**ΒΑΘΜΟΣ:..............**

**ΣΑΡΑΜΠΑΛΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΤΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:........................................................................................

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:....................................................................................................

**Αντικείμενο εξέτασης**: Κρούσεις

**Χρόνος**: Δύο διδακτικές ώρες

**ΘΕΜΑΤΑ**

**5 μονάδες**

1. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης, που αναφέρονται στις αρχικές συνθήκες μετωπικών ελαστικών κρούσεων, δύο ομογενών ελαστικών σφαιρών μαζών m1 και m2 και ταχυτήτων υ1 και υ2 αντίστοιχα με αυτά της δεξιάς στήλης που είναι οι ταχύτητες των σφαιρών μετά την κρούση

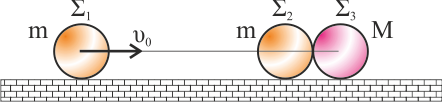
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

1. Κατά τη μετωπική ελαστική κρούση δύο σφαιρών, οι διαφορές των ταχυτήτων πριν και μετά την κρούση είναι αντίθετες, όταν

**5 μονάδες**

* 1. οι σφαίρες έχουν ίσες μάζες
  2. πάντοτε
  3. οι σφαίρες έχουν λόγο μαζών
  4. η μια σφαίρα είναι αρχικά ακίνητη και έχει μεγαλύτερη μάζα από αυτή που κινείται

**5 μονάδες**

1. Δύο ομογενείς σφαίρες Σ2 και Σ3, με μάζες m και Μ αντιστοίχως είναι ακίνητες και εφάπτονται. Μια τρίτη ομογενής σφαίρα Σ1 και ίσου όγκου με τις προηγούμενες, μάζας m, κινείται με ταχύτητα κατά μήκος της διακέντρου των άλλων δύο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν όλες οι κρούσεις είναι μετωπικές και ελαστικές, τότε
   1. Θα συμβούν τρεις κρούσεις αν m>M
   2. Θα συμβούν δύο κρούσεις αν
   3. Συμβαίνουν πάντα δύο κρούσεις ανεξάρτητα σχέσης μαζών
   4. Συμβαίνουν πάντα τρεις κρούσεις ανεξάρτητα σχέσης μαζών
2. Δύο μαθητές Α και Β, με μάζες MA και ΜΒ (MA<ΜΒ), στέκονται αρχικά ακίνητοι πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο ενός παγοδρομίου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι δύο μαθητές κρατάνε τις άκρες ενός σχοινιού σταθερού μήκους L. Κάποια στιγμή οι μαθητές αρχίζουν να μαζεύουν ταυτόχρονα το σχοινί και κινούνται στην ίδια ευθεία και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αγκαλιάζονται και παραμένουν αγκαλιασμένοι. Οι αγκαλιασμένοι μαθητές:

**5 μονάδες**

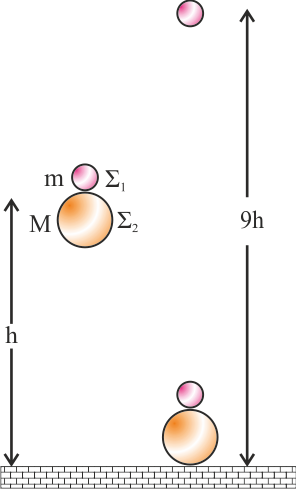
* 1. θα συναντηθούν στο μέσο του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ
  2. θα κινηθούν προς τα αριστερά
  3. θα κινηθούν προς τα δεξιά
  4. θα παραμείνουν ακίνητοι

**20 μονάδες**

1. Ανάμεσα σε δύο παράλληλους λείους τοίχους ΑΓ και ΒΔ, υπάρχει λείο οριζόντιο δάπεδο. Τα ευθύγραμμα τμήματα ΑΒ και ΓΔ είναι κάθετα στους τοίχους. Σφαίρα Σ1 κινείται πάνω στο δάπεδο, με σταθερή ταχύτητα, μέτρου υ, παράλληλη στους τοίχους, και καλύπτει τη διαδρομή από το ΑΒ μέχρι το ΓΔ σε χρόνο . Στη συνέχεια δεύτερη σφαίρα Σ2 που έχει ταχύτητα μέτρου υ συγκρούεται ελαστικά με τον ένα τοίχο υπό γωνία  και, ύστερα από διαδοχικές ελαστικές κρούσεις με τους τοίχους, καλύπτει τη διαδρομή από το ΑΒ μέχρι το ΓΔ σε χρόνο . Οι σφαίρες εκτελούν μόνο μεταφορική κίνηση. Τότε θα ισχύει:

