

ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΤΑΞΗ: Β ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΥΛΗ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΒΟΛΗ – ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ – ΚΡΟΥΣΕΙΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΘΕΜΑΤΩΝ

Ατρείδης Γιώργος

ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω προτάσεις Α1-Α4 , να κυκλώσετε την σωστή απάντηση:

Α1. Η μονάδα μέτρησης της γωνιακής ταχύτητας στο S.I. είναι:

α) rad/s

β) m/s

γ) m/s²

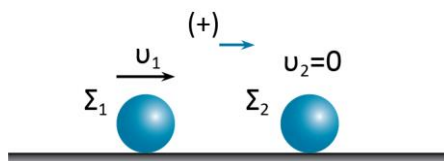
δ) rad/s²

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σωστή η α

Α2. Στο παρακάτω σχήμα η σημειακή σφαίρα Σ_1 έχει μάζα m_1 και κινείται με οριζόντια ταχύτητα u_1 πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Η σφαίρα συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητη σημειακή σφαίρα Σ_2 μάζας m_2 . Κατά την κρούση των δυο σφαιρών:



α) η ορμή της σφαίρας Σ_1 παραμένει σταθερή.

β) η μεταβολή της ορμής της σφαίρας Σ_1 είναι αντίθετη με τη μεταβολή της ορμής της σφαίρας Σ_2 .

γ) η κινητική ενέργεια της σφαίρας Σ_1 παραμένει σταθερή.

δ) η κινητική ενέργεια του συστήματος των σφαιρών μειώνεται.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σωστή η β

A3. Από ύψος h πάνω από το έδαφος εκτοξεύουμε με αρχική οριζόντια ταχύτητα u_0 μια σημειακή σφαίρα μάζας m . Τη χρονική στιγμή που η σφαίρα φτάνει στο έδαφος:

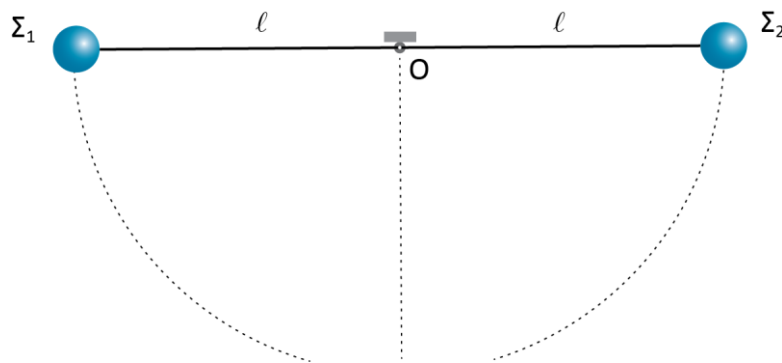
- α) έχει διανύσει κατακόρυφη απόσταση $y > h$.
- β) έχει εκτελέσει τμήμα κυκλικής τροχιάς ακτίνας h .
- γ) έχει ταχύτητα μέτρου u , με $u > u_0$.
- δ) έχει ορμή μέτρου $p = mu_0$.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σωστή η γ

A4. Στο παρακάτω σχήμα οι σημειακές σφαίρες Σ_1 και Σ_2 έχουν ίσες μάζες και η κάθε μια είναι στερεωμένη στο άκρο αβαρούς νήματος μήκους ℓ . Το άλλο άκρο κάθε νήματος είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο O . Οι σφαίρες συγκρατούνται ακίνητες με τα νήματα σε οριζόντια θέση. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε ταυτόχρονα τις δυο σφαίρες να κινηθούν στο κατακόρυφο επίπεδο. Μόλις φτάσουν στο κατώτερο σημείο της τροχιάς τους με τα νήματα σε κατακόρυφη θέση, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά.



- α) Μετά την κρούση οι σφαίρες σταματούν να κινούνται.
- β) Μετά την κρούση οι σφαίρες κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση.
- γ) Η ορμή του συστήματος των σφαιρών μετά την κρούση είναι μηδέν.
- δ) Μετά την κρούση κάθε σφαίρα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σωστή η γ

A5. Στις παρακάτω προτάσεις, να γράψετε το γράμμα **Σ** αν η πρόταση είναι σωστή και το γράμμα **Λ** αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α)** Στην ομαλή κυκλική κίνηση ενός σώματος το μέτρο της ταχύτητάς του παραμένει σταθερό.
- β)** Σε κάθε οριζόντια βολή, η επιτάχυνση με την οποία κινείται το σώμα είναι μηδέν.

