

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Επαναληπτικές Πανελλαδικές 2021

ΘΕΜΑ Α

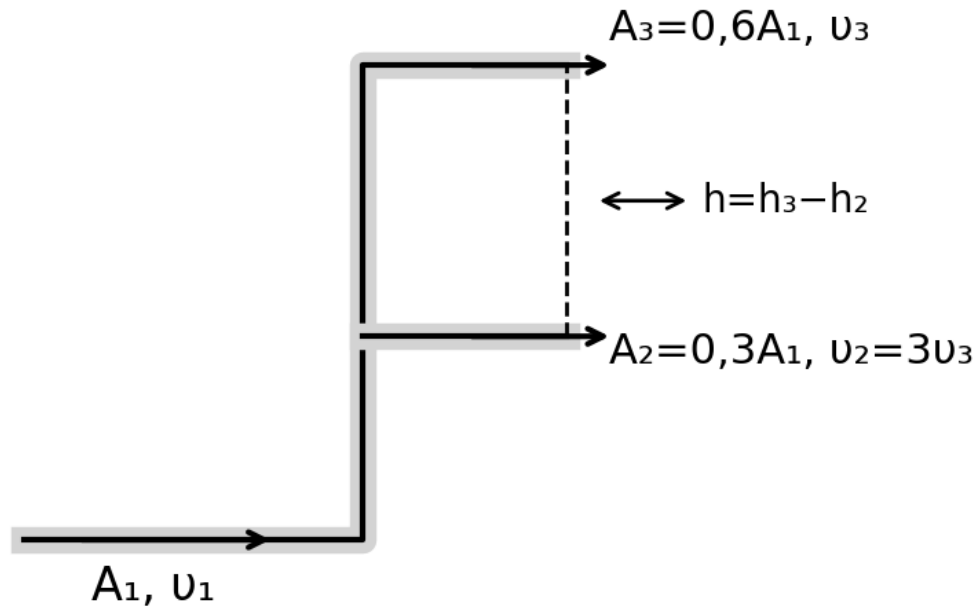
Ερώτηση	Απάντηση	Αιτιολόγηση
A1	γ	Η μέγιστη επαγωγική τάση είναι ανάλογη της γωνιακής ταχύτητας. Άρα αν $\omega \rightarrow 2\omega$, τότε $V \rightarrow 2V$ και το ημίτονο γίνεται $\eta\mu(2\omega t)$.
A2	δ	Για ιδανικό ασυμπίεστο ρευστό η παροχή $\Pi = Av$ διατηρείται σταθερή. Στο $A/2$ η ταχύτητα γίνεται $2v$, επιλογή που δεν δίνεται· σωστή είναι η σταθερή παροχή.
A3	β	Για αποσβεσμένη ταλάντωση με δεδομένη σταθερά απόσβεσης b , η περίοδος παραμένει σταθερή. Το πλάτος μειώνεται εκθετικά.
A4	α	Όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται, η μαγνητική ροή που οφείλεται στον βόρειο πόλο μειώνεται. Με τον κανόνα Lenz, το πηνίο δημιουργεί πεδίο που αντιστέκεται στη μείωση, άρα το άκρο προς τον μαγνήτη γίνεται S και το άκρο Λ γίνεται N.

A5: α) Σωστό, β) Σωστό, γ) Λάθος, δ) Λάθος, ε) Σωστό.

Σχόλια: Η μαγνητική διαπερατότητα έχει μονάδα H/m, όχι Wb. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου γύρω από ευθύγραμμο αγωγό είναι κλειστοί κύκλοι.

ΘΕΜΑ Β

B1



Σχήμα B1: Διακλαδισμένος σωλήνας και σχέση υψών.

