ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2016

ΟΔΗΓΟΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ : 3 ΩΡΕΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 30 ΜΑΪΟΥ 2016

Οδηγός Διόρθωσης εξεταστικού δοκιμίου Φυσικής Παγκυπρίων εξετάσεων

Γενικές οδηγίες.

- Οι διορθωτές ακολουθούν τον οδηγό διόρθωσης και όχι τις προσωπικές τους απόψεις ή αντιλήψεις.
- Για κάθε σημείο που απαντά ο μαθητής βαθμολογείται με 1 μονάδα όπως φαίνεται στον οδηγό διόρθωσης. Δε δίνεται ½ ή ¼ της μονάδας.
- Γίνεται διόρθωση με θετικό πνεύμα και ο μαθητής κερδίζει τη μονάδα γι αυτό που έχει δείξει ότι ξέρει και δεν τιμωρείται για ότι έχει παραλείψει. Από την άλλη η διόρθωση δεν πρέπει να χαρακτηρίζεται από αδικαιολόγητη επιείκεια.

Οδηγίες για τη διόρθωση.

- Η πλάγια γραμμή / ακολουθούμενη από το διαζευκτικό **ή** σημαίνει, εναλλακτικές ορθές λέξεις – προτάσεις – αριθμητικές λύσεις που δυνατόν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές.
- Τετράγωνες παρενθέσεις [.…] δίνουν συγκεκριμένες οδηγίες ή επεξηγήσεις.
- Οι αγκύλες {….} περιέχουν λέξεις-προτάσεις οι οποίες δεν είναι απαραίτητες για να κερδίσει τη μονάδα ο μαθητής.
- Το αριθμητικό λάθος που τιμωρείται σε ένα μέρος ενός υποερωτήματος δεν επηρεάζει τη βαθμολογία στο υπόλοιπο υποερώτημα ή σε επόμενο υποερώτημα. Δυνατόν όμως να τιμωρείται η απάντηση σε επόμενο υποερώτημα, αν αυτή επηρεάζεται από το αρχικό λάθος. Αυτό θα καθορίζεται στον οδηγό διόρθωσης της συγκεκριμένης ερώτησης.
- Απουσία μονάδας μέτρησης σημαίνει ότι χάνεται η μονάδα στην τελική απάντηση, εκτός αν δηλώνεται διαφορετικά. Δεν τιμωρείται δύο φορές για παράληψη μονάδας μέτρησης μέσα στην ίδια ερώτηση.
- Λάθος συμβολισμός στη μονάδα μέτρησης όπως j αντί J δεν τιμωρείται.
- Λάθος χρήση των σημαντικών ψηφίων θα τιμωρείται μόνο όταν καθορίζεται από τον οδηγό διόρθωσης. Γενικά θα γίνονται αποδεκτά 2 με 4 σ.ψ.
- Η χρήση του $g = 10\ m/s^2$ θα οδηγήσει σε λάθος αποτέλεσμα. Αν το αποτέλεσμα παίρνει 1 μονάδα τότε ο μαθητής τη χάνει.
- Σε μερικές περιπτώσεις, εκεί όπου καθορίζεται στον οδηγό, θα δίνεται μονάδα για την ευκρίνεια στη διατύπωση.

Οι πιο κάτω απαντήσεις δίνουν μόνο οδηγίες με βάση τις οποίες θα βαθμολογηθεί το γραπτό του μαθητή και η καθεμία δεν αποτελεί μοντέλο απάντησης. Πιθανόν, ορθές απαντήσεις των μαθητών να μην ταυτίζονται με αυτές του οδηγού.

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από 10 ερωτήσεις των 5 μονάδων η καθεμιά.

1. Αυτοκίνητο μάζας m κινείται με ταχύτητα μέτρου υ και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ένα δεύτερο αυτοκίνητο ίσης μάζας. Η χρονική διάρκεια, Δt, της κρούσης είναι πολύ μικρή και ίδια για τις δύο περιπτώσεις που αναφέρονται στα παρακάτω ερωτήματα.

(α) Αν το δεύτερο αυτοκίνητο ήταν ακίνητο, να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ των αυτοκινήτων, κατά τη διάρκεια της κρούσης.

(Μονάδες 2)

Εύρεση κοινής ταχύτητας μετά την κρούση	**1 μον.**
Εύρεση της δύναμης	**1 μον.**
Παράδειγμα: $(\Sigma\vec{F}_{\varepsilon\xi}=0)\Rightarrow\vec{P}_{\Sigma_{\alpha\rho\chi}}=\vec{P}_{\Sigma_{\tau\varepsilon\lambda}}\Rightarrow$ **mυ = 2mV$_\kappa$$\Rightarrow$ V$_\kappa$ = υ/2** **ΔP = P$_{\tau\varepsilon\lambda}$ - P$_{\alpha\rho\chi}$ = mV$_\kappa$ – mυ = – mυ/2** $\Rightarrow\ \bar{F}=\dfrac{\Delta P}{\Delta t}=-\dfrac{m\upsilon}{2\Delta t}$ **ή** **Μέτρο μέσης δύναμης:** $\lvert\bar{F}\rvert=\dfrac{m\upsilon}{2\Delta t}$	

(β) Να υποθέσετε τώρα ότι το δεύτερο αυτοκίνητο κινείται στην ίδια διεύθυνση με ταχύτητα ίσου μέτρου υ, αλλά αντίθετης φοράς με το πρώτο. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης δύναμης που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της κρούσης μεταξύ των αυτοκινήτων σε αυτή την περίπτωση.

(Μονάδες 2)

Εύρεση ταχύτητας μετά την κρούση	**1 μον.**
Εύρεση της δύναμης	**1 μον.**
Παράδειγμα: $(\Sigma\vec{F}_{\varepsilon\xi}=0)\Rightarrow\vec{P}_{\alpha\rho\chi}=\vec{P}_{\tau\varepsilon\lambda}\Rightarrow$ **mυ–mυ = 2mV$_\kappa$ = 0 $\Rightarrow$ V$_\kappa$ = 0** **ΔP΄ = P΄$_{\tau\varepsilon\lambda}$ – P΄$_{\alpha\rho\chi}$ = mV$_\kappa$ – mυ = – mυ** $\Rightarrow\ \bar{F}'=\dfrac{\Delta P'}{\Delta t}=-\dfrac{m\upsilon}{\Delta t}$ **ή** **Μέτρο μέσης δύναμης:** $\lvert\bar{F}'\rvert=\dfrac{m\upsilon}{\Delta t}$	

(γ) Να αναφέρετε σε ποια από τις δύο περιπτώσεις τα αποτελέσματα της κρούσης είναι πιο καταστροφικά.

(Μονάδες 1)

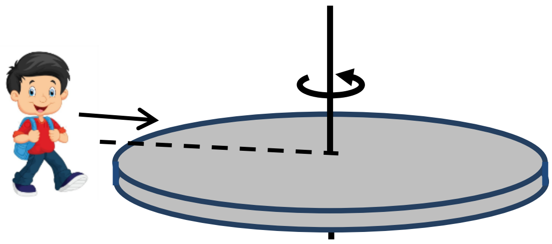
Στη δεύτερη περίπτωση	**1 μον.**

2. (α) Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της στροφορμής.

(Μονάδες 1)

Ορθή διατύπωση	**1 μον.**

(β) Η εξέδρα μιας παιδικής χαράς είναι κυκλική, ακτίνας R = 1 m και περιστρέφεται οριζόντια, χωρίς τριβές, γύρω από τον κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο της με γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω_0 = 2 rad/s. Η ροπή αδράνειας της εξέδρας ως προς τον άξονα περιστροφής της είναι $I = 60\ kg \cdot m^2$. Ένα παιδί μάζας m = 60 kg, που περπατά με κατεύθυνση προς το κέντρο της εξέδρας, πηδά πάνω της σε σημείο της περιφέρειάς της. Να θεωρήσετε το παιδί σαν υλικό σημείο.



