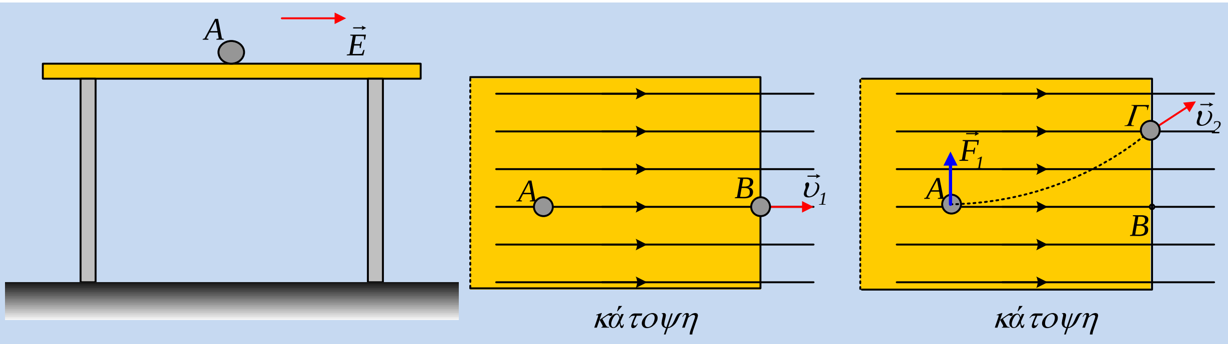
Μια φορτισμένη σφαίρα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Πάνω σε ένα τραπέζι, αφήνεται μια μικρή σφαίρα μάζας 2g που είναι φορτισμένη με φορτίο q=1μC, σε σημείο Α, ενώ στο χώρο υπάρχει ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, όπως στο σχήμα.



Η σφαίρα κινείται χωρίς τριβές και μετά από λίγο εγκαταλείπει το τραπέζι, από το σημείο Β, έχοντας ταχύτητα υ_1=4m/s.

i) Να υπολογίστε το έργο που παρήχθη από το ηλεκτρικό πεδίο κατά την κίνηση από το Α στο Β.

ii) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β.

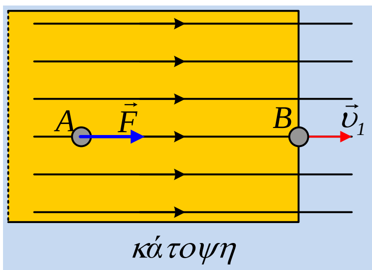
iii) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα αφήνοντας τη σφαίρα στο σημείο Α, της ασκούμε ταυτόχρονα μια οριζόντια δύναμη F_1, με αποτέλεσμα, αντί να φύγει από το σημείο Β, να εγκαταλείπει το τραπέζι στο σημείο Γ, με ταχύτητα υ_2=6m/s. Δίνεται ότι η ΒΓ είναι κάθετη στην ΑΒ.

α) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Β και Γ.

β) Πόσο έργο παράγεται από την ηλεκτρική δύναμη κατά τη διάρκεια της μετακίνησης από το Α στο Γ;

γ) Να υπολογίστε το έργο της δύναμης F_1 για την παραπάνω μετακίνηση.

Απάντηση:



i) Μόλις αφεθεί η σφαίρα, θα δεχτεί δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο και θα επιταχυνθεί μέχρι το Β (η κίνηση αυτή μας ενδιαφέρει, αφού μόλις εγκαταλείψει το τραπέζι θα κινηθεί με την επίδραση της συνισταμένης του βάρους και της δύναμης του πεδίου, για όσο χρόνο είναι μέσα στο πεδίο). Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας από το Α μέχρι το Β:

$$K_B - K_A = W_F + W_w + W_N$$

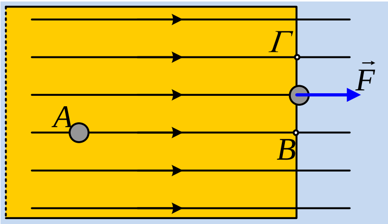
Όπου το βάρος και η κάθετη αντίδραση του τραπεζιού δεν παράγουν έργο, αφού είναι κάθετες στην μετατόπιση, συνεπώς:

$$W_F = K_B = ½\, m\upsilon_1^{\,2} = ½ \cdot 2\cdot 10^{-3}\cdot 4^2 J = 16\cdot 10^{-3}\ J$$

ii) Από τον ορισμό της διαφοράς δυναμικού παίρνουμε:

$$\Delta V = V_A - V_B = \frac{W_{A\to B}}{q} = \frac{W_F}{q} = \frac{16 \cdot 10^{-3}\, J}{10^{-6}\, C} = 16.000V$$

iii) α) Εφαρμόζουμε ξανά τον ορισμό της διαφοράς δυναμικού, για την μετακίνηση κάποιου φορτίου q_1 από το σημείο Β μέχρι το σημείο Γ παίρνοντας:



$$V_B - V_\Gamma = \frac{W_{B\to\Gamma}}{q_1} = \frac{F\cdot(B\Gamma)\cdot \sigma\upsilon\nu 90^o}{q_1} = 0$$

Αφού η δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου, είναι κάθετη στην μετατόπιση.

β) Η δύναμη του ηλεκτροστατικού πεδίου είναι συντηρητική, πράγμα που σημαίνει ότι το έργο της δεν εξαρτάται από τη διαδρομή. Συνεπώς το έργο της κατά μήκος της καμπύλης τροχιάς ΑΓ, είναι ίσο με το έργο που θα παρήγαγε, αν από το Α πήγαινε ευθύγραμμα στο Β και στη συνέχεια στο Γ.

$$W_{A\to\Gamma}=W_{AB}+W_{B\Gamma}= 16\cdot10^{-3}J + 0 = 16\cdot10^{-3}J$$

Εναλλακτικά:

$$W_{A\to\Gamma}=q\cdot(V_A-V_\Gamma)= q\cdot(V_A-V_B) = 16\cdot10^{-3}J$$

Αφού το δυναμικό στο Β είναι ίσο με το δυναμικό στο Γ.

γ) Παίρνοντας ξανά το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας από το Α μέχρι το Γ παίρνουμε:

$$K_\Gamma-K_A=W_F+W_{F1} + W_w+W_N \rightarrow$$

$$½\, m\upsilon_2^2 - 0 = W_{A\to\Gamma} + W_{F1} \rightarrow$$

$$W_{F1}= ½\, m\upsilon_2^2 - W_{A\to\Gamma} = ½ \cdot2\cdot10^{-3}\cdot6^2J -16\cdot10^{-3} J =0,02 J.$$

dmargaris@sch.gr