

---

## ΘΕΜΑΤΑ

### ΘΕΜΑ Α

---

(Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να γράψετε στο τετράδιο σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.)

- A1. Κατά τη διάρκεια μιας οριζόντιας βολής ενός σώματος ποιο από τα παρακάτω διανυσματικά μεγέθη παραμένει σταθερό;
- α. Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος
  - β. Η ταχύτητα του σώματος
  - γ. Η ορμή του σώματος
  - δ. Η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας του σώματος
- (Μονάδες 5)
- A2. Σώμα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. Η κεντρομόλος επιτάχυνση του σώματος εκφράζει:
- α. Πόσο γρήγορα μεταβάλλεται το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας.
  - β. Πόσο γρήγορα μεταβάλλεται το μέτρο της γραμμικής του ταχύτητας.
  - γ. Πόσο γρήγορα μεταβάλλεται η διεύθυνση της γωνιακής του ταχύτητας.
  - δ. Πόσο γρήγορα μεταβάλλεται η διεύθυνση της γραμμικής του ταχύτητας.
- (Μονάδες 5)

- A3. Υποθέστε ότι ένα αρχικά ακίνητο βλήμα διασπάται λόγω εσωτερικής έκρηξης σε δύο κομμάτια με μάζες  $m_1$  και  $m_2$ , με  $m_1 = 3 \cdot m_2$ . Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- α. Τα δύο κομμάτια αποκτούν ίσες ορμές.
  - β. Τα δύο κομμάτια αποκτούν αντίθετες ταχύτητες.
  - γ. Τα δύο κομμάτια αποκτούν αντίθετες ορμές.
  - δ. Το κομμάτι μάζας  $m_1$  αποκτά τριπλάσια ταχύτητα από την ταχύτητα που αποκτά το κομμάτι μάζας  $m_2$ .

(Μονάδες 5)

- A4. Σώμα εκτοξεύεται οριζόντια από ύψος  $H$  πάνω από το έδαφος, με ταχύτητα  $\vec{v} \rightarrow_0$ . Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

- α. Το μέτρο της ταχύτητας του δίνεται από τη σχέση:  $v = \sqrt{v_0^2 + g \cdot t^2}$
- β. Η εξίσωση της τροχιάς δίνεται από τη σχέση:

$$\psi = \left( \frac{g}{2 \cdot v_0} \right) x^2$$

- γ. Η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας του σώματος αυξάνεται ανάλογα με το χρόνο.
- δ. Το βεληνεκές της βολής εξαρτάται από την αρχική οριζόντια ταχύτητα εκτόξευσης του σώματος.

(Μονάδες 5)

- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη Σωστό αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α. Από το ίδιο ύψος, την ίδια χρονική στιγμή εκτοξεύονται δυο σώματα με διαφορετικές αρχικές οριζόντιες ταχύτητες. Τα δυο σώματα θα φθάσουν ταυτόχρονα στο έδαφος.
- β. Η αρχή διατήρησης της ορμής είναι συνέπεια του τρίτου νόμου του Νεύτωνα.
- γ. Στην ομαλή κυκλική κίνηση η κεντρομόλος επιτάχυνση είναι κάθετη στη γραμμική ταχύτητα κάθε χρονική στιγμή.
- δ. Δυο σώματα συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά. Αν μετά την κρούση το συσσωμάτωμα παραμένει ακίνητο τότε πριν την κρούση τα δυο σώματα είχαν αντίθετες ταχύτητες.

ε. Όταν ένα σώμα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση τότε το έργο της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το σώμα είναι ανάλογο του μήκους τόξου που διανύει το σώμα

(Μονάδες 5)

## ΘΕΜΑ Β

(Να αιτιολογήσετε όλες τις απαντήσεις σας)

B1. Σώμα μάζας  $m$ , εκτοξεύεται με αρχική οριζόντια ταχύτητα  $\vec{v} \rightarrow_0$  από ύψος  $H$  σε σχέση με το έδαφος και στη συνέχεια εκτελεί οριζόντια βολή. Σε ένα σημείο A της τροχιάς του η ταχύτητα του  $\vec{v} \rightarrow_A$  σχηματίζει γωνία  $\varphi_A = 45^\circ$  με την οριζόντια διεύθυνση, ενώ σε ένα μεταγενέστερο σημείο B η ταχύτητα του  $\vec{v} \rightarrow_B$  σχηματίζει γωνία  $\varphi_B = 60^\circ$  με την οριζόντια διεύθυνση. Το έργο του βάρους του σώματος από το σημείο A στο σημείο B ισούται με:

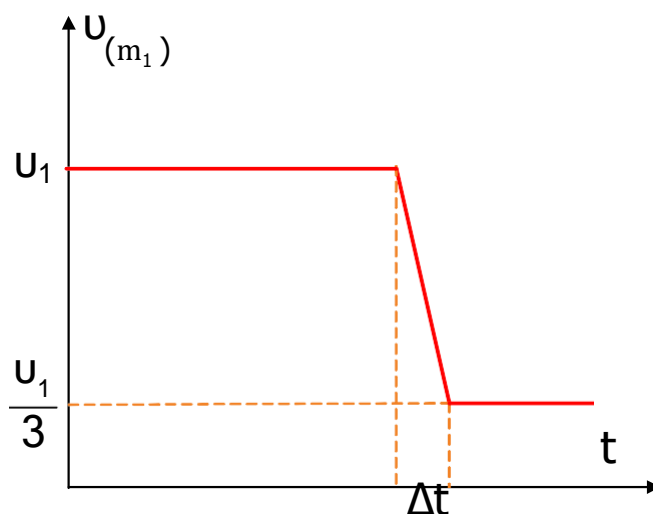
α.  $2 \cdot m \cdot v_0^2$     β.  $m \cdot v_0^2$     γ.  $\frac{m \cdot v_0^2}{2}$     δ.  $\frac{m \cdot v_0^2}{4}$

ΔΙΝΟΝΤΑΙ:  $\text{συν}\varphi_A = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ,  $\text{συν}\varphi_B = \frac{1}{2}$

(μονάδες 6)

B2. Σώμα  $\Sigma_1$ , μάζας  $m_1$ , συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με αρχικά ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$ , μάζας  $m_2$ . Η ταχύτητα του  $\Sigma_1$  μεταβάλλεται με το χρόνο όπως φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα,  $[\Delta t$  το χρονικό διάστημα που διαρκεί η κρούση].

A. Ο λόγος  $\frac{m_2}{m_1}$  ισούται με:



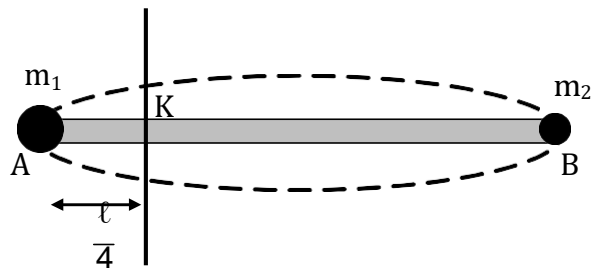
α. 1    β. 2    γ. 3    δ.  $\frac{1}{2}$

(μονάδες 6)

Β. Η μέση δύναμη που δέχεται το  $\Sigma_2$  από το  $\Sigma_1$  κατά τη διάρκεια  $\Delta t$  της κρούσης έχει μέτρο:

- α.  $\frac{2 \cdot m_1 \cdot v}{3 \cdot \Delta t}$       β.  $\frac{m_1 \cdot v}{3 \cdot \Delta t}$       γ.  $\frac{3 \cdot m_1 \cdot v}{\Delta t}$       δ.  $\frac{m_1 \cdot v}{\Delta t}$   
 (μονάδες 6)

B3. Στα άκρα A και B οριζόντιας αβαρούς ράβδου μήκους  $\ell$ , κολλάμε δύο σημειακά σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με μάζες  $m_1$  και  $m_2$  αντίστοιχα. Η ράβδος στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου  $\omega$  γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται απ' το σημείο K, που απέχει  $\ell/4$  από το άκρο A. Τα δυο σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  έχουν ίσες κινητικές ενέργειες ( $K_1 = K_2$ ).



Το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που δέχεται το σώμα  $\Sigma_1$  στο άκρο A είναι  $F_{m(1)}$  ενώ το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που δέχεται το σώμα  $\Sigma_2$  στο άκρο B είναι  $F_{m(2)}$ .

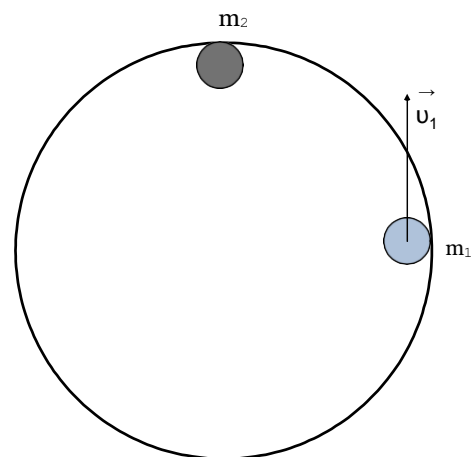
Ο λόγος  $\frac{F_{m(1)}}{F_{m(2)}}$  ισούται με:

- α. 3    β. 2    γ.  $\frac{1}{4}$     δ.  $\frac{3}{4}$

(μονάδες 7)