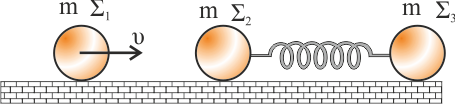
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. Δίνονται: 

1. Μικρή σφαίρα μάζας m (σφαίρα Σ1) βρίσκεται λίγο πιο πάνω και στην ίδια κατακόρυφο από μια σφαίρα Σ2 με μάζα Μ πολύ μεγαλύτερη από τη μάζα m. Οι σφαίρες αφήνονται να πέσουν στο κενό από ύψος h, πάνω σε ένα οριζόντιο ακλόνητο δάπεδο με το οποίο συγκρούεται η μεγάλη σφαίρα. Να δείξετε ότι η σφαίρα m αναπηδώντας θα φτάσει σε ύψος . Όλες οι κρούσεις είναι μετωπικές και ελαστικές και οι διαστάσεις των σφαιρών να μη ληφθούν υπόψη.

**20 μονάδες**

1. Στο επόμενο σχήμα οι τρεις λείες σφαίρες είναι ομογενείς, ίσων μαζών και ακτίνων. Η σφαίρα Σ1 κινούμενη με ταχύτητα υ πέφτει πάνω στη Σ2 που είναι συνδεδεμένη με τη Σ3 μέσω ιδανικού ελατηρίου. Αν η κρούση της Σ1 με τη Σ2 είναι μετωπική και ελαστική και το δάπεδο λείο να βρεθεί η μέγιστη παραμόρφωση του ελατηρίου και οι επιταχύνσεις των δύο σφαιρών τη στιγμή αυτή. Δίνονται: , και .



**20 μονάδες**

**20 μονάδες**

1. Όταν ένα κινούμενο νετρόνιο μάζας m συγκρουστεί με ακίνητο πυρήνα μαζικού αριθμού Α (πλήθος νουκλεονίων του πυρήνα που θεωρούμε ότι το καθένα έχει μάζα m και ο πυρήνας mΑ) χάνει μέρος της κινητικής του ενέργειας και επιβραδύνεται. Η κρούση θεωρείται μετωπική και ελαστική.
   1. Δείξτε ότι το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που χάνει το νετρόνιο (μεταφέρεται στον πυρήνα) σε συνάρτηση του μαζικού αριθμού Α του πυρήνα  δίνεται από τη σχέση 
   2. Βάσει της προηγούμενης σχέσης υπολογίστε το αντίστοιχο ποσοστό αν ο πυρήνας είναι πρωτίου , δευτερίου  και ηλίου .
   3. Κατά τη διάσπαση του ουρανίου στους πυρηνικούς αντιδραστήρες παράγονται νετρόνια υψηλών ταχυτήτων τα οποία πρέπει να επιβραδυνθούν, γιατί τα βραδέως κινούμενα νετρόνια, αφενός έχουν μεγάλη πιθανότητα να προκαλέσουν νέες διασπάσεις στο ουράνιο – 235  και να συντηρείται η αντίδραση και αφετέρου δεν απορροφώνται από τους πυρήνες του ισοτόπου του ουρανίου-238  που κατ’ ανάγκη συνυπάρχουν με το ουράνιο-235 που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στους αντιδραστήρες. Προς τούτο το ουράνιο περιβάλλεται με υλικό που περιέχει κατάλληλους πυρήνες με ρόλο να υποβιβάζουν την κινητική ενέργεια των παραγόμενων νετρονίων. Τα παραγόμενα νετρόνια συγκρουόμενα ελαστικά με τους πυρήνες του επιβραδυντή χάνουν μεγάλο μέρος της κινητικής τους ενέργειας. Βάσει των αποτελεσμάτων της Β ερώτησης τι μαζικό αριθμό πρέπει να έχουν πυρήνες του υλικού του επιβραδυντή έτσι ώστε τα νετρόνια (σχεδόν) να ακινητοποιούνται;

