

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Όν/μο:.....

Β' Λυκείου

Ύλη: Δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων

Γενικής Παιδείας

8-11-2015

Θέμα 1^ο

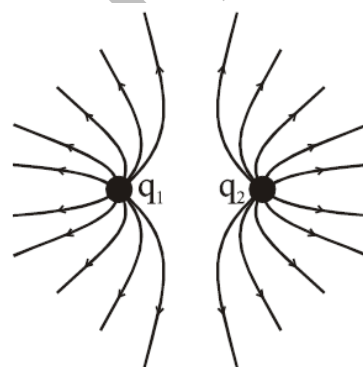
1. Φορτίο $+Q$ απωθεί φορτίο $+3Q$ με δύναμη μέτρου F . Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι η σωστή?

Το φορτίο $+3Q$ απωθεί φορτίο το $+Q$ με δύναμη μέτρου:

- α) $3F$ β) $4F$ γ) F δ) $F/3$

(Μονάδες 5)

2. Στο σχήμα, απεικονίζονται οι δυναμικές γραμμές του πεδίου που δημιουργούν τα ακίνητα σημειακά φορτία q_1 και q_2 . Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι η σωστή?



Τα φορτία είναι:

- α) και τα δυο θετικά.
β) το q_1 θετικό και το q_2 αρνητικό.
γ) το q_1 αρνητικό και το q_2 θετικό.
δ) και τα δυο αρνητικά.

(Μονάδες 5)

3. Οι ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές:

- α) τέμνονται.
β) είναι κάθετες στην ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.
γ) είναι εφαπτόμενες στην ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.
δ) σχηματίζουν γωνία 45° με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

(Μονάδες 5)

4. Φορτίο $q = 10\mu\text{C}$ μετακινείται από ένα σημείο Α σ'ένα σημείο Β εντός ηλεκτρικού πεδίου. Τα δυναμικά των σημείων αυτών είναι $V_A=100\text{V}$ και $V_B= -100\text{V}$. Το έργο της δύναμης του πεδίου είναι:

- α) μηδέν β) $2 \cdot 10^{-3} \text{J}$ γ) $2 \cdot 10^{-4} \text{J}$ δ) 2000J
 (Μονάδες 5)

5. Το δυναμικό σε σημείο A του πεδίου που δημιουργείται από ακίνητο θετικό σημειακό φορτίο Q αυξάνεται:

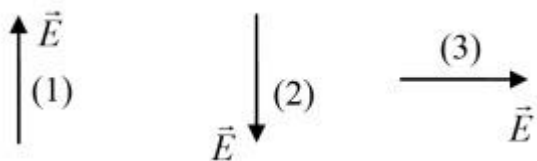
- α) αν τοποθετηθεί στο σημείο A ένα δοκιμαστικό φορτίο $q = 2Q$.
 β) αν αυξηθεί η απόσταση r του φορτίου Q από το σημείο A.
 γ) αν μειωθεί η απόλυτη τιμή του φορτίου Q.
 δ) αν μειωθεί η απόσταση r του φορτίου Q από το σημείο A.

(Μονάδες 5)

Θέμα 2^ο

1. Ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο που έχει βάρος w, ισορροπεί μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης E σε μικρή απόσταση από την επιφάνεια της Γης.

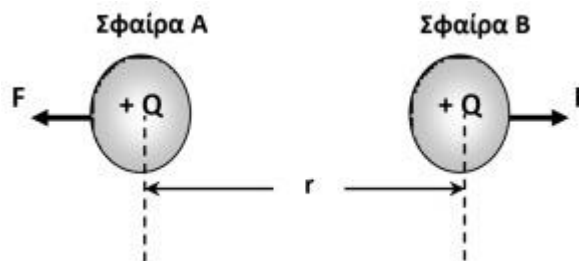
Η φορά της έντασης E του ηλεκτρικού πεδίου, προκειμένου το φορτισμένο σωματίδιο να ισορροπεί, θα πρέπει να είναι σύμφωνα με το σχήμα:



- α. η (1) β. η (2) γ. η (3)

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
 (Μονάδες 8)

