Μιχαλούδης Απόστολος Σαμαράς Σταύρος Σαρρηγιάννης Αντώνης

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΣΤΙΣ ΚΡΟΥΣΕΙΣ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ **Α2.** β **Α3.** γ **Α4.** δ

Α5. α. Σ **β.** Λ **γ.** Λ **δ.** Λ **ε.** Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. α. Σωστή απάντηση είναι η iii.

β. Από τις κινητικές ενέργειες έχουμε:

$$K_1 = 4K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 = 4\frac{1}{2}m\upsilon_2^2 \Rightarrow \upsilon_1 = 2\upsilon_2$$

Εφαρμόζουμε ΑΔΟ στην κρούση:

$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow p_{\alpha\rho\chi} = p_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow m\upsilon_1 - m\upsilon_2 = 2m\upsilon_\kappa \Rightarrow 2\upsilon_2 - \upsilon_2 = 2\upsilon_\kappa \Rightarrow \upsilon_2 = 2\upsilon_\kappa \Rightarrow \upsilon_\kappa = \frac{\upsilon_2}{2}$$

Η θερμότητα που εκλύεται κατά την κρούση είναι ίση με:

$$Q = K_1 + K_2 - K = 5K_2 - \frac{1}{2}2m\upsilon_\kappa^2 = 5K_2 - \frac{1}{2}2m\frac{\upsilon_2^2}{4} = 5K_2 - 0,5K_2 = 4,5K_2$$

Άρα το ζητούμενο ποσοστό είναι ίσο με:

$$\frac{Q}{K_1 + K_2} = \frac{4,5K_2}{5K_2} = \frac{9}{10} = 0,9 \text{ ή } 90\%$$

Β2. Α. α. Σωστή απάντηση είναι η ii.

β. $$\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_2 = \frac{m - 3m}{m + 3m}2\upsilon + \frac{2\cdot 3m}{m + 3m}(-\upsilon) = -\upsilon - \frac{3\upsilon}{2} = -\frac{5\upsilon}{2}$$

$$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_2 = \frac{2m}{m + 3m}2\upsilon + \frac{3m - m}{m + 3m}(-\upsilon) = \upsilon - \frac{\upsilon}{2} = \frac{\upsilon}{2}$$

Β. α. Σωστή απάντηση είναι η i.

β. $$\frac{K_1' - K_1}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}m\upsilon_1'^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_1^2}{\frac{1}{2}m\upsilon_1^2} = \frac{\frac{25}{4}\upsilon^2 - 4\upsilon^2}{4\upsilon^2} = \frac{\frac{9}{4}}{4} = \frac{9}{16}$$

Β3. α. Σωστή απάντηση είναι η iii.

β. Από ΑΔΚΕ έχουμε: $\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1'^2 + \frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 \Rightarrow m_1\upsilon_1^2 = m_1\upsilon_1'^2 + m_2\upsilon_2'^2$ (1)

Εφαρμόζουμε την ΑΔΟ:

$$m_1^2\upsilon_1^2 = m_1^2\upsilon_1'^2 + m_2^2\upsilon_2'^2 + 2m_1\upsilon_1' m_2\upsilon_2'\sigma\upsilon\nu 90^\circ \Rightarrow m_1^2\upsilon_1^2 = m_1^2\upsilon_1'^2 + m_2^2\upsilon_2'^2 \quad (2)$$

Συνδυάζουμε τις (1) και (2):

$$m_1\left(m_1\upsilon_1'^2 + m_2\upsilon_2'^2\right) = m_1^2\upsilon_1'^2 + m_2^2\upsilon_2'^2 \Rightarrow m_1^2\upsilon_1'^2 + m_1m_2\upsilon_2'^2 = m_1^2\upsilon_1'^2 + m_2^2\upsilon_2'^2 \Rightarrow m_1 = m_2 \Rightarrow$$

$$\frac{m_1}{m_2} = 1$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. α. Η ολική ορμή του συστήματος διατηρείται κατά τη διάρκεια της κρούσης. Επομένως:

$$\overrightarrow{\Delta p}_{o\lambda} = 0 \Rightarrow \overrightarrow{\Delta p_1} + \overrightarrow{\Delta p_2} = 0 \Rightarrow \overrightarrow{\Delta p_1} = -\overrightarrow{\Delta p_2}$$

β. Από την ΑΔΟ έχουμε:

$\overrightarrow{p_{ολ,αρχ}} = \overrightarrow{p_{ολ,τελ}}$ άρα $m_1υ_1 + m_2υ_2 = m_1υ_1' + m_2υ_2' \Rightarrow m_1υ_1 - m_1υ_1' + = m_2υ_2' - m_2υ_2 \Rightarrow$

