ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Λυκείου "ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ" 2024 - Γ΄ Τάξη

8/12/2023

ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Η αναλυτική λύση των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε τετράδιο ή σε φύλλα Α4 που θα σας δοθούν. Στον κατάλληλο χώρο του τετραδίου ή στην πρώτη σελίδα Α4 θα αναγράψετε τα ονομαστικά στοιχεία σας
2. Όλα τα ζητούμενα αριθμητικά αποτελέσματα πρέπει ΟΠΩΣΔΗΠΟΤΕ να μεταφερθούν στο ***Φύλλο Απαντήσεων*** που θα βρείτε αμέσως μετά τις εκφωνήσεις και το τυπολόγιο..
3. Όπου ζητούνται γραφήματα θα σχεδιαστούν στους ειδικούς χώρους του ***Φύλλου Απαντήσεων***.
4. Στο τέλος της εξέτασης θα παραδώσετε το τετράδιο (ή τα φύλλα Α4) με τις αναλυτικές λύσεις σας ΜΑΖΙ με το φύλλο απαντήσεων.
5. Το Φύλλο Απαντήσεων θα συρραφεί στο τετράδιο (ή στα φύλλα Α4).
6. Τα ονομαστικά στοιχεία θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1ο ΘΕΜΑ

Στο bungee jumping ο αθλητής ή η αθλήτρια πραγματοποιούν άλμα από μία πλατφόρμα, αμελητέου πάχους, που έχει τοποθετηθεί πάνω από μία λίμνη, ένα ποτάμι ή την θάλασσα. Στα πόδια τους προσδένεται η άκρη ελαστικού νήματος, η άλλη άκρη του οποίου στερεώνεται ακλόνητα στην πλατφόρμα. Η συμπεριφορά του νήματος περιγράφεται με καλή προσέγγιση από το Νόμο του Hooke, ενώ η μάζα του θεωρείται αμελητέα. Φτάνοντας στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού, ο άνθρωπος πρέπει να έχει μηδενική ταχύτητα και επιτάχυνση μέτρου $\alpha = 2g$.

Ένας αθλητής μάζας $m = 70\ kg$ χρησιμοποιεί ελαστικό νήμα φυσικού μήκους L, το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο από το ύψος του και αφήνει το σώμα του να πέσει (δηλαδή έχει μηδενική αρχική ταχύτητα) από την πλατφόρμα, η οποία απέχει $90m$ από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Θεωρώντας ότι ο αθλητής ξεκινά την στιγμή $t_o = 0$,-ότι στον τόπο όπου πραγματοποιείται το άλμα και για όλο το διανυόμενο ύψος, η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει σταθερή τιμή $g = 10\frac{m}{s^2}$ και ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα, να:

Α.1. αποδείξετε ότι το νήμα που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να έχει φυσικό μήκος $L = 30m$ και σταθερά ελαστικότητας $k = 35\ N/m$,

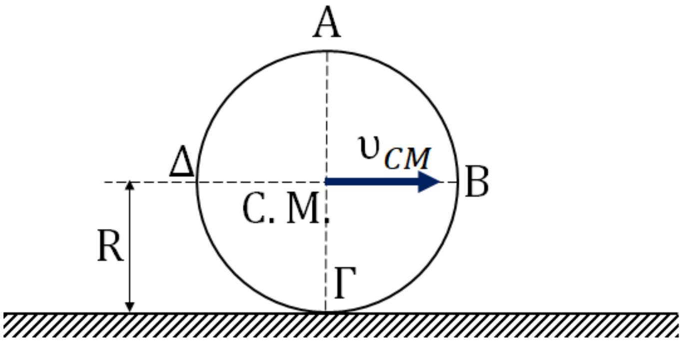
Α.2. υπολογίσετε το μήκος L_1 του νήματος στην θέση ισορροπίας του ανθρώπου,

Α.3. υπολογίσετε την μέγιστη ταχύτητα υ_{max} που αναπτύσσει ο άνθρωπος στην διάρκεια του άλματος.

