ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2021

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ (38)

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Πέμπτη 10 Ιουνίου 2021
8:00 – 11:00

ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΔΕΚΑΕΞΙ (16) ΣΕΛΙΔΕΣ ΣΥΝΟΔΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΔΥΟ (2) ΣΕΛΙΔΩΝ

Πληροφορίες

- Το δοκίμιο αποτελείται από δύο μέρη, το Μέρος Α΄ και το Μέρος Β΄.
- Το Μέρος Α΄ περιλαμβάνει 10 ερωτήσεις των 5 μονάδων η κάθε μια. Το Μέρος Β΄ περιλαμβάνει 5 ερωτήσεις των 10 μονάδων η κάθε μια.
- Οι συνολικές μονάδες του δοκιμίου είναι 100.
- Ο αριθμός των μονάδων για κάθε ερώτηση ή υποερώτημα φαίνεται στο τέλος της ερώτησης ή του υποερωτήματος σε παρένθεση.
- Επιτρέπεται η χρήση μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.

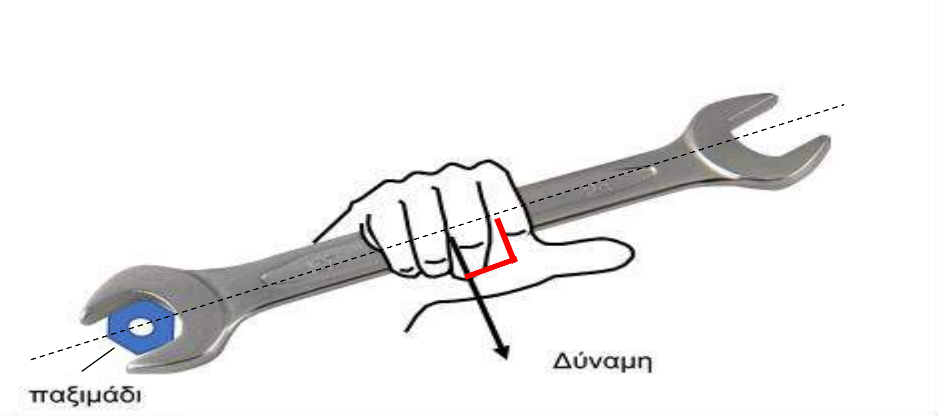
Οδηγίες

- Να απαντήσετε **σε όλες** τις ερωτήσεις.
- Να απαντήσετε τις ερωτήσεις στο τετράδιο απαντήσεων.
- Να διαβάζετε την κάθε ερώτηση προσεχτικά και να σημειώνετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τη σωστή αρίθμησή της.
- Οι απαντήσεις πρέπει να είναι γραμμένες με πένα χρώματος μπλε.
- Οι γραφικές παραστάσεις να σχεδιάζονται στο τετραγωνισμένο χαρτί που υπάρχει στο τέλος του τετραδίου απαντήσεων. Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνονται με μολύβι.
- Να φαίνονται όλα τα στάδια της εργασίας σας σε κάθε ερώτηση. Μπορεί να πιστωθείτε μονάδες έστω και αν η τελική σας απάντηση δεν είναι σωστή.
- Μπορεί να χάσετε μονάδες αν δεν χρησιμοποιείτε τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης στις απαντήσεις σας.

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

<u>Ερώτηση 1</u>

(α) Σε ένα γαλλικό κλειδί ασκείται δύναμη, κάθετα στο κλειδί, για να βιδωθεί το παξιμάδι (βίδα), όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.



Να εισηγηθείτε δύο τρόπους με τους οποίους θα μπορούσε να αυξηθεί το μέτρο της ροπής της δύναμης, ως προς το κέντρο της βίδας.

(μονάδες 2)

(β) Ένας τροχός αυτοκινήτου συγκρατείται στη θέση του από τέσσερις βίδες. Η κάθε βίδα τοποθετήθηκε από ένα μηχάνημα το οποίο την έσφιξε με ροπή μέτρου $3{,}00 \times 10^2$ N m.

Η πιο κάτω φωτογραφία δείχνει τον οριζόντιο μοχλό μήκους 30,0 cm που χρησιμοποιήθηκε για να ξεβιδωθούν οι βίδες από τον τροχό.

Θεωρώντας ότι χρειάζεται, επίσης, ροπή μέτρου $3{,}00 \times 10^2$ N m για να ξεβιδωθεί η κάθε βίδα, να δείξετε (με υπολογισμό) κατά πόσο το βάρος ενός ατόμου μάζας 90,0 kg το οποίο στέκεται ακίνητο στο άκρο του μοχλού χωρίς να αναπηδά, είναι αρκετό ή όχι για να ξεβιδώσει τη βίδα.

(μονάδες 3)

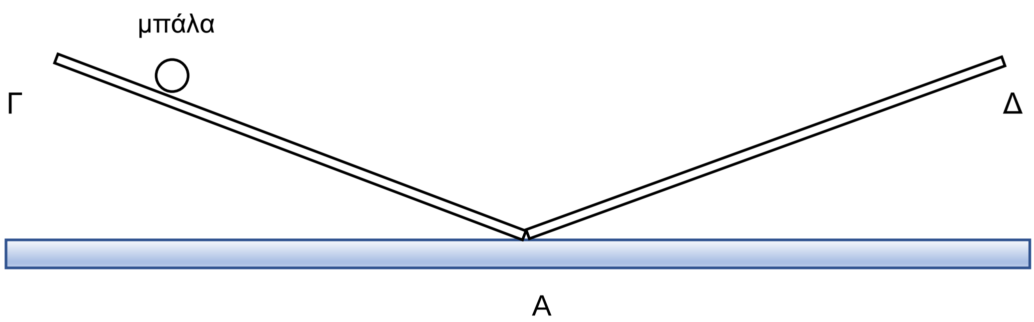
Ερώτηση 2

(α) Να εξηγήσετε ποια είναι η διαφορά:

i. ανάμεσα σε μία ταλάντωση και μία γενική περιοδική κίνηση.
ii. ανάμεσα σε μία απλή αρμονική ταλάντωση και μία γενική ταλάντωση.

(μονάδες 2)

(β) Δύο λεία κεκλιμένα επίπεδα ΓΑ και ΔΑ έχουν την ίδια σταθερή κλίση σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συναντώνται στο κατώτερο άκρο τους (σημείο Α) όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.

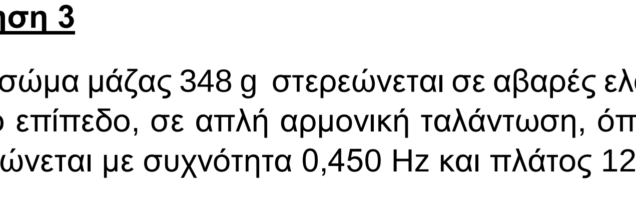


Μία μικρή μπάλα αφήνεται από την ηρεμία από κάποιο σημείο του επιπέδου ΓΑ και μετά ανεβαίνει στο επίπεδο ΔΑ. Μετά κατεβαίνει από το επίπεδο ΔΑ και ανεβαίνει στο επίπεδο ΓΑ στο αρχικό της ύψος. Η κίνηση επαναλαμβάνεται από μόνη της.
Να εξηγήσετε αν η κίνηση της μπάλας είναι απλή αρμονική ταλάντωση.

(μονάδες 3)

Ερώτηση 3

Μικρό σώμα μάζας 348 g στερεώνεται σε αβαρές ελατήριο και ταλαντώνεται οριζόντια, σε λείο επίπεδο, σε απλή αρμονική ταλάντωση, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σώμα ταλαντώνεται με συχνότητα 0,450 Hz και πλάτος 12,0 cm.



(α) Να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια του σώματος.

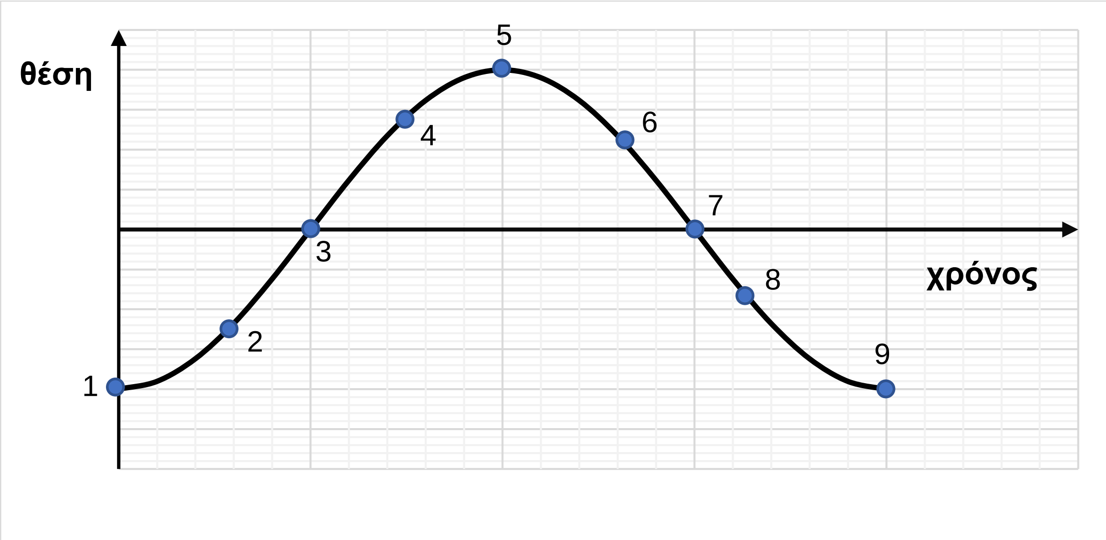
(μονάδες 3)

(β) Σε δύο θέσεις της ταλάντωσης του σώματος, η κινητική του ενέργεια είναι ίση με την δυναμική ενέργεια του συστήματος σώματος - ελατηρίου. Να υπολογίσετε το μέτρο της μετατόπισης του σώματος από τη θέση ισορροπίας όταν συμβαίνει αυτό.

(μονάδες 2)

Ερώτηση 4

Το πιο κάτω σχήμα απεικονίζει το γράφημα θέσης – χρόνου ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή.



Να επιλέξετε ένα σημείο από τα σημεία 1 έως 9, στο οποίο:

(α) Η επιτάχυνση του ταλαντωτή είναι αρνητική και το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται.

(β) Η ταχύτητα του ταλαντωτή είναι αρνητική και το μέτρο της ελαττώνεται.

(γ) Η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας γίνεται ελάχιστη.

(δ) Η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης γίνεται μέγιστη.

(ε) Να επιλέξετε δύο σημεία, μεταξύ των οποίων η μέση διανυσματική ταχύτητα είναι μηδενική και η μέση διανυσματική επιτάχυνση είναι αρνητική.

(μονάδες 5)

Ερώτηση 5

Οι πιο κάτω προτάσεις αναφέρονται στα κύματα. Να σημειώσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τη λέξη «ΟΡΘΟ» για κάθε πρόταση η οποία είναι σωστή και τη λέξη «ΛΑΘΟΣ» για κάθε πρόταση η οποία είναι λανθασμένη.

(α) Το φαινόμενο της περίθλασης εξαρτάται μόνο από το μέγεθος της οπής ή του εμποδίου.

(β) Σε ένα στάσιμο κύμα όλα τα σημεία, μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών, διέρχονται ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας.

(γ) Τα ηχητικά κύματα που δημιουργούνται όταν κατά μήκος μιας χορδής διαδίδεται ένα εγκάρσιο κύμα, είναι εγκάρσια.

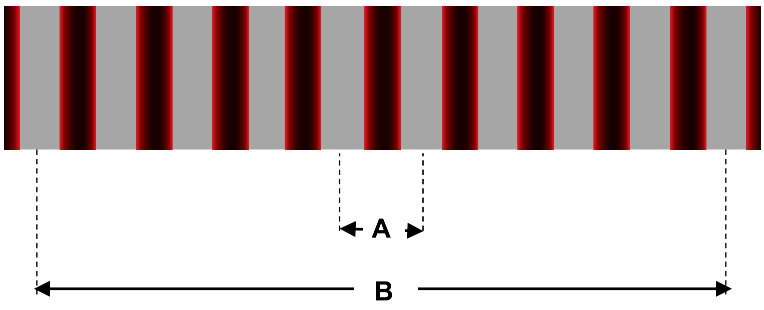
(δ) Για δύο σημεία 1 και 2 των οποίων οι θέσεις διαφέρουν κατά $x_1 - x_2 = -\lambda/2$, σε ένα τρέχον αρμονικό κύμα με περίοδο Τ και μήκος κύματος λ που διαδίδεται κατά την αρνητική κατεύθυνση **–** Οx, το σημείο 1 έχει μεγαλύτερη φάση.

(ε) Ο ήχος διαδίδεται μόνο στον αέρα, αλλά δεν διαδίδεται σε υγρά ή στερεά σώματα.

(μονάδες 5)

Ερώτηση 6

Δύο μαθητές πραγματοποίησαν πείραμα με δύο σχισμές για να καθορίσουν το μήκος κύματος ερυθρού φωτός που παράγεται από συσκευή laser. Η απόσταση μεταξύ των σχισμών ήταν $\alpha = 1{,}2 \times 10^{-4}$ m. Το πιο κάτω διάγραμμα δείχνει τη μορφή του μοτίβου το οποίο δημιουργήθηκε σε οθόνη, η οποία τοποθετήθηκε σε απόσταση D = 1,9 m από τις σχισμές.



Όταν προσδιόριζαν την απόσταση μεταξύ των κέντρων των φωτεινών κροσσών, ο ένας μαθητής μέτρησε την απόσταση Α και τη βρήκε ότι ήταν 11 mm.
Ο άλλος μαθητής μέτρησε την απόσταση Β και βρήκε ότι ήταν 91 mm.

(α) Να εξηγήσετε γιατί πειραματικά είναι πιο ενδεδειγμένη η μέτρηση της απόστασης Β από ότι η μέτρηση της απόστασης Α, για τους στόχους του πειράματος.

(μονάδα 1)

(β) Για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών χρησιμοποιήθηκε η απόσταση B.

i. Να δείξετε ότι το αποτέλεσμα ήταν: $\Delta x = 1{,}0 \times 10^{-2}$ m.

ii. Να καθορίσετε το μήκος κύματος του φωτός που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα.

(μονάδες 3)

(γ) Να αναφέρετε τι θα παρατηρηθεί στις αποστάσεις μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών αν αντικαταστήσουμε το ερυθρό φως της συσκευής laser με ιώδες.

(μονάδα 1)

<u>Ερώτηση 7</u>

Ένας κουβάς μάζας m είναι αναρτημένος πάνω από πηγάδι μέσω ενός σχοινιού αμελητέας μάζας, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα (όχι υπό κλίμακα). Το σχοινί είναι τυλιγμένο γύρω από κύλινδρο μάζας M και ακτίνας R. Το σχοινί δεν ολισθαίνει ως προς τον κύλινδρο. Η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου γύρω από τον οριζόντιο άξονα περιστροφής του είναι $\mathrm{I} = \frac{1}{2}\mathrm{MR}^2$.

