ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2017

ΟΔΗΓΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ : 3 ΩΡΕΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 29 ΜΑΪΟΥ 2017

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.

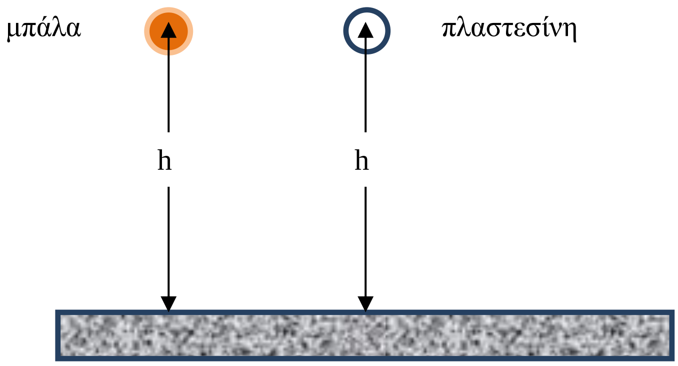
Οδηγίες για τη διόρθωση.

- 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.
- Η χρήση του τιμής $g = 10\ m/s^2$ αντί της τιμής που καθορίζεται στο τυπολόγιο, 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 υπάρχουν συνέπειες στη βαθμολόγηση για την ευκρίνεια στη διατύπωση και στο σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων και σχημάτων.

Οι πιο κάτω απαντήσεις είναι ενδεικτικές και 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. Μία ελαστική μπάλα και ένα κομμάτι πλαστεσίνης, με ίσες μάζες m, αφήνονται από ηρεμία από το ίδιο ύψος h και συγκρούονται με ένα σκληρό, οριζόντιο πάτωμα με την ίδια κατακόρυφη ταχύτητα υ.
Εξ' αιτίας της σύγκρουσης, η πλαστεσίνη κολλά στο πάτωμα και η ταχύτητά της μηδενίζεται. Η μπάλα αναπηδά με αντίθετη ταχύτητα (ίδιου μέτρου και αντίθετης φοράς) από αυτή που είχε αμέσως πριν την επαφή της με το πάτωμα.



(α) Να εξηγήσετε ποιο από τα δύο σώματα θα έχει μεγαλύτερη μεταβολή στο μέτρο της ορμής του κατά την πρόσκρουσή του στο έδαφος.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $\vec{p}=m\vec{u} \rightarrow \left.\begin{matrix} p_{μπ}^{αρχ}=mu \;\; και \;\; p_{πλ}^{αρχ}=mu \\ p_{μπ}^{τελ}=-mu \;\; και \;\; p_{πλ}^{τελ}=0 \end{matrix}\right\}$ Θετική φορά προς τα κάτω	1
Μπάλα: $\left.\begin{matrix} \left\|\vec{p}_{μπ}^{\,αρχ}\right\|=mu \\ \left\|\vec{p}_{μπ}^{\,τελ}\right\|=mu \end{matrix}\right\} \Rightarrow Δ\left\|\vec{p}_{μπ}\right\|=0$ **Πλαστεσίνη:** $\left.\begin{matrix} \left\|\vec{p}_{πλ}^{\,αρχ}\right\|=mu \\ \left\|\vec{p}_{πλ}^{\,τελ}\right\|=0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow Δ\left\|\vec{p}_{μπ}\right\|=-mu$ Μεγαλύτερη μεταβολή στο μέτρο της ορμής έχει η πλαστεσίνη.	1

(β) Να εξηγήσετε σε ποιο σώμα θα ασκηθεί μεγαλύτερη μέση συνισταμένη δύναμη κατά τη σύγκρουση αν η χρονική διάρκεια της σύγκρουσης είναι η ίδια και για τα δύο σώματα.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: $Δp=p_{τελ}-p_{αρχ}$ Πλαστεσίνη: $Δp_{πλ}=0-mu=-mu$ Μπάλα: $Δp_{μπ}=-mu-mu=-2mu$ (θετική φορά προς τα κάτω) $\left.\begin{matrix} \left\|ΣF_{μπ}\right\|=\left\|\frac{Δp_{μπ}}{Δt}\right\|=\left\|\frac{-2mu}{Δt}\right\| \\ \left\|ΣF_{πλ}\right\|=\left\|\frac{Δp_{πλ}}{Δt}\right\|=\left\|\frac{-mu}{Δt}\right\| \end{matrix}\right\} \Rightarrow \left\|ΣF_{μπ}\right\|>\left\|ΣF_{πλ}\right\|$	1

(γ) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής (μέτρο και κατεύθυνση) της μπάλας, αν η μάζα της είναι 45 g και η ταχύτητα σύγκρουσης με το πάτωμα είναι 4,0 m/s.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $\Delta p_{\mu\pi} = -mu - mu = -2mu = -2(0,045\ \text{kg})(4,0\ \text{m/s})$	1
$\Delta p_{\mu\pi} = -0,36\ \text{kgm/s}$ Κατεύθυνση: κατακόρυφα προς τα πάνω	1

2. Τα διαστημικά ερευνητικά σκάφη συνήθως μεταφέρουν κάψουλες τις οποίες μπορούν να εκτοξεύσουν μέσω έκρηξης. Ένα τέτοιο διαστημικό σκάφος μαζί με την κάψουλα που μεταφέρει έχει συνολική μάζα 500 kg και ταξιδεύει στο διάστημα σε ευθεία γραμμή με σταθερή ταχύτητα 160 m/s (η επίδραση βαρυτικών δυνάμεων να θεωρηθεί αμελητέα). Σε κάποια στιγμή εκτοξεύει την κάψουλα μάζας 150 kg και η μάζα του σκάφους γίνεται 350 kg. Αμέσως μετά την έκρηξη το σκάφος συνεχίζει να ταξιδεύει στην ίδια ευθεία γραμμή με ταχύτητα 240 m/s, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Πριν την έκρηξη **Μετά την έκρηξη**

(α) Να εξηγήσετε κατά πόσο ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής σ' αυτή την περίπτωση.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: $\Sigma F_{\varepsilon\xi.} = 0$ (Δεν υπάρχουν βαρυτικές δυνάμεις) ➔ $\Delta\vec{p}_{\Sigma} = 0$ ➔ $\vec{p}_{\Sigma} = \sigma\tau\alpha\theta$	1

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της κάψουλας αμέσως μετά την έκρηξη και να καθορίσετε την κατεύθυνσή της.

(3 μονάδες)

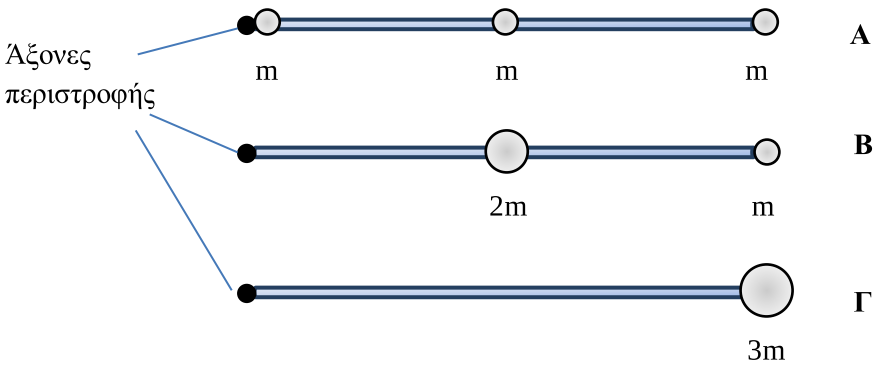
Παράδειγμα: $\Sigma F_{\varepsilon\xi.} = 0$ ➔ $\vec{p}_{\Sigma\Pi} = \vec{p}_{\Sigma M}$ ➔ $m_{\sigma\kappa.}\vec{\upsilon}_{\sigma\kappa.\pi} = m_{\sigma\kappa.}\vec{\upsilon}_{\sigma\kappa.\mu.} + m_{\kappa.}\vec{\upsilon}_{\kappa.\mu.}$	1
$\vec{\upsilon}_{\kappa.\mu.} = \dfrac{m_{\sigma\kappa.}\vec{\upsilon}_{\sigma\kappa.\pi} - m_{\sigma\kappa.}\vec{\upsilon}_{\sigma\kappa.\mu.}}{m_{\kappa}} = \dfrac{(500\ \text{kg}).(160\ \text{m/s}) - (350\text{kg}).(240\text{m/s})}{150\ \text{kg}} = -26,7\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ Μέτρο: $\lvert\vec{\upsilon}_{\kappa.\mu.}\rvert = 26,7\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ Κατεύθυνση: προς τα αριστερά	2

