

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΕ ΟΛΗ ΤΗΝ ΥΛΗ

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις **1 - 4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

1. Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι μέγιστος

- α.** στην ακραία αρνητική θέση.
- β.** στη θέση που η κινητική ενέργεια του σώματος είναι μέγιστη.
- γ.** στη θέση που η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι μηδέν.
- δ.** στη θέση που η κινητική ενέργεια του σώματος και η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίσες. **(Μονάδες 5)**

2. Ένας δίσκος κυλάει σε οριζόντιο επίπεδο χωρίς να ολισθαίνει με ταχύτητα u_{cm} . Ένα σημείο Α της κατακόρυφης διαμέτρου του δίσκου έχει ταχύτητα $u_A=0,5u_{cm}$. Η γραμμική ταχύτητα του σημείου Α είναι ίση με

- α.** $u_{γρ} = u_{cm}$.
- β.** $u_{γρ} = 1,5u_{cm}$.
- γ.** $u_{γρ} = -0,5u_{cm}$.
- δ.** $u_{γρ} = 0,5u_{cm}$. **(Μονάδες 5)**

3. Στη διάταξη παραγωγής εναλλασσόμενης τάσης, αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου, τότε η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης που παράγεται

- α.** υποδιπλασιάζεται.
- β.** διπλασιάζεται.
- γ.** παραμένει ίδια.
- δ.** πολλαπλασιάζεται με τη ρίζα του 2. **(Μονάδες 5)**

4. Ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται με ορμή μέτρου p μέσα σε χώρο που υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο και αφού διαγράψει τροχιά σχήματος ημικυκλίου εξέρχεται απ' αυτό.

- α.** Η δύναμη Lorentz που δέχεται το σωματίδιο σε κάθε θέση της τροχιάς του είναι σταθερή.
- β.** Η ορμή του σωματιδίου σε κάθε θέση της τροχιάς του παραμένει σταθερή.
- γ.** Η μεταβολή της ορμής του σωματιδίου κατά την παραπάνω κίνηση έχει μέτρο $2p$.
- δ.** Η στροφορμή του σωματιδίου, κατά την παραπάνω κίνηση, αυξάνεται. **(Μονάδες 5)**

5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό** για τη σωστή πρόταση και τη λέξη **Λάθος** για τη λανθασμένη.

- α.** Μια σφαίρα Σ_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα Σ_2 μεγαλύτερης μάζας. Μετά την κρούση, η σφαίρα Σ_1 κινείται αντίρροπα και η κινητική της ενέργεια ελαττώνεται.
- β.** Κατά τη συμβολή δύο όμοιων κυμάτων, που προέρχονται από δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 , στην επιφάνεια ενός υγρού, τα σημεία της μεσοκαθέτου του $\Pi_1 \Pi_2$, ταλαντώνονται με πλάτος διπλάσιο απ' αυτό των πηγών.

- γ. Στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ο λόγος της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου προς την ένταση του μαγνητικού πεδίου κάποια χρονική στιγμή ισούται με τον λόγο του μήκους κύματος προς την περίοδο του κύματος.
- δ. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς είναι ανάλογη του εμβαδού των σπειρών του.
- ε. Ένα μέλαν σώμα σε θερμοκρασία γύρω στους 6000K εκπέμπει κυρίως ορατή ακτινοβολία, ενώ στους 3000K εκπέμπει κυρίως υπεριώδη. **(Μονάδες 5)**

ΘΕΜΑ Β

B1. Μία σφαίρα Σ_1 , μάζας m_1 , κινείται με ταχύτητα μέτρου u_1 και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 , μάζας m_2 . Αν μετά την κρούση η σφαίρα Σ_1 συνεχίζει να κινείται στην αρχική της κατεύθυνση με υποτριπλάσια κινητική ενέργεια από τη σφαίρα Σ_2 , τότε ο λόγος των μαζών των σφαιρών $\frac{m_1}{m_2}$ είναι

- α. 1/2. β. 3. γ. 2.

