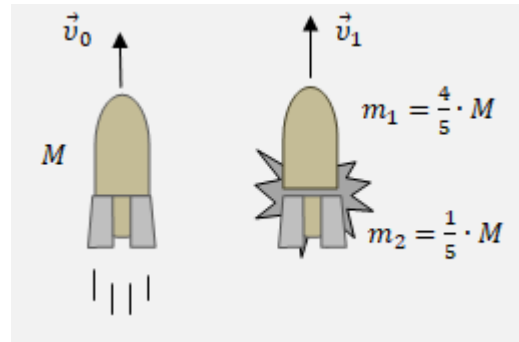


ΟΡΜΗ-ΚΡΟΥΣΗ-ΑΔΟ Β' ΘΕΜΑΤΑ-ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΤΟΔΔ

B1. Ένας πύραυλος μάζας M , κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}_0$, εκτός πεδίου βαρύτητας. Κάποια στιγμή, μια προγραμματισμένη εσωτερική έκρηξη, διασπά τον πύραυλο σε δύο κομμάτια (1) και (2), με μάζες αντίστοιχα $m_1 = \frac{4}{5} \cdot M$ και $m_2 = \frac{1}{5} \cdot M$.

Αν αμέσως μετά την έκρηξη, το κομμάτι (2) δεν έχει ταχύτητα, τότε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του κομματιού (1), εξαιτίας της έκρηξης, είναι:



(α) $|\Delta p_1| = 0$, (β) $|\Delta p_1| = \frac{1}{5} \cdot M \cdot v_0$, (γ) $|\Delta p_1| = \frac{5}{4} \cdot M \cdot v_0$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση. **2.1.B.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B2. Μια ομάδα μαθητριών και μαθητών, με τη βοήθεια της/του καθηγήτριας/καθηγητή τους, εκτέλεσαν ένα πείραμα για να επιβεβαιώσουν την αρχή διατήρησης της ορμής σε μονωμένο σύστημα σωμάτων. Στο εργαστήριό τους βρήκαν αμαξίδια, που μερικά είχαν και έμβολο, το οποίο ήταν δυνατόν να συμπιέζεται και να σταθεροποιείται συμπιεσμένο. Μια ασφάλεια, στο πάνω μέρος του αμαξιδίου, μπορεί να απελευθερώνει το συμπιεσμένο έμβολο, με ένα μικρό κτύπημα, ώστε να ξαναβρεθεί στην αρχική του θέση.

Αρχικά ζύγισαν το αμαξίδιο με το έμβολο και βρήκαν τη μάζα του $m_1 = 400 \text{ g}$.

Σε ένα δεύτερο αμαξίδιο χωρίς έμβολο, τοποθέτησαν ένα βαρίδι και ζυγίζοντας βρήκαν τη συνολική του μάζα $m_2 = 800 \text{ g}$ (σχήμα 1).

Συμπιέσαν το έμβολο του αμαξιδίου (1) και το έφεραν σε επαφή με το αμαξίδιο (2), έτσι ώστε να είναι αρχικά ακίνητα και τα δύο, στην ίδια οριζόντια διεύθυνση (σχήμα 2).

Με ένα ξαφνικό κτύπημα στην ασφάλεια του αμαξιδίου (1), το έμβολο απελευθερώνεται, εκτινάσσεται και από τις εσωτερικές δυνάμεις δράσης-αντίδρασης τα δύο αμαξίδια κινούνται αντίθετα μέχρι να κτυπήσουν σε καλά στερεωμένα εμπόδια στις δύο άκρες του πάγκου. Εκτέλεσαν το πείραμα αρκετές φορές, μέχρι να βρουν αρχική θέση στο σύστημα, τέτοια που τα αμαξίδια να κτυπούν ταυτόχρονα στα εμπόδια αυτά. Βρήκαν τελικά ότι αυτό συμβαίνει όταν το αμαξίδιο (1) απέχει αρχικά από το δικό του εμπόδιο $x_1 = 80 \text{ cm}$ και το αμαξίδιο (2) απέχει $x_2 = 40 \text{ cm}$ από το εμπόδιο της δικής του πλευράς (σχήμα 3).