(γ) Να βρείτε την ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος σκάφος – κάψουλα μετά την έκρηξη.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: $p_{\Sigma} = m_{\Sigma} \upsilon_{K.M} = \sigma\tau\alpha\theta\varepsilon\rho\acute{o} \rightarrow \upsilon_{K.M} = \sigma\tau\alpha\theta\varepsilon\rho\acute{o} \rightarrow \upsilon_{K.M} = 160\, m/s$	1

3. Τρεις αβαρείς ράβδοι είναι ελεύθερες να περιστρέφονται χωρίς τριβές σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από άξονες που περνούν από το αριστερό τους άκρο και είναι κάθετοι στο οριζόντιο επίπεδο. Σε κάθε ράβδο στερεώνονται σφαίρες διαφορετικών μαζών, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η συνολική μάζα κάθε συστήματος ράβδου - σφαιρών (Α, Β και Γ) είναι η ίδια (3m).



(α) Να αναφέρετε ποιο από τα τρία συστήματα έχει τη μικρότερη ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής του.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Μικρότερη ροπή αδράνειας έχει το σύστημα Α. ($I = \Sigma m_i r_i^2$ και η μάζα του Α κατανέμεται πιο κοντά στον άξονα περιστροφής).	1

(β) Τα τρία συστήματα περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα ω.
Να κατατάξετε τις τιμές της κινητικής τους ενέργειας λόγω περιστροφής κατά αύξουσα σειρά (ξεκινώντας από την μικρότερη) και να εξηγήσετε την απάντησή σας.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $E_{\kappa\iota\nu A} < E_{\kappa\iota\nu B} < E_{\kappa\iota\nu \Gamma}$ $E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$ και $\omega_A = \omega_B = \omega_\Gamma$ ενώ $I_A < I_B < I_\Gamma$	1 1

(γ) Καθώς το σύστημα Β περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω, η σφαίρα μάζας 2m ελευθερώνεται και μετακινείται στο άκρο που βρίσκεται η άλλη σφαίρα. Να εξηγήσετε τι θα παρατηρηθεί στην κίνηση του συστήματος.

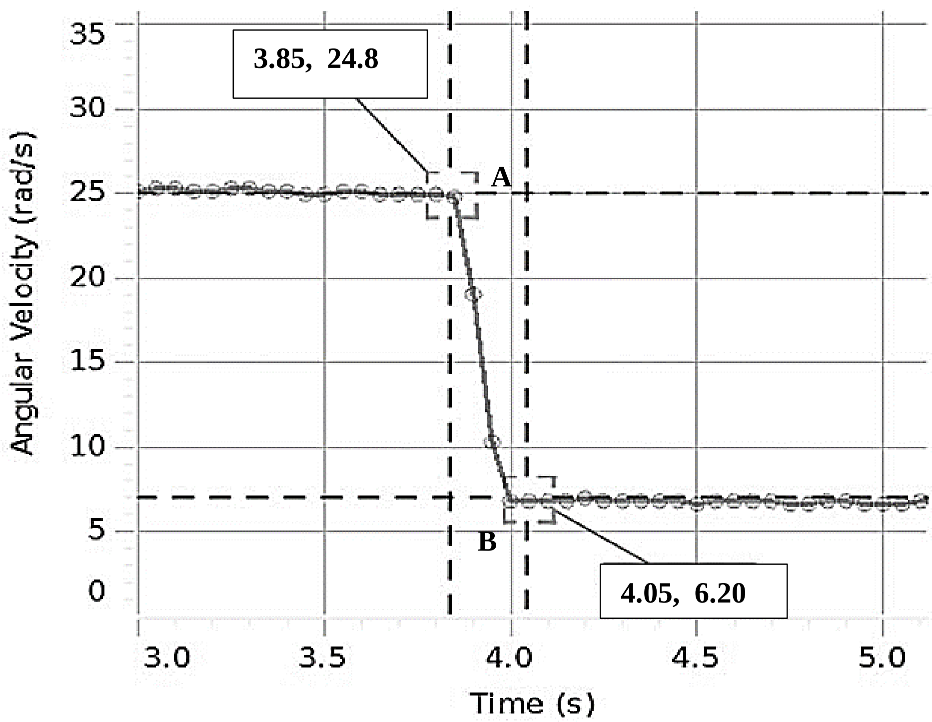
(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $\vec{L}_{\Pi} = \vec{L}_{M}$ $\quad I_{\pi}\omega_{\pi} = I_{\mu}\omega_{\mu}$ και	1
$I_{\mu} > I_{\pi}$ άρα $\omega_{\mu} < \omega_{\pi}$	1

4. Σε πείραμα επιβεβαίωσης της αρχής διατήρησης της στροφορμής χρησιμοποιήθηκε διασύνδεση, Η.Υ., αισθητήρας περιστροφικής κίνησης, αλουμινένιος δίσκος και σιδερένιος δακτύλιος. Ο δακτύλιος αφήνεται να πέσει από μικρό ύψος στον περιστρεφόμενο αλουμινένιο δίσκο.

Ο αλουμινένιος δίσκος έχει ροπή αδράνειας 1,20 ×10^{-4} kg m^2, ως προς τον άξονα περιστροφής που περνά από το κέντρο του.

Κατά την πραγματοποίηση του πειράματος λήφθηκε η πιο κάτω γραφική παράσταση της γωνιακής ταχύτητας σε σχέση με το χρόνο. Οι τιμές του χρόνου και της γωνιακής ταχύτητας στο σημείο Α της γραφικής παράστασης είναι 3,85 s και 24,8 rad/s αντίστοιχα και στο σημείο Β είναι 4,05 s και 6,20 rad/s αντίστοιχα.



(α) Να εξηγήσετε τη μορφή της γραφικής παράστασης.

(2 μονάδες)

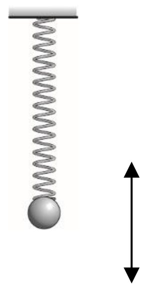
Παράδειγμα: Ισχύει η Αρχή Διατήρησης της Στροφορμής. Η στροφορμή του συστήματος παραμένει σταθερή.	1
$\vec{L}_{\Pi} = \vec{L}_{M}$ $\quad I_{\delta}\omega_{\alpha\rho\chi} + I_{\delta\alpha\kappa}\cdot 0 = I_{\delta}\omega_{\tau\varepsilon\lambda} + I_{\delta\alpha\kappa}\omega_{\tau\varepsilon\lambda}$ άρα $\omega_{\tau\varepsilon\lambda} < \omega_{\alpha\rho\chi}$	1

(β) Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του σιδερένιου δακτυλίου με βάση τις τιμές της γραφικής παράστασης, χρησιμοποιώντας το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