(i) Να υπολογίσετε το μέτρο της νέας γωνιακής ταχύτητας, ω_1, της εξέδρας.

(Μονάδες 2)

$(\Sigma \vec{M}_{\varepsilon\xi} = 0) \Rightarrow \vec{L}_{\alpha\rho\chi} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow I\omega_0 = (I + mR^2)\omega_1$	**1 μον.**
Για ορθό αποτέλεσμα	**1 μον.**
Παράδειγμα: $60 \cdot 2 = (60+60 \cdot 1^2)\ \omega_1 \Rightarrow\ \omega_1 = 1$ rad/s	

(ii) Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας, ω_2, της εξέδρας όταν το παιδί μετακινηθεί στο κέντρο της.

(Μονάδες 2)

$(\Sigma \vec{M}_{\varepsilon\xi} = 0) \Rightarrow \vec{L}_{\alpha\rho\chi} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow (I + mR^2)\omega_1 = I\omega_2$ **ή** αφού το παιδί μετακινείται στο κέντρο $I_{\pi\alpha\iota\delta\iota o\acute{\upsilon}} = 0$	**1 μον.**
Για ορθό αποτέλεσμα	**1 μον.**

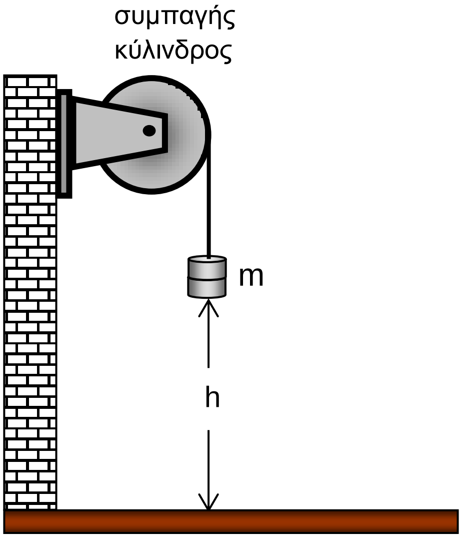
Παράδειγμα: $(60+60\cdot 1^2)\cdot 1 = 60\cdot\omega_2 \Rightarrow \omega_2 = 2\,\text{rad/s}$ **ή** $\vec{L}_{αρχ} = \vec{L}_{τελ} =$ σταθερό $\Rightarrow \omega_2 = \omega_0 = 2\,\text{rad/s}$	

3. (α) Να αναφέρετε τη φυσική σημασία της ροπής αδράνειας.

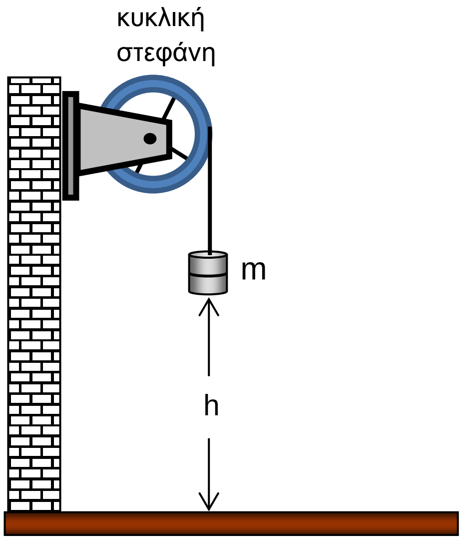
(Μονάδες 1)

αποτελεί μέτρο της αδράνειας κατά τη περιστροφική κίνηση	**1 μον.**

(β) Η τροχαλία του σχήματος 1 είναι συμπαγής κύλινδρος, έχει ροπή αδράνειας I, ακτίνα R, είναι στερεωμένη στον τοίχο και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο σταθερό άξονα ο οποίος διέρχεται από το κέντρο της και είναι κάθετος σε αυτή. Στο αυλάκι της τροχαλίας είναι τυλιγμένο αβαρές μη εκτατό νήμα, στο άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο μικρό σώμα μάζας m, το οποίο αρχικά συγκρατούμε σε ύψος h από το έδαφος.
Στο σχήμα 2, η τροχαλία έχει αντικατασταθεί με άλλη τροχαλία σχήματος κυκλικής στεφάνης ίδιων διαστάσεων και μάζας. Να θεωρήσετε ότι οι ακτίνες της στεφάνης έχουν αμελητέα μάζα.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Το σώμα αφήνεται ελεύθερο από το ίδιο ύψος h και στις δύο περιπτώσεις. Να εξηγήσετε σε ποια περίπτωση το σώμα φτάνει στο έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα.

(Μονάδες 4)

$E_{MHX_1} = E_{MHX_2} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}m\upsilon^2 = \frac{1}{2}I\frac{\upsilon^2}{R^2} + \frac{1}{2}m\upsilon^2$	**1 μον.**
$\upsilon = R\sqrt{\frac{2mgh}{mR^2 + I}}$	**1 μον.**
Η τροχαλία του σχήματος 2 έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας διότι είναι ίδιας μάζας και ακτίνας, αλλά η μάζα της είναι κατανεμημένη στη περιφέρεια της στεφάνης.	**1 μον.**
Άρα στην πρώτη περίπτωση το σώμα φτάνει με μεγαλύτερη ταχύτητα διότι η ροπής αδράνειας της τροχαλίας είναι στον παρονομαστή της σχέσης.	**1 μον.**

Αν ο μαθητής απαντήσει μόνο τα παρακάτω θα πάρει 2 μονάδες

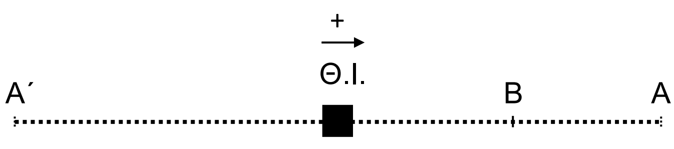
Η τροχαλία του σχήματος 2 έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας διότι είναι ίδιας μάζας και ακτίνας, αλλά η μάζα της είναι κατανεμημένη στη περιφέρεια της στεφάνης.	**1 μον.**
Επομένως στην πρώτη περίπτωση το σώμα φτάνει με μεγαλύτερη ταχύτητα.	**1 μον.**

4. (α) Να γράψετε ένα ορισμό της γραμμικής αρμονικής ταλάντωσης.

(Μονάδες 2)

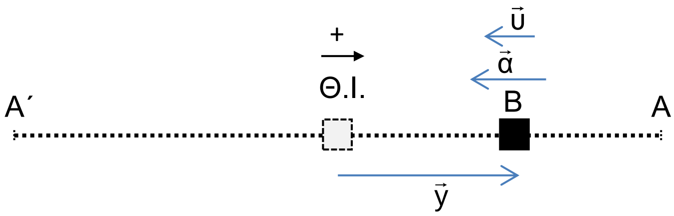
Ορθός ορισμός	**2 μον.**

(β) Το σώμα του πιο κάτω σχήματος εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση μεταξύ των ακραίων θέσεων Α΄ και Α.

