ΤΑΞΗ: **Β΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: **ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ**

Ημερομηνία: Σάββατο 24 Ιανουαρίου 2026
Διάρκεια Εξέτασης: 2 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. β

Α2. β

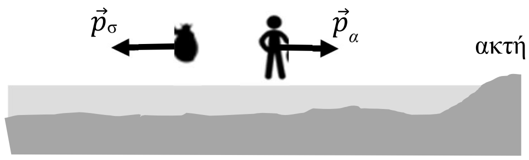
Α3. δ

Α4. γ

Α5. α. Σ
β. Λ
γ. Σ
δ. Λ
ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το (β)



Λόγω έλλειψης τριβής ανάμεσα στον άνθρωπο και την επιφάνεια της λίμνης ο άνθρωπος και το σακίδιο αποτελούν μονωμένο σύστημα σωμάτων. Καθώς ο άνθρωπος και το σακίδιο αρχικά ηρεμούν, το παραπάνω σύστημα σωμάτων έχει μηδενική ορμή. Η δύναμη που ασκεί ο άνθρωπος στο σακίδιο κατά την εκτόξευσή του είναι εσωτερική για το σύστημα άνθρωπος-σακίδιο, επομένως και μετά την εκτόξευση του σακιδίου η συνολική τους ορμή θα παραμείνει μηδενική. Επομένως το σακίδιο μετά την εκτόξευσή του πρέπει να αποκτήσει ορμή με κατεύθυνση προς τα αριστερά οπότε ο άνθρωπος να αποκτήσει την αντίθετη ορμή με κατεύθυνση προς τα δεξιά και κινούμενος χωρίς τριβές να φτάσει στην ακτή.

Β2. Σωστό το (α)

Το σώμα $Σ_1$ κατά την διάρκεια της κίνησής του στο λείο οριζόντιο δάπεδο και πριν συγκρουστεί με το σώμα $Σ_2$ πραγματοποιεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και η ορμή του διατηρείται σταθερή. Λόγω κρούσης, την χρονική στιγμή t_1, η ορμή του συστήματος των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$ δεν μεταβάλλεται. Αμέσως μετά την κρούση και καθώς το συσσωμάτωμα κινείται στο λείο οριζόντιο δάπεδο δεν αλλάζει η ορμή του συστήματος των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$. Κατά την είσοδό του στο τραχύ δάπεδο την χρονική στιγμή t_2 και στη συνέχεια κατά την διάρκεια της κίνησής του, το συσσωμάτωμα πραγματοποιεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση, καθώς του ασκείται η δύναμη της τριβής ολίσθησης που είναι σταθερή. Επομένως κατά τη χρονική διάρκεια της κίνησής του στο τραχύ δάπεδο το μέτρο της ορμής του μειώνεται γραμμικά.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η στάμνα (**1**) αφήνεται από ύψος Η και δέχεται μόνο το βάρος της με αποτέλεσμα να εκτελέσει ελεύθερη πτώση.

Η στάμνα (**2**) εκτελεί οριζόντια βολή καθώς εκτοξεύεται με οριζόντια ταχύτητα $\vec{υ}_0$ από ύψος Η. Η οριζόντια βολή είναι σύνθετη κίνηση και από την αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων μπορεί να αναλυθεί σε δύο κινήσεις.

Α. Μια στην οριζόντια διεύθυνση x΄x στην οποία εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με σταθερή ταχύτητα $\vec{υ}_0$ καθώς στη συγκεκριμένη διεύθυνση δεν δέχεται δύναμη.

Β. Μια στην κατακόρυφη διεύθυνση y΄y στην οποία εκτελεί ελεύθερη πτώση αφού ξεκινά χωρίς αρχική ταχύτητα και δέχεται μόνο το βάρος της.

