

ΦΥΣΙΚΗ Γ' Τάξης Προσανατολισμού Ημερησίου και Εσπερινού Γενικού Λυκείου

«Την ημέρα των εξετάσεων, κατά συγκεκριμένο μάθημα και Λύκειο, ο Διευθυντής και ο οικείος ή οι οικείοι διδάσκοντες, με τη χρήση των κωδικών που διαθέτει το σχολείο, κληρώνουν άπαξ (έως δύο ώρες προ της έναρξης της εξέτασης), με τυχαία επιλογή, το 50% των θεμάτων του μαθήματος στο οποίο θα εξετασθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες.

Η κλήρωση διενεργείται ως εξής:

Ανάλογα με το εξεταζόμενο μάθημα κληρώνονται έξι (6) θέματα από τα οποία τρία (3) για το 2ο και τρία (3) για το 4ο ερώτημα.

Οι διδάσκοντες επιλέγουν τα θέματα ένα (1) για το 2ο και ένα (1) για το 4ο ερώτημα

«Τα θέματα Β και Δ προέρχονται και αντλήθηκαν από την πλατφόρμα της Τράπεζας Θεμάτων Διαβαθμισμένης Δυσκολίας που αναπτύχθηκε (MIS5070818-Τράπεζα θεμάτων Διαβαθμισμένης Δυσκολίας για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Γενικό Λύκειο-ΕΠΑΛ) και είναι διαδικτυακά στο δικτυακό τόπο του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Ι.Ε.Π.) στη διεύθυνση (<http://iep.edu.gr/el/trapeza-thematon-arxiki-selida>)».

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

5	ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ	1
5.3	Κεντρική ελαστική κρούση δύο σφαιρών	3
5.4	Ελαστική κρούση σώματος με άλλο ακίνητο πολύ μεγάλης μάζας	5
1	ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ -ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ	2
1.3	Απλή αρμονική ταλάντωση	6
1.5	Φθίνουσες ταλαντώσεις	38
1.6	Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις	43
4	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	3
4.2	Οι κινήσεις των στερεών σωμάτων	48
4.4	Ισορροπία στερεού σώματος	51
4.7	Στροφορμή	57
4	ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	Τεύχος Β 4
4.3	Εφαρμογές του νόμου των Biot και Savart	59
4.4	Ο Νόμος του Ampere (Αμπέρ)	63
4.7	Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο	64

4.8	Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε μαγνητικό πεδίο (εκτός από «Δ. Κίνηση σε ανομοιογενές μαγνητικό πεδίο»)	65
4.9	Εφαρμογές της κίνησης φορτισμένων σωματιδίων	71
4.10	Δύναμη Laplace (Λαπλάς)	77
4.11	Μαγνητική δύναμη ανάμεσα σε δύο παράλληλους ρευματοφόρους αγωγούς	85

5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ Τεύχος Β 5

5.2	Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή	86
5.3	Ευθύγραμμος αγωγός κινούμενος σε ομογενές μαγνητικό πεδίο	91
5.4	Ο κανόνας του Lenz και η αρχή διατήρησης της ενέργειας στο φαινόμενο της επαγωγής	99
5.5	Στρεφόμενος αγωγός	104
5.6	Στρεφόμενο πλαίσιο- εναλλασσόμενη τάση	105
5.7	Εναλλασσόμενο ρεύμα	107
5.8	Ενεργός ένταση - Ενεργός τάση	108
5.9	Ο νόμος του Joule (Τζάουλ) - Ισχύς του εναλλασσόμενου ρεύματος	109
5.14	Αυτεπαγωγή	114

2 ΚΥΜΑΤΑ 6

2.2	Μηχανικά κύματα	120
2.4	Συμβολή δύο κυμάτων στην επιφάνεια υγρού	128
2.5	Στάσιμα Κύματα	134
2.6	Παραγωγή Ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων	141
2.8	Το Φάσμα Της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας	142

7 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ 7

7.2	Η ακτινοβολία του μέλανος σώματος	146
7.3	Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο	153
7.4	Φαινόμενο Compton	166
7.5	Η Κυματική Φύση της Ύλης	172
7.6	Αρχή της Αβεβαιότητας	174
7.7	Κυματοσυνάρτηση και εξίσωση Schrödinger (Σρέντινγκερ)	177

5. ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

5.3 Κεντρική ελαστική κρούση δύο σφαιρών (2)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.3

2 5 2 4 6

Σώμα μάζας m_1 , κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα $\vec{v}_1$, μέτρου $v_1 = 4 \frac{m}{s}$ και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητο σώμα μάζας m_2 . Η ταχύτητα $\vec{v}_1'$ του σώματος μάζας m_1 μετά την κρούση είναι ομόρροπη της $\vec{v}_1$ και το μέτρο της ίσο με $2 \frac{m}{s}$.

4.1. Να δείξετε ότι ο λόγος των μαζών των δύο σωμάτων είναι $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{3}$.

4.2. Να προσδιορίσετε την ταχύτητα του σώματος m_2 μετά την κρούση.

4.3. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας m_2 αν γνωρίζετε ότι η μάζα του είναι $m_2 = 2 \text{ kg}$.

4.4. Αν το σώμα μάζας m_2 μετά την κρούση εισέρχεται σε τραχύ δάπεδο, με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής $\mu = 0.5$, να προσδιορίσετε τη μετατόπιση του σώματος αυτού στο τραχύ δάπεδο, από το σημείο εισόδου σε αυτό, μέχρι να σταματήσει.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Δίνεται: $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

2.

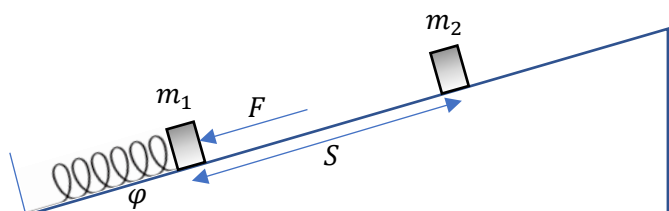
Θ Ε Μ Α Δ

5.3

2 7 6 9 8

Το ένα άκρο ελατηρίου στερεώνεται στην βάση κεκλιμένου επιπέδου. Στο άλλο άκρο του τοποθετείται σώμα αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$. Το σύστημα ισορροπεί με τη βοήθεια δύναμης $F = 36 \text{ N}$, η οποία ασκείται στο σώμα με διεύθυνση παράλληλη στο κεκλιμένο επίπεδο και με φορά προς τα κάτω. Το σώμα δεν είναι στερεωμένο μόνιμα στην άκρη του ελατηρίου. Η συσπείρωση του ελατηρίου είναι $\Delta l = 0,4 \text{ m}$. Η γωνία του κεκλιμένου επιπέδου είναι φ με $\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,8$. Η σταθερά του ελατηρίου είναι $k = 100 \text{ N/m}$. Σε απόσταση $s = 0,75 \text{ m}$ από το σώμα μάζας m_1 υπάρχει άλλο σώμα αμελητέων διαστάσεων μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$ το οποίο **συγκρατείται** ακίνητο με τη βοήθεια της τριβής και μίας άλλης δύναμης. Ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στο κάθε σώμα και το κεκλιμένο επίπεδο είναι ο ίδιος. Για την επιτάχυνση της βαρύτητας να χρησιμοποιηθεί η προσεγγιστική τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.

4.1. Εφαρμόζοντας τη συνθήκη ισορροπίας δυνάμεων στο σώμα μάζας m_1 να αποδείξετε πως η ελάχιστη τιμή του συντελεστή τριβής ανάμεσα στα σώματα και στο κεκλιμένο επίπεδο είναι 0,25.



- 4.2.** Η δύναμη F παύει να ασκείται. Για τιμή του συντελεστή τριβής ίση με 0,25, να υπολογίσετε την ταχύτητα v_1 με την οποία το σώμα μάζας m_1 θα φτάσει στη θέση που βρίσκεται το σώμα μάζας m_2 .
- 4.3.** Ακριβώς τη στιγμή που το σώμα μάζας m_1 φτάνει στη θέση που βρίσκεται το σώμα μάζας m_2 , το τελευταίο αφήνεται ελεύθερο, οπότε μεταξύ τους πραγματοποιείται μετωπική ελαστική κρούση με την αρχική ταχύτητα του δεύτερου σώματος να είναι $v_2 = 0$. Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των δύο σωμάτων αμέσως μετά την κρούση.
- 4.4.** Να υπολογίσετε σε πόση απόσταση από το σημείο της κρούσης θα σταματήσει να κινείται για πρώτη φορά το σώμα μάζας m_2 .

Μονάδες $(5+7+7+6)=25$

5.4 Ελαστική κρούση σώματος με άλλο ακίνητο πολύ μεγάλης μάζας (1)

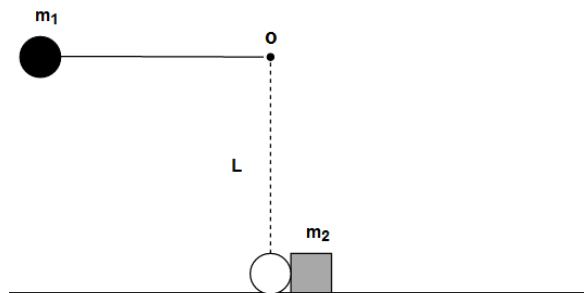
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.4

3 1 7 2 6

Μια ατσάλινη σφαίρα μάζας $m_1 = 2 \text{ kg}$ είναι δεμένη σε ένα νήμα μήκους $L = 1,8 \text{ m}$ που δεν έχει βάρος και δεν είναι ελαστικό.



Αρχικά η σφαίρα ανυψώνεται ώστε το νήμα να είναι τεντωμένο σε οριζόντια διεύθυνση. Στη συνέχεια η σφαίρα ελευθερώνεται. Στο χαμηλότερο σημείο της τροχιάς της η σφαίρα συγκρούεται με ένα χαλύβδινο σώμα μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$ που αρχικά ισορροπεί και μπορεί να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο. Η σύγκρουση είναι μετωπική και ελαστική. Αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του επιπέδου είναι $\mu = 0,2$ να υπολογίσετε:

4.1. τις ταχύτητες των σωμάτων αμέσως μετά την κρούση.

4.2. το ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας που μεταφέρθηκε στο χαλύβδινο σώμα κατά την κρούση.

4.3. το διάστημα που θα διανύσει το χαλύβδινο σώμα μέχρι να σταματήσει και η μέγιστη γωνία ($\sigma\upsilon\nu\varphi$) που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφη μετά την κρούση.

Στην πραγματικότητα η κρούση δεν είναι ελαστική, αλλά το ένα τρίτο ($\frac{1}{3}$) της αρχικής μηχανικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα και ηχητική ενέργεια.

4.4. Να υπολογίσετε τις νέες ταχύτητες των σωμάτων αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες (5+6+6+8)=25

Η διάρκεια της κρούσης να θεωρηθεί ότι είναι πολύ μικρή.

1.3 Απλή αρμονική ταλάντωση (16)

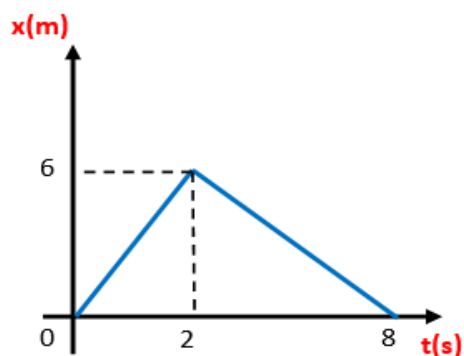
1.

Θ Ε Μ Α Β

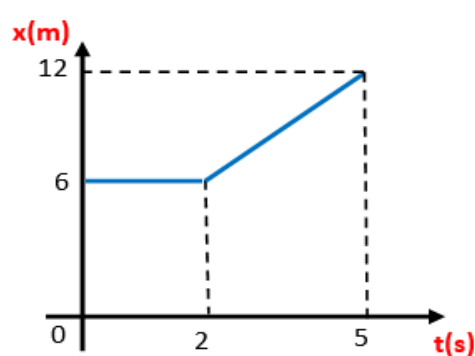
1.3

2 3 1 0 8

2.1. Δύο σώματα αμελητέων διαστάσεων με μάζες $m_1 = m$ και $m_2 = 2m$ βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο άξονα, με το σώμα m_1 στην αρχή του άξονα (θέση 0). Τα δύο σώματα συγκρούονται κεντρικά και η κίνηση των δύο σωμάτων πριν και μετά την κρούση περιγράφεται από τα διαγράμματα:



(1)



(2)

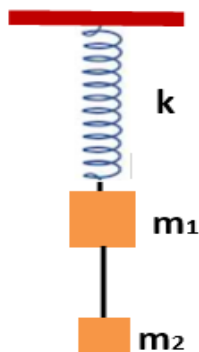
Η γραφική παράσταση (1) δίνει την θέση του σώματος m_1 συναρτήσει του χρόνου, ενώ η (2) δίνει τη θέση του σώματος μάζας m_2 . Τότε:

- (α) Η κρούση των δύο σωμάτων είναι ελαστική.
- (β) Η κρούση των δύο σωμάτων είναι ανελαστική.
- (γ) Η κρούση των δύο σωμάτων είναι πλαστική.

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Το σώμα Σ_1 του σχήματος, μάζας m_1 , κρέμεται δεμένο σε κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς k , ενώ το σώμα Σ_2 , μάζας m_2 , είναι δεμένο μέσω ιδανικού νήματος με το Σ_1 .



Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα οπότε το Σ_1 αρχίζει να κινείται. Η ταχύτητά του μηδενίζεται για πρώτη φορά ύστερα από χρόνο :

$$(\alpha) \pi \sqrt{\frac{m_2}{k}}$$

$$(\beta) \pi \sqrt{\frac{m_1}{k}}$$

$$(\gamma) \pi \sqrt{\frac{m_1+m_2}{k}}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

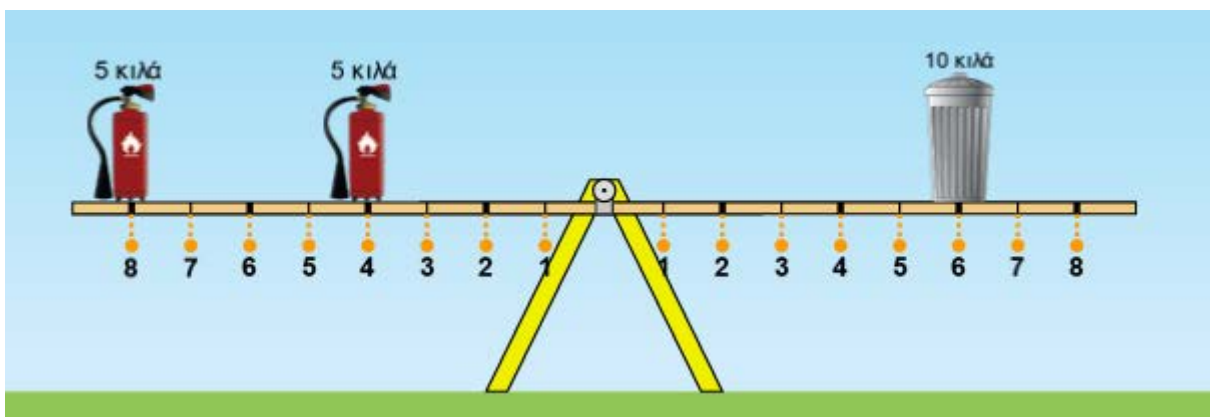
2.

Θ Ε Μ Α Β

1.3

2 3 1 3 1

2.1. Μία ομογενής ράβδος μήκους L και αμελητέας μάζας στηρίζεται στο κέντρο της από μία βάση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η ράβδος είναι χωρισμένη σε ίσα αριθμημένα τμήματα και έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο της. Πάνω της έχουν τοποθετηθεί δύο πυροσβεστήρες που ο καθένας έχει μάζα $m = 5\text{kg}$ και ένας κάδος με μάζα $M = 10\text{Kg}$. Αρχικά η ράβδος διατηρείται οριζόντια. Όταν αφεθεί ελεύθερη, τότε



(α) θα περιστραφεί δεξιόστροφα.

(β) θα περιστραφεί αριστερόστροφα.

(γ) θα παραμείνει οριζόντια.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η εξίσωση απομάκρυνσης ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή δίνεται από την σχέση

$$x = 0,1\mu(4\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ (S.I.)}$$

Η μετατόπιση του ταλαντωτή από την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι την χρονική στιγμή $t_1 = 0,25\text{s}$ είναι

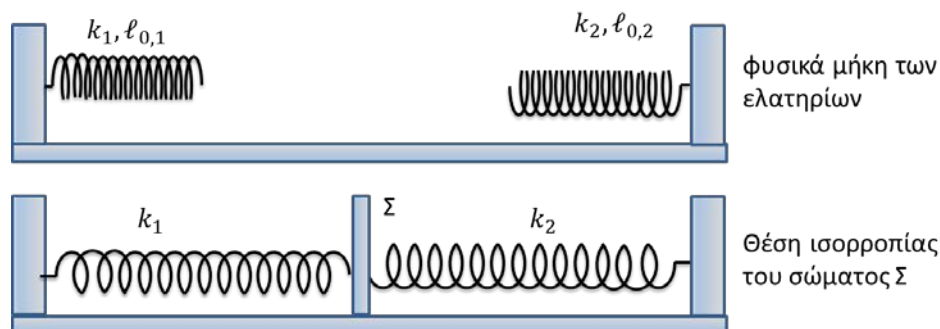
$$(\alpha) 0,2 \text{ m} \quad , \quad (\beta) -0,2 \text{ m} \quad , \quad (\gamma) 0 \text{ m}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

- 2.1.** Ένα σώμα Σ μάζας m βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και ισορροπεί δεμένο σε δύο οριζόντια ιδανικά ελατήρια με σταθερές k_1 και k_2 και φυσικά μήκη $\ell_{0,1}$ και $\ell_{0,2}$ αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Στη θέση ισορροπίας του σώματος το ελατήριο k_1 έχει επιμήκυνση $\Delta\ell_1$ και το ελατήριο k_2 έχει επιμήκυνση $\Delta\ell_2$. Εκτρέπουμε το σώμα Σ από τη θέση ισορροπίας του και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Στη συνέχεια το σώμα θα εκτελέσει

(α) απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$

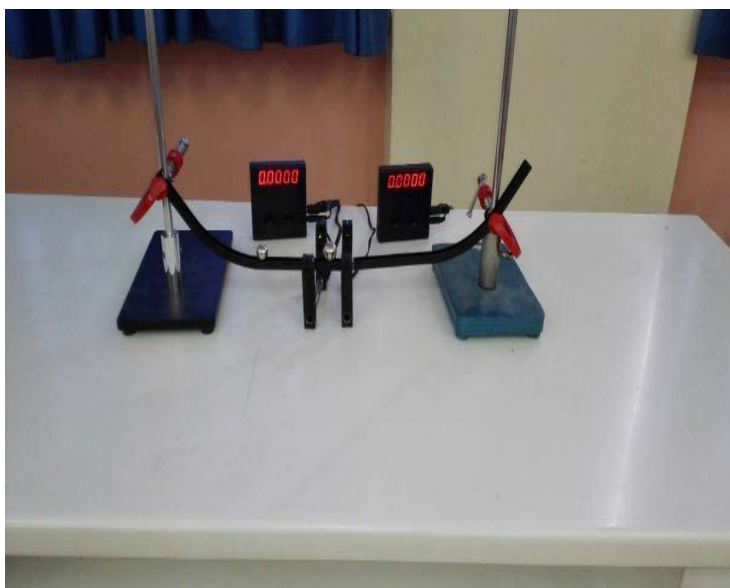
(β) απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο $T = 2\pi \sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

(γ) φθίνουσα ταλάντωση με περίοδο $T = 2\pi \sqrt{\frac{(k_1+k_2) \cdot m}{k_1 \cdot k_2}}$

- 2.1. Α.** Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

- 2.1. Β.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.2.** Η πειραματική διάταξη της παρακάτω φωτογραφίας, όπου φαίνονται ένας μεταλλικός διάδρομος, δύο μεταλλικές σφαίρες διαφορετικών μαζών και δύο φωτοπύλες, χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση και τη μελέτη κρούσεων. Οι σφαίρες αφήνονται από διαφορετικά ύψη και η σύγκρουσή τους γίνεται στο οριζόντιο τμήμα του διαδρόμου. Με τη βοήθεια των φωτοπυλών και κατάλληλου λογισμικού μετριέται πειραματικά η ταχύτητα κάθε σφαίρας τόσο πριν όσο και μετά την κρούση τους. Σε ένα τέτοιο πείραμα οι σφαίρες Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα κινήθηκαν ομόρροπα πάνω στο λείο οριζόντιο τμήμα του διαδρόμου και συγκρούστηκαν κεντρικά και ελαστικά. Οι πειραματικές μετρήσεις των ταχυτήτων χρησιμοποιήθηκαν για να καθοριστεί η σχέση που συνδέει τα μέτρα τους. Η σφαίρα Σ_1 έχει ταχύτητα $\vec{v}_1$ πριν την κρούση και $\vec{v}'_1$ μετά την κρούση. Η σφαίρα Σ_2 έχει ταχύτητα $\vec{v}_2$ πριν την κρούση και $\vec{v}'_2$ μετά την κρούση. Χρησιμοποιώντας τις θεμελιακές αρχές της φυσικής που διέπουν την κεντρική ελαστική κρούση να υπολογίσετε τη σχέση που συνδέει τα μέτρα των ταχυτήτων των σφαιρών.



Σύμφωνα με τους υπολογισμούς σας, η σχέση που συνδέει τα μέτρα των ταχυτήτων όταν μετρούνται πειραματικά είναι:

(α) $v_1 - v_2 = v'_1 - v'_2$

(β) $v_1 - v_2 = v'_2 - v'_1$

(γ) $v_1 \cdot v_2 = v'_1 \cdot v'_2$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

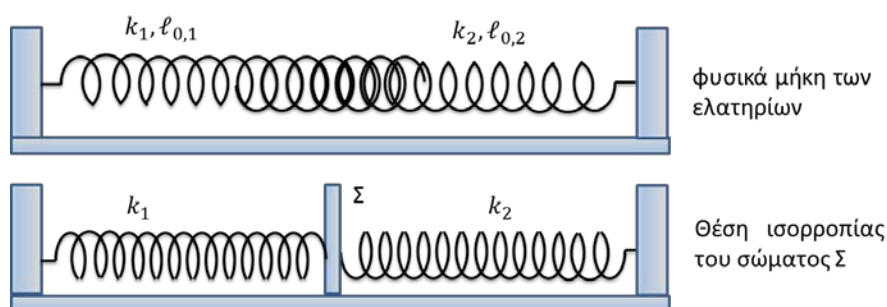
4.

Θ Ε Μ Α Β

1.3

2 4 4 3 8

2.1. Ένα σώμα Σ μάζας m βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και ισορροπεί δεμένο σε δύο οριζόντια ιδανικά ελατήρια με σταθερές k_1 και k_2 και φυσικά μήκη $\ell_{0,1}$ και $\ell_{0,2}$ αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Στη θέση ισορροπίας του σώματος το ελατήριο k_1 έχει συσπίρωση $\Delta\ell_1$ και το ελατήριο k_2 έχει συσπίρωση $\Delta\ell_2$. Εκτρέπουμε το σώμα Σ από τη θέση ισορροπίας του και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Στη συνέχεια το σώμα θα εκτελέσει

(α) απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$

(β) απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο $T = 2\pi \sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

(γ) φθίνουσα ταλάντωση με περίοδο $T = 2\pi \sqrt{\frac{(k_1+k_2) \cdot m}{k_1 \cdot k_2}}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η πειραματική διάταξη της παρακάτω φωτογραφίας, όπου φαίνονται ένας μεταλλικός διάδρομος, δύο μεταλλικές σφαίρες διαφορετικών μαζών και δύο φωτοπύλες, χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση και τη μελέτη κρούσεων. Οι σφαίρες αφήνονται από διαφορετικά ύψη και η σύγκρουσή τους γίνεται στο οριζόντιο τμήμα του διαδρόμου. Με τη βοήθεια των φωτοπυλών και κατάλληλου λογισμικού μετριέται πειραματικά η ταχύτητα κάθε σφαίρας τόσο πριν όσο και μετά την κρούση τους. Σε ένα τέτοιο πείραμα οι σφαίρες Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα κινήθηκαν αντίρροπα πάνω στο λείο οριζόντιο τμήμα του διαδρόμου και συγκρούστηκαν κεντρικά και ελαστικά. Οι πειραματικές μετρήσεις των ταχυτήτων χρησιμοποιήθηκαν για να καθοριστεί η σχέση που συνδέει τα μέτρα τους. Η σφαίρα Σ_1 έχει ταχύτητα $\vec{v}_1$ πριν την κρούση και $\vec{v}'_1$ μετά την κρούση. Η σφαίρα Σ_2 έχει ταχύτητα $\vec{v}_2$ πριν την κρούση και $\vec{v}'_2$ μετά την κρούση. Χρησιμοποιώντας τις θεμελιακές αρχές της φυσικής που διέπουν την κεντρική ελαστική κρούση να υπολογίσετε τη σχέση που συνδέει τα μέτρα των ταχυτήτων των σφαιρών.



Σύμφωνα με τους υπολογισμούς σας, η σχέση που συνδέει τα μέτρα των ταχυτήτων όταν μετρούνται πειραματικά είναι:

(α) $v_1 - v_2 = v'_1 - v'_2$

(β) $v_1 - v_2 = v'_2 - v'_1$

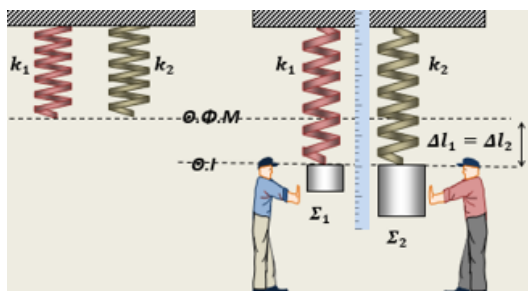
(γ) $v_1 \cdot v_2 = v'_1 \cdot v'_2$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Σε ένα υποθετικό πείραμα, κρεμάσαμε κατακόρυφα δύο διαφορετικά ιδανικά ελατήρια που έχουν το ίδιο φυσικό μήκος, στερεώνοντας το πάνω άκρο τους στο ίδιο οριζόντιο, ακλόνητο επίπεδο. Στο ένα ελατήριο σταθεράς k_1 , κρεμάσαμε ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 και φροντίσαμε να ισορροπεί ακίνητο. Στο άλλο ελατήριο σταθεράς k_2 , κρεμάσαμε άλλο σώμα Σ_2 , μάζας m_2 και φροντίσαμε να ισορροπεί και αυτό ακίνητο. Μετρήσαμε ότι καθώς τα δύο σώματα ισορροπούν, έχουν προκαλέσει ίσες επιμηκύνσεις στα δύο ελατήρια ($\Delta l_1 = \Delta l_2$), όπως στο σχήμα.



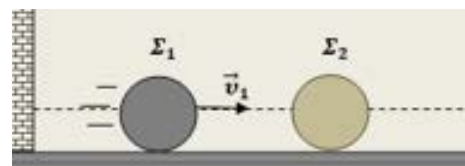
Εκτρέπουμε και τα δύο συστήματα από την κατάσταση ισορροπίας, τραβώντας κατακόρυφα προς τα κάτω το σώμα κάθε συστήματος και κάποια στιγμή το αφήνουμε ελεύθερο να ταλαντώνεται. Για το χρονικό διάστημα των παρατηρήσεων, μπορούμε να αγνοήσουμε τις αντιστάσεις του αέρα, με αποτέλεσμα κάθε σύστημα να εκτελεί κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση, με σταθερά επαναφοράς την σταθερά του ελατηρίου. Μετρώντας το χρόνο για ένα πλήθος ταλαντώσεων κάθε συστήματος, μπορούμε να υπολογίσουμε τη συχνότητα ταλάντωσης. Για τις συχνότητες f_1, f_2 των συστημάτων (1) και (2) αντίστοιχα, θα προκύψει η σχέση:

$$(\alpha) \frac{f_1}{f_2} = 1 \quad (\beta) \frac{f_1}{f_2} = 4 \quad (\gamma) \frac{f_1}{f_2} = \frac{1}{4}$$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο σφαίρες Σ_1, Σ_2 , με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, είναι αρχικά ακίνητες σε λείο οριζόντιο, ακλόνητο δάπεδο, έτσι ώστε τα κέντρα τους να ορίζουν μια οριζόντια ευθεία κάθετη σε κατακόρυφο τοίχο. Εκτοξεύουμε τη σφαίρα Σ_1 με οριζόντια ταχύτητα $\vec{v}_1$, τέτοια ώστε να πλησιάζει τη σφαίρα Σ_2 και να απομακρύνεται από τον τοίχο όπως στην εικόνα.



Η κρούση μεταξύ των δύο σφαιρών είναι κεντρική και ελαστική και η Σ_1 μετά την κρούση της με τη Σ_2 συγκρούεται με τον τοίχο, με κρούση επίσης ελαστική. Αν δίνεται ότι οι δύο σφαίρες δεν θα συγκρουστούν για δεύτερη φορά, τότε για τις μάζες τους είναι δυνατόν να ισχύει η σχέση:

$$(\alpha) m_2 = m_1 \quad (\beta) m_2 = 2 \cdot m_1 \quad (\gamma) m_2 = 4 \cdot m_1$$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

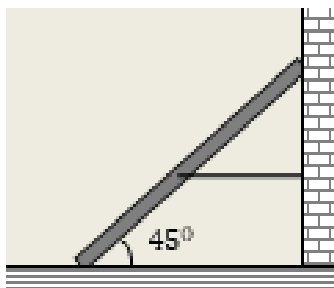
Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Υλικό σημείο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με κυκλική συχνότητα ω , περίοδο T και πλάτος A . Κάθε οριζόντια τετράδα του πίνακα που ακολουθεί μας δίνει τη φάση (φ) της ταλάντωσης, την τιμή της απομάκρυνσης (x) από τη θέση ισορροπίας του και την τιμή της ταχύτητας (v) του υλικού σημείου, σε μια χρονική στιγμή (t), σε συνάρτηση με τις τιμές ω, A, T , των δεδομένων μεγεθών.

$\varphi(\text{rad})$	x	v	t
	$+A$		0
			$\frac{T}{4}$
$\frac{3\pi}{2}$			

Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα, αιτιολογώντας τις απαντήσεις σας.

2.2. Ομογενής και ισοπαχής ράβδος έχει μήκος l και βάρος W . Η ράβδος ισορροπεί ακίνητη, καθώς στηρίζεται στο πάνω άκρο της σε λείο κατακόρυφο τοίχο, στο κάτω άκρο της σε λείο οριζόντιο δάπεδο και στο μέσον της έχει δεθεί το ένα άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος, το άλλο άκρο του οποίου δένεται στον κατακόρυφο τοίχο, έτσι ώστε το νήμα να είναι τεντωμένο και οριζόντιο, όπως στο σχήμα. Στη θέση αυτή, η ράβδος σχηματίζει γωνία 45° με το οριζόντιο δάπεδο. (Δίνεται $\eta\mu 45^\circ = \sigma\upsilon\nu 45^\circ$).



Για το μέτρο T της τάσης του νήματος που δέχεται η ράβδος από το νήμα ισχύει η σχέση:

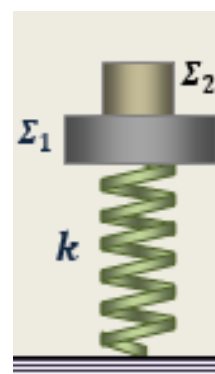
$$(\alpha) T = \frac{W}{2} \quad , \quad (\beta) T = W \quad , \quad (\gamma) T = \frac{W}{4}$$

2.2. A. Να επιλέξετε τη σωστή σχέση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[12 + (4 + 9)] = 25$

2.1. Ένα σώμα Σ_1 , μάζας m_1 , είναι δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k , το κάτω άκρο του οποίου είναι σταθερά στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Πάνω στο σώμα Σ_1 είναι τοποθετημένο άλλο σώμα Σ_2 μάζας m_2 και αρχικά το σύστημα ισορροπεί με τα σώματα ακίνητα και το ελατήριο κατακόρυφο και συσπειρωμένο σε σχέση με το φυσικό του μήκος. Για τις μάζες των δύο σωμάτων ισχύει η σχέση $m_1 = 2 \cdot m_2$.



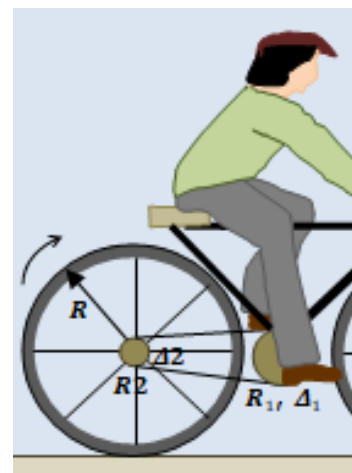
Κάποια στιγμή αφαιρέσαμε το σώμα Σ_2 , με αποτέλεσμα το υπόλοιπο σύστημα να αρχίσει να ταλαντώνεται και οι αντιστάσεις του αέρα να είναι ασήμαντες. Τη στιγμή ακριβώς που αφαιρέθηκε το σώμα Σ_2 , ο λόγος $\frac{U_{ελ.}}{U_{ταλ.}}$, της δυναμικής ενέργειας εξαιτίας του παραμορφωμένου ελατηρίου, προς τη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης είναι ίσος με:

(α) 1 , (β) 4 , (γ) 9

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Σε ένα ποδήλατο ο δίσκος των πεντάλ (Δ_1), τον οποίο περιστρέφουμε με τα πόδια μας, έχει ακτίνα R_1 και συνδέεται, με τεντωμένη αλυσίδα στην περιφέρειά του, με ένα μικρότερο δίσκο (Δ_2) ακτίνας R_2 , ο οποίος περιστρέφει τον πίσω τροχό και περιστρέφεται μαζί του, γύρω από τον ίδιο άξονα στο κέντρο τους. Οι τροχοί του ποδηλάτου έχουν ίσες ακτίνες R και ισχύει η σχέση $R = 10 \cdot R_2$.



Αν κάνουμε ποδήλατο και κινούμαστε σε μια ευθεία ενός ποδηλατόδρομου, με τους τροχούς να κυλούν χωρίς να ολισθαίνουν, τότε όταν έχουμε περιστρέψει κατά N πλήρεις περιστροφές το δίσκο των πεντάλ, θα έχουμε διανύσει με το ποδήλατό μας, διάστημα S , για το οποίο ισχύει:

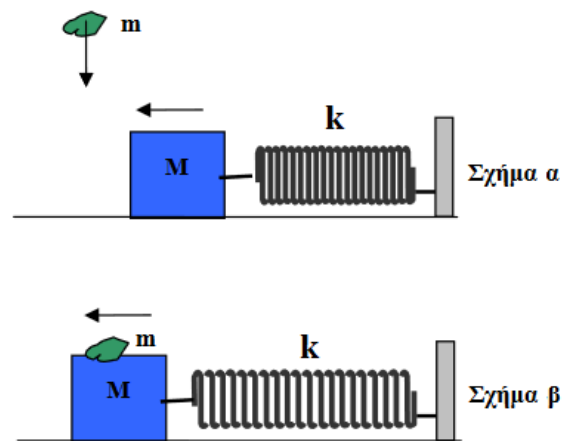
(α) $S = 2 \cdot N \cdot \pi \cdot R_1$, (β) $S = 20 \cdot N \cdot \pi \cdot R_1$, (γ) $S = 10 \cdot N \cdot \pi \cdot R_1$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Στο σχήμα α το σώμα μάζας M είναι δεμένο στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A , πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Σώμα μάζας m πέφτει κατακόρυφα από μικρό ύψος. Όταν το σώμα μάζας M περνά από τη θέση όπου το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος, το σώμα μάζας m συγκρούεται με αυτό δημιουργώντας ένα συσσωμάτωμα, όπως δείχνει το σχήμα β. Το πλάτος της νέας ταλάντωσης A' που θα εκτελέσει το συσσωμάτωμα



(α) είναι ίσο με το πλάτος A .

(β) είναι μεγαλύτερο του πλάτους A .

(γ) είναι μικρότερο του πλάτους A .

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Μία ομογενής σανίδα AB μήκους ℓ ισορροπεί στηριζόμενη στα σημεία Γ και Δ που απέχουν απόσταση α από το A και β από το B αντίστοιχα (όπως φαίνεται στο σχήμα). Οι δυνάμεις που δέχεται η σανίδα στα στηρίγματα Γ και Δ είναι T_1 και T_2

αντίστοιχα. Ο λόγος των δυνάμεων $\frac{T_1}{T_2}$ είναι:

$$(\alpha) \frac{T_1}{T_2} = \frac{L-2\alpha}{L-2\beta}, \quad (\beta) \frac{T_1}{T_2} = \frac{L-2\beta}{L-2\alpha}, \quad (\gamma) \frac{T_1}{T_2} = \frac{L-\beta}{L-\alpha}$$

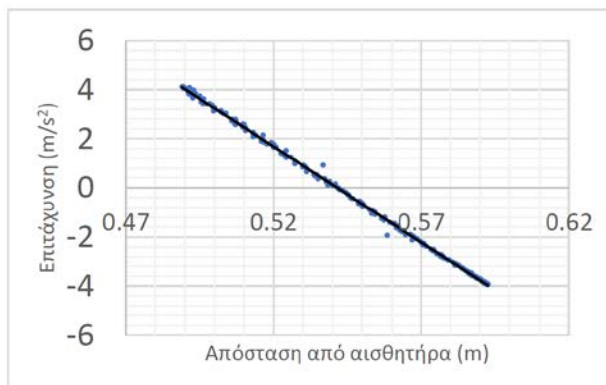


2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Με τη βοήθεια αισθητήρα απόστασης και επιτάχυνσης και αντίστοιχο λογισμικό, δημιουργήθηκε το παρακάτω διάγραμμα για την απλή αρμονική ταλάντωση μάζας αναρτημένης από κατακόρυφο ελατήριο.



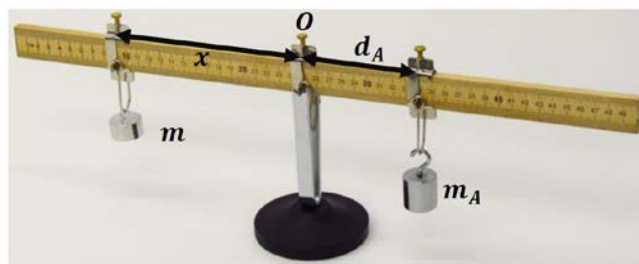
Η συχνότητα της ταλάντωσης είναι πιο κοντά σε

(α) 9 Hz , (β) $1,4 \text{ Hz}$, (γ) $0,2 \text{ Hz}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

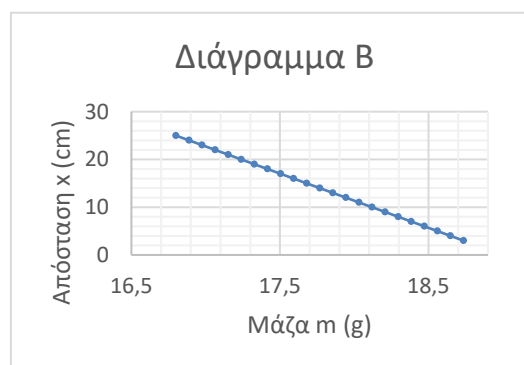
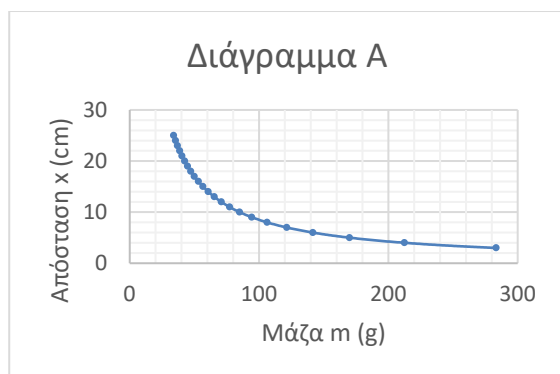
2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

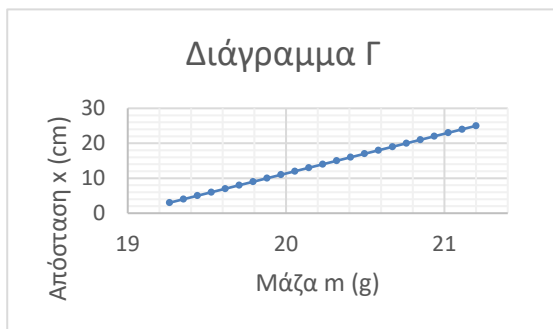
2.2. Στη διάταξη της εικόνας¹, το υποδεκάμετρο μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από οριζόντιο άξονα που υπάρχει στο σημείο O (μέσο του υποδεκάμετρου). Το βαρίδιο μάζας m_A είναι μόνιμα αναρτημένο σε σημείο που βρίσκεται



σε απόσταση d_A από το σημείο O . Στα αριστερά του σημείου O αναρτούμε κάθε φορά διαφορετικό βαρίδιο μάζας m , από διαφορετικό σημείο απόστασης x από το O ώστε το υποδεκάμετρο να παραμένει σε ισορροπία.

Δίνονται τρία διαγράμματα απόστασης x σε σχέση με μάζα m .





Ποιο από τα τρία διαγράμματα περιγράφει σωστά τη σχέση της απόστασης x με τη μάζα m ώστε να ισορροπεί η ράβδος;

(α) Α , (β) Β , (γ) Γ

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

10.

Θ Ε Μ Α Β

1.3

25021

2.1. Σώμα μάζας m κινείται κατακόρυφα προς τα επάνω και, την στιγμή που έχει με ταχύτητα v , συγκρούεται πλαστικά με σώμα ίσης μάζας m που ισορροπεί δεμένο στο κάτω άκρο αναρτημένου ελατηρίου σταθεράς k . Το συσσωμάτωμα κινείται κατακόρυφα προς τα επάνω, αλλά σταματά στιγμιαία στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. Για το πλάτος A της ταλάντωσης θα ισχύει

(α) $A = \frac{mg}{k}$ (β) $A < \frac{mg}{k}$ (γ) $A > \frac{mg}{k}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

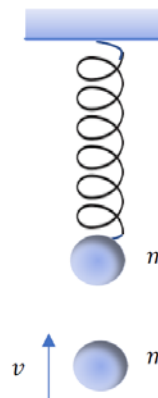
2.2. Οριζόντιος κύλινδρος κυλίνεται και έχει αρχικά γωνιακή ταχύτητα ω . Επιβραδύνεται με σταθερή γωνιακή επιβράδυνση μέτρου α_1 . Μέχρι να σταματήσει, θα έχει εκτελέσει πλήθος περιστροφών ίσο με

(α) $\frac{\omega^2}{4\alpha_1}$ (β) $\frac{\omega^2}{2\pi\alpha_1}$ (γ) $\frac{\omega^2}{4\pi\alpha_1}$

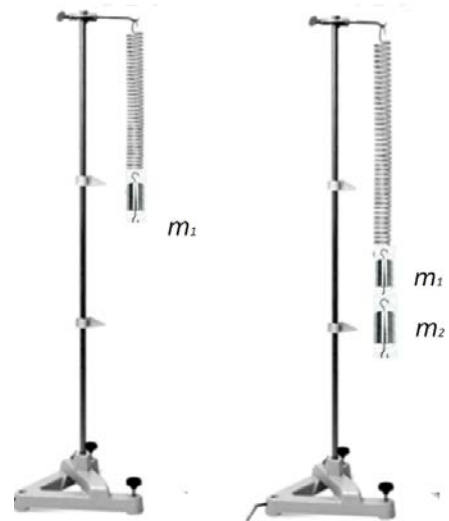
2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$



2.1. Η Ραλλού και ο Γιώργος θέλουν να προσδιορίσουν τον λόγο των μαζών, m_1 και m_2 , δύο βαριδίων μικρών σχετικά διαστάσεων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούν στο εργαστήριο ένα ελατήριο, σταθεράς k . Το ελατήριο το κρεμούν στο άκρο ενός ορθοστάτη και στην άκρη του, αρχικά προσδένουν το βαρίδιο μάζας m_1 . Θέτουν το σύστημα σε κατακόρυφη ταλάντωση. Μετρώντας το χρόνο για ένα πλήθος ταλαντώσεων, κατάφεραν να προσδιορίσουν τη συχνότητα f αυτής της ταλάντωσης. Στη συνέχεια προσδένουν στο πρώτο βαρίδιο, το δεύτερο βαρίδιο μάζας m_2 και εκτελούν το ίδιο πείραμα με το σύστημα των δύο σωμάτων στο άκρο του ελατηρίου. Τότε προσδιόρισαν ότι η νέα ταλάντωση είχε συχνότητα f' ίση με το μισό της αρχικής. Υπέθεσαν ότι οι ταλαντώσεις που κατέγραψαν είναι απλές αρμονικές από τη θεωρία που είχαν διαβάσει και έτσι προσδιόρισαν για τα δύο βαρίδια, λόγο μαζών $\frac{m_2}{m_1}$ ίσο με:

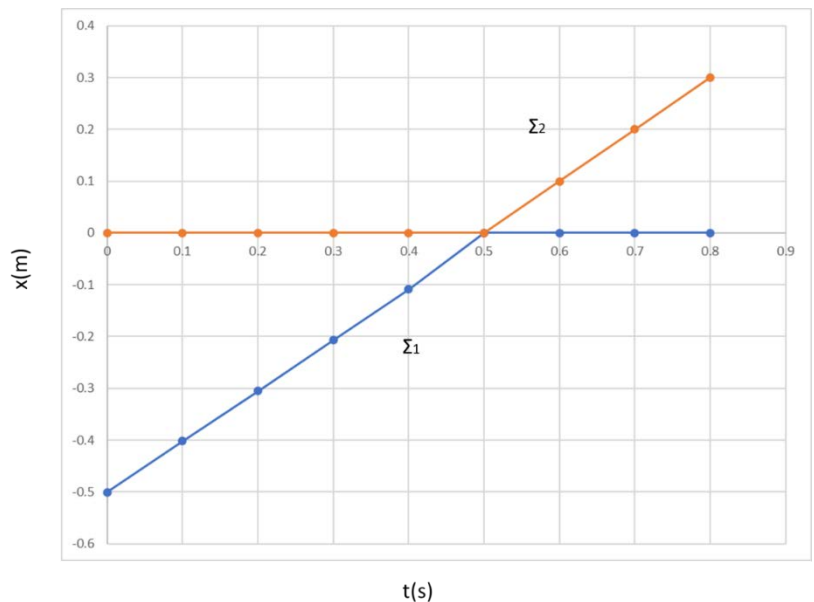


(α) $\frac{1}{3}$, (β) 1, (γ) $\frac{3}{1}$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο (2) σημειακά αντικείμενα Σ_1 και Σ_2 , ίδιας μάζας $m_1 = m_2 = 1\text{Kg}$, συγκρούονται μετωπικά τη χρονική στιγμή $t = 0,5\text{s}$. Οι θέσεις των αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο, πριν και μετά την κρούση, δίνονται στο διάγραμμα.



Για την κρούση ισχύει η Αρχή Διατήρησης της Ορμής. Η κρούση είναι:

(α) ελαστική, (β) ανελαστική, (γ) πλαστική.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

2.1. Η Δήμητρα και ο Γιάννης μελετούν στο εργαστήριο το κατά πόσο η περίοδος στην απλή αρμονική ταλάντωση εξαρτάται από το πλάτος της ταλάντωσης. Για το σκοπό, αυτό, θέτουν σε κατακόρυφη ταλάντωση, πλάτους 4 cm , ένα σύστημα ελατηρίου – μάζας και μετρούν το χρόνο που απαιτείται για να συμπληρωθούν 15 πλήρεις ταλαντώσεις.

Στη συνέχεια, θέτουν ξανά σε ταλάντωση το σύστημα ελατηρίου – μάζα, με νέο πλάτος ταλάντωσης 8 cm και μετρούν το χρόνο που απαιτείται για να συμπληρωθούν 10 πλήρεις ταλαντώσεις.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

	Πλάτος (cm)	Αριθμός ταλαντώσεων	Χρόνος (s)
1 ^η διαδικασία	4	15	15,9
2 ^η διαδικασία	8	10	10,6

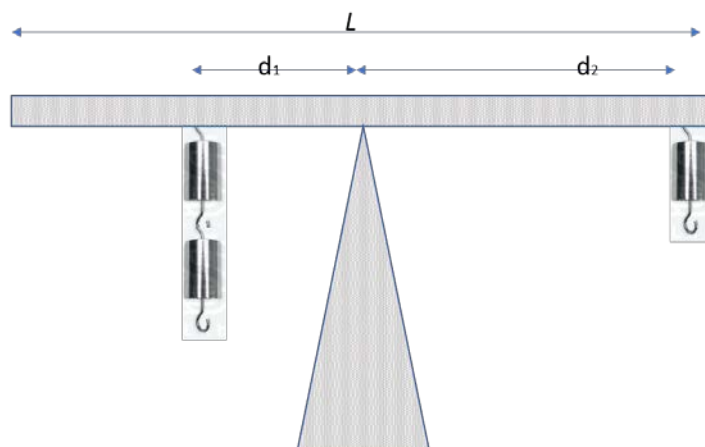
Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων των μαθητών, συμπεραίνουμε ότι, όταν το πλάτος είναι διπλάσιο, η περίοδος:

(α) διπλασιάζεται, (β) υποδιπλασιάζεται, (γ) παραμένει σταθερή.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η Άννα και ο Κωνσταντίνος, μελετούν την ισορροπία μίας ράβδου. Η ράβδος αρχικά ισορροπεί καθώς ένα στήριγμα τοποθετείται κάτω από το κέντρο μάζας της.



Οι μαθητές κρεμούν σε διαφορετικά σημεία της ράβδου διαφορετικό αριθμό βαριδίων (σταθμών) και μετρούν τις αποστάσεις d_1 και d_2 , όπου d_1 είναι η απόσταση των βαριδίων που τοποθετούνται αριστερά σε σχέση με το σημείο στήριξης της ράβδου και d_2 η απόσταση των βαριδίων που τοποθετούνται προς τα δεξιά. Το κάθε βαρίδιο έχει μάζα $m = 10\text{ g}$.

Οι μαθητές, πραγματοποιούν 4 μετρήσεις και συμπληρώνουν τον πίνακα:

	N_1 : Αριθμός βαριδίων σε απόσταση d_1	Απόσταση d_1 (cm)	N_2 : Αριθμός βαριδίων σε απόσταση d_2	Απόσταση d_2 (cm)
1 ^η μέτρηση	2	10	1	20
2 ^η μέτρηση	2	20	2	10
3 ^η μέτρηση	3	10	1	20
4 ^η μέτρηση	2	20	4	10

Η ράβδος ισορροπεί

(α) στην 1^η και 4^η μέτρηση,

(β) στην 1^η και 3^η μέτρηση,

(γ) στην 2^η και 4^η μέτρηση.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

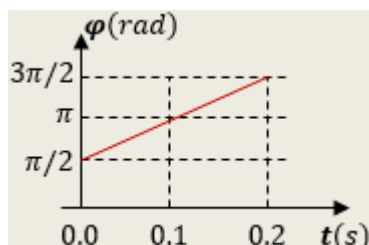
13.

Θ Ε Μ Α Β

1.3

2 5 3 6 7

2.1. Στο διάγραμμα αποδίδεται η γραφική παράσταση φάσης – χρόνου σε βαθμολογημένους άξονες, για τη φάση της απλής αρμονικής ταλάντωσης πλάτους A , που εκτελεί ένα υλικό σημείο, σε συνάρτηση με το χρόνο και με σημείο αναφοράς ($x = 0$) τη θέση ισορροπίας του.



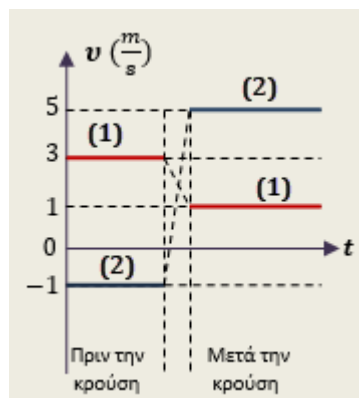
Με τη βοήθεια του διαγράμματος αυτού, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,3$ s, η απομάκρυνση του υλικού σημείου από τη θέση ισορροπίας του είναι:

(α) $x_1 = +A$ (β) $x_1 = 0$ (γ) $x_1 = -A$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στο διάγραμμα φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις των τιμών των ταχυτήτων δύο σφαιρών (1) και (2) οι οποίες συγκρούονται μεταξύ τους με κρούση κεντρική.



Από τις τιμές των ταχυτήτων των δύο σφαιρών, όπως δίνονται στο παραπάνω διάγραμμα, προκύπτει ότι η κρούση μεταξύ τους, ήταν:

(α) Πλαστική , (β) Ανελαστική αλλά όχι πλαστική , (γ) Ελαστική

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

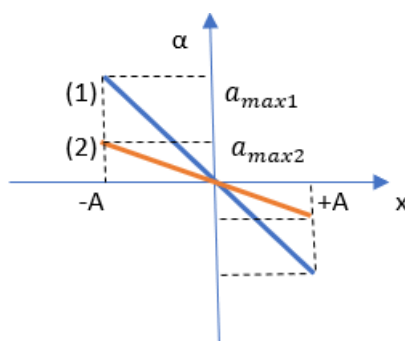
14.

Θ Ε Μ Α Β

1.3

2 6 3 5 1

2.1. Δίνεται στην παρακάτω εικόνα η γραφική παράσταση της τιμής της επιτάχυνσης a σε σχέση με την απομάκρυνση x για δύο διαφορετικές ταλαντώσεις. Και στις δύο περιπτώσεις η μάζα των σωμάτων που εκτελούν τις ταλαντώσεις έχει την ίδια τιμή.



Η περίοδος της κάθε ταλάντωσης είναι αντίστοιχα T_1 και T_2 . Εάν τις συγκρίνουμε θα έχουμε ότι:

(α) $T_1 = T_2$, (β) $T_1 > T_2$, (γ) $T_1 < T_2$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

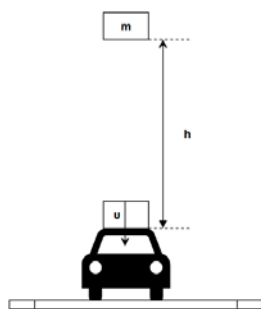
Μονάδες 4

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Τσιμεντόλιθος έπεσε από το μπαλκόνι κατοικίας πρώτου ορόφου και προξένησε ζημιές σε σταθμευμένο όχημα. Διεκδικώντας αποζημίωση η δικηγόρος του θύματος, αναφέρει τα εξής : « ... Όταν μια πέτρα αφήνεται από κάποιο ύψος, θα έχει, με απλούς νόμους της φυσικής (ταχύτητα επί μάζα), μεγαλύτερο

βάρος όταν φθάσει στην ...». Με τις γνώσεις που έχετε ως μαθητές τμήματος φυσικής προσανατολισμού της Γ' Λυκείου καλείστε να γνωμοδοτήσετε σχετικά με τον ισχυρισμό αυτό.



Στην αναφορά σας καταλήξατε ότι:

- (α) Κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης το κινούμενο σώμα ασκεί στο άλλο δύναμη ίση με το βάρος του.
- (β) Κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης το κινούμενο σώμα ασκεί στο άλλο μεγαλύτερη δύναμη από το βάρος του.
- (γ) Κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης το κινούμενο σώμα ασκεί στο άλλο μικρότερη δύναμη από το βάρος του.

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

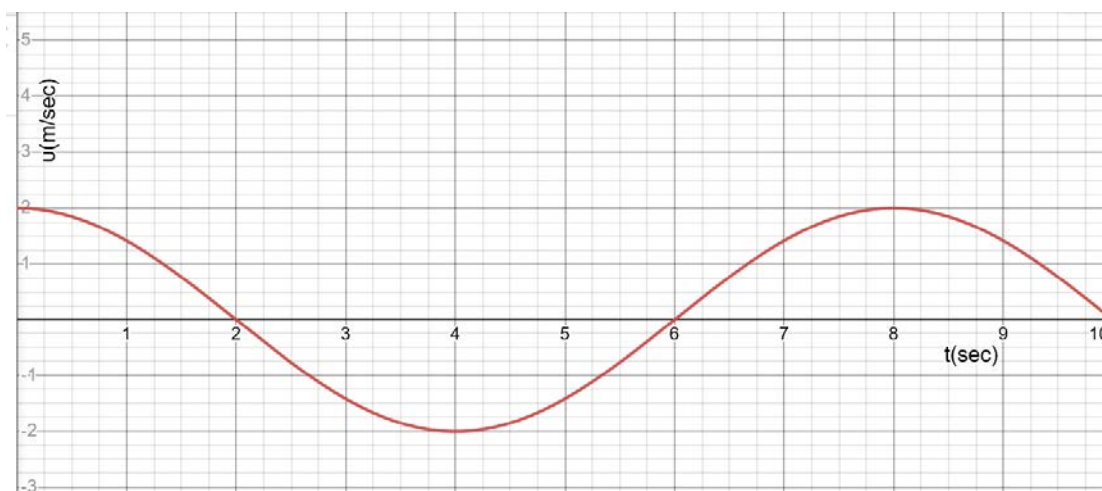
15.

Θ Ε Μ Α Β

1.3

2 6 3 5 3

- 2.1. Η γραφική παράσταση της τιμής της στιγμιαίας ταχύτητας v σε σχέση με τον χρόνο για ένα σημειακό αντικείμενο που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε ευθεία γραμμή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Στο χρονικό διάστημα από την στιγμή 6s μέχρι την στιγμή 8s τα διανύσματα της ταχύτητας $\vec{v}$ και της συνισταμένης δύναμης $\Sigma \vec{F}$:



- (α) είναι ομόρροπα μεταξύ τους.

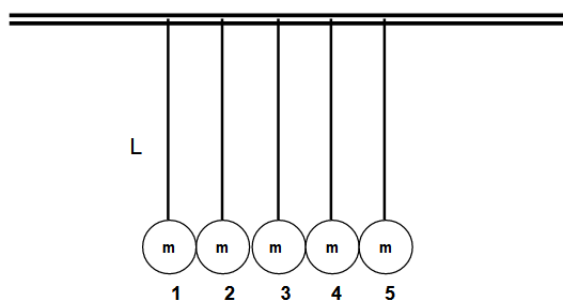
(β) είναι αντίρροπα μεταξύ τους.

(γ) είναι κάθετα μεταξύ τους.

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Πέντε όμοιες σφαίρες από χάλυβα είναι κρεμασμένες με νήματα ίδιου μήκους L όπως στο παρακάτω σχήμα. Στην αρχική τους θέση εφάπτονται η μία με την άλλη και τα νήματα είναι παράλληλα μεταξύ τους. Διατηρώντας το νήμα τεντωμένο, εκτρέπουμε την σφαίρα 5 κατά γωνία φ πάνω στο επίπεδο που ορίζουν τα νήματα, ώστε να ανέλθει σε ύψος h και στη συνέχεια την αφήνουμε ελεύθερη. Αν θεωρήσουμε όλες τις κρούσεις κεντρικές και ελαστικές και το σύστημα απαλλαγμένο από τριβές, το αποτέλεσμα θα είναι:



(α) η σφαίρα 5 να συγκρουστεί με τις άλλες που ηρεμούν και να ακινητοποιηθεί, ενώ μόνο η σφαίρα 1 θα κινηθεί, ανερχόμενη σε ύψος μεγαλύτερο από h .

(β) να εκτραπούν όλες οι σφαίρες προς τα αριστερά κατά την ίδια γωνία φ .

(γ) η σφαίρα 5 να συγκρουστεί με τις άλλες που ηρεμούν και να ακινητοποιηθεί, ενώ μόνο η σφαίρα 1 θα κινηθεί, ανερχόμενη σε ύψος h , ενώ οι σφαίρες 2, 3 και 4 θα παραμείνουν ακίνητες.

2.2. A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

16.

Θ Ε Μ Α Β

1.3

3 1 9 1 6

2.1. Υλικό σημείο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές κάθε δευτερόλεπτο. Η περίοδος της ταλάντωσης T είναι:

(α) $0,2 \text{ s}$, (β) $0,10 \text{ s}$, (γ) 5 s

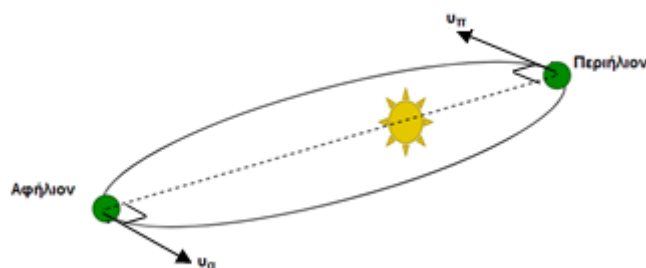
2.1. A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Σε μάθημα του ομίλου της αστρονομίας, οι μαθητές μελετούν την κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο. Μαθαίνουν ότι Αφήλιο είναι το σημείο στο οποίο η Γη βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση από τον Ήλιο και περιήλιο είναι το σημείο της τροχιάς της που βρίσκεται στη μικρότερη απόσταση (βλ. σχ.). Να σημειωθεί ότι το διάνυσμα της ταχύτητας είναι κάθετο στην ακτίνα στις δύο αυτές θέσεις. Όταν η Γη

βρίσκεται στο αφήλιο της ελλειπτικής τροχιάς της, η απόσταση της από τον Ήλιο είναι $1,52 \cdot 10^{11} \text{ m}$ και το μέτρο της ταχύτητας της είναι $2,93 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Όταν βρίσκεται στο περιήλιο η απόσταση της είναι $1,47 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

Κατά την μελέτη της κίνησης αυτής τα δύο σώματα μπορούν να θεωρηθούν ως υλικά σημεία.



Το μέτρο της ταχύτητας της Γης στο περιήλιο είναι:

(α) $2 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, (β) $1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, (γ) $3,03 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

2.2. A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

1.3 Απλή αρμονική ταλάντωση (20)

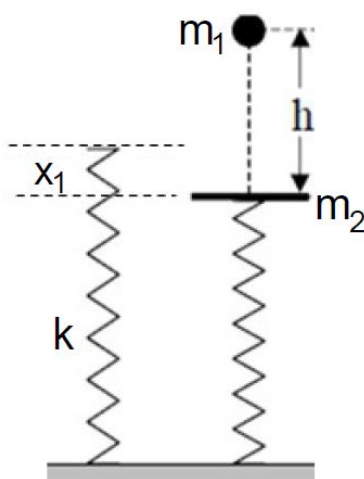
1.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 3 1 3 7

Σώμα μάζας $m_1 = 1\text{ kg}$ αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος $h = 5\text{ m}$ πάνω σε δίσκο μάζας $m_2 = 4\text{ kg}$, ο οποίος ισορροπεί σε κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Η κρούση θεωρείται μετωπική και ελαστική και η διάταξη απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Αν είναι γνωστό ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα, να βρείτε:



- 4.1. το μέτρο της ταχύτητας v_1 με την οποία το σώμα προσκρούει στον δίσκο.
- 4.2. τις ταχύτητες του σώματος και του δίσκου αμέσως μετά την κρούση.
- 4.3. την μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου.
- 4.4. την εξίσωση απομάκρυνσης για την απλή αρμονική ταλάντωση του δίσκου και να την αποδώσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq T$, όπου T είναι η περίοδος ταλάντωσης του δίσκου. (Να θεωρήσετε θετική φορά προς τα κάτω και ότι αμέσως μετά την κρούση το σώμα απομακρύνεται και δεν συγκρούεται ξανά με τον δίσκο).

Μονάδες $(5+6+8+6)=25$

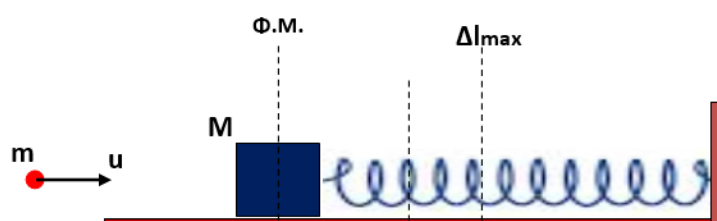
2.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 3 2 4 7

Ένα βλήμα μάζας $m = 50\text{ g}$ κινείται οριζόντια με ταχύτητα $u = 200 \cdot \sqrt{15} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και σφηνώνεται στο κέντρο μάζας ενός ξύλου μάζας $M = 4950\text{ g}$, το οποίο είναι ακίνητο πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Το ξύλο εφάπτεται στο ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου που έχει το φυσικό του μήκος, σταθεράς $k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο.



