

ΕΡΩΤΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ.Π. Β' ΛΥΚΕΙΟΥ (Υλη Θεωρίας εξετάσεων 2016)

1. Δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων

1. Διατυπώστε τον νόμο του Coulomb. Γράψτε την μαθηματική του έκφραση και εξηγήστε τὰ διάφορα σύμβολα αναφέροντας και τις μονάδες των μεγεθών πού εμπλέκονται.

Απάντηση:

Κάθε σημειακό ηλεκτρικό φορτίο ασκεί δύναμη σε κάθε άλλο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο. Το μέτρο της δύναμης είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων πού αλληλεπιδρούν και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύ των απόστασης.

Η μαθηματική έκφραση του νόμου είναι η εξής: $F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

Όπου F είναι η δύναμη σε N , q_1 q_2 είναι τὰ φορτία σε C , r η απόσταση των φορτίων σε m . k είναι η ηλεκτρική σταθερά πού εξαρτάται από το σύστημα μονάδων και το μέσο στο οποίο βρίσκονται τὰ φορτία. Στο κενό ή κατά προσέγγιση στον αέρα δίνεται από την σχέση :

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

όπου ϵ_0 η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού πού έχει τιμή στο S.I. $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$. Η διεύθυνση και ο φορέας της δύναμης είναι η διεύθυνση της ευθείας πού ενώνει τὰ φορτία, ενώ η φορά είναι ελκτική για ετερόνυμα φορτία και απωστική για ομώνυμα, το δε σημείο εφαρμογής είναι τὰ σημειακά φορτία.

2. Τι είναι ηλεκτρική σταθερά από τι εξαρτάται και σε τι μετρείται; Από τι εξαρτάται η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού;

Απάντηση:

Η σταθερά $K_{ηλ}$ του νόμου του Νεύτωνα είναι η ηλεκτρική σταθερά καί εξαρτάται από το σύστημα μονάδων και το μέσο στο οποίο βρίσκονται τὰ φορτία. Στο κενό ή κατά προσέγγιση στον αέρα δίνεται από την σχέση $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, όπου ϵ_0 η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού

πού έχει τιμή στο S.I. $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Cb}^2/\text{Nm}^2$. Επομένως η k έχει τιμή στο S.I. $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$. Η ϵ_0 εξαρτάται από τις μονάδες.

3. Τι ονομάζουμε ηλεκτρικό πεδίο, ποια είναι η γενεσιουργός του αιτία και με ποια μεγέθη το μελετάμε;

Απάντηση:

Ηλεκτρικό πεδίο ονομάζουμε τον χώρο, μέσα στον οποίο αν βρεθεί ηλεκτρικό φορτίο δέχεται ηλεκτροστατική δύναμη. Η γενεσιουργός του αιτία είναι ένα ηλεκτρικό φορτίο, ενώ το μελετάμε με την Ένταση, το Δυναμικό και τις δυναμικές γραμμές.

4. Πώς ορίζεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου; Γράψτε την μαθηματική της έκφραση και εξηγήστε τά διάφορα σύμβολα αναφέροντας και τις μονάδες των μεγεθών που εμπλέκονται.

Απάντηση:

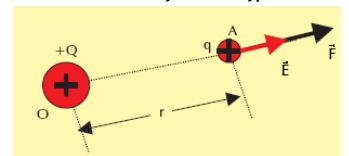
Ένταση E σε ένα σημείο ηλεκτρικού πεδίου ονομάζουμε το φυσικό διανυσματικό μέγεθος, πού έχει μέτρο ίσο με το πηλίκο του μέτρου της δύναμης πού ασκείται σε φορτίο q πού βρίσκεται σ' αυτό το σημείο προς το φορτίο αυτό, και κατεύθυνση την κατεύθυνση της δύναμης, αν αυτή ασκείται σε θετικό φορτίο. Η μαθηματική της έκφραση είναι η εξής: $E = \frac{F}{q}$.

E είναι η ένταση και μετρείται σε N/Cb , F είναι η δύναμη και μετρείται σε N , ενώ q είναι το φορτίο και μετρείται σε Cb .

5. Πότε ένα ηλεκτρικό πεδίο λέγεται ηλεκτροστατικό πεδίο Coulomb; Να εξαχθεί η σχέση πού υπολογίζουμε την ένταση ενός τέτοιου πεδίου.

Απάντηση:

Ηλεκτροστατικό λέγεται ένα ηλεκτρικό πεδίο πού δημιουργείται από ένα ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο. Για την εξαγωγή της ζητούμενης σχέσης θεωρούμε το διπλανό σχήμα. Γράφουμε την σχέση πού δίνει την δύναμη όπως προκύπτει από τον νόμο Κουλόμπ μεταξύ του φορτίου Q πού δημιουργεί το πεδίο και του φορτίου q πού βρίσκεται μέσα σ' αυτό, και τήν αντικαθιστούμε στην σχέση πού δίνει την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου ως εξής:



$$E = \frac{F}{q} = \frac{k \cdot \frac{|Q| \cdot q}{r^2}}{q} \Rightarrow E = k \cdot \frac{|Q|}{r^2}$$

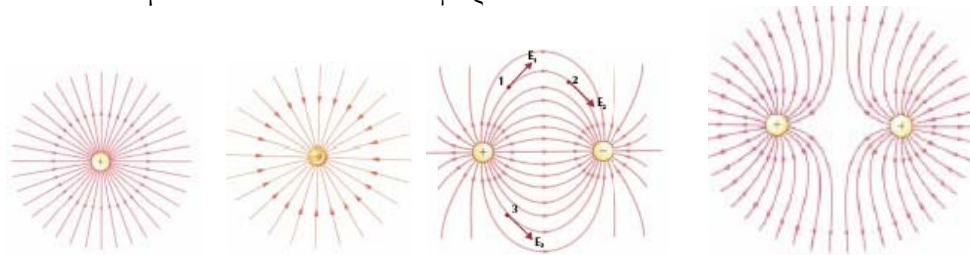
6. Τι ονομάζουμε δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου; Τι ιδιότητες έχουν; Σχεδιάστε τις για θετικό, αρνητικό και συνδυασμό των προηγούμενων φορτίων.

Απάντηση:

Δυναμικές γραμμές ονομάζονται οι γραμμές, σε κάθε σημείο των οποίων η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι εφαπτόμενη και με την βοήθεια των οποίων αισθητοποιείται το πεδίο. Έχουν δε τις παρακάτω ιδιότητες:

1. Απομακρύνονται από τὰ θετικά φορτία και κατευθύνονται στα αρνητικά. Έχουν δηλαδή αρχή και τέλος, είναι όπως λέμε ανοικτές.
2. Η Ένταση του πεδίου έχει μεγαλύτερο μέτρο στις περιοχές του χώρου πού οι δυναμικές γραμμές είναι πυκνότερες.
3. Δεν τέμνονται.

Παρακάτω απεικονίζονται οι δυναμικές γραμμές για θετικό, αρνητικό, συνδυασμό θετικού-αρνητικού και συνδυασμό θετικού-θετικού φορτίων:



7. Πότε λέγεται ομογενές ένα ηλεκτρικό πεδίο και πώς απεικονίζεται; Πώς μπορούμε να πετύχουμε ένα ομογενές πεδίο;

Απάντηση:

Ομογενές λέγεται ένα πεδίο, όταν η Έντάσή του, ως διάνυσμα, έχει παντού την ίδια τιμή. Απεικονίζεται δε με παράλληλες, ισαπέχουσες και ομόρροπες δυναμικές γραμμές. Το πετυχαίνουμε μεταξύ δύο όμοιων παράλληλων μεταλλικών πλακών πού έχουν φορτισθεί με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία.

8. Τι ονομάζουμε δυναμικό ενός ηλεκτρικού πεδίου σε κάποιο σημείο του; Τι εκφράζει αυτό; Σε τι μετρείται; Πώς ορίζεται η μονάδα μέτρησής του στο S.I.;

Απάντηση:

Δυναμικό σε μία θέση A ενός ηλεκτρικού πεδίου ονομάζεται το μονόμετρο φυσικό μέγεθος πού έχει μέτρο ίσο με το πηλίκο της δυναμικής ενέργειας φορτίου q στην θέση αυτή, προς το φορτίο αυτό. Δίνεται από την σχέση δηλαδή: $V = \frac{U_A}{q} = \frac{W_{A \rightarrow \infty}}{q}$.

Εκφράζει δε την ενέργεια πού αποκτά στην θέση αυτή φορτίο ενός C_b ή το έργο πού απαιτείται (παραγόμενο ή καταναλισκόμενο) για την μεταφορά φορτίο ενός C_b από την θέση A στο άπειρο. Μετρείται σε Volts. Το ένα δε Volt δείχνει ότι για την μεταφορά ενός C από το A στο άπειρο απαιτείται έργο ενός J. $1\text{Volt}=1\text{J}/1\text{Cb}$.

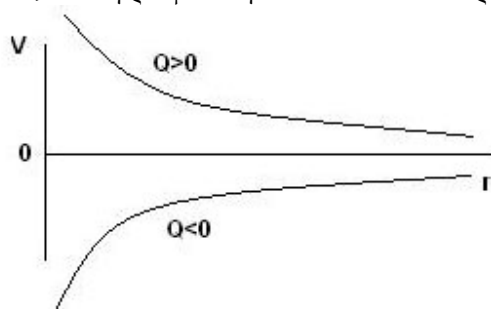
9. Να εξαχθεί η σχέση υπολογισμού του δυναμικού σ' ένα σημείο ενός ηλεκτροστατικού πεδίου και να απεικονισθεί γραφικά.

Απάντηση:

Ισχύει ότι για το δυναμικό σ' ένα σημείο ενός πεδίου $V = \frac{U}{q}$ και επειδή $U = k \cdot \frac{Q \cdot q}{r}$ προκύπτει

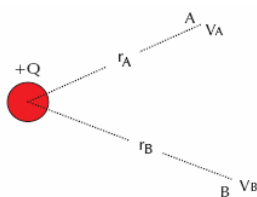
και η σχέση $V = k \cdot \frac{Q}{r}$

όπου U η ενέργεια στο εν λόγω σημείο, Q το φορτίο πού δημιουργεί το πεδίο, q εισαγόμενο υπόθεμα, r η απόσταση μεταξύ του σημείου και του φορτίου Q και $K_{ηλ}$ η ηλεκτρική σταθερά. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται γραφικά για θετικό και αρνητικό φορτίο Q.



10. Πώς ορίζεται η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού πεδίου; Τι εκφράζει αυτή; Σε τι μετρείται;

Απάντηση:



Διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων A και B ηλεκτρικού πεδίου είναι η διαφορά των δυναμικών των δύο σημείων. Αναφερόμενοι στο σχήμα ισχύουν τά εξής:

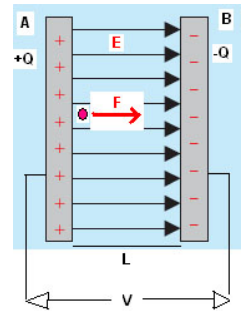
$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q} = k \cdot \frac{Q}{r_A} - k \cdot \frac{Q}{r_B} = k \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

Η διαφορά δυναμικού εκφράζει το έργο ανά μονάδα φορτίου που απαιτείται για την μεταφορά ενός φορτίου από την θέση Α στην θέση Β, ενώ η σχέση η οποία την δίνει διαμορφώνεται και ως εξής: $V_{AB} = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q} \Rightarrow W_{A \rightarrow B} = V_{AB} \cdot q$.

11. Να εξαχθεί η σχέση που συνδέει την ένταση και την διαφορά δυναμικού σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Απάντηση:

Θεωρούμε τον πυκνωτή του σχήματος ανάμεσα στους οπλισμούς του οποίου υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης E . Οι οπλισμοί απέχουν απόσταση L . Έστω θετικό ηλεκτρικό φορτίο q αφήνεται στην πλάκα Α. Εκ μέρους του πεδίου θα δεχτεί την δύναμη $F=Eq$, η οποία θα το φέρει στον οπλισμό Β παράγοντας έργο $W=FL=EqL$ (1). Το έργο αυτό ως γνωστόν δίνεται και από τη σχέση $W=qV$ (2). Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει $EqL=qV$ και συνεπώς $E = \frac{V}{L}$. Από την σχέση αυτή προκύπτει και η μονάδα μέτρησης της έντασης E του πεδίου : V/m ισοδύναμη με την γνωστή μονάδα N/C.



