Θέματα Φυσικής
Θετικής & Τεχν. Κατεύθυνσης
Β΄ Λυκείου 2000

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

Ζήτημα 1ο

Στις ερωτήσεις 1-4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Ένας ανεμιστήρας έχει απόδοση 0,9 και τροφοδοτείται με ισχύ 200 Watt. Αυτό σημαίνει:

α. η ωφέλιμη ισχύς είναι 180 Watt
β. οι απώλειες είναι 90 Watt
γ. η ωφέλιμη ισχύς είναι 20 Watt
δ. οι απώλειες είναι 10 Watt

(Μονάδες 5)

2. Ένας αλεξιπτωτιστής πέφτει από κάποιο ύψος προς τη γη. Τι από τα παρακάτω ισχύει για τον αλεξιπτωτιστή;

α. Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας.
β. Το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας.
γ. Η διατήρηση της δυναμικής ενέργειας.
δ. Το έργο του βάρους είναι ίσο με μηδέν.

(Μονάδες 5)

3. Σε ιδανικό ελατήριο προσφέρουμε ενέργεια Ε και προκαλούμε συσπείρωση του φυσικού του μήκους κατά ΔL. Για να επιτύχουμε συσπείρωση του φυσικού του μήκους κατά 2ΔL, η ενέργεια που πρέπει να προσφέρουμε είναι:

α. Ε
β. 4Ε
γ. 2Ε
δ. Ε/2

(Μονάδες 5)

4. Σε κάθε μετωπική σύγκρουση διατηρείται:

α. η ορμή και η κινητική ενέργεια
β. η ορμή
γ. η κινητική ενέργεια
δ. η μηχανική ενέργεια

(Μονάδες 5)

5. Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της στήλης Α και δίπλα σε κάθε γράμμα τον αριθμό της στήλης Β που αντιστοιχεί στο σωστό μέγεθος.

Α	Β
α.Ορμή	1. Watt/s
β. Ισχύς	2. Joule
γ. Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	3. N/C
δ. Ενέργεια	4. N
ε. Ρυθμός μεταβολής της ορμής	5. Watt
	6. Kg · m/s

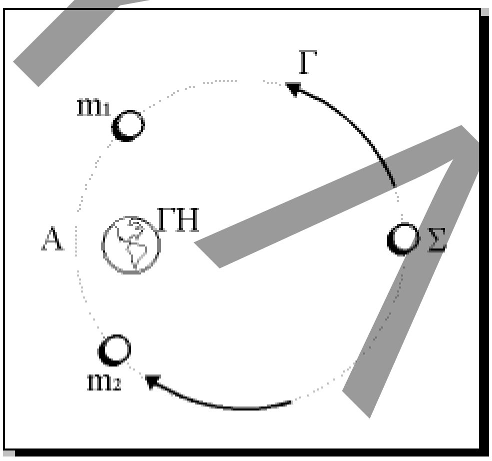
(Μονάδες 5)

Ζήτημα 2ο

1. Με βάση τους ορισμούς της ορμής και της κινητικής ενέργειας να βρείτε τη μεταξύ τους σχέση.

(Μονάδες 9)

2. Στο σχήμα σημειώνονται οι διαδρομές ΣΓΑ και ΣΔΑ των μαζών m_1 και m_2 αντίστοιχα, μέσα στο βαρυτικό πεδίο της Γης.



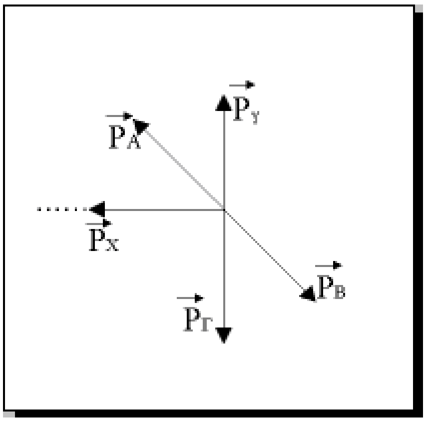
Αν $m_1 > m_2$, σε ποια από τις δύο διαδρομές το έργο της βαρυτικής δύναμης είναι μεγαλύτερο;

(Μονάδες 3)

