

ΚΡΟΥΣΕΙΣ

ΤΑΞΗ : Γ

Α) ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές, μετά το τέλος της διδασκαλίας, να είναι σε θέση :

α) Γνώσεις:

1. Να διακρίνουν τα είδη των κρούσεων, να αποδεικνύουν τους τύπους της ταχύτητας σε περιπτώσεις κρούσεων και να τους εφαρμόζουν σε διάφορα προβλήματα.

β) Δεξιότητες (νοητικές)

1. Να διακρίνουν τα διάφορα είδη κρούσεων ανάλογα με τη διεύθυνση των ταχυτήτων πριν την κρούση και με τη διατήρηση ή όχι της μηχανικής ενέργειας.

2. Να γράφουν τις εξισώσεις που εκφράζουν την ορμή και την μηχανική ενέργεια συστήματος σωμάτων πριν την κρούση και μετά από αυτήν.

3. Να αποδεικνύουν τους τύπους της ταχύτητας των σωμάτων μετά την κρούση στην περίπτωση της κεντρικής ελαστικής κρούσης δυο σωμάτων.

4. Να αποδεικνύουν τους τύπους της ταχύτητας των σωμάτων σε περιπτώσεις κεντρικής ελαστικής κρούσης (κινούμενο-ακίνητο, $m_1=m_2$, $m_1 \gg m_2$, $m_1 \ll m_2$)

Β) ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΜΕΣΑ & ΥΛΙΚΑ

- Διάδρομος (2)
- Ορθοστάτες (2)
- Σύνδεσμοι
- Σφικτήρες
- διαστημόμετρο
- Μεταλλικές σφαίρες
- Φωτοπύλες (2)
- Υπολογιστής-βιντεοπροβολέας

Γ) ΠΟΡΕΙΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ - ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Διδακτική μέθοδος: Καθοδηγούμενη ανακάλυψη, με πείραμα μετωπικό, ανά ομάδες (ανάπτυξη επιπλέον κινητικών και κοινωνικών δεξιοτήτων).

Γ1) ΑΝΟΙΓΜΑ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ (5 min)

- **Ανάκληση των γνωστικών προαπαιτήσεων** που είναι απαραίτητες για να οικοδομηθεί η νέα γνώση (π.χ. σύστημα σωμάτων, δυνάμεις εσωτερικές-εξωτερικές, μονωμένο σύστημα, ορμή, γενικότερη διατύπωση του β' νόμου του Νεύτωνα, αρχή διατήρησης της ορμής, κινητική ενέργεια, βαρυτική δυναμική ενέργεια, μηχανική ενέργεια).
Η ανάκληση θα πραγματοποιηθεί με προβολή σχετικών διαφανειών.
- **Ενημέρωση των μαθητών για τους στόχους του μαθήματος**
(τι θα είναι σε θέση να κάνουν μετά το τέλος του μαθήματος και αναγραφή στον πίνακα ενός συνοπτικού διαγράμματος ροής του μαθήματος για να καθοριστεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα διεξαχθεί η διδασκαλία και να γίνει συσχέτιση των νέων εννοιών με τις ήδη γνωστές.)
- **Διέγερση του ενδιαφέροντος των μαθητών**
(προβολή βίντεο σύγκρουσης αυτοκινήτων και σφαιρών μπιλιάρδου, όπου ζητείται από τους μαθητές αν μπορούμε να μελετήσουμε τη κρούση τους χωρίς να δίνεται τώρα η απάντηση).

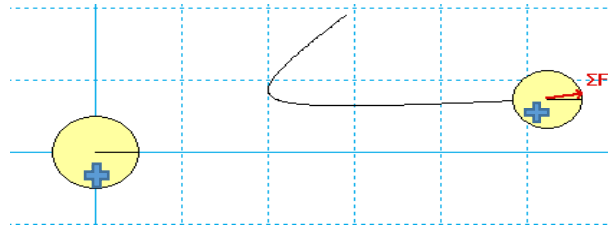
Γ2) ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (30 min)

Γ2.1. Γίνεται επίδειξη κρούσης δύο μεταλλικών σφαιρών.