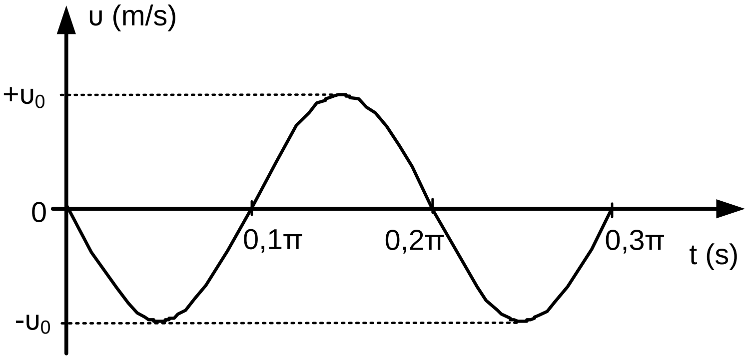


Η αρχική φάση της ταλάντωσης είναι μηδέν. Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεών σας και να σχεδιάσετε τα διανύσματα της απομάκρυνσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης τη χρονική στιγμή που το σώμα περνά για δεύτερη φορά από τη θέση Β.

(Μονάδες 3)

<table>
<tr><td>Ορθός σχεδιασμός (απομάκρυνσης, ταχύτητας, επιτάχυνσης)</td><td>3 μον.</td></tr>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
</table>

5. Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο για ένα σώμα μάζας 2 kg, που εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση. Η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή t = 0,1π s ισούται με 0,16 J.



Να υπολογίσετε:

(α) Την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης.

(Μονάδες 1)

Ορθό αποτέλεσμα.	**1 μον.**
Παράδειγμα: $T = 0,2π\ s \Rightarrow ω = \frac{2π}{T} = 10\ \frac{rad}{s}$	

(β) Τη μέγιστη ταχύτητα του σώματος.

(Μονάδες 2)

Την χρονική στιγμή $t = 0,1π\ s \quad υ = 0 \quad \Rightarrow E_{Δmax} = 0,16\ J = E_{Kmax}$	**1 μον.**
$E_{Kmax} = \frac{1}{2} m υ_{max}^2 \Rightarrow υ_{max} = \sqrt{\frac{2E_{Kmax}}{m}} \Rightarrow υ_{max} = 0,4\ \frac{m}{s}$	**1 μον.**

(γ) Το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος.

(Μονάδες 1)

$\upsilon_{max} = \upsilon_0 = x_0\omega \Rightarrow x_0 = \frac{\upsilon_0}{\omega} = 0{,}04\,m$ **ή** $E_{\Delta max} = \frac{1}{2}m\omega^2 x_0^2 \Rightarrow x_0 = 0{,}04\,m$	**1 μον.**

(δ) Την επιτάχυνση της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή t = 0,05π s

(Μονάδες 1)

$\alpha = 0\ (m/s^2)$	**1 μον.**

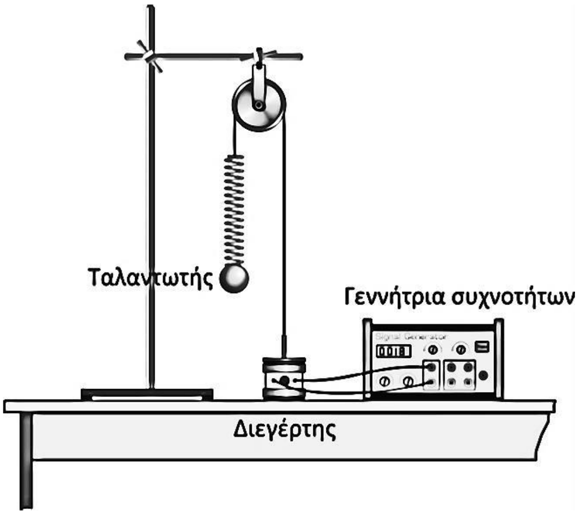
6. (α) Να ορίσετε το φαινόμενο του συντονισμού στις μηχανικές ταλαντώσεις και να αναφέρετε πότε συμβαίνει.

(Μονάδες 2)

Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το πλάτος μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης γίνεται μέγιστο	**1 μον.**
Συμβαίνει όταν η συχνότητα του διεγέρτη γίνει ίση ή περίπου ίση με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή.	**1 μον.**

(β) Σώμα μάζας m = 400 g κρέμεται από το άκρο ενός ελατηρίου σταθεράς $K = 40\,\frac{N}{m}$.

Το σύστημα τίθεται σε εξαναγκασμένη ταλάντωση με την επίδραση εξωτερικής περιοδικής δύναμης συχνότητας $\frac{2}{\pi}$ Hz.



Αν η συχνότητα της εξωτερικής δύναμης γίνει $\frac{4}{\pi}$ Hz, να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθούν:

(i) Η συχνότητα της ταλάντωσης.

(Μονάδες 1)

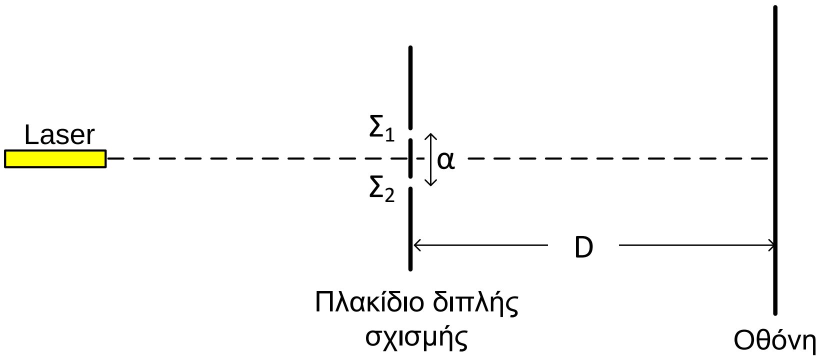
$(f_{διεγ}) = f_{ταλ} = \frac{4}{\pi}$ Hz	**1 μον.**

(ii) Το πλάτος της ταλάντωσης.

(Μονάδες 2)

$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{40}{0,4}} = \frac{5}{\pi}$ Hz	**1 μον.**
Επειδή $\left\| f'_{διεγ} - f_0 \right\| < \left\| f_{διεγ} - f_0 \right\|$ **άρα το πλάτος της ταλάντωσης θα αυξηθεί**	**1 μον.**

7. Μια σύγχρονη πειραματική διάταξη για το πείραμα του Young φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.



(α) Ποιο είναι το βασικό συμπέρασμα, που προκύπτει από το πείραμα αυτό, σχετικά με τη φύση του φωτός;

(Μονάδες 1)

Επιβεβαιώθηκε η κυματική φύση του φωτός	**1 μον.**

(β) Να εξηγήσετε το ρόλο του πλακιδίου διπλής σχισμής.