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

(Μονάδες 5)

3. Ραδιενεργός πυρήνας που ηρεμεί στιγμιαία στη θέση Ο διασπάται σε τρία σωματίδια. Τα δύο από αυτά έχουν ορμές $\vec{P}_X$ και $\vec{P}_Y$ αμέσως μετά τη διάσπαση, όπως δείχνει το σχήμα. Ποιο από τα διανύσματα $\vec{P}_A, \vec{P}_B, \vec{P}_\Gamma$ του σχήματος αντιστοιχεί στην ορμή του τρίτου σωματιδίου;



(Μονάδες 3)

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

(Μονάδες 5)

Ζήτημα 3ο

Στα άκρα Α, Γ της διαγωνίου ΑΓ τετραγώνου ΑΒΓΔ, πλευράς 0,1 m, βρίσκονται ακλόνητα τα φορτία
$q_A = +1 \bullet 10^{-9}$ C και $q_\Gamma = -2 \bullet 10^{-9}$ C. Να υπολογιστούν:

α. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου.
(Μονάδες 7)

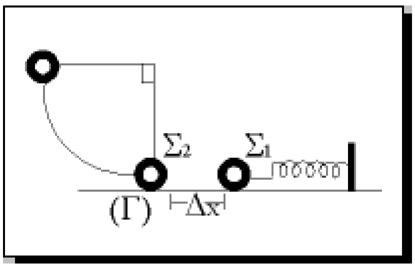
β. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στην κορυφή Β.
(Μονάδες 7)

γ. Η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων.
(Μονάδες 6)

δ. Η ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να προσφερθεί για τη μετακίνηση ενός από τα δύο φορτία σε άπειρη απόσταση.
(Μονάδες 5)

Ζήτημα 4ο

Το ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς Κ = 100 N/m είναι ακλόνητα στερεωμένο, όπως δείχνει το σχήμα.



Στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου τοποθετείται σώμα Σ_1 μάζας m_1 = 1kg, χωρίς να είναι συνδεδεμένο με το ελατήριο, και προκαλείται συσπείρωση του ελατηρίου κατά Δx. Το σώμα Σ_1 αφήνεται ελεύθερο, οπότε αυτό κινείται κατά μήκος του λείου οριζοντίου επιπέδου. Στο σημείο Γ, το σώμα $Σ_1$ έχει ταχύτητα $υ_1$ = 8 m/s και συγκρούεται με σώμα $Σ_2$, μάζας m_2 = 3kg, που ισορροπεί κατακόρυφα, δεμένο στην άκρη αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους L = 0,35m, του οποίου το άλλο άκρο είναι σταθερά προσαρμοσμένο σε ακλόνητο σημείο. Η κρούση των σωμάτων είναι μετωπική και ελαστική. Να υπολογιστούν:

α. Η παραμόρφωση του ελατηρίου.

(Μονάδες 5)

β. Οι ταχύτητες των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$ αμέσως μετά την κρούση.

(Μονάδες 7)

γ. Η ταχύτητα του σώματος $Σ_2$ όταν το νήμα σχηματίζει γωνία 90^o με την κατακόρυφο.

(Μονάδες 6)

δ. Το μέτρο της συνολικής ώθησης που δέχεται το σώμα $Σ_2$ αμέσως μετά την κρούση και μέχρι το νήμα να σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία 90^o.

(Μονάδες 7)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Ζήτημα 1ο

1. Ο συντελεστής απόδοσης του ανεμιστήρα δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{P_{\omega\varphi}}{P_{\kappa\alpha\tau}}$$

όπου $P_{\omega\varphi}$ η ισχύς που αποδίδεται από τη μηχανή (ωφέλιμη) και $P_{\kappa\alpha\tau}$ η ισχύς που τροφοδοτείται στη μηχανή (καταναλισκόμενη).
Από την εκφώνηση του ερωτήματος είναι α = 0,9 και $P_{\kappa\alpha\tau}$ = 200 Watt. Αντικαθιστώντας προκύπτει:

$$P_{\omega\varphi} = \alpha \bullet P_{\kappa\alpha\tau} = 0{,}9 \bullet 200 = 180 \text{ Watt.}$$

Δηλαδή ή ωφέλιμη ισχύς είναι 180 Watt.

