

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Δευτέρα, 26 Μαΐου 2014

8:00 - 11:00 π.μ.

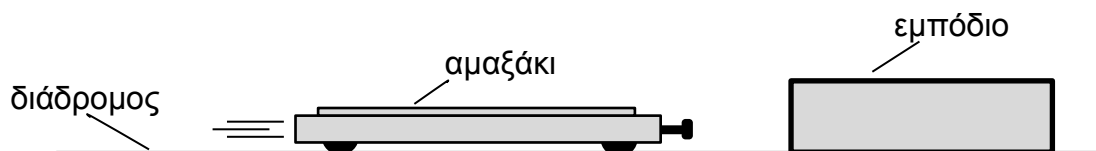
ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ 15 ΣΕΛΙΔΕΣ

Περιλαμβάνει δεκαπέντε (15) ερωτήσεις
και συνοδεύεται από τυπολόγιο δύο (2) σελίδων

Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις

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

1. Ένα εργαστηριακό αμαξάκι κτυπά σε εμπόδιο και γυρίζει πίσω. Το μέτρο της ταχύτητας του αμαξιού λίγο πριν την πρόσκρουση είναι $0,50 \text{ m/s}$ και αμέσως μετά την οπισθοδρόμησή του $0,45 \text{ m/s}$. Η μάζα του αμαξιού είναι $0,750 \text{ kg}$.



- (α) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής του αμαξιού.

(2 μονάδες)

- (β) Ο χρόνος σύγκρουσης του αμαξιού με το εμπόδιο είναι $0,50 \text{ s}$. Να χρησιμοποιήσετε τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα για να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που δέχεται το εμπόδιο από το αμαξάκι.

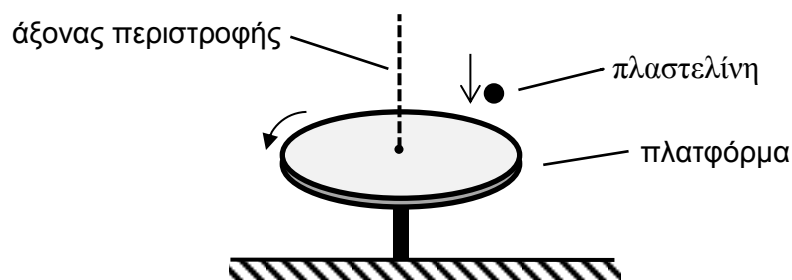
(3 μονάδες)

2. Μια πλατφόρμα περιστρέφεται χωρίς τριβές με γωνιακή ταχύτητα $2,0 \text{ rad/s}$. Η ροπή αδράνειας της πλατφόρμας ως προς τον άξονα περιστροφής της είναι $0,040 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της πλατφόρμας.

(2 μονάδες)

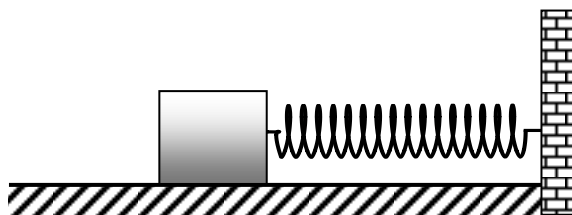
(β) Ένα κομμάτι πλαστελίνης αφήνεται να πέσει από μικρό ύψος και προσκολλάται στην πλατφόρμα.



Η ροπή αδράνειας της πλαστελίνης ως προς τον άξονα περιστροφής της πλατφόρμας είναι $1,5 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της πλαστελίνης.

(3 μονάδες)

3. Ο ταλαντωτής του σχήματος εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Το σώμα κινείται σε οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές.



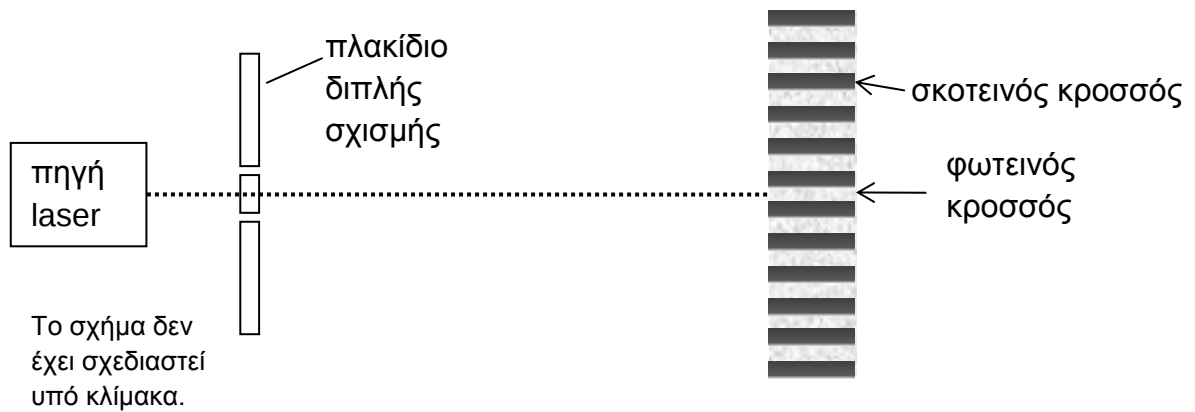
(α) Το ελατήριο υπακούει στον νόμο του Hooke. Με βάση τον νόμο αυτό να εξηγήσετε γιατί ο συγκεκριμένος ταλαντωτής εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

(3 μονάδες)

- (β) Η μετατόπιση x του ταλαντωτή από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο t δίνεται από τη σχέση $x = 0,020 \text{ ημ}(15,7t)$, όπου ο χρόνος μετρείται σε δευτερόλεπτα. Να χρησιμοποιήσετε τη σχέση αυτή για να υπολογίσετε τον χρόνο που χρειάζεται ο ταλαντωτής για να μετατοπιστεί από τη θέση ισορροπίας του στο μισό πλάτος της ταλάντωσής του

(2 μονάδες)

4. Στο εργαστήριο φυσικής πραγματοποιείται το πείραμα του Young. Στο σχήμα φαίνονται οι φωτεινοί και σκοτεινοί κροσσοί που δημιουργούνται στην οθόνη.



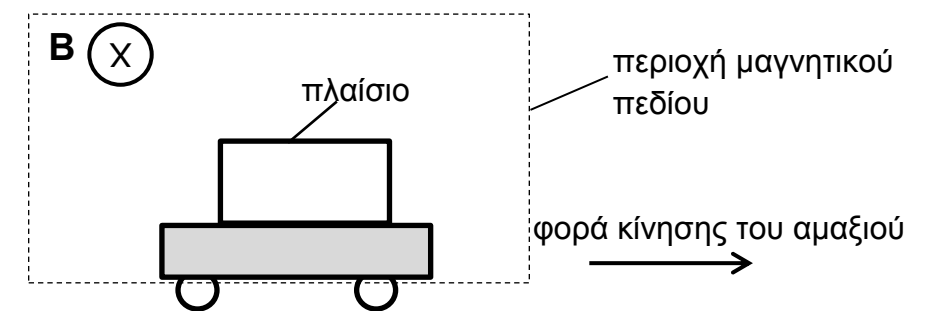
- (α) Να εξηγήσετε γιατί δημιουργούνται φωτεινοί και σκοτεινοί κροσσοί στο πείραμα αυτό.

(3 μονάδες)

- (β) Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι οι φωτεινοί και σκοτεινοί κροσσοί είναι μέγιστα και ελάχιστα ενός στάσιμου φωτεινού κύματος. Να εισηγηθείτε δύο λόγους για τους οποίους αυτό που υποστηρίζει ο μαθητής δεν είναι ορθό.

(2 μονάδες)

5. Σε ένα πλαστικό αμαξάκι έχει τοποθετηθεί μεταλλικό πλαίσιο. Το αμαξάκι κινείται με σταθερή ταχύτητα και το πλαίσιο περνά μέσα από ομογενές μαγνητικό πεδίο.



(α) Η μαγνητική ροή Φ , που διαπερνά το πλαίσιο δίνεται από τη σχέση $\Phi = B \cdot S$.

(i) Να γράψετε τη μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής.

(1 μονάδα)

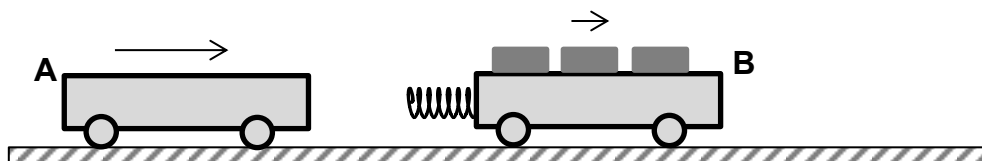
(ii) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διαπερνά το πλαίσιο καθώς αυτό εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο.

(2 μονάδες)

(β) Στο πλαίσιο, καθώς εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο, επάγεται τάση. Να σχεδιάσετε μια άλλη πειραματική διάταξη που μπορείτε να πραγματοποιήσετε στο εργαστήριο της Φυσικής στην οποία να μπορεί να δημιουργηθεί επαγωγική τάση. Να ονομάσετε τα όργανα-συσσκευές της διάταξης.

(2 μονάδες)

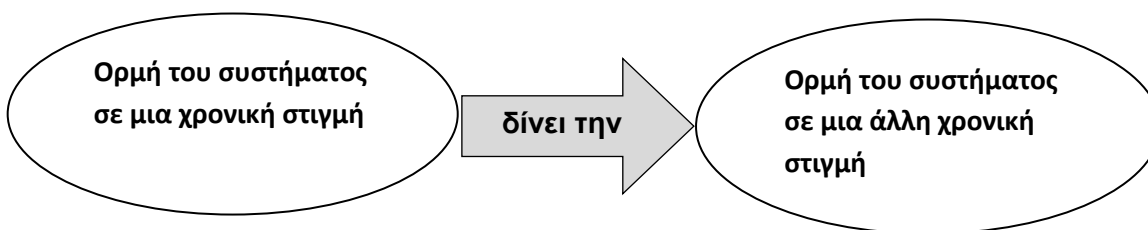
6. Στο σχήμα το αμαξάκι A έχει μάζα $0,75 \text{ kg}$ και κινείται με ταχύτητα $0,30 \text{ m/s}$. Το αμαξάκι B έχει μάζα $1,5 \text{ kg}$ και κινείται με ταχύτητα $0,10 \text{ m/s}$. Τα δύο αμαξάκια κινούνται στον ίδιο διάδρομο χωρίς τριβές.



Κατά τη σύγκρουση των δύο αμαξιών το ελατήριο που είναι στερεωμένο στο αμαξάκι B συσπείρывается. Η συσπίρωση του ελατηρίου είναι μέγιστη τη στιγμή που τα δύο αμαξάκια κινούνται με την ίδια ταχύτητα. Η ταχύτητα αυτή είναι $0,17 \text{ m/s}$.

- (α) Να επιβεβαιώσετε με τη βοήθεια του πιο κάτω διαγράμματος ότι η ταχύτητα των δύο αμαξιών όταν η συσπίρωση του ελατηρίου είναι μέγιστη, είναι $0,17 \text{ m/s}$.

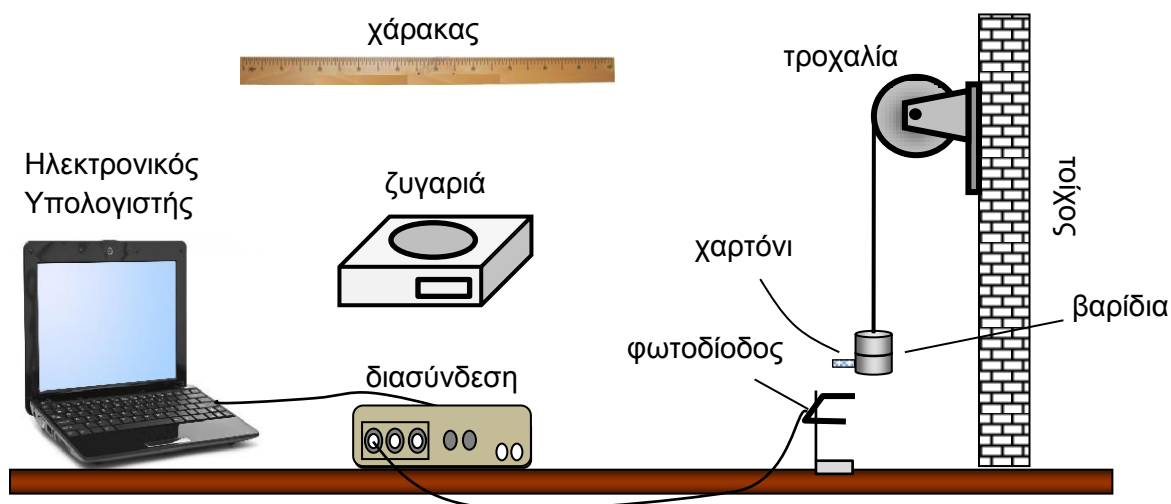
(2 μονάδες)



- (β) Να εφαρμόσετε την αρχή διατήρησης της ενέργειας, για να υπολογίσετε τη μέγιστη ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται στο ελατήριο.