(Μονάδες 1)

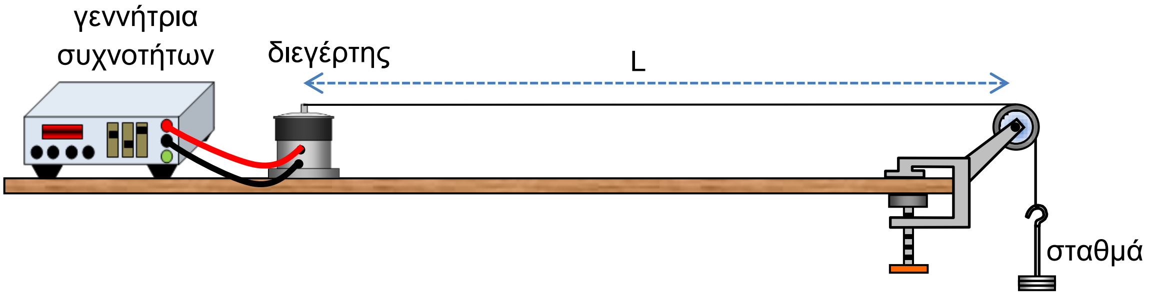
Για δημιουργία δύο σύμφωνων φωτεινών πηγών	**1 μον.**

(γ) Ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε την πιο πάνω πειραματική διάταξη για τον υπολογισμό του μήκους κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας ενός Laser. Η απόσταση μεταξύ των δύο σχισμών του πλακιδίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν $\alpha = 2{,}50 \cdot 10^{-4}$ m, η απόσταση πλακιδίου – οθόνης ήταν D = 4,00 m και η απόσταση μεταξύ έντεκα (11) διαδοχικών φωτεινών κροσσών βρέθηκε 10,2 cm. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας του Laser που χρησιμοποιήθηκε.
Η απάντησή σας να δοθεί με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(Μονάδες 3)

Για ορθό υπολογισμό του S με 3 σ.ψ.	**1 μον.**
Παράδειγμα: 10 S = 10,2 cm $\Rightarrow$ S = 1,02 cm	
Για ορθή αντικατάσταση στον τύπο	**1 μον.**
Παράδειγμα: $S = \frac{\lambda D}{\alpha} \Rightarrow \lambda = \frac{\alpha S}{D} = \frac{2{,}50 \cdot 10^{-4} \cdot 1{,}02 \cdot 10^{-2}}{4{,}00}$	
Για ορθό αποτέλεσμα με 3 σ.ψ.	**1 μον.**
Παράδειγμα: $\lambda = 637{,}5 \cdot 10^{-9} m = 638 \cdot 10^{-9} m = 638\,nm$	

8. Για τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε χορδή χρησιμοποιήθηκε η πιο κάτω πειραματική διάταξη.



Α. Ο διεγέρτης ταλαντώνεται με συχνότητα f και στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα. Το μήκος της χορδής είναι L = 3 m και η εξίσωση του στάσιμου κύματος που δημιουργείται είναι: $y = 0{,}020ημ(πx)συν(100πt)$, όπου x και y σε m και t σε s.

(α) Να χρησιμοποιήσετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος για να βρείτε:

(i) Το μήκος κύματος.

(Μονάδες 1)

Για ορθό αποτέλεσμα σε m	1 μον.
Παράδειγμα: $y = 0{,}020ημ(πx)συν(100πt) = 2y_0 ημ\frac{2πx}{λ}συν\frac{2πt}{T}$ $\frac{2π}{λ} = π \Rightarrow λ = 2\,m$	

(ii) Τη συχνότητα του διεγέρτη.

(Μονάδες 1)

Για ορθό αποτέλεσμα σε Hz	1 μον.
Παράδειγμα: $\frac{2π}{T} = 100\,π \Rightarrow T = 0{,}020\,s \Rightarrow f = 50\,Hz$	

(β) Να υπολογίσετε τον αριθμό των βρόχων που σχηματίζονται στη χορδή.

(Μονάδες 1)

Για ορθό αποτέλεσμα	1 μον.
Παράδειγμα: $L = κ\frac{λ}{2} \Rightarrow 3 = κ \cdot 1 \Rightarrow κ = 3 \Rightarrow 3$ βρόχοι	

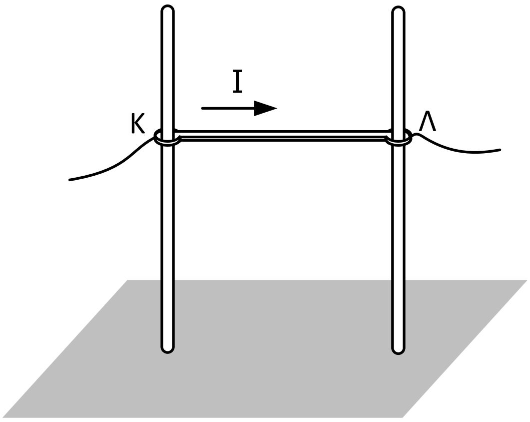
Β. Αν το βάρος των σταθμών εννεαπλασιαστεί και η συχνότητα του διεγέρτη παραμείνει σταθερή, να υπολογίσετε τον αριθμό των βρόχων που θα σχηματιστούν στη χορδή.

(Μονάδες 2)

Για ορθό υπολογισμό του νέου μήκους κύματος	1 μον.
Για ορθό υπολογισμό του αριθμού των βρόχων	**1 μον.**

Παράδειγμα: $\upsilon = \sqrt{\dfrac{F}{\mu}}$ όπου $F = B$ αν $F' = 9F \Rightarrow \upsilon' = 3\upsilon \Rightarrow \lambda' = 3\lambda = 6\ m$ αφού $f =$ σταθερή $L = \kappa' \dfrac{\lambda'}{2} \Rightarrow \kappa' = \dfrac{2L}{\lambda'} \Rightarrow \kappa' = 1$ **άρα σχηματίζεται 1 βρόχος** **ή** $f = \dfrac{\kappa}{2L}\sqrt{\dfrac{F}{\mu}} \Rightarrow \kappa = 2Lf\sqrt{\dfrac{\mu}{F}}$ αφού $f =$ σταθερή, $\mu =$ σταθερή, $L =$ σταθερό και $F' = 9F \Rightarrow \kappa' = \dfrac{\kappa}{3} = 1$	

9. Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους ℓ = 0,1 m και μάζας m = 0,01 kg, είναι συνεχώς κάθετος σε δύο κατακόρυφες μονωτικές ράβδους, πάνω στις οποίες μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο ράβδοι. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι = 5 Α και ισορροπεί, όπως φαίνεται στο σχήμα.



(α) Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεών σας και να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό.

(Μονάδες 1)

Για ορθό σχεδιασμό και των <u>δύο</u> δυνάμεων	**1 μον.**

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της μαγνητικής επαγωγής του μαγνητικού πεδίου και να προσδιορίσετε τη φορά της.

(Μονάδες 2)

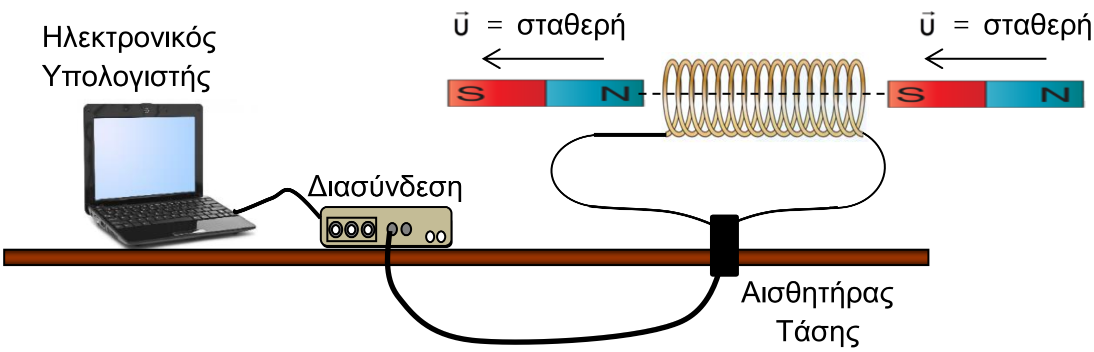
Ορθή φορά	**1 μον.**
Για ορθό υπολογισμό του μέτρου της μαγνητικής επαγωγής	**1 μον.**
Παράδειγμα: $mg = BI\ell \Rightarrow B = \frac{mg}{I\ell} = \frac{0,01 \cdot 9,81}{5 \cdot 0,1} = 196,2 \cdot 10^{-3}\,T$ **ή** $B = 0,2\ T$	

(γ) Να προτείνετε δύο αλλαγές, η καθεμία από τις οποίες θα είχε ως αποτέλεσμα την κίνηση του συγκεκριμένου αγωγού προς τα πάνω.

