

Ασκήσεις Για το σπίτι (2022-2023)

1.3 Το ηλεκτρικό φορτίο στο εσωτερικό του ατόμου.

8. Να γράψετε την αρχή της διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου.

Σε οποιαδήποτε μεταβολή συμβαίνει στην φύση το συνολικό φορτίο $Q_{ολ}$ των σωμάτων που συμμετέχουν σε αυτή παραμένει σταθερό.

Ισχύει η σχέση:

$$Q_{ολ(πριν)} = Q_{ολ(μετά)}$$

$$q_{1(πριν)} + q_{2(πριν)} + \dots = q_{1(μετά)} + q_{2(μετά)} + \dots$$

Ή αλλιώς:

$$Q_{ολ} = Q_{ολ}'$$

$$q_1 + q_2 + \dots = q_1' + q_2' + \dots$$

9. Φέρνουμε δύο σώματα Α και Β σε επαφή. Τα σώματα αυτά έχουν πριν την επαφή τους φορτία $q_A = +5nC$ και $q_B = +9nC$. Μετά την επαφή τους παρατηρούμε ότι το Α έχει φορτίο $q'_A = +7nC$.

Να υπολογίσετε το φορτίο q'_B του σώματος Β μετά την επαφή των σωμάτων.

Λόγω της διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου θα έχουμε:

$$Q_{ολ} = Q_{ολ}' \Rightarrow$$

$$q_A + q_B = q'_A + q'_B \Rightarrow$$

$$q_A + q_B - q'_A = q'_B \Rightarrow$$

$$q'_B = q_A + q_B - q'_A$$

Αντικαθιστούμε οπότε θα έχουμε:

$$q'_B = (+5nC) + (+9nC) - (+7nC) \Rightarrow$$

$$q'_B = +5nC + 9nC - 7nC \Rightarrow$$

$$q'_B = +7nC$$

10. Φέρνουμε δύο σώματα Α και Β σε επαφή. Τα σώματα αυτά έχουν πριν την επαφή τους φορτία $q_A = -20\mu C$ και $q_B = -4\mu C$. Μετά την επαφή τους παρατηρούμε ότι το Α έχει φορτίο $q'_A = -10\mu C$.

Να υπολογίσετε το φορτίο q'_B του σώματος Β μετά την επαφή των σωμάτων.

Λόγω της διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου θα έχουμε:

$$Q_{ολ} = Q_{ολ}' \Rightarrow$$

$$q_A + q_B = q'_A + q'_B \Rightarrow$$

$$q_A + q_B - q'_A = q'_B \Rightarrow$$

$$q'_B = q_A + q_B - q'_A$$

Αντικαθιστούμε οπότε θα έχουμε:

$$q'_B = (-20\mu C) + (-4\mu C) - (-10\mu C) \Rightarrow$$

$$q'_B = -20\mu C - 4\mu C + 10\mu C \Rightarrow$$

$$q'_B = -14\mu C$$

11. Φέρνουμε δύο σώματα Α και Β σε επαφή. Τα σώματα αυτά έχουν πριν την επαφή τους φορτία $q_A = +20\mu C$ και $q_B = -40\mu C$. Μετά την επαφή τους παρατηρούμε ότι το Α έχει φορτίο $q'_A = +15\mu C$. Να υπολογίσετε το φορτίο q'_B του σώματος Β μετά την επαφή των σωμάτων.

Λόγω της διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου θα έχουμε:

$$Q_{\text{ολ}} = Q'_{\text{ολ}} \Rightarrow$$

$$q_A + q_B = q'_A + q'_B \Rightarrow$$

$$q_A + q_B - q'_A = q'_B \Rightarrow$$

$$q'_B = q_A + q_B - q'_A$$

Αντικαθιστούμε οπότε θα έχουμε:

$$q'_B = (-20\mu C) + (-4\mu C) - (-10\mu C) \Rightarrow$$

$$q'_B = -20\mu C - 4\mu C + 10\mu C \Rightarrow$$

$$q'_B = -14\mu C$$

12. Να γράψετε τι εννοούμε όταν λέμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο είναι κβαντισμένο.

Κάθε φορτίο q που μπορεί να υπάρξει ελεύθερο στη φύση είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του στοιχειώδους φορτίου q_e του ηλεκτρονίου. Ισχύει η σχέση:

$$q = N \cdot q_e$$

Με

q : το φορτίο (που μπορεί να υπάρξει στη φύση),

N : ακέραιος αριθμός (... , -2, -1, 0, +1, +2, ...)

q_e : το φορτίο του ηλεκτρονίου.