Άρα σωστή απάντηση είναι η α.

2. Καθώς ο αλεξιπτωτιστής πέφτει, πάνω του ασκούνται η δύναμη του βάρους και η αντίσταση του αέρα. Η αντίσταση του αέρα ανήκει στις μη διατηρητικές δυνάμεις, οπότε για τον αλεξιπτωτιστή ισχύει μόνο το θεώρημα της μεταβολής της κινητικής ενέργειας που εφαρμόζεται ανεξάρτητα από το είδος των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα.
Άρα σωστή απάντηση είναι η β.

3. Η ενέργεια Ε που προσφέρεται στο ιδανικό ελατήριο και προκαλεί συσπείρωσή του κατά ΔL δίνεται από τη σχέση:

$$E = \frac{1}{2}k(\Delta L)^2$$

Για να επιτύχουμε συσπείρωση του ελατηρίου κατά 2ΔL, θα πρέπει να προσφέρουμε στο ελατήριο ενέργεια Ε΄, τέτοια ώστε:

$$E' = \frac{1}{2}k(2\Delta L)^2 \Rightarrow E' = 4 \cdot \left(\frac{1}{2}k(\Delta L)^2\right) \Rightarrow E' = 4E$$

Άρα σωστή απάντηση είναι η β.

4. Σε κάθε μετωπική κρούση διατηρείται μόνο η ορμή. Η κινητική ενέργεια διατηρείται μόνο στις ελαστικές κρούσεις.

Άρα σωστή απάντηση είναι η β.

5. Η σωστή αντιστοιχία είναι:

α – 6, β – 5, γ – 3, δ – 2, ε - 4

Ζήτημα 2ο

1. Όταν ένα σώμα κινείται με ταχύτητα μέτρου υ, το μέτρο της ορμής του δίνεται από τη σχέση p = m • υ, ενώ η κινητική του ενέργεια είναι:

$$E_\kappa = \frac{1}{2} m \upsilon^2$$

Από τον τύπο της ορμής, λύνοντας ως προς υ, έχουμε: υ = p/m.
Αντικαθιστώντας στον τύπο της κινητικής ενέργειας θα προκύψει η σχέση που συνδέει την ορμή με την κινητική ενέργεια του σωματος.
Είναι:

$$E_\kappa = \frac{1}{2} m \left(\frac{p}{m}\right)^2 \Rightarrow E_\kappa = \frac{p^2}{2m}$$

2. Γνωρίζουμε ότι το έργο που παράγεται από τη βαρυτική δύναμη κατά τη μετακίνηση μιας μάζας m ανάμεσα σε δύο σημεία Α και Γ του γήινου βαρυτικού πεδίου δίνεται από τη σχέση:

$$W_{A \to \Gamma} = m(V_A - V_\Gamma)$$

όπου V_A και V_Γ το δυναμικό στα σημεία Α και Γ αντίστοιχα του βαρυτικού πεδίου της Γης.

Το δυναμικό σε απόσταση r από το κέντρο της Γης δίνεται από τη σχέση:

$$V = \frac{GM_\Gamma}{r}$$

Επίσης, γνωρίζουμε ότι το έργο της βαρυτικής δύναμης μεταξύ δύο θέσεων δεν εξαρτάται από τη διαδρομή που ακολουθεί η μάζα m αλλά μόνο από τις θέσεις αυτές.
Εφαρμόζουμε τα παραπάνω συμπεράσματα για τις μετακινήσεις των μαζών m_1 και m_2. Είναι:

Κίνηση μάζας m_1 στη διαδρομή ΣΓΑ: Το έργο της βαρυτικής δύναμης θα είναι:

$$W_1 = W_{\Sigma \to A} = m_1(V_\Sigma - V_A) \qquad (1)$$

Κίνηση μάζας m_2 στη διαδρομή ΣΔΑ: Το έργο της βαρυτικής δύναμης θα είναι:

$$W_2 = W_{\Sigma \to A} = m_2(V_\Sigma - V_A) \qquad (2)$$

Για τα σημεία Σ και Α ισχύει $V_\Sigma > V_A$, αφού η απόσταση του σημείου Σ από το κέντρο της Γης είναι μεγαλύτερη από την απόσταση του σημείου Α από το κέντρο της Γης.
Επίσης, από την εκφώνηση της άσκησης δίνεται ότι $m_1 > m_2$.
Επομένως από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει: $W_1 > W_2$, δηλαδή το έργο της βαρυτικής δύναμης είναι μεγαλύτερο για τη διαδρομή ΣΓΑ.

