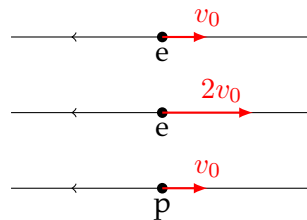


# 1 Κινήσεις σε Ηλεκτρικό Πεδίο

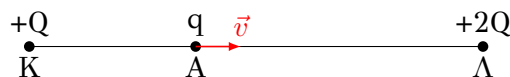
## 1.1 Ερωτήσεις

1. Δύο ηλεκτρόνια (e) και ένα πρωτόνιο (p) βάλλονται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο όπως φαίνεται στο σχήμα.



- (α) Να σχεδιαστούν οι δυνάμεις που δέχονται από το πεδίο και να συγκριθούν τα μέτρα τους.
- (β) Να συγκριθούν οι χρόνοι που χρειάζονται τα τρία σωματίδια να μετατοπιστούν ίδια απόσταση d.

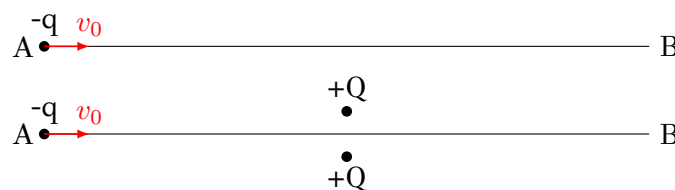
2. Στα άκρα K και Λ ενός ευθυγράμμου τμήματος βρίσκονται ακλόνητα δύο σημειακά φορτία +Q και +2Q αντίστοιχα. Ένα φορτισμένο σωματίδιο κινείται κατά μήκος του ευθυγράμμου τμήματος ΚΛ και περνά από το Α με μέγιστη ταχύτητα.



- (α) Ποιο το πρόσημο του φορτίου του σωματιδίου;
- (β) Σε ποιο σημείο του ευθυγράμμου τμήματος η ένταση του πεδίου είναι μηδέν.
- (γ) Υπάρχει σημείο του τμήματος ΚΛ που να έχει δυναμικό ίσο με μηδέν.

Δ. Μάργαρης

3. Ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο κινούμενο με σταθερή ταχύτητα  $v_0$  διανύει μια μεγάλη απόσταση (AB) σε χρονικό διάστημα  $t_1$ . Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά στο μέσον της διαδρομής, έχουμε τοποθετήσει δύο ίσα θετικά σημειακά φορτία, σε σημεία Κ και Λ, σε μικρή απόσταση, με αποτέλεσμα το σωματίδιο να κινείται πάνω στην μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος (ΚΛ). Η δύναμη που δέχεται αρχικά το φορτισμένο σωματίδιο στο σημείο Α, θεωρείται μηδενική ή διαφορετικά τα σημεία Α και Β θεωρούνται σε άπειρη απόσταση από τα φορτία στα σημεία Κ και Λ.



- (α) Το μέτρο της ταχύτητας με την οποία το σωματίδιο θα φτάσει τώρα στο Β, θα είναι;

- i. μικρότερο από  $v_0$ .      ii. ίσο με  $v_0$ .      iii. μεγαλύτερο από  $v_0$ .

(β') Το χρονικό διάστημα της κίνησης θα είναι:

- i. μικρότερο από  $t_1$ .      ii. ίσο με  $t_1$ .      iii. μεγαλύτερο από  $t_1$ .

(γ') Να χαράξετε ένα ποιοτικό διάγραμμα της ταχύτητας του σωματιδίου σε συνάρτηση με το χρόνο.

Δ. Μάργαρης

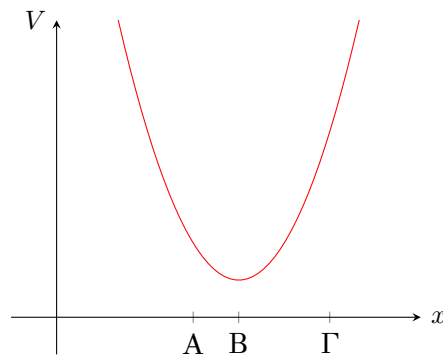
4. Στο ομώνυμο πείραμά του ο Rutherford χρησιμοποίησε κινούμενα σωματίδια  $\alpha$  (άλφα), δηλαδή πυρήνες ηλίου  ${}^4_2\text{He}$ , για να εξερευνήσει το εσωτερικό του ατόμου. Σαν στόχους είχε άτομα χρυσού. Το πείραμα έδειξε ότι όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου, και όλο το θετικό του φορτίο, βρίσκεται σε μία πολύ μικρή περιοχή στο εσωτερικό του, που ονομάστηκε πυρήνας.