γ) Σε κάθε κυκλική κίνηση ενός σώματος, η κεντρομόλος δύναμη αποτελεί τη συνισταμένη στην διεύθυνση της ακτίνας της κυκλικής τροχιάς, όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα.

δ) Από ύψος h πάνω από το έδαφος αφήνουμε μια σφαίρα ελεύθερη να κινηθεί. Η σφαίρα αφού συγκρουστεί ελαστικά με το έδαφος, φτάνει στο ίδιο ύψος h .

ε) Η ορμή ενός σώματος είναι μονόμετρο μέγεθος.

Μονάδες 5

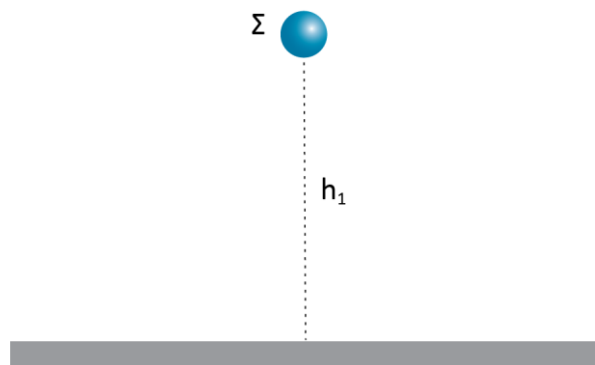
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σ, β) Λ, γ) Σ, δ) Σ, ε) Λ,

ΘΕΜΑ Β

B1. Μια σημειακή σφαίρα Σ αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί από ύψος h_1 πάνω από το έδαφος. Η σφαίρα συγκρούεται με το έδαφος και επιστρέφει, χάνοντας το 25% της αρχικής κινητικής της ενέργειας. Αν το ύψος στο οποίο ανέρχεται η σφαίρα μετά την κρούση είναι h_2 , ο λόγος των υψών

$\frac{h_1}{h_2}$ είναι:



(α) $\frac{h_1}{h_2} = \frac{4}{3}$

(β) $\frac{h_1}{h_2} = 4$

(γ) $\frac{h_1}{h_2} = \frac{5}{4}$

A) Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 2

B) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Σωστή η α.

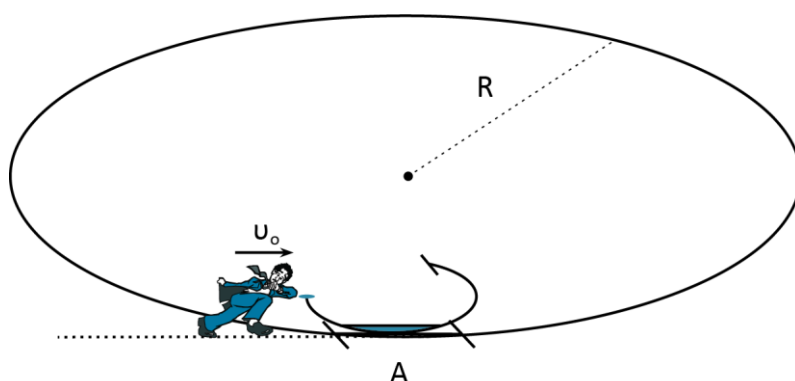
B) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας πριν την κρούση είναι ίση με την αρχική δυναμική της ενέργεια. Ομοίως και μετά την κρούση.

$$U_{\text{αρχ}} = K_{\text{αρχ}} \quad U_{\text{τελ}} = K_{\text{τελ}}$$

Η ενέργεια που μένει στη σφαίρα μετά την κρούση είναι ίση με το 75% της αρχικής της ενέργειας.

$$K_{\text{τελ}} = \frac{75}{100} K_{\text{αρχ}} \xrightarrow{K_{\text{αρχ}} = U_{\text{αρχ}}, K_{\text{τελ}} = U_{\text{τελ}}} U_{\text{τελ}} = \frac{3}{4} U_{\text{αρχ}} \Rightarrow mgh_2 = \frac{3}{4} mgh_1 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{4}{3}$$