Για τις κινήσεις των δύο σταμνών από την στιγμή $t_0 = 0$ s έως τις στιγμές t_1 και t_2 που φτάνουν στο έδαφος ισχύει:

Στάμνα (**1**): $Δy_1 = 1/2gt_1^2 \Rightarrow H = 1/2gt_1^2 \Rightarrow \mathbf{t_1 = 1{,}6\ s.}$

Στάμνα (**2**): $Δy_2 = 1/2gt_2^2 \Rightarrow H = 1/2gt_2^2 \Rightarrow \mathbf{t_2 = 1{,}6\ s.}$

Παρατηρούμε ότι $t_1 = t_2$ καθώς ο χρόνος πτώσης τους εξαρτάται μόνο από το ύψος Η και όχι από το είδος της κίνησης στον οριζόντιο άξονα.

Γ2. Η στάμνα (**2**) εκτελεί οριζόντια βολή.

Στην οριζόντια διεύθυνση x΄x, δεν δέχεται καμία δύναμη άρα η ορμή της δεν μεταβάλλεται.

Στην κατακόρυφη διεύθυνση y΄y, δέχεται την δύναμη του βάρους η οποία μεταβάλλει την ταχύτητα και την ορμή της στη συγκεκριμένη διεύθυνση.

Γ3. Η κινητική ενέργεια της στάμνας (**2**), όταν φτάνει στο έδαφος υπολογίζεται παρακάτω:

<u>Α τρόπος</u>

Εφαρμόζοντας Θ.Μ.Κ.Ε ανάμεσα στο σημείο εκτόξευσης της στάμνας και το σημείο πρόσκρουσής με το έδαφος: $K_{εδ.}$-$K_{αρχ.}$ = W_w ⇒ $K_{εδ} = \frac{1}{2}mυ_0^2 + mgH$ ⇒ $\mathbf{K_{εδ}=530\ J}$.

<u>Β τρόπος</u>

Καθώς στη στάμνα ασκείται μόνο το βάρος της που είναι συντηρητική δύναμη η μηχανική της ενέργεια παραμένει σταθερή. Επομένως για τα σημεία εκτόξευσης και πρόσκρουσης με το έδαφος:

$Εμηχ_{αρχ} = Εμηχ_{έδαφος} \Rightarrow K_{αρχ} + U_{αρχ} = K_{εδ} + U_{εδ} \Rightarrow \frac{1}{2}mυ_0^2 + mgH = K_{εδ} \Rightarrow \mathbf{K_{εδ} = 530\ J}$.

<u>Γ τρόπος</u>

Κάθε χρονική στιγμή η ταχύτητα της στάμνας (<u>**2**</u>) είναι $\vec{υ} = \vec{υ}_x + \vec{υ}_y$ όπου $\vec{υ}_x$ η ταχύτητά της στον οριζόντιο άξονα x'x και $\vec{υ}_y$ η ταχύτητά της στον κατακόρυφο άξονα y'y.

Όταν φτάνει στο έδαφος: $υ_x = υ_0 \Rightarrow υ_x = 3\ \frac{m}{s}$ και $υ_y = gt_2 \Rightarrow υ_y = 16\ \frac{m}{s}$.

Καθώς $\vec{υ}_x \perp \vec{υ}_y$, το μέτρο της ταχύτητας της στάμνας (<u>**2**</u>) τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος είναι:

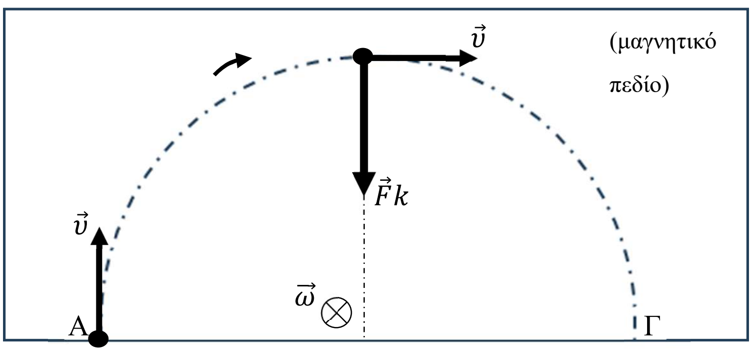
$υ_{εδ}^{\ 2} = υ_x^{\ 2} + υ_y^{\ 2} \Rightarrow υ_{εδ}^{\ 2} = 265\ \frac{m^2}{s^2}$. Άρα $K_{εδ} = \frac{1}{2}mυ_{εδ}^2 \Rightarrow \mathbf{K_{εδ} = 530\ J.}$

