

Σωματίδιο Σ_1 μάζας $m = 10^{-3}$ kg και φορτίου $q = 10^{-5}$ C αφήνεται ακίνητο σε σημείο ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης μέτρου $E = 10^3$ N/C. Το σωματίδιο μπορεί να κινείται σε οριζόντιο δάπεδο μεγάλης έκτασης, κατασκευασμένο από κάποιο μονωτικό υλικό, χωρίς τριβές. Στο σχήμα βλέπουμε την κατάσταση του ηλεκτρικού πεδίου.

4.1. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση και την ταχύτητα του σωματιδίου όταν αυτό έχει διανύσει απόσταση $d = 20 \text{ m}$.

Μονάδες 8

4.2. Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ της θέσης από την οποία αφέθηκε το σωματίδιο και της τελικής του θέσης (μετά από $d = 20$ m).

Μονάδες 4

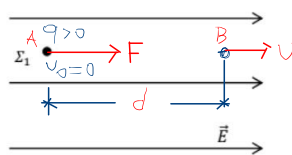
Όταν το σωματίδιο Σ_1 διανύσει την απόσταση $d = 20$ m, συναντά δεύτερο σωματίδιο Σ_2 , το οποίο έχει μηδενικό ηλεκτρικό φορτίο και αρχικά ήταν ακίνητο. Τα δύο σωματίδια συγκρούονται πλαστικά.

4.3. Να υπολογίσετε τη μάζα του δεύτερου σωματιδίου δεδομένου ότι κατά τη σύγκρουση η απώλεια μηχανικής ενέργειας είναι ίση με το 75% της αρχικής ενέργειας του σωματιδίου Σ_1 .

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα που θα έπρεπε να είχε το δεύτερο σωματίδιο, κατά μέτρο και κατεύθυνση, ώστε όταν συγκρουστεί πλαστικά με το Σ_1 (όταν το σωματίδιο Σ_2 έχει διανύσει και πάλι την απόσταση $d = 20 \text{ m}$), το συσσωμάτωμα να επιστρέψει με μηδενική ταχύτητα στην αρχική θέση από την οποία αφέθηκε το Σ_1 .

Μονάδες 7



4.1) Αφού $q > 0 \Rightarrow \vec{F} \nearrow \vec{E}$ ($\vec{F}, \vec{E}$ ομογενή διανύσματα)
 Αρα: $\Sigma F = m \alpha \Rightarrow F = m \alpha \Rightarrow E q = m \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{E q}{m} =$
 $= \frac{40^3 \cdot 10^{-5}}{10^{-3}} = 10^{3-5-(-3)} = 10^1 \Rightarrow \alpha = 10 \text{ m/s}^2$

$$v = at = 10 \cdot 2 \Rightarrow v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 20 = \frac{1}{2} 10 t^2 \Rightarrow t = 2 \text{ s}$$

4.2) $E = \frac{V_{AB}}{d} \Rightarrow V_{AB} = E d = 10^3 \cdot 20 \Rightarrow V_{AB} = 2 \cdot 10^4 V$

4.37 ADO:

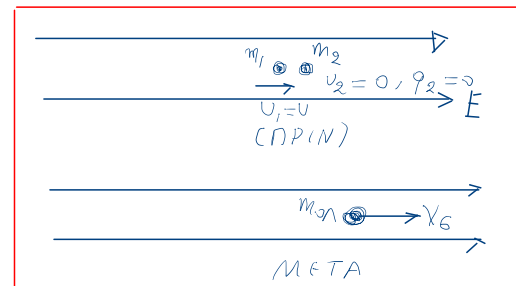
$$\vec{p}_{on}(npiv) = \vec{p}_{on}(p \in \mathcal{N}_i)$$

$$m_1 v = (m_1 + m_2) V_6 \Rightarrow$$

$$V_G = \frac{mv}{m + m_2} \quad (1)$$

$$|\Delta K_{\alpha}| = \frac{75}{100} K_{\alpha p x} \Rightarrow$$

$$|K_{TEH} - K_{\alpha p x}| = 0,75 k_{\alpha p x} \rightarrow K_{\alpha p x} - K_{TEH} = 0,75 k_{\alpha p x} \Rightarrow$$

