

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ 41

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις Α1–Α4, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

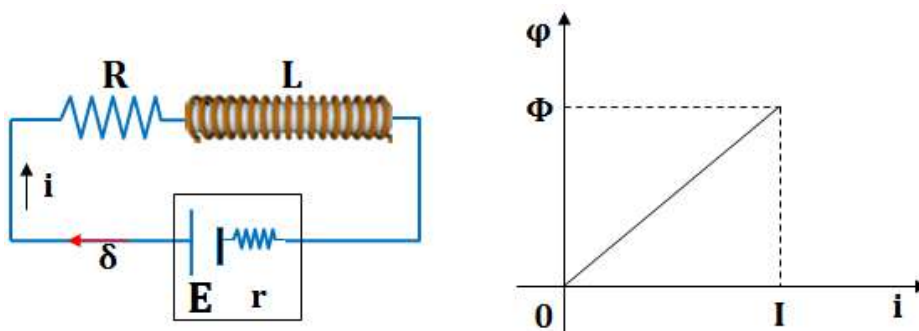
- A1.** Κατά τη διάρκεια ενός σεισμού ένα κτήριο εκτελεί:
- Ελεύθερη ταλάντωση με συχνότητα ίση με την ιδιοσυχνότητα του.
 - Εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα ίση με αυτή που πάλλεται ο διεγέρτης (έδαφος).
 - Ελεύθερη ταλάντωση με συχνότητα ίση με αυτή που πάλλεται ο διεγέρτης (έδαφος).
 - Εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα ίση με την ιδιοσυχνότητα του.

Μονάδες 5

- A2.** Εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχουμε όταν:
- Ένα σώμα είναι φορτισμένο.
 - Ένας πυκνωτής είναι φορτισμένος.
 - Φορτία κινούνται με σταθερή ταχύτητα, όπως συμβαίνει στους αγωγούς που διαρρέονται από σταθερό ρεύμα.
 - Φορτία επιταχύνονται ή επιβραδύνονται, όπως συμβαίνει στους αγωγούς που διαρρέονται από μεταβαλλόμενα ρεύματα.

Μονάδες 5

- A3.** Στο επόμενο διάγραμμα βλέπουμε την αύξηση της μαγνητικής ροής Φ σε ένα ιδανικό πηνίο σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος i στο εικονιζόμενο κύκλωμα.



Η ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου όταν διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , είναι ίση με:

- | | | | |
|--------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| α. ΦI | β. ΦI^2 | γ. $\frac{\Phi I}{2}$ | δ. $\frac{\Phi I^2}{2}$ |
|--------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|

Μονάδες 5

- A4.** Όσο ένα άτομο παραμένει στην ίδια ενεργειακή κατάσταση:
- Μπορεί μόνο να εκπέμπει ενέργεια.
 - Μπορεί μόνο να απορροφά ενέργεια.

- γ. Μπορεί να απορροφά και να εκπέμπει ενέργεια.
 δ. Ούτε απορροφά ούτε εκπέμπει ενέργεια.

Μονάδες 5

- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.
- α. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των διαμηκών κυμάτων είναι τα «όρη» και οι «κοιλιάδες».
 β. Το κέντρο μάζας μιας ομογενούς σφαίρας συμπίπτει με το κέντρο της.
 γ. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των σωμάτων που συγκρούονται κατά τη διάρκεια μιας κρούσης είναι πολύ ισχυρές προκαλώντας απότομες αλλαγές στην κίνηση των σωμάτων.
 δ. Στο φαινόμενο Compton η σκεδαζόμενη ακτινοβολία έχει μεγαλύτερη συχνότητα από την προσπίπτουσα.
 ε. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαγνητών ή μεταξύ μαγνητών και κινούμενων ηλεκτρικών φορτίων είναι αλληλεπιδράσεις από απόσταση.