(α) Να διατυπώσετε τον γενικευμένο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για την περιστροφική κίνηση στερεού σώματος.

(μονάδα 1)

(β) Ο κουβάς αφήνεται από την ηρεμία. Οι δυνάμεις αντίστασης είναι αμελητέες.
Το μέτρο της επιτάχυνσης του κουβά δίνεται από τη σχέση:

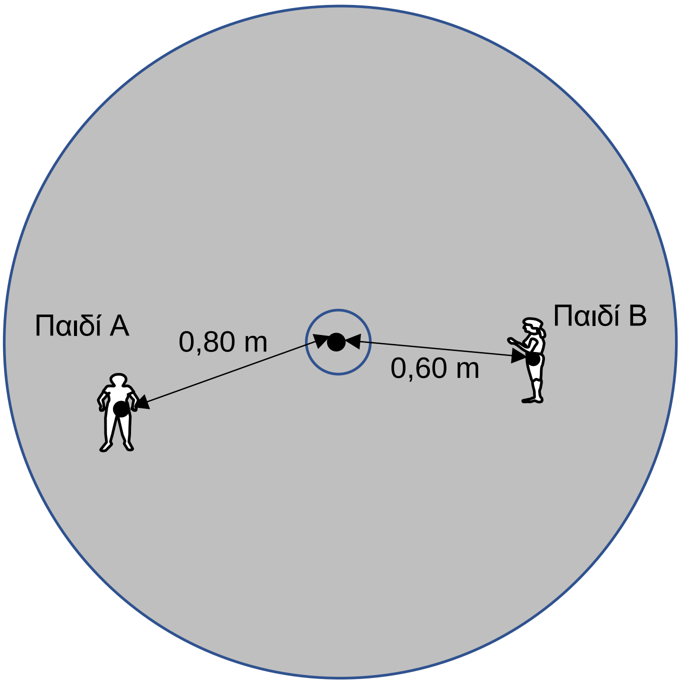
$$\alpha = \frac{mg}{m + \frac{M}{2}}$$

Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής του κυλίνδρου, αν η μάζα του κουβά είναι m = 2,4 kg, η μάζα του κυλίνδρου είναι M = 36 kg και η ακτίνα του κυλίνδρου είναι R = 0,20 m.

(μονάδες 4)

Ερώτηση 8

Περιστρεφόμενη παιδική πλατφόρμα έχει ροπή αδράνειας ως προς τον κατακόρυφο άξονα περιστροφής της 94 $kg\,m^2$. Δύο παιδιά Α και Β στέκονται στην πλατφόρμα η οποία περιστρέφεται ελεύθερα, χωρίς τριβές, με 36 στροφές το λεπτό. Τα παιδιά μπορούν να θεωρηθούν σημειακές μάζες με τιμές $m_A = 40$ kg και $m_B = 30$ kg αντίστοιχα. Οι αποστάσεις του κάθε παιδιού από τον άξονα περιστροφής είναι $R_A = 0{,}80$ m και $R_B = 0{,}60$ m αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. (Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα).



(α) Να υπολογίσετε τη συνολική ροπή αδράνειας του συστήματος πλατφόρμας και παιδιών γύρω από τον άξονα περιστροφής.

(μονάδες 2)

(β) Τα παιδιά μετακινούνται προς το κέντρο της πλατφόρμας έτσι ώστε να απέχουν και τα δύο απόσταση 0,30 m από τον άξονα περιστροφής. Αυτό έχει ως συνέπεια να αλλάξει η συνολική ροπή αδράνειας του συστήματος σε 100 $kg\,m^2$.

i. Το άθροισμα των ροπών των εξωτερικών δυνάμεων κατά μήκος του άξονα είναι μηδέν. Να εξηγήσετε γιατί αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας καθώς τα παιδιά μετακινούνται προς τον άξονα περιστροφής.

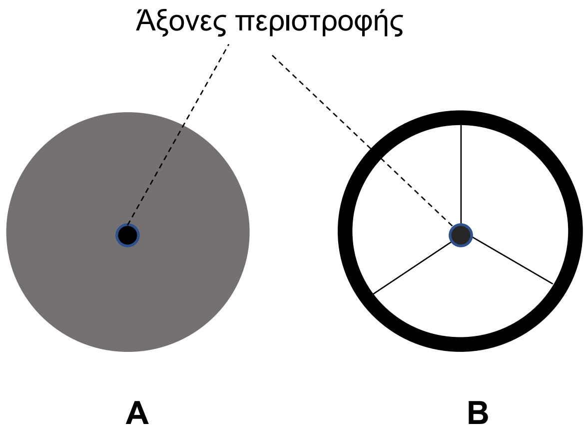
(μονάδα 1)

ii. Να υπολογίσετε τη νέα γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας.

(μονάδες 2)

<u>Ερώτηση 9</u>

(α) Τα στερεά σώματα του πιο κάτω σχήματος έχουν την ίδια μάζα και περιστρέφονται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο τους, κάθετο στο επίπεδο τους, με την ίδια σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$. Τα σώματα Α και Β έχουν την ίδια ακτίνα R, αλλά στο Β η μάζα είναι κατανεμημένη στην περιφέρειά του ενώ στο Α είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη σ' όλη την έκτασή του.



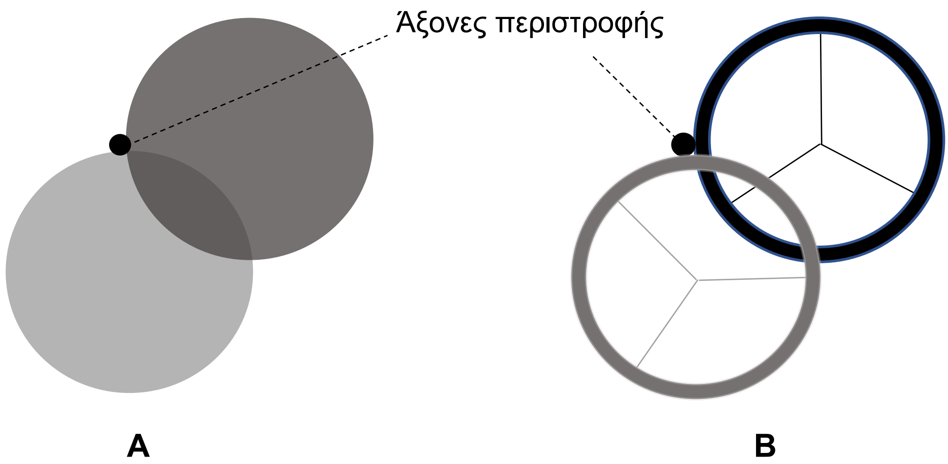
i. Να εξηγήσετε ποιο σώμα έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής τους.

(μονάδα 1)

ii. Να εξηγήσετε ποιο σώμα έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

(μονάδες 2)

(β) Θεωρούμε τώρα ότι τα σώματα Α και Β κρατούνται αρχικά ακίνητα. Όταν αφεθούν περιστρέφονται γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που βρίσκεται στο ένα άκρο της οριζόντιας διαμέτρου τους, κάθετο στο επίπεδο τους, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Τα δύο σώματα αφήνονται ελεύθερα.

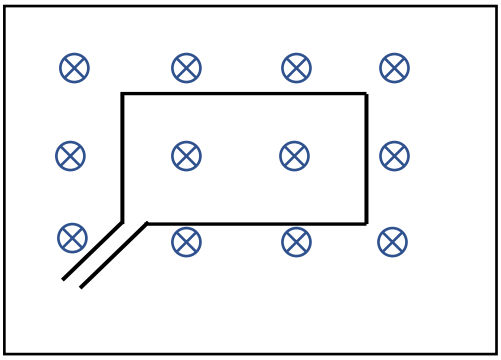


Να συγκρίνετε τις κινητικές ενέργειες των δύο σωμάτων όταν φτάνουν στο χαμηλότερο σημείο της τροχιάς τους. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

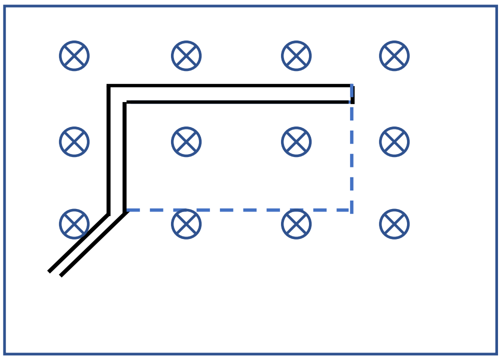
(μονάδες 2)

Ερώτηση 10

Ένας ορθογώνιος συρμάτινος βρόχος με πλευρές 0,20 m και 0,35 m βρίσκεται μέσα σε ομογενές και σταθερό μαγνητικό πεδίο, με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Το μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο 0,65 T. Σε χρονικό διάστημα 0,18 s, ο βρόχος παραμορφώνεται όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Το εμβαδόν του βρόχου στο σχήμα 2 θεωρείται αμελητέο.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

(α) Να εξηγήσετε γιατί εμφανίζεται επαγωγική τάση στον βρόχο, στο χρονικό διάστημα των 0,18 s κατά το οποίο παραμορφώνεται ο βρόχος.

(μονάδες 3)

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης επαγωγικής τάσης.

(μονάδες 2)

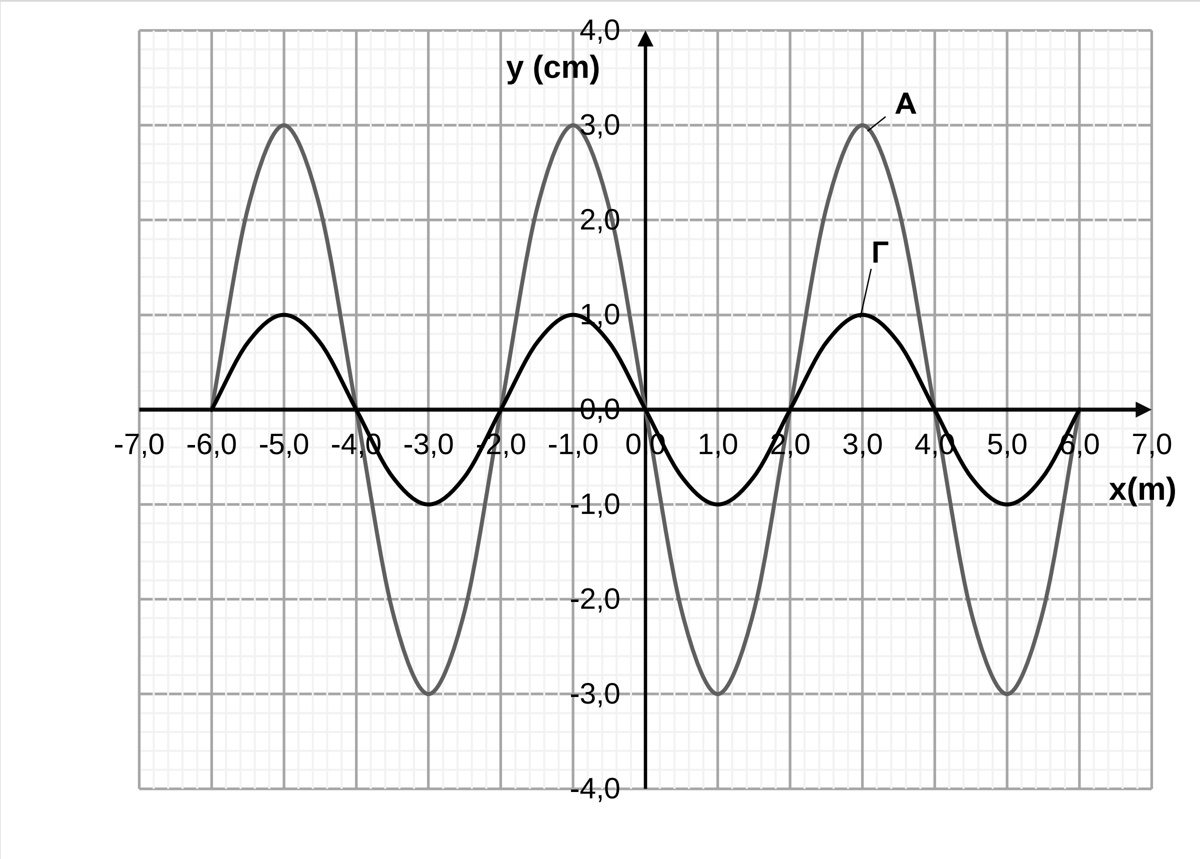
ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄

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

<u>Ερώτηση 11</u>

Δύο τρέχοντα αρμονικά κύματα Α και Β, της ίδιας συχνότητας, κινούνται σε αντίθετη κατεύθυνση σε ένα ελαστικό μέσο. Τα δύο κύματα συναντώνται και συμβάλλουν. Το αποτέλεσμα της συμβολής τους είναι η διαταραχή Γ.

Στο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο του τρέχοντος κύματος Α και της διαταραχής Γ, στην περιοχή -6 m ≤ x ≤ +6 m. Το στιγμιότυπο του κύματος Β <u>δε φαίνεται</u> στο σχήμα.



(α) Να διατυπώσετε την αρχή της υπέρθεσης παλμών.

(μονάδες 2)

(β) Με τη βοήθεια του σχήματος να υπολογίσετε το πλάτος του τρέχοντος κύματος Β.

(μονάδες 2)

(γ) Να σχεδιάσετε, στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου σας, σε βαθμολογημένους άξονες, το στιγμιότυπο του τρέχοντος κύματος Β την ίδια χρονική στιγμή που δείχνει το πιο πάνω σχήμα, στην περιοχή -6 m ≤ x ≤ +6 m.

(μονάδες 2)

(δ) Είναι δυνατόν, εξ αιτίας της συμβολής των κυμάτων Α και Β, να δημιουργούνται στο ελαστικό μέσο δεσμοί στάσιμου κύματος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(μονάδες 2)

(ε) Εάν η συχνότητα των κυμάτων είναι f = 2,0 Hz, να γράψετε την εξίσωση του τρέχοντος κύματος Α, θεωρώντας ότι το κύμα Α διαδίδεται προς τα αριστερά και έχει δημιουργηθεί στο μακρινό παρελθόν.