Στο συσσωμάτωμα ασκείται, επίσης, δύναμη αντίστασης στην κίνησή του της μορφής $F_{αν} = -0,1m_{\text{συσ}}g$.
Να υπολογίσετε:

4.1. Την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

4.2. Την μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου.

Μόλις το συσσωμάτωμα βρεθεί στη θέση μέγιστης συσπίρωσης του ελατηρίου, καταργείται η δύναμη αντίστασης και το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, με θετική φορά προς τα δεξιά.

4.3. Να γράψετε τις εξισώσεις:

- της απομάκρυνσης ως προς τον χρόνο.
- της δύναμης επαναφοράς ως προς την απομάκρυνση.

Μονάδες (7+9+9)=25

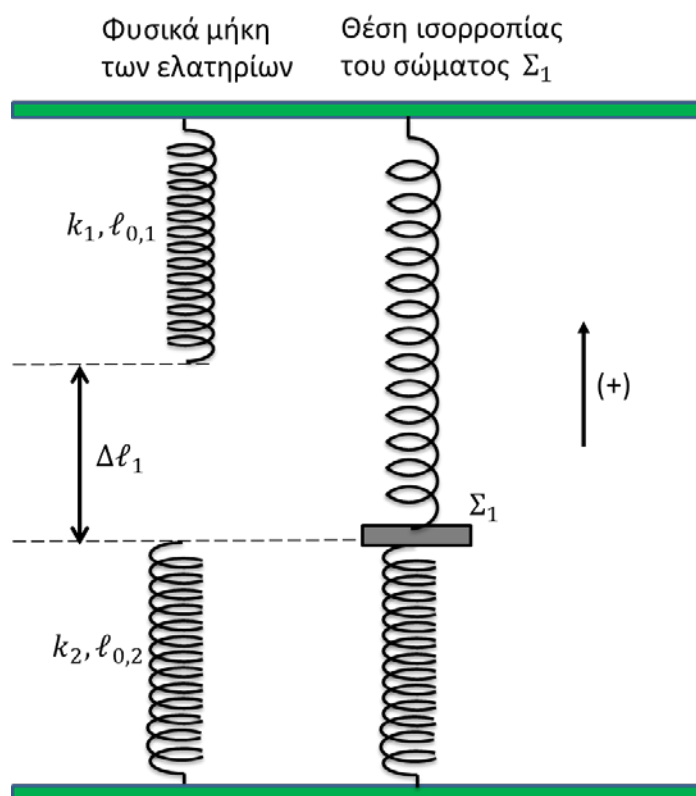
3.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 4 4 4 9

Το πάνω άκρο του κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου $k_1 = 40 \frac{N}{m}$ είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο ενώ το άλλο άκρο του είναι δεμένο στο σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = 1Kg$. Το κάτω άκρο του κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου $k_2 = 60 \frac{N}{m}$ είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο ενώ το άλλο άκρο του είναι δεμένο στο σώμα Σ_1 . Τα σημεία στερέωσης των δύο ελατηρίων ανήκουν στην ίδια κατακόρυφο. Στη θέση ισορροπίας του σώματος Σ_1 το ελατήριο k_1 έχει επιμήκυνση $\Delta\ell_1$ ενώ το k_2 βρίσκεται στο φυσικό του μήκος. Απομακρύνουμε το σώμα Σ_1 προς τα πάνω κατά $\Delta\ell_1$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο.



Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

4.1. Να αποδείξετε ότι μετά τη χρονική στιγμή t_0 το σώμα Σ_1 θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε την περίοδο της.

4.2. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του Σ_1 συναρτήσει του χρόνου και να την παραστήσετε γραφικά μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{6\pi}{20} s$.

Ένα σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3Kg$ βρίσκεται σε ύψος $h = 0,3 m$, πάνω από τη θέση που αφήσαμε το σώμα Σ_1 τη χρονική στιγμή t_0 . Την κατάλληλη χρονική στιγμή αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ_2 να κινηθεί κατακόρυφα οπότε τη χρονική στιγμή t_1 συγκρούεται πλαστικά με το Σ_1 .

4.3. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος. Δίνεται ότι: $\sqrt{0,3625} = 0,602$

Μονάδες (8+8+9)=25

4.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 4 4 5 2

Ένα σώμα Σ μάζας $m = 2kg$ κρέμεται από το κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k . Το πάνω άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα σε οροφή. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του με ταχύτητα $\vec{v}_0$ κατακόρυφα προς τα πάνω. Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A = 0,2 m$. Την προς τα πάνω κατεύθυνση λαμβάνουμε ως θετική. Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{10} s$ το σώμα περνά για πρώτη φορά μετά την εκτόξευση από τη θέση ισορροπίας του. Δίνεται η επιτάχυνση βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

4.1. Να υπολογίσετε την περίοδο της ταλάντωσης και να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του σώματος.

4.2. Να υπολογίσετε τη σταθερά επαναφοράς D και το μέτρο της αρχικής ταχύτητας $\vec{v}_0$.

4.3. Να γράψετε τη συνάρτηση που περιγράφει τη δύναμη που ασκεί το ελατήριο στο σώμα Σ σε σχέση με την απομάκρυνση και τη συνάρτηση που περιγράφει τη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου σε σχέση με την απομάκρυνση. Να παραστήσετε γραφικά κάθε σχέση σε αριθμημένους άξονες.

Μονάδες (8+7+10)=25

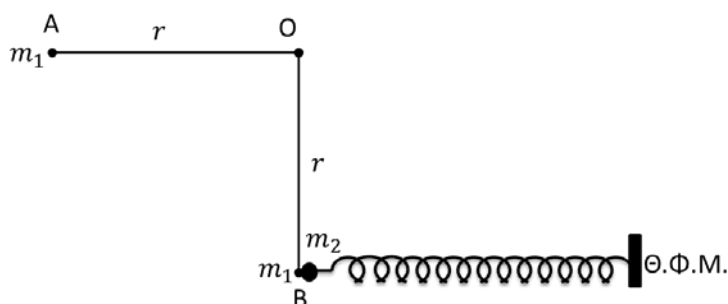
5.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 4 4 5 5

Ένα υλικό σημείο Σ_1 μάζας $m_1 = 100g$ κρέμεται από το κάτω άκρο ιδανικού νήματος μήκους $r = 0,8 m$. Το άλλο άκρο του νήματος είναι δεμένο σε σταθερό σημείο Ο. Φέρνουμε το Σ_1 στη θέση Α όπου το νήμα είναι τεντωμένο και οριζόντιο και το αφήνουμε να κινηθεί. Τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο το



υλικό σημείο Σ_1 συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με υλικό σημείο Σ_2 μάζας $m_2 = 700g$ που ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο δεμένο στο άκρο οριζοντίου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 70 \frac{N}{m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο. Δίνεται η επιτάχυνση βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

- 4.1.** Να υπολογίσετε την στροφορμή του Σ_1 ακριβώς πριν την κρούση, ως προς τον άξονα που περνά από το σημείο O και είναι κάθετος στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς του Σ_1 .
- 4.2.** Να υπολογίσετε τα μέτρα των ταχυτήτων των Σ_1 και Σ_2 ακριβώς μετά την κρούση.
- 4.3.** Το Σ_2 μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε τη μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου και το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να μηδενιστεί η ταχύτητα του Σ_2 για πρώτη φορά μετά την κρούση. Να υποθέσετε ότι δεν γίνεται άλλη κρούση μεταξύ των δύο σωμάτων.

Μονάδες (8+8+9)=25

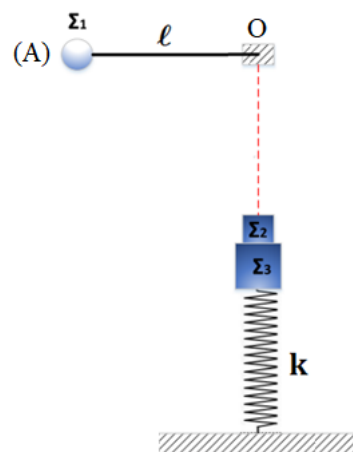
6.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 4 7 9 9

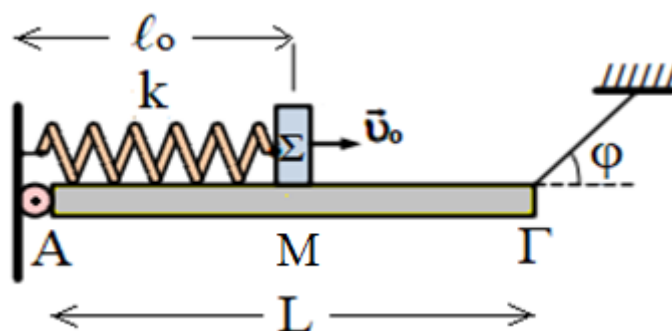
Στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$ είναι δεμένο σώμα Σ_3 , μάζας $m_3 = 1Kg$. Πάνω στο σώμα Σ_3 και σε επαφή με αυτό βρίσκεται σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 3Kg$ και το σύστημα ισορροπεί. Σε ένα σημείο O πάνω στην κατακόρυφο που διέρχεται από τον άξονα του ελατηρίου είναι δεμένο αβαρές μη εκτατό νήμα μήκους $\ell = 0,8m$, στο ελεύθερο άκρο του οποίου έχουμε στερεώσει σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2Kg$. Φέρνουμε το νήμα με το σώμα Σ_1 στην οριζόντια θέση (A) και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Όταν το νήμα γίνει κατακόρυφο, το σώμα Σ_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα Σ_2 και ταυτόχρονα κόβεται το νήμα.



- 4.1.** Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 μετά την κρούση.
- 4.2.** Το σώμα Σ_3 μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε το πλάτος και την περίοδο της ταλάντωσης.
- 4.3.** Θεωρώντας ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$, τη στιγμή της κρούσης, αμελητέα τη διάρκεια της και θετική την φορά προς τα κάτω, να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{4}s$, την κινητική ενέργεια του σώματος Σ_3 .
- 4.4.** Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{10}s$, το μέτρο της δύναμης του ελατηρίου.

Μονάδες (6+8+6+5)=25

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10m/s^2$.



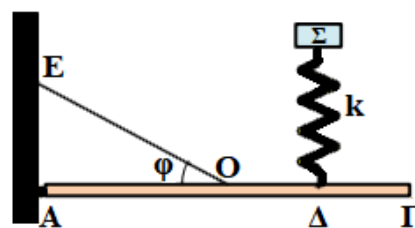
Στη διάταξη του σχήματος η ομογενής ράβδος ΑΓ έχει μάζα $m = 4Kg$, μήκος $L = 4m$ και ισορροπεί. Η ράβδος είναι αρθρωμένη στο άκρο Α και δεμένη με νήμα στο άκρο Γ. Το νήμα σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τον άξονα της ράβδου, έτσι ώστε η ράβδος να παραμένει οριζόντια (όπως φαίνεται στο σχήμα). Πάνω στη ράβδο τοποθετείται σύστημα που αποτελείται από ιδανικό ελατήριο, σταθεράς $k = 100N/m$, και σώμα Σ, μάζας $m_\Sigma = 1Kg$, στερεωμένο στη δεξιά άκρη του ελατηρίου (η αριστερή άκρη του ελατηρίου είναι στερεωμένη στον κατακόρυφο τοίχο πάνω από την άρθρωση). Το σώμα Σ αρχικά βρίσκεται στο μέσο Μ της ράβδου ΑΓ και το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος ℓ_0 . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το σώμα Σ με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10m/s$ προς τα δεξιά. Αν θεωρήσουμε ότι το όριο θραύσης του νήματος έχει την κατάλληλη τιμή ώστε η απλή αρμονική ταλάντωση που θα εκτελέσει το σώμα Σ να γίνεται χωρίς τον κίνδυνο να κοπεί το νήμα να υπολογίσετε:

- 4.1. το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ.
- 4.2. τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ.
- 4.3. το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη ράβδο από την άρθρωση τη χρονική στιγμή $t = \frac{3\pi}{10}s$.
- 4.4. Αν θεωρήσουμε ότι το όριο θραύσης του νήματος είναι $T_{\theta\rho} = 52,5N$, να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ, τη στιγμή που κόβεται το νήμα.

Μονάδες (6+7+7+5)=25

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10m/s^2$.

Στη διάταξη του σχήματος η ομογενής ράβδος ΑΓ έχει μάζα $m = 6Kg$, μήκος L και ισορροπεί στηριζόμενη σε άρθρωση στη μία άκρη Α και σε νήμα ΟΕ το οποίο είναι δεμένο στο μέσο της Ο και σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τον άξονα της ράβδου, έτσι ώστε η ράβδος να παραμένει οριζόντια (όπως φαίνεται στο σχήμα). Πάνω στη ράβδο και στο σημείο Δ, του οποίου η απόσταση από το άκρο Γ της ράβδου είναι $L/4$, είναι στερεωμένο ένα κατακόρυφο ιδανικό



ελατήριο, σταθεράς $k = 100\text{N/m}$, στο πάνω μέρος του οποίου ισορροπεί σώμα Σ , μάζας $m_{\Sigma} = 1\text{Kg}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μετακινούμε το σώμα Σ στη θέση όπου το ελατήριο είναι στο φυσικό του μήκος και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση. Θεωρώντας ως θετική φορά για την ταλάντωση τη φορά προς τα πάνω να υπολογίσετε:

- 4.1. το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ .
- 4.2. τη μέγιστη τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ .
- 4.3. το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη ράβδο από την άρθρωση, τη χρονική στιγμή όπου η τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ παίρνει την ελάχιστη τιμή.
- 4.4. την κινητική ενέργεια του σώματος Σ τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{60}\text{s}$.

Μονάδες $(6+8+6+5)=25$

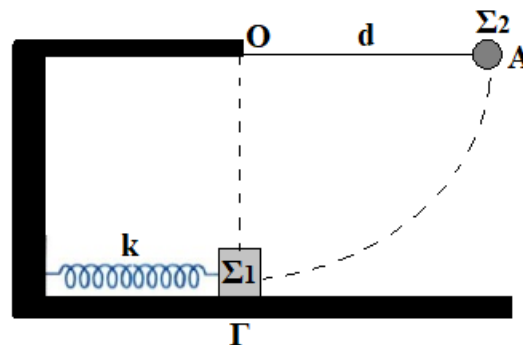
Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10\text{m/s}^2$.

9.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

24804



Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 3\text{Kg}$ ισορροπεί στο λείο οριζόντιο επίπεδο και είναι δεμένο σε ελατήριο σταθεράς k , που βρίσκεται στο φυσικό του μήκος. Δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1\text{Kg}$ και αμελητέων διαστάσεων, είναι προσδεμένο με νήμα μη εκτατό, που το άλλο άκρο του είναι προσδεμένο σε σταθερό σημείο O , με το νήμα σε οριζόντια θέση. Το μήκος του νήματος είναι $d = 0,8\text{m}$. Αφήνουμε το σώμα Σ_2 ελεύθερο από τη θέση A να κινηθεί και να συγκρουσθεί κεντρικά και ελαστικά με το σώμα Σ_1 . Μετά την κρούση το σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A_1 = 0,2\text{m}$.

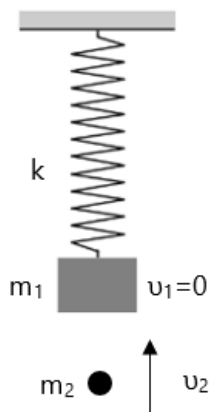
Να υπολογίσετε:

- 4.1. τη σταθερά k του ελατηρίου.
- 4.2. το ύψος h που θα φτάσει το σώμα Σ_2 μετά την κρούση.
- 4.3. το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου, τη στιγμή που αυτό είναι συσπειρωμένο κατά το ήμισυ της μέγιστης συσπείρωσής του και το σώμα κινείται προς τα δεξιά.
- 4.4. Να υπολογίσετε τη στροφορμή του Σ_2 ακριβώς πριν την κρούση με το σώμα Σ_1 , ως προς τον άξονα που περνά από το σημείο O και είναι κάθετος στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς του Σ_2 .

Μονάδες $(7+6+7+5)=25$

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10\text{m/s}^2$.

Κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \frac{N}{m}$, έχει το πάνω άκρο του στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο και στο κάτω άκρο του είναι δεμένο ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1Kg$. Το σώμα Σ_1 ισορροπεί ακίνητο.



4.1. Να υπολογίσετε την επιμήκυνση του ελατηρίου από τη θέση φυσικού του μήκους.

Δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1Kg$, κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω κατά την διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και συγκρούεται πλαστικά με το σώμα Σ_1 τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 2 \frac{m}{s}$. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

4.2. Να προσδιορίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά τη δημιουργία του.

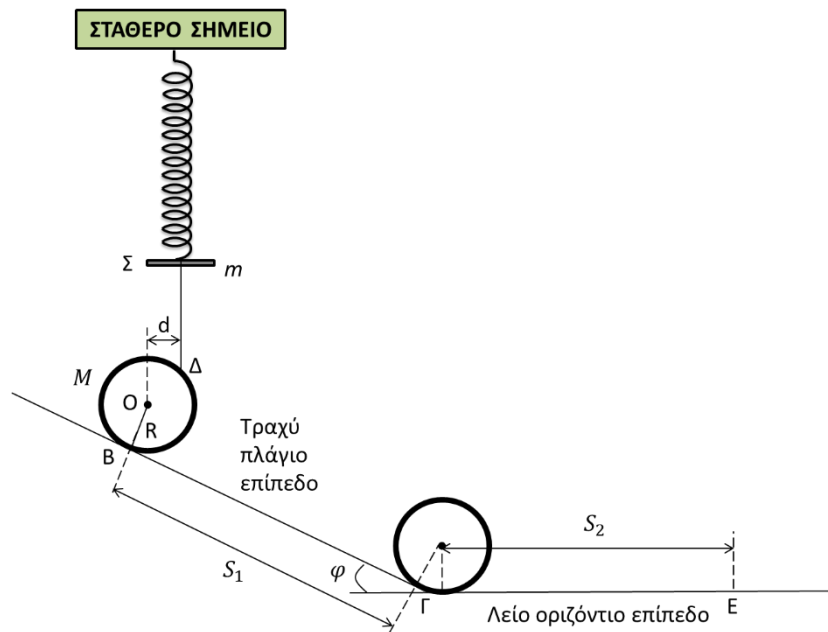
4.3. Να προσδιορίσετε τη θέση ισορροπίας του συσσωματώματος σε σχέση με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.

4.4. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Για τα δεδομένα της άσκησης να θεωρήσετε προσεγγιστικά ότι : $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

Στο παρακάτω σχήμα το σώμα Σ έχει μάζα $m = 1Kg$ και είναι στερεωμένο στο κάτω άκρο του ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 400 \frac{N}{m}$. Αβαρές και μη εκτατό νήμα είναι δεμένο με το ένα άκρο του στο σώμα Σ και με το άλλο στο σημείο Δ λεπτού και ομογενούς δακτυλίου ακτίνας $R = 0,2 m$ και μάζας $M = 4,875Kg$ έτσι ώστε η απόσταση d να είναι ίση με $0,1 m$. Ο δακτύλιος ακουμπά σε τραχύ κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ με $\eta\mu\varphi = 0,8$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,6$.



Το σώμα Σ και ο δακτύλιος ισορροπούν. Στη θέση ισορροπίας του συστήματος το ελατήριο έχει επιμήκυνση $\Delta \ell = 0,1 \text{ m}$. Δίνεται η επιτάχυνση τη βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος στη θέση ισορροπίας του συστήματος και τη στατική τριβή που ασκείται στο δακτύλιο από το τραχύ κεκλιμένο επίπεδο.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα οπότε το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και ο δακτύλιος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει αρχικά στο τραχύ κεκλιμένο επίπεδο και στη συνέχεια στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Η μετάβαση του δακτυλίου από το κεκλιμένο επίπεδο στο οριζόντιο επίπεδο γίνεται χωρίς ενεργειακές απώλειες με αποτέλεσμα να μην αλλάξει το μέτρο της μεταφορικής και το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας κατά τη μετάβαση.

4.2. Να γράψετε την εξίσωση της επιτάχυνσης συναρτήσει του χρόνου, για την απλή αρμονική ταλάντωση που εκτελεί το σώμα Σ μετά την κοπή του νήματος, θεωρώντας θετική τη φορά προς τα κάτω.

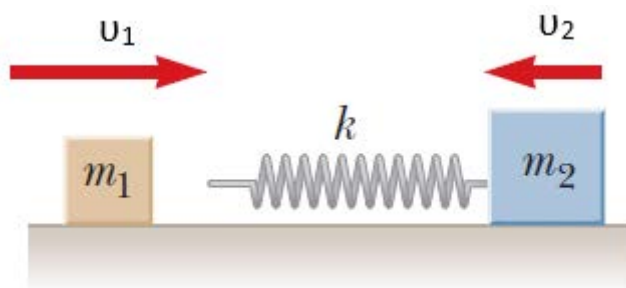
4.3. Η γωνιακή επιτάχυνση του δακτυλίου κατά την κύλιση του στο κεκλιμένο επίπεδο έχει μέτρο

$\alpha_{\gamma\omega\nu} = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$. Να υπολογίσετε το μέτρο α_{cm} της μεταφορικής επιτάχυνσης του δακτυλίου κατά την κύλισή του στο κεκλιμένο επίπεδο και το μέτρο v_1 της μεταφορικής και το μέτρο ω_1 της γωνιακής ταχύτητας του δακτυλίου τη στιγμή που περνά από το σημείο Γ . Να θεωρήσετε ότι η μετατόπιση του κέντρου μάζας του δακτυλίου κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου είναι ίση με $S_1 = 8m$

4.4. Να υπολογίσετε τον αριθμό των περιστροφών του δακτυλίου από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα μέχρι τη στιγμή που περνά από το σημείο E . Να θεωρήσετε ότι η μετατόπιση του κέντρου μάζας του δακτυλίου κατά μήκος του οριζόντιου επιπέδου είναι ίση με $S_2 = 8m$.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Ένα σώμα μάζας $m_1 = 2\text{ kg}$ κινείται αρχικά προς τα δεξιά με ταχύτητα $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται με ένα ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Το ελατήριο είναι συνδεδεμένο σε ένα σώμα μάζας $m_2 = 3\text{ kg}$, το οποίο κινείται προς τα αριστερά με ταχύτητα $v_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Κατά την διάρκεια της επαφής του m_1 με το ελατήριο θεωρούμε ότι δεν μετατρέπεται κινητική ενέργεια σε άλλη μορφή ενέργειας εκτός από ελαστική δυναμική ενέργεια στο ελατήριο.



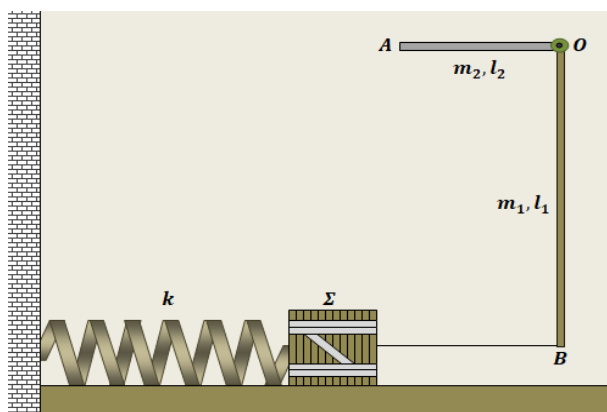
- 4.1.** Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος με μάζα m_2 κατά την διάρκεια της επαφής του m_1 με το ελατήριο, όταν το σώμα μάζας m_1 κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα $v_3 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- 4.2.** Υπολογίστε τις ταχύτητες που θα αποκτήσουν τα σώματα όταν το m_1 χάσει την επαφή με το ελατήριο.
- 4.3.** Να βρεθεί το ποσοστό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του m_1 εξαιτίας της αλληλεπίδρασής του με το ελατήριο.
- 4.4.** Ποια είναι η μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου κατά την διάρκεια της κρούσης;

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

Δύο λεπτές και ομογενείς ράβδοι OA και OB από διαφορετικά υλικά, συγκολλούνται στο ένα άκρο τους O , ώστε να σχηματίζουν ορθή γωνία. Η ράβδος OB έχει μήκος $l_1 = 0,8\text{ m}$ και μάζα $m_1 = 0,4\text{ kg}$. Η ράβδος OA , έχει το μισό μήκος από την OB , ($l_2 = 0,4\text{ m}$) και διπλάσια μάζα ($m_2 = 0,8\text{ kg}$), από αυτή. Το σύστημα των δύο ράβδων, μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές, ως ένα σώμα, γύρω από οριζόντιο σταθερό άξονα, κάθετο στο επίπεδό τους ο οποίος διέρχεται από την κορυφή O της ορθής γωνίας.

Οριζόντιο αβαρές νήμα, συνδέει το άκρο B της ράβδου OB με άλλο σώμα Σ μάζας $m_3 = 0,2\text{ kg}$, το οποίο μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Το Σ είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε κατακόρυφο τοίχο. Ο άξονας του ελατηρίου είναι στην ίδια ευθεία με το νήμα.

Αρχικά το σύστημα ισορροπεί έτσι ώστε, με κατάλληλη επιμήκυνση του ελατηρίου, η ράβδος OB να συγκρατείται κατακόρυφη όπως στο σχήμα.



4.1. Να υπολογίσετε την επιμήκυνση του ελατηρίου, σε σχέση με το φυσικό του μήκος, στην αρχική κατάσταση ισορροπίας του συστήματος.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το νήμα κόβεται, το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και το σύστημα των δύο ράβδων αρχίζει να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από τον άξονα O .

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σώματος Σ κατά την ταλάντωση που εκτελεί μετά την κοπή του νήματος.

4.3. Να υπολογίσετε την ενέργεια ταλάντωσης του συστήματος σώμα Σ -ελατήριο.

4.4. Αφού θεωρήσετε θετική φορά από τον τοίχο προς το σώμα Σ , να γράψετε τη σχέση $F_{ελ} - t$, η οποία αποδίδει τιμές της δύναμης του ελατηρίου με το χρόνο, από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα και να την αποδώσετε γραφικά σε διάγραμμα με βαθμονομημένους άξονες, για διάρκεια μιας περιόδου της ταλάντωσης.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Να θεωρήσετε το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$ και ασημαντες τις αντιστάσεις αέρα.

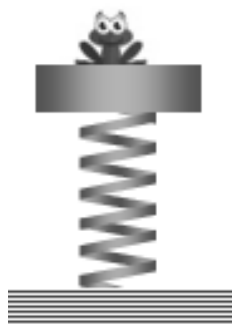
14.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 6 2 5 9

Ένας δίσκος μάζας $M = 1 \text{ kg}$, είναι στερεωμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 200 \frac{N}{m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Πάνω στο δίσκο κάθετα ένας βάτραχος μάζας $m = 0,2 \text{ kg}$ και αρχικά το σύστημα ισορροπεί. Κάποια στιγμή ο βάτραχος εκτινάσσεται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 2 \frac{m}{s}$, με αποτέλεσμα το σύστημα δίσκος-ελατήριο να αρχίσει να ταλαντώνεται και ο δίσκος να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



Να υπολογίσετε:

- 4.1. το μέτρο της ταχύτητας που αποκτά ο δίσκος αμέσως μετά την εκτίναξη του βάτραχου,
- 4.2. το πλάτος της ταλάντωσης του δίσκου,
- 4.3. τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης του δίσκου,
- 4.4. τη μέγιστη δυναμική ενέργεια του συστήματος, εξαιτίας της παραμόρφωσης του ελατηρίου σε σχέση με το φυσικό του μήκος.

Μονάδες (6+7+6+6)=25

Αντιστάσεις αέρα αγνοούνται και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

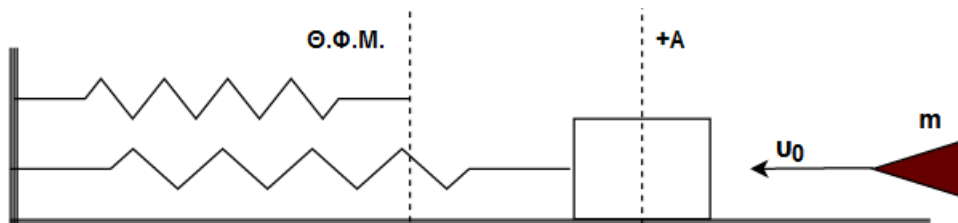
15.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 6 3 5 6

Ένα σώμα μάζας $M = 3,6 \text{ kg}$ είναι δεμένο στο άκρο οριζώντιου ιδανικού ελατηρίου σκληρότητας k και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A = 0,1 \text{ m}$ και μέγιστη ταχύτητα $v_{max} = \frac{2\sqrt{10}}{3} \frac{m}{s}$ σε οριζόντια λεία επιφάνεια. Το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Όταν το σώμα βρίσκεται σε μία από τις ακραίες θέσεις του την $+A$, ένα βλήμα μάζας $m = 0,4 \text{ kg}$, που κινείται οριζόντια με ταχύτητα v_0 κατά τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, συγκρούεται με το σώμα. Η κρούση είναι πλαστική και αμελητέας διάρκειας. Το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν η ολική ενέργεια του ταλαντωτή αμέσως μετά την κρούση τετραπλασιάζεται, να υπολογίσετε:



- 4.1. το νέο πλάτος της ταλάντωσης,
- 4.2. την νέα περίοδο της ταλάντωσης,
- 4.3. τη νέα μέγιστη ταχύτητα,
- 4.4. την ταχύτητα του βλήματος v_0 πριν από την κρούση.

Μονάδες (6+6+5+8)=25

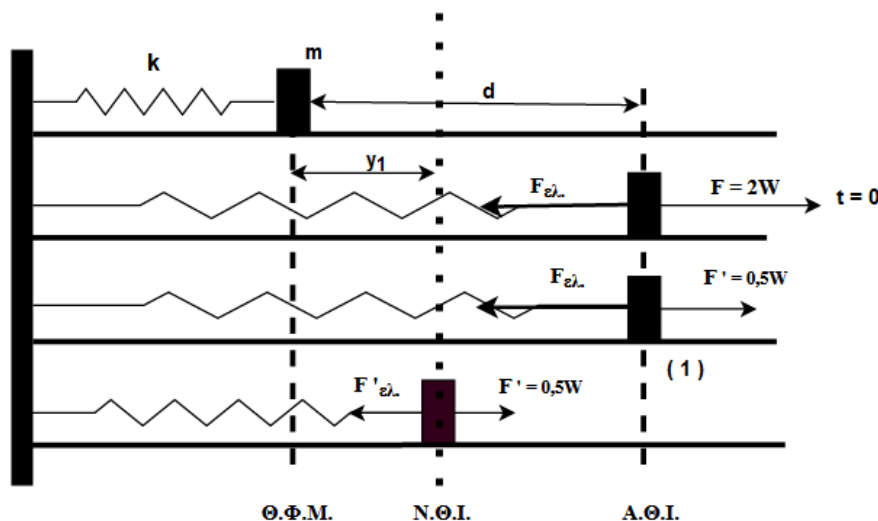
16.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 6 3 5 7

Στην άκρη οριζώντιου ελατηρίου σκληρότητας k είναι δεμένο ένα σώμα $m = 1 \text{ kg}$. Αρχικά βρίσκεται σε ισορροπία σε λείο οριζόντιο επίπεδο στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Επιμηκύνουμε το ελατήριο κατά $d = 0,2 \text{ m}$, ασκώντας δύναμη F διπλάσια του βάρους του σώματος και το σώμα ισορροπεί στη θέση αυτή. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ η τιμή της δύναμης F μειώνεται στο $\frac{1}{4}$ της αρχικής τιμής, δηλαδή $F' = \frac{1}{4} F = \frac{W}{2}$ και το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Θεωρώντας θετική την φορά επιμήκυνσης του ελατηρίου, να υπολογίσετε:



4.1. τη γωνιακή συχνότητα ω της ταλάντωσης,

4.2. το πλάτος της ταλάντωσης,

4.3. τη μέγιστη ταχύτητα και τη μέγιστη επιτάχυνση.

4.4. Να γράψετε τις χρονικές εξισώσεις που περιγράφουν την απομάκρυνση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση του ταλαντούμενου σώματος.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

17.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

26360

Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 2\sqrt{3} \text{ cm}$ και η στιγμιαία ορμή του περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$p = 4 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 2t \text{ (S.I.)}$$

Δίνεται: $\eta\mu\frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ και $\eta\mu 2\theta = 2\eta\mu\theta\sin\theta$

4.1. Να υπολογιστεί η μέγιστη ταχύτητα της ταλάντωσης v_{max} του σώματος.

4.2. Να βρεθεί η μάζα m του ταλαντούμενου σώματος.

4.3. Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ολικής ενέργειας της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{12} \text{ s}$.

4.4. Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας K της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες (5+5+6+9)=25

18.

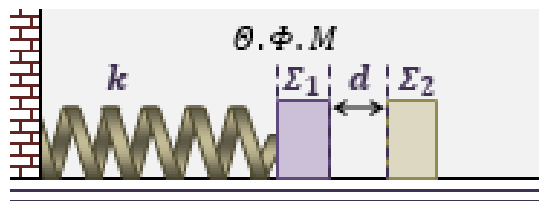
Θ Ε Μ Α Δ

1.3

28537

Ένα σώμα Σ_1 , αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m_1 = 500 \text{ g}$, είναι στερεωμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου στηρίζεται σε ακλόνητο σημείο. Το σύστημα βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο λείο δάπεδο και αρχικά ισορροπεί με το ελατήριο στο φυσικό του μήκος.

Πάνω στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και σε απόσταση $d = 0,1 \cdot \sqrt{3} \text{ m}$ από το Σ_1 , βρίσκεται ακίνητο δεύτερο σώμα Σ_2 επίσης αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m_2 = 4 \text{ kg}$.



Εκτρέπουμε το σύστημα ελατηρίου-σώματος Σ_1 από τη θέση ισορροπίας του, μετατοπίζοντας το Σ_1 οριζόντια κατά $A = 0,2 \cdot \sqrt{3} \text{ m}$ πάνω στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, έτσι ώστε το ελατήριο να συσπειρώνεται και από τη θέση αυτή το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 θα συγκρουστούν με πλαστική κρούση ασήμαντης χρονικής διάρκειας.

Να υπολογίσετε:

- 4.1. Το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_1 ελάχιστα πριν την κρούση.
- 4.2. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_1 , ελάχιστα πριν την κρούση.
- 4.3. Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος μετά την κρούση.
- 4.4. Το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος, αμέσως μετά την πλαστική κρούση.

Μονάδες (6+6+7+6)=25

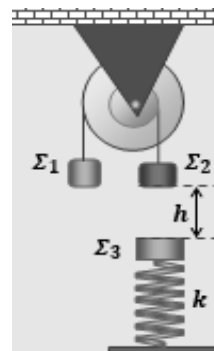
19.

Θ Ε Μ Α Δ

1.3

2 8 5 4 0

Η διπλή τροχαλία του σχήματος αποτελείται από δύο ομοαξονικές τροχαλίες με ακτίνες R_1 και R_2 , για τις οποίες ισχύει $R_1 = 2 \cdot R_2$. Οι δύο τροχαλίες αποτελούν ένα ενιαίο στερεό το οποίο μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον οριζόντιο άξονα στο κέντρο του. Στα αυλάκια της διπλής τροχαλίας έχουμε τυλίξει αβαρή νήματα και στο άκρο τους αντίστοιχα έχουμε δέσει τα σώματα Σ_1 μάζας m_1 και Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$. Αρχικά η διπλή τροχαλία και τα σώματα Σ_1 και Σ_2 ισορροπούν ακίνητα, όπως στο σχήμα.



Κάποια στιγμή το νήμα που κρατάει το σώμα Σ_2 κόπηκε και το σώμα αυτό, με ελεύθερη πτώση, πέφτει και συγκρούεται με άλλο σώμα Σ_3 , το κέντρο του οποίου βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη με το κέντρο του Σ_2 , σε απόσταση $h = 0,45 \text{ m}$ κάτω από αυτό. Το σώμα Σ_3 έχει μάζα $m_3 = 2 \text{ kg}$ και αρχικά ισορροπεί ακίνητο, δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο δάπεδο, όπως στο σχήμα. Η κρούση των δύο σωμάτων είναι πλαστική, ασήμαντης χρονικής διάρκειας και το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί αμέσως μετά, κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση.

Να υπολογίσετε:

- 4.1. Τη μάζα m_1 του σώματος Σ_1 .

4.2. Το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος που δημιουργείται από τα σώματα Σ_2 και Σ_3 , αμέσως μετά την πλαστική κρούση μεταξύ τους.

4.3. Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος μετά την κρούση.

4.4. Το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος, αμέσως μετά την πλαστική κρούση.

Μονάδες (6+6+7+6)=25

Να υποθέσετε ασήμαντες τις αντιστάσεις αέρα και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

20.

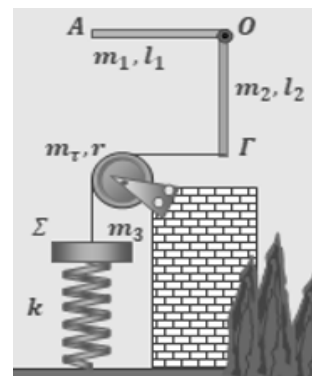
Θ Ε Μ Α Δ

1.3

28543

Δύο λεπτές, ισοπαχείς και ομογενείς ράβδοι (OA) και (OG), έχουν συγκολληθεί στο κοινό τους άκρο O , έτσι ώστε να κινούνται σαν ένα σώμα και να είναι κάθετες μεταξύ τους. Στο κοινό άκρο O των δύο ράβδων προσαρμόσαμε σταθερό άξονα, οριζόντιο και κάθετο στο επίπεδό τους, γύρω από τον οποίο μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα, χωρίς τριβές, όπως στο σχήμα. Οι δύο ράβδοι έχουν μάζες

$$m_{(OA)} = m_1 = 6 \text{ kg και } m_{(OG)} = m_2 = 3 \text{ kg.}$$



Τα μήκη των δύο ράβδων είναι ίσα και δίνονται $l_1 = l_2 = l = 2,5 \text{ m}$. Στο άκρο Γ της ράβδου OG , δέσαμε το ένα άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος. Το νήμα τεντωμένο και οριζόντιο περνάει στο αυλάκι μιας τροχαλίας μάζας $m_\tau = 1 \text{ kg}$ και ακτίνας r , η οποία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα στο κέντρο της. Το νήμα μετά την τροχαλία τεντωμένο και κατακόρυφο, δένεται σε σώμα Σ , μάζας $m_3 = 3 \text{ kg}$, το οποίο είναι στερεωμένο στο πάνω άκρο ιδανικού, κατακόρυφου και αβαρούς ελατηρίου, σταθεράς $k = 300 \frac{N}{m}$, το κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο, όπως στο σχήμα. Το κέντρο μάζας του Σ βρίσκεται στην κατακόρυφη ευθεία του άξονα του ελατηρίου.

Αρχικά η διάταξη ισορροπεί, με όλα τα σώματα ακίνητα και τα κέντρα τους στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης ($\vec{T}$) του νήματος, την οποία δέχεται η ράβδος (OG) στο άκρο Γ .

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης ($\vec{F}$), την οποία δέχεται η τροχαλία από τον άξονά της.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, κόψαμε το νήμα, με αποτέλεσμα το σώμα Σ να τεθεί σε κατακόρυφη ταλάντωση.

4.3. Να δείξετε ότι η ταλάντωση του σώματος Σ είναι απλή αρμονική και να υπολογίσετε την περίοδό της.

4.4. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης και τη μέγιστη δυναμική ενέργεια του συστήματος εξαιτίας του παραμορφωμένου ελατηρίου.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Οι αντιστάσεις αέρα αγνοούνται και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας θεωρείται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

1.5 Φθίνουσες ταλαντώσεις (3)

1.

Θ Ε Μ Α Β

1.5

2 3 2 4 4

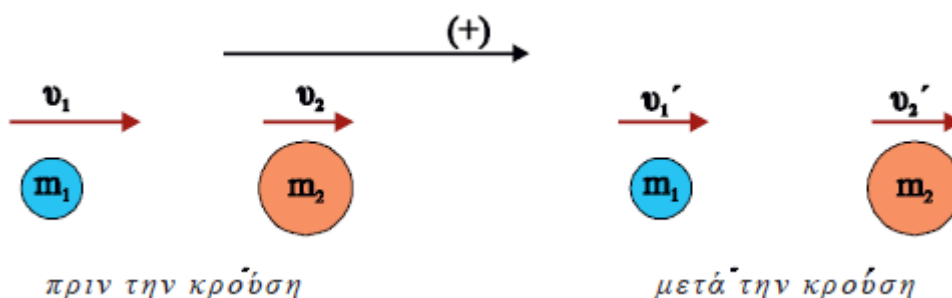
2.1. Σε μία φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο σύμφωνα με την σχέση $A_v = A_0 e^{-\Lambda t}$, το αρχικό πλάτος του ταλαντωτή είναι $A_0 = 10\text{cm}$. Μετά από χρόνο μίας περιόδου το πλάτος είναι $A_1 = 8\text{cm}$. Αν περάσει χρονικό διάστημα μίας ακόμη περιόδου, τότε το πλάτος θα είναι

- (α) $A_2 = 6\text{cm}$.
 (β) $A_2 = 6,4\text{cm}$.
 (γ) $A_2 = 4\text{cm}$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο σφαίρες Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και $m_2 = 2m_1$ κινούνται με ταχύτητες μέτρου v_1 και v_2 , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Οι σφαίρες συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά και μετά την κρούση έχουν ταχύτητες με μέτρα v'_1 και v'_2 .



Εάν γνωρίζουμε ότι $v_1 = 2v_2$, τότε ο λόγος $\frac{v'_1}{v'_2}$ των μέτρων των ταχυτήτων των σφαιρών μετά την κρούση είναι

$$(α) \frac{v'_1}{v'_2} = \frac{2}{5} \quad , \quad (β) \frac{v'_1}{v'_2} = \frac{3}{4} \quad , \quad (γ) \frac{v'_1}{v'_2} = \frac{2}{3}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.

Θ Ε Μ Α Β

1.5

2 4 4 3 9

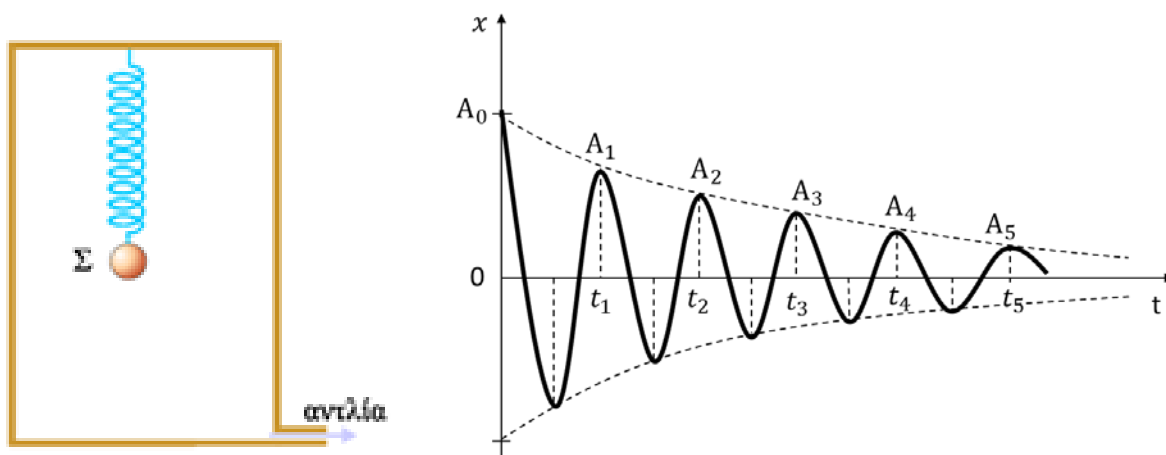
2.1. Ένα σφαιρίδιο μάζας m_1 , που κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα $\vec{v}_1$, συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σφαιρίδιο μάζας m_2 . Αμέσως μετά την κρούση τα δύο σφαιρίδια έχουν αντίθετες ταχύτητες. Ο λόγος $\frac{m_2}{m_1}$ των μαζών των δύο σφαιριδίων είναι ίσος με:

- (α) 2 (β) 3 (γ) 4

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Με τη χρήση μιας αεραντλίας μειώνουμε πολύ αργά την πίεση του αέρα στο δοχείο του παρακάτω σχήματος. Η σφαίρα Σ είναι αναρτημένη σε ιδανικό ελατήριο. Αφού σταματήσουμε τη λειτουργία της αεραντλίας και σταθεροποιηθεί η πίεση στο δοχείο καταγράφουμε την απομάκρυνση της φθίνουσας ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα σε συνάρτηση με το χρόνο, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Το πλάτος της φθίνουσας ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 \cdot e^{-\Lambda t}$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 2s$ το πλάτος της ταλάντωσης είναι $A_1 = 4\text{ cm}$ και τη χρονική στιγμή t_5 είναι $A_5 = 1\text{ cm}$. Η σταθερά Λ είναι ίση με:



(α) $\Lambda = \frac{\ln 2}{2} s^{-1}$

(β) $\Lambda = \frac{\ln 2}{4} s^{-1}$

(γ) $\Lambda = \frac{\ln 2}{8} s^{-1}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

3.

Θ Ε Μ Α Β

1.5

2 5 2 4 2

2.1. Σώμα Σ_1 , μάζας m_1 , κινούμενο με ταχύτητα v_1 , συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το ακίνητο σώμα Σ_2 , μάζας m_2 . Το Σ_1 , μετά την κρούση δεν αλλάζει κατεύθυνση κίνησης ενώ αποκτά ταχύτητα $v'_1 = \frac{v_1}{2}$. Ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ είναι ίσος με:

(α) $\frac{1}{3}$,

(β) 1,

(γ) $\frac{3}{1}$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

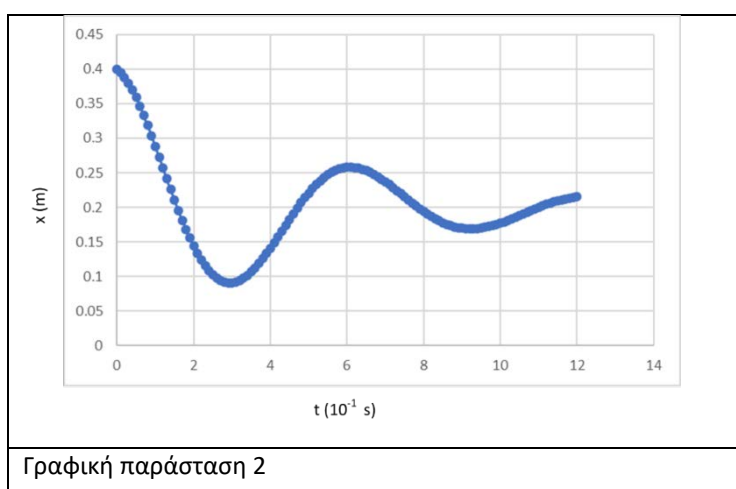
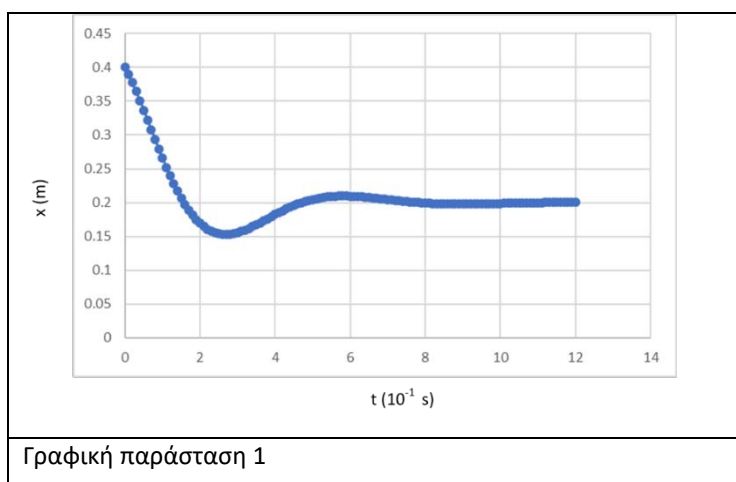
2.2. Η Μαρία και ο Γιώργος, μαθητές της Γ' Λυκείου, θέλουν να συμμετάσχουν σε ένα μαθητικό συνέδριο Επιστήμης και Έρευνας. Το αντικείμενο της εργασίας τους αφορά στις φθίνουσες ταλαντώσεις και πιο συγκεκριμένα στο πως λειτουργούν τα αμορτισέρ των αυτοκινήτων. Αρχικά, αναζήτησαν και βρήκαν, μεταξύ των καθηγητών τους, δύο αυτοκίνητα της ίδιας εταιρείας με αμορτισέρ διαφορετικής παλαιότητας. Μάλιστα, στο ένα αυτοκίνητο (αυτοκίνητο Α) ο ιδιοκτήτης, μόλις είχε αλλάξει αμορτισέρ ενώ στο δεύτερο (αυτοκίνητο Β) ο ιδιοκτήτης σχεδίαζε να τα αλλάξει, στο κοντινό χρονικό διάστημα.

Ανακλαστική επιφάνεια, τοποθετημένη, πάνω από τον αισθητήρα, παράλληλα με το έδαφος

Αισθητήρας θέσης



Στη συνέχεια, πραγματοποίησαν, το ακόλουθο πείραμα. Τοποθέτησαν ένα αισθητήρα θέσης, κατάλληλα, στο έδαφος (βλ. σχήμα). Καθώς, τα δύο ακίνητα αυτοκίνητα εξαναγκάστηκαν σε κατακόρυφη ταλάντωση, το λογισμικό του αισθητήρα κατασκεύασε τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου για κάθε ένα από αυτά. Οι γραφικές παραστάσεις φαίνονται παρακάτω.



Για τα συγκεκριμένα πειραματικά δεδομένα,

(α) η γραφική παράσταση 1 ανήκει στο αυτοκίνητο Α ενώ η γραφική παράσταση 2 στο Β,

(β) η γραφική παράσταση 2 ανήκει στο αυτοκίνητο Α ενώ η γραφική παράσταση 1 στο Β,

(γ) τα αμορτισέρ ενός αυτοκινήτου δε σχετίζονται με τις φθίνουσες ταλαντώσεις που εκτελεί .

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

1.5 Φθίνουσες ταλαντώσεις (1)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

1.5

27697

Ένα άτομο με μάζα 54 kg ανεβαίνει σε ένα Ι.Χ. αυτοκίνητο μάζας 1146 kg , με αποτέλεσμα οι αναρτήσεις των τροχών του αυτοκινήτου (όμοια μεταξύ τους ελατήρια) υφίστανται πρόσθετη συμπίεση κατά $1,25\text{ cm}$.

- 4.1.** Να υπολογίσετε τη σταθερά του κάθε ελατηρίου του συστήματος ανάρτησης του αυτοκινήτου.
- 4.2.** Να αποδείξετε πως, αγνοώντας τις δυνάμεις που προκαλούν απόσβεση, το σύστημα μπορεί να εκτελέσει κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε τη σταθερά επαναφοράς της.
- 4.3.** Να υπολογίσετε τη συχνότητα της ταλάντωσης όταν το αυτοκίνητο περάσει από μία λακκούβα στο δρόμο.
- 4.4.** Τα ελατήρια είναι ρυθμισμένα ώστε να πραγματοποιείται μεν ταλάντωση, όπως περιγράφεται παραπάνω, αλλά η σταθερά απόσβεσης να βρίσκεται πολύ κοντά στην τιμή που κάνει την κίνηση του αυτοκινήτου αperiοδική, και το αυτοκίνητο επιστρέφει πολύ γρήγορα στη θέση ισορροπίας του. Η τιμή αυτή που κάνει την ταλάντωση αperiοδική είναι $b = 14400\text{ kg/s}$. Να εξηγήσετε αν για τις ταλαντώσεις που περιγράφονται στα ερωτήματα 4.1-4.3 η τιμή της σταθεράς b είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από $b = 14400\text{ kg/s}$, και τι θα συμβεί σε αυτήν όσο τα ελατήρια του αυτοκινήτου παλιώνουν.

Μονάδες $(6+6+7+6)=25$

Για την επιτάχυνση της βαρύτητας να χρησιμοποιηθεί η προσεγγιστική τιμή $g = 10\text{ m/s}^2$.

1.6 Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις (3)

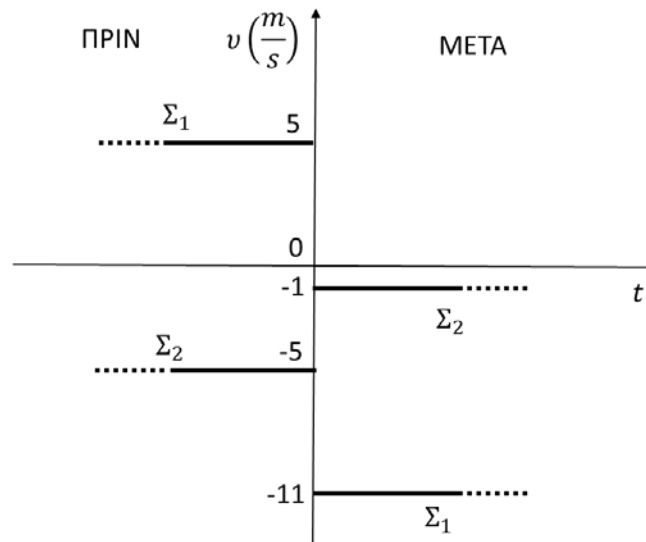
1.

Θ Ε Μ Α Β

1.6

2 4 4 4 0

2.1. Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα που κινούνται αντίρροπα πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο συγκρούονται μετωπικά. Το σώμα Σ_1 έχει ταχύτητα $\vec{v}_1$ πριν την κρούση και $\vec{v}_1'$ μετά την κρούση. Το σώμα Σ_2 έχει ταχύτητα $\vec{v}_2$ πριν την κρούση και $\vec{v}_2'$ μετά την κρούση. Οι αλγεβρικές τιμές των ταχυτήτων των δύο σωμάτων φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Με τη χρήση θεμελιικών αρχών που διέπουν τις κρούσεις να ελέγξετε αν η κρούση των δύο σφαιρών είναι:

(α) ελαστική

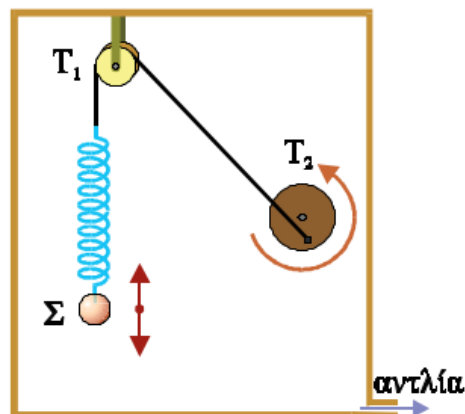
(β) πλαστική

(γ) ανελαστική αλλά μη πλαστική

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Με τη διάταξη του παρακάτω σχήματος μπορούμε να παρατηρήσουμε τις αλλαγές στο πλάτος της



εξαναγκασμένης ταλάντωσης του συστήματος ελατήριο – μάζα καθώς μεταβάλλουμε την περίοδο $T_{\delta i \epsilon \gamma}$ του περιστρεφόμενου τροχού T_2 . Αρχικά η περίοδος του τροχού είναι πολύ μεγάλη, $T_{\delta i \epsilon \gamma} \rightarrow \infty$.

Μειώνουμε σταδιακά την περίοδο του τροχού μέχρι να πάρει πάρα πολύ μικρές τιμές, $T_{\delta\epsilon\gamma} \rightarrow 0$. Κατά τη διαδικασία αυτή το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης του συστήματος:

(α) αυξάνεται συνεχώς

(β) μειώνεται συνεχώς

(γ) αρχικά αυξάνεται, παίρνει μια μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώνεται

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

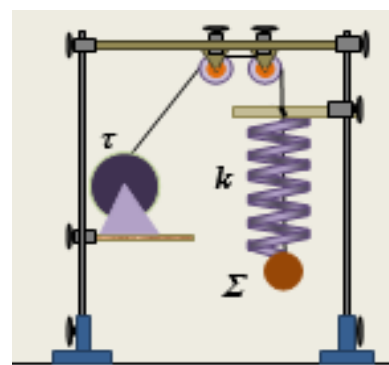
2.

Θ Ε Μ Α Β

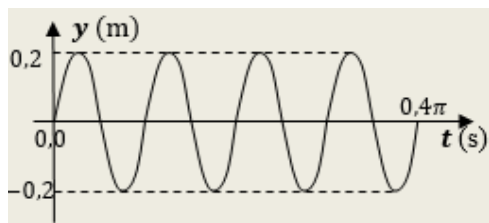
1.6

2 4 6 6 9

2.1. Σφαίρα Σ μάζας $m = 1 \text{ kg}$, είναι δεμένη στο άκρο ιδανικού κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακίνητο. Η σφαίρα Σ είναι επίσης δεμένη στο άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος, το οποίο κατακόρυφο περνάει μέσα από τις σπείρες του ελατηρίου και με κατάλληλη διάταξη που φαίνεται στην εικόνα καταλήγει να δεθεί σε σημείο ενός τροχού τ , κοντά στην περιφέρειά του, έτσι ώστε περιστρέφοντας τον τροχό να θέτουμε τη σφαίρα σε εξαναγκασμένη ταλάντωση.

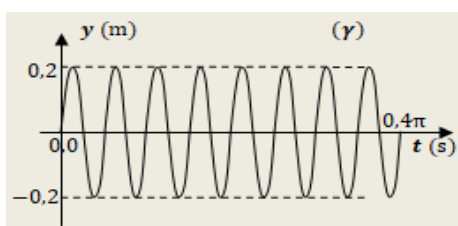
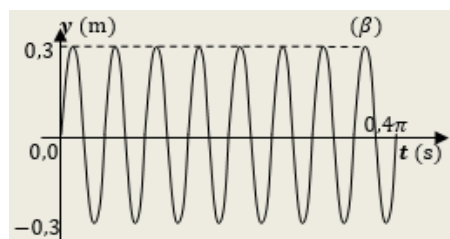
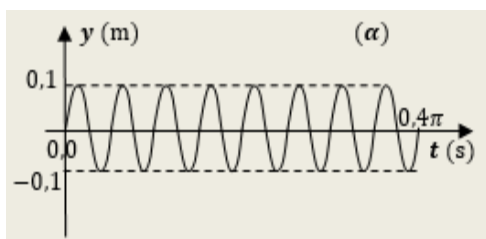


Στην κίνηση της σφαίρας εμφανίζονται αντιστάσεις αέρα του τύπου $F_{\alpha\nu\tau.} = -b \cdot v$ όπου b , μικρή σχετικά σταθερά απόσβεσης και v η ταχύτητά της.



Στο διπλανό διάγραμμα, φαίνεται η απομάκρυνση της σφαίρας από τη θέση ισορροπίας της σε συνάρτηση με το χρόνο, στην εξαναγκασμένη ταλάντωση που εκτελεί όταν περιστρέφουμε τον τροχό με μια σταθερή συχνότητα f_1 .

Αν αυξήσουμε τη συχνότητα περιστροφής του τροχού, η απομάκρυνση της σφαίρας από τη θέση ισορροπίας της σε συνάρτηση με το χρόνο, θα μπορούσε να αποδίδεται :



(α) από το διάγραμμα (α) (β) από το διάγραμμα (β) (γ) από το διάγραμμα (γ)

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Μικρή σφαίρα Α μάζας m_1 , κινείται με σταθερή ταχύτητα σε λείο οριζόντιο δάπεδο και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με άλλη αρχικά ακίνητη σφαίρα Β μάζας $m_2 = 4 \cdot m_1$. Το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας της σφαίρας Α, που μεταβιβάστηκε στη σφαίρα Β εξαιτίας της κρούσης είναι:

(α) 100 % , (β) 64 % , (γ) 25 %

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

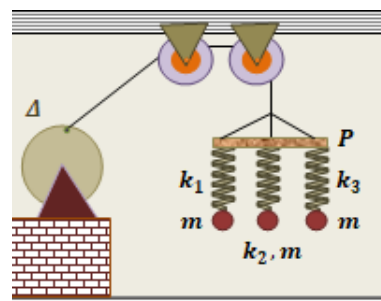
3.

Θ Ε Μ Α Β

1.6

2 4 6 7 0

2.1. Στη διάταξη του σχήματος, ο κυκλικός δίσκος Δ, περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του, με συχνότητα $f_{\Delta} = \frac{15}{\pi}$ Hz. Η περιστροφή του δίσκου Δ, εξαναγκάζει σε ταλάντωση τη ράβδο Ρ, με τη βοήθεια αβαρούς και μη ελαστικού νήματος, το ένα άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σημείο κοντά στην περιφέρεια του δίσκου. Η ράβδος καθώς ταλαντώνεται, με κατάλληλη διάταξη παραμένει συνεχώς οριζόντια.



Από τη ράβδο Ρ, κρέμονται τρία ιδανικά ελατήρια, που το καθένα στο κάτω μέρος του έχει κρεμασμένο ένα σφαιρίδιο. Και τα τρία σφαιρίδια είναι όμοια και έχουν μάζα $m = 100$ g το καθένα.

Οι σταθερές των τριών ελατηρίων είναι $k_1 = 30 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, $k_2 = 60 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, $k_3 = 90 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Από τα δεδομένα του πειράματος, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αν πράγματι το εκτελούσαμε:

(α) Δεν θα υπήρχε σύστημα (ταλαντωτής) που θα εκτελούσε εξαναγκασμένες ταλαντώσεις σε κατάσταση συντονισμού.

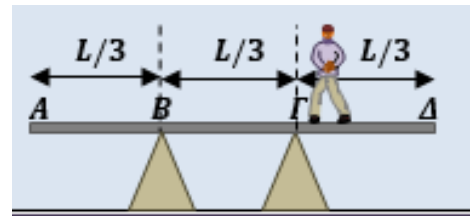
(β) Θα υπήρχε σύστημα (ταλαντωτής) το οποίο θα εκτελούσε εξαναγκασμένες ταλαντώσεις σε κατάσταση συντονισμού, με αποτέλεσμα το σύστημα αυτό, να ταλαντώνεται οπωσδήποτε με μεγαλύτερο πλάτος από τα άλλα δύο συστήματα.

(γ) Θα υπήρχε σύστημα (ταλαντωτής) το οποίο θα εκτελούσε εξαναγκασμένες ταλαντώσεις σε κατάσταση συντονισμού, με αποτέλεσμα το σύστημα αυτό, να ταλαντώνεται οπωσδήποτε με μεγαλύτερο πλάτος, σε σχέση με τα πλάτη που θα είχαν οι ταλαντώσεις του, σε άλλες συχνότητες περιστροφής του δίσκου Δ (διεγέρτη).

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Μια ομογενής και ισοπαχής σανίδα (AD) μάζας M και μήκους L , στηρίζεται στα σημεία B και Γ , πάνω σε κατάλληλα στηρίγματα, ώστε να παραμένει οριζόντια και να ισχύει $(AB) = (B\Gamma) = (\Gamma\Delta) = \frac{L}{3}$, όπως στο σχήμα.



Ένας άνθρωπος μάζας m χρησιμοποιεί αυτή την σανίδα πατώντας πάνω της για μια εργασία. Η προϋπόθεση για να μπορεί ο άνθρωπος να πατήσει σε οποιοδήποτε σημείο της σανίδας, από το ένα άκρο της μέχρι το άλλο είναι:

$$(\alpha) M \geq m \quad , \quad (\beta) M \geq 2m \quad , \quad (\gamma) M \geq \frac{m}{2}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

1.6 Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις (1)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

1.6

23136

Η εξίσωση της ταχύτητας ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή δίνεται από την σχέση

$$v = 4\pi \sin(10\pi t) \text{ στο S.I.}$$

- 4.1. Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης και την περίοδο ταλάντωσης του ταλαντωτή.
- 4.2. Να γράψετε την εξίσωση επιτάχυνσης για τον απλό αρμονικό ταλαντωτή.
- 4.3. Αν ο ταλαντωτής έχει μάζα $m = 200\text{g}$, να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της δύναμης επαναφοράς σε συνάρτηση με την απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας.
- 4.4. Μετά από αρκετό χρόνο επεμβαίνει στο σύστημα ένα εξωτερικό αίτιο, το οποίο ασκεί δύναμη της μορφής $F = F_0 \sin(20\pi t)$ στο S.I. Να βρείτε την περίοδο ταλάντωσης του συστήματος και να εξετάσετε αν το σύστημα θα βρεθεί σε συντονισμό. Δίνεται $\pi^2 \approx 10$.