2. Δύο σφαίρες A, B, αμελητέων διαστάσεων φορτίστηκαν με ίση ποσότητα θετικού φορτίου Q, και τοποθετήθηκαν σε σταθερή απόσταση r μεταξύ τους, όπου και υπολογίστηκε η δύναμη F που εξασκεί η μία στην



άλλη. Αν τριπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ των δυο σφαιρών και ταυτόχρονα τριπλασιάσουμε και το φορτίο της σφαίρας B, η απωστική δύναμη με την οποία αλληλεπιδρούν οι δυο σφαίρες :

- α) θα υποτριπλασιαστεί,
- β) θα εννιαπλασιαστεί,
- γ) θα τριπλασιαστεί.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
(Μονάδες 8)

3. Ο λόγος των εντάσεων σε δύο σημεία, A και B, ενός ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb που δημιουργείται από ένα ακίνητο σημειακό φορτίο είναι $E_A / E_B = 9$.

Αν το δυναμικό στο σημείο A είναι ίσο με -9 V τότε το δυναμικό στο σημείο B είναι:

- α) -27 V ,
- β) -1 V ,
- γ) -3 V

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
(Μονάδες 9)

Θέμα 3^ο:

Το αρνητικό σημειακό και ακίνητο φορτίο Q του σχήματος έχει τιμή $-2 \mu\text{C}$. Δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Για την απόσταση r ισχύει ότι $r = 10 \text{ cm}$.

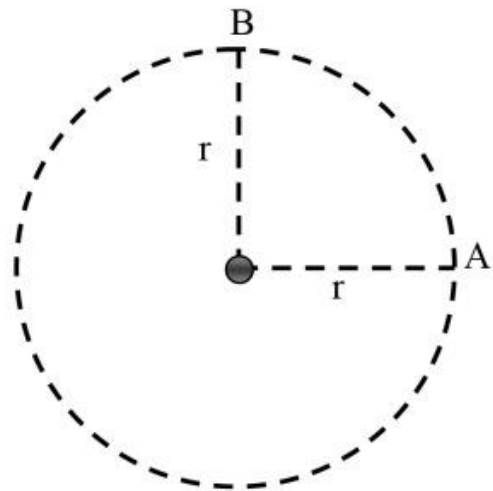
α) Να σχεδιάσετε τα διανύσματα της έντασης του πεδίου στα σημεία A και B και να υπολογίσετε το μέτρο τους.

β) Να βρείτε το δυναμικό στο σημείο A.

γ) Αν στο σημείο A τοποθετήσουμε δοκιμαστικό φορτίο $q = -1 \mu\text{C}$, να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε τη δύναμη που δέχεται το φορτίο αυτό.

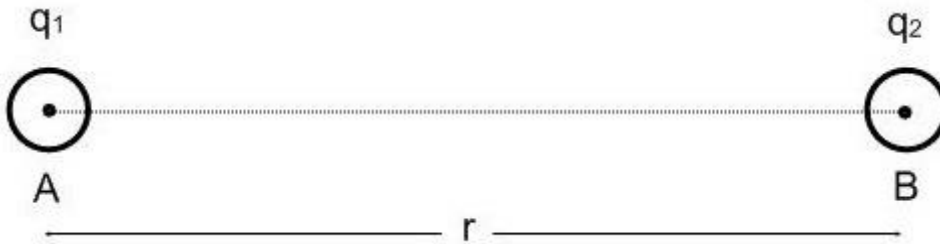
δ) Μετακινούμε το φορτίο q κατά μήκος της διαδρομής AB. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του πεδίου για τη μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο A στο σημείο B.

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. **(Μονάδες 25)**



Θέμα 4^ο:

Στα σημεία A και B ενός ευθύγραμμου τμήματος που απέχουν απόσταση $r = 6 \text{ cm}$ τοποθετούμε δύο σημειακά ετερόνυμα φορτία q_1 και $q_2 = 8 \text{ μC}$ αντίστοιχα .



Τα δύο φορτία αλληλεπιδρούν με δύναμη Coulomb μέτρου F . Αν αντικαταστήσουμε το φορτίο q_2 με φορτίο $q_3 = q_1$ τα δύο φορτία αλληλεπιδρούν με δύναμη Coulomb μέτρου $F / 4$.

