

ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ
Β' ΤΑΞΗ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ 15 ΑΠΡ 2022
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ 1^ο
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΤΕΣΣΕΡΙΣ (4)
ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

A1. (β) A2. (β) A3. (β) A4. (γ) A5. α. Λ β. Σ γ. Λ δ. Λ ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστό το (β)

Από Αρχή Διατήρησης της Ορμής:

$$P_{APX} = P_{TEΛ} \Rightarrow 0 = m \cdot u_1 - 2m \cdot u_2 \Rightarrow u_1 = 2 \cdot u_2$$

Από Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας:

$$E_{APX} = E_{TEΛ} \Rightarrow k \cdot \frac{2q^2}{d} = k \cdot \frac{2q^2}{4 \cdot d} + \frac{1}{2} \cdot m \cdot u_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot u_2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \cdot k \cdot \frac{q^2}{4d} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot 4u_2^2 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot m \cdot u_2^2 \Rightarrow u_2 = q \sqrt{\frac{k}{2md}}$$

B2. Σωστό το (β)

Για τα μέτρα των αρχικών και τελικών ορμών ισχύει:

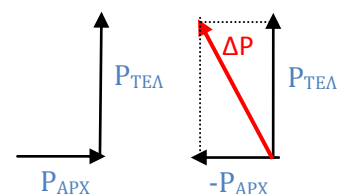
$$P_{APX} = mu \quad (1) \quad P_{TEΛ} = 2mu \quad (2)$$

Η μεταβολή της ορμής του σώματος θα είναι:

$$\Delta \vec{P} = \vec{P}_{TEΛ} - \vec{P}_{APX} \Rightarrow \Delta \vec{P} = \vec{P}_{TEΛ} + (-\vec{P}_{APX})$$

Αφού τα διανύσματα $\vec{P}_{TEΛ}$ και $-\vec{P}_{APX}$ είναι κάθετα, για το μέτρο της συνισταμένης τους τους θα ισχύει το Πυθαγόρειο Θεώρημα:

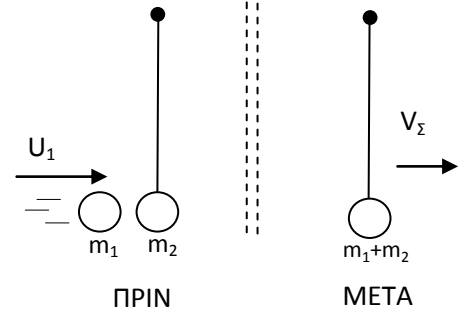
$$\Delta P = \sqrt{P_{APX}^2 + P_{TEΛ}^2} = \sqrt{(mU)^2 + (2mU)^2} = \sqrt{5}mU$$



ΘΕΜΑ Γ

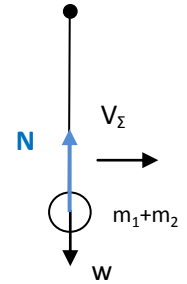
Γ1. Για την κεντρική και πλαστική κρούση από Αρχή Διατήρησης της Ορμής έχουμε:

$$P_{\text{ΠΡΙΝ}} = P_{\text{ΜΕΤΑ}} \Rightarrow m_1 u_1 = (m_1 + m_2) V_{\Sigma} \Rightarrow V_{\Sigma} = 4 \frac{m}{s}$$



Γ2. Ακριβώς μετά την κρούση, το συσσωμάτωμα έχει αποκτήσει ταχύτητα V_{Σ} (ερώτημα Γ1) και θα εκτελέσει κυκλική κίνηση. Αμέσως μετά την κρούση το συσσωμάτωμα είναι δεσμευμένο, λόγω του νήματος, να εκτελέσει κυκλική κίνηση, άρα για τη συνισταμένη δύναμη που δέχεται το συσσωμάτωμα θα ισχύει:

$$\Sigma F_R = m \cdot \frac{U^2}{R} \Rightarrow N - w_{1,2} = (m_1 + m_2) \cdot \frac{V_{\Sigma}^2}{L} \Rightarrow N = 36N$$