(Μονάδες 2)

Αύξηση B, Αύξηση I (ή ελάττωση του g)	**2 μον.**

10. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης κινούμενος με σταθερή ταχύτητα $\vec{υ}$ κατά μήκος του άξονα ενός πηνίου, αμελητέας αντίστασης, περνά από τη μια πλευρά του πηνίου στην άλλη, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στα άκρα του πηνίου συνδέεται αισθητήρας τάσης ο οποίος καταγράφει τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου.



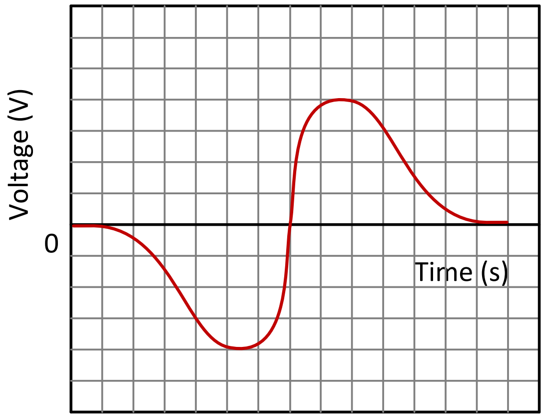
(α) Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου.

(Μονάδες 1)

Λόγω μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πηνίο (κατά την κίνηση του μαγνήτη)	**1 μον.**

(β) Να σχεδιάσετε ποιοτικά ένα πιθανό γράφημα της διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου, σε συνάρτηση με το χρόνο και να δικαιολογήσετε δύο χαρακτηριστικά της μορφής του.

(Μονάδες 3)

Σωστό γράφημα	1 μον.
Παράδειγμα: **Δεκτό και το αντίστροφο γράφημα** 	

Η μέγιστη επαγωγική τάση κατά την είσοδο και έξοδο του μαγνήτη κατά απόλυτη τιμή είναι ίση και ο χρόνος εισόδου και εξόδου του μαγνήτη είναι ίδιος γιατί ο μαγνήτης κινείται με σταθερή ταχύτητα. **ή** **οποιαδήποτε άλλη επιστημονικά ορθή απάντηση**	**2 μον.**

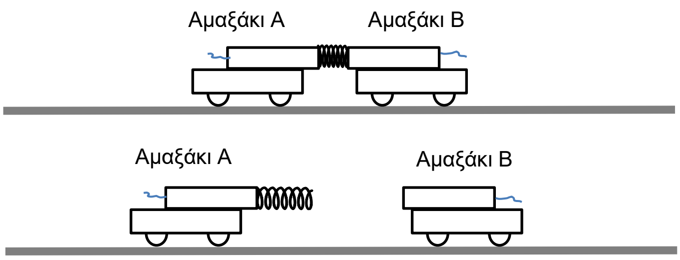
(γ) Να αναφέρετε μια αλλαγή στην πειραματική διάταξη, η οποία θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέγιστης τιμής της διαφοράς δυναμικού.

(Μονάδες 1)

<u>Μια μονάδα για μια οποιαδήποτε από τις παρακάτω απαντήσεις</u>	**1 μον.**
Κίνηση του μαγνήτη με μεγαλύτερη ταχύτητα	
Χρήση ισχυρότερου μαγνήτη	
Πηνίο με μεγαλύτερο αριθμό σπειρών	
Πηνίο μεγαλύτερης διατομής	

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από 5 ερωτήσεις των 10 μονάδων η καθεμιά.

11. Στο σχήμα φαίνονται δύο πανομοιότυπα εργαστηριακά αμαξάκια. Πάνω σε κάθε αμαξάκι είναι στερεωμένος ένας αισθητήρας δύναμης. Αρχικά τα δύο αμαξάκια κρατιούνται ακίνητα πάνω σε οριζόντιο διάδρομο στον οποίο θεωρούμε ότι οι τριβές είναι αμελητέες. Ένα αβαρές ιδανικό ελατήριο το οποίο είναι ενσωματωμένο στον ένα αισθητήρα ελευθερώνεται τη χρονική στιγμή t = 1,00 s, εκτοξεύοντας τα δύο αμαξάκια προς αντίθετες κατευθύνσεις.

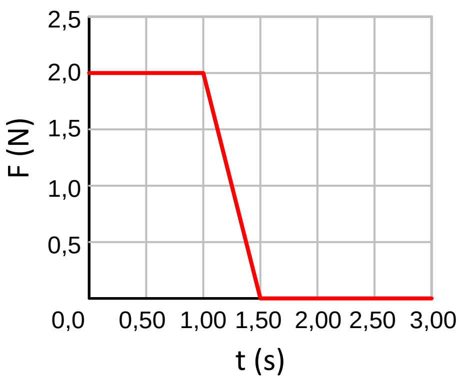


(α) Να εξηγήσετε γιατί τα αμαξάκια θα κινηθούν με ίσες κατά μέτρο ταχύτητες.

(Μονάδες 2)

$\vec{P}_{\tau\varepsilon\lambda} = \vec{P}_{\alpha\rho\chi} = 0$	**1 μον.**
$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0 \Rightarrow \vec{P}_A = -\vec{P}_B \Rightarrow m\vec{\upsilon}_A = -m\vec{\upsilon}_B \Rightarrow \vec{\upsilon}_A = -\vec{\upsilon}_B \Rightarrow \lvert\vec{\upsilon}_A\rvert = \lvert\vec{\upsilon}_B\rvert$	**1 μον.**

(β) Η δύναμη που καταγράφει ο αισθητήρας που είναι στερεωμένος στο αμαξάκι Β δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Οι απαντήσεις σας στα πιο κάτω ερωτήματα να δοθούν με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(i) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής του αμαξιού Β.

(Μονάδες 2)

$\Delta P_B = \text{Εμβαδόν}$	**1 μον.**
Ορθός υπολογισμός της μεταβολής της ορμής με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.	**1 μον.**

Παράδειγμα: $$\Delta P_B = \frac{(2,0-0,0)\cdot(1,50-1,00)}{2} = \frac{2,0\cdot 0,50}{2} = 0,50\ \mathrm{N\cdot s}$$	

(ii) Να υπολογίσετε την ταχύτητα που αποκτά το αμαξάκι Β αν η μάζα του είναι 0,550 kg και η μάζα του αισθητήρα δύναμης είναι 0,450 kg.

(Μονάδες 2)

Ορθός υπολογισμός της ταχύτητας με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.	**2 μον.**
Παράδειγμα: $\Delta P_B = m\cdot\upsilon_{B(\tau\varepsilon\lambda)} - m\cdot\upsilon_{B(\alpha\rho\chi)} = 1,000\cdot\upsilon_{B(\tau\varepsilon\lambda)} = 0,50\ \mathrm{N\cdot s}$ (1 μον.) $\upsilon_{B(\tau\varepsilon\lambda)} = 0,50\ \mathrm{m/s}$ (1 μον.)	

(iii) Να υπολογίσετε την ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου πριν την ελευθέρωσή του.

(Μονάδες 2)

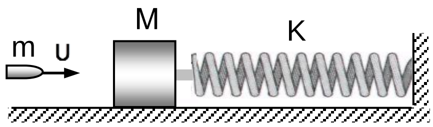
Ορθός υπολογισμός της ελαστικής δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.	**2 μον.**
Παράδειγμα: $E_{\Delta(\varepsilon\lambda)} = \Delta E_K$ (1 μον.) $E_{\Delta(\varepsilon\lambda)} = \frac{1}{2}m\upsilon_B^2 + \frac{1}{2}m\upsilon_A^2 = 2\cdot\frac{1}{2}\cdot 1,000\cdot 0,50^2 = 0,25\ \mathrm{J}$ (1 μον.)	