3. Κατά τη διάσπαση του αρχικά ακίνητου ραδιενεργού πυρήνα ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής, σύμφωνα με την οποία:

$$\vec{P}_{ολ_{πριν}} = \vec{P}_{ολ_{μετά}}$$

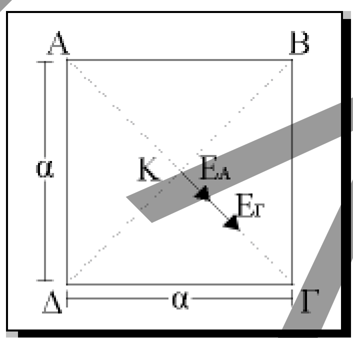
Η αρχική ορμή του πυρήνα είναι μηδέν. Άρα:

$$0 = \vec{P}_{ολ_{μετά}} \Rightarrow 0 = \vec{P}_X + \vec{P}_Y + \vec{P} \Rightarrow \vec{P} = -(\vec{P}_X + \vec{P}_Y)$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι το διάνυσμα που αντιστοιχεί στην ορμή του τρίτου σωματιδίου είναι το $\vec{P}_B$

Ζήτημα 3ο

α. Στο σημείο Κ του κέντρου του τετραγώνου φέρνουμε ένα υποθετικό φορτίο +q. Η διεύθυνση και η φορά των εντάσεων $\vec{E}_A$ και $\vec{E}_Γ$, που οφείλονται στα φορτία q_A και $q_Γ$ που βρίσκονται στα άκρα Α και Γ της διαγωνίου του τετραγώνου ΑΒΓΔ, είναι ή ίδια με τη διεύθυνση και τη φορά των δυνάμεων F_A και $F_Γ$ αντίστοιχα, που δέχεται το φορτίο +q από τα φορτία q_A και $q_Γ$.



Ο σχεδιασμός των διανυσμάτων $\vec{E}_A$ και $\vec{E}_Γ$ φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.
Τα μέτρα των εντάσεων E_A και $E_Γ$ είναι:

$$E_A = K_c \frac{q_A}{(AK)^2} \quad \text{και} \quad E_Γ = K_c \frac{q_Γ}{(ΓK)^2}$$

Για τις αποστάσεις ΑΚ και ΓΚ ισχύει: ΑΚ = ΓΚ = ΑΓ/2.

Ο προσδιορισμός της διαγωνίου ΑΓ πραγματοποιείται με εφαρμογή του πυθαγόρειου θεωρήματος στο τρίγωνο ΑΓΔ. Είναι:

$$AΓ^2 = AΔ^2 + ΔΓ^2 \Rightarrow AΓ^2 = α^2 + α^2 \Rightarrow AΓ^2 = 2α^2 \Rightarrow AΓ = α\sqrt{2}.$$

Επομένως καθένα από τα ευθύγραμμα τμήματα ΑΚ και ΓΚ θα είναι ίσο με

$$AK = \Gamma K = \frac{\alpha\sqrt{2}}{2}$$

Για την ένταση $\vec{E}_K$ στο κέντρο του τετραγώνου ισχύει:

$$\vec{E}_K = \vec{E}_A = \vec{E}_\Gamma$$

Επειδή οι εντάσεις $\vec{E}_A$ και $\vec{E}_\Gamma$ έχουν την ίδια διεύθυνση και φορά, το μέτρο της έντασης $\vec{E}_K$ θα είναι:

$$E_K = E_A + E_\Gamma \Rightarrow E_K = K_c \frac{|q_A|}{(AK)^2} + K_C \frac{|q_\Gamma|}{(\Gamma K)^2} \Rightarrow E_K = \frac{2K_C}{\alpha^2}\left(|q_A| + |q_\Gamma|\right)$$

όπου:

$K_c = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C}$, α = 0,1 m, $|q_A|$ = +1 • 10^{-9}C και $|q_\Gamma|$ = +2 • 10^{-9}C.

