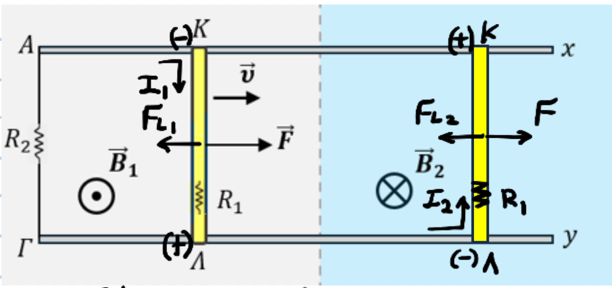
Λύσεις διαγωνίσματος φυσικής Γ' λυκείου 4/1/2025

ΘΕΜΑ Α

Α1-γ Α2-β Α3-δ Α4-γ Α5- Λ Σ Λ Λ Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1	Ι-β	ΙΙ-α



Ο αγωγός κινούμενος εντός των ομογενών μαγνητικών πεδίων εμφανίζει στα άκρα του ΗΕΔ από επαγωγή, διαρρέεται από ηλεκτρικό οπότε δέχεται και δύναμη Laplace.

Ι) Στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$ επιβραδύνεται και τελικά αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{υ}_{ορ}$. Οπότε η ταχύτητα του αγωγού μειώνεται, η ΗΕΔ $E_{επ_2} = B_2 υ \ell$ μειώνεται, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος $I_2 = \frac{E_{επ_2}}{R_{ολ}}$ μειώνεται άρα μειώνεται και η δύναμη Laplace $F_{L_2} = B_2 I_2 \ell$.

Ισχύει $ΣF_2 = mα \Rightarrow α = \frac{ΣF_2}{m} \Rightarrow α = \frac{F_{L_2} - F}{m}$

Επειδή η F_{L_2} μειώνεται, μειώνονται η $ΣF_2$ και η επιτάχυνση (β)

Όταν $ΣF_2 = 0$ ο αγωγός αποκτά την οριακή ταχύτητα

ΙΙ) Όταν $υ' = \frac{υ}{2}$ δίνεται ότι: $\frac{dQ}{dt} = \frac{dW_F}{dt} \Rightarrow I_2^2 R_{ολ} = F \cdot υ$

όπου $I_2 = \frac{E_{επ_2}}{R_{ολ}} = \frac{B_2 υ' \ell}{R_{ολ}} = \frac{B_2 \ell \cdot υ}{2R_{ολ}}$

και $ΣF_1 = 0 \Rightarrow F = F_{L_1} = B_1 I_1 \ell = B_1 \frac{B_1 υ \ell}{R_{ολ}} \ell = \frac{B_1^2 \ell^2 \cdot υ}{R_{ολ}}$

άρα $\frac{B_2^2 \ell^2 υ^2}{4R_{ολ}^2} R_{ολ} = \frac{B_1^2 \ell^2 υ}{R_{ολ}} \cdot υ \Rightarrow B_2^2 = 4B_1^2 \Rightarrow \underline{B_2 = 2B_1}$

Όταν ο αγωγός αποκτά $υ_{ορ}$ ισχύει $ΣF_2 = 0 \Rightarrow F = F_{L_2}$ όμως $F = F_{L_1}$

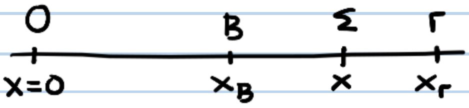
$\Rightarrow F_{L_1} = F_{L_2} \Rightarrow B_1 I_1 \ell = B_2 I_2 \ell \Rightarrow B_1 \frac{B_1 υ \ell}{R_{ολ}} \ell = B_2 \frac{B_2 υ_{ορ} \ell}{R_{ολ}} \ell$

$\Rightarrow B_1^2 υ = B_2^2 υ_{ορ} \Rightarrow B_1^2 υ = 4B_1^2 υ_{ορ} \Rightarrow \boxed{υ_{ορ} = \frac{υ}{4}}$ (α)

$\boxed{B2-\beta}$ Το σημείο Β ξεκινά να κινείται μετά από δυο πλήρεις ταλαντώσεις της πηγής άρα $t_{άφιξης(B)} = t_B = 2T$.