Μονάδες 5

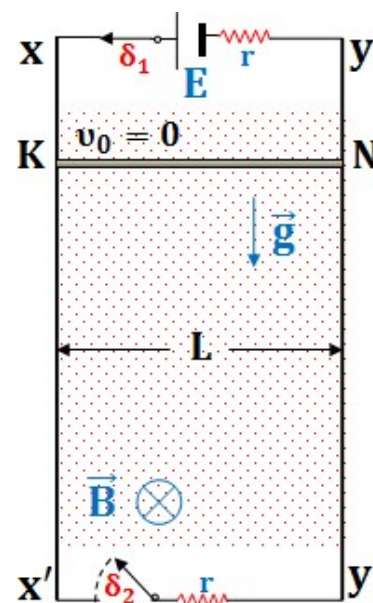
ΘΕΜΑ Β

B1. Οι κατακόρυφοι, λείοι, χωρίς ωμική αντίσταση αγωγοί $x'x$, $y'y$ είναι πολύ μεγάλου μήκους και συνδεδεμένοι στα πάνω τους άκρα με πηγή που έχει ΗΕΔ E , εσωτερική αντίσταση r και κλειστό διακόπτη (δ_1). Στα κάτω άκρα τους συνδέονται με ωμικό αντιστάτη r και αρχικά ανοικτό διακόπτη (δ_2). Το επίπεδο του κυκλώματος βρίσκεται εντός του γήινου βαρυτικού πεδίου έντασης μέτρου g και ενός οριζόντιου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου B .

Ένας αγωγός (ΚΝ) με μήκος L και ωμική αντίσταση R ισορροπεί οριζόντιος με τα άκρα του πάνω στους αγωγούς $x'x$ και $y'y$, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο διακόπτης (δ_1) ανοίγει, ενώ τη χρονική στιγμή t_1 κλείνει ο διακόπτης (δ_2) και έκτοτε η κινητική ενέργεια του αγωγού (ΚΝ) σταθεροποιείται.

Η χρονική στιγμή t_1 είναι ίση με:



α) $\frac{E}{2BLg}$

β) $\frac{E}{BLg}$

γ) $\frac{2E}{BLg}$

- 1) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
 2) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 2

Μονάδες 6

B2. Στην επιφάνεια υγρού βρίσκονται σε απόσταση d δύο σύγχρονες πηγές (Π_1) και (Π_2) αρμονικών κυμάτων, μήκους κύματος λ .

Ένα σημείο (Σ) της επιφάνειας απέχει από τις πηγές (Π_1) και (Π_2) αποστάσεις d_1 και d_2 αντίστοιχα, όπου $d_1 \neq d_2$. Αν λ_1 είναι η μέγιστη τιμή του μήκους κύματος ώστε στο (Σ) να έχω ενίσχυση και λ_2 η μέγιστη τιμή του μήκους κύματος ώστε στο σημείο (Σ) να έχω απόσβεση, τότε ο λόγος λ_1/λ_2 είναι:

α) $\frac{1}{2}$

β) 1

γ) 2

1) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

2) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B3. Δυο σφαίρες μικρών διαστάσεων με μάζες m_1 , m_2 κινούνται στην ίδια διεύθυνση με κινητικές ενέργειες K_1 , K_2 αντίστοιχα. Οι σφαίρες συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά με αποτέλεσμα εξαιτίας της να υποστούν αντίθετες μεταβολές στις ταχύτητες τους.



Για τις κινητικές ενέργειες των σφαιρών K'_1 , K'_2 , αμέσως μετά την κρούση ισχύει:

α) $K'_1 = K_1$ και $K'_2 = K_2$

β) $K'_1 = K_2$ και $K'_2 = K_1$

γ) $K'_1 = K'_2 = \frac{K_1 + K_2}{2}$

1) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

2) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

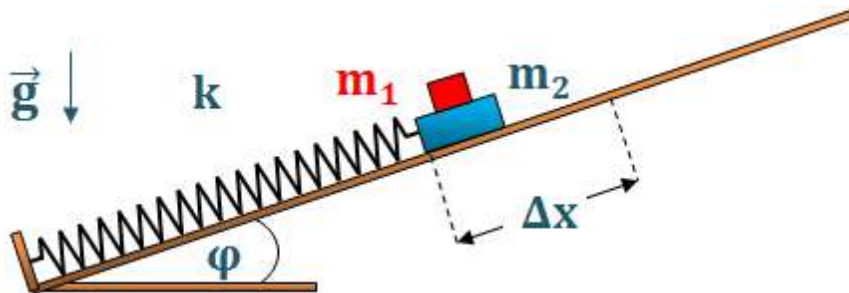
Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Τα σώματα του σχήματος έχουν μάζες $m_1 = 1\text{ kg}$ και $m_2 = 3\text{ kg}$. Το πλάγιο επίπεδο είναι λείο με γωνία κλίσης $\varphi = 30^\circ$. Το ιδανικό ελατήριο έχει σταθερά $k = 100\text{ N/m}$ και ο άξονας του είναι παράλληλος στο πλάγιο επίπεδο. Το ένα άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε τοίχο, ενώ στο άλλο έχει δεθεί το σώμα μάζας m_2 . Τα σώματα είναι ακίνητα και το ελατήριο είναι συσπειρωμένο κατά Δx .

