

1ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κεντρική ελαστική κρούση

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Δύο σφαίρες Σ_1 και Σ_2 ίσων μαζών κινούνται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με αντίθετες ταχύτητες και συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά.
- α) Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 έχουν ίσες ορμές πριν την κρούση.
 - β) Η ολική ορμή και η συνολική κινητική ενέργεια των δύο σφαιρών πριν την κρούση είναι ίσες με μηδέν.
 - γ) Οι δύο σφαίρες έχουν πριν την κρούση αντίθετες κινητικές ενέργειες.
 - δ) Η ολική ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών μετά την κρούση είναι ίση με μηδέν.

Μονάδες 5

- Α2. Μια σφαίρα Σ_1 μάζας m που κινείται με ταχύτητα μέτρου v συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 διπλάσιας μάζας. Οι ταχύτητες των δύο σφαιρών αμέσως μετά την κρούση έχουν...
- α) ίδιες κατευθύνσεις.
 - β) ίδιες κατευθύνσεις και ίσα μέτρα.
 - γ) αντίθετες κατευθύνσεις.
 - δ) κάθετες κατευθύνσεις.

Μονάδες 5

- Α3. Ένα σώμα μάζας m , που κινείται με ταχύτητα μέτρου v , συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ένα άλλο αρχικά ακίνητο σώμα ίδιας μάζας. Τα δύο σώματα ανταλλάσσουν...
- α) μόνο τις ταχύτητές τους.
 - β) μόνο τις ορμές τους.
 - γ) μόνο τις κινητικές τους ενέργειες.
 - δ) τις ταχύτητες τις ορμές και τις κινητικές τους ενέργειες.

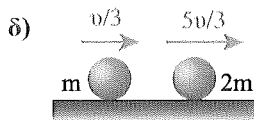
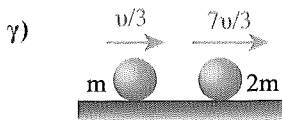
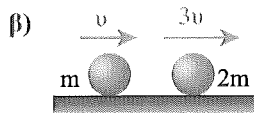