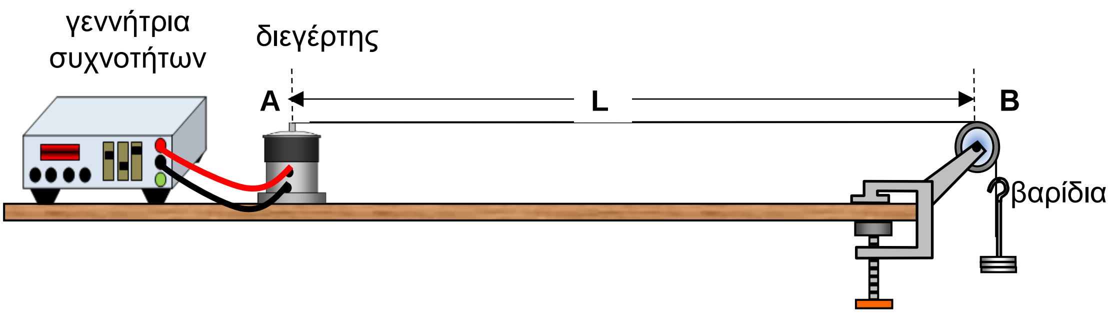
(μονάδες 2)

<u>Ερώτηση 12</u>

Α. Να γράψετε πώς επηρεάζεται η ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος ενός τρέχοντος αρμονικού κύματος σε μία χορδή μεγάλου μήκους, εάν διπλασιάσουμε τη συχνότητα.

(μονάδες 2)

Β. Το ένα άκρο Α μιας ελαστικής χορδής είναι στερεωμένο σε διεγέρτη. Το άλλο άκρο της χορδής περνά από μια τροχαλία και είναι συνδεδεμένο σε βαρίδια μάζας m τα οποία εξασκούν μια τείνουσα δύναμη $\vec{T}$ στο νήμα. Το μέρος της χορδής μεταξύ του σημείου Α και του σημείου Β στην κορυφή της τροχαλίας έχει μήκος L. Τα σημεία Α και Β θεωρούνται ως δεσμοί.
Στη χορδή δημιουργούνται στάσιμα κύματα για ορισμένες συχνότητες.



(α) Να δείξετε ότι η μάζα m των βαριδίων σχετίζεται με τη συχνότητα f για την οποία παρατηρούνται στάσιμα κύματα, με βάση τη σχέση

$$m = \frac{4L^2\mu}{\nu^2 g}\, f^2$$

όπου ν είναι ο αριθμός των κοιλιών μεταξύ των σημείων Α και Β και μ είναι η γραμμική πυκνότητα της χορδής.

(μονάδες 3)

(β) Σε ένα πείραμα, το μήκος της χορδής είναι L = 1,20 m και η μάζα της χορδής ανάμεσα στα σημεία Α και Β είναι 1,92 g.
Σε συχνότητα f = 80,0 Hz παρατηρείται στάσιμο κύμα με τέσσερις (4) κοιλίες.

i. Να υπολογίσετε τη μάζα m των βαριδίων που απαιτείται για να έχουμε αυτόν τον αριθμό κοιλιών.

(μονάδες 2)

ii. Να υπολογίσετε τη θεμελιώδη συχνότητα για την οποία παρατηρείται στάσιμο κύμα στη χορδή.

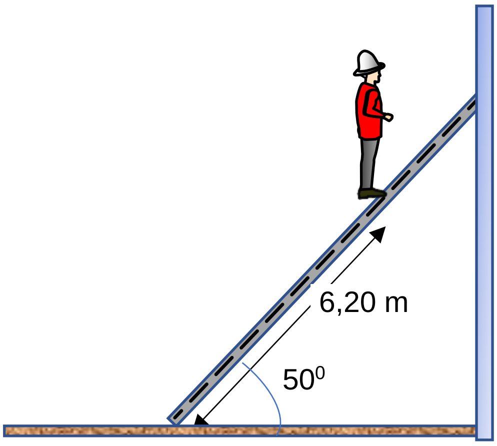
(μονάδα 1)

iii. Να εξηγήσετε εάν θα παρατηρηθεί ή όχι δημιουργία στάσιμου κύματος στη χορδή στη συχνότητα f = 80,0 Hz, όταν η μάζα m των βαριδίων είναι ίση με 0,44 kg.

(μονάδες 2)

Ερώτηση 13

Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται μία σκάλα μήκους 8,00 m και βάρους 345 N, η οποία εφάπτεται με ένα τραχύ πάτωμα και έναν λείο κατακόρυφο τοίχο. Η σκάλα σχηματίζει με το οριζόντιο πάτωμα γωνία 50^0. Ένας πυροσβέστης το βάρος του οποίου είναι 865 N, στέκεται πάνω στη σκάλα σε απόσταση 6,20 m από τη βάση της. Θεωρούμε ότι το βάρος της σκάλας εξασκείται στο κέντρο της.



(α) Να διατυπώσετε τις συνθήκες ισορροπίας στερεού σώματος

(μονάδες 2)

(β) Να αντιγράψετε το σχήμα στο τετράδιό σας και να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στη σκάλα.

(μονάδα 1)

(γ) Να υπολογίσετε τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούν ο τοίχος και το πάτωμα στη σκάλα.

(μονάδες 4)

(δ) Να βρείτε τη γωνία που σχηματίζει με το οριζόντιο πάτωμα η δύναμη που ασκεί το πάτωμα στη σκάλα.

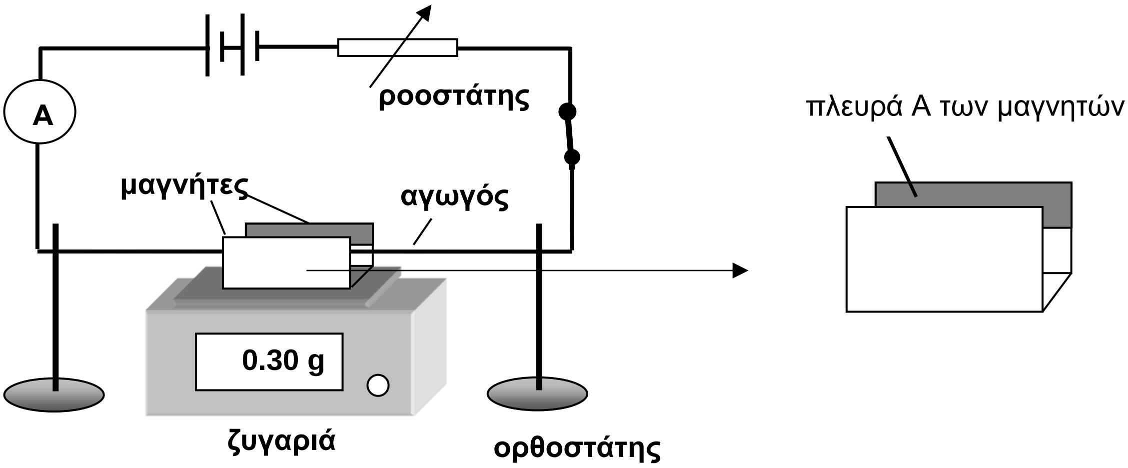
(μονάδες 2)

(ε) Να εξηγήσετε, χωρίς να κάνετε υπολογισμούς, ότι η σκάλα δεν θα μπορούσε να ισορροπήσει αν ήταν λείο και το πάτωμα.

(μονάδα 1)

Ερώτηση 14

Ομάδα μαθητών ήθελε να καθορίσει πειραματικά την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από μια διάταξη μαγνητών. Στο πείραμά τους τοποθέτησαν έναν ευθύγραμμο οριζόντιο αγωγό ανάμεσα στους αντίθετους πόλους των μαγνητών όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.
Το μήκος του τμήματος του αγωγού που βρισκόταν κάθετα μέσα στο μαγνητικό πεδίο ήταν 20,0 cm και διαρρεόταν από ρεύμα το οποίο ρυθμιζόταν από ροοστάτη.
Η ένδειξη της ζυγαριάς μηδενίζεται όταν ο αγωγός δεν διαρρέεται από ρεύμα.



(α) Όταν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα ασκείται μια δύναμη στη διάταξη των μαγνητών, κατακόρυφα προς τα κάτω, το μέτρο της οποίας υπολογίζεται από τις τιμές που κατέγραφε η ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας. Να καθορίσετε την πολικότητα των μαγνητών στην πλευρά Α της διάταξης (σχήμα διάταξης μαγνητών σε μεγέθυνση). Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

(μονάδες 2)

(β) Τα πειραματικά αποτελέσματα των μαθητών φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα:

Ένταση ρεύματος (A)	**Ένδειξη Ζυγαριάς (g)**	**Δύναμη (N)**
0,00	0,00	0,0
0,94	0,31	
1,81	0,70	$6,9 \times 10^{-3}$
2,67	0,90	
3,66	1,30	$1,27 \times 10^{-2}$

i. Να αντιγράψετε την τελευταία στήλη του πίνακα στο τετράδιο σας και να συμπληρώσετε τις τιμές που λείπουν, εκφρασμένες με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(μονάδες 2)

ii. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση του μέτρου της δύναμης που ασκείται στον αγωγό σε σχέση με την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει, στο τετραγωνισμένο χαρτί.

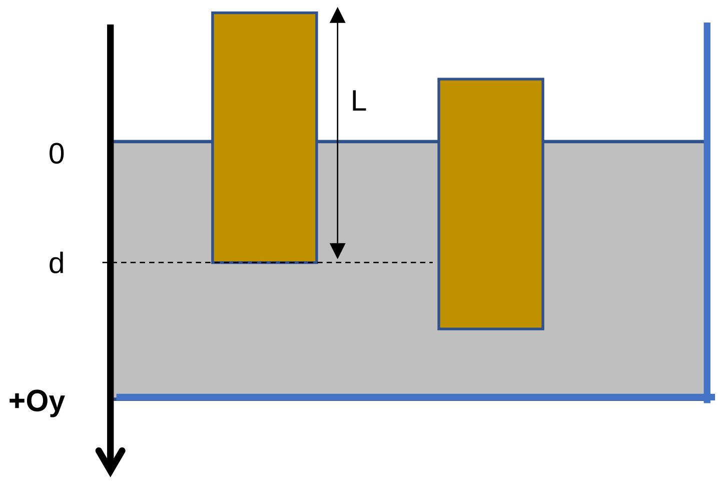
(μονάδες 3)

iii. Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης και χρησιμοποιώντας την, να καθορίσετε την πειραματική τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

(μονάδες 3)

Ερώτηση 15

Στο πιο κάτω σχήμα απεικονίζεται ένα ομογενές ξύλινο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο σώμα με εμβαδόν βάσης S, συνολικό ύψος L, μάζα m και πυκνότητα ρ_ξ. Το σώμα είναι μερικώς βυθισμένο σε υγρό πυκνότητας $\rho_\upsilon > \rho_\xi$ και ισορροπεί. Η κάτω βάση του σώματος βρίσκεται στη θέση y = d, όταν ισορροπεί. Μετατοπίζουμε το σώμα κατακόρυφα, έτσι ώστε η κάτω βάση να βρεθεί στη νέα θέση y > d και το αφήνουμε ελεύθερο. Θεωρούμε ότι η μεταβολή στο ύψος της στάθμης του υγρού λόγω της κατακόρυφης μετατόπισης του σώματος είναι αμελητέα.
Το σώμα εκτελεί ταλαντώσεις κατακόρυφα μέσα στο υγρό.



Η θεωρία μας υποδεικνύει ότι η επιτάχυνση α του σώματος δίνεται από τη σχέση

$$\alpha = -\frac{S\rho_\upsilon g}{m}(y-d)$$

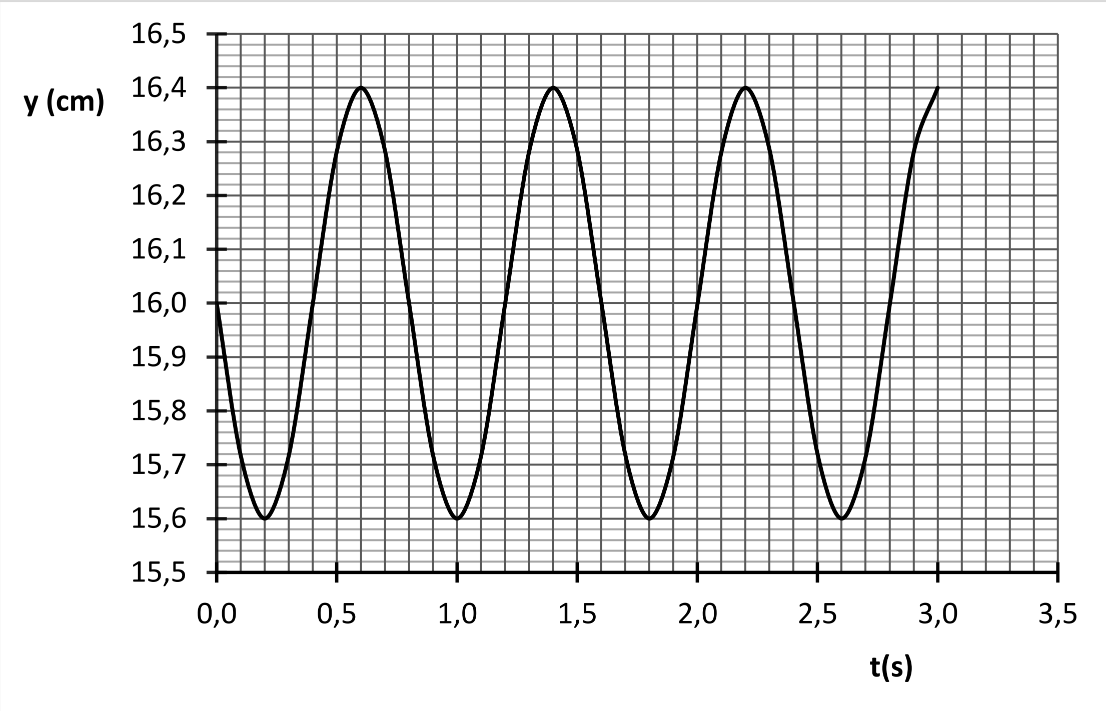
(α) Να εξηγήσετε πώς μπορούμε να συμπεράνουμε από την πιο πάνω σχέση ότι το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

(μονάδες 2)

(β) Το ξύλινο σώμα έχει εμβαδό βάσης 55 cm^2 , και επιπλέει σε υγρό πυκνότητας $1{,}3 \times 10^3$ $kg\,m^{-3}$.
Να υπολογίσετε τη μάζα του ξύλινου σώματος ώστε το σώμα να ταλαντώνεται με συχνότητα 2,0 Hz.

(μονάδες 3)

(γ) Για ένα άλλο παρόμοιο σώμα η μεταβολή της θέσης της κάτω βάσης του σώματος y σε σχέση με τον χρόνο t φαίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.
Για την τιμή d = 16 cm το σώμα ισορροπεί.



i. Να προσδιορίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

(μονάδα 1)

ii. Να προσδιορίσετε την περίοδο της ταλάντωσης.

(μονάδα 1)

iii. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του σώματος στο σημείο όπου η βάση του είναι στη θέση y = 16,2 cm.

(μονάδες 2)

iv. Να αναφέρετε μια άλλη θέση y όπου το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης είναι ίσο με εκείνο που υπολογίσατε στο υποερώτημα (iii).