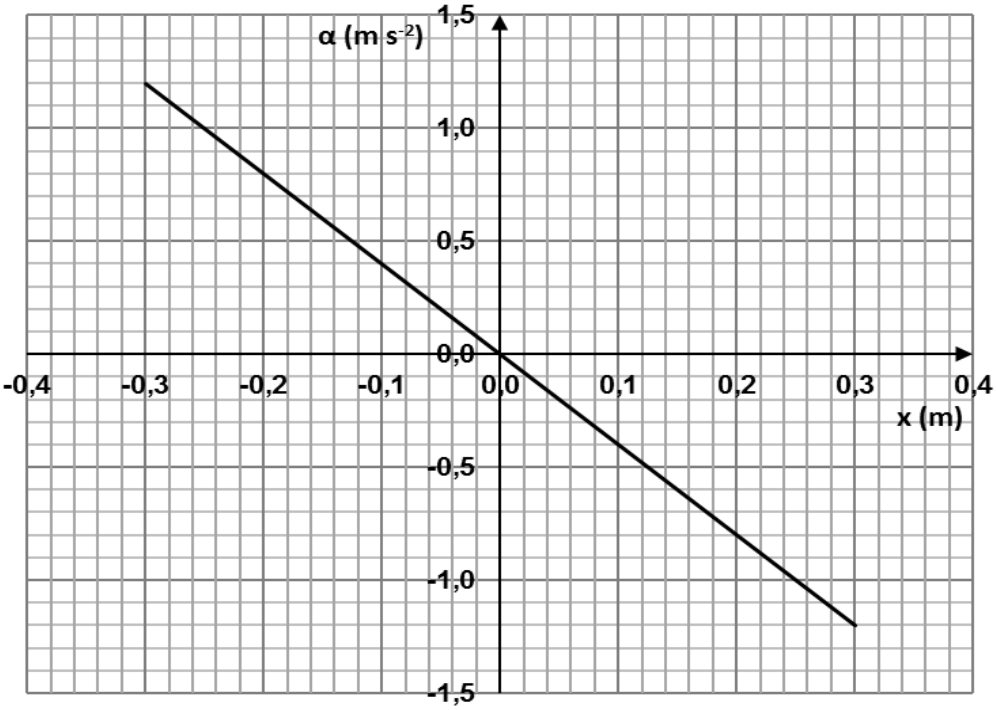
(3 μονάδες)

Παράδειγμα: $\vec{L}_{\Pi} = \vec{L}_{M}$ $\quad I_{\delta}\omega_{\alpha\rho\chi} = (I_{\delta} + I_{\delta\alpha\kappa})\omega_{\tau\varepsilon\lambda}$	1
$I_{\delta\alpha\kappa} = I_{\delta}\dfrac{\omega_{\alpha\rho\chi}}{\omega_{\tau\varepsilon\lambda}} - I_{\delta}$ ➔ $I_{\delta\alpha\kappa} = (1,20\times10^{-4}\,\mathrm{kgm^2})(\dfrac{24,8\,\mathrm{rad/s}}{6,20\,\mathrm{rad/s}} - 1)$	1
$I_{\delta\alpha\kappa} = 3,60\times10^{-4}\ \mathrm{kgm^2}$	1

5. Σώμα μάζας 0,25 kg αναρτημένο σε ελατήριο αμελητέας μάζας ταλαντώνεται κατακόρυφα όπως στο πιο κάτω σχήμα.



Η πιο κάτω γραφική παράσταση δείχνει τη μεταβολή της επιτάχυνσης του σώματος σε σχέση με τη μετατόπιση του από τη θέση ισορροπίας.



(α) Να εξηγήσετε πως η γραφική παράσταση επιβεβαιώνει ότι το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Η επιτάχυνση είναι ανάλογη της μετατόπισης. Τα διανύσματα της επιτάχυνσης και της μετατόπισης είναι αντίρροπα.	1 1

(β) Να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια του ταλαντωτή.

(3 μονάδες)

Παράδειγμα: *κλίση* $= -\omega^2 = \dfrac{\Delta\alpha}{\Delta x} = -4\left(\dfrac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 \Rightarrow \omega = 2\,\text{rad/s}$	1
$E_{\kappa\iota\nu} = \frac{1}{2}mu_o^2 = \frac{1}{2}m\omega^2x_o^2 = \frac{1}{2}(0{,}25\,\text{kg})(2\frac{\text{rad}}{\text{s}})^2 0{,}3^2\text{m}^2$	1
$E_{\kappa\iota\nu}$ = 0,045 J	1

6. **(α)** Να αναφέρετε δύο χαρακτηριστικά που διακρίνουν τα ηλεκτρομαγνητικά από τα μηχανικά κύματα.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Τα Η/Μ κύματα διαδίδονται και στο κενό. Τα Η/Μ κύματα είναι μόνο εγκάρσια ενώ τα μηχανικά όχι	1 1

(β) Να κατατάξετε το καθένα από τα πιο κάτω κύματα σε ηλεκτρομαγνητικά ή μηχανικά:

i. Μικροκύματα

ii. Ηχητικά κύματα

(1 μονάδα)

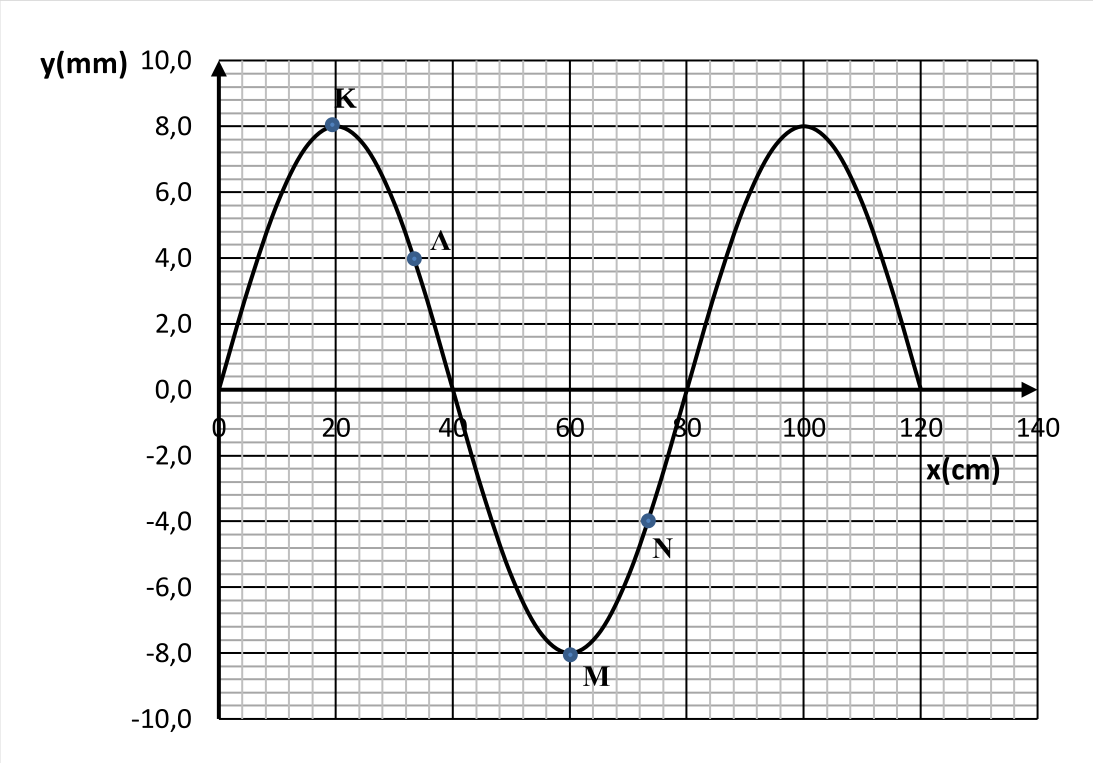
Παράδειγμα: Μικροκύματα: Ηλεκτρομαγνητικά Ηχητικά Κύματα: Μηχανικά	1
Διευκρινήσεις:	

(γ) Ένα ηχητικό κύμα σταθερής συχνότητας εκπέμπεται από ηχείο και διαδίδεται από τον αέρα στο νερό. Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 343 m/s ενώ στο νερό είναι 1482 m/s.
Να εξηγήσετε αν το μήκος κύματος του ήχου αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει το ίδιο όταν το ηχητικό κύμα εισέρχεται στο νερό.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Η συχνότητα καθορίζεται από τη πηγή ή f = σταθ. $\lambda = \frac{\upsilon}{f} \Rightarrow \lambda_{\nu\varepsilon\rho\acute{o}} > \lambda_{\alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha}$	1 1

7. Ένα εγκάρσιο τρέχον κύμα ταξιδεύει κατά μήκος τεντωμένης χορδής από τα αριστερά προς τα δεξιά. Η μορφή τμήματος της χορδής σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή φαίνεται στο πιο κάτω διάγραμμα. Η συχνότητα του κύματος είναι 15 Hz.