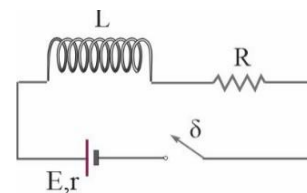
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 2+6)**

B2. Όταν φωτεινή ακτινοβολία με μήκος κύματος λ_0 προσπίπτει στην κάθοδο, στη διάταξη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, τα ηλεκτρόνια που εξάγονται από τη μεταλλική επιφάνεια βγαίνουν χωρίς κινητική ενέργεια. Αν η ορμή των φωτονίων της προσπίπτουσας ακτινοβολίας διπλασιαστεί, τότε τα πιο κινητικά ηλεκτρόνια που εξάγονται από τη μεταλλική επιφάνεια έχουν κινητική ενέργεια K , που σε σχέση με το έργο εξαγωγής ϕ του μετάλλου, ισούται με

- α. $K=\phi$. β. $K=2\phi$. γ. $K=3\phi$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 2+6)**

B3. Το διπλανό κύκλωμα αποτελείται από ένα ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L , έναν αντιστάτη αντίστασης R , μια πηγή με ΗΕΔ E και εσωτερική αντίσταση $r=R/4$ και ένα διακόπτη δ . Μετά το κλείσιμο του διακόπτη και τη χρονική στιγμή που η τάση στα άκρα του αντιστάτη ισούται με την τάση από αυτεπαγωγή στο πηνίο, ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι

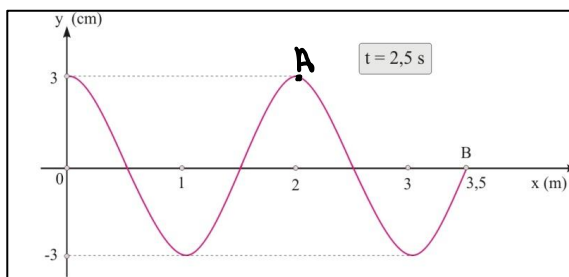


- α. $\frac{E}{2L}$. β. $\frac{4E}{3L}$. γ. $\frac{4E}{9L}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 2+7)**

ΘΕΜΑ Γ

Κατά μήκος μιας τεντωμένης χορδής ΟΒ, μήκους $d=3,5\text{m}$, που το άκρο της Β είναι ακλόνητα στερεωμένο και το άλλο άκρο της Ο ελεύθερο, έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα, με το σημείο Ο, που βρίσκεται στη θέση $x=0$, να είναι κοιλία. Θεωρούμε ως $t=0$ μια χρονική στιγμή, κατά την οποία η κοιλία Ο έχει μέγιστη θετική ταχύτητα. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη στιγμή $t=2,5\text{s}$, όταν το υλικό σημείο Ο βρίσκεται για

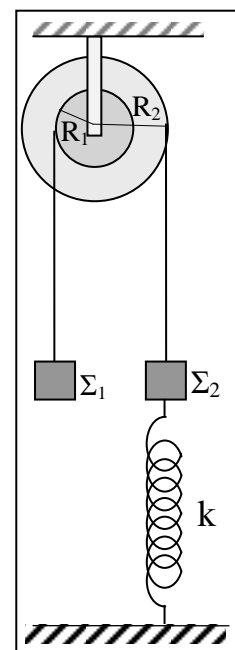


πρώτη φορά στην ακραία θετική του θέση. Δίνεται ότι συν $\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$. Να βρείτε:

- G1. τις θέσεις των δεσμών της χορδής τη χρονική στιγμή $t_2=3\text{s}$. **(Μονάδες 4)**
- G2. την εξίσωση του στάσιμου κύματος. **(Μονάδες 7)**
- G3. την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο. **(Μονάδες 4)**
- G4. το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Γ, που βρίσκεται στη θέση $x=1,25\text{m}$. **(Μονάδες 5)**
- G5. τον λόγο της ενέργειας της ταλάντωσης του υλικού σημείου Γ προς την ενέργεια του υλικού σημείου Α, θεωρώντας ότι έχουν ίδια μάζα. **(Μονάδες 5)**