Μονάδες $(6+6+7+6)=25$

4.2 Οι κινήσεις των στερεών σωμάτων (2)

1.

Θ Ε Μ Α Β

4.2

2 3 1 3 2

2.1. Σφαίρα μάζας m_1 ολισθαίνει με ταχύτητα μέτρου v_1 σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρας μάζας m_2 . Μετά την κρούση, η αρχικά κινούμενη σφαίρα ανακρούεται με ταχύτητα μέτρου $\frac{v_1}{5}$. Ο λόγος των μαζών των δύο σφαιρών $\frac{m_1}{m_2}$ είναι

(α) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{3}$.

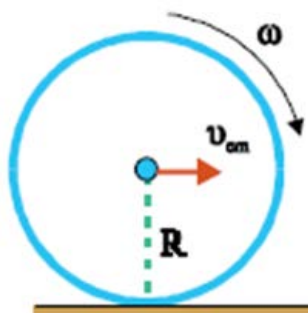
(β) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{9}$.

(γ) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2}$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα στεφάνι ακτίνας R κυλίεται σε οριζόντιο επίπεδο και η ταχύτητα του κέντρου μάζας του είναι v_{cm} .



Τα σημεία του στεφανιού που απέχουν από το έδαφος απόσταση R έχουν ταχύτητα μέτρου

(α) $v = 2v_{cm}$, (β) $v = v_{cm}$, (γ) $v = v_{cm}\sqrt{2}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

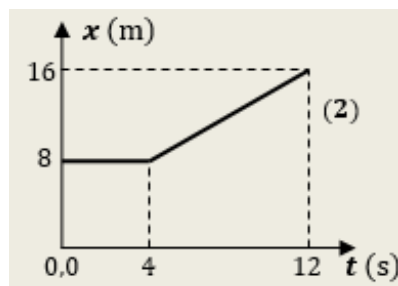
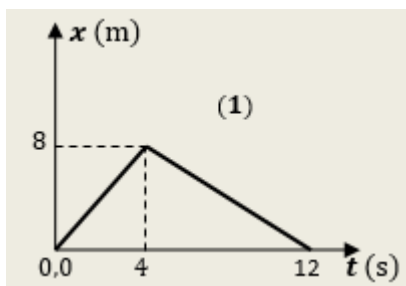
2.

Θ Ε Μ Α Β

4.2

2 4 6 7 1

2.1. Δύο μεταλλικές σφαίρες, αμελητέων διαστάσεων, με μάζες m_1 και m_2 συγκρούονται κεντρικά σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Η θέση x κάθε σφαίρας, στην ευθεία γραμμή που ορίζουν τα κέντρα τους, μετρίεται από κοινή αρχή ($x = 0$), πάνω σε αυτή την ευθεία. Η γραφική παράσταση της θέσης του σώματος m_1 φαίνεται στο Σχήμα (1) και του σώματος m_2 στο Σχήμα (2). Δίνεται ότι η χρονική διάρκεια της επαφής των δύο σωμάτων είναι αμελητέα και οι αντιστάσεις αέρα αγνοούνται.



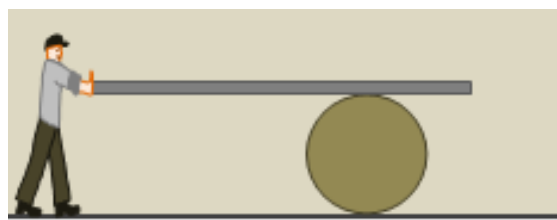
Με τη βοήθεια των δύο αυτών διαγραμμάτων, μπορούμε να συμπεράνουμε, ότι η κρούση των δύο σφαιρών είναι:

(α) Ελαστική , (β) Ανελαστική , (γ) Πλαστική

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένας εργάτης χρησιμοποιεί ένα βαρέλι στην προσπάθειά του να μετακινήσει μια μακριά και βαριά σανίδα. Ο εργάτης κρατάει τη σανίδα από το ένα της άκρο, ενώ αυτή ακουμπάει στο βαρέλι, όπως στο σχήμα.



Στη διάρκεια αυτής της προσπάθειας, η σανίδα είναι συνεχώς οριζόντια, είναι συνεχώς σε επαφή με το βαρέλι χωρίς ποτέ να ολισθήσει πάνω σε αυτό και το βαρέλι κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει πάνω στο τραχύ οριζόντιο δάπεδο. Όταν το άκρο της σανίδας έχει μετατοπιστεί κατά 120 cm, το κέντρο του βαρελιού έχει μετατοπιστεί κατά:

(α) 120 cm (β) 60 cm (γ) 240 cm

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

4.2 Οι κινήσεις των στερεών σωμάτων (2)

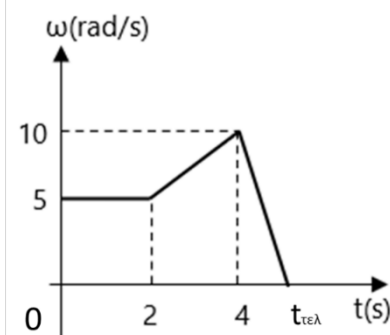
1.

Θ Ε Μ Α Δ

4.2

25248

Ένας τροχός στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, που είναι κάθετος στο επίπεδό του και διέρχεται από το κέντρο του. Για τον τροχό αυτό η γωνιακή του ταχύτητα μεταβάλλεται με τον χρόνο όπως φαίνεται στο διάγραμμα.



- 4.1.** Αν η γωνιακή μετατόπιση του τροχού από τη χρονική στιγμή $t_2 = 4s$ έως τη χρονική στιγμή $t_{τελ}$, που ο τροχός ακινητοποιείται, είναι ίση με $\Delta\theta_3 = 5rad$, να προσδιορίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση του τροχού, για το χρονικό διάστημα αυτό, καθώς και τη χρονική στιγμή $t_{τελ}$.
- 4.2.** Για τις επιμέρους κινήσεις που εκτελεί ο τροχός από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, μέχρι τη στιγμή $t_{τελ}$, να δώσετε τις τιμές της γωνιακής του επιτάχυνσης και στη συνέχεια να αποδώσετε σε διάγραμμα βαθμολογημένων αξόνων τη γωνιακή επιτάχυνση του τροχού σε συνάρτηση με τον χρόνο, για το παραπάνω χρονικό διάστημα της κίνησης
- 4.3.** Να προσδιορίσετε τη γωνιακή μετατόπιση του τροχού, κατά τη διάρκεια του 4^{ου} δευτερολέπτου.
- 4.4.** Να προσδιορίσετε τον αριθμό των περιστροφών του τροχού από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0s$ έως τη στιγμή $t_{τελ}$.

Μονάδες (7+6+6+6)=25

2.

Θ Ε Μ Α Δ

4.2

25250

Ένας τροχός στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, που είναι κάθετος στο επίπεδό του και διέρχεται από το κέντρο του. Ο τροχός έχει ακτίνα $R = 0,6\text{ m}$ και αρχικά κινείται με γωνιακή ταχύτητα $\omega_0 = 4\frac{rad}{s}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο τροχός αρχίζει να επιταχύνεται με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση $\alpha_{γων,1} = 2\frac{rad}{s^2}$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 3s$ σταματά να επιταχύνεται και μέχρι τη χρονική στιγμή $t_2 = 5s$ στρέφεται ομαλά. Να προσδιορίσετε:

- 4.1.** το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας ενός σημείου Λ του τροχού που απέχει από το κέντρο του απόσταση $\frac{R}{2}$, τη χρονική στιγμή $t = 1s$,
- 4.2.** τις εξισώσεις της γωνιακής ταχύτητας συναρτήσει του χρόνου για τα επιμέρους χρονικά διαστήματα, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, μέχρι τη στιγμή $t = 5s$,
- 4.3.** τη γωνιακή μετατόπιση από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0s$ έως $t = 5s$,
- 4.4.** τον αριθμό των περιστροφών του τροχού, για το χρονικό διάστημα από τη στιγμή 3s μέχρι τη στιγμή 5s.

Μονάδες (6+6+7+6)=25

4.4 Ισορροπία στερεού σώματος (2)

1.

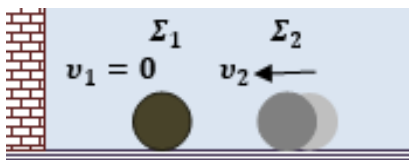
Θ Ε Μ Α Β

4.4

2 4 6 7 2

2.1. Δύο σφαίρες Σ_1, Σ_2 , με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, είναι αρχικά ακίνητες σε λείο οριζόντιο δάπεδο, έτσι ώστε τα κέντρα τους να ορίζουν μια οριζόντια ευθεία κάθετη σε κατακόρυφο τοίχο.

Εκτοξεύουμε τη σφαίρα Σ_2 με οριζόντια ταχύτητα μέτρου v_2 , τέτοια ώστε να πλησιάζει τη σφαίρα Σ_1 , όπως στην εικόνα.



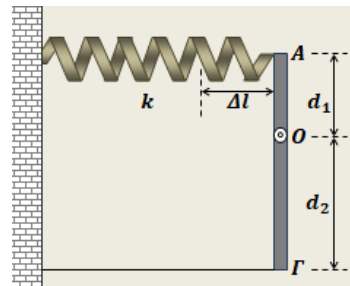
Οι κρούσεις, τόσο μεταξύ των δύο σφαιρών, όσο και της σφαίρας Σ_1 με τον τοίχο, είναι κρούσεις κεντρικές και ελαστικές. Αν μετά την μεταξύ τους κρούση οι δύο σφαίρες κινούνται αντίθετα αλλά τελικά συγκρούονται και δεύτερη φορά, τότε για τις μάζες τους ισχύει η σχέση:

$$(\alpha) m_1 < m_2, \quad (\beta) 3 \cdot m_2 > m_1 > m_2, \quad (\gamma) m_1 > 3 \cdot m_2$$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Μια ομογενής και ισοπαχής ράβδος $ΑΓ$ βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο ακλόνητο δάπεδο και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από σημείο O της ράβδου, το οποίο απέχει από τα άκρα της αποστάσεις $(AO) = d_1$ και $(\Gamma O) = d_2$, για τις οποίες ισχύει η σχέση $d_2 = 2 \cdot d_1$. Η ράβδος είναι αρχικά ακίνητη και παράλληλη προς ένα κατακόρυφο τοίχο.



Δένουμε το άκρο Γ της ράβδου από τον τοίχο με ιδανικό νήμα έτσι ώστε το νήμα να είναι τεντωμένο και κάθετο τόσο στον τοίχο, όσο και στην αρχική διεύθυνση της ράβδου. Στη συνέχεια στερεώνουμε ένα ιδανικό ελατήριο, σταθεράς k , με το ένα άκρο του στον τοίχο, με τον άξονά του κάθετο τόσο στον τοίχο, όσο και στην αρχική διεύθυνση της ράβδου. Για να στερεώσουμε το άλλο άκρο του ελατηρίου στο άκρο A της ράβδου, ώστε αυτό να παραμένει κάθετο στον τοίχο αλλά και στη ράβδο, πρέπει να το επιμηκύνουμε κατά Δl , σε σχέση με το φυσικό του μήκος. Έτσι η ράβδος διατηρείται ακίνητη και παράλληλη με τον τοίχο όπως φαίνεται στην κάτοψη του σχήματος. Σε αυτή την κατάσταση ισορροπίας, η ράβδος δέχεται από τον άξονά της στο O , δύναμη $\vec{F}$, μέτρου:

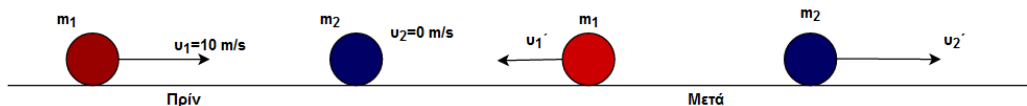
$$(\alpha) F = k \cdot \Delta l, \quad (\beta) F = 2 \cdot k \cdot \Delta l, \quad (\gamma) F = \frac{3}{2} \cdot k \cdot \Delta l$$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Δύο σφαίρες όπως οι μπάλες του μπιλιάρδου με μάζες $m_2 = 3m_1$ συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά μεταξύ τους. Η εικόνα τους πριν και μετά την κρούση φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η πρώτη σφαίρα κινείται με ταχύτητα $v_1 = 10 \frac{m}{sec}$ ενώ η δεύτερη είναι ακίνητη $v_2 = 0$.



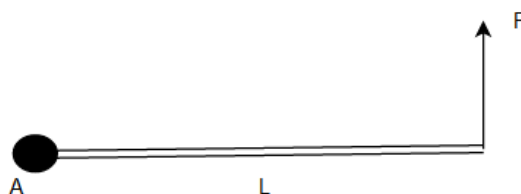
Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταφέρεται στο σώμα μάζας m_2 μετά την κρούση είναι:

(α) 75% , (β) 50% , (γ) 10%

2.1. Α. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η οριζόντια ομογενής ράβδος μάζας m και μήκους L του σχήματος μπορεί να στρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το σταθερό σημείο Α. Αν η ράβδος ισορροπεί οριζόντια όπως φαίνεται στο σχήμα με τη βοήθεια της δύναμης $\vec{F}$ τότε:



(α) $F = 2mg$, (β) $F = mg$, (γ) $F = \frac{mg}{2}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

4.4 Ισορροπία στερεού σώματος (6)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

4.4

2 4 8 0 3



Άκαμπτη ομογενής σανίδα ΑΓ, μήκους $L = 3\text{m}$ και βάρους $W = 200\text{N}$ στηρίζεται στο σημείο Δ σε ένα υποστήριγμα (δ) και ισορροπεί οριζόντια με τη βοήθεια κατακόρυφου, αβαρούς και μη εκτατού νήματος, ΑΖ, όπως στο σχήμα. Στο άκρο Α της σανίδας έχει στερεωθεί ακλόνητα σφαίρα, βάρους $W_1 = 100\text{N}$, οπότε η τάση του νήματος ΑΖ ισούται με μηδέν.

4.1. Να υπολογίσετε την απόσταση $(A\Delta) = d$.

4.2. Στη σανίδα και στο άλλο άκρο της Γ τοποθετούμε σώμα (σ), βάρους $W_\sigma = 200\text{N}$. Αν θεωρήσουμε ότι η σανίδα συνεχίζει να ισορροπεί, να υπολογίσετε το μέτρο της αντίδρασης που δέχεται η σανίδα από το υποστήριγμα (δ). Το νήμα θα κοπεί ή όχι; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Δίνεται το όριο θραύσης του νήματος $T_{\theta\rho} = 500\text{N}$.

4.3. Μεταφέρουμε το σώμα (σ) από τη θέση Γ στο μέσο της σανίδας. Να υπολογίσετε την τάση του νήματος, λαμβάνοντας υπόψη ότι η σανίδα ισορροπεί.

4.4. Επαναφέρουμε το σώμα (σ) στο άκρο Γ της σανίδας και τη χρονική στιγμή $t = 0$ ασκούμε σ' αυτό μία κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$ με φορά προς τα κάτω. Το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση: $F = 20 + 5t$ (S.I.). Αν θεωρήσουμε ότι η σανίδα ισορροπεί, να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή όπου το νήμα θα κοπεί.

Μονάδες $(6+7+5+7)=25$

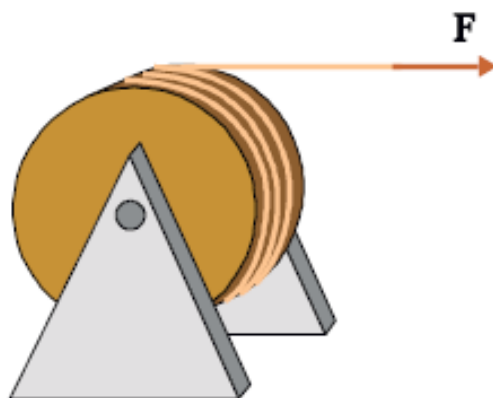
2.

Θ Ε Μ Α Δ

4.4

2 5 6 1 0

Στην περιφέρεια μιας ακίνητης τροχαλίας, ακτίνας $R = 30\text{cm}$ είναι τυλιγμένο σκοινί μεγάλου μήκους. Ασκώντας στο σκοινί, την χρονική στιγμή $t = 0$, οριζόντια δύναμη $F = 20\text{N}$, περιστρέφουμε την τροχαλία με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση. Βρέθηκε πως όταν η τροχαλία έχει κάνει $\frac{4}{\pi}$ περιστροφές, έχει αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα $\omega = 8\frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Με βάση αυτά τα δεδομένα, να βρείτε:



- 4.1.** Το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας.
- 4.2.** Τη γραμμική ταχύτητα του ανώτερου σημείου της τροχαλίας την χρονική στιγμή $t_1 = 3s$.
- 4.3.** Την συνολική ροπή των δυνάμεων που δέχεται η τροχαλία ως προς τον άξονα περιστροφής της.
- 4.4.** Το μήκος του νήματος που ξετυλίγεται από την τροχαλία στην διάρκεια του τέταρτου δευτερολέπτου της κίνησής της.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

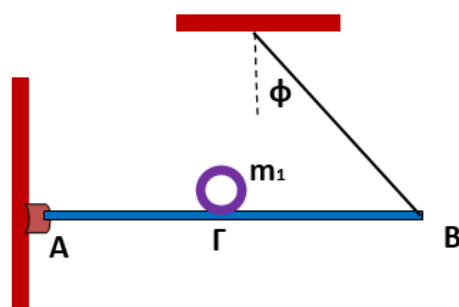
3.

Θ Ε Μ Α Δ

4.4

25795

Ομογενής ράβδος AB έχει μήκος $L = 1\text{ m}$, μάζα $m = 900\text{ g}$ και ισορροπεί σε οριζόντια θέση με την βοήθεια αβαρούς μη εκτατού νήματος που δένεται σε οροφή και σχηματίζει με τη κατακόρυφο γωνία ϕ τέτοια ώστε $\eta\mu\phi = 0,87$ και $\sigma\upsilon\nu\phi = 0,5$, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται κατακόρυφα, με τη βοήθεια άρθρωσης, γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της A και είναι κάθετος σ' αυτή. Στο μέσο της ράβδου, έστω σημείο Γ, τοποθετούμε κυκλική στεφάνη μάζας $m_1 = 100\text{ g}$ και ακτίνας $R = 10\text{ cm}$. Το όριο θραύσης του νήματος δίνεται $T_{\theta\rho} = 10,5\text{ N}$.

- 4.1.** Να υπολογίσετε την τάση του νήματος, όταν τοποθετήσαμε την στεφάνη στην θέση Γ.
- 4.2.** Να βρείτε πόσο κοντά στο B μπορούμε να τοποθετήσουμε την στεφάνη χωρίς να σπάσει το νήμα.
- 4.3.** Να κάνετε την γραφική παράσταση της τάσης του νήματος σε συνάρτηση με την απόσταση x της στεφάνης από το σημείο Γ καθώς μετακινείται προς το σημείο όπου σπάει το νήμα.

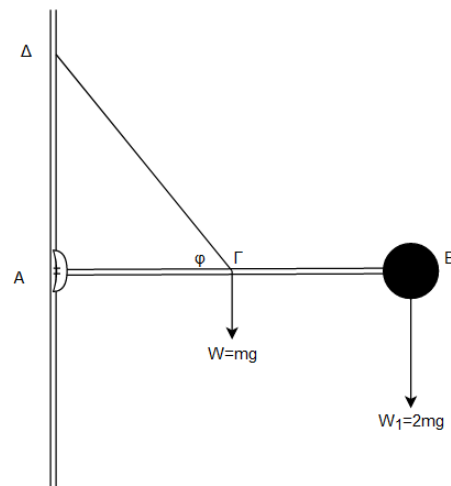
Εκτοξεύουμε την στεφάνη από το σημείο Γ προς το άκρο B, με αρχική ταχύτητα v_0 . Συγχρόνως, ασκούνται σε αυτή κατάλληλες δυνάμεις ώστε να κυλίζει χωρίς να ολισθαίνει, εκτελώντας ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με επιβράδυνση $\alpha_{cm} = 0,25\text{ m/s}^2$ και σταματά μετά από χρόνο $\Delta t = 1s$.

- 4.4.** Να υπολογίσετε τον αριθμό των περιστροφών που εκτέλεσε έως τότε.

Μονάδες $(6+6+7+6)=25$

Δίνεται: $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Το άκρο Β ομογενούς ράβδου ΑΒ μήκους $L = 4 \text{ m}$ και μάζας $m = 1,5 \text{ kg}$ φέρει σώμα αμελητέων διαστάσεων και μάζας $2m = 3 \text{ kg}$, ενώ το άκρο Α αρθρώνεται σε κατακόρυφο τοίχο. Η ράβδος κρατείται οριζόντια με τη βοήθεια αβαρούς νήματος μήκους $L = 4 \text{ m}$. Το ένα άκρο του νήματος δένεται στο μέσο Γ της ράβδου και το άλλο σε ένα σημείο Δ του τοίχου, ψηλότερα από το Α.



Να υπολογίσετε:

4.1. τη γωνία φ που περιέχεται μεταξύ των τμημάτων ΓΔ και ΓΑ.

4.2. το μέτρο της τάσης T του νήματος.

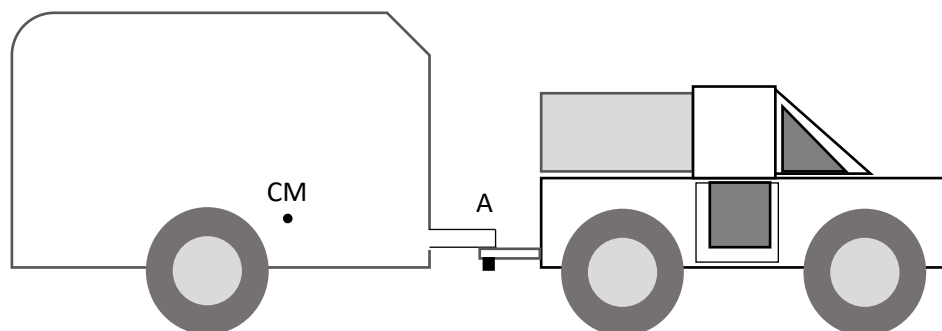
4.3. τα μέτρα των συνιστωσών δυνάμεων F_x, F_y που δέχεται η ράβδος από τον τοίχο,

4.4. το μέτρο και τη διεύθυνση της συνολικής δύναμης F που δέχεται από τον τοίχο η ράβδος.

Μονάδες $(4+7+8+6)=25$

Δίνονται: $\sin \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$, $\eta \mu \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ και $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Αυτοκίνητο μεταφέρει ένα ρυμουλκούμενο τροχόσπιτο, κινούμενο σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα. Το αυτοκίνητο και το τροχόσπιτο συνδέονται στο σημείο Α, όπου η ρυμούλκα (το κομμάτι που εξέρχεται από το τροχόσπιτο προς τα εμπρός) συνδέεται με τον κοτσαδόρο (το κομμάτι που εξέρχεται από το αυτοκίνητο προς τα πίσω). Το κέντρο μάζας του τροχόσπιτου (μαζί με το φορτίο του) είναι σημειωμένο στο σχήμα. Το σχήμα είναι **σχεδιασμένο υπό κλίμακα**. Με βάση τις προδιαγραφές, η κατακόρυφη δύναμη στο σημείο Α πρέπει να είναι μεταξύ 1500 N και 12000 N . Η μάζα του τροχόσπιτου (μαζί με το φορτίο του) είναι 3.500 kg .



4.1. Στο φύλλο απαντήσεων να σχεδιάσετε ένα απλό αντίγραφο του σχήματος και να σχεδιάσετε τις κατακόρυφες δυνάμεις που ασκούνται στο τροχόσπιτο.

- 4.2.** Να γράψετε τις εξισώσεις που πρέπει να ικανοποιούν οι κατακόρυφες δυνάμεις του ερωτήματος 4.1 κατά την ευθύγραμμη, οριζόντια κίνηση του συστήματος αυτοκινήτου-τροχόσπιτου.
- 4.3.** Να εξηγήσετε τι κίνδυνος υπάρχει αν το μέτρο της κατακόρυφης δύναμης στο σημείο A ξεπερνάει το άνω όριο των προδιαγραφών, και να εξετάσετε αν η δύναμη που ασκείται στο σημείο A είναι ανάμεσα στα όρια που ορίζουν οι προδιαγραφές.
- 4.4.** Θέλουμε το τροχόσπιτο να κουβαλήσει επιπλέον φορτίο 700 kg . Εξηγήστε τι θα συμβεί στην κατακόρυφη δύναμη στο σημείο A αν το τοποθετήσουμε στο μπροστινό μέρος του τροχόσπιτου.

Μονάδες $(5+6+7+7)=25$

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών που θα χρειαστείτε, να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που θα σας δοθεί.

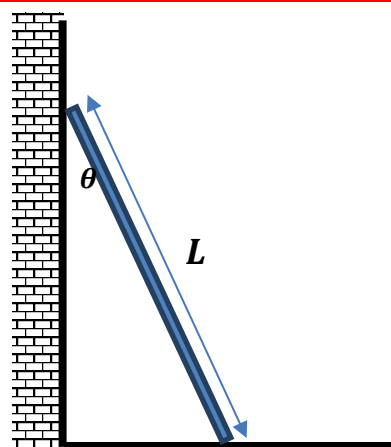
6.

Θ Ε Μ Α Δ

4.4

3 5 9 1 8

Σκάλα μήκους $L = 2\text{ m}$ είναι τοποθετημένη πλάγια σε τοίχο όπως φαίνεται στο σχήμα. Η γωνία που σχηματίζει με τον τοίχο είναι $\theta = 30^\circ$. Το βάρος της σκάλας είναι 40 N . Θεωρήστε πως η τριβή ανάμεσα στον τοίχο και την σκάλα είναι αμελητέα.



- 4.1.** Αφού μεταφέρετε το σχήμα στο γραπτό σας, να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη σκάλα και να γράψετε τις συνθήκες ισορροπίας (μεταφορικής για κάθε άξονα και στροφικής) για τη σκάλα.
- 4.2.** Να υπολογίσετε το μέτρο της απαιτούμενης τριβής ανάμεσα στο έδαφος και στη σκάλα ώστε η τελευταία να ισορροπεί.
- Ο συντελεστής στατικής τριβής ανάμεσα στο έδαφος και στη σκάλα είναι $\mu = 0,20$.
- 4.3.** Να βρείτε αν η σκάλα ολισθαίνει.
- 4.4.** Να βρείτε τη συνθήκη που πρέπει να ικανοποιεί η γωνία θ ώστε η σκάλα να μην ολισθαίνει.

Μονάδες $(7+6+6+6)=25$

4.7 Στροφορμή (2)

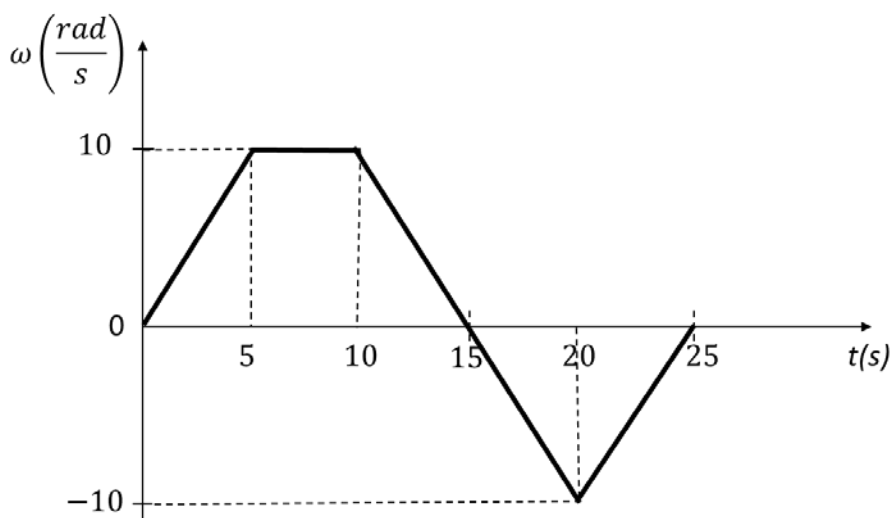
1.

Θ Ε Μ Α Δ

4.7

25639

Λεπτός ισοπαχής δακτύλιος κέντρου O και ακτίνας $R = 1m$ περιστρέφεται γύρω από άξονα $Z'Z$ που περνά από το O και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δακτυλίου συναρτήσει του χρόνου παριστάνεται γραφικά στο παρακάτω διάγραμμα. Θετική είναι η φορά περιστροφής αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού (αριστερόστροφη).



- 4.1.** Να υπολογίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση σε κάθε μια από τις πέντε επιμέρους κινήσεις του δακτυλίου και να εξηγήσετε το είδος κάθε επιμέρους κίνησης.
- 4.2.** Να υπολογίσετε τη συνολική γωνία στροφής του δακτυλίου από $t = 0$ έως $t = 25s$.
- 4.3.** Να παραστήσετε γραφικά, σε σύστημα ορθογώνιων βαθμολογημένων αξόνων, την αλγεβρική τιμή της ροπής που δέχεται στοιχειώδης μάζα $m = 0,1Kg$ του δακτυλίου από $t = 0$ έως $t = 25s$.

Μονάδες $(10+5+10)=25$

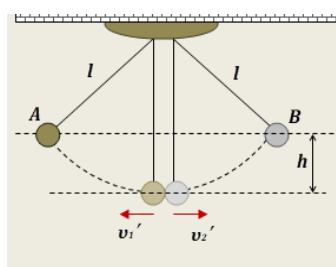
2.

Θ Ε Μ Α Δ

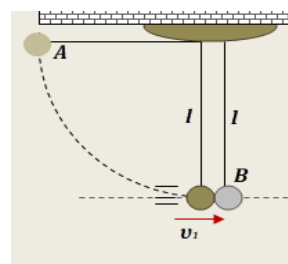
4.7

28600

Δύο μικρές σφαίρες A και B , με ίσες ακτίνες και μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, έχουν δεθεί στα κάτω άκρα μη ελαστικών νημάτων ίσου μήκους l , τα πάνω άκρα των οποίων είναι δεμένα στην ίδια οροφή (σχήμα). Όταν οι δύο σφαίρες ισορροπούν ακίνητες, τα νήματα που τις κρατούν είναι κατακόρυφα, οι σφαίρες



εφάπτονται και τα κέντρα τους είναι στην ίδια οριζόντια ευθεία. Εκτρέπουμε τη σφαίρα A από την αρχική θέση ισορροπίας της και την φέρνουμε σε θέση, όπου το κέντρο της ανήκει στο αρχικό κατακόρυφο επίπεδο και το νήμα της είναι τεντωμένο και οριζόντιο. Από τη θέση αυτή την αφήνουμε ελεύθερη να κινηθεί, οπότε συγκρούεται με τη B



κεντρικά και ελαστικά. Οι αντιστάσεις αέρα αγνοούνται και διαπιστώσαμε ότι μετά την κρούση οι δύο σφαίρες κινούνται αντίθετα και φτάνουν ταυτόχρονα στο ίδιο ύψος ως προς το αρχικό οριζόντιο επίπεδο ηρεμίας τους (σχήμα).

Δίνεται ότι η μάζα της σφαίρας A είναι $m_1 = 300 \text{ g}$, το μήκος των νημάτων $l = 0,8 \text{ m}$ και ότι το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας μπορεί να θεωρηθεί $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Για διευκόλυνση πράξεων, δίνεται κατά προσέγγιση ότι ισχύει $\sqrt{7} \cong \frac{8}{3}$.

Να υπολογίσετε:

4.1. Τη μάζα m_2 της σφαίρας B .

4.2. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής της σφαίρας A ακριβώς πριν την σύγκρουσή της με την ακίνητη B , ενώ το νήμα της έχει γίνει κατακόρυφο.

4.3. Το μέτρο του μέγιστου ρυθμού μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας A , ως προς άξονα στο σημείο O γύρω από το οποίο περιστρέφεται, κατά την κίνησή της από το σημείο που την αφήσαμε ελεύθερη να κινηθεί, μέχρι την σύγκρουσή της με τη σφαίρα B .

4.4. Το μέτρο του μέγιστου ρυθμού μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας B , ως προς άξονα στο σημείο O γύρω από το οποίο περιστρέφεται, κατά την κίνησή της μετά την κρούση των δύο σφαιρών.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

4.3 Εφαρμογές του νόμου των Biot και Savart (4)

1.

Θ Ε Μ Α Β

4.3

2 5 7 9 2

2.1. Σε στερεό ασκούνται αντίρροπες δυνάμεις F_1 και F_2 οι οποίες έχουν ίσα μέτρα και παράλληλους φορείς.

Η συνολική ροπή αυτών των δυνάμεων που ασκούνται στο στερεό είναι:

(α) μεγαλύτερη ως προς σημείο Κ που βρίσκεται μεταξύ των φορέων τους.

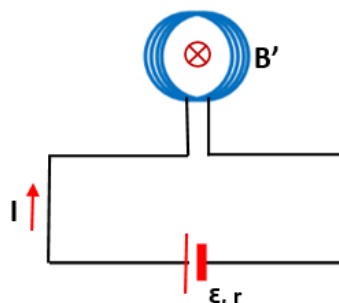
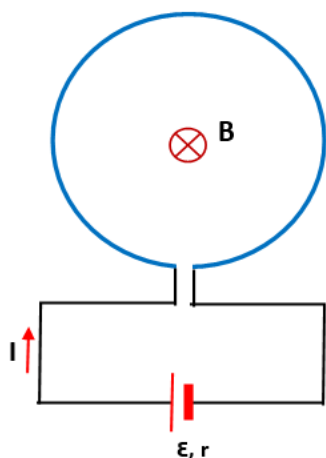
(β) μεγαλύτερη ως προς σημείο Λ που βρίσκεται έξω από τους φορείς τους.

(γ) ανεξάρτητη από το σημείο υπολογισμού της.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου εκτελούμε το ακόλουθο πείραμα: Έχουμε έναν κυκλικό αγωγό με περιφέρεια μήκους L . Σε κάποιο σημείο κόβουμε τον αγωγό και στα σημεία τομής εφαρμόζουμε σταθερή τάση V , με την βοήθεια γεννήτριας συνεχούς ρεύματος ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E}$ και εσωτερικής αντίστασης r . Μετράμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού και την βρίσκουμε να έχει τιμή B .



Στη συνέχεια, το ίδιο σύρμα το τυλίγουμε έτσι ώστε να φτιάξουμε ένα κυκλικό πλαίσιο (όχι σωληνοειδές) με N όμοιες σπείρες και στα άκρα του συνδέουμε την ίδια πηγή ($\mathcal{E}$, r) όπως πριν και κάνουμε και πάλι μέτρηση της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του νέου πλαισίου. Η μετρούμενη νέα ένταση θα είναι B' :

$$(α) \frac{N}{B}, \quad (β) N^2 B, \quad (γ) \frac{B}{N^2}$$

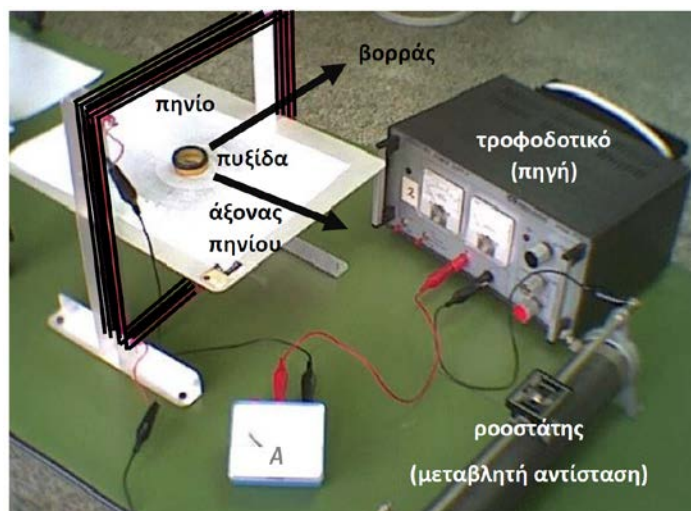
2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

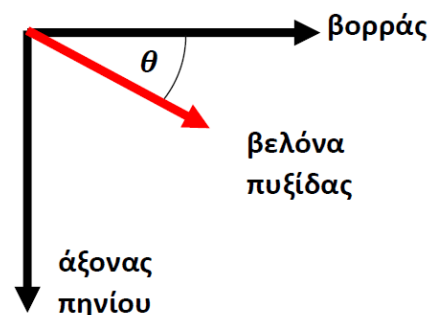
Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Στην παρακάτω πειραματική διάταξη, στο κέντρο του πηνίου το μαγνητικό πεδίο δίνεται κατά προσέγγιση από τον τύπο για το κέντρο κυκλικού αγωγού, ενώ ο άξονας του πηνίου είναι κάθετος στον άξονα γεωγραφικού βορρά-νότου.

Όταν ο διακόπτης του τροφοδοτικού είναι ανοιχτός (δεν περνάει ρεύμα από το κύκλωμα) η πυξίδα δείχνει προς τον γεωγραφικό βορρά (0°) με πολύ καλή προσέγγιση.



Κλείνοντας τον διακόπτη και αλλάζοντας την αντίσταση του κυκλώματος (μέσω του ροοστάτη) η βελόνα της πυξίδας αλλάζει κατεύθυνση, σχηματίζοντας γωνία θ με την κατεύθυνση του βορρά. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου της Γης θα είναι ίση με την ένταση του μαγνητικού πεδίου (στο κέντρο) του πηνίου όταν η γωνία θ είναι ίση με

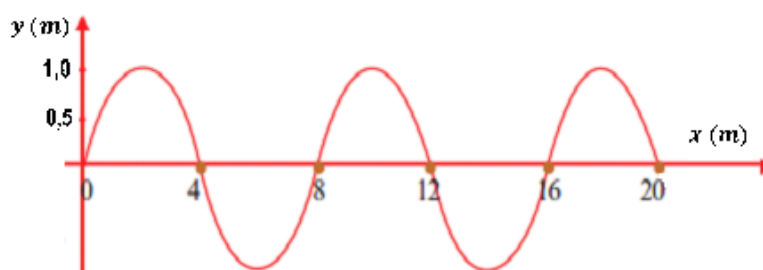


(α) 0° , (β) 45° , (γ) 90°

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η περίοδος εγκάρσιου κύματος που διαδίδεται σε ελαστικό μέσο είναι 2 s ενώ ένα στιγμιότυπο του κύματος φαίνεται παρακάτω:



Η μέση ταχύτητα κίνησης ενός σωματιδίου του ελαστικού μέσου κατά την κίνησή του στη διάρκεια μίας περιόδου είναι

(α) 2 m/s , (β) 4 m/s , (γ) 8 m/s

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

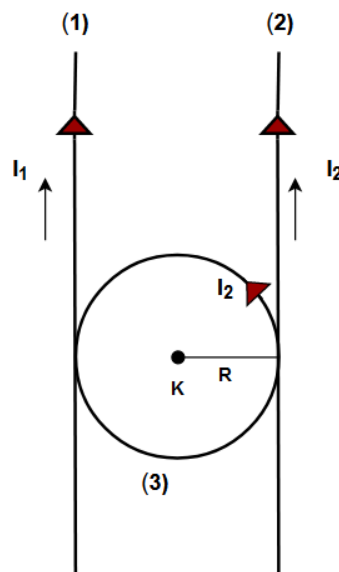
3.

Θ Ε Μ Α Β

4.3

2 8 6 8 3

2.1. Δύο παράλληλοι και ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) πολύ μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα. Ένας ανεξάρτητος κυκλικός αγωγός (3) ακτίνας R που βρίσκεται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I_2 και τοποθετείται εφαπτόμενος στους δύο αγωγούς όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποιος πρέπει να είναι ο λόγος $\frac{I_1}{I_2}$ των τιμών της έντασης των ηλεκτρικών ρευμάτων έτσι ώστε η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού να είναι μηδέν.



(α) $\frac{I_1}{I_2} = 1$, (β) $\frac{I_1}{I_2} = 1 + \pi$, (γ) $\frac{I_1}{I_2} = 2 - \pi$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Με κατάλληλη μηχανική διαδικασία δύο κύματα διαδίδονται προς αντίθετες κατευθύνσεις σε τεντωμένη χορδή, η οποία συμπίπτει με τον άξονα $x'x$. Προκύπτει στάσιμο κύμα με περισσότερους από 200 δεσμούς. Στο σημείο $x = 0$ εμφανίζεται κοιλία. Το συγκεκριμένο σημείο απέχει κατά $0,01 \text{ m}$ από τον πλησιέστερο δεσμό. Η απόσταση του σημείου αυτού από τον 200° δεσμό είναι:

(α) $3,99 \text{ m}$, (β) $3,10 \text{ m}$, (γ) 4 m

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

4.

Θ Ε Μ Α Β

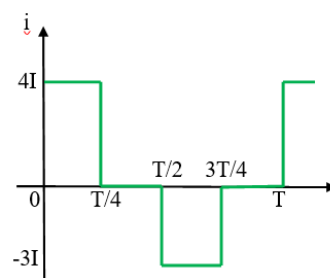
4.3

2 8 8 9 0

2.1. Αντιστάτης διαρρέεται από περιοδικά μεταβαλλόμενο ρεύμα περιόδου T , του οποίου η ένταση μεταβάλλεται με το χρόνο, όπως στο διάγραμμα:

Η ενεργός ένταση του ρεύματος ισούται με:

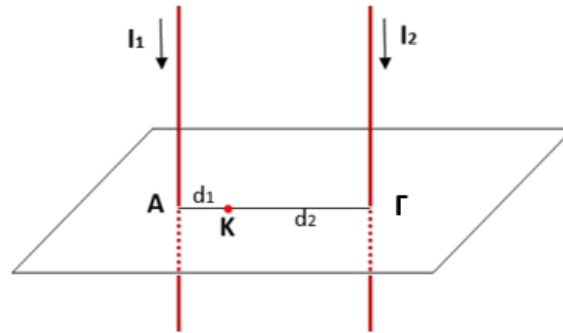
(α) $\frac{5}{2} I$ (β) $\frac{\sqrt{2}}{2} I$ (γ) $\frac{5\sqrt{2}}{2} I$



2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) απείρου μήκους διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έντασης I_1 και I_2 όπως φαίνονται στο σχήμα, με λόγο $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$. Οι αγωγοί είναι κάθετοι σε οριζόντιο επίπεδο και διέρχονται από τα σημεία Α και Γ αντίστοιχα, τα οποία απέχουν απόσταση d:



Η ένταση του μαγνητικού πεδίου των δύο αγωγών σε ένα σημείο Κ του ευθύγραμμου τμήματος ΑΓ, είναι ίση με μηδέν. Τα μήκη (ΑΚ) και (ΓΚ) αντίστοιχα είναι ίσα με:

$$(\alpha) \text{ (ΑΚ)} = \frac{d}{4} \quad \& \quad (\Gamma\text{Κ}) = \frac{3d}{4}, \quad (\beta) \text{ (ΑΚ)} = \frac{d}{3} \quad \& \quad (\Gamma\text{Κ}) = \frac{2d}{3}, \quad (\gamma) \text{ (ΑΚ)} = \frac{3d}{4} \quad \& \quad (\Gamma\text{Κ}) = \frac{d}{4}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

4.4 Ο Νόμος του Ampere (Αμπέρ) (1)

1.

Θ Ε Μ Α Β

4.4

3 4 1 7 4

2.1. Αν και τα όρια συχνότητας των ήχων που αντιλαμβανόμαστε διαφέρουν ελαφρά από άνθρωπο σε άνθρωπο, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το εύρος των ακουστών συχνοτήτων από εμάς είναι από 20Hz έως 20KHz .

Έστω δύο ηχητικά κύματα με συχνότητες $f_1 = 20\text{Hz}$ και $f_2 = 20\text{KHz}$, τα οποία διαδίδονται μέσα στον αέρα ενός δωματίου, που μπορεί να θεωρηθεί ομογενές αέριο σταθερής θερμοκρασίας. Αν λ_1 και λ_2 τα μήκη κύματος των ηχητικών κυμάτων με συχνότητες f_1, f_2 αντίστοιχα, τότε ο λόγος $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ είναι ίσος με:

(α) 10 , (β) 100 , (γ) 1000

2.1. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένας κυκλικός αγωγός έχει διάμετρο 10 cm . Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται σε σημείο της Γης, όπου η ένταση του μαγνητικού της πεδίου έχει μέτρο ίσο με $5 \cdot 10^{-5}\text{ T}$ χωρίς να επηρεάζεται από άλλα μαγνητικά πεδία στην περιοχή.

Αν γνωρίζετε ότι στο κέντρο του κυκλικού αγωγού το μέτρο της ολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ίσο με μηδέν, τότε η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό είναι ίση με:

(α) $I = \frac{1,25}{\pi}\text{ A}$, (β) $I = \frac{12,5}{\pi}\text{ A}$, (γ) $I = \frac{125}{\pi}\text{ A}$

2.2. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

4.7 Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο (1)

1.

Θ Ε Μ Α Β

4.7

2 6 9 2 4

2.1. Η εικόνα δεξιά¹ δείχνει μία φωτογραφία του ίχνους της σπειροειδούς κίνησης ηλεκτρονίου σε θάλαμο φυσαλίδων. Ο θάλαμος φυσαλίδων είναι μία μορφή ανιχνευτή σωματιδίων που περιέχει κάποιο πολύ αραιό υγρό. Μέσα σε αυτόν, τα σωματίδια εκτρέπονται από την ευθύγραμμη κίνηση με την βοήθεια μαγνητικού πεδίου. Στην περίπτωση της φωτογραφίας το μαγνητικό πεδίο έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας. Καθώς τα σωματίδια κινούνται στον θάλαμο φυσαλίδων, τους ασκείται τριβή, η οποία προκαλεί μείωση της ταχύτητάς τους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση:



- (α) Το μαγνητικό πεδίο έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και η πορεία του ηλεκτρονίου είναι από το κέντρο της σπείρας προς τα έξω.
- (β) Το μαγνητικό πεδίο έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και η πορεία του ηλεκτρονίου είναι από το κέντρο της σπείρας προς τα έξω.
- (γ) Το μαγνητικό πεδίο έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και η πορεία του ηλεκτρονίου είναι από τα έξω προς το κέντρο της σπείρας.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

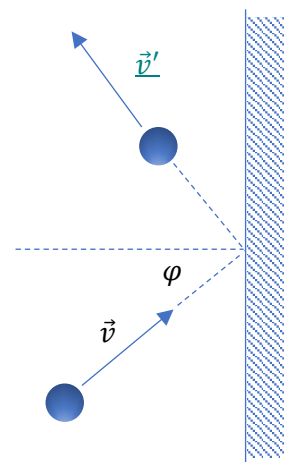
2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Μπάλα μάζας m κυλίζει σε οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα μέτρου v και χτυπάει σε τοίχο υπό γωνία φ . Η εικόνα δείχνει κάτοψη της κρούσης. Η κρούση είναι ελαστική. Λόγω της κρούσης, η μεταβολή του μέτρου της ορμής και το μέτρο της μεταβολής της ορμής είναι αντίστοιχα

- (α) 0 και $2mv\sin\varphi$
- (β) 0 και $2mv\eta\mu\varphi$
- (γ) $2mv\eta\mu\varphi$ και $2mv\sigma\upsilon\nu\varphi$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

¹ <https://media.cheggcdn.com/media%2F8e2%2F8e235a2a-2d3a-4380-9bda-e619cf6f2a4b%2Fimage>

4.8 Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε μαγνητικό πεδίο (εκτός από «Δ. Κίνηση σε ανομοιογενές μαγνητικό πεδίο») (3)

1.

Θ Ε Μ Α Β

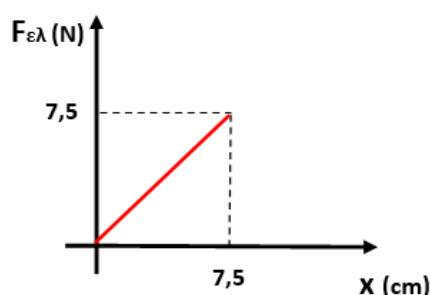
4.8

2 3 1 1 2

2.1. Σε εργαστήριο Φ.Ε. διαθέτουμε δύο ελατήρια σταθεράς k_1 και k_2 και ένα σώμα μάζας m . Επίσης διαθέτουμε σειρά βαριδίων με μάζες των 20 g, 50 g, 80 g και 0,1 Kg. Κρεμάμε το ελατήριο 1 σε βαθμολογημένο στάτορα έτσι ώστε ο αβαρής δίσκος που τοποθετείται στο κάτω άκρο του ελατηρίου να είναι στο σημείο μηδέν της κλίμακας. Κάποιος μαθητής τοποθετεί ποικιλία βαριδίων στο δίσκο του ελατηρίου 1 και συμπληρώνει τον παρακάτω πίνακα τιμών:

Μάζα (g)	Απόσταση Δl (cm) Φ.Μ. – Θ.Ι.
50	1
130	2,6
180	3,6
250	5

Άλλος μαθητής δουλεύοντας με το ελατήριο 2, παραδίδει το παρακάτω διάγραμμα:



Τοποθετούμε διαδοχικά στο δίσκο των δύο ελατηρίων το σώμα μάζας m και θέτουμε σε ταλάντωση ίδιου πλάτους A τους δύο ταλαντωτές. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

Για τις δύο ταλαντώσεις ισχύει:

(α) Η μέγιστη επιτάχυνση της ταλάντωσης 1 είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη επιτάχυνση της ταλάντωσης 2 και ο λόγος τους είναι: $\frac{\alpha_{\max 1}}{\alpha_{\max 2}} = \sqrt{2}$.

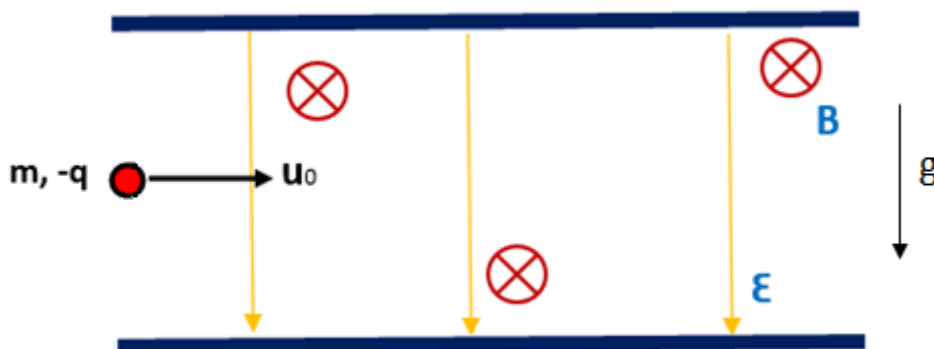
(β) Η μέγιστη επιτάχυνση της ταλάντωσης 1 είναι ίση με την μέγιστη επιτάχυνση της ταλάντωσης 2.

(γ) Η μέγιστη επιτάχυνση της ταλάντωσης 2 είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη επιτάχυνση της ταλάντωσης 1 και ο λόγος τους είναι: $\frac{\alpha_{\max 1}}{\alpha_{\max 2}} = \frac{1}{2}$.

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Σε χώρο όπου συνυπάρχουν Ομογενές Ηλεκτρικό και Ομογενές Μαγνητικό Πεδίο, με τις δυναμικές τους γραμμές κάθετες μεταξύ τους, εισέρχεται σωματίο μάζας $m = 100 \text{ g}$ και φορτίου $q = -20 \text{ mC}$, κινούμενο με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (βλ. σχήμα).



Η ταχύτητα σχηματίζει ορθές γωνίες με τις εντάσεις των πεδίων.

Δίνονται $E = 50 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, $B = 2 \text{ T}$ και $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Για έναν εξωτερικό παρατηρητή η κίνηση του σωματίου είναι:

- (α) ευθύγραμμη ομαλή,
- (β) ομαλή κυκλική,
- (γ) παραβολική με φορά προς τα κάτω.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.

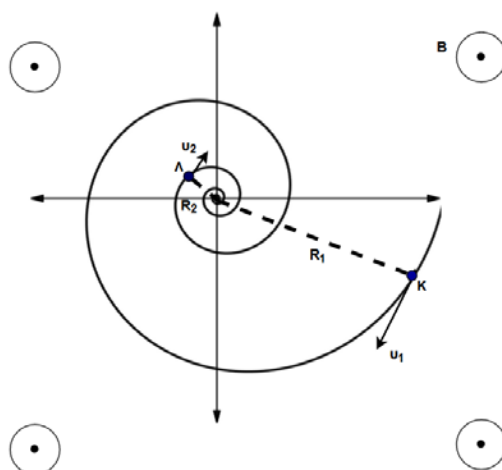
Θ Ε Μ Α Β

4.8

2 8 6 8 0

2.1. Ένα πρωτόνιο, μάζας m και φορτίου q , κινείται δια μέσου ενός αερίου εντός μαγνητικού πεδίου. Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου έχει το μέτρο της σταθερό και είναι κάθετη στο επίπεδο της κίνησης του πρωτονίου. Η ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς του μειώνεται, όπως απεικονίζεται στο σχήμα. Στη φωτογραφία της τροχιάς που ακολουθεί το κινούμενο σωματίδιο έχουν σημειωθεί τα σημεία Κ και Λ, με ακτίνες R_1 και R_2 αντίστοιχα. Αυτό συμβαίνει γιατί εκτός από τη δύναμη Lorentz ασκείται πάνω στο πρωτόνιο και μια δύναμη αντίστασης, αναγκάζοντάς το να χάνει ενέργεια (και ταχύτητα). Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του πρωτονίου καθώς αυτό κινείται από το σημείο Κ προς το σημείο Λ είναι:

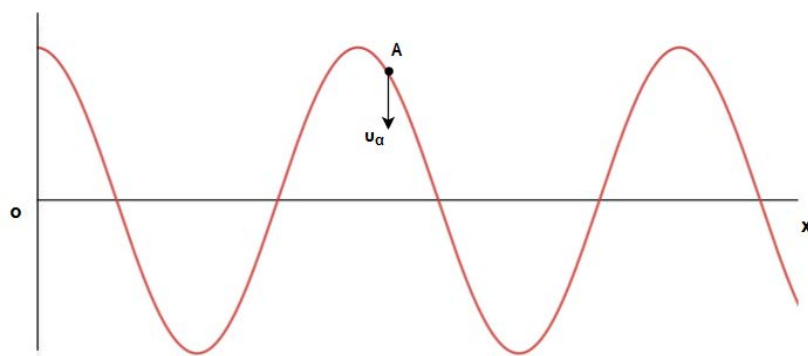
$$(\alpha) \frac{B^2 q^2 (R_2^2 - R_1^2)}{2m} , \quad (\beta) \frac{B^2 q^2 (R_2^2 - R_1^2)}{m} , \quad (\gamma) \frac{B q^2 (R_2^2 - R_1^2)}{2m}$$



2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Κατά μήκος του άξονα Ox εκτείνεται ομογενής ελαστική χορδή μεγάλου μήκους. Στη χορδή διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα. Στο σχήμα που ακολουθεί, απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο κύματος για συγκεκριμένη χρονική στιγμή t_1 . Εκείνη τη στιγμή η φορά της ταχύτητας $\vec{v}_A$ του σημείου Α είναι, όπως έχει σχεδιαστεί στο σχήμα, προς τα κάτω.



Ποια είναι η φορά διάδοσης του κύματος;

(α) Προς τα αριστερά.

(β) Προς τα δεξιά.

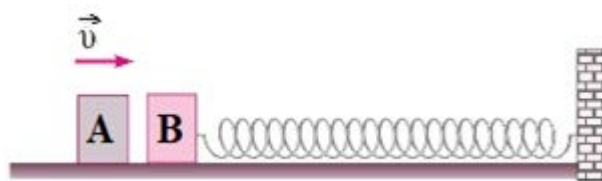
(γ) Δεν επαρκούν τα δεδομένα για να δοθεί απάντηση.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Σώμα B, μάζας M , είναι ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο και δεμένο στην άκρη ιδανικού οριζοντίου ελατηρίου, σταθεράς k . Το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και η άλλη άκρη του είναι ακλόνητα στερεωμένη. Σώμα A μάζας m κινούμενο οριζόντια με ταχύτητα $\vec{v}$, κτυπά κεντρικά στο ακίνητο σώμα B. Για να έχουμε την ίδια μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου ανεξάρτητα από το αν η κρούση είναι ελαστική ή πλαστική, θα πρέπει η σχέση μεταξύ των μαζών των δύο σωμάτων A και B να είναι



(α) $M = 3m$

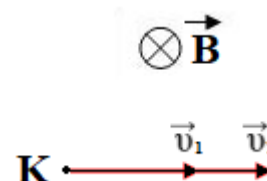
(β) $M = \frac{m}{3}$

(γ) $M = \frac{m}{2}$

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Από ένα σημείο K μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, εκτοξεύεται ένα θετικό ιόν A με μάζα m_A και ηλεκτρικό φορτίο q_A και ένα αρνητικό ιόν B με μάζα $m_B = 2m_A$ και ηλεκτρικό φορτίο q_B , όπου $|q_B| = 2|q_A|$. Το ιόν A εκτοξεύεται με ταχύτητα $\vec{v}_1$, ενώ το ιόν B με ταχύτητα $\vec{v}_2$, των οποίων τα μέτρα συνδέονται με τη σχέση $v_2 = 1,5v_1$. Αν οι ακτίνες και οι περίοδοι της κυκλικής κίνησης των δύο ιόντων A και B είναι R_1, T_1 και R_2, T_2 αντίστοιχα, τότε σε χρόνο $t = \frac{T_1}{2}$, η απόσταση d , των δύο ιόντων μεταξύ τους είναι:



(α) $d = 0,5R_1$,

(β) $d = 2R_1$,

(γ) $d = 5R_1$

2.2. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

4.8 Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε μαγνητικό πεδίο (εκτός από «Δ. Κίνηση σε ανομοιογενές μαγνητικό πεδίο») (2)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

4.8

2 4 4 5 6

Ένα νετρόνιο που κινείται με ταχύτητα μέτρου $v_n = 4 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$ κατευθύνεται προς αρχικά ακίνητο πυρήνα πρώτιου (πυρήνας 1_1H). Η κρούση των δύο σωματιδίων είναι κεντρική ελαστική. Αμέσως μετά την κρούση ο πυρήνας πρώτιου εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές ομογενούς μαγνητικού πεδίου με την ταχύτητα $\vec{v}_1$ που απέκτησε. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B = 1T$. Για τις μάζες του πρωτονίου και του νετρονίου να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται μαζί με τις εκφωνήσεις.

Να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο v_1 της ταχύτητας του πυρήνα πρώτιου μετά την κρούση και το ποσοστό απώλειας της κινητικής ενέργειας, $\alpha_1\%$, του νετρονίου κατά την κρούση.

4.2. Την ακτίνα R και την περίοδο T της κυκλικής κίνησης του πυρήνα πρώτιου μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο.

4.3. Το μέτρο της στροφορμής του πυρήνα πρώτιου κατά την κίνησή του μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο, ως προς τον άξονα που περνά από το κέντρο O της κυκλικής του τροχιάς και είναι κάθετος σε αυτήν.

Αν το νετρόνιο που κινείται με ταχύτητα $\vec{v}_n$ κατευθύνεται προς αρχικά ακίνητο πυρήνα τρίτιου (πυρήνας 3_1H) και η κρούση των δύο σωματιδίων είναι κεντρική ελαστική να υπολογίσετε:

4.4. Το μέτρο v_n'' της ταχύτητας του νετρονίου αμέσως μετά την κρούση και το ποσοστό απώλειας, $\alpha_2\%$, της κινητικής ενέργειας του νετρονίου κατά την κρούση.

Μονάδες $(8+8+4+5)=25$

2.

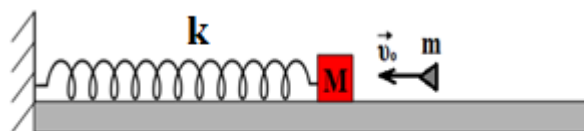
Θ Ε Μ Α Δ

4.8

2 8 0 0 5

Σώμα μάζας $M = 150\text{ g}$ βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και είναι προσδεμένο στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 80\text{ N/m}$, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη ακλόνητα. Το σώμα μάζας M αρχικά ισορροπεί ακίνητο με το ελατήριο να έχει

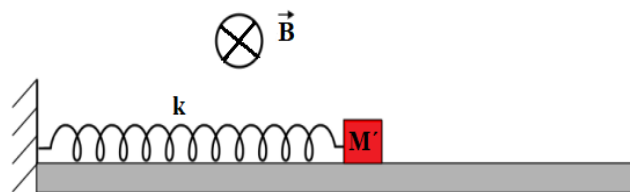
το φυσικό του μήκος. Βλήμα μάζας $m = 50\text{ g}$, που κινείται στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα $v_0 = 20\text{ m/s}$, συγκρούεται με το σώμα μάζας M και σφηνώνεται σε αυτό, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1

4.1. Να υπολογίσετε το διάστημα που θα διανύσει το συσσωμάτωμα στο χρονικό διάστημα μιας περιόδου T της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει.

Στην άκρη του προηγούμενου οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 80 \text{ N/m}$, συνδέουμε τώρα ένα σώμα μάζας $M' = 50 \text{ g}$, που είναι αρνητικά φορτισμένο με ηλεκτρικό φορτίο $q = -0,1 \text{ C}$. Στην περιοχή που βρίσκεται όλη η διάταξη επικρατεί οριζόντιο



Σχήμα 2

ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1 \text{ T}$ και φοράς από τον αναγνώστη προς τη σελίδα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Το σώμα μάζας M' αρχικά ισορροπεί ακίνητο με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Κάποια στιγμή, απομακρύνουμε το σώμα μάζας M' οριζόντια κατά d , στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και το αφήνουμε ελεύθερο, με αποτέλεσμα να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο.

4.2. Να υπολογίσετε τη μέγιστη απομάκρυνση d_{max} , που μπορούμε να δώσουμε στο σώμα μάζας M' , έτσι ώστε αυτό να μην χάνει κατά την κίνησή του την επαφή του με το έδαφος.

4.3. Όταν το σώμα μάζας $M' = 50 \text{ g}$, ισορροπεί ακίνητο με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος, το απομακρύνουμε οριζόντια προς τα δεξιά κατά $d = 0,1 \text{ m}$, στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και το αφήνουμε ελεύθερο, με αποτέλεσμα να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Να υπολογίσετε τη δύναμη *Lorentz* που ασκείται στο σώμα μάζας M' όταν βρεθεί για πρώτη φορά σε απομάκρυνση $x = +0,05 \text{ m}$ από τη θέση ισορροπίας του, θεωρώντας ως θετική φορά στην ταλάντωση εκείνη κατά την οποία το ελατήριο επιμηκώνεται.

Μονάδες $(8+9+8)=25$

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.

4.9 Εφαρμογές της κίνησης φορτισμένων σωματιδίων (1)

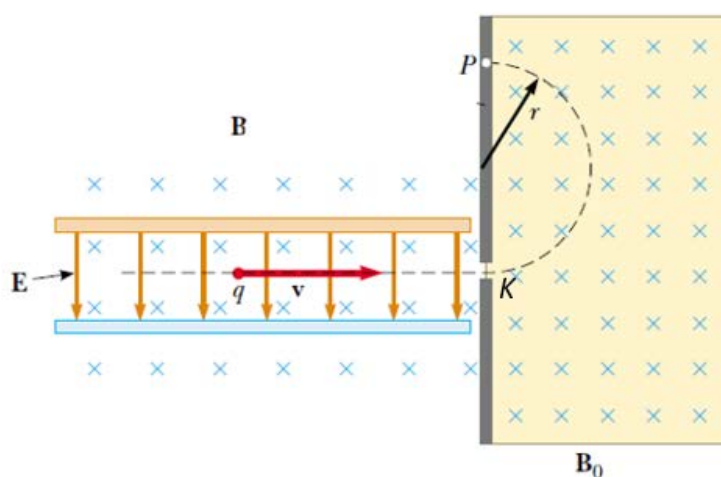
1.

