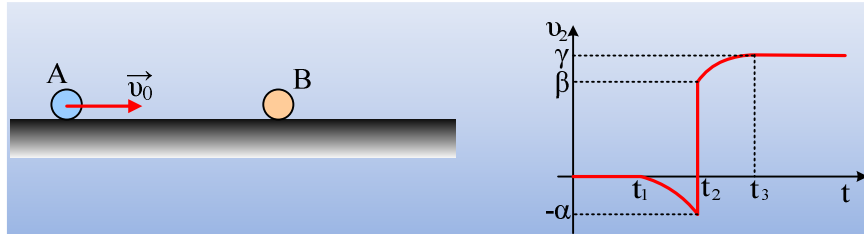


Μια ειδική κρούση δύο σφαιρών.

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.



- i) 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;
- ii) Στο παραπάνω χρονικό διάστημα η σφαίρα B έχει ή όχι σταθερή επιτάχυνση;
- iii) Μπορείτε να ερμηνεύσετε τη μορφή της καμπύλης στο χρονικό διάστημα από t_2 έως t_3 ;
- iv) Να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας A, συναρτήσει της αρχικής της ταχύτητας v_0 και των ταχυτήτων α , β και γ .
 - α) ελάχιστα πριν την κρούση,
 - β) ελάχιστα μετά την κρούση
 - γ) μετά τη στιγμή t_3 ;
- v) Ελάχιστα πριν την σύγκρουση η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών είναι θετική, αρνητική ή μηδέν; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση:



- i) Στο αριστερό μέρος του παραπάνω σχήματος έχουν σχεδιαστεί σε μεγέθυνση οι δυο σφαίρες τη στιγμή που πλησιάζουν. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια της B σφαίρας έλκονται προς το μέρος της A σφαίρας που πλησιάζει, συνεπώς έχουμε ανισοκατανομή των φορτίων της. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε την εξάσκηση ελκτικών δυνάμεων (όπως στο δεξιό σχήμα) και οι δύο σφαίρες να επιταχύνονται, η A προς τα δεξιά και η B προς τα αριστερά.
- ii) Η παραπάνω ελκτική δύναμη δεν είναι σταθερή, αφού σύμφωνα με το νόμο του Coulomb είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης. Συνεπώς καθώς πλησιάζει η σφαίρα A την B, η δύναμη μεγαλώνει, συνεπώς αυξάνεται και η επιτάχυνση της B σφαίρας. Η επιτάχυνση της B σφαίρας είναι ίση με την κλίση στο διάγραμμα της ταχύτητας με το χρόνο και αφού αυξάνεται η επιτάχυνση (κατά μέτρο), αυξάνεται και η κλίση καθώς πλησιάζει η στιγμή της κρούσης t_2 .

- iii) Στη διάρκεια της κρούσης ελεύθερα ηλεκτρόνια της Β σφαίρας, μεταφέρονται στην Α, με αποτέλεσμα και η Β σφαίρα να φορτίζεται θετικά (στην πραγματικότητα το αρχικό φορτίο της Α σφαίρας μοιράζεται εξίσου στις δυο σφαίρες). Αλλά αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα οι σφαίρες να απωθούνται, με αποτέλεσμα η Β σφαίρα να επιταχυνθεί προς τα δεξιά, με μια επιτάχυνση, η οποία θα μειώνεται (αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης), μέχρι που να απομακρυνθούν οι δυο σφαίρες και να μηδενιστεί πρακτικά η δύναμη, οπότε θα σταθεροποιηθεί και η ταχύτητα των σφαιρών.
- iv) Σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου, το σύστημα των δύο σφαιρών είναι μονωμένο, οπότε η ορμή του συστήματος παραμένει σταθερή.

α) Εφαρμόζοντας την ΑΔΟ από την αρχική θέση μέχρι ελάχιστα πριν την κρούση έχουμε:

$$\vec{P}_{αρχ} = \vec{P}_{τελ} \rightarrow m\upsilon_0 = m\upsilon_1 - ma \rightarrow \upsilon_1 = \upsilon_0 + a$$

β) Εφαρμόζοντας την ΑΔΟ από την αρχική θέση μέχρι ελάχιστα μετά την κρούση έχουμε:

$$\vec{P}_{αρχ} = \vec{P}_{τελ} \rightarrow m\upsilon_0 = m\upsilon_1' + m\beta \rightarrow \upsilon_1' = \upsilon_0 - \beta$$

β) Τέλος από ΑΔΟ από την αρχική θέση μέχρι την τελική κατάσταση παίρνουμε:

$$\vec{P}_{αρχ} = \vec{P}_{τελ} \rightarrow m\upsilon_0 = m\upsilon_{1τελ} + m\gamma \rightarrow \upsilon_{1τελ} = \upsilon_0 - \gamma$$

- v) Κατά τη διάρκεια του πλησιάζματος των δύο σφαιρών, αυτές επιταχύνονται, συνεπώς η κινητική ενέργεια του συστήματος αυξάνεται επίσης. Αλλά αφού η μόνη δύναμη που παράγουν έργο είναι οι ηλεκτρικές δυνάμεις αλληλεπίδρασης (δυνάμεις συντηρητικές), η μηχανική ενέργεια θα παραμένει σταθερή. Αλλά αφού αυξάνεται η κινητική, θα μειώνεται η δυναμική ενέργεια.

Αλλά τη στιγμή της εκτόξευσης, η απόσταση θεωρείται άπειρη, συνεπώς $U_{αρχ}=0$, οπότε η $U_{τελ}$ θα είναι μικρότερη από μηδέν. Ή διαφορετικά από Α.Δ.Μ.Ε έχουμε:

$$\begin{aligned} E_{αρχ} &= E_{τελ} \rightarrow \\ K_{αρχ} + U_{αρχ} &= K_{τελ} + U_{τελ} \rightarrow \\ U_{τελ} &= K_{αρχ} - K_{τελ} < 0 \end{aligned}$$

dmargaris@sch.gr