(μονάδα 1)

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ	
Σταθερές	
Επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης	$g = 9{,}81 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3{,}00 \times 10^8 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$
Φορτίο του πρωτονίου	$q_p = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$
Μάζα του ηλεκτρονίου	$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$
Μάζα του πρωτονίου	$m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
Μάζα του νετρονίου	$m_n = 1{,}67 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
Γενικές Σχέσεις	
Κυκλική συχνότητα – γωνιακή ταχύτητα	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
Σχέση μέτρων γραμμικής - γωνιακής ταχύτητας στην ΟΚΚ	$\upsilon = \omega R$
Κεντρομόλος επιτάχυνση της ομαλής κυκλικής κίνησης	$\lvert\vec{\alpha}_\kappa\rvert = \omega^2 R = \frac{\upsilon^2}{R}$
Ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου	$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	$I = \frac{\lvert\Delta q\rvert}{\Delta t}$
Αντίσταση αγωγού	$R = \frac{\Delta V}{I}$
Ηλεκτρική ισχύς	$P = I\Delta V$
Μηχανική Στερεού Σώματος	
Ροπή δύναμης ως προς σημείο	$\lvert\vec{M}\rvert = \lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{F}\rvert \eta\mu\theta$
Ροπή αδράνειας υλικού σημείου	$I = mr^2$
Ροπή αδράνειας στερεού σώματος ως προς άξονα περιστροφής	$I = \sum_{\mathrm{k}} m_{\mathrm{k}} r_{\mathrm{k}}^2$
Περιστροφική κινητική ενέργεια σώματος	$E_{\kappa\iota\nu\ \pi\varepsilon\rho} = \frac{1}{2} I\omega^2$
Στροφορμή σημειακού σωματιδίου ως προς το σημείο Ο	$\lvert\vec{L}\rvert = \lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{p}\rvert \eta\mu\theta = m\lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{v}\rvert \eta\mu\theta$
Στροφορμή σημειακού σωματιδίου σε κυκλική τροχιά	$\lvert\vec{L}\rvert = m\lvert\vec{r}\rvert\lvert\vec{v}\rvert = mR^2\omega, \quad L = I\omega$
Ταλαντώσεις	
Νόμος του Hooke	$\vec{F}_{\varepsilon\lambda} = -k\vec{x}$
Σχέση ταχύτητας – θέσης	$\upsilon = \pm\omega\sqrt{y_0^2 - y^2}$
Σχέση επιτάχυνσης – θέσης	$\alpha = -\omega^2 y$
Σταθερά της ΑΑΤ	$D = m\omega^2$

Δυναμική ενέργεια σώματος – οριζόντιου ελατηρίου (για ΘΙ $x = 0$)	$U_{ελ} = \frac{1}{2}kx^2$
Κύματα	
Ταχύτητα διάδοσης κύματος	$\upsilon = \lambda f$
Εξίσωση τρέχοντος αρμονικού κύματος	$y = y_0 ημ\left[2π\left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}\right)\right]$
Απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κροσσών συμβολής	$\Delta x = \frac{\lambda D}{\alpha}$
Ένταση σφαιρικού κύματος ως συνάρτηση της απόστασης από την πηγή	$I = \frac{P_0}{4\pi r^2}$
Επίπεδο έντασης ήχου	$\beta = 10\log(\frac{I}{I_o})$
Ισχύς αρμονικού κύματος σε χορδή	$P = \frac{1}{2}\mu\upsilon\omega^2 y_o^2$
Ένταση αρμονικού κύμα στον αέρα	$I = \frac{1}{2}\rho\upsilon\omega^2 y_o^2$
Ταχύτητα διάδοσης εγκάρσιου κύματος κατά μήκος τεντωμένης χορδής	$\upsilon = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$
Μήκος κύματος ορατού φωτός	$400 \text{ nm} \le \lambda \le 750 \text{ nm}$
Εξίσωση στάσιμου κύματος	$y = 2y_0 συν\frac{2πx}{\lambda} ημ\frac{2πt}{T}$ ή $y = 2y_0 ημ\frac{2πx}{\lambda} συν\frac{2πt}{T}$
Εξίσωση συμβολής κυμάτων σε τυχαίες διευθύνσεις	$y = 2y_0 συν\left[2π\left(\frac{x_2 - x_1}{2\lambda}\right)\right] ημ\left[2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x_2 + x_1}{2\lambda}\right)\right]$
Ηλεκτρομαγνητισμός	
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε ρευματοφόρο αγωγό	$\lvert\vec{F}\rvert = \lvert\vec{B}\rvert IL ημ\theta$
Μέτρο της μαγνητικής δύναμης σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο	$\lvert\vec{F}\rvert = \lvert q\rvert\lvert\vec{B}\rvert\lvert\vec{v}\rvert ημ\theta$
Μαγνητική ροή	$\Phi = \lvert\vec{B}\rvert A συν\theta$
Νόμος του Faraday	$E_{επ} = -N\frac{dΦ}{dt}$

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2021

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ (38)

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Πέμπτη 10 Ιουνίου 2021
8:00 – 11:00

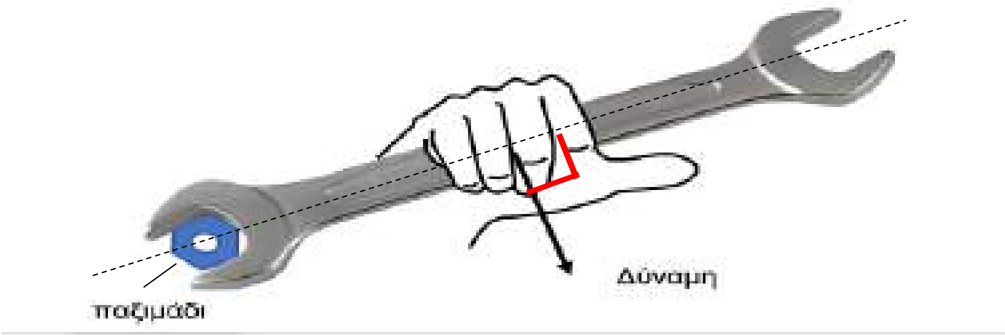
ΛΥΣΕΙΣ

Οι πιο κάτω απαντήσεις είναι ενδεικτικές 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.

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

<u>Ερώτηση 1</u>

(α) Σε ένα γαλλικό κλειδί ασκείται δύναμη, κάθετα στο κλειδί, για να βιδωθεί το παξιμάδι (βίδα), όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.



Να εισηγηθείτε δύο τρόπους με τους οποίους θα μπορούσε να αυξηθεί το μέτρο της ροπής της δύναμης, ως προς το κέντρο της βίδας.

(μονάδες 2)

Να μεγαλώσει η απόσταση από το παξιμάδι της εφαρμοζόμενης δύναμης. **[1 μον.]** Να αυξηθεί το μέτρο της εφαρμοζόμενης δύναμης **[1 μον.]**	**2 μον.**

(β) Ένας τροχός αυτοκινήτου συγκρατείται στη θέση του από τέσσερις βίδες. Η κάθε βίδα τοποθετήθηκε από ένα μηχάνημα το οποίο την έσφιξε με ροπή μέτρου $3{,}00 \times 10^{2}$ N m. Η πιο κάτω φωτογραφία δείχνει τον οριζόντιο μοχλό μήκους 30,0 cm που χρησιμοποιήθηκε για να ξεβιδωθούν οι βίδες από τον τροχό.

Θεωρώντας ότι χρειάζεται, επίσης, ροπή μέτρου 3,00 × 10^2 N m για να ξεβιδωθεί η κάθε βίδα, να δείξετε (με υπολογισμό) κατά πόσο το βάρος ενός ατόμου μάζας 90,0 kg το οποίο στέκεται ακίνητο στο άκρο του μοχλού χωρίς να αναπηδά, είναι αρκετό ή όχι για να ξεβιδώσει τη βίδα.

(μονάδες 3)

$\lvert\vec{M}\rvert = \lvert\vec{F}\rvert d.$ $\lvert\vec{M}\rvert = m\,g\,d = (90\,kg)\left(9{,}81\,\frac{m}{s^2}\right)(30\times10^{-2}m) \Rightarrow$ **[1 μον.]** $\lvert\vec{M}\rvert = 2{,}65\times10^2\,Nm$ **[1 μον.]** *επομένως το βάρος του δεν είναι αρκετό να ξεβιδώσει τη βίδα.* **[1 μον.]**	**3 μον.**

Ερώτηση 2

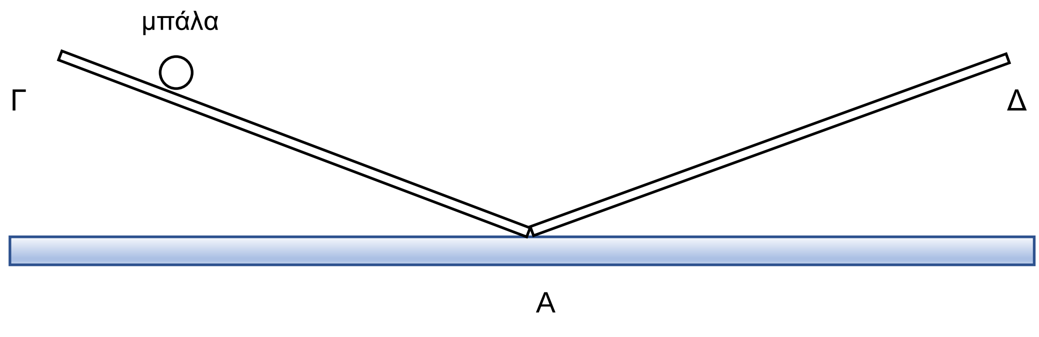
(α) Να εξηγήσετε ποια είναι η διαφορά:

i. ανάμεσα σε μία ταλάντωση και μία γενική περιοδική κίνηση.
ii. ανάμεσα σε μία απλή αρμονική ταλάντωση και μία γενική ταλάντωση.

(μονάδες 2)

i. *Η Ταλάντωση είναι περιοδική κίνηση, που παλινδρομεί ανάμεσα σε δύο άκρα.* ***[1 μον.]*** *ii.* *Η ΑΑΤ είναι ταλάντωση όπου η συνισταμένη δύναμη είναι ανάλογη και αντίρροπη με τη μετατόπιση του σώματος από τη θέση ισορροπίας.* ***[1 μον.]***	**2 μον.**

(β) Δύο λεία κεκλιμένα επίπεδα ΓΑ και ΔΑ έχουν την ίδια σταθερή κλίση σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συναντώνται στο κατώτερο άκρο τους (σημείο Α) όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



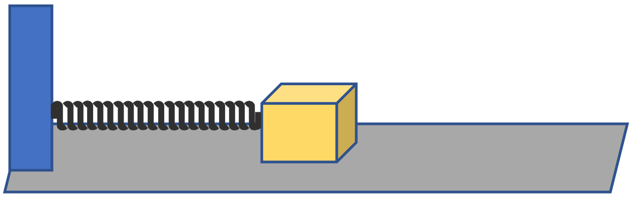
Μία μικρή μπάλα αφήνεται από την ηρεμία από κάποιο σημείο του επιπέδου ΓΑ και μετά ανεβαίνει στο επίπεδο ΔΑ. Μετά κατεβαίνει από το επίπεδο ΔΑ και ανεβαίνει στο επίπεδο ΓΑ στο αρχικό της ύψος. Η κίνηση επαναλαμβάνεται από μόνη της.
Να εξηγήσετε αν η κίνηση της μπάλας είναι απλή αρμονική ταλάντωση.

(μονάδες 3)

Η κίνηση αυτή δεν είναι Απλή Αρμονική Ταλάντωση) ***[1 μον.]*** *Η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στην μπάλα σε κάθε κεκλιμένο επίπεδο (εκτός του σημείου Α που είναι μηδέν) είναι σταθερή και με μέτρο* $\left\|\vec{F}\right\| = mg\eta\mu\varphi$ ***[1 μον.]*** *Επομένως δεν ικανοποιείται η συνθήκη για να εκτελεί ένα σώμα ΑΑΤ.* ***[1 μον.]***	**3 μον.**

Ερώτηση 3

Μικρό σώμα μάζας 348 g στερεώνεται σε αβαρές ελατήριο και ταλαντώνεται οριζόντια, σε λείο επίπεδο, σε απλή αρμονική ταλάντωση, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σώμα ταλαντώνεται με συχνότητα 0,450 Hz και πλάτος 12,0 cm.



(α) Να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια του σώματος.

(μονάδες 3)

$\omega = 2\pi f = 6{,}28\,(0{,}450\,Hz) = 2{,}826\,\frac{rad}{s}$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ $E_{κιν\ μεγ} = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 x_0^2$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ $= \frac{1}{2}\,(348 \times 10^{-3}\,kg)(7{,}99\,\frac{rad^2}{s^2})\,(12{,}0 \times 10^{-2}\,m)^2 = 20{,}0\,mJ$ $[\mathbf{1\ μον.}]$	**3 μον.**

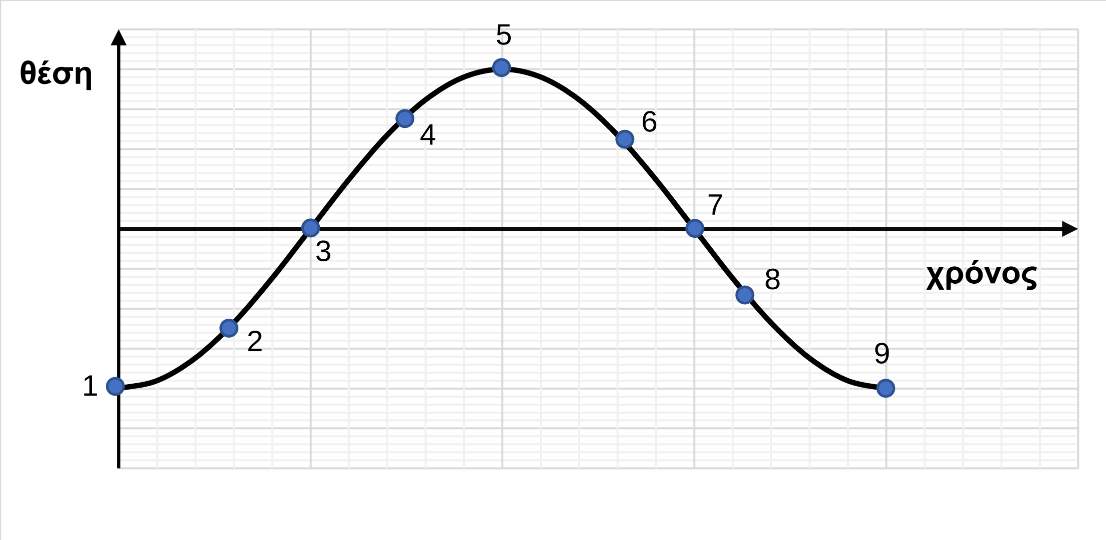
(β) Σε δύο θέσεις της ταλάντωσης του σώματος, η κινητική του ενέργεια είναι ίση με την δυναμική ενέργεια του συστήματος σώματος - ελατηρίου. Να υπολογίσετε το μέτρο της μετατόπισης του σώματος από τη θέση ισορροπίας όταν συμβαίνει αυτό.