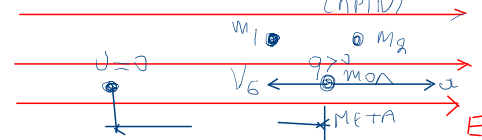


$$K_{\text{TFN}} = 0,25 v_{\text{ex}} \Rightarrow \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_G^2 = 0,75 \cdot \frac{1}{2} m v^2 \quad \textcircled{1}$$

$$(m_1 + m_2) \frac{m_2 v^2}{(m_1 + m_2)^2} = 0,75 m v^2 \Rightarrow \frac{m}{m_1 + m_2} = 0,75 \Rightarrow m = 0,75 m_1 + 0,75 m_2 \Rightarrow 0,25 m = 0,75 m_2 \Rightarrow$$

$$m_2 = \frac{25}{75} m = \frac{5}{15} m = \frac{1}{3} m = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \text{ kg}$$

4.4) Σημειώνω $q_2 = 0 \Rightarrow \tau_0$ $q_{\text{συμμετρικής}} = q \Rightarrow \tau_0$ $q_{\text{συμμετρικής}}$
 με τη την κρούση θα κάνει Ε.ο.Σ.Ι.β.ρ. κίνηση.



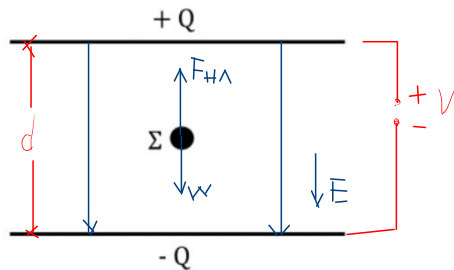
Άρα: $d = \frac{V_0^2}{2|a|} \Rightarrow 20 = \frac{V_0^2}{2 \cdot 10} \Rightarrow V_0^2 = 400 \Rightarrow \underline{V_0 = 20 \text{ m/s}}$

Ανo AΔo: $\vec{p}_{\text{ολοκλήρου}} = \vec{p}_{\text{ολοκλήρου}} \Rightarrow m_1 v + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V_0 \Rightarrow 10^3 \cdot 20 + \frac{1}{3} 10^3 \cdot v_2 = \left(10^3 + \frac{1}{3} 10^3\right) 20 \Rightarrow$
 $20 + \frac{1}{3} v_2 = \frac{2}{3} 20 \Rightarrow 60 + v_2 = 40 \Rightarrow \underline{v_2 = -20 \text{ m/s}} \rightarrow \text{δηλ. το } m_2 \text{ αναπηδώνεται αντίθετα προς το } m_1.$

16709

→ β θέμα

2.2. Η διαφορά δυναμικού V μεταξύ δύο οριζόντιων φορτισμένων μεταλλικών πλακών που απέχουν απόσταση ίση με $d = 4 \text{ cm}$ είναι ίση με 400 V . Στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται μεταξύ των πλακών, ισορροπεί φορτισμένο σωματίδιο Σ μάζας $m = 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$.



Αν θεωρήσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 10 m/s^2 , τότε το φορτίο που φέρει το σωματίδιο είναι ίσο με:

(α) $-4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, (β) $-2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, (γ) $2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

Για να ισορροπεί το φορτισμένο σωματίδιο θα πρέπει: $\Sigma F = 0$ (1) Δηλ. θα πρέπει η δύναμη που ασκείται από το Ηλεκτρικό Πεδίο στο φορτισμένο σωματίδιο να είναι αντίθετη από το βάρος, άρα η $\vec{F}_{HL} \uparrow \nabla \vec{E} \downarrow$ (άρα αντίθετη της E) οπότε $q < 0$.