13. Ένα ιόν έχει στον πυρήνα του 9 πρωτόνια και γύρω από αυτόν περιφέρονται 10 ηλεκτρόνια. Να βρείτε το φορτίο του ιόντος.

Το ιόν έχει 9 πρωτόνια με φορτίο $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} C$ το καθένα και 10 ηλεκτρόνια με φορτίο $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} C$. Έτσι το συνολικό φορτίο q του ιόντος θα είναι

$$q = 9 \cdot q_p + 10 \cdot q_e = 9 \cdot (+1,6 \cdot 10^{-19} C) + 10 \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19} C) = 9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C - 10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C$$

$$= (9 - 10) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C = -1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C = -1,6 \cdot 10^{-19} C. \text{ Άρα το φορτίο του ιόντος είναι}$$

$q = -1,6 \cdot 10^{-19} C$ (μην σας τρομάζουν οι πράξεις – τις γράφω αναλυτικά για να μπορείτε να παρακολουθήσετε σχετικά άνετα τι γίνεται)

14. Ένα ιόν έχει στον πυρήνα του 9 πρωτόνια και γύρω από αυτόν περιφέρονται 8 ηλεκτρόνια. Να βρείτε το φορτίο του ιόντος.

Το ιόν έχει 9 πρωτόνια με φορτίο $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} C$ το καθένα και 8 ηλεκτρόνια με φορτίο $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} C$. Έτσι το συνολικό φορτίο q του ιόντος θα είναι

$$q = 9 \cdot q_p + 8 \cdot q_e = 9 \cdot (+1,6 \cdot 10^{-19} C) + 8 \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19} C) = 9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C - 8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C$$

$$= (9 - 8) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C = 1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C = +1,6 \cdot 10^{-19} C. \text{ Άρα το φορτίο του ιόντος είναι } q = +1,6 \cdot 10^{-19} C$$

(μην σας τρομάζουν οι πράξεις – τις γράφω αναλυτικά για να μπορείτε να παρακολουθήσετε σχετικά άνετα τι γίνεται)

15. Τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα και μετακινείται φορτίο $q = -6,4 \cdot 10^{-16} C$ από τη ράβδο προς το μεταξωτό ύφασμα. Να υπολογίσετε το συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων που

μετακινήθηκαν και να υπολογίσετε πόσα ηλεκτρόνια μεταφέρθηκαν από την ράβδο προς το μεταξωτό ύφασμα.

Η φόρτιση των σωμάτων γίνεται με μετακίνηση ηλεκτρονίων. Οπότε το φορτίο q που μετακινήθηκε είναι το συνολικό φορτίο $q_{\text{ηλ.ολ.}}$ των ηλεκτρονίων που μετακινήθηκαν. Άρα το συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων που μετακινήθηκαν είναι $q_{\text{ηλ.ολ.}} = -6,4 \cdot 10^{-16} \text{ C}$.

Για να βρούμε τον αριθμό N των ηλεκτρονίων που μετακινήθηκαν θα χρησιμοποιήσουμε την σχέση

$$q_{\text{ηλ.ολ.}} = N \cdot q_e$$

η οποία γράφεται ως

$$N = \frac{q_{\text{ηλ.ολ.}}}{q_e}$$

Οπότε

$$N = \frac{-6,4 \cdot 10^{-16} \text{ C}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \frac{-6,4}{-1,6} \cdot \frac{10^{-16}}{10^{-19}} = \frac{-6,4}{-1,6} \cdot 10^{-16-(-19)} = \frac{64}{16} \cdot 10^{-16+19} = 4 \cdot 10^3$$

Άρα μετακινήθηκαν $N = 4 \cdot 10^3$ ηλεκτρόνια από την ράβδο προς το ύφασμα.

16. Μια γυάλινη σφαίρα την τρίβουμε με μεταξωτό ύφασμα. Η σφαίρα αποβάλλει $N = 3 \cdot 10^{10}$ ηλεκτρόνια.

α) Πόσα επιπλέον ηλεκτρόνια αποκτά το ύφασμα;

Το ύφασμα αρχικά είναι αφόρτιστο. Οπότε αρχικά όσο είναι τα ηλεκτρόνια του τόσα είναι και τα πρωτόνια του. Τα $N = 3 \cdot 10^{10}$ ηλεκτρόνια που αποβάλλει η σφαίρα θα τα προσλάβει το ύφασμα, οπότε τα ηλεκτρόνια του υφάσματος θα είναι $N = 3 \cdot 10^{10}$ παραπάνω από τα πρωτόνια του.