### ΘΕΜΑ Γ

Δύο σφαιρίδια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με μάζες  $m_1 = 6 \text{ kg}$  και  $m_2 = 3 \text{ kg}$  αντίστοιχα, με αμελητέες διαστάσεις, μπορούν να κινούνται στο εσωτερικό κυκλικού δακτυλίου ακτίνας  $R = \frac{10}{\pi} \text{ m}$  που είναι ακλόνητα στερεωμένος σε λείο οριζόντιο τραπέζι (κάτοψη του οποίου εικονίζεται στο σχήμα). Οι τριβές μεταξύ των σφαιριδίων και του κυκλικού δακτυλίου θεωρούνται αμελητέες. Αρχικά το σφαιρίδιο  $\Sigma_2$  είναι ακίνητο, ενώ το  $\Sigma_1$  εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με φορά



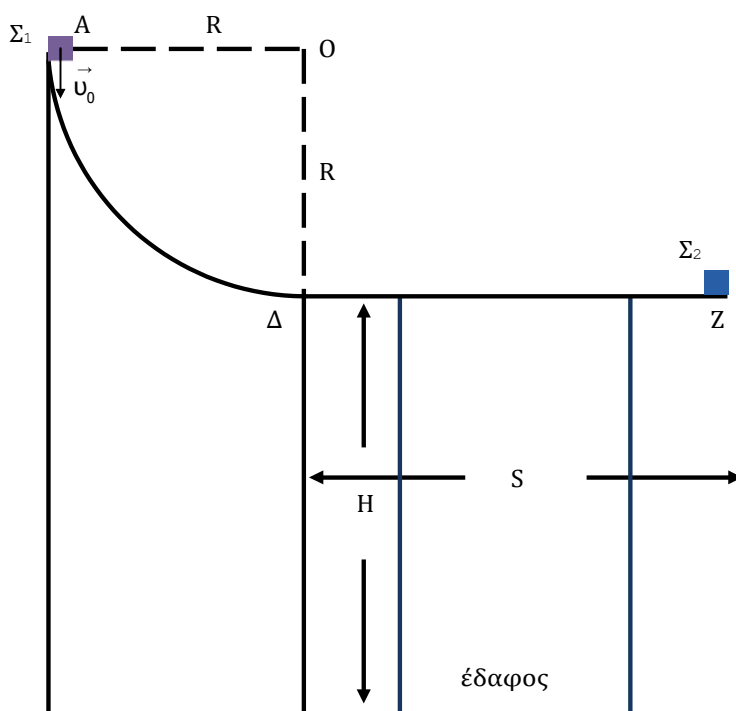
---

αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού με ταχύτητα  $\vec{v} \rightarrow_1$ , μέτρου  $v_1 = 10 \text{ m/s}$ . Κάποια στιγμή, που τη θέτουμε ως  $t_0 = 0$ , τα δύο σφαιρίδια συγκρούονται μετωπικά με αποτέλεσμα το σφαιρίδιο  $\Sigma_2$  αμέσως μετά την κρούση να εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού με ταχύτητα  $\vec{v}' \rightarrow_2$ , μέτρου  $v'_2 = 8 \text{ m/s}$ .

Να υπολογίσετε:

- Γ1. i. Την ταχύτητα  $\vec{v}' \rightarrow_1$  του  $\Sigma_1$  αμέσως μετά την κρούση  
(Μονάδες 3)
- ii. και την μεταβολή της ορμής του κατά την κρούση.  
(Μονάδες 3)
- Γ2. Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του  $\Sigma_1$  πριν την κρούση που μετατράπηκε σε κινητική ενέργεια του  $\Sigma_2$  μετά την κρούση.  
(Μονάδες 6)
- Γ3. Τον λόγο των μέτρων των κεντρομόλων δυνάμεων που δέχονται τα δυο σφαιρίδια μετά την κρούση τους.  
(Μονάδες 6)
- Γ4. Τη χρονική στιγμή  $t_1$  που τα δυο σφαιρίδια θα ξανασυγκρουστούν και το πλήθος των περιστροφών που θα έχει εκτελέσει το κάθε σφαιρίδιο μέχρι τότε.  
(Μονάδες 7)

## ΘΕΜΑ Δ



Σώμα  $\Sigma_1$ , μάζας  $m_1 = 2 \text{ Kg}$ , εκτοξεύεται με κατακόρυφη ταχύτητα  $v_0 \rightarrow$ , με φορά προς τα κάτω, από την κορυφή (σημείο  $A$ ) μιας λείας μεγάλης κατακόρυφης τσουλήθρας που έχει σχήμα τεταρτοκυκλίου  $A\Delta$ , ακτίνας  $R = 3,2 \text{ m}$  με κέντρο το σημείο  $O$ , όπου η ακτίνα  $OA$  είναι οριζόντια και η ακτίνα  $OD$  είναι κατακόρυφη, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Τη στιγμή που το  $\Sigma_1$  φθάνει στη βάση της τσουλήθρας, στο σημείο  $\Delta$  που ανήκει στην κυκλική τροχιά, η γραμμική του ταχύτητα  $\vec{v}_\Delta$  έχει οριζόντια διεύθυνση και το μέτρο της είναι  $v_\Delta = 10 \text{ m/s}$ .