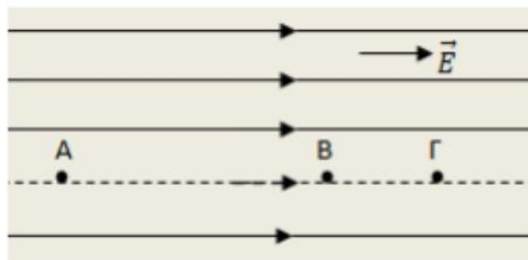
(1) $\Rightarrow F_{HL} - W = 0 \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow \frac{V}{d}|q| = mg \Rightarrow$

$|q| = \frac{mgd}{V} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^2} = 2 \cdot 10^{-6+1-2-2} \Rightarrow$

$|q| = 2 \cdot 10^{-9} \Rightarrow \underline{q = -2 \cdot 10^{-9} \text{ C}}$ (αφού $q < 0$)

Άρα (β) σωστά

2.2. Τρία σημεία A, B και Γ, βρίσκονται πάνω σε μια δυναμική γραμμή ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης $\vec{E}$ όπως στο σχήμα. Για τα μήκη των ευθύγραμμων τμημάτων που ορίζουν τα τρία αυτά σημεία ισχύει η σχέση $(A\Gamma) = 4 \cdot (B\Gamma)$. ①



Αν τα δυναμικά των σημείων A και Γ του ηλεκτρικού πεδίου είναι $V_A = 20 \text{ V}$ και $V_\Gamma = 4 \text{ V}$, τότε το δυναμικό του σημείου B είναι:

(α) $V_B = 16 \text{ V}$, (β) $V_B = 8 \text{ V}$, (γ) $V_B = 12 \text{ V}$

$$\left. \begin{aligned} E &= \frac{V_{A\Gamma}}{A\Gamma} \\ E &= \frac{V_{B\Gamma}}{B\Gamma} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_{A\Gamma}}{A\Gamma} = \frac{V_{B\Gamma}}{B\Gamma} \quad \text{①} \Rightarrow \frac{V_A - V_\Gamma}{4(B\Gamma)} = \frac{V_B - V_\Gamma}{B\Gamma} \Rightarrow V_A - V_\Gamma = 4(V_B - V_\Gamma) \Rightarrow$$

$$20 - 4 = 4(V_B - 4) \Rightarrow 16 = 4V_B - 16 \Rightarrow 16 + 16 = 4V_B \Rightarrow$$

$$V_B = \frac{32}{4} \Rightarrow V_B = 8 \text{ Volt} \rightarrow \text{σωστό το } \textcircled{\beta}$$

2.2. Το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του σχήματος έχει ένταση $\vec{E}$. Τρία σημεία A, B και Γ του πεδίου, ανήκουν στην ίδια δυναμική γραμμή, για τα οποία ισχύει ότι $(B\Gamma) = 2 \cdot (AB)$. Ένα θετικό ηλεκτρικό φορτίο q_1 αφήνεται στο σημείο A ελεύθερο να κινηθεί. Το έργο της δύναμης του πεδίου για να μεταβεί το ηλεκτρικό φορτίο q_1 από το σημείο A στο B είναι $W_{AB} = 10\text{J}$. Η κινητική ενέργεια K_Γ , που θα αποκτήσει το φορτίο q_1 όταν φτάσει στο σημείο Γ είναι:

(α) $K_\Gamma = 10\text{J}$,

(β) $K_\Gamma = 20\text{J}$,

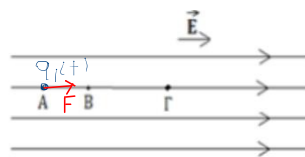
(γ) $K_\Gamma = 30\text{J}$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9



$$\left. \begin{aligned} W_{AB} &= q_1 (V_A - V_B) \\ E &= \frac{V_A - V_B}{(AB)} \Rightarrow (V_A - V_B) = E(AB) \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$W_{AB} = q_1 E(AB) \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} W_{B\Gamma} &= q_1 (V_B - V_\Gamma) \\ E &= \frac{V_B - V_\Gamma}{(B\Gamma)} \Rightarrow V_B - V_\Gamma = E(B\Gamma) \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$W_{B\Gamma} = q_1 E(B\Gamma) \quad (2)$$