Με βάση το πείραμα συμπεραίνουμε ότι οι απότομες αλλαγές της κινητικής κατάστασης προκαλούνται από που αναπτύσσονται ανάμεσα στα σώματα που κατά τη διάρκεια της

Γ2.2. Παρουσιάζεται προσομοίωση σκέδασης.



Γιατί κατά τη γνώμη σας μπορούμε να μιλάμε και πάλι για κρούση παρόλο που τα σώματα δεν έρχονται σε επαφή;

.....
.....

Γ2.3. Γίνεται επίδειξη κρούσης μεταλλικών σφαιρών, ίδιας ακτίνας, κινούμενων στον ίδιο διάδρομο (κεντρική κρούση).



Τι παρατηρείτε για τα διανύσματα των ταχυτήτων του κέντρου μάζας των σφαιρών πριν και μετά τη σύγκρουση;

.....
.....

Γ2.4. Γίνεται επίδειξη κρούσης μεταλλικών σφαιρών, κινούμενων σε διαφορετικούς παράλληλους διαδρόμους. (έκκεντρη κρούση).



Τι παρατηρείτε για τα διανύσματα των ταχυτήτων των κέντρων μάζας των σφαιρών πριν τη κρούση τους ;

.....

Γ2.5.Γίνεται επίδειξη κρούσης μεταλλικών σφαιρών κινούμενων σε διαφορετικούς διαδρόμους.(πλάγια κρούση).



Τι παρατηρείτε για τα διανύσματα των ταχυτήτων των κέντρων μάζας των σφαιρών πριν τη κρούση τους ;

.....

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ανάλογα με τη διεύθυνση που κινούνται τα σώματα πριν συγκρουστούν, οι κρούσεις τους διακρίνονται αντίστοιχα σε , ,

Γ2.6. Από $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \rightarrow d\vec{P} = \vec{F}.dt$

Επειδή η κρούση είναι ένα φαινόμενο που διαρκεί χρόνο, οι ωθήσεις $\vec{F}.dt$ των εξωτερικών δυνάμεων, αν υπάρχουν, είναι , κατά τη διάρκεια της κρούσης . Το σύστημα των σωμάτων που συγκρούονται μπορεί να θεωρηθεί , για τη χρονική διάρκεια της κρούσης . Επομένως , η ορμή του συστήματος

Δηλαδή αν $\vec{P}_{πριν}$ η ορμή του συστήματος λίγο πριν τη κρούση και $\vec{P}_{μετά}$ η ορμή του συστήματος αμέσως μετά τη κρούση , ισχύει

Γ2.7.Η ενέργεια στη κρούση

A.



Πραγματοποιήστε τη διάταξη της φωτογραφίας, όπου φαίνονται ένας μεταλλικός διάδρομος, δύο μεταλλικές σφαίρες διαφορετικής μάζας και δύο φωτοπύλες. Φροντίστε ο διάδρομος να είναι οριζόντιος, οι φωτοπύλες να είναι κοντά μεταξύ τους και στη λειτουργία F1. Θεωρείστε αμελητέες τις τριβές.

Αφήστε ελεύθερες τις σφαίρες από μικρό ύψος. Συμπληρώστε το πίνακα τιμών που ακολουθεί.