- α) Να βρεθεί το είδος και η τιμή του φορτίου q_1 .
- β) Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης Coulomb μεταξύ των q_1 και q_2 .
- γ) Να βρεθούν τα σημεία K και Λ που βρίσκονται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα AB και αριστερά του φορτίου q_1 στα οποία μηδενίζονται το δυναμικό και η ένταση αντίστοιχα, που οφείλονται στα φορτία q_1 και q_2 .
- δ) Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την μεταφορά ηλεκτρικού φορτίου $q = 1 \text{ μC}$ από το σημείο Λ στο σημείο K .

Δίνεται $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.

(Μονάδες 25)

EYK

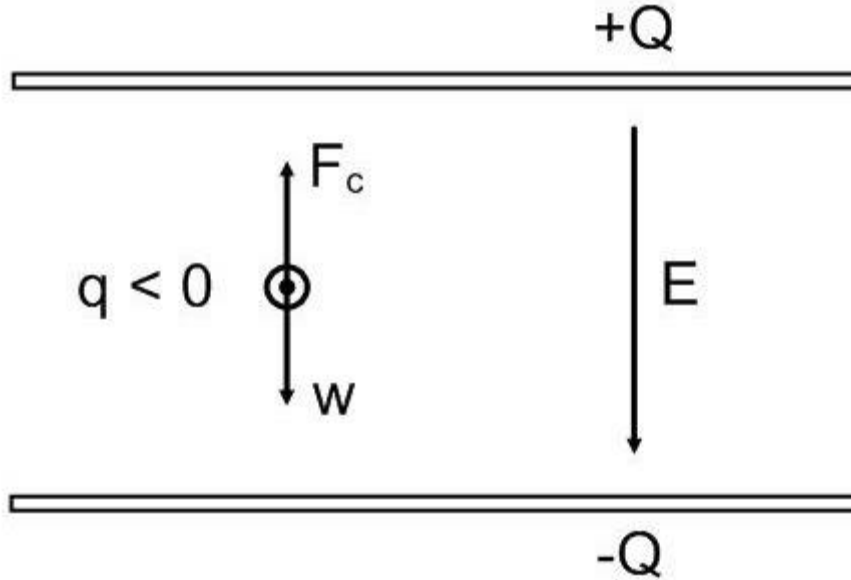
Λύσεις

Θέμα 1^ο:

- 1) γ 2) α 3) γ 4) β 5. δ

Θέμα 2^ο:

1.



Με την φράση το φορτίο ισορροπεί :

(συνισταμένη των δυνάμεων στον άξονα y)

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_c - w = 0 .$$

Άρα η F_c έχει αντίθετη φορά από το βάρος, λογικό αφού ισορροπεί.

Σωστό το **(β)**.

2. Η δύναμη Coulomb για τα φορτία $+Q$ στη σφαίρα A και $+Q$ στη σφαίρα B που βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους είναι :

$$F = k_c \cdot |Q \cdot Q| / r^2 .$$

Αν τριπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ των δυο σφαιρών και ταυτόχρονα τριπλασιάσουμε και το φορτίο της σφαίρας B , η δύναμη Coulomb γίνεται :

$$F' = k_c \cdot |Q \cdot 3 \cdot Q| / (3 \cdot r)^2 \Rightarrow F' = (1 / 3) \cdot k_c \cdot |Q \cdot Q| / r^2 \Rightarrow F' = (1 / 3) \cdot F .$$

Σωστό το **(α)**.

3. Η ένταση ενός ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb είναι $:E = k_c \cdot |Q| / r^2 .$

Το δυναμικό ενός ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb είναι : $V = k_c \cdot Q / r$.

