

## ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΒΟΛΗ - ΟΜΑΛΗ Κ.Κ. – ΟΡΜΗ - ΚΡΟΥΣΗ

## ΘΕΜΑ 4

1. 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:

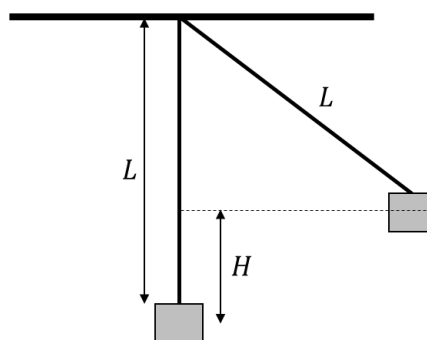
- 1.1. Την τιμή της τελικής ταχύτητας του συσσωματώματος.
- 1.2. Τη μείωση της κινητικής ενέργειας του βλήματος κατά τη διάρκεια της πλαστικής κρούσης.
- 1.3. Τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του κιβωτίου κατά τη διάρκεια της ενσφήνωσης του βλήματος στο κιβώτιο, εάν θεωρηθεί ότι είναι σταθερός 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.

1.4. 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.

2. Σώμα μάζας  $M = 4 \text{ kg}$  είναι δεμένο στην άκρη νήματος μήκους  $L = 1 \text{ m}$  και ισορροπεί με το νήμα να είναι κατακόρυφο. Ανυψώνουμε το σώμα, σε κατακόρυφη απόσταση  $H = 45 \text{ cm}$  από την αρχική του θέση, όπως φαίνεται στο σχήμα, και το αφήνουμε ελεύθερο.



Επιφάνεια της Γης

- 2.1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα που θα αποκτήσει το σώμα μάζας  $M$ , όταν περνά από τη θέση, όπου το νήμα ξαναγίνεται κατακόρυφο.

- 2.2. Τη στιγμή που το σώμα μάζας  $M$  διέρχεται από τη θέση, όπου το νήμα είναι κατακόρυφο, δεύτερο σώμα μάζας  $m = 0,5 \text{ kg}$  κινούμενο οριζόντια και αντίθετα από το σώμα μάζας  $M$  σφηνώνεται σε αυτό, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί συσσωμάτωμα.

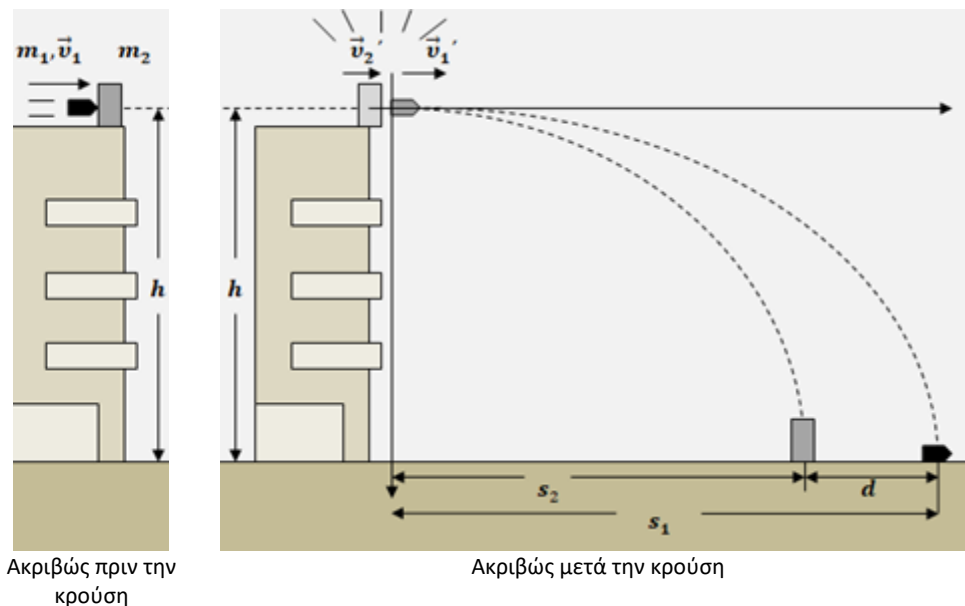
Ποια πρέπει να είναι η ταχύτητα του σώματος μάζας  $m$ , ώστε το συσσωμάτωμα να παραμείνει ακίνητο αμέσως μετά την κρούση;

- 2.3. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του μέτρου της δύναμης που ασκεί το νήμα στο σώμα μάζας  $M$  και στο συσσωμάτωμα αντίστοιχα, ελάχιστα πριν και ελάχιστα μετά την κρούση αντίστοιχα (το νήμα και στις δύο περιπτώσεις είναι κατακόρυφο).

