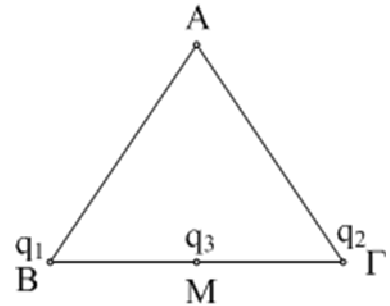


### Κίνηση σε Ηλεκτρικό Πεδίο.

#### 3.01. Έργο κατά την μετακίνηση φορτίου.

Στις κορυφές B και Γ ενός ισοπλεύρου τριγώνου ABΓ πλευράς  $a=2\text{cm}$ , βρίσκονται ακλόνητα δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία  $q_1=2\mu\text{C}$  και  $q_2$  αντίστοιχα. Φέρνουμε στο μέσον M της BΓ ένα τρίτο φορτίο  $q_3=-1\mu\text{C}$  και παρατηρούμε ότι ισορροπεί.

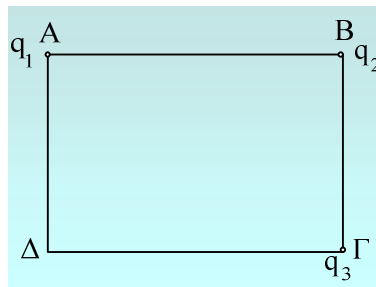


- i) Να βρείτε την τιμή του φορτίου  $q_2$ .
- ii) Πόση ενέργεια έχει το φορτίο  $q_3$  στο σημείο M;
- iii) Πόση ενέργεια απαιτείται για να μεταφέρουμε το  $q_3$  από το M στην κορυφή A;

Δίνεται  $k=9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ .

#### 3.02. Δυναμικές ενέργειες και δυναμικό.

Στις κορυφές ενός ορθογωνίου ABΓΔ με πλευρές  $(AB)=4\text{cm}$  και  $(BΓ)=3\text{cm}$  βρίσκονται τρία σημειακά φορτία  $q_1=0,4\mu\text{C}$ ,  $q_2=-0,3\mu\text{C}$ ,  $q_3=0,5\mu\text{C}$ , τοποθετημένα όπως στο σχήμα.

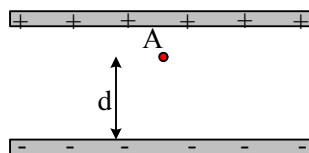


- i) Να υπολογίσετε την δυναμική ενέργεια του συστήματος.
- ii) Πόση ενέργεια απαιτείται για να μεταφέρουμε το φορτίο  $q_3$  από την κορυφή Γ στην Δ;
- iii) Με το φορτίο  $q_3$  στην κορυφή Δ, να υπολογίσετε το δυναμικό στο κέντρο O του ορθογωνίου, καθώς και την ενέργεια που θα απαιτηθεί για να τοποθετήσουμε ένα άλλο σημειακό φορτίο  $q=-1\mu\text{C}$  στο O.

Δίνεται  $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2 / \text{C}^2$

#### 3.03. Επιτάχυνση φορτισμένου σωματιδίου από Ηλεκτρικό πεδίο.

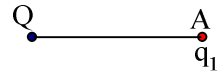
Ένα σωματίδιο μάζας  $m=0,01\text{mg}$  και φορτίου  $q_1=1\text{nC}$ , αφήνεται στο σημείο A, ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης  $E=3 \cdot 10^7 \text{N/C}$ , οπότε μετά από λίγο κτυπά στην αρνητική πλάκα αφού διανύσει απόσταση  $d=1,5\text{cm}$ .



- i) Σε πόσο χρόνο και με ποια ταχύτητα το σωματίδιο φτάνει στην αρνητική πλάκα;

ii) Να παραστήσετε γραφικά την ταχύτητα του σωματιδίου σε συνάρτηση με το χρόνο.

Το ίδιο σωματίδιο αφήνεται στο σημείο A, σε απόσταση  $r=4\text{cm}$  από ένα σταθερό σημειακό φορτίο  $Q=2\mu\text{C}$ .



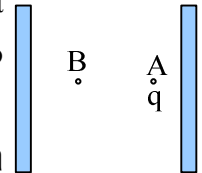
iii) Ποια είναι η μέγιστη ταχύτητα που αποκτά το σωματίδιο;

iv) Κάνετε επίσης ένα ποιοτικό διάγραμμα της ταχύτητας του σωματιδίου σε συνάρτηση με το χρόνο.