ΘΕΜΑ Δ

Η διπλή τροχαλία του διπλανού σχήματος αποτελείται από δύο ομόκεντρους και ομογενείς δίσκους, που μπορούν να περιστρέφονται χωρίς τριβές, σαν ένα σώμα, γύρω από οριζόντιο άξονα περιστροφής, που διέρχεται από το κέντρο τους. Η ακτίνα του εσωτερικού δίσκου είναι $R_1=0,1\text{m}$, ενώ του εξωτερικού είναι $R_2=2R_1$. Γύρω από τα αυλάκια των δύο δίσκων της τροχαλίας έχουμε τυλίξει αβαρή και μη εκτατά νήματα, στα άκρα των οποίων είναι δεμένα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1=4\text{kg}$ και $m_2=1\text{kg}$, αντίστοιχα. Το σώμα Σ_2 είναι στερεωμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k , που το κάτω άκρο του είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Το σύστημα αρχικά ισορροπεί, όπως φαίνεται στο σχήμα, με το ελατήριο επιμηκυμένο κατά $x_1=10\text{cm}$ από το φυσικό του μήκος. Να υπολογίσετε:



- Δ1. τη σταθερά k του ελατηρίου. **(Μονάδες 5)**
- Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ κόβουμε το νήμα που είναι συνδεδεμένο με το σώμα Σ_2 , με αποτέλεσμα το σώμα Σ_2 να αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση για την οποία θεωρούμε θετική φορά κίνησης προς τα πάνω. Να υπολογίσετε:
- Δ2. τη χρονική στιγμή t_1 που η ταχύτητα του σώματος Σ_2 μηδενίζεται για 5^η φορά, μετά τη χρονική στιγμή $t_0=0$. **(Μονάδες 5)**
- Δ3. το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος Σ_2 . **(Μονάδες 5)**
- Δ4. τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_2 τη χρονική στιγμή $t_0=0$ s. **(Μονάδες 5)**
- Δ5. τη γωνιακή επιτάχυνση της τροχαλίας, τη χρονική στιγμή t_1 ^(από θ_4) ~~από θ_4~~ το σώμα Σ_1 κατεβαίνει με ταχύτητα $v_1=2\pi\text{m/s}$, εκτελώντας ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. **(Μονάδες 5)**

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$ και $\eta\text{m}\pi/6=1/2$.

ΕΥΧΟΜΑΙ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

2^ο ΕΥΚΟΛΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΕ ΟΛΗ ΤΗΝ ΥΛΗ - ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α 1. α. 2. γ. 3. β. 4. γ. 5. α. Σ β. Σ γ. Σ δ. Λ ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. β. Αν μετά την ελαστική κρούση η σφαίρα Σ_1 έχει υποτριπλάσια κινητική ενέργεια από τη σφαίρα Σ_2 και συνεχίζει να κινείται στην αρχική της κατεύθυνση, τότε

$$K_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} \Rightarrow K_1 = K_2' + K_1' = 3K_1' + K_1' = 4K_1' \Rightarrow$$

$$\frac{K_1'}{K_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{\frac{1}{2}m_1v_1'^2}{\frac{1}{2}m_1v_1^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow v_1' = \frac{1}{2}v_1 \Rightarrow \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_1 = \frac{1}{2}v_1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 3$$

B2. α. Σύμφωνα με τη φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein στην πρώτη περίπτωση ισχύει

$$K = E_{\phi} - \phi \Rightarrow 0 = h\frac{c}{\lambda_0} - \phi \Rightarrow \phi = h\frac{c}{\lambda_0} \quad (1)$$

Στη δεύτερη περίπτωση, που η ορμή των φωτονίων της προσπίπτουσας ακτινοβολίας διπλασιάστηκε, τότε σύμφωνα με τη σχέση που συνδέει το μήκος κύματος με την ορμή, $p=h/\lambda$, προκύπτει ότι το μήκος κύματος θα γίνει μισό, $\lambda=\lambda_0/2$ και ισχύει

$$K = E_{\phi}' - \phi = h\frac{c}{\lambda} - \phi = h\frac{c}{\lambda_0/2} - \phi = 2\phi - \phi = \phi$$

B3. γ. Ο δεύτερος κανόνας του Κίρκοφ για το κύκλωμα δίνει

$$E = iR + ir + |E_{\text{ΑΥΤ}}| = iR + iR/4 + |E_{\text{ΑΥΤ}}| = 5iR/4 + |E_{\text{ΑΥΤ}}| \Rightarrow$$

$$E = 5V_R/4 + |E_{\text{ΑΥΤ}}| = 5|E_{\text{ΑΥΤ}}|/4 + |E_{\text{ΑΥΤ}}| = 9|E_{\text{ΑΥΤ}}|/4 \Rightarrow |E_{\text{ΑΥΤ}}| = 4E/9$$