Μας δίνεται η σχέση :

$$E_A / E_B = (k_c \cdot |Q| / r_A^2) / (k_c \cdot |Q| / r_B^2) \Rightarrow$$

$$E_A / E_B = r_B^2 / r_A^2 \Rightarrow r_B / r_A = \sqrt{E_A / E_B} \Rightarrow r_B / r_A = \sqrt{9} \Rightarrow r_B / r_A = 3 \Rightarrow r_A / r_B = 1 / 3 .$$

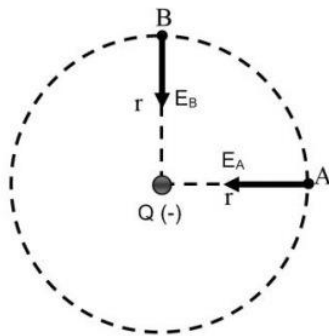
$$V_B / V_A = (k_c \cdot Q / r_B) / (k_c \cdot Q / r_A) \Rightarrow V_B / V_A = r_A / r_B \Rightarrow$$

$$V_B / V_A = 1 / 3 \Rightarrow V_B = V_A / 3 \Rightarrow V_B = -9 / 3 \Rightarrow V_B = -3 \text{ Volt}.$$

Σωστό το (γ).

Θέμα 3^ο

α)



Η ένταση στο σημείο A του ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb που δημιουργεί το σημειακό φορτίο Q:

$$E_A = k_c \cdot |Q| / r^2 \Rightarrow E_A = 9 \cdot 10^9 \cdot |-2 \cdot 10^{-6}| / (10 \cdot 10^{-2})^2 \Rightarrow E_A = 18 \cdot 10^5 \text{ N / C} .$$

Η ένταση στο σημείο B του ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb που δημιουργεί το σημειακό φορτίο Q:

$$E_B = k_c \cdot |Q| / r^2 \Rightarrow E_B = 9 \cdot 10^9 \cdot |-2 \cdot 10^{-6}| / (10 \cdot 10^{-2})^2 \Rightarrow E_B = 18 \cdot 10^5 \text{ N / C} .$$

Όπως το περιμέναμε, τα σημεία A και B ισαπέχουν από το σημειακό φορτίο Q, απόσταση r, άρα το μέτρο τους θα είναι το ίδιο.

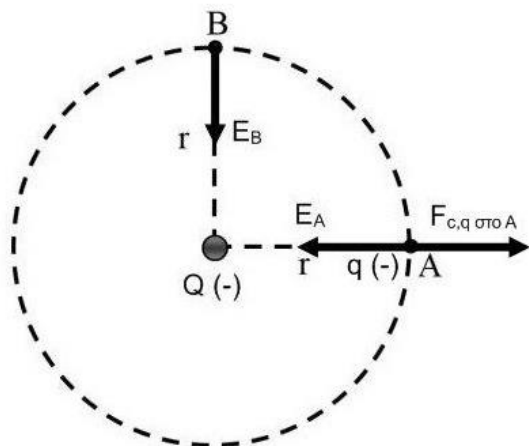
β) Το δυναμικό στο σημείο A του ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb :

$$V_A = k_c \cdot Q / r \Rightarrow V_A = 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-6}) / (10 \cdot 10^{-2}) \Rightarrow V_A = -18 \cdot 10^4 \text{ Volt} .$$

γ) Από τον ορισμό της έντασης σε ένα σημείο A του ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb που δημιουργεί το σημειακό φορτίο Q :

$$E_A = F_{c,q \text{ στο } A} / |q| \Rightarrow F_{c,q \text{ στο } A} = |q| \cdot E_A \Rightarrow$$

$$F_{c,q \text{ στο } A} = 1 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^5 \Rightarrow F_{c,q \text{ στο } A} = 18 \cdot 10^{-1} \Rightarrow F_{c,q \text{ στο } A} = 1,8 \text{ N.}$$



δ) Το δυναμικό στο σημείο B του ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb :

$$V_B = k_c \cdot Q / r \Rightarrow V_B = 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-6}) / (10 \cdot 10^{-2}) \Rightarrow V_B = -18 \cdot 10^4 \text{ Volt .}$$

