

ΤΟ ΚΑΝΟΝΙ ΤΟΥ GAUSS ΚΑΙ ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΟΡΜΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

ΣΤΟΧΟΙ

- Η εξοικείωση των μαθητών με κρούση όπου έχουμε αύξηση της κινητικής ενέργειας του συστήματος
- Να είναι οι μαθητές σε θέση να εφαρμόζουν την αρχή διατήρησης της ορμής καθώς και της ενέργειας σε συστήματα που έχουν αρνητική δυναμική ενέργεια.

ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Αρχή διατήρησης της ορμής (ΑΔΟ):

Η ορμή μονωμένου συστήματος διατηρείται.

Παρατήρηση: Σε φαινόμενα που έχουμε σε πολύ μικρό χρόνο μεγάλες εσωτερικές δυνάμεις (κρούσεις) ακόμα κι αν υπάρχουν σχετικά μικρές εξωτερικές δυνάμεις μπορούμε να θεωρήσουμε ότι στον μικρό αυτό χρόνο ισχύει η ΑΔΟ. Για παράδειγμα, αν ένα βλήμα που κινείται οριζόντια σφηνωθεί σε ένα κομμάτι ξύλου που ηρεμεί πάνω σε ένα δάπεδο, τότε η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση θα είναι πρακτικά ίδια είτε το δάπεδο είναι λείο είτε όχι. Φυσικά αν μελετηθεί στη συνέχεια η κίνηση του συσσωματώματος πάνω στο δάπεδο προφανώς οι τριβές παίζουν ρόλο.

- Η δυναμική ενέργεια συστήματος σωματιδίων.

Ας θυμηθούμε την περίπτωση δύο σημειακών φορτίων, ενός θετικού Q και ενός αρνητικού q . Αν αυτά βρίσκονται σε απόσταση r , η δυναμική ενέργεια του συστήματος (που ισούται με το αντίθετο του έργου που απαιτείται για τη διάλυση του συστήματος) δίνεται από τη σχέση

$$U = k \frac{Qq}{r} = -k \frac{|Qq|}{r}$$

Αν μειωθεί η απόσταση μεταξύ των φορτίων, το απαιτούμενο έργο για την απομάκρυνσή τους ώστε να μην αλληλεπιδρούν αυξάνεται, επομένως η δυναμική ενέργεια μειώνεται (αυξάνεται η απόλυτη τιμή της). Έστω αρχικά είχαμε δυναμική ενέργεια $U_{αρχ} = -1J$, δηλαδή το απαιτούμενο έργο για την απομάκρυνση των φορτίων είναι $1J$. Αν τα φορτία πλησιάσουν αλληλεπιδρούν ισχυρότερα και το απαιτούμενο έργο για να απομακρυνθούν είναι μεγαλύτερο. Αν για παράδειγμα, η απόσταση υποτριπλασιαζόταν θα είχαμε για το σύστημα δυναμική ενέργεια $U_{τελ} = -3J$, δηλαδή θα απαιτείτο έργο $3J$ για την απομάκρυνση των φορτίων. Από τα παραπάνω οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι όταν τα φορτία πλησιάσουν θα μεταβληθεί η δυναμική ενέργεια του συστήματος κατά

$$\Delta U = U_{τελ} - U_{αρχ} = -3J - (-1J) = -2J$$

Δηλαδή έχουμε μείωση της δυναμικής ενέργειας κατά $2J$.

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι το σύστημα δύο φορτισμένων σωματιδίων με ετερόσημα ηλεκτρικά φορτία, που βρίσκονται σε κάποια απόσταση

και έλκονται, έχει αρνητική δυναμική ενέργεια. Κατ' αναλογία αρνητική δυναμική ενέργεια θα έχει και το σύστημα δύο μαζών που αλληλεπιδρούν. Όμοια αρνητική δυναμική ενέργεια θα έχει και το σύστημα ενός μαγνήτη και μιας σιδερένιας σφαίρας που έλκονται. Η αρνητική δυναμική ενέργεια ενός συστήματος σωμάτων έχει την έννοια ότι απαιτείται έργο προκειμένου να απομακρυνθούν τα σώματα μεταξύ τους ώστε να πάψουν να αλληλεπιδρούν.

ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ

4 (ή 10) μπίλιες από ρουλεμάν διαμέτρου περίπου 1,5cm

2 ισχυροί μαγνήτες νεοδυμίου

Πλαστικό ή αλουμινένιο κανάλι κύλισης π.χ. σιδηρόδρομος από κουρτίνες

Αλφάδι για οριζοντίωση .

Μαρκαδόρος

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Τοποθετήστε το μαγνήτη Μ πάνω στο διάδρομο κύλισης και κατόπιν τις τρεις μπίλιες 1,2,3 όπως στο σχήμα 1. Δοκίμασε να απομακρύνεις την μπίλια 3, κατόπιν τη 2 και στη συνέχεια την 1. Γράψε αν είχες στις τρεις περιπτώσεις την ίδια δυσκολία ή αν όχι κατέταξε τις μπίλιες με αύξουσα δυσκολία.



ΣΧΗΜΑ 1

Η δυναμική ενέργεια του συστήματος είναι θετική ή αρνητική;

.....

.....

.....

.....

.....

2. Σου δίνονται δύο περιπτώσεις όπου έχουμε τοποθετήσει το μαγνήτη Μ με τρεις μπίλιες. Την πρώτη φορά όπως στο σχήμα 1, ενώ τη δεύτερη όπως στο σχήμα 2 (η μία από αριστερά και οι άλλες δύο από δεξιά του μαγνήτη).



ΣΧΗΜΑ 2

Σε ποία περίπτωση νομίζεις ότι θα απαιτηθεί περισσότερη ενέργεια για να απομακρύνεις μια – μια τις μπίλιες.

Σε ποια περίπτωση έχει (αλγεβρικά) τη μικρότερη δυναμική ενέργεια το σύστημα;

.....

.....

.....

3. Σου δίνεται η διάταξη που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 3. Αν σπρώξουμε να κινηθεί πολύ αργά την μπίλια 0 προς το μαγνήτη Μ τι περιμένεις να συμβεί;



ΣΧΗΜΑ 3

.....

.....

.....

4. Στο διάδρομο κύλισης, δίπλα στο κέντρο του μαγνήτη Μ βάλε ένα σημάδι με το μαρκαδόρο.

5. Σπρώξε την μπίλια 0 να κινηθεί πολύ αργά προς το μαγνήτη Μ και παρατήρησε το φαινόμενο που θα ακολουθήσει. Γράψε τι παρατηρήσεις. Ήταν αυτό που περίμενες;

.....

6. Βάλε ξανά μια κουκίδα στο διάδρομο κύλισης δίπλα στο κέντρο του μαγνήτη εκεί που τελικά σταμάτησε. Τι παρατηρείς για το σύστημα του μαγνήτη με τις μπίλιες. Κατά την κρούση έμεινε ακίνητο; Αν όχι προς τα που κινήθηκε; Γιατί σταμάτησε και δεν συνέχισε την κίνησή του;

.....

7. Συζητείστε αν κατά την άποψή σας διατηρήθηκε η ορμή του συστήματος κατά την κρούση (στο μικρό χρονικό διάστημα που διήρκεσε αυτή). Γράψτε το συμπέρασμα σας και το σκεπτικό που σας οδήγησε σε αυτό.

.....

8. Η μπίλια 0 που σπρώξατε να κινηθεί αργά προς το μαγνήτη Μ είχε αρχικά ελάχιστη (αμελητέα) κινητική ενέργεια. Η μπίλια 3 που εκτοξεύτηκε μετά την κρούση απέκτησε πολύ μεγαλύτερη κινητική ενέργεια. Που βρέθηκε αυτή η ενέργεια; Παραβιάστηκε σε αυτό το φαινόμενο η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας; Αν όχι συζητήστε για το ενεργειακό ισοζύγιο σε αυτό το φαινόμενο με βάση τα αποτελέσματα των ερωτήσεων 1 και 2.

.....

9. Αν στο διάδρομο κύλισης βάλουμε τρία διαδοχικά συστήματα μαγνήτη – τριών σφαιρών όπως φαίνεται στο σχήμα 4, τι προβλέπεις να συμβεί αν σπρώξεις αργά ά την μπίλια 0 προς το μαγνήτη Μ; Θα μπορούσε η διάταξη να αποτελέσει ένα γραμμικό επιταχυντή σφαιρών;



ΣΧΗΜΑ 4

.....