12. Σημειακό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Σε απόσταση r από αυτό η ένταση του πεδίου έχει μέτρο E . Σε διπλάσια απόσταση $2r$ το μέτρο της έντασης του πεδίου υποτετραπλασιάζεται, διπλασιάζεται, είναι το ίδιο ή τετραπλασιάζεται;(Πανελλήνιες 2000)

Απάντηση:

Ως γνωστόν το μέτρο της έντασης σε απόσταση r από σημειακό φορτίο Q , δίνεται από την σχέση $E = k \frac{|Q|}{r^2}$

Για την διπλάσια απόσταση το μέτρο της έντασης θα είναι : $E' = k \frac{|Q|}{(2r)^2} = \frac{1}{4} \cdot k \frac{|Q|}{r^2} = \frac{1}{4} \cdot E$

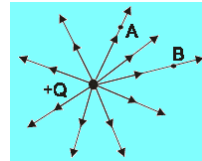
Επομένως το μέτρο της έντασης υποτετραπλασιάζεται, όταν η απόσταση r διπλασιάζεται.

13. Έστω το ακίνητο σημειακό θετικό φορτίο Q του σχήματος α) Να σχεδιάσετε στο τετράδιό σας τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου που παράγει το φορτίο. β) Σε ποιά από τα σημεία Α ή Β, το δυναμικό του πεδίου είναι μεγαλύτερο;(Δικαιολογήστε την απάντησή σας). (Πανελλήνιες 2002).



Απάντηση:

α) Επειδή το φορτίο είναι σημειακό και θετικό, το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί είναι ακτινικό και οι δυναμικές γραμμές του θα εκκινούν από το φορτίο και θα απομακρύνονται από αυτό, όπως φαίνονται στο διπλανό σχήμα.
β) Το δυναμικό είναι μεγαλύτερο στο σημείο Α, επειδή το σημείο αυτό απέχει λιγότερο από ότι το σημείο Β από το φορτίο Q.



Δηλαδή $r_A < r_B \Rightarrow \frac{1}{r_A} > \frac{1}{r_B}$ και από την σχέση του δυναμικού εφαρμοζόμενη για τὰ δύο σημεία

αντίστοιχα έχουμε: $V_A = k \cdot \frac{Q}{r_A}$ και $V_B = k \cdot \frac{Q}{r_B}$ και διαιρώντας κατά μέλη έχουμε

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{k \cdot \frac{Q}{r_A}}{k \cdot \frac{Q}{r_B}} = \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow V_A > V_B \text{ για } Q \text{ θετικό.}$$

14. Η δύναμη Coulomb που ασκείται μεταξύ δύο σημειακών ηλεκτρικών φορτίων q_1 και q_2 , τὰ οποία βρίσκονται σε απόσταση r , έχει μέτρο F . Αν διπλασιαστούν τὰ δύο φορτία καθώς και η μεταξύ τους απόσταση, τότε το μέτρο της δύναμης Coulomb θα είναι F , $2F$ ή $F/2$; (Δικαιολογήστε τήν απάντησή σας). (Πανελλήνιες 2004).

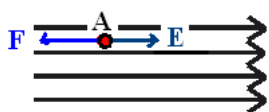
Απάντηση:

Αρχικά η δύναμη Coulomb θα είναι $F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$. Αν διπλασιαστούν τὰ δύο φορτία, καθώς και η μεταξύ τους απόσταση, τότε το μέτρο της δύναμης Coulomb θα είναι :

$$F' = k \cdot \frac{2q_1 \cdot 2q_2}{(2r)^2} = k \cdot \frac{4q_1 \cdot q_2}{4r^2} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = F. \text{ Δηλαδή η δύναμη Coulomb παραμένει αμετάβλητη.}$$

15. Στο σημείο Α του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του σχήματος αφήνεται ελεύθερο ένα αρνητικό φορτίο $-q$. Ποια θα είναι η κατεύθυνση της κίνησής του; Θεωρήστε ότι το σύστημα είναι εκτός πεδίου βαρύτητας (Δικαιολογήστε τήν απάντησή σας). (Πανελλήνιες 1999).

Απάντηση:



Η κατεύθυνση της κίνησης του φορτίου θα είναι προφανώς η κατεύθυνση της δύναμης που θα υποστεί αυτό εκ μέρους του πεδίου.

Από τον ορισμό της έντασης του πεδίου σε κάποιο σημείο του πεδίου προκύπτει ότι αυτή έχει την ίδια φορά με την δύναμη που ασκείται σε θετικό φορτίο που θα βρεθεί στο σημείο αυτό, αφού $E = \frac{F}{q}$. Επειδή το φορτίο q στην περίπτωση μας είναι αρνητικό, η δύναμη αυτή θα είναι αντίρροπη της έντασης του πεδίου, η οποία ταυτίζεται ως γνωστόν με την φορά των δυναμικών γραμμών του πεδίου. Επειδή λοιπόν η ένταση έχει φορά προς τα δεξιά, η δύναμη θα κατευθύνεται προς τα αριστερά, όπως φαίνεται και στο σχήμα, και συνεπώς και το φορτίο θα κινηθεί προς τα αριστερά.

2. Συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα

1. Τι είναι οι ηλεκτρικές πηγές; Πώς λειτουργούν; Ποια είδη αυτών υπάρχουν και σε τι διαφέρουν; Αναφέρετε 4 συσκευές που είναι ηλεκτρικές πηγές.

Απάντηση:

Ηλεκτρικές πηγές είναι συσκευές ή διατάξεις οι οποίες αναπτύσσουν και διατηρούν στα άκρα τους (θετικός και αρνητικός πόλος) διαφορά δυναμικού (τάση) και προσφέρουν στο κύκλωμα ενέργεια. Υπάρχουν δύο είδη:

α) πηγές **συνεχούς τάσης** και β) πηγές **εναλλασσόμενης τάσης**. Διαφέρουν στο ότι οι πόλοι του πρώτου είδους είναι καθορισμένοι και σταθεροί, ενώ του δεύτερου είδους εναλλάσσονται. Γνωστές ηλεκτρικές πηγές είναι οι **ηλεκτρικές στήλες**, οι **ηλεκτρικοί συσσωρευτές**, τα **φωτοστοιχεία** και οι **ηλεκτρικές γεννήτριες**.

2. Τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα και πώς εξασφαλίζεται; Τι είναι η πραγματική και τι η συμβατική φορά αυτού;

Απάντηση:

Ηλεκτρικό ρεύμα είναι η ομαδικά προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων, συνήθως ελευθέρων ηλεκτρονίων, μέσα σ' ένα μεταλλικό αγωγό, ή ελεύθερα θετικά και αρνητικά ιόντα στους ηλεκτρολύτες, ή ελεύθερα ηλεκτρόνια, θετικά ή αρνητικά ιόντα στα αέρια. Εξασφαλίζεται με την σύνδεση στα άκρα του αγωγού διαφοράς δυναμικού. Η φορά της κίνησης των ηλεκτρονίων είναι η **πραγματική φορά** του ρεύματος, ενώ η αντίθετή της είναι η **συμβατική φορά**.

3. Τι είναι το φαινόμενο Joule και πού οφείλεται;

Απάντηση:

Φαινόμενο **Joule** είναι το φαινόμενο κατά το οποίο τά ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά την εκδήλωση ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα μεταλλικό αγωγό, συγκρουόμενα με τά θετικά ιόντα του μετάλλου, προσφέρουν ενέργεια σ' αυτά, αυξάνοντάς τους την ενέργεια ταλάντωσης, άρα και τό πλάτος ταλάντωσης, θερμαίνοντας συνεπώς το μέταλλο και προκαλώντας μεταφορά θερμότητας στο περιβάλλον. Οφείλεται δηλαδή στις κρούσεις ιόντων – ηλεκτρονίων όταν ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

4. Η ηλεκτρική πηγή παράγει ηλεκτρικά φορτία; Αναφέρετε ένα υδραυλικό και ένα μηχανικό ανάλογο ηλεκτρικής πηγής.

Απάντηση:

Η ηλεκτρική πηγή δεν παράγει ηλεκτρικά φορτία, απλώς εξασφαλίζει την διαφορά δυναμικού, η οποία προκαλεί την ροή των ήδη υπάρχοντων ηλεκτρικών φορτίων. **Υδραυλικό ανάλογο** αποτελεί η αντλία νερού, η οποία βεβαίως δεν παράγει νερό αλλά απλώς δημιουργεί διαφορά πίεσης που προκαλεί την ροή του ήδη υπάρχοντος νερού. **Μηχανικό ανάλογο** πηγής αποτελεί ένας άνθρωπος, ο οποίος θέτει σε περιστροφή μια σειρά μεταλλικών σφαιριδίων ωθώντας κάθε φορά ένα εξ αυτών.

5. Ποια είναι τὰ αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος, όταν αυτό διαρρέει αγωγούς; Αναφέρετε ένα παράδειγμα για κάθε κατηγορία.

Απάντηση:

α) **Θερμικά** αποτελέσματα. Η θερμοκρασία αυξάνει σε ρευματοφόρους μεταλλικούς αγωγούς. Ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας πυρακτώσεως π.χ. θερμαίνεται όταν διαρρέεται από ρεύμα.
β) **Χημικά** αποτελέσματα. Το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί χημικές αντιδράσεις. Η ηλεκτροπληξία αποτελεί παράδειγμα ενός τέτοιου αποτελέσματος.
γ) **Μαγνητικά** αποτελέσματα. Το ηλεκτρικό ρεύμα αλληλεπιδρά με μαγνήτες. Η μαγνητική βελόνη εκτρέπεται όταν γειτνιάζει με ρευματοφόρο αγωγό.

6. Πώς ορίζεται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και τι εκφράζει αυτή; Γράψτε τον αντίστοιχο τύπο δίνοντας και τις μονάδες των διαφόρων μεγεθών. Πώς ορίζεται απ' αυτόν η μονάδα ηλεκτρικού φορτίου 1 Coulomb;

Απάντηση:

Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος i , που διαρρέει έναν αγωγό, καλείται το μονόμετρο φυσικό μέγεθος που έχει μέτρο ίσο με το πηλίκο του φορτίου q , που περνά από μια τομή του αγωγού σε χρόνο t , προς τον χρόνο αυτό. Δηλαδή $i = \frac{q}{t}$. Εκφράζει τον ρυθμό διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από μια τομή ενός αγωγού. Μετρείται σε **A** (Ampere), που είναι θεμελιώδης μονάδα στο διεθνές σύστημα μονάδων, και το οποίο ορίζεται ως εξής **1A=1C/1s**. Απ' αυτή τη σχέση προκύπτει και η μονάδα φορτίου **1 C (=1A•1s)**, ως το φορτίο που περνά σε ένα δευτερόλεπτο από μια τομή ενός αγωγού που διαρρέεται από ρεύμα εντάσεως 1A.

7. Τι είναι το αμπερόμετρο; Πού στηρίζεται η λειτουργία του; Πώς συνδέεται στο κύκλωμα; Επηρεάζει το κύκλωμα στο οποίο συνδέεται και γιατί;

Απάντηση:

Αμπερόμετρο είναι το όργανο πού χρησιμοποιείται για την μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος. Η λειτουργία του στηρίζεται στα **θερμικά ή μαγνητικά αποτελέσματα** του ηλεκτρικού ρεύματος. Συνδέεται **σε σειρά**, παρεμβάλλεται δηλαδή στο σημείο του κυκλώματος πού θέλουμε να μετρήσουμε την ένταση. Στην πραγματικότητα επηρεάζει το κύκλωμα στο οποίο συνδέεται, αφού παρουσιάζει και το ίδιο κάποια αντίσταση. Αν όμως θεωρηθεί ιδανικό, μηδενικής δηλαδή εσωτερικής αντίστασης, τότε δεν επηρεάζει το κύκλωμα και μετρά το ρεύμα πού υπήρχε και πρό της σύνδεσής του.