B2. Ένα έλκηθρο μάζας $m_{\epsilon}=2m$ είναι ακίνητο σε ένα σημείο Α κυκλικής τροχιάς ακτίνας R. Ένας άνθρωπος μάζας $m_{\alpha}=m$ τρέχει και τη χρονική στιγμή $t_0=0$ πηδάει μέσα στο έλκηθρο. Τη στιγμή που ο άνθρωπος πηδάει στο έλκηθρο, η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητάς του είναι u_0 . Στη συνέχεια το έλκηθρο με τον άνθρωπο κινούνται χωρίς τριβές στην περιφέρεια της κυκλικής τροχιάς κάνοντας ομαλή κυκλική κίνηση στο οριζόντιο επίπεδο. Το έλκηθρο με τον άνθρωπο ξαναφτάνει στο σημείο Α για πρώτη φορά μετά τη χρονική στιγμή $t_0=0$, τη χρονική στιγμή:



$$(\alpha) \quad t_1 = \frac{2\pi R}{u_0}$$

$$(\beta) \quad t_1 = \frac{6\pi R}{u_0}$$

$$(\gamma) \quad t_1 = \frac{\pi R}{u_0}$$

Να θεωρήσετε ότι:

Το έλκηθρο μαζί με τον άνθρωπο αποτελούν ένα ομογενές σώμα.

Οι διαστάσεις του έλκηθρου μαζί με τον άνθρωπο είναι αμελητέες σε σχέση με την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς

A) Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 2

B) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Σωστή η β.

B) Από τη διατήρηση της ορμής υπολογίζουμε την κοινή ταχύτητα του συστήματος άνθρωπος – έλκηθρο. Η ταχύτητα αυτή θα είναι και η γραμμική ταχύτητα περιστροφής του συστήματος.

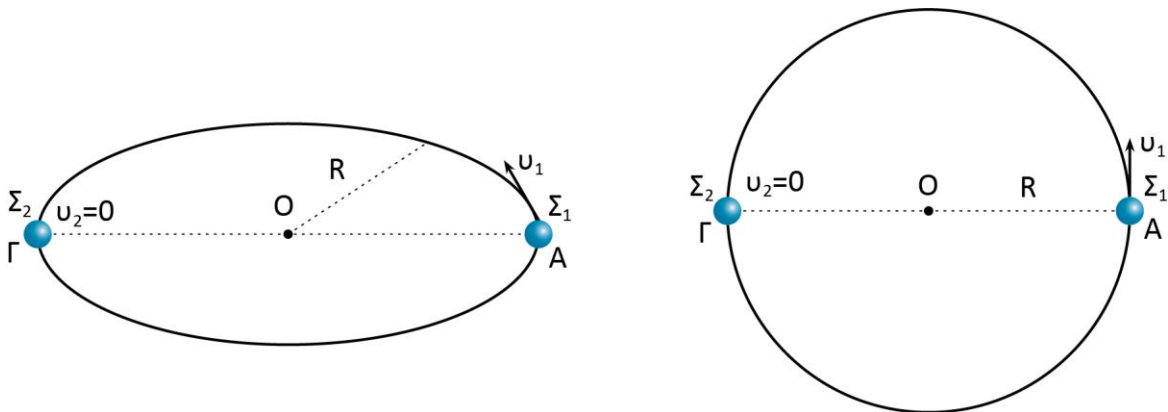
$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_{\alpha} u_0 = (m_{\alpha} + m_{\epsilon}) u_{\kappa} \Rightarrow m u_0 = 3m u_{\kappa} \Rightarrow u_{\kappa} = \frac{u_0}{3}$$

Το σύστημα άνθρωπος έλκηθρο θα επιστρέψει στο σημείο Α μετά από μια περίοδο.