| Σφαίρα | Μάζα (Kg) | Διάμετρος (m) | Χρόνος διέλευσης πριν(s) | Ταχύτητα πριν (s) (m/s) | Κινητική ενέργεια πριν (J) | Χρόνος διέλευσης μετά (s) | Ταχύτητα μετά (m/s) | Κινητική ενέργεια μετά (J) |
|---|--------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Μεγάλη(1) | | | | | | | | |
| Μικρή(2) | | | | | | | | |
| Κινητική ενέργεια συστήματος (πριν και μετά τη κρούση) | | | | | | | | |
| <u>Εργασία για το σπίτι.</u> | | | | | | | | |
| Επειδή η κρούση είναι ένα φαινόμενο αμελητέας χρονικής διάρκειας, η βαρυτική δυναμική ενέργεια των σωμάτων παραμένει σταθερή, αφού δεν συμβαίνει αλλαγή θέσης κατά τη κρούση. | | | | | | | | |
| Μηχανική ενέργεια συστήματος (πριν και μετά τη κρούση) | | | | | | | | |
| Ποσοστό (%) μεταβολής μηχανικής ενέργειας του συστήματος | | | | | | | | |

Κατά τη σύγκρουση δύο σωμάτων ένα μέρος της μηχανικής τους ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα. Στην ιδανική περίπτωση που η μηχανική ενέργεια των σωμάτων δε μεταβάλλεται κατά την κρούση, η κρούση ονομάζεται ελαστική.

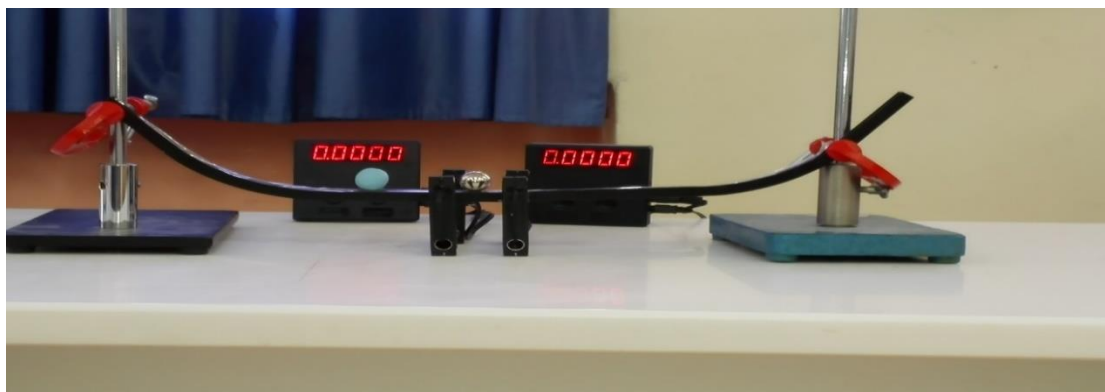
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: Ελαστική είναι η κρούση στην οποία η κινητική ενέργεια του συστήματος των συγκρουομένων σωμάτων.

Εργασία για σπίτι: Να αναφέρετε πιθανές αιτίες στο παραπάνω πείραμα για τις οποίες η μηχανική ενέργεια δεν είναι σταθερή κατά τη κρούση.

.....
.....
.....
.....

Παρατήρηση: Προσεγγιστικά ελαστική κρούση μπορεί να θεωρηθεί η κρούση ανάμεσα σε δύο πολύ σκληρά σώματα, όπως ανάμεσα σε δύο σιδερένιες σφαίρες. Στον μικρόκοσμο όμως έχουμε απόλυτα ελαστική κρούση (π.χ. σκέδαση).

B.



Πραγματοποιήστε τη διάταξη της φωτογραφίας, όπου φαίνονται ένας μεταλλικός διάδρομος, δύο σφαίρες ,μία μεταλλική και μία μεταλλική με πλαστελίνη και δύο φωτοπύλες. Φροντίστε ο διάδρομος να είναι οριζόντιος και καλυμμένος με λεπτή κολλητική ταινία , οι φωτοπύλες να είναι κοντά μεταξύ τους και στη λειτουργία F1.Θεωρείστε αμελητέες τις τριβές.