Η τάση από αυτεπαγωγή δίνει τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος, που είναι θετικός, γιατί η ένταση αυξάνεται μέχρι να σταθεροποιηθεί

$$|E_{\text{ΑΥΤ}}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| \Rightarrow \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{|E_{\text{ΑΥΤ}}|}{L} = \frac{4E}{9L}$$

ΘΕΜΑ Γ

G1. Οι δεσμοί είναι τα σημεία που είναι διαρκώς ακίνητα και σύμφωνα με το στιγμιότυπο, βρίσκονται στις θέσεις 0,5m, 1,5m, 2,5m, 3,5m.

G2. Η γενική εξίσωση των στάσιμων κυμάτων είναι $y = 2A \cdot \text{συν} \frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \eta\mu \frac{2\pi t}{T}$.

Από το διάγραμμα προκύπτουν τα εξής: $2A=3\text{cm}$, άρα $A=1,5\text{cm}$ και

$$3\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = 3,5\text{m} \Rightarrow 7\frac{\lambda}{4} = 3,5\text{m} \Rightarrow \lambda = 2\text{m}$$

Τη χρονική στιγμή $t=2,5\text{s}$ το σημείο της θέσης $x=0$ βρίσκεται για πρώτη φορά στην ακραία θετική του θέση, οπότε έχουμε $\frac{T}{4} = 2,5\text{s} \Rightarrow T = 10\text{s}$

Άρα, η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι $y = 0,03 \text{ συν} \pi x \cdot \eta \mu \frac{\pi t}{5}$ (S.I.)

Γ3. Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής βρίσκουμε την ταχύτητα των κυμάτων που συμβάλλουν $v = \lambda f \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2\text{m}}{10\text{s}} \Rightarrow v = 0,2\text{m/s}$

Γ4. Το σημείο Γ, που βρίσκεται στη θέση $x=1,25\text{m}$, έχει πλάτος

$$|A_\Gamma| = 2A \left| \text{συν} 2\pi \frac{x_\Gamma}{\lambda} \right| = 0,03 \left| \text{συν} 2\pi \frac{1,25\text{m}}{2\text{m}} \right| = 0,03 \left| \text{συν} \frac{5\pi}{4} \right| = 0,03 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow |A_\Gamma| = 0,015\sqrt{2}\text{m}$$

Γ5. Ο λόγος της ενέργειας της ταλάντωσης του υλικού σημείου Γ προς την ενέργεια του υλικού σημείου Α είναι

$$\frac{E_\Gamma}{E_A} = \frac{\frac{1}{2} D |A_\Gamma|^2}{\frac{1}{2} D |A_A|^2} = \frac{\frac{1}{2} m \omega^2 |A_\Gamma|^2}{\frac{1}{2} m \omega^2 |A_A|^2} = \frac{|A_\Gamma|^2}{|A_A|^2} = \frac{\left(\frac{2A \sqrt{2}}{2} \right)^2}{(2A)^2} = \frac{1}{2}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Εφόσον όλα τα σώματα ισορροπούν θα ισχύουν οι σχέσεις:

Για το σώμα Σ_1 :

$$\Sigma F_1 = 0 \rightarrow T_1 = w_1 = m_1 \cdot g = 4\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2 \rightarrow T_1 = 40\text{N}$$

Για την τροχαλία, ως προς τον άξονα περιστροφής της:

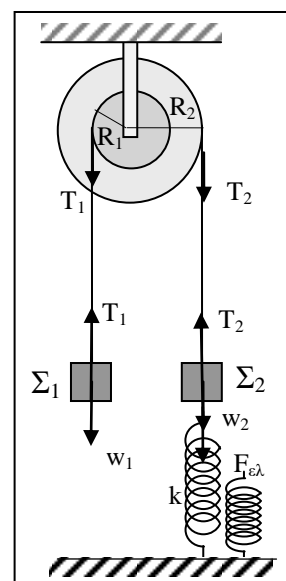
$$\Sigma \tau = 0 \rightarrow T_1 \cdot R_1 - T_2 \cdot R_2 = 0 \rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot R_1}{R_2} = \frac{40\text{N}}{2} \rightarrow T_2 = 20\text{N}$$