$m_1\left(υ_1 - υ_1'\right) = m_2\left(υ_2 - υ_2'\right)$ (1)

Από την ΑΔΚΕ κατά την κρούση έχουμε:

$$K_{ολ,αρχ} = K_{ολ,τελ} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1υ_1^2 + \frac{1}{2}m_2υ_2^2 = \frac{1}{2}m_1υ_1'^2 + \frac{1}{2}m_2υ_2'^2 \Rightarrow$$

$$m_1\left(υ_1^2 - υ_1'^2\right) = m_2\left(υ_2'^2 - υ_2^2\right) \Rightarrow m_1\left(υ_1 - υ_1'\right)\left(υ_1 + υ_1'\right) = m_2\left(υ_2' - υ_2\right)\left(υ_2' + υ_2\right) \quad (2)$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις σχέσεις (2) και (1):

$$\frac{m_1\left(υ_1 - υ_1'\right)\left(υ_1 + υ_1'\right)}{m_1\left(υ_1 - υ_1'\right)} = \frac{m_2\left(υ_2' - υ_2\right)\left(υ_2' + υ_2\right)}{m_2\left(υ_2' - υ_2\right)} \Rightarrow υ_1 + υ_1' = υ_2' + υ_2 \Rightarrow$$

$υ_2' = υ_1 + υ_1' - υ_2$ (3)

Από τις σχέσεις (1) και (3) προκύπτει:

$$m_1\left(υ_1 - υ_1'\right) = m_2\left(υ_1 + υ_1' - υ_2 - υ_2\right) \Rightarrow m_1υ_1 - m_1υ_1' = m_2υ_1 + m_2υ_1' - 2m_2υ_2 \Rightarrow$$

$$m_1υ_1 - m_2υ_1 + 2m_2υ_2 = m_1υ_1' + m_2υ_1' \Rightarrow (m_1 + m_2)υ_1' = (m_1 - m_2)υ_1 + 2m_2υ_2 \Rightarrow$$

$$υ_1' = \frac{(m_1 - m_2)υ_1 + 2m_2υ_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow υ_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}υ_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}υ_2 \quad (4)$$

Αντικαθιστώντας στη σχέση (3) τη σχέση (4), μετά από πράξεις προκύπτει:

$$υ_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}υ_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}υ_2$$

Γ2. α. $υ_1' = \frac{(3-1)20 + 2\cdot1\cdot10}{3+1} = \frac{60}{4} \Rightarrow υ_1' = +15\ \frac{m}{s}$

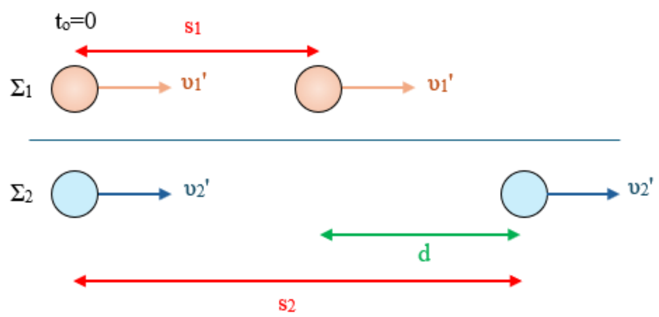
$$υ_2' = \frac{(1-3)10 + 2\cdot3\cdot20}{3+1} = \frac{-20+120}{4} \Rightarrow υ_1' = \frac{100}{4} \Rightarrow υ_1' = +25\ \frac{m}{s}$$

Και οι δύο ταχύτητες έχουν φορά προς τα θετικά.

β. $\overrightarrow{Δp_1} = \overrightarrow{p_1'} - \overrightarrow{p_1}$ και αλγεβρικά:

$$Δp_1 = \left(+m_1υ_1'\right) - \left(+m_1υ_1\right) \Rightarrow Δp_1 = (+3\cdot15) - (+3\cdot20) \Rightarrow Δp_1 = +45 - 60 \Rightarrow Δp_1 = -15\ kg\frac{m}{s}$$

γ. Ισχύει:



Κάτοψη

$$d = s_2 - s_1 = υ_2'Δt - υ_1'Δt \Rightarrow d = \left(υ_2' - υ_1'\right)Δt = (25-15)5 \Rightarrow d = 50\ m.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. ΘΜΚΕ για το σώμα Σ_1 από τη θέση Α στη θέση Γ:

$$K_\Gamma - K_A = W_W \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 = m_1 g R_1 \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{2gR_1} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{2\cdot 10\cdot 7{,}2} \Rightarrow \upsilon_1 = 12\ \frac{m}{s}$$