Ισχύει $\upsilon = \frac{x}{t} \Rightarrow x = \upsilon t \rightarrow x_B = \frac{\lambda}{T} 2T \Rightarrow x_B = 2\lambda$

Αφού το σημείο Γ έχει κάθε στιγμή ίδια απομάκρυνση και ίδια ταχύτητα με την πηγή ισχύει $\Delta x = k\lambda \Rightarrow x_\Gamma - 0 = k\lambda \Rightarrow x_\Gamma = k\lambda$, με $k=4$ οπότε $x_\Gamma = 4\lambda$ (συμφωνία φάσης)



Για τα σημεία που κάθε στιγμή έχουν αντίθετη απομάκρυνση και αντίθετη ταχύτητα ισχύει $\Delta x = k\lambda + \frac{\lambda}{2}$. Έστω τυχαίο σημείο Σ στη θέση x που έχει αντίθετη απομάκρυνση και αντίθετη ταχύτητα με το Β. Ισχύει $\Delta x = k\lambda + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x - x_B = k\lambda + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x = k\lambda + x_B + \frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow x = k\lambda + 2\lambda + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x = k\lambda + 2{,}5\lambda$

Όμως $0 \le x \le x_\Gamma$

$0 \le k\lambda + 2{,}5\lambda \le 4\lambda$

$-2{,}5 \le k \le 1{,}5$ άρα $k = -2, -1, 0, 1$ $\boxed{\text{4 σημεία}}$ (β)

$\boxed{B3-\alpha}$ Οι ταχύτητες των σωμάτων πριν την κρούση στη ΘΦΜ είναι:

για m_2 ΘΜΚΕ $K_{2τελ} - \cancel{K_{2αρχ}}^{0} = W_{w_2} \Rightarrow \frac{1}{2} m_2 \upsilon_2^2 = m_2 g h$

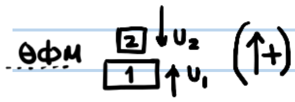
$$\upsilon_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g \cdot 4\Delta\ell} \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{8g\Delta\ell}$$

για m_1 στη ΘΙ ισχύει $\Sigma F_1 = 0 \Rightarrow m_1 g = k\Delta\ell \Rightarrow \frac{k}{m_1} = \frac{g}{\Delta\ell}$

στη ΘΦΜ ισχύει $E = K_1 + U \Rightarrow \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} m_1 \upsilon_1^2 + \frac{1}{2} D \Delta\ell^2$ $(D = k)$

$$\upsilon_1^2 = \frac{k}{m_1}(A^2 - \Delta\ell^2) = \frac{g}{\Delta\ell}(9\Delta\ell^2 - \Delta\ell^2)$$

$$\upsilon_1^2 = 8g\Delta\ell \Rightarrow \upsilon = \sqrt{8g\Delta\ell}$$ Άρα $\upsilon_1 = \upsilon_2 = \upsilon$ κατά μέτρο



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

$\upsilon_2' = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_2 + \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1 = \frac{-3m}{5m}(-\upsilon) + \frac{8m}{5m}\upsilon \Rightarrow \upsilon_2' = \frac{11\upsilon}{5}$

$\div$ $\boxed{\frac{\upsilon_1'}{\upsilon_2'} = \frac{1}{11}}$ (α)

ΘΕΜΑ Γ

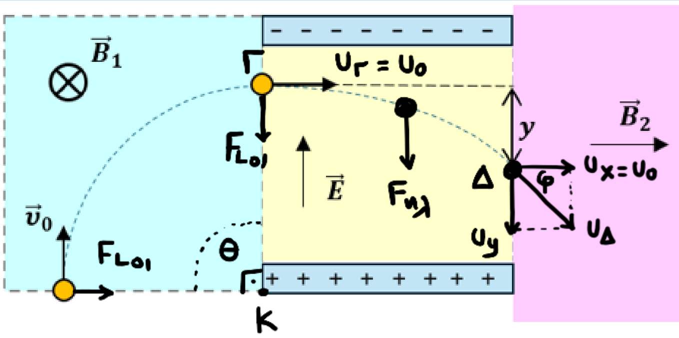
Γ1) Για την επιτάχυνση των ηλεκτρονίων από τη διαφορά δυναμικού V ισχύει: ΘΜΚΕ $\frac{1}{2}mv^2 = eV$