(α) Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα:

i. να προσδιορίσετε το πλάτος του κύματος
ii. να προσδιορίσετε τη διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων Κ και Μ
iii. να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος.

(3 μονάδες)

Παράδειγμα: $\psi_o = 8$ mm	1
$\Delta\phi_{KM} = \pi$ rad ή 180^o	1
$\upsilon = \lambda.f = (80\text{ cm}).(15\text{ Hz}) = (0{,}80\text{ m}).(15\text{ Hz}) = 12\,{}^{m}\!/_{s}$	1

(β) Αν το πιο πάνω διάγραμμα απεικόνιζε **στάσιμο κύμα** σε μια συγκεκριμένη στιγμή, να προσδιορίσετε:

i. τη διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων Κ και Λ
ii. τη διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων Κ και Ν.

(2 μονάδες)

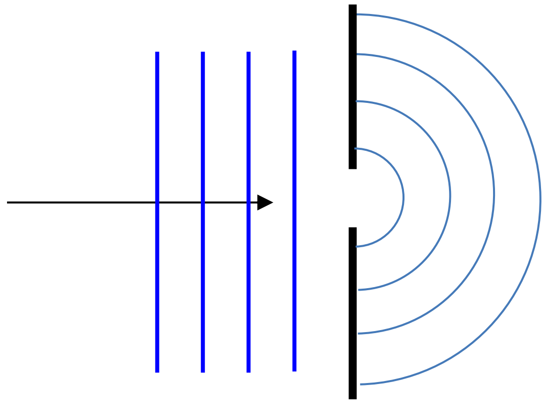
Παράδειγμα: $\Delta\phi_{K\Lambda} = 0$	1
$\Delta\phi_{KN} = \pi$ rad ή 180^o	1

8. **(α)** Τι ονομάζουμε περίθλαση κύματος;

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Είναι η εξάπλωση του κύματος και η αλλαγή στην ευθύγραμμη διάδοση του καθώς περνά από εμπόδια, σχισμές ή οπές	1

(β) Επίπεδα μέτωπα κύματος προσπίπτουν σε άνοιγμα μεταξύ εμποδίων όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.

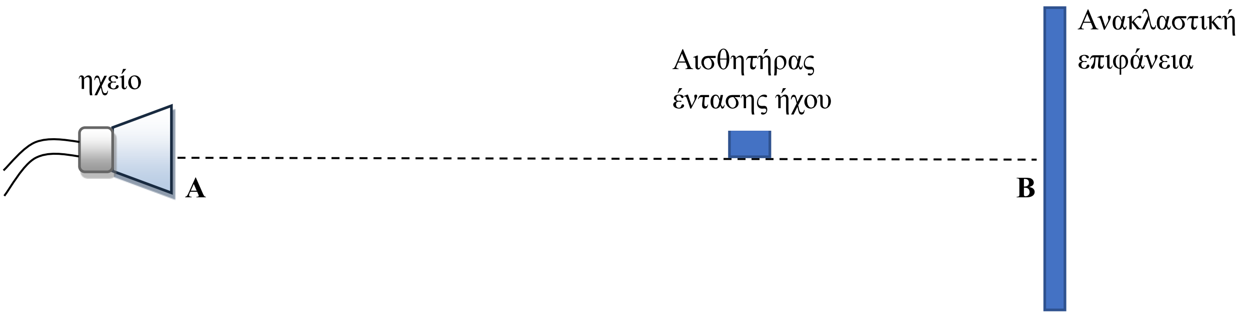


Να αντιγράψετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεών σας και να σχεδιάσετε τη μορφή των τεσσάρων (4) μετώπων κύματος αφού έχουν περάσει από το άνοιγμα.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Σχεδιασμός κυκλικών μετώπων κύματος. Οι αποστάσεις των κυκλικών μετώπων να είναι περίπου ίσες με αυτές του επίπεδων.	1

(γ) Σε ένα πείραμα, μαθητές τοποθετούν ηχείο το οποίο εκπέμπει ήχο υψηλής συχνότητας μπροστά από μεγάλη ανακλαστική επιφάνεια.



Καθώς μετακινούν τον αισθητήρα ήχου κατά μήκος της γραμμής AB παρατηρούν αυξομειώσεις στην ένταση του ήχου (μέγιστα και ελάχιστα). Η απόσταση μεταξύ ενός μέγιστου και του επόμενου ελάχιστου είναι 35 mm.

i. Να εξηγήσετε γιατί παρατηρούνται οι αυξομειώσεις.

(2 μονάδες)

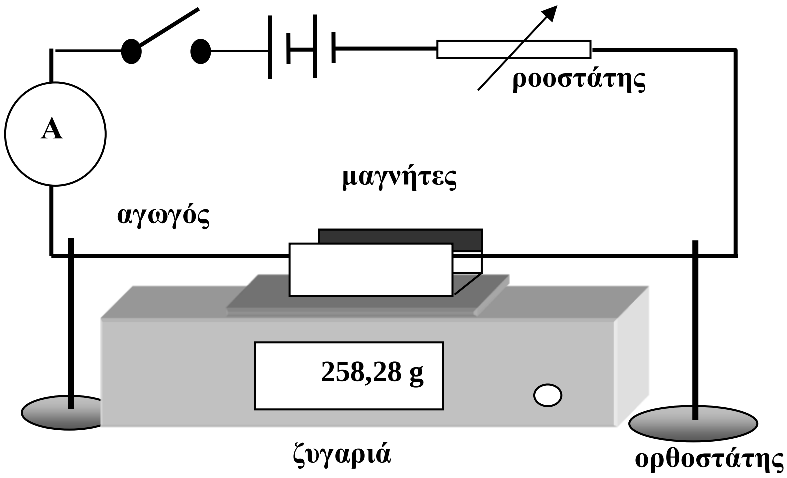
Παράδειγμα: Δημιουργία στάσιμου κύματος από ανάκλαση Σχηματίζονται δεσμοί και κοιλίες.	1 1

ii. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των ηχητικών κυμάτων.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: $\frac{\lambda}{4} = 35\text{ mm} \rightarrow \lambda = 140\text{ mm}$	1

9. Το πιο κάτω διάγραμμα δείχνει ένα ευθύγραμμο οριζόντιο αγωγό, τμήμα του οποίου βρίσκεται ανάμεσα στους πόλους μαγνητών που είναι τοποθετημένοι σε βάση στήριξης. Η διάταξη των μαγνητών βρίσκεται πάνω σε ζυγαριά ακριβείας όπως στο σχήμα. Ο αγωγός είναι κάθετος στη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου.



Η ένδειξη της ζυγαριάς πριν να κλείσει ο διακόπτης είναι 258,28 g, και όταν κλείσει ο διακόπτης είναι 258,49 g.

(α) Να εξηγήσετε που οφείλεται η αλλαγή στην ένδειξη της ζυγαριάς όταν κλείσει ο διακόπτης.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Το μαγνητικό πεδίο από τους μαγνήτες ασκεί δύναμη Laplace στον αγωγό. Σύμφωνα με τον 3^{ο} Νόμο Νεύτωνα ο αγωγός ασκεί αντίθετη δύναμη προς τα κάτω.	 1 1

(β) i. Ποια θα είναι η ένδειξη της ζυγαριάς εάν διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Θα γίνει 258,70 g	1

ii. Η φορά του ρεύματος αντιστρέφεται διατηρώντας την τιμή του ερωτήματος (β i). Να εξηγήσετε ποια θα είναι η ένδειξη της ζυγαριάς.