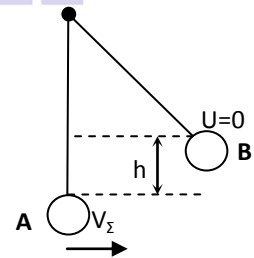


Γ3. Σε κάθε πλαστική κρούση δημιουργείται συσσωμάτωμα και μειώνεται η κινητική ενέργεια του συστήματος. Η θερμότητα Q που εκλύεται προς το περιβάλλον, είναι ίση με την απόλυτη τιμή της διαφοράς της κινητικής ενέργειας του συστήματος πριν και μετά την κρούση.

$$Q = |\Delta K| = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot u_1^2 - \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot V_{\Sigma}^2 = 16J$$

Γ4. Εφαρμόζοντας ΑΔΜΕ από τη στιγμή της κρούσης (σημείο Α) μέχρι το σημείο όπου το σύστημα ακινητοποιείται (σημείο Β):

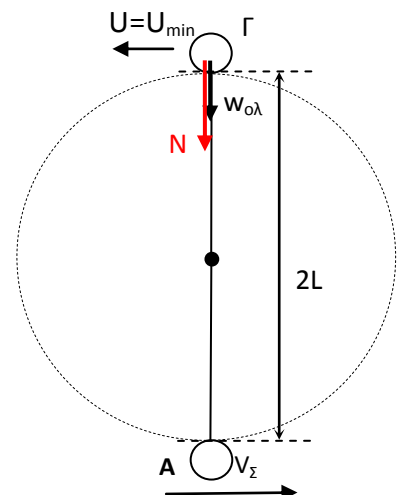
$$E_{\text{ΜΗΧ}(A)} = E_{\text{ΜΗΧ}(B)} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot V_{\Sigma}^2 = 2m \cdot g \cdot h \Rightarrow h = 0,8m$$



Γ5. Για να μπορέσει να εκτελέσει ανακύκλωση το συσσωμάτωμα θα πρέπει να περάσει από το ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς (σημείο Γ), για το οποίο θα πρέπει να ισχύει:

$$\Sigma F_R = m \cdot \frac{U^2}{R} \Rightarrow N + m_{\text{ολ}} \cdot g = m_{\text{ολ}} \cdot \frac{U^2}{L} \xrightarrow[\text{όταν } N=0]{\text{οριακά θα έχουμε } U_{\min}}$$

$$\Rightarrow U_{\min} = \sqrt{g \cdot L} \Rightarrow U_{\min} = \sqrt{20} \frac{m}{s}$$



Σύμφωνα με την **Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας** η ταχύτητα που θα πρέπει να αποκτήσει το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση (V_{Σ} , σημείο A) ώστε να διέλθει από το ανώτατο σημείο της κυκλικής τροχιάς με την ταχύτητα

$$U_{min} = \sqrt{20} \frac{m}{s} \text{ θα είναι:}$$

$$E_{MHX,A} = E_{MHX,\Gamma} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m_{ολ} \cdot V_{\Sigma min}^2 = m_{ολ} \cdot g \cdot 2l + \frac{1}{2} \cdot m_{ολ} \cdot U_{min}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\Sigma min} = \sqrt{5gL} \Rightarrow V_{\Sigma min} = 10 \frac{m}{s}$$

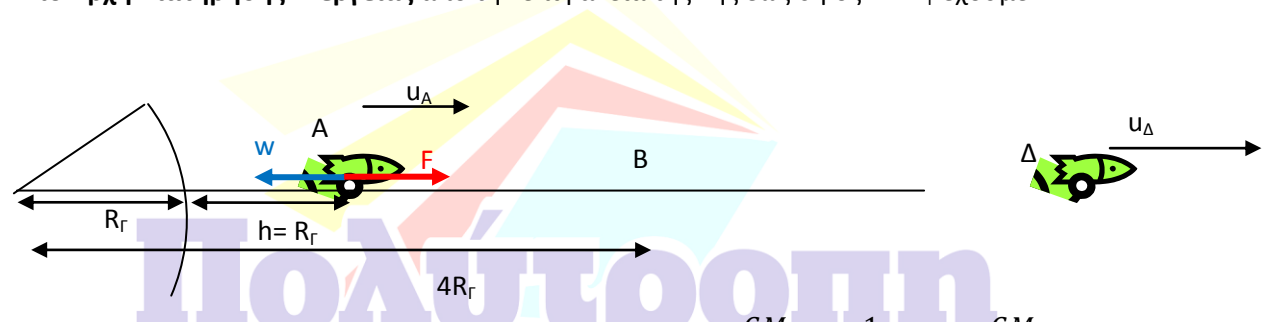
Για την κρούση μεταξύ των σωμάτων m_1 και m_2 , εφαρμόζοντας την **Αρχή Διατήρησης της Ορμής**, μπορούμε να βρούμε την ταχύτητα του m_1 πριν την κρούση:

$$p'_{αρχ} = p'_{τελ} \Rightarrow m \cdot u_{1(min)} = 2m \cdot V_{\Sigma min} \Rightarrow U_{1(min)} = 20 \frac{m}{s}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στον πύραυλο που εκτοξεύεται, ασκείται συνεχώς σταθερή δύναμη.