(μονάδες 2)

$E_{κιν} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 x_1^2$ $\Rightarrow \omega^2(x_0^2 - x_1^2) = \omega^2 x_1^2$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ $\Rightarrow\ 2x_1^2 = x_0^2 \ \Rightarrow\ \|x_1\| = \sqrt{\frac{x_0^2}{2}} = 8{,}49\,cm$ $[\mathbf{1\ μον.}]$	**2 μον.**

Ερώτηση 4

Το πιο κάτω σχήμα απεικονίζει το γράφημα θέσης – χρόνου ενός Απλού Αρμονικού Ταλαντωτή.



Να επιλέξετε ένα σημείο από τα σημεία 1 έως 9, στο οποίο:

(α) Η επιτάχυνση του ταλαντωτή είναι αρνητική και το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται.

Το σημείο 6 **[1 μον.]**	**1 μον.**

(β) Η ταχύτητα του ταλαντωτή είναι αρνητική και το μέτρο της ελαττώνεται.

Το σημείο 8 **[1 μον.]**	**1 μον.**

(γ) Η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας γίνεται ελάχιστη.

Το σημείο 7 **[1 μον.]**	**1 μον.**

(δ) Η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης γίνεται μέγιστη.

Το σημείο 1 ή 9 **[1 μον.]**	**1 μον.**

(ε) Να επιλέξετε δύο σημεία, μεταξύ των οποίων η μέση διανυσματική ταχύτητα είναι μηδενική και η μέση διανυσματική επιτάχυνση είναι αρνητική.

Τα σημεία 3 και 7 **[1 μον.]**	**1 μον.**

(μονάδες 5)

Ερώτηση 5

Οι πιο κάτω προτάσεις αναφέρονται στα κύματα. Να σημειώσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τη λέξη «ΟΡΘΟ» για κάθε πρόταση η οποία είναι σωστή και τη λέξη «ΛΑΘΟΣ» για κάθε πρόταση η οποία είναι λανθασμένη.

(α) Το φαινόμενο της περίθλασης εξαρτάται μόνο από το μέγεθος της οπής ή του εμποδίου.

ΛΑΘΟΣ	**1 μον.**

(β) Σε ένα στάσιμο κύμα όλα τα σημεία, μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών, διέρχονται ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας.

ΟΡΘΟ	**1 μον.**

(γ) Τα ηχητικά κύματα που δημιουργούνται όταν κατά μήκος μιας χορδής διαδίδεται ένα εγκάρσιο κύμα, είναι εγκάρσια.

ΛΑΘΟΣ	**1 μον.**

(δ) Για δύο σημεία 1 και 2 των οποίων οι θέσεις διαφέρουν κατά $x_1 - x_2 = - \lambda/2$, σε ένα τρέχον αρμονικό κύμα με περίοδο Τ και μήκος κύματος λ που διαδίδεται κατά την αρνητική κατεύθυνση **–** Οx, το σημείο 1 έχει μεγαλύτερη φάση.

ΛΑΘΟΣ	**1 μον.**

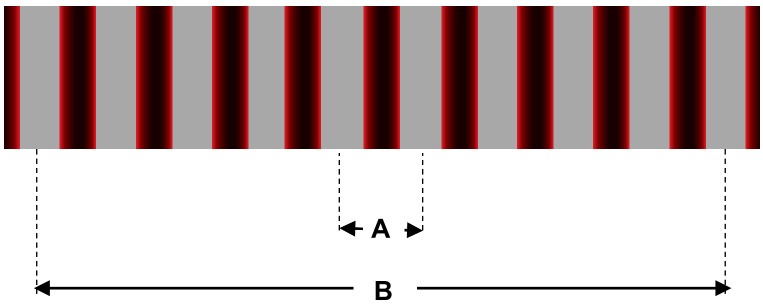
(ε) Ο ήχος διαδίδεται μόνο στον αέρα, αλλά δεν διαδίδεται σε υγρά ή στερεά σώματα.

ΛΑΘΟΣ	**1 μον.**

(μονάδες 5)

<u>Ερώτηση 6</u>

Δύο μαθητές πραγματοποίησαν πείραμα με δύο σχισμές για να καθορίσουν το μήκος κύματος ερυθρού φωτός που παράγεται από συσκευή laser. Η απόσταση μεταξύ των σχισμών ήταν $\alpha = 1{,}2 \times 10^{-4}$ m. Το πιο κάτω διάγραμμα δείχνει τη μορφή του μοτίβου το οποίο δημιουργήθηκε σε οθόνη, η οποία τοποθετήθηκε σε απόσταση D = 1,9 m από τις σχισμές.



Όταν προσδιόριζαν την απόσταση μεταξύ των κέντρων των φωτεινών κροσσών, ο ένας μαθητής μέτρησε την απόσταση Α και τη βρήκε ότι ήταν 11 mm.
Ο άλλος μαθητής μέτρησε την απόσταση Β και βρήκε ότι ήταν 91 mm.

(α) Να εξηγήσετε γιατί πειραματικά είναι πιο ενδεδειγμένη η μέτρηση της απόστασης Β από ότι η μέτρηση της απόστασης Α, για τους στόχους του πειράματος.

(μονάδα 1)

Η μέτρηση της απόστασης Β και μετά η διαίρεση της διά 9 είναι πιο ενδεδειγμένη γιατί περιορίζεται σημαντικά το σφάλμα μέτρησης. **[1 μον.]** .	**1 μον.**

(β) Για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών χρησιμοποιήθηκε η απόσταση Β.

i. Να δείξετε ότι το αποτέλεσμα ήταν: $\Delta x = 1{,}0 \times 10^{-2}$ m.

ii. Να καθορίσετε το μήκος κύματος του φωτός που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα.

(μονάδες 3)

i.	$\Delta x = \frac{Απόσταση\ B}{9}$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ $= \frac{91 \times 10^{-3}}{9} m = 1{,}0 \times 10^{-2} m.$ $[\mathbf{1\ μον.}]$	**3 μον.**
ii.	$\lambda = \frac{\Delta x\ a}{d} = \frac{(1{,}0 \times 10^{-2} m)(1{,}2 \times 10^{-4} m)}{1{,}9\ m} = 630\ nm$ $[\mathbf{1\ μον.}]$	

(γ) Να αναφέρετε τι θα παρατηρηθεί στις αποστάσεις μεταξύ των φωτεινών κροσσών αν αντικαταστήσουμε το ερυθρό φως της συσκευής laser με ιώδες.

Θα μειωθούν	**1 μον.**

<u>Ερώτηση 7</u>

Ένας κουβάς μάζας m είναι αναρτημένος πάνω από πηγάδι μέσω ενός σχοινιού αμελητέας μάζας, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα (όχι υπό κλίμακα). Το σχοινί είναι τυλιγμένο γύρω από κύλινδρο μάζας Μ και ακτίνας R. Το σχοινί δεν ολισθαίνει ως προς τον κύλινδρο. Η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου γύρω από τον οριζόντιο άξονα περιστροφής του είναι $I = \frac{1}{2}MR^2$.

(α) Να διατυπώσετε τον γενικευμένο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για την περιστροφική κίνηση στερεού σώματος.

(μονάδα 1)

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής ενός σώματος ως προς κάποιο σημείο του χώρου, ισούται με τη συνισταμένη των εξωτερικών ροπών στο σώμα, ως προς το ίδιο σημείο: $\sum \vec{M}_{εξ} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$	**1 μον.**

(β) Ο κουβάς αφήνεται από την ηρεμία. Οι δυνάμεις αντίστασης είναι αμελητέες. Το μέτρο της επιτάχυνσης του κουβά δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{mg}{m + \frac{M}{2}}$$

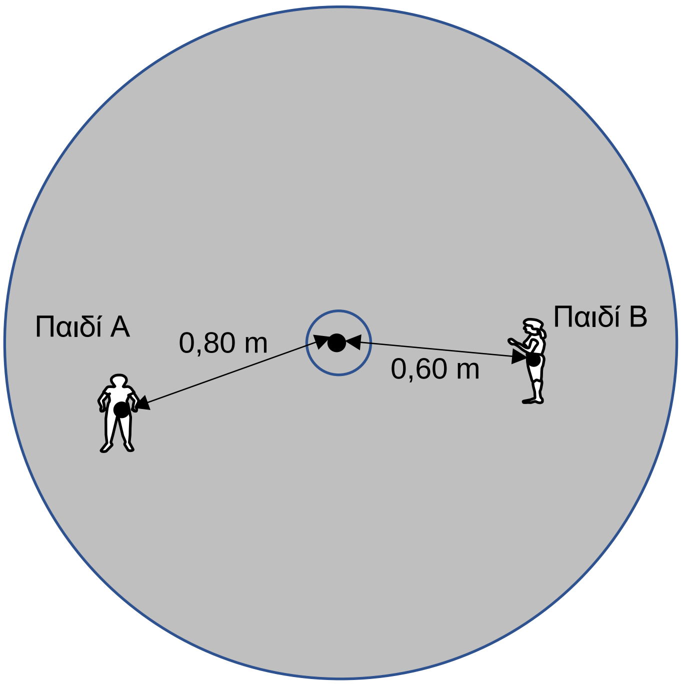
Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής του κυλίνδρου, αν η μάζα του κουβά είναι m = 2,4 kg, η μάζα του κυλίνδρου είναι M = 36 kg και η ακτίνα του κυλίνδρου είναι R = 0,20 m.

(μονάδες 4)

$\alpha = \alpha_\gamma R$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ $\sum \vec{M}_{\varepsilon\xi} = \frac{\Delta\vec{L}}{\Delta t}$ $M_{\varepsilon\xi} = I\alpha_\gamma [\mathbf{1\ μον.}] \Rightarrow \lvert\vec{M}_{\varepsilon\xi}\rvert = \frac{1}{2}MR^2\frac{\alpha}{R} = \frac{1}{2}MR\alpha$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ $= \frac{1}{2}MR\frac{mg}{m + \frac{M}{2}} = \frac{\frac{1}{2}(36\,kg)(0{,}20\,m)(2{,}4\,kg)\left(9{,}81\,\frac{m}{s^2}\right)}{20{,}4\,kg} = 4{,}2\,Nm$ $[\mathbf{1\ μον.}]$	**4 μον.**

Ερώτηση 8

Περιστρεφόμενη παιδική πλατφόρμα έχει ροπή αδράνειας ως προς τον κατακόρυφο άξονα περιστροφής της 94 kg m^2. Δύο παιδιά Α και Β στέκονται στην πλατφόρμα η οποία περιστρέφεται ελεύθερα, χωρίς τριβές, με 36 στροφές το λεπτό. Τα παιδιά μπορούν να θεωρηθούν σημειακές μάζες με τιμές m_A = 40 kg και m_B = 30 kg αντίστοιχα. Οι αποστάσεις του κάθε παιδιού από τον άξονα περιστροφής είναι R_A = 0,80 m και R_B = 0,60 m αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. (Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα).



(α) Να υπολογίσετε τη συνολική ροπή αδράνειας του συστήματος πλατφόρμας και παιδιών γύρω από τον άξονα περιστροφής.

(μονάδες 2)

$I_{\Sigma} = (94\ kgm^2) + (40\ kg)(0{,}80\ m)^2 + (30\ kg)(0{,}60\ m)^2$ [**1 μον.**] $= 130{,}4\ kg\ m^2$ [**1 μον.**]	**2 μον.**

(β) Τα παιδιά μετακινούνται προς το κέντρο της πλατφόρμας έτσι ώστε να απέχουν και τα δύο απόσταση 0,30 m από τον άξονα περιστροφής. Αυτό έχει ως συνέπεια να αλλάξει η συνολική ροπή αδράνειας του συστήματος σε100 kg m^2.

i. Το άθροισμα των ροπών των εξωτερικών δυνάμεων κατά μήκος του άξονα είναι μηδέν. Να εξηγήσετε γιατί αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας καθώς τα παιδιά μετακινούνται προς τον άξονα περιστροφής.

(μονάδα 1)

Η συνισταμένη των εξωτερικών ροπών μηδενίζεται, επομένως η στροφορμή του συστήματος διατηρείται. Η ροπή αδρανείας του συστήματος μειώνεται, επομένως η γωνιακή ταχύτητα ω αυξάνεται σύμφωνα με τη σχέση L = Iω. ***[1 μον.]***	**1 μον.**

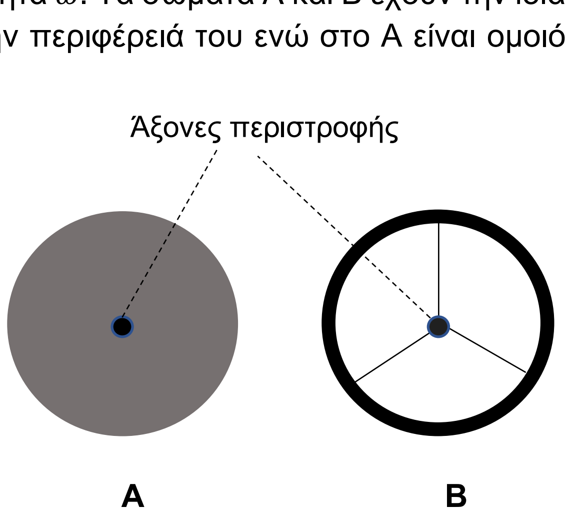
ii. Να υπολογίσετε τη νέα γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας.

(2 μονάδες)

$\omega_1 = 2\pi f = 2\pi \times \frac{36}{60}\frac{rad}{s} = 3.77\frac{rad}{s}$ $L_{\Sigma\alpha\rho\chi} = L_{\Sigma\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow I_{\Sigma\alpha\rho\chi}\omega_1 = I_{\Sigma\tau\varepsilon\lambda}\omega_2$[**1 μον.**] $\Rightarrow \omega_2 = \frac{I_{\Sigma\alpha\rho\chi}\omega_1}{I_{\Sigma\tau\varepsilon\lambda}} = \frac{(130{,}4\ kgm^2)(3{,}77\ \frac{rad}{s})}{(100\ kgm^2)} =$ $= 4{,}92\ \frac{rad}{s}$ [**1 μον.**]	**2 μον.**

<u>Ερώτηση 9</u>

(α) Τα στερεά σώματα του πιο κάτω σχήματος έχουν την ίδια μάζα και περιστρέφονται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο τους, κάθετο στο επίπεδο τους, με την ίδια σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$. Τα σώματα Α και Β έχουν την ίδια ακτίνα R, αλλά στο Β η μάζα είναι κατανεμημένη στην περιφέρειά του ενώ στο Α είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη σ’ όλη την έκτασή του.



i. Να εξηγήσετε ποιο σώμα έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής τους.