Για τα ηλεκτρόνια που διέρχονται από το φίλτρο χωρίς απόκλιση ισχύει: $v = \frac{E}{B}$

Άρα $\frac{1}{2}m\frac{E^2}{B^2} = eV \Rightarrow \boxed{\frac{e}{m} = \frac{E^2}{2VB^2}}$

Γ2) Για την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς ισχύει: $R = \frac{mv_0}{B_1|q|}$

$R = \frac{m}{e}\frac{v_0}{B_1} = \frac{4}{7}10^{-11}\frac{7\cdot 10^6}{10^{-3}}m \Rightarrow \boxed{R = 4\cdot 10^{-2}m}$



Για την περίοδο ισχύει:

$T_1 = \frac{2\pi m}{B_1|q|} = \frac{2\pi}{B_1}\frac{m}{e} = \frac{2\pi}{10^{-3}}\frac{4}{7}10^{-11}sec \Rightarrow T_1 = \frac{8\pi}{7}10^{-8}sec$

Εντός του ΟΜΠ $\vec{B}_1$ διαγράφει τεταρτοκύκλιο άρα $θ = \frac{\pi}{2}rad$

Ισχύει $θ = ω_1Δt \Rightarrow \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{T_1}\cdot Δt \Rightarrow Δt = \frac{T_1}{4} \Rightarrow \boxed{Δt = \frac{2\pi}{7}10^{-8}sec}$

Γ3) Στην έξοδο από το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο Δ, η ταχύτητα $\vec{U}_Δ$ του ηλεκτρονίου σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές του οριζόντιου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_2$ οπότε διαγράφει ελικοειδή τροχιά. Για το βήμα της έλικας ισχύει:

$b = v_xT_2$ όπου $v_x = v_0 = 7\cdot 10^6 m/s$

και $T_2 = \frac{2\pi m}{B_2 e} = \frac{2\pi}{4\cdot 10^{-3}}\frac{4}{7}10^{-11}sec \Rightarrow T_2 = \frac{2\pi}{7}10^{-8}sec$

Άρα $b = 7\cdot 10^6\frac{2\pi}{7}10^{-8}m \Rightarrow \boxed{b = 2\pi\cdot 10^{-2}m = 2\pi\, cm}$

Γ4) Για τον υπολογισμό της ταχύτητας $\vec{υ}_Δ$ του ηλεκτρονίου έχουμε:

ΘΜΚΕ $_{Γ\to Δ}$: $K_Δ - K_Γ = W_{F_{ηλ}}^{Γ\to Δ} \Rightarrow \frac{1}{2}mυ_Δ^2 - \frac{1}{2}mυ_0^2 = F_{ηλ}\cdot y$ όπου $F_{ηλ} = |q|E = eE$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mυ_Δ^2 - \frac{1}{2}mυ_0^2 = eE\cdot y \Rightarrow υ_Δ^2 = υ_0^2 + 2\frac{e}{m}E\cdot y$$

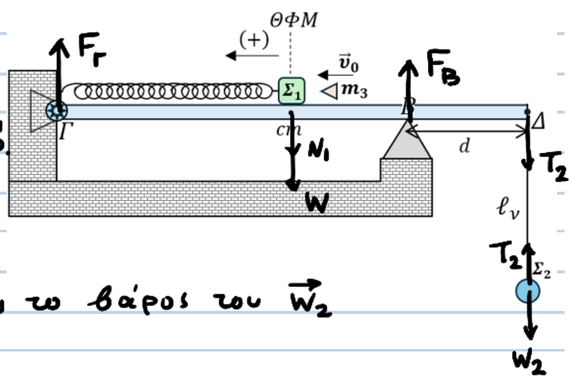
$$\Rightarrow υ_Δ = \sqrt{υ_0^2 + 2\frac{e}{m}E\cdot y}$$

$$\Rightarrow υ_Δ = \sqrt{49\cdot 10^{12} + 2\frac{7}{4}10^{11}\frac{1}{7}10^4\cdot 3\cdot 10^{-2}}\ m/s$$

$$\Rightarrow υ_Δ = \sqrt{64\cdot 10^{12}}\ m/s \Rightarrow υ_Δ = 8\cdot 10^6\ m/s.$$