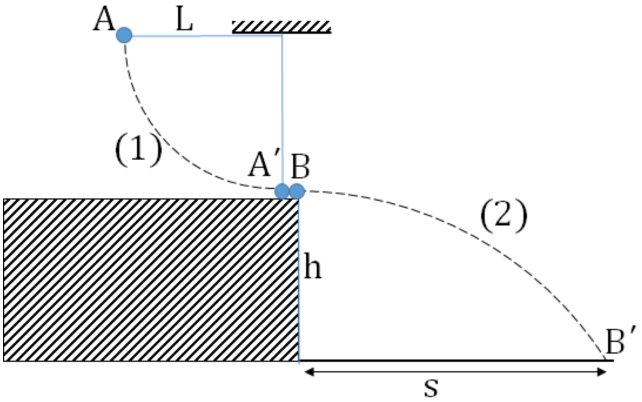
Α.4. υπολογίσετε την χρονική στιγμή t_1 που η ταχύτητα του ανθρώπου μηδενίζεται για δεύτερη φορά.

2ο ΘΕΜΑ

Β.1. Τροχός ακτίνας $R = 1m$ κινείται σε οριζόντιο λασπωμένο έδαφος εκτελώντας κύλιση χωρίς ολίσθηση με σταθερή ταχύτητα υ_{cm}. Κάποια χρονική στιγμή, έστω $t = 0$, αποκολλώνται από τα σημεία Α, Β και Δ της περιφέρειάς του τρία μικρά κομμάτια λάσπης. Θεωρώντας την αφετηρία του συστήματος αναφοράς στο σημείο Γ του σχήματος, να σχεδιάσετε υπό κλίμακα τις μετατοπίσεις Δx_A, Δx_B και Δx_Δ καθώς και την μετατόπιση Δx_{cm} την χρονική στιγμή t_A όπου το κομμάτι από το σημείο Α φτάνει στο έδαφος. Να κάνετε το ίδιο για τις χρονικές στιγμές t_B και t_Δ όπου καθένα από τα άλλα δύο κομμάτια φτάνει στο έδαφος. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g.



Β.2. Σιδερένιο σφαιρίδιο Α πολύ μικρών διαστάσεων είναι κρεμασμένο από την οροφή μέσω αβαρούς ανελαστικού νήματος μήκους $L = 1m$. Το νήμα φέρεται σε οριζόντια θέση και το σώμα αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί χωρίς τριβές, οπότε διαγράφει την διαδρομή (1). Την στιγμή που το νήμα αποκτά την κατακόρυφη διεύθυνση, το Α συγκρούεται ελαστικά με όμοιο σφαιρίδιο Β, το οποίο είναι τοποθετημένο στο άκρο τραπεζιού σε ύψος $h = 1m$ από το έδαφος. Μετά την κρούση το σφαιρίδιο Β διαγράφει την διαδρομή (2).



Β.2.1. Να υπολογιστεί το βεληνεκές s του Β.

Β.2.2. Ποια από τις δύο διαδρομές έχει μεγαλύτερο μήκος. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Β.2.3. Ποια από τις δύο διαδρομές διαρκεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

3ο ΘΕΜΑ

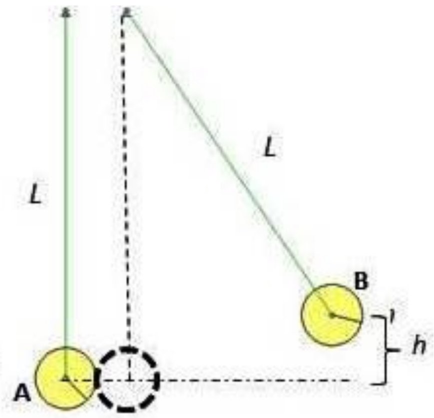
Σε μία κεντρική μετωπική κρούση δύο σφαιρών Α και Β, ο λόγος των σχετικών ταχυτήτων τους μετά και πριν την κρούση λέγεται συντελεστής κρούσης ή συντελεστής αποκατάστασης k και υπολογίζεται ως εξής:

$$k = \frac{v_{A,\mu\varepsilon\tau\alpha} - v_{B,\mu\varepsilon\tau\alpha}}{v_{B,\pi\rho\iota\nu} - v_{A,\pi\rho\iota\nu}} \quad (1)$$

Στην σχέση (1) τα σύμβολα αφορούν τις «αλγεβρικές» τιμές των ταχυτήτων. Ο συντελεστής k παίρνει τιμές από 0 έως 1.