$$u_k = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{u_k} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{\frac{u_o}{3}} \Rightarrow T = \frac{6\pi R}{u_o}$$

$$t_1 = T \Rightarrow t_1 = \frac{6\pi R}{u_o}$$

B3. Δυο σημειακές σφαίρες Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1=m$ και $m_2=3m$ βρίσκονται στα αντιδιαμετρικά σημεία A και Γ μιας κυκλικής τροχιάς ακτίνας R που βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Αρχικά οι σφαίρες είναι ακίνητες. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ δίνουμε στη σφαίρα Σ_1 ταχύτητα μέτρου $u_1=u$ και αυτή εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση πάνω στην τροχιά ακτίνας R. Η σφαίρα Σ_1 όταν συναντήσει τη σφαίρα Σ_2 συγκρούεται με αυτήν κεντρικά και ελαστικά και επιστρέφει προς τα πίσω με ταχύτητα μέτρου $u'_1 = \frac{u}{2}$ συνεχίζοντας να κινείται ομαλά στην ίδια κυκλική τροχιά. Η σφαίρα Σ_2 μετά την κρούση αποκτά ταχύτητα u'_2 και κινείται ομαλά στην ίδια κυκλική τροχιά ακτίνας R. Μετά την πρώτη κρούση, οι δυο σφαίρες συναντιούνται πάλι τη χρονική στιγμή t_1 . Από τη χρονική στιγμή t_0 μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 η σφαίρα Σ_1 έχει διανύσει διάστημα s_1 ενώ η σφαίρα Σ_2 έχει διανύσει διάστημα s_2 . Ο λόγος $\frac{s_1}{s_2}$ είναι:



Κάτοψη του επιπέδου της κυκλικής τροχιάς

(α) $\frac{s_1}{s_2} = \frac{3}{2}$

(β) $\frac{s_1}{s_2} = \frac{1}{2}$

(γ) $\frac{s_1}{s_2} = 2$

A) Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 2

B) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

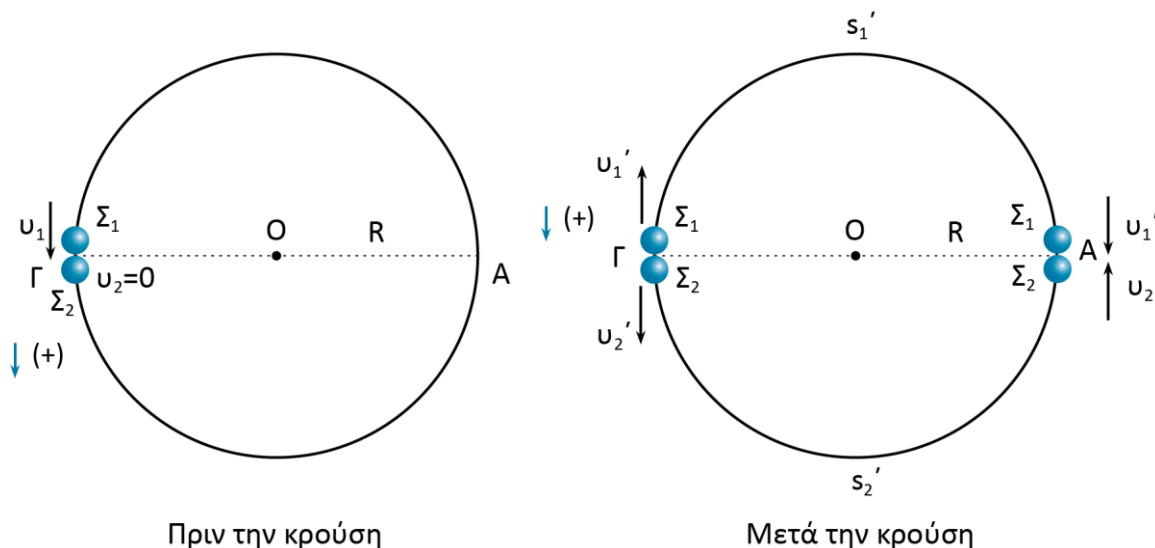
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Σωστή η γ.

Β) Από τη διατήρηση της ορμής υπολογίζουμε την ταχύτητα u_2' της σφαίρας Σ_2 μετά την κρούση.