8. Διατυπώστε την αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου. Πώς διαπιστώνεται αυτή με ένα αμπερόμετρο;

Απάντηση:

Η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου λέει ότι όσο φορτίο διέρχεται από κάποια διατομή του αγωγού ανά μονάδα χρόνου, τόσο φορτίο διέρχεται από οποιαδήποτε άλλη διατομή του ανά μονάδα χρόνου. Κατά μήκος δηλαδή ενός ρευματοφόρου αγωγού δεν υπάρχουν ούτε πηγές ούτε καταβόθρες ηλεκτρικών φορτίων. Μ' ένα αμπερόμετρο διαπιστώνεται με την σύνδεσή του σε διάφορα σημεία του αγωγού, οπότε θα έχουμε την ίδια ένδειξη.

9. Τι είναι ο κόμβος, τι ο βρόχος και τι ο κλάδος στα ηλεκτρικά κυκλώματα;

Απάντηση:

Κόμβος λέγεται το σημείο ενός κυκλώματος στο οποίο συναντώνται τουλάχιστον τρεις ρευματοφόροι αγωγοί.

Κλάδος λέγεται το τμήμα του κυκλώματος πού βρίσκεται μεταξύ δύο κόμβων.

Βρόχος λέγεται κάθε κλειστή διαδρομή πού διατρέχει μία μόνο φορά τον κάθε κλάδο ενός κυκλώματος.

10. Διατυπώστε τον 1ο κανόνα του Kirchhoff. Ποιάς αρχής είναι συνέπεια αυτός;

Απάντηση:

Σύμφωνα με τον 1^ο κανόνα το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων, πού εισέρχονται σε ένα κόμβο, ισούται με το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων πού εξέρχονται απ' αυτόν.

Δηλαδή $\sum(I_{εισ}) = \sum(I_{εξ})$. Είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης φορτίου. Αν τά εισερχόμενα ρεύματα θεωρηθούν θετικά και τά εξερχόμενα αρνητικά ή αντιστρόφως, τότε ο κανόνας διατυπώνεται και ως εξής: Σ' ένα κόμβο το αλγεβρικό άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων είναι μηδέν. Δηλαδή $\sum(I) = 0$.

11. Τι είναι το βολτόμετρο; Πού στηρίζεται η λειτουργία του; Πώς συνδέεται στο κύκλωμα; Επηρεάζει το κύκλωμα στο οποίο συνδέεται και γιατί;

Απάντηση:

Βολτόμετρο είναι το όργανο το οποίο χρησιμοποιείται για την μέτρηση της διαφοράς δυναμικού (τάσης) μεταξύ δύο σημείων ενός κυκλώματος. Η λειτουργία του στηρίζεται στα θερμικά ή μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος. Στο κύκλωμα συνδέεται κατά διακλάδωση (παράλληλα) ώστε να μην διακόπτεται αυτό. Στην πραγματικότητα επηρεάζει το κύκλωμα στο οποίο συνδέεται, αφού παρουσιάζει και το ίδιο κάποια πεπερασμένη αντίσταση. Αν όμως θεωρηθεί ιδανικό, άπειρης δηλαδή εσωτερικής αντίστασης, τότε δεν επηρεάζει το κύκλωμα και μετρά την τάση που υπήρχε και πρό της σύνδεσής του.

12. Τι είναι τά δίπολα και από τι εξαρτάται η λειτουργία αυτών; Τι είναι η χαρακτηριστική καμπύλη των διπόλων;

Απάντηση:

Δίπολο είναι κάθε στοιχείο που έχει δύο πόλους, όπως οι λαμπτήρες, οι πυκνωτές, τά πηνία, οι ηλεκτρικές πηγές κ.ά. Η λειτουργία τους εξαρτάται απ' την διαφορά δυναμικού που υπάρχει στα άκρα τους (πόλους), η οποία καθορίζει και τις τιμές της έντασης του ρεύματος που τά διαρρέει. **Χαρακτηριστική καμπύλη διπόλου** είναι η γραφική παράσταση της συνάρτησης $I=f(V)$, όπου I η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει και V η διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται στους πόλους του.

13. Τι ονομάζουμε αντίσταση ενός αγωγού, τι εκφράζει, πού οφείλεται και πώς ορίζεται η μονάδα μέτρησής της; Τι διαφέρει απ' τον αντιστάτη;

Απάντηση:

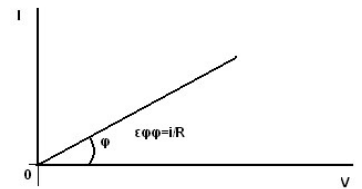
Αντίσταση R ενός αγωγού ονομάζουμε το μονόμετρο μέγεθος που ισούται με το πηλίκο της τάσης V , που εφαρμόζεται στα άκρα του, προς την ένταση i του ρεύματος που τον διαρρέει. Δηλαδή : $R = \frac{V}{i}$. Εκφράζει την δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διέρχεται μέσα απ' αυτόν, και οφείλεται στις συγκρούσεις των ελευθέρων ηλεκτρονίων με τα θετικά

ιόντα του μετάλλου. Η μονάδα μέτρησής της στο διεθνές σύστημα είναι το Ω (Ohm) και ορίζεται ως εξής: $1\Omega=1\text{Volt}/1\text{A}$, όπως προκύπτει από την προηγούμενη σχέση που ορίζει την αντίσταση. Αντιστάτης είναι ο ίδιος ο αγωγός, υλικό αντικείμενο δηλαδή, ενώ η αντίσταση είναι φυσικό μέγεθος. Στην πράξη όμως με τον όρο αντίσταση εννοούμε και τα δύο, αγωγό και φυσικό μέγεθος.

14. Διατυπώστε τον νόμο του Ohm για αντιστάτη. Ισχύει πάντα; Σχεδιάστε την χαρακτηριστική καμπύλη ενός αντιστάτη.

Απάντηση:

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη (μεταλλικό αγωγό) σταθερής θερμοκρασίας είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του. Δηλαδή $i = \frac{V}{R}$. Ο νόμος αυτός δεν είναι γενικός, δεν ισχύει π.χ. για λυχνίες κενού, τρανζίστορ, ηλεκτρικούς κινητήρες κλπ., δεν ισχύει δηλαδή για όλους τους αγωγούς. Η χαρακτηριστική καμπύλη φαίνεται στο σχήμα.



15. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η αντίσταση ενός αντιστάτη κυλινδρικής μορφής; Γράψτε την αντίστοιχη σχέση, ερμηνεύστε τά σύμβολα και αναφέρετε τις μονάδες μέτρησης όλων των μεγεθών.

Απάντηση:

Η αντίσταση ενός αντιστάτη εξαρτάται απ' τά γεωμετρικά στοιχεία αυτού. Ειδικότερα είναι ανάλογη του μήκους ℓ του αγωγού, είναι αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού S της διατομής του και εξαρτάται από την φύση του υλικού. Επίσης εξαρτάται από την θερμοκρασία του αγωγού. Η αντίστοιχη μαθηματική σχέση είναι: $R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$. Όπου R είναι η αντίσταση που μετρείται σε Ω , ℓ είναι το μήκος του αγωγού σε m και S το εμβαδόν της διατομής του σε m^2 . Το ρ συμβολίζει το μέγεθος που εκφράζει ποσοτικά την εξάρτηση της αντίστασης από την φύση του υλικού και την θερμοκρασία, λέγεται **ειδική αντίσταση του υλικού** και στο διεθνές σύστημα μετρείται σε $\Omega \cdot \text{m}$.

16. Τι εκφράζει η ειδική αντίσταση ενός υλικού και σε τι μετρείται; Γράψτε την σχέση εξάρτησης από την θερμοκρασία ερμηνεύοντας τά διάφορα σύμβολα.

Απάντηση:

Η ειδική αντίσταση ενός υλικού εκφράζει ποσοτικά την εξάρτηση της αντίστασης από την φύση του υλικού και την θερμοκρασία και στο διεθνές σύστημα μετρείται σε $\Omega \cdot m$. Η σχέση που δίνει την εξάρτηση από την θερμοκρασία είναι η εξής: $\rho_{\theta} = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta)$, όπου ρ_{θ} η ειδική αντίσταση σε θερμοκρασία θ και ρ_0 η ειδική αντίσταση σε 0 βαθμούς Κελσίου. Το γράμμα α συμβολίζει μία σταθερά που εξαρτάται από το υλικό του αγωγού και μετρείται σε $grad^{-1}$ και λέγεται θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης.

17. Τι είναι ο θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης; Από τι εξαρτάται και σε τι μετρείται;

Απάντηση:

Ο θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης είναι η σταθερά α στη σχέση που δείχνει την εξάρτηση της ειδικής αντίστασης από την θερμοκρασία. Εξαρτάται από το υλικό του αγωγού και μετρείται σε $grad^{-1}$. Για τὰ καθαρὰ μέταλλα όπως σίδηρος, αργίλιο, χαλκός, άργυρος το α είναι θετικό, για τον γραφίτη, τους ημιαγωγούς γερμανίου, πυριτίου και τους ηλεκτρολύτες είναι αρνητικό, ενώ για ορισμένα κράματα όπως η κονσταντάνη, η μαγγανίνη και η χρωμονικελίνη είναι μηδέν.

18. Απεικονίστε γραφικά την εξάρτηση της αντίστασης από την θερμοκρασία για υλικά με θετικό (μέταλλα), αρνητικό (γραφίτης, ημιαγωγοί) και μηδενικό (κράματα) θερμικό συντελεστή. Θεωρήστε αμελητέα την μεταβολή των γεωμετρικών διαστάσεων λόγω θερμικής διαστολής και εξάγετε την αντίστοιχη σχέση $R=f(\theta)$.

Απάντηση:

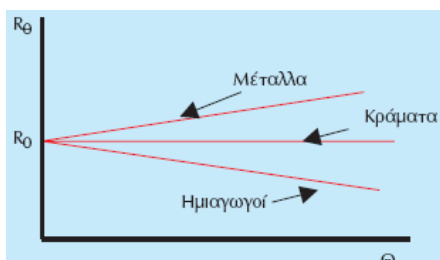
Με αμελητέα την θερμική διαστολή η αντίσταση για θερμοκρασία 0 και θ αντίστοιχα θα

δίνεται από τις σχέσεις $R_0 = \rho_0 \cdot \frac{\ell}{S}$ και $R_{\theta} = \rho_{\theta} \cdot \frac{\ell}{S}$. Διαιρώντας

κατά μέλη θα έχουμε:

$$\frac{R_{\theta}}{R_0} = \frac{\rho_{\theta} \cdot \frac{\ell}{S}}{\rho_0 \cdot \frac{\ell}{S}} = \frac{\rho_{\theta}}{\rho_0} = \frac{\rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta)}{\rho_0} \Rightarrow \frac{R_{\theta}}{R_0} = (1 + \alpha \cdot \theta) \Rightarrow$$

$$R_{\theta} = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta).$$

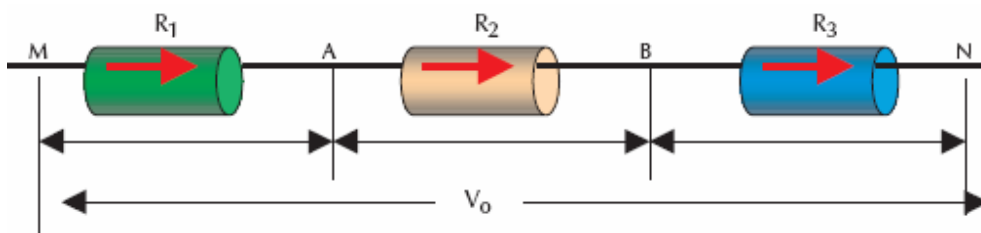


Η γραφική απεικόνιση της τελευταίας σχέσης φαίνεται στο σχήμα και για τις τρεις ζητούμενες περιπτώσεις. Στα μέταλλα που το α είναι θετικό η αντίσταση αυξάνεται με την θερμοκρασία, στους ημιαγωγούς που είναι αρνητικό μειώνεται και στα κράματα με μηδενικό α η αντίσταση δεν επηρεάζεται από την θερμοκρασία.