(3 μονάδες)

7. Σας ζητείται να εκτελέσετε ένα πείραμα για να αποδείξετε την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας. Στο σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη που θα χρησιμοποιήσετε. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας είναι γνωστή.



(α) Να γράψετε τις εξισώσεις για τη βαρυτική δυναμική ενέργεια και την κινητική ενέργεια:

(i) Τη στιγμή που τα βαρίδια αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν.

(1 μονάδα)

(ii) Τη στιγμή που το χαρτόνι διέρχεται από τη φωτοδίοδο.

(2 μονάδες)

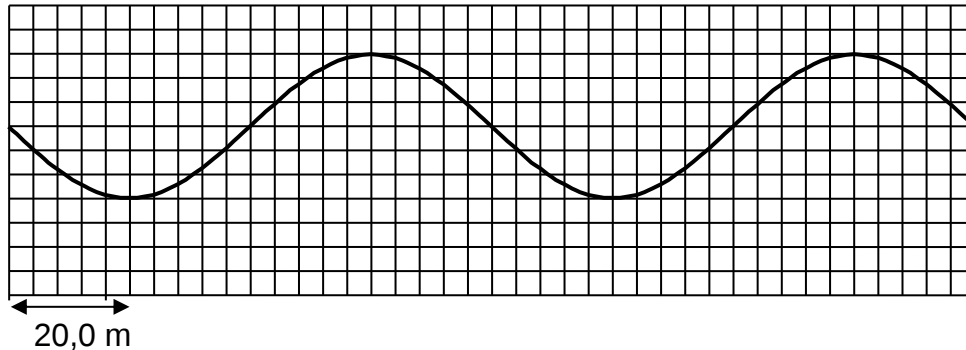
(β) Να αναφέρετε τα φυσικά μεγέθη τα οποία θα μετρήσετε στο πείραμά σας.

(1 μονάδα)

(γ) Παρά τις προσεκτικές μετρήσεις και τους σωστούς υπολογισμούς σας, η μηχανική ενέργεια του συστήματος που μελετάτε δεν παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια του πειράματος αυτού. Να αναφέρετε ένα πιθανό λόγο για τον οποίο η μηχανική ενέργεια δεν διατηρείται.

(1 μονάδα)

8. Σε μια από τις εφαρμογές της Φυσικής στην Ιατρική, χρησιμοποιείται μια κατηγορία εγκάρσιων κυμάτων. Στο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο ενός τέτοιου κύματος, που διαδίδεται στον αέρα.



Η μικρότερη οριζόντια υποδιαίρεση του τετραγωνισμένου χαρτιού του σχήματος είναι 4,0 m.

(α) Να χρησιμοποιήσετε το σχήμα για να υπολογίσετε το μήκος κύματος.

(1 μονάδα)

(β) Η συχνότητα της πηγής του κύματος είναι 3,75 MHz.

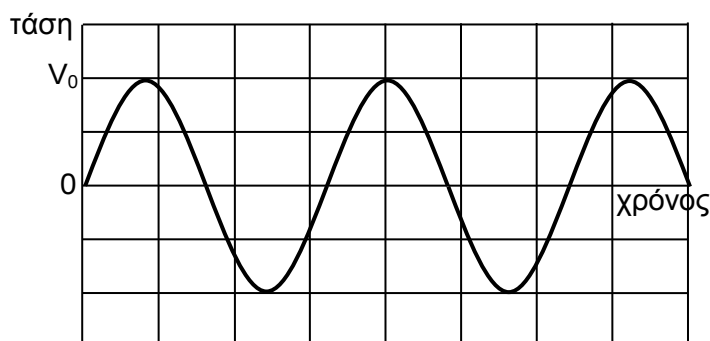
(i) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος.

(2 μονάδες)

(ii) Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους αυτό το κύμα δεν είναι ηχητικό.

(2 μονάδες)

9. Ένα μεταλλικό πλαίσιο περιστρέφεται με συχνότητα f , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η τάση στα άκρα του καταγράφεται από ένα αισθητήρα τάσης και φαίνεται στην οθόνη του υπολογιστή όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα.



Η μέγιστη τιμή της τάσης V_0 , για 5 διαφορετικές συχνότητες, f περιστροφής του πλαισίου καταγράφεται στον πιο κάτω πίνακα. Στον πίνακα καταγράφεται επίσης ο χρόνος, t μιας πλήρους περιστροφής του πλαισίου.

	1	2	3	4	5
V_0 (mV)	1900	1600	1300	1000	700
t (ms)	40	48	60	78	110
f (Hz)					
V_0/f (V·s)					

- (α) Να συμπληρώσετε στο τετράδιό σας σε Hz, την τιμή της συχνότητας f με την οποία περιστρέφεται το πλαίσιο σε κάθε περίπτωση.

(2 μονάδες)

- (β) Να συμπληρώσετε στο τετράδιό σας τις τιμές του πηλίκου V_0/f σε μονάδες V·s. Η απάντησή σας να δοθεί με ακρίβεια ενός σημαντικού ψηφίου.

(1 μονάδα)

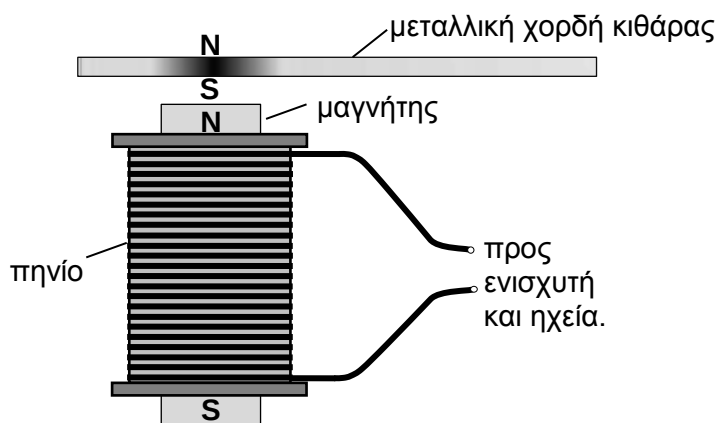
- (γ) Με βάση τις τιμές του πηλίκου V_0/f που υπολογίσατε, να εξηγήσετε πώς εξαρτάται η μέγιστη τιμή της τάσης από τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου.

(2 μονάδες)

10. Στην ηλεκτρική κιθάρα του σχήματος (α), φαίνονται τρεις σειρές από πηνία τα οποία βρίσκονται ακριβώς κάτω από τις χορδές της κιθάρας. Το σχήμα (β) δείχνει σε πλάγια όψη και σε μεγέθυνση ένα πηνίο της κιθάρας με τη μεταλλική χορδή στο πάνω μέρος του.



(α) ηλεκτρική κιθάρα



(β) ένα πηνίο και χορδή στο πάνω μέρος

Ο μαγνήτης που βρίσκεται ενσωματωμένος στο πηνίο, δημιουργεί Νότιο και Βόρειο μαγνητικό πόλο στο τμήμα της χορδής που βρίσκεται ακριβώς πάνω από το πηνίο. Αυτό το τμήμα της χορδής είναι ένας μαγνήτης, ο οποίος ταλαντώνεται όταν ο κιθαρίστας τραβά τη χορδή. Καθώς η χορδή ταλαντώνεται, στο πηνίο επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Το επαγωγικό ρεύμα αλλάζει φορά με την ίδια συχνότητα με την οποία ταλαντώνεται η χορδή. Οι μεταβολές αυτές του ηλεκτρικού ρεύματος μεταβιβάζονται σε ένα ενισχυτή και σε ηχεία, στα οποία το ηλεκτρικό ρεύμα μετατρέπεται σε ήχο.

- (α) Να αναφερθείτε στον νόμο του Faraday για να εξηγήσετε γιατί επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο.

(3 μονάδες)

- (β) Το επαγωγικό ρεύμα, αφού ενισχυθεί, θέτει σε ταλάντωση το διάφραγμα του ηχείου. Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο η ταλάντωση του διαφράγματος του ηχείου παράγει τον ήχο και με ποιο τρόπο ο ήχος φτάνει στα αυτιά του ακροατή.

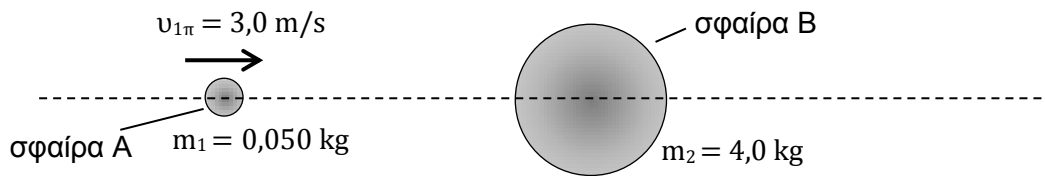
(2 μονάδες)

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

11. Σας ζητείται να μελετήσετε τόσο θεωρητικά όσο και πειραματικά την κεντρική ελαστική κρούση μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας.

A. Για τη θεωρητική μελέτη δίνεται το πιο κάτω μοντέλο:

Μια μικρή σφαίρα A, μάζας $m_1 = 0,050 \text{ kg}$, συγκρούεται κεντρικά με μια ακίνητη σφαίρα B, μάζας $m_2 = 4,0 \text{ kg}$.



Πριν την κρούση η σφαίρα A κινείται με ταχύτητα $u_{1\pi} = 3,0 \text{ m/s}$ ενώ η σφαίρα B είναι ακίνητη.

Οι ταχύτητες των δύο σφαιρών A και B μετά την κρούση δίνονται αντίστοιχα από τις εξισώσεις

$$v_{1\mu} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_{1\pi}$$

$$v_{2\mu} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_{1\pi}$$

Να χρησιμοποιήσετε τις εξισώσεις και τα δεδομένα που σας δίνονται για να:

(α) Υπολογίσετε την ταχύτητα της κάθε σφαίρας μετά την κρούση.

(2 μονάδες)

(β) Περιγράψετε την κίνηση των δύο σφαιρών μετά την ελαστική τους κρούση, συγκρίνοντας τις ταχύτητές τους με την αρχική ταχύτητα της σφαίρας A.

(4 μονάδες)

B. Για την πειραματική μελέτη της ελαστικής κρούσης μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας, σας ζητείται να χρησιμοποιήσετε υλικά του εργαστηρίου Φυσικής, για να σχεδιάσετε ένα πείραμα που να προσομοιάζει με το θεωρητικό μοντέλο.

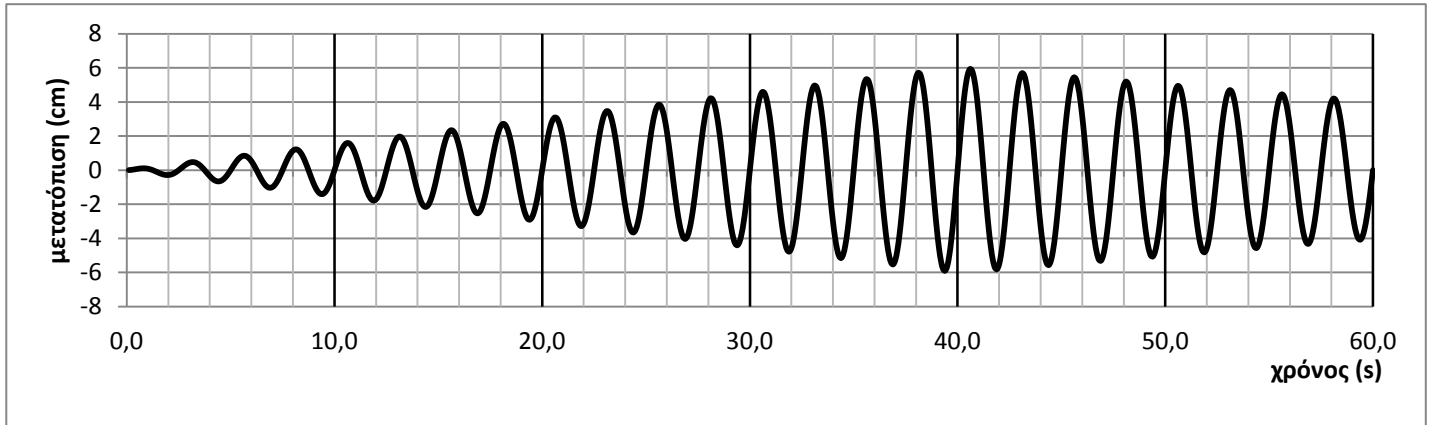
(α) Να σχεδιάσετε την πειραματική διάταξη που θα χρησιμοποιήσετε και να ονομάσετε τα διάφορα μέρη της.