ΘΜΚΕ για το σώμα Σ_2 από τη θέση Δ στη θέση Ζ:

$$K_Z - K_\Delta = W_W \Rightarrow \frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2 = m_2 g R_2 \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{2gR_2} \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{2\cdot 10\cdot 1{,}8} \Rightarrow \upsilon_2 = 6\ \frac{m}{s}$$

Οι ταχύτητες στο οριζόντιο επίπεδο δεν μεταβάλλονται, διότι είναι λείο. Πρώτα γίνεται η κρούση των Σ_1 και Σ_3.

Στην πλαστική κρούση ισχύει ότι $\Sigma F_{\varepsilon\xi} = 0$, άρα εφαρμόζουμε την ΑΔΟ:

$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow p_{\alpha\rho\chi} = p_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow m_1\upsilon_1 = (m_1 + m_3)\upsilon_\kappa \Rightarrow \upsilon_\kappa = 6\ \frac{m}{s}$$

Δ2. Θερμότητα: $Q = |\Delta K| = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}(m_1+m_3)\upsilon_\kappa^2 = 72 - 36 = 36\ J$

Ποσοστό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_1 κατά την πλαστική κρούση:

$$\frac{\Delta K_1}{K_{1,\alpha\rho\chi}} = \frac{K_{1,\tau\varepsilon\lambda} - K_{1,\alpha\rho\chi}}{K_{1,\alpha\rho\chi}} = \frac{\frac{1}{2}m_1\upsilon_\kappa^2 - \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2} = \frac{\upsilon_\kappa^2 - \upsilon_1^2}{\upsilon_1^2} = \frac{6^2 - 12^2}{12^2} = \frac{36-144}{144} = \frac{-108}{144} = -0{,}75$$

ή -75%

Δ3. Η πλαστική κρούση γίνεται τη χρονική στιγμή: $t_1 = \frac{d}{\upsilon_1} = \frac{60}{12} = 5\ s$. Αυτή τη χρονική στιγμή το σώμα Σ_2 απέχει από το σημείο Ζ απόσταση $x_2 = \upsilon_2 t_1 = 6\cdot 5 = 30\ m$. Λόγω ίσων μέτρων ταχυτήτων η ελαστική κρούση θα γίνει στη μέση, δηλαδή σε απόσταση 45 m από το σημείο Ζ, τη χρονική στιγμή $t_2 = 5 + \frac{15}{6} = 7{,}5\ s$. Μετά την κρούση, η ταχύτητα του σώματος Σ_2 είναι ίση με:

$$\upsilon_2' = \frac{2(m_1+m_3)}{m_1+m_3+m_2}\upsilon_\kappa + \frac{m_2-(m_1+m_3)}{m_1+m_3+m_2}\upsilon_2 = \frac{2\cdot 2}{3}6 + \frac{1-2}{3}(-6) = 8 + 2 = 10\ \frac{m}{s}.$$

Άρα το σώμα Σ_2 περνάει για πρώτη φορά, μετά την ελαστική κρούση, από το σημείο Ζ τη χρονική στιγμή: $t_3 = 7{,}5 + \frac{45}{10} = 12\ s$.

Δ4. Υπολογίζουμε την ταχύτητα του σώματος Σ_2 την πρώτη φορά που περνάει από το τημείο Δ ανεβαίνοντας προς τα πάνω, εφαρμόζοντας ΘΜΚΕ από το Ζ προς το Δ:

$$K_\Delta - K_Z = W_W \Rightarrow \frac{1}{2}m_2\upsilon_\Delta^2 - \frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 = -m_2 g R_2 \Rightarrow \upsilon_\Delta^2 - \upsilon_2'^2 = -36 \Rightarrow \upsilon_\Delta^2 - 100 = -36 \Rightarrow \upsilon_\Delta = 8\ \frac{m}{s}.$$

Όταν το σώμα Σ_2 ξαναπερνάει για δεύτερη φορά από το σημείο Δ, θα έχει ίδιο μέτρο ταχύτητας (λόγω της ΑΔΜΕ) αλλά φορά προς τα κάτω. Επομένως το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_2 είναι ίσο με:

$$\Delta p_2 = m_2\upsilon_\Delta - (-m_2\upsilon_\Delta) = 2m_2\upsilon_\Delta = 16\ kg\frac{m}{s}.$$