(μονάδα 1)

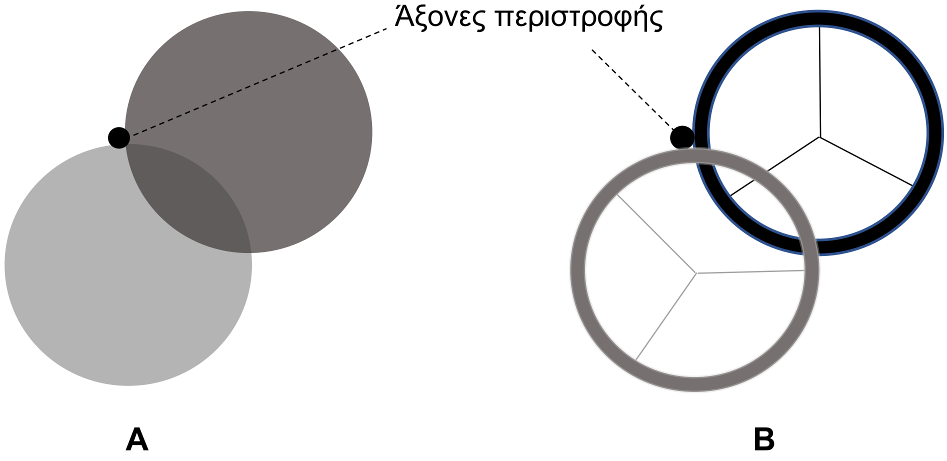
Το σώμα Β γιατί η μάζα κατανέμεται πιο μακριά από τον άξονα περιστροφής από ότι του σώματος Α. **[1 μον.]**	**1 μον.**

ii. Να εξηγήσετε ποιο σώμα έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

(μονάδες 2)

$E_{\kappa} = \frac{1}{2} I\, \omega^2$ Αφού η ροπή αδράνειας του Β είναι μεγαλύτερη από του Α και η γωνιακή ταχύτητα είναι η ίδια, $[\mathbf{1\ μον.}]$ τότε το Β έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια. $[\mathbf{1\ μον.}]$	***2 μον.***

(β) Θεωρούμε τώρα ότι τα σώματα Α και Β κρατούνται αρχικά ακίνητα. Όταν αφεθούν περιστρέφονται γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που βρίσκεται στο ένα άκρο της οριζόντιας διαμέτρου τους, κάθετο στο επίπεδο τους, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Τα δύο σώματα αφήνονται ελεύθερα.



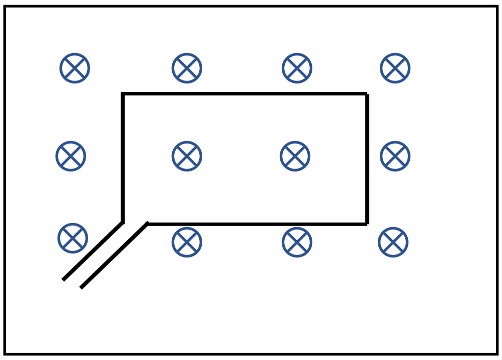
Να συγκρίνετε τις κινητικές ενέργειες των δύο σωμάτων όταν φτάνουν στο χαμηλότερο σημείο της τροχιάς τους. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(μονάδες 2)

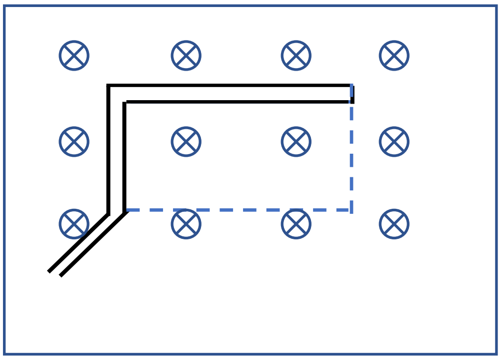
$E_{μηχ}^{αρχ} = E_{μηχ}^{τελ} \Rightarrow ΔE_{κινπερ} = -ΔU_{δυν}^{βαρ}$ $[\mathbf{1\ μον.}]$ *Επειδή το κέντρο μάζας του κάθε σώματος μετατοπίζεται στην ίδια κατακόρυφη απόσταση η μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας είναι η ίδια και για τα δύο σώματα, επομένως και η $ΔE_{κινπερ}$. Τα δύο σώματα θα έχουν την ίδια κινητική ενέργεια.* $[\mathbf{1\ μον.}]$	**2 μον.**

Ερώτηση 10

Ένας ορθογώνιος συρμάτινος βρόχος με πλευρές 0,20 m και 0,35 m βρίσκεται μέσα σε ομογενές και σταθερό μαγνητικό πεδίο, με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Το μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο 0,65 T. Σε χρονικό διάστημα 0,18 s, ο βρόχος παραμορφώνεται όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Το εμβαδόν του βρόχου στο σχήμα 2 θεωρείται αμελητέο.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

(α) Να εξηγήσετε γιατί εμφανίζεται επαγωγική τάση στον βρόχο, στο χρονικό διάστημα των 0,18 s κατά το οποίο παραμορφώνεται ο βρόχος.

(μονάδες 3)

Σύμφωνα με τον νόμο Επαγωγής του Faraday εμφανίζεται επαγωγική τάση όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διαπερνά ένα βρόχο.$[\mathbf{1\ μον.}]$ Επειδή μεταβάλλεται το εμβαδόν A του βρόχου η μαγνητική ροή Φ = B A, μεταβάλλεται $[\mathbf{1\ μον.}]$ και επομένως εμφανίζεται επαγωγική τάση.$[\mathbf{1\ μον.}]$	**3 μον.**

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης επαγωγικής τάσης.

(μονάδες 2)

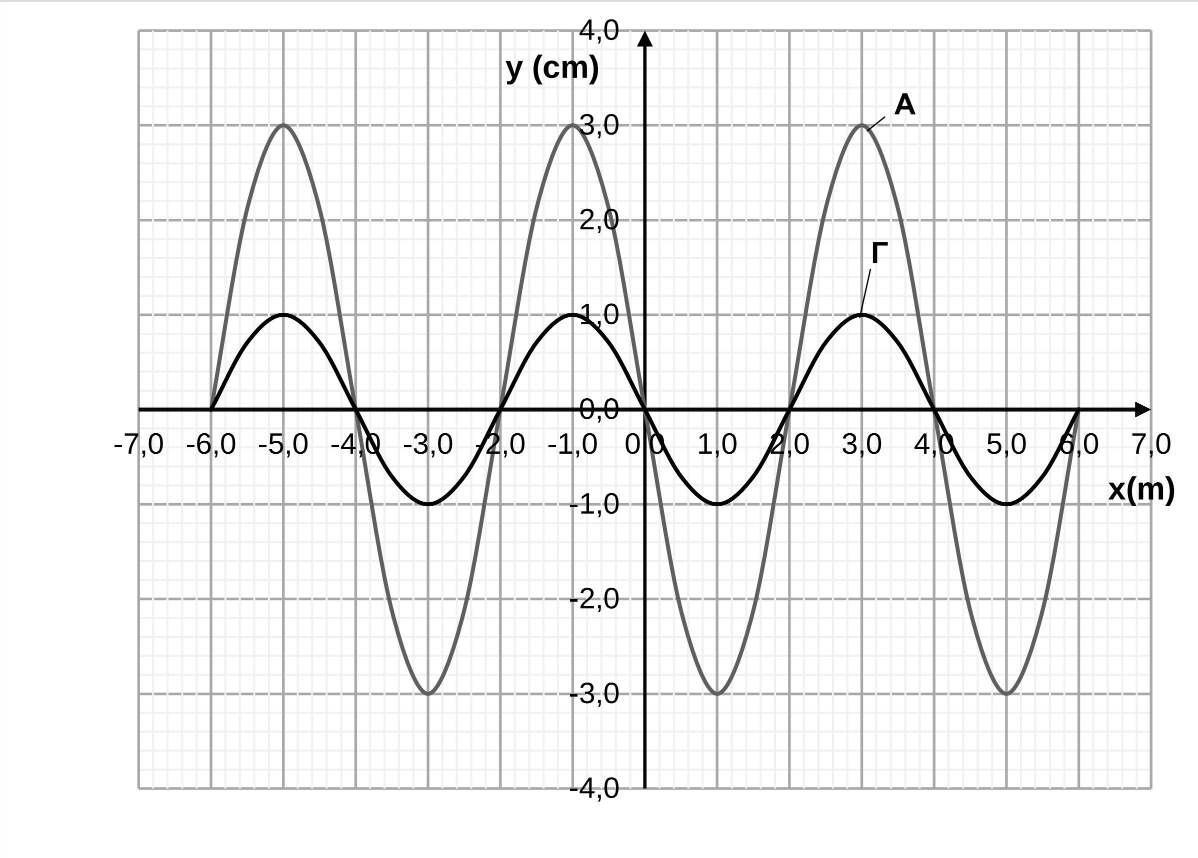
$E_{\varepsilon\pi} = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \lvert E_{\varepsilon\pi}\rvert = \dfrac{\lvert\Delta\Phi\rvert}{\Delta t} = \dfrac{B\ \Delta A}{\Delta t}\ [\mathbf{1\ μον.}]$ $\Rightarrow \lvert E_{\varepsilon\pi}\rvert = \dfrac{(0{,}65\ T)(0{,}20\ m)(0{,}35\ m)}{0{,}18\ s} = \ 0{,}25\ V\ [\mathbf{1\ μον.}]$	**2 μον.**

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

<u>Ερώτηση 11</u>

Δύο τρέχοντα αρμονικά κύματα Α και Β, της ίδιας συχνότητας, κινούνται σε αντίθετη κατεύθυνση σε ένα ελαστικό μέσο. Τα δύο κύματα συναντώνται και συμβάλλουν. Το αποτέλεσμα της συμβολής τους είναι η διαταραχή Γ.

Στο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο του τρέχοντος κύματος Α και της διαταραχής Γ, στην περιοχή -6 m ≤ x ≤ +6 m. Το στιγμιότυπο του κύματος Β <u>δε φαίνεται</u> στο σχήμα.



(α) Να διατυπώσετε την αρχή της υπέρθεσης παλμών.

(μονάδες 2)

Όταν δύο ή περισσότεροι παλμοί διαδίδονται σε ένα μέσο και συναντώνται, συνεχίζουν και διαδίδονται χωρίς να επηρεάζει ο ένας τον άλλο [**1 μον.**] Η συνολική μετατόπιση ενός σημείου του μέσου ισούται με το διανυσματικό άθροισμα των μετατοπίσεων, που οφείλονται σε κάθε παλμό ξεχωριστά.[**1 μον.**]	**2 μον.**

(β) Με τη βοήθεια του σχήματος να υπολογίσετε το πλάτος του τρέχοντος κύματος Β.

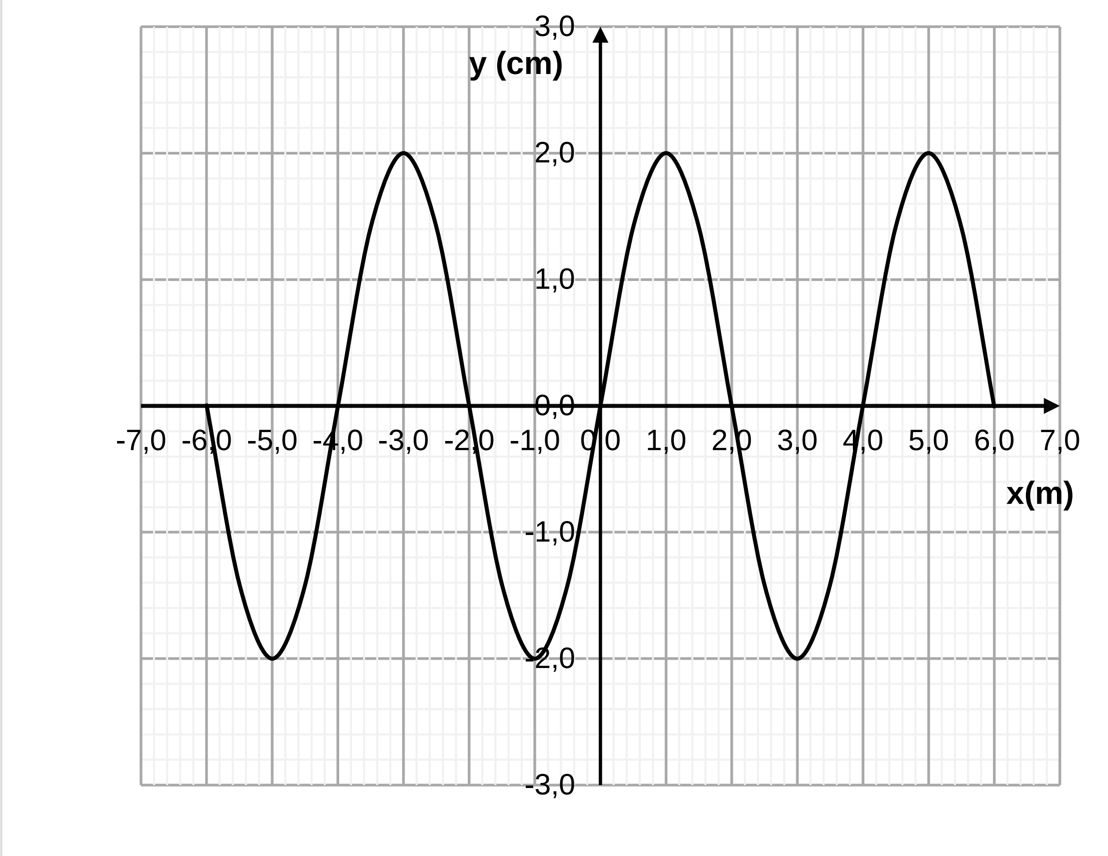
(μονάδες 2)

$y_{ολ} = y_1 + y_2 \Rightarrow y_Γ = y_A + y_B$ [**1 μον.**] $\Rightarrow y_B = y_Γ - y_A = 1,0\ cm - 3,0\ cm = -2\ cm$ $\Rightarrow y_{oB} = 2\ cm$ [**1 μον.**]	**2 μον.**

(γ) Να σχεδιάσετε, στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου σας, σε βαθμολογημένους άξονες, το στιγμιότυπο του τρέχοντος κύματος Β την ίδια χρονική στιγμή που δείχνει το πιο πάνω σχήμα, στην περιοχή -6 m ≤ x ≤ +6 m.