19. Ποιο είναι το χαρακτηριστικό της εν σειρά σύνδεσης αντιστάσεων; Υπολογίστε θεωρητικά την ολική (ισοδύναμη) αντίσταση σε μια τέτοια συνδεσμολογία. Με τι ισοδυναμεί η εν σειρά σύνδεση και ποιο είναι το πρακτικό αποτέλεσμα;

Απάντηση:

Κατά την εν σειρά σύνδεση αντιστάσεων όλες διαρρέονται από την ίδια ένταση ρεύματος, πού συμπίπτει με την ολική ένταση. Δηλαδή $i_1=i_2=i_3=i_0$
Θεωρούμε το παρακάτω σχήμα.



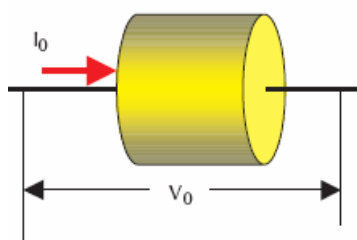
Για την τάση πού επικρατεί στα άκρα κάθε αντιστάτη του θα ισχύει :

$$V_M - V_A = V_1 = i_1 R_1, \quad V_A - V_B = V_2 = i_2 R_2, \quad V_B - V_N = V_3 = i_3 R_3$$

και προσθέτοντας κατά μέλη θα έχουμε:

$$V_M - V_A + V_A - V_B + V_B - V_N = i_1 R_1 + i_2 R_2 + i_3 R_3 = i_0 R_1 + i_0 R_2 + i_0 R_3 \text{ και συνεπώς } V_M - V_N = i_0 (R_1 + R_2 + R_3) \text{ ή } V_0 = i_0 (R_1 + R_2 + R_3) \text{ (1).}$$

Αλλά η αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε αν αντικαταστήσουμε τους τρεις με αυτόν και εφαρμόσουμε την ίδια τάση V_0 θα πρέπει να διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα i_0 όπως όταν ήταν οι τρεις αντιστάσεις μαζί. Η παραπάνω συνδεσμολογία δηλαδή θα είναι ισοδύναμη με αυτή του σχήματος πού ακολουθεί.



Εφαρμόζοντας το νόμο του Όμ για την περίπτωση αυτή θα έχουμε:
 $V_0 = i_0 R_{\text{ισοδ.}}$, και σε συνδυασμό με την σχέση (1) προκύπτει ότι:
 $i_0 (R_1 + R_2 + R_3) = i_0 R_{\text{ισοδ.}}$.

Συνεπώς $R_{\text{ισοδ.}} = R_1 + R_2 + R_3$.

Η σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά ισοδυναμεί με αύξηση του μήκους ενός αγωγού, άρα η ολική (ισοδύναμη) αντίσταση είναι μεγαλύτερη και από την μεγαλύτερη αντίσταση του συστήματος. Το πρακτικό αποτέλεσμα είναι ότι η συνδεσμολογία αυτή πετυχαίνει αντιστάσεις μεγαλύτερες από αυτές πού διαθέτουμε.

20. Ποιο είναι το χαρακτηριστικό της εν παραλλήλω σύνδεσης αντιστάσεων; Υπολογίστε θεωρητικά την ολική (ισοδύναμη) αντίσταση σε μια τέτοια συνδεσμολογία. Με τι ισοδυναμεί η εν παραλλήλω σύνδεση και ποιο είναι το πρακτικό αποτέλεσμα;

Απάντηση:

Κατά την παράλληλη σύνδεση αντιστάτων στα άκρα κάθε αντιστάτη υπάρχει η ίδια τάση, που συμπίπτει και με την ολική. Δηλαδή

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_0$$

Γράφοντας τον πρώτο νόμο του Κιρκωφ για τον κόμβο Α του διπλανού σχήματος θα έχουμε:

$i_0 = i_1 + i_2 + i_3$ και εφαρμόζοντας το νόμο του Όμ προκύπτει:

$$i_0 = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} = V_0 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (1)$$

Αλλά η αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε αν αντικαταστήσουμε τους τρεις με αυτόν και εφαρμόσουμε την ίδια τάση V_0 θα πρέπει να διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα i_0 όπως όταν ήταν οι τρεις αντιστάσεις μαζί. Η παραπάνω συνδεσμολογία δηλαδή θα είναι ισοδύναμη με αυτή του διπλανού σχήματος. Εφαρμόζοντας το νόμο του Όμ

για την περίπτωση αυτή θα έχουμε: $i_0 = \frac{V_0}{R_{\text{ισοδ}}}$ και σε συνδυασμό με την σχέση (1) προκύπτει ότι:

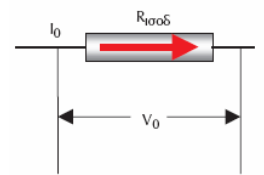
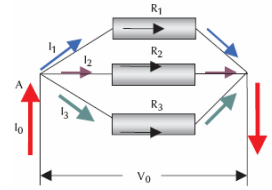
$$V_0 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{V_0}{R_{\text{ισοδ}}} \Rightarrow \frac{1}{R_{\text{ισοδ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$

Η σύνδεση αντιστάσεων παράλληλα ισοδυναμεί με αύξηση της διατομής ενός αγωγού, άρα η ολική (ισοδύναμη) αντίσταση είναι μικρότερη και από την μικρότερη αντίσταση του συστήματος. Το πρακτικό αποτέλεσμα είναι ότι η συνδεσμολογία αυτή πετυχαίνει αντιστάσεις μικρότερες από αυτές που διαθέτουμε.

21. Τι γνωρίζετε για την ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος; Από ποιόν προσφέρεται και πού αποδίδεται; Πώς σχετίζεται με την δυναμική ενέργεια του φορτίου που κινείται από ένα σημείο σε ένα άλλο; Από ποια σχέση δίνεται και πώς μετασχηματίζεται αυτή για την περίπτωση που η συσκευή στην οποία αποδίδεται είναι αντιστάτης; Σε τι μετρείται;

Απάντηση:

Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η ενέργεια που απαιτεί η λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών και παρέχεται σ' αυτές από κάποια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η δυναμική ενέργεια του φορτίου που συνιστά το ηλεκτρικό ρεύμα ελαττώνεται καθώς περνά μέσα από την συσκευή, αφού κινείται από υψηλότερο προς χαμηλότερο δυναμικό δεδομένου ότι $U = V \cdot q$, όπου U η δυναμική ενέργεια, V το δυναμικό σ' ένα σημείο και q το μετακινούμενο φορτίο. Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας, η μείωση της δυναμικής ενέργειας του φορτίου αποδίδεται στην ηλεκτρική συσκευή και μετατρέπεται σε άλλες μορφές



ενέργειας, κινητική (ο κινητήρας), χημική (το βολτάμετρο), θερμική (αντιστάτης) ανάλογα με την συσκευή. Η μείωση της δυναμικής ενέργειας του φορτίου ισούται με την ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται από την πηγή. Δηλαδή για χρόνο t και για μεταφορά φορτίου από ένα σημείο A σε ένα άλλο σημείο B για την απαιτούμενη ενέργεια θα ισχύει:

$$W = U_A - U_B \Rightarrow W = q \cdot V_A - q \cdot V_B = q \cdot (V_A - V_B) \Rightarrow W = q \cdot V$$

και επειδή $q = i \cdot t$ προκύπτει τελικά για οποιαδήποτε συσκευή ότι η ενέργεια $W = V \cdot i \cdot t$. Στην περίπτωση που η συσκευή είναι αντιστάτης (ωμική αντίσταση), αντικαθιστώντας την τάση ή την ένταση του ρεύματος, όπως δίνεται από τον νόμο του Ohm $\left(i = \frac{V}{R}\right)$, τότε ο προηγούμενος

τύπος για την ενέργεια μετασχηματίζεται ως εξής: $W = i^2 \cdot R \cdot t$ και $W = \frac{V^2}{R} \cdot t$

Στο διεθνές σύστημα μονάδων η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ενέργειας είναι το 1 **Joule**.

22. Πώς ορίζεται η ισχύς ηλεκτρικού ρεύματος; Τι εκφράζει; Γράψτε την αντίστοιχη σχέση ερμηνεύοντας τὰ σύμβολα. Πώς μετασχηματίζεται αυτή για την περίπτωση που η συσκευή στην οποία αποδίδεται η ενέργεια είναι αντιστάτης; Σε τι μετρείται;

Απάντηση:

Η **ισχύς P** ηλεκτρικού ρεύματος ορίζεται ως το πηλίκο της ηλεκτρικής ενέργειας **W** που προσφέρεται σε χρόνο **t**, προς τον χρόνο αυτό. Εκφράζει δηλαδή τον ρυθμό που προσφέρεται η ενέργεια και η σχέση που την δίνει είναι $p = \frac{W}{t}$. Στην περίπτωση που η συσκευή είναι αντιστάτης (ωμική αντίσταση), αντικαθιστώντας την τάση ή την ένταση του ρεύματος, όπως δίνεται από τον νόμο του Ohm ($i=V/R$), τότε ο προηγούμενος τύπος για την ισχύ μετασχηματίζεται ως εξής: $p = i^2 \cdot R$ ή $p = \frac{V^2}{R}$.

Στο διεθνές σύστημα μονάδων η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ισχύος είναι το 1 **Watt = 1Joule/1sec**. Το KW είναι πολλαπλάσια μονάδα και έχει 1000 W.

23. Τι είναι το βατώριο (Wh) και τι το κιλοβατώριο (KWh); Στην ΔΕΗ πληρώνουμε ενέργεια ή ισχύ;

Απάντηση:

Το **βατώριο (Wh)** είναι μονάδα μέτρησης ενέργειας. 1 Wh είναι η ενέργεια που καταναλώνει μία συσκευή, όταν λειτουργήσει επί 1 ώρα. Προκύπτει από την σχέση $p = \frac{W}{t}$ λυμένη ως προς $W = p \cdot t$ $p=1$ Watt και $t=1$ ώρα. Το **κιλοβατώριο (KWh)** είναι πολλαπλάσια μονάδα του

βατώριου. 1 κιλοβατώριο έχει 1000 βατώρια, αφού $1\text{KWh} = 1\text{KW}\cdot 1\text{h}$ και το $1\text{KW}=1000\text{ W}$. Στην Δ.Ε.Η. πληρώνουμε ενέργεια, διότι ενδιαφέρει αυτό που καταναλώνουμε και όχι το πόσο γρήγορα το καταναλώνουμε.

24. Ποιο φαινόμενο διέπει ο νόμος του Joule; Διατυπώστε τον νόμο αυτό, γράψτε την μαθηματική έκφραση ερμηνεύοντας τά σύμβολα και δώστε τις μονάδες μέτρησης των εμπλεκόμενων μεγεθών.

Απάντηση:

Ο νόμος Joule διέπει το φαινόμενο της θέρμανσης των αγωγών όταν αυτοί διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα. Σύμφωνα με αυτόν το ποσό θερμότητας Q που εκλύεται σ' ένα μεταλλικό αγωγό σταθερής θερμοκρασίας είναι ανάλογο του τετραγώνου της έντασης i του ρεύματος που τον διαρρέει, ανάλογο της αντίστασής του R και ανάλογο του χρόνου t διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Η μαθηματική του έκφραση είναι η ακόλουθη: $Q = i^2 \cdot R \cdot t$. Το Q μετρείται σε Joule, το i σε Ampere, το R σε Ω και το t σε δευτερόλεπτα.

25. Τι είναι το ηλεκτρικό ισοδύναμο της θερμότητας;

Απάντηση:

Το ηλεκτρικό ισοδύναμο της θερμότητας είναι ο συντελεστής α , που ισούται με **0,24 cal/joule** και αν τεθεί στην μαθηματική έκφραση του νόμου Joule τότε αυτή γίνεται $Q = \alpha \cdot i^2 \cdot R \cdot t$, και η παραγόμενη θερμότητα μετρείται σε cal.

26. Αναφέρετε 4 εφαρμογές του φαινομένου Joule.