Το μήκος της τροχιάς που διανύει το ηλεκτρόνιο εντός του ΟΜΠ $\vec{B}_2$ είναι: $S = υ_Δ\cdot Δt' = υ_Δ\cdot 7T_2 = 8\cdot 10^6\cdot 7\frac{2π}{7}10^{-8}\ m \Rightarrow \boxed{S = 16π\cdot 10^{-2}\ m = 16π\ cm}$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1) Στο σώμα $Σ_1$ ασκείται το βάρος του $\vec{W}_1$ και η κάθετη δύναμη $\vec{N}_1'$ από τη δοκό.
Ισχύει $ΣF_{1y} = 0 \Rightarrow N_1' = W_1 = m_1 g = 20N$.

Στο σώμα $Σ_2$ ασκούνται η τάση $\vec{T}_2$ και το βάρος του $\vec{W}_2$
Ισχύει $ΣF_{2y} = 0 \Rightarrow T_2 = W_2 = m_2 g = 15N$

Στη δοκό ασκούνται το βάρος της $\vec{W}$, η τάση νήματος $\vec{T}_2$, η δύναμη $\vec{F}_B$ από το στήριγμα, η δύναμη $\vec{F}_Γ$ από την άρθρωση και η κάθετη δύναμη $\vec{N}_1$ από το σώμα $Σ_1$ αντίδραση της $\vec{N}_1'$ (κατά μέτρο $N_1 = N_1' = 20N$).

Από την ισορροπία της δοκού ισχύει:

$$Στ_Γ = 0 \Rightarrow τ_{F_B} = τ_W + τ_{N_1} + τ_{T_2} \Rightarrow F_B(\ell - d) = Mg\frac{\ell}{2} + N_1\frac{\ell}{2} + T_2\ell$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}F_B = (70 + 20 + 30)N \Rightarrow \boxed{F_B = 80N}$$

$$ΣF_y = 0 \Rightarrow F_Γ + F_B = W + N_1 + T_2 \Rightarrow F_Γ + 80N = (70 + 20 + 15)N \Rightarrow \boxed{F_Γ = 25N}$$

Δ2) Η περίοδος της ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα $m_1 + m_3$ είναι $T = 2π\sqrt{\frac{m_1+m_3}{D}} \xrightarrow{D=k} T = 2π\sqrt{\frac{3}{75}}\ sec \Rightarrow T = 0{,}4π\ sec$

Το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται $2^η$ φορά όταν βρεθεί στη θέση $x = -A$ τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{3T}{4} \Rightarrow \boxed{t = 0{,}3π\ sec}$

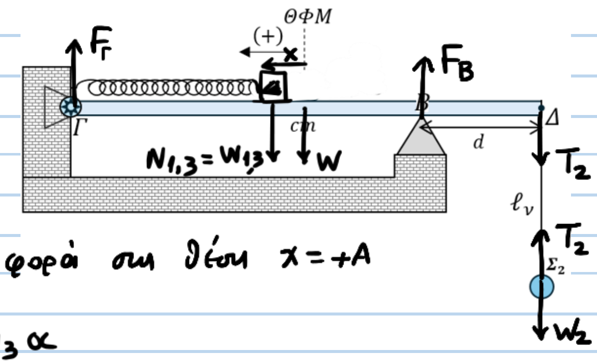
Δ3) Πλαστική κρούση ΑΔΟ: $\vec{P}_{πριν} = \vec{P}_{μετά} \Rightarrow P_3 = P_κ \Rightarrow m_3 v_0 = (m_1+m_3) v_κ$

$\Rightarrow v_κ = \frac{m_3 v_0}{m_1+m_3} = \frac{1 \cdot 7,5}{3}\, m/s \Rightarrow v_κ = 2,5\, m/s = v_{max} \rightarrow$ ταχύτητα στη ΘΙ της αατ

Ισχύει $v_κ = v_{max} = ωA$ $\quad D = k = (m_1+m_3)ω^2$

$A = \frac{v_κ}{ω} = \frac{2,5}{5}\, m$ $\quad ω = \sqrt{\frac{k}{m_1+m_3}} = 5\, \frac{rad}{s}$