(μονάδες 2)

Ορθή μορφή γραφικής παράστασης $[\mathbf{1\ μον.}]$ Ορθά χαρακτηριστικά (πλάτος, μήκος κύματος) .$[\mathbf{1\ μον.}]$	**2 μον.**



(δ) Είναι δυνατόν, εξ αιτίας της συμβολής των κυμάτων Α και Β, να δημιουργούνται στο ελαστικό μέσο δεσμοί στάσιμου κύματος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(μονάδες 2)

Όχι δεν είναι δυνατόν $[\mathbf{1\ μον.}]$ Για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα πρέπει τα συμβάλλοντα κύματα να είναι του ιδίου πλάτους.$[\mathbf{1\ μον.}]$	**2 μον.**

(ε) Εάν η συχνότητα των κυμάτων είναι f = 2,0 Hz, να γράψετε την εξίσωση του τρέχοντος κύματος Α, θεωρώντας ότι το κύμα Α διαδίδεται προς τα αριστερά και έχει δημιουργηθεί στο μακρινό παρελθόν.

(μονάδες 2)

$f = 2{,}0\ Hz \Rightarrow T = 0{,}50\ s\ , \qquad \lambda = 4{,}0\ m\ [\mathbf{1\ μον.}]$ $y = y_0 \eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right) = (0{,}03m)\ \eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{0{,}50\ s} + \frac{x}{4{,}0\ m}\right) [\mathbf{1\ μον.}]$	**2 μον.**

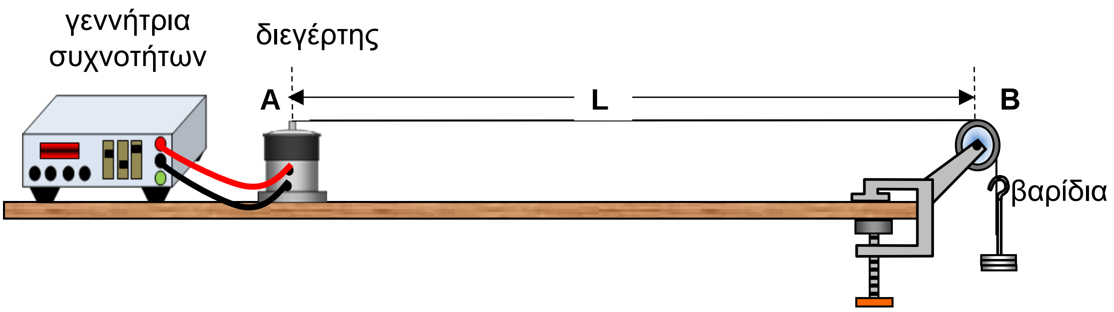
Ερώτηση 12

Α. Να γράψετε πώς επηρεάζεται η ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος ενός τρέχοντος αρμονικού κύματος σε μία χορδή μεγάλου μήκους, εάν διπλασιάσουμε τη συχνότητα.

(μονάδες 2)

Η ταχύτητα διάδοσης είναι σταθερή. [**1 μον.**] Όταν διπλασιαστεί η συχνότητα υποδιπλασιάζεται το μήκος κύματος. [**1 μον.**]	**2 μον.**

Β. Το ένα άκρο Α μιας ελαστικής χορδής είναι στερεωμένο σε διεγέρτη. Το άλλο άκρο της χορδής περνά από μια τροχαλία και είναι συνδεδεμένο σε βαρίδια μάζας m τα οποία εξασκούν μια τείνουσα δύναμη $\vec{T}$ στο νήμα. Το μέρος της χορδής μεταξύ του σημείου Α και του σημείου Β στην κορυφή της τροχαλίας έχει μήκος L. Τα σημεία Α και Β θεωρούνται ως δεσμοί.
Στη χορδή δημιουργούνται στάσιμα κύματα για ορισμένες συχνότητες.



(α) Να δείξετε ότι η μάζα m των βαριδίων σχετίζεται με τη συχνότητα f για την οποία παρατηρούνται στάσιμα κύματα, με βάση τη σχέση

$$m = \frac{4L^2\mu}{\nu^2 g} f^2$$

όπου ν είναι ο αριθμός των κοιλιών μεταξύ των σημείων Α και Β και μ είναι η γραμμική πυκνότητα της χορδής.

(μονάδες 3)

$f = \nu\left(\frac{\upsilon}{2L}\right) (1)$ [**1 μον**] $\upsilon = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}} \Rightarrow \upsilon^2 = \frac{mg}{\mu} \Rightarrow m = \frac{\mu\upsilon^2}{g}$ (2) [**1 μον.**] *Συνδυάζοντας την 1 και 2,* $m = \frac{\mu\upsilon^2}{g} = \frac{4L^2\mu}{\nu^2 g} f^2$ [**1 μον.**]	**3 μον.**

(β) Σε ένα πείραμα, το μήκος της χορδής είναι L = 1,20 m και η μάζα της χορδής ανάμεσα στα σημεία Α και Β είναι 1,92 g.
Σε συχνότητα f = 80,0 Hz παρατηρείται στάσιμο κύμα με τέσσερις (4) κοιλίες.

i. Να υπολογίσετε τη μάζα m των βαριδίων που απαιτείται για να έχουμε αυτόν τον αριθμό κοιλιών.

(μονάδες 2)

$O\ \alpha\rho\iota\theta\mu\acute{o}\varsigma\ \kappa o\iota\lambda\iota\acute{\omega}\nu\ \iota\sigma o\acute{\upsilon}\tau\alpha\iota\ \mu\varepsilon\ \tau o\ \nu = 4$ $m = \frac{4\mathrm{L}^2\mu}{\nu^2 g}\mathrm{f}^2 = \frac{4\mathrm{L}^2 m_x}{\nu^2 gL}\mathrm{f}^2$ $\Rightarrow m = \frac{4(1{,}20\ \mathrm{m})(1{,}92\ \times 10^{-3}\ \mathrm{k}g)}{16\left(9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{s^2}\right)} 80{,}0^2\ s^{-2}[\mathbf{1\ \mu o\nu.}]$ $\Rightarrow m = 0{,}376\ kg[\mathbf{1\ \mu o\nu.}]$	**2 μον.**

ii. Να υπολογίσετε τη θεμελιώδη συχνότητα για την οποία παρατηρείται στάσιμο κύμα στη χορδή.

(μονάδα 1)

$f_4 = 4f_1 \Rightarrow f_1 = \frac{80{,}0\ Hz}{4} = 20{,}0\ Hz \quad [\mathbf{1\ \mu o\nu.}]$	**1 μον.**

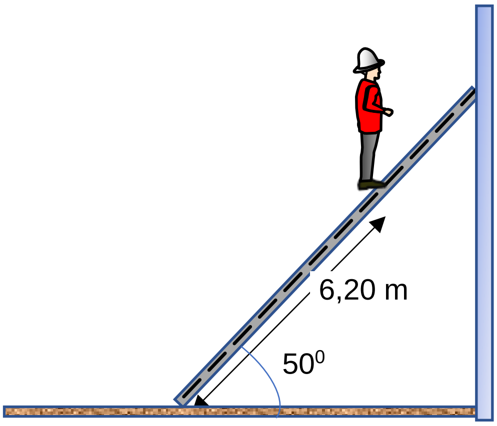
iii. Να εξηγήσετε εάν θα παρατηρηθεί ή όχι δημιουργία στάσιμου κύματος στη χορδή στη συχνότητα f = 80,0 Hz, όταν η μάζα m των βαριδίων είναι ίση με 0,44 kg.

(μονάδες 2)

$\nu^2 = \frac{4\mathrm{L}^2 m_x}{mgL}\mathrm{f}^2 = \frac{4(1{,}20\ \mathrm{m})(1{,}92\ \times 10^{-3}\ \mathrm{k}g)}{(0{,}44\ kg)\left(9{,}81\ \frac{m}{s^2}\right)}(80{,}0\ \mathrm{Hz})^2 = 13{,}52\ [\mathbf{1\ \mu o\nu.}]$ $\Rightarrow \nu = 3{,}7$ άρα δεν δημιουργείται στάσιμο κύμα διότι το ν δεν είναι ακέραιος **[1 μον.]**	**2 μον.**

Ερώτηση 13

Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται μία σκάλα μήκους 8,00 m και βάρους 345 N, η οποία εφάπτεται με ένα τραχύ πάτωμα και έναν λείο κατακόρυφο τοίχο. Η σκάλα σχηματίζει με το οριζόντιο πάτωμα γωνία 50^0. Ένας πυροσβέστης το βάρος του οποίου είναι 865 N, στέκεται πάνω στη σκάλα σε απόσταση 6,20 m από τη βάση της. Θεωρούμε ότι το βάρος της σκάλας εξασκείται στο κέντρο της.



(α) Να διατυπώσετε τις συνθήκες ισορροπίας στερεού σώματος

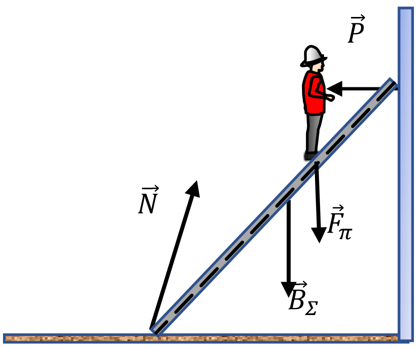
(μονάδες 2)

Η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων μηδενίζεται $\Sigma\vec{F}_{\varepsilon\xi} = \vec{0}$ **[1 μον]** Το άθροισμα των εξωτερικών ροπών στο σώμα μηδενίζεται ως προς οποιοδήποτε σημείο του χώρου $\Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi} = \vec{0}$ **[1 μον]**	**2 μον.**

(β) Να αντιγράψετε το σχήμα στο τετράδιό σας και να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στη σκάλα.

(μονάδα 1)

Σωστός σχεδιασμός <u>όλων</u> των δυνάμεων. Η δύναμη $\vec{N}$ πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στη κατακόρυφο και τη σκάλα. Αντί της δύναμης $\vec{N}$ μπορεί να σχεδιαστούν οι συνιστώσες $\vec{N}_x$ και $\vec{N}_y$.	**1 μον.**



(γ) Να υπολογίσετε τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούν ο τοίχος και το πάτωμα στη σκάλα.

(μονάδες 4)

$\Sigma\vec{F}_x = \vec{0} \Rightarrow \lvert\vec{N}_x\rvert - \lvert\vec{P}\rvert = 0$ $\lvert\vec{B}_\Pi\rvert = \lvert\vec{F}_\Pi\rvert, \quad \Sigma\vec{F}_y = \vec{0} \Rightarrow \lvert\vec{N}_y\rvert = \lvert\vec{B}_\Pi\rvert + \lvert\vec{B}_\Sigma\rvert$ $\lvert\vec{N}_y\rvert = 865N + 345N = 1210\ N\ \ [\mathbf{1\ \mu o\nu}]$ $\Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi} = \vec{0}$ ως προς το σημείο Α. $\Rightarrow \left(\lvert\vec{B}_\pi\rvert \times 6{,}20\ m \times \sigma\upsilon\nu 50^o\right) + \left(\lvert\vec{B}_\Sigma\rvert \times 4{,}00\ m \times \sigma\upsilon\nu 50^o\right)$ $= \left(\lvert\vec{P}\rvert \times 8{,}00\ m \times \eta\mu 50^0\right)\ [\mathbf{1\ \mu o\nu.}]$ $\Rightarrow \lvert\vec{P}\rvert = \dfrac{(865N \times 6{,}20\ m \times \sigma\upsilon\nu 50^o) + (345 \times 4{,}00\ m \times \sigma\upsilon\nu 50^o)}{(8{,}00\ m \times \eta\mu 50^0)}$ $= 707{,}3\ N \quad [\mathbf{1\ \mu o\nu}]$ $\Rightarrow \lvert\vec{N}_x\rvert = \lvert\vec{P}\rvert = 707{,}3\ N, \quad N = \sqrt{{N_x}^2 + {N_y}^2} = 1401{,}6\ N[\ \mathbf{1\ \mu o\nu}]$	**4 μον.**

(δ) Να βρείτε τη γωνία που σχηματίζει με το οριζόντιο πάτωμα η δύναμη που ασκεί το πάτωμα στη σκάλα.

(μονάδες 2)

$\varepsilon\varphi\varphi = \dfrac{\lvert\vec{N}_y\rvert}{\lvert\vec{N}_x\rvert} = \dfrac{1210\ N}{707{,}3\ N}\ [\mathbf{1\ \mu o\nu}] \Rightarrow \varepsilon\varphi\varphi = 1{,}71 \Rightarrow \varphi = 59{,}7^0\ [\mathbf{1\ \mu o\nu}]$	**2 μον.**

(ε) Να εξηγήσετε, χωρίς να κάνετε υπολογισμούς, ότι η σκάλα δεν θα μπορούσε να ισορροπήσει αν ήταν λείο και το πάτωμα.

(μονάδα 1)

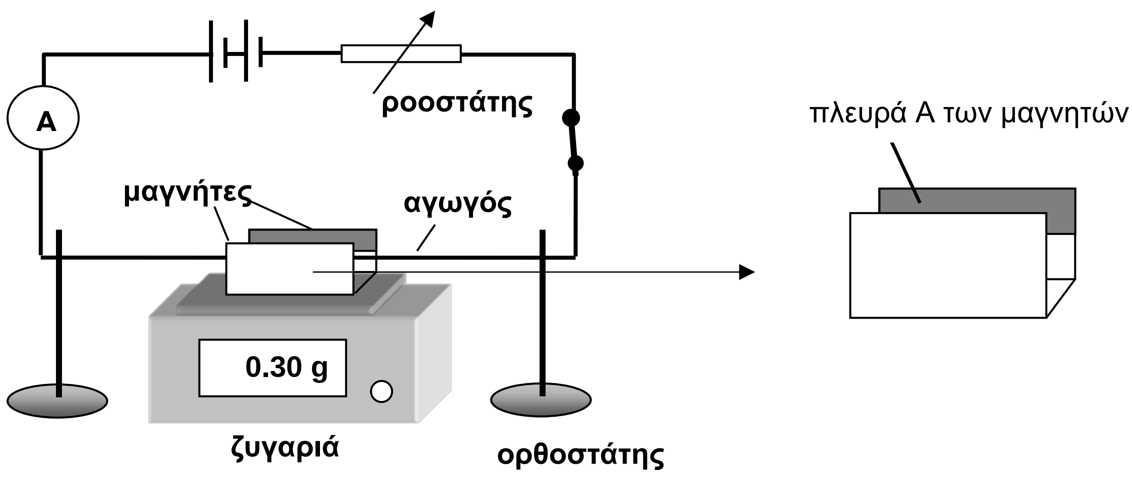
Δεν θα μπορούσε γιατί δεν θα υπήρχε η συνιστώσα N_x και έτσι η $\Sigma\vec{F}_x = \overrightarrow{P} \neq 0$, επομένως δεν θα ίσχυε η 1^{η} συνθήκη ισορροπίας	**1 μον.**

<u>Ερώτηση 14</u>

Ομάδα μαθητών ήθελε να καθορίσει πειραματικά την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από μια διάταξη μαγνητών. Στο πείραμά τους τοποθέτησαν έναν ευθύγραμμο οριζόντιο αγωγό ανάμεσα στους αντίθετους πόλους των μαγνητών όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.