Για το σώμα Σ_2 :

$$\Sigma F_2 = 0 \rightarrow T_2 = w_2 + F_{\varepsilon\lambda} = m_2 \cdot g + kx_1 \rightarrow kx_1 = T_2 - m_2 \cdot g \rightarrow$$

$$kx_1 = 20\text{N} - 1\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2 = 10\text{N} \rightarrow k = \frac{10\text{N}}{0,1\text{m}} = 100\text{N/m}$$

Δ2. Το σώμα Σ_2 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, ξεκινώντας, χωρίς αρχική ταχύτητα, τη χρονική στιγμή $t_0=0$, από την πάνω ακραία του θέση, καθώς η θέση ισορροπίας της ταλάντωσης είναι πιο χαμηλά. Η ταχύτητά του θα μηδενιστεί για πρώτη φορά όταν φτάσει στην κάτω



ακραία θέση, και απαιτείται χρόνος μισής περιόδου. Σε χρονικό διάστημα μιας περιόδου η ταχύτητα μηδενίζεται δύο φορές, άρα για να μηδενιστεί η ταχύτητα για 5^η φορά, απαιτείται χρονικό διάστημα $t_1=2,5T$.

Η περίοδος της ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση

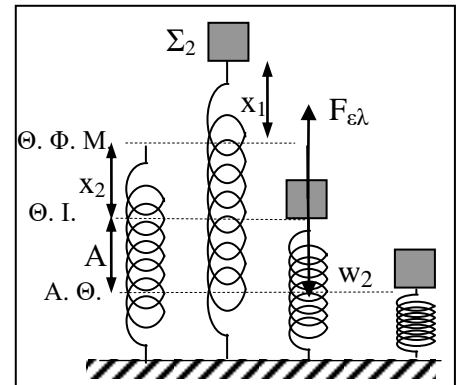
$$T=2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}=2\pi\sqrt{\frac{1\text{kg}}{100\text{N/m}}}\rightarrow T=0,2\pi\text{ s} . \text{ Άρα } t_1=2,5T=0,5\pi\text{s}.$$

Δ3. Η απόσταση της αρχικής θέσης του σώματος και της θέσης ισορροπίας της ταλάντωσης, δηλαδή το πλάτος είναι ίσο με $A=x_1+x_2$, όπου x_2 η απόσταση φυσικού μήκους του ελατηρίου και θέσης ισορροπίας, που θα βρεθεί από τη σχέση ισορροπίας του σώματος Σ_2 :

$$\Sigma F = 0 \rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w_2 \rightarrow k \cdot x_2 = m_2 \cdot g \rightarrow$$

$$x_2 = \frac{m_2 \cdot g}{k} = \frac{1\text{kg} \cdot 10\text{ m/s}^2}{100\text{ N/m}} \rightarrow x_2=0,1\text{m}$$

Άρα $A=0,1+0,1=0,2\text{m}$.



Δ4. Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_2 δίνεται από τη σχέση

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{W_{\Sigma F}}{\Delta t} = \Sigma F \frac{\Delta x}{\Delta t} = F_{\varepsilon\lambda} \cdot v = -kx \cdot v \quad (2)$$

Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ το σώμα Σ_2 βρίσκεται στην πάνω ακραία θέση και έχει ταχύτητα μηδέν, άρα με αντικατάσταση στη σχέση (2) παίρνουμε $\frac{\Delta K}{\Delta t} = 0\text{ J/s}$

Δ5. Το σώμα Σ_1 κατεβαίνει με επιτάχυνση

$$v_1 = a \cdot t_1 \Rightarrow a = \frac{v_1}{t_1} = \frac{2\pi\text{m/s}}{0,5\pi\text{s}} = 4\text{m/s}^2$$

και η επιτάχυνσή του ισούται με την επιτρόχιο επιτάχυνση του σημείου της τροχαλίας που εφάπτεται το σκοινί. Άρα η γωνιακή επιτάχυνση της τροχαλίας είναι

$$\alpha = \alpha_{\varepsilon\tau} = \frac{dv_{\gamma\rho}}{dt} = \frac{d(\omega R_1)}{dt} = R_1 \frac{d\omega}{dt} = R_1 a_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow a_{\gamma\omega\nu} = \frac{a}{R_1} = \frac{4\text{m/s}^2}{0,1\text{m}} = 40\text{rad/s}^2$$