Σωστή επιλογή: i. $(9/32)\rho gh$

Στον οριζόντιο αρχικό σωλήνα και στα δύο στόμια εξόδου εφαρμόζουμε συνέχεια και Bernoulli. Οι δύο έξοδοι είναι στην ατμόσφαιρα, άρα έχουν ίδια πίεση p_{atm} .

$$A_1 u_1 = A_2 u_2 + A_3 u_3$$

$$A_2 = 0,3A_1, \quad A_3 = 0,6A_1, \quad u_2 = 3u_3$$

$$A_1 u_1 = 0,3A_1 \cdot 3u_3 + 0,6A_1 u_3 = 1,5A_1 u_3 \Rightarrow u_1 = 3u_3/2$$

Με Bernoulli ανάμεσα στα δύο στόμια εξόδου:

$$p_{atm} + \frac{1}{2}\rho u_2^2 + \rho g h_2 = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho u_3^2 + \rho g h_3$$

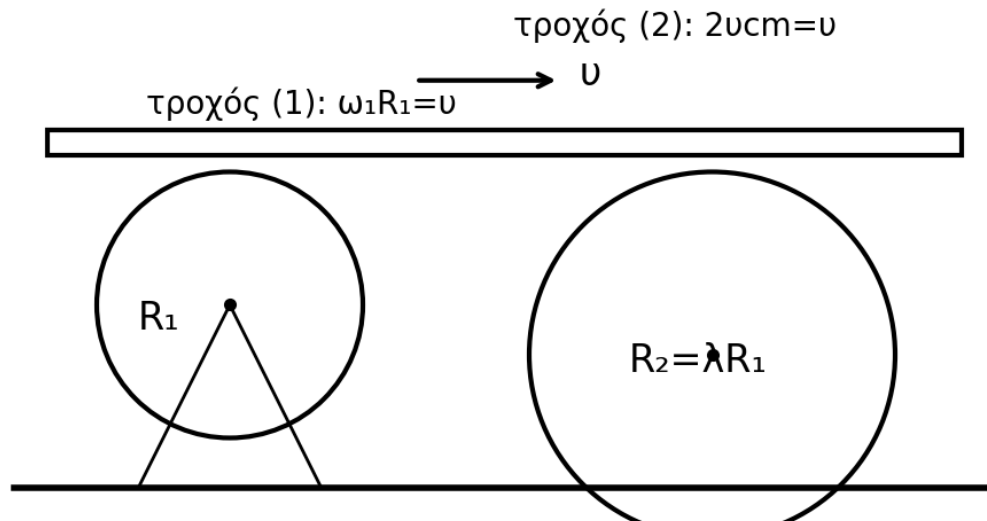
$$\frac{1}{2}\rho(u_2^2 - u_3^2) = \rho g(h_3 - h_2) = \rho g h$$

$$\frac{1}{2}\rho(9u_3^2 - u_3^2) = \rho g h \Rightarrow 4u_3^2 = gh \Rightarrow u_3^2 = gh/4$$

$$u_1^2 = (3u_3/2)^2 = 9u_3^2/4 = 9gh/16$$

$$\text{Κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου: } \frac{1}{2}\rho u_1^2 = \frac{1}{2}\rho \cdot 9gh/16 = (9/32)\rho gh$$

B2



Σχήμα B2: Σχέση ταχύτητας σανίδας και γωνιακής ταχύτητας τροχών.

Σωστή επιλογή: ii. 2λ

Για τον τροχό (1), ο άξονας είναι ακίνητος. Χωρίς ολίσθηση με τη σανίδα:

$$\omega_1 R_1 = u \Rightarrow N_1 = \omega_1 t / (2\pi) = ut / (2\pi R_1) = x / (2\pi R_1)$$

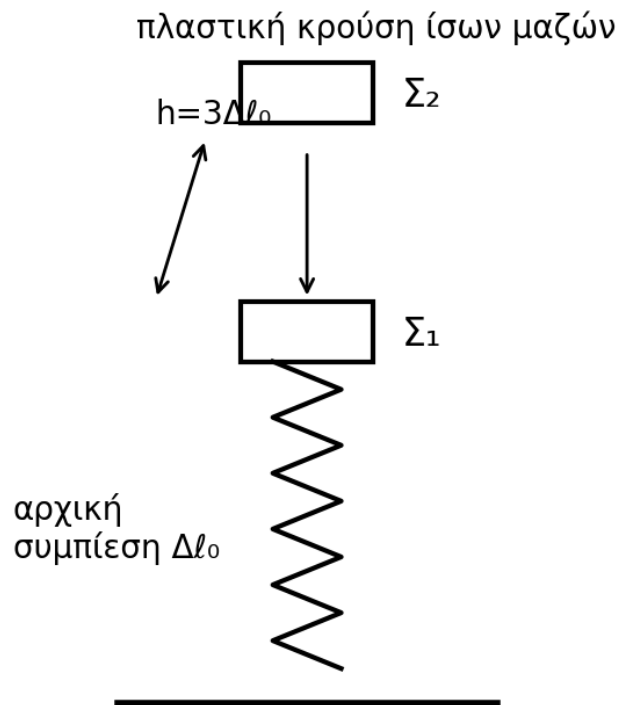
Για τον τροχό (2), επειδή κυλίεται χωρίς ολίσθηση στο δάπεδο, η ταχύτητα του ανώτερου σημείου του είναι $2ucm$. Χωρίς ολίσθηση με τη σανίδα:

$$2ucm = u \Rightarrow ucm = u/2 \Rightarrow \omega_2 = ucm / R_2 = u / (2R_2)$$

$$N_2 = \omega_2 t / (2\pi) = ut / (4\pi R_2) = x / (4\pi R_2)$$

$$N_1 / N_2 = [x / (2\pi R_1)] / [x / (4\pi R_2)] = 2R_2 / R_1 = 2\lambda$$

B3



Σχήμα B3: Πτώση σώματος και πλαστική κρούση πάνω σε κατακόρυφο ελατήριο.

Σωστή επιλογή: i. $2mg/K$

Αρχικά το σώμα Σ_1 ισορροπεί, άρα η συμπίεση του ελατηρίου είναι:

$$K\Delta l_0 = mg \Rightarrow \Delta l_0 = mg/K$$

Το Σ_2 αφήνεται από ύψος $h = 3\Delta l_0$, οπότε πριν την κρούση έχει ταχύτητα:

$$u^2 = 2gh = 2g \cdot 3\Delta l_0 = 6g\Delta l_0$$

Η κρούση είναι πλαστική και οι μάζες ίσες, άρα από διατήρηση ορμής:

$$mu = 2mV \Rightarrow V = u/2 \Rightarrow V^2 = u^2/4 = 3g\Delta l_0/2$$

Μετά την κρούση η μάζα είναι $2m$, άρα η νέα θέση ισορροπίας αντιστοιχεί σε συμπίεση:

$$K\Delta l_n = 2mg \Rightarrow \Delta l_n = 2mg/K = 2\Delta l_0$$

Τη στιγμή της κρούσης η συμπίεση είναι Δl_0 , άρα η απομάκρυνση από τη νέα ισορροπία έχει μέτρο Δl_0 . Επίσης:

$$\omega^2 = K/(2m)$$

$$A^2 = x_0^2 + V^2/\omega^2 = \Delta l_0^2 + [3g\Delta l_0/2] \cdot [2m/K] = \Delta l_0^2 + 3\Delta l_0^2 = 4\Delta l_0^2$$

$$A = 2\Delta l_0 = 2mg/K$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1

Αρχικά δ_1 κλειστός και δ_2 ανοικτός. Ο αντιστάτης R_3 είναι εκτός κυκλώματος. Η πηγή τροφοδοτεί παράλληλα τους κλάδους R_1 και R_2 , ενώ υπάρχει και εσωτερική αντίσταση r .

$$R_1=6\Omega, \quad R_2=3\Omega \Rightarrow R_{\text{παρ}} = (R_1 R_2)/(R_1+R_2)=18/9=2\Omega$$

$$R_{\text{ολ}} = r + R_{\text{παρ}} = 2+2=4\Omega$$

$$I_{\text{ολ}} = E/R_{\text{ολ}} = 24/4 = 6\text{A}$$

$$V_{\text{πολ}} = I_{\text{ολ}} R_{\text{παρ}} = 6 \cdot 2 = 12\text{V}$$

$$I_2 = V_{\text{πολ}}/R_2 = 12/3 = 4\text{A}$$

Στον αγωγό ΚΛ ασκείται δύναμη Laplace:

$$F_L = B I_2 L = 1 \cdot 4 \cdot 1 = 4\text{N}$$

Ο αγωγός ισορροπεί οριακά λόγω τριβής, επομένως η συνολική τριβή έχει μέτρο:

$$\mathbf{T = 4\text{ N}}$$

Γ2

Το ρεύμα στο σωληνοειδές είναι:

$$I_1 = V_{\text{πολ}}/R_1 = 12/6 = 2\text{A}$$

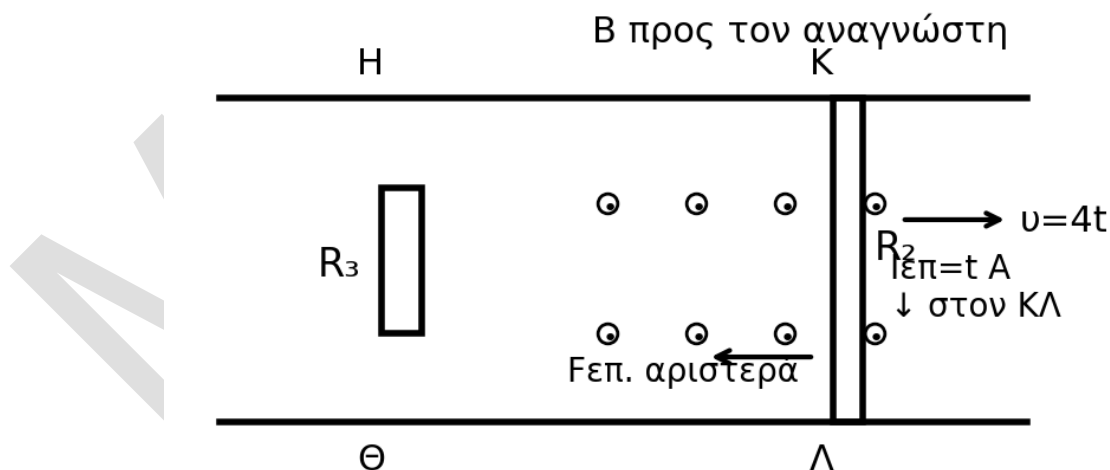
Για ιδανικό σωληνοειδές:

$$B_{\text{σωλ}} = \mu_0 n I_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 200 \cdot 2$$

$$B_{\text{σωλ}} = 1,6\pi \cdot 10^{-4} \text{ T} \approx 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

$$\mathbf{B_{\text{σωλ}} = 1,6\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}}$$

Γ3



Σχήμα Γ3: Επαγωγικός βρόχος μετά το άνοιγμα του δ_1 και το κλείσιμο του δ_2 .

Μετά τη μεταβολή των διακοπών η πηγή και το σωληνοειδές δεν συμμετέχουν στον επαγωγικό βρόχο. Το κύκλωμα περιλαμβάνει R_2 και R_3 σε σειρά.

$$R = R_2 + R_3 = 3 + 1 = 4\Omega$$

Ο αγωγός ξεκινά από ηρεμία και κινείται με σταθερή επιτάχυνση $a=4\text{m/s}^2$:

$$v = at = 4t$$

$$\varepsilon_{\text{επ}} = BLv = 1 \cdot 1 \cdot 4t = 4t \text{ V}$$

$$I_{\text{επ}} = \varepsilon_{\text{επ}}/R = 4t/4 = t \text{ A}$$

Η μαγνητική δύναμη Laplace που αντιστέκεται στην κίνηση έχει μέτρο:

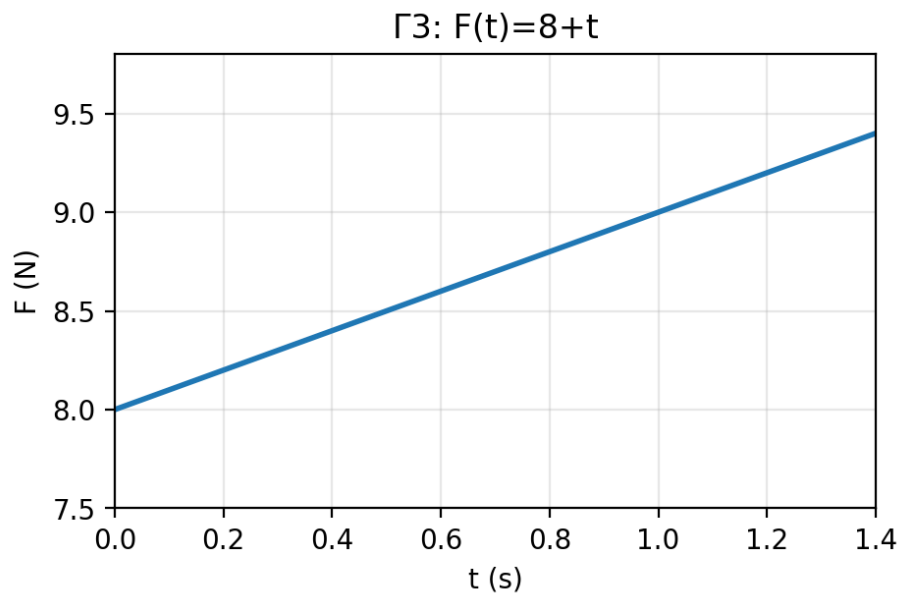
$$F_L = BI_{\text{επ}}L = 1 \cdot t \cdot 1 = t \text{ N}$$