Θεωρούμε τον πυρήνα του χρυσού ακίνητο και το σωματίδιο  $\alpha$  να ξεκινάει από μακριά με κινητική ενέργεια  $K$  και να κινείται ακριβώς προς το κέντρο του πυρήνα, ώστε σε κάποια απόσταση  $d$  από αυτόν να σταματάει στιγμιαία πριν γυρίσει στο σημείο από το οποίο ξεκίνησε (σκέδαση  $180^\circ$ ). Αν αντί για σωματίδια  $\alpha$  χρησιμοποιήσουμε πρωτόνια  $p$  με την ίδια αρχική κινητική ενέργεια  $K$ , η απόσταση  $d'$  που θα πλησιάζουν τον πυρήνα

- (α') θα είναι μεγαλύτερη από  $d$ .      (β') θα είναι μικρότερη από  $d$ .

Δίνεται ότι  $q_\alpha = 2q_p$  και  $m_\alpha = 4m_p$ .

5. Στα σημεία μίας ευθείας (έστω ότι είναι ο θετικός ημιάξονας  $Ox'$ ) το δυναμικό  $V$  μεταβάλλεται σύμφωνα με την απόσταση  $x$  όπως φαίνεται στο σχήμα:



(α') Ένα θετικό φορτίο αφήνεται στο σημείο A. Αυτό θα κινηθεί:

- i. προς το B.      ii. προς το O.      iii. Θα παραμείνει ακίνητο.

(β') Ένα θετικό φορτίο αφήνεται στο σημείο B. Αυτό θα κινηθεί:

- i. προς το Γ.      ii. προς το A.      iii. Θα παραμείνει ακίνητο.

(γ') Ένα αρνητικό φορτίο αφήνεται στο σημείο Γ. Αυτό θα κινηθεί:

- i. προς το  $x = +\infty$ .      ii. προς το A.      iii. Θα παραμείνει ακίνητο.

Να δικαιολογηθούν οι επιλογές σας.

6. Σε ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο θεωρούμε άξονα  $x'x$  που ταυτίζεται με μία δυναμική γραμμή του. Δύο σημεία A και B στις θέσεις  $x_1 = +1 \text{ cm}$  και  $x_2 = +3 \text{ cm}$ , έχουν διαφορά δυναμικού 500 Volt.

(α') Μεγαλύτερο δυναμικό έχει το σημείο:

- i. A.      ii. B.

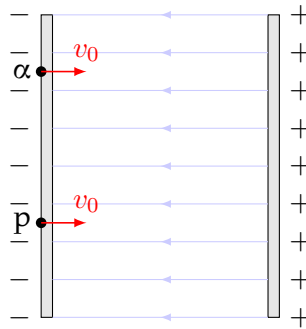
(β') Σωματίδιο με Θετικό φορτίο  $q = +2 \mu\text{C}$  αφήνεται στο σημείο A. Η δυναμική του ενέργεια  $U$  όταν περνάει από το σημείο B:

- i. θα έχει αυξηθεί κατά  $10^{-3} \text{ J}$ .  
ii. θα έχει μειωθεί κατά  $10^{-3} \text{ J}$ .  
iii. δεν θα μεταβληθεί.

(γ') Η κινητική του ενέργεια  $K$  όταν περνάει από το σημείο B:

- i. θα είναι  $10^{-3} \text{ J}$ .  
ii. δεν είναι δυνατό να υπολογιστεί γιατί εξαρτάται από τη μάζα του.

7. Σωματίδιο  $\alpha$  και πρωτόνιο εισέρχονται με την ίδια αρχική ταχύτητα  $v_0$  σε πυκνωτή διαφοράς δυναμικού  $V$ , παράλληλα με τις δυναμικές γραμμές του. Το πρωτόνιο μόλις που δεν ακουμπά τον θετικά φορτισμένο οπλισμό του πυκνωτή.



Τότε, το σωματίο  $\alpha$

- (α') δεν θα φτάσει μέχρι τον θετικά φορτισμένο οπλισμό.  
(β') θα φτάσει οριακά μέχρι τον θετικά φορτισμένο οπλισμό.  
(γ') θα χτυπήσει τον θετικά φορτισμένο οπλισμό.

Δίνεται ότι  $q_\alpha = 2q_p$ ,  $q_p = +e$  και  $m_\alpha = 4m_p$ .

8. Πρωτόνιο βάλεται με ταχύτητα  $v_0$  προς σωματίο  $\alpha$  ( $q_\alpha = 2q_p$  και  $m_\alpha = 4m_p$ ). Να συγκριθούν οι ελάχιστες αποστάσεις των δύο σωματιδίων αν

- (α') το σωματίο  $\alpha$  είναι ακίνητο.  
(β') αν το σωματίο  $\alpha$  είναι ελεύθερο να κινηθεί.

## 1.2 Ασκήσεις

1. Ηλεκτρόνιο εισέρχεται τον χώρο ανάμεσα στους οπλισμούς πυκνωτή παράλληλα και ομόρροπα στις δυναμικές γραμμές με αρχική ταχύτητα  $v_0$ . Η απόσταση των πλακών είναι  $d$ . Να βρείτε:

(α') Την ελάχιστη διαφορά δυναμικού των πλακών ώστε το σωματίδιο να φτάνει στην άλλη πλάκα

i. με ταχύτητα μηδέν

ii. με ταχύτητα  $v_0/2$

(β') Τον χρόνο κίνησης του σωματιδίου

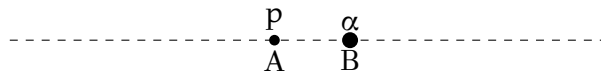
2. Ηλεκτρόνιο βάλλεται με αρχική ταχύτητα  $v_0$  προς αρχικά ακίνητο αωμάτιο  $\alpha$ , από πολύ μεγάλη απόσταση. Το σωματίδιο  $\alpha$  είναι ελεύθερο να κινηθεί. Να βρείτε:

(α') Την ελάχιστη απόσταση των δύο σωματιδίων.