(2 μονάδες)

(β) Να γράψετε δύο δυσκολίες που θα συναντήσετε, ώστε να πετύχετε πειραματικά την ίδια ακριβώς ελαστική κρούση που μελετήσατε στο πιο πάνω θεωρητικό μοντέλο.

(2 μονάδες)

12. Δύο μαθήτριες μελετούν την ταλάντωση ενός απλού εκκρεμούς. Το εκκρεμές έχει μάζα $4,0 \text{ kg}$. Η μια από τις μαθήτριες φυσά με το στόμα της, περιοδικά και διακεκομμένα, με σταθερή συχνότητα στη μάζα του εκκρεμούς. Το περιοδικό φύσημα διαρκεί για 40 περίπου δευτερόλεπτα. Το εκκρεμές αρχίζει να ταλαντώνεται με το πλάτος του να μεταβάλλεται όπως φαίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.



- (α) Να εξηγήσετε γιατί αρχικά το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται και τελικά μειώνεται.

(4 μονάδες)

- (β) Με βάση τη γραφική παράσταση να:

- (i) Υπολογίσετε την περίοδο ταλάντωσης του εκκρεμούς.

(2 μονάδες)

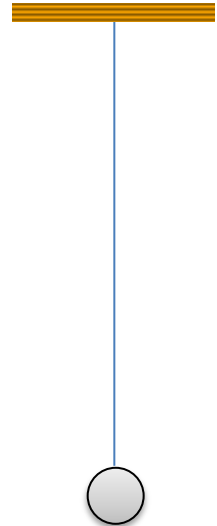
- (ii) Προσδιορίσετε το μέγιστο πλάτος του εκκρεμούς.

(1 μονάδα)

- (iii) Υπολογίσετε τη μέγιστη ενέργεια που αποκτά το εκκρεμές.

(3 μονάδες)

13. Δύο μαθητές επιχειρούν να μετρήσουν την επιτάχυνση της βαρύτητας χρησιμοποιώντας το απλό εκκρεμές του διπλανού σχήματος.



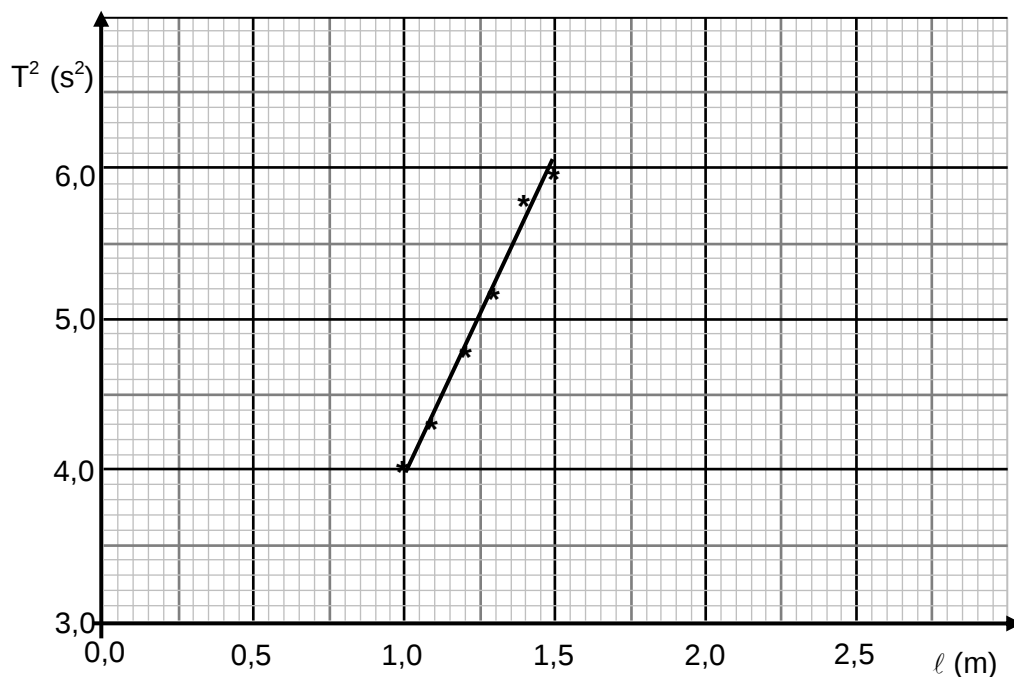
(α) Να σχεδιάσετε το εκκρεμές στο τετράδιό σας και να δείξετε στο σχέδιο ποιο είναι το μήκος του εκκρεμούς που πρέπει να μετρούν οι μαθητές.

(1 μονάδα)

(β) Ο ένας από τους μαθητές εισηγείται να χρησιμοποιήσουν εκκρεμή με όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μήκος. Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους η εισήγηση αυτή είναι σωστή.

(2 μονάδες)

(γ) Από τις μετρήσεις που πήραν οι μαθητές χάραξαν τη γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου T^2 , σε συνάρτηση με το μήκος ℓ , του εκκρεμούς.



(i) Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης.

(3 μονάδες)

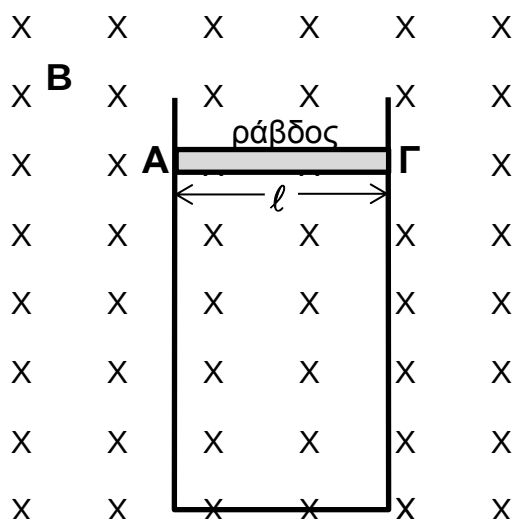
(ii) Από την κλίση να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας.

(2 μονάδες)

(iii) Να εισηγηθείτε δύο αλλαγές στη χάραξη της γραφικής παράστασης ώστε να επιτευχθεί ακριβέστερος υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

(2 μονάδες)

14. Μια μεταλλική ράβδος ΑΓ, μάζας m , μήκους ℓ και ηλεκτρικής αντίστασης R , μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε μεταλλικούς αγωγούς αμελητέας αντίστασης. Οι μεταλλικοί αγωγοί τοποθετούνται κατακόρυφα μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, μαγνητικής επαγωγής B , όπως δείχνει το σχήμα. Η ράβδος αφήνεται ελεύθερη να πέσει κατακόρυφα, χωρίς να χάνει επαφή με τους μεταλλικούς αγωγούς.



Να εκφράσετε τις απαντήσεις σας όπου χρειάζεται, ως συνάρτηση των γνωστών μεγεθών B , m , ℓ , R και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

- (α) Να σχεδιάσετε στο τετράδιό σας τη ράβδο ΑΓ και να δείξετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που τη διαρρέει καθώς αυτή πέφτει.

(1 μονάδα)

- (β) Να εξηγήσετε τη φορά του ρεύματος που σχεδιάσατε στο ερώτημα (α).

(2 μονάδες)

- (γ) Να χρησιμοποιήσετε τον νόμο του Faraday για να εξαγάγετε τη σχέση μεταξύ της τάσης που επάγεται στα άκρα της ράβδου και της ταχύτητάς της.

(2 μονάδες)

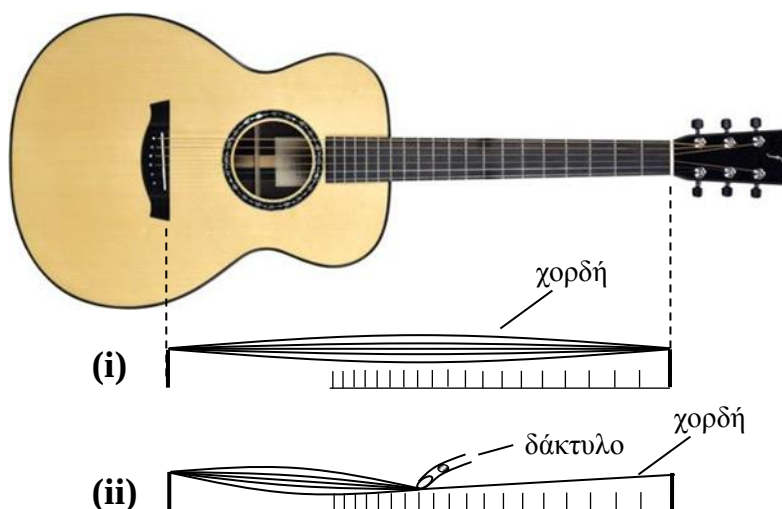
- (δ) Να εξαγάγετε τη σχέση μεταξύ της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και της ταχύτητας της ράβδου.

(2 μονάδες)

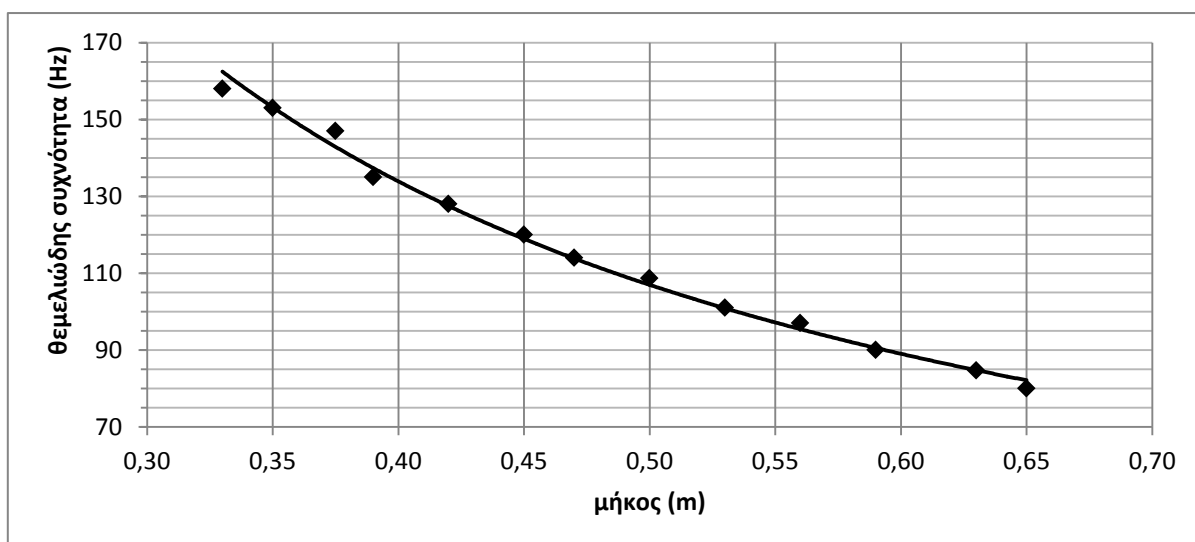
- (ε) Η ράβδος καθώς πέφτει αποκτά σταθερή ταχύτητα. Να εξαγάγετε την εξίσωση της ταχύτητας αυτής ως συνάρτηση των γνωστών μεγεθών της ερώτησης.

(3 μονάδες)

15. Μια μαθήτρια τραβά με δάκτυλο του δεξιού της χεριού μια χορδή της ακουστικής κιθάρας της. Στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα όπως φαίνεται στο σχήμα (i). Η μαθήτρια καταγράφει με αισθητήρα ήχου τη θεμελιώδη συχνότητα του ήχου που παράγεται από την ταλάντωση της χορδής. Στη συνέχεια επαναλαμβάνει την ταλάντωση της ίδιας χορδής σε μικρότερο μήκος της, πατώντας την σε διάφορα σημεία της με δάκτυλο του αριστερού χεριού της όπως δείχνει το σχήμα (ii).



Η μαθήτρια χαράσσει τη γραφική παράσταση της θεμελιώδους συχνότητας f_0 του ήχου, σε συνάρτηση με το μήκος L της χορδής που ταλαντώνεται. Η εξίσωση της καμπύλης της γραφικής παράστασης είναι $f_0 = \frac{53,2}{L}$.



- (α) Να αποδείξετε ότι η θεμελιώδης συχνότητα του ήχου που παράγεται σε κάθε περίπτωση δίνεται από τη σχέση:

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

όπου v είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή.

(2 μονάδες)

- (β) Να δείξετε ότι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή είναι 106,4 m/s.