Αφήστε τις σφαίρες από μικρό ύψος. Συμπληρώστε το πίνακα τιμών που ακολουθεί.

| Σφαίρα | Μάζα (Kg) | Διάμετρος (m) | Χρόνος διέλευσης πριν(s) | Ταχύτητα πριν (s) (m/s) | Κινητική ενέργεια πριν (J) | Χρόνος διέλευσης μετά (s) | Ταχύτητα μετά (m/s) | Κινητική ενέργεια μετά (J) |
|--|--------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Μεγάλη(1) | | | | | | | | |
| Μικρή(2) | | | | | | | | |
| Κινητική ενέργεια συστήματος (πριν και μετά τη κρούση) | | | | | | | | |
| <u>Εργασία για το σπίτι:</u> Επειδή η κρούση είναι ένα φαινόμενο αμελητέας χρονικής διάρκειας, η βαρυτική δυναμική ενέργεια των σωμάτων παραμένει σταθερή, αφού δεν συμβαίνει αλλαγή θέσης κατά τη κρούση. | | | | | | | | |
| Μηχανική ενέργεια συστήματος (πριν και μετά τη κρούση) | | | | | | | | |
| Ποσοστό (%) μεταβολής μηχανικής ενέργειας του συστήματος | | | | | | | | |

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: *Ανελαστική* ονομάζεται η κρούση στην οποία ένα μέρος της αρχικής του συστήματος των σωμάτων μετατρέπεται σε

Ειδική περίπτωση ανελαστικής κρούσης είναι εκείνη που οδηγεί σε συγκόλληση των σωμάτων, δηλαδή στη δημιουργία συσσωματώματος. Αυτή η κρούση ονομάζεται **πλαστική**.

Γ2.8. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΚΡΟΥΣΗ



Πρόταση για πειραματική επαλήθευση των τύπων της κεντρικής ελαστικής κρούσης. (Προτείνεται να γίνει μόνο αν επαρκεί ο χρόνος ή σε άλλη διδακτική ώρα).
Αφήνουμε μια μεταλλική και μια γυάλινη σφαίρα, ίδιας ακτίνας, από διαφορετικά ύψη, τέτοια ώστε η κρούση τους να γίνει ανάμεσα στις φωτοπύλες.
Συμπληρώνουμε τον πίνακα που ακολουθεί.

| Σφαίρα | Μάζα(kg) | Διάμετρος(m) | Χρόνος πριν(s) | Ταχύτητα πριν(m/s) | Χρόνος μετά(s) | Ταχύτητα μετά(m/s) |
|--------|----------|--------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |

Θεωρητική προσέγγιση :

Έστω τα σώματα του σχήματος :



Για να συγκρουστούν πρέπει :

Η εικόνα μετά τη κρούση είναι :



Είναι : $u_1' < u_2'$ (γιατί;)

Ισχύουν :

$$\vec{P}_{αρχ} = \vec{P}_{τελ} \longrightarrow \dots\dots\dots$$

$$K_{αρχ} = K_{τελ} \longrightarrow \dots\dots\dots$$

Αν μια ταχύτητα βρεθεί ή τεθεί αρνητική, σημαίνει κίνηση αντίθετης φοράς (απ' αυτή που είχαμε επιλέξει).

Σύστημα :

$$\left. \begin{aligned} m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2' \\ m_1 \cdot v_1^2 + m_2 \cdot v_2^2 &= m_1 \cdot v_1'^2 + m_2 \cdot v_2'^2 \end{aligned} \right\} \longrightarrow \dots \longrightarrow \left\{ \begin{aligned} m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2' \\ v_1 + v_1' &= v_2' + v_2 \end{aligned} \right.$$

Λύσεις :

$$v_1' = \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_2 + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1 \quad (1)$$

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_2 \quad (2)$$

Ειδικές περιπτώσεις κεντρικής ελαστικής κρούσης :

Α. Σώματα ίσων μαζών

Από τις σχέσεις (1,2) προκύπτουν : $v_1' = \dots\dots\dots$ και $v_2' = \dots\dots\dots$
 Δηλαδή τα σώματα $\dots\dots\dots$

Στη φωτογραφία που ακολουθεί φαίνεται οριζόντιος διάδρομος και μεταλλικές σφαίρες ίσης μάζας. Αποδείξτε πειραματικά τα παραπάνω θεωρητικά αποτελέσματα.