Μετατοπίζουμε το σύστημα των σωμάτων αργά προς την κορυφή του πλαγίου επιπέδου μέχρι τη θέση που το ελατήριο έχει επιμήκυνση Δx . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε το σύστημα

ελεύθερο να κινηθεί, οπότε αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10\text{m/s}^2$, $\eta\mu\varphi = 0,5$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,5\sqrt{3}$.



- Γ1. Να γραφούν οι χρονικές εξισώσεις απομάκρυνσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συστήματος των σωμάτων. Θετική η φορά της αρχικής μετατόπισης του συστήματος των σωμάτων.

Μονάδες 6

- Γ2. Να γραφεί και να παρασταθεί γραφικά η αλγεβρική τιμή της στατικής τριβής T_s του σώματος μάζας m_1 σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x της ταλάντωσης του συστήματος.

Μονάδες 6

- Γ3. Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος μάζας m_2 στη θέση της ταλάντωσης που η στατική τριβή μηδενίζεται.

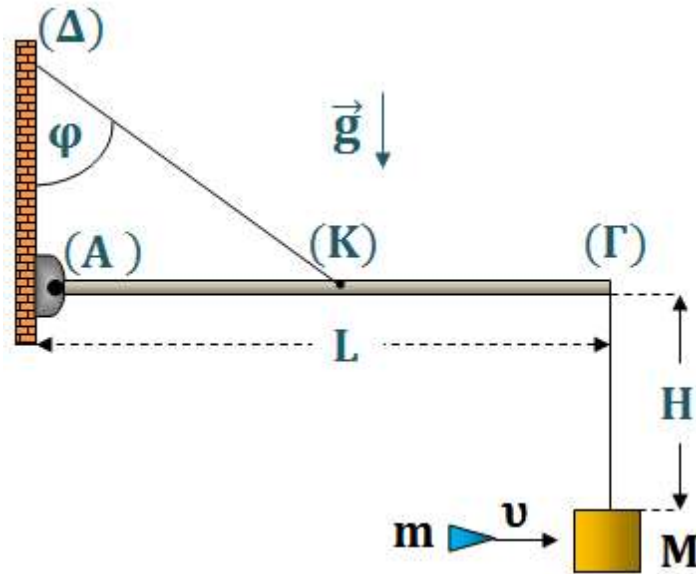
Μονάδες 6

- Γ4. Να βρεθεί ο συντελεστής στατικής τριβής μ_s μεταξύ των δυο σωμάτων, αν γνωρίζουμε ότι κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης η στατική τριβή λαμβάνει σε μία θέση την οριακή της τιμή.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Βλήμα μικρών διαστάσεων μάζας m κινείται οριζόντια στο κενό με ταχύτητα u . Το βλήμα σφηνώνεται ακαριαία στο κέντρο ακίνητου σώματος μάζας M που είναι δεμένο στο κάτω άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος μήκους $H = 0,9\text{m}$. Μετά την κεντρική πλαστική κρούση το συσσωμάτωμα φτάνει μέχρι τη θέση που το νήμα σχηματίζει γωνία $\varphi = \pi/3 \text{ rad}$ με τη αρχική του θέση. Το πάνω άκρο του νήματος είναι δεμένο ακλόνητα στο άκρο (Γ) αβαρούς οριζόντιας ράβδου μήκους L . Η ράβδος ισορροπεί με τη βοήθεια άρθρωσης στο άκρο της (Α) και με το αβαρές και μη ελαστικό νήμα (ΚΔ) που είναι δεμένο στο μέσο (Κ) της ράβδου και σχηματίζει γωνία $\varphi = \pi/3 \text{ rad}$ με τον κατακόρυφο τοίχο, όπως φαίνεται στο σχήμα.



- Δ1. Να βρεθεί η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την πλαστική κρούση.
Μονάδες 4
- Δ2. Αν λόγω της κρούσης η κινητική ενέργεια του συστήματος βλήμα-σώμα ελαττώνεται κατά 95% να βρεθούν:
α. Ο λόγος $\lambda = m/M$.
β. Η ταχύτητα v .
Μονάδες 4
- Δ3. Όταν μετά την κρούση το νήμα σχηματίζει γωνία θ ($\theta < \varphi$) με $\eta\mu\theta = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\theta = 0,8$ να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας του συσσωματώματος.
Μονάδες 5
- Δ4. Τη στιγμή που το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται για πρώτη φορά μετά την πλαστική κρούση η ράβδος δέχεται από την άρθρωση δύναμη μέτρου 10N. Να βρεθούν:
α. Οι μάζες m και M .
β. Το μέτρο της δύναμης που η ράβδος δέχεται από το νήμα (ΚΔ).
Μονάδες 4
- Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10\text{m/s}^2$, $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,5$ και $\eta\mu\varphi = 0,5\sqrt{3}$.