(1 μονάδα)

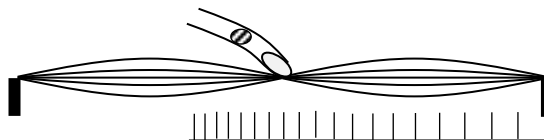
- (γ) Να υπολογίσετε την τάση της χορδής η οποία έχει γραμμική πυκνότητα $7,4 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$.

(2 μονάδες)

- (δ) Να εξηγήσετε γιατί η γραφική παράσταση θα μετατοπιστεί προς τα πάνω σε μεγαλύτερες συχνότητες όταν αυξηθεί η τάση με την οποία τεντώνεται η χορδή.

(2 μονάδες)

- (ε) Τραβώντας την ελεύθερη χορδή και ακουμπώντας την ταυτόχρονα ελαφρά με το δάκτυλο του αριστερού χεριού στο μέσο της, η μαθήτρια τη βλέπει να ταλαντώνεται όπως στο σχήμα.



Να αντλήσετε πληροφορία από τη γραφική παράσταση για να υπολογίσετε τη συχνότητα του ήχου που παράγεται στην περίπτωση αυτή.

(3 μονάδες)

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ
Ακολουθεί τυπολόγιο

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ – 6ωρο

ΣΤΑΘΕΡΕΣ

Μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Φορτίο ηλεκτρονίου	$q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Φορτίο πρωτονίου	$q_p = +1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Μάζα ηλεκτρονίου	$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Μάζα πρωτονίου	$m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Μάζα νετρονίου	$m_n = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Εμβαδόν Κύκλου	$A = \pi r^2$
Περίμετρος Κύκλου	$C = 2\pi r$
Εμβαδόν Επιφάνειας Σφαίρας	$A = 4\pi r^2$
Όγκος Σφαίρας	$V = \frac{4}{3} \pi r^3$

ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

Έργο σταθερής δύναμης	$W = F \cdot s \cdot \cos\theta$
Ισχύς	$P = \frac{W}{t}$

ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ

Σχέση γωνιακής και γραμμικής ταχύτητας	$u = \omega \cdot r$
Σχέση περιόδου και γωνιακής ταχύτητας	$\omega = \frac{2\pi}{T}$

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	$I = \frac{dq}{dt}$
Αντίσταση αγωγού	$R = \frac{V}{I}$
Ηλεκτρική ισχύς	$P = IV$

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ.

Ορμή σωματιδίου	$\vec{p} = m\vec{v}$
Κέντρο μάζας συστήματος σωματιδίων σε μια διάσταση	$x_{κμ} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$
Ορμή συστήματος σωματιδίων	$\vec{p}_{ολ} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_k = M_{ολ} \cdot \vec{v}_{κ.μ}$
Δεύτερος νόμος του Νεύτωνα	$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ.

Ροπή αδράνειας σωματιδίου	$I = mr^2$
Ροπή αδράνειας στερεού σώματος	$I = \sum_1^n m_i r_i^2$
Στροφορμή σωματιδίου	$L = m \cdot u \cdot r = m \cdot \omega \cdot r^2, L = I \cdot \omega$
Κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής	$E_{κιν(περ)} = \frac{1}{2} I \omega^2$

ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Νόμος του Hooke	$F = k (\Delta x)$
Δυναμική ενέργεια ελατηρίου	$E = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2$

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ	
Ταχύτητα	$v = \pm \omega \sqrt{y_0^2 - y^2}$
Επιτάχυνση	$a = -\omega^2 \cdot y$
Ενέργεια Αρμονικού Ταλαντωτή	$E = \frac{1}{2} D y_0^2$
Σταθερά ταλάντωσης	$D = m \cdot \omega^2$
ΚΥΜΑΤΑ	
Ταχύτητα διάδοσης κύματος	$v = \lambda \cdot f$
Εξίσωση τρέχοντος αρμονικού κύματος	$\psi = \psi_0 \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$
Απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κροσσών συμβολής	$S = \frac{\lambda D}{\alpha}$
Ταχύτητα διάδοσης εγκάρσιου κύματος κατά μήκος τεντωμένης χορδής	$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
Μήκος κύματος ορατού φωτός	$400nm \leq \lambda \leq 750nm$
Εξίσωση στάσιμου κύματος	$y = 2y_0 \sigma \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu \frac{2\pi t}{T}, \text{ ή } y = 2y_0 \eta \mu \frac{2\pi x}{\lambda} \sigma \nu \frac{2\pi t}{T}$
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε ρευματοφόρο αγωγό	$F = BIL \eta \mu \theta$
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο	$F = Bvq \eta \mu \theta$
Μαγνητική ροή	$\Phi = BS \sigma \nu \theta$
Ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου	$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$
Νόμος του Faraday	$E_{\epsilon \pi} = -N \frac{d\Phi}{dt}$
Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	$E = \frac{F}{q}$

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

**ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 3 ΩΡΕΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 26 ΜΑΪΟΥ 2014**

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 $\frac{1}{2}$ ή $\frac{1}{4}$ 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.

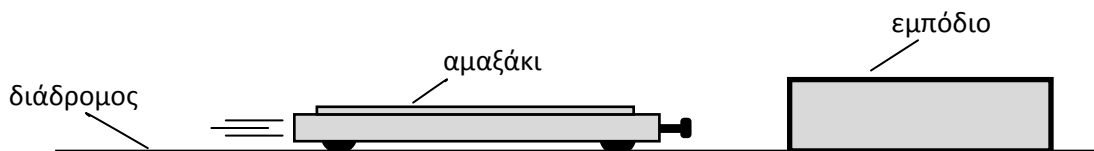
Οδηγίες για τη διόρθωση.

- 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 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 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.

Α΄ Μέρος

1. Ένα εργαστηριακό αμαξάκι κτυπά σε εμπόδιο και γυρίζει πίσω. Το μέτρο της ταχύτητας του αμαξιού λίγο πριν την πρόσκρουση είναι 0,50 m/s και αμέσως μετά την οπισθοδρόμησή του 0,45 m/s. Η μάζα του αμαξιού είναι 0,750 kg.



(α) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής του αμαξιού.

(2 μονάδες)

για ορθή αντικατάσταση στη σχέση $\Delta P = m (v_{\text{τελ.}} - v_{\text{αρχ.}})$	1 μον.
για ορθό αποτέλεσμα με 2 ή 3 σ.ψ.	1 μον.
παράδειγμα: $\Delta P = 0,750 \cdot (-0,45 - 0,50) =$ /ή $0,750 \cdot (-0,95) =$ /ή $0,750 \cdot (0,95) =$ $= -0,71 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ /ή $0,71 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$	

(β) Ο χρόνος σύγκρουσης του αμαξιού με το εμπόδιο είναι 0,50 s. Να χρησιμοποιήσετε τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα για να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που δέχεται το εμπόδιο από το αμαξάκι.

(3 μονάδες)

για αναφορά (ή φαίνεται στις πράξεις, ή με διάνυσμα σε κατάλληλο σχήμα) ότι η δύναμη στο εμπόδιο είναι ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς με τη δύναμη που δέχεται το αμαξάκι.	1 μον.
για ορθή αντικατάσταση στη σχέση $F = \Delta P / \Delta t$	1 μον.
για ορθό αποτέλεσμα. [παίρνει τη μονάδα μόνο όταν έδειξε προηγουμένως ότι δύναμη σε εμπόδιο = -δύναμη στο αμαξάκι. Το σφάλμα δεν μεταφέρεται]	1 μον.
παράδειγμα: δύναμη στο εμπόδιο = $-(-0,71/0,50)$ ή αντίστοιχα $-(0,71/0,50)$ $= 1,4 \text{ N.}$ ή $= -1,4 \text{ N}$	

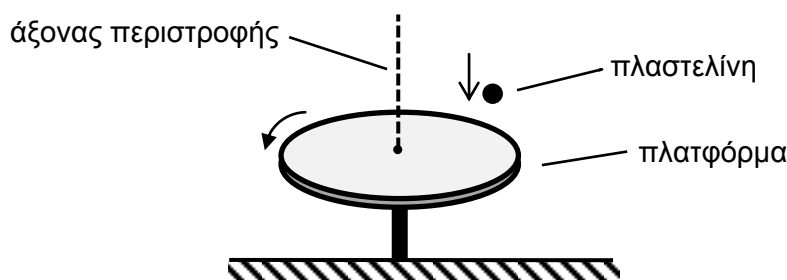
2. Μια πλατφόρμα περιστρέφεται χωρίς τριβές με γωνιακή ταχύτητα $2,0 \text{ rad/s}$. Η ροπή αδράνειας της πλατφόρμας ως προς τον άξονα περιστροφής της είναι $0,040 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της πλατφόρμας.

(2 μονάδες)

για την αντικατάσταση στη σχέση $L = I \omega$	1 μον.
για το ορθό αποτέλεσμα	1 μον.
παράδειγμα: $L = 0,040 \cdot 2,0$ (1 μον.) $L = 0,080 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ (1 μον.) [θεωρείται σωστό και το $L = 0,08 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$]	

- (β) Ένα κομμάτι πλαστελίνης αφήνεται να πέσει από μικρό ύψος και προσκολλάται στην πλατφόρμα.

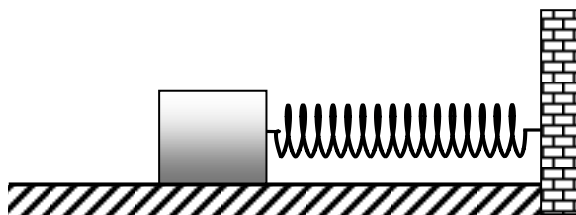


Η ροπή αδράνειας της πλαστελίνης ως προς τον άξονα περιστροφής της πλατφόρμας είναι $1,5 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της πλαστελίνης.

(3 μονάδες)

για την αντικατάσταση στον νόμο διατήρησης της στροφορμής	1 μον.
για το αποτέλεσμα της νέας γωνιακής ταχύτητας	1 μον.
για την εύρεση της ορθής τιμής της στροφορμής της σφαίρας	1 μον.
παράδειγμα: $0,080 = 0,040 \cdot \omega + 1,5 \times 10^{-3} \cdot \omega$ [το σφάλμα δεν μεταφέρεται] $\omega = 1,928 \text{ rad/s}$ /ή με περισσότερη λεπτομέρεια $\omega = 1,9277 \text{ rad/s}$ $L = 1,5 \times 10^{-3} \cdot 1,928 = 2,9 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$	

3. Ο ταλαντωτής του σχήματος εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Το σώμα κινείται σε οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές.



- (α) Το ελατήριο υπακούει στον νόμο του Hooke. Με βάση τον νόμο αυτό να εξηγήσετε γιατί ο συγκεκριμένος ταλαντωτής εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

(3 μονάδες)

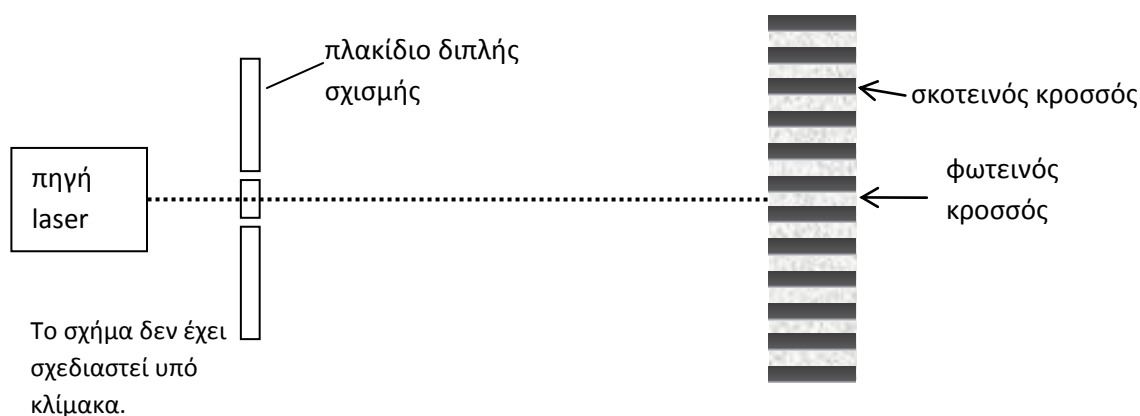
η μόνη δύναμη στον άξονα X είναι η δύναμη του ελατηρίου $F=-kx/$ ή $F=kx$	1 μον.
η δύναμη αυτή έχει τη μορφή $\Sigma F=-Dx$ {άρα είναι και η δύναμη επαναφοράς}	1 μον.
Για αναφορά στο ότι ικανοποιείται η συνθήκη A.A.T.	1 μον.