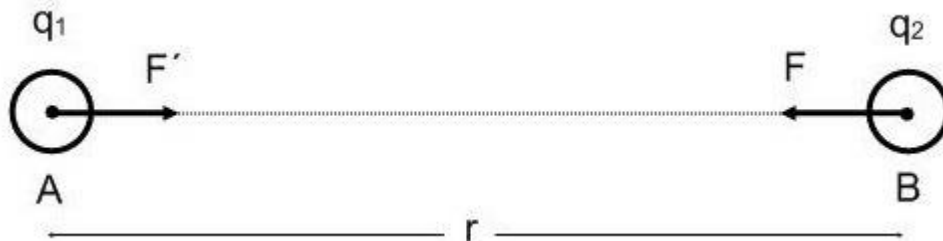
Παρατηρούμε ότι η τιμή του δυναμικού στο σημείο του πεδίου B και η τιμή του δυναμικού στο σημείο του πεδίου A είναι οι ίδιες, $V_A = V_B$.

$$W_{F_{c,q} A \rightarrow B} = q \cdot (V_A - V_B) \Rightarrow W_{F_{c,q} A \rightarrow B} = q \cdot (V_A - V_A) \Rightarrow W_{F_{c,q} A \rightarrow B} = 0 .$$

Το αποτέλεσμα μας εξηγεί φυσικά, ότι κατά την μεταφορά του φορτίου – υποθέματος q από το σημείο του πεδίου A στο σημείο του πεδίου B , δεν θα έχουμε καμία δαπάνη ενέργειας.

Θέμα 4^ο

α)



Υπολογισμός του φορτίου q_1 το οποίο είναι αρνητικό .

Η δύναμη αλληλεπίδρασης έχει μέτρο :

$$F' = F = k_c \cdot |q_1| \cdot |q_2| / r^2 \quad (1)$$

Αν αντικαταστήσουμε το q_2 με το $q_3 = q_1$, η δύναμη αλληλεπίδρασης έχει μέτρο :

$$F_1 = k_c \cdot |q_1| \cdot |q_3| / r^2 \Rightarrow$$

$$\text{ισχύει } F_1 = F / 4 ,$$

$$F / 4 = k_c \cdot |q_1| \cdot |q_1| / r^2 \Rightarrow$$

$$F = 4 \cdot k_c \cdot |q_1| \cdot |q_1| / r^2 \Rightarrow k_c \cdot |q_1| \cdot |q_2| / r^2 = 4 \cdot k_c \cdot |q_1|^2 / r^2 \Rightarrow$$

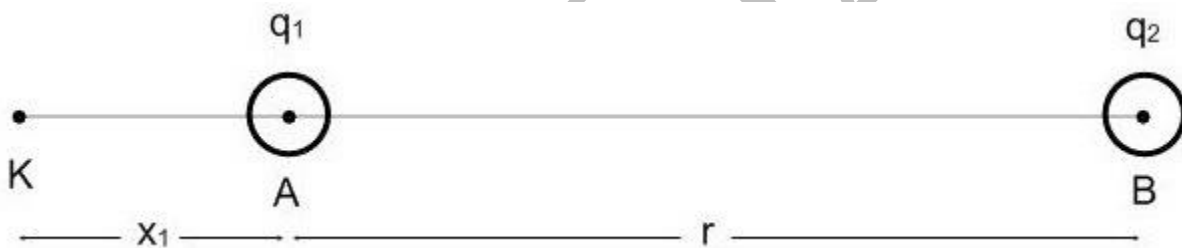
$$|q_1| = |q_2| / 4 \Rightarrow |q_1| = -2 \mu\text{C} .$$

β) Η δύναμη Coulomb έχει μέτρο :

$$F = k_c \cdot |q_1| \cdot |q_2| / r^2 \Rightarrow$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6} / (6 \cdot 10^{-2})^2 \Rightarrow F = 40 \text{ N} .$$

γ) Προσδιορισμός της θέσης του σημείου Κ που βρίσκεται αριστερά του q_1 και πάνω στην ευθεία που ορίζει το ΑΒ ευθύγραμμο τμήμα στο οποίο το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου εξαιτίας των q_1 και q_2 είναι μηδέν .