$\Delta 1.$  Να υπολογιστούν:

i. το μέτρο της ταχύτητας  $\vec{v}_0 \rightarrow$

(Μονάδες 3)

ii. το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του  $\Sigma_1$  όταν διέρχεται από τη θέση  $\Delta$ .

(Μονάδες 3)

Μετά το σημείο  $\Delta$  το σώμα  $\Sigma_1$  κινείται σε οριζόντιο δάπεδο  $\Delta Z$ , μήκους  $S = 3,6 \text{ m}$ , με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής ολίσθησης  $\mu = 1/2$ . Το οριζόντιο δάπεδο  $\Delta Z$  βρίσκεται σε ύψος  $H = 5 \text{ m}$  από το έδαφος. Το σώμα  $\Sigma_1$  όταν φθάνει στο άκρο  $Z$

συγκρούεται μετωπικά με αρχικά ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$ , μάζας  $m_2 = 4\text{kg}$ . Αμέσως μετά την κρούση το  $\Sigma_1$  κινείται προς τα αριστερά με ταχύτητα  $\vec{u} \rightarrow'_1$  και σταματά αφού διανύσει διάστημα  $S'_1 = 0,4\text{ m}$ , ενώ το  $\Sigma_2$  εκτοξεύεται προς τα δεξιά με ταχύτητα  $\vec{u} \rightarrow'_2$  εκτελώντας οριζόντια βολή από το σημείο Z.

Δ2. Να υπολογιστούν οι ταχύτητες του  $\Sigma_1$  πριν και μετά την κρούση και του  $\Sigma_2$  μετά την κρούση.

(Μονάδες 6)

Δ3. Αν θέσουμε ως  $t_0 = 0$  τη στιγμή που εκτοξεύεται το  $\Sigma_2$  από το σημείο Z, τότε για τη στιγμή  $t_1$  που η ταχύτητα του έχει μέτρο  $v = 5 \cdot \sqrt{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$  να υπολογιστούν:

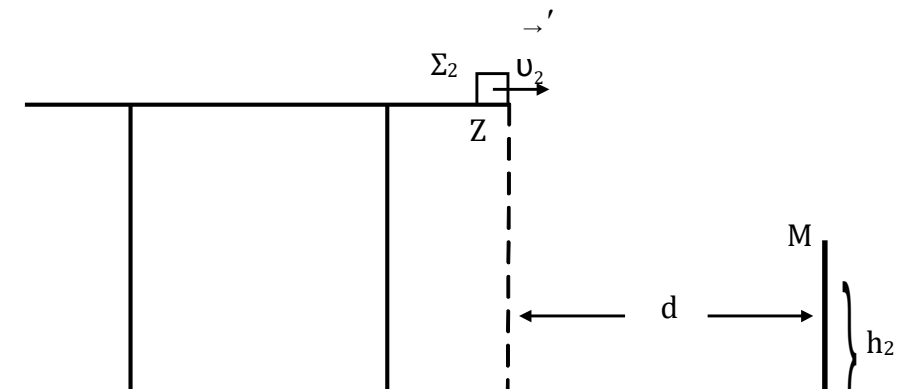
i. Το ύψος  $h_1$  από το έδαφος

(Μονάδες 3)

ii. Η μεταβολή της ορμής του  $\Sigma_2$  στο χρονικό διάστημα  $\Delta t = t_1 - t_0$ .

(Μονάδες 4)

Δ4. Στο έδαφος σε οριζόντια απόσταση  $d = 4\text{m}$  από το σημείο Z τοποθετείται κατακόρυφος στύλος ύψους  $h_2 = 1,6\text{m}$ . Ο στύλος βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την τροχιά του  $\Sigma_2$ .



Να τεκμηριώσετε αν το  $\Sigma_2$  θα χτυπήσει στο στύλο ή αν θα περάσει πάνω από αυτόν.

(Μονάδες 6)

ΔΙΝΕΤΑΙ:  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

Οι διαστάσεις όλων των σωμάτων να θεωρηθούν αμελητέες. Η αντίσταση του αέρα κατά την οριζόντια βολή να θεωρηθεί αμελητέα.