Ο καθηγητής (καθηγήτριά) τους είπε ότι μπορούν θεωρήσουν ομαλή και ευθύγραμμη την κίνηση των δύο αμαξιδίων μετά την εκτόξευσή τους, εξαιτίας της κύλισης των τροχών.

2.1.A. Πιστεύετε ότι κατάφεραν να δείξουν ότι ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής, στο σύστημα των σωμάτων; **2.1.B.** Να αιτιολογήσετε την άποψή σας

B3. Ένα βαγόνι Α με μάζα m συγκρούεται με ένα δεύτερο ακίνητο βαγόνι Β ίσης μάζας και μετά τη σύγκρουση τα δύο βαγόνια κινούνται μαζί σαν ένα σώμα.

Αν K_A είναι η κινητική ενέργεια του βαγονιού Α και K_Σ η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος, τότε ισχύει:

(α) $K_\Sigma = K_A$, (β) $K_\Sigma = 2 \cdot K_A$, (γ) $K_\Sigma = \frac{K_A}{2}$

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **2.1.B.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B4. Δύο σωματίδια Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 και θετικά φορτία q_1 και q_2 αντίστοιχα συγκρατούνται ακίνητα πάνω σε λείο οριζόντιο μονωτικό δάπεδο, σε τέτοιες θέσεις ώστε η μεταξύ τους αρχική απόσταση να είναι r . Αν τα σωματίδια αφεθούν ταυτόχρονα ελεύθερα αποκτούν τελικά ταχύτητες μέτρου

$$v_1 = 4 \cdot 10^{-2} \frac{m}{s} \text{ και } v_2 = 2 \cdot 10^{-2} \frac{m}{s} \text{ αντίστοιχα, όταν η μεταξύ τους απόσταση έχει γίνει } 4 \cdot r.$$

Ο λόγος των κινητικών ενεργειών των δυο σωματιδίων, όταν βρίσκονται σε απόσταση $4 \cdot r$ θα είναι ίσος με:

$$(\alpha) \frac{K_1}{K_2} = \frac{1}{2} \quad , \quad (\beta) \frac{K_1}{K_2} = 2 \quad , \quad (\gamma) \frac{K_1}{K_2} = 1$$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **2.2.B.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B5. Ένας πύραυλος αποτελείται από δύο τμήματα ίσων μαζών m , και κινείται εκτός ατμόσφαιρας κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα μέτρου v , ενώ οι μηχανές του έχουν τεθεί εκτός λειτουργίας. Κάποια στιγμή τίθεται σε λειτουργία ειδικός μηχανισμός που διαχωρίζει ακαριαία τα δύο τμήματα. Ακολουθώντας, το πάνω τμήμα συνεχίζει να κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα μέτρου $\frac{3}{2}v$.

Η ταχύτητα του κάτω τμήματος είναι:

$$(\alpha) \frac{v}{3} \quad , \quad (\beta) \frac{v}{2} \quad , \quad (\gamma) \frac{2v}{3}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση. **2.2.B.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B6. Σώμα μάζας m , το οποίο έχει κινητική ενέργεια K , συγκρούεται πλαστικά με σώμα τετραπλάσιας μάζας. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα μένει ακίνητο. Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος των δύο σωμάτων, κατά την κρούση είναι κατ' απόλυτη τιμή:

$$(\alpha) \frac{7 \cdot K}{4} \quad , \quad (\beta) \frac{5 \cdot K}{4} \quad , \quad (\gamma) K$$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση. **2.2.B.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B7. Σώμα Σ_1 , μάζας m_1 , κινείται πάνω σε οριζόντιο, ακλόνητο, λείο δάπεδο και συγκρούεται μετωπικά με άλλο ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας m_2 . Η κρούση είναι πλαστική, ασημαντής χρονικής διάρκειας και το συσσωμάτωμα που δημιουργείται έχει κινητική ενέργεια ίση με το 20% της κινητικής ενέργειας που είχε το σώμα Σ_1 ακριβώς πριν την κρούση. Για τις μάζες των δύο σωμάτων ισχύει η σχέση:

$$(\alpha) \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4} \quad (\beta) \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4} \quad (\gamma) \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{5}$$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση. **2.1.B.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B8. Σημειακό αντικείμενο μάζας m , κινούμενο με ταχύτητα v , συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με αρχικά ακίνητο σημειακό αντικείμενο μάζας M , το οποίο είναι ελεύθερο να κινηθεί. Αν το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του βλήματος που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, κατά τη διάρκεια της κρούσης, είναι 75%, τότε :

$$(\alpha) M = 3 \cdot m \quad , \quad (\beta) M = m \quad , \quad (\gamma) M = \frac{m}{3}$$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση. **2.1.B.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Δ1. Βλήμα μάζας $m_1 = 100 \text{ g}$ κινείται με ταχύτητα μέτρου, $v = 160 \text{ m/s}$ και σφηνώνεται σε ξύλινο κιβώτιο μάζας $m_2 = 1,9 \text{ kg}$, που βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το βλήμα σφηνώνεται στο κιβώτιο σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,02 \text{ s}$.

Να υπολογίσετε:

Δ1. Την τιμή της τελικής ταχύτητας του συσσωματώματος.

Δ2. Τη μείωση της κινητικής ενέργειας του βλήματος κατά τη διάρκεια της πλαστικής κρούσης.

Δ3. Τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του κιβωτίου κατά τη διάρκεια της ενσφήνωσης του βλήματος στο κιβώτιο, εάν θεωρηθεί ότι είναι σταθερός σε όλη τη διάρκεια της ενσφήνωσης.

Λίγο μετά την κρούση το συσσωμάτωμα εισέρχεται σε μη λείο οριζόντιο επίπεδο και αφού κινηθεί για κάποιο χρονικό διάστημα επάνω σ' αυτό, ακινητοποιείται.

Δ4. Να υπολογίσετε:

α. Το χρονικό διάστημα, από τη στιγμή της εισόδου του συσσωματώματος στο μη λείο επίπεδο, μέχρις ότου αυτό να ακινητοποιηθεί.

β. Την απόσταση που θα διανύσει το συσσωμάτωμα στο μη λείο επίπεδο.

Δίνονται: $g = 10 \text{ m/s}^2$ $\mu = 0,2$.

Δ2. Μια μικρή σφαίρα (2), μάζας m_2 , είναι ακίνητη στο άκρο της ταρατσας ενός ψηλού κτιρίου (σημείο A), σε ύψος $h = 20 \text{ m}$ από το οριζόντιο έδαφος. Δεύτερη μικρή σφαίρα (1), μάζας m_1 , κινείται ευθύγραμμα ολισθαίνοντας στο παγωμένο δάπεδο της ταρατσας, το οποίο είναι εντελώς λείο, με ταχύτητα $\vec{v}_1$, μέτρου $v_1 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και συγκρούεται μετωπικά με την ακίνητη σφαίρα (2).

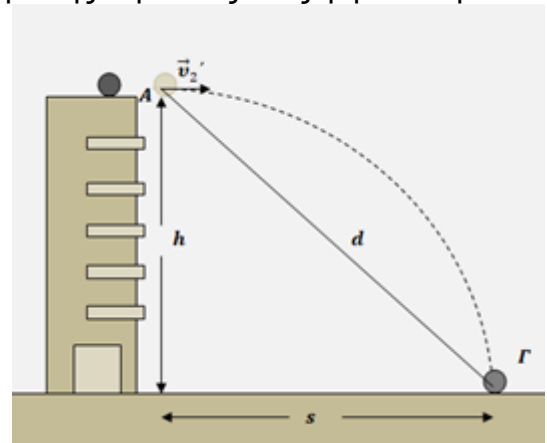
Μετά τη σύγκρουση η σφαίρα (2) εκτελεί οριζόντια βολή και χτυπάει στο έδαφος σε σημείο Γ, το οποίο απέχει από το A απόσταση $(AG) = d = 25 \text{ m}$.