Η εξωτερική δύναμη πρέπει να δίνει την επιτάχυνση και να υπερνικά την τριβή και τη μαγνητική δύναμη:

$$F - T - F_L = ma$$

$$F = ma + T + F_L = 1 \cdot 4 + 4 + t$$

$$\mathbf{F(t)=8+t \text{ (SI)}}$$



Γραφική παράσταση της εξωτερικής δύναμης.

Γ4

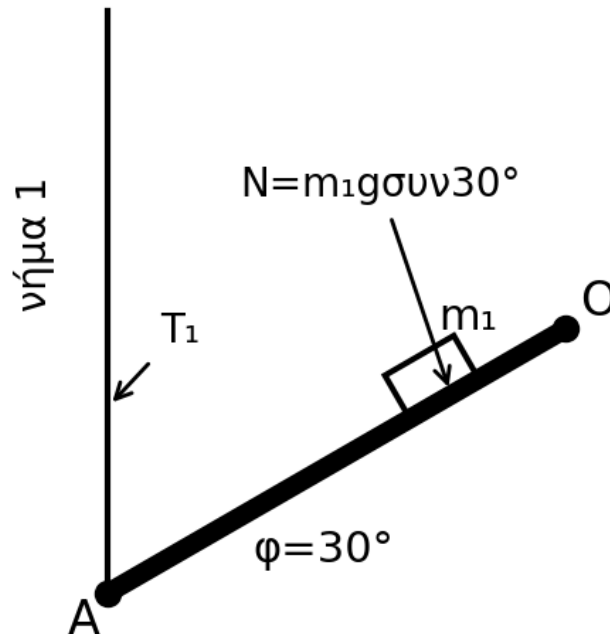
Το επαγωγικό φορτίο είναι το ολοκλήρωμα της έντασης ως προς τον χρόνο:

$$q = \int_0^1 I_{\text{επ}} dt = \int_0^1 t dt = [t^2/2]_0^1 = 1/2 \text{ C}$$

$$\mathbf{q = 0,5 \text{ C}}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1



Σχήμα Δ1: Ροπές ως προς την άρθρωση Ο.

Υπολογίζουμε ροπές ως προς το Ο, ώστε να μη χρειαστούμε τις δυνάμεις της άρθρωσης. Το σώμα m_1 ασκεί στη ράβδο κάθετη δύναμη ίση με την κάθετη αντίδραση:

$$N = m_1 g \sin 30^\circ = 4 \cdot 10 \cdot (\sqrt{3}/2) = 20\sqrt{3} \text{ N}$$

Η ροπή του βάρους της ράβδου εφαρμόζεται στο μέσο της, σε απόσταση $L/2 = 1\text{m}$ από το Ο. Η οριζόντια απόσταση από το Ο είναι $(L/2) \sin 30^\circ$.

$$\Sigma \tau_O = 0: T_1 \cdot L \sin 30^\circ = Mg \cdot (L/2) \sin 30^\circ + N \cdot OD$$

$$T_1 \cdot 2 \cdot (\sqrt{3}/2) = 8 \cdot 10 \cdot 1 \cdot (\sqrt{3}/2) + 20\sqrt{3} \cdot 0,5$$

$$T_1 \sqrt{3} = 40\sqrt{3} + 10\sqrt{3} = 50\sqrt{3}$$

$$\mathbf{T_1 = 50 \text{ N}}$$

Δ2

Μετά το κόψιμο του νήματος 2, το σώμα κινείται πάνω στη λεία ράβδο. Θετική φορά δίνεται από Α προς Ο. Στη θέση $t=0$ το ελατήριο έχει φυσικό μήκος, ενώ η συνιστώσα του βάρους κατά μήκος της ράβδου είναι προς το Α.