- (β) Η μετατόπιση x του ταλαντωτή από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο t , δίνεται από τη σχέση $x = 0,020 \eta\mu(15,7t)$, όπου ο χρόνος μετρείται σε δευτερόλεπτα. Να χρησιμοποιήσετε τη σχέση αυτή για να υπολογίσετε τον χρόνο που χρειάζεται ο ταλαντωτής για να μετατοπιστεί από τη θέση ισορροπίας του, στο μισό πλάτος της ταλάντωσής του.

(2 μονάδες)

για ορθή αντικατάσταση στην εξίσωση /ή χρήση του κύκλου	1 μον.
για ορθό αποτέλεσμα	1 μον.
παράδειγμα: $0,010=0,020 \eta\mu(15,7t)$ $t=0,0333 \text{ s}$ /ή $0,033 \text{ s}$	

4. Στο εργαστήριο φυσικής πραγματοποιείται το πείραμα του Young. Στο σχήμα φαίνονται οι φωτεινοί και σκοτεινοί κροσσοί που δημιουργούνται στην οθόνη.



- (α) Να εξηγήσετε γιατί δημιουργούνται φωτεινοί και σκοτεινοί κροσσοί στο πείραμα αυτό.

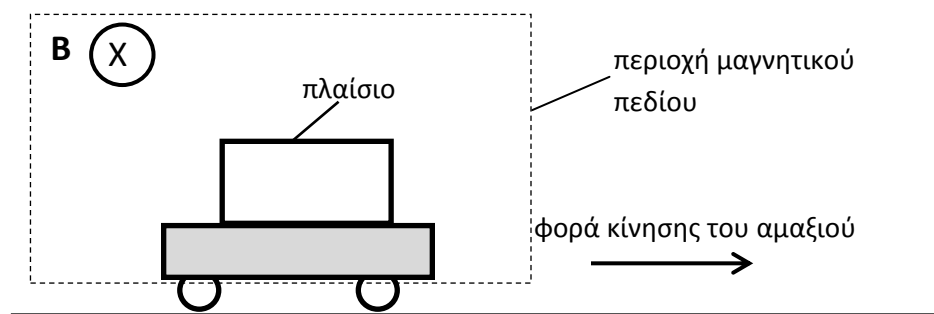
(3 μονάδες)

για αναφορά σε συμβολή των κυμάτων από τις δύο σχισμές.	1 μον.
για αναφορά σε ενίσχυση και φωτεινό κροσσό όταν $\Delta\phi = 2k\pi$ /ή σε φάση /ή $\Delta x = k \cdot \lambda$	1 μον.
για αναφορά σε απόσβεση και σκοτεινό κροσσό όταν $\Delta\phi = (2k-1)\pi$ /ή αντίθεση φάσης /ή $\Delta x = (2k-1) \cdot \lambda/2$	1 μον.

- (β) Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι οι φωτεινοί και σκοτεινοί κροσσοί είναι μέγιστα και ελάχιστα ενός στάσιμου φωτεινού κύματος. Να εισηγηθείτε δύο λόγους για τους οποίους αυτό που υποστηρίζει ο μαθητής δεν είναι ορθό. (2 μονάδες)

1 μονάδα για κάθε μια εισήγηση με μέγιστο 2 μονάδες.	
- τα 2 κύματα δεν διαδίδονται σε αντίθετες κατευθύνσεις /ή τα κύματα που συμβάλουν έχουν διαφορετικές διευθύνσεις διάδοσης. - το μήκος κύματος της ακτινοβολίας είναι τόσο μικρό που αν ήταν στάσιμο, τα διαδοχικά μέγιστα που απέχουν $\lambda/2$, δεν θα μπορούσε να είναι διακριτά με γυμνό οφθαλμό. - γιατί αν ήταν στάσιμο, τότε η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών δεν θα δινόταν από τη σχέση του Young αλλά θα ήταν ίση με $\lambda/2$.	2 μον.

5. Σε ένα πλαστικό αμαξάκι έχει τοποθετηθεί μεταλλικό πλαίσιο. Το αμαξάκι κινείται με σταθερή ταχύτητα και το πλαίσιο περνά μέσα από ομογενές μαγνητικό πεδίο.



(α) Η μαγνητική ροή Φ , που διαπερνά το πλαίσιο δίνεται από τη σχέση $\Phi = B \cdot S$.

(i) Να γράψετε τη μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής.

(1 μονάδα)

Wb /ή ολογράφως [δεκτό το T.m ²]	1 μον.
---	--------

(ii) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διαπερνά το πλαίσιο καθώς αυτό εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο.

(2 μονάδες)

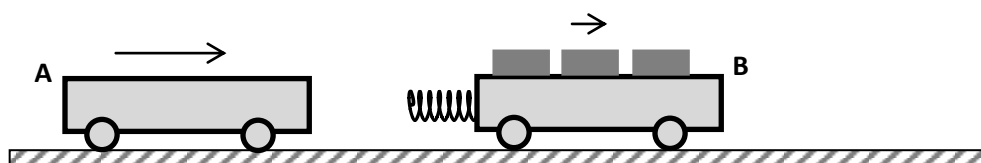
Για αναφορά σε μείωση της μαγνητικής ροής	1 μον.
Για αναφορά σε εξάρτηση της μαγνητικής ροής (Φ) από το εμβαδό S	1 μον.

(β) Στο πλαίσιο, καθώς εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο, επάγεται τάση. Να σχεδιάσετε μια άλλη πειραματική διάταξη που μπορείτε να πραγματοποιήσετε στο εργαστήριο της Φυσικής στην οποία να μπορεί να δημιουργηθεί επαγωγική τάση. Να ονομάσετε τα όργανα-συσσκευές της διάταξης.

(2 μονάδες)

για ορθή διάταξη. Παράδειγμα: πηνίο-ραβδόμορφος μαγνήτης /ή πηνίο-πηνίο με μπαταρία και διακόπτη /ή σύρμα να κόβει μαγνητικές γραμμές μαγν. πεδίου μαγνήτη /ή όποια άλλη ορθή διάταξη	1 μον.
για ορθή ονομασία των συσκευών	1 μον.

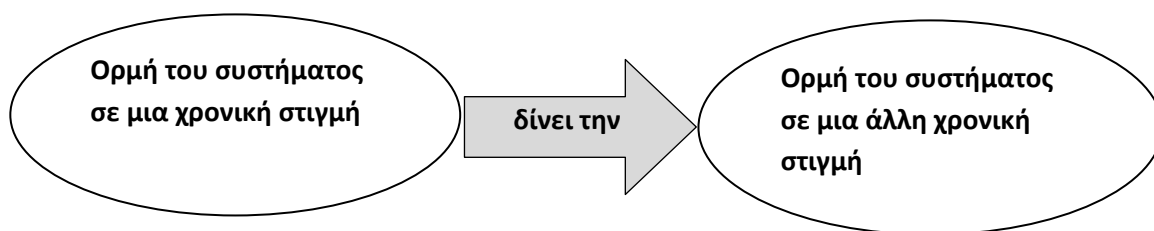
6. Στο σχήμα το αμαξάκι A έχει μάζα 0,75 kg και κινείται με ταχύτητα 0,30 m/s. Το αμαξάκι B έχει μάζα 1,5 kg και κινείται με ταχύτητα 0,10 m/s. Τα δύο αμαξάκια κινούνται στον ίδιο διάδρομο χωρίς τριβές.



Κατά τη σύγκρουση των δύο αμαξιών το ελατήριο που είναι στερεωμένο στο αμαξάκι B συσπείρывается. Η συσπίρωση του ελατηρίου είναι μέγιστη τη στιγμή που τα δύο αμαξάκια κινούνται με την ίδια ταχύτητα. Η ταχύτητα αυτή είναι 0,17 m/s.

- (α) Να επιβεβαιώσετε με τη βοήθεια του πιο κάτω διαγράμματος ότι η ταχύτητα των δύο αμαξιών όταν η συσπίρωση του ελατηρίου είναι μέγιστη, είναι 0,17 m/s.

(2 μονάδες)



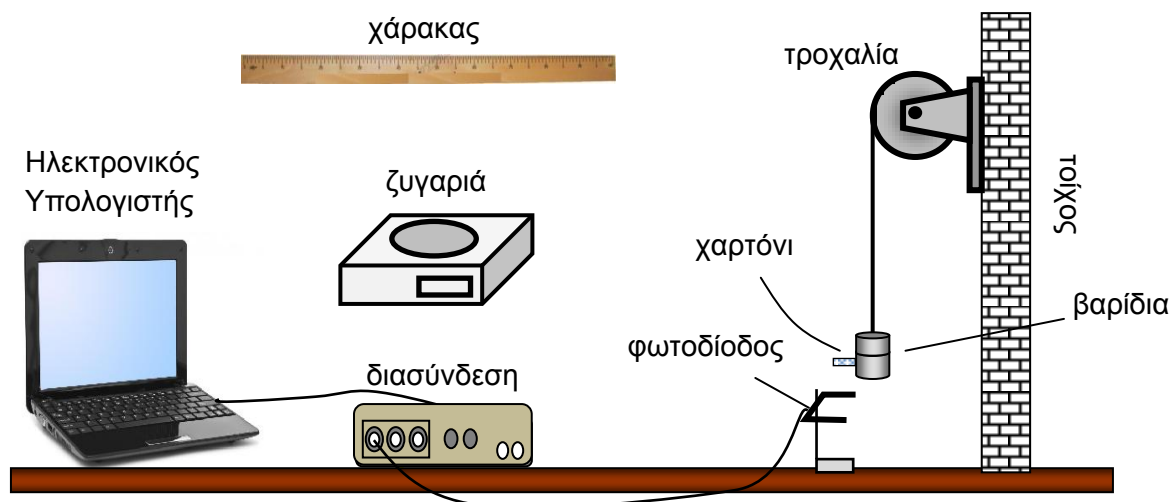
για αναγνώριση της αρχής διατήρησης της ορμής ($P_A + P_B = P_{\text{συστ}}$)	1 μον.
για σωστή αντικατάσταση στη σχέση $P_A + P_B = P_{\text{συστ}}$. και επιβεβαίωση της τιμής 0,17 m/s	1 μον.
παράδειγμα: $0,75 \cdot 0,30 + 1,5 \cdot 0,10 = (0,75 + 1,5) \cdot u$ $u = 0,17 \text{ m/s}$	

(β) Να εφαρμόσετε την αρχή διατήρησης της ενέργειας, για να υπολογίσετε τη μέγιστη ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται στο ελατήριο.

(3 μονάδες)

για αναγνώριση ότι στο πρώτο στάδιο η ενέργεια είναι κινητική και στο δεύτερο στάδιο κινητική και δυναμική.	1 μον.
για σωστή αντικατάσταση στην εξίσωση $E_{\text{κινA}} + E_{\text{κινB}} = E_{\text{κινAB}} + E_{\text{δυν.}}$	1 μον.
για σωστό αποτέλεσμα	1 μον.
παράδειγμα: $\frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 0,30^2 + \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 0,10^2 = \frac{1}{2} \cdot (0,75+1,5) \cdot 0,17^2 + E_{\text{δυν. μεγ.}}$ $E_{\text{δυν.}} = 8,7 \times 10^{-3} \text{ J.}$	

7. Σας ζητείται να εκτελέσετε ένα πείραμα για να αποδείξετε την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας. Στο σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη που θα χρησιμοποιήσετε. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας είναι γνωστή.



(α) Να γράψετε τις εξισώσεις για τη βαρυτική δυναμική ενέργεια και την κινητική ενέργεια:

(i) Τη στιγμή που τα βαρίδια αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν.

(1 μονάδα)

για ορθές εξισώσεις.	1 μον.
παράδειγμα: $E_{\delta} = mgh$ /ή $E_{\delta} = mgh_2$ { και $E_k = 0$ }	

(ii) Τη στιγμή που το χαρτόνι διέρχεται από τη φωτοδίοδο.

(2 μονάδες)

για ορθές εξισώσεις. [Δεκτή μόνο η εξίσωση στην οποία δίνεται αναλυτικά το άθροισμα των δύο ενεργειών]	2 μον.
παράδειγμα: μετά $E_{\delta} = 0$, /ή $E_{\delta} = mgh_1$, (1 μον.) $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$ (ή $\frac{1}{2} v^2/r^2$) + $\frac{1}{2} mv^2$ (1 μον.)	

(β) Να αναφέρετε τα φυσικά μεγέθη τα οποία θα μετρήσετε στο πείραμά σας.