Απάντηση:

- α. Ηλεκτρικός λαμπτήρας πυρακτώσεως
- β. Ηλεκτρικές συσκευές παραγωγής θερμότητας, όπως ηλεκτρική κουζίνα
- γ. Ασφάλειες κυκλωμάτων
- δ. Βραχυκύκλωμα

27. Πως συνδέονται οι λαμπτήρες μίας οικιακής εγκατάστασης και γιατί; Τι είναι οι ενδείξεις κανονικής λειτουργίας αυτών; Τι πληροφορίες μπορούμε να πάρουμε απ' αυτές;

Απάντηση:

Όλοι οι λαμπτήρες μίας οικιακής εγκατάστασης συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα, για να λειτουργούν υπό την ίδια τάση (π.χ. δικτύου 220 Volt) και ανεξάρτητα μεταξύ τους. Έτσι όταν «καίγεται» ο ένας, το κύκλωμα δεν διακόπτεται. Οι ενδείξεις κανονικής λειτουργίας των λαμπτήρων, αλλά και άλλων ηλεκτρικών συσκευών, είναι οι τιμές τάσης και ισχύος οι οποίες αναγράφονται επ' αυτών από τον κατασκευαστή τους. Π.χ. 220V, 100W. Η ένδειξη 220V σημαίνει ότι για να λειτουργήσει κανονικά ο λαμπτήρας πρέπει στα άκρα του να εφαρμόζεται τάση $V_{\kappa}=220\text{ V}$, πού λέγεται κανονική τάση λειτουργίας. Η ένδειξη 100W σημαίνει ότι, όταν ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά τότε καταναλώνει ισχύ $P_{\kappa} = 100\text{W}$, πού λέγεται κανονική ισχύς λειτουργίας. Από τις ενδείξεις κανονικής λειτουργίας μπορούμε να υπολογίσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, πού διαρρέει τον λαμπτήρα όταν αυτός λειτουργεί κανονικά $\left(i = \frac{P_{\kappa}}{V_{\kappa}}\right)$ και την αντίσταση του λαμπτήρα $\left(R = \frac{V_{\kappa}^2}{P_{\kappa}}\right)$. Αν στα άκρα του λαμπτήρα εφαρμοστεί τάση μικρότερη από V_{κ} , τότε ο λαμπτήρας υπολειτουργεί χωρίς να κινδυνεύει, ενώ αν εφαρμοστεί μεγαλύτερη, τότε κινδυνεύει να καεί.

28. Πώς συνδέονται οι ασφάλειες στα κυκλώματα και τι λαμβάνουμε υπ' όψιν για την επιλογή τους;

Απάντηση:

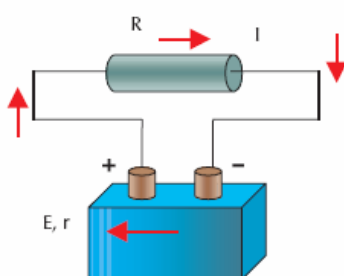
Οι ασφάλειες συνδέονται σέ σειρά, ώστε αν για κάποιο λόγο η τιμή της έντασης τού ρεύματος ξεπεράσει κάποια συγκεκριμένη τιμή, τότε η ασφάλεια καίγεται και τό κύκλωμα διακόπτεται προληπτικά. Για τήν επιλογή τους λαμβάνουμε υπ' όψιν τήν ένταση τού ρεύματος κανονικής λειτουργίας των συσκευών πού τροφοδοτούμε, όπως αυτό υπολογίζεται από τίς ενδείξεις κανονικής λειτουργίας τού κατασκευαστή.

29. Τι ονομάζουμε βραχυκύκλωμα και τι συνέπειες μπορεί να έχει αυτό;

Απάντηση:

Βραχυκύκλωμα ονομάζεται η σύνδεση δύο σημείων ενός κυκλώματος με αγωγό αμελητέας αντίστασης. Συνέπεια αυτού είναι η αύξηση σημαντικά της έντασης του ρεύματος, η οποία μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε πυρκαγιά, λόγω των θερμικών αποτελεσμάτων.

30. Τι ονομάζουμε ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) μιάς πηγής; Τι εκφράζει και σε τι μετρείται;



Απάντηση:

Όταν θετικό φορτίο q φτάνει στον αρνητικό πόλο μίας πηγής, όπου έχει την ελάχιστη δυναμική ενέργεια, αναγκάζεται από την πηγή να μετακινηθεί μέσω αυτής προς το θετικό πόλο, όπου έχει την μέγιστη δυναμική ενέργεια. Το πηλίκο της ενέργειας W που δίνει η πηγή στο φορτίο q , προκειμένου να κινηθεί από τον αρνητικό προς τον θετικό πόλο μέσα στην πηγή, προς το φορτίο αυτό ονομάζεται ηλεκτρεγερτική δύναμη E της πηγής. Δηλαδή $E = \frac{W}{q}$.

Εκφράζει την ενέργεια ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα και μετρείται σε Volt. Επειδή $W = p \cdot t$ και $q = i \cdot t$ προκύπτει για την Η.Ε.Δ. (Ηλεκτρεγερτική Δύναμη της πηγής) ότι $E = \frac{P}{i}$, όπου p η ισχύς της πηγής και i η ένταση του ρεύματος. Απ' αυτή προκύπτει και η εύχρηστη σχέση $p = E \cdot i$.

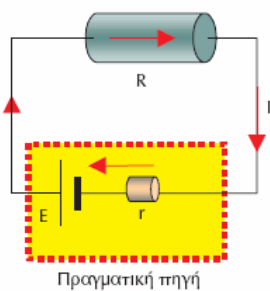
31. Τι είναι η εσωτερική αντίσταση μίας πηγής; Τι εκφράζει και σε τι μετρείται;

Απάντηση:

Εσωτερική αντίσταση μίας πηγής είναι το χαρακτηριστικό της μέγεθος εξ αιτίας του οποίου η πηγή θερμαίνεται και συμβολίζεται με r . Εκφράζει την δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διέρχεται μέσα από την πηγή. Μετρείται κι αυτή σε Ω , αφού πρόκειται για αντίσταση

32. Διατυπώστε τον νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα και αποδείξτε την αντίστοιχη σχέση χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης ενέργειας.

Απάντηση:



Σε κλειστό κύκλωμα που αποτελείται από ηλεκτρική πηγή και ωμικές αντιστάσεις, η ένταση του ρεύματος i που διαρρέει το κύκλωμα είναι ίση με το πηλίκο της ΗΕΔ της πηγής προς την ολική αντίσταση του κυκλώματος. Δηλαδή $i = \frac{E}{R_{ολ}}$ Η απόδειξη της σχέσης αυτής προκύπτει ως

εξής:

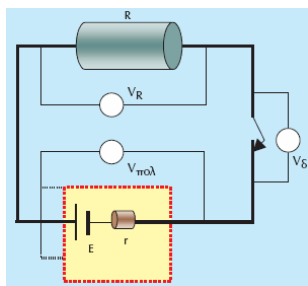
Σε χρονικό διάστημα t η πηγή δίνει ενέργεια $W = p \cdot t$ και επειδή $p = E \cdot i$ προκύπτει $W = E \cdot i \cdot t$. Αυτή μετατρέπεται σε θερμότητα στην εξωτερική αντίσταση R : $Q_R = i^2 \cdot R \cdot t$ και στην εσωτερική αντίσταση r : $Q_r = i^2 \cdot r \cdot t$. Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας θα έχουμε:

$$W = Q_R + Q_r \Rightarrow E \cdot i \cdot t = i^2 \cdot R \cdot t + i^2 \cdot r \cdot t \Rightarrow E = i \cdot (R + r) \Rightarrow E = i \cdot R_{ολ} \Rightarrow i = \frac{E}{R_{ολ}}$$

33. Τι είναι η πολική τάση μιάς πηγής; Αποδείξτε την αντίστοιχη σχέση χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης ενέργειας.

Απάντηση:

Πολική τάση είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των πόλων μιάς πηγής. Αναφερόμενοι στο κύκλωμα του σχήματος την πολική τάση $V_{\text{πολ}}$ μετρά το βολτόμετρο που είναι συνδεδεμένο στους πόλους της πηγής. Ο θετικός πόλος της πηγής και το αριστερό άκρο του αντιστάτη έχουν το ίδιο δυναμικό, αφού το καλώδιο δεν ρίχνει το δυναμικό ως μη έχον αντίσταση. Αλλά και ο αρνητικός πόλος είναι ισοδυναμικός με το δεξί άκρο του αντιστάτη για τον ίδιο λόγο. Συνεπώς η διαφορά δυναμικού μεταξύ των πόλων της πηγής αφ' ενός, και στα άκρα του αντιστάτη αφ' ετέρου, συμπίπτουν.



Δηλαδή η πολική τάση $V_{\text{πολ}}$ συμπίπτει με την τάση στα άκρα της R , V_R . Αλλά σύμφωνα με το νόμο του Ohm $V_R = i \cdot R$, ενώ από την αρχή διατήρησης της ενέργειας προκύπτει :

$$W = Q_R + Q_r \Rightarrow E \cdot i \cdot t = i^2 \cdot R \cdot t + i^2 \cdot r \cdot t \Rightarrow E = i \cdot R + i \cdot r \Rightarrow E = V_{\text{πολ}} + i \cdot r \Rightarrow V_{\text{πολ}} = E - i \cdot r.$$

Δηλαδή η πολική τάση ισούται με την ΗΕΔ E ελαττωμένη κατά τον παράγοντα $i \cdot r$ που λέγεται πτώση τάσης μέσα στην πηγή.

34. Σε ποιες περιπτώσεις η πολική τάση μιάς πηγής συμπίπτει με την ηλεκτρεγερτική της δύναμη;

Απάντηση:

Από τον τύπο της πολικής τάσης προκύπτει ότι α) αν το κύκλωμα είναι ανοικτό, το ρεύμα θα είναι μηδέν και συνεπώς $V_{\text{πολ}} = E - i \cdot r = E - 0 \cdot r = E$, δηλαδή η πολική τάση συμπίπτει με την ΗΕΔ. β) αν η πηγή είναι ιδανική, δηλαδή η εσωτερική αντίστασή της είναι μηδέν, τότε πάλι $V_{\text{πολ}} = E - i \cdot r = E - i \cdot 0 = E$ και η πολική τάση συμπίπτει με την ΗΕΔ της πηγής.

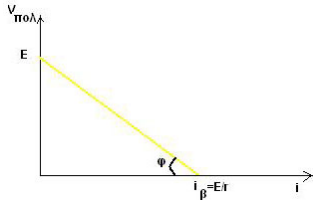
35. Τι είναι το ρεύμα βραχυκύκλωσης μιάς πηγής; Σχεδιάστε την χαρακτηριστική καμπύλη μιάς πηγής και εντοπίστε επάνω σ' αυτό την ΗΕΔ και το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Πώς απ' την καμπύλη προκύπτει η εσωτερική αντίσταση;

Απάντηση:

Ρεύμα βραχυκύκλωσης μιάς πηγής είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να διαρρέει την πηγή και προκύπτει όταν οι πόλοι της πηγής συνδεθούν με αμελητέα αντίσταση ($R=0$), όταν δηλαδή

βραχυκυκλωθούν. Από το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα προκύπτει τότε $i = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{0+r} = \frac{E}{r}$ ή $i_{\beta} = \frac{E}{r}$.

Η χαρακτηριστική καμπύλη μιάς πηγής φαίνεται στο σχήμα. Απεικονίζεται γραφικά δηλαδή η σχέση $V_{\text{πολ}} - i$ όπως προκύπτει από την σχέση $V_{\text{πολ}} = E - i \cdot r$.



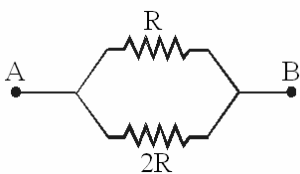
Όταν $i = 0$ (ανοικτό κύκλωμα) το $V_{\text{πολ}}$ συμπίπτει με την ΗΕΔ E , και όταν $R=0$ (βραχυκύκλωση πηγής) το i συμπίπτει με το ρεύμα βραχυκύκλωσης i_{β} .