Γ.1. Να δείξετε ότι η τιμή $k = 0$ αντιστοιχεί σε πλαστική κρούση και η τιμή $k = 1$ αντιστοιχεί στην ελαστική κρούση.

Γ.2. Θεωρούμε την κεντρική μετωπική κρούση δύο όμοιων μεταλλικών σφαιρών Α και Β μάζας m η κάθε μία. Οι σφαίρες κρέμονται από νήματα όπως στο σχήμα. Η σφαίρα Β ανυψώνεται κατά h και αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί. Το h είναι μικρό σχετικά με το μήκος του νήματος L ώστε η γωνία εκτροπής του νήματος από την κατακόρυφο να είναι μικρότερη από $10°$. Στην κατώτερη θέση η σφαίρα Β έχει ταχύτητα v_o και συγκρούεται με την αρχικά ακίνητη σφαίρα Α. Ακολούθως, οι δύο σφαίρες κινούνται ομόρροπα με την v_o και εκτελούν επαναλαμβανόμενες κρούσεις, σε κάθε μία από τις οποίες σημειώνεται μια μικρή απώλεια μηχανικής ενέργειας.



Γ.2.1. Να εξηγήσετε γιατί οι σφαίρες πρακτικά θα συγκρούονται πάντα στην κατώτερη θέση, εκεί δηλαδή που έγινε η πρώτη κρούση.

Γ.2.2. Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των σφαιρών μετά από την 1η την 2η και την 3η κρούση συναρτήσει της v_o και του συντελεστή k.

Γ.3. Παρατηρώντας τις σχέσεις υπολογισμού των ταχυτήτων του προηγούμενου ερωτήματος να γράψετε μια γενική σχέση υπολογισμού της ταχύτητας κάθε σφαίρας αμέσως μετά από n κρούσεις ($n = 1,2,3$ ...). Υπόδειξη: Να γράψετε τις σχέσεις τόσο για την περίπτωση που το n είναι άρτιο όσο και περιττό.

Γ.4. Να υπολογίσετε το ποσοστό $x^{(1)}$ απώλειας της μηχανικής ενέργειας κατά την πρώτη κρούση αν $k = 0{,}8$. Αν το k είχε μικρότερη τιμή το ποσοστό απώλειας της μηχανικής ενέργειας θα ήταν μικρότερο ή μεγαλύτερο;

Γ.5. Να βρείτε μια γενική σχέση υπολογισμού του ποσοστού $x^{(n)}$ απώλειας της μηχανικής ενέργειας κατά την νιοστή (n) κρούση. Εξετάστε αν αυτό το ποσοστό μένει ίδιο, αυξάνεται ή μειώνεται από κρούση σε κρούση.

Δίνεται ότι η περίοδος του εκκρεμούς μήκους L για μικρά πλάτη: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Ιχνηλασία Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης

4ο ΘΕΜΑ

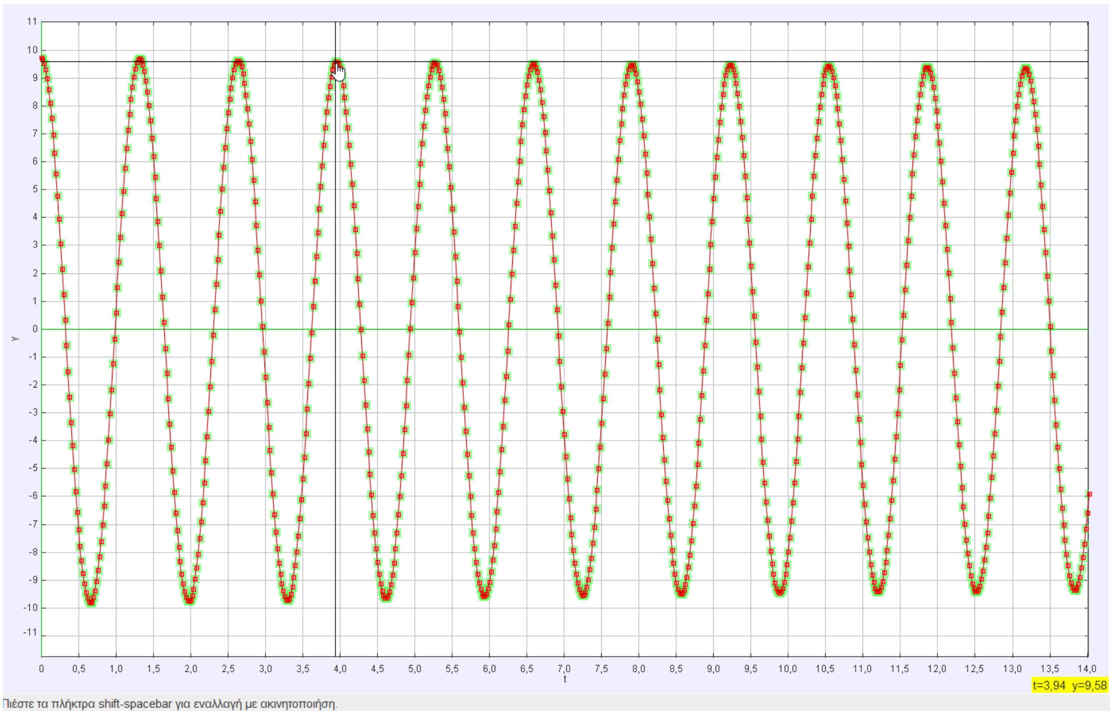
Με τη βοήθεια του λογισμικού ανάλυσης βίντεο Tracker, ιχνηλατήθηκε η καταγεγραμμένη σε βίντεο κίνηση ενός μικρού σώματος που εκτελούσε ταλάντωση δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου.

Στην περίπτωση ιδανικού ελατηρίου, η περίοδος των ταλαντώσεων του σώματος υπολογίζεται ως:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

όπου m η μάζα του αναρτημένου σώματος και k η σταθερά του ελατηρίου.

Αποτέλεσμα της ιχνηλασίας είναι η καταγραφή από το λογισμικό σε πίνακα των δεδομένων θέσης (y) - χρόνου (t) για την κίνηση του σώματος στον πραγματικό κόσμο, καθώς και ο σχεδιασμός της αντίστοιχης γραφικής παράστασης.



Εικόνα 1: Γραφική παράσταση των πειραματικών δεδομένων θέσης-χρόνου

Πίνακας 1: Πειραματικά δεδομένα θέσης--χρόνου

$t\ (s)$	$y\ (cm)$	$t\ (s)$	$y\ (cm)$	$t\ (s)$	$y\ (cm)$	$t\ (s)$	$y\ (cm)$	$t\ (s)$	$y\ (cm)$	$t\ (s)$	$y\ (cm)$
0,12	8,11	0,84	-6,33	1,56	3,86	2,28	-1,15	3,00	-1,73	3,72	4,31
0,18	6,32	0,90	-3,96	1,62	1,16	2,34	1,61	3,06	-4,34	3,78	6,60
0,24	3,96	0,96	-1,24	1,68	-1,59	2,40	4,23	3,12	-6,64	3,84	8,30
0,30	1,26	1,02	1,50	1,74	-4,23	2,46	6,51	3,18	-8,36	3,90	9,30
0,36	-1,50	1,08	4,14	1,80	-6,58	2,52	8,26	3,24	-9,39	3,96	9,58
0,42	-4,18	1,14	6,48	1,86	-8,33	2,58	9,29	3,30	-9,71	4,02	9,08
0,48	-6,55	1,20	8,26	1,92	-9,40	2,64	9,63	3,36	-9,24	4,08	7,80
0,54	-8,30	1,26	9,34	1,98	-9,74	2,70	9,17	3,42	-7,97	4,14	5,93
0,60	-9,43	1,32	9,70	2,04	-9,30	2,76	7,91	3,48	-6,11	4,20	3,59
0,66	-9,80	1,38	9,24	2,10	-8,06	2,82	6,07	3,54	-3,73	4,26	0,91
0,72	-9,37	1,44	8,04	2,16	-6,22	2,88	3,71	3,60	-1,03	4,32	-1,82
0,78	-8,14	1,50	6,21	2,22	-3,84	2,94	1,03	3,66	1,73	4,38	-4,40