β) Πόσο είναι το συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων που απέβαλλε (η σφαίρα);

Θα χρησιμοποιήσουμε την σχέση $q_{\text{ηλ.ολ.}} = N \cdot q_e$ οπότε

$$q_{\text{ηλ.ολ.}} = (3 \cdot 10^{10}) \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}) = -3 \cdot 1,6 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-19} \text{ C} = -4,8 \cdot 10^{10-19} \text{ C} = -4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C},$$

οπότε το συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων που απέβαλλε η σφαίρα θα είναι $q_{\text{ηλ.ολ.}} = -4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

γ) Πόσο είναι το φορτίο της σφαίρας και ποσό του υφάσματος;

Το ύφασμα ήταν αρχικά αφόρτιστο και μετά προσέλαβε ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου

$$q_{\text{ηλ.ολ.}} = -4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}, \text{ άρα το φορτίο του υφάσματος θα γίνει } q_{\text{υφάσματος}} = -4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Επειδή στην αρχή τα δύο σώματα ήταν αφόρτιστα έχουμε ότι

$$Q_{\text{ολ. (πριν)}} = q_{\text{ράβδου (πριν)}} + q_{\text{υφάσματος (πριν)}} = 0 + 0 = 0.$$

Λόγω της αρχής διατήρησης του φορτίου θα πρέπει να έχουμε

$$Q_{\text{ολ. (μετά)}} = 0$$

$$q_{\text{ράβδου}} + q_{\text{υφάσματος}} = 0 \Rightarrow q_{\text{ράβδου}} + (-4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}) = 0 \Rightarrow q_{\text{ράβδου}} - 4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C} = 0 \Rightarrow q_{\text{ράβδου}} = 4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Άρα η ράβδος θα έχει μετά την επαφή φορτίο $q_{\text{ράβδου}} = 4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

17. Δίνονται τέσσερα σώματα Α, Β, Γ και Δ με $q_A = +1,6 \cdot 10^{-12} \text{ C}$, $q_B = -128 \cdot 10^{-10} \text{ C}$, $q_\Gamma = -64 \cdot 10^7 \mu\text{C}$ και $q_\Delta = +16 \cdot 10^3 \text{ nC}$ αντίστοιχα.

α) Σε ποια έχουμε περίσσεια ηλεκτρονίων και σε ποια έχουμε έλλειμμα ηλεκτρονίων;

Περίσσεια ηλεκτρονίων έχουν τα σώματα που έχουν αρνητικό φορτίο δηλαδή τα Β και Γ.

Έλλειμμα ηλεκτρονίων έχουν τα σώματα που έχουν θετικό φορτίο δηλαδή τα Α και Δ.

β) Πόσα ηλεκτρόνια αντιστοιχούν σε κάθε φορτίο;

$$\text{Για το Α: } \frac{q_A}{q_e} = \frac{+1,6 \cdot 10^{-12} \text{ C}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \frac{+1,6}{-1,6} \cdot \frac{10^{-12}}{10^{-19}} = -1 \cdot 10^{-12-(-19)} = -10^{-12+19} = -10^7 \text{ οπότε το σώμα Α έχει}$$

έλλειμμα 10^7 ηλεκτρονίων

Για το Β: $\frac{q_B}{q_e} = \frac{-128 \cdot 10^{-10} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{-128}{-1,6} \cdot \frac{10^{-10}}{10^{-19}} = 80 \cdot 10^{-10-(-19)} = 80 \cdot 10^{-10+19} = 80 \cdot 10^9 = 8 \cdot 10^{10}$ οπότε το

σώμα Α έχει πλεόνασμα $8 \cdot 10^{10}$ ηλεκτρονίων

Για το Γ:

$$\frac{q_\Gamma}{q_e} = \frac{-64 \cdot 10^7 \cdot 10^{-6} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{-64 \cdot 10^{7-6} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{-64 \cdot 10^1}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{-64}{-1,6} \cdot \frac{10^1}{10^{-19}} = 40 \cdot 10^{1-(-19)} = 40 \cdot 10^{1+19} = 40 \cdot 10^{20} = 4 \cdot 10^{21}$$