Διαγώνισμα 41

Θέμα Α

A1	(β)	A2	(δ)	A3	(γ)	A4	(δ)			
A5	α.	(Λ)	β.	(Σ)	γ.	(Σ)	δ.	(Λ)	ε.	(Σ)

Θέμα Β

B1. Σωστό το (β)

Ο διακόπτης (δ_1) είναι κλειστός, ο (δ_2) ανοικτός και ο αγωγός ισορροπεί, άρα:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_L = w \Leftrightarrow BIL = mg \Leftrightarrow BL \frac{E}{R+r} = mg \quad (1)$$

Στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$ ο αγωγός εκτελεί ελεύθερη πτώση.

Τη χρονική στιγμή t_1 ο διακόπτης (δ_2) κλείνει και ο αγωγός (KN) αποκτά σταθερή (οριακή) ταχύτητα.

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow BI_{\varepsilon\pi}L = mg \Leftrightarrow \frac{(BL)^2 v_1}{R+r} = mg \Leftrightarrow \frac{v_1 = gt}{R+r} (BL)^2 gt_1 = mg \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) προκύπτει:

$$\frac{(BL)^2 gt_1}{R+r} = \frac{BLE}{R+r} \Leftrightarrow t_1 = \frac{E}{BLg}$$

B2. Σωστό το (α)

Όταν το (Σ) είναι σημείο ενίσχυσης τότε ισχύει:

$$|d_1 - d_2| = n\lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{|d_1 - d_2|}{n}$$

Για $\lambda = \lambda_1$ τότε $n = 1$ και $\lambda_1 = |d_1 - d_2|$ (1)

Όταν το (Σ) είναι σημείο απόσβεσης τότε ισχύει:

$$|d_1 - d_2| = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = \frac{2|d_1 - d_2|}{2n + 1}$$

Για $\lambda = \lambda_2$ τότε $n = 0$ και $\lambda_2 = 2|d_1 - d_2|$ (2)

Άρα

$$\lambda_2 = 2\lambda_1 \Leftrightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{2}$$

B3. Σωστό το (β)

Από την Α.Δ.Ο. ισχύει:

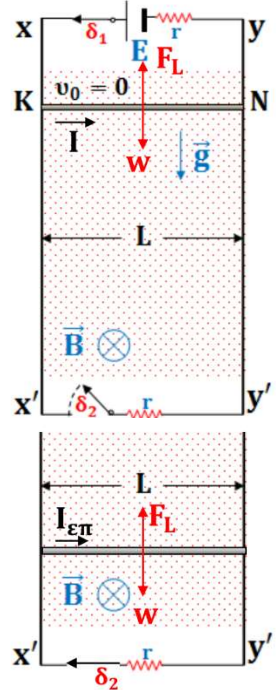
$$\Delta p_1 = -\Delta p_2 \Leftrightarrow m_1 \Delta v_1 = -m_2 \Delta v_2 \xLeftrightarrow{\Delta v_1 = -\Delta v_2} m_1 = m_2$$

Επειδή η κρούση είναι κεντρική και ελαστική και οι σφαίρες έχουν ίσες μάζες προκύπτει:

$$v'_1 = v_2 \quad \text{και} \quad v'_2 = v_1$$

Άρα

$$K'_1 = K_2 \quad \text{και} \quad K'_2 = K_1$$



Θέμα Γ

Γ1. Στη θέση ισορροπίας του συστήματος των δυο σωμάτων ισχύει:

$$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow w_x = F_{ελ} \Leftrightarrow (m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi = k\Delta x \Leftrightarrow \Delta x = \frac{(m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi}{k} \Leftrightarrow \Delta x = 0,2\text{m}$$

Το πλάτος της ταλάντωσης του συστήματος είναι $A = 2\Delta x \Leftrightarrow A = 0,4\text{m}$.

$$\text{Η γωνιακή συχνότητα είναι: } \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \Leftrightarrow \omega = 5\text{rad/s και η αρχική φάση } \varphi_0 = \frac{\pi}{2}\text{rad}$$