Θ Ε Μ Α Β

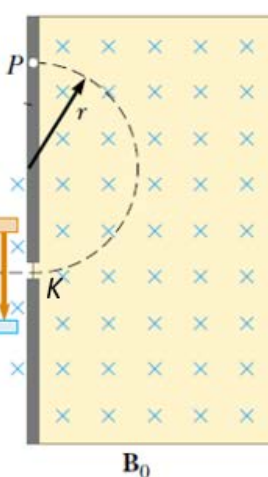
4.9

3 0 0 7 1

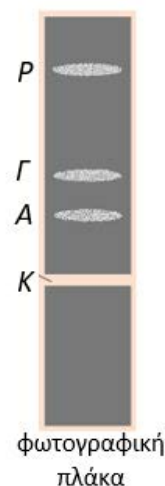
2.1. Δέσμη σωματιδίων που περιέχει τρία είδη φορτισμένων σωματιδίων εισέρχεται σε έναν φασματογράφο μάζας όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Τα σωματίδια έχουν την ίδια ταχύτητα (στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η τροχιά ενός από τα τρία είδη σωματιδίων). Η ταινία που υπάρχει στο δεξιό μέρος του σχήματος αποτελεί τμήμα της φωτογραφικής πλάκας του φασματογράφου και δείχνει τα σημεία Α, Γ, Ρ στα οποία χτυπούν τα σωματίδια στον ανιχνευτή (γκρι περιοχές). Το σωματίδιο που έχει την μεγαλύτερη τιμή στο πηλίκο μάζας προς φορτίο $\frac{m}{q}$ είναι αυτό που χτυπάει στο σημείο



(α) Α



(β) Γ

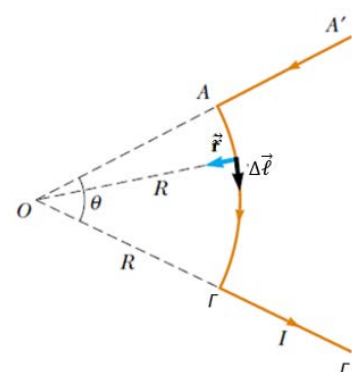


(γ) Ρ

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Το σύρμα Α'ΑΓΓ' του διπλανού σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και αποτελείται από δύο ευθύγραμμα τμήματα ΑΑ', ΓΓ' και ένα κυκλικό τόξο ΑΓ ακτίνας R. Το τόξο ΑΓ αντιστοιχεί σε επίκεντρη γωνία θ ακτίνων, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Τα βέλη στο σύρμα δείχνουν την φορά του ρεύματος. Θεωρώντας ως δεδομένο την μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_0 , το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το σύρμα στο σημείο Ο έχει μέτρο



(α) $B_O = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \theta$

(β) $B_O = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \theta$

(γ) $B_O = \frac{\mu_0 I}{\pi R} \theta$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

4.9 Εφαρμογές της κίνησης φορτισμένων σωματιδίων (5)

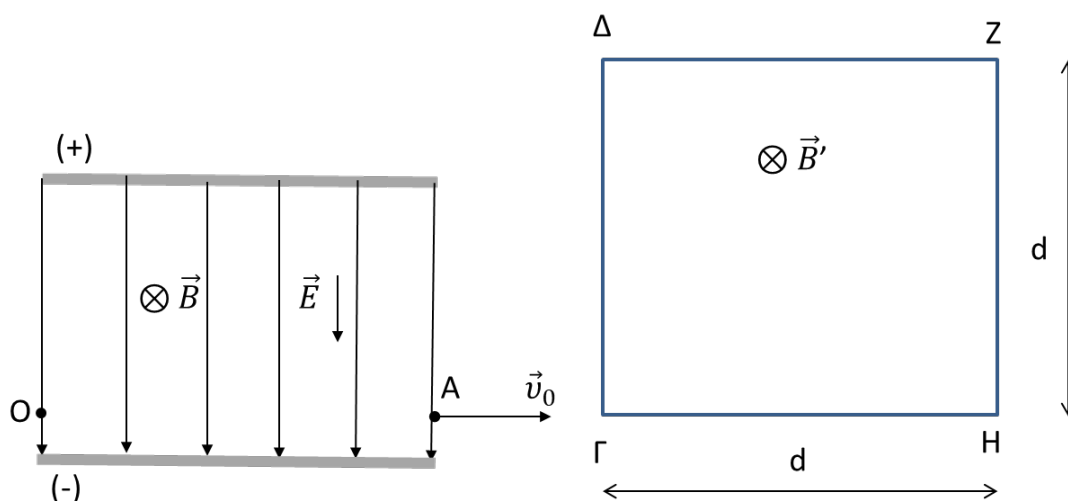
1.

Θ Ε Μ Α Δ

4.9

2 7 6 6 5

Στο φίλτρο ταχυτήτων του παρακάτω σχήματος η ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έχει μέτρο $E = 200 \frac{V}{m}$ και η ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B = 10^{-2} T$. Από το σημείο O του φίλτρου ταχυτήτων εκτοξεύονται μονοσθενή θετικά ιόντα. Τα ιόντα που εξέρχονται από το σημείο A έχουν ταχύτητα $\vec{v}_0$ κάθετη στις δυναμικές γραμμές των δύο πεδίων και δεν έχουν εκτραπεί από την ευθύγραμμη πορεία τους.



Μετά το φίλτρο ταχυτήτων υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$, μέτρου $B' = 2 \cdot 10^{-2} T$ και τετραγωνικής διατομής με πλευρά $d = 20 mm$. Τα ιόντα που βγαίνουν από το φίλτρο ταχυτήτων με ταχύτητα $\vec{v}_0$ μπαίνουν κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}'$. Η είσοδός τους γίνεται από το σημείο Γ, εφαπτομενικά στη ΓΔ και η έξοδος τους από το σημείο Δ, εφαπτομενικά στη ΔΖ. Να θεωρήσετε ότι η κίνηση των ιόντων δεν επηρεάζεται από αντιστάσεις, ούτε από το βαρυτικό πεδίο και να υπολογίσετε:

- 4.1. Την ταχύτητα με την οποία εκτοξεύεται από το σημείο O κάθε ιόν που φτάνει στο σημείο A έχοντας ταχύτητα $\vec{v}_0$.
- 4.2. Τη μάζα κάθε ιόντος και το χρονικό διάστημα της κίνησής του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$.
- 4.3. Τη μεταβολή της ορμής και τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας κάθε ιόντος κατά την κίνησή του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$.

Χωρίς να αλλάξουμε το εύρος του πεδίου και την κατεύθυνση της έντασης μεταβάλλουμε το μέτρο της από B' σε B'' . Παρατηρούμε ότι τα ιόντα που βγαίνουν από το φίλτρο ταχυτήτων με ταχύτητα $\vec{v}_0$ και μπαίνουν κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}''$ από το σημείο Γ, εφαπτομενικά στη ΓΔ, εξέρχονται από το σημείο Ζ, εφαπτομενικά στη ΖΗ.

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο B'' της έντασης του μαγνητικού πεδίου, το χρονικό διάστημα της κίνησης κάθε ιόντος μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}''$ και τη στροφορμή κάθε ιόντος κατά την κίνηση του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}''$ ως προς τον άξονα περιστροφής του.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

2.

Θ Ε Μ Α Δ

4.9

3 0 3 1 1

Φορτισμένο σωματίο μάζας $m = 150\text{g}$ και φορτίου $q = +1,2\text{mC}$ κινείται αριστερόστροφα σε κατακόρυφη κυκλική τροχιά ακτίνας $R = \frac{0,1}{\pi}\text{ m}$ με ταχύτητα σταθερού μέτρου $v = 100\text{ m/s}$. Να υπολογίσετε:

4.1. Την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο κέντρο της κυκλικής του τροχιάς.

Κάποια στιγμή καταργούνται οι δυνάμεις που ανάγκαζαν το σωματίο να κινείται κυκλικά και ενώ αυτό βρισκόταν στην κατώτερη θέση της τροχιάς του. Το σωματίο αφού διάνυσε απόσταση $x = 82,5\text{ cm}$ δεχόμενο μόνο μια σταθερή δύναμη αντίστασης $F = 0,9\text{ KN}$ οριζόντια και αντίθετη στη φορά της ταχύτητάς του, εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Την στιγμή εκείνη καταργείται η δύναμη αντίστασης. Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου, στο οποίο εισέρχεται το φορτίο, είναι $B = 20\text{ T}$, να υπολογίσετε:

4.2. Την ακτίνα της νέας τροχιάς του σωματίου.

4.3. Πόσο θα μεταβάλλονταν η περίοδος της κίνησής του αν:

- i] διπλασιάζαμε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία εισέρχονταν το σωματίο στο μαγνητικό πεδίο
- ii] διπλασιάζαμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο οποίο εισέρχονταν

4.4. Ποια θα ήταν η ένταση ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που θα έπρεπε να εφαρμόσουμε κατάλληλα για να κινηθεί το σωματίο ευθύγραμμα και ομαλά.

Μονάδες (7+7+6+5)=25

Να θεωρήσετε $\pi^2 = 10$.

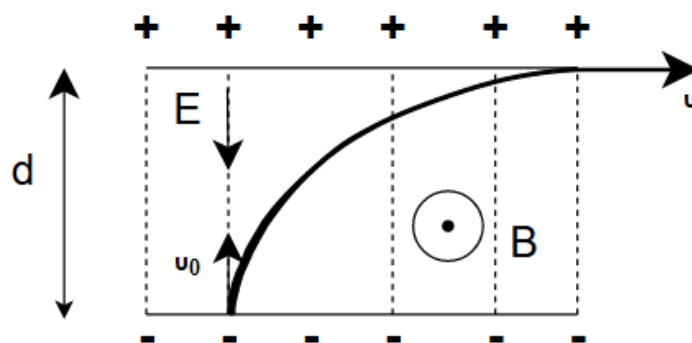
3.

Θ Ε Μ Α Δ

4.9

3 1 7 2 3

Τα ομογενή πεδία $\vec{E}$ και $\vec{B}$ απεικονίζονται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και συνυπάρχουν στην ίδια περιοχή. Είναι κάθετα μεταξύ τους. Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-11}\text{ Kg}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = 10^{-6}\text{ C}$ μπαίνει από την αρνητική πλάκα με ταχύτητα $v_0 = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ η οποία είναι κάθετη στην ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ και ταυτόχρονα παράλληλη με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μέτρου $E = 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$. Η κίνηση του σωματιδίου πραγματοποιείται στον χώρο των πεδίων και τελικά βγαίνει από το χώρο αυτό σε θέση όπου εφάπτεται οριζόντια η ταχύτητά του $\vec{v}$ στη θετική πλάκα. Δίνεται ότι η απόσταση μεταξύ των πλακών είναι: $d = 6\text{ cm}$.



- 4.1.** Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που οφείλονται στο ηλεκτρικό αλλά και στο μαγνητικό πεδίο σε μια ενδιάμεση θέση της τροχιάς που ακολουθεί το φορτίο.
- 4.2.** Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του φορτισμένου σωματιδίου τη στιγμή που εξέρχεται από το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο.
- 4.3.** Να υπολογίσετε τότε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του από τη θέση που εισέρχεται έως και τη θέση εξόδου του φορτισμένου σωματιδίου.
- 4.4.** Γιατί η τροχιά του σωματιδίου δεν είναι παραβολική ; Να θεωρηθεί ότι είναι γνωστό, ότι για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει η συνολική δύναμη $\Sigma \vec{F}$ να είναι σταθερή κατά μέτρο και διεύθυνση και κάθετη στην αρχική ταχύτητα του σώματος.

Μονάδες (4+6+7+8)=25

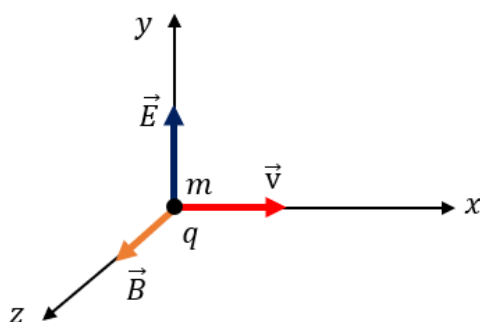
4.

Θ Ε Μ Α Δ

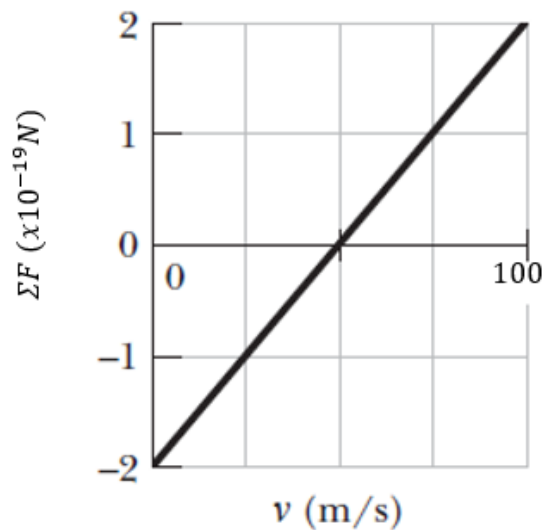
4.9

3 1 8 3 6

Ένα ιόν με φορτίο $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ και μάζα $m = 6 \cdot 10^{-24} \text{kg}$ εκτοξεύεται με ταχύτητα $\vec{v}$ στην θετική κατεύθυνση του άξονα $x'x$. Στον χώρο υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}$ έχει την κατεύθυνση του θετικού άξονα $y'y$. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ είναι κάθετη στην ταχύτητα και την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (επόμενο σχήμα).



Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει τη συνολική δύναμη ΣF που ασκείται στο ιόν ως συνάρτηση του μέτρου της ταχύτητας εκτόξευσης v . Να θεωρήσετε ότι στο ιόν ασκούνται μόνο δύο δυνάμεις, η ηλεκτρική και η μαγνητική. Να υπολογίσετε



- 4.1. το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου,
 4.2. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου,
 4.3. την απόσταση που διανύει το ιόν σε χρονικό διάστημα ίσο με $\Delta t = 10^{-3} \text{ s}$ αν εκτοξευτεί με ταχύτητα $v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
 4.4. Κάποια χρονική στιγμή καταργείται το ηλεκτρικό πεδίο. Το ιόν εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου v_2 και αποκτά στροφορμή με μέτρο $L = 9 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$. Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το ιόν και το μέτρο της ταχύτητας εκτόξευσης.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

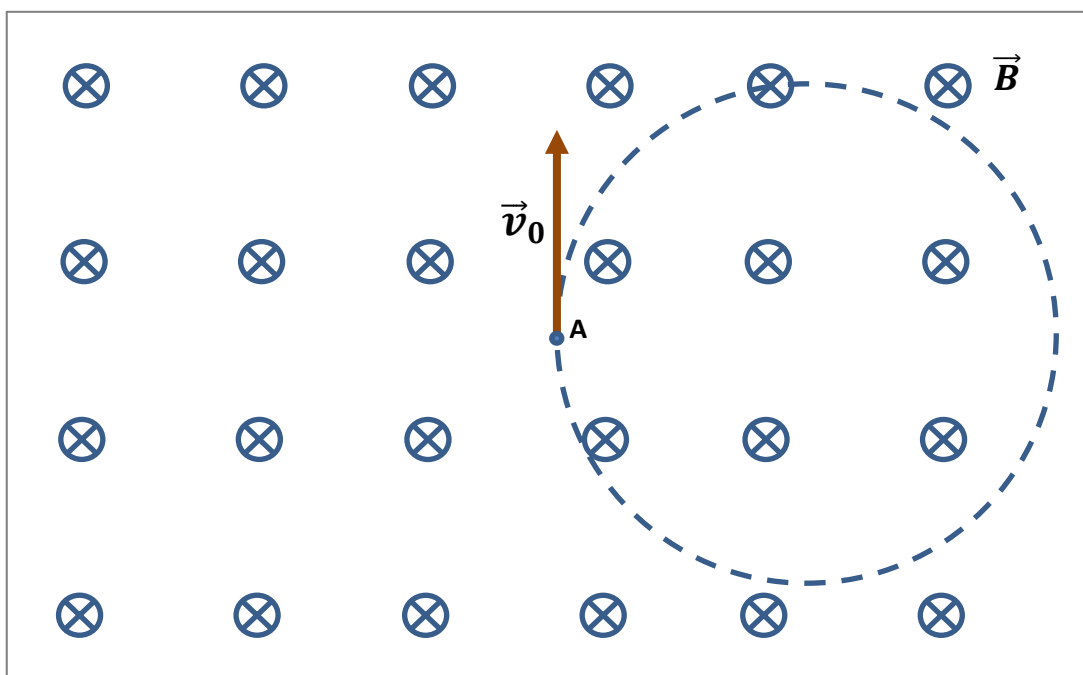
5.

Θ Ε Μ Α Δ

4.9

3 4 2 8 5

Φορτισμένο σωματίδιο μάζας 10^{-10} kg εκτοξεύεται από το σημείο Α μαγνητικού πεδίου με αρχική ταχύτητα $5 \times 10^4 \text{ m/s}$ κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση όπως στο σχήμα.



- 4.1.** Να εξετάσετε αν το σωματίδιο έχει θετικό ή αρνητικό φορτίο.
- 4.2.** Αν $B = 1 \text{ T}$, και η ακτίνα της τροχιάς είναι $0,2 \text{ m}$, να υπολογίσετε το φορτίο του σωματιδίου.
- 4.3.** Αφού αντιγράψετε το σχήμα στο γραπτό σας, να σχεδιάσετε σε αυτό την τροχιά που θα ακολουθούσε ίδιο σωματίδιο, το οποίο θα εκτοξευόταν από το σημείο Α με την μισή αρχική ταχύτητα και σε αντίθετη κατεύθυνση (προς τα κάτω).
- 4.4.** Για το αρχικό σωματίδιο, να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται, από τη στιγμή της εκτόξευσής του, για να διαγράψει ένα τεταρτοκύκλιο, και τη μέση δύναμη που του ασκείται στο ίδιο χρονικό διάστημα από το μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες $(5+5+6+9)=25$

4.10 Δύναμη Laplace (Λαπλάς) (5)

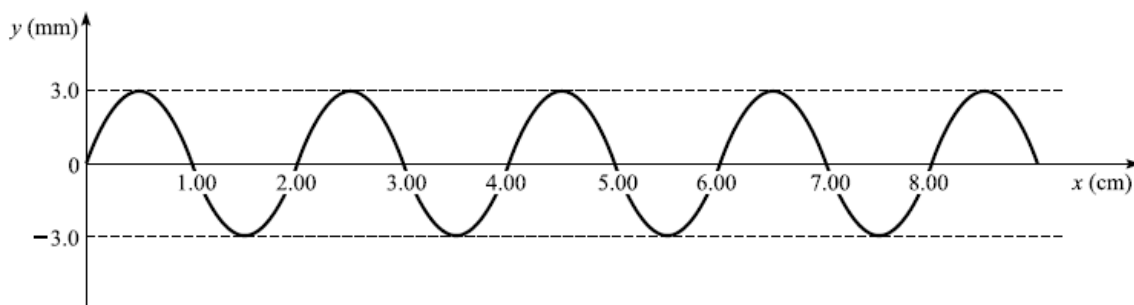
1.

Θ Ε Μ Α Β

4.10

2 3 1 3 5

- 2.1.** Μία πηγή αρμονικών κυμάτων βρίσκεται στην θέση $x_0 = 0$ και την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τίθεται σε ταλάντωση κάθετη στον οριζόντιο άξονα, κινούμενη αρχικά προς την θετική κατεύθυνση του άξονα y . Την χρονική στιγμή $t_1 = 4,5\text{s}$ το στιγμιότυπο του εγκάρσιου αρμονικού κύματος που προκαλεί η πηγή φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Η εξίσωση του αρμονικού κύματος που δημιουργεί η πηγή είναι

(α) $y = 0,003\eta\mu 2\pi(t - 50x)$ (S.I.)

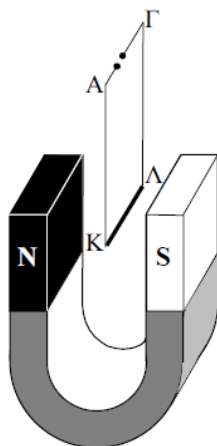
(β) $y = 0,003\eta\mu 2\pi(2t - 50x)$ (S.I.)

(γ) $y = 0,003\eta\mu 2\pi(t - 100x)$ (S.I.)

- 2.1. Α.** Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

- 2.1. Β.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.2.** Στο εργαστήριο φυσικών επιστημών έχουμε δημιουργήσει την παρακάτω διάταξη με στόχο να υπολογίσουμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται μεταξύ των πόλων ενός πεταλοειδή μαγνήτη. Το πεδίο αυτό θεωρείται ομογενές. Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός ΚΛ με μήκος $L = 5\text{cm}$, μάζα $m = 1\text{g}$ και αντίσταση $R = 3\Omega$ κρέμεται από δύο αγωγιμα σύρματα ΑΚ και ΛΓ αμελητέας μάζας. Οι δυνάμεις που ασκούν τα σύρματα ΑΚ και ΛΓ στον μεταλλικό αγωγό θεωρούνται αμελητέες. Τα σημεία Α και Γ συνδέονται με γεννήτρια του εργαστηρίου, στην οθόνη της οποίας μπορούμε να δούμε την τάση εξόδου.



Ο αγωγός ΚΛ τοποθετείται εξ ολοκλήρου στο εσωτερικό του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον πεταλοειδή μαγνήτη. Ρυθμίζουμε την τάση (τιμή και πολικότητα) ώστε ο αγωγός να ισορροπήσει σε οριζόντια θέση, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και παρατηρούμε ότι η ένδειξη στην οθόνη της γεννήτριας είναι $V = 20V$. Αν η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει μέτρο $g = 10 \frac{m}{s^2}$ και το μαγνητικό πεδίο της Γης θεωρείται αμελητέο, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

(α) $B = 0,02T$, (β) $B = 0,03T$, (γ) $B = 0,04T$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

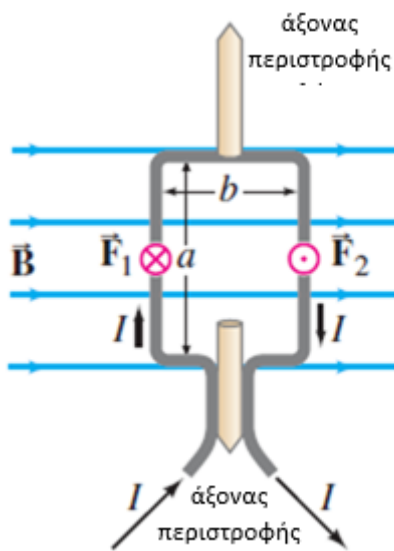
2.

Θ Ε Μ Α Β

4.10

3 0 0 7 3

2.1. Όταν ένα ηλεκτρικό ρεύμα ρέει σε έναν κλειστό συρμάτινο βρόχο που τοποθετείται σε ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο, η μαγνητική δύναμη στα φορτία μπορεί να παράγει μια ροπή. Αυτή είναι η αρχή πίσω από μια σειρά από σημαντικές συσκευές μετρήσεων, συμπεριλαμβανομένων των αναλογικών βολτόμετρων και αμπερομέτρων. Το ορθογώνιο πλαίσιο του παρακάτω σχήματος αποτελείται από N σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Κάθε σπείρα έχει διαστάσεις a , b . Το πλαίσιο βρίσκεται στο εσωτερικό ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα. Το μέτρο της ροπής που δέχεται το ορθογώνιο πλαίσιο όταν το επίπεδό του είναι παράλληλο με τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές είναι



(α) $\tau = NBIab$

(β) $\tau = NBIa^2$

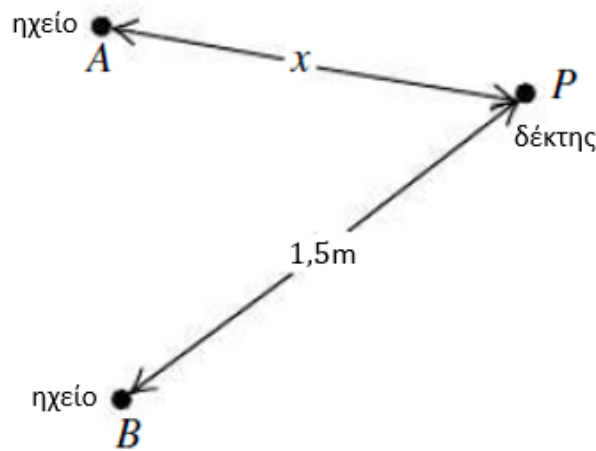
(γ) $\tau = NBIb^2$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο μικρά στερεοφωνικά ηχεία Α και Β που απέχουν μεταξύ τους κατά $(AB) < 1,5m$ εκπέμπουν ηχητικά κύματα με μήκος κύματος $\lambda = 0,4m$ προς όλες τις κατευθύνσεις. Τα ηχητικά κύματα που εκπέμπουν τα ηχεία βρίσκονται σε φάση. Ένας μικρός δέκτης βρίσκεται στο σημείο Ρ και απέχει

απόσταση x από το ηχείο A και απόσταση 1,5m από το ηχείο B, όπως φαίνεται στο σχήμα. Αρχίζει να κινείται με ειδικό μηχανισμό με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να βρίσκεται πάντα σε απόσταση $BP = 1,5\text{m}$ από το ηχείο B.



Για ποια από τις επόμενες τιμές της απόστασης $x < 1,5\text{m}$ ο δέκτης δεν ανιχνεύει ήχο;

- (α) $x = 1,1\text{m}$ (β) $x = 0,9\text{m}$ (γ) $x = 0,3\text{m}$

2.2. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)] = 25$

3.

Θ Ε Μ Α Β

4.10

3 0 3 0 7

2.1. Κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα $I_1 = 0,1\text{A}$ και δημιουργεί μαγνητικό πεδίο έντασης B_1 στο κέντρο του K. Θετικό φορτίο q περιστρέφεται γύρω από το ίδιο κέντρο K, στο ίδιο επίπεδο με τον κυκλικό αγωγό, σε κυκλική τροχιά διπλάσιας ακτίνας από εκείνη του κυκλικού αγωγού. Μετράμε την συνολική ένταση των μαγνητικών πεδίων στο K και την βρίσκουμε μηδενική.

(α) Η φορά κίνησης του φορτίου είναι ίδια με την φορά κίνησης του ρεύματος I_1 και το φορτίο έχει τιμή $q = 4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.

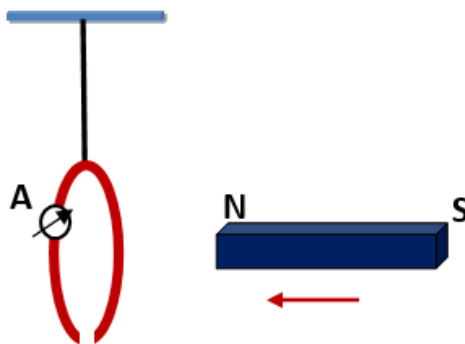
(β) Η φορά κίνησης του φορτίου είναι αντίθετη με την φορά κίνησης του ρεύματος I_1 και το φορτίο έχει τιμή $q = 2 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.

(γ) Η φορά κίνησης του φορτίου είναι αντίθετη με την φορά κίνησης του ρεύματος I_1 και το φορτίο έχει τιμή $q = 4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ο λεπτός χάλκινος δακτύλιος κρέμεται από μονωτικό νήμα και ισορροπεί ακίνητος με το επίπεδό του κατακόρυφο. Πλησιάζουμε απότομα ένα μαγνήτη προς το δακτύλιο έχοντας τον άξονά του οριζόντιο, διερχόμενο από το κέντρο K και κάθετο στο επίπεδο του δακτυλίου, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Κατά την προσέγγιση του μαγνήτη ο δακτύλιος:

(α) θα κινηθεί έτσι ώστε να απομακρυνθεί από τον μαγνήτη και το αμπερόμετρο θα δείξει ρεύμα I

(β) θα παραμείνει ακίνητος και το αμπερόμετρο δεν θα δείξει κανένα ρεύμα

(γ) θα κινηθεί έτσι ώστε να πλησιάσει τον μαγνήτη και το αμπερόμετρο θα δείξει ρεύμα I

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

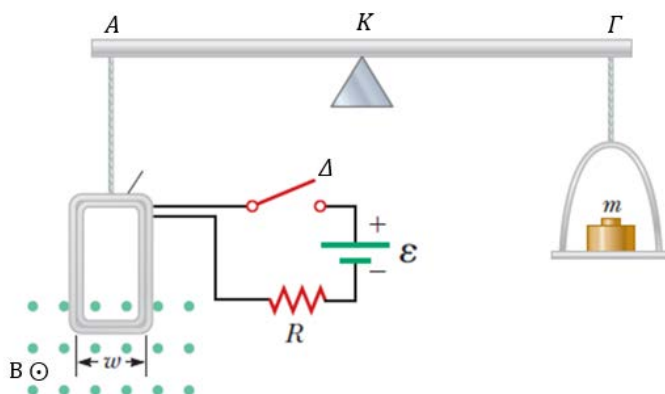
4.

Θ Ε Μ Α Β

4.10

3 1 7 5 4

2.1. Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη σχηματική αναπαράσταση μιας συσκευής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση μαγνητικών πεδίων. Ένα ορθογώνιο συμμάτινο πλαίσιο αμελητέας αντίστασης αποτελείται από $N = 50$ σπείρες και έχει πλάτος $w = 5\text{cm}$. Το πλαίσιο είναι αναρτημένο στον ένα βραχίονα ενός ζυγού στο σημείο Α και αιωρείται μεταξύ των πόλων ενός μαγνήτη. Ο βραχίονας έχει αμελητέα μάζα. Στο σημείο Γ είναι αναρτημένος ο δίσκος του ζυγού. Το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές και κάθετο στο κατακόρυφο επίπεδο του πλαισίου. Η ηλεκτρική πηγή είναι ιδανική με ΗΕΔ $\mathcal{E} = 3\text{V}$ και ο αντιστάτης έχει ωμική αντίσταση $R = 10\Omega$. Όταν το ρεύμα στο πλαίσιο είναι μηδέν, το σύστημα ισορροπεί και το στήριγμα στο σημείο Κ βρίσκεται στο μέσο της απόστασης ΑΓ. Όταν ο διακόπτης Δ είναι κλειστός και το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα, πρέπει να προστεθεί μια μάζα $m = 20\text{g}$ στον δίσκο στη δεξιά πλευρά για να ισορροπήσει και πάλι το σύστημα χωρίς να μετακινηθεί ο βραχίονας. Αν δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει μέτρο $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου B είναι



(α) $B = \frac{4}{15} T$

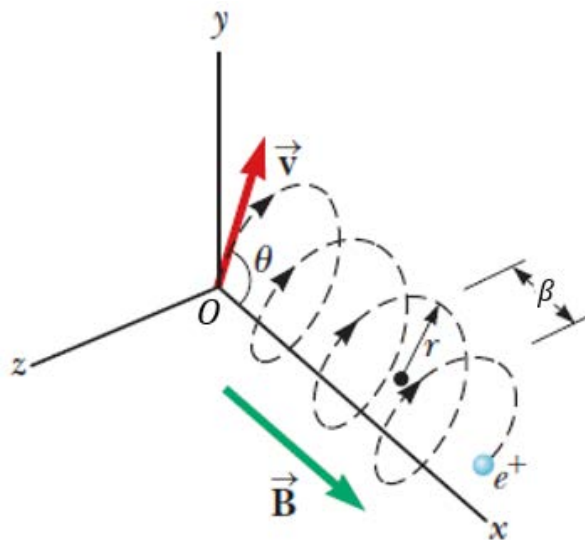
(β) $B = \frac{2}{5} T$

(γ) $B = \frac{1}{4} T$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B έχει κατεύθυνση κατά μήκος του θετικού ημιάξονα Ox . Ένα ποζιτρόνιο e^+ (σωματίδιο που έχει ίδια μάζα με το ηλεκτρόνιο και αντίθετο φορτίο) κινείται με ταχύτητα $\vec{v}$ και εισέρχεται στο πεδίο κατά μήκος μιας κατεύθυνσης που σχηματίζει γωνία θ με τον ημιάξονα Ox . Για την γωνία θ ισχύει ότι $\epsilon\phi\theta = 2$. Η κίνηση του σωματιδίου είναι ελικοειδής όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αν η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς είναι $r = 2\text{cm}$, τότε το βήμα β της έλικας είναι



(α) $\pi \text{ cm}$

(β) $2\pi \text{ cm}$

(γ) $\frac{\pi}{2} \text{ cm}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

5.

Θ Ε Μ Α Β

4.10

3 2 8 6 5

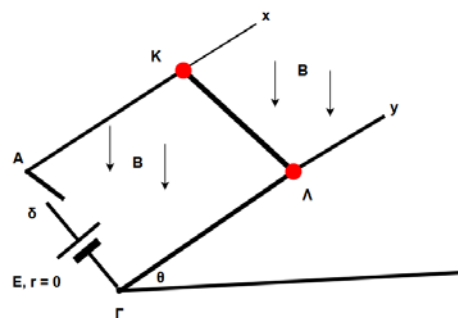
2.1. Ένας απλός αρμονικός ταλαντωτής εκτελεί οριζόντια αμείωτες ταλαντώσεις. Την χρονική στιγμή t , που διέρχεται από την θέση με απομάκρυνση $x = \frac{A}{2}$, με κατάλληλο τρόπο διπλασιάζουμε την κινητική ενέργεια του ταλαντωτή χωρίς να αλλάξει η θέση ισορροπίας της ταλάντωσής του. Η νέα τιμή του πλάτους της ταλάντωσης A' είναι:

(α) $A' = \frac{\sqrt{5}}{4} A$, (β) $A' = \frac{\sqrt{7}}{2} A$, (γ) $A' = \frac{1}{4} A$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Θεωρούμε δύο όμοιες μεταλλικές ράβδους Ax και Γy τις οποίες στερεώνουμε έτσι ώστε να είναι μεταξύ τους παράλληλες, να απέχουν η μία από την άλλη κατά $AG = l$ και να ορίζουν κεκλιμένο επίπεδο $x\Lambda\gamma$ με γωνία κλίσης $\theta = \frac{\pi}{4}$.



Στο κάτω μέρος (A και Γ) των ράβδων συνδέεται ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E και εσωτερική αντίσταση $r = 0$, ενώ στον κλάδο περιλαμβάνεται και διακόπτης δ ο οποίος αρχικά είναι ανοικτός. Σε δύο ψηλότερα σημεία K και Λ πάνω στις ράβδους Ax και Γy αντίστοιχα, τέτοια ώστε $AK = \Gamma\Lambda$, υπάρχουν δύο μικρά μεταλλικά εμπόδια τα οποία εμποδίζουν την ολίσθηση μιας μεταλλικής πρισματικής ράβδου P που είναι τοποθετημένη εκεί.

Η ράβδος έχει αντίσταση R και μήκος l και μπορεί να κινηθεί κατά μήκος των Ax και Γy χωρίς τριβές. Στο χώρο υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B με φορά προς τα κάτω.

Να θεωρήσετε ως δεδομένο ότι οι ράβδοι Ax και Γy έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας στο χώρο αυτό. Επίσης $\eta\mu\theta = \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Μόλις κλείσουμε τον διακόπτη (δ) παρατηρούμε ότι η ράβδος ισορροπεί παρότι αφαιρούμε τα εμπόδια. Για να συμβαίνει αυτό η μάζα m της ράβδου θα είναι:

$$(\alpha) m = \frac{BEL}{gR} \quad , \quad (\beta) m = \frac{BEL}{2gR} \quad , \quad (\gamma) m = \frac{3BEL}{gR}$$

2.2. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

4.10 Δύναμη Laplace (Λαπλάς) (2)

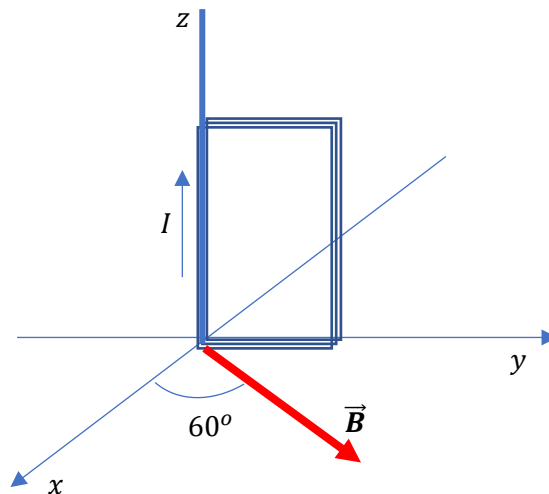
1.

Θ Ε Μ Α Δ

4.10

2 6 9 3 1

Στο σχήμα φαίνεται ένα ορθογώνιο πλαίσιο το οποίο έχει 10 σπείρες, διαστάσεις $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 0,2\text{ A}$, ενώ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,5\text{ T}$. Το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου σχηματίζει γωνία 60° με τον άξονα x όπως στο σχήμα. Το πλαίσιο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα που συμπίπτει με τον άξονα z (αριστερή κατακόρυφη πλευρά του πλαισίου). Στην άσκηση αυτή θα υπολογίσετε τη ροπή που ασκείται στο πλαίσιο γύρω από τον άξονα περιστροφής και οφείλεται αποκλειστικά στο ομογενές μαγνητικό πεδίο.



4.1. Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace που ασκείται σε μία από τις οριζόντιες πλευρές του πλαισίου.

4.2. Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace που ασκείται σε μία από τις κατακόρυφες πλευρές του πλαισίου.

4.3. Να προσδιορίσετε τη συνισταμένη ροπή στο πλαίσιο.

4.4. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του πλαισίου και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες $(6+8+6+5)=25$

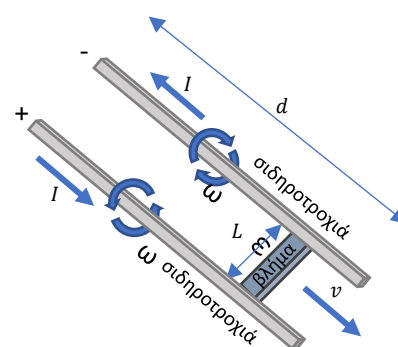
2.

Θ Ε Μ Α Δ

4.10

2 6 9 3 3

Τα ηλεκτρομαγνητικά όπλα σταθερής τροχιάς (railgun) μπορούν να εκτοξεύσουν βλήματα με υπερβολικά μεγάλη ταχύτητα, επιταχύνοντάς τα με τη βοήθεια μαγνητικής δύναμης Laplace. Σε ένα τυπικό τέτοιο όπλο το μήκος των σιδηροτροχιών κατά μήκος των οποίων το βλήμα επιταχύνεται είναι $d = 6,0\text{ m}$. Το κύκλωμα κλείνει μέσω του ίδιου του βλήματος. Όταν το βλήμα φτάσει στην άκρη των σιδηροτροχιών, εκτοξεύεται με την ταχύτητα που έχει εκείνη τη στιγμή. Ας υποθέσουμε πως η ταχύτητα με την οποία θα εκτοξευτεί το βλήμα είναι 3000 m/s και πως το βλήμα έχει μάζα 100 kg , ενώ το μήκος του είναι $L = 0,50\text{ m}$. Υποθέτουμε πως οι σιδηροτροχιές έχουν αμελητέο πάχος.



4.1. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση που έχει κατά μέσο όρο το βλήμα και τη συνισταμένη δύναμη η οποία του ασκείται για όσο βρίσκεται ανάμεσα στις σιδηροτροχιές.

- 4.2.** Αγνοώντας φαινόμενα που σχετίζονται με την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και υποθέτοντας πως η μόνη δύναμη που επιταχύνει το βλήμα είναι η μαγνητική δύναμη Laplace, να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου ανάμεσα στις δύο σιδηροτροχιές είναι περίπου σταθερή και ίση με την ένταση στο μέσο της απόστασης ανάμεσα στις δύο σιδηροτροχιές.
- 4.3.** Αν οι σιδηροτροχιές έχουν αμελητέα αντίσταση, ενώ η αντίσταση του υπόλοιπου κυκλώματος είναι $10\ \Omega$, να υπολογίσετε, αγνοώντας φαινόμενα που σχετίζονται με την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, την απαιτούμενη ΗΕΔ του κυκλώματος και τη συνολική ισχύ που καταναλώνεται λόγω του φαινομένου Joule στους αγωγούς.
- 4.4.** Να συγκρίνετε την συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε λόγω του φαινομένου Joule στους αγωγούς, με την κινητική ενέργεια που απέκτησε το βλήμα και να σχολιάσετε το αποτέλεσμα της σύγκρισης.

Μονάδες (6+7+7+5)=25

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο.

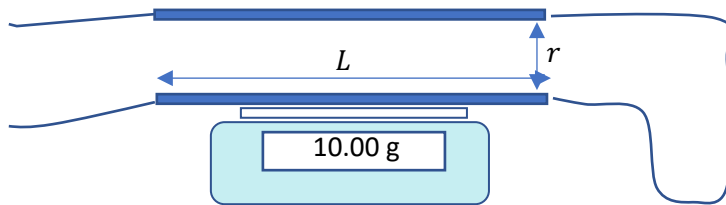
4.11 Μαγνητική δύναμη ανάμεσα σε δύο παράλληλους ρευματοφόρους αγωγούς (1)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

4.11

25003



Μεταλλική ράβδος μήκους $L = 0,5 \text{ m}$ τοποθετείται πάνω σε ψηφιακό ζυγό σχολικού εργαστηρίου, ώστε η ένδειξη του ζυγού να είναι ίση με τη μάζα της ράβδου

$m = 10,00 \text{ g}$. Η ράβδος είναι συνδεδεμένη με πολύ ελαφριά καλώδια με άλλη ράβδο, στερεωμένη όπως φαίνεται στο σχήμα ώστε η απόσταση των δύο ράβδων είναι $r = 1 \text{ cm}$. Στη συγκεκριμένη άσκηση θεωρούμε $g = 10 \text{ m/s}^2$

Κάποια στιγμή ρεύμα αρχίζει να διαρρέει το σύστημα.

- 4.1. Εξηγήστε αν η ένδειξη του ζυγού θα αυξηθεί ή θα μειωθεί.
- 4.2. Γράψτε την εξίσωση που συνδέει την ένδειξη του ζυγού με τη μάζα και τη δύναμη Laplace ανάμεσα στους αγωγούς.
- 4.3. Η ένταση του ρεύματος δεν είναι σταθερή, αλλά δίνεται από την εξίσωση $I = 0,1 + 0,1t$ όπου το t είναι σε s και το I σε ampere. Γράψτε την εξίσωση που δίνει την ένδειξη του ζυγού σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- 4.4. Υπολογίστε σε πόσο χρόνο θα περιμέναμε η ένδειξη του ζυγού να αυξηθεί κατά 10 % σε σχέση με την αρχική της τιμή. Σχολιάστε αν αυτό είναι ένα ρεαλιστικό ενδεχόμενο.

Μονάδες $(6+6+7+6)=25$

5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ

5.2 Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή (5)

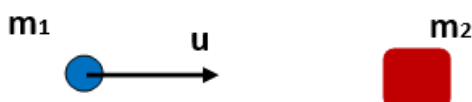
1.

Θ Ε Μ Α Β

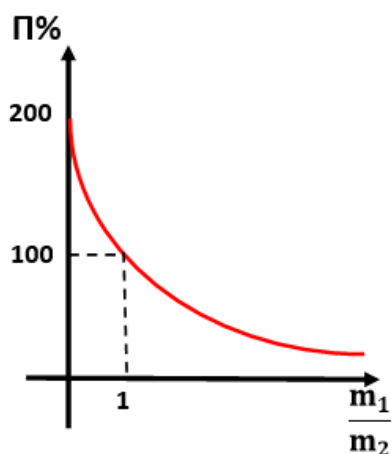
5.2

2 3 1 1 0

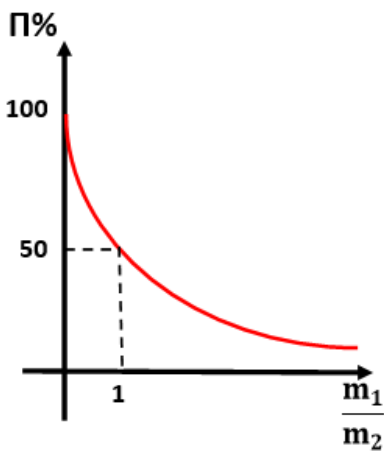
2.1. Ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 κινούμενο με ταχύτητα u_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα Σ_2 , μάζας m_2 :



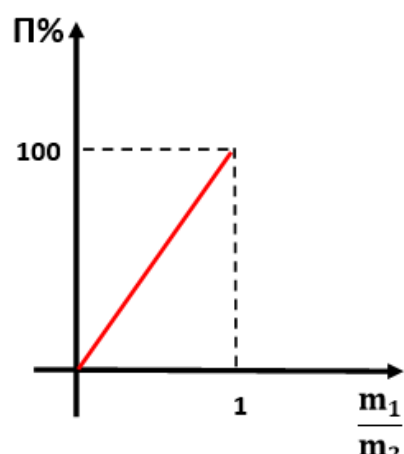
Η γραφική παράσταση του ποσοστού % της ορμής του σώματος Σ_1 που μεταφέρεται στο Σ_2 κατά την κρούση, σε συνάρτηση με το λόγο των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ απεικονίζεται στο διάγραμμα:



(α) 1



(β) 2

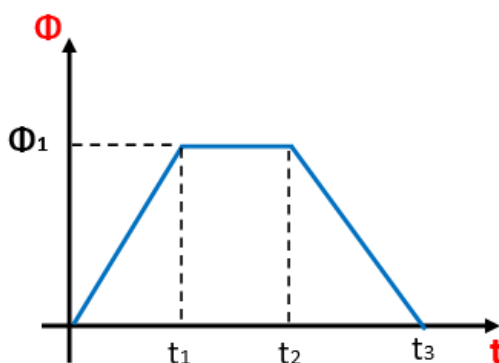


(γ) 3

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από ένα κυκλικό πλαίσιο αντίστασης R , μεταβάλλεται με το χρόνο όπως φαίνεται στο διάγραμμα:



Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο έχει:

- (α) σταθερή ένταση και ίδια φορά σε όλη τη χρονική διάρκεια $0 \rightarrow t_3$.
 (β) σταθερή ένταση και ίδια φορά στις χρονικές διάρκειες $0 \rightarrow t_1$ και $t_2 \rightarrow t_3$
 (γ) σταθερή ένταση και αντίθετη φορά στις χρονικές διάρκειες $0 \rightarrow t_1$ και $t_2 \rightarrow t_3$.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

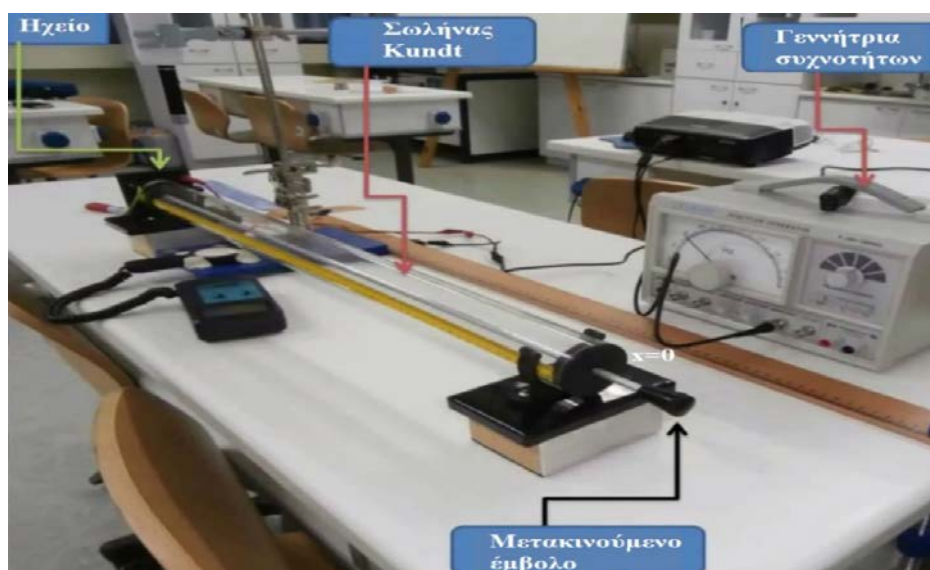
2.

Θ Ε Μ Α Β

5.2

2 5 7 1 9

2.1.



Στον ηχητικό σωλήνα του Kundt της παραπάνω εικόνας δημιουργούμε στάσιμα κύματα με τη βοήθεια γεννήτριας συχνοτήτων που παράγει ήχο συχνότητας 1KHz . Μετακινώντας αργά τη θέση του εμβόλου ακούμε σταδιακή αύξηση της έντασης του ήχου. Σε μια συγκεκριμένη θέση του εμβόλου $x_1 = 5,2\text{cm}$, εντοπίζουμε το πρώτο μέγιστο της έντασης του ήχου και αντίστοιχα το δεύτερο μέγιστο της έντασης του ήχου στην θέση $x_2 = 22,3\text{cm}$. Η τιμή της ταχύτητας του ήχου $v_{\eta\chi}$ στον αέρα υπολογίζεται

(α) $v_{\eta\chi} = 171\text{ m/s}$, (β) $v_{\eta\chi} = 325\text{ m/s}$, (γ) $v_{\eta\chi} = 342\text{ m/s}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα κλειστό τετράγωνο πλαίσιο πλευράς a , είναι κατασκευασμένο από χάλκινο σύρμα σταθερής διατομής και αποτελείται από N σπείρες. Το πλαίσιο έχει ωμική αντίσταση R και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B , με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου να είναι παράλληλες στο επίπεδο του πλαισίου. Αν περιστρέψουμε το πλαίσιο κατά 90° ως προς μια διάμεσό του κάθετη στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου, τότε το ηλεκτρικό φορτίο Δq , που διέρχεται από μια τομή του χάλκινου σύρματος στη χρονική διάρκεια περιστροφής του πλαισίου είναι ίσο με

(α) $\Delta q = \frac{2Ba^2N}{R}$, (β) $\Delta q = \frac{Ba^2N}{R}$, (γ) $\Delta q = 0$

- 2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.
 2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

3.

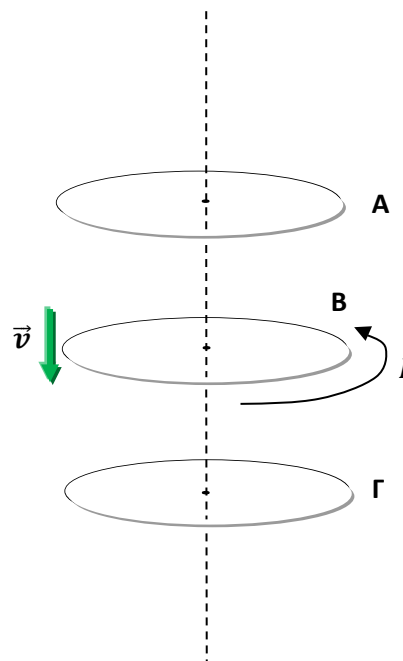
Θ Ε Μ Α Β

5.2

2 6 9 2 5

2.1. Τρία κυκλικά σύρματα βρίσκονται σε παράλληλα επίπεδα και με τα κέντρα τους στον ίδιο κατακόρυφο άξονα. Τα σύρματα Α και Γ διατηρούνται ακίνητα, ενώ το σύρμα Β κινείται προς τα κάτω με ταχύτητα v και είναι συνδεδεμένο σε ηλεκτρική πηγή, ώστε να διαρρέεται από ρεύμα I . Τι ισχύει για τα άλλα σύρματα;

- (α) Στο σύρμα Α θα εμφανιστεί ρεύμα ίδιας φοράς με το Β και στο σύρμα Γ ρεύμα αντίθετης φοράς από το Β.
 (β) Στο σύρμα Α θα εμφανιστεί ρεύμα αντίθετης φοράς από το Β και στο σύρμα Γ ρεύμα αντίθετης φοράς από το Β.
 (γ) Στο σύρμα Α θα εμφανιστεί ρεύμα αντίθετης φοράς από το Β και στο σύρμα Γ ρεύμα ίδιας φοράς με το Β.

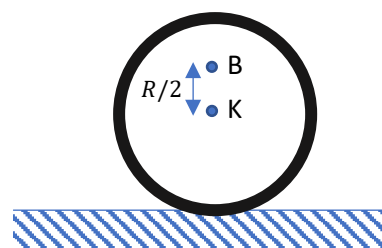


2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ο τροχός του σχήματος έχει ακτίνα R , κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο και η ταχύτητα του κέντρου μάζας του Κ είναι v_{cm} . Το μέτρο της ταχύτητας του σημείου Β που βρίσκεται στην κατακόρυφη διάμετρο και απέχει απόσταση $R/2$ από το Κ είναι

- (α) $\frac{3}{2}v_{cm}$ (β) $\frac{2}{3}v_{cm}$ (γ) $\frac{5}{2}v_{cm}$



2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

4.

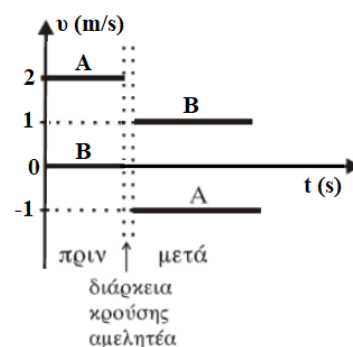
Θ Ε Μ Α Β

5.2

3 0 6 9 3

2.1. Δύο σώματα Α και Β με μάζες m_A και m_B , αντίστοιχα, συγκρούονται μετωπικά. Οι ταχύτητές τους πριν και μετά την κρούση, σε συνάρτηση με το χρόνο φαίνονται στο διπλανό διάγραμμα.

- (α) Συμπεραίνουμε ότι η κρούση είναι ελαστική.
 (β) Συμπεραίνουμε ότι η κρούση είναι ανελαστική.



(γ) Δεν γνωρίζουμε το είδος της κρούσης επειδή δεν επαρκούν τα δεδομένα.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Συρμάτινο πλαίσιο έχει ωμική αντίσταση $R = 10\Omega$ και κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Η ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται στο πλαίσιο δίνεται από τη σχέση :

$$E_{\text{επ}} = 10t + 5 \quad (\text{S.I.})$$

Το ηλεκτρικό φορτίο q που διέρχεται από μια τομή του σύρματος του πλαισίου για το χρονικό διάστημα από $t = 0$ μέχρι $t = 2\text{s}$ είναι:

(α) $2,5\text{ C}$,

(β) 3 C ,

(γ) 6 C

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

5.

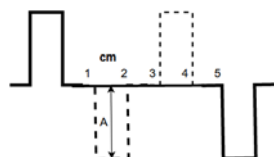
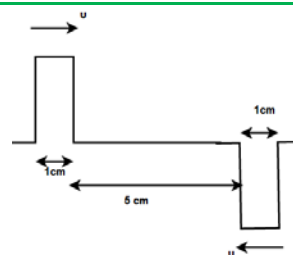
Θ Ε Μ Α Β

5.2

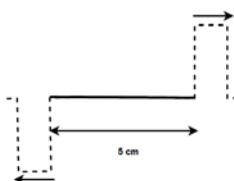
3 2 8 6 3

2.1. Σε γραμμικό ελαστικό μέσο διαδίδονται δύο τετραγωνικοί παλμοί σε αντίθετες κατευθύνσεις. Οι παλμοί διαδίδονται με ταχύτητα $v = 2\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ και έχουν το ίδιο ύψος και πλάτος όπως φαίνεται στο σχήμα.

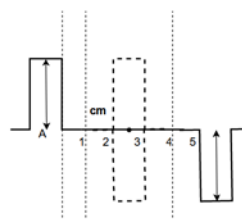
Εάν οι μπροστινές άκρες των παλμών είναι σε απόσταση 5 cm τη χρονική στιγμή $t = 0$, η μορφή της χορδής μετά από $1,5\text{ s}$ θα είναι



(α)



(β)



(γ)

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

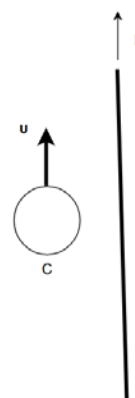
2.2. Αγωγός C κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου v παράλληλα σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό μεγάλου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα I . Το επαγωγικό ρεύμα στον C:

(α) έχει τη φορά των δεικτών του ρολογιού,

(β) έχει φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού,

(γ) είναι μηδέν,

(δ) είναι εναλλασσόμενο.



2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

5.2 Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή (1)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.2

35703

Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός (1) μεγάλου μήκους διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης $I_1 = 2 \text{ A}$.

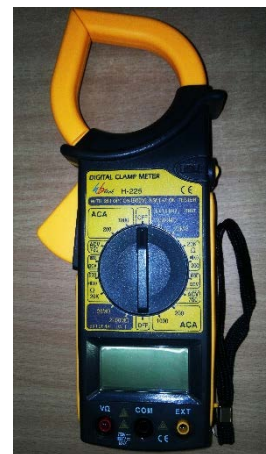
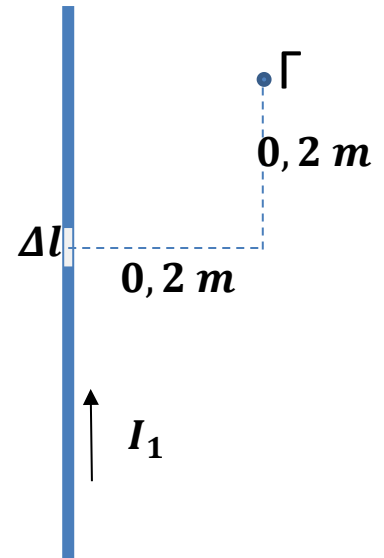
4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο και προσδιορίστε την κατεύθυνση της έντασης $\vec{\Delta B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο σημείο Γ του σχήματος εξαιτίας του στοιχειώδους τμήματος $\Delta l = 0,02 \text{ m}$.

Παράλληλα προς τον αγωγό (1) και σε απόσταση $0,4 \text{ m}$ από αυτόν, τοποθετούμε άλλον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό (2) μεγάλου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από αντίρροπο συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης $I_2 = 4 \text{ A}$.

4.2. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσο Μ της απόστασης ανάμεσα στους δύο αγωγούς.

4.3. Να βρείτε που πρέπει να τοποθετηθεί τρίτος ρευματοφόρος αγωγός παράλληλα στους (1) και (2) ώστε να μην δέχεται μαγνητική δύναμη Laplace από αυτούς.

4.4. Η αμπεροτσιμπίδα είναι μία συσκευή για μέτρηση ρεύματος σε αγωγό. Η τσιμπίδα της τοποθετείται σε σταθερή θέση ώστε να περικλείει τον αγωγό και μετράει την ένταση του ρεύματος σε αυτόν, χρησιμοποιώντας την επαγόμενη ΗΕΔ. Να εξηγήσετε γιατί η αμπεροτσιμπίδα δεν θα έδειχνε σωστή ένδειξη στην περίπτωση των αγωγών που περιγράφονται στην άσκηση αυτή.



Αμπεροτσιμπίδα.
Πηγή εικόνας:
Wikimedia

Μονάδες (6+7+7+5)=25

5.3 Ευθύγραμμος αγωγός κινούμενος σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (1)

1.

Θ Ε Μ Α Β

5.3

30509

2.1. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη για τη μελέτη της εκτροπής μιας δέσμης ηλεκτρονίων μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στη διεύθυνση κίνησης της δέσμης. Όταν τα ηλεκτρόνια της δέσμης εκτοξεύονται με ταχύτητα $\vec{v}$ εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας R και περιόδου T μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Αν τα ηλεκτρόνια της δέσμης εκπέμπονταν με ταχύτητα $\vec{v}' = 2\vec{v}$ μέσα σε μαγνητικό πεδίο $\vec{B}' = 2\vec{B}$ θα εκτελούσαν ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας R' και περιόδου T' για τις οποίες ισχύει:



(α) $R' = R$ και $T' = T$ (β) $R' = R$ και $T' = T/2$ (γ) $R' = R/2$ και $T' = T/2$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

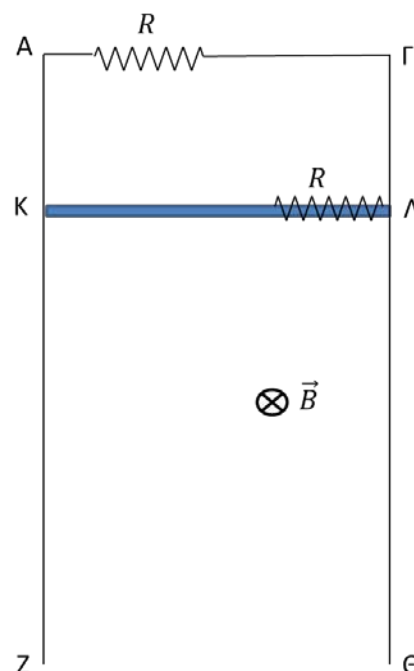
2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Οι αγωγοί ΑΖ και ΓΘ της διάταξης του διπλανού σχήματος είναι κατακόρυφοι, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν απόσταση ℓ . Μεταξύ των Α και Γ συνδέεται ωμική αντίσταση R . Ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος, έχει μήκος ℓ , μάζα m και ωμική αντίσταση R . Όλη η διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς ΑΖ και ΓΘ, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Ο αγωγός ΚΛ συγκρατείται ακίνητος και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνεται να κινηθεί οπότε, κάποια χρονική στιγμή, αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{v}_{op}$, της οποίας το μέτρο είναι ίσο με:

(α) $v_{op} = \frac{2mgR}{B^2 \cdot \ell^2}$ (β) $v_{op} = \frac{mgR}{B^2 \cdot \ell^2}$ (γ) $v_{op} = \frac{mgR}{2B^2 \cdot \ell^2}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

5.3 Ευθύγραμμος αγωγός κινούμενος σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (7)

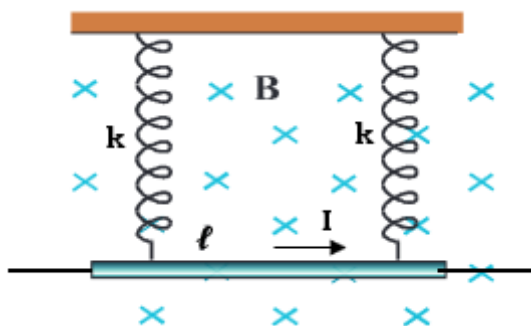
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.3

26529

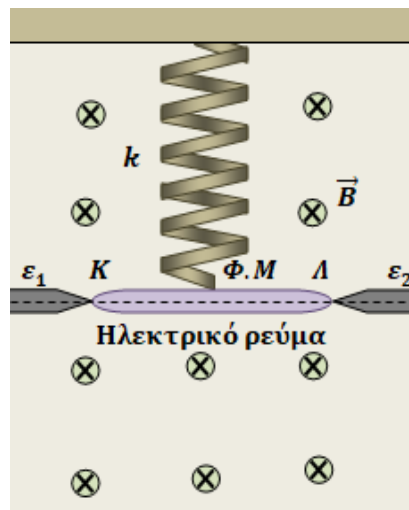
Η ομογενής ευθύγραμμη μεταλλική ράβδος του παρακάτω σχήματος έχει μήκος $\ell = 3\text{ m}$ και κρέμεται κατακόρυφα από δύο όμοια ιδανικά ελατήρια σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Όλο το σύστημα βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,2\text{ T}$ με κατεύθυνση προς τα μέσα. Όταν η ράβδος διαρρέεται από ρεύμα $I = 5\text{ A}$, τα ελατήρια επιμηκύνονται κατά $x_1 = 1\text{ cm}$ από το φυσικό τους μήκος και το σύστημα ισορροπεί. Οι συνδέσεις μεταξύ ράβδου και ελατηρίων δεν είναι αγώγιμες και η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει την τιμή $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



- 4.1. Να υπολογιστεί η μάζα της ράβδου.
- 4.2. Αν κάποια χρονική στιγμή διακόψουμε το ρεύμα I να αποδείξετε ότι η ράβδος θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = 2k$. Να θεωρήσετε ότι η ράβδος εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση και κατά την διάρκεια της κίνησης η μαγνητική δύναμη που δέχεται λόγω της μετακίνησης φορτίου στο εσωτερικό της είναι αμελητέα.
- 4.3. Να υπολογίσετε το πλάτος και την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης.
- 4.4. Ποια είναι η επαγωγική ΗΕΔ (τιμή και πολικότητα) που εμφανίζεται στα άκρα της ράβδου όταν διέρχεται για πρώτη φορά από την θέση ισορροπίας του συστήματος ταλάντωσης;

Μονάδες $(6+6+7+6)=25$

Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός $ΚΛ$, μήκους $l = 20 \text{ cm}$ και μάζας $m = 200 \text{ g}$, είναι στερεωμένος στο κάτω άκρο ιδανικού κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το πάνω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οροφή, έτσι ώστε ο αγωγός να είναι πάντα οριζόντιος. Αρχικά τα άκρα του αγωγού $ΚΛ$ είναι σε αγώγιμη επαφή με δύο μεταλλικές επαφές $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ οι οποίες δεν ασκούν καμία δύναμη στήριξης στον αγωγό, απλά η επαφή μαζί τους έχει ως αποτέλεσμα αυτός να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης και φοράς. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ μέτρου $B = 4 \text{ T}$, με αποτέλεσμα ο αγωγός $ΚΛ$, να ισορροπεί



ακίνητος και το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Στο σχήμα βλέπετε μια όψη αυτής της υποθετικής διάταξης, με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου να κατευθύνονται από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Να θεωρήσετε $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας.