Έστω $V_K = 0$ με $AK = x_1$.

$$V_K = 0 \Rightarrow V_{K,1} + V_{K,2} = 0 \Rightarrow$$

$$k_c \cdot q_1 / x_1 + k_c \cdot q_2 / (r + x_1) = 0 \Rightarrow$$

$$- k_c \cdot 2 \cdot 10^{-6} / x_1 + k_c \cdot 8 \cdot 10^{-6} / (r + x_1) = 0 \Rightarrow$$

$$k_c \cdot 2 \cdot 10^{-6} / x_1 = k_c \cdot 8 \cdot 10^{-6} / (r + x_1) \Rightarrow$$

$$2 / x_1 = 8 / (r + x_1) \Rightarrow r + x_1 = 4 \cdot x_1 \Rightarrow$$

$$3 \cdot x_1 = r \Rightarrow x_1 = r / 3 \Rightarrow x_1 = 6 \cdot 10^{-2} / 3 \Rightarrow$$

$$x_1 = 2 \cdot 10^{-2} \Rightarrow x_1 = 2 \text{ cm} .$$

Προσδιορισμός της θέσης του σημείου Λ που βρίσκεται αριστερά του q_1 και πάνω στην ευθεία που ορίζει το ΑΒ ευθύγραμμο τμήμα στο οποίο μηδενίζεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που οφείλεται στα q_1 και q_2 .



Στο σημείο Λ όπου $AL = x_2$ οι εντάσεις E_1 και E_2 είναι αντίθετες (έχουν ίδιο μέτρο και αντίθετη φορά) .

Για τα μέτρα των εντάσεων έχουμε :

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k_c \cdot |q_1| / x_2^2 = k_c \cdot |q_2| / (r + x_2)^2 \Rightarrow$$

$$2 \cdot 10^{-6} / x_2^2 = 8 \cdot 10^{-6} / (r + x_2)^2 \Rightarrow$$

$$(r + x_2)^2 / x_2^2 = 4 \Rightarrow (r + x_2) / x_2 = \pm 2 , \text{ \u0311ρα}$$

$$(r + x_2) / x_2 = 2 \Rightarrow r + x_2 = 2 \cdot x_2 \Rightarrow x_2 = r = 6 \text{ cm} , \text{ δεκτή}$$

και

$$(r + x_2) / x_2 = -2 \Rightarrow r + x_2 = -2 \cdot x_2 \Rightarrow -3 \cdot x_2 = r \Rightarrow x_2 = -r / 3 \Rightarrow$$

$x_2 = -2 \text{ cm}$, σημείο ανάμεσα στα A και B που απορρίπτεται γιατί στο σημείο αυτό η ένταση δεν μπορεί να μηδενιστεί (τα διανύσματα απλά έχουν το ίδιο μέτρο , αλλά έχουν και ίδια φορά , η συνισταμένη τους δεν είναι μηδέν) .

δ)



Το \u0311ργο της δύναμης Coulomb για το φορτίο q από το Λ στο K :

$$W_{F_c, \Lambda \rightarrow K} = q \cdot V_{\Lambda K} \Rightarrow$$

$$W_{F_c, \Lambda \rightarrow K} = q \cdot (V_\Lambda - V_K) , \text{ το } V_K = 0 .$$

Υπολογίζουμε το δυναμικό στο σημείο Λ .

$$V_\Lambda = V_{\Lambda,1} + V_{\Lambda,2} \Rightarrow$$

$$V_\Lambda = k_c \cdot q_1 / x_2 + k_c \cdot q_2 / (r + x_2) \Rightarrow$$

$$V_\Lambda = 9 \cdot 10^9 \cdot (-2) \cdot 10^{-6} / (6 \cdot 10^{-2}) + 9 \cdot 10^9 \cdot 8 \cdot 10^{-6} / (12 \cdot 10^{-2}) \Rightarrow$$

$$V_\Lambda = -3 \cdot 10^5 + 6 \cdot 10^5 \Rightarrow V_\Lambda = 3 \cdot 10^5 \text{ Volt} .$$

Επομένως:

$$W_{F_c, \Lambda \rightarrow K} = q \cdot V_\Lambda \Rightarrow W_{F_c, \Lambda \rightarrow K} = 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^5 \Rightarrow$$

$$W_{F_c, \Lambda \rightarrow K} = 3 \cdot 10^{-1} \Rightarrow W_{F_c, \Lambda \rightarrow K} = 0,3 \text{ joule} .$$