αφού την $t_0 = 0$ είναι $x = +A$. Άρα:

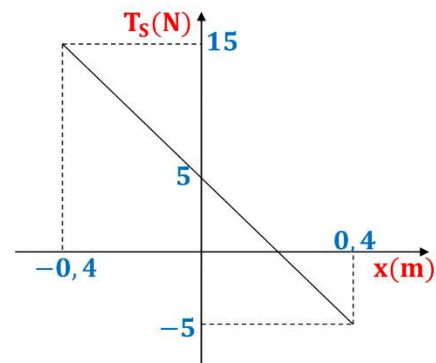
$$x = 0,4\eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (S.I.)}, \quad v = 2\sigma\upsilon\nu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (S.I.)}, \quad \alpha = -10\eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (S.I.)}$$

Γ2. Για το σώμα μάζας m_1 ισχύει:

$$\Sigma F_x = m_1 a \Leftrightarrow T_s - m_1 g\eta\mu\varphi = -m_1 \omega^2 x \Leftrightarrow$$

$$T_s = m_1 g\eta\mu\varphi - m_1 \omega^2 x \Leftrightarrow$$

$$T_s = 5 - 25x \text{ (S.I.)} - 0,4 \leq x \leq 0,4$$



Γ3. Είναι $T_s = 0 \Leftrightarrow 5 - 25x = 0 \Leftrightarrow x = 0,2\text{m}$.

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος μάζας m_2 είναι:

$$\frac{dp_2}{dt} = m_2 a_2 \Leftrightarrow \frac{dp_2}{dt} = -m_2 \omega^2 x \Leftrightarrow \frac{dp_2}{dt} = -15\text{N}$$

Γ4. Θα πρέπει (στη θέση $x = -A$) η στατική τριβή να γίνεται ίση με την οριακή της τιμή. Άρα

$$T_{s(\max)} = T_{s(\text{op})} \Leftrightarrow T_{s(\max)} = \mu_s N \Leftrightarrow \mu_s = \frac{T_{s(\max)}}{m_1 g \sigma\upsilon\nu\varphi} \Leftrightarrow \mu_s = \sqrt{3}$$

Θέμα Δ

Δ1. Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. από τη θέση (1) στη θέση (2):

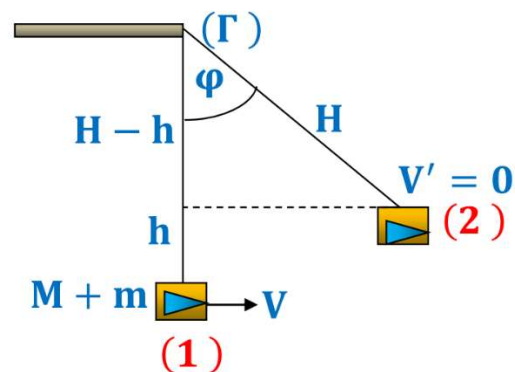
$$\Sigma W = \Delta K \Leftrightarrow -(m + M)gh = -\frac{1}{2}(m + M)V^2 \Leftrightarrow$$

$$V = \sqrt{2gh} \text{ (1)}$$

$$\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{H-h}{H} \Leftrightarrow h = \frac{H}{2} \Leftrightarrow h = 0,45\text{m}$$

άρα από την (1)

$$V = 3\text{m/s}$$



Δ2. α) Είναι

$$\frac{\Delta K}{K_{\alpha\rho\chi}} = 95\% \Leftrightarrow \frac{K_{\alpha\rho\chi} - K_{\tau\epsilon\lambda}}{K_{\alpha\rho\chi}} = \frac{19}{20} \Leftrightarrow 19K_{\alpha\rho\chi} = 20K_{\alpha\rho\chi} - 20K_{\tau\epsilon\lambda} \Leftrightarrow K_{\alpha\rho\chi} = 20K_{\tau\epsilon\lambda} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = 20\frac{1}{2}(m + M)V^2 \Leftrightarrow mv^2 = 20(m + M)V^2 \text{ (2)}$$

Από Α.Δ.Ο.

$$p_{\sigma, \pi \rho \iota \nu} = p_{\sigma, \mu \epsilon \tau \alpha} \Leftrightarrow mv = (m + M)V \Leftrightarrow v = \frac{m + M}{m} V \quad (3)$$

Από τις (2) και (3):

$$\frac{(m + M)^2 V^2}{m^2} m = 20(m + M)V^2 \Leftrightarrow m + M = 20m \Leftrightarrow M = 19m \Leftrightarrow \lambda = \frac{1}{19}$$