Οι βαρυτικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες και  $k=9\cdot 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ .

### 3.04. Δυναμικά στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Στο σημείο A ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης  $2\cdot 10^5\text{N/C}$ , όπου το δυναμικό έχει τιμή  $V_A=1500\text{V}$ , αφήνεται ένα μικρό σωματίδιο με φορτίο  $q=1\text{nC}$ , το οποίο μετά από λίγο φτάνει στο σημείο B, όπου  $(AB)=d=1\text{cm}$ .



i) Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου και να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του φορτίου στη θέση A.

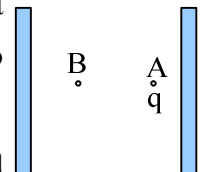
ii) Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχτηκε από το πεδίο, από το A μέχρι το B.

iii) Να υπολογιστεί το δυναμικό στο σημείο B.

iv) Να υπολογίσετε τη δυναμική και κινητική ενέργεια του σωματιδίου στο σημείο B.

### 3.05. Δυναμικά στο ΟΗΠ και ένα αρνητικό φορτίο.

Στο σημείο A ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης  $2\cdot 10^5\text{N/C}$ , όπου το δυναμικό έχει τιμή  $V_A=1.000\text{V}$ , αφήνεται ένα μικρό σωματίδιο με φορτίο  $q=-1\text{nC}$ , το οποίο μετά από λίγο φτάνει στο σημείο B, όπου  $(AB)=d=1\text{cm}$ .



i) Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου και να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του φορτίου στη θέση A.

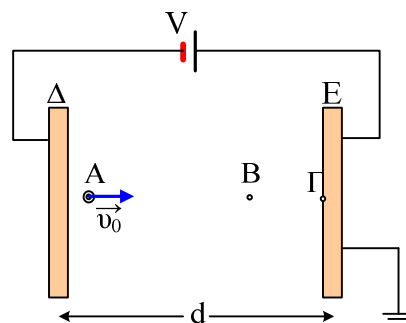
ii) Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχτηκε από το πεδίο, από το A μέχρι το B.

iii) Να υπολογιστεί το δυναμικό στο σημείο B.

iv) Να υπολογίσετε τη δυναμική και κινητική ενέργεια του σωματιδίου στο σημείο B.

### 3.06. Κίνηση σε ομογενές Ηλεκτρικό πεδίο.

Ένα σωματίδιο με φορτίο  $q=-1\text{nC}$  και μάζα  $m=10^{-10}\text{kg}$ , κινείται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του σχήματος, παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές και σε μια στιγμή ( $t_0=0$ ) περνάει από το σημείο A με ταχύτητα  $v_0=40\text{m/s}$ .



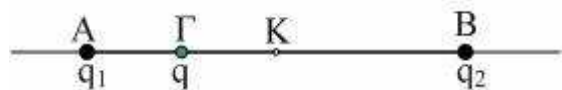
Μετά από χρόνο  $0,8\text{ms}$  το σωματίδιο περνά από το σημείο B με ταχύτητα  $120\text{m/s}$ .

Δίνεται ότι η απόσταση των δύο πλακών είναι ίση με  $d=0,1\text{m}$ , το σημείο A απέχει  $0,8\text{cm}$  από την αριστερή πλάκα Δ, ενώ το βάρος του σωματιδίου θεωρείται αμελητέο.

- Υπολογίστε τη δύναμη που δέχεται το σωματίδιο από το πεδίο και την απόσταση (AB).
- Να βρεθεί η τάση  $V$  καθώς και η δυναμική ενέργεια του σωματιδίου στις θέσεις A και B.
- Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σωματιδίου μεταξύ των δύο παραπάνω θέσεων και να τη συγκρίνετε με τις τιμές της δυναμικής ενέργειας του ii) ερωτήματος.