Δ.1. Με βάση το μικρό μέρος των πειραματικών δεδομένων, που καταγράφονται στον Πίνακα 1, να εντοπίσετε τις χρονικές στιγμές δύο διαδοχικών ακροτάτων (ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο ή αντίστροφα) της συνάρτησης $y = f(t)$, καθώς και τις αντίστοιχες θέσεις και με αυτές να υπολογίσετε το πλάτος A της ταλάντωσης του σώματος. Δώστε το αποτέλεσμα με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

Δ.2. Με τα εργαλεία που διαθέτει το λογισμικό ανάλυσης βίντεο είμαστε σε θέση να πραγματοποιήσουμε μετρήσεις κατευθείαν πάνω στη γραφική παράσταση $y - t$. Τοποθετώντας το δρομέα στο πρώτο μέγιστο της γραφικής παράστασης, το λογισμικό μας έδωσε την τιμή: $t_1 = 0{,}00\ s$ για την αντίστοιχη χρονική στιγμή, ενώ τοποθετώντας το δρομέα στο 11^{o} μέγιστο της γραφικής παράστασης, το λογισμικό μας έδωσε την τιμή: $t_2 = 13{,}20\ s$.

Δ.2.1. Με τα παραπάνω δεδομένα να υπολογίσετε τη σταθερή περίοδο T της ταλάντωσης του σώματος. Να γράψετε το αποτέλεσμα με τον ορθό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

Δ.2.2. Για ποιο λόγο πιστεύετε πως η περίοδος της κίνησης δεν υπολογίστηκε απλά ως το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μεγίστων της κίνησης;

Δ.3. Χρησιμοποιώντας το ίδιο ελατήριο και αναρτώντας στο ελεύθερο άκρο του σώματα διαφορετικών μαζών (m) μετρήσαμε το χρονικό διάστημα (Δt) που απαιτήθηκε για $N = 5$ πλήρεις ταλαντώσεις. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον Πίνακα 2 που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων.

Δ.3.1. Με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 2, να υπολογίσετε την περίοδο της κίνησης και το τετράγωνο της περιόδου, να συμπληρώσετε τις αντίστοιχες στήλες του Πίνακα 2 και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση $\boldsymbol{T^2 = f(m)}$.

Δ.3.2. Να εξηγήσετε γιατί αυτή η γραφική παράσταση προσεγγίζεται με ευθεία γραμμή.

Δ.3.3. Να σχεδιάσετε την ευθεία καλύτερης προσέγγισης στα πειραματικά δεδομένα, να υπολογίσετε την κλίση της και με βάση αυτό τον υπολογισμό να βρείτε τη σταθερά k του ελατηρίου με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

Δ.4. Η καλύτερη ευθεία που σχεδιάσατε δε διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Εκτός από τα πιθανά πειραματικά σφάλματα, βασικός λόγος για αυτό είναι το γεγονός πως το ελατήριο δεν είναι ιδανικό, αφού η μάζα του στα πειράματα που εκτελέσαμε ήταν ($m_{\varepsilon\lambda} = 11{,}5\ g$) δε μπορεί να θεωρηθεί ασήμαντη. Ένα θεωρητικό μοντέλο που λαμβάνει υπόψη την επίδραση της μάζας του ελατηρίου στην περίοδο της ταλάντωσης, οδηγεί στην σχέση:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m+\frac{m_{\varepsilon\lambda}}{3}}{k}}$$

Με βάση αυτό το θεωρητικό μοντέλο και τα πειραματικά δεδομένα που ελήφθησαν, να υπολογίσετε τη μάζα του ελατηρίου και να συγκρίνετε αυτή την πειραματική τιμή με την τιμή της μάζας που δόθηκε προηγουμένως.

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΚΡΟΥΣΕΙΣ-ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

$$v_1 + v_1' = v_2 + v_2'$$

$$v_1' = \frac{2m_2}{m_1+m_2}v_2 + \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}v_1$$