$$\text{Από } (1) \text{ \& } (2) \Rightarrow \frac{W_{B\Gamma}}{W_{AB}} = \frac{q_1 E(B\Gamma)}{q_1 E(AB)} \Rightarrow$$

$$\frac{W_{B\Gamma}}{W_{AB}} = \frac{2(AB)}{AB} \Rightarrow W_{B\Gamma} = 2W_{AB} \quad (3) \quad (\text{ή από ΘΜΗΕ}) ; W_{B\Gamma} = K_\Gamma - K_B \quad (4)$$

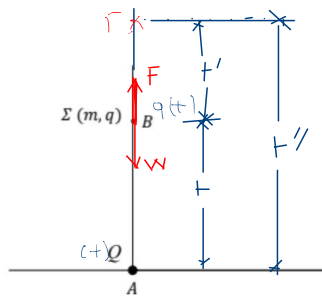
$$10 = W_{AB} = K_B - K_A \Rightarrow K_B = 10\text{J} \quad (5)$$

$$(3), (4), (5) \Rightarrow K_\Gamma - K_B = 2 \cdot 10 \Rightarrow K_\Gamma - 10 = 2 \cdot 10 \Rightarrow K_\Gamma = 30\text{J}$$

Άρα σωστό το (γ)

ΘΕΜΑ 4 17173

Σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q = 4 \mu\text{C}$ βρίσκεται σταθερά στερεωμένο στο σημείο A οριζώντιου μονωτικού δαπέδου. Σε σημείο B που βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο με το φορτίο Q και σε απόσταση $r = AB = 20 \text{ cm}$ από αυτό, αφήνουμε ελεύθερο ένα σημειακό φορτισμένο σώμα Σ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σώμα Σ έχει μάζα $m = 20 \text{ g}$ και ηλεκτρικό φορτίο $q = 2 \mu\text{C}$. Να θεωρήσετε μηδενική την αντίσταση του αέρα.



4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος: σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q - σημειακό φορτισμένο σώμα Σ , όταν το Σ βρίσκεται στο σημείο B .

Μονάδες 5

4.2. Να βρείτε τη κατεύθυνση προς την οποία θα κινηθεί το σώμα Σ , όταν το αφήσουμε ελεύθερο στο σημείο B .

Μονάδες 6

Το σώμα Σ μετακινείται «αυθόρμητα» λόγω της αλληλεπίδρασής του με το φορτίο Q . Για μετακίνηση του σώματος Σ κατά $r' = 10 \text{ cm}$, από το σημείο B όπου το αφήσαμε ελεύθερο, να υπολογίσετε:

4.3. Τη μεταβολή της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας του συστήματος: σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q - σημειακό φορτισμένο σώμα Σ .

Μονάδες 7

4.4. Την ταχύτητα που θα έχει το φορτισμένο σώμα Σ στο τέλος της μετακίνησης αυτής.

Μονάδες 7

Δίνονται: η ηλεκτρική σταθερά $k_C = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$$4.1) U = k \frac{Qq}{r} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-1}} = 36 \cdot 10^{-2+1} = 3.6 \cdot 10^{-1} \text{ J}$$

$$3.6 \cdot 10^{-2} \text{ J} \Rightarrow U = 0,36 \text{ J}$$

$$4.2) F = k \frac{Qq}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-2}} = 18 \cdot 10^{-2+2} = 1.8 \text{ N}$$

$$F = 1,8 \text{ N}$$

$$W = mg = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 20 \cdot 10^{-2} \Rightarrow W = 0,2 \text{ N}$$

Επειδή $F > W \Rightarrow \omega(m, q)$ θα κινηθεί προς τα πάνω.