Η εσωτερική αντίσταση προκύπτει απ' την εφαπτομένη της γωνίας ϕ , αφού $\epsilon\phi\phi = \frac{E}{i_{\beta}} = \frac{E}{\frac{E}{r}} = r \Rightarrow \epsilon\phi\phi$.

36. Στα άκρα A,B της συνδεσμολογίας του σχήματος εφαρμόζεται τάση V. Να εξετάσετε σε ποιον αντιστάτη η κατανάλωση ισχύος είναι μεγαλύτερη. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Απάντηση:

Αφού οι δύο αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι παράλληλα μεταξύ τους, θα έχουν στα άκρα τους A, B την ίδια τάση V. Η ισχύς που καταναλώνεται στους δύο αντιστάτες είναι αντίστοιχα :



$p_R = \frac{V^2}{R}$ και $p_{2R} = \frac{V^2}{2R}$. Διαιρώντας κατά μέλη τις δύο σχέσεις λαμβάνουμε :

$$\frac{p_R}{p_{2R}} = \frac{\frac{V^2}{R}}{\frac{V^2}{2R}} = 2 \Rightarrow p_R = 2p_{2R}.$$

Δηλαδή η ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη R είναι διπλάσια από αυτή που καταναλώνεται στον αντιστάτη 2R.

37. Δύο ίσες αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα. Αν η τιμή κάθε αντίστασης είναι R, η ισοδύναμη αντίσταση είναι 2R, 4R, R/2 ή R;

Απάντηση:

Ως γνωστόν η ισοδύναμη αντίσταση δύο αντιστάσεων που συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα, δίνεται από την σχέση:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R^2}{2R} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{R}{2}$$

Συνεπώς η ισοδύναμη αντίσταση είναι το μισό της αντίστασης R.

38. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες δύο ηλεκτρικών πηγών συνεχούς ρεύματος φαίνονται στη γραφική παράσταση του σχήματος. Οι εσωτερικές αντιστάσεις των δύο πηγών συνδέονται με τη σχέση:

$$\alpha. r_1 = r_2 \qquad \beta. r_1 = 2r_2 \qquad \gamma. r_1 = \frac{r_2}{2}$$

επιλέξτε τη σωστή σχέση αιτιολογώντας την επιλογή σας.

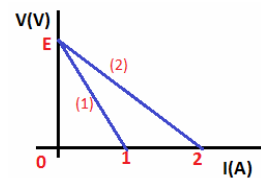
Απάντηση:

Όπως προκύπτει απ' το σχήμα το ρεύμα βραχυκύκλωσης της πηγής (1) είναι $I_{\beta_1} = \frac{E}{r_1} = 1$ (1),

ενώ το ρεύμα βραχυκύκλωσης της πηγής (2) είναι $I_{\beta_2} = \frac{E}{r_1} = 2$ (2). Διαιρώντας κατά μέλη τις

σχέσεις (1) και (2) λαμβάνουμε:

$$\frac{\frac{E}{r_1}}{\frac{E}{r_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow r_1 = 2r_2. \text{ Επομένως σωστή απάντηση είναι η } \beta.$$



3. Ατομικά φαινόμενα

1. Τι πίστευαν οι αρχαίοι Έλληνες (ο Λεύκιππος, ο Δημόκριτος κι ο Επίκουρος) για την σύσταση της ύλης; Γιατί περιέπεσαν σε αφάνεια μέχρι τον 19^ο αιώνα, και ποιός επανέφερε στο προσκήνιο τις θεωρίες τους;

Απάντηση

Οι αρχαίοι Έλληνες υποστήριζαν ότι η ύλη αποτελείται από σωματίδια, τά οποία δεν μπορούν να διαιρούνται απεριόριστα, και γι' αυτό άλλωστε τά ονόμασαν άτομα (= άτμητα). Τά άτομα διαφέρουν μεταξύ τους κατά το σχήμα και το μέγεθος, είναι δε άφθαρτα και αιώνια κινούμενα διαρκώς μέσα στο κενό και προκαλώντας τά φαινόμενα. Οι ενώσεις των ατόμων μεταξύ τους οδηγεί στον σχηματισμό των υλικών σωμάτων, ενώ ο διαχωρισμός τους οδηγεί στην καταστροφή των σωμάτων.

Οι θεωρίες αυτές περιέπεσαν σε αφάνεια, επειδή ο Πλάτων, ο Αριστοτέλης και οι μαθητές τους αντιτάχθηκαν σ' αυτές. Ο Dalton όμως, στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, τις επανέφερε στο προσκήνιο, προκειμένου να ερμηνεύσει τους νόμους της Χημείας, πού ανακάλυψε πειραματικά.

2. Τι αποτέλεσε σταθμό στην εξέλιξη των ιδεών για την σύσταση της ύλης; Περιγράψτε τά ατομικά πρότυπα του Thomson και τού Rutherford.

Απάντηση

Η ανακάλυψη του ηλεκτρονίου από τον Thomson κατά το τέλος του 19^{ου} αιώνα αποτέλεσε σταθμό στην εξέλιξη των ιδεών για την σύσταση και δομή της ύλης, αφού έδειξε ότι το άτομο δεν είναι άτμητο.

Το πρότυπο του Thomson θεωρεί το άτομο ως μια σφαίρα ομοιόμορφα κατανεμημένου θετικού φορτίου, εντός του οποίου είναι ενσωματωμένα τά ηλεκτρόνια.

Σύμφωνα με το πρότυπο του Rutherford, το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα του, στον οποίο είναι συγκεντρωμένη σχεδόν όλη η μάζα του, και είναι θετικά φορτισμένος, ενώ γύρω από αυτόν περιφέρονται τά ηλεκτρόνια σε κυκλικές τροχιές και εν είδει πλανητικού συστήματος, γι αυτό και το πρότυπο αυτό λέγεται πλανητικό.

3. Πώς ο Rutherford οδηγήθηκε στο δικό του ατομικό πρότυπο;

Απάντηση

Ο Rutherford βομβάρδισε φύλλα χρυσού με σωματία α (πυρήνες ηλίου) και παρατήρησε ότι η σκέδαση των σωματίων αυτών δεν συμφωνούσε με το πρότυπο του Thomson. Αρκετά σωματία α απέκλιναν σε διάφορες γωνίες, ενώ λίγα απέκλιναν κατά 180° . Αυτό όμως μπορεί να συμβεί μόνο αν το θετικό φορτίο είναι συγκεντρωμένο σε μικρό χώρο, ώστε να ασκεί στα σωματία α μεγάλες απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις. Αυτό οδήγησε τον Rutherford να προτείνει την ύπαρξη του πυρήνα στα άτομα.

4. Τι είναι το γραμμικό φάσμα εκπομπής ενός αερίου και σε τι συνίσταται η αξία του;

Απάντηση

Γραμμικό φάσμα εκπομπής ενός αερίου είναι η σειρά φωτεινών γραμμών που παρατηρούνται όταν αναλυθεί με την βοήθεια π.χ. ενός πρίσματος, το φως που εκπέμπει το αέριο όταν βρεθεί, υπό χαμηλή πίεση, εντός σωλήνα, στα άκρα του οποίου εφαρμόζεται ορισμένη τάση. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα διαφορετικό μήκος κύματος ή χρώμα, και είναι χαρακτηριστικό του στοιχείου που εκπέμπει το φως.

Η αξία του συνίσταται στο γεγονός, ότι από αυτό αναγνωρίζεται η ταυτότητα ενός αερίου, ή η συμμετοχή του σε μια ουσία.

5. Τι είναι το συνεχές φάσμα του λευκού φωτός και τι το γραμμικό φάσμα απορρόφησης ενός αερίου; Πώς σχετίζεται το τελευταίο με το γραμμικό φάσμα εκπομπής του ίδιου αερίου;

Απάντηση

Συνεχές φάσμα του λευκού φωτός είναι η συνεχής έγχρωμη ταινία, την οποία λαμβάνουμε επί πετάσματος, όταν αυτό αναλυθεί με την βοήθεια π.χ. πρίσματος που βρίσκεται έμπροσθεν του πετάσματος.

Γραμμικό φάσμα απορρόφησης ενός αερίου είναι η σειρά των σκοτεινών γραμμών, οι οποίες παρατηρούνται στο φάσμα εκπομπής του λευκού φωτός, όταν το αέριο παρεμβληθεί μεταξύ της πηγής του φωτός και πρίσματος ανάλυσης αυτού.

Οι σκοτεινές γραμμές του φάσματος απορρόφησης του αερίου βρίσκονται ακριβώς στις ίδιες θέσεις (συχνότητες), που βρίσκονται οι φωτεινές γραμμές του φάσματος εκπομπής του ίδιου αερίου. Δηλαδή κάθε αέριο απορροφά μόνο εκείνες τις ακτινοβολίες, που μπορεί να εκπέμψει.

6. Γιατί το πρότυπο του Rutherford αδυνατεί να ερμηνεύσει τα γραμμικά φάσματα των αερίων;

Απάντηση

Τά περιφερόμενα ηλεκτρόνια του προτύπου Rutherford θα έπρεπε να εκπέμπουν συνεχώς ακτινοβολία ως συνεχώς επιταχυνόμενα (αλλαγή κατεύθυνσης), η ενέργειά τους θα έπρεπε να μειώνεται και αυτή συνεχώς, μειωμένης και της συχνότητας περιστροφής, αλλά και της ακτίνας της τροχιάς, η οποία θα έπρεπε να είναι σπειροειδής, μέχρι την τελική πτώση του ηλεκτρονίου στον πυρήνα. Η συχνότητα της ακτινοβολίας, πού ισούται με την συχνότητα περιστροφής θα έπρεπε και αυτή να μειώνεται συνεχώς και επομένως το φάσμα εκπομπής του ατόμου θα έπρεπε να είναι συνεχές και όχι γραμμικό, όπως παρατηρείται στην πράξη.

7. Γιατί ο Bohr οδηγήθηκε σε νέο ατομικό πρότυπο; Ποιες είναι οι παραδοχές στις οποίες στηρίζεται το πρότυπό του;

Απάντηση

Ο Bohr με το πρότυπό του προσπάθησε να ερμηνεύσει τά γραμμικά φάσματα των αερίων και να απαντήσει στα ερωτήματα, γιατί το υδρογόνο εκπέμπει ορισμένα μόνο μήκη κύματος ακτινοβολίας και γιατί απορροφά εκείνα μόνο πού εκπέμπει.

Οι παραδοχές στις οποίες στηρίχθηκε ήσαν οι εξής:

- I. Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου περιφέρεται γύρω από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα, υπό την επίδραση της δύναμης Coulomb πού δέχεται από αυτόν.
- II. Το ηλεκτρόνιο μπορεί να κινείται μόνο στις επιτρεπόμενες τροχιές, για τις οποίες ισχύει ότι η στροφορμή του είναι κβαντωμένη και ίση με ακέραιο πολλαπλάσιο της ποσότητας $h/2\pi$, όπου h η σταθερά του Planck. Δηλαδή $L = m \cdot v \cdot r = n \cdot \frac{h}{2\pi}, n = 1, 2, 3, \dots, \infty$. Όπου m είναι η μάζα του ηλεκτρονίου, v η ταχύτητα και r η ακτίνα της τροχιάς του.
- III. Κινούμενο το ηλεκτρόνιο στις επιτρεπόμενες τροχιές δεν εκπέμπει ακτινοβολία παρά το αντίθετο πού επιτάσσει η ηλεκτρομαγνητική θεωρία.
- IV. Κατά την μεταπήδηση ενός ηλεκτρονίου από μια επιτρεπόμενη τροχιά σε άλλη μικρότερης ενέργειας, εκπέμπεται ένα φωτόνιο με ενέργεια ίση με την διαφορά των ενεργειών του ηλεκτρονίου, πού έχει στην αρχική και την τελική τροχιά. Δηλαδή $E_a - E_r = h \cdot f$, όπου f η συχνότητα του φωτονίου.

8. Αναφέρετε δύο ομοιότητες και δύο διαφορές μεταξύ των ατομικών προτύπων Rutherford και Bohr.