Αντικαθιστώντας προκύπτει:

$$E_K = 54 \cdot 10^2 \frac{N}{C}$$

β. Στην κορυφή Β το δυναμικό V_B είναι:

$$V_B = V_A + V_\Gamma \Rightarrow V_B = K_C \frac{q_A}{AB} + K_C \frac{q_\Gamma}{B\Gamma} \Rightarrow V_B = K_C \frac{q_A}{\alpha} + K_C \frac{q_\Gamma}{\alpha}$$

όπου:

$K_C = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C}$, α = 0,1 m, q_A = +1 • 10^{-9}C και q_Γ = -2 • 10^{-9}C.

Αντικαθιστώντας προκύπτει: V_B = -90 V.

γ. Η δυναμική ενέργεια του συστήματος των φορτίων q_A και q_B που βρίσκονται σε απόσταση α√2 δίνεται από τη σχέση:

$$E_{\delta\upsilon\nu} = K_C \frac{q_A \cdot q_\Gamma}{(A\Gamma)} \Rightarrow E_{\delta\upsilon\nu} = K_C \frac{q_A \cdot q_\Gamma}{\alpha\sqrt{2}}$$

όπου:

$K_C = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C}$, α = 0,1 m, q_A = +1 • 10^{-9}C και q_Γ = -2 • 10^{-9}C.

Αντικαθιστώντας προκύπτει:

$$E_{\delta\upsilon\nu} = -9\sqrt{2} \cdot 10^{-8} \text{ Joule}$$

δ. Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να μεταφέρουμε το φορτίο q_A σε άπειρη απόσταση. Στην περίπτωση αυτή το φορτίο q_Γ θα παίζει το ρόλο της πηγής. Η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά του φορτίου q_A σε άπειρη απόσταση θα υπολογιστεί με τη βοήθεια του θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας από τη θέση Α μέχρι το άπειρο. Είναι:

Θ.Μ.Κ.Ε.(Α $\rightarrow \infty$):

$$E_{κιν,\infty} - E_{κιν,A} = \Sigma W \qquad (1)$$

όπου:
$E_{κιν,\infty} = 0$, γιατί το φορτίο q_A θέλουμε να φτάσει στο άπειρο με μηδενική ταχύτητα.
$E_{κιν,A} = 0$, γιατί το φορτίο q_A αρχικά είναι ακίνητο.

Στο σώμα, κατά τη διαδρομή Α $\rightarrow \infty$, δρα η ηλεκτρική δύναμη του πεδίου $F_{ηλ}$ και η εξωτερική δύναμη $F_{εξ}$ που πρέπει να ασκηθεί στο φορτίο για τη μετακίνησή του. Επομένως: $\Sigma W = W_{Fηλ} + W_{Fεξ}$.
Το έργο της δύναμης του πεδίου, αφού πρόκειται για διατηρητική δύναμη, θα είναι:

$W_{Fηλ} = -\Delta E_{δυν} \Rightarrow W_{Fηλ} = -(E_{δυν,τελ} - E_{δυν,αρχ}) \Rightarrow$

$\Rightarrow W_{Fηλ} = -(E_{δυν,\infty} - E_{δυν,A}) \Rightarrow W_{Fηλ} = -(0 - E_{δυν,A}) \Rightarrow$