4.1. Να προσδιορίσετε την ένταση και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό $ΚΛ$.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, με τη βοήθεια αυτοματισμού που υπάρχει στη διάταξη, απομακρύνονται ακαριαία οι δύο επαφές $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ με αποτέλεσμα ο αγωγός $ΚΛ$ να πάψει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να αρχίσει να ταλαντώνεται. Οι αντιστάσεις αέρα μπορούν να αγνοηθούν.

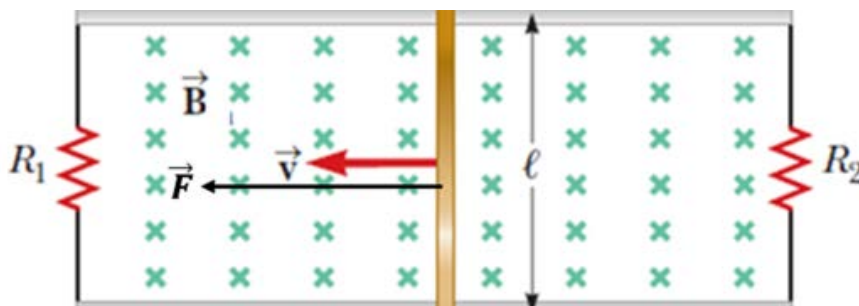
4.2. Να αποδείξετε ότι η ταλάντωση που εκτελεί ο αγωγός $ΚΛ$ είναι απλή αρμονική και να υπολογίσετε την κυκλική συχνότητά της.

4.3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ελατηρίου στη διάρκεια της ταλάντωσης του αγωγού $ΚΛ$.

4.4. Να εκφράσετε τη διαφορά δυναμικού $V_K - V_\Lambda$ που επάγεται στα άκρα του αγωγού $ΚΛ$, ως συνάρτηση του χρόνου από τη στιγμή που άρχισε η ταλάντωσή του.

Μονάδες $(6+7+6+6)=25$

Μια αγώγιμη ράβδος μήκους $\ell = 40 \text{ cm}$ μπορεί να ολισθαίνει ελεύθερα σε δύο παράλληλες αγώγιμες ράβδους. Οι παράλληλες ράβδοι και η ράβδος μήκους ℓ έχουν αμελητέα αντίσταση. Δύο αντιστάτες με αντίσταση $R_1 = 2 \Omega$ και $R_2 = 4 \Omega$ συνδέονται στα άκρα των παράλληλων ράβδων όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σύστημα βρίσκεται στο εσωτερικό ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $B = 2,5 \text{ T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές κατευθύνονται κάθετα προς τη σελίδα. Μία οριζόντια εξωτερική δύναμη F ασκείται κάθετα στην ράβδο και στο μαγνητικό πεδίο προς τα αριστερά με αποτέλεσμα η ράβδος να κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

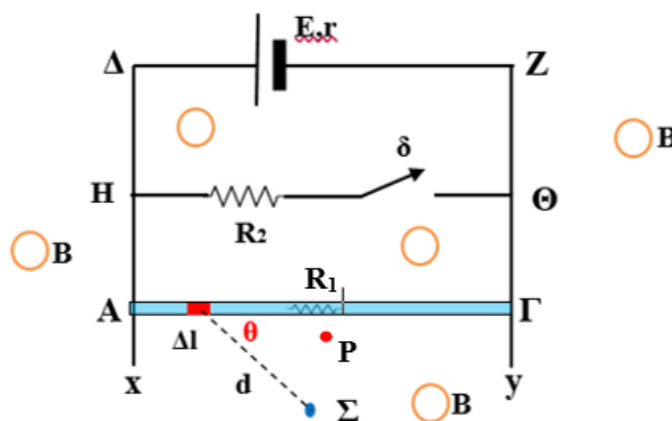


Να απαντήσετε στα επόμενα ερωτήματα, τα οποία αναφέρονται στο χρονικό διάστημα της κίνησης της ράβδου με σταθερή ταχύτητα πριν φτάσει στην αντίσταση R_1 .

- 4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.
- 4.2. Να βρείτε την ενέργεια που καταναλώνει καθεμιά από τις αντιστάσεις R_1 και R_2 όταν η ράβδος μετατοπιστεί κατά $d = 2 \text{ m}$.
- 4.3. Να υπολογίσετε την εξωτερική δύναμη F που δέχεται η ράβδος.
- 4.4. Ποιο ποσοστό του προσφερόμενου ρυθμού ενέργειας από την δύναμη F στην ράβδο, καταναλώνεται στον αντιστάτη R_2 ;

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο με τον αγωγό ΑΓ, μάζας m , να μπορεί να κινηθεί κατακόρυφα, διατηρώντας τον οριζόντιο προσανατολισμό του και παραμένοντας σε επαφή με τους αγωγούς Δχ και Ζγ, που δεν παρουσιάζουν ωμικές αντιστάσεις.



Ο αγωγός ΑΓ έχει μήκος $L = 2\text{m}$ και αντίσταση $R_1 = 20\Omega$, ίση με αυτήν του αντιστάτη στον κλάδο ΗΘ ($R_2 = 20\Omega$). Για την πηγή που τροφοδοτεί το κύκλωμα, είναι $\mathcal{E} = 44\text{V}$ και $r = 2\Omega$. Το κύκλωμα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 1\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο κατακόρυφο επίπεδο του κυκλώματος. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοικτός.

4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα του αγωγού ΑΓ και την φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου B , ώστε ο αγωγός να αιωρείται ακίνητος.

Κλείνουμε τον διακόπτη δ .

4.2. Θα κινηθεί ο αγωγός; Αν ναι, σε ποια κατεύθυνση θα κινηθεί;

Ένα σημείο Σ απέχει απόσταση $d = 5\text{cm}$ από ένα στοιχειώδες τμήμα του αγωγού ΑΓ μήκους $\Delta l = 1\text{mm}$. Η γωνία θ μεταξύ των Δl και d δίνεται $\theta = 30^\circ$:

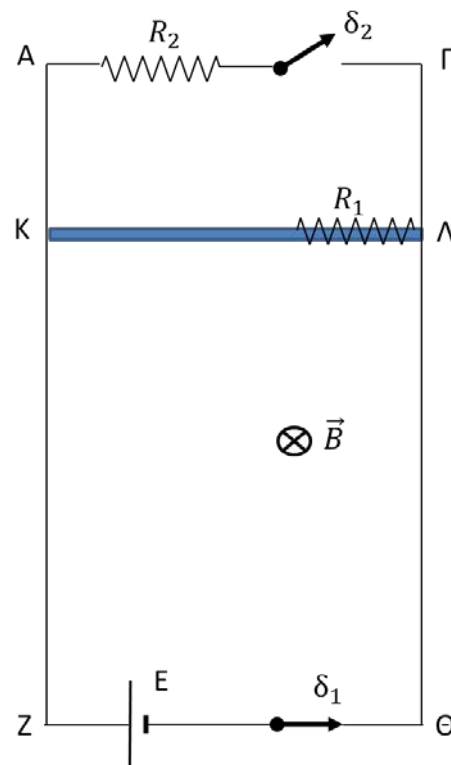
4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το τμήμα Δl στο σημείο Σ , όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός.

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο P το οποίο απέχει από τον αγωγό ΑΓ απόσταση $x = 0,02\text{mm}$ όπως φαίνεται στο σχήμα, αν θεωρήσουμε ότι ο αγωγός ΑΓ έχει πολύ μεγάλο μήκος σε σχέση με την απόσταση x .

Μονάδες $(7+6+7+5)=25$

Δίνονται: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$ και $g = 10\text{m/s}^2$

Οι αγωγοί ΑΖ και ΓΘ της διάταξης του διπλανού σχήματος είναι κατακόρυφοι, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν απόσταση $\ell = 0,5\text{m}$. Μεταξύ των Α και Γ συνδέεται ωμική αντίσταση $R_2 = 1,5\Omega$ και διακόπτης δ_2 . Μεταξύ των Ζ και Θ συνδέεται ιδανική ηλεκτρική πηγή ($\mathcal{E}$, $r = 0$) και διακόπτης δ_1 . Ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος, έχει μήκος ℓ , μάζα $m = 0,1\text{Kg}$, ωμική αντίσταση $R_1 = 0,5\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς ΑΖ και ΓΘ παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Όλη η διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ που έχει μέτρο $B = 2\text{T}$. Όταν ο διακόπτης δ_2 είναι ανοιχτός και ο διακόπτης δ_1 κλειστός, ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη δ_1 , κλείνουμε το διακόπτη δ_2 και εκτοξεύουμε τον αγωγό ΚΛ κατακόρυφα προς τα κάτω με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ο

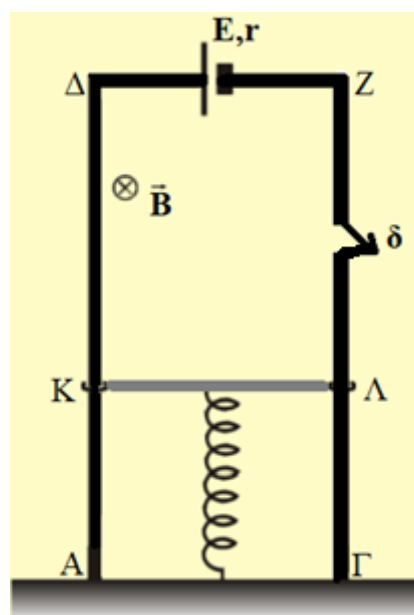


αγωγός ΚΛ παραμένει συνεχώς σε επαφή με τους ΑΖ και ΓΘ και τη χρονική στιγμή t_1 αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{v}_{op}$. Με την ταχύτητα αυτή κινείται για χρονικό διάστημα $\Delta t = 2\text{s}$, οπότε φτάνει στο ΖΘ. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

- 4.1. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ της ηλεκτρικής πηγής.
- 4.2. Να προσδιορίσετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός ΚΛ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 και να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας που αποκτά.
- 4.3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της ορμής του αγωγού ΚΛ και την τάση στα άκρα του τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ταχύτητά του έχει μέτρο $v = 3\frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- 4.4. Για το χρονικό διάστημα $\Delta t = 2\text{s}$ που ο αγωγός κινείται με την οριακή ταχύτητα που απέκτησε να υπολογίσετε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που διαπερνά το πλαίσιο ΚΛΓΑΚ, το ηλεκτρικό φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα και τη θερμότητα που εκλύθηκε στις ωμικές αντιστάσεις του κυκλώματος.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

Η ομογενής ράβδος ΚΛ έχει μάζα m , μήκος $L = 0,5m$ και ωμική αντίσταση $R = 4\Omega$. Η ράβδος ΚΛ είναι δυνατόν να κινείται χωρίς τριβές σε επαφή με τους λείους κατακόρυφους αγωγούς ΑΔ και ΓΖ παραμένοντας συνεχώς κάθετη σε αυτούς. Οι αγωγοί ΑΔ και ΓΖ δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση ενώ τα κάτω άκρα τους Α και Γ είναι στερεωμένα, μέσω μονωτικών επαφών στο έδαφος. Τα άκρα Δ και Ζ συνδέονται με ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ $E = 10V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1\Omega$. Στο χώρο του συστήματος υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2T$, με οριζόντιες δυναμικές γραμμές και φορά όπως στο σχήμα. Η ράβδος ΚΛ είναι προσδεμένη στο μέσο της σε ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100N/m$ με το κάτω άκρο του ελατηρίου να είναι μονωμένο και στερεωμένο ακλόνητα στο έδαφος. Η ράβδος ΚΛ ισορροπεί ακίνητη στη θέση αυτή που φαίνεται στο σχήμα με το ελατήριο να είναι συμπιεσμένο κατά $\Delta l = 8\text{ cm}$ από το φυσικό του μήκος, ενώ ο διακόπτης δ είναι κλειστός.



4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα m της ράβδου ΚΛ.

4.2. Κάποια χρονική στιγμή που τη θεωρούμε $t = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη δ, οπότε η ράβδος ΚΛ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε την απόσταση που θα διανύσει η ράβδος ΚΛ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = \frac{\pi}{10}\text{ s}$ από το άνοιγμα του διακόπτη δ.

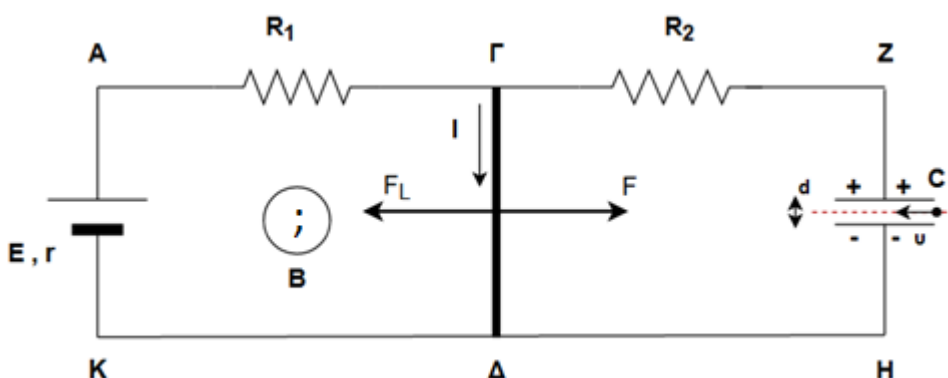
4.3. Να γράψετε τη σχέση της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου ΚΛ σε συνάρτηση με το χρόνο.

Μονάδες $(8+8+9)=25$

Να θεωρήσετε ως θετική φορά της ταλάντωσης της ράβδου ΚΛ, τη φορά προς τα πάνω.

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10m/s^2$.

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί AZ και KH απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{ m}$. Το τμήμα AG έχει αντίσταση $R_1 = 32\ \Omega$ και το τμήμα GZ έχει αντίσταση R_2 . Τα άκρα A και K συνδέονται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και εσωτερικής αντίστασης $r = 3\ \Omega$ ενώ τα άκρα Z και H συνδέονται με πυκνωτή χωρητικότητας $C = 2\ \mu\text{F}$. Ένας άλλος αγωγός $\Gamma\Delta$, με μήκος $L = 1\text{ m}$ έχει αντίσταση $R_{\Gamma\Delta} = 80\ \Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, μένοντας κάθετος και σε επαφή στα σημεία Γ και Δ με τους οριζόντιους αγωγούς AZ και KH . Ο αγωγός $\Gamma\Delta$ ισορροπεί καθώς ασκούμε στο μέσο του αγωγού σταθερή δύναμη μέτρου F η οποία είναι κάθετη στον αγωγό και η διεύθυνσή της ανήκει στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί AZ και KH . Αυτό συμβαίνει αφού έχει σταθεροποιηθεί η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα μετά από αρκετό χρόνο. Το ηλεκτρικό φορτίο που έχει αποθηκευτεί τότε στον πυκνωτή είναι $Q = 160\ \mu\text{C}$. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Το μέτρο της έντασης είναι $B = 0,5\text{ T}$.



- 4.1.** Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στα άκρα του αγωγού $\Gamma\Delta$.
- 4.2.** Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη E της ηλεκτρικής πηγής.
- 4.3.** Να βρεθεί η φορά των δυναμικών γραμμών του ομογενούς μαγνητικού πεδίου και το μέτρο της εξωτερικής δύναμης F για να διατηρείται ακίνητη η ράβδος.

Στη συνέχεια ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε θέση όπου συνυπάρχουν το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή και το ομογενές μαγνητικό πεδίο όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Η ταχύτητά του $\vec{v}$ είναι οριζόντια και κάθετη στις δυναμικές γραμμές και των δύο πεδίων. Το μέτρο της ταχύτητας είναι: $v = 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- 4.4.** Ποιο πρέπει να είναι το είδος του ηλεκτρικού φορτίου του σωματιδίου που εισέρχεται στην περιοχή των δύο μεταλλικών πλακών (πυκνωτής), έτσι ώστε να διέρχεται ανεπηρέαστα από αυτές; Να υπολογίσετε την κατακόρυφη απόσταση d μεταξύ των μεταλλικών πλακών του πυκνωτή για να συμβαίνει αυτό.

Μονάδες $(5+6+7+7)=25$

5.4 Ο κανόνας του Lenz και η αρχή διατήρησης της ενέργειας στο φαινόμενο της επαγωγής (1)

1.

Θ Ε Μ Α Β

5.4

3 1 9 1 5

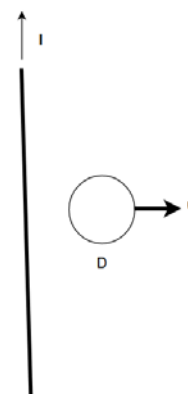
2.1. Υλικό σημείο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση κατά μήκος του οριζόντιου άξονα. Το πλάτος της ταλάντωσης είναι A και η συχνότητα $f = 2 \text{ Hz}$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το υλικό σημείο διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κινούμενο προς τη θετική κατεύθυνση. Η συνολική απόσταση που διάνυσε το υλικό σημείο από τη στιγμή $t_0 = 0 \text{ s}$ έως τη στιγμή $t = 1,25 \text{ s}$ είναι:

(α) $10A$, (β) $5A$, (γ) $20A$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένας αγώγιμος βρόχος D κινείται κοντά σε έναν ρευματοφόρο αγωγό πολύ μεγάλου μήκους ο οποίος διαρρέεται από σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα I . Να προσδιορίσετε την φορά του ρεύματος λόγω του φαινομένου της επαγωγής στον βρόχο. Για τον αγωγό D, που κινείται απομακρυνόμενος σε κάθετη διεύθυνση από τον ρευματοφόρο αγωγό με σταθερή ταχύτητα μέτρου v , είναι όπως:



- (α) η φορά των δεικτών του ρολογιού,
- (β) αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού,
- (γ) το ρεύμα είναι μηδέν,
- (δ) το ρεύμα είναι εναλλασσόμενο.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

5.4 Ο κανόνας του Lenz και η αρχή διατήρησης της ενέργειας στο φαινόμενο της επαγωγής (4)

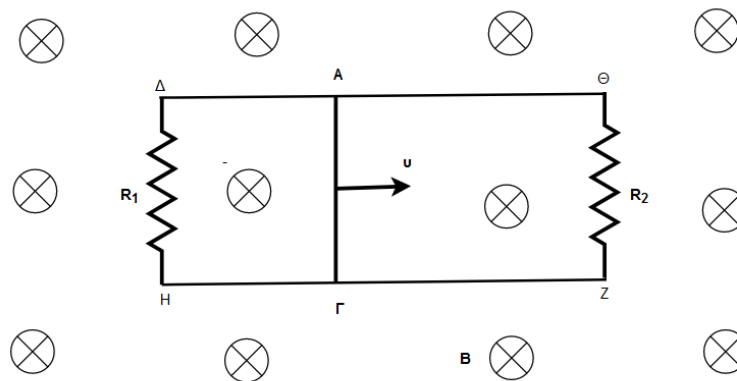
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.4

27966

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί $\Delta\theta$ και HZ μεγάλου μήκους και μηδενικής αντίστασης απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{m}$. Τα άκρα Δ, H συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R_1 = 3\ \Omega$ και τα άκρα θ, Z με αγωγό αντίστασης $R_2 = 6\ \Omega$, οπότε σχηματίζεται ένα ορθογώνιο πλαίσιο. Ο αγωγός AG , αντίστασης $R = 2\ \Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$, η οποία είναι συνέχεια παράλληλη με τους αγωγούς $\Delta\theta$ και HZ , μένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς και σε επαφή στα σημεία A, Γ . Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{ T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



- 4.1.** Να βρεθούν οι τιμές της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τις αντιστάσεις R_1, R_2 (μονάδες 4) και να υπολογιστεί το επαγωγικό ηλεκτρικό φορτίο που θα έχει περάσει από μια διατομή του αγωγού AG σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 2\text{ s}$ (μονάδες 3).
- 4.2.** Να υπολογίσετε το μέτρο και να προσδιορίσετε τη φορά της εξωτερικής δύναμης $\vec{F}_{E\xi\omega\tau}$, που πρέπει να ασκούμε διαρκώς στο μέσον του αγωγού AG , κάθετα σε αυτόν και της οποίας η διεύθυνση ανήκει στο επίπεδο των αγωγών, ώστε ο αγωγός να συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- 4.3.** Να εξηγήσετε πώς δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα στον αγωγό AG (μονάδες 3). Πόση είναι η προσφερόμενη μηχανική ισχύς που χρησιμοποιείται τότε για την συγκεκριμένη κίνηση του αγωγού AG (μονάδες 3);
- 4.4.** Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης $\vec{F}_{E\xi\omega\tau}$ για το χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 10\text{ s}$, και να συγκριθεί με το ποσό θερμότητας που απέβαλε το κύκλωμα στο περιβάλλον σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Μονάδες (7+5+6+7)=25

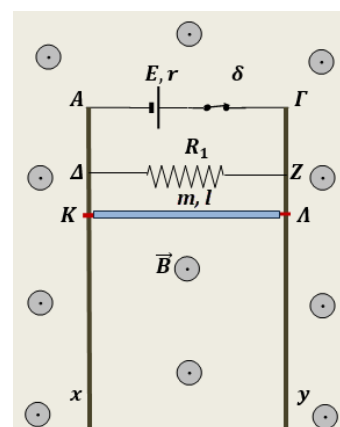
Στο εργαστήριο φυσικής πραγματοποιείται η ακόλουθη πειραματική διαδικασία:

Ένα συμμάτινο τετράγωνο πλαίσιο που το μήκος της πλευράς του είναι $\alpha = 10 \text{ cm}$ έχει συνολική αντίσταση $R = 20 \Omega$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το πλαίσιο τοποθετείται σε χώρο ομογενούς αλλά χρονικά μεταβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου, με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές. Αν ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου B είναι: $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 200 \cdot t \text{ (S.I.)}$ και το βάρος του πλαισίου αμελητέο,

- 4.1. να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή $E_{\varepsilon\pi}$ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σε σχέση με το χρόνο t
- 4.2. να υπολογίσετε την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t = 10 \text{ s}$.
- 4.3. να κάνετε την γραφική παράσταση της τιμής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο σε σχέση με τον χρόνο από τη στιγμή $t_0 = 0 \text{ s}$ έως την χρονική στιγμή $t = 10 \text{ s}$ (Μονάδες 3) και να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που θα περάσει από μια διατομή του αγωγού στο παραπάνω χρονικό διάστημα (Μονάδες 4).
- 4.4. να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ενεργούν στο πλαίσιο κατά την εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας. Ποια είναι τότε η κινητική κατάσταση του πλαισίου;

Μονάδες $(5+5+7+8)=25$

Δύο κατακόρυφες μεταλλικές ράβδοι Ax , Γy , μεγάλου μήκους και ασήμαντης ηλεκτρικής αντίστασης, είναι ακλόνητες και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 1 \text{ m}$. Τα άκρα A και Γ των δύο ράβδων συνδέονται στους πόλους ηλεκτρικής πηγής σταθερής πολικότητας, ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 9 \text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1 \Omega$, μέσω διακόπτη δ , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Στα σημεία Δ και Z των δύο ράβδων, έχουμε συνδέσει τα άκρα αντιστάτη, αντίστασης $R_1 = 6 \Omega$, ενώ στην περιοχή υπάρχει οριζόντιο και ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο κατακόρυφοι αγωγοί. Μεταλλική ράβδος $K\Lambda$,



μήκους $l = 1 \text{ m}$, μάζας $m = 400 \text{ g}$ και αντίστασης $R_2 = 3 \Omega$, μπορεί να κινείται κατακόρυφα με κατάλληλους συνδέσμους στα άκρα της K και Λ , ολισθαίνοντας χωρίς τριβές κατά μήκος των κατακόρυφων ράβδων, έτσι ώστε, να διατηρείται οριζόντια καθώς κινείται. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι κλειστός και η ράβδος $K\Lambda$ ισορροπεί ακίνητη, με την επίδραση του βάρους της και της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο. Να θεωρήσετε ότι το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι κατά προσέγγιση $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Κάποια στιγμή, ανοίξαμε το διακόπτη δ , με αποτέλεσμα η ράβδος $ΚΛ$ να αρχίσει να κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω, εξαιτίας του βάρους της.

4.2. Να δείξετε ότι η ράβδος εκτελεί αρχικά επιταχυνόμενη κίνηση, αλλά τελικά θα αποκτήσει σταθερή (οριακή) ταχύτητα και να υπολογίσετε το μέτρο $(v_{ορ})$, της ταχύτητας αυτής.

4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης της ράβδου $ΚΛ$, κατά την πτώση της, κάποια χρονική στιγμή κατά την οποία, το μέτρο της ταχύτητάς της είναι ίσο με το μισό του μέτρου της τελικής της ταχύτητας, δηλαδή ισχύει $v = \frac{v_{ορ}}{2}$.

4.4. Να υπολογίσετε την τιμή του κλάσματος $\frac{(V_{\Lambda}-V_K)_{αρχ.}}{(V_{\Lambda}-V_K)_{τελ.}}$, της διαφοράς δυναμικού $V_{\Lambda} - V_K$ πριν ανοίξουμε το διακόπτη δ , προς τη διαφορά δυναμικού $V_{\Lambda} - V_K$ τελικά, όταν η ράβδος $ΚΛ$ κατά την πτώση της απέκτησε την τελική, οριακή της ταχύτητα.

Μονάδες $(6+7+6+6)=25$

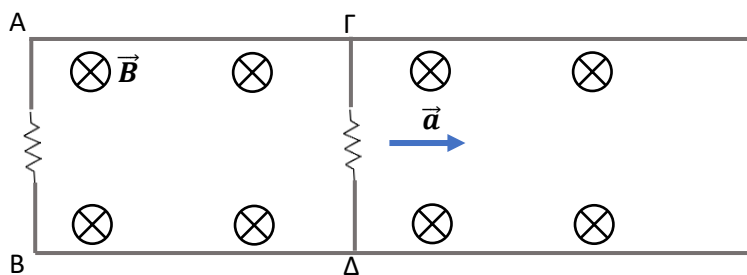
4.

Θ Ε Μ Α Δ

5.4

3 5 7 0 2

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι μεταλλικοί οδηγοί μεγάλου μήκους, με αμελητέα αντίσταση, βρίσκονται σε απόσταση 1 m . Τα άκρα τους Α και Β συνδέονται με αντίσταση $1\ \Omega$. Ευθύγραμμος αγωγός $\Gamma\Delta$ με αντίσταση $1\ \Omega$, μήκος 1 m και μάζα 1 kg , μπορεί να κινείται στο επίπεδο που ορίζουν οι οδηγοί, μένοντας διαρκώς κάθετος σε αυτούς και σε επαφή μαζί τους, χωρίς τριβές και αντιστάσεις του αέρα. Ολόκληρο το σύστημα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, του οποίου η ένταση είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν οι οδηγοί και έχει μέτρο 1 T . Ο αγωγός κινείται προς τα δεξιά (βλ. σχήμα) με σταθερή επιτάχυνση $\vec{a}$ μέτρου 2 m/s^2 , ξεκινώντας από την ηρεμία.



4.1. Να γράψετε τύπο που δίνει την εξωτερική δύναμη η οποία πρέπει να ασκείται στον αγωγό $\Gamma\Delta$ ώστε να επιτευχθεί η κίνησή του όπως περιγράφεται παραπάνω και να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της δύναμης συναρτήσει του χρόνου για τα πρώτα 3 s της κίνησης.

4.2. Κατά τα πρώτα 3 s το έργο της εξωτερική δύναμη είναι 36 J . Να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που εκλύεται στις αντιστάσεις στο ίδιο χρονικό διάστημα.

4.3. Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού $\Gamma\Delta$ τη χρονική στιγμή $t_1 = 3\text{ s}$, καθώς και ο ρυθμός προσφοράς ενέργειας από τη δύναμη F την ίδια χρονική στιγμή.

4.4. Να υπολογιστεί ο μέσος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού ΓΔ στο χρονικό διάστημα ανάμεσα στη χρονική στιγμή $t = 0$ και στη χρονική στιγμή $t_1 = 3 \text{ s}$. Να εξηγήσετε γιατί οι απαντήσεις για τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας στα ερωτήματα 4.3 και 4.4 είναι διαφορετικές.

Μονάδες $(7+7+5+6)=25$

5.5 Στρεφόμενος αγωγός (1)

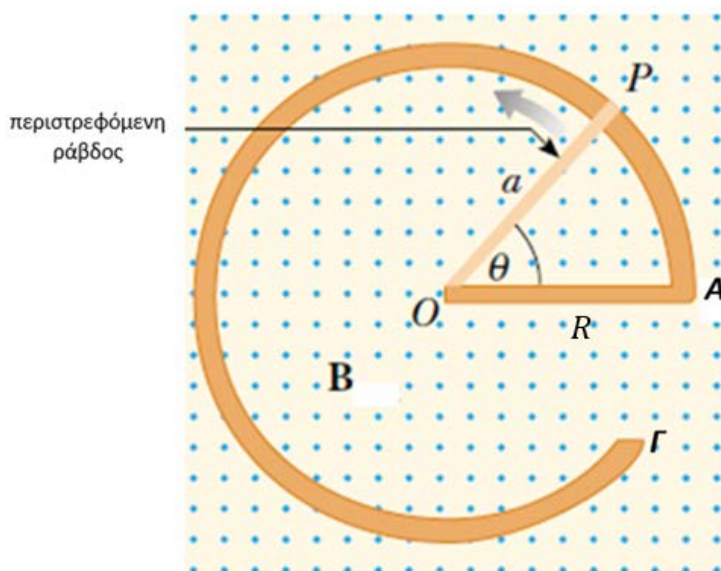
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.5

30075

Το παρακάτω σχήμα δείχνει έναν ακίνητο αγωγό του οποίου το σχήμα είναι παρόμοιο με το αγγλικό γράμμα e. Η ακτίνα του κυκλικού τμήματος με κέντρο το O είναι $R = 50 \text{ cm}$. Τοποθετείται σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,5 \text{ T}$ κάθετο στο επίπεδο του αγωγού και με κατεύθυνση προς τον αναγνώστη. Μια ευθύγραμμη αγώγιμη ράβδος, μήκους $a = 0,5 \text{ m}$ μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το άκρο της O. Την χρονική στιγμή $t = 0$ το άκρο P της ράβδου βρίσκεται στο σημείο A και η ράβδος κινείται αριστερόστροφα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Σε όλη την διάρκεια της κίνησης η ράβδος είναι σε επαφή με τον ακίνητο αγωγό. Το μήκος του μη κυρτού τόξου ΑΓ είναι $s_{AG} = 2,8 \text{ m}$.



- 4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του άκρου P και την επαγωγική τάση στα άκρα της ράβδου OP.
- 4.2. Εάν όλο το αγώγιμο υλικό (ράβδος και ακίνητος αγωγός) έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 5 \frac{\Omega}{\text{m}}$ ποιο είναι το επαγωγικό ρεύμα στον βρόχο POAP τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,25 \text{ s}$;
- 4.3. Να απεικονίσετε γραφικά την επίκεντρη γωνία που διαγράφει η ράβδος OP ως συνάρτηση του χρόνου μέχρι το άκρο της P να φτάσει στο σημείο Γ.
- 4.4. Να εκφράσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον βρόχο POAP ως συνάρτηση του χρόνου μέχρι το άκρο P να φτάσει στο σημείο Γ και να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή του.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

5.6 Στρεφόμενο πλαίσιο- εναλλασσόμενη τάση (2)

1.

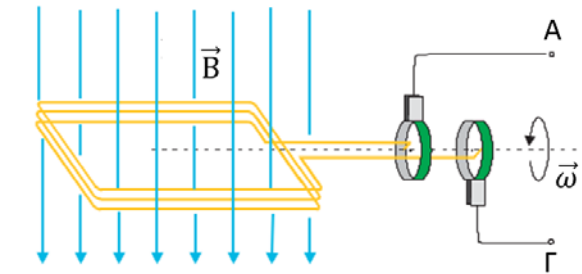
Θ Ε Μ Α Β

5.6

2 7 6 6 6

2.1. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η αρχή παραγωγής

εναλλασσόμενης τάσης. Όταν το συρμάτινο πλαίσιο περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ με τον άξονά του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$, στους ακροδέκτες Α και Γ εμφανίζεται εναλλασσόμενη



τάση πλάτους V . Όταν το ίδιο συρμάτινο πλαίσιο περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}' = \vec{\omega}/2$ με τον άξονά του κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $\vec{B}' = 2\vec{B}$, στους ακροδέκτες Α και Γ εμφανίζεται εναλλασσόμενη τάση πλάτους V' ίση με:

(α) $V/2$

(β) $2V$

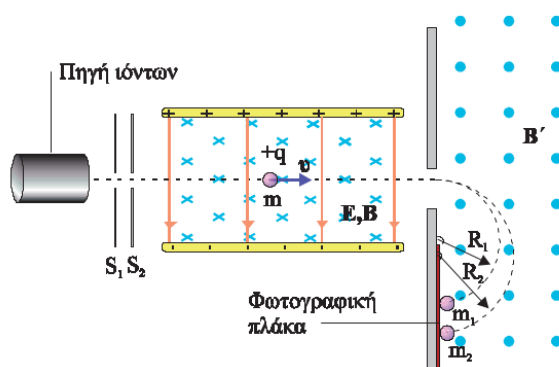
(γ) V

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ο φασματογράφος μάζας του Bainbridge χρησιμοποιεί ένα φίλτρο ταχυτήτων για την παραγωγή δέσμης ιόντων με την ίδια ταχύτητα.

Μονοσθενή ιόντα Νέον εκπέμπονται από την πηγή και περνούν μέσα από τις σχισμές S_1 και S_2 σχηματίζοντας μια λεπτή δέσμη. Στη συνέχεια τα ιόντα περνούν μέσα από ένα φίλτρο ταχυτήτων με



πεδία $\vec{E}$ και $\vec{B}$. Τα ιόντα που έχουν κατάλληλη ταχύτητα $\vec{v}$ δεν εκτρέπονται από την ευθύγραμμη πορεία τους και εισέρχονται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$, κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$ αναγκάζει τα ιόντα να κινηθούν σε ημικυκλική τροχιά, ακτίνας R , μέχρι να πέσουν πάνω σε μια φωτογραφική πλάκα. Από το ίχνος που αφήνουν στη φωτογραφική πλάκα μας είναι γνωστή η ακτίνα της τροχιάς που διέγραψαν. Το χημικό στοιχείο Νέον έχει δύο είδη ατόμων με γραμμοατομικές μάζες $M_1 = 20 \frac{g}{mol}$ και $M_2 = 22 \frac{g}{mol}$ αντίστοιχα. Θεωρούμε ότι η μάζα του ατόμου Νέον είναι ίση με τη μάζα του αντίστοιχου ιόντος του. Τα δύο είδη ιόντων Νέον διαγράφουν στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$ ημικυκλικές τροχιές ακτίνων R_1 και R_2 αντίστοιχα. Ο λόγος $\frac{R_2}{R_1}$ είναι ίσος με:

(α) 1,1

(β) 2,2

(γ) 3,3

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

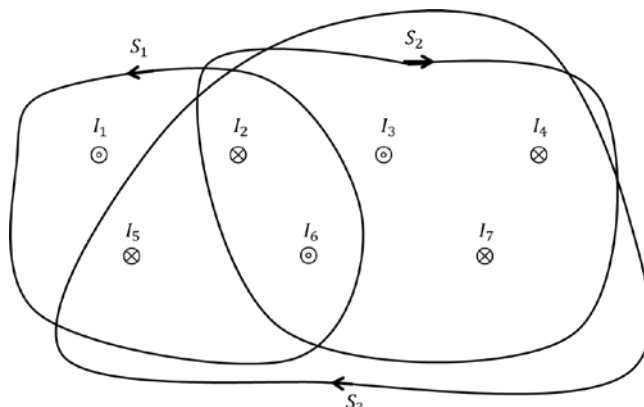
2.

Θ Ε Μ Α Β

5.12

30508

2.1. Επτά σύρματα που διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1 = I_3 = I_6 = 2\text{ A}$ και $I_2 = I_4 = I_5 = I_7 = 1\text{ A}$ κόβουν κάθετα τη σελίδα στα σημεία και με τις φορές που φαίνονται στο σχήμα.



Τα ρεύματα με το σύμβολο $\odot$ έχουν φορά προς τον αναγνώστη ενώ στα σύρματα με το σύμβολο $\otimes$ έχουν φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Το άθροισμα των γινομένων $B \cdot d\ell \cdot \sin\theta$ είναι ίσο με μηδέν στην κλειστή διαδρομή:

(α) S_1

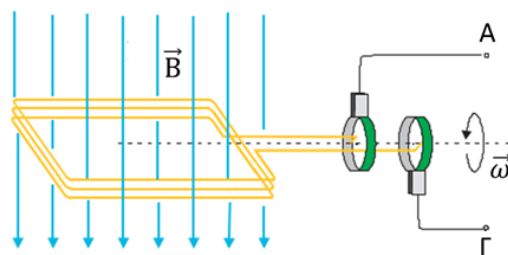
(β) S_2

(γ) S_3

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η αρχή παραγωγής εναλλασσόμενης τάσης. Όταν το συρμάτινο πλαίσιο περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ με τον άξονά του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$, στους ακροδέκτες Α και Γ εμφανίζεται εναλλασσόμενη τάση πλάτους V και



γωνιακής συχνότητας ω . Όταν το ίδιο συρμάτινο πλαίσιο περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}' = 2\vec{\omega}$ με τον άξονά του κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $\vec{B}' = \vec{B}/2$, στους ακροδέκτες Α και Γ εμφανίζεται εναλλασσόμενη τάση πλάτους V' , όπου:

(α) $V' = 2V$

(β) $V' = V$

(γ) $V' = V/2$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

5.7 Εναλλασσόμενο ρεύμα (1)

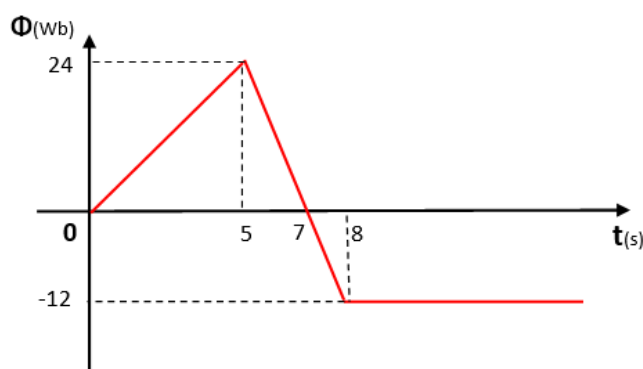
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.7

28892

Το διάγραμμα περιγράφει την μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από ένα κλειστό τετραγωνικό πλαίσιο:



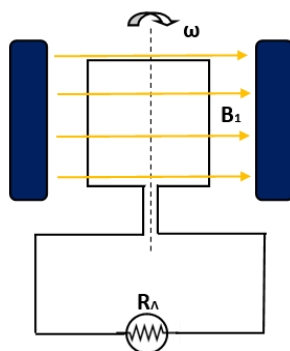
Το πλαίσιο πλευράς $a = 0,1\text{m}$ παρουσιάζει αντίσταση ανά μονάδας μήκους $R^* = 200 \Omega/\text{m}$.

4.1. Να αποδώσετε γραφικά την μεταβολή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος και της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Μετά την χρονική στιγμή $t = 8\text{s}$ καταργείται κάθε άλλο μαγνητικό πεδίο και το πλαίσιο κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $v = 10\text{m/s}$ κάθετη σε μια πλευρά του και παράλληλη στην επιφάνειά του, αρχίζει να εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{T}$ που είναι κάθετο στην επιφάνεια του πλαισίου.

4.2. Να υπολογίσετε την χρονική διάρκεια εισόδου του πλαισίου στο νέο μαγνητικό πεδίο και την εξωτερική δύναμη που το κινεί.

Αφού ολοκληρωθεί η είσοδος του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο, το ακινητοποιούμε. Συνδέουμε το πλαίσιο με λαμπτήρα που έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας (100V, 50W). Εφαρμόζουμε νέο μαγνητικό πεδίο έντασης $B_1 = 10\sqrt{2}\text{ T}$, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Αμέσως μετά περιστρέφουμε το πλαίσιο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω .

4.3. Θεωρώντας αμελητέα την αντίσταση των αγωγών σύνδεσης του λαμπτήρα στο πλαίσιο, να προσδιορίσετε την γωνιακή ταχύτητα ω , ώστε ο λαμπτήρας να λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες $(8+8+9)=25$

5.8 Ενεργός ένταση - Ενεργός τάση (1)

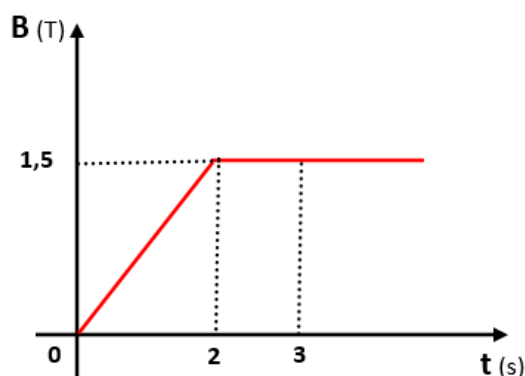
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.8

3 0 3 1 2

Κλειστός κυκλικός αγωγός αποτελείται από $N = 500$ σπείρες κάθε μία εκ των οποίων έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 0,2 \Omega$ και εμβαδό $A = 40 \text{ cm}^2$. Το πλαίσιο βρίσκεται με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές Ομογενούς Μαγνητικού Πεδίου (Ο.Μ.Π.), του οποίου η ένταση μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα:



- 4.1.** Να κάνετε το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο με τον χρόνο για το χρονικό διάστημα από 0 s έως 3 s .
- 4.2.** Να υπολογίσετε την ισχύ που αποδίδεται από το ηλεκτρικό ρεύμα τις χρονικές στιγμές $t_1 = 1,2 \text{ s}$ και $t_2 = 3 \text{ s}$ όπως και την συνολική θερμότητα που αποβάλλεται κατά το χρονικό διάστημα από 0 s έως 3 s .
- 4.3.** Μετά την χρονική στιγμή $t_2 = 3 \text{ s}$, το πλαίσιο αρχίζει να περιστρέφεται με γωνιακή συχνότητα $\omega = 100\sqrt{2} \text{ Hz}$. Κατά την περιστροφή αυτή, την θέτουμε ως $t' = 0$ μια κατάλληλη χρονική στιγμή έτσι ώστε η αρχική φάση της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης να είναι μηδέν. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της τάσης στα ανοικτά άκρα του πλαισίου.
- 4.4.** Συνδέουμε στα ανοικτά άκρα του πλαισίου αντιστάτη με αντίσταση $R_2 = 50 \Omega$. Να βρείτε την ενεργό ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

5.9 Ο νόμος του Joule (Τζάουλ) - Ισχύς του εναλλασσόμενου ρεύματος (2)

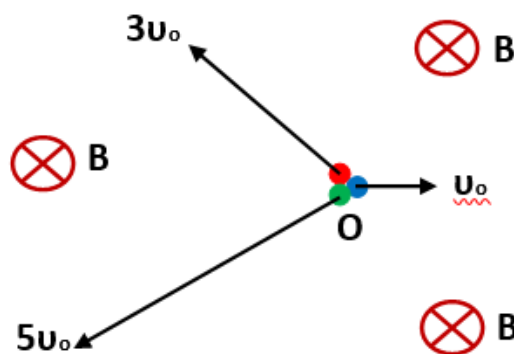
1.

Θ Ε Μ Α Β

5.9

3 0 3 0 9

2.1. Τρεις πυρήνες Ηλίου (${}^4_2\text{He}$) Α, Β και Γ, εκτοξεύονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, ταυτόχρονα από το ίδιο σημείο Ο, προς διαφορετικές κατευθύνσεις.



Οι ταχύτητές τους είναι κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Ο πρώτος πυρήνας εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου $u_1 = u_0$, ο δεύτερος με ταχύτητα μέτρου $u_2 = 3 \cdot u_0$ και ο τρίτος με ταχύτητα μέτρου $u_3 = 5 \cdot u_0$. Και οι 3 πυρήνες εκτελούν κυκλικές τροχιές ακτινών R_A , R_B και R_Γ . Για τους τρεις πυρήνες ισχύει:

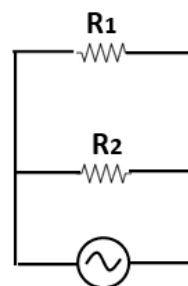
- (α) Ο πυρήνας Α περνά πρώτος από το σημείο εκτόξευσης Ο ενώ ο Γ τελευταίος και είναι $R_A > R_B > R_\Gamma$.
- (β) Ο πυρήνας Γ περνά πρώτος από το σημείο εκτόξευσης Ο ενώ ο Α τελευταίος και είναι $R_A = R_B = R_\Gamma$.
- (γ) Και οι τρεις πυρήνες περνούν ταυτόχρονα από το Ο και είναι $R_A < R_B < R_\Gamma$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο αντιστάτες με αντίσταση $R_1 = R$ και $R_2 = 3 \cdot R$ συνδέονται παράλληλα και στα κοινά άκρα του συστήματος εφαρμόζεται αρμονικά εναλλασσόμενη τάση της μορφής $u = V \sin \omega t$.

Η ενέργεια που μεταφέρει το εναλλασσόμενο ρεύμα στο σύστημα των δύο αντιστάσεων R_1 και R_2 σε μια περίοδο είναι:



$$(α) \frac{8\pi V^2}{3\omega R}, \quad (β) \frac{4\pi V^2}{3\omega R}, \quad (γ) \frac{\pi V^2}{8\omega R}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

2.1. Δύο αντιστάτες που έχουν αντιστάσεις R_1 και R_2 , όπου $R_1 = R_2/4$, είναι συνδεδεμένοι παράλληλα και στα κοινά άκρα τους εφαρμόζουμε εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V\eta\mu\omega t$. Η ενέργεια W , που μεταφέρει το εναλλασσόμενο ρεύμα στο σύστημα των δύο αντιστατών στη χρονική διάρκεια μιας περιόδου είναι ίση με

$$(\alpha) \quad W = \frac{4\pi}{5} \cdot \frac{V^2}{\omega R_1},$$

$$(\beta) \quad W = \frac{5\pi}{4} \cdot \frac{V^2}{\omega R_1},$$

$$(\gamma) \quad W = \frac{3\pi}{4} \cdot \frac{V^2}{\omega R_1}$$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένας τεχνητός δορυφόρος, σημειακής μάζας, κινείται σε ελλειπτική τροχιά γύρω από τη Γη, με τη Γη να βρίσκεται στη θέση της μιας κυρίας εστίας Γ. Ο μεγάλος άξονας της έλλειψης είναι ο ΑΒ, όπου η απόσταση $(A\Gamma) = R$ και η απόσταση $(B\Gamma) = 3R$.



Όταν ο δορυφόρος περνά από τη θέση Α, η κινητική του ενέργεια είναι K_A , ενώ όταν περνά από τη θέση Β, η κινητική του ενέργεια είναι K_B . Ο λόγος των κινητικών ενεργειών του δορυφόρου όταν περνά διαδοχικά από τις θέσεις Α και Β είναι:

$$(\alpha) \quad \frac{K_A}{K_B} = \frac{1}{9},$$

$$(\beta) \quad \frac{K_A}{K_B} = 3,$$

$$(\gamma) \quad \frac{K_A}{K_B} = 9$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

5.9 Ο νόμος του Joule (Τζάουλ) - Ισχύς του εναλλασσόμενου ρεύματος (4)

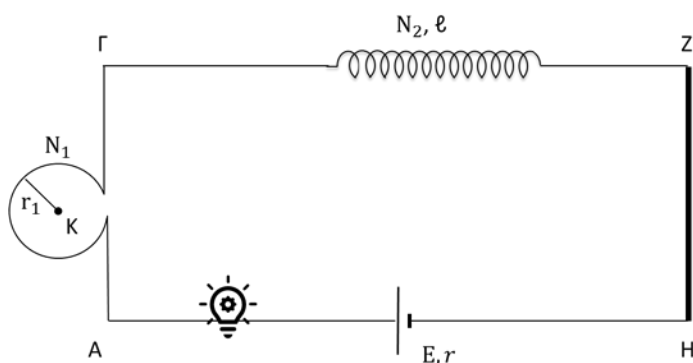
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.9

30504

Στο κύκλωμα του σχήματος ο λαμπτήρας έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας «20W, 10V», ο κυκλικός αγωγός έχει $N_1 = 10$ σπείρες, ακτίνα $r_1 = 10\text{cm}$ και αντίσταση $R_1 = 2\Omega$, το σωληνοειδές έχει $N_2 = 1000$ σπείρες, με ακτίνα σπειρών $r_2 = 1\text{cm}$, μήκος $\ell = 20\text{cm}$ και αντίσταση $R_2 = 5\Omega$, ο ευθύγραμμος

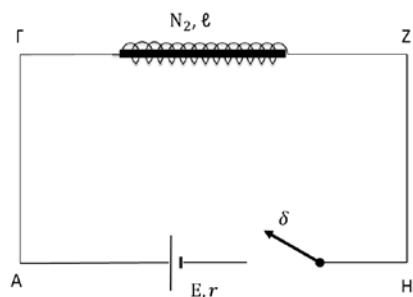


αγωγός ΖΗ έχει αντίσταση $R_3 = 2\Omega$ και η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ $E = 30\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση r . Η αντίσταση των υπόλοιπων καλωδίων είναι αμελητέα. Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα έχει σταθερή ένταση και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά. Να υπολογίσετε:

- 4.1.** Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, την αντίσταση του λαμπτήρα και την εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρικής πηγής.
- 4.2.** Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του κυκλικού αγωγού στο κέντρο του Κ, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του σωληνοειδούς στο κέντρο του και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού σε σημείο που απέχει από το μέσο του Μ απόσταση $r_3 = 1\text{cm}$. Να θεωρήσετε ότι το μήκος του ευθύγραμμου αγωγού είναι πολύ μεγαλύτερο από r_3 και ότι κάθε ένα από τα πεδία των αγωγών δεν επηρεάζεται από τα υπόλοιπα.
- 4.3.** Το συντελεστή αυτεπαγωγής του σωληνοειδούς και την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο μαγνητικό του πεδίο. Δίνεται ότι $\pi^2 = 10$.

Δημιουργούμε ένα άλλο κύκλωμα που αποτελείται από την ηλεκτρική πηγή E, r και το σωληνοειδές στο εσωτερικό του οποίου έχουμε βάλει πυρήνα μαλακού σιδήρου με μαγνητική διαπερατότητα $\mu = 1000$. Μεταξύ τους έχουμε παρεμβάλλει ένα ανοικτό διακόπτη δ . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη δ .

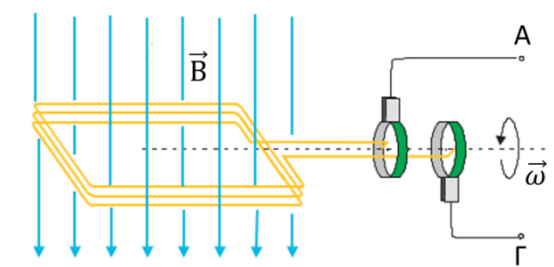
- 4.4.** Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα όταν σταθεροποιηθεί η τιμή του και το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα τη χρονική στιγμή που η ένταση του ρεύματος έχει τιμή $i = 2\text{A}$.



Μονάδες (6+6+6+7)=25

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται.

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η αρχή παραγωγής εναλλασσόμενης τάσης. Το συμμάτινο πλαίσιο έχει $N = 1000$ σπείρες, αντίσταση $R_1 = 10\Omega$ και περιστρέφεται με συχνότητα $f = 50\text{Hz}$ με τον άξονά του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου $B = 2,2 \cdot 10^{-3}\text{T}$. Κάθε σπείρα έχει εμβαδόν $A = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \text{m}^2$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το πλαίσιο



είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Στους ακροδέκτες Α και Γ εμφανίζεται εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V \cdot \eta\mu(\omega t)$ με την οποία τροφοδοτούμε αντιστάτη $R_2 = 100\Omega$.

4.1. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διαπερνά κάθε σπείρα του πλαισίου σε κάθε μια από τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{1}{300}\text{s}$, $t_2 = \frac{1}{200}\text{s}$ και $t_3 = \frac{2}{300}\text{s}$. Δίνεται ότι: $2,2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} = 1$

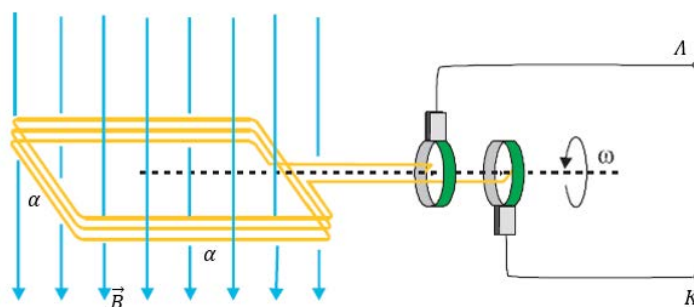
4.2. Να γράψετε την εξίσωση της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης και την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα συναρτήσει του χρόνου.

4.3. Να γράψετε την εξίσωση της στιγμιαίας ηλεκτρικής ισχύος στο κύκλωμα και να υπολογίσετε την τιμή της τις χρονικές στιγμές t_1 , t_2 και t_3 . Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ, $\bar{P}$, που καταναλώνεται στο κύκλωμα και το ποσό θερμότητας που εκλύεται στην αντίσταση R_2 σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2\text{min}$.

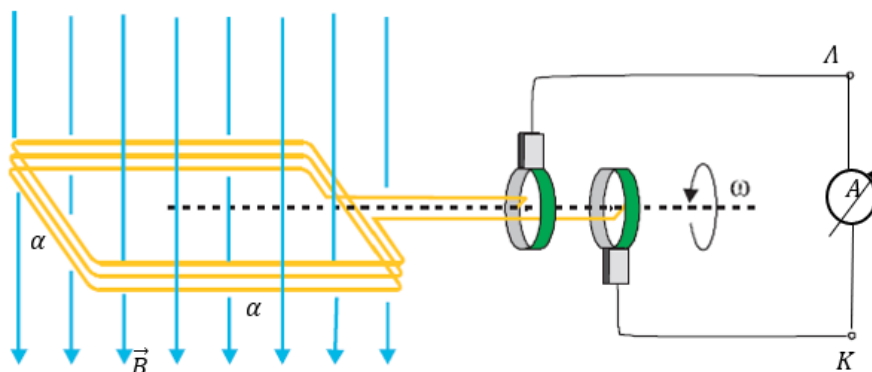
4.4. Ένα πανομοιότυπο πλαίσιο στρέφεται με τον ίδιο τρόπο αλλά με συχνότητα $f' = 44\text{Hz}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$ και οι ακροδέκτες του είναι συνδεδεμένοι με τον αντιστάτη R_2 . Διαπιστώνουμε ότι η μέση ισχύς, $\bar{P}'$, που καταναλώνεται στο κύκλωμα είναι ίση με την $\bar{P}$. Να υπολογίσετε το μέτρο B' της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες (6+6+8+5)=25

Ο περιστρεφόμενος βρόχος σε μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ένα τετράγωνο πλαίσιο με πλευρά $\alpha = 10\text{cm}$, το οποίο αποτελείται από $N = 3$ σπείρες. Περιστρέφεται με συχνότητα $f = \frac{200}{\pi}\text{Hz}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,8\text{T}$, γύρω από άξονα που είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και βρίσκεται στο επίπεδό του. Την χρονική στιγμή $t = 0$ το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στην ένταση του μαγνητικού πεδίου.



- 4.1.** Να υπολογίσετε την μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου, ως συνάρτηση του χρόνου.
- 4.2.** Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της εναλλασσόμενης τάσης που εμφανίζεται στα άκρα Κ και Λ του παραπάνω σχήματος.
- 4.3.** Στα άκρα Κ και Λ συνδέεται αμπερόμετρο με αντίσταση $R = 0,4\Omega$. Το πλαίσιο και οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση.



Να βρεθεί η ένδειξη του αμπερομέτρου και να σχεδιαστεί η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο ως συνάρτηση του χρόνου για χρονικό διάστημα μίας περιόδου.

- 4.4.** Να βρεθεί το ποσοστό μεταβολής της ισχύος που καταναλώνει το αμπερόμετρο, αν το πλαίσιο περιστραφεί με συχνότητα $f' = \frac{300}{\pi} \text{ Hz}$.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

4.

Θ Ε Μ Α Δ

5.9

3 5 9 9 0

Απλός εναλλακτήρας δημιουργεί εναλλασσόμενη τάση με την περιστροφή αγωγίμου ορθογώνιου πλαισίου διαστάσεων $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ και 1000 σπειρών, με συχνότητα περιστροφής 50 Hz , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $4,5 \times 10^{-3} \text{ T}$. Η συνολική αντίσταση του εναλλακτήρα είναι $r = 5 \Omega$.

- 4.1.** Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της επαγόμενης ΗΕΔ. Να λάβετε υπόψη πως $0,45 \cong \frac{\sqrt{2}}{\pi}$.

Δύο λαμπτήρες πυρακτώσεως οι οποίοι έχουν χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας $40 \text{ W}, 20 \text{ V}$, συνδέονται παράλληλα στα άκρα του εναλλακτήρα.

- 4.2.** Να ελέγξετε αν οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά.

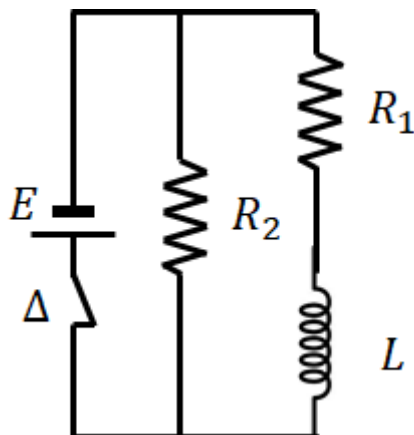
Θεωρώντας πως οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται ως ωμικοί αντιστάτες:

- 4.3.** να υπολογίσετε τον μέσο ρυθμό παροχής ενέργειας από τον εναλλακτήρα στο κύκλωμα (αγνοώντας τριβές κατά την περιστροφή του πλαισίου).

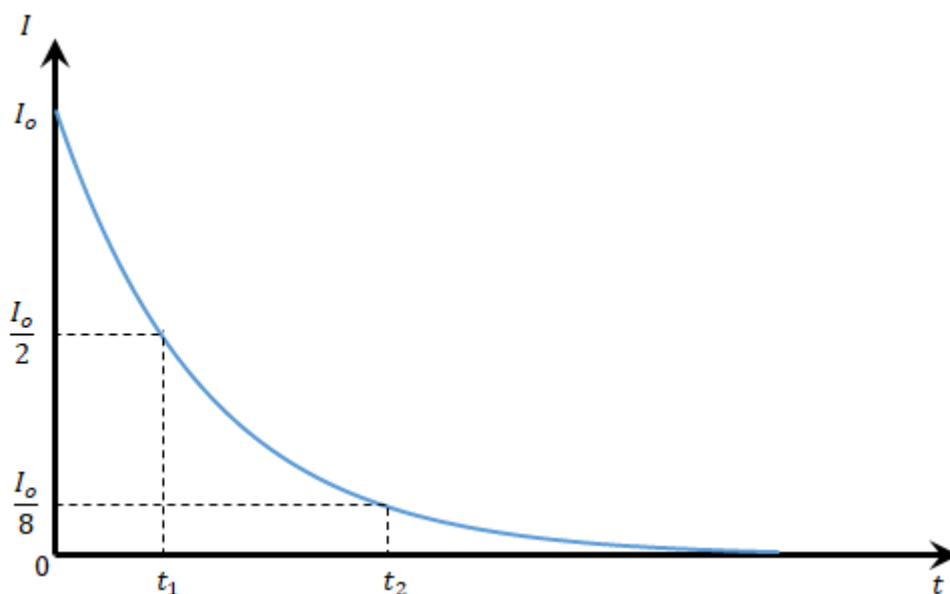
- 4.4.** Να υπολογίσετε τον μέσο ρυθμό κατανάλωσης ενέργειας στους δύο λαμπτήρες.

Μονάδες $(7+6+6+6)=25$

2.1. Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε λειτουργία για χρονικό διάστημα κατάλληλο, ώστε οι εντάσεις των ρευμάτων στους κλάδους του να έχουν αποκτήσει σταθερές τιμές.



Κάποια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη Δ και παρατηρούμε ότι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο, μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο, ξεκινώντας από την τιμή I_o , όπως φαίνεται στην ακόλουθη γραφική παράσταση.



Για τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 ισχύει:

$$(\alpha) t_2 = 3t_1 \quad , \quad (\beta) t_2 = 4t_1 \quad , \quad (\gamma) t_2 = 5t_1$$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Αρμονικό κύμα συχνότητας $f = 200 \text{ Hz}$ διαδίδεται σε ομογενές ελαστικό μέσο με ταχύτητα διάδοσης $v = 300 \text{ m/s}$. Δύο σημεία Α και Β του μέσου, συνευθειακά με την πηγή, βρίσκονται σε αποστάσεις από

αυτήν x_A και x_B αντίστοιχα, με $x_B > x_A$ και $\Delta x = x_B - x_A = 0,75 \text{ m}$. Η διαφορά φάσης μεταξύ τους, την ίδια χρονική στιγμή, είναι:

(α) $\frac{\pi}{2} \text{ rad}$, (β) $\pi \text{ rad}$, (γ) $\frac{3\pi}{2} \text{ rad}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.

Θ Ε Μ Α Β

5.14

2 6 8 8 9

2.1. Ημιτονοειδές κύμα με μήκος κύματος $\lambda = 24 \text{ cm}$ διαδίδεται σε γραμμικό ομογενές ελαστικό μέσο κατά τη θετική φορά του άξονα xx' . Η εξίσωση ταλάντωσης της πηγής είναι της μορφής: $y = A \sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$. Κάποια χρονική στιγμή t , δύο υλικά σημεία M , N του μέσου τα οποία βρίσκονται στην διεύθυνση διάδοσης του κύματος, έχουν φάσεις $\varphi_M = \frac{10\pi}{6} \text{ rad}$ και $\varphi_N = \frac{20\pi}{3} \text{ rad}$ αντίστοιχα. Τότε το μέτωπο κύματος:

(α) θα περάσει πρώτα από το σημείο N και θα φθάσει στο M σε 10 s .

(β) θα περάσει πρώτα από το σημείο N και θα φθάσει στο M σε 30 s .

(γ) θα περάσει πρώτα από το σημείο M και θα φθάσει στο N σε 20 s .

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε λειτουργία για χρονικό διάστημα κατάλληλο, ώστε οι εντάσεις των ρευμάτων στους κλάδους του να έχουν αποκτήσει σταθερές τιμές. Κάποια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη Δ . Αμέσως μετά:

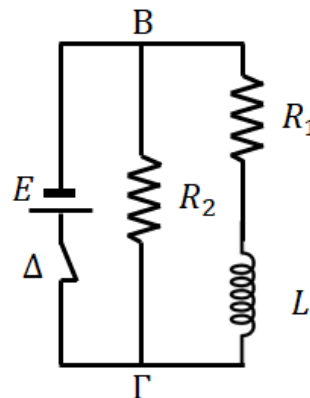
(α) η αντίσταση R_2 διαρρέεται από ρεύμα με (συμβατική) φορά από το Γ προς το B .

(β) η αντίσταση R_2 διαρρέεται από ρεύμα με (συμβατική) φορά από το B προς το Γ .