(γ) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος τη χρονική στιγμή t = 3,00 s.

(Μονάδες 2)

Ορθός υπολογισμός της ταχύτητας του κέντρου μάζας	**2 μον.**
Παράδειγμα: $P_\Sigma = m_\Sigma\cdot\upsilon_{\kappa\mu} = 0$ (1 μον.) $\Rightarrow \upsilon_{\kappa\mu} = 0$ **(**για κάθε χρονική στιγμή) (1 μον.)	

12. Ακίνητο σώμα μάζας $M = 9 \cdot 10^{-2}$ kg βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και είναι προσδεδεμένο στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $K = 1000\,\frac{N}{m}$. Η άλλη άκρη του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένη, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Βλήμα μάζας $m = 1 \cdot 10^{-2}$ kg που κινείται κατά τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$, συγκρούεται με το ακίνητο σώμα και σφηνώνεται σε αυτό σε αμελητέο χρόνο. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση πλάτους $x_0 = 0{,}05$ m.

Να υπολογίσετε:

(α) Την περίοδο T της ταλάντωσης του συσσωματώματος.

(Μονάδες 2)

Για ορθή σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{m+M}{K}}$	**1 μον.**
Για ορθό αποτέλεσμα	**1 μον.**
Παράδειγμα: $T = 2\pi\sqrt{\frac{10.10^{-2}}{1000}} = 0{,}02\pi$ s	

(β) Την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά την κρούση.

(Μονάδες 2)

Για αναφορά ότι η κρούση έγινε στη θέση ισορροπίας άρα: $V_\kappa = V_0 = x_0\omega$	**1 μον.**
Για ορθή αντικατάσταση στη σχέση και ορθό αποτέλεσμα	**1 μον.**
Παράδειγμα: $V_\kappa = V_0 = x_0\omega = x_0\frac{2\pi}{T} = 0{,}05\frac{2\pi}{0{,}02\pi} = 5\ \frac{m}{s}$	

(γ) Την ταχύτητα, υ, με την οποία το βλήμα προσκρούει στο σώμα μάζας Μ.

(Μονάδες 3)

Κατανοεί πότε ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής	**1 μον.**
Εφαρμόζει σωστά την αρχή διατήρησης της ορμής για το σύστημα των δύο σωμάτων	**1 μον.**
Για ορθό αποτέλεσμα	**1 μον.**
Παράδειγμα: $\Sigma\vec{F}_{\varepsilon\xi} = 0 \Rightarrow \vec{P}_{\Sigma_{\alpha\rho\chi}} = \vec{P}_{\Sigma_{\tau\varepsilon\lambda}} \Rightarrow m\upsilon = (m+M)V_K \Rightarrow \upsilon = \frac{(m+M)}{m}V_K = \frac{10\cdot 10^{-2}\cdot 5}{1\cdot 10^{-2}} \Rightarrow$ $\upsilon = 50\ \frac{m}{s}$	

(δ) Την απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά την κρούση.

(Μονάδες 3)

Για ορθό υπολογισμό της αρχικής κινητικής ενέργειας του συστήματος	**1 μον.**
Για ορθό υπολογισμό της τελικής κινητικής ενέργειας του συστήματος	**1 μον.**
Για ορθό υπολογισμό της μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος άρα την απώλεια μηχανικής ενέργειας	**1 μον.**
Παράδειγμα: $E_{K_{\alpha\rho\chi}} = \frac{1}{2}m\upsilon^2 = 12{,}5\ J$, $E_{K_{\tau\varepsilon\lambda}} = \frac{1}{2}(m+M)V_k^2 = 1{,}25\ J$, $\Delta E_M = \Delta E_{\kappa\iota\nu} = E_{K_{\tau\varepsilon\lambda}} - E_{K_{\alpha\rho\chi}} = -11{,}25\ J$	

13. Ομάδα μαθητών έκανε πείραμα για να διερευνήσει αν η περίοδος ταλάντωσης σώματος δεμένου σε κατακόρυφο ελατήριο εξαρτάται από τη μάζα του σώματος. Το ελατήριο τέθηκε σε ταλάντωση και με χρονόμετρο χειρός μετρήθηκε ο χρόνος 10 ταλαντώσεων. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για άλλες τέσσερεις διαφορετικές τιμές της μάζας, διατηρώντας το πλάτος της ταλάντωσης σταθερό. Οι μετρήσεις τους φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα.

m (kg)	**t (s)**		
0,10	4,2		
0,20	6,4		
0,30	7,7		
0,40	8,6		
0,50	9,9		

Οι απαντήσεις σας στα πιο κάτω ερωτήματα να δοθούν με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(α) Να εξηγήσετε γιατί οι μαθητές μέτρησαν το χρόνο 10 ταλαντώσεων αντί μιας.

(Μονάδες 1)

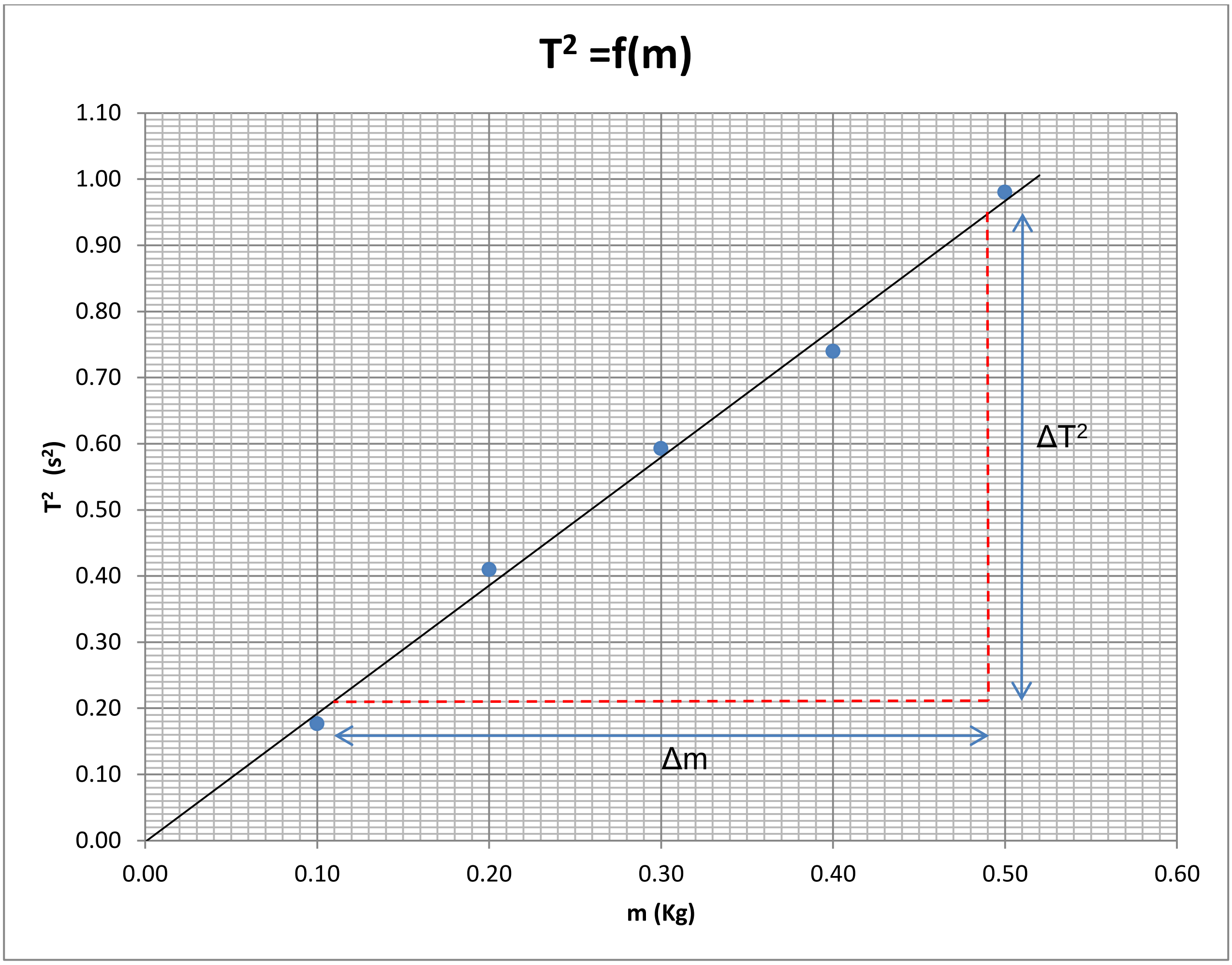
Για να ελαττώσουν το σφάλμα της μέτρησης του χρόνου (περιόδου).	**1 μον.**