(1 μονάδα)

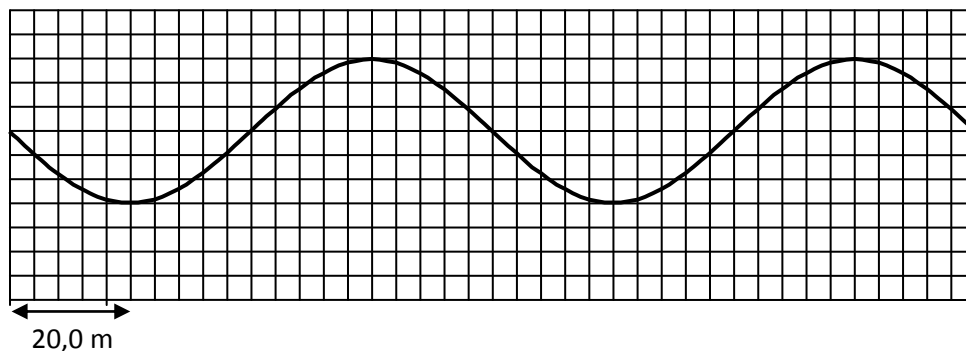
για αναφορά σε πλήρη ονομασία των μεγεθών.	1 μον.
παράδειγμα h_1 , h_2 ή μόνο η απόσταση h , της αρχικής θέσης βαριδιών και διόδου. ταχύτητα v (ή x , t), μάζα βαριδιών m , ακτίνα τροχαλίας r .	

(γ) Παρά τις προσεκτικές μετρήσεις και τους σωστούς υπολογισμούς σας, η μηχανική ενέργεια του συστήματος που μελετάτε δεν παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια του πειράματος αυτού. Να αναφέρετε ένα πιθανό λόγο για τον οποίο η μηχανική ενέργεια δεν διατηρείται.

(1 μονάδα)

Για αναφορά σε τριβές /ή αντίσταση αέρα/ ή συστηματικό σφάλμα	1 μον.
--	---------------

8. Σε μια από τις εφαρμογές της Φυσικής στην Ιατρική, χρησιμοποιείται μια κατηγορία εγκάρσιων κυμάτων. Στο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο ενός τέτοιου κύματος, που διαδίδεται στον αέρα.



Η μικρότερη οριζόντια υποδιαίρεση του τετραγωνισμένου χαρτιού του σχήματος είναι 4,0 m.

(α) Να χρησιμοποιήσετε το σχήμα για να υπολογίσετε το μήκος κύματος.

(1 μονάδα)

για ορθή απάντηση	1 μον.
παράδειγμα: $20 \cdot 4 = 80,0 \text{ m}$	

(β) Η συχνότητα της πηγής του κύματος είναι 3,75 MHz.

(i) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος.

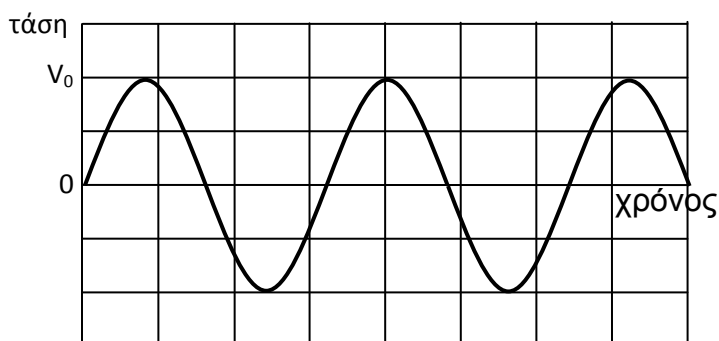
(2 μονάδες)

Για αντικατάσταση στη σχέση $v = \lambda \cdot f$	1 μον.
Ορθό αποτέλεσμα	1 μον
παράδειγμα: $v = 3,75 \times 10^6 \cdot 80,0$ $= 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$	

- (ii) Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους αυτό το κύμα δεν είναι ηχητικό.
(2 μονάδες)

για το ότι διακρίνει ότι το ηχητικό είναι διάμηκες κύμα ενώ το πιο πάνω κύμα αναφέρεται ότι είναι εγκάρσιο κύμα.	1 μον.
για αναφορά στο ότι η ταχύτητα του κύματος αυτού είναι 3×10^8 m/s ενώ του ήχου είναι πολύ μικρότερη. [δεν δίνεται μονάδα στην αναφορά ότι η συχνότητα αυτού του κύματος είναι μεγάλη]	1 μον.

9. Ένα μεταλλικό πλαίσιο περιστρέφεται με συχνότητα f , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η τάση στα άκρα του καταγράφεται από ένα αισθητήρα τάσης και φαίνεται στην οθόνη του υπολογιστή, όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα.



Η μέγιστη τιμή της τάσης V_0 , για 5 διαφορετικές συχνότητες f , της περιστροφής του πλαισίου καταγράφεται στον πιο κάτω πίνακα. Στον πίνακα καταγράφεται επίσης ο χρόνος t , μιας πλήρους περιστροφής του πλαισίου.

	1	2	3	4	5
V_0 (mV)	1900	1600	1300	1000	700
t (ms)	40	48	60	78	110
f (Hz)					
V_0/f (V·s)					

(α) Να συμπληρώσετε στο τετράδιό σας σε Hz, την τιμή της συχνότητας f με την οποία περιστρέφεται το πλαίσιο σε κάθε περίπτωση.

(2 μονάδες)

για αντιστροφή του t	1 μον.
για μετατροπή του ms σε s και ορθές τιμές της f .	1 μον.

f (Hz)	25	21	17	13	9
----------	----	----	----	----	---

(β) Να συμπληρώσετε στο τετράδιό σας τις τιμές του πηλίκου V_0/f σε μονάδες V·s. Η απάντησή σας να δοθεί με ακρίβεια ενός σημαντικού ψηφίου.

(1 μονάδα)

για ορθές τιμές του πηλίκου σε μονάδες V·s.	1 μον.
---	--------

V_0/f (V·s)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
---------------	------	------	------	------	------

(γ) Με βάση τις τιμές του πηλίκου V_0/f που υπολογίσατε, να εξηγήσετε πώς εξαρτάται η μέγιστη τιμή της τάσης από τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου.

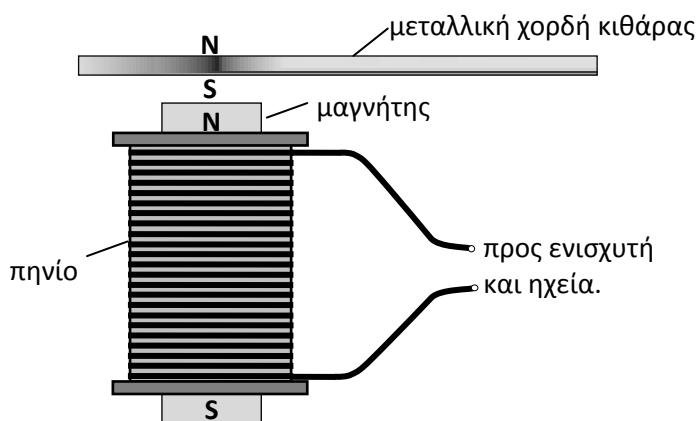
(2 μονάδες)

για αναφορά σε σταθερό πηλίκο.	1 μον.
για αναγνώριση ότι η V_0 είναι ανάλογη της f .	1 μον.

10. Στην ηλεκτρική κιθάρα του σχήματος (α), φαίνονται τρεις σειρές από πηνία τα οποία βρίσκονται ακριβώς κάτω από τις χορδές της κιθάρας. Το σχήμα (β), δείχνει σε πλάγια όψη και σε μεγέθυνση ένα πηνίο της κιθάρας, με τη μεταλλική χορδή στο πάνω μέρος του.



(α) ηλεκτρική κιθάρα



(β) ένα πηνίο και χορδή στο πάνω μέρος του

Ο μαγνήτης που βρίσκεται ενσωματωμένος στο πηνίο, δημιουργεί Νότιο και Βόρειο μαγνητικό πόλο στο τμήμα της χορδής που βρίσκεται ακριβώς πάνω από το πηνίο. Αυτό το τμήμα της χορδής είναι ένας μαγνήτης, ο οποίος ταλαντώνεται όταν ο κιθαρίστας τραβά τη χορδή. Καθώς η χορδή ταλαντώνεται, στο πηνίο επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Το επαγωγικό ρεύμα αλλάζει φορά με την ίδια συχνότητα με την οποία ταλαντώνεται η χορδή. Οι μεταβολές αυτές του ηλεκτρικού ρεύματος μεταβιβάζονται σε ένα ενισχυτή και σε ηχεία, στα οποία το ηλεκτρικό ρεύμα μετατρέπεται σε ήχο.

(α) Να αναφερθείτε στον νόμο του Faraday για να εξηγήσετε γιατί επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο.

(3 μονάδες)

για αναφορά ότι η ταλάντωση της χορδής δημιουργεί αυξομείωση/ μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο.	1 μον.
για αναφορά στον νόμο του Faraday σύμφωνα με τον οποίο επάγεται τάση στα άκρα του πηνίου {η οποία αυξομειώνεται/ μεταβάλλεται}.	1 μον.
για αναφορά στο ότι επάγεται ρεύμα επειδή το κύκλωμα είναι κλειστό.	1 μον.

- (β) Το επαγωγικό ρεύμα, αφού ενισχυθεί, θέτει σε ταλάντωση το διάφραγμα του ηχείου. Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο η ταλάντωση του διαφράγματος του ηχείου παράγει τον ήχο και με ποιο τρόπο ο ήχος φτάνει στα αυτιά του ακροατή.

(2 μονάδες)

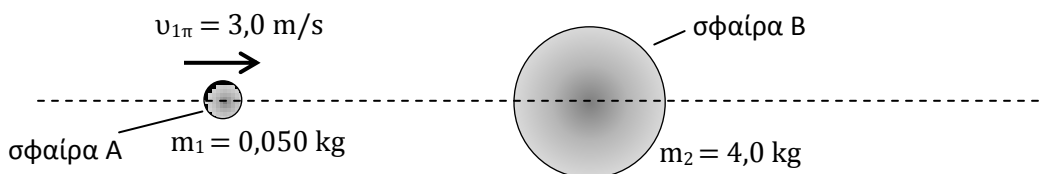
{Μόρια του αέρα κοντά στο διάφραγμα τίθενται σε ταλάντωση με αποτέλεσμα να} δημιουργούνται αυξομειώσεις της ατμοσφαιρικής πίεσης /ή πυκνώματα και αραιώματα των μορίων	1 μον.
Τα κύματα /ή η διαταραχή, διαδίδονται στον αέρα /ή ελαστικό μέσο {με αποτέλεσμα οι αυξομειώσεις της ατμοσφαιρικής πίεσης που δημιουργούνται στο αυτί του ακροατή /ή τα πυκνώματα και αραιώματα του αέρα που φτάνουν στο αυτί, να διεγείρουν το αισθητήριο όργανο της ακοής}.	1 μον.

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

11. Σας ζητείται να μελετήσετε τόσο θεωρητικά, όσο και πειραματικά την κεντρική ελαστική κρούση μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας.

A. Για τη θεωρητική μελέτη δίνεται το πιο κάτω μοντέλο:

Μια μικρή σφαίρα A, μάζας $m_1 = 0,050 \text{ kg}$, συγκρούεται κεντρικά με μια ακίνητη σφαίρα B, μάζας $m_2 = 4,0 \text{ kg}$.



Πριν την κρούση η σφαίρα A κινείται με ταχύτητα $u_{1\pi} = 3,0 \text{ m/s}$ ενώ η σφαίρα B είναι ακίνητη.

Οι ταχύτητες των δύο σφαιρών A και B μετά την κρούση δίνονται αντίστοιχα από τις εξισώσεις

$$v_{1\mu} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_{1\pi}$$

$$v_{2\mu} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_{1\pi}$$

Να χρησιμοποιήσετε τις εξισώσεις και τα δεδομένα που σας δίνονται για να:

- (α) Υπολογίσετε την ταχύτητα της κάθε σφαίρας μετά την κρούση.

(2 μονάδες)

για ορθή αντικατάσταση στη σχέση και ορθό αποτέλεσμα της $u_{1μ}$ $u_{1μ} = [(0,050 - 4,0) / (0,050 + 4,0)] \cdot 3,0 = -2,9 \text{ m/s.}$	1 μον.
για ορθή αντικατάσταση στη σχέση και ορθό αποτέλεσμα της $u_{2μ}$ $u_{2μ} = [2 \cdot 0,050 / (0,050 + 4,0)] \cdot 3,0 = 0,074 \text{ m/s}$	1 μον.

(β) Περιγράψετε την κίνηση των δύο σφαιρών μετά την ελαστική τους κρούση, συγκρίνοντας τις ταχύτητές τους με την αρχική ταχύτητα της σφαίρας Α.

(4 μονάδες)

[σφάλμα στο ερώτημα (α) μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια των μονάδων στο ερώτημα (β)]	
για αναφορά στο ότι η σφαίρα Α κινείται προς τα πίσω /ή αριστερά /ή αρνητικά μετά την κρούση	1 μον.
για αναφορά σε μέτρο της $u_{1μ} \approx$ το μέτρο της $u_{1π}$	1 μον.
για αναφορά στο ότι η σφαίρα Β κινείται προς τα μπροστά /ή δεξιά /ή θετικά μετά την κρούση	1 μον.
για αναφορά σε $u_{2μ} \ll u_{1π}$	1 μον.