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2}v_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}v_2$$

$$v_1' = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}v_1 \qquad v_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2}v_1 \qquad \Sigma\vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$v = v_0 + at \qquad x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \qquad T_{\text{ολ}} = \mu N$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \qquad p = mv \qquad v = \frac{ds}{dt}$$

$$a_\kappa = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{d\theta}{dt} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$T = \frac{1}{f} \qquad v_{\text{cm}} = \omega R \qquad \alpha_{\text{γων}} = \frac{d\omega}{dt}$$

$$a_{\text{cm}} = a_{\text{γων}}R \qquad \tau = F\ell = Fd \qquad L = mvr \qquad \Sigma\tau_{\text{εξ}} = \frac{dL}{dt}$$

a : Επιτάχυνση	K : Κινητική ενέργεια	s : Τόξο ή Διάστημα	$\alpha_{\text{γων}}$: Γωνιακή επιτάχυνση
E : Ενέργεια	L : Στροφορμή	T : Περίοδος	μ : Συντελεστής τριβής
f : Συχνότητα	ℓ, d : Μήκος ή Απόσταση	V : Όγκος	θ : Γωνία
F : Δύναμη	m : Μάζα	v : Ταχύτητα	ρ : Πυκνότητα
$T_{\text{ολ}}$: Τριβή ολίσθησης	p : Ορμή	W : Έργο	τ : Ροπή
N : Κάθετη δύναμη	R, r : Ακτίνα	x, y : Θέση	ω : Γωνιακή ταχύτητα
		Δx : Μετατόπιση	

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

$$x = A\,\text{ημ}(\omega t + \phi) \qquad v = \omega A\,\text{συν}(\omega t + \phi) \qquad a = -\omega^2 A\,\text{ημ}(\omega t + \phi)$$

$$a = -\omega^2 x \qquad F = -Dx \qquad \omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

$$D = m\omega^2 \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \qquad U = \frac{1}{2}Dx^2 \qquad F = -bv \qquad A = A_0 e^{-\Lambda t}$$

$$\frac{A_0}{A_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{A_2}{A_3} = \ldots = \text{σταθ.}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \qquad v = \lambda f \qquad y = A\,\text{ημ}\,2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}\right)$$

$$r_1 - r_2 = N\lambda,\ N \in \mathbb{Z} \qquad r_1 - r_2 = (2N+1)\,\frac{\lambda}{2},\ N \in \mathbb{Z}$$

$$y = 2A\,\text{συν}\,\frac{2\pi x}{\lambda}\,\text{ημ}\,\frac{2\pi t}{T}$$

$$x_{\text{K}} = 0, \frac{\lambda}{2}, \ldots, N\frac{\lambda}{2} \qquad x_\Delta = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \ldots, (2N+1)\frac{\lambda}{4}$$

A : Πλάτος	ω : Γωνιακή συχνότητα	K ή k : Σταθερά ελατηρίου	λ : Μήκος κύματος
x : Θέση	ϕ : Αρχική φάση	D : Σταθερά επαναφοράς	U : Δυναμική ενέργεια
v : Ταχύτητα	f : Συχνότητα	T : Περίοδος	y : Απομάκρυνση
a : Επιτάχυνση	f_0 : Ιδιοσυχνότητα	b : Σταθερά απόσβεσης	

Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια

$10^{12} \to$ Tera (T)	$10^{3} \to$ kilo (k)	$10^{-6} \to$ micro (μ)
$10^{9} \to$ Giga (G)	$10^{-2} \to$ centi (c)	$10^{-9} \to$ nano (n)
$10^{6} \to$ Mega (M)	$10^{-3} \to$ milli (m)	$10^{-12} \to$ pico (p)

Σταθερές

Μάζα Πρωτονίου

$m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

Μάζα Νετρονίου

$m_n = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

Μάζα Ηλεκτρονίου

$m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg

Απόλυτη τιμή φορτίου ηλεκτρονίου

$e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

Ηλεκτρονιοβόλτ

$1\ \text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J

Ταχύτητα του φωτός

$c = 3 \times 10^{8}$ m/s

Επιτάχυνση λόγω βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης

$g_0 = 9,8\ \text{m/s}^2$

Ηλεκτρική Σταθερά

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^{9}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

Σταθερά της Παγκόσμιας Έλξης

$G = 6,67 \times 10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

Μαγνητική διαπερατότητα του κενού

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$

Σταθερά του Planck

$h = 6,63 \times 10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s}$

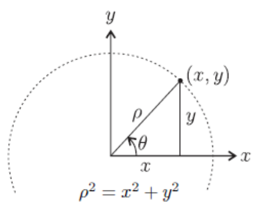
$h = 4,14 \times 10^{-15}\ \text{eV}\cdot\text{s}$