(γ) η αντίσταση R_2 δεν διαρρέεται από ρεύμα.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

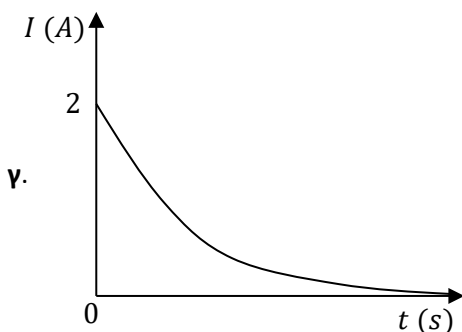
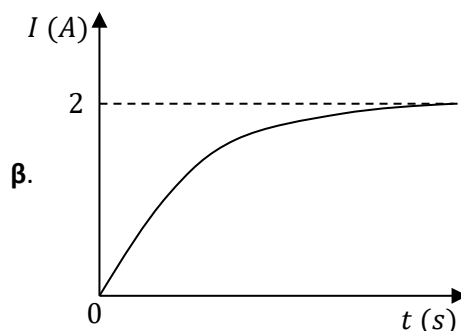
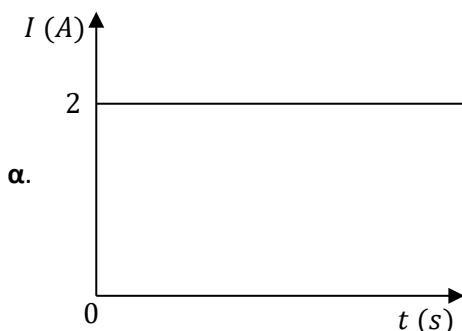
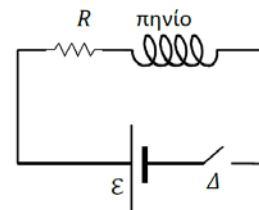
2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Στο κύκλωμα δεξιά ισχύει $R = 10 \, \Omega$ και $\mathcal{E} = 20 \, V$ (η πηγή είναι ιδανική και το πηνίο δεν έχει αντίσταση). Αρχικά ο διακόπτης Δ είναι ανοιχτός.

Δίνονται τα ακόλουθα διαγράμματα.



Κλείνοντας τον διακόπτη, η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα θα ακολουθήσει το διάγραμμα:

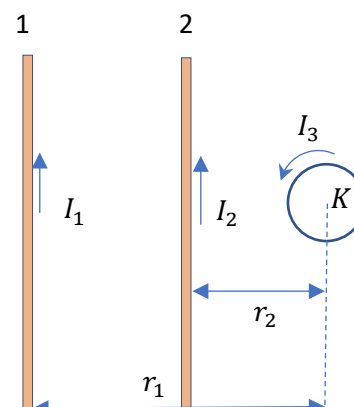
(α) α , (β) β , (γ) γ

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο κατακόρυφοι ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους διαρρέονται από ηλεκτρικά ρεύματα με εντάσεις I_1 και $I_2 = 2I_1$. Απέχουν αποστάσεις $r_1 = 6r$ και $r_2 = 3r$ αντίστοιχα από το κέντρο κατακόρυφου κυκλικού ομοεπίπεδου αγωγού ακτίνας r που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_3 = I_1/\pi$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού είναι

(α) $\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$, (β) $\frac{4\mu_0 I_1}{6\pi r}$, (γ) $\frac{\mu_0 I_1}{12\pi r}$



2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

5.14 Αυτεπαγωγή (3)

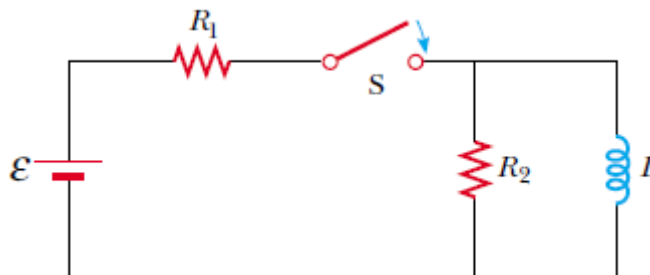
1.

Θ Ε Μ Α Δ

5.14

28258

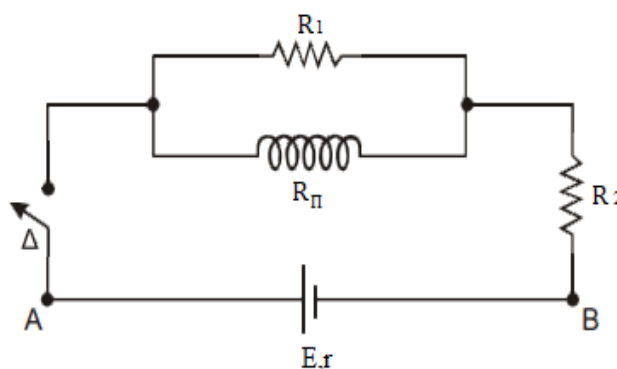
Στο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος η πηγή έχει Η.Ε.Δ. $\mathcal{E} = 12\text{ V}$ και αμελητέα εσωτερική αντίσταση, ενώ οι αντιστάτες έχουν αντίσταση $R_1 = 5\Omega$ και $R_2 = 1\Omega$. Το πηνίο είναι ιδανικό και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής L , ενώ οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση. Αρχικά ο διακόπτης S είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ρεύμα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη.



- 4.1.** Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και μετά από αρκετό χρόνο, όταν θα έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές των ρευμάτων.
- 4.2.** Αφού αποκατασταθούν οι τελικές τιμές των ρευμάτων, ανοίγουμε το διακόπτη. Να καθορίσετε ποιοι κλάδοι του κυκλώματος εξακολουθούν να διαρρέονται από ρεύμα και να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος.
- 4.3.** Κάποια χρονική στιγμή t_1 μετά το άνοιγμα του διακόπτη, διαπιστώθηκε ότι το ρεύμα στον αντιστάτη R_2 είναι $i_1 = 0,3\text{ A}$ και το ρεύμα στο πηνίο μειώνεται με ρυθμό $\frac{di}{dt} = -10 \frac{\text{A}}{\text{s}}$. Να υπολογιστεί ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου και ο ρυθμός απώλειας ενέργειας του πηνίου την χρονική στιγμή t_1 .
- 4.4.** Αν το χρονικό διάστημα από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο είναι $\Delta t = 0,2\text{ s}$ να υπολογίσετε τη μέση θερμική ισχύ που θα παραχθεί στους ωμικούς αντιστάτες σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από μια πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 120 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 5 \Omega$, δύο αντιστάτες με ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 60 \Omega$ και $R_2 = 10 \Omega$, πηνίο με ωμική αντίσταση $R_{\Pi} = 20 \Omega$, αριθμό σπειρών $N = 1000$, μήκος $l = 1 \text{ m}$, διάμετρο της κάθε σπείρας $\delta = 2 \text{ cm}$ και ένα διακόπτη Δ .



4.1. Να υπολογίσετε το συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου.

Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη Δ . Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποκαθίστανται οι τελικές τιμές των ρευμάτων στο κύκλωμα.

4.2. Να υπολογίσετε την τελική τιμή του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου.

Κάποια στιγμή ανοίγουμε το διακόπτη Δ . Να υπολογίσετε:

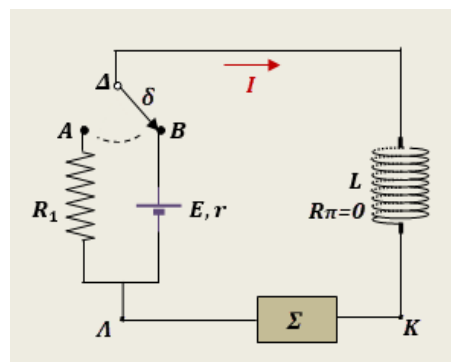
4.3. το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος τη στιγμή κατά την οποία η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται από αυτεπαγωγή στο κύκλωμα είναι $E_{\text{αυτ}} = 10 \text{ V}$.

4.4. την θερμότητα που θα παραχθεί συνολικά από την αντίσταση R_1 και το πηνίο από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη Δ μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο.

Μονάδες $(5+9+5+6)=25$

Δίνονται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$. Να θεωρήσετε ότι $\pi^2 = 10$.

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα συνεχούς ρεύματος, μια θερμική συσκευή Σ και ένα ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L , έχουν συνδεθεί κατά σειρά και τα άκρα του συστήματος αυτού, συνδέονται μέσω διακόπτη δ , στους πόλους ηλεκτρικής πηγής σταθερής πολικότητας, η οποία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 12 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1 \Omega$. Ο διακόπτης δ είναι διπλής επαφής και αρχικά το κινητό άκρο του βρίσκεται σε επαφή με το σημείο B , με αποτέλεσμα να δημιουργείται κλειστό κύκλωμα για την πηγή, τη συσκευή και το πηνίο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Είναι όμως δυνατόν, το κινητό άκρο του διακόπτη δ να μετακινηθεί στην επαφή A , με αποτέλεσμα η ηλεκτρική πηγή να βρεθεί εκτός κυκλώματος και να δημιουργείται τότε κλειστό κύκλωμα για τη συσκευή Σ , το πηνίο και έναν αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 15 \Omega$. Τα χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας της θερμικής συσκευής Σ είναι 10 V , 20 W και το πηνίο έχει $N = 10.000$ σπείρες, μήκος $l = 16 \cdot \pi \text{ cm}$ και



εμβαδό σπειρών $A = 20 \text{ cm}^2$. Στο εσωτερικό του πηνίου υπάρχει αέρας και δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του αέρα $\mu = 1$ και του κενού $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$.

4.1. Να υπολογίσετε το συντελεστή αυτεπαγωγής L του πηνίου.

4.2. Να ελέγξετε αν η συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά στο αρχικό κύκλωμα.

Κάποια χρονική στιγμή μεταφέρεται ακαριαία το ελεύθερο άκρο του διακόπτη δ , από την επαφή B στην A , χωρίς να παρατηρηθεί σπινθήρας. Στο νέο κύκλωμα, η ένταση του ρεύματος τελικά μηδενίζεται αλλά αυτό δεν συμβαίνει ακαριαία, εξαιτίας του φαινομένου της αυτεπαγωγής στο πηνίο.

4.3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα, μια χρονική στιγμή μετά την μεταφορά του διακόπτη στην επαφή A , κατά την οποία η ένταση ρεύματος, είναι $i = 1 \text{ A}$.

4.4. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στη συσκευή Σ , από τη στιγμή που μεταφέραμε το διακόπτη στην επαφή A , μέχρι να μηδενιστεί η ένταση ρεύματος στο κύκλωμα.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

2.2 Μηχανικά κύματα (5)

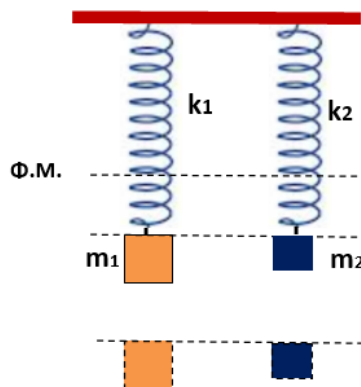
1.

Θ Ε Μ Α Β

2.2

2 3 1 1 1

2.1. Δύο ελατήρια με σταθερές k_1 και k_2 έχουν το ίδιο φυσικό μήκος (Φ.Μ.), και είναι τοποθετημένα κατακόρυφα με το επάνω άκρο τους ακλόνητα στερεωμένο. Στο κάτω άκρο κρεμάμε από μια μάζα m_1 και m_2 αντίστοιχα και τις αφήνουμε σταδιακά μέχρι τα δύο ελατήρια να ισορροπήσουν ξανά. Παρατηρούμε ότι και πάλι τα δύο ελατήρια έχουν το ίδιο μήκος.



Αν $m_1 > m_2$ και τα δύο ελατήρια αρχίζουν να εκτελούν ταλαντώσεις του ίδιου πλάτους.

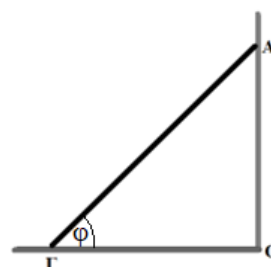
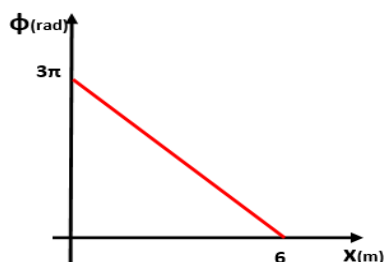
- (α) Η ενέργεια ταλάντωσης E_1 του πρώτου ταλαντωτή είναι μικρότερη από την ενέργεια ταλάντωσης E_2 του δεύτερου ταλαντωτή.
- (β) Η συχνότητα ταλάντωσης f_1 του πρώτου ταλαντωτή είναι μεγαλύτερη από την συχνότητα ταλάντωσης f_2 του δεύτερου ταλαντωτή.
- (γ) Η μέγιστη ταχύτητα $v_{\max 1}$ του πρώτου ταλαντωτή είναι ίση με την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης $v_{\max 2}$ του δεύτερου ταλαντωτή.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η εξίσωση ενός κύματος είναι της μορφής : $y = A\eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ S. I.

Για το κύμα αυτό δίνεται η γραφική παράσταση $\varphi = f(x)$, της μεταβολής της φάσης φ του κύματος συναρτήσει της απόστασης x από την πηγή του την χρονική στιγμή $t_1 = 0,15$ s :



(α) το κύμα έχει μήκος κύματος $\lambda = 6 \text{ m}$.

(β) την $t=0,025 \text{ s}$ η αρχή των συντεταγμένων $x = 0$ είχε μέγιστη απομάκρυνση.

(γ) η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $v = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.

Θ Ε Μ Α Β

2.2

2 4 7 9 8

2.1. Η ράβδος ΑΓ είναι ομογενής και ισορροπεί όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, ακουμπώντας σε κατακόρυφο τοίχο και σε οριζόντιο δάπεδο με το οποίο σχηματίζει γωνία φ . Για να ισορροπεί η ράβδος θα πρέπει

(α) ο τοίχος και το δάπεδο να είναι λείες επιφάνειες.

(β) ο τοίχος να είναι λεία επιφάνεια και το δάπεδο τραχύ με συντελεστή οριακής τριβής $\mu = \frac{1}{2\varepsilon\varphi\varphi}$.

(γ) το δάπεδο να είναι λεία επιφάνεια και ο τοίχος τραχύς με συντελεστή οριακής τριβής $\mu = \frac{1}{2\varepsilon\varphi\varphi}$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στο εργαστήριο Φυσικής υπάρχει συσκευή μελέτης κυματισμών η οποία αποτελείται από μια λεκάνη κυκλικής οριζόντιας διατομής, που περιέχει νερό σε ηρεμία. Από μικρό ύψος αφήνουμε να πέσουν στο κέντρο της λεκάνης σταγόνες νερού με σταθερή συχνότητα. Παρατηρούμε ότι στην επιφάνεια του νερού δημιουργείται κύμα με κυκλικά μέτωπα που διαδίδονται ως το τοίχωμα της λεκάνης. Με το χρονόμετρο μετράμε το χρόνο t_1 από τη στιγμή που έπεσε η πρώτη σταγόνα νερού στη λεκάνη μέχρι να φτάσει το κύμα στο τοίχωμά της. Μετράμε επίσης τον αριθμό N των κορυφών που καταφθάνουν στο τοίχωμα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα t_2 . Με ένα χάρακα μετράμε την απόσταση από το κέντρο της λεκάνης μέχρι το τοίχωμα και τη βρίσκουμε ίση με L . Το μήκος κύματος λ , των κυμάτων είναι:

$$(\alpha) \lambda = \frac{L}{N} \cdot \frac{t_1}{t_2},$$

$$(\beta) \lambda = \frac{L}{2N} \cdot \frac{t_2}{t_1},$$

$$(\gamma) \lambda = \frac{L}{N} \cdot \frac{t_2}{t_1}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

3.

Θ Ε Μ Α Β

2.2

2 5 6 3 6

2.1. Κύματα τσουνάμι που δημιουργούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς διαδίδονται στην επιφάνεια της θάλασσας με πολύ μεγάλη ταχύτητα, που εξαρτάται από το βάθος της θάλασσας, έχουν πολύ μεγάλα μήκη κύματος και πολύ μικρό πλάτος όσο διαδίδονται σε περιοχές με μεγάλα βάθη. Σε ένα κύμα

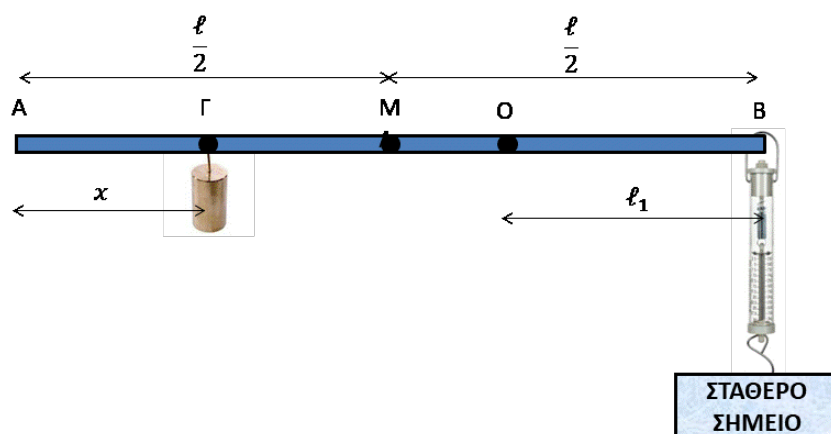
τσουνάμι μετρήθηκε το μήκος κύματος $\lambda = 100 \text{ Km}$ και υπολογίστηκε η ταχύτητα διάδοσης του $v_\delta = 720 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$. Θεωρώντας το κύμα αυτό αρμονικό, η περίοδος του είναι:

- (α) $7,2 \text{ h}$ (β) 500 min (γ) 500 s

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η λεπτή ομογενής ράβδος AB του σχήματος έχει βάρος $w = 10 \text{ N}$ και μήκος $\ell = 1 \text{ m}$. Η ράβδος AB έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα $z'z$ που περνά από το σημείο O και είναι κάθετος στη ράβδο. Το σημείο O απέχει από το άκρο B απόσταση $\ell_1 = 40 \text{ cm}$. Στο σημείο Γ της ράβδου που απέχει απόσταση x από το άκρο A είναι κρεμασμένο βαρίδιο με βάρος $w_1 = 10 \text{ N}$. Ένα



δυναμόμετρο είναι δεμένο με το ένα άκρο του στο άκρο B της ράβδου και με το άλλο είναι δεμένο σε σταθερό σημείο. Όταν η ράβδος ισορροπεί οριζόντια η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι 10 N . Η απόσταση x είναι ίση με:

- (α) $x = 0,3 \text{ m}$ (β) $x = 0,2 \text{ m}$ (γ) $x = 0,1 \text{ m}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

4.

Θ Ε Μ Α Β

2.2

2 5 6 3 7

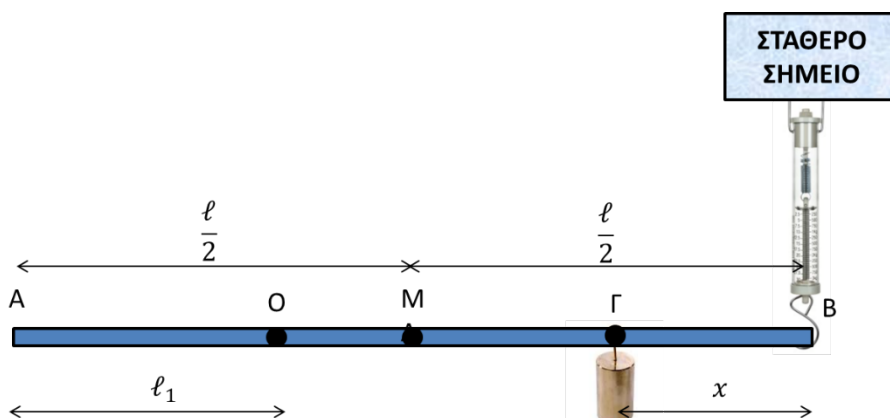
2.1. Κύματα τσουνάμι που δημιουργούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς διαδίδονται στην επιφάνεια της θάλασσας με πολύ μεγάλη ταχύτητα, που εξαρτάται από το βάθος της θάλασσας, έχουν πολύ μεγάλα μήκη κύματος και πολύ μικρό πλάτος, όσο διαδίδονται σε περιοχές με μεγάλα βάθη. Σε ένα κύμα τσουνάμι μετρήθηκε το μήκος κύματος $\lambda = 100 \text{ Km}$ και υπολογίστηκε η ταχύτητα διάδοσης του $v_\delta = 720 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$ σε περιοχή της θάλασσας βάθους h . Όταν το κύμα αυτό έφτασε σε περιοχή με βάθος $h' < h$ η ταχύτητα διάδοσής του υπολογίστηκε $v'_\delta = 252 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$. Θεωρώντας το κύμα αυτό αρμονικό, το μήκος κύματός του στην περιοχή με βάθος h' είναι:

- (α) $285,7 \text{ Km}$ (β) 35 Km (γ) $12,25 \text{ Km}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η λεπτή ομογενής ράβδος AB του σχήματος έχει βάρος $w = 10\text{ N}$ και μήκος $\ell = 1\text{ m}$. Η ράβδος AB έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα $z'z$ που περνά από το σημείο O και είναι κάθετος στη ράβδο. Το σημείο O απέχει από το άκρο A απόσταση $\ell_1 = 40\text{ cm}$. Στο σημείο Γ της ράβδου που απέχει απόσταση x από το άκρο B είναι κρεμασμένο βαρίδιο με βάρος $w_1 = 10\text{ N}$. Ένα δυναμόμετρο είναι δεμένο με το ένα άκρο του στο άκρο B της ράβδου και με το άλλο είναι δεμένο σε σταθερό σημείο. Όταν η ράβδος ισορροπεί οριζόντια η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι 10 N .



Η απόσταση x είναι ίση με:

(α) $x = 0,3\text{ m}$

(β) $x = 0,2\text{ m}$

(γ) $x = 0,1\text{ m}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

5.

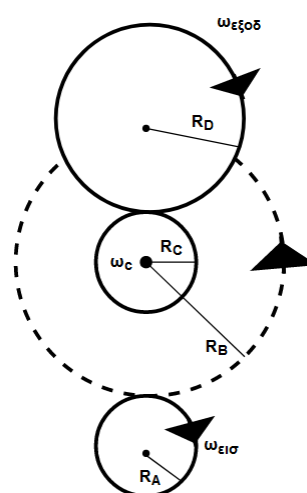
Θ Ε Μ Α Β

2.2

3 2 8 6 4

2.1. Τέσσερις δίσκοι A, B, C και D, με ακτίνες R_A, R_B, R_C, R_D αντίστοιχα, στηρίζονται σε σταθερούς άξονες που είναι κάθετοι στο επίπεδό τους. Η περιγραφική τους εικόνα είναι η εξής:

Ο δίσκος C αποτελεί ενιαίο στερεό σώμα με τον B. Οι περιφέρειες των A και B βρίσκονται σε επαφή και οι δίσκοι περιστρέφονται χωρίς να ολισθαίνουν ο ένας ως προς τον άλλο. Το ίδιο ισχύει για τους C και D. Σε καμία στιγμή της κίνησής τους, οι δίσκοι B και D δεν έρχονται σε επαφή. Θέτουμε τον δίσκο A σε περιστροφή κατά την φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega_{\epsilon\iota\sigma}$ (βλ. σχ.). Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής $\omega_{\epsilon\chi\omicron\delta}$ του δίσκου D είναι:



$$(\alpha) \omega_{\epsilon\chi\omicron\delta} = \omega_{\epsilon\iota\sigma} \frac{R_A}{R_B} \cdot \frac{R_C}{R_D}, \quad (\beta) \omega_{\epsilon\chi\omicron\delta} = \omega_{\epsilon\iota\sigma} \frac{R_D}{R_B} \cdot \frac{R_C}{R_A}, \quad (\gamma) \omega_{\epsilon\chi\omicron\delta} = \omega_{\epsilon\iota\sigma} \frac{R_A}{R_C} \cdot \frac{R_B}{R_D}$$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένας σεισμός παράγει δύο είδη κυμάτων: Κύματα τύπου P που είναι διαμήκη και κύματα τύπου S που είναι εγκάρσια. Στο φλοιό της Γης τα σεισμικά κύματα τύπου P έχουν ταχύτητα $5 \frac{Km}{s}$ περίπου. Τα κύματα τύπου S έχουν ταχύτητα $3 \frac{Km}{s}$ περίπου. Υποθέστε ότι μετά από ένα σεισμό, ένας σειсмоγράφος τοποθετημένος σε κάποια απόσταση από την εστία του σεισμού (πηγή των κυμάτων), καταγράφει την άφιξη των κυμάτων P και, 9 min αργότερα, την άφιξη των κυμάτων S . Η απόσταση από το σειсмоγράφο ως την πηγή των κυμάτων (εστία του σεισμού) είναι:

(α) $67,5 \cdot 10^3 \text{ Km}$, (β) $4,05 \cdot 10^3 \text{ Km}$, (γ) $675,5 \cdot 10^3 \text{ Km}$

2.2. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.2 Μηχανικά κύματα (4)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

2.2

25722

Υλικό σημείο Ο ομογενούς ελαστικής χορδής, που έχει επιλεγεί ως αρχή των αξόνων ($x = 0$), αρχίζει τη χρονική στιγμή $t = 0$ να ταλαντώνεται σύμφωνα με την εξίσωση $y = A\eta\mu(\omega t)$ και κάθετα στη διεύθυνση της χορδής. Η κινητική ενέργεια της ταλάντωσης του υλικού σημείου Ο μηδενίζεται 20 φορές σε κάθε χρονικό διάστημα $\Delta t = 5 \text{ s}$. Το κύμα που παράγεται διαδίδεται κατά την αρνητική φορά του άξονα $x'Ox$ κατά μήκος της χορδής που διέρχεται από το σημείο Ο με ταχύτητα $v = 2 \text{ m/s}$. Στη διάρκεια μιας περιόδου της ταλάντωσης του το υλικό σημείο Ο διανύει διάστημα $s = 0,2 \text{ m}$.

4.1. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος που παράγεται.

4.2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που αρχίζει να κινείται ένα σημείο Μ, που βρίσκεται στη θέση $x_M = -1 \text{ m}$ της χορδής όπως επίσης και την απομάκρυνση y_M , από τη θέση ισορροπίας του σημείου Μ, τη χρονική στιγμή $t = \frac{13}{24} \text{ s}$.

4.3. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της φάσης του κύματος σε συνάρτηση με τη συντεταγμένη της θέσης ($\varphi - x$), τη χρονική στιγμή $t = 2 \text{ s}$.

4.4. Να βρείτε τις συντεταγμένες θέσης των σημείων της χορδής, τα οποία βρίσκονται στον αρνητικό ημιάξονα, σε απόσταση μικρότερη από 2 m από την αρχή των αξόνων Ο και τη χρονική στιγμή $t = 1 \text{ s}$, έχουν απομάκρυνση $y = -5 \text{ cm}$.

Μονάδες (7+6+6+6)=25

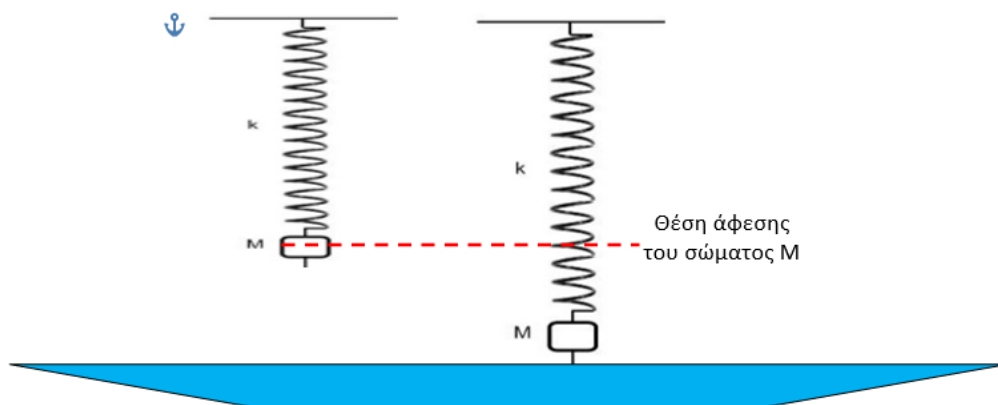
2.

Θ Ε Μ Α Δ

2.2

25986

Ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ και φυσικού μήκους (Φ.Μ.) $l_0 = 1,2 \text{ m}$, κρέμεται από οροφή. Στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου που βρίσκεται στο φυσικό του μήκος, κρεμάμε σώμα αμελητέων διαστάσεων, μάζας $M = 2,5 \text{ kg}$ και την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο. Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Θεωρούμε θετική φορά προς τα πάνω.



- 4.1.** Να προσδιορίσετε την χρονική εξίσωση της ταχύτητας του ταλαντωτή και την εξίσωση της συνισταμένης δύναμης που δέχεται ο ταλαντωτής σε συνάρτηση με την απομάκρυνσή του.
- 4.2.** Στο κάτω μέρος του σώματος που ταλαντώνεται, υπάρχει πολύ μικρή ακίδα, αμελητέας μάζας, ενώ χαμηλότερα υπάρχει δοχείο με υγρό που ηρεμεί. Πόση πρέπει να είναι η απόσταση της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού από την οροφή, ώστε η ακίδα μόλις να την αγγίζει και να δημιουργεί κύματα στην επιφάνεια του υγρού.
- 4.3.** Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ του κύματος που διαδίδεται στην επιφάνεια του υγρού, αν γνωρίζουμε ότι από την στιγμή που αφήσαμε ελεύθερο το σύστημα να ταλαντωθεί, το κύμα έφτασε σε ένα σημείο Λ στην επιφάνεια του υγρού που απέχει από την πηγή του $x_\Lambda = 1,5\text{m}$ σε χρόνο $t_\Lambda = 5,5\text{s}$.
- 4.4.** Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της διαφοράς φάσης δύο σημείων της επιφάνειας του υγρού που απέχουν απόσταση $|\Delta x_{AB}| = 1,2\text{m}$ και είναι συνευθειακά με την πηγή του κύματος.

Μονάδες $(7+4+7+7)=25$

Δίνονται $\pi^2 \simeq 10 \rightarrow \sqrt{10} \simeq \pi$ και $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

3.

Θ Ε Μ Α Δ

2.2

2 6 0 8 2

Πηγή παραγωγής αρμονικών κυμάτων αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t = 0$ στη θέση $x = 0$, με ταχύτητα προς τη θετική φορά του ημιάξονα Oy . Η εξίσωση ταλάντωσης της πηγής δίνεται από την σχέση $y = 10\eta\mu 2\pi t$ (t σε s και y σε cm). Το παραγόμενο κύμα διαδίδεται προς τη θετική φορά του ημιάξονα Ox με ταχύτητα $v_1 = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- 4.1.** Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που θα αρχίσει να ταλαντώνεται ένα σημείο Σ του ελαστικού μέσου το οποίο βρίσκεται στη θέση $x_\Sigma = 2,3 \text{ m}$.
- 4.2.** Ποια είναι η φάση της πηγής όταν το σημείο Σ φτάσει για πρώτη φορά σε ακραία θέση ταλάντωσης;
- 4.3.** Να γράψετε την χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου Σ από την θέση ισορροπίας στο χρονικό διάστημα $t \geq 0$.
- 4.4.** Να απεικονίσετε γραφικά την φάση του σημείου Σ σε συνάρτηση με τον χρόνο t .

Μονάδες $(4+6+7+8)=25$

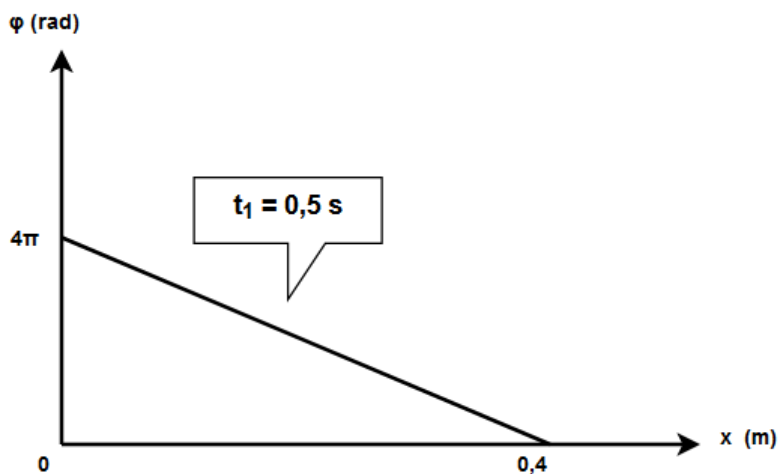
4.

Θ Ε Μ Α Δ

2.2

2 7 9 6 4

Η πηγή κύματος O αρχίζει τη χρονική στιγμή $t = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, που περιγράφεται από την εξίσωση $\psi = A\eta\mu\omega t$. Το εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους $A = 0,05 \text{ m}$ διαδίδεται κατά τη θετική φορά σε οριζόντια ελαστική χορδή που εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα $x'x$. Θεωρούμε ότι το σημείο της χορδής στη θέση $x = 0$ τη χρονική στιγμή $t = 0$ έχει μηδενική απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του και θετική ταχύτητα. Η γραφική παράσταση της φάσης του κύματος φ , την χρονική στιγμή $t_1 = 0,5 \text{ s}$, σε σχέση με την απόσταση x από την αρχή του άξονα ($x = 0$) παριστάνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



- 4.1.** Να γράψετε την εξίσωση του αρμονικού κύματος ($S.I$) που δημιουργείται.
- 4.2.** Να υπολογίσετε την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του ενός σημείου του ελαστικού μέσου, που βρίσκεται στη θέση $x = 0,4 \text{ m}$ τη χρονική στιγμή $0,5625 \text{ s}$.
- 4.3.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης και την επιτάχυνση ενός υλικού σημείου της χορδής που βρίσκεται στη θέση $x = 0,2 \text{ m}$ τη χρονική στιγμή $0,5 \text{ s}$.
- 4.4.** Να απεικονίσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $T + \frac{T}{4} = 0,3125 \text{ s}$

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

2.4 Συμβολή δύο κυμάτων στην επιφάνεια υγρού (5)

1.

Θ Ε Μ Α Β

2.4

2 4 7 9 4

2.1. Δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 απέχουν 4cm και δημιουργούν κύματα στην ήρεμη επιφάνεια νερού.

Τα κύματα αυτά έχουν μήκος κύματος 2cm. Όλα τα σημεία της ευθείας που ορίζουν οι πηγές εκτός από αυτά που ανήκουν στο ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει τις πηγές

(α) είναι σημεία στα οποία έχουμε ενισχυτική συμβολή.

(β) είναι σημεία στα οποία έχουμε αποσβεστική συμβολή.

(γ) είναι σημεία που εκτελούν ταλάντωση με ενδιάμεσο πλάτος.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δημιουργούμε στο εργαστήριο της Φυσικής την πειραματική διάταξη του σχήματος, όπου στην άκρη ενός ελατηρίου προσδένεται ένας μικρός κύλινδρος μάζας m . Ο κύλινδρος κρατιέται αρχικά σε κατάσταση ηρεμίας σε τέτοια θέση ώστε το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Στη συνέχεια, αφήνεται ελεύθερος από τη θέση αυτή και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Το χαμηλότερο σημείο της ταλάντωσης είναι 20cm κάτω από την θέση που αφέθηκε το σώμα. Αν ληφθεί υπόψη ότι η τιμή της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g = 10\text{m/s}^2$, η συχνότητα της ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα είναι

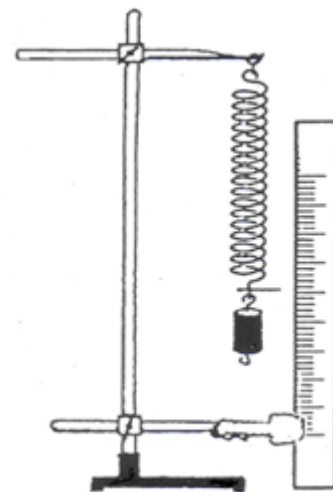
(α) $f = \frac{\pi}{5}\text{Hz}$,

(β) $f = \frac{5\sqrt{2}}{2\pi}\text{Hz}$,

(γ) $f = \frac{5}{\pi}\text{Hz}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

2.

Θ Ε Μ Α Β

2.4

2 4 7 9 6

2.1. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1 και Π_2 ταλαντώνονται με βάση

την εξίσωση απομάκρυνσης – χρόνου $y = A\eta\mu\omega t$ και παράγουν

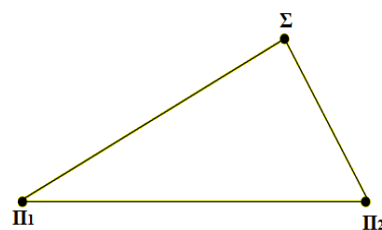
στην επιφάνεια υγρού αρμονικά εγκάρσια κύματα, τα οποία

διαδίδονται χωρίς απώλειες ενέργειας. Η κυματική διαταραχή

που προέρχεται από την πηγή Π_2 φτάνει στο σημείο Σ της

επιφάνειας του υγρού τη χρονική στιγμή t_1 και ενώ η πηγή Π_2 έχει εκτελέσει $N_2 = 4$ ταλαντώσεις,

ενώ η κυματική διαταραχή που προέρχεται από την πηγή Π_1 φτάνει στο ίδιο σημείο, τη χρονική



στιγμή $t_2 = t_1 + \frac{3T}{2}$ όπου T , η περίοδος του κύματος. Μετά τη συμβολή των κυμάτων το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Σ θα είναι

(α) ίσο με A .

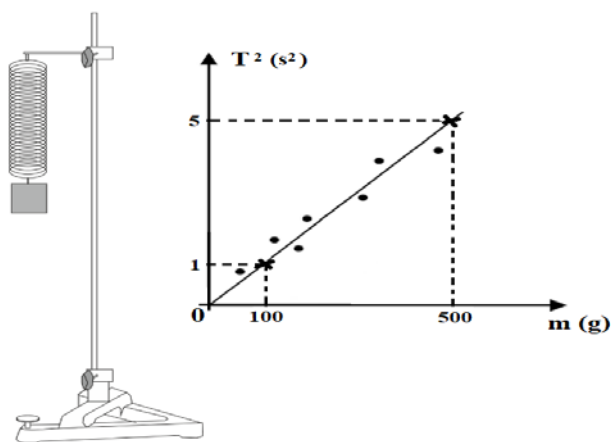
(β) μεγαλύτερο του A .

(γ) μικρότερο του A .

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στο σχήμα βλέπουμε μια πειραματική διάταξη που αποτελείται από ένα ελατήριο με κατάλληλη βάση ανάρτησης, μερικά βαρίδια των $50g$ και ένα χρονόμετρο. Παίρνουμε ένα βαρίδι, το συνδέουμε στο κάτω άκρο του κατακόρυφου ελατηρίου, θέτουμε το σύστημα ελατήριο-μάζα βαριδίου σε ταλάντωση και με το χρονόμετρο μετρούμε την περίοδο της ταλάντωσης. Τη διαδικασία αυτή επαναλαμβάνουμε μερικές φορές συνδέοντας στο κάτω άκρο του ελατηρίου διαφορετικό αριθμό βαριδίων. Στο τέλος, σχεδιάζουμε τη γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου της ταλάντωσης T^2 σε συνάρτηση με τη μάζα m , των βαριδίων. Η πειραματική αυτή διαδικασία στοχεύει στον προσδιορισμό της σταθεράς k του ελατηρίου, η οποία υπολογίζεται με τιμή



(α) $k = 2,5 \text{ N/m}$,

(β) $k = 4 \text{ N/m}$,

(γ) $k = 10 \text{ N/m}$

Για τον υπολογισμό της σταθεράς k του ελατηρίου να λάβετε υπόψη ότι $\pi^2 \cong 10$.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

3.

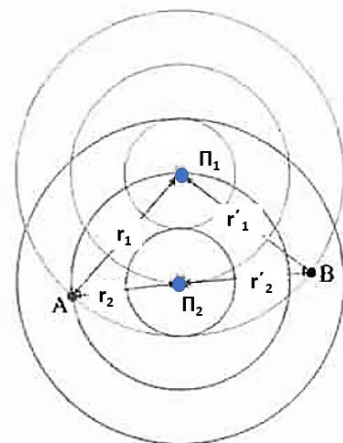
Θ Ε Μ Α Β

2.4

2 5 2 4 5

2.1. Στο σχήμα φαίνονται δύο επικαλυπτόμενα μοτίβα κυκλικών ή σφαιρικών κυματισμών από δύο σύγχρονες (και σύμφωνες) πηγές.

Ο πίνακας που ακολουθεί, παρέχει πληροφορίες για τις αποστάσεις των σημείων Α και Β από τις πηγές Π_1 και Π_2 , αντίστοιχα.



Απόσταση από την πηγή	Απόσταση από την πηγή σε σχέση με το μήκος κύματος
$\Pi_1 A (r_1)$	$3 \cdot \lambda$
$\Pi_1 B (r'_1)$	$3 \cdot \lambda$
$\Pi_2 A (r_2)$	$2 \cdot \lambda$
$\Pi_2 B (r'_2)$	$2,5 \cdot \lambda$

Από τις πληροφορίες του πίνακα προκύπτει ότι:

(α) η συμβολή στο A είναι ενισχυτική και στο B καταστροφική,

(β) η συμβολή στο A είναι καταστροφική και στο B ενισχυτική,

(γ) τόσο στο A όσο και στο B η συμβολή είναι ενισχυτική.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

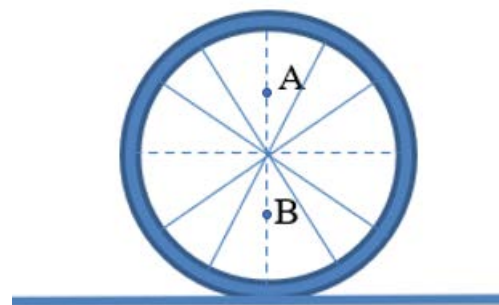
2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένας τροχός, ακτίνας R , κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει πάνω σε ακλόνητο οριζόντιο δάπεδο και κάποια στιγμή t το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας είναι ίσο με v_{CM} . Έστω O το κέντρο του τροχού και A, B σημεία της διαμέτρου που εκείνη τη στιγμή είναι κατακόρυφη, με αποστάσεις από το κέντρο $(OA) = (OB) = \frac{R}{2}$. Αν v_A και v_B , τα μέτρα των ταχυτήτων των σημείων A και B , τη χρονική στιγμή t , τότε το πηλίκο $\frac{v_A}{v_B}$ είναι ίσο με:

(α) 1, (β) $\frac{1}{3}$, (γ) 3.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

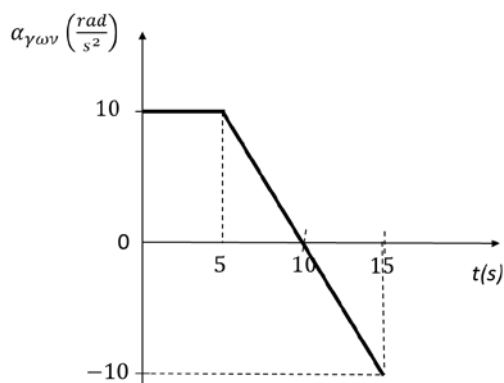
4.

Θ Ε Μ Α Β

2.4

2 5 6 3 8

2.1. Ένας ομογενής και ισοπαχής δίσκος είναι αρχικά ακίνητος και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα περιστροφής $Z'Z$ που είναι κάθετος στο δίσκο και περνά από το κέντρο του O . Το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του δίσκου από $t_0 = 0$ έως $t_1 = 15s$ φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Το μέτρο ω_1 της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου τη χρονική στιγμή t_1 είναι ίσο με:

$$(\alpha) -10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

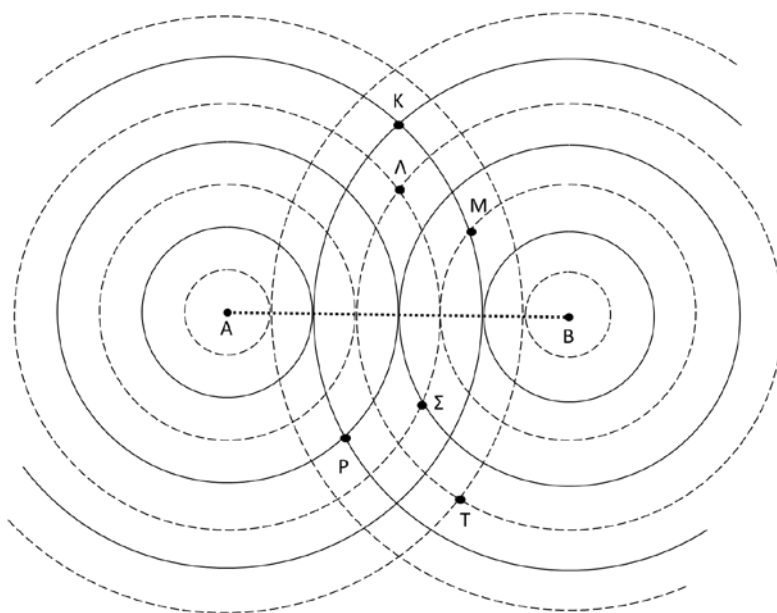
$$(\beta) 50 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$(\gamma) 150 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται δύο σημειακές πηγές Α και Β που δημιουργούν αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους και ίδιας συχνότητας στην ελεύθερη επιφάνεια υγρού που ηρεμεί. Κατά τη διάδοση των δύο κυμάτων δημιουργούνται «όρη» και «κοιλιάδες». Οι συνεχόμενοι κύκλοι αντιστοιχούν σε σημεία που τη δεδομένη χρονική στιγμή είναι «όρη» και οι διακεκομμένοι κύκλοι αντιστοιχούν σε σημεία που την ίδια χρονική στιγμή είναι «κοιλιάδες».



Τα δύο κύματα συμβάλουν στην επιφάνεια του υγρού. Αποσβεστική συμβολή έχουμε στα σημεία:

(α) Κ και Ρ

(β) Λ και Τ

(γ) Μ και Σ

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

$$\text{Μονάδες } [(4+8)+(4+9)]=25$$

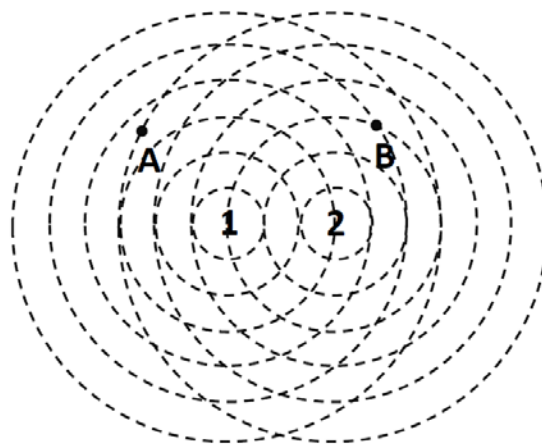
5.

Θ Ε Μ Α Β

2.4

2 6 9 2 9

2.1. Στην επιφάνεια νερού υπάρχουν δύο σύμφωνες πηγές 1 και 2 οι οποίες δημιουργούν επιφανειακά κύματα. Στο σχήμα που ακολουθεί κάθε κύκλος αποτελείται από όλα τα σημεία του επίπεδου ελαστικού μέσου, στα οποία η κυματική διαταραχή από την πηγή που βρίσκεται στο κέντρο του φτάνει την ίδια στιγμή (μέτωπα των κυμάτων). Το σημείο Α βρίσκεται στο μέσο της



απόστασης ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς κύκλους με κέντρο την πηγή 1 (όπως φαίνεται στο σχήμα).

Στα σημεία Α και Β, το πλάτος του κύματος που είναι αποτέλεσμα της συμβολής θα είναι αντίστοιχα

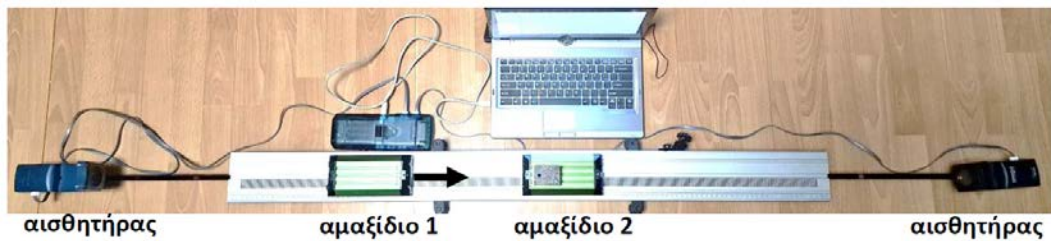
(α) μέγιστο και ελάχιστο , (β) μέγιστο και μέγιστο , (γ) ελάχιστο και μέγιστο

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

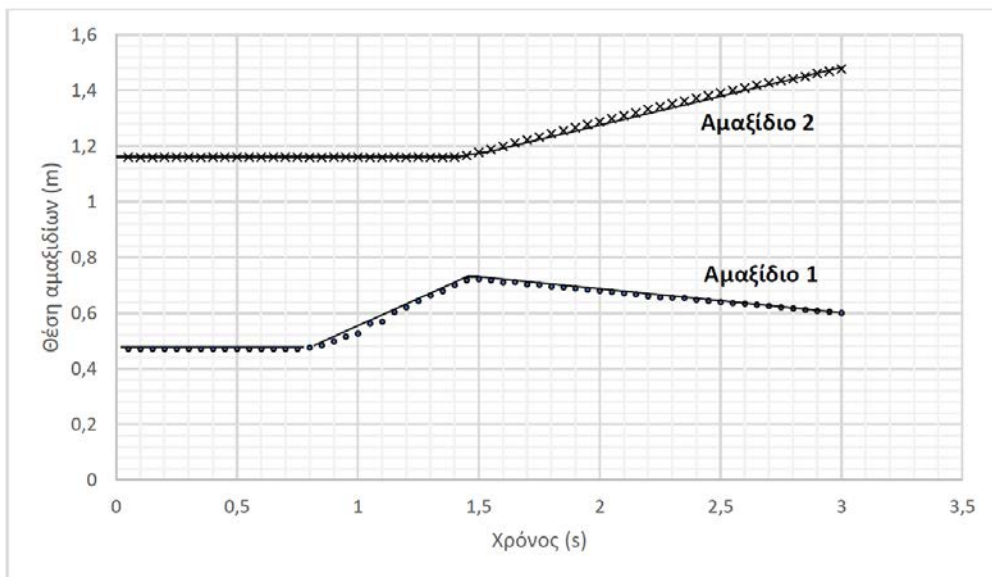
2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Εργαστηριακό αμαξίδιο (1) κινείται προς δεύτερο εργαστηριακό αμαξίδιο (2) και συγκρούεται με αυτό.

Τα αμαξίδια βρίσκονται σε αεροτράπεζα και κινούνται σε ευθύγραμμη τροχιά στα άκρα της οποίας έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες κίνησης, συνδεδεμένοι σε υπολογιστή, ώστε να υπολογίζεται η θέση κάθε αμαξιδίου σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Με τη βοήθεια των μετρήσεων από τους αισθητήρες, σχεδιάστηκε το παρακάτω διάγραμμα.



Το πηλίκο m_1/m_2 των μαζών των δύο αμαξιδίων είναι πιο κοντά στην τιμή

(α) 1 , (β) 0,5 , (γ) 0,2

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

2.4 Συμβολή δύο κυμάτων στην επιφάνεια υγρού (1)

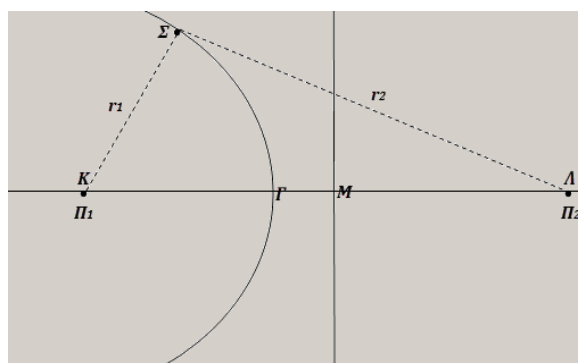
1.

Θ Ε Μ Α Δ

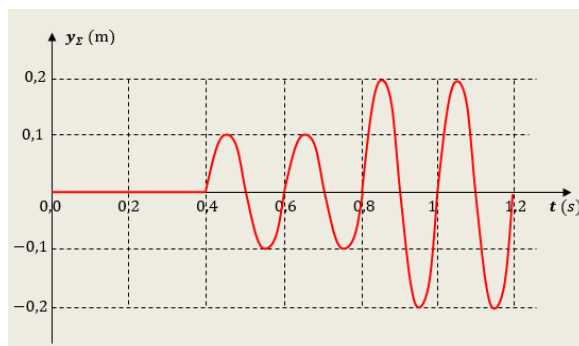
2.4

3 4 1 1 6

Δύο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 , εκτελούν αρμονικές ταλαντώσεις ίδιου πλάτους και παράγουν εγκάρσια κύματα στην ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού. Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού, δίνεται $v_\delta = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ένα υλικό σημείο Σ , της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού, απέχει αποστάσεις r_1, r_2 αντίστοιχα, από τις δύο πηγές, για τις οποίες ισχύει $r_2 > r_1$, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Οι δύο πηγές ξεκινούν ταυτόχρονα τις αρμονικές ταλαντώσεις τους, τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ και η απομάκρυνση του σημείου Σ από τη θέση ισορροπίας του, μεταβάλλεται με το χρόνο όπως φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα.



Να υποθέσετε ότι για τις διαστάσεις αυτού του πειράματος, τα κύματα από τις δύο πηγές φτάνουν στο Σ με ίσα πλάτη. Να υπολογίσετε:

4.1. το μήκος κύματος, των κυμάτων που παράγουν οι δύο πηγές, στην επιφάνεια του υγρού,

4.2. τις αποστάσεις r_1 και r_2 αντίστοιχα, των δύο πηγών, από το σημείο Σ .

Το σημείο Σ , ανήκει σε μια ενισχυτική υπερβολή, της οποίας όλα τα σημεία απέχουν από τις δύο πηγές αποστάσεις με την ίδια διαφορά, η οποία τέμνει το ευθύγραμμο τμήμα $K\Lambda$ στο σημείο Γ .

4.3. Να υπολογίσετε την απόσταση ΓM , του σημείου αυτού, από το μέσον M του $K\Lambda$.

4.4. Αν δίνεται ότι τα ευθύγραμμο τμήματα $K\Sigma$ και $\Lambda\Sigma$ είναι κάθετα μεταξύ τους, να βρείτε πόσα υλικά σημεία της επιφάνειας του υγρού, των οποίων οι θέσεις ισορροπίας ανήκουν στο ευθύγραμμο τμήμα $K\Lambda$, ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος και είναι σημεία ενισχυτικής συμβολής.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

2.5 Στάσιμα Κύματα (2)

1.

Θ Ε Μ Α Β

2.5

2 4 7 9 7

2.1. Μια χορδή βιολιού με τα δύο άκρα της στερεωμένα, ταλαντώνεται με συχνότητα $f = 12 \text{ Hz}$. Στο σχήμα φαίνονται δύο στιγμιότυπα του στάσιμου κύματος. Η θεμελιώδης συχνότητα της χορδής f_0 , δηλαδή η μικρότερη συχνότητα για την οποία σχηματίζεται στάσιμο κύμα είναι



(α) μικρότερη των 4 Hz .

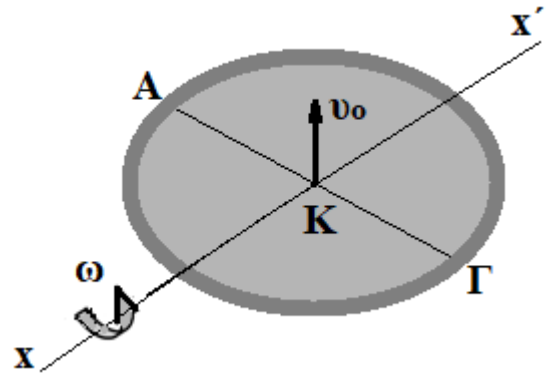
(β) ίση με 4 Hz .

(γ) μεγαλύτερη των 4 Hz .

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στρίβουμε ένα νόμισμα στον αέρα. Το νόμισμα έχει διάμετρο L . Τη στιγμή που το νόμισμα εγκαταλείπει το χέρι μας κινούμενο κατακόρυφα προς τα πάνω είναι οριζόντιο, το κέντρο μάζας του K έχει αρχική ταχύτητα v_0 και το ένα άκρο A μιας διαμέτρου του $A\Gamma$ έχει μηδενική ταχύτητα και περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα xx' κάθετο στην $A\Gamma$ που διέρχεται από το κέντρο μάζας του K . Το κέντρο μάζας K κινείται κατακόρυφα και φθάνει σταματώντας στιγμιαία σε ύψος h . Ο αριθμός N , των περιστροφών που θα εκτελέσει το νόμισμα μέχρι τη στιγμή που το κέντρο μάζας K φτάσει στο ύψος h είναι:



(α) $N = \frac{2h}{\pi L}$

(β) $N = \frac{h}{\pi L}$

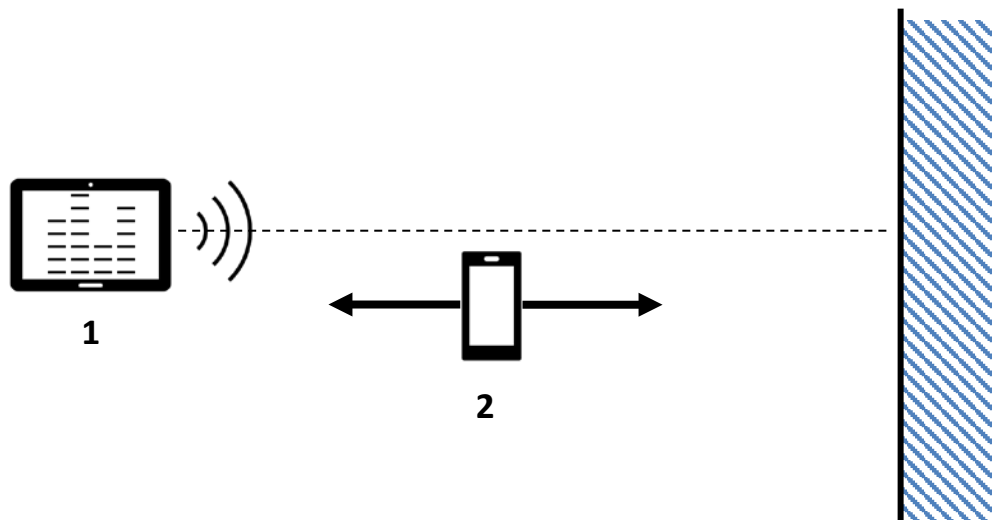
(γ) $N = \frac{h}{2\pi L}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

- 2.1.** Συσκευή 1 συγκρατείται σε απόσταση L από τοίχο. Η συσκευή, με τη χρήση κατάλληλης εφαρμογής, παράγει ήχο συχνότητας 170 Hz . Κατά μήκος της απόστασης L , μετακινούμε δεύτερη συσκευή (συσκευή 2), η οποία χρησιμοποιώντας το μικρόφώνό της και άλλη κατάλληλη εφαρμογή μπορεί να μετράει την ένταση του ήχου σε κάθε σημείο.



Η ταχύτητα του ήχου είναι 340 m/s . Η συσκευή 2 καταγράφει πως, εκτός από σημείο του τοίχου, υπάρχει μόνο ένα ελάχιστο στην ένταση του ήχου, σε απόσταση 1 m από τον τοίχο. Η απόσταση L είναι ίση με

(α) $2,25\text{ m}$, (β) $1,50\text{ m}$, (γ) $1,25\text{ m}$

2.1. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.2.** Σώμα μάζας m_1 κινείται με ταχύτητα μέτρου v_1 και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας m_2 . Είναι δυνατό μετά την κρούση οι ταχύτητες των δύο σωμάτων, αντίστοιχα v_1' και v_2' , να συνδέονται μέσω της σχέσης $v_1' = \frac{2v_2'}{3}$;

(α) ναι, αλλά μόνο αν $m_2 < m_1$

(β) όχι

(γ) ναι, αλλά μόνο αν $m_2 > m_1$

2.2. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.5 Στάσιμα Κύματα (7)

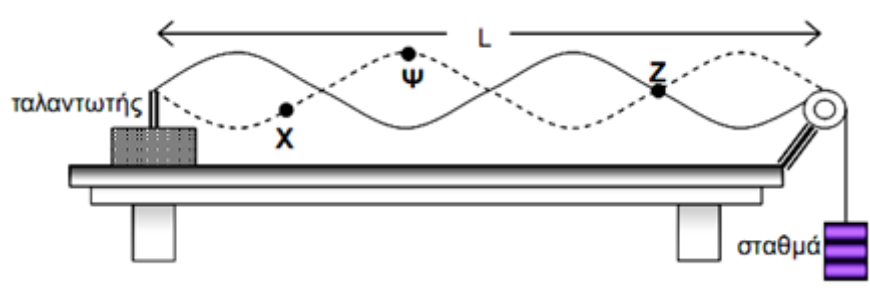
1.

Θ Ε Μ Α Δ

2.5

2 3 2 4 5

Για τη μελέτη των στάσιμων κυμάτων κατά μήκος τεντωμένης χορδής δημιουργήθηκε στο εργαστήριο η πειραματική διάταξη του παρακάτω σχήματος. Αποτελείται από έναν ταλαντωτή, μία τροχαλία, μία αβαρή ελαστική χορδή και διάφορα σταθμά. Ο ταλαντωτής συνδέεται με μία γεννήτρια συχνοτήτων. Όταν η χορδή ηρεμεί έχει μήκος $L = 1,6 \text{ m}$. Η γεννήτρια τίθεται σε λειτουργία και ρυθμίζουμε την συχνότητά της ώστε να σχηματιστεί το στάσιμο κύμα του παρακάτω σχήματος.



Τα σημεία που συνδέεται η χορδή με τον ταλαντωτή και την τροχαλία, μετά τον σχηματισμό του στάσιμου κύματος θεωρούνται ακίνητα, δηλαδή συμπεριφέρονται όπως το σημείο Z. Η μέγιστη απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας των σημείων που βρίσκονται στις κοιλίες π.χ. το Ψ, είναι 4 cm . Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που χρειάζεται το σημείο X για να κινηθεί από την μία ακραία θέση ταλάντωσης στην άλλη είναι $\Delta t = 0,1 \text{ s}$.

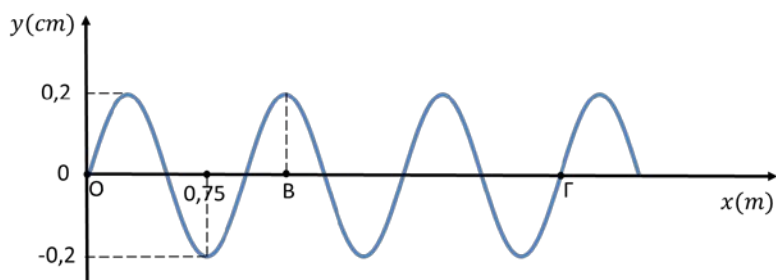
- 4.1. Να βρεθεί το μήκος κύματος των αρμονικών κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα στην χορδή καθώς και η ταχύτητα διάδοσης του αρμονικού κύματος στην χορδή.
- 4.2. Να υπολογίσετε πόσο πρέπει να μεταβληθεί η συχνότητα της γεννήτριας ώστε να σχηματιστεί στην χορδή ένα ακόμη σημείο δεσμού.
- 4.3. Για την αρχική συχνότητα του ταλαντωτή να γραφεί η εξίσωση του στάσιμου κύματος του παραπάνω σχήματος, καθώς και η εξίσωση που δίνει την επιτάχυνση ταλάντωσης των μορίων της χορδής σε συνάρτηση με τον χρόνο. Θεωρούμε ως $t = 0$ τη στιγμή που όλα τα μόρια της χορδής διέρχονται από την θέση ισορροπίας τους και η ταχύτητα του σημείου στην θέση Ψ είναι $u > 0$. Ορίζουμε την θέση του σημείου Ψ ως την αρχή του οριζόντιου άξονα με $x = 0$. Να θεωρήσετε ότι $\pi^2 = 10$.
- 4.4. Για την αρχική συχνότητα του ταλαντωτή να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης των μορίων της χορδής του παραπάνω σχήματος τα οποία βρίσκονται στις θέσεις των κοιλιών, όταν βρεθούν σε απομάκρυνση $y = \sqrt{7} \text{ cm}$ από την θέση ισορροπίας.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Το σημείο Ο ενός γραμμικού ελαστικού μέσου αποτελεί πηγή αρμονικής διαταραχής και αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ σύμφωνα με την εξίσωση:

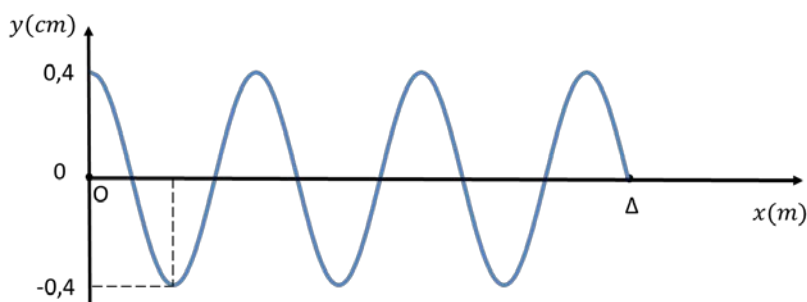
$$y = A \cdot \eta\mu 10\pi t \text{ (SI)}$$

Το στιγμιότυπο του κύματος που διαδίδεται στο γραμμικό ελαστικό μέσο, τη χρονική στιγμή t_1 φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



- 4.1.** Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και το μέτρο της ταχύτητας διάδοσης του κύματος.
- 4.2.** Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης των σημείων Β και Γ τη χρονική στιγμή t_1 . Να εξηγήσετε αν η διαφορά φάσης των σημείων Β και Γ εξαρτάται από τη χρονική στιγμή υπολογισμού της.
- 4.3.** Να παραστήσετε γραφικά σε σύστημα ορθογώνιων βαθμολογημένων αξόνων την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του σημείου Β συναρτήσει του χρόνου μέχρι τη χρονική στιγμή $t = \frac{10}{20} s$.