(2 μονάδες)

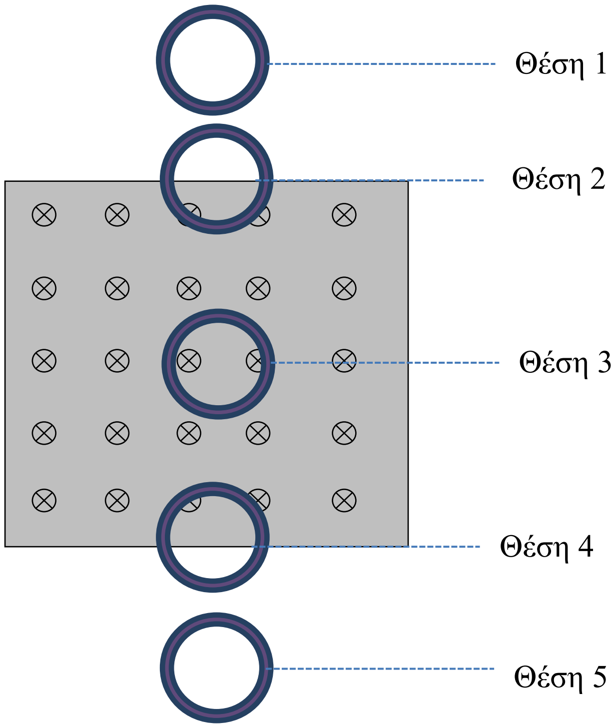
Παράδειγμα: Θα γίνει 257,86 g Αντιστρέφεται η φορά της δύναμης Laplace και επομένως μειώνεται η δύναμη που ασκείται στη ζυγαριά.	1 1

10. **(α)** Να διατυπώσετε το Νόμο του Faraday για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Η επαγωγική τάση που δημιουργείται σ' ένα κύκλωμα είναι ανάλογη με το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής που διαπερνά το κύκλωμα.	1

(β) Στο πιο κάτω σχήμα υπάρχει σταθερό και ομογενές μαγνητικό πεδίο στη σκιασμένη ορθογώνια περιοχή. Το πεδίο είναι κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο, με φορά προς τα μέσα. Έξω από τη σκιασμένη περιοχή δεν υπάρχει μαγνητικό πεδίο. Ένας αλουμινένιος δακτύλιος κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα κάθετα στο μαγνητικό πεδίο από τη θέση 1 προς τη θέση 5.



i. Να αναφέρετε σε ποιες θέσεις (από τις πέντε) δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα στο δακτύλιο.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Στις θέσεις 2 και 4.	1

ii. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Μόνο στις θέσεις 2 και 4 υπάρχει μεταβολή της μαγνητικής ροής.	1

iii. Για κάθε θέση που δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα να αναφέρετε αν η φορά του είναι δεξιόστροφη (όπως τη φορά των δεικτών του ρολογιού) ή αριστερόστροφη (αντίθετη με τη φορά των δεικτών του ρολογιού).
Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Θέση 2: Αριστερόστροφα	
Θέση 4: Δεξιόστροφα	1
Αναφορά στον κανόνα του Lenz με άμεσο ή έμμεσο τρόπο.	1

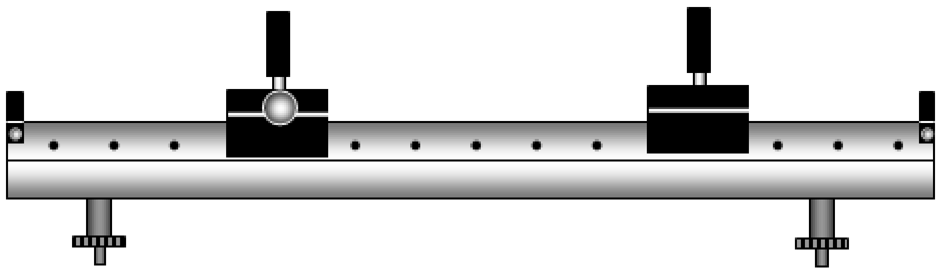
ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από 5 ερωτήσεις των 10 μονάδων η καθεμιά.

11. **(α)** Να αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ ελαστικής και πλαστικής κρούσης.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Ελαστική Κρούση: $E_{κιν}$ του συστήματος διατηρείται. Πλαστική Κρούση: Προκύπτει συσσωμάτωμα.	1 1

(β) Σε μια πειραματική δραστηριότητα δύο αμαξάκια Α και Β είναι τοποθετημένα ακίνητα σε αεροδιάδρομο (δεν υπάρχουν τριβές). Το αμαξάκι Α μάζας 0,200 kg, επιταχύνεται από την ηρεμία μέσω οριζόντιας δύναμης 3,00 N η οποία δρα προς τα δεξιά για χρονικό διάστημα 0,150 s.



i. Να δείξετε ότι η ταχύτητα του αμαξιού Α μετά την απομάκρυνση της δύναμης είναι 2,25 m/s.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $\Delta P = \Sigma F.\Delta t$ ➔ $m(υ_{τελ} - υ_{αρχ}) = F.\Delta t$	1
$υ_{τελ} = \dfrac{(3{,}00\ \text{N}).(0{,}150\ \text{s})}{0{,}200\ \text{kg}}$	1
$υ_{τελ} = 2{,}25\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	

ii. Στη συνέχεια το αμαξάκι Α συγκρούεται με το ακίνητο αμαξάκι Β. Ενώνονται μαζί και κινούνται με ταχύτητα 1,20 m/s προς τα δεξιά. Να δείξετε ότι η μάζα του αμαξιού Β είναι 0,175 kg.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα:	
$\Sigma F_{εξ.} = 0$ ➔ $\vec{p}_{Σ.Π.} = \vec{p}_{Σ.Μ.}$ ➔ $m_A \vec{υ}_A = (m_A + m_B)\vec{υ}_B \rightarrow (m_A + m_B) = \dfrac{m_A \vec{υ}_A}{υ_B}$	1
$m_B = \dfrac{(0{,}200\ \text{kg})(2{,}25\ \text{m/s})}{(1{,}20\ \text{m/s})} - (0{,}200\ \text{kg}) = 0{,}175\ \text{kg}$	1

(γ) Ένα άλλο πείραμα χρησιμοποιείται για να μελετηθεί η ελαστική κρούση. Οι αρχικές συνθήκες για την επιτάχυνση του αμαξιού Α είναι οι ίδιες όπως στο ερώτημα (β). Εάν οι ταχύτητες των αμαξιών Α και Β μετά την κρούση είναι 0,15 m/s και 2,40 m/s αντίστοιχα προς τα δεξιά, να δείξετε ότι η κρούση είναι ελαστική.

(3 μονάδες)

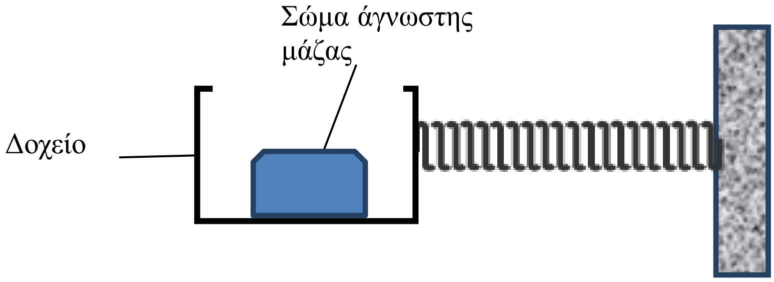
Παράδειγμα: $E_{κιν.αρχ} = \frac{1}{2}mu_A^2 + 0 = \frac{1}{2}(0,200\ kg)(2,25\frac{m}{s})^2 = 0,506\ J$	1
$E_{κιν.τελ} = \frac{1}{2}mu_A^2 + \frac{1}{2}mu_B^2 = \frac{1}{2}(0,200\ kg)(0,15\frac{m}{s})^2 + \frac{1}{2}(0,175\ kg)(2,40\frac{m}{s})^2 = 0,506\ J$	1
$E_{κιν.αρχ} = E_{κιν.τελ}$ Άρα η κρούση είναι ελαστική	1

(δ) Να εξηγήσετε αν υπάρχει περίπτωση σε ένα άλλο πείραμα, τα δύο αμαξάκια Α και Β να έχουν συνολική ορμή μηδέν αλλά μη μηδενική συνολική κινητική ενέργεια.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Ναι, αν τα δύο αμαξάκια έχουν αντίθετες ορμές.	1

12. Σε πείραμα στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό χρησιμοποιήθηκε η διάταξη του σχήματος για το καθορισμό της άγνωστης μάζας ενός αντικειμένου. Το αντικείμενο στερεώθηκε σε δοχείο το οποίο είναι ενωμένο στο άκρο ελατηρίου. Το δοχείο όταν εκτραπεί από τη θέση ισορροπίας του και αφεθεί ελεύθερο, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.



