A} \Rightarrow a_A = 112,5 \text{ m/s}^2$$

$$F_{AB} = m_B \cdot a_B \Rightarrow a_B = \frac{F_{AB}}{m_B} \Rightarrow a_B = 56,25 \text{ m/s}^2$$

Μονάδες 3+1+1=5

4.4. Εφαρμόζουμε την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας από τη θέση, όπου τα δύο φορτισμένα σωματίδια απέχουν μεταξύ τους απόσταση x μέχρι την θέση, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $2x$.

$$E_{MHX_1} = E_{MHX_2} \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow$$

$$0 + k_C \frac{q_A \cdot q_B}{x} = k_C \frac{q_A \cdot q_B}{2 \cdot x} + \frac{1}{2} \cdot m_A \cdot v_A^2 + \frac{1}{2} \cdot m_B \cdot v_B^2 \quad (1)$$

Για το σύστημα των δύο φορτισμένων σωματιδίων ισχύει η Αρχή Διατήρησης της Ορμής:

$$\vec{p}_{ολ,αρχ} = \vec{p}_{ολ,τελ} \Rightarrow 0 = m_B \cdot v_B - m_A \cdot v_A \Rightarrow 0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot v_B - 10^{-3} \text{ kg} \cdot v_A \Rightarrow v_A = 2 \cdot v_B \quad (2)$$

Μονάδες 4

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει:

$$k_C \frac{q_A \cdot q_B}{2 \cdot x} = \frac{1}{2} v_B^2 \cdot (4 \cdot m_A + m_B) \Rightarrow v_B = \sqrt{k_C \frac{q_A \cdot q_B}{x \cdot (4 \cdot m_A + m_B)}} \Rightarrow v_B = \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{10^{-7} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}} \Rightarrow v_B = \frac{\sqrt{6}}{2} \text{ m/s}$$

και από τη σχέση (2)

$$v_A = \sqrt{6} \text{ m/s}$$

Μονάδες 4