Απαντήσεις

1. Αα, Βδ, Γβ, Δε, Εγ 
2. Β 
3. Β 
4. Δ 
5. Από τη θεωρία των κρούσεων προκύπτει ότι η ταχύτητα της σφαίρας 2 κάθε φορά που συγκρούεται με τα τοιχώματα θα ανακλάται με την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα, χωρίς να επηρεάζονται οι γωνίες πρόπτωσης και ανάκλασης που θα είναι 300 (η γωνία ανάκλασης από τον έναν τοίχο θα είναι ίση με τη γωνία πρόπτωσης στην αμέσως επόμενη κρούση με τον απέναντι τοίχο). Αναλύοντάς την ταχύτητά της σε παράλληλη προς το τοιχώματα  και σε κάθετη προς αυτά , η πρώτη δεν επηρεάζεται κατά τις κρούσεις, ενώ η δεύτερη αντιστρέφεται σε κάθε κρούση. Από την αρχή της επαλληλίας (αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων) προκύπτει ότι η μία κίνηση (η παράλληλη προς τα τοιχώματα) δεν επηρεάζει την άλλη (την κάθετη προς αυτά). Έτσι ο χρόνος μέχρι να βγει απέναντι θα καθοριστεί αποκλειστικά από την παράλληλη προς τα τοιχώματα συνιστώσα της ταχύτητας και το μήκος των τοιχωμάτων. Μετά από αυτά έχουμε (και οι δύο σφαίρες διανύουν το ίδιο διάστημα d ίσο με το μήκος των τοίχων):

1. Οι σφαίρες φτάνουν (σχεδόν) ταυτοχρόνως στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα υ που υπολογίζεται από τη σχέση (ΑΔΜΕ): . Πρώτη συγκρούεται με το δάπεδο η Μ και η ταχύτητά της αντιστρέφεται. Στην πορεία της προς τα πάνω συγκρούεται με την m που κινείται προς τα κάτω με την ίδια ταχύτητα υ. Θεωρώντας τον κατακόρυφο άξονα με θετικά προς τα πάνω και τις γνωστές σχέσεις από τη μετωπική ελαστική κρούση έχουμε για τη σύγκρουση αυτή

Με την ΑΔΜΕ για την m παίρνουμε 

Αν προσθέσουμε τις κινητικές ενέργειες των δύο σωμάτων αμέσως μετά την μεταξύ τους κρούση τους (η Μ προέρχεται από ανάκλαση στο έδαφος) βρίσκουμε



Δηλ. παραδόξως είναι μεγαλύτερη από την αρχική δυναμική των δύο σωμάτων παραβιάζοντας την ΑΔΜΕ.

Η «παραβίαση» αυτή προέρχεται από τις προσεγγίσεις που κάναμε, δηλ. ότι η μάζα Μ στη σύγκρουση με το έδαφος είναι πολύ μικρότερη της μάζας του εδάφους και στη σύγκρουση με την m πολύ μεγαλύτερή της.

Αν ακολουθήσουμε κανονικά τις πράξεις θέτοντας  έχουμε



1. Κατά τη σύγκρουση της Σ1 με την ίσης μάζας Σ2 η πρώτη ακινητοποιείται και η Σ2 αμέσως μετά την κρούση θα έχει ταχύτητα υ προς τα δεξιά και όλη την ενέργεια της Σ1. Οι δυνάμεις από το ελατήριο ως εσωτερικές στο σύστημα «Σ2 – ελατήριο - Σ3» δεν δύνανται να μεταβάλλουν την ορμή του συστήματος (μονωμένο). Έτσι η ορμή του διατηρείται καθόλη τη διάρκεια εξέλιξης του φαινόμενου. Επίσης διατηρείται και η μηχανική ενέργεια, αφού δεν υπάρχουν τριβές και η δύναμη από το ελατήριο είναι διατηρητική. Οι κατακόρυφες δυνάμεις (βάρη και κάθετες αντιδράσεις από το δάπεδο δεν παίζουν κανένα ρόλο, για κάθε ξεχωριστό σώμα αλληλοαναιρούνται και αγνοούνται στη συνέχεια).

Η Σ2 επιβραδύνεται με αρχική ταχύτητα υ και η Σ3 επιταχύνεται από μηδενική ταχύτητα (με ίσες απολύτως επιταχύνσεις αφού δέχονται αντίθετες δυνάμεις από το ελατήριο και έχουν ίσες μάζας). Για όσο χρόνο η ταχύτητα της Σ2 είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της Σ3 οι σφαίρες πλησιάζουν και το ελατήριο συσπειρώνεται. Από τη στιγμή που θα γίνουν ίσες και στη συνέχεια που η ταχύτητα της Σ2 γίνεται μικρότερη της αντίστοιχης του Σ3, το ελατήριο αποσυσπειρώνεται. Άρα, τη στιγμή της μέγιστης συσπείρωσης οι ταχύτητες των δύο σφαιρών είναι ίσες. Έτσι έχουμε:

1. .
   1.  
   2.  
   3. Από τα προηγούμενα φαίνεται (άλλωστε αναμενόμενο από τη θεωρία) η σύγκρουση του νετρονίου με πυρήνα ίσης μάζας ουσιαστικά του αποσπά όλη του την ενέργεια. Άρα, με πρώτιο. 