Απάντηση

Ομοιότητες :

- A) Και στα δύο πρότυπα η μάζα και το θετικό φορτίο είναι συγκεντρωμένα στον πυρήνα.
B) Τά ηλεκτρόνια περιστρέφονται σε τροχιές γύρω από τον πυρήνα.

Διαφορές :

- A) Στο πρότυπο του Rutherford δεν υπάρχουν απαγορευμένες τροχιές για τά ηλεκτρόνια, σε αντίθεση με το πρότυπο του Bohr στο οποίο τά ηλεκτρόνια περιφέρονται σε καθορισμένες επιτρεπτές τροχιές.
B) Στο πρότυπο του Bohr συμβαίνει εκπομπή φωτονίου κατά την μετάβαση ηλεκτρονίου από μια τροχιά σε άλλη μικρότερης ενέργειας, ενώ στο πρότυπο του Rutherford δεν υφίσταται κάτι τέτοιο.

9. Υπολογίστε την ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου σε συνάρτηση με την ακτίνα της τροχιάς του. Πού οφείλεται η ενέργεια αυτή και ποια είναι η φυσική σημασία του αρνητικού προσήμου;

Απάντηση

Η δύναμη πού ασκείται στο περιφερόμενο γύρω από ένα πρωτόνιο ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου, είναι η δύναμη Coulomb πού το συγκρατεί στην κυκλική του τροχιά ως κεντρομόλος.

$$\text{Επομένως ισχύει } F_c = F_\kappa \Rightarrow k \cdot \frac{e^2}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{e^2 \cdot k}{m \cdot r}.$$

Επομένως η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου θα είναι

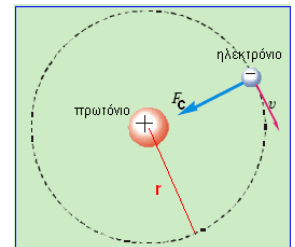
$$K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{e^2 \cdot k}{m \cdot r} \Rightarrow K = k \cdot \frac{e^2}{2r}, \text{ ενώ η δυναμική ενέργεια είναι ως}$$

$$\text{γνωστόν } U = -k \cdot \frac{e^2}{r}.$$

Συνεπώς η ολική ενέργεια θα είναι :

$$E = K + U = k \cdot \frac{e^2}{2r} + \left(-k \cdot \frac{e^2}{r} \right) \Rightarrow E = -k \cdot \frac{e^2}{2r}.$$

Η ενέργεια αυτή στην πραγματικότητα αναφέρεται στο σύστημα ηλεκτρονίου – πυρήνα (πρωτονίου) και οφείλεται στις αλληλεπιδράσεις αυτών. Το αρνητικό πρόσημο σημαίνει ότι απαιτείται προσφορά ενέργειας για την απομάκρυνση του ηλεκτρονίου σε άπειρη απόσταση από τον πυρήνα του ατόμου.



10. Τι είναι η ακτίνα του Bohr και τι ο κύριος κβαντικός αριθμός; Πώς συνδέεται αυτός με τις τροχιές και με την ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου σε κάθε μία από αυτές;

Απάντηση

Ακτίνα του Bohr ονομάζεται η μικρότερη ακτίνα επιτρεπόμενης τροχιάς και ισούται με $r_1 = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$.

Ο κύριος κβαντικός αριθμός n είναι ακέραιος θετικός αριθμός με τιμές από ένα έως άπειρο και προσδιορίζει τις επιτρεπόμενες τροχιές αλλά και την ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου σε κάθε μία από αυτές, σύμφωνα με τις σχέσεις :

$$\text{επιτρεπόμενες τροχιές (ακτίνες)} \quad r_n = n^2 \cdot r_1, n = 1, 2, 3, \dots, \infty$$

$$\text{επιτρεπόμενες τιμές ενέργειας} \quad E_n = \frac{E_1}{n^2}, n = 1, 2, 3, \dots, \infty$$

r_1 και E_1 είναι η ακτίνα Bohr και η αντίστοιχη ολική ενέργεια.

11. Ποια είναι η μέγιστη τιμή της ολικής ενέργειας του ηλεκτρονίου; Σε ποια τιμή του κβαντικού αριθμού αντιστοιχεί, σε ποια επιτρεπόμενη τροχιά και ποια κατάσταση περιγράφει;

Απάντηση

Η μέγιστη τιμή της ολικής ενέργειας είναι $E = 0$ και αντιστοιχεί στην τιμή άπειρο του κύριου κβαντικού αριθμού ($n = \infty$) και συνεπώς σε τροχιά άπειρης ακτίνας ($r = \infty$). Ενέργεια $E=0$ περιγράφει κατάσταση κατά την οποία το ηλεκτρόνιο έχει απομακρυνθεί από το άτομο, έχει γίνει δηλαδή ιονισμός του ατόμου.

12. Ορίστε τις έννοιες : ενεργειακές στάθμες – ενεργειακές καταστάσεις – θεμελιώδης κατάσταση – διεγερμένες καταστάσεις ενός ατόμου.

Απάντηση

Ενεργειακές στάθμες ονομάζονται οι επιτρεπόμενες τιμές της ενέργειας των ατόμων.

Ενεργειακές καταστάσεις ονομάζονται οι καταστάσεις των ατόμων στις αντίστοιχες ενεργειακές στάθμες αυτών.

Θεμελιώδης κατάσταση του ατόμου είναι αυτή που αντιστοιχεί στην μικρότερη ενέργεια E_1 .

Διεγερμένες καταστάσεις του ατόμου είναι όλες οι ενεργειακές καταστάσεις αυτού E_2, E_3, E_4, \dots , πλην της θεμελιώδους E_1 .

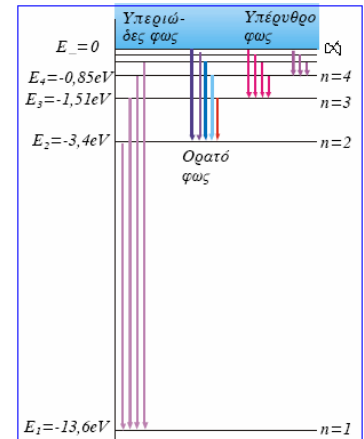
13. Τι είναι το διάγραμμα ενεργειακών σταθμών; Σχεδιάστε το για την περίπτωση του ατόμου του υδρογόνου.

Απάντηση

Το διάγραμμα ενεργειακών σταθμών είναι ένα σχήμα που περιλαμβάνει ένα κατακόρυφο άξονα βαθμολογημένο σε τιμές ενέργειας, και οριζόντια ευθύγραμμα τμήματα στις θέσεις που αντιστοιχούν στις επιτρεπόμενες τιμές ενέργειας ενός ατόμου.

Μέ κατακόρυφα βέλη δείχνουμε την μετάβαση ενός ηλεκτρονίου από μια αρχική στάθμη σε μια τελική, ενώ η απόσταση των ενεργειακών σταθμών αντιστοιχεί στην διαφορά των αντίστοιχων ολικών ενεργειών του ηλεκτρονίου.

Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται το διάγραμμα ενεργειακών σταθμών για το άτομο του υδρογόνου.



14. Τι είναι το ηλεκτρονιοβόλτ (eV);

Απάντηση

Το ηλεκτρονιοβόλτ είναι η ενέργεια που αποκτά φορτίο ενός ηλεκτρονίου, όταν επιταχύνεται από διαφορά δυναμικού 1 Volt. Αποτελεί πρακτική μονάδα ενέργειας και ισχύει η ισοδυναμία $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{ J}$.

15. Τι είναι η διέγερση ενός ατόμου και τι ονομάζουμε ενέργεια διέγερσης; Τι είναι η αποδιέγερση και πώς γίνεται;

Απάντηση

Διέγερση ενός ατόμου είναι η μετάβαση ενός ηλεκτρονίου του από τροχιά χαμηλότερης ενέργειας σε τροχιά υψηλότερης.

Ενέργεια διέγερσης είναι η ενέργεια που πρέπει να προσφερθεί σε ένα ηλεκτρόνιο, για να μεταπηδήσει από τροχιά χαμηλότερης ενέργειας σε τροχιά υψηλότερης (για να διεγερθεί δηλαδή).

Αποδιέγερση είναι η επιστροφή ενός ηλεκτρονίου από την διεγερμένη κατάσταση στην θεμελιώδη. Αυτό γίνεται είτε απευθείας στην θεμελιώδη κατάσταση με ένα άλμα, οπότε εκπέμπεται ένα φωτόνιο, είτε με περισσότερα άλματα, οπότε εκπέμπονται ισάριθμα φωτόνια.

16. Τι είναι ο ιονισμός ενός ατόμου και τι ονομάζουμε ενέργεια ιονισμού; Τι σχέση έχει η τελευταία με την ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης;

Απάντηση

Ιονισμός ενός ατόμου είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια εγκαταλείπουν το άτομο και απομακρύνονται σε θέση εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα. Τότε το άτομο μετατρέπεται σε θετικό ιόν, αφού πλεονάζουν τα πρωτόνια του πυρήνα του έναντι των ηλεκτρονίων.

Ενέργεια ιονισμού ονομάζεται η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από την θεμελιώδη κατάσταση σε θέση εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα (για να ιονισθεί δηλαδή το άτομο). Θα ισχύει δε ότι : Ενέργεια ιονισμού = $E_{\text{ιον}} = E_{\infty} - E_1 = 0 - E_1 \Rightarrow E_{\text{ιον}} = - E_1$. Δηλαδή η ενέργεια ιονισμού ισούται απολύτως προς την ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης.

17. Δείξτε πώς το πρότυπο του Bohr περιγράφει τα γραμμικά φάσματα του υδρογόνου αλλά και των υδρογονοειδών ιόντων. Ποια είναι η αδυναμία του προτύπου αυτού;

Απάντηση

Όταν το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου, στο πρότυπο του Bohr, μεταβεί κατά την αποδιέγερσή του, από μια αρχική τροχιά ενέργειας E_{α} σε μια τελική μικρότερης ενέργειας E_{τ} , τότε εκπέμπεται φωτόνιο συχνότητας $f = (E_{\alpha} - E_{\tau})/h$. Επομένως με την βοήθεια της θεμελιώδους εξίσωσης της κυματικής $c = \lambda f$, υπολογίζουμε το μήκος κύματος του φωτονίου λ . Επειδή οι θεωρητικές αυτές τιμές συμπίπτουν με τις πειραματικές, το πρότυπο του Bohr περιγράφει ικανοποιητικά τα γραμμικά φάσματα του υδρογόνου, αλλά και των υδρογονοειδών ιόντων, των ιόντων δηλαδή που έχουν ένα ηλεκτρόνιο, όπως το He^+ , το Li^{2+} κλπ.

Το πρότυπο του Bohr αδυνατεί να ερμηνεύσει τα γραμμικά φάσματα των ατόμων που έχουν δύο ή περισσότερα ηλεκτρόνια.

18. Τι περιγράφει η κβαντομηχανική θεωρία;

Απάντηση

Η κβαντομηχανική περιγράφει επιτυχώς τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης φωτός και σωματιδίων του μικρόκοσμου.

19. Πώς ο Roentgen ανακάλυψε τις ομώνυμες ακτίνες και πώς τις ονόμασε;

Απάντηση

Καθώς ο Roentgen, στο τέλος του 19^{ου} αιώνα, μελετούσε ηλεκτρόνια που επιταχύνονταν μέσα σε σωλήνα χαμηλής πίεσης, διαπίστωσε ότι, όταν πλησίαζε κοντά στον σωλήνα φθορίζουσα ουσία, αυτή ακτινοβολούσε φώς, ενώ όταν πλησίαζε φωτογραφικό φιλμ, αυτό μαύριζε. Απέδωσε τὰ φαινόμενα αυτά στην ύπαρξη μιάς καινούριας ακτινοβολίας που ονόμασε ακτίνες Χ, λόγω του αγνώστου αυτών. Με το όνομα αυτό είναι γνωστές και σήμερα.

20. Ποια είναι η φύση των ακτίνων Χ;

Απάντηση

Οι ακτίνες Χ είναι αόρατη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μήκους κύματος πολύ μικρότερου από αυτά των ορατών ακτινοβολιών και συγκρίσιμου με τις διαστάσεις των ατόμων.