Β. Για την πειραματική μελέτη της ελαστικής κρούσης μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας, σας ζητείται να χρησιμοποιήσετε υλικά του εργαστηρίου Φυσικής, για να σχεδιάσετε ένα πείραμα που να προσομοιάζει με το θεωρητικό μοντέλο.

(α) Να σχεδιάσετε την πειραματική διάταξη που θα χρησιμοποιήσετε και να ονομάσετε τα διάφορα μέρη της.

(2 μονάδες)

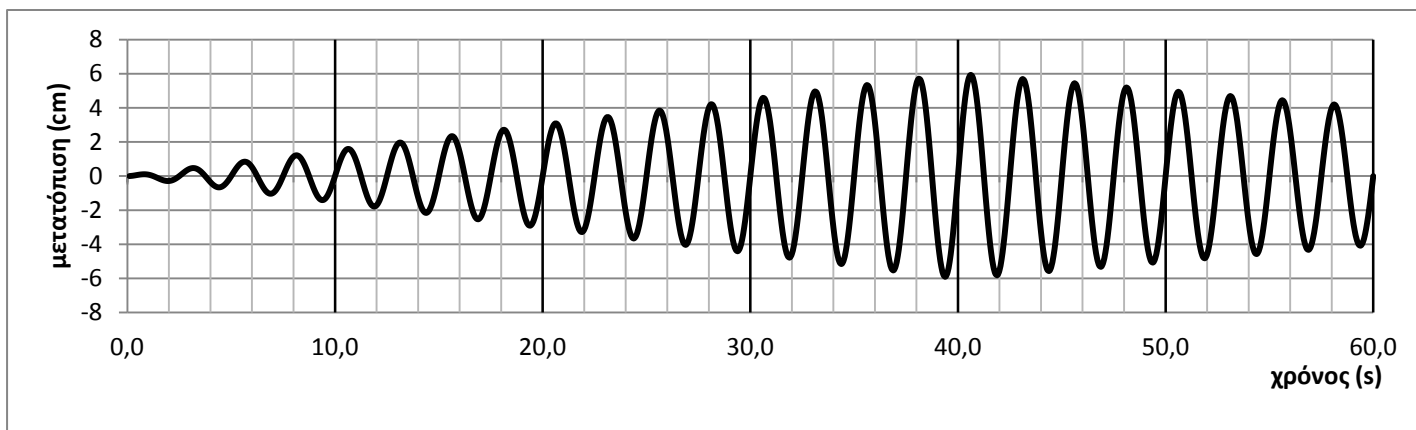
για πλήρη ορθή διάταξη. [για να δοθεί η μονάδα οπωσδήποτε θα πρέπει να φαίνεται πώς επιτυγχάνεται η ελαστική κρούση και ότι οι μάζες των δυο σωμάτων είναι διαφορετικές]	1 μον.
για σωστή ονομασία μερών της διάταξης που σχεδίασε [έστω και αν δεν είναι πλήρης η διάταξη]	1 μον.

(β) Να γράψετε δύο δυσκολίες που θα συναντήσετε, ώστε να πετύχετε πειραματικά την ίδια ακριβώς ελαστική κρούση που μελετήσατε στο πιο πάνω θεωρητικό μοντέλο.

(2 μονάδες)

1 μονάδα για κάθε μια από τις πιο κάτω δυσκολίες. Μέγιστη βαθμολογία 2 μονάδες. δυσκολία να βρεθούν μάζες με λόγο 80/1, ύπαρξη τριβών, δεν επιτυγχάνεται τέλεια ελαστική κρούση, δεν επιτυγχάνεται τέλεια κεντρική κρούση, απουσία τέτοιων σφαιρών στο εργαστήριο, μη μετρήσιμη ταχύτητα του Β σώματος επειδή είναι πολύ μικρή, άλλη σωστή απάντηση	2 μον.
--	----------------------

12. Δύο μαθήτριες μελετούν την ταλάντωση ενός απλού εκκρεμούς. Το εκκρεμές έχει μάζα 4,0 kg. Η μια από τις μαθήτριες φυσά με το στόμα της, περιοδικά και διακεκομμένα, με σταθερή συχνότητα στη μάζα του εκκρεμούς. Το περιοδικό φύσημα διαρκεί για 40 περίπου δευτερόλεπτα. Το εκκρεμές αρχίζει να ταλαντώνεται με το πλάτος του να μεταβάλλεται όπως φαίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.



(α) Να εξηγήσετε γιατί αρχικά το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται και τελικά μειώνεται.

(4 μονάδες)

για αναφορά σε συχνότητα που φυσά ίση ή περίπου ίση με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή /ή {επειδή έχω εξαναγκασμένη ταλάντωση} έχουμε φαινόμενο συντονισμού. [δεν παίρνει μονάδα αν γίνει απλή αναφορά στο φύσημα]	1 μον.
για αναφορά σε συσσώρευση ενέργειας στον ταλαντωτή	1 μον.
για συσχέτιση ενέργειας-πλάτους ταλάντωσης	1 μον.
για αναφορά ότι όταν σταματά να φυσά μειώνεται το πλάτος επειδή υπάρχει απώλεια ενέργειας /ή επειδή η ταλάντωση είναι φθίνουσα, λόγω τριβών ή/και αντίστασης αέρα.	1 μον.

(β) Με βάση τη γραφική παράσταση να:

(i) Υπολογίσετε την περίοδο ταλάντωσης του εκκρεμούς.

(2 μονάδες)

για χρήση του πηλίκου: χρόνος/#ταλαντώσεων [να πάρει τουλάχιστον 2 ταλαντώσεις]	1 μον.
για το ορθό αποτέλεσμα	1 μον.
παράδειγμα: $T = 10/4$ $= 2,5s$	

(ii) Προσδιορίσετε το μέγιστο πλάτος του εκκρεμούς.

(1 μονάδα)

6 cm	1 μον.
------	--------

(iii) Υπολογίσετε τη μέγιστη ενέργεια που αποκτά το εκκρεμές.

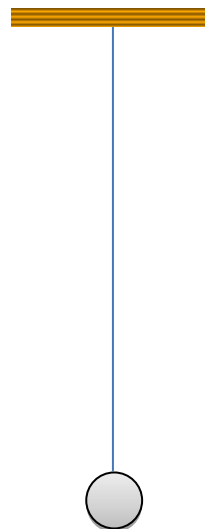
(3 μονάδες)

για ορθή αντικατάσταση και υπολογισμό της κυκλικής συχνότητας	1 μον.
για ορθή αντικατάσταση και υπολογισμό της σταθεράς της ταλάντωσης	1 μον.
για ορθή αντικατάσταση και υπολογισμό της ενέργειας	1 μον.
παράδειγμα: $\omega = 2\pi / 2,5 = 2,51327 \text{ rad/s}$ $D = 4,0 \cdot (2,51327)^2 = 25,266 \text{ N/m}$ $E = \frac{1}{2} \cdot 25,266 \cdot (6 \cdot 10^{-2})^2 = 0,05J \text{ /ή } 0,045J$	

13. Δύο μαθητές επιχειρούν να μετρήσουν την επιτάχυνση της βαρύτητας χρησιμοποιώντας το απλό εκκρεμές του διπλανού σχήματος.

(α) Να σχεδιάσετε το εκκρεμές στο τετράδιό σας και να δείξετε στο σχέδιο ποιο είναι το μήκος του εκκρεμούς που πρέπει να μετρούν οι μαθητές.

(1 μονάδα)



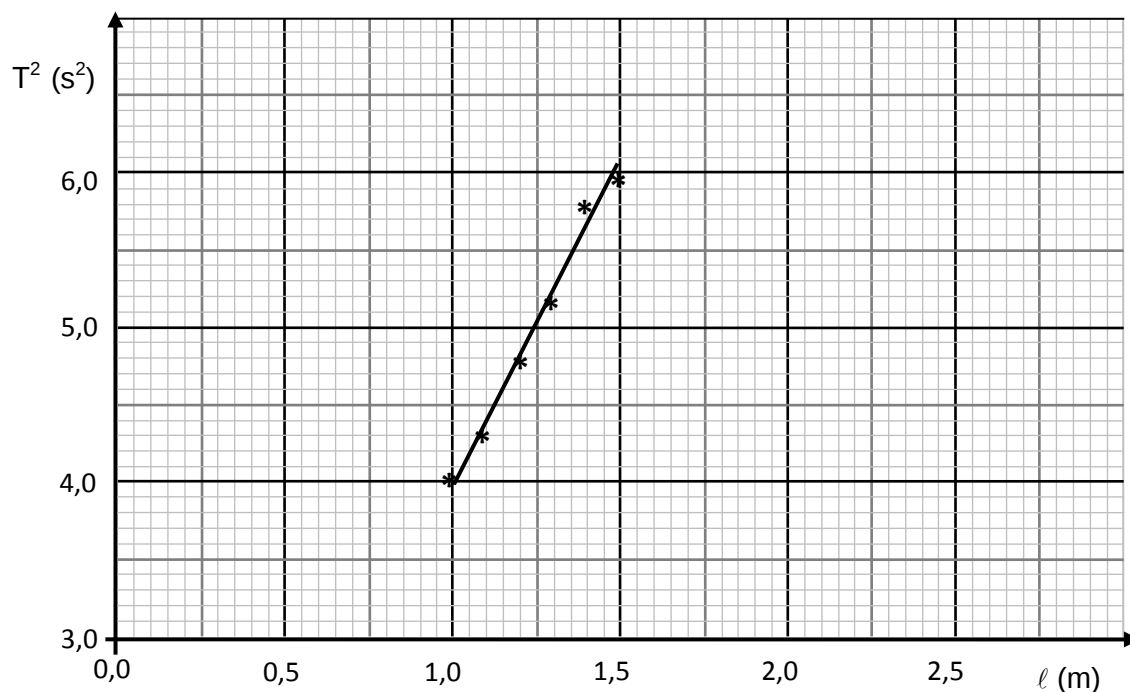
για σωστό σχεδιασμό	1 μον.
---------------------	--------

(β) Ο ένας από τους μαθητές εισηγείται να χρησιμοποιήσουν εκκρεμή με όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μήκος. Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους η εισήγηση αυτή είναι σωστή.

(2 μονάδες)

1 μονάδα για κάθε μια εισήγηση με μέγιστο 2 μονάδες.	2 μον.
παράδειγμα: • μεγάλο το μήκος του εκκρεμούς μικρότερο το επί τοις εκατό σφάλμα • μεγάλο το μήκος του εκκρεμούς μεγάλη περίοδος μικρότερο το επί τοις εκατό σφάλμα • μεγάλο το μήκος του εκκρεμούς ευκολότερη επίτευξη μικρής γωνίας για να είναι η ταλάντωση Α.Α.Τ.	

(γ) Από τις μετρήσεις που πήραν οι μαθητές χάραξαν τη γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου T^2 , σε συνάρτηση με το μήκος ℓ , του εκκρεμούς.



(i) Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης.

(3 μονάδες)

για μεγάλο τρίγωνο [τουλάχιστον το μισό μήκος της ευθείας να αποτελεί την υποτείνουσα του τριγώνου]	1 μον.
για το ότι δείχνει τις τιμές από τη γραφική με λεπτομέρεια	1 μον.
για ορθό αποτέλεσμα [γίνονται δεκτές τιμές από 4,0 μέχρι 4,3 s ² /m]	1 μον.
παράδειγμα: (5,5 – 4,0) / (1,35 – 1,0) = = 4,3 {s ² /m}	

(ii) Από την κλίση να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας.

(2 μονάδες)

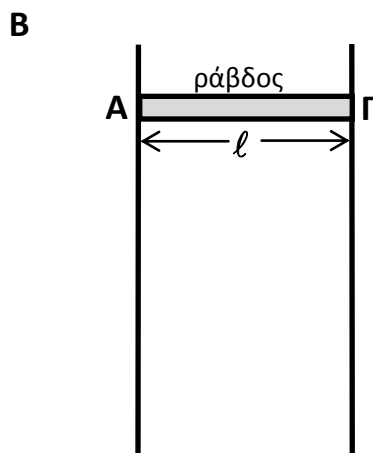
για την επιλογή ότι, κλίση = $4\pi^2/g$	1 μον.
για ορθό αποτέλεσμα	1 μον.
παράδειγμα: $4\pi^2/g = 4,3$ $g = 9,2 \text{ m/s}^2$	

(iii) Να εισηγηθείτε δύο αλλαγές στη χάραξη της γραφικής παράστασης ώστε να επιτευχθεί ακριβέστερος υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

(2 μονάδες)

η κατανομή όπως φαίνεται πιο κάτω με μέγιστο αριθμό μονάδων τις 2.	2 μον.
• για αναφορά σε χάραξη της ευθείας σε μεγαλύτερη περιοχή του τετραγωνισμένου χαρτιού (2 μονάδες) • για αναφορά σε καλύτερη κλίμακα στον άξονα Χ (1 μον.) • για αναφορά σε καλύτερη κλίμακα στον άξονα Υ (1 μον.) • για αναφορά σε χάραξη καλύτερης ευθείας (1 μον.)	