β) Αντικαθιστώντας στην (3):

$$v = 60 \text{ m/s}$$

Δ3. Το συσσωμάτωμα εκτελεί μη ομαλή κυκλική κίνηση, συνεπώς έχει επιτροχία α_ϵ και κεντρομόλο επιτάχυνση α_κ .

$$\begin{aligned} \Sigma F_\epsilon &= (m + M)\alpha_\epsilon \Leftrightarrow w_x = (m + M)\alpha_\epsilon \Leftrightarrow \\ (m + M)g\eta\mu\theta &= (m + M)\alpha_\epsilon \Leftrightarrow \alpha_\epsilon = g\eta\mu\theta \Leftrightarrow \\ \alpha_\epsilon &= 6 \text{ m/s}^2. \end{aligned}$$

Η κεντρομόλος επιτάχυνση α_κ έχει μέτρο:

$$\alpha_\kappa = \frac{V'^2}{H}$$

Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. από τη θέση (1) στην (3):

$$\Sigma W = \Delta K \Leftrightarrow$$

$$-(m + M)gh' = \frac{1}{2}(m + M)(V'^2 - V^2) \Leftrightarrow$$

$$|V'| = \sqrt{V^2 - 2gh'},$$

$$\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{H - h'}{H} \Leftrightarrow h' = 0,18 \text{ m}$$

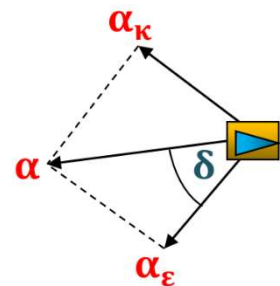
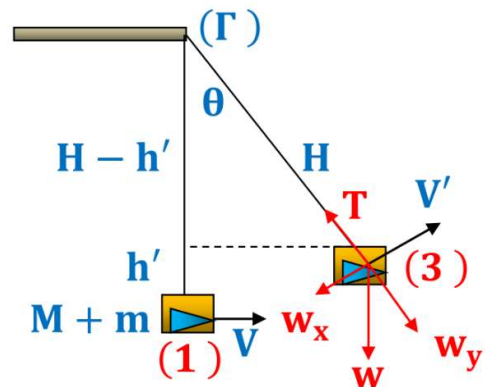
Άρα $|V'| = \sqrt{5,4} \text{ m/s}$ και $\alpha_\kappa = 6 \text{ m/s}^2$.

Ο ρυθμός μεταβολής της γραμμικής ταχύτητας του συσσωματώματος δηλαδή η (γραμμική) επιτάχυνση του έχει μέτρο:

$$\alpha = \sqrt{\alpha_\epsilon^2 + \alpha_\kappa^2} \Leftrightarrow \alpha = 6\sqrt{2} \text{ m/s}^2$$

και διεύθυνση

$$\epsilon\phi\delta = \frac{\alpha_\kappa}{\alpha_\epsilon} \Leftrightarrow \epsilon\phi\delta = 1 \Leftrightarrow \delta = 45^\circ$$



Δ4. α) Για το συσσωμάτωμα ισχύει:

$$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow T_1 = w_y \Leftrightarrow$$

$$T_1 = (m + M)g \sin \varphi$$

επειδή το νήμα είναι αβαρές

$$T_1 = T'_1 \Leftrightarrow T'_1 = (m + M)g \sin \varphi \quad (4)$$

Εφόσον $\vec{T}_1 // \vec{T}'_1$ και η ράβδος ισορροπεί

$\Sigma F = 0$, άρα $\vec{F} // \vec{T}'_1 // \vec{T}_2$. Επομένως:

$$F = T_2 - T_1 \Leftrightarrow T_2 - T_1 = 10 \text{ N} \quad (5)$$

$$\Sigma \tau_{(K)} = 0 \Leftrightarrow |\tau_F| = |\tau_{T'_1}| \Leftrightarrow$$

$$F \frac{L}{2} \sin \varphi = T'_1 \frac{L}{2} \sin \varphi \Leftrightarrow F = T'_1 \quad (4)$$

$$F = (m + M)g \sin \varphi \Leftrightarrow$$

$$m + M = 2 \text{ kg} \Leftrightarrow m + 19m = 2 \Leftrightarrow$$

$$m = 0,1 \text{ kg} \text{ και } M = 1,9 \text{ kg}$$

β) Από τη σχέση (5):

$$T_2 = 20 \text{ N}$$