(α) Το δοχείο έχει μάζα 0,400 kg. Όταν τοποθετηθούν σ' αυτό σταθμά μάζας 1,00 kg και εκτραπεί από τη θέση ισορροπίας κατά 0,20 m ταλαντώνεται με περίοδο 1,22 s.

i. Να υπολογίσετε τη σταθερά k του ελατηρίου.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $T^2 = \frac{4\pi^2(m_δ + m_{στ})}{k} \rightarrow k = \frac{4\pi^2(m_δ + m_{στ})}{T^2}$	1
$k = \frac{4\pi^2(1,400\ kg)}{(1,22\ s)^2} = 37,1\ N/m$	1

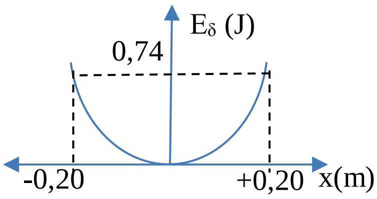
ii. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: $E_{δ.μ.} = ½\ kx_o^2 = ½\ (37,1\ N/m)\ (0,20\ m)^2 = 0,74\ J$	1

iii. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης E_δ, σε σχέση με τη μετατόπιση x από τη θέση ισορροπίας, στην οποία να αναγράφονται οι τιμές των χαρακτηριστικών σημείων της.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: 	2

(β) Τα σταθμά του 1,00 kg αφαιρούνται και αντικείμενο άγνωστης μάζας m_α τοποθετείται στο δοχείο. Η νέα περίοδος της ταλάντωσης είναι 1,48 s.
Να υπολογίσετε τη μάζα m_α του αντικειμένου.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $T^2 = \frac{4\pi^2(m_\delta + m_\alpha)}{k} \rightarrow m_\alpha = \frac{k.T^2}{4\pi^2} - m_\delta$	1
$m_\alpha = \frac{(37{,}13\,N/m).(1{,}48\,s)^2}{4\pi^2} - 0{,}400\,kg = 1{,}66\,kg$	1

(γ) Αν το πείραμα που περιγράφεται στο ερώτημα (α) πραγματοποιείτο στη Γη σε λείο επίπεδο (αμείωτη ταλάντωση), η περίοδος της ταλάντωσης θα ήταν μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με την τιμή 1,22 s. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Θα ήταν 1,22 s	1
Η περίοδος του ταλαντωτή δεν εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας (g)	1

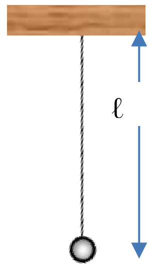
(δ) Να αναφέρετε τη διαφορά μεταξύ αμείωτης και φθίνουσας ταλάντωσης.

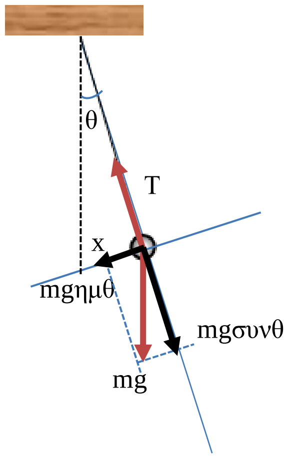
(1 μονάδα)

Εισήγηση:	
Παράδειγμα: Το πλάτος της φθίνουσας ταλάντωσης μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου ενώ της αμείωτης όχι.	1
Διευκρινήσεις: Δεκτή η απάντηση για αναφορά στη μείωση της ενέργειας	

13. **(α)** Να αποδείξετε ότι όταν το εκκρεμές του πιο κάτω σχήματος εκτραπεί από την κατακόρυφη θέση κατά μικρή γωνία θ ($\theta < 3^0$) και στη συνέχεια αφεθεί να κινηθεί ελεύθερα, θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση. Στην απόδειξη σας να κάνετε χρήση κατάλληλου σχήματος.

(3 μονάδες)



Παράδειγμα: Σχεδιασμός και ανάλυση δυνάμεων. Εύρεση της ΣF_x Απόδειξη ότι είναι της μορφής ΣF=-Dx Λύση: Στη μάζα ασκούνται δύο δυνάμεις: **i.** Το βάρος της mg **ii.** Η τάση του νήματος T Το Βάρος αναλύεται σε δύο συνιστώσες **i.** Κατά τη διεύθυνση του νήματος **ii.** Κατά την κάθετη διεύθυνση στο νήμα, δηλαδή κατά την εφαπτομένη της τροχιάς. Η δύναμη mgημθ είναι αντίρροπη με την μετατόπιση F = - mgημθ. Για $\theta < 3^0$, ημθ = θ Έτσι F = - mgx/ℓ. Επομένως η F είναι δύναμη επαναφοράς και το σώμα εκτελεί ΑΑΤ.  	1 1 1

(β) Να εξαγάγετε τη μαθηματική σχέση που συνδέει την περίοδο της ταλάντωσης με το μήκος του εκκρεμούς και την επιτάχυνση της βαρύτητας.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: $\Sigma F = -\frac{mg}{\ell}x \rightarrow D = \frac{mg}{\ell}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m\ell}{mg}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$	1

(γ) Ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε ένα απλό εκκρεμές για να υπολογίσει πειραματικά την επιτάχυνση της βαρύτητας της Γης. Οι μαθητές άλλαζαν το μήκος ℓ του εκκρεμούς και καταχωρούσαν τις μετρήσεις του χρόνου t δέκα (10) πλήρων ταλαντώσεων στον πιο κάτω πίνακα. Για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιήθηκαν χρονόμετρα χειρός.

ℓ (m)	0,60	1,00	1,40	1,80	2,20	2,60
t (s)	15,5	20,4	23,4	27,2	29,7	31,7

i. Να εξηγήσετε γιατί οι μαθητές μετρούσαν το χρόνο δέκα πλήρων ταλαντώσεων και όχι μίας ταλάντωσης κάθε φορά που άλλαζαν το μήκος.

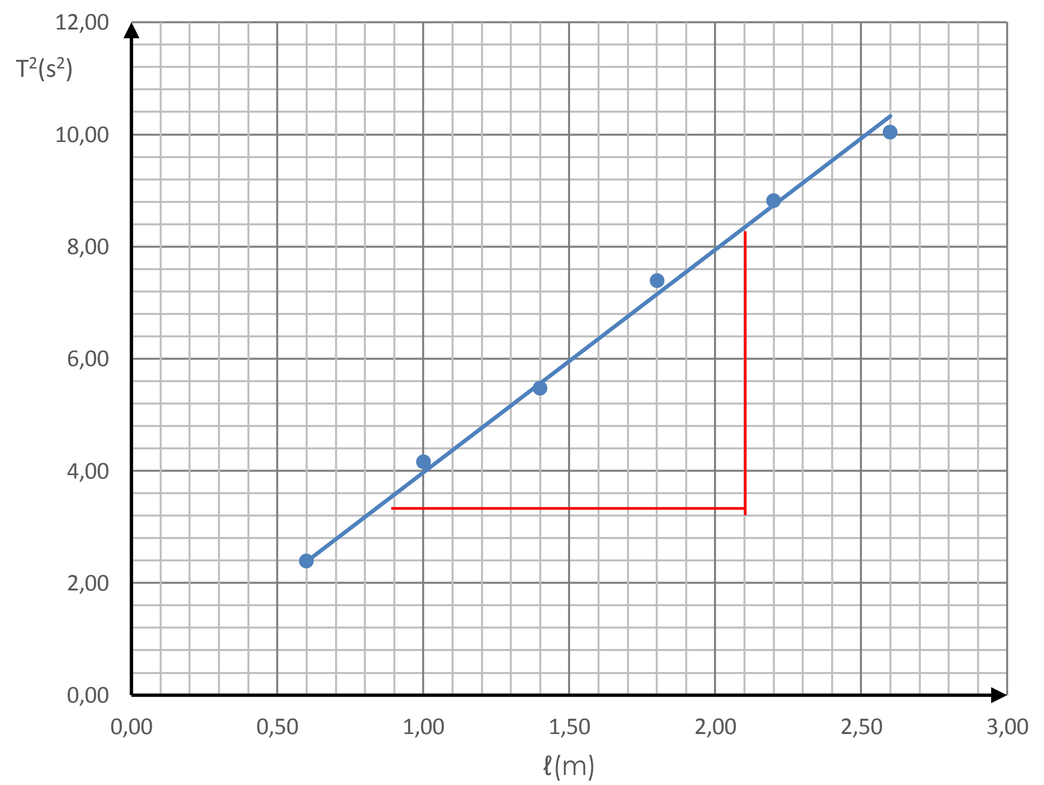
(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Για να μειώσουν το σφάλμα μέτρησης του χρόνου μίας περιόδου.	1

ii. Αφού επεξεργαστείτε τις μετρήσεις, να χαράξετε, στο τετραγωνισμένο χαρτί στο τέλος του τετραδίου σας κατάλληλη γραφική παράσταση και από αυτή να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας.