Από Αρχή Διατήρησης Ενέργειας από την επιφάνεια της Γης έως ύψος $h = R_{\Gamma}$ έχουμε:



$$E_{δυν(A)} + W_F = E_{κιν(B)} + E_{δυν(B)} \Rightarrow F \cdot R_{\Gamma} - \frac{GM_{\Gamma}m}{R_{\Gamma}} = \frac{1}{2}mu_A^2 - \frac{GM_{\Gamma}m}{2R_{\Gamma}} \Rightarrow$$

$$F = \frac{3}{2} \frac{GM_{\Gamma}m}{R_{\Gamma}^2} = \frac{3}{2}g_0m \Rightarrow F = 6 \cdot 10^4 N$$

Δ2.1. Μετά την κατάργηση της δύναμης F , η μηχανική ενέργεια διατηρείται, οπότε εφαρμόζοντας την **Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας** από το σημείο A ως το σημείο B έχουμε:

$$E_A = E_B \Rightarrow \frac{1}{2}mU_A^2 - \frac{GM_{\Gamma}m}{2R_{\Gamma}} = \frac{1}{2}mU_B^2 - \frac{GM_{\Gamma}m}{4R_{\Gamma}} \Rightarrow$$

$$U_B = \sqrt{\frac{3GM_{\Gamma}}{2R_{\Gamma}}} = \sqrt{\frac{3g_0R_{\Gamma}^2}{2R_{\Gamma}}} \Rightarrow U_B = 8\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot 10^3 \frac{m}{s}$$

Δ2.2. Όταν το σώμα βρεθεί σε σημείο εκτός του πεδίου βαρύτητας της Γης, τότε παύει να δέχεται την ελκτική βαρυτική δύναμη, οπότε και η βαρυτική δυναμική ενέργεια είναι μηδενική. Στο σημείο εκείνο το σώμα θα έχει μόνο κινητική ενέργεια. Έτσι, εφαρμόζοντας **Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας** από το σημείο A ως το σημείο Δ έχουμε:

$$E_A = E_{\Delta} \Rightarrow \frac{1}{2}mU_A^2 - \frac{GM_{\Gamma}m}{2R_{\Gamma}} = \frac{1}{2}mU_{\Delta}^2 \Rightarrow U_{\Gamma} = \sqrt{\frac{GM_{\Gamma}}{R_{\Gamma}}} = \sqrt{\frac{g_0R_{\Gamma}^2}{R_{\Gamma}}} \Rightarrow U_{\Delta} = 8 \cdot 10^3 m/s$$

Δ3. Από την πυκνότητα του πλανήτη και γνωρίζοντας τη μάζα του, μπορούμε να υπολογίσουμε την ακτίνα του R:

$$\rho = \rho_{\Gamma} \Rightarrow \frac{M}{V} = \frac{M_{\Gamma}}{V_{\Gamma}} \Rightarrow \frac{27M_{\Gamma}}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{M_{\Gamma}}{\frac{4}{3}\pi R_{\Gamma}^3} \Rightarrow R = 3R_{\Gamma}$$

Εφαρμόζοντας την **Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας** από σημείο εκτός του πεδίου βαρύτητας της Γης (σημείο Δ) μέχρι την επιφάνεια του δεύτερου πλανήτη έχουμε:

$$E_{\Delta} = E_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mU_{\Delta}^2 = \frac{1}{2}mU^2 - \frac{G \cdot 27M_{\Gamma} \cdot m}{3R_{\Gamma}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_{\Delta}^2 + 2 \cdot G \cdot \frac{M_{\Gamma}}{3 \cdot R_{\Gamma}}} = \sqrt{U_{\Delta}^2 + \frac{54}{3} \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = 8\sqrt{19} \cdot 10^3 \text{ m/s}$$