(β') Τις τελικές τους ταχύτητες (όταν η απόστασή τους ξαναγίνει πολύ μεγάλη).

Δίνεται ότι  $q_\alpha = 2q_p$  και  $m_\alpha = 4m_p$ .

3. Ένα πρωτόνιο και ένα σωματίδιο  $\alpha$  (πυρήνας Ηλίου  ${}^4_2\text{He}$ ) συγκρατούνται σε απόσταση  $r=5,12$  mm. Δίνονται  $m_\alpha = 4m_p$  και  $q_\alpha = 2q_p$ , ενώ  $q_p = +e = +1,6 \cdot 10^{-19}$  C. Να βρεθούν:



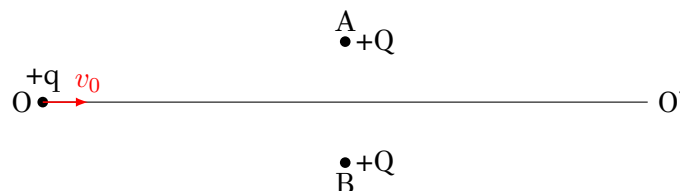
(α') Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το πρωτόνιο αν αφηθεί να κινηθεί, ενώ το σωματίδιο  $\alpha$  παραμένει στη θέση του.

(β') Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωματίδιο  $\alpha$  αν αφηθεί να κινηθεί, ενώ το πρωτόνιο παραμένει στη θέση του.

(γ') Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει κάθε σωματίδιο αν αφηθούν ελεύθερα.

(δ') Πόσο είναι το έργο της δύναμης του πεδίου που ασκείται στο πρωτόνιο στις παραπάνω περιπτώσεις;

4. Δύο ακλόνητα ίσα σημειακά φορτία  $Q = 2 \mu\text{C}$  βρίσκονται στα σημεία A και B, που απέχουν απόσταση  $2d = 6$  cm. Από σημείο O της μεσοκαθέτου του ευθυγράμμου τμήματος AB, το οποίο απέχει μεγάλη απόσταση από τα σημεία A και B, εκτοξεύεται ένα μικρό σωματίδιο μάζας  $2\text{mg}$  και φορτίου  $q_1 = 3$  nC, με αρχική ταχύτητα  $v_0$ , με κατεύθυνση το μέσον M του ευθυγράμμου τμήματος AB, όπως στο σχήμα.

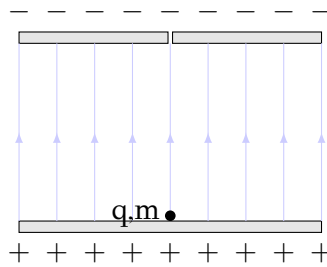


(α') Να αποδειχθεί ότι το σωματίδιο θα κινηθεί ευθύγραμμα.

(β') Υπολογίστε την ελάχιστη αρχική κινητική ενέργεια  $K_{\text{ελ}}$  του μικρού φορτίου ώστε να βρεθεί στο αντίθετο άκρο της μεσοκαθέτου σε μεγάλη απόσταση από τα σημεία A και B.

(γ') Θεωρήστε ξανά την ίδια βολή με αρχική κινητική ενέργεια  $K = 2K_{\text{ελ}}$ .

- i. Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σωματιδίου τη στιγμή που θα απέχει κατά  $r_1 = 6 \text{ cm}$  από το σημείο A;
  - ii. Ποιά είναι η ελάχιστη ταχύτητα του σωματιδίου;
  - iii. Να βρεθεί η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωματίδιο.
5. Πυκνωτής με διαφορά δυναμικού  $100 \text{ Volt}$  και απόσταση οπλισμών  $\ell = 10 \text{ cm}$ , βρίσκεται με τους οπλισμούς του οριζόντιους. Από τον θετικό του οπλισμό ξεκινά να επιταχύνεται μικρή σταγόνα λαδιού μάζας  $10 \text{ mg}$  και φορτίου  $q = +2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ . Η σταγόνα περνάει από μικρή οπή του αρνητικού οπλισμού και κινείται πάνω από τον πυκνωτή, όπου θεωρούμε ότι το ηλεκτρικό πεδίο είναι μηδαμινό. Να βρείτε:



- (α') Είναι σκόπιμο να αγνοήσουμε το βαρυτικό πεδίο κατά την κίνηση της σταγόνας στο εσωτερικό του πυκνωτή;
- (β') Υπολογίστε την ταχύτητα με την οποία περνάει η σταγόνα από τον αρνητικό οπλισμό.
- (γ') Σε ποίο μέγιστο ύψος θα φτάσει η σταγόνα;