$hc = 12,42 \times 10^{-7}\ \text{eV}\cdot\text{m}$

$hc = 1242\ \text{eV}\cdot\text{nm} \simeq 1200\ \text{eV}\cdot\text{nm}$

Μαθηματικό Βοήθημα

θ (°)	ημ θ	συν θ	εφ θ
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
37°	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
53°	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{3}$
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	−



$$\rho^2 = x^2 + y^2$$

$$\text{ημ}\,\theta = \frac{y}{\rho},\ \text{συν}\,\theta = \frac{x}{\rho},\ \text{εφ}\,\theta = \frac{y}{x}$$

Εμβαδόν Παραλληλογράμμου : $A = \beta v$

Περίμετρος Κύκλου : $C = 2\pi r$

Εμβαδόν Κύκλου : $A = \pi r^2$

Εμβαδόν Σφαίρας : $A = 4\pi r^2$

Όγκος Σφαίρας : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

Μήκος τόξου κύκλου : $s = \theta r$

$$\text{ημ}\,A + \text{ημ}\,B = 2\,\text{συν}\frac{A-B}{2}\,\text{ημ}\frac{A+B}{2}$$

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Επώνυμο: …………………………………. Όνομα: …………………… Τάξη: …

Πατρώνυμο: ………………. Μητρώνυμο: …………………

Σχολείο: …………………..……..………. Τηλέφωνο Σχολείου: ………………

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1ο ΘΕΜΑ

Α.1. (στο τετράδιο), **Α.2.** $L_1 =$…………… , **Α.3.** $\upsilon_{max} =$……..…… , **Α.4.** $t_1 =$……..……

2ο ΘΕΜΑ

Β.1. Να σχεδιάσετε τα τρία ζητούμενα στιγμιότυπα στις περιοχές που ακολουθούν:

Στιγμιότυπο 1: $t = t_A$	Στιγμιότυπο 2: $t = t_B$	Στιγμιότυπο 3: $t = t_\Delta$

Β.2.1. $s =$………………

Β.2.2. Μεγαλύτερο μήκος έχει η διαδρομή ☐ (1) ☐ (2)

επειδή ……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

Β.2.3. Μεγαλύτερη χρονική διάρκεια έχει η διαδρομή ☐ (1) ☐ (2)

επειδή ………………………………………………………………………………………………

……

……

……

3ο ΘΕΜΑ (αναμένεται)
Γ.1. (στο τετράδιο) , **Γ.2.1.** (στο τετράδιο)

Γ.2.2. Μετά την πρώτη κρούση: $v_A^{(1)} =$…………… $v_B^{(1)} =$……………

Μετά την δεύτερη κρούση: $v_A^{(2)} =$…………… $v_B^{(2)} =$……………

Μετά την τρίτη κρούση: $v_A^{(3)} =$…………… $v_B^{(3)} =$……………

Γ.3. Άρτια τιμή του n: $v_A^{(n)} =$…………… $v_B^{(n)} =$……………

Περιττή τιμή του n: $v_A^{(n)} =$…………… $v_B^{(n)} =$……………

Γ.4. $x^{(1)} =$………….. , **Γ.5.** $x^{(n)} =$…………..

Από κρούση σε κρούση το ποσοστό:

μένει ίδιο ☐ αυξάνεται ☐ μειώνεται ☐

επειδή ………………………………………………………………………………………………

……

……

……

……

……

……

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Ιχνηλασία Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης

4ο ΘΕΜΑ

Δ.1. $A =$………….. , **Δ.2.1.** $T =$……………

Δ.2.2. (στο τετράδιο)

Δ.3.1. , **2.3.3.**

Πίνακας 2: Πειραματικά δεδομένα

α/α	$m\ (kg)$	$\Delta t\ (s)$	$T\ (s)$	$T^2\ (s^2)$
1	0,0102	3,40		
2	0,0202	4,52		
3	0,0304	5,36		
4	0,0405	6,08		
5	0,0506	6,72		
6	0,0605	7,38		

Γραφική παράσταση και ευθεία καλύτερης προσέγγισης

Κλίση ευθείας ……………… , $k =$……………….

Δ.3.2. (στο τετράδιο) , **Δ.4.** $m_{\varepsilon\lambda} =$………………

Καλή επιτυχία!