### 3.07. Πού η μέγιστη ταχύτητα και πού σταματά.

Σε δύο σημεία A και B μιας ευθείας  $\epsilon$  που απέχουν κατά  $4x$  βρίσκονται ακλόνητα δύο φορτία  $q_1=q_2=+2q$ . Σε ένα



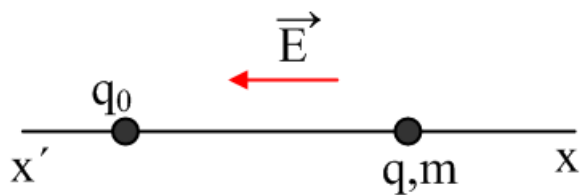
σημείο Γ που απέχει κατά  $x$  από το A αφήνεται ελεύθερο ένα σωματίδιο μάζας  $m$  και φορτίου  $+q$ .

A) Προς τα πού θα κινηθεί;

B) Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος:

- Το σωματίδιο θα κινηθεί προς τα δεξιά με σταθερή επιτάχυνση.
- Το σωματίδιο θα μετακινηθεί κατά  $x$  φτάνοντας στο μέσο του AB όπου και σταματά αφού στη θέση αυτή  $\Sigma F=0$ .
- Το σωματίδιο θα μετακινηθεί κατά  $2x$  φτάνοντας στο σημείο Δ, δεξιά του K, όπου θα σταματήσει στιγμιαία.
- Μέγιστη ταχύτητα θα έχει το σωματίδιο τη στιγμή που περνά από το K.
- Η μέγιστη κινητική ενέργεια που αποκτά το σωματίδιο είναι  $K_{\max}=2/3 Kq^2/x$ .

### 3.08. Τι κίνηση κάνει το φορτισμένο σωματίδιο;



Σφαίρα μάζας  $m = 0,8 \text{ kg}$  έχει φορτίο  $q = +10^{-4}\text{C}$  και απέχει απόσταση  $x_1 = 1\text{m}$  από ακλόνητο σημειακό φορτίο  $q_0 = q$ . Στο χώρο του πειράματος υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης  $E = 10^5 \text{ N/C}$ , αντίρροπος του άξονα  $x'x$ . Αφήνουμε τη σφαίρα ελεύθερη να κινηθεί. Να βρείτε:

- προς τα πού θα αρχίσει να κινείται
- τη μέγιστη τιμή της ταχύτητας που θα αποκτήσει
- την μέγιστη απόσταση που απομακρύνεται από το φορτίο  $q_0$
- το είδος της κίνησης που εκτελεί.

(Οι βαρυτικές δυνάμεις αμελούνται).

**3.09. Ελάχιστη απόσταση μεταξύ σωματιδίων.**

Ένα φορτισμένο σωματίδιο A εκτοξεύεται από μεγάλη απόσταση προς ένα άλλο όμοιο σωματίδιο B, το οποίο συγκρατείται ακίνητο.

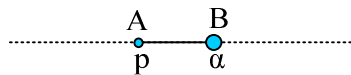


Η ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσει το σωματίδιο A το B είναι  $r = 1\text{ cm}$ .

Να βρεθεί η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των σωματιδίων, αν το B ήταν ελεύθερο να κινηθεί.

**3.10. Ένα σύστημα φορτισμένων σωματιδίων.**

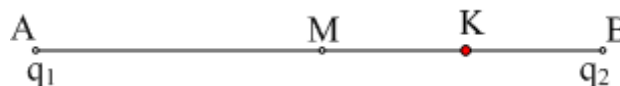
Ένα πρωτόνιο και ένα σωματίο  $\alpha$  (πυρήνας Ηλίου He) συγκρατούνται σε απόσταση  $r = 5,12\text{ mm}$ . Δίνονται  $m_\alpha = 4m_p$  και  $q_\alpha = 2 \cdot q_p$ , ενώ  $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ . Να βρεθούν:



- Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το πρωτόνιο αν αφεθεί να κινηθεί, ενώ το σωματίο  $\alpha$  παραμένει στη θέση του.
- Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωματίο  $\alpha$  αν αφεθεί να κινηθεί, ενώ το πρωτόνιο παραμένει στη θέση του.
- Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει κάθε σωματίδιο αν αφεθούν ελεύθερα.
- Πόσο είναι το έργο της δύναμης του πεδίου που ασκείται στο πρωτόνιο στις παραπάνω περιπτώσεις;