$A = 0,5\, m$



Το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται για 1η φορά στη θέση $x = +A$

Ισχύει $\frac{d\vec{P}_{θλ}}{dt} = Σ\vec{F}_{θλ} \Rightarrow \frac{dP_{θλ}}{dt} = ΣF_{θλ} = m_3 α$

όπου $α = -α_{max} ημ(ωt) = -ω^2 A ημ(ωt) = -ω^2 x$

άρα $\frac{dP_{θλ}}{dt} = -m_3 ω^2 x = -m_3 ω^2 A = -1 \cdot 25 \cdot 2,5\, \frac{kgm/s}{s} \Rightarrow \boxed{\frac{dP_{θλ}}{dt} = -12,5\, \frac{kgm/s}{s}}$

Δ4) Όταν το συσσωμάτωμα βρίσκεται σε τυχαία απομάκρυνση x ισχύει:

$Στ_Γ = 0 \Rightarrow τ_{F_B} = τ_W + τ_{T_2} + τ_{N_{1,3}}$

$F_B(\ell - d) = Mg\frac{\ell}{2} + T_2 \ell + N_{1,3}\left(\frac{\ell}{2} - x\right)$

$\frac{3}{2} F_B = 70 + 30 + 30(1 - x)$

$3F_B = 260 - 60x \Rightarrow F_B = \frac{260 - 60x}{3}$

$\Rightarrow \boxed{F_B = \frac{260}{3} - 20x \quad SI}$

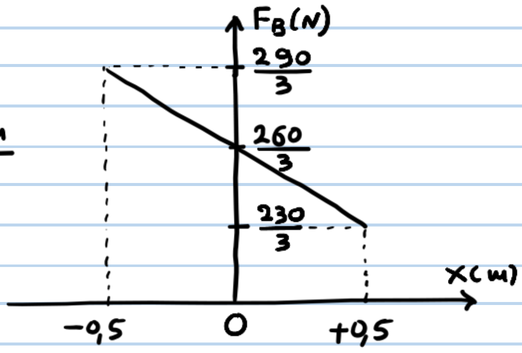
με $-A \le x \le +A \rightarrow -0,5\, m \le x \le +0,5\, m$

$N_{1,3} = W_{1,3} = (m_1+m_3)g = 30N$ είναι η κάθετη που δέχεται η δοκός από το συσσωμάτωμα η οποία είναι ίση με το βάρος του.

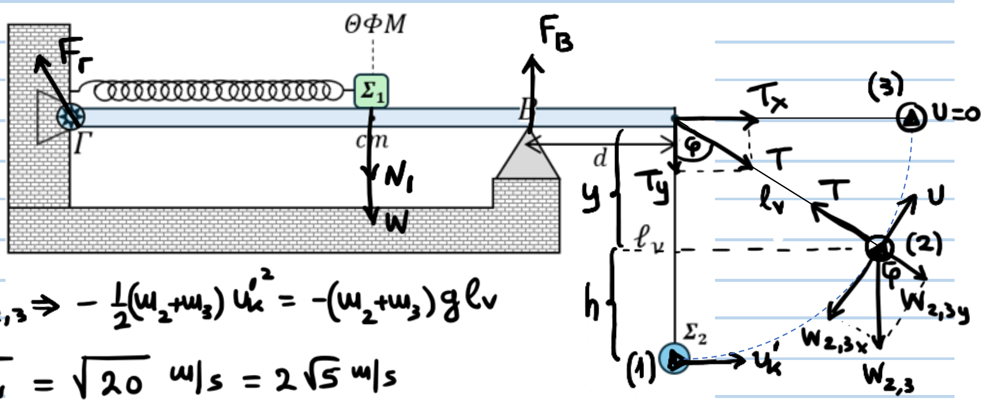
για $x = -0,5\, m$ $\quad F_B = \frac{290}{3}\, N$

$x = 0$ $\quad F_B = \frac{260}{3}\, N$

$x = +0,5\, m$ $\quad F_B = \frac{230}{3}\, N$



Δ5) Το συσσωμάτωμα $m_2 + m_3$ ακινητοποιείται στη θέση (3).