Εκτοξεύστε τη σφαίρα που είναι μόνη προς τις υπόλοιπες. Παρατηρήστε και εξηγήστε το φαινόμενο.

.....

Β. Κινούμενο σώμα (m_1) προσπίπτει σε ακίνητο (m_2)

Από τις σχέσεις (1,2) προκύπτουν :

$$u_1' = \dots\dots\dots (3) \quad \text{και}$$

$$u_2' = \dots\dots\dots (4)$$

Γ. Κινούμενο σώμα (m_1) προσπίπτει σε ακίνητο πολύ μεγαλύτερης μάζας (m_2)

Από τις σχέσεις (3,4) προκύπτουν :

$$u_1' = \dots\dots\dots \text{Δηλαδή} \dots\dots\dots$$

$$u_2' = \dots\dots\dots \text{Δηλαδή} \dots\dots\dots$$

Δ. Κινούμενο σώμα (m_1) προσπίπτει σε ακίνητο πολύ μικρότερης μάζας (m_2)

Από τις σχέσεις (3,4) προκύπτουν :

$u_1' = \dots\dots\dots$ Δηλαδή συνεχίζει να κινείται χωρίς να $\dots\dots\dots$
η ταχύτητά του.

$$u_2' = \dots\dots\dots$$

Γ3. ΚΛΕΙΣΙΜΟ (3 min)

- 1) Γίνεται ενίσχυση της συγκράτησης της νέας γνώσης με ανακεφαλαίωση-επισημάνση των κυριότερων σημείων του μαθήματος.
- 2) Ζητείται από τους μαθητές να επεξεργαστούν, στο σπίτι τους, τις ερωτήσεις-ασκήσεις που αναγράφονται στο φύλλο εργασίας.

Γ2.9 .ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ (7 min)

1. Συμπληρώστε τα κενά:

Δύο σφαίρες με μάζες $m_1=2$ kg και $m_2=3$ kg (θεωρούνται σώματα–υλικά σημεία), που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις και συγκρούονται κεντρικά και πλαστικά, έχουν πριν τη σύγκρουσή τους ταχύτητες $u_1=3$ m/s και $u_2=3$ m/s. Η ορμή της πρώτης σφαίρας πριν τη σύγκρουση έχει μέτροkg m/s και της δεύτερηςkg m/s. Η ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών πριν την κρούση έχει μέτρο.....kg m/s και μετά την κρούση.....kg m/s.

στόχος β2

2. Ποιο από τα παρακάτω μεγέθη διατηρείται σε κάθε κρούση;

- α) Η κινητική ενέργεια του συστήματος.
- β) Η μηχανική ενέργεια του συστήματος.
- γ) Η ορμή του συστήματος.

Επιλέξτε το σωστό.

στόχος β1

3. Κατά την ελαστική κρούση δύο σωμάτων

- α) η κινητική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή.
- β) η κινητική ενέργεια του κάθε σώματος παραμένει σταθερή.
- γ) η κινητική ενέργεια του συστήματος αυξάνεται.
- δ) η κινητική ενέργεια του συστήματος μειώνεται.

Επιλέξτε τη σωστή πρόταση.

στόχοι α1,β1

4. Κατά την πλαστική κρούση δύο σωμάτων η μηχανική ενέργεια του συστήματος

- α) παραμένει σταθερή,
- β) αυξάνεται,
- γ) μειώνεται.

Επιλέξτε το σωστό.

στόχοι α1,β1

5. Μια σφαίρα Α συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα Β, ίσης μάζας.

Η ταχύτητα της σφαίρας Α μετά την κρούση

- α) θα είναι ίση με την ταχύτητα που είχε πριν την κρούση,
- β) θα είναι αντίθετη της ταχύτητας που είχε πριν την κρούση,
- γ) θα είναι ίση με την ταχύτητα που θα αποκτήσει η σφαίρα Β.
- δ) θα μηδενιστεί.