$$4.3) r'' = r + r' = 20 + 10 = 30 \text{ cm} \Rightarrow r'' = 0,3 = 3 \cdot 10^{-1} \text{ m}$$

$$U'' = k \frac{Qq}{r''} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-1}} = 24 \cdot 10^{-2+1} = 2.4 \cdot 10^{-1} \text{ J}$$

$$U'' = 0,24 \text{ J}$$

$$\Delta U = U'' - U = 0,24 - 0,36 = -0,12 \text{ J}$$

$$4.4) \text{ ΘΜΚΕ από } B \rightarrow r: W_F + W_W = \frac{1}{2} m v^2 - 0 \Rightarrow$$

$$- \Delta U - mgr' = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 0,12 - 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-2} = \frac{1}{2} 20 \cdot 10^{-3} v^2$$

$$0,12 - 0,02 = 0,01 v^2 \Rightarrow 0,1 = 0,01 v^2 \Rightarrow v^2 = 10 \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{10} \text{ m/s}$$

ΘΕΜΑ 4

Δύο φορτισμένες επίπεδες πλάκες (οπλισμοί) με αντίθετα φορτία δημιουργούν ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι οριζόντιες με φορά προς τα δεξιά. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των πλακών είναι $V = 2400\text{V}$ και η μεταξύ τους απόσταση $L = 1,2\text{m}$. Σε σημείο Α, που απέχει $x = 20\text{cm}$ από την θετικά φορτισμένη πλάκα αφήνεται σώμα με φορτίο $q = +2\text{C}$ και μάζα $m = 20\text{g}$. Αντιστάσεις και βαρυτικές δυνάμεις αμελούνται.

4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του πεδίου και να μελετήσετε το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει το φορτίο. Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του φορτίου σε ένα σημείο Γ, όταν θα έχει διανύσει απόσταση $(AG) = 0,625\text{m}$ μέσα στο πεδίο. Μονάδες 7

4.3. Στο σημείο εκείνο τοποθετείται αφόρτιστο σώμα μάζας $M = 480\text{g}$, το οποίο συγκρούεται πλαστικά με το κινούμενο φορτίο. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος. Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία φθάνει το συσσωμάτωμα στην απέναντι πλάκα. Μονάδες 7

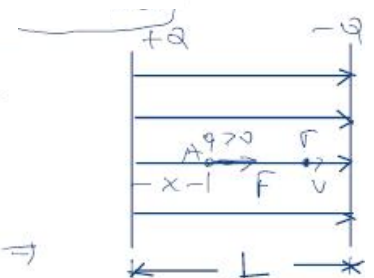
$$\text{ΘΕΜΑ 4} \Rightarrow E = \frac{V}{L} = \frac{2400}{1,2} \Rightarrow \boxed{E = 2000 \text{ N/C}}$$

$$\text{επειδή } q > 0 \Rightarrow \vec{E} \parallel \vec{F} \text{ ή } F = E q = 2 \cdot 10^3 \cdot 2 = 4 \cdot 10^3 \text{ N} = 4 \text{ kN} \Rightarrow$$

$$\text{Ε.ο. Σημ. Κ ηρσι τα } \downarrow \text{ ή } a \\ 4.2) a = \frac{F}{m} = \frac{4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^5 \Rightarrow a = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}^2$$

$$v = at \Rightarrow t = \frac{v}{a} \Rightarrow (AG) = \frac{1}{2} a \frac{v^2}{a^2} \Rightarrow v = \sqrt{2 a (AG)} = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,625} = \sqrt{25 \cdot 10^4} \Rightarrow \boxed{v = 5 \cdot 10^2 \text{ m/s}}$$

$$4.3) m v = (M + m) V \Rightarrow V = \frac{m v}{M + m} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^2}{0,5} = \frac{100}{0,5} \Rightarrow \boxed{V = 200 \text{ m/s}}$$



$$4.4) \text{ ΘΜΗΚ: } W_F = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m_0 v^2 \Rightarrow F \cdot (L - x - AG) = \frac{1}{2} (M + m) (V'^2 - V^2) \Rightarrow 4 \cdot 10^3 (1,2 - 0,2 - 0,625) = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot (V'^2 - 200^2) \Rightarrow \dots V' = \dots \text{ m/s}$$