**3.11. Δυναμικό και κίνηση φορτίου, μεταξύ δύο άλλων φορτίων.**

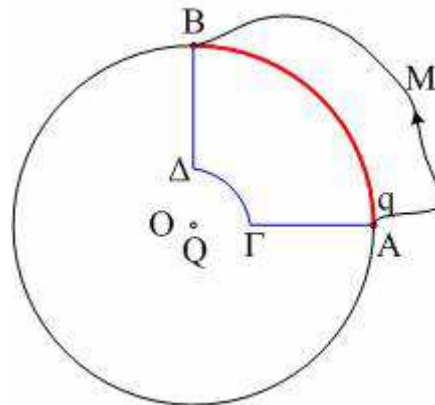
Στα άκρα A και B ενός ευθυγράμμου τμήματος  $(AB) = 4\text{ cm}$  βρίσκονται ακλόνητα δύο σημειακά φορτία  $q_1 = q_2 = +1\text{ }\mu\text{C}$ . Στο σημείο K, όπου  $(KB) = 1\text{ cm}$  αφήνουμε ελεύθερη μια μικρή φορτισμένη σφαίρα μάζας  $m = 20\text{ mg}$  και φορτίου  $q = +1\text{ nC}$ .



- Πόση επιτάχυνση θα αποκτήσει;
- Υπολογίστε την μέγιστη ταχύτητα που θα αποκτήσει.
- Ποια η ελάχιστη απόσταση από το άκρο A, στην οποία θα φτάσει η σφαίρα;
- Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση του δυναμικού σε συνάρτηση με την απόσταση  $x$  από το άκρο A, κατά μήκος του ευθυγράμμου τμήματος AB.

Βαρυτικές δυνάμεις δεν υπάρχουν.

### 3.12. Συντηρητικές δυνάμεις.



Στο κέντρο του κύκλου  $O$  υπάρχει ακίνητο ένα σημειακό φορτίο  $+Q$ , ενώ στο σημείο  $A$  ένα φορτισμένο σωματίδιο με  $+q_1$ .

- a) Να σχεδιάσετε τη δύναμη  $F$  που δέχεται το σωματίδιο με φορτίο  $q_1$ . Από ποια εξίσωση υπολογίζουμε το μέτρο της;
- β) Το σωματίδιο μεταφέρεται κατά μήκος του τόξου  $AB$ , μέχρι τη θέση  $B$ . Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης  $F$ .
- γ) Αν το σωματίδιο πήγαινε από το  $A$  στο  $B$  μέσα από την διαδρομή  $A\Gamma\Delta B$ , τότε:
  - i) Το έργο από το  $A$  στο  $\Gamma$  υπολογίζεται από τη σχέση  $W_{A\Gamma} = -F \cdot (A\Gamma)$
  - ii) Το έργο από το  $A$  στο  $\Gamma$  είναι αρνητικό.
  - iii) Ισχύει  $W_{A\Gamma} = -W_{\Delta B}$ .
  - iv)  $W_{A\Gamma\Delta B} = 0$

Χαρακτηρίστε τις παραπάνω προτάσεις σαν σωστές ή λαθεμένες.

- δ) Αν το σωματίδιο πήγαινε από το  $A$  στο  $B$  μέσω της διαδρομής  $AMB$  πόσο θα ήταν το έργο της δύναμης  $F$ ;
- ε) Πώς ονομάζεται μια δύναμη με την παραπάνω συμπεριφορά;

### 3.13. Σαν το πείραμα του Rutherford...

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα (1911), ο Rutherford εκτόξευσε σωματίδια  $\alpha$  (πυρήνες Ηλίου) σε λεπτά φύλλου Χρυσού, προσπαθώντας να μελετήσει τη δομή του ατόμου. Διαπίστωσε ότι κάποια σωματίδια επέστρεψαν, λες και κτύπησαν σε κάτι συμπαγές, όπως ας πούμε επιστρέφει μια μπάλα την οποία ρίχνουμε σε έναν τοίχο, ενώ τα περισσότερα εξετράπησαν σε διάφορες κατευθύνσεις. Έτσι κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το θετικό φορτίο του ατόμου, βρίσκεται συγκεντρωμένο σε μια περιοχή που ονομάζουμε πυρήνα του ατόμου... Ας μελετήσουμε ένα τέτοιο πρόβλημα, όπου απλά θα αλλάξουμε τα αριθμητικά δεδομένα, ώστε να διευκολυνθούμε στους υπολογισμούς μας.