$$m_1 g \sin 30^\circ = 4 \cdot 10 \cdot 1/2 = 20 \text{ N}$$

Αφού η ολική ενέργεια της ταλάντωσης είναι $E=2\text{J}$ και το σώμα ξεκινά από ακραία θέση με μηδενική ταχύτητα, ισχύει:

$$E = \frac{1}{2} K A^2$$

Η αρχική απόσταση από τη νέα θέση ισορροπίας είναι:

$$A = m_1 g \sin 30^\circ / K = 20 / K$$

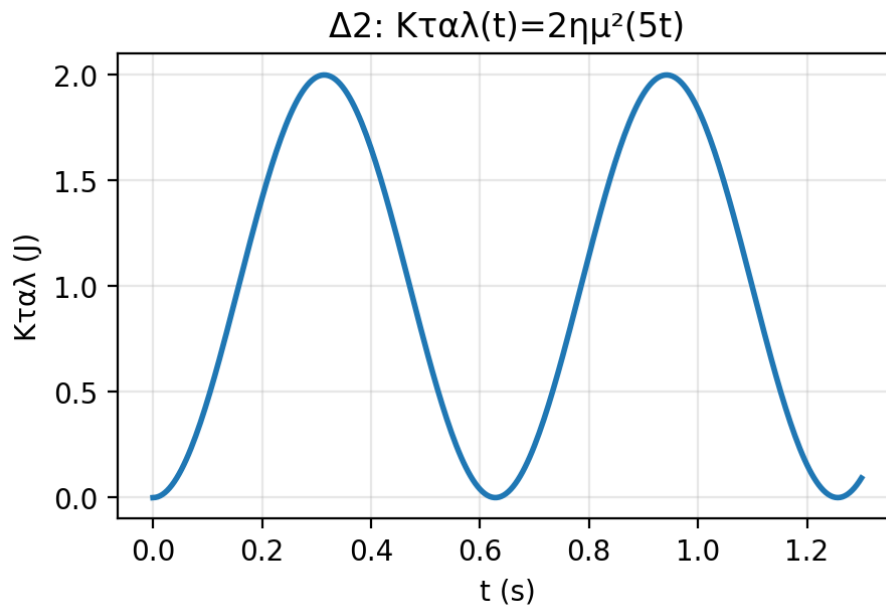
$$2 = \frac{1}{2} K (20 / K)^2 = 200 / K \Rightarrow K = 100 \text{ N/m}$$

$$A = 20 / 100 = 0,20 \text{ m}$$

$$\omega = \sqrt{K / m_1} = \sqrt{(100 / 4)} = 5 \text{ rad/s}$$

Επειδή στο $t=0$ το σώμα βρίσκεται σε ακραία θέση, η κινητική ενέργεια είναι μηδέν εκείνη τη στιγμή και μεταβάλλεται ως:

$$\text{Κταλ}(t) = E \eta \mu^2(\omega t) = 2 \eta \mu^2(5t) \text{ J}$$



Γραφική παράσταση της κινητικής ενέργειας ταλάντωσης.

$\Delta 3$

Στην ελαστική κεντρική κρούση δύο ίσων μαζών οι ταχύτητες ανταλλάσσονται. Άρα αμέσως μετά την κρούση το σώμα m_1 έχει την ταχύτητα u_2 του σώματος m_2 . Για δεδομένη u_2 , το νέο πλάτος του m_1 δίνεται από:

$$A'^2 = x_1^2 + u_2^2 / \omega^2$$

Για να γίνει το πλάτος μέγιστο, πρέπει το $|x_1|$ να είναι μέγιστο. Στην αρχική ταλάντωση το πλάτος είναι $A=0,20 \text{ m}$ και δίνεται ότι $x_1 < 0$. Επομένως:

$$x_1 = -A = -0,20 \text{ m}$$

$\Delta 4$

Για το νέο πλάτος $A' = 0,40 \text{ m}$ και $x_1 = -0,20 \text{ m}$:

$$A'^2 = x_1^2 + u_2^2 / \omega^2$$

$$0,40^2 = 0,20^2 + u_2^2 / 5^2$$

$$0,16 = 0,04 + u_2^2 / 25$$

$$u_2^2 = 25 \cdot 0,12 = 3$$

$$u_2 = \sqrt{3} \text{ m/s} \approx 1,73 \text{ m/s}$$