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_1 u = -m_1 u_1' + m_2 u_2' \Rightarrow m u = -m \frac{u}{2} + 3m u_2' \Rightarrow \frac{3u}{2} = 3u_2' \Rightarrow u_2' = \frac{u}{2}$$

Μετά την κρούση οι σφαίρες εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση με ταχύτητες ίσου μέτρου. Επομένως από τη στιγμή που συναντήθηκαν μέχρι να συναντηθούν ξανά, θα έχουν διανύσει ίσα διαστήματα.



$$\begin{aligned} s_1' &= \frac{u}{2} \Delta t \\ s_2' &= \frac{u}{2} \Delta t \end{aligned} \Rightarrow s_1' = s_2'$$

$$s_1' + s_2' = 2\pi R \xrightarrow{s_1'=s_2'} 2s_1' = 2\pi R \Rightarrow s_1' = \pi R$$

και $s_2' = s_1' = \pi R$

Από τη χρονική στιγμή $t_0=0$ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 το διάστημα που θα έχει διανύσει κάθε σφαίρα θα είναι:

$$s_1 = \frac{2\pi R}{2} + s_1' = \pi R + \pi R = 2\pi R$$

$$s_2 = s_2' = \pi R$$

Επομένως οι σφαίρες θα συναντηθούν ξανά στο σημείο Α. Και ο λόγος των διαστημάτων είναι:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{2\pi R}{\pi R} = 2$$

ΘΕΜΑ Γ

Ξύλινο σώμα Σ_1 μάζας $m_1=0,4\text{Kg}$ ηρεμεί σε ένα σημείο Α οριζόντιου επιπέδου. Ένα βλήμα Σ_2 μάζας $m_2=0,1\text{Kg}$ κινείται με οριζόντια ταχύτητα $u_0=20\text{m/s}$ και σφηνώνεται στο σώμα. Μετά την πλαστική κρούση, το συσσωμάτωμα κινείται στο οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής μ και στο σημείο Γ αφού έχει διανύσει απόσταση $d=0,8\text{m}$, συναντάει λείο τεταρτοκύκλιο

ακτίνας $R=0,1\text{m}$ πάνω στο οποίο συνεχίζει να κινείται. Το συσσωμάτωμα στην κίνησή του στο οριζόντιο επίπεδο, χάνει το 75% της κινητικής του ενέργειας που απέκτησε μετά την κρούση.

Γ1. Να υπολογίσετε την κοινή ταχύτητα που αποκτά το συσσωμάτωμα μετά την πλαστική κρούση του βλήματος με το ξύλινο σώμα.

Μονάδες 4



Γ2 . Να υπολογίσετε το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βλήματος που γίνεται θερμότητα στην πλαστική κρούση.

Μονάδες 4

Γ3. Να υπολογίσετε τον συντελεστή τριβής μ του συσσωματώματος με το οριζόντιο επίπεδο.

Μονάδες 6

Το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την κυκλική του τροχιά στο σημείο Δ.

Γ4. i. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την κυκλική του τροχιά.

Μονάδες 5

ii. Να υπολογίσετε την αντίδραση που δέχεται το συσσωμάτωμα από την κυκλική τροχιά στο σημείο Δ.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε ότι:

Η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα.

Οι διαστάσεις των σωμάτων είναι αμελητέες.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10\text{m/s}^2$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Γ1. Από τη διατήρηση της ορμής στην πλαστική κρούση παίρνουμε:

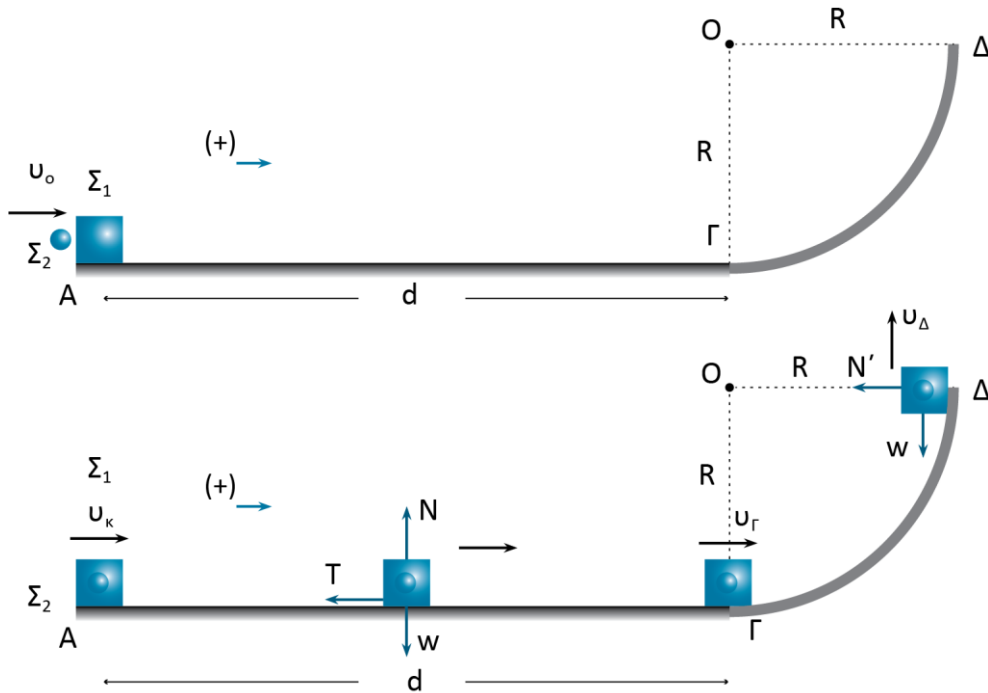
$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_2 u_0 = (m_1 + m_2) u_k \Rightarrow 0,1 \cdot 20 = 0,5 u_k \Rightarrow u_k = 4\text{m/s}$$

Γ2. Το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βλήματος που γίνεται θερμότητα στην πλαστική κρούση είναι:

$$\Pi = \frac{\Delta K}{K_{\alpha\beta\chi}} = \frac{K_{\text{τελ}} - K_{\alpha\beta\chi}}{K_{\alpha\beta\chi}} = \frac{\frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_k^2 - \frac{1}{2}m_2u_0^2}{\frac{1}{2}m_2u_0^2} = \frac{(m_1 + m_2)u_k^2 - m_2u_0^2}{m_2u_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Pi = \frac{0,5 \cdot 4^2 - 0,1 \cdot 20^2}{0,1 \cdot 20^2} = \frac{8 - 40}{40} = -\frac{32}{40} = -0,8 \rightarrow -80\%$$

Γ3. Υπολογίζουμε την ταχύτητα που έχει το συσσωμάτωμα στη θέση Γ.



$$K_{\Gamma} = K_A - \frac{75}{100}K_A \Rightarrow K_{\Gamma} = \frac{25}{100}K_A \Rightarrow \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_{\Gamma}^2 = \frac{25}{100} \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_k^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u_{\Gamma}^2 = \frac{1}{4}u_k^2 \Rightarrow u_{\Gamma} = \frac{u_k}{2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για το συσσωμάτωμα μεταξύ των θέσεων Α και Γ.

$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_T = K_{(\Gamma)} - K_{(A)} \Rightarrow -Td = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_{\Gamma}^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_k^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\mu(m_1 + m_2)gd = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_{\Gamma}^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_k^2 \Rightarrow -\mu gd = \frac{1}{2}u_{\Gamma}^2 - \frac{1}{2}u_k^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -2\mu gd = u_{\Gamma}^2 - u_k^2 \Rightarrow -2\mu 10 \cdot 0,8 = 2^2 - 4^2 \Rightarrow -16\mu = -12 \Rightarrow \mu = 0,75$$

Γ4. i. Εφαρμόζουμε τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας μεταξύ των σημείων Γ και Δ.

$$K_{(\Gamma)} + U_{(\Gamma)} = K_{(\Delta)} + U_{(\Delta)} \xrightarrow{U_{(\Gamma)}=0} \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_{\Gamma}^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_{\Delta}^2 + (m_1 + m_2)gR \Rightarrow$$