Αν δίνεται ότι για τις μάζες των δύο σφαιρών ισχύει η σχέση $m_2 = 2 \cdot m_1$

και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας δίνεται $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, να υπολογίσετε:



Ακριβώς πριν την σύγκρουση



Μετά την σύγκρουση

Δ1. Τη χρονική διάρκεια της οριζόντιας βολής της σφαίρας (2), από το σημείο A μέχρι να χτυπήσει στο έδαφος, στο σημείο Γ.

Δ2. Το μέτρο της οριζόντιας ταχύτητας $\vec{v}_2'$ που απέκτησε η σφαίρα (2) αμέσως μετά τη κρούση της σφαίρας (1) πάνω της.

Δ3. Την ταχύτητα της σφαίρας (1) αμέσως μετά την κρούση.

Δ4. Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που είχε η σφαίρα (1) πριν την κρούση, το οποίο μετατράπηκε σε θερμική ενέργεια κατά την κρούση των δύο σφαιρών.

Δ3. Επάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, η κάτοψη του οποίου φαίνεται στο σχήμα, υπάρχει ακλόνητα στερεωμένο ένα σιδερένιο έλασμα, ημικυκλικού σχήματος και ακτίνας $R = 20 \text{ cm}$. Στο ένα άκρο του ελάσματος (σημείο A) είναι τοποθετημένο, ακίνητο σώμα μάζας $M = 1 \text{ kg}$. Ένα δεύτερο σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ κινείται με ταχύτητα $v = 20 \text{ m/s}$, κατά τη διεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα και συγκρούεται με το σώμα μάζας M . Η κρούση είναι πλαστική. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται μετά την κρούση κινείται κυκλικά, λόγω του ελάσματος, χωρίς να χάνει την επαφή του με αυτό, με ταχύτητα σταθερού μέτρου.

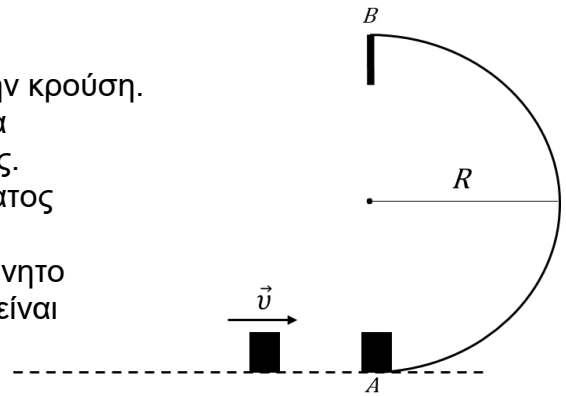
Να υπολογίσετε:

Δ1. Την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Δ2. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται το συσσωμάτωμα από το έλασμα κατά τη διάρκεια της κυκλικής του κίνησης.

Δ3. Την χρονική διάρκεια της κίνησης του συσσωματώματος από το σημείο A μέχρι το σημείο B.

Δ4. Στο σημείο B το συσσωμάτωμα προσκρούει σε ακλόνητο στήριγμα και το χρονικό διάστημα για να ακινητοποιηθεί είναι $\Delta t = 0,1 \text{ sec}$. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκήθηκε από το ακλόνητο στήριγμα στο συσσωμάτωμα.



Δ5. Ένα βλήμα μάζας $m_1 = 0,2 \text{ kg}$ κινείται οριζόντια με ταχύτητα $u_1 = 300 \text{ m/s}$ και διαπερνά ένα ακίνητο ξύλινο σώμα μάζας $m_2 = 4 \text{ kg}$, το οποίο βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Το βλήμα βγαίνει από το ξύλινο σώμα με ταχύτητα $u_2 = 100 \text{ m/s}$ σε χρόνο $\Delta t = 2 \text{ s}$. Να βρείτε:

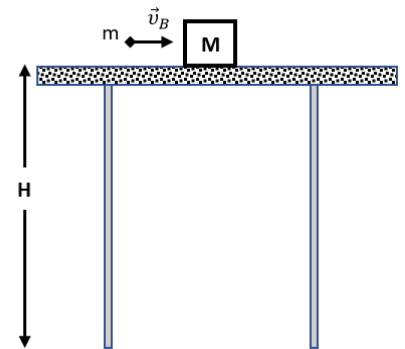
Δ1. Την ταχύτητα που θα αποκτήσει το ξύλινο σώμα.