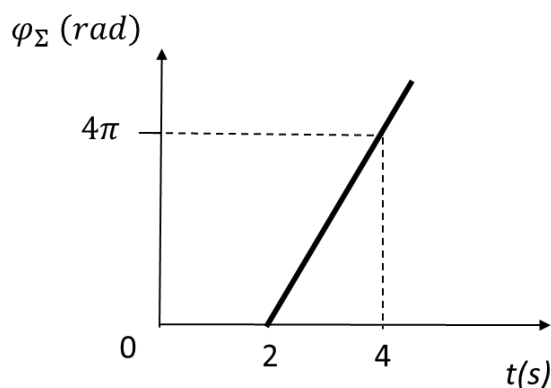
Σε ένα όμοιο γραμμικό ελαστικό μέσο μήκους L , ένα αρμονικό κύμα πλάτους A και συχνότητας $f = 5 Hz$ που διαδίδεται κατά τη θετική φορά, συμβάλλει με ένα αρμονικό κύμα ίδιου πλάτους και συχνότητας που διαδίδεται κατά την αντίθετη φορά. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αποκαθίσταται στάσιμο κύμα στο γραμμικό ελαστικό μέσο. Το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,85 s$, κατά την οποία όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου έχουν μηδενική ταχύτητα φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



- 4.4.** Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του σε σύστημα ορθογώνιων βαθμολογημένων αξόνων τη χρονική στιγμή $t_3 = 0,95 s$.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

Κατά μήκος ενός γραμμικού, ομογενούς, ελαστικού μέσου διαδίδεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'Ox$ ένα αρμονικό κύμα. Το σημείο O της θέσης $x_O = 0$ εκτελεί αρμονική ταλάντωση που περιγράφεται από την εξίσωση $y = 0,5\eta\mu\omega t$ (SI). Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της φάσης φ_Σ του σημείου Σ του ελαστικού μέσου που βρίσκεται στη θέση $x_\Sigma = 8m$, συναρτήσεως του χρόνου.



- 4.1.** Να υπολογίσετε το μήκος κύματος, την περίοδο και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.
- 4.2.** Να γράψετε την εξίσωση του αρμονικού κύματος και να παραστήσετε γραφικά σε βαθμολογημένους άξονες το στιγμιότυπό του τη χρονική στιγμή $t_1 = 2,5s$.
- 4.3.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου Σ τη χρονική στιγμή t_1 .
- 4.4.** Να γράψετε την εξίσωση ενός άλλου αρμονικού κύματος που πρέπει να συμβάλει με αυτό το αρμονικό κύμα για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα στο γραμμικό ελαστικό μέσο.

Μονάδες $(8+8+4+5)=25$

Κατά μήκος μιας χορδής μεγάλου μήκους, η οποία ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$, διαδίδονται ταυτόχρονα δύο αρμονικά κύματα που έχουν εξισώσεις

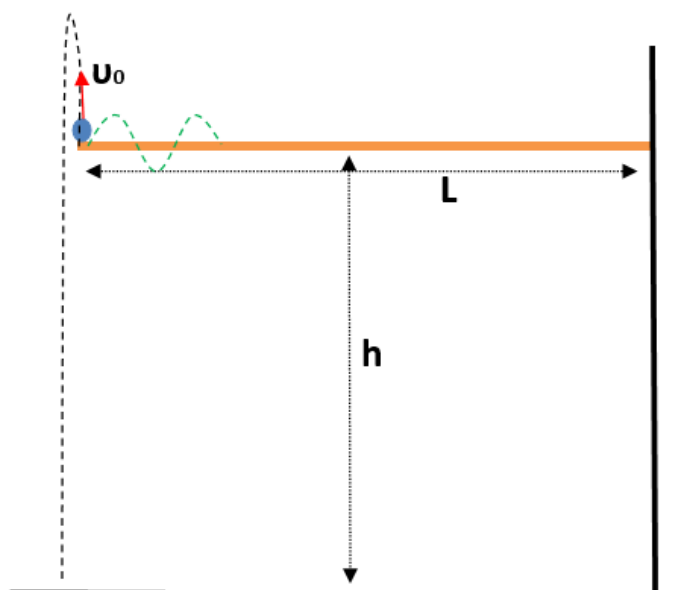
$$y_1 = 0,2\eta\mu 2\pi(10t - 5x) \text{ (S.I.) και } y_2 = 0,2\eta\mu 2\pi(10t + 5x) \text{ (S.I.)}$$

Τα δύο κύματα συμβάλλουν δημιουργώντας στο ελαστικό μέσο στάσιμο κύμα.

- 4.1.** Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που δημιουργείται στη χορδή.
- 4.2.** Να αποδείξετε ότι στην αρχή $O(x = 0)$ του άξονα δημιουργείται κοιλία.
- 4.3.** Να διερευνήσετε αν στο σημείο $B(x_B = 0,25 m)$ σχηματίζεται δεσμός ή κοιλία.
- 4.4.** Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης καθώς και τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του υλικού σημείου M της χορδής που έχει τετμημένη $x_M = 0,025 m$.

Μονάδες $(6+6+6+7)=25$

Σημειακό σώμα πέφτει στο ακραίο σημείο οριζώντιου γραμμικού ελαστικού μέσου, μήκους $L = 6,125\text{m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε κατακόρυφο τοίχο, σε ύψος $h = 15\text{m}$ από το έδαφος.



Το σώμα μετά την κρούση, αναγκάζει το άκρο του ελαστικού μέσου να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A = 0,4\text{m}$. Το χρονικό διάστημα για να ξαναπεράσει το άκρο του ελαστικού μέσου για πρώτη φορά από την θέση ισορροπίας του είναι $t = \frac{1}{50}\text{s}$. Εκείνη τη στιγμή το σώμα αποχωρίζεται από το ελαστικό μέσο και εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα $u_0 = 10\text{m/s}$. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) και θεωρούμε ότι δεν ασκούνται δυνάμεις αντίστασης σε κανένα σώμα.

4.1. Να υπολογίσετε σε πόσο χρόνο το σώμα θα φθάσει στο έδαφος.

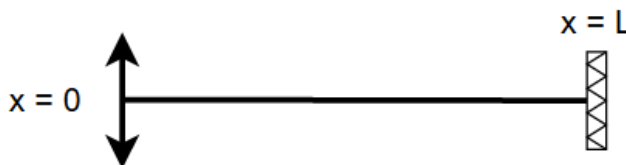
4.2. Από το ταλαντούμενο άκρο του ελαστικού μέσου ξεκινά να διαδίδεται εγκάρσιο κύμα με νέα συχνότητα διπλάσια από εκείνη που ταλαντώνονταν πριν εκτοξευτεί το σώμα. Αν η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $v_\delta = 25\text{m/s}$, να γράψετε:

- (i) την εξίσωση του τρέχοντος κύματος (πριν συμβεί ανάκλαση του κύματος στο ακλόνητο άκρο) και
- (ii) την εξίσωση του στιγμιότυπου του κύματος την χρονική στιγμή $t' = 0,2\text{s}$

4.3. Για το μήκος του ελαστικού μέσου ($L = 6,125\text{m}$) που δόθηκε, να εξετάσετε αν θα δημιουργηθεί στάσιμο κύμα και εφόσον δημιουργηθεί να προσδιορίσετε τον αριθμό των δεσμών και των κοιλιών του πάνω στο μέσο.

Μονάδες $(8+8+9)=25$

Λεπτή ατσάλινη χορδή έχει μήκος $L = \frac{7}{4} \text{ m}$ και έχει τη διεύθυνση του οριζόντιου άξονα x . Η χορδή διεγείρεται με κατάλληλη διάταξη σε ταλάντωση με το ένα της άκρο σταθερό στο σημείο $x = L$ ενώ το άλλο άκρο είναι ελεύθερο στο $x = 0$.



4.1. Να δείξετε ότι οι συχνότητες των τρόπων ταλάντωσης της χορδής που μπορούμε να πετύχουμε με την κατάλληλη διάταξη κάθε φορά για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα είναι: $f = \frac{v}{4L}(2n + 1)$

Όπου v είναι η ταχύτητα διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων στη χορδή, και n ακέραιος αριθμός. Δηλαδή οι τιμές των συχνοτήτων θα είναι:

$$f_1, 3 \cdot f_1, 5 \cdot f_1, 7 \cdot f_1, \dots \text{ όπου } f_1 = \frac{v}{4L}$$

4.2. Αν δίνεται ότι $f_1 = 50 \text{ Hz}$, να βρείτε το αντίστοιχο μήκος κύματος λ_1 του εγκάρσιου κύματος το οποίο όταν διαδίδεται στην χορδή, δημιουργεί, λόγω της ανάκλασής του στο δεσμευμένο άκρο, στάσιμο κύμα.

4.3. Να υπολογίσετε την σταθερή ταχύτητα διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων στα οποία οφείλεται το στάσιμο κύμα.

Στη συνέχεια, με την κατάλληλη διάταξη, στην χορδή διαδίδεται κύμα με συχνότητα $f_7 = 7 \cdot f_1 = 350 \text{ Hz}$.

4.4. Να γράψετε (στο *S.I.*) την εξίσωση του στάσιμου κύματος για συχνότητα πηγής ίση με f_7 . Δίνεται ότι η μέγιστη απομάκρυνση ενός σημείου της χορδής που βρίσκεται στη θέση $x = \frac{\lambda}{8}$ είναι $2\sqrt{2} \text{ cm}$.

Μονάδες (7+7+6+5)=25

Το άκρο Λ οριζόντιου σχοινιού είναι ακλόνητα στερεωμένο, ενώ το άκρο Κ ταλαντώνεται αρμονικά με εξίσωση $y = 0,2 \sin 5\pi t$ (SI), σε διεύθυνση κάθετη στο μήκος του σχοινιού. Το μήκος του σχοινιού είναι $5,2 \text{ m}$ και η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων σε αυτό είναι 4 m/s .

4.1. Να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης του κύματος που δημιουργείται από την ταλάντωση του σημείου Κ, θεωρώντας ως θετική τη φορά από το Κ προς το Λ.

4.2. Να περιγράψετε τη δημιουργία στάσιμου κύματος στο σχοινί και να αποδείξετε πως πράγματι μπορεί αυτό το στάσιμο κύμα να δημιουργηθεί.

4.3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης που θα μπορεί να έχει κάποιο σημείο (στοιχειώδης μάζα) του σχοινιού.

4.4. Η συχνότητα της ταλάντωσης του σημείου Κ υποδιπλασιάζεται. Να διερευνήσετε αν μπορεί να σχηματιστεί στάσιμο κύμα στο σχοινί.

Μονάδες (5+7+7+6)=25

2.6 Παραγωγή Ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (1)

1.

Θ Ε Μ Α Β

2.6

2 4 4 4 4

2.1. Τρεις θεμελιακές σταθερές της φυσικής είναι η διηλεκτρική σταθερά του κενού ϵ_0 , η μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_0 και η ταχύτητα του φωτός στο κενό c . Να χρησιμοποιήσετε τις τιμές των μεγεθών ϵ_0 , μ_0 και c από το τυπολόγιο που σας έχει δοθεί. Η σχέση που συνδέει τα τρία μεγέθη είναι:

(α) $\mu_0 \cdot \epsilon_0 = c$

(β) $\mu_0 \cdot \epsilon_0 = c^2$

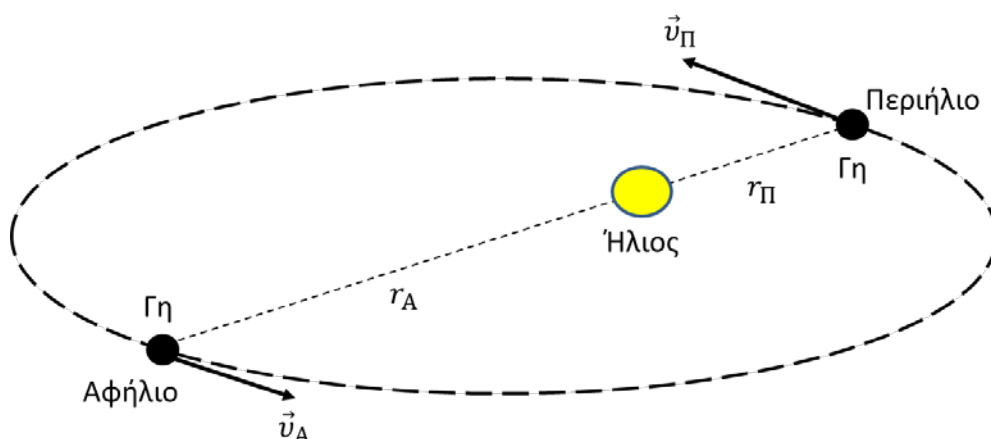
(γ) $\mu_0 \cdot \epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτική τροχιά. Θεωρούμε ότι η μόνη δύναμη που δέχεται είναι η βαρυτική έλξη $\vec{F}_g$ από τον Ήλιο. Το σημείο της ελλειπτικής τροχιάς της Γης που βρίσκεται στη μικρότερη απόσταση, r_Π , από τον Ήλιο ονομάζεται περιήλιο, ενώ το σημείο που βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση, r_A , ονομάζεται αφήλιο.

Η σχέση που συνδέει τις δύο αποστάσεις είναι: $r_\Pi = \frac{9}{10} r_A$.



Η σχέση που συνδέει το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας της Γης στο περιήλιο, ω_Π , με το μέτρο της στο αφήλιο, ω_A , είναι:

(α) $\omega_\Pi = \omega_A$

(β) $\omega_\Pi = \frac{100}{81} \omega_A$

(γ) $\omega_\Pi = \frac{81}{100} \omega_A$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

2.8 Το Φάσμα Της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας (3)

1.

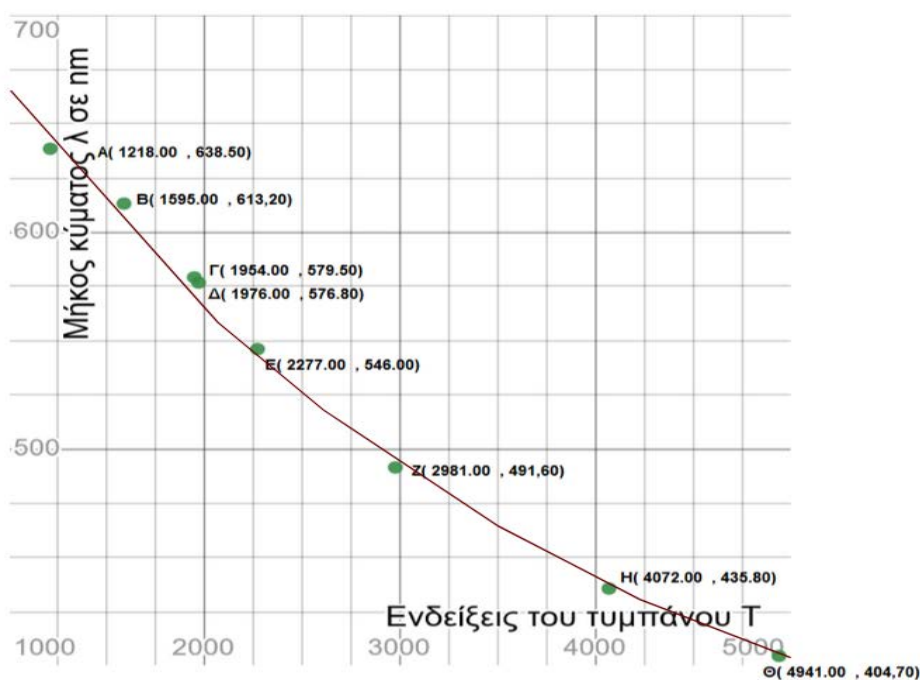
Θ Ε Μ Α Β

2.8

2 6 3 5 4

2.1. Εργαστηριακή ομάδα φοιτητών του Πανεπιστημίου Πατρών πραγματοποίησε εργαστηριακή άσκηση που αφορά τη μελέτη των φασμάτων.

Για την εξέταση των φασμάτων και τη μέτρηση του μήκους κύματος στο εργαστήριο χρησιμοποιείται το φασματοσκόπιο σταθερής εκτροπής. Έτσι ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία: Φωτίζουμε με πηγή γραμμικού φάσματος (λυχνία υδραργύρου - Hg) και λαμβάνουμε το φάσμα της. Η ομάδα παρατήρησε τις γραμμές του φάσματος της λυχνίας του Hg καταγράφοντας την ένδειξη της κλίμακας του φασματοσκοπίου T για διάφορα μήκη κύματος λ . Στη συνέχεια κατασκευάστηκε η «καμπύλη βαθμονόμησης του φασματοσκοπίου» δηλαδή η γραφική παράσταση της σχέσης $\lambda = f(T)$. Η γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του μήκους κύματος λ και της «ενδείξεως κλίμακας» T μετά από τη λήψη των πειραματικών μετρήσεων παριστάνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Στον πίνακα δίνεται η αντιστοιχία χρωμάτων με μήκη κύματος του ορατού φωτός.

Χρώμα	λ (nm)
Ιώδες	400 – 440
Κυανό	440 – 480
Πράσινο	480 – 560
Κίτρινο	560 – 590
Πορτοκαλί	590 – 630
Ερυθρό	630 – 700

Ποια είναι τα χρώματα του ορατού φάσματος που παρατηρήθηκε από την ομάδα των φοιτητών ;

(α) Μόνο το Ερυθρό και το Κίτρινο.

(β) Σίγουρα Ερυθρό, Κίτρινο, Πράσινο και Ιώδες.

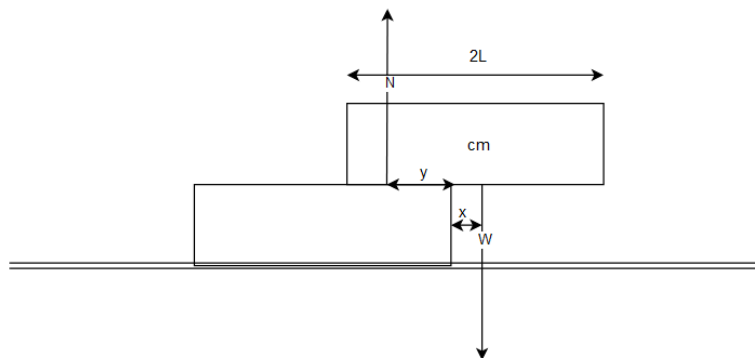
(γ) Μόνο το Πράσινο και το Ιώδες.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Δύο όμοιες ράβδοι από το ίδιο υλικό μήκους $2L$ η κάθε μία τοποθετούνται η μια πάνω στην άλλη όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Δίνεται ότι το βάρος της κάθε μίας είναι $W = 20\text{ N}$ και το μήκος $2L = 0,8\text{ m}$. Η θέση που πρέπει να τοποθετηθούν η μία πάνω στην άλλη για να ισορροπούν είναι:

$$(α) x = 0 \quad , \quad (β) x = \frac{L}{4} \quad , \quad (γ) x = \frac{L}{2}$$



2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.

Θ Ε Μ Α Β

2.8

2 6 9 2 3

2.1. Η εικόνα¹ (Πηγή: Wikimedia) δείχνει κεραία που εκπέμπει

ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεσαίου μήκους κύματος (κεραία AM στο Chapel Hill της North Carolina, ΗΠΑ). Μία συνηθισμένη συχνότητα είναι τα 700 kHz . Τέτοιου είδους κεραίες είναι πιο αποδοτικές όταν το ύψος τους είναι ίσο με το $1/4$ του μήκους κύματος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπουν. Μία κεραία με αυτά τα χαρακτηριστικά

(α) εκπέμπει στα μικροκύματα και το ύψος της θα είναι περίπου $0,01\text{ m}$.

(β) εκπέμπει στα ραδιοκύματα και το ύψος της θα είναι περίπου 400 m .

(γ) εκπέμπει στα ραδιοκύματα και το ύψος της θα είναι περίπου 100 m .

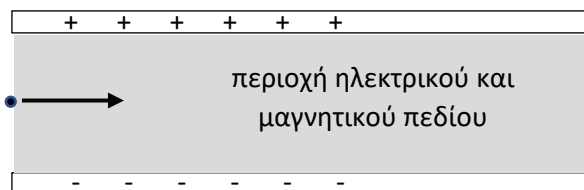
2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.



¹ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/72/2008-07-28_Mast_radiator.jpg/399px-2008-07-28_Mast_radiator.jpg

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα σωματίδιο φορτίου q κινείται προς τα δεξιά, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εισέρχεται σε περιοχή όπου συνυπάρχουν ομογενές ηλεκτρικό και ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται από παράλληλες, αντίθετα φορτισμένες μεταλλικές πλάκες. Για να μπορέσει το σωματίδιο να περάσει μέσα από την περιοχή των δύο πεδίων χωρίς απόκλιση, θα πρέπει το μαγνητικό πεδίο να έχει κατεύθυνση



(α) προς το επάνω μέρος της σελίδας.

(β) προς τα έξω (φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη).

(γ) προς τα μέσα (φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα).

2.2. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

3.

Θ Ε Μ Α Β

2.8

2 6 9 2 7

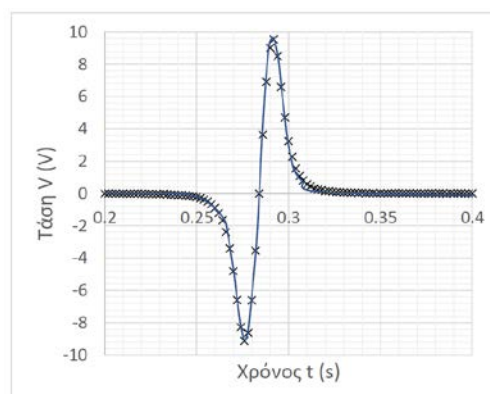
2.1. Μαγνήτης αφήνεται από κάποιο ύψος να πέσει ελεύθερα διαμέσου πηνίου το οποίο, με τη βοήθεια ορθοστάτη, είναι στερεωμένο κατακόρυφα. Μέσω συσκευής λήψης δεδομένων και αισθητήρα τάσης, στην οθόνη του υπολογιστή σχηματίζεται γραφική παράσταση της διαφοράς δυναμικού στα άκρα του πηνίου, σε σχέση με τον χρόνο, για το χρονικό διάστημα πτώσης του μαγνήτη.



Το διάγραμμα εμφανίζεται δεξιά.

Παρατηρούμε πως

1. Το διάγραμμα έχει αρχικά μη μηδενικές τιμές (αρνητικές) μεταξύ, περίπου, $0,240\text{ s}$ και $0,285\text{ s}$ (δηλαδή για χρονικό διάστημα $0,045\text{ s}$) και έπειτα μη μηδενικές (θετικές) τιμές μεταξύ $0,285\text{ s}$ και $0,320\text{ s}$ (δηλαδή για μικρότερο χρονικό διάστημα $0,035\text{ s}$).



2. Σε απόλυτη τιμή, το μέγεθος του μέγιστου στις θετικές τιμές είναι μεγαλύτερο από το μέγεθος του ελάχιστου στις αρνητικές τιμές.

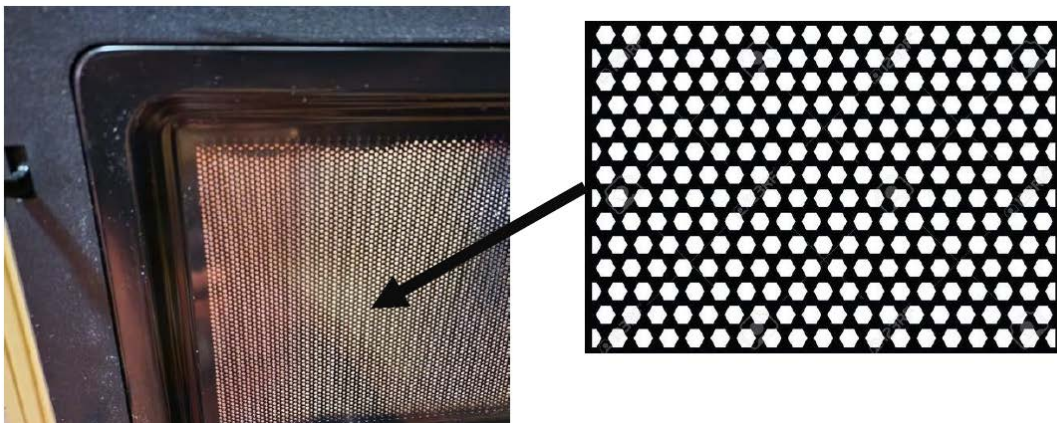
Η αιτία για αυτές τις δύο συγκεκριμένες διαφορές (διαφορά ανάμεσα στα χρονικά διαστήματα και διαφορά στα μέγιστα) ανάμεσα στις θετικές και αρνητικές τιμές είναι πως:

- (α) η ταχύτητα του μαγνήτη κατά την έξοδό του από το πηνίο είναι μεγαλύτερη από ότι κατά την είσοδό του σε αυτό.
- (β) ο κανόνας του Lenz υπαγορεύει πως ο μαγνήτης πρέπει να δυσκολευτεί τόσο κατά την είσοδο, όσο και κατά την έξοδό του από το πηνίο.
- (γ) το πηνίο αποθηκεύει προσωρινά περισσότερη ενέργεια μαγνητικού πεδίου κατά την είσοδο του μαγνήτη παρά κατά την έξοδό του.

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα οποιοδήποτε ηλεκτρομαγνητικό κύμα δεν μπορεί να περάσει από κάποιο άνοιγμα (όπως μία τρύπα) αν το τελευταίο είναι αισθητά μικρότερο από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Ένας τυπικός φούρνος μικροκυμάτων χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία συχνότητας $2,45 \text{ GHz}$.



Ποιο από τα παρακάτω μεγέθη ανοιγμάτων στην πόρτα του φούρνου μικροκυμάτων επιτρέπει να δούμε στο εσωτερικό του φούρνου, αλλά δεν επιτρέπει σε μικροκύματα να περάσουν από τον φούρνο προς τα έξω (στην πραγματικότητα, πρόκειται για απαίτηση ασφαλείας από τους κατασκευαστές των φούρνων μικροκυμάτων);

(α) 200 nm , (β) 2 mm , (γ) 20 cm

2.2. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

7.2 Η ακτινοβολία του μέλανος σώματος (6)

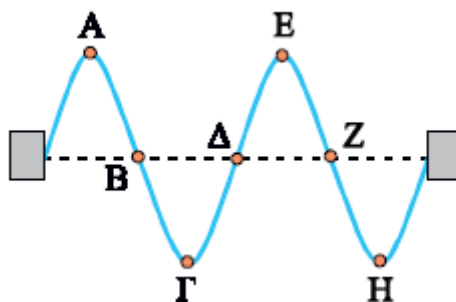
1.

Θ Ε Μ Α Β

7.2

2 3 1 3 4

2.1. Το σχήμα που ακολουθεί παριστάνει ένα στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος που έχει δημιουργηθεί σε μια χορδή μήκους d .



Τα αρμονικά κύματα που δημιουργούν το στάσιμο κύμα έχουν ταχύτητα μέτρου $v = 6 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$. Αν το χρονικό διάστημα που διαρκεί η κίνηση του σημείου Α από την θέση ισορροπίας μέχρι την θέση που ακινητοποιείται στιγμιαία για πρώτη φορά είναι $\Delta t = 0,5\text{s}$, τότε:

(α) το ευθύγραμμο τμήμα ΒΖ έχει μήκος $\Delta x_{BZ} = 6\text{cm}$.

(β) η οριζόντια απόσταση των σημείων Γ και Ε είναι $\Delta x_{\Gamma\text{Ε}} = 12\text{cm}$.

(γ) το μήκος της χορδής είναι $d = 24\text{cm}$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα μέλαν σώμα που έχει απόλυτη θερμοκρασία $T_1 = 1450\text{K}$ εκπέμπει το μέγιστο της ακτινοβολίας του στην περιοχή του υπέρυθρου Η/Μ φάσματος, σε μήκος κύματος «αιχμής» $\lambda_{1\text{max}} = 2000\text{nm}$. Ένας τρόπος υπολογισμού της επιφανειακής θερμοκρασίας του Ηλίου είναι να θεωρηθεί ως μέλαν σώμα. Ο Ήλιος εκπέμπει το μέγιστο της ακτινοβολίας του στο ορατό φάσμα, σε μήκος κύματος $\lambda_{2\text{max}} = 500\text{nm}$. Αυτό το μήκος κύματος αντιστοιχεί στο μέγιστο της ευαισθησίας του ανθρώπινου ματιού (κυανοπράσινο φως)! Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα η απόλυτη θερμοκρασία της επιφάνειας του Ηλίου είναι

(α) 2900K , (β) 5800K , (γ) 11600K

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Ένα βλήμα διαπερνά ένα κιβώτιο που ήταν αρχικά ακίνητο, με μια κρούση κεντρική ασήμαντης χρονικής διάρκειας. Εάν η μηχανική ενέργεια που χάθηκε ως θερμική ενέργεια στο σύστημα είναι 100 J και η κινητική ενέργεια του βλήματος ελαττώθηκε κατά 180 J εξαιτίας της κρούσης, τότε η κινητική ενέργεια του κιβωτίου μετά το πέρασμα του βλήματος, είναι:

(α) 80 J , (β) 100 J , (γ) 20 J

2.1. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Για τα όντα που ζουν στη Γη, θα μπορούσαμε να πούμε, ότι βλέπουν στην περιοχή μηκών κύματος του φωτός, η οποία σε γενικές γραμμές εκτείνεται από μήκος κύματος 400 nm (ιώδες), μέχρι μήκος κύματος 700 nm (ερυθρό), την περιοχή του “ορατού φωτός” για τους ανθρώπους. Σύμφωνα με τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών του Δαρβίνου, στην περιοχή αυτή που προσαρμόστηκαν τα γήινα όντα, πρέπει να υπάρχει το “περισσότερο φως”. Πράγματι, η μέγιστη ένταση φωτός υπάρχει σε αυτή την περιοχή και είναι σε μήκος κύματος περίπου $\lambda_{max}^{Γης} = 500$ nm. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του Ήλιου είναι $T_H = 5800$ K. Σε ένα υποθετικό πλανήτη, άλλου ηλιακού συστήματος, υπάρχουν όντα και βλέπουν φως σε άλλη περιοχή μηκών κύματος, με την μέγιστη ένταση φωτός να αντιστοιχεί σε μήκος κύματος $\lambda_{max}^{Πλανήτη} = 290$ nm. Να υποθέσετε ότι για τη θερμική ακτινοβολία ενός άστρου, μπορείτε να εφαρμόσετε το νόμο μετατόπισης του Wien για το μέλαν σώμα. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του ήλιου, στο ηλιακό σύστημα του υποθετικού αυτού πλανήτη είναι:

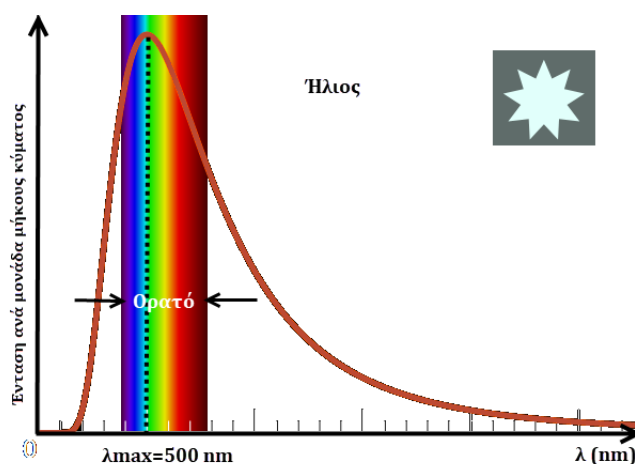
(α) $T_H' = 2900$ K , (β) $T_H' = 58000$ K , (γ) $T_H' = 10000$ K

2.2. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

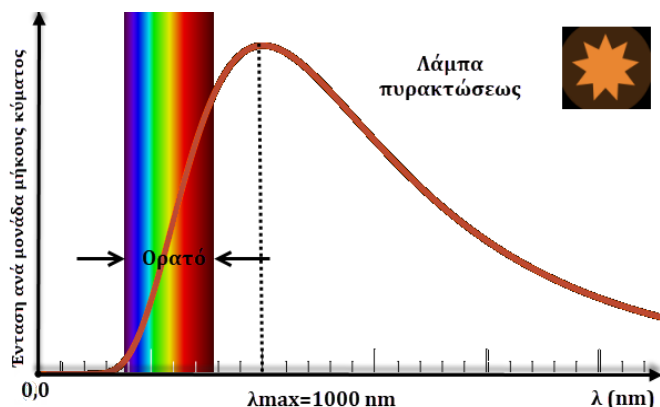
2.1. Στις εικόνες που ακολουθούν βλέπετε δύο διαγράμματα έντασης ακτινοβολίας ανά μονάδα μήκους



κύματος, σε συνάρτηση με τα μήκη κύματος, οι οποίες προέκυψαν από πειραματικά δεδομένα.

Στην πρώτη που αφορά τον Ήλιο φαίνεται ότι το μέγιστο της καμπύλης εμφανίζεται φυσικά σε μήκος κύματος ορατού φωτός και είναι $\lambda_{max}^{Ηλιου} = 500$ nm.

Στη δεύτερη που αναφέρεται σε μια λάμπα πυρακτώσεως, το μέγιστο της καμπύλης βρίσκεται στην



υπέρυθρη περιοχή και σε μήκος κύματος $\lambda_{\max}^{\text{λάμπας}} = 1000 \text{ nm}$. Να υποθέσετε ότι, για τη θερμική ακτινοβολία του Ήλιου αλλά και της λάμπας, μπορείτε να εφαρμόσετε το νόμο της μετατόπισης του Wien για το μέλαν σώμα. Επειδή γνωρίζουμε ότι η απόλυτη θερμοκρασία στην επιφάνεια του Ήλιου είναι $T_H = 5800 \text{ K}$, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η

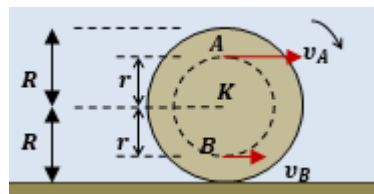
θερμοκρασία στην επιφάνεια της πυρακτωμένου σύρματος στη λάμπα, είναι:

(α) $T_A = 11600 \text{ K}$ (β) $T_A = 2900 \text{ K}$ (γ) $T_A = 1450 \text{ K}$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένας δίσκος ακτίνας R κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει, πάνω σε οριζόντιο ακλόνητο δάπεδο, όπως στην εικόνα. Δύο σημεία A και B του δίσκου, ανήκουν στην ίδια διάμετρό του και απέχουν ίσες αποστάσεις r από το κέντρο του. Κάποια χρονική στιγμή, κατά την οποία η διάμετρος αυτή είναι κατακόρυφη, τα σημεία A και B έχουν ταχύτητες $\vec{v}_A$ και $\vec{v}_B$, για τα μέτρα των οποίων ισχύει η σχέση $v_A = 2 \cdot v_B$.



Για τις ακτίνες R και r , ισχύει η σχέση:

(α) $r = \frac{R}{2}$, (β) $r = \frac{R}{4}$, (γ) $r = \frac{R}{3}$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

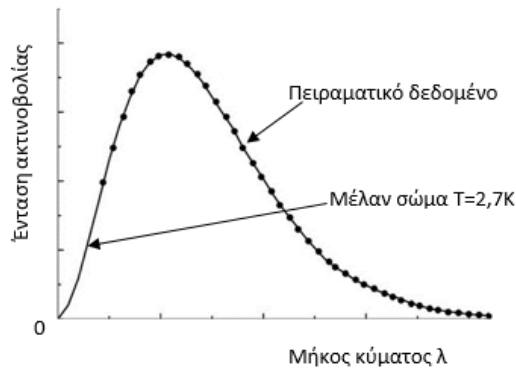
4.

Θ Ε Μ Α Β

7.2

2 6 5 3 0

2.1. Η ακτινοβολία που παράχθηκε στην Μεγάλη Έκρηξη (Big Bang) ανακαλύφθηκε το 1965 από τους αστρονόμους Penzias και Wilson (Νόμπελ Φυσικής 1978). Έχει αποδειχτεί πως ακολουθεί την κατανομή ακτινοβολίας ενός μέλανος σώματος. Στο παρακάτω σχήμα τα σημεία απεικονίζουν πειραματικά δεδομένα και η συνεχής γραμμή την καμπύλη κατανομής ακτινοβολίας μέλανος σώματος. Ενώ αρχικά το σύμπαν ήταν υπέρθερμο και ελαχίστων διαστάσεων, λόγω διαστολής ψύχεται και η σημερινή απόλυτη θερμοκρασία αυτής της ακτινοβολίας, γνωστή ως μικροκυματική ακτινοβολία υποβάθρου, είναι περίπου $T = 2,7 \text{ K}$. Αν θεωρήσουμε ως δεδομένο ότι ένα μέλαν σώμα που έχει απόλυτη θερμοκρασία $T_1 = 1450 \text{ K}$ εκπέμπει το μέγιστο της ακτινοβολίας του στην περιοχή του υπέρυθρου Η/Μ φάσματος, σε μήκος κύματος «αιχμής» $\lambda_{1\max} = 2000 \text{ nm}$, το μήκος κύματος $\lambda_{\max}$ όπου παρατηρούμε τη μέγιστη εκπομπή της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου είναι πιο κοντά στην τιμή:



(α) $\lambda_{\max} \cong 1,1 \text{ mm}$

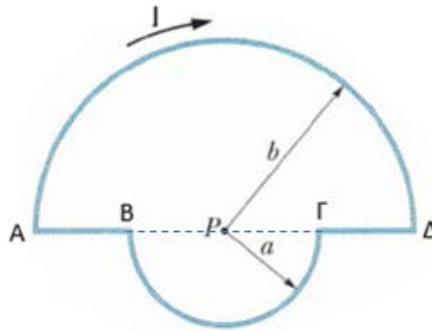
(β) $\lambda_{\max} \cong 0,1 \text{ mm}$

(γ) $\lambda_{\max} \cong 10 \text{ mm}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ο κλειστός βρόχος του παρακάτω σχήματος αποτελείται από 2 ευθύγραμμους αγωγούς ΑΒ και ΓΔ που ανήκουν στην ίδια ευθεία που διέρχεται από το σημείο Ρ και δύο ημικύκλια με ακτίνες α και b, τα οποία έχουν κοινό κέντρο το σημείο Ρ. Ο βρόχος διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι και οι ακτίνες των ημικυκλίων συνδέονται με την σχέση $b = 2a$. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν τα δύο ημικύκλια στο σημείο Ρ έχει μέτρο



(α) $B_P = \frac{\mu_0 I}{8a}$

(β) $B_P = \frac{3\mu_0 I}{8a}$

(γ) $B_P = \frac{\mu_0 I}{2b}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

5.

Θ Ε Μ Α Β

7.2

28002

2.1. Το μήκος κύματος μέγιστης ακτινοβολίας ενός μέλανος σώματος θερμοκρασίας $T = 2000 \text{ K}$ είναι $\lambda_{\max} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Ο Ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία μέλανος σώματος. Αν λάβουμε υπόψη ότι η μέση τιμή του μήκους κύματος μέγιστης εκπομπής του είναι $\lambda_{H,\max} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, η απόλυτη θερμοκρασία T_H , της ηλιακής επιφάνειας είναι

(α) μεγαλύτερη των 5000 K .

(β) μικρότερη των 5000 K .

(γ) ίση με 5000 K .

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Σωματίδιο Α μάζας m_A και φορτίου $5q$ και σωματίδιο Β μάζας m_B και φορτίου q , επιταχύνονται από την κατάσταση της ηρεμίας με τη βοήθεια διαφοράς δυναμικού ΔV , και κατόπιν αποκλίνουν με τη βοήθεια ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου διαγράφοντας ημικυκλικές τροχιές. Οι ακτίνες των ημικυκλικών αυτών τροχιών είναι R και $3R$ αντίστοιχα. Η διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στην ταχύτητα των σωματιδίων. Ο λόγος των μαζών των δύο σωματιδίων Α και Β είναι:

$$(\alpha) \frac{m_A}{m_B} = \frac{9}{5}, \quad (\beta) \frac{m_A}{m_B} = \frac{5}{9}, \quad (\gamma) \frac{m_A}{m_B} = \frac{5}{3}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

6.

Θ Ε Μ Α Β

7.2

3 0 3 0 8

2.1. Ο νόμος των Biot – Savart υπολογίζει το μέτρο ΔB της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ένα πολύ μικρό τμήμα αγωγού, μήκους Δl , που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I σε κάποιο σημείο Σ που απέχει απόσταση r :

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot \Delta l}{r^2} \eta \mu \theta$$

Άρα το μέτρο ΔB της έντασης του μαγνητικού πεδίου

(α) είναι διαφορετικό σε σημεία που ισαπέχουν από το τμήμα Δl .

(β) είναι ανάλογο της γωνίας που σχηματίζουν το τμήμα μήκους Δl και η απόσταση r .

(γ) είναι αντιστρόφως ανάλογο της απόστασης r .

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται, ιδιαίτερα σε στρατιωτικές εφαρμογές, κάμερες υπέρυθρων για τον εντοπισμό εχθρικών στρατευμάτων σε συνθήκες απόλυτου σκότους. Η λειτουργία τους βασίζεται στην υπόθεση ότι το ανθρώπινο σώμα εκπέμπει θερμική ακτινοβολία όπως ένα μέλαν σώμα, το οποίο, σε θερμοκρασία γύρω στους $1000^\circ K$, εκπέμπει ακτινοβολία κυρίως στην υπέρυθη περιοχή και παρουσιάζει αιχμή για μήκη κύματος περίξ των $2900nm$. Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου είναι $37^\circ C$ ενώ κυμαίνεται από $35^\circ C$ έως $40^\circ C$. Αν θέλουμε να έχουμε εντοπισμό ομάδας ανθρώπων κατά βέλτιστο τρόπο, σε ποια περιοχή μηκών κύματος πρέπει να ρυθμίσουμε την συσκευή μας:

$$(\alpha) 1520-1640 \text{ nm}, \quad (\beta) 9260-9420 \text{ nm}, \quad (\gamma) 21220-21480 \text{ nm}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

7.2 Η ακτινοβολία του μέλανος σώματος (2)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

7.2

3 1 7 2 4

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής πειράματος το δέρμα των επιστημόνων εκτίθεται σε ανεπιθύμητη υπεριώδη ακτινοβολία συνολικής ενέργειας 200 J. Για να μην υποστεί το δέρμα τους έγκαυμα πρέπει η απορροφούμενη από αυτό ενέργεια να μην υπερβαίνει το 21% της συνολικής ενέργειας της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Το μήκος κύματος της ανεπιθύμητης προσπίπτουσας υπεριώδους ακτινοβολίας είναι $6,63 \text{ nm}$. Τότε:

4.1. Να υπολογίσετε τον μέγιστο αριθμό των φωτονίων n που μπορεί να απορροφήσει η επιφάνεια για να αποφύγουμε το έγκαυμα.

Στη συνέχεια αν ο ρυθμός απορρόφησης της ενέργειας από την επιφάνεια του δέρματος θεωρηθεί σταθερός και απορροφηθούν $N = 10^3$ φωτόνια σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 10^{-12} \text{ s}$,

4.2. να υπολογίσετε την ισχύ της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την ολική απορροφούμενη ενέργεια σε χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 2 \text{ min}$.

4.3. Για ποιο χρονικό διάστημα πρέπει να είμαστε εκτεθειμένοι στην ακτινοβολία αυτή για να μην προκληθεί ο παραπάνω τραυματισμός (έγκαυμα);

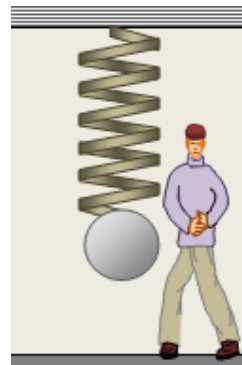
4.4. Εάν η απορρόφηση της ακτινοβολίας, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του δέρματος κατά 2°C ανά 4 J να βρεθεί η αύξηση της θερμοκρασίας του όταν προσληφθεί ο μέγιστος αριθμός φωτονίων.

Μονάδες (5+6+7+7)=25

Δίνεται: Δίνεται η σταθερά του Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

και η ταχύτητα του φωτός στον αέρα: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Μικρή σφαίρα μάζας $m = 200 \text{ g}$, κρέμεται στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το πάνω άκρο του οποίου έχει στερεωθεί σε ακλόνητο σημείο-οροφή, όπως στο σχήμα και το σύστημα αρχικά ισορροπεί ακίνητο. Εκτρέπουμε το σύστημα από την αρχική θέση ισορροπίας του, μετατοπίζοντας αργά τη σφαίρα, κατακόρυφα προς τα κάτω κατά 20 cm και από τη θέση αυτή την αφήνουμε ελεύθερη τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί ταλαντώσεις.



4.1. Αν υποθέσουμε ότι κατά την κίνηση της σφαίρας θα μπορούσαμε να αγνοήσουμε τις δυνάμεις αντίστασης του αέρα πάνω της, να αποδείξετε ότι θα εκτελούσε απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε την περίοδο και την ενέργεια ταλάντωσης.

Ως πιο ρεαλιστική προσέγγιση, μελετάμε την κίνηση της σφαίρας συνυπολογίζοντας την αντίσταση του αέρα, που είναι της μορφής $F_{αντ} = -b \cdot v$, όπου b η σταθερά απόσβεσης και v η στιγμιαία ταχύτητα της σφαίρας. Έτσι η σφαίρα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με πλάτος που μειώνεται με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 \cdot e^{-\Lambda \cdot t}$. Επειδή η σταθερά απόσβεσης b είναι αρκετά μικρή, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η θέση ισορροπίας του συστήματος είναι σταθερή και συμπίπτει με την αρχική του θέση ισορροπίας, ότι η περίοδος της φθίνουσας είναι ίση με την περίοδο της αμείωτης ταλάντωσης που θα εκτελούσε το σύστημα, αν δεν υπήρχαν αντιστάσεις αέρα και ότι η ενέργεια ταλάντωσης μπορεί να υπολογίζεται από τη σχέση $E_{ταλ} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2$, όπου A το πλάτος της. Δίνεται επίσης ότι για τη σταθερά Λ και τη σταθερά απόσβεσης b , ισχύει η σχέση $\Lambda = \frac{b}{2 \cdot m}$. Μετρήσαμε ότι το πλάτος της φθίνουσας ταλάντωσης, έγινε ίσο με το μισό του αρχικού της πλάτους, τη χρονική στιγμή $t = 14 \text{ s}$.

4.2. Να υπολογίσετε τη σταθερά απόσβεσης b .

Αν υποθέσουμε ότι το σύστημα αυτό αποτελεί ένα κβαντικό ταλαντωτή (ταλαντωτή που η ενέργειά του μπορεί να πάρει μόνο διακριτές τιμές), να υπολογίσετε:

4.3. το κβάντο ενέργειας αυτού του ταλαντωτή (το ενεργειακό διάστημα, μεταξύ δύο διαδοχικών επιτρεπόμενων ενεργειακών σταθμών του).

4.4. το πλήθος των ενεργειακών κβάντων που απέβαλε το σύστημα από την έναρξη των ταλαντώσεων, μέχρι τη στιγμή $t = 14 \text{ s}$. Με βάση τα αποτελέσματά σας, πιστεύετε ότι μπορούμε να εφαρμόσουμε την κβαντική θεωρία στο μακρόκοσμο;

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Να υποθέσετε κατά προσέγγιση ότι το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g \cong 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, ότι ισχύει $\ln 2 \cong 0,7$ και ότι η σταθερά του Planck είναι $h \cong 2 \cdot \pi \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

7.3 Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (7)

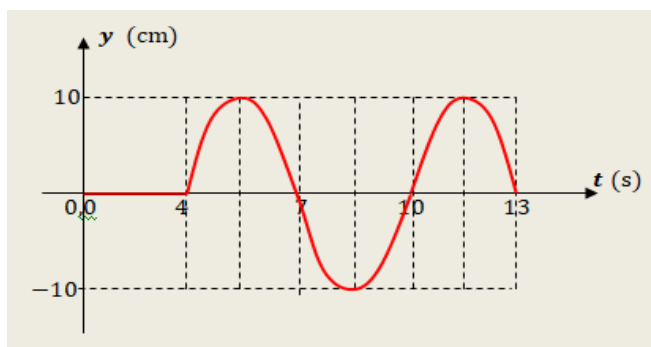
1.

Θ Ε Μ Α Β

7.3

2 5 4 9 0

2.1. Αρμονικό κύμα διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο, το οποίο εκτείνεται κατά μήκος θετικού ημιάξονα Ox . Η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $x_0 = 0$, στο άκρο του ελαστικού μέσου και αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.



Το διάγραμμα του σχήματος, αποδίδει την

απομάκρυνση y από τη θέση ισορροπίας του, σε συνάρτηση με το χρόνο, ενός υλικού σημείου A του μέσου, του οποίου η θέση ισορροπίας βρίσκεται στη θέση x_A του ημιάξονα που ορίσαμε.

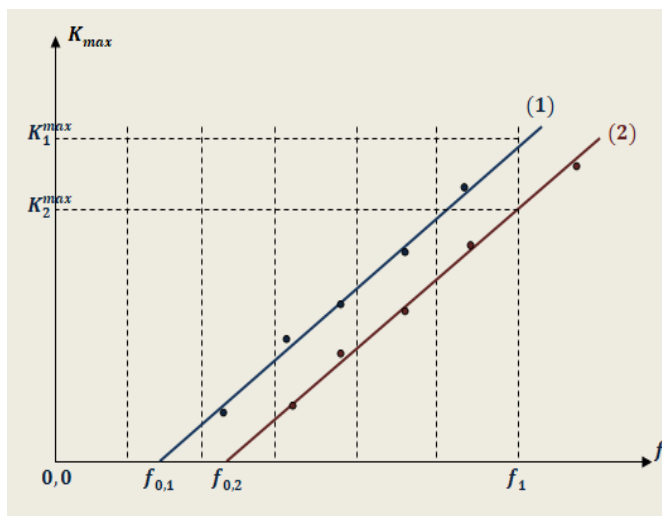
Αν το μήκος κύματος δίνεται $\lambda = 18$ m, τότε είναι :

$$(\alpha) x_A = 18 \text{ m} \quad , \quad (\beta) x_A = 12 \text{ m} \quad , \quad (\gamma) x_A = 4 \text{ m}$$

2.1. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Στο διπλανό σχήμα, απεικονίζονται σε κοινό διάγραμμα, οι γραφικές παραστάσεις μέγιστης κινητικής ενέργειας εξερχόμενων ηλεκτρονίων, σε συνάρτηση με τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, για δύο διαφορετικά πειράματα φωτοηλεκτρικού φαινομένου που πραγματοποιήθηκαν με δύο λυχνίες οι οποίες έχουν διαφορετικό μέταλλο καθόδου. Πειραματικά προσδιορίσαμε ότι για τις συχνότητες κατωφλίου των δύο



λυχνιών ισχύει η σχέση $f_{0,2} = 1,5 \cdot f_{0,1}$. Για μια συχνότητα f_1 μεγαλύτερη και από τις δύο συχνότητες κατωφλίου, ίδια και στα δύο πειράματα, οι μέγιστες κινητικές ενέργειες ηλεκτρονίων είναι $K_1^{\max}$, $K_2^{\max}$ αντίστοιχα.

Αν δίνεται ότι $f_1 = 4 \cdot f_{0,1}$, τότε ισχύει:

$$(\alpha) \frac{K_1^{\max}}{K_2^{\max}} = 1,2, \quad (\beta) \frac{K_1^{\max}}{K_2^{\max}} = 4, \quad (\gamma) \frac{K_1^{\max}}{K_2^{\max}} = 1,5$$

2.2. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Όταν φωτεινή ακτινοβολία προσπίπτει σε μεταλλική επιφάνεια, εκπέμπονται από αυτή φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια K . Εάν η ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας που προσπίπτει στην ίδια μεταλλική επιφάνεια αυξηθεί κατά 25%, τότε η κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται από αυτή αυξάνεται κατά 50%. Το έργο εξαγωγής φ , του μετάλλου αυτού είναι:

(α) $\varphi = K$, (β) $\varphi = 2K$, (γ) $\varphi = K/2$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα μικρό σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση έχοντας ενέργεια ταλάντωσης 10J. Κάποια στιγμή, που το σώμα βρίσκεται σε ακραία θέση της ταλάντωσης, του ασκούμε στιγμιαία μία δύναμη με αποτέλεσμα το διπλασιασμό του πλάτους της ταλάντωσης. Το έργο W , που προσφέραμε στο ταλαντούμενο σύστημα μέσω αυτής της στιγμιαίας δύναμης, για το διπλασιασμό του πλάτους της ταλάντωσης, είναι ίσο με

(α) $W = 20J$, (β) $W = 30J$, (γ) $W = 40J$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

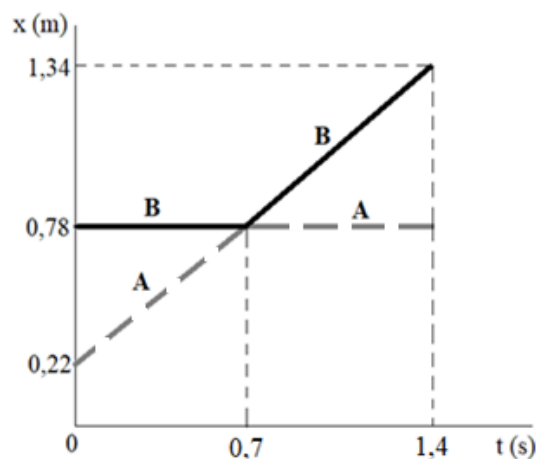
Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.1. Στο εργαστήριο Φυσικής του σχολείου εκτελέστηκε ένα πείραμα κεντρικής ελαστικής κρούσης μεταξύ δύο σφαιρών Α και Β, με μάζες m_A και m_B αντίστοιχα. Με τη βοήθεια αισθητήρων κίνησης πήραμε το γράφημα θέσης-χρόνου ($x - t$) του παραπλεύρως σχήματος για τις δύο σφαίρες Α (συνεχής μαύρη γραμμή) και Β (διακεκομμένη γκρι γραμμή). Από αυτό διαπιστώνουμε ότι για τις μάζες των δύο σφαιρών Α και Β ισχύει:

(α) $m_A > m_B$

(β) $m_A < m_B$

(γ) $m_A = m_B$



2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Όταν φωτεινή ακτινοβολία μήκους κύματος λ προσπίπτει σε μεταλλική επιφάνεια, εκπέμπονται από αυτή φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια K . Εάν στην ίδια μεταλλική επιφάνεια προσπίπτει φωτεινή

ακτινοβολία με μήκος κύματος λ' , που είναι κατά 50% μεγαλύτερο του μήκους κύματος λ , τότε αυτή εκπέμπει φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια $K' = \frac{K}{2}$. Το έργο εξαγωγής του μετάλλου αυτού είναι ίσο με:

(α) $\varphi = 2K$, (β) $\varphi = \frac{7K}{4}$, (γ) $\varphi = \frac{K}{2}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

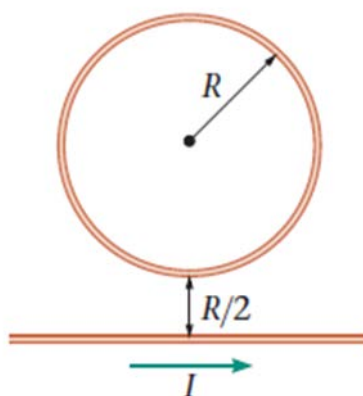
4.

Θ Ε Μ Α Β

7.3

2 8 7 5 8

2.1. Ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους τοποθετείται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό ακτίνας R , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I με φορά προς τα δεξιά. Για να είναι το συνολικό μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κυκλικού αγωγού ίσο με μηδέν, θα πρέπει το ρεύμα που τον διαρρέει να έχει φορά



(α) δεξιόστροφη και μέτρο $I_1 = \frac{2I}{3\pi}$.

(β) αριστερόστροφη και μέτρο $I_1 = \frac{I}{2\pi}$.

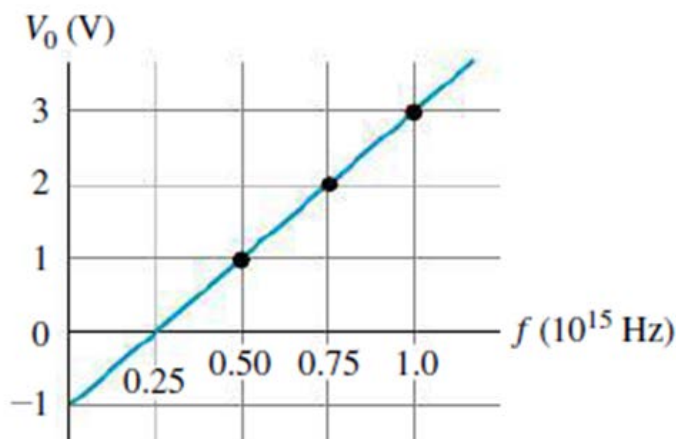
(γ) δεξιόστροφη και μέτρο $I_1 = \frac{2I}{\pi}$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η φωτοηλεκτρική εξίσωση $eV_0 = hf - \phi$ δείχνει ότι το δυναμικό αποκοπής V_0 αυξάνεται όταν αυξάνει η συχνότητα των φωτονίων f . Ένας τρόπος υπολογισμού της σταθεράς h του Planck είναι μέσω του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει τα πειραματικά δεδομένα (μαύρες τελείες) από ένα πείραμα μέτρησης του δυναμικού αποκοπής για διάφορες τιμές της συχνότητας f και την καλύτερα προσαρμοσμένη ευθεία στα σημεία αυτά. Το υλικό της καθόδου ήταν διαρκώς το ίδιο. Έχοντας ως δεδομένο ότι το 1909 ο Robert Millikan με ένα ευρηματικό πείραμα βρήκε

ότι το φορτίο του ηλεκτρονίου έχει απόλυτη τιμή $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, η τιμή της σταθεράς του Planck που προκύπτει από αυτά τα πειραματικά δεδομένα είναι:



(α) $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

(β) $h = 6,8 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

(γ) $h = 6,4 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

2.2. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

5.

Θ Ε Μ Α Β

7.3

3 0 3 1 0

2.1. Κατά την εφαρμογή πειράματος για την μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, θελήσαμε να προσδιορίσουμε τα μεγέθη από τα οποία εξαρτάται το μέγιστο ρεύμα (ρεύμα κόρου) που διαρρέει το κύκλωμά μας. Χρησιμοποιήσαμε μονοχρωματική ακτινοβολία που μετέφερε ισχύ P και είχε συχνότητα f . Τότε η ένταση του ρεύματος κόρου προέκυψε να είναι

(α) ανάλογη της ισχύος της χρησιμοποιούμενης δέσμης και ανεξάρτητη της συχνότητας.

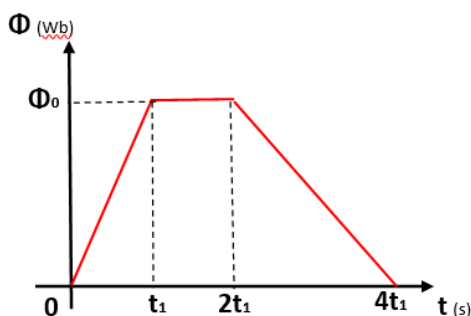
(β) αντιστρόφως ανάλογη της ισχύος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας και ανάλογη του μήκους κύματος αυτής.

(γ) ανάλογη της ισχύος της χρησιμοποιούμενης δέσμης και του μήκους κύματος που χρησιμοποιήθηκε.

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από αγωγό τετραγωνικού σχήματος σε συνάρτηση με το χρόνο, δίνεται από το διάγραμμα:



Το πλαίσιο έχει πλευρά μήκους α και αντίστασης ανά μονάδα μήκους R^* . Το συνολικό επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού είναι:

(α) $\frac{\Phi_0}{2 \cdot R^* \cdot \alpha}$, (β) $\frac{3\Phi_0}{2 \cdot R^* \cdot \alpha}$, (γ) 0

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

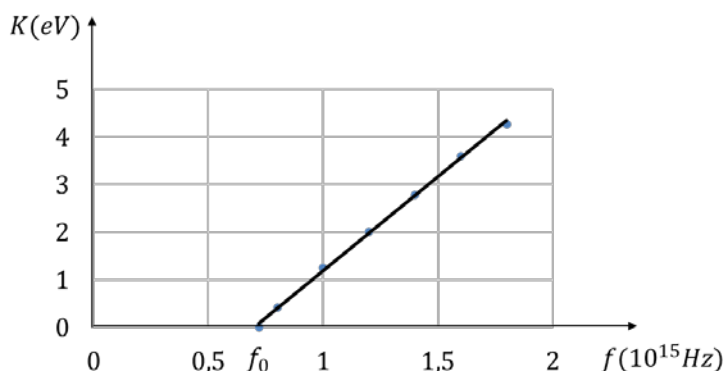
6.

Θ Ε Μ Α Β

7.3

3 0 5 1 0

2.1. Με τη χρήση πειραματικών δεδομένων έχει βρεθεί ότι η σχέση της (μέγιστης) κινητικής ενέργειας K των φωτοηλεκτρονίων που βγαίνουν από το μέταλλο της καθόδου, κατά τη διάρκεια του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, συναρτήσει της συχνότητας f της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στο μέταλλο της καθόδου, είναι γραμμική για $f \geq f_0$, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Η συχνότητα f_0 είναι η συχνότητα κατωφλίου για το συγκεκριμένο μέταλλο.



Σύμφωνα με την κβαντική θεωρία, η κλίση της γραφικής παράστασης κινητικής ενέργειας-συχνότητας ($K - f$) για $f \geq f_0$, είναι ίση με:

(α) τη σταθερά του Planck, h

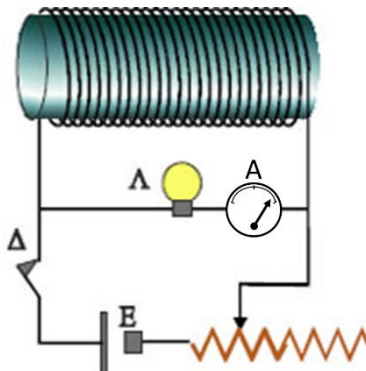
(β) το έργο εξαγωγής, φ

(γ) την τάση αποκοπής, V_0

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή E , ρυθμιστική αντίσταση, λαμπτήρα Λ , αμπερόμετρο A με το μηδέν στο μέσο της κλίμακας, σωληνοειδές και κλειστό διακόπτη Δ . Ο λαμπτήρας μόλις που φωτοβολεί και η βελόνα του αμπερομέτρου έχει εκτραπεί προς τα δεξιά. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη Δ οπότε ο λαμπτήρας Λ φωτοβολεί πιο έντονα αρχικά, ενώ σταδιακά η φωτοβολία του μειώνεται μέχρι να σβήσει εντελώς. Ταυτόχρονα παρατηρούμε ότι η βελόνα του αμπερομέτρου:



- (α) εκτρέπεται δεξιότερα και σταδιακά επιστρέφει και ακινητοποιείται στο μέσο της κλίμακας
 (β) εκτρέπεται αριστερά του μηδενός και σταδιακά επιστρέφει και ακινητοποιείται στο μέσο της κλίμακας
 (γ) επιστρέφει στο μέσο της κλίμακας, όπου και ακινητοποιείται

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

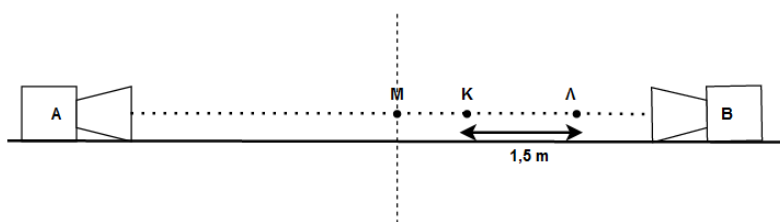
7.