Γ4. Οι δύο στάμνες κάθε χρονική στιγμή έχουν ίσες μετατοπίσεις στον κατακόρυφο άξονα y'y. Τη χρονική στιγμή t =1 s η στάμνα <u>**2**</u> έχει μετατοπιστεί οριζόντια προς τα αριστερά κατά $Δx_2 = υ_0\, t = 3$ m. Αφού η απόσταση τους τη χρονική στιγμή t = 0 s ήταν d =12 m, τη χρονική στιγμή t = 1 sec θα απέχουν μεταξύ τους απόσταση D.

$D = d - Δx_2 \Rightarrow \mathbf{D = 9\ m}$.

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Δ1. α) Σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιόστροφου κοχλία, καθώς το πρωτόνιο κινείται σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού το διάνυσμα της γωνιακής του ταχύτητας έχει κατεύθυνση από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



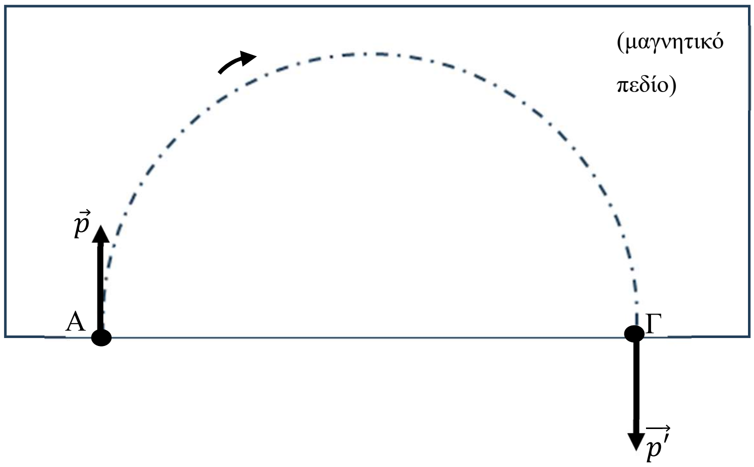
Η κεντρομόλος δύναμη έχει ως διεύθυνση την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς και φορά προς το κέντρο της.

β) $F_k = \frac{m_p \upsilon^2}{R} \Rightarrow \upsilon^2 = \frac{F_k \cdot R}{m_p} = \frac{1{,}6\times 10^{-16} \cdot 4\times 10^{-3}}{1{,}6\times 10^{-27}} \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow \upsilon^2 = 4 \times 10^8 \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow$

$$\upsilon = 2 \times 10^4 \ \boldsymbol{\frac{m}{s}}.$$

Άρα $\omega = \frac{\upsilon}{R} \Rightarrow \omega = \frac{2\times 10^4}{4\times 10^{-3}} \frac{r}{s} \Rightarrow \boldsymbol{\omega = 5 \cdot 10^6 \ \frac{r}{s}}.$

Δ2



Καθώς το πρωτόνιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση το μέτρο της ορμής του $|p|$ παραμένει σταθερό. $|p| = m_p \cdot \upsilon \Rightarrow |p| = 1{,}6 \times 10^{-27} \cdot 2 \times 10^4 Kg \frac{m}{s} \Rightarrow$

$|p| = 3{,}2 \times 10^{-23} kg \frac{m}{s}.$

Η ορμή του πρωτονίου είναι εφαπτόμενη στην τροχιά όπως και η γραμμική του ταχύτητα. Καθώς τα σημεία (Α) και (Γ) είναι αντιδιαμετρικά, η ορμή $\vec{p}$' του πρωτονίου στη θέση (Γ) είναι αντίθετη της ορμής του $\vec{p}$ στη θέση (Α).