ΘΜΚΕ (1)→(3): $\overset{0}{K_3} - K_1 = W_{w_{2,3}} \Rightarrow -\frac{1}{2}(m_2+m_3) v_κ'^2 = -(m_2+m_3) g \ell_ν$

$\Rightarrow v_κ' = \sqrt{2g\ell_ν} = \sqrt{20}\, m/s = 2\sqrt{5}\, m/s$

α) Πλαστική κρούση m_1, m_2 : $\vec{P}'_{πριν} = \vec{P}'_{μετά} \Rightarrow P_3' = P_κ' \Rightarrow m_3 v_3 = (m_1+m_3) v_κ'$

$\Rightarrow v_3 = \frac{m_2+m_3}{m_3} v_κ' = 2{,}5 \cdot 2\sqrt{5}\, m/s = 5\sqrt{5}\, m/s$

$K_{πριν} = \frac{1}{2} m_3 v_3^2 = \frac{1}{2}\, 1 \cdot 25 \cdot 5\, J = 62{,}5\, J$

$K_{μετά} = \frac{1}{2}(m_2+m_3) v_κ'^2 = \frac{1}{2}\, 2{,}5 \cdot 20 J = 25\, J$

$E_{απωλειών} = K_{πριν} - K_{μετά} \Rightarrow \boxed{E_{απωλειών} = 37{,}5\, J}$

β) Όταν το μέτρο της δύναμης από το στήριγμα στο σημείο Β είναι $F_B = 124N$ έστω ότι το συσσωμάτωμα βρίσκεται στη θέση (2).

Από την ισορροπία της δοκού ισχύει:

$\Sigma\tau_B = 0 \Rightarrow \tau_{F_B} = \tau_w + \tau_{N_1} + \tau_{T_y}$

$\Rightarrow F_B(\ell - d) = Mg\frac{\ell}{2} + N_1 \frac{\ell}{2} + T_y \ell$

$\Rightarrow 124 \frac{3}{2} = 70 + 20 + 2T_y$

$\Rightarrow 2T_y = 96N \Rightarrow T_y = 48N \Rightarrow T \cdot συνφ = 48\, N \Rightarrow T = \frac{48N}{συνφ}$ (α)

ΘΜΚΕ για το m_2+m_3 από τη θέση (1) → (2)

$K_2 - K_1 = W_{w_{2,3}} \Rightarrow \frac{1}{2}(m_2+m_3)v^2 - \frac{1}{2}(m_2+m_3) v_κ'^2 = -(m_2+m_3)gh$

$\Rightarrow v^2 = v_κ'^2 - 2gh$ όπου $h = \ell_ν - y = \ell_ν - \ell_ν συνφ = \ell_ν(1-συνφ)$

$\Rightarrow v^2 = v_κ'^2 - 2g\ell_ν(1-συνφ)$

$\Rightarrow v^2 = 20 - 20 + 20συνφ \Rightarrow v^2 = 20συνφ$ (β)

Από την κεντρομόλο στη θέση (2) : $\Sigma F_R = (m_2+m_3)a_κ \Rightarrow T - w_{2,3y} = (m_2+m_3)\frac{v^2}{\ell_ν}$

$\Rightarrow T = (m_2+m_3)g\,συνφ + (m_2+m_3)\frac{v^2}{\ell_ν}$

$\xRightarrow[(β)]{(α)} \frac{48}{συνφ} = 25\,συνφ + 2{,}5 \cdot 20\,συνφ \Rightarrow \frac{48}{συνφ} = 75\,συνφ \Rightarrow συν^2φ = \frac{48}{75}$

$\Rightarrow συν^2φ = \frac{3 \cdot 16}{3 \cdot 25} = \frac{16}{25} \longrightarrow συνφ = \pm 0{,}8 \quad 0 < φ < 90° \rightarrow συνφ = 0{,}8$

Από (β) $\Rightarrow v^2 = 20 \cdot 0{,}8 (m/s)^2 = 16 (m/s)^2 \Rightarrow v = 4 m/s$

Για τη στροφορμή ισχύει : $L_{(Δ)} = (m_2+m_3)\, v \cdot \ell_ν \Rightarrow$ $\boxed{L_{(Δ)} = 10\, kg\, m^2/s \text{ μέτρο, } \odot \text{ κατεύθυνση}}$