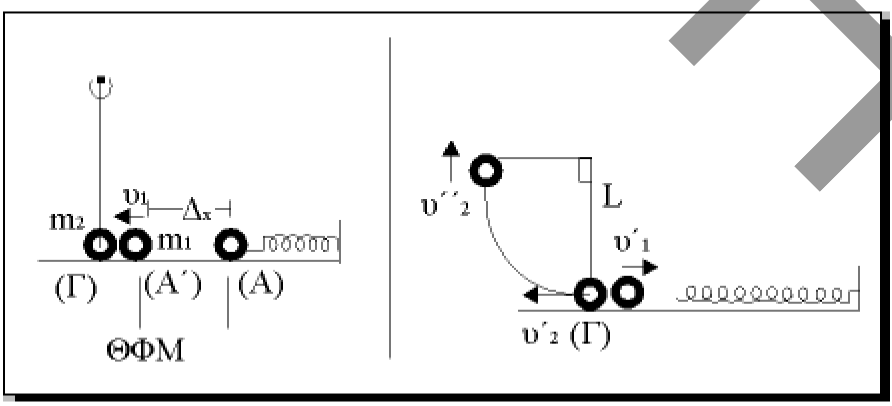
$\Rightarrow W_{Fηλ} = E_{δυν,A} \Rightarrow W_{Fηλ} = -9\sqrt{2} \bullet 10^{-8}$ Joule

Το έργο της εξωτερικής δύναμης εκφράζει την ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να προσφέρουμε στο φορτίο q_A για να μεταφερθεί σε άπειρη απόσταση.
Αντικαθιστώντας στη σχέση (1) προκύπτει:

$0 - 0 = W_{Fηλ} + W_{Fεξ} \Rightarrow W_{Fεξ} = -W_{Fηλ} \Rightarrow$

$\Rightarrow W_{Fεξ} = -(-9\sqrt{2} \bullet 10^{-8}$ Joule$) \Rightarrow W_{Fεξ} = 9\sqrt{2} \bullet 10^{-8}$ Joule.

Ζήτημα 4ο



$K = 100N/m$
$m_1 = 1Kgr$

(Γ): $\upsilon_1 = 8m/s$
$m_2 = 3Kgr$
$L = 0,35m$

ΕΛΑΣΤ. ΚΡΟΥΣΗ

α) $\Delta x = ;$

β) $\upsilon'_1 = ; \quad \upsilon'_2 = ;$

γ) $\upsilon''_2 = ;$ (90°)

δ) $\vec{\Omega}_2 = ;$

α) ΑΔΜΕ (Α→Α΄)

$$\frac{1}{2}K\Delta x^2 = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 \Rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{m}{\kappa}} \cdot \upsilon_1 \Rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{1}{100}} \cdot 8 \Rightarrow \Delta x = 0,8m$$

β) Μετωπική ελαστική κρούση κινούμενου σώματος με ακίνητο μεγαλύτερης μάζας:

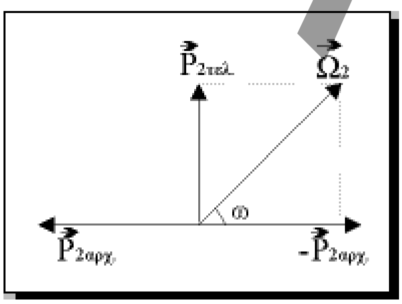
$$\upsilon'_1 = \frac{|m_1 - m_2|}{m_1 + m_2} \cdot \upsilon_1 = 4\,m/s$$

$$\upsilon'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot \upsilon_1 = 4\,m/s$$

γ) ΑΔΜΕ (Γ→Δ)

$$\frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 = \frac{1}{2}m_2\upsilon_2''^2 + m_2 gL \Rightarrow \upsilon_2'' = \sqrt{\upsilon_1'^2 - 2gL} = \sqrt{4^2 - 2 \cdot 0,35 \cdot 10} \Rightarrow \upsilon_2'' = 3m/s$$

δ) Θ.Ω.Ο.(Γ→Δ)



$$\vec{P}_{2\,TE\Lambda} = \vec{P}_{2\,\alpha\rho\chi} + \vec{\Omega}_2 \Rightarrow \vec{\Omega}_2 = \vec{P}_{2\,TE\Lambda} + (-\vec{P}_{2\,\alpha\rho\chi})$$

$$\Omega_2 = \sqrt{P^2_{2\,APX} + P^2_{2TE\Lambda}} = \sqrt{(m_2\upsilon_2')^2 + (m_2\upsilon_2'')^2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Omega_2 = m_2\sqrt{\upsilon_2'^2 + \upsilon_2''^2} = 3\sqrt{3^2 + 4^2} = 15\,N \cdot s$$

με εφω = $P_{2\,TE\Lambda} / P_{1\,TE\Lambda}$ = 3/4.