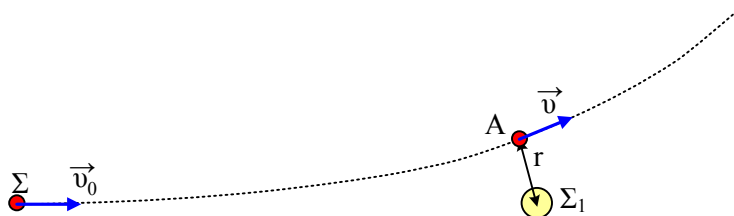
.....

Μια μικρή σφαίρα  $\Sigma$  με μάζα  $2g$  και φορτίο  $q_1=0,8\mu C$  εκτοξεύεται από μεγάλη απόσταση προς μια άλλη ακλόνητη φορτισμένη σφαίρα  $\Sigma_1$  με φορτίο  $Q=3\mu C$ , με αρχική ταχύτητα  $v_0=10m/s$ .

- i) Υπολογίστε την ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσει.



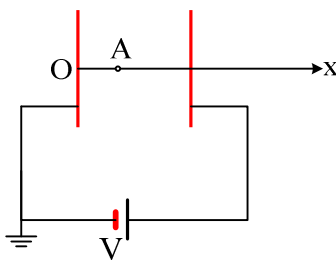
- ii) Εξαιτίας μιας μικρής απόκλισης της αρχικής ταχύτητας, η σφαίρα Σ εκτρέπεται από την ευθύγραμμη πορεία της, με αποτέλεσμα η ελάχιστη ταχύτητά της να γίνει ίση με  $6,63\text{m/s}$ , ενώ η τροχιά της έχει τη μορφή του παρακάτω σχήματος.



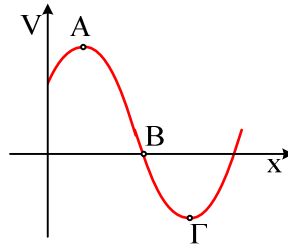
- Να δικαιολογήσετε την πρόταση: « Η σφαίρα Σ έχει την ελάχιστη απόστασή της από την ακίνητη σφαίρα, τη στιγμή που έχει και ελάχιστη ταχύτητα».
- Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση  $r$  μεταξύ των σφαιρών.
- Να σχεδιάσετε πάνω στο σχήμα τη δύναμη που δέχεται η σφαίρα Σ, στη θέση της ελάχιστης απόστασης  $r$ . Ποια η γωνία μεταξύ δύναμης και ταχύτητας;
- Να βρεθεί η ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς στη θέση Α. (Λέγοντας ακτίνα καμπυλότητας εννοούμε την ακτίνα ενός κύκλου, ο οποίος μπορεί να προσεγγίσει με μεγάλη ακρίβεια την τροχιά γύρω από το σημείο Α).

### 3.14. Δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου και ισορροπία.

Οι οπλισμοί του επίπεδου πυκνωτή του σχήματος απέχουν  $\ell=1\text{cm}$  ενώ  $V=100\text{V}$ .



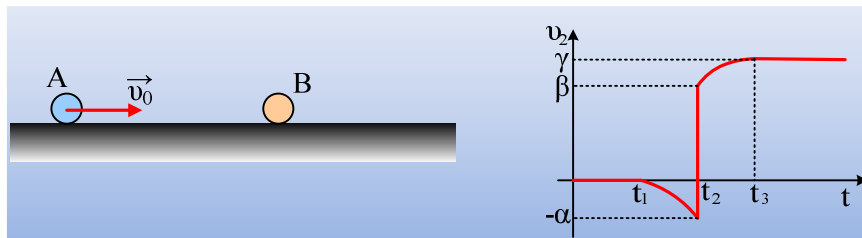
- Να υπολογίσετε την ένταση του πεδίου στο εσωτερικό του πυκνωτή, καθώς και το δυναμικό στο σημείο Α, το οποίο απέχει κατά  $x$ , από τον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή.
- Να κάνετε τη γραφική παράσταση του δυναμικού σε συνάρτηση του  $x$ , κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής. Πώς από το διάγραμμα αυτό υπολογίζεται η ένταση του πεδίου;
- Κατά μήκος μιας ευθείας  $\epsilon$  το δυναμικό ενός ηλεκτρικού πεδίου μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα.