(5 μονάδες)

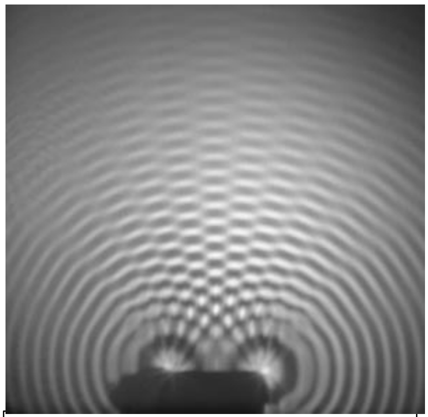
Παράδειγμα: Κατάλληλη επεξεργασία μετρήσεων σε T^2 (Σωστός αριθμός Σ.Ψ.)	1
Σωστή βαθμονόμηση – χάραξη αξόνων – Φυσικά μεγέθη και Μονάδες μέτρησης.	1
Σχεδιασμός ιδανικής ευθείας – επιλογή σημείων	1
Υπολογισμός της κλίσης	1
Ορθός υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας.	1



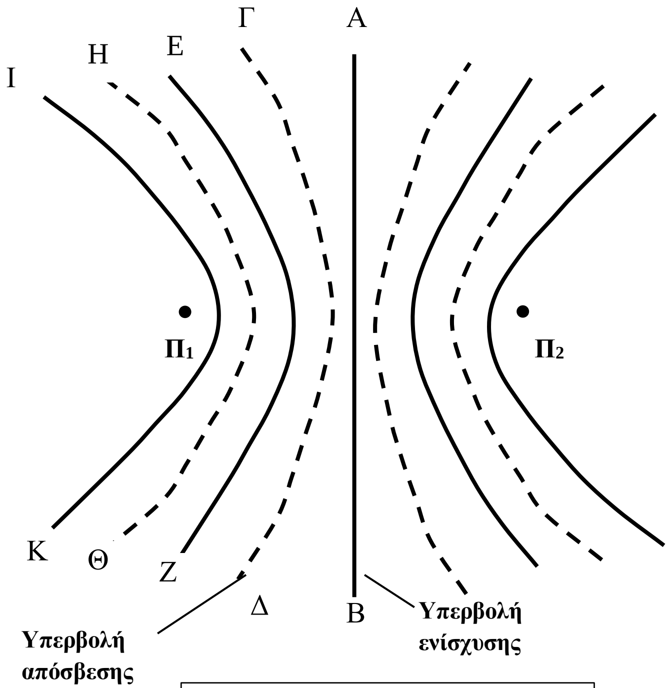
ℓ (m)	t(s)	T	T^2
0,60	15,5	1,55	2,40
1,00	20,4	2,04	4,16
1,40	23,4	2,34	5,48
1,80	27,2	2,72	7,40
2,20	29,7	2,97	8,82
2,60	31,7	3,17	10,0

$g = 4\pi^2$ /κλίση $= 4\pi^2 \times (\Delta l / \Delta T^2) = 4\pi^2$ (2,10 – 0,90) m / (8,40 – 3,60) $s^2 = 4\pi^2$ (1,20 m) /(4,80 m) = 9,87 m/s^2

14. Α. Σε μια εργαστηριακή λεκάνη κυμάτων (ripple tank) προκαλούνται κυκλικά κύματα από δύο πηγές, που είναι σε φάση, τα οποία συμβάλλουν (εικόνα). Στο σχήμα φαίνεται η γεωμετρική μορφή της συμβολής που πραγματοποιείται (όχι υπό κλίμακα). Οι πηγές σημειώνονται με $Π_1$ και $Π_2$, οι συνεχείς γραμμές αποτελούν τις υπερβολές ενίσχυσης και οι διακεκομμένες γραμμές τις υπερβολές απόσβεσης.



Εικόνα



Σχήμα

(α) Να εξηγήσετε τι είναι η συμβολή των κυμάτων.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Το αποτέλεσμα της συνάντησης δύο ή περισσοτέρων κυμάτων της ίδιας φύσης σε ένα μέσο.	1

(β) Οι πηγές πάλλονται με συχνότητα 8 Hz. Ένα σημείο βρίσκεται στη υπερβολή απόσβεσης ΗΘ και απέχει 10,0 cm από τη μία πηγή και 11,0 cm από την άλλη. Να βρείτε το μήκος κύματος των κυμάτων που συμβάλλουν.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $\Delta x = \frac{3\lambda}{2}$ (Το σημείο βρίσκεται στη δεύτερη υπερβολή απόσβεσης)	1
$\lambda = \frac{2\Delta x}{3} = \frac{2}{3}$ cm ή $0{,}67$ cm	1

(γ) Να υπολογίσετε τη διαφορά της απόστασης Δx ενός σημείου, που βρίσκεται στην υπερβολή ενίσχυσης ΙΚ, από τις δύο πηγές $Π_1$ και $Π_2$.

(1 μονάδα)

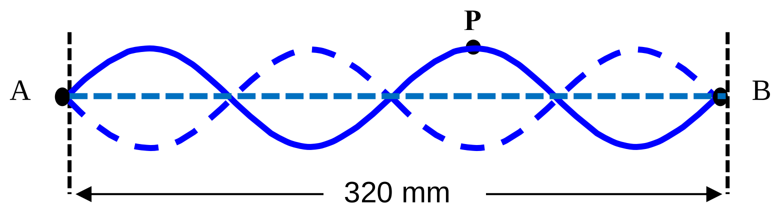
Παράδειγμα: Το σημείο βρίσκεται στη δεύτερη υπερβολή ενίσχυσης $\Delta x = 2\lambda \rightarrow \Delta x = 2\frac{2}{3} = \frac{4}{3}$ cm ή 1,33 cm	1

(δ) Να εξηγήσετε τι θα παρατηρηθεί στον αριθμό υπερβολών συμβολής αν αυξηθεί η συχνότητα των πηγών.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Μειώνεται το λ. Επομένως αυξάνεται ο αριθμός των υπερβολών.	1

Β. Το πιο κάτω σχήμα δείχνει την κυματομορφή για ένα στάσιμο κύμα σε χορδή βιολιού για μια από τις αρμονικές συχνότητες ταλάντωσης. Η συχνότητα για αυτή την αρμονική είναι 780 Hz. Στο σχήμα απεικονίζονται οι θέσεις της χορδής για τις μέγιστες και μηδενικές μετατοπίσεις. Τα σημεία Α και Β είναι ακλόνητα.



(α) Να δείξετε ότι η ταχύτητα του τρέχοντος κύματος στη χορδή είναι περίπου 125 m/s.