Το μήκος του τμήματος του αγωγού που βρισκόταν κάθετα μέσα στο μαγνητικό πεδίο ήταν 20,0 cm και διαρρεόταν από ρεύμα το οποίο ρυθμιζόταν από ροοστάτη.

Η ένδειξη της ζυγαριάς μηδενίζεται όταν ο αγωγός δεν διαρρέεται από ρεύμα.



(α) Όταν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα ασκείται μια δύναμη στη διάταξη των μαγνητών, κατακόρυφα προς τα κάτω, το μέτρο της οποίας υπολογίζεται από τις τιμές που κατέγραφε η ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας. Να καθορίσετε την πολικότητα των μαγνητών στην πλευρά Α της διάταξης (σχήμα διάταξης μαγνητών σε μεγέθυνση). Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

(μονάδες 2)

Η πολικότητα του Α είναι νότιος πόλος **. [1 μον.]** Επειδή ασκείται δύναμη προς τα κάτω στη διάταξη των μαγνητών, με βάση τον νόμο δράσης – αντίδρασης, στον αγωγό ασκείται δύναμη Laplace προς τα άνω. Με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού στην πλευρά Α έχουμε νότιο πόλο. **[1 μον.]**	**2 μον.**

(β) Τα πειραματικά αποτελέσματα των μαθητών φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα:

Ένταση ρεύματος (A)	**Ένδειξη Ζυγαριάς (g)**	**Δύναμη (N)**	
0,00	0,00	0,0	
0,94	0,31	***3,0 × 10⁻³***	
1,81	0,70	$6,9 \times 10^{-3}$	**2 μον.**
2,67	0,90	**$8,8 \times 10^{-3}$**	
3,66	1,30	$1,27 \times 10^{-2}$	

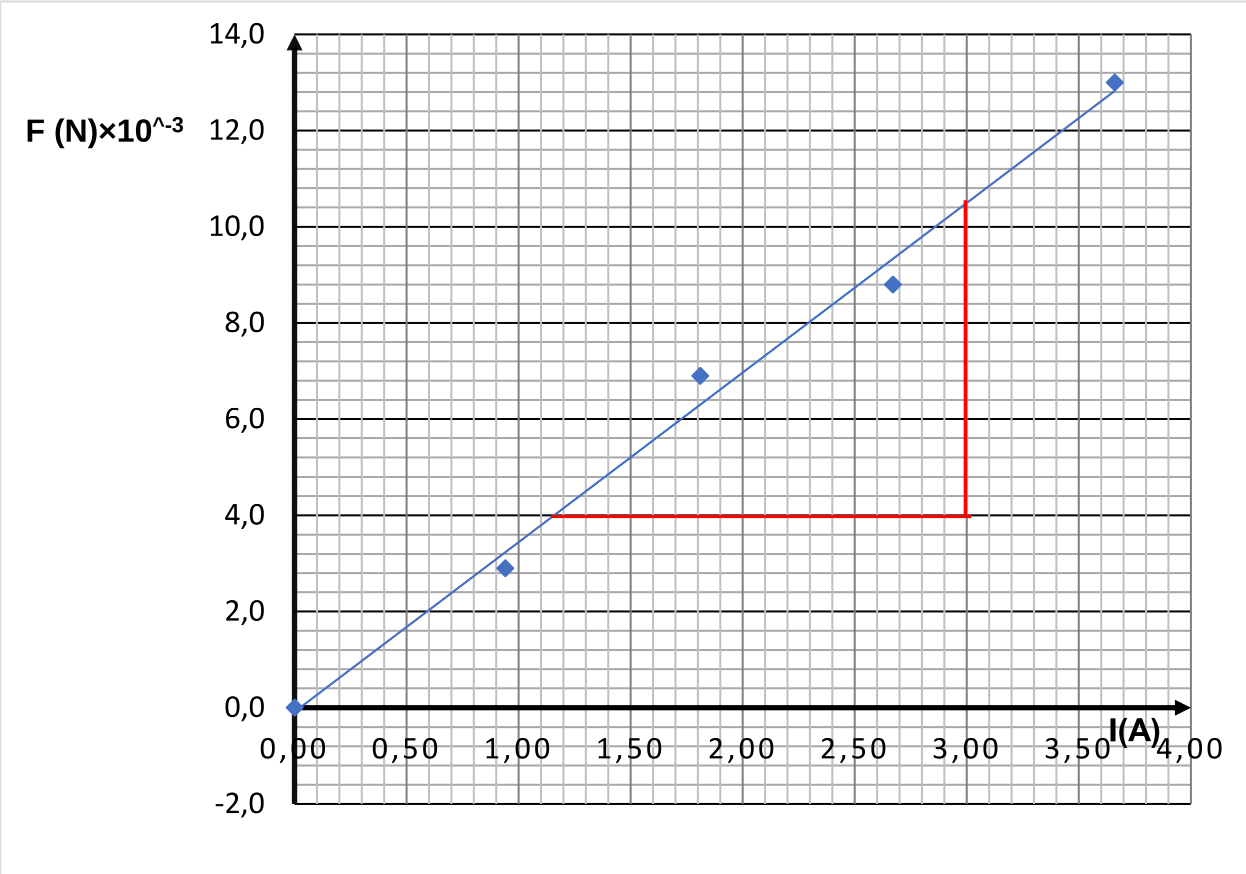
i. Να αντιγράψετε την τελευταία στήλη του πίνακα στο τετράδιο σας και να συμπληρώσετε τις τιμές που λείπουν, εκφρασμένες με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

(μονάδες 2)

ii. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση του μέτρου της δύναμης που ασκείται στον αγωγό σε σχέση με την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει, στο τετραγωνισμένο χαρτί.

(μονάδες 3)

Ονομασία αξόνων και μονάδες μέτρησης Σωστές κλίμακες αξόνων και εύρος γ.π. **[1 μον.]** Σωστή τοποθέτηση σημείων **[1 μον.]** Σωστή χάραξη ευθείας **[1 μον.]**	**3 μον.**



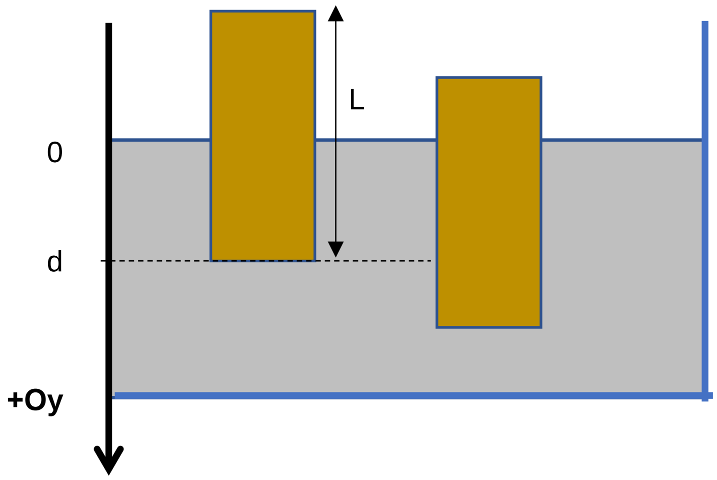
iii. Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης και χρησιμοποιώντας την, να καθορίσετε την πειραματική τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

(μονάδες 3)

$\kappa\lambda i\sigma\eta = \frac{\Delta F}{\Delta I} = \frac{6{,}43 \times 10^{-2}\ N}{1{,}8 A} = 3{,}6 \times\ 10^{-3}\,\frac{N}{A}$ (ενδεικτική τιμή) **[1 μον.]** $\lvert\vec{F}\rvert = \lvert\vec{B}\rvert IL \ \Rightarrow \kappa\lambda i\sigma\eta = \lvert\vec{B}\rvert L$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \lvert\vec{B}\rvert = \frac{\kappa\lambda i\sigma\eta}{L} = \frac{3{,}6 \times 10^{-3}\frac{N}{A}}{0{,}20\ m} = 0{,}018\ T$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

<u>Ερώτηση 15</u>

Στο πιο κάτω σχήμα απεικονίζεται ένα ομογενές ξύλινο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο σώμα με εμβαδόν βάσης S, συνολικό ύψος L, μάζα m και πυκνότητα ρ_ξ. Το σώμα είναι μερικώς βυθισμένο σε υγρό πυκνότητας $\rho_\upsilon > \rho_\xi$ και ισορροπεί. Η κάτω βάση του σώματος βρίσκεται στη θέση y = d, όταν ισορροπεί. Μετατοπίζουμε το σώμα κατακόρυφα, έτσι ώστε η κάτω βάση να βρεθεί στη νέα θέση y > d και το αφήνουμε ελεύθερο. Θεωρούμε ότι η μεταβολή στο ύψος της στάθμης του υγρού λόγω της κατακόρυφης μετατόπισης του σώματος είναι αμελητέα. Το σώμα εκτελεί ταλαντώσεις κατακόρυφα μέσα στο υγρό.



Η θεωρία μας υποδεικνύει ότι η επιτάχυνση α του σώματος δίνεται από τη σχέση

$$\alpha = -\frac{S\rho_{\upsilon}g}{m}(y-d)$$

(α) Να εξηγήσετε πώς μπορούμε να συμπεράνουμε από την πιο πάνω σχέση ότι το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

(μονάδες 2)

Η επιτάχυνση α είναι ανάλογη της μετατόπισης [**1 μον**]και αντίθετης φοράς[**1 μον**] $\alpha \propto -(y-d)$ επομένως σύμφωνα με τον $2o$ $Νόμο\ του\ Νεύτωνα\ \Sigma\vec{F} = m\vec{a}, και\ τον\ ορισμό\ της\ ΑΑΤ\ εκτελεί\ ΑΑΤ$	***2 μον.***

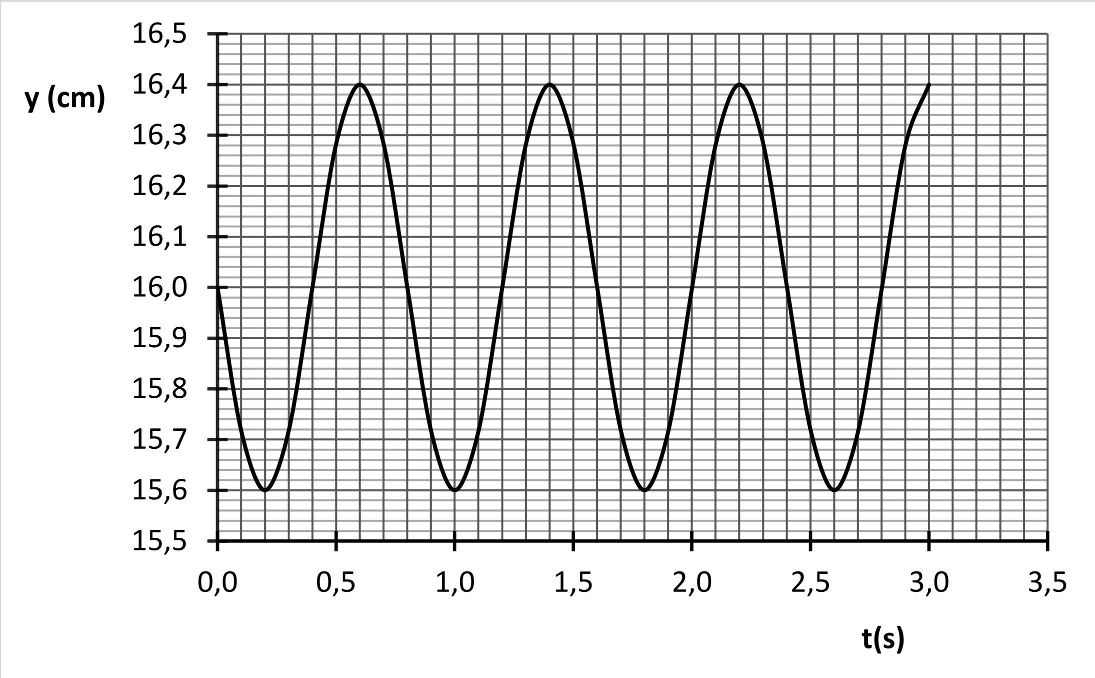
(β) Το ξύλινο σώμα έχει εμβαδό βάσης 55 cm^2, και επιπλέει σε υγρό πυκνότητας 1,3 × 10^3 kg m^{-3}. Να υπολογίσετε τη μάζα του ξύλινου σώματος ώστε το σώμα να ταλαντώνεται με συχνότητα 2,0 Hz.

(μονάδες 3)

$\alpha = -\frac{S\rho_{\upsilon}g}{m}(y-d) = -\omega^2(y-d) = -4\pi^2 f^2(\text{y-d}) \Rightarrow [\mathbf{1\ \mu o\nu}]$ $m = \frac{S\rho_{\upsilon}g}{4\pi^2 f^2}[\mathbf{1\ \mu o\nu}] = \frac{(55\times10^{-4}\ m^2)\ (1{,}3\ \times\ 10^3\ \frac{\text{kg}}{m^3})(9.81\ \frac{m}{s^2})}{4\pi^2(2{,}0\ Hz)^2} = 0{,}44\ kg\ [\mathbf{1\ \mu o\nu}]$	**3 μον.**

(γ) Για ένα άλλο παρόμοιο σώμα η μεταβολή της θέσης της κάτω βάσης του σώματος y σε σχέση με τον χρόνο t φαίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.

Για την τιμή d = 16 cm το σώμα ισορροπεί.



i. Να προσδιορίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

$y_0 = 0,4\ cm\ [\mathbf{1\ μον.}]$	**1 μον.**

ii. Να προσδιορίσετε την περίοδο της ταλάντωσης.

$T = 0,8\ s\ [\mathbf{1\ μον.}]$	**1 μον.**

iii. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του σώματος στο σημείο όπου η βάση του είναι στη θέση y = 16,2 cm.

(μονάδες 2)

$\upsilon^2 = \omega^2(y_0^2 - y_1^2) = \frac{4\pi^2}{T^2}(y_0^2 - y_1^2)[\mathbf{1\ μον.}] \Rightarrow \upsilon^2 = \frac{4\times(3,14\ rad)^2}{(0,8\ s)^2}\ [(0,004\ m\ )^2 - (0,002\ m\ )^2\ ] \Rightarrow \upsilon = 0,027\frac{m}{s}\ [\mathbf{1\ μον.}]$	**2 μον.**

iv. Να αναφέρετε μια άλλη θέση y όπου το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης είναι ίσο με εκείνο που υπολογίσατε στο υποερώτημα (iii).

(μονάδα 1)

$y = 15,8cm\ [\mathbf{1\ μον.}]$	**1 μον.**