21. Τι γνωρίζετε για το φάσμα των ακτίνων Χ;

Απάντηση

Το φάσμα των ακτίνων Χ αποτελείται από ένα συνεχές φάσμα επάνω στο οποίο υπάρχουν μερικές γραμμές γραμμικού φάσματος.

Το γραμμικό φάσμα οφείλεται σε διεγέρσεις και αποδιεγέρσεις με ταυτόχρονη εκπομπή φωτονίων, των ατόμων του υλικού της ανόδου, λόγω της κρούσης αυτών με τὰ ταχέως κινούμενα ηλεκτρόνια. Επειδή οι μεταβάσεις των ηλεκτρονίων κατά τις διεγέρσεις και αποδιεγέρσεις επιτρέπονται σε ορισμένες τροχιές, τὰ εκπεμπόμενα φωτόνια έχουν διακριτές τιμές συχνότητας, και το φάσμα είναι γραμμικό.

Το συνεχές φάσμα οφείλεται στην επιβράδυνση (μέχρι μηδενισμού της ταχύτητας) των ηλεκτρονίων κατά την πρόσκρουση επί της ανόδου. Η απώλεια ενέργειας μπορεί να συνοδεύεται από εκπομπή φωτονίου ενέργειας ίσης με αυτήν που έχασε το ηλεκτρόνιο και επειδή αυτή μπορεί να έχει οποιαδήποτε τιμή, η συχνότητα του φωτονίου θα έχει και αυτή οποιαδήποτε τιμή. Έτσι το φάσμα θα είναι συνεχές.

22. Υπολογίστε το μικρότερο μήκος κύματος που μπορεί να έχει ένα φωτόνιο κατά την εκπομπή του από επιβραδυνόμενο ηλεκτρόνιο λόγω της κρούσης του με την άνοδο, εντός της συσκευής παραγωγής ακτίνων Χ. Από τι εξαρτάται αυτό;

Απάντηση

Το ζητούμενο ελάχιστο μήκος κύματος θα προκύπτει, όταν ένα ηλεκτρόνιο ακινητοποιείται μετά την πρώτη κρούση. Η διαφορά ενέργειας πριν και μετά την πρόσκρουση θα είναι τότε μέγιστη, και το εκπεμπόμενο φωτόνιο θα έχει την μέγιστη ενέργεια, συνεπώς μέγιστη

συχνότητα και ελάχιστο μήκος κύματος. Θα ισχύει δηλαδή $h \cdot f_{\max} = K_{\alpha} - K_r = K_{\alpha} - 0 \Rightarrow h \cdot f_{\max} = K_{\alpha}$.

Επειδή η κινητική ενέργεια πρό της κρούσης K_{α} είναι αυτή που αποκτά το ηλεκτρόνιο επιταχυνόμενο από την ανοδική τάση V της συσκευής, δηλαδή $K_{\alpha} = e \cdot V$, θα ισχύει

$h \cdot f_{\max} = e \cdot V$ και λόγω της θεμελιώδους εξίσωσης της κυματικής $c = \lambda_{\min} \cdot f_{\max} \Rightarrow f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{\min}}$ θα

έχουμε:

$$h \cdot f_{\max} = e \cdot V \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda_{\min}} = e \cdot V \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{e \cdot V}.$$

Όπως προκύπτει από την τελευταία σχέση, το ελάχιστο μήκος κύματος εξαρτάται μόνο από την ανοδική τάση V , αφού τά υπόλοιπα μεγέθη είναι οι σταθερές του Planck h , η ταχύτητα του φωτός c και το φορτίο του ηλεκτρονίου e .

23. Τι γνωρίζετε για την απορρόφηση των ακτίνων X, από ποιους παράγοντες εξαρτάται αυτή και πώς; Ποιες ακτίνες λέγονται σκληρές και ποιες μαλακές;

Απάντηση

Οι ακτίνες X, διαπερνώντας τά διάφορα υλικά υφίστανται μερική απορρόφηση από αυτά. Η απορρόφηση αυτή εξαρτάται από την φύση και το πάχος του υλικού, και από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Έτσι όσο μεγαλύτερος είναι ο ατομικός αριθμός του υλικού, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απορρόφηση. Ομοίως όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του υλικού, τόσο αυξάνει και η απορρόφηση. Τέλος για συγκεκριμένο υλικό και συγκεκριμένο πάχος αυτού, η απορρόφηση αυξάνει με την αύξηση του μήκους κύματος των ακτίνων X.

Σκληρές ακτίνες λέγονται αυτές που έχουν μικρό μήκος κύματος (μεγάλη συχνότητα) και μεγάλη διεισδυτικότητα, ενώ μαλακές λέγονται αυτές που έχουν μεγάλο μήκος κύματος (μικρή συχνότητα) και μικρή διεισδυτικότητα.

24. Ερευνητής χειρίζεται συσκευή παραγωγής ακτίνων X και επιθυμεί να αυξήσει τη διεισδυτικότητά τους. Πώς θα πρέπει να μεταβάλλει την τάση μεταξύ ανόδου – καθόδου της συσκευής; Να την αυξήσει ή να την ελαττώσει;

Απάντηση

Σύμφωνα με τη θεωρία, η διεισδυτικότητα των ακτίνων X γίνεται τόσο μεγαλύτερη, όσο μικραίνει το μήκος κύματος.

Από την σχέση $\lambda_{\min} = hc/eV$, επειδή το μήκος κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογο της τάσης V , προκύπτει ότι αυτό μικραίνει, όταν αυξάνει η τάση. Συνεπώς ο ερευνητής, για να αυξήσει τη

διεισδυτικότητα των ακτίνων, θα πρέπει να αυξήσει την τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου της συσκευής.

25. Σε συσκευή παραγωγής ακτίνων Χ, η ισχύς της ηλεκτρονικής δέσμης είναι P και το ελάχιστο μήκος κύματος των εκπεμπομένων φωτονίων του συνεχούς φάσματος είναι λ_{\min} . Αν υποδιπλασιάσουμε την ισχύ της ηλεκτρονικής δέσμης διατηρώντας σταθερή την ένταση του ρεύματος, τότε, πόσο γίνεται το νέο ελάχιστο μήκος κύματος λ'_{\min} ;

Απάντηση

Επειδή η ισχύς της ηλεκτρονικής δέσμης ισούται με $P = V I$, υποδιπλασιασμός αυτής θα προκαλέσει υποδιπλασιασμό της τάσης V, αφού η ένταση I διατηρείται σταθερή.

Από την σχέση $\lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{e \cdot V}$, επειδή το μήκος κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογο της τάσης V, υποδιπλασιασμός αυτής θα προκαλέσει διπλασιασμό του μήκους κύματος. Δηλαδή $\lambda'_{\min} = 2 \lambda_{\min}$.

26. Δύο άτομα υδρογόνου α και β βρίσκονται σε διαφορετικές διεγερμένες καταστάσεις με στροφορμές L_α και L_β . Δίνεται ότι $L_\alpha > L_\beta$. Α. Για τις ενέργειες των δύο ατόμων ισχύει α. $E_\alpha = E_\beta$. β. $E_\alpha > E_\beta$. γ. $E_\alpha < E_\beta$. Β. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση

Ισχύει ότι $L_\alpha > L_\beta \Rightarrow n_\alpha \cdot \frac{h}{2\pi} > n_\beta \cdot \frac{h}{2\pi} \Rightarrow n_\alpha > n_\beta$ και σχηματίζοντας το λόγο των ενεργειών των δύο ατόμων έχουμε:

$$\frac{E_\alpha}{E_\beta} = \frac{\frac{E_1}{n_\alpha^2}}{\frac{E_1}{n_\beta^2}} = \frac{n_\beta^2}{n_\alpha^2} < 1 \Rightarrow |E_\alpha| < |E_\beta|.$$

Επειδή όμως οι ενέργειες είναι αρνητικές θα ισχύει τελικά ότι $E_\alpha > E_\beta$. Επομένως σωστή απάντηση είναι η β.

27. Σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων Χ ελαττώνουμε την τάση V που εφαρμόζεται μεταξύ της ανόδου και της καθόδου. Α. Τότε το ελάχιστο μήκος κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας α. αυξάνεται. β. ελαττώνεται. γ. παραμένει σταθερό. Β. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση

Ως γνωστόν το ελάχιστο μήκος κύματος δίνεται από την σχέση $\lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{e \cdot V}$. Εξ αυτής προκύπτει ότι όταν η τάση V ελαττώνεται, το ελάχιστο μήκος κύματος λ_{\min} αυξάνεται και επομένως σωστή απάντηση είναι η α.

28. Δύο δέσμες ακτίνων X παράγονται από συσκευές στις οποίες η τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου είναι V_1 για την πρώτη δέσμη και V_2 για τη δεύτερη. Οι δέσμες προσπίπτουν σε μια πλάκα. Η πρώτη δέσμη απορροφάται πλήρως από την πλάκα, ενώ η δεύτερη την διαπερνά. Ποια από τις παρακάτω συνθήκες ισχύει; α) $V_1 > V_2$, β) $V_1 < V_2$, γ) $V_1 = V_2$. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Απάντηση

Επειδή η δεύτερη δέσμη διαπερνά την πλάκα θα πρέπει να είναι σκληρότερη ακτινοβολία, να έχει δηλαδή μεγαλύτερη συχνότητα ή μικρότερο μήκος κύματος. Δηλαδή πρέπει $\lambda_2 < \lambda_1$ ή ισοδυνάμως :

$$\lambda_{\min 1} > \lambda_{\min 2} \Rightarrow \frac{h \cdot c}{e \cdot V_1} > \frac{h \cdot c}{e \cdot V_2} \Rightarrow \frac{1}{V_1} > \frac{1}{V_2} \Rightarrow V_1 < V_2.$$

Άρα σωστή απάντηση είναι η β.

29. Σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων X το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται είναι λ_{\min} . Ένα ηλεκτρόνιο, κατά την πρόσκρουσή του στην άνοδο, χάνει το 25% της κινητικής του ενέργειας, η οποία μετατρέπεται σε ενέργεια φωτονίου μήκους κύματος λ . Ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστή; α) $\lambda = \lambda_{\min} / 4$. β) $\lambda = 4\lambda_{\min}$. γ) $\lambda = \lambda_{\min}$. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Απάντηση

Η ενέργεια του φωτονίου θα είναι :

$$E_{\varphi} = \frac{25}{100} K_{\text{αρχ}} = 0,25 K_{\text{αρχ}} \Rightarrow h \cdot f = 0,25 K_{\text{αρχ}} \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = 0,25 \cdot 1eV \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{0,25 \cdot eV} = \frac{\lambda_{\min}}{0,25} \Rightarrow \lambda = 4\lambda_{\min}.$$

Επομένως σωστό είναι το β.

30. Αν αυξήσουμε κατά 25% την τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου κατά την παραγωγή ακτίνων X, τότε το ελάχιστο μήκος κύματος:

i αυξάνεται κατά 25% ii μειώνεται κατά 25% iii μειώνεται κατά 20%

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να την δικαιολογήσετε.

Απάντηση

Το ελάχιστο μήκος κύματος δίνεται από τη σχέση $\lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{e \cdot V}$. Η νέα τάση είναι

$V' = V + \frac{25}{100}V \Rightarrow V' = \frac{5V}{4}$ και αντικαθιστώντας τη στον παραπάνω τύπο το νέο μήκος κύματος

γίνεται $\lambda'_{\min} = \frac{h \cdot c}{e \cdot V'} = \frac{h \cdot c}{e \cdot \frac{5V}{4}} = \frac{4}{5} \cdot \frac{h \cdot c}{e \cdot V} = \frac{4}{5} \lambda_{\min}$

Το ποσοστό μεταβολής θα είναι:

$$\frac{\Delta \lambda_{\min}}{\lambda_{\min}} 100\% = \frac{\lambda'_{\min} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\min}} 100\% = \frac{\frac{4}{5} \lambda_{\min} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\min}} 100\% = \left(\frac{4}{5} - 1 \right) 100\% = -20\%$$

Επομένως σωστή απάντηση είναι η iii.