14. Μια μεταλλική ράβδος ΑΓ, μάζας m , μήκους ℓ και ηλεκτρικής αντίστασης R , μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε μεταλλικούς αγωγούς αμελητέας αντίστασης. Οι μεταλλικοί αγωγοί τοποθετούνται κατακόρυφα μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, μαγνητικής επαγωγής B , όπως δείχνει το σχήμα. Η ράβδος αφήνεται ελεύθερη να πέσει κατακόρυφα, χωρίς να χάνει επαφή με τους μεταλλικούς αγωγούς.



Να εκφράσετε τις απαντήσεις σας όπου χρειάζεται, ως συνάρτηση των γνωστών μεγεθών B , m , ℓ , R και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

- (α) Να σχεδιάσετε στο τετράδιό σας τη ράβδο ΑΓ και να δείξετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που τη διαρρέει καθώς αυτή πέφτει.

(1 μονάδα)

για δεξιόστροφη φορά	1 μον.
----------------------	--------

- (β) Να εξηγήσετε τη φορά του ρεύματος που σχεδιάσατε στο ερώτημα (α).

(2 μονάδες)

[αν εξηγήσει το (β) (i) ερώτημα σωστά βαθμολογείται με μια μονάδα και χάνει τη δεύτερη επειδή αναφέρθηκε σε λανθασμένη φορά]	
(i) Το εμβαδόν του πλαισίου μικραίνει άρα και η μαγνητική ροή μέσα από αυτό (1 μονάδα)	2 μον.
(ii) {άρα με βάση τον κανόνα του Lenz} για τη διατήρηση της ροής, το B πρέπει να αυξάνεται προς τα μέσα άρα το ρεύμα πρέπει να είναι	

δεξιόστροφο {με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού}. (1 μονάδα) /ή (i) η μαγνητική δύναμη στα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου είναι προς το άκρο Α /ή πλεόνασμα θετικού φορτίου προς το άκρο Γ (1 μονάδα) (ii) άρα η επαγόμενη τάση δημιουργεί στο {εξωτερικό} κύκλωμα, ρεύμα δεξιόστροφο (1 μονάδα). /ή (i) θα δημιουργείται μαγνητική δύναμη προς τα πάνω ώστε να αντισταθεί στην πτώση της ράβδου. (1 μονάδα) (ii) με τον κανόνα του δεξιού χεριού προκύπτει ότι το ρεύμα είναι δεξιόστροφο. (1 μονάδα).	
--	--

(γ) Να χρησιμοποιήσετε τον νόμο του Faraday για να εξαγάγετε τη σχέση μεταξύ της τάσης που επάγεται στα άκρα της ράβδου και της ταχύτητάς της.

(2 μονάδες)

$E_{\text{επ}} \{= d\Phi/dt = d(BS)/dt\} = B\ell dx/dt$	1 μον.
$=B\ell u$	1 μον.

(δ) Να εξαγάγετε τη σχέση μεταξύ της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και της ταχύτητας της ράβδου.

(2 μονάδες)

$I = E_{\text{επ}}/R$	1 μον.
$I = B\ell u/R$	1 μον.

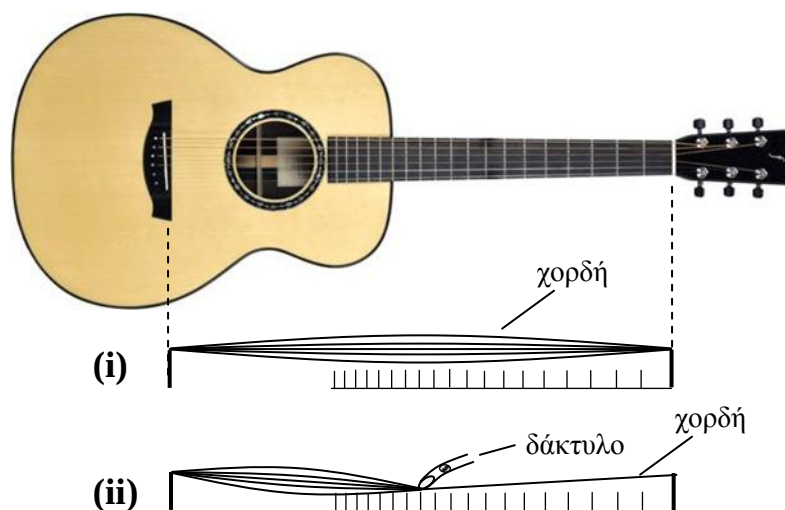
(ε) Η ράβδος καθώς πέφτει αποκτά σταθερή ταχύτητα. Να εξαγάγετε την εξίσωση της ταχύτητας αυτής, ως συνάρτηση των γνωστών μεγεθών της ερώτησης.

(3 μονάδες)

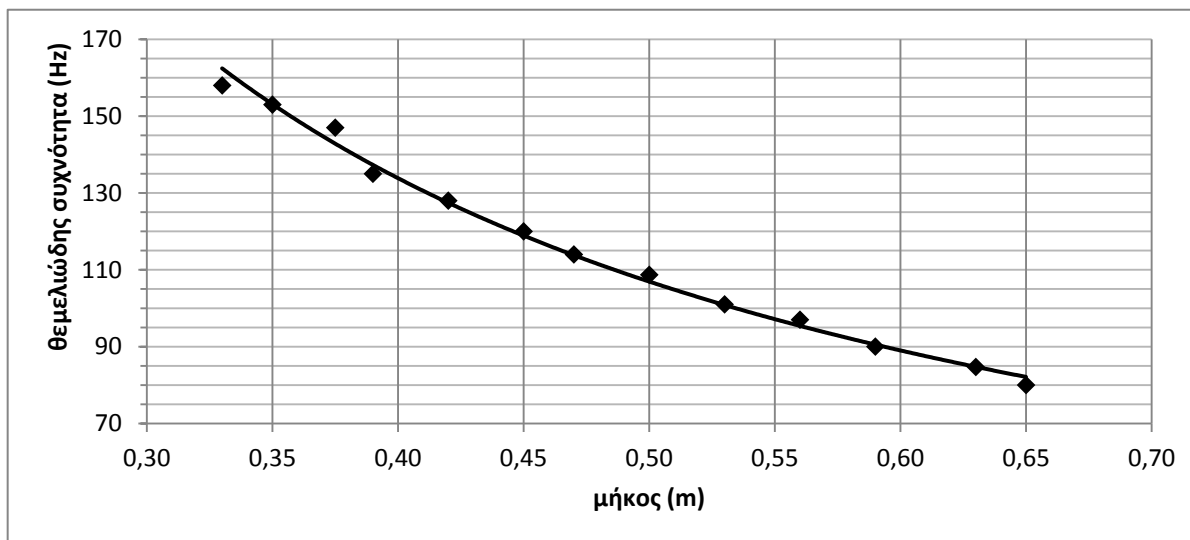
για εξίσωση της δύναμης του βάρους με τη μαγνητική δύναμη. $mg = B\ell I$	1 μον.
--	--------

για σωστή αντικατάσταση του l : $mg = B^2 \ell^2 u/R$	1 μον.
για ορθή εξίσωση $u = m \cdot g \cdot R / B^2 \ell^2$	1 μον.

15. Μια μαθήτρια τραβά με δάκτυλο του δεξιού της χεριού μια χορδή της ακουστικής κιθάρας της. Στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα, όπως φαίνεται στο σχήμα (i). Η μαθήτρια καταγράφει με αισθητήρα ήχου τη θεμελιώδη συχνότητα του ήχου που παράγεται από την ταλάντωση της χορδής. Στη συνέχεια επαναλαμβάνει την ταλάντωση της ίδιας χορδής σε μικρότερο μήκος της, πατώντας την σε διάφορα σημεία της με δάκτυλο του αριστερού χεριού της όπως δείχνει το σχήμα (ii).



Η μαθήτρια χαράσσει τη γραφική παράσταση της θεμελιώδους συχνότητας f_0 του ήχου, σε συνάρτηση με το μήκος L της χορδής που ταλαντώνεται. Η εξίσωση της καμπύλης της γραφικής παράστασης είναι $f_0 = \frac{53,2}{L}$.



(α) Να αποδείξετε ότι η θεμελιώδης συχνότητα του ήχου που παράγεται σε κάθε περίπτωση δίνεται από τη σχέση:

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

όπου v είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή.

(2 μονάδες)

για αναφορά στη συνθήκη $\lambda = 2L$	1 μον.
για χρήση της σχέσης $v = f \cdot \lambda$ και απόδειξη της $f_0 = v/2L$	1 μον.

(β) Να δείξετε ότι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή είναι 106,4 m/s.

(1 μονάδα)

για αντιπαράθεση των δύο εξισώσεων και σωστό αποτέλεσμα	1 μον.
παράδειγμα: $v/2=53,2$ και $v=106,4$ m/s	

(γ) Να υπολογίσετε την τάση της χορδής η οποία έχει γραμμική πυκνότητα $7,4 \times 10^{-3}$ kg/m.

(2 μονάδες)

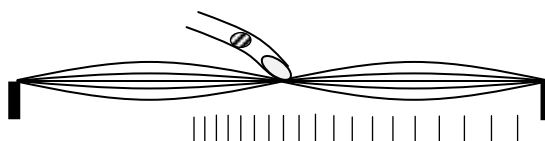
για σωστή αντικατάσταση στη σχέση $u^2 = F/\mu$ $(106,4)^2 = F/(7,4 \times 10^{-3})$	1 μον.
για ορθό αποτέλεσμα $F = 83,8 \text{ N}$	1 μον.

(δ) Να εξηγήσετε γιατί η γραφική παράσταση θα μετατοπιστεί προς τα πάνω σε μεγαλύτερες συχνότητες όταν αυξηθεί η τάση με την οποία τεντώνεται η χορδή.

(2 μονάδες)

για αναφορά στη σχέση της θεμελιώδους συχνότητας και της τάσης της χορδής [είτε με λόγια (η θεμελιώδης συχνότητα είναι ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας της τάσης), είτε με την εξίσωση $f_0 \sim F^{1/2}$]	1 μον.
για το συμπέρασμα ότι όταν αυξάνεται η τάση αυξάνεται και η συχνότητα.	1 μον.

(ε) Τραβώντας την ελεύθερη χορδή και ακουμπώντας την ταυτόχρονα ελαφρά με το δάκτυλο του αριστερού χεριού στο μέσο της, η μαθήτρια τη βλέπει να ταλαντώνεται όπως στο σχήμα.



Να αντλήσετε πληροφορία από τη γραφική παράσταση για να υπολογίσετε τη συχνότητα του ήχου που παράγεται στην περίπτωση αυτή.

(3 μονάδες)

[ένας από τους πιο κάτω τρόπους αποτελεί ορθή απάντηση του ερωτήματος (ε)]		
για επιλογή της ταχύτητας 106,4 m/s από το (α) ερώτημα	(1 μον.)	3 μον.
για επιλογή: μήκος χορδής = λ και από τη γραφική ότι μήκος χορδής = 0,65 m. Άρα $\lambda = 0,65$ m	(1 μον.)	
για ορθό αποτέλεσμα 163,7 Hz.	(1 μον.)	
παράδειγμα: $f = 106,4/0,65$ $= 163,7$ Hz		
από τη γραφική, η θεμελιώδης συχνότητα που αντιστοιχεί στο μήκος 0,65 m της χορδής, είναι ~82 Hz [η επιλογή της συχνότητας από σημείο (π.χ 80 Hz) και όχι από την καμπύλη να θεωρείται σωστή]	(1 μον.)	3 μον.
για αναφορά σε δεύτερη αρμονική, 2x82	(1 μον.)	
για ορθό αποτέλεσμα $f = 164$ Hz	(1 μον.)	
για επιλογή, μήκος χορδής 0,325 m (0,65/2)	(1 μον.)	3 μον.
για αναφορά σε εύρεση από τη γραφική παράσταση της θεμελιώδους συχνότητας που αντιστοιχεί σε μήκος 0,325 m	(1 μον.)	
για ορθό αποτέλεσμα $f \sim 163$ Hz. [η επιλογή της συχνότητας από σημείο (π.χ 158 Hz) και όχι από την καμπύλη να θεωρείται σωστή]	(1 μον.)	