Θ Ε Μ Α Β

7.3

3 2 8 6 2

2.1. Δύο μεγάφωνα Α και Β τροφοδοτούνται από τον ίδιο ενισχυτή και εκπέμπουν ημιτονοειδή κύματα σε φάση. Το μεγάφωνο Β είναι δεξιά του μεγαφώνου Α.



Δίνεται ότι η απόσταση $K\Lambda$ είναι $1,5\text{m}$ και ότι τα σημεία K και Λ είναι σημεία απόσβεσης.

Το μέσο του τμήματος AB είναι το σημείο M και βρίσκεται μεταξύ των μεγάφωνων και κατά μήκος της γραμμής που τα συνδέει.

Μεταξύ των K και Λ υπάρχουν δύο σημεία ενίσχυσης. Η συχνότητα των ηχητικών κυμάτων που παράγονται από τα μεγάφωνα είναι $f = 4\text{ Hz}$.

Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι:

$$(\alpha) 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad (\beta) 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad (\gamma) 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Μια πηγή φωτός μήκους κύματος λ φωτίζει ένα μέταλλο από το οποίο εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια με μέγιστη κινητική ενέργεια 1 eV . Μια δεύτερη πηγή φωτός με μήκος κύματος $\frac{\lambda}{2}$, όταν φωτίζει το ίδιο μέταλλο προκαλεί την εκπομπή φωτοηλεκτρονίων μέγιστης κινητικής ενέργειας 4 eV . Το έργο εξαγωγής φ του μετάλλου είναι:

$$(\alpha) 3\text{ eV}, \quad (\beta) 2\text{ eV}, \quad (\gamma) 4\text{ eV}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

7.3 Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (7)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

7.3

25249

Το 1916 ο Αμερικανός φυσικός Millikan ανακοίνωσε φωτοηλεκτρικά δεδομένα μετρήσεων μέσω των οποίων προσδιόρισε τη σταθερά του Planck με σφάλμα της τάξεως του 0,5%.

Τα ακόλουθα δεδομένα μετρήθηκαν για τη φωτοεκπομπή ενός υλικού.

λ (nm)	404,7	365,0	312,5	253,5
V_o (V)	0,73	1,09	1,67	2,57

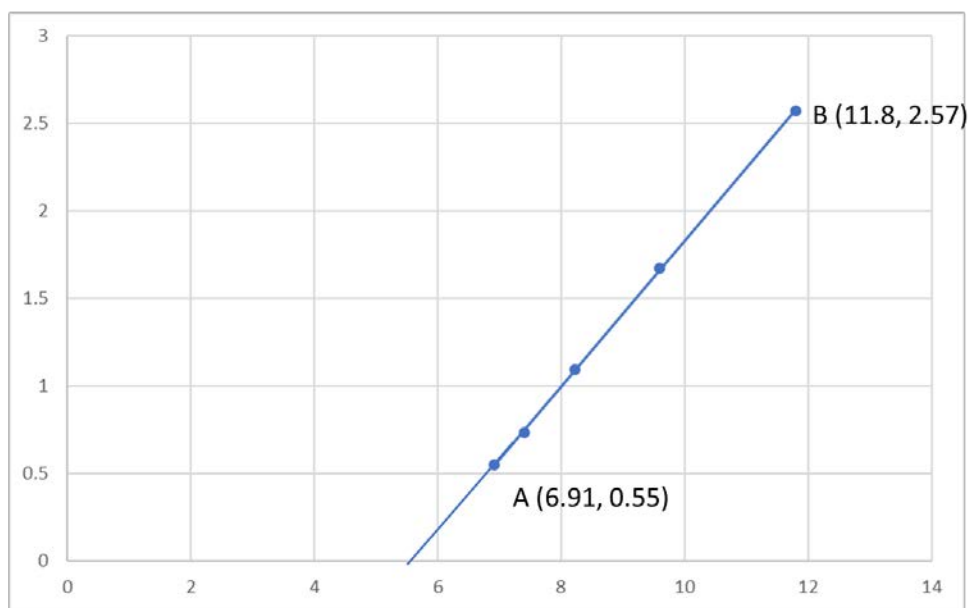
4.1. Να προσδιορίσετε τη συχνότητα που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος 253,5nm.

4.2. Να προσδιορίσετε την ενέργεια του φωτονίου σε eV, που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος 253,5nm.

4.3. Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση $K_{max} = hf - \phi$, να προσδιορίσετε τη σχέση της τάσης αποκοπής V_o , συναρτήσει της συχνότητας f .

4.4. Το διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζει την τάση αποκοπής V_o , συναρτήσει της συχνότητας f .

V_o (V)



$f(10^{14} \text{ Hz})$

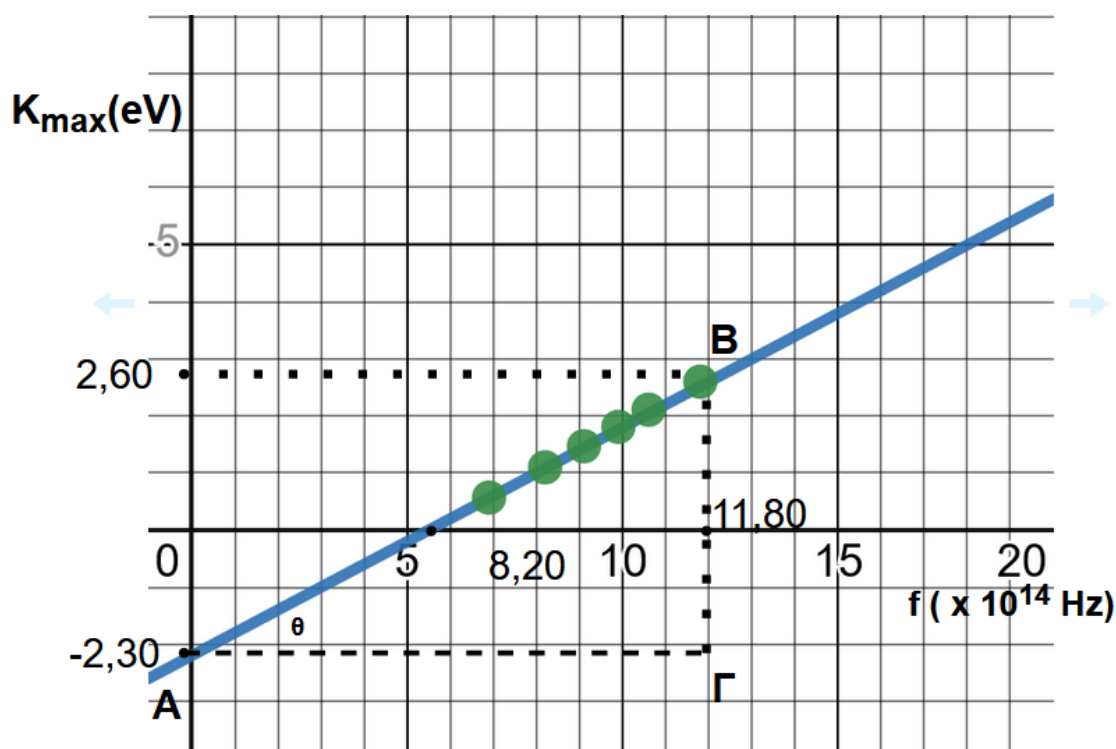
Από την κλίση του διαγράμματος να προσδιορίσετε τη σταθερά του Planck.

Μονάδες (6+7+5+7)=25

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών, συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δόθηκε μαζί με τις εκφωνήσεις

Σε ένα πείραμα φωτοηλεκτρικού φαινομένου χρησιμοποιήθηκε ως υλικό καθόδου μια επιφάνεια καθαρού νατρίου. Υπολογίσαμε την τιμή της μέγιστης κινητικής ενέργειας K_{max} των εκπεμπόμενων ηλεκτρονίων. Αυτή μετρήθηκε για ένα αριθμό διαφορετικών συχνοτήτων f της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Τα ζεύγη τιμών που προέκυψαν απεικονίζονται ως πειραματικά σημεία όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Σχεδιάζουμε την γραφική παράσταση της μέγιστης κινητικής ενέργειας K_{max} σε συνάρτηση της συχνότητας f της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, η οποία είναι ευθεία γραμμή.

Με τη βοήθεια του γραφήματος, που είναι το παρακάτω, να υπολογίσετε:



- 4.1. την τιμή της σταθεράς του Planck h ,
- 4.2. το έργο εξαγωγής Φ του νατρίου,
- 4.3. τη συχνότητα κατωφλίου f_0 του νατρίου και
- 4.4. το μήκος κύματος λ_0 που αντιστοιχεί στην συχνότητα κατωφλίου f_0 .

Μονάδες (6+6+6+7)=25

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δόθηκε μαζί με τις εκφωνήσεις.

Πριν την εισαγωγή της κβαντικής θεωρίας, ένα από τα χαρακτηριστικά του φωτοηλεκτρικού φαινομένου που ήταν αδύνατο να εξηγηθεί ήταν το ελάχιστο χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έναρξη φωτισμού του μετάλλου και στην εκπομπή των πρώτων φωτοηλεκτρονίων.

Έστω μεταλλική επιφάνεια που έχει εμβαδόν $40,0 \text{ cm}^2$, είναι φτιαγμένη από χαλκό, και φωτίζεται από λάμπα, ώστε στην επιφάνεια να προσπίπτει φως έντασης $0,280 \text{ W/m}^2$. Ο χαλκός έχει έργο εξαγωγής $7,52 \times 10^{-19} \text{ J}$, ενώ στην επιφάνειά του υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά μέσο όρο σε απόσταση $2,30 \times 10^{-10} \text{ m}$ το ένα από το άλλο.

Θα εκτιμήσουμε πρώτα τον χρόνο που θα χρειαζόταν για να ξεκινήσει η εκπομπή φωτοηλεκτρονίων από την επιφάνεια του μετάλλου, αν ίσχυε η κλασική ηλεκτρομαγνητική θεωρία.

4.1. Να υπολογίσετε τη συνολική ισχύ που πέφτει στη μεταλλική επιφάνεια.

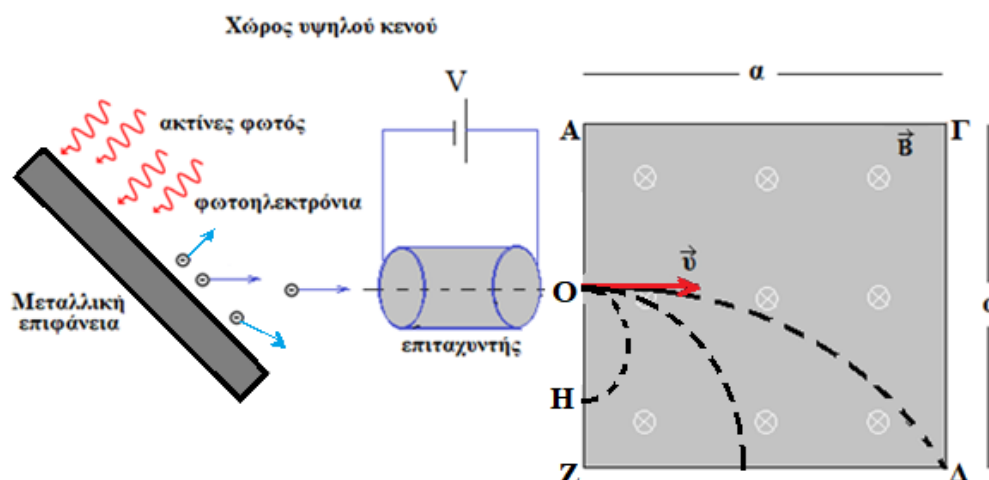
4.2. Να υπολογίσετε την ισχύ του προσπίπτοντος φωτός που αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε κάθε ελεύθερο ηλεκτρόνιο της επιφάνειας.

4.3. Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερωτημάτων, να υπολογίσετε τον μέσο χρόνο που θα χρειαζόταν ένα ηλεκτρόνιο για να εκπεμφθεί από τη μεταλλική επιφάνεια, αν ίσχυε η κυματική θεωρία.

Στην πραγματικότητα, η εκπομπή των φωτοηλεκτρονίων αρχίζει σχεδόν ακαριαία με την πρόσπτωση του φωτός στη χάλκινη επιφάνεια, αρκεί η συχνότητα του φωτός να είναι πάνω από μία συγκεκριμένη τιμή. Αυτό σημαίνει πως η πρόβλεψη του προηγούμενου ερωτήματος δεν ισχύει.

4.4. Εξηγήστε με ποιον τρόπο η σωματιδιακή θεωρία αιτιολογεί τη σχεδόν ακαριαία εκπομπή φωτοηλεκτρονίων.

Μονάδες $(5+7+7+6)=25$



Στο σχήμα απεικονίζεται μια μεταλλική επιφάνεια που βρίσκεται σε χώρο όπου έχουμε υψηλό κενό. Πάνω σε αυτή προσπίπτει μονοχρωματική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία καθορισμένης συχνότητας. Τα φωτοηλεκτρόνια που εκπέμπονται διέρχονται από έναν επιταχυντή, τάσης $V = 160 \text{ V}$ και στην συνέχεια περνούν σε περιοχή όπου επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο τετραγωνικής διατομής με πλευρά $a = 8 \text{ cm}$, με δυναμικές γραμμές κάθετες στην ταχύτητα των φωτοηλεκτρονίων και ένταση μέτρου $B = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$. Το έργο εξαγωγής της μεταλλικής επιφάνειας είναι $\varphi = 12 \text{ eV}$. Τα φωτοηλεκτρόνια που εξάγονται από τη μεταλλική επιφάνεια μπορούν να κινούνται σε διάφορες διευθύνσεις. Με κατάλληλο πέτασμα εξασφαλίζουμε ότι θα εισέλθουν στο μαγνητικό πεδίο μόνο όσα ακολουθήσουν ευθύγραμμη και οριζόντια πορεία. Η είσοδος στο μαγνητικό πεδίο γίνεται από το μέσο O της πλευράς AZ . Στη συνέχεια τα φωτοηλεκτρόνια διαγράφουν τμήμα κυκλικών τροχιών και εξέρχονται από σημεία των (OZ) και $(Z\Delta)$.

Να υπολογίσετε:

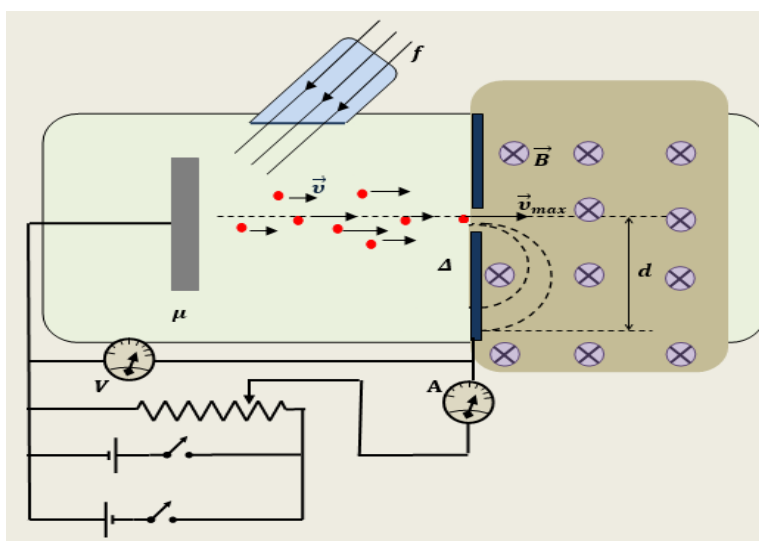
- 4.1. το μέγιστο μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ώστε να έχουμε εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων. Σε ποια περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκεται αυτό;
- 4.2. την ελάχιστη απόσταση (OH) .
- 4.3. Για ποια τιμή του μήκους κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας τα φωτοηλεκτρόνια βγαίνουν από την κορυφή Δ ; Σε ποια περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκεται αυτό;

Μονάδες $(8+8+9)=25$

Να θεωρήσετε ότι δεν έχουμε σχετικιστικά φαινόμενα.

Τα αριθμητικά αποτελέσματα της άσκησης να υπολογιστούν με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.

Με τη βοήθεια μιας συσκευής παρατήρησης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, δημιουργήσαμε μια πειραματική διάταξη μέτρησης της σταθεράς δράσης του Planck (h), η οποία φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η κάθοδος αποτελείται από μέταλλο (μ), με άγνωστο έργο εξαγωγής (φ) και φωτίζεται κατάλληλα μέσω παραθύρου εισόδου του φωτός. Η άνοδος είναι μια μεταλλική επίπεδη επιφάνεια με οπή σε κατάλληλη

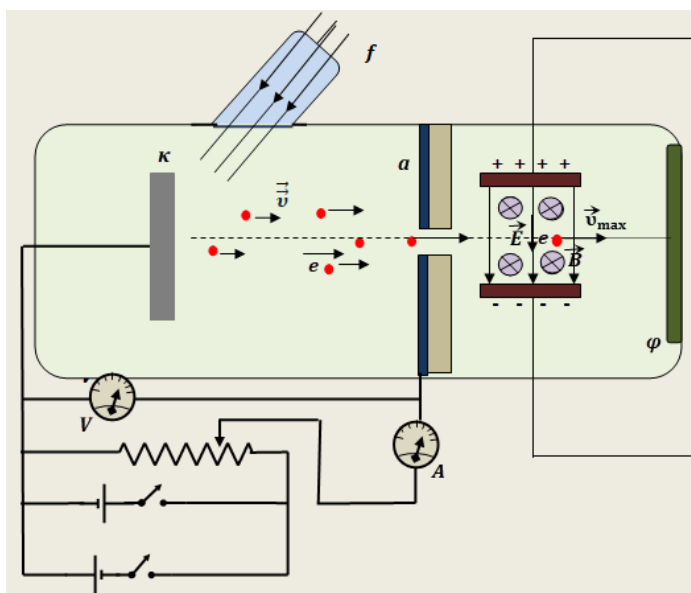


θέση, ώστε να περνά μια δέσμη ηλεκτρονίων που κατευθύνονται προς αυτή από την κάθοδο, όταν συμβαίνει φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Στο χώρο πίσω από την κάθοδο μπορεί να ενεργοποιείται ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στη δέσμη των ηλεκτρονίων, παράλληλο με την επιφάνεια της ανόδου, το οποίο δεν επηρεάζει την κίνηση των ηλεκτρονίων στο χώρο μεταξύ καθόδου και ανόδου, όταν ενεργοποιείται, όπως στο σχήμα. Επίσης μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κίνηση των ηλεκτρονίων, μέσα στο μαγνητικό πεδίο πίσω από την επιφάνεια της ανόδου, δεν επηρεάζεται καθόλου από το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ ανόδου-καθόδου. Με τη βοήθεια της διάταξης, βρήκαμε ότι η συχνότητα κατωφλίου είναι $f_0 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Όταν η κάθοδος φωτίζεται με μονοχρωματικό υπεριώδες φως, συχνότητας $f = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, δημιουργείται δέσμη ηλεκτρονίων και αν ενεργοποιήσουμε το μαγνητικό πεδίο, χωρίς να εφαρμόσουμε εξωτερική τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου, τα ηλεκτρόνια εκτελούν ημικυκλικές τροχιές στο χώρο του μαγνητικού πεδίου και αφήνουν στίγματα σε κατάλληλο υλικό το οποίο αποτελεί την πίσω επιφάνεια της ανόδου. Η μέγιστη διάμετρος που καταγράψαμε στη διάρκεια του πειράματος για τις τροχιές αυτές, είναι $d = 4 \text{ mm}$, όταν η ένταση του μαγνητικού πεδίου ήταν $B = 3 \text{ mT}$. Το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου είναι $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και η μάζα του $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

- 4.1.** Να υπολογίσετε σε eV τη μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων για τη συχνότητα f του φωτός με το οποίο φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου.
- 4.2.** Από τα δεδομένα του πειράματος να υπολογίσετε τη σταθερά του Planck σε μονάδες $eV \cdot s$, αλλά και $J \cdot s$.
- 4.3.** Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής φ σε eV , από την επιφάνεια του μετάλλου της καθόδου, χρησιμοποιώντας για τη σταθερά του Planck, την τιμή που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα.
- 4.4.** Να υπολογίσετε την τάση αποκοπής για την συχνότητα f με την οποία φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου.

Μονάδες $(6+7+6+6)=25$

Στο σωλήνα υψηλού κενού, μιας συσκευής μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, το μέταλλο της καθόδου (κ) φωτίζεται με ακτινοβολία από κατάλληλο παράθυρο. Η άνοδος (α), είναι μια επίπεδη μεταλλική επιφάνεια με κατάλληλη οπή στο κέντρο της από την οποία διέρχεται η δέσμη των ηλεκτρονίων. Τα ηλεκτρόνια που περνούν στο χώρο πίσω από την άνοδο δεν επηρεάζονται καθόλου από το ηλεκτρικό πεδίο που επικρατεί μεταξύ ανόδου και καθόδου της συσκευής.



Η δέσμη των ηλεκτρονίων μετά την άνοδο, περνάει από την περιοχή μεταξύ δύο οριζόντιων φορτισμένων μεταλλικών πλακών (σχήμα) που παράγουν ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$, παράλληλο στην επιφάνεια της ανόδου και κάθετο στην διεύθυνση κίνησης της δέσμης των ηλεκτρονίων. Στην ίδια περιοχή έχουμε δημιουργήσει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, το μέτρο της οποίας μπορούμε να μεταβάλλουμε. Η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στην δέσμη των ηλεκτρονίων αλλά και στην κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου, έτσι ώστε η δύναμη Lorentz ($\vec{F}_L$) που δέχονται τα ηλεκτρόνια από αυτό, να είναι αντίθετης κατεύθυνσης από την δύναμη ($\vec{F}_{\eta\lambda}$) που δέχονται από το ηλεκτρικό πεδίο. Τα δύο πεδία ισοδυναμούν με ένα «φίλτρο ταχυτήτων», αφού επιτρέπουν την ευθύγραμμη διάδοση μόνο εκείνων των ηλεκτρονίων που έχουν ορισμένη ταχύτητα. Στο δεξιό άκρο του αερόκενου σωλήνα, έχουμε στρώσει φωτογραφικό φιλμ (φ), στο οποίο τα ηλεκτρόνια αφήνουν ίχνος.

Φωτίσαμε το μέταλλο της καθόδου με ακτινοβολία συχνότητας $f = 1,5 \cdot 10^{15}$ Hz. Όταν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο φίλτρο ταχυτήτων έχει μέτρο $E = 3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, βρήκαμε ότι το ελάχιστο μέτρο της έντασης μαγνητικού πεδίου στην ίδια περιοχή, για την οποία ηλεκτρόνια περνούν ανεπηρέαστα προς τη φωτογραφική επιφάνεια φ , είναι $B_{\min} = 3 \text{ mT}$. Να θεωρήσετε ότι η μάζα του ηλεκτρονίου είναι $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και το στοιχειώδες φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- 4.1.** Να υπολογίσετε σε eV, τη μέγιστη κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που εξέρχονται από το μέταλλο της καθόδου, για τη συγκεκριμένη συχνότητα ακτινοβολίας.
- 4.2.** Αν δίνεται ότι η συχνότητα κατωφλίου για το μέταλλο της καθόδου είναι $f_0 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, να υπολογίσετε τη σταθερά δράσης του Planck, όπως αυτή προσδιορίζεται από τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος.
- 4.3.** Χρησιμοποιώντας για τη σταθερά Planck, την τιμή που προσδιορίσατε στο προηγούμενο ερώτημα, να υπολογίσετε σε eV το έργο εξαγωγής φ του μετάλλου της καθόδου.

4.4. Για τη συχνότητα ακτινοβολίας $f = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, που χρησιμοποιήσαμε στο παραπάνω πείραμα, να υπολογίσετε την τάση αποκοπής.

Μονάδες (7+6+6+6)=25

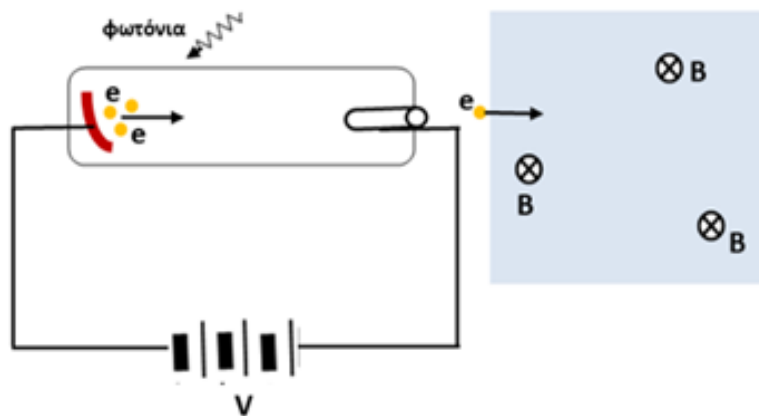
7.

Θ Ε Μ Α Δ

7.3

3 0 3 1 4

Σε μια πειραματική διάταξη για την μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, χρησιμοποιείται πηγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας που εκπέμπει φωτόνια συχνότητας $f = 10^{16} \text{ Hz}$. Τα ηλεκτρόνια που εξέρχονται από την κάθοδο κινούνται προς την άνοδο και φθάνουν σε αυτή με κινητική ενέργεια $K_2 = 101K_1$ ως προς αυτήν που είχαν κατά την έξοδό τους από την κάθοδο. Το έργο εξόδου είναι $\varphi = 1,4 \text{ eV}$.



Να υπολογίσετε:

4.1. Την τάση αποκοπής του φωτορεύματος στο κύκλωμα.

4.2. Την διαφορά δυναμικού ανόδου-καθόδου που επιταχύνει τα ηλεκτρόνια.

Τα ηλεκτρόνια που φθάνουν στην άνοδο διέρχονται από οπή και με την βοήθεια πετάσματος επιλέγονται μόνο εκείνα που κινούνται ευθύγραμμα και οριζόντια. Από εκεί οδηγούνται σε μαγνητικό πεδίο στις δυναμικές γραμμές του οποίου εισέρχονται κάθετα και εκτελούν κυκλική κίνηση με περίοδο $T = 10^{-7} \text{ s}$.

4.3. Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τους τροχιάς.

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που πρέπει να εφαρμόσουμε κατάλληλα ώστε τα ηλεκτρόνια να κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά.

Μονάδες (5+7+7+6)=25

Δίνεται $\sqrt{1,42 \cdot 10^{15}} \approx 37,7 \cdot 10^6$

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται κατά την εξέταση.

7.4 Φαινόμενο Compton (6)

1.

Θ Ε Μ Α Β

7.4

2 5 2 4 4

2.1. Στη φερώνυμη σκέδαση, κατά την πρόπτωση ακτίνων X πάνω σε μια υλική επιφάνεια, η έκφραση του μήκους κύματος Compton λ_c είναι $\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$, όπου h η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός.

Μία δέσμη φωτονίων ακτίνων X ενέργειας E , σκεδάζεται από ηλεκτρόνια ενός στόχου άνθρακα. Η σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων, που ανιχνεύεται στις 90° σε σχέση με την αρχική κατεύθυνση της δέσμης, έχει φωτόνια με ενέργεια E' , που είναι ίση με το 90% της ενέργειας των φωτονίων της αρχικής δέσμης.

Αν το αρχικό μήκος κύματος της δέσμης είναι λ , τότε η σχέση του με το μήκος κύματος Compton είναι:

(α) $\lambda = 9 \cdot \lambda_c$, (β) $\lambda = 0,9 \cdot \lambda_c$, (γ) $\lambda = \frac{10}{9} \cdot \lambda_c$.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Κατά τη μετωπική ελαστική κρούση δύο σφαιρών, για τις αλγεβρικές τιμές των ταχυτήτων τους v_1, v_2 πριν την κρούση και v'_1, v'_2 μετά την κρούση, ισχύει η σχέση:

(α) $v_1 - v_2 = v'_1 - v'_2$, (β) $v_1 - v_2 = v'_2 - v'_1$, (γ) $v_1 + v_2 = v'_1 + v'_2$.

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

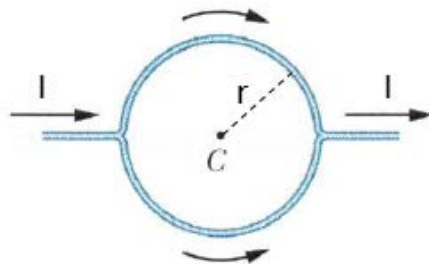
2.

Θ Ε Μ Α Β

7.4

2 5 9 9 6

2.1. Ένας ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης I και διαχωρίζεται σε δύο ημικύκλια ίδιας ακτίνας r και ίδιου εμβαδού διατομής S , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το υλικό κατασκευής των αγωγών είναι το ίδιο στα δύο ημικύκλια. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ημικυκλικοί αγωγοί ακτίνας r στο κέντρο C του κυκλικού βρόχου που σχηματίζεται, έχει μέτρο



(α) $B_C = \frac{\mu_0 I}{2r}$

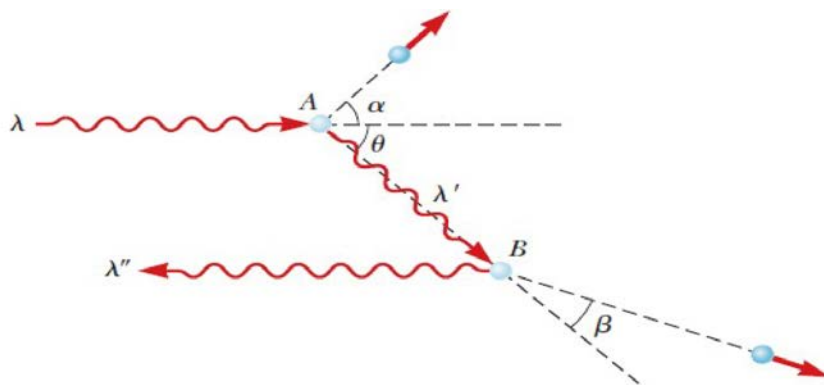
(β) $B_C = \frac{\mu_0 I}{4r}$

(γ) $B_C = 0$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα φωτόνιο με μήκος κύματος λ σκεδάζεται από ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο σημείο Α, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Από αυτή την σκέδαση παράγεται ένα δεύτερο φωτόνιο με μήκος κύματος λ' . Στην συνέχεια το φωτόνιο αυτό σκεδάζεται από ένα άλλο ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο Β και παράγεται ένα τρίτο φωτόνιο με μήκος κύματος λ'' , το οποίο κινείται σε ακριβώς αντίθετη κατεύθυνση από το αρχικό φωτόνιο. Αν δίνονται η σταθερά του Planck h , η μάζα του ηλεκτρονίου m και η ταχύτητα το φως στο κενό c , τότε η διαφορά $\Delta\lambda = \lambda'' - \lambda$ είναι



(α) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc}$

(β) $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}$

(γ) $\Delta\lambda = 0$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

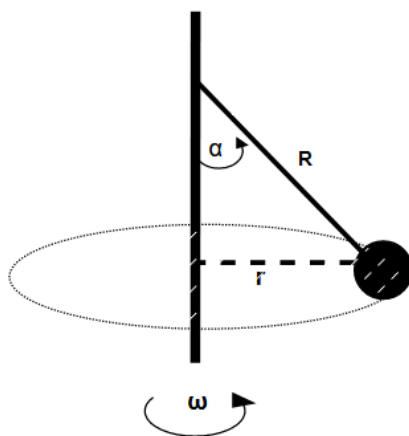
3.

Θ Ε Μ Α Β

7.4

2 6 3 5 2

2.1. Το παιχνίδι “Tetherball” παίζεται δένοντας μια σφαίρα σε έναν ιστό με τη βοήθεια ενός νήματος. Η σφαίρα περιστρέφεται σε οριζόντιο κύκλο εκτελώντας ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας r και το νήμα σχηματίζει γωνία α με τον κατακόρυφο άξονα. Η σφαίρα είναι ομογενής και το νήμα είναι αβαρές και μη εκτατό. Είναι γνωστά το μήκος του νήματος R και η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής ω της σφαίρας.



Αν g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, η σχέση που συνδέει τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής ω και τη γωνιακή απομάκρυνση α είναι:

$$(\alpha) \text{ συν } \alpha = \frac{g}{\omega^2 R} \quad , \quad (\beta) \text{ συν } \alpha = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} \quad , \quad (\gamma) \text{ συν } \alpha = \frac{g}{2 \cdot \omega^2 R}$$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ακτίνες X με μήκος κύματος $\lambda = 0,140 \text{ nm}$ προσπίπτουν σε άνθρακα και σκεδάζονται. Για ποια γωνία φ ανιχνεύονται φωτόνια σε σχέση με την προσπίπτουσα δέσμη και έχουμε τη μέγιστη μετατόπιση μήκους κύματος Compton;

Δίνεται ότι : $\text{συν}0^\circ = 1$, $\text{συν}90^\circ = 0$, $\text{συν}180^\circ = -1$

$$(\alpha) 0^\circ \quad , \quad (\beta) 90^\circ \quad , \quad (\gamma) 180^\circ$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

4.

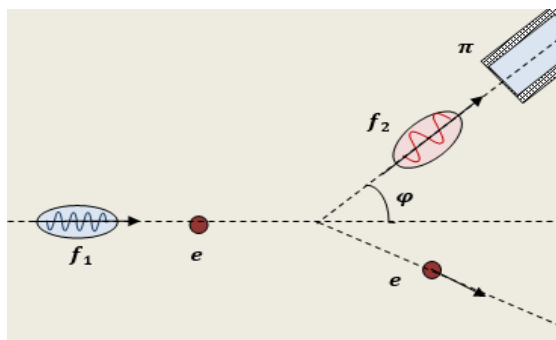
Θ Ε Μ Α Β

7.4

2 8 5 2 8

2.1. Μελετώντας την πρόσπτωση ακτινών X , σε μια επιφάνεια, ο Compton περιέγραψε την σκέδαση των φωτονίων μήκους κύματος λ μέσω της σχέσης

$(\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c} (1 - \text{συν}\varphi))$, όπου h είναι η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός. Η ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$, έχει διαστάσεις μήκους



κύματος και ονομάζεται μήκος κύματος Compton των ηλεκτρονίων ($\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$). Μια δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος ίσο με το μισό του μήκους κύματος Compton ($\lambda = \frac{\lambda_c}{2}$) σκεδάζεται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα. Αν ανιχνεύσαμε σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων με κατάλληλο “παράθυρο”, και γωνία σκέδασης $\varphi = 60^\circ$, όπως στο σχήμα, το μήκος κύματος των σκεδαζόμενων φωτονίων σε σχέση με το αρχικό είναι:

(α) αυξημένο κατά 100%,

(β) μειωμένο κατά 100%,

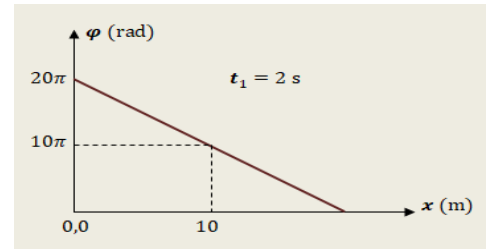
(γ) αυξημένο κατά 50%.

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται χωρίς απώλειες ενέργειας, σε γραμμικό ελαστικό μέσο μεγάλου μήκους (τεντωμένη χορδή), που η αρχική του διεύθυνση ταυτίζεται με ημιάξονα Ox . Η πηγή του κύματος βρίσκεται στο άκρο O της χορδής και εξαναγκάζει το σημείο αυτό σε ταλάντωση κάθετα στη

διεύθυνσή Ox . Η απομάκρυνση του άκρου O της χορδής από τη θέση ισορροπίας του αποδίδεται από τη σχέση $y = A \cdot \eta\mu\omega t$. Στο διάγραμμα παριστάνεται η φάση ταλάντωσης των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου, σε συνάρτηση με την απόσταση x της θέσης ισορροπίας τους από την πηγή, τη χρονική στιγμή $t_1 = 2$ s.



Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι ίση με:

(α) $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, (β) $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, (γ) $v = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

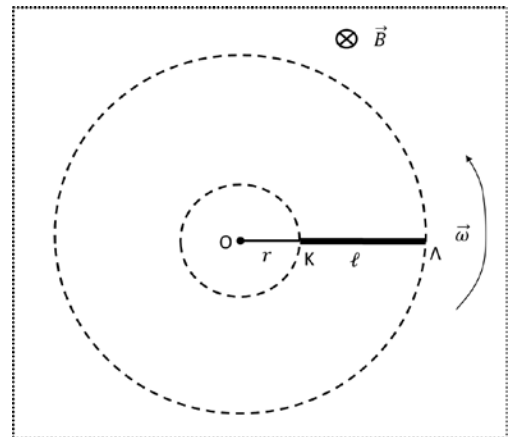
5.

Θ Ε Μ Α Β

7.4

3 0 5 1 2

2.1. Στο διπλανό σχήμα η ράβδος ΟΚΛ αποτελείται από δύο τμήματα ενωμένα σταθερά μεταξύ τους. Το τμήμα ΟΚ είναι πλαστικό και έχει μήκος r , ενώ το τμήμα ΚΛ είναι μεταλλικό και έχει μήκος ℓ . Η ράβδος ΟΚΛ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή γύρω από το άκρο της O , κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στο τμήμα ΚΛ είναι ίση με:

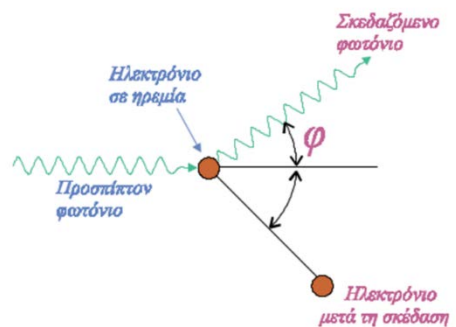


(α) $E_{\varepsilon\pi} = B\ell^2\omega/2$ (β) $E_{\varepsilon\pi} = B\ell(\ell + 2r)\omega/2$ (γ) $E_{\varepsilon\pi} = Br(2\ell + r)\omega/2$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Η ποσότητα $\frac{h}{mc}$, όπου m η μάζα του ηλεκτρονίου, h η σταθερά του Planck και c η ταχύτητα του φωτός, έχει διαστάσεις μήκους συμβολίζεται με λ_C και ονομάζεται μήκος κύματος Compton του ηλεκτρονίου. Όταν ένα φωτόνιο μήκους κύματος $\lambda = \lambda_C/2$ προσπίπτει σε ένα πρακτικώς ακίνητο ηλεκτρόνιο σκεδάζεται υπό γωνία φ . Το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει μήκος κύματος λ' . Το μέγιστο ποσοστό μεταβολής του μήκους κύματος του φωτονίου είναι



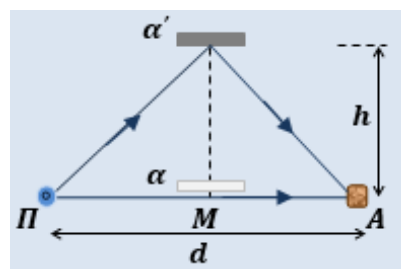
(α) 100% (β) 200% (γ) 400%

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

2.1. Στην επιφάνεια υγρού που ηρεμεί, σε ορισμένο σημείο Π , δημιουργούμε με τη βοήθεια σημειακής πηγής, αρμονικά εγκάρσια κύματα συχνότητας f . Τα κύματα αυτά, φτάνουν σε ακίνητο ανιχνευτή A απευθείας, με διάδοση στη διεύθυνση ΠA , αλλά και μετά από ανάκλαση σε ανακλαστήρα α . Ο ανακλαστήρας, είναι μια μικρή μεταλλική επιφάνεια, που μπορούμε να την μετακινούμε πάνω στη μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος ΠA . Για τις διαστάσεις του πειράματος, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι, τα κύματα που φτάνουν στον ανιχνευτή A , έχουν ίσα πλάτη. Η απόσταση του σημείου Π από τον ανιχνευτή A είναι $d = 6 \cdot \lambda$, όπου λ το μήκος κύματος των κυμάτων που παράγει η πηγή, στην επιφάνεια του υγρού.



Αρχίζουμε να μετακινούμε αργά τον ανακλαστήρα πάνω στη μεσοκάθετο του ΠA , ξεκινώντας από μια θέση α πολύ κοντά στο μέσο M του ΠA , όπως στο σχήμα. Κατά τη μετακίνηση αυτή, παρατηρούμε στον ανιχνευτή A , ταλαντώσεις με πλάτος που μεταβάλλεται.

Το πλάτος ταλαντώσεων στον ανιχνευτή, μεγιστοποιείται για τέταρτη φορά μετά την έναρξη της μετακίνησης του ανακλαστήρα, όταν τον έχουμε μετατοπίσει πάνω στη μεσοκάθετο κατά h .

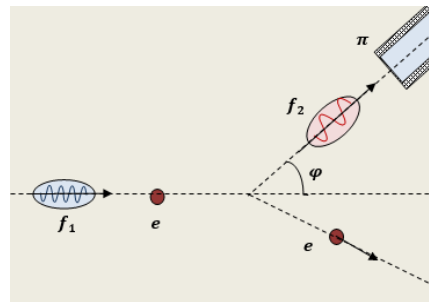
Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού είναι:

$$\alpha. v_{\delta} = \frac{h \cdot f}{4} \quad , \quad \beta. v_{\delta} = h \cdot f \quad , \quad \gamma. v_{\delta} = 4 \cdot h \cdot f$$

2.1. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Μελετώντας την πρόσπτωση ακτινών X , σε μια επιφάνεια, ο Compton περιέγραψε την σκέδαση των φωτονίων μήκους κύματος λ μέσω της σχέσης $(\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c} (1 - \sin \varphi))$, όπου h είναι η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός. Η ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$, έχει διαστάσεις μήκους



κύματος και ονομάζεται μήκος κύματος Compton των ηλεκτρονίων ($\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$). Μια δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος ίσο με το μισό του μήκους κύματος Compton ($\lambda = \frac{\lambda_c}{2}$) σκεδάζεται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα. Αν ανιχνεύσαμε σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων με κατάλληλο “παράθυρο”, και γωνία σκέδασης $\varphi = 60^\circ$, όπως στο σχήμα, το ποσοστό της αρχικής ενέργειας ενός φωτονίου που μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του σκεδαζόμενου ηλεκτρονίου στη σκέδαση αυτή είναι:

$$(\alpha) 100\% \quad , \quad (\beta) 50\% \quad , \quad (\gamma) 20\%$$

2.2. Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

7.4 Φαινόμενο Compton (1)

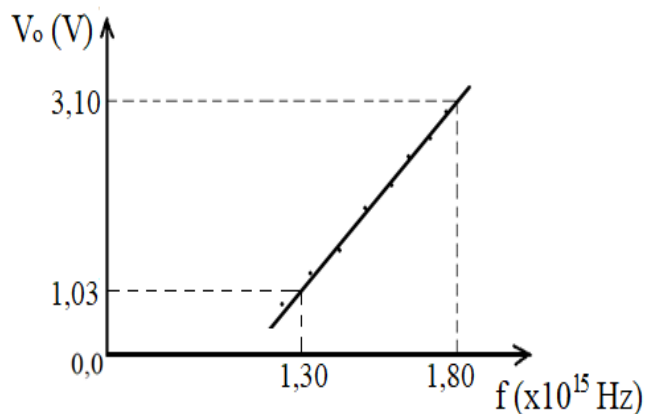
1.

Θ Ε Μ Α Δ

7.4

3 1 6 7 2

Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, πήραμε τη γραφική παράσταση της τάσης αποκοπής V_0 σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας f που προσπίπτει στην κάθοδο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα.



4.1. Από τη μελέτη του διαγράμματος να γράψετε την εξίσωση της τάσης αποκοπής V_0 σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας f . Ακολουθώντας, να αποδείξετε ότι η τιμή της σταθεράς του Planck είναι $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

4.2. Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής του μετάλλου της επιστρώσης της επιφάνειας της καθόδου και τη συχνότητα κατωφλίου.

Δέσμη φωτονίων μονοχρωματικής ακτινοβολίας μήκους κύματος λ , προσπίπτει σε στόχο από γραφίτη και σκεδάζεται. Ανιχνεύοντας τα φωτόνια που σκεδάζονται υπό γωνία $\varphi = 120^\circ$ σε σχέση με την αρχική κατεύθυνση κίνησης της δέσμης, διαπιστώνουμε ότι το μήκος κύματός τους έχει μεταβληθεί κατά 20%.

Να υπολογίσετε:

4.3. το μήκος κύματος λ της προσπίπτουσας δέσμης φωτονίων.

4.4. την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου.

Μονάδες (7+6+6+6)=25

Δίνονται: η ταχύτητα διάδοσης του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$, το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. $\sin 120^\circ = -\frac{1}{2}$.

Τα αριθμητικά αποτελέσματα της άσκησης να υπολογιστούν με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.

7.5 Η Κυματική Φύση της Ύλης (1)

1.

Θ Ε Μ Α Β

7.5

3 1 6 7 0

2.1. Η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι ίση με $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Η εξίσωση που περιγράφει το ηλεκτρικό πεδίο ενός αρμονικού ηλεκτρομαγνητικού κύματος που διαδίδεται στο κενό είναι:

(α) $E = 30\eta\mu 2\pi(6 \cdot 10^{10}t - 2 \cdot 10^2x)$ (S.I.)

(β) $E = 30\eta\mu 2\pi(8 \cdot 10^{10}t - 3 \cdot 10^2x)$ (S.I.)

(γ) $E = 30\eta\mu 2\pi(9 \cdot 10^{10}t - 4 \cdot 10^2x)$ (S.I.)

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα πρωτόνιο (μάζας m_p , ηλεκτρικού φορτίου q_p) και ένα σωματίδιο άλφα (μάζας $m_\alpha = 4m_p$, ηλεκτρικού φορτίου $q_\alpha = 2q_p$) επιταχύνονται από την ηρεμία με την ίδια διαφορά δυναμικού V . Αν το μήκος κύματος de Broglie του πρωτονίου είναι $0,4 \text{ nm}$, το αντίστοιχο μήκος κύματος de Broglie για το σωματίδιο άλφα είναι:

(α) $0,1 \text{ nm}$,

(β) $0,8\sqrt{2} \text{ nm}$,

(γ) $0,1\sqrt{2} \text{ nm}$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

7.5 Η Κυματική Φύση της Ύλης (2)

1.

Θ Ε Μ Α Δ

7.5

3 0 6 9 4

Σε ένα πυρηνικό πείραμα, ένας πυρήνας Ηλίου (He) μάζας $m = 6,4 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,1 \text{ T}$, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και διαγράφει κυκλική τροχιά ακτίνας $R_1 = 6 \text{ cm}$. Κάποια στιγμή ο πυρήνας He διαπερνά ένα λεπτό φύλλο μολύβδου, οπότε χάνει ενέργεια. Αμέσως μετά συνεχίζει να κινείται μέσα στο ίδιο ομογενές μαγνητικό πεδίο αλλά σε κυκλική τροχιά ακτίνας $R_2 = 2 \text{ cm}$.

Να υπολογίσετε:

- 4.1. την περίοδο της κυκλικής κίνησης του πυρήνα He πριν περάσει το φύλλο του μολύβδου και αφού το διαπεράσει. Τι παρατηρείτε;
- 4.2. το μήκος κύματος de Broglie που αντιστοιχεί στον πυρήνα He πριν διαπεράσει το φύλλο μολύβδου.
- 4.3. το ποσοστό επί τοις εκατό της μεταβολής του μήκους κύματος de Broglie που αντιστοιχεί στον πυρήνα He αφού διαπεράσει το φύλλο μολύβδου.
- 4.4. την απώλεια ενέργειας του πυρήνα He κατά το πέρασμά του μέσα από το φύλλο του μολύβδου.

Μονάδες Μονάδες (6+7+6+6)=25

ς 6

Να θεωρήσετε ότι η σταθερά του Planck έχει τιμή $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

2.

Θ Ε Μ Α Δ

7.5

3 1 4 2 7

Μια μεταλλική επιφάνεια φωτίζεται με φως μήκους κύματος $\lambda_1 = 331,5 \text{ nm}$ και εκπέμπει φωτοηλεκτρόνια για τα οποία η τάση αποκοπής είναι $V_1 = 0,75 \text{ V}$.

Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ και $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- 4.1. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια με την οποία εγκαταλείπουν το μέταλλο τα φωτοηλεκτρόνια και το έργο εξαγωγής του μετάλλου.
- 4.2. Να υπολογίσετε τη συχνότητα κατωφλίου f_0 . Αν πέσει στη μεταλλική επιφάνεια φως μήκους κύματος $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ θα εξέλθουν φωτοηλεκτρόνια από το μέταλλο;
Ακτίνες X με μήκος κύματος $\lambda = \frac{\lambda_2}{3 \cdot 10^3}$ σκεδάζονται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα.
- 4.3. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των φωτονίων που σκεδάζονται κατά γωνία $\varphi = 60^\circ$ σε σχέση με την αρχική τους διεύθυνση.
- 4.4. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια, το μέτρο της ορμής και το μήκος κύματος de Broglie του ηλεκτρονίου μετά τη σκέδαση. Να μην λάβετε υπόψη σχετικιστικά φαινόμενα.

Μονάδες (6+6+6+7)=25

7.6 Αρχή της Αβεβαιότητας (3)

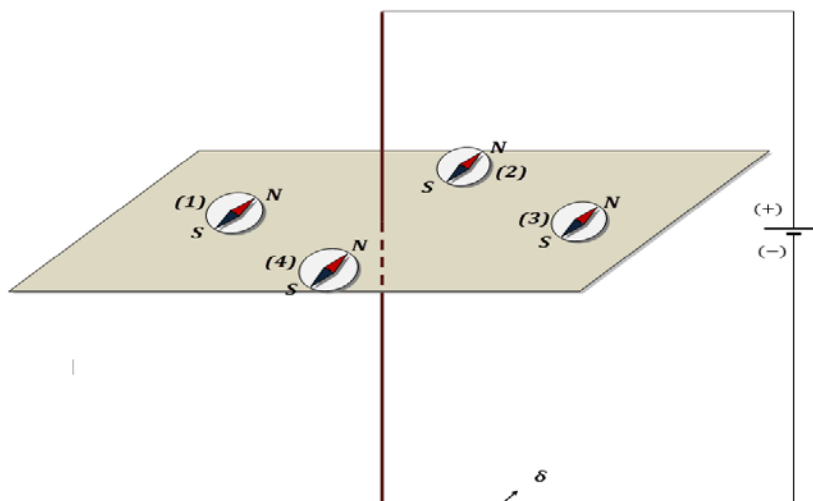
1.

Θ Ε Μ Α Β

7.6

2 8 5 3 5

2.1. Πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, βρίσκονται τέσσερις πυξίδες, με τις μαγνητικές τους βελόνες προσανατολισμένες από το μαγνητικό πεδίο της Γης. Τα κέντρα των πυξίδων σχηματίζουν τετράγωνο. Ένας κατακόρυφος μεταλλικός αγωγός, τρυπάει το οριζόντιο επίπεδο, στο σημείο τομής των διαγωνίων του τετραγώνου.



Τα άκρα του αγωγού συνδέονται με την ηλεκτρική πηγή που φαίνεται στο σχήμα, μέσω διακόπτη δ , που είναι αρχικά ανοικτός. Γνωρίζουμε πως, όταν κλείνουμε τον διακόπτη δ , οι μαγνητικές βελόνες των πυξίδων επηρεάζονται κυρίως από το μαγνητικό πεδίο του ρευματοφόρου αγωγού, που τέμνει το επίπεδο. Γνωρίζουμε επίσης ότι αυτό το μαγνητικό πεδίο είναι πολύ ισχυρότερο σε σύγκριση με το μαγνητικό πεδίο της Γης. Έτσι, περιμένουμε ότι, σε σχέση με την αρχική τους θέση, θα περιστραφούν γύρω από τον άξονά τους, οι μαγνητικές βελόνες, των πυξίδων:

(α) (1) και (3).

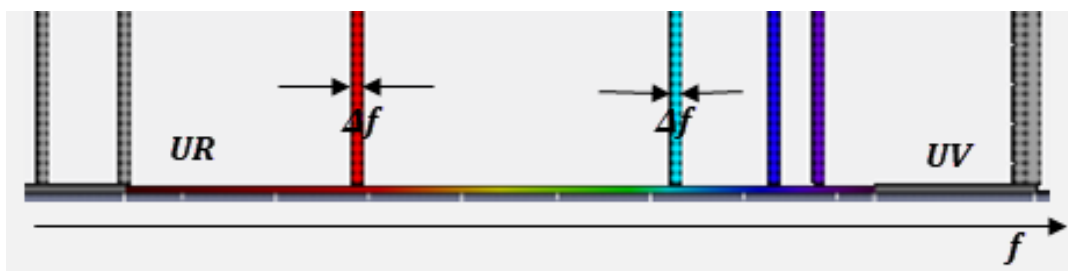
(β) (2) και (4).

(γ) (2), (3) και (4).

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ας υποθέσουμε ότι η διατύπωση της αρχής αβεβαιότητας χρόνου-ενέργειας, μπορεί να γραφεί με τη μορφή $\Delta E \cdot \Delta t \cong \frac{h}{2\pi}$, όπου h η σταθερά του Planck και Δt ο χρόνος εξέλιξης ενός κβαντικού φαινομένου. Αυτή η αρχή μπορεί να εξηγήσει γιατί στα γραμμικά φάσματα εκπομπής των χημικών στοιχείων, το φως που εκπέμπεται σε χαρακτηριστικά για το στοιχείο, μήκη κύματος, δεν είναι αυστηρά μονοχρωματικό.



Για παράδειγμα, στο γραμμικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου, που αποδίδεται με μια εικόνα προσομοίωσης στο πιο πάνω σχήμα, κάθε φασματική γραμμή έχει ένα εύρος συχνοτήτων Δf .

Αν υποθέσουμε ότι ο χρόνος παραμονής του ηλεκτρονίου, στη διεγερμένη κατάσταση, για τα άτομα του υδρογόνου είναι $\Delta t = \frac{4}{\pi} \cdot 10^{-8} \text{ s}$, τότε αυτό το εύρος είναι:

$$(\alpha) \Delta f = 0 \quad , \quad (\beta) \Delta f = 1,25 \cdot 10^7 \text{ Hz} \quad , \quad (\gamma) \Delta f = 8 \cdot 10^{-7} \text{ Hz}$$

2.1. A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

2.

Θ Ε Μ Α Β

7.6

3 1 7 5 8

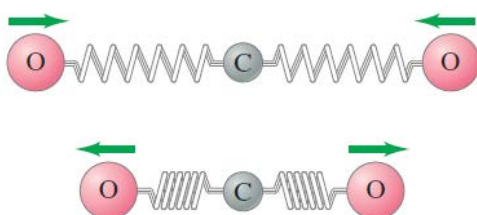
2.1. Τα π μεσόνια ή πιόνια είναι ασταθή υποατομικά σωματίδια. Χρησιμοποιούνται στην ερμηνεία της δράσης της ισχυρής πυρηνικής δύναμης, η οποία είναι ελκτική δύναμη μεταξύ των νουκλεονίων στον πυρήνα. Ένα φορτισμένο π μεσόνιο (π^+) έχει χρόνο ζωής $\Delta t = 26,4 \text{ ns}$ και ενέργεια ηρεμίας $E = 140 \text{ MeV}$. Η ανηγμένη σταθερά του Planck έχει την τιμή $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16} \text{ eV} \cdot \text{s}$. Η ελάχιστη αβεβαιότητα στην μέτρηση της ενέργειας του π μεσονίου ως κλάσμα της ενέργειας ηρεμίας του είναι

$$(\alpha) \frac{\Delta E}{E} = 1,8 \cdot 10^{-16} \quad (\beta) \frac{\Delta E}{E} = 1,5 \cdot 10^{-14} \quad (\gamma) \frac{\Delta E}{E} = 1,2 \cdot 10^{-18}$$

2.1. A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα μη πολικό γραμμικό μόριο. Οι δεσμοί άνθρακα-οξυγόνου σε αυτό το μόριο συμπεριφέρονται σαν ελατήρια. Το παρακάτω σχήμα δείχνει έναν πιθανό τρόπο με τον οποίο τα άτομα οξυγόνου σε αυτό το μόριο μπορούν να ταλαντωθούν: τα άτομα οξυγόνου ταλαντώνονται συμμετρικά από και προς το κεντρικό άτομο άνθρακα, το οποίο παραμένει ακίνητο. Ως εκ τούτου, κάθε άτομο οξυγόνου λειτουργεί σαν ένας απλός αρμονικός ταλαντωτής με μάζα ίση με τη μάζα ενός ατόμου οξυγόνου. Έχει βρεθεί ότι αυτή η ταλάντωση γίνεται με συχνότητα $f = 2,8 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$. Ποια είναι η σταθερά k του ισοδύναμου ελατηρίου που αναπαριστά τον δεσμό C-O; Δίνεται η μάζα του ατόμου του οξυγόνου $m = 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. Να θεωρήσετε ότι $\pi^2 = 10$.



$$(\alpha) \quad k = 212 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$(\beta) \quad k = 847 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$(\gamma) \quad k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

3.

Θ Ε Μ Α Β

7.6

3 4 8 3 9

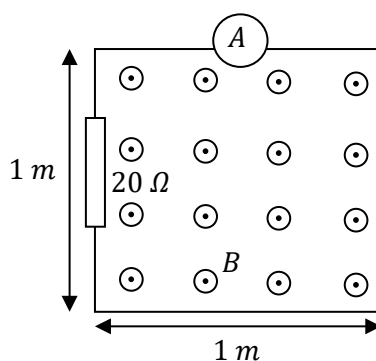
2.1. Πρωτόνιο είναι περιορισμένο σε ατομικό πυρήνα διαμέτρου d . Δεν γνωρίζουμε την ακριβή θέση του πρωτονίου μέσα στον πυρήνα. Η κινητική ενέργεια του πρωτονίου δεν μπορεί να θεωρηθεί μικρότερη από

$$(\alpha) \frac{\hbar^2}{4} \quad , \quad (\beta) \frac{32\hbar^2}{d^2m} \quad , \quad (\gamma) \frac{\hbar^2}{2d^2m}$$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται με το επίπεδό του να τέμνεται κάθετα από τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, η ένταση του οποίου μειώνεται με σταθερό ρυθμό σε απόλυτη τιμή 10 T/s .



Η ένδειξη του αμπερομέτρου θα

(α) είναι $0,5 \text{ A}$, (β) είναι 2 A , (γ) μειώνεται με σταθερό ρυθμό

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$

7.7 Κυματοσυνάρτηση και εξίσωση Schrödinger (Σρέντινγκερ) (2)

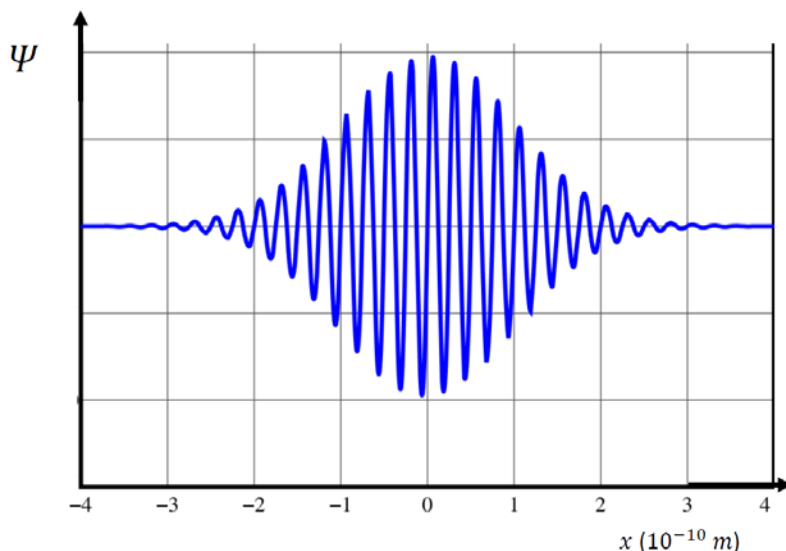
1.

Θ Ε Μ Α Β

7.7

2 6 9 2 2

2.1. Το διάγραμμα δείχνει τη γραφική παράσταση κυματοσυνάρτησης η οποία αντιστοιχεί σε υποατομικό σωματίδιο, σε συνάρτηση με τη θέση του. Η ελάχιστη αβεβαιότητα στην ορμή του σωματιδίου προσεγγίζεται καλύτερα από την τιμή



(α) $1,5 \times 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, (β) $7,0 \times 10^{-10} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, (γ) $1,0 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Ένα κομμάτι ξύλο σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου έχει ύψος L , επιπλέει σε νερό και ισορροπεί. Το σπρώχνουμε λίγο κατακόρυφα προς τα κάτω και το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε αρχίζει να εκτελεί ΑΑΤ, κατά την οποία η επιτάχυνση του ξύλου συναρτήσει της απομάκρυνσης του κέντρου μάζας του από τη θέση ισορροπίας του δίνεται από την εξίσωση $a = -\frac{40}{L}x$ (SI). Η περίοδος της ταλάντωσης είναι 0,5 s. Το ύψος L του ξύλου είναι περίπου ίσο με:

(α) 0,5 m , (β) 0,25 m , (γ) 2 m

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες [(4+8)+(4+9)]=25

2.1. Σε χορδή κιθάρας σχηματίζονται στάσιμα κύματα, σε κάθε άκρο των οποίων υπάρχει δεσμός. Υποθέτουμε πως τα ακραία σημεία της χορδής βρίσκονται στις θέσεις $x = 0$ και $x = L$. Έστω πως η



συχνότητα της νότας που παίζουμε είναι f και πως η ταχύτητα των κυμάτων που μπορούν να διαδοθούν στην χορδή είναι v . Δεσμοί θα σχηματιστούν στις θέσεις

$$(α) x = 0, \frac{v}{2f}, \frac{v}{f}, \frac{3v}{2f}, \dots, L \quad , \quad (β) x = \frac{v}{4f}, \frac{3v}{4f}, \frac{5v}{4f}, \dots, \quad (γ) x = 0, \frac{v}{4f}, \frac{v}{2f}, \frac{2v}{4f}, \dots, L$$

2.1. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.1. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.2. Με βάση ένα απλοϊκό μοντέλο του ατομικού πυρήνα θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ένα πρωτόνιο ως ελεύθερο να κινηθεί μέσα στον πυρήνα (ας εκτιμηθεί η διάμετρος του σε 10^{-10} m), αλλά αδύνατο να βγει από τα όρια αυτού. Η κυματοσυνάρτηση σε αυτήν την περίπτωση θα έχει τη μορφή εξίσωσης απομάκρυνσης στάσιμου κύματος με δεσμούς στα δύο άκρα. Για το στάσιμο κύμα με το μεγαλύτερο δυνατό μήκος κύματος, μία αριθμητική εκτίμηση για την ορμή p και την ελάχιστη αβεβαιότητα Δp της ορμής του πρωτονίου θα είναι πιο κοντά σε

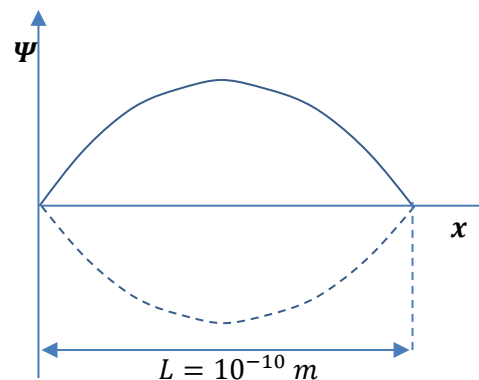
$$(α) p = 3,3 \times 10^{-24} \text{ kg m/s} \text{ και } \Delta p = 1,1 \times 10^{-24} \text{ kg m/s}$$

$$(β) p = 3,3 \times 10^{22} \text{ kg m/s} \text{ και } \Delta p = 1,1 \times 10^{-22} \text{ kg m/s}$$

$$(γ) p = 3,3 \times 10^{-10} \text{ kg m/s} \text{ και } \Delta p = 1,1 \times 10^{-15} \text{ kg m/s}$$

2.2. Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

2.2. Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες $[(4+8)+(4+9)]=25$