(β) Να μεταφέρετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τον πιο πάνω πίνακα, να συμπληρώσετε κατάλληλα τις κενές στήλες και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση $T^2 = f(m)$.

(Μονάδες 4)

Σωστή συμπλήρωση των στηλών με 2 σ.ψ.	**1 μον.**
Σωστή βαθμονόμηση αξόνων	**1 μον.**
Σωστή τοποθέτηση σημείων	**1 μον.**
Χάραξη καλύτερης ευθείας	**1 μον.**

m(kg)	t(s)	T(s)	$T^2(s^2)$
0,10	4,2	0,42	0,18
0,20	6,4	0,64	0,41
0,30	7,7	0,77	0,59
0,40	8,6	0,86	0,74
0,50	9,9	0,99	0,98



(γ) Να διατυπώσετε το συμπέρασμα που προκύπτει από τη μορφή της γραφικής παράστασης.

(Μονάδες 1)

Το τετράγωνο της περιόδου είναι ανάλογο της μάζας του σώματος ή η περίοδος είναι ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας της μάζας $T^2 \propto m$ **ή** $T \propto \sqrt{m}$	**1 μον.**

(δ) Να υπολογίσετε από τη γραφική παράσταση τη σταθερά Κ του ελατηρίου.

(Μονάδες 2)

Υπολογισμός κλίσης	**1 μον.**
Κ = 4π²/κλίση με το Κ υπολογισμένο με 2 σ.ψ.	**1 μον.**
Παράδειγμα: $\text{κλίση} = \frac{0{,}95 - 0{,}21}{0{,}49 - 0{,}11}\frac{s^2}{kg} = 1{,}947\ \frac{s^2}{kg} = \frac{4\pi^2}{K}$	

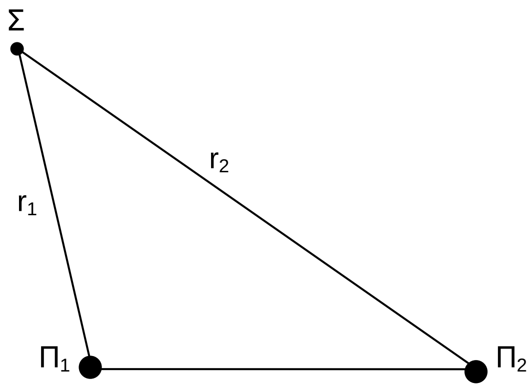
$K = \frac{4\pi^2}{\text{κλίση}} = 20{,}27\ \frac{N}{m} = 2{,}0 \cdot 10^1 \frac{N}{m} = 20,\ \frac{N}{m}$ **με 2 σ.ψ.** **δεκτό επίσης** $19\frac{N}{m} \le K \le 22\frac{N}{m}$	

(ε) Να εξηγήσετε αν το αποτέλεσμα του ερωτήματος (δ) θα ήταν διαφορετικό, αν το πείραμα είχε πραγματοποιηθεί στη Σελήνη.

(Μονάδες 2)

Η τιμή της περιόδου ταλάντωσης του ελατηρίου δίνεται από τη σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$	**1 μον.**
Όχι διότι η περίοδος είναι ανεξάρτητη της τιμής του g	**1 μον.**

14. Δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 αρχίζουν να δημιουργούν εγκάρσια κύματα στην επιφάνεια του νερού τη χρονική στιγμή $t = 0$ s.
Η εξίσωση της ταλάντωσης της κάθε πηγής δίνεται από τη σχέση $y = 2ημ(5\pi t)$ όπου y σε cm και t σε s. Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του νερού απέχει απόσταση $r_1 = 4$ m από την πηγή Π_1 και απόσταση r_2 από την πηγή Π_2, με $r_2 > r_1$. Το κύμα από την πηγή Π_1 φτάνει στο σημείο Σ τη χρονική στιγμή $t_1 = 0{,}4$ s και από την πηγή Π_2 με καθυστέρηση $\Delta t = 0{,}4$ s.



(α) Να διατυπώσετε τον ορισμό της συμβολής κυμάτων.

(Μονάδες 1)

Συμβολή είναι το αποτέλεσμα της υπέρθεσης/συνάντησης δύο κυμάτων ίδιας φύσης.	**1 μον.**

(β) Να βρείτε την ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος των κυμάτων.

(Μονάδες 3)

Για ορθό υπολογισμό της ταχύτητας	**1 μον.**
Για ορθό υπολογισμό της συχνότητας	**1 μον.**
Για ορθό υπολογισμό του μήκους κύματος	**1 μον.**
Παράδειγμα: $\upsilon = \frac{r_1}{t_1} = \frac{4}{0,4} = 10\,\frac{m}{s}$**,** $\omega = 5\pi\,\frac{rad}{s} = 2\pi f \Rightarrow f = 2,5\,Hz$ $\upsilon = \lambda \cdot f \Rightarrow 10 = 2,5\lambda \Rightarrow \lambda = 4\,m$	

(γ) Να υπολογίσετε την απόσταση r_2.

(Μονάδες 2)

$t_2 = t_1 + \Delta t = 0,8\,s$	**1 μον.**
$r_2 = \upsilon \cdot t_2 = 8\,m$ **ή** $\Delta t = 0,4\,s = 1T \Rightarrow \Delta x = 1\lambda = 4\,m \Rightarrow r_2 = r_1 + \lambda = 8\,m$	**1 μον.**

(δ) Να διερευνήσετε πώς συμβάλουν τα κύματα στο σημείο Σ.

(Μονάδες 2)

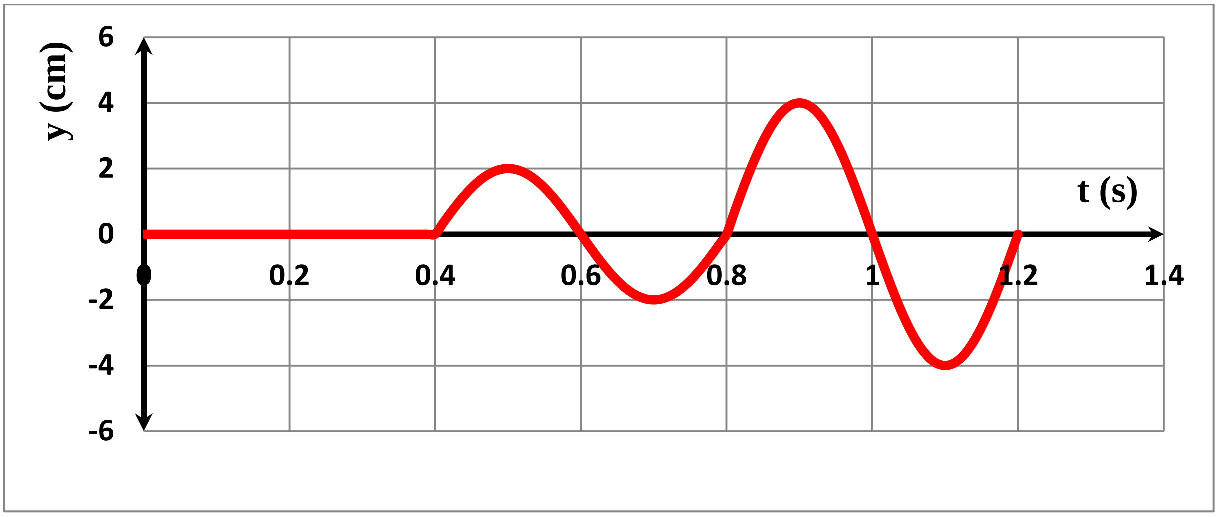
$\Delta x = r_2 - r_1 = 4\,m$	**1 μον.**
$\Delta x = 4\,m = 1\lambda = \kappa\lambda$ **άρα έχουμε ενισχυτική συμβολή**	**1 μον.**

(ε) Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της μετατόπισης του σημείου Σ σε συνάρτηση με το χρόνο, $y = f(t)$, για $0s \le t \le 1,2s$.

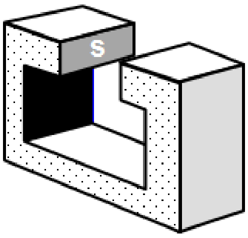
(Μονάδες 2)

Να θεωρήσετε ότι το πλάτος των επιφανειακών κυμάτων παραμένει σταθερό κατά τη διάδοσή τους στο νερό.

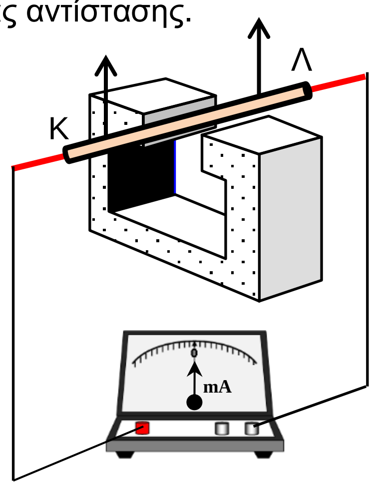
Σωστή βαθμονόμηση αξόνων	**1 μον.**
Σωστή γραφική παράσταση	**1 μον.**



15. Μια ομάδα μαθητών μελετά το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής χρησιμοποιώντας τον πεταλοειδή μαγνήτη του σχήματος 1. Η μαγνητική επαγωγή B, του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, μεταξύ των πόλων του μαγνήτη είναι 78 mT. Το μαγνητικό πεδίο εκτός των πόλων του μαγνήτη είναι αμελητέο. Οι μαθητές τοποθέτησαν ένα άκαμπτο χάλκινο κυλινδρικό αγωγό ΚΛ αντίστασης R = 0,20 Ω κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου του μαγνήτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Ο αγωγός ΚΛ είναι συνδεδεμένος με ιδανικό μιλλιαμπερόμετρο μέσω συρμάτων αμελητέας αντίστασης.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Οι απαντήσεις σας να δοθούν με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(α) Αν οι ορθογώνιοι πόλοι του μαγνήτη έχουν διαστάσεις 6,0 x 2,6 cm, να δείξετε ότι η μαγνητική ροή μεταξύ των πόλων του μαγνήτη είναι $1{,}2 \cdot 10^{-4}$ Wb.

(Μονάδες 2)

Για ορθή αντικατάσταση όλων των μεγεθών στην εξίσωση Φ = BS	**1 μον.**
Για ορθό αποτέλεσμα	**1 μον.**
Παράδειγμα: $\Phi = BS = 78 \cdot 10^{-3} \cdot 6{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 2{,}6 \cdot 10^{-2} = 1{,}2 \cdot 10^{-4}$ Wb	

(β) Οι μαθητές μετακινούν τον αγωγό ΚΛ κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα $1{,}4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

(i) Να εξηγήσετε γιατί αναπτύσσεται επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ.

(Μονάδες 2)

Λόγω της κίνησης του αγωγού μέσα στο μαγνητικό πεδίο ασκείται δύναμη Laplace στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του.	**1 μον.**
Έτσι μετακινούνται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια προς το ένα άκρο του αγωγού με αποτέλεσμα τη εμφάνιση διαφοράς δυναμικού ή Η.Ε.Δ. από επαγωγή στα άκρα του.	**1 μον.**

(ii) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ και να την υπολογίσετε.

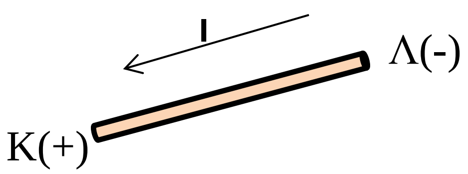
(Μονάδες 2)

Παράδειγμα: $E_{\varepsilon\pi} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\left(Blx\right)}{dt} = Bl\frac{dx}{dt} = Bl\upsilon$ **ή να θεωρηθεί ως σωστή η απόδειξη που βασίζεται στην δύναμη Laplace και Coulomb**	**1 μον.**
$E_{\varepsilon\pi} = Bl\upsilon = 78\cdot10^{-3}\cdot6{,}0\cdot10^{-2}\cdot1{,}4 = 6{,}55\cdot10^{-3}\text{V} = 6{,}6\cdot10^{-3}\ \text{V}$ **[απάντηση με 2 σ.ψ.]**	**1 μον.**

(iii) Να σχεδιάσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τον αγωγό ΚΛ, να δείξετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που τον διαρρέει και να υπολογίσετε την τιμή του.

(Μονάδες 2)

Για ορθή φορά του ρεύματος: από το Λ $\rightarrow$ Κ	**1 μον.**
Για ορθό υπολογισμό της τιμής της έντασης του ρεύματος [απάντηση με 2 σ.ψ.]	**1 μον.**



Παράδειγμα: $I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{6{,}55.10^{-3}}{0{,}20} = 0{,}0327\text{A} = 0{,}033 = 33\ \text{mA}$ **[απάντηση με 2 σ.ψ.]**	

(γ) Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz μια δύναμη αντιτίθεται στην κίνηση του αγωγού. Να υπολογίστε το μέτρο της δύναμης αυτής και να εξηγήσετε γιατί δεν γίνεται αντιληπτή.

(Μονάδες 2)

Για ορθό υπολογισμό του μέτρου της δύναμης [απάντηση με 2σ.ψ.]	**1 μον.**
Για αναφορά ότι η τιμή της δύναμης είναι πολύ μικρή για να γίνει αντιληπτή	**1 μον.**
Παράδειγμα: $F = BIl = 78\cdot 10^{-3}\cdot 32{,}7\cdot 10^{-3}\cdot 6{,}0\cdot 10^{-2} = 1{,}53\cdot 10^{-4}\ \mathrm{N} = 1{,}5\cdot 10^{-4}\ \mathrm{N}$ **[απάντηση με 2 σ.ψ.]**	

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