- 2.4. Με ποια ταχύτητα θα πρέπει να κινείται το σώμα μάζας  $m$  πριν από την κρούση, ώστε το συσσωμάτωμα που θα προκύψει, να κινηθεί αμέσως μετά την κρούση, στην ίδια κατεύθυνση με

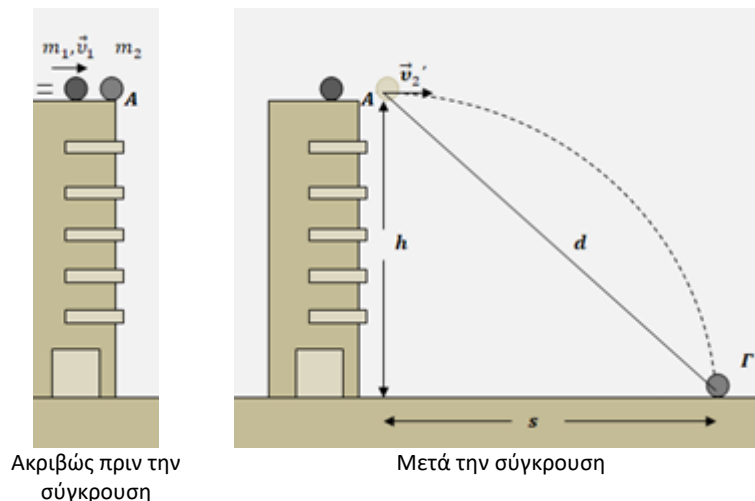
αυτή που κινούταν το σώμα μάζας  $M$  πριν την κρούση και να φθάσει σε θέση που το νήμα να σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία  $\theta$ , για την οποία  $\sin\theta = 0,8$ ;  
 Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

3. Ένα μικρό βλήμα, μάζας  $m_1 = 50 \text{ g}$ , το οποίο κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $v_1 = 84 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , συγκρούεται με ένα μικρό κιβώτιο, μάζας  $m_2 = 200 \text{ g}$ , το οποίο είναι αρχικά ακίνητο στην άκρη της ταράτσας ενός ψηλού κτιρίου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το βλήμα διαπερνά το κιβώτιο, με μια κρούση ασήμαντης διάρκειας, βγαίνει από αυτό με οριζόντια ταχύτητα  $\vec{v}_1'$ , ενώ το κιβώτιο έχει αποκτήσει και αυτό οριζόντια ταχύτητα  $\vec{v}_2'$ . Τα δύο σώματα έχουν ασήμαντες διαστάσεις σε σχέση με το χώρο στον οποίο κινούνται, ώστε να μπορούν να θεωρηθούν σημειακά αντικείμενα. Το σημείο της κρούσης είναι σε ύψος  $h = 20 \text{ m}$  από το οριζόντιο έδαφος στη βάση του κτιρίου και οι αντιστάσεις του αέρα μπορούν να αγνοηθούν στις κινήσεις των δύο σωμάτων. Τα δύο σώματα εκτελούν οριζόντιες βολές και κτυπούν στο έδαφος σε σημεία που απέχουν μεταξύ τους  $d = 8 \text{ m}$ , όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας θεωρείται  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Να υπολογίσετε:

- 3.1. Τη χρονική διάρκεια της οριζόντιας βολής κάθε σώματος, από τη στιγμή της κρούσης, μέχρι να κτυπήσει στο έδαφος.  
 3.2. Τα μέτρα των ταχυτήτων  $v_1'$ ,  $v_2'$  των δύο σωμάτων αμέσως μετά την κρούση.  
 3.3. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής κάθε σώματος εξαιτίας της κρούσης.  
 3.4. Τις οριζόντιες αποστάσεις  $s_1$ ,  $s_2$  στις οποίες έφτασαν τα δύο σώματα πάνω στο έδαφος. Να θεωρήσετε ότι στο σώμα ασκείται μόνο το βάρος του.
4. Μια μικρή σφαίρα (2), μάζας  $m_2$ , είναι ακίνητη στο άκρο της ταράτσας ενός ψηλού κτιρίου (σημείο Α), σε ύψος  $h = 20 \text{ m}$  από το οριζόντιο έδαφος. Δεύτερη μικρή σφαίρα (1), μάζας  $m_1$ , κινείται ευθύγραμμα ολισθαίνοντας στο παγωμένο δάπεδο της ταράτσας, 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 Α απόσταση  $(A\Gamma) = d = 25 \text{ m}$ .