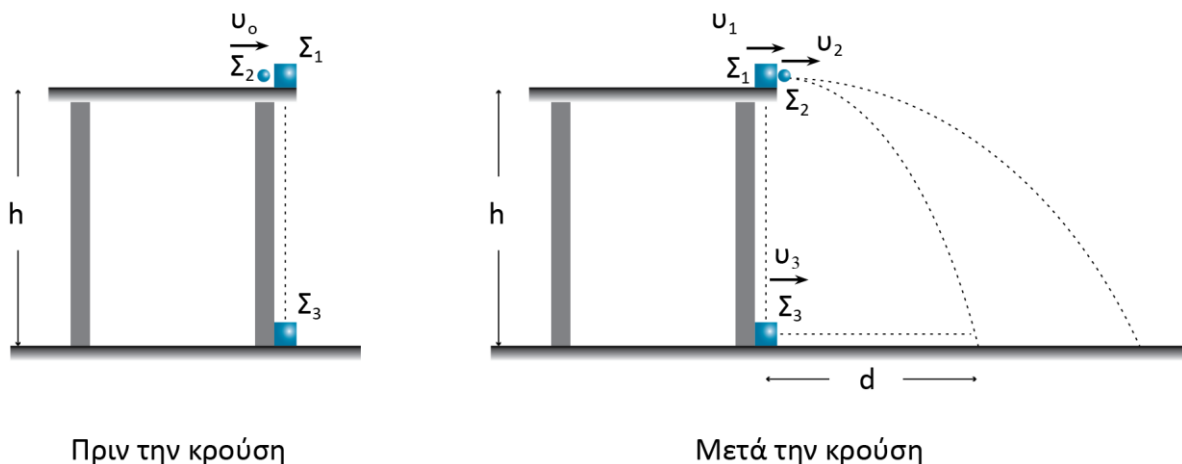
$$\Rightarrow \frac{1}{2}u_{\Gamma}^2 = \frac{1}{2}u_{\Delta}^2 + gR \Rightarrow u_{\Gamma}^2 = u_{\Delta}^2 + 2gR \Rightarrow 2^2 = u_{\Delta}^2 + 2 \cdot 10 \cdot 0,1 \Rightarrow 4 = u_{\Delta}^2 + 2 \Rightarrow u_{\Delta} = \sqrt{2} \text{ m/s}$$

ii. Από τη συνθήκη της κεντρομόλου δύναμης παίρνουμε:

$$\Sigma F = F_k \Rightarrow N' = \frac{(m_1 + m_2)u_\Delta^2}{R} \Rightarrow N' = \frac{0,5 \cdot (\sqrt{2})^2}{0,1} = 10\text{N}$$

ΘΕΜΑ Δ

Στο σημείο Α οριζώντιου τραπέζιου ύψους h ηρεμεί ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1=0,8\text{Kg}$, ενώ ένα σώμα Σ_3 μάζας m_3 βρίσκεται στο έδαφος στην ίδια κατακόρυφο με το σώμα Σ_1 . Ένα βλήμα Σ_2 μάζας $m_2=0,1\text{Kg}$ που κινείται με οριζόντια ταχύτητα $u_0=20\text{m/s}$ συγκρούεται με το σώμα Σ_1 τη χρονική στιγμή $t_0=0$ και αφού το διαπεράσει εξέρχεται από αυτό με ταχύτητα u_2 . Μετά την κρούση το σώμα και το βλήμα εκτελούν οριζόντια βολή από το ύψος h με αρχικές ταχύτητες u_1 και u_2 . Την ίδια χρονική στιγμή $t_0=0$ που γίνεται η κρούση δίνουμε στο σώμα Σ_3 οριζόντια ταχύτητα μέτρου $u_3=2\text{m/s}$ και αυτό κινείται χωρίς τριβές στο οριζόντιο επίπεδο. Τη χρονική στιγμή t_1 που το σώμα Σ_1 φτάνει στο έδαφος, συγκρούεται με το σώμα Σ_3 το οποίο έχει διανύσει οριζόντια απόσταση $d=4\text{m}$.



Δ1. Να υπολογίσετε τις ταχύτητες u_1 και u_2 του σώματος Σ_1 και του βλήματος Σ_2 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ2. Να υπολογίσετε το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βλήματος Σ_2 που γίνεται κινητική ενέργεια του σώματος Σ_1 κατά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ3. Να υπολογίσετε το ύψος h του τραπέζιου.

Μονάδες 3

Τη χρονική στιγμή t_2 τα σώματα Σ_1 και Σ_3 απέχουν μεταξύ τους απόσταση $D=7,2\text{m}$.