Επιλέξτε τη σωστή πρόταση.

στόχοι β3,β4

6. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

α) Στις μετωπικές κρούσεις δύο σφαιρών οι ταχύτητες των σωμάτων πριν και μετά την κρούση έχουν την ίδια διεύθυνση.

β) Κατά την ελαστική κρούση δύο σφαιρών η μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται σταθερή.

γ) Κατά την πλαστική κρούση δύο σωμάτων η ενέργεια του συστήματος μεταβάλλεται.

δ) Αν η μετωπική κρούση δύο σφαιρών με ίσες μάζες είναι ελαστική, οι σφαίρες ανταλλάσσουν ταχύτητες.

στόχοι α1,β1,β4

7. Μια ελαστική μπάλα Α κινείται με ορμή μέτρου $P_1=10\text{Kg}\cdot\text{m/s}$ και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητη μπάλα Β. Μετά την κρούση η μπάλα Β αποκτά ορμή μέτρου $P_2'=20\text{Kg}\cdot\text{m/s}$.

α) Πόση είναι η ορμή της Α μπάλας μετά την κρούση;

β) Ποια μπάλα έχει μεγαλύτερη μάζα;

Εξηγήστε.

.....
.....
.....
.....

στόχοι β2,β4

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

Ερώτηση 1 : Δύο σώματα A και B, με μάζες m και $3m$ αντίστοιχα, βρίσκονται ακίνητα πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Δίνουμε στο σώμα A αρχική ταχύτητα έτσι ώστε να κινηθεί προς τη θετική φορά και να συγκρουστεί κεντρικά και ελαστικά με το ακίνητο σώμα B. Ο λόγος της αλγεβρικής τιμής της ταχύτητας του A προς αυτή του B μετά τη κρούση είναι :

- α. 2 β. 1 γ. - 1

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

.....
.....
.....
.....

Ερώτηση 2 :. Μια σφαίρα Σ_1 , μάζας $m_1=m$, συγκρούεται κεντρικά πλαστικά με ακίνητη σφαίρα Σ_2 , μάζας $m_2=m$. Η σφαίρα Σ_1 μετά την κρούση έχει το :

α. 50% της αρχικής ενέργειάς της.

β. 100% της αρχικής ενέργειάς της.

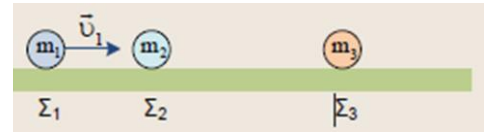
γ. 25% της αρχικής ενέργειάς της.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

.....
.....
.....
.....

ΑΣΚΗΣΗ

Τρεις μικρές σφαίρες Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 βρίσκονται ακίνητες πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο όπως στο σχήμα. Οι σφαίρες έχουν μάζες $m_1=m$, $m_2=m$ και $m_3=3m$, αντίστοιχα. Δίνουμε στη σφαίρα Σ_1 ταχύτητα μέτρου u_1 .



Όλες οι κρούσεις που ακολουθούν ανάμεσα στις σφαίρες είναι κεντρικές και ελαστικές. Να βρεθούν:

A1. ο αριθμός των κρούσεων που θα γίνουν συνολικά.

Αφού ολοκληρωθούν όλες οι κρούσεις των σφαιρών μεταξύ τους, να υπολογισθεί:

A2. η τελική ταχύτητα κάθε σφαίρας.

A3. το μέτρο της μεταβολής της ορμής της πρώτης σφαίρας.

A4. το ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας Σ_1 που μεταφέρθηκε στη τρίτη σφαίρα Σ_3 .

B1. Αν όλες οι κρούσεις είναι κεντρικές και πλαστικές, να υπολογίσετε την απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά τη διάρκεια όλων των κρούσεων.

Δίνονται: η μάζα $m_1=2\text{kg}$ και $u_1=10\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

στόχοι α1,β1,β2,β3,β4