Δ2. Το μέτρο της μέσης οριζόντιας δύναμης που ασκεί το ξύλινο σώμα στο βλήμα.

Δ3. Πόση κινητική ενέργεια του συστήματος χάθηκε λόγω της κρούσης.

Δ4. Το διάστημα που θα διανύσει το ξύλινο σώμα στο οριζόντιο επίπεδο μετά την κρούση, αν ο συντελεστής τριβής μεταξύ του σώματος και του οριζοντίου επιπέδου είναι $\mu = 0,2$.

Δ6. Βλήμα μάζας $m = 0,2 \text{ kg}$ που κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $v_B = 100 \text{ m/s}$ σφηνώνεται στο κέντρο μάζας ξύλινου σώματος μάζας $M = 1,8 \text{ kg}$ που είναι τοποθετημένο στη μη λεία οριζόντια επιφάνεια ενός τραπεζιού που έχει ύψος $H = 0,8 \text{ m}$ από το έδαφος. Το συσσωμάτωμα μετά την κρούση κινείται κατά μήκος του τραπεζιού, με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,2$. Η κίνηση του συσσωματώματος μέχρι την άκρη του τραπεζιού διαρκεί χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 2 \text{ s}$ και το συσσωμάτωμα συνεχίζει την κίνησή του μέχρι την προσεδάφιση.



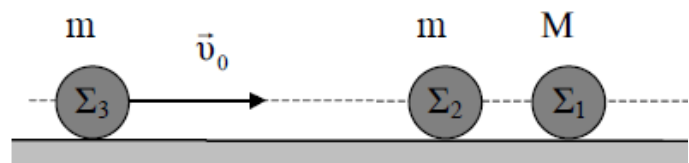
Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος ακριβώς μετά την κρούση.

Δ2. Να βρείτε το μέτρο v_0 της ταχύτητας του συσσωματώματος τη στιγμή που εγκαταλείπει το τραπέζι.

Δ3. Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα Δt_2 της οριζόντιας βολής.

Δ4. Να βρείτε τη μέγιστη οριζόντια μετατόπιση του σώματος κατά το χρονικό διάστημα Δt_2 της οριζόντιας βολής.

Δ7. Δύο σφαίρες Σ_1 και Σ_2 ίσου όγκου με μάζες $M = 6 \text{ kg}$ και $m = 2 \text{ kg}$ αντίστοιχα, ηρεμούν σε μικρή απόσταση μεταξύ τους πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Μία τρίτη σφαίρα Σ_3 , ίσου όγκου με τις προηγούμενες και μάζας m , κινείται κατά μήκος της ευθείας που περνάει από τα κέντρα των άλλων δύο σφαιρών, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα, με ταχύτητα $v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Αρχικά η σφαίρα Σ_3 συγκρούεται με την Σ_2 και στην συνέχεια οι δύο μαζί συγκρούονται με την Σ_1 . Όλες οι κρούσεις μεταξύ των σφαιρών είναι πλαστικές.



Δ1. Να βρείτε την ταχύτητα v που θα αποκτήσει το συσσωμάτωμα των σφαιρών Σ_3 και Σ_2 .

Δ2. Να βρείτε την ταχύτητα V που θα αποκτήσει το συσσωμάτωμα των σφαιρών Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 .

Δ3. Αν η διάρκεια της δεύτερης κρούσης είναι $\Delta t = 0,1 \text{ s}$ να υπολογιστεί η μέση δύναμη που δέχτηκε η σφαίρα Σ_1 κατά την κρούση.

Δ4. Να βρεθεί το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του Σ_3 , το οποίο μετατράπηκε σε θερμότητα εξαιτίας των δύο κρούσεων.