Δ4. i. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_2 .

Μονάδες 5

ii. Να υπολογίσετε την απόσταση του σώματος Σ_3 και του βλήματος Σ_2 την παραπάνω χρονική στιγμή t_2 .

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε ότι:

Η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα.

Οι διαστάσεις των σωμάτων είναι αμελητέες.

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 \text{ m/s}^2$ και $\sqrt{62,08} = 7,9$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Από την κίνηση των σωμάτων Σ_1 και Σ_3 στον οριζόντιο άξονα παίρνουμε:

$$\left. \begin{aligned} d &= u_1 t_1 \\ d &= u_3 t_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow u_1 t_1 = u_3 t_1 \Rightarrow u_1 = u_3 \Rightarrow u_1 = 2 \text{ m/s}$$

Από τη διατήρηση της ορμής στην κρούση παίρνουμε:

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_2 u_o = m_2 u_2 + m_1 u_1 \Rightarrow 0,1 \cdot 20 = 0,1 u_2 + 0,8 \cdot 2 \Rightarrow u_2 = 4 \text{ m/s}$$

Δ2. Το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βλήματος που γίνεται κινητική ενέργεια του σώματος Σ_1 είναι:

$$\Pi = \frac{K_{\Sigma_1}}{K_{\Sigma_2, \text{αρχ}}} = \frac{\frac{1}{2} m_1 u_1^2}{\frac{1}{2} m_2 u_o^2} = \frac{m_1 u_1^2}{m_2 u_o^2} = \frac{0,8 \cdot 2^2}{0,1 \cdot 20^2} = \frac{3,2}{40} = 0,08 \rightarrow 8\%$$

Δ3. Υπολογίζουμε τη χρονική στιγμή t_1 .

$$d = u_1 t_1 \Rightarrow 4 = 2 t_1 \Rightarrow t_1 = 2 \text{ s}$$

Το ύψος του τραπεζιού είναι:

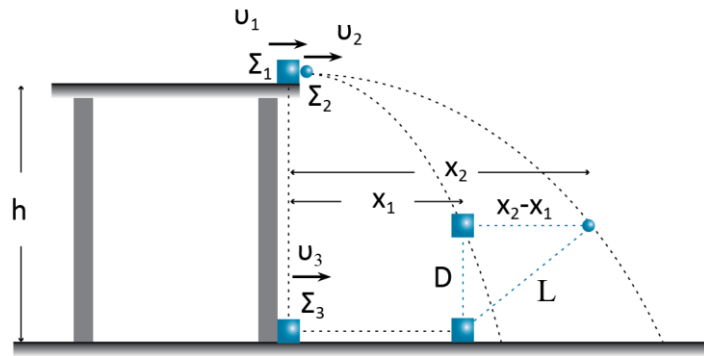
$$h = \frac{1}{2} g t_1^2 = \frac{1}{2} 10 \cdot 2^2 = 20 \text{ m}$$

Δ4. i. Τα σώματα Σ_1 και Σ_3 βρίσκονται πάντα στην ίδια κατακόρυφο, αφού έχουν την ίδια οριζόντια ταχύτητα.

Η χρονική στιγμή t_2 είναι:

$$h - D = \frac{1}{2} g t_2^2 \Rightarrow 20 - 7,2 = \frac{1}{2} 10 t_2^2 \Rightarrow 25,6 = 10 t_2^2 \Rightarrow t_2^2 = 2,56 \Rightarrow t_2 = 1,6 \text{ s}$$

ii. Η απόσταση του σώματος Σ_3 και του βλήματος Σ_2 την παραπάνω χρονική στιγμή είναι:



$$\begin{aligned}
 L^2 &= D^2 + (x_2 - x_1)^2 \Rightarrow L^2 = D^2 + (u_2 t_2 - u_1 t_2)^2 \Rightarrow L^2 = 7,2^2 + (4 \cdot 1,6 - 2 \cdot 1,6)^2 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow L^2 = 7,2^2 + 3,2^2 \Rightarrow L^2 = 51,84 + 10,24 \Rightarrow L^2 = 62,08 \Rightarrow L = \sqrt{62,08} = 7,9\text{m}
 \end{aligned}$$