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:

**4.1.** Τη χρονική διάρκεια της οριζόντιας βολής της σφαίρας (2), από το σημείο Α μέχρι να κτυπήσει στο έδαφος, στο σημείο Γ.

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

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

**4.4.** 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.

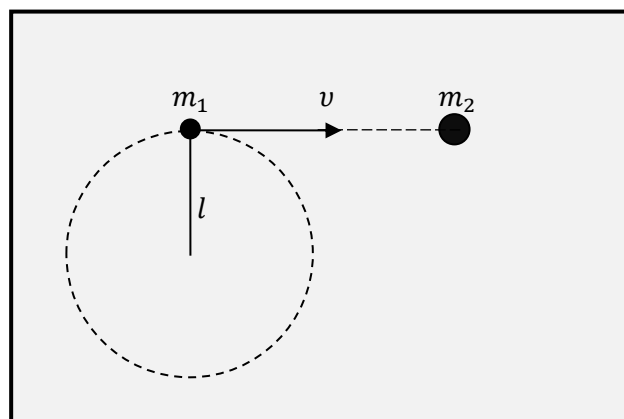
- 5.** Ένα σώμα, μάζας  $m_1 = 0,2 \text{ kg}$  είναι δεμένο στο άκρο νήματος του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο, εκτελεί κυκλική κίνηση πάνω σε λείο οριζόντιο τραπέζι (κάτοψη του οποίου βλέπετε στο διπλανό σχήμα).

Το μήκος του νήματος είναι  $l = 0,5 \text{ m}$  και η γραμμική ταχύτητα του σώματος έχει σταθερό μέτρο  $v = 10 \text{ m/s}$ .

**5.1.** Να βρεθούν η γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ , η περίοδος  $T$  και η κεντρομόλος επιτάχυνση  $a_{\kappa}$  του σώματος.

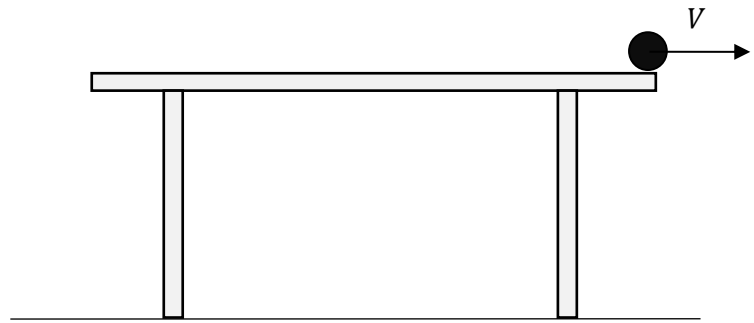
Κάποια στιγμή το νήμα κόβεται και το σώμα κινείται ευθύγραμμα. Στην πορεία του συναντάει δεύτερο ακίνητο σώμα από πλαστελίνη μάζας  $m_2 = 0,8 \text{ kg}$  και συγκρούεται με αυτό πλαστικά.

**5.2.** Να υπολογιστεί το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας  $m_1$  το οποίο έχει μεταφερθεί στο συσσωμάτωμα.



Το συσσωμάτωμα, φθάνει στην άκρη του τραπεζιού και εκτελεί οριζόντια βολή.

Η μέγιστη οριζόντια μετατόπιση του συσσωματώματος από το σημείο από το οποίο βάλλεται είναι  $s = 0,8 \text{ m}$ .



**5.3.** Να βρεθεί το ύψος του τραπεζιού.

**5.4.** Να βρεθεί η χρονική στιγμή  $t_1$  κατά την οποία η ταχύτητα του συσσωματώματος είναι  $v_\sigma = \sqrt{2} \cdot V$ , όπου  $V$  η ταχύτητα με την οποία εγκαταλείπει το τραπέζι το συσσωμάτωμα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Αγνοήστε τριβές και την αντίσταση του αέρα.

- 6.** 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:

**6.1.** Την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

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

**6.3.** Την χρονική διάρκεια της κίνησης του συσσωματώματος από το σημείο  $A$  μέχρι το σημείο  $B$ .

**6.4.** 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.