οπότε το σώμα Α έχει πλεόνασμα $4 \cdot 10^{21}$ ηλεκτρονίων

Για το Δ: $\frac{q_\Delta}{q_e} = \frac{+16 \cdot 10^3 nC}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{+16 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{+16 \cdot 10^{3-9}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{+16 \cdot 10^{-6}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{+16}{-1,6} \cdot \frac{10^{-6}}{10^{-19}} \Rightarrow$

$$\frac{q_\Delta}{q_e} = -10 \cdot 10^{-6-(-19)} = -10 \cdot 10^{-6+19} = -10 \cdot 10^{13} = -10^{14} \text{ οπότε το σώμα Α έχει έλλειμμα } 10^{14}$$

ηλεκτρονίων

18. Στο άτομο του υδρογόνου γύρω από τον πυρήνα περιφέρεται ένα ηλεκτρόνιο.

α) Πόσα πρωτόνια έχει ο πυρήνας του ατόμου αυτού.

Κάθε άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, οπότε όσα ηλεκτρόνια έχει τόσα είναι και τα πρωτόνια του. Άρα έχει ένα πρωτόνιο στον πυρήνα του.

β) Πόσο είναι το φορτίο του πυρήνα.

Το φορτίο του πυρήνα είναι όσο και το φορτίο του μοναδικού πρωτονίου που υπάρχει σε αυτό. Δηλαδή $q_{\text{πυρήνα H}} = q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} C$

γ) Πόσο είναι το φορτίο 20 ιόντων υδρογόνου H^+ ; (ιόν H^+ : το H όταν χάσει ένα ηλεκτρόνιο)

Το ιόν του υδρογόνου αποτελείται μόνο από τον πυρήνα του οπότε έχει φορτίο

$$q_{H^+} = q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} C. \text{ Έτσι τα 20 ιόντα υδρογόνου έχουν φορτίο } q \text{ ίσο με}$$

$$q = 20 \cdot q_{H^+} = 20 \cdot (+1,6 \cdot 10^{-19} C) = +20 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C = +32 \cdot 10^{-19} C = +3,2 \cdot 10^{-18} C$$

19. Να εξετάσετε ποιο από τα παρακάτω φορτία είναι αδύνατο να αποκτήσει ένα σώμα:

$$q_A = 3,2 \cdot 10^{-19} C \quad q_B = 2,4 \cdot 10^{-19} C \quad q_\Gamma = 4,8 \cdot 10^{-19} C \quad q_\Delta = 2,4 \cdot 10^{-18} C$$

Για το Α: $\frac{q_A}{q_e} = \frac{3,2 \cdot 10^{-19} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{3,2 \cdot \cancel{10^{-19} C}}{-1,6 \cdot \cancel{10^{-19} C}} = -\frac{3,2}{1,6} = -\frac{32}{16} = -2 \leftarrow$ ακέραιος, άρα μπορεί αυτό το

φορτίο να υπάρξει ελεύθερο στη φύση

Για το Β: $\frac{q_B}{q_e} = \frac{2,4 \cdot 10^{-19} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{2,4 \cdot \cancel{10^{-19} C}}{-1,6 \cdot \cancel{10^{-19} C}} = -\frac{2,4}{1,6} = -1,5 \leftarrow$ ΔΕΝ είναι ακέραιος, άρα ΔΕΝ μπορεί

αυτό το φορτίο να υπάρξει ελεύθερο στη φύση

Για το Γ: $\frac{q_\Gamma}{q_e} = \frac{4,8 \cdot 10^{-19} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{4,8 \cdot \cancel{10^{-19} C}}{-1,6 \cdot \cancel{10^{-19} C}} = -\frac{4,8}{1,6} = -\frac{48}{16} = -3 \leftarrow$ ακέραιος, άρα μπορεί αυτό το

φορτίο να υπάρξει ελεύθερο στη φύση

Για το Δ: $\frac{q_\Delta}{q_e} = \frac{2,4 \cdot 10^{-18} C}{-1,6 \cdot 10^{-19} C} = -\frac{2,4}{1,6} \cdot \frac{10^{-18} C}{10^{-19} C} = -\frac{24}{16} \cdot 10^{-18-(-19)} = -1,5 \cdot 10^{-18+19} = -1,5 \cdot 10^1 = -1,5 \cdot 10 = -15$

που είναι ακέραιος, άρα μπορεί αυτό το φορτίο να υπάρξει ελεύθερο στη φύση