- Τι εκφράζει η κλίση της καμπύλης αυτής;
- Ένα θετικό φορτίο  $q$  τοποθετείται διαδοχικά στα σημεία A, B και Γ. Σε ποια θέση έχει την μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια και σε ποια την μικρότερη;
- Αν το παραπάνω φορτίο αφεθεί στο σημείο B, θα κινηθεί προς το A ή προς το σημείο Γ;
- Σε ποια σημεία το φορτίο μπορεί να ισορροπεί; Διακρίνετε κάποια διαφορά στην ισορροπία του φορτίου;

### 3.15. Μια ειδική κρούση δύο σφαιρών.

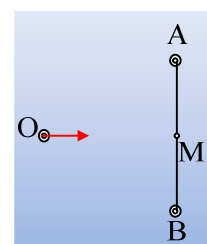
Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια μικρή αφόρτιστη μεταλλική σφαίρα B. Από μεγάλη απόσταση εκτοξεύεται, προς την σφαίρα B, με αρχική ταχύτητα  $v_0$ , μια όμοια θετικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα A. Οι δυο σφαίρες συγκρούονται τη στιγμή  $t_2$ . Μετρώντας την ταχύτητα της B σφαίρας, σε συνάρτηση με το χρόνο, παίρνουμε τη γραφική παράσταση του διπλανού σχήματος.



- Από τη στιγμή  $t_1$  έως τη στιγμή  $t_2$  η σφαίρα φαίνεται να κινείται προς τα αριστερά. Γιατί συμβαίνει αυτό; Μπορείτε να το ερμηνεύσετε;
- Στο παραπάνω χρονικό διάστημα η σφαίρα B έχει ή όχι σταθερή επιτάχυνση;
- Μπορείτε να ερμηνεύσετε τη μορφή της καμπύλης στο χρονικό διάστημα από  $t_2$  έως  $t_3$ ;
- Να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας A, συναρτήσει της αρχικής της ταχύτητας  $v_0$  και των ταχυτήτων  $\alpha$ ,  $\beta$  και  $\gamma$ .
  - ελάχιστα πριν την κρούση,
  - ελάχιστα μετά την κρούση
  - μετά τη στιγμή  $t_3$ ;
- Ελάχιστα πριν την σύγκρουση η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών είναι θετική, αρνητική ή μηδέν; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

### 3.16. Το πέρασμα ανάμεσα σε δύο ακλόνητα φορτία.

Δύο ακλόνητα ίσα σημειακά φορτία  $Q=50\text{nC}$  βρίσκονται στα σημεία A και B, σε απόσταση  $2d=6\text{cm}$ . Από σημείο O, το οποίο απέχει κατά  $r=5\text{cm}$  από τα σημεία A και B,



εκτοξεύεται ένα μικρό σωματίδιο μάζας  $2\text{mg}$  και φορτίου  $q_1=3\text{nC}$ , με αρχική ταχύτητα  $v_0=10\text{m/s}$ , με κατεύθυνση το μέσον  $M$  του ευθυγράμμου τμήματος  $AB$ , όπως στο σχήμα.

- i) Να αποδειχθεί ότι το σωματίδιο θα κινηθεί ευθύγραμμα, υπολογίζοντας και την ελάχιστη ταχύτητά του.
- ii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σωματιδίου τη στιγμή που θα απέχει κατά  $r_1=6\text{cm}$  από το σημείο  $A$ ;
- iii) Να βρεθεί η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωματίδιο.
- iv) Αν αρχικά εκτοξεύαμε το σωματίδιο με κατεύθυνση προς το σημείο  $B$ :
  - α) Θα σωματίδιο θα επιβραδυνθεί μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του
  - β) Το σωματίδιο θα αποκτούσε τελικά μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

Να χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις αυτές, δικαιολογώντας την επιλογή σας.

### 3.17. Πώς πάμε από Γεωμετρία;



Δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  αντιστοίχως ίσα με  $+2\mu\text{C}$  και  $-4\mu\text{C}$  διατηρούνται ακίνητα στα σημεία  $A$  και  $B$  μιας ευθείας  $\epsilon$ , τα οποία απέχουν απόσταση  $d=30\text{cm}$ .

Να προσδιορίσετε, πάνω στην ευθεία  $\epsilon$ , δύο σημεία στα οποία το δυναμικό είναι μηδέν. Υπάρχουν άλλα σημεία με δυναμικό μηδέν στο χώρο γύρω από τους φορείς; Αν ναι πού βρίσκονται τα σημεία αυτά;

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....