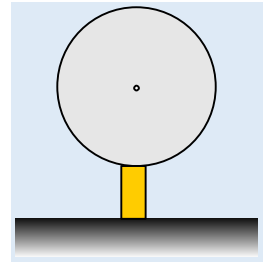


Είναι πολλά, είναι μικρά;

Πάμε να φορτίσουμε μια μικρή μεταλλική σφαίρα ακτίνας $R=1\text{cm}$ και μάζας $M=30\text{g}$, η οποία στηρίζεται σε μονωτική βάση, με φορτίο $q=-0,32\mu\text{C}$.



- i) Πόσα ηλεκτρόνια πρέπει να μεταφέρουμε στην σφαίρα;
- ii) Τα ηλεκτρόνια αυτά, λόγω αμοιβαίων απώσεων, κατανέμονται ομοιόμορφα στην εξωτερική επιφάνεια της σφαίρας, η οποία έχει εμβαδόν $S=4\pi R^2$. Πόσα ηλεκτρόνια τοποθετούνται σε κάθε τετραγωνικό χιλιοστόμετρο (mm^2) της επιφάνειας;
- iii) Φανταστείτε ότι έχουμε μια μηχανή η οποία έχει την ικανότητα να μετρά 1.000 ηλεκτρόνια το δευτερόλεπτο. Πόσο χρόνο θα χρειαστεί η μηχανή αυτή για να μετρήσει τα ηλεκτρόνια που μεταφέρθηκαν στην σφαίρα;
- iv) Υποστηρίζεται ότι με την φόρτιση αυτή αυξάνεται το βάρος της σφαίρας. Αφού δικαιολογήσετε ότι αυτό είναι σωστό, να βρείτε την αύξηση της μάζας της σφαίρας λόγω φόρτισης.

Δίνεται το φορτίο $q_e=-1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ και η μάζα $m=9\cdot 10^{-31}\text{kg}$ του ηλεκτρονίου, ενώ $4\pi=12,5$.

Απάντηση:

- i) Για τον αριθμό των ηλεκτρονίων που φέρουν φορτίο q έχουμε:

$$N = \frac{q}{q_e} = \frac{-0,32 \cdot 10^{-6}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{32 \cdot 10^{-8}}{16 \cdot 10^{-20}} = 2 \cdot 10^{12} \text{ ηλεκτρόνια}$$

- ii) Η επιφάνεια της σφαίρας έχει εμβαδόν $S=4\pi R^2=4\pi \cdot 1\text{ cm}^2=12,5\text{cm}^2$. Αλλά τότε για τον αριθμό των ηλεκτρονίων ανά τετραγωνικό χιλιοστόμετρο:

$$N_l = \frac{N}{S} = \frac{2 \cdot 10^{12} \text{ ηλεκτ}}{12,5 \cdot 10^2 \text{ mm}^2} = \frac{2 \cdot 10^{12} \text{ ηλεκτ}}{1250 \text{ mm}^2} = 1,6 \cdot 10^9 \text{ ηλεκτ} = 1.600.000.000!!! \text{ ηλεκτρόνια.}$$

Να διαβάσουμε τον αριθμό; Ένα δισεκατομμύριο 600 εκατομμύρια ηλεκτρόνια ανά mm^2 !!!

- iii) Αφού η «μηχανή» μας μετρά 1.000 ηλεκτρόνια το δευτερόλεπτο, ο απαιτούμενος χρόνος είναι:

$$t = \frac{N}{1000} = \frac{2 \cdot 10^{12} \text{ ηλεκτ}}{1000 \text{ ηλεκτ/s}} = 2 \cdot 10^9 \text{ s}$$

Είναι μεγάλο αυτό το χρονικό διάστημα; Αρκεί να σκεφτούμε ότι η $1\text{h}=3.600\text{s}$, η μία ημέρα έχει 24h και το έτος 365 ημέρες, οπότε:

$$t = 2 \cdot 10^9 \text{ s} = \frac{2 \cdot 10^9}{3.600} \text{ h} = 555.555 \text{ h} = \frac{555.555}{24} \text{ d} = 23.148 \text{ d} = \frac{23.148}{365} \text{ y} = 63,4 \text{ y}$$

Τι λέτε τα 63,4 χρόνια δεν είναι πολλά για την μέτρηση των ηλεκτρονίων αυτών;

- iv) Τα ηλεκτρόνια έχουν μάζα, συνεπώς όταν φορτίζουμε την σφαίρα, μεταφέροντας ηλεκτρόνια στην επιφάνειά της, προφανώς αυξάνουμε τη μάζα της. Πόση είναι η αύξηση της μάζας της; Όση είναι η μάζα των ηλεκτρονίων αυτών:

$$m_N = Nm_e = 2 \cdot 10^{12} \cdot 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 18 \cdot 10^{-19} \text{ kg} = 18 \cdot 10^{-16} \text{ g}$$

Δηλαδή μπορούμε να ζυγίσουμε τη σφαίρα για να διαπιστώσουμε την αύξηση του βάρους της σφαίρας; Ας προσέξουμε λίγο την παραπάνω μάζα των ηλεκτρονίων! Πώς θα την διαβάσαμε;

$$m_N = 1,8 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-6} \text{ g} = 1,8 \cdot 10^{-9} \mu\text{g}$$

Η μάζα αυτή είναι ένα κόμμα οκτώ δισεκατομμυριοστά του μικρογραμμαρίου!

Καταλαβαίνουμε φαντάζομαι ότι καμιά ζυγαριά δεν θα μπορούσε να δείξει την αύξηση του βάρους της σφαίρας...

dmargaris@gmail.com