Υπολογίζουμε την μεταβολή της ορμής του πρωτονίου ανάμεσα στις θέσεις (Α) και (Γ), θεωρώντας ως θετική φορά στον άξονα των $\vec{p}$ και $\vec{p}'$ τη φορά της ορμής στη θέση (Α):

$\Delta\vec{p} = \overrightarrow{p'} - \vec{p} \Rightarrow \Delta p = -3{,}2 \times 10^{-23} kg \frac{m}{s} - 3{,}2 \times 10^{-23} kg \frac{m}{s} \Rightarrow$

$\Delta p = -6{,}4 \times 10^{-23} kg \frac{m}{s}.$

Επομένως το μέτρο της μεταβολής της ορμής του πρωτονίου κατά την περιστροφή του από τη θέση (Α) ως τη θέση (Γ) είναι ίσο με: $\boldsymbol{|\Delta p| = 6,4 \times 10^{-23} kg \frac{m}{s}}.$

Δ3. Αρχικά το σώμα Σ είναι ακίνητο και η ορμή του $\vec{p}_{πριν}$ είναι μηδενική. Για το σύστημα των κομματιών $Σ_1$-$Σ_2$, οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτά λόγω της έκρηξης είναι εσωτερικές. Επομένως η ολική ορμή των $Σ_1$-$Σ_2$ αμέσως μετά την έκρηξη είναι επίσης μηδενική.

Καθώς το $Σ_1$ αμέσως μετά την έκρηξη αποκτά ορμή $\vec{p}_1$ με διεύθυνση οριζόντια και φορά προς τα δεξιά, το $Σ_2$ θα αποκτήσει ορμή $\vec{p}_2 = -\vec{p}_1$ οριζόντιας διεύθυνσης και φοράς προς τα αριστερά. Για τον υπολογισμό του μέτρου της ταχύτητας $υ_2$ που αποκτά το $Σ_2$, θεωρώντας ως θετική τη φορά προς τα δεξιά:

$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{πριν} \Rightarrow m_1υ_1 - m_2υ_2 = 0 \Rightarrow \boldsymbol{υ_2 = 8\ \frac{m}{s}}$.

Αμέσως μετά την έκρηξη η συνολική κινητική ενέργεια των $Σ_1$ και $Σ_2$ είναι ίση με:

$K_{Σ12} = \frac{1}{2}m_1υ_1^2 + \frac{1}{2}m_2υ_2^2 \Rightarrow \mathbf{K_{Σ12} = 48\ J.}$

Δ4. Το σώμα $Σ_1$ αμέσως μετά την έκρηξη εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στο λείο οριζόντιο επίπεδο, και σε χρόνο $Δt_1 = t - t_o = 1$ s διανύει απόσταση:

$(ΓΔ) = υ_1 \cdot Δt_1 = 4$ m.

Στη συνέχεια συγκρούεται πλαστικά με το ακίνητο σώμα $Σ_3$ και το συσσωμάτωμα των $Σ_1$-$Σ_3$ αποκτά κοινή ταχύτητα μέτρου $υ_κ$ και φοράς προς τα δεξιά.

Από την διατήρηση της ορμής του συστήματος των $Σ_1$-$Σ_3$ στην πλαστική κρούση:

$\vec{p}_{πριν} = \vec{p}_{μετά} \Rightarrow m_1υ_1 = (m_1 + m_3)υ_κ \Rightarrow υ_κ = 0{,}8\ \frac{m}{s}$.

Μετά την κρούση και στο χρονικό διάστημα $Δt_2 = t' - t = 1$ s το συσσωμάτωμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση προς τα δεξιά διανύοντας απόσταση $(ΔΚ) = υ_κ \cdot Δt_2 = 0.8$ m.

Επομένως: (ΓΚ) = (ΓΔ) + (ΔΚ) ⇒ **(ΓΚ) = 4.8 m**.