(2 μονάδες)

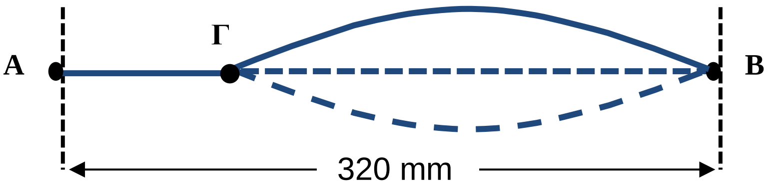
Παράδειγμα: $L = 2\lambda \rightarrow 2\lambda = 320\text{ mm}\ \lambda = 160\text{ mm} = 0{,}16\text{ m}$ $\upsilon = \lambda.f = 0{,}16\text{ m}.780\text{ Hz} = 124{,}8\frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 125\frac{\text{m}}{\text{s}}$	1 1

(β) Να υπολογίσετε το χρόνο που χρειάζεται το σημείο P στη χορδή για να μετακινηθεί από τη θέση μέγιστης μετατόπισης στη θέση μηδενικής μετατόπισης για πρώτη φορά.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: $T = \frac{1}{f} = 1{,}28 \times 10^{-3}\text{s}$ $t = \frac{T}{4} \rightarrow t = 0{,}25\text{x}1{,}28 \times 10^{-3}\text{s} = 3{,}2 \times 10^{-4}\text{s}$	1 1

(γ) Ο βιολιστής πιέζει τη χορδή στο σημείο Γ για να μικρύνει το μέρος της χορδής που πάλλεται. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η χορδή να πάλλεται στη θεμελιώδη συχνότητα ανάμεσα στα σημεία Γ και Β. Το συνολικό μήκος της χορδής παραμένει 320 mm και η απόσταση ανάμεσα στα σημεία Γ και Β είναι 240 mm.

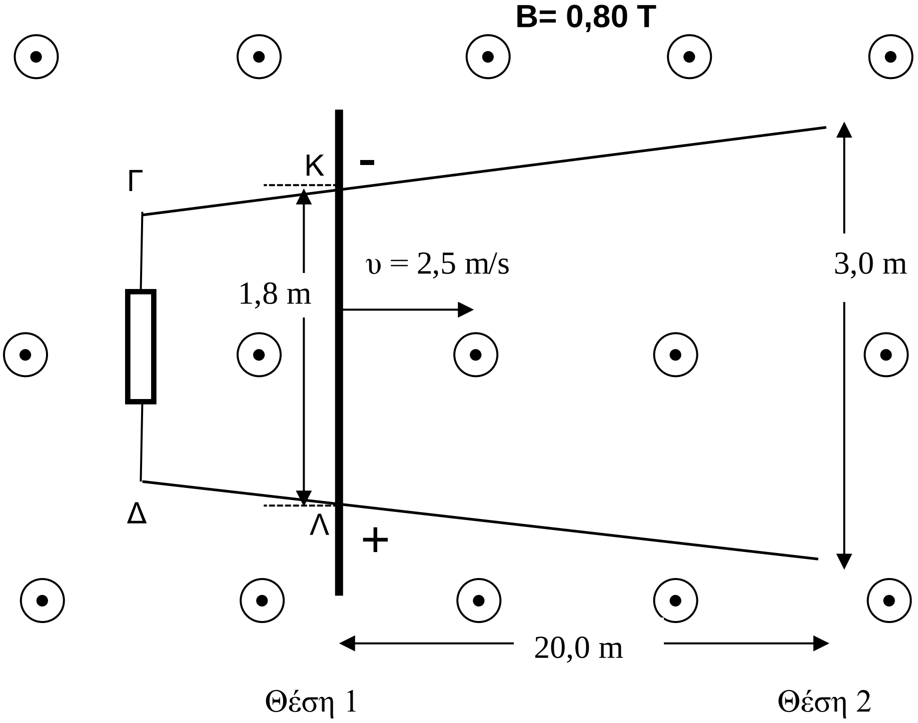


Να υπολογίσετε το μήκος κύματος αυτού του στάσιμου κύματος.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: $\frac{\lambda}{2} = 240\ \text{mm} \rightarrow \lambda = 480\ \text{mm}$	1

15. Α. Μια αγώγιμη ράβδος κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή οριζόντια ταχύτητα πάνω σε μη παράλληλες αγώγιμες ράγες όπως φαίνεται στο σχήμα. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο Β = 0,80 Τ, το οποίο είναι κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο και με φορά που φαίνεται στο σχήμα. Οι δύο ράγες συνδέονται στο ένα άκρο τους με αντιστάτη. Οι ράγες και η ράβδος έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.



(α) Να προσδιορίσετε την πολικότητα της επαγωγικής τάσης $V_{ΚΛ}$, όπου Κ και Λ είναι τα σημεία επαφής της ράβδου με τις ράγες, και να εξηγήσετε πως φτάσατε στην απάντησή σας.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Κ(-) , Λ(+) Αναφορά στον κανόνα του Lenz ή στον κανόνα του δεξιού χεριού η στη μετατόπιση ηλεκτρονίων λόγω δυνάμεων Laplace.	1 1

(β) Η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα 2,5 m/s. Να εξηγήσετε γιατί η επαγωγική τάση $V_{ΚΛ}$ αυξάνεται.

(2 μονάδες)

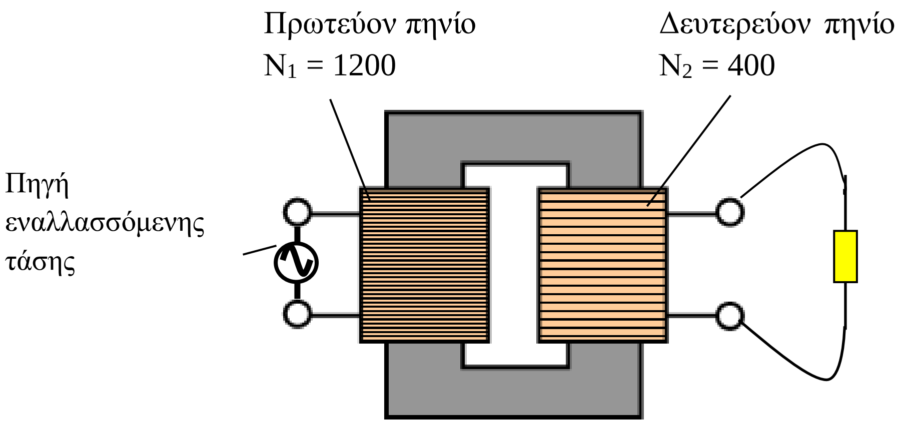
Παράδειγμα: $E_{επ} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta S}{\Delta t}$	1
Ο ρυθμός μεταβολής του εμβαδού αυξάνεται επομένως αυξάνεται και η επαγωγική τάση.	1

(γ) Τη χρονική στιγμή t = 0 s η ράβδος βρίσκεται στη θέση 1. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της επαγωγικής τάσης για τη μετατόπιση της ράβδου κατά 20,0 m από τη θέση 1 στη θέση 2.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα $\Delta S = \frac{(1{,}8\,m + 3{,}0\,m).(20{,}0\,m)}{2} = 48\,m^2$, $\Delta t = \frac{\Delta x}{\upsilon} = \frac{20{,}0\,m}{2{,}5\,m/s} = 8\,s$	1
$E_{επ} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} \rightarrow E_{επ} = \frac{(0{,}80\,T)(48\,m^2)}{8} = 4{,}8\,V$	1
ή $E_{επ} = Bu\ell_{μ}$ όπου $\ell_{μ} = \frac{\ell_1 + \ell_2}{2}$ και ℓ_1, ℓ_2 το μήκος ΚΛ στις δύο θέσεις 1 και 2 αντίστοιχα.	

Β. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται ένας μετασχηματιστής



(α) Να αναφέρετε σε ποιο φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία του μετασχηματιστή.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Αμοιβαία Επαγωγή	1

(β) Να αναφέρετε αν αυτός ο μετασχηματιστής ανυψώνει ή υποβιβάζει την τάση.

(1 μονάδα)

Παράδειγμα: Υποβιβάζει την τάση	1

(γ) Η πηγή εναλλασσόμενης τάσης αντικαθίσταται με μπαταρία συνεχούς τάσης. Να εξηγήσετε κατά πόσο ο μετασχηματιστής θα λειτουργεί ή όχι.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα: Δεν θα λειτουργεί. Για να εμφανίζεται επαγωγική τάση στο δευτερεύον πηνίο πρέπει να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που το διαπερνά την οποία την προκαλεί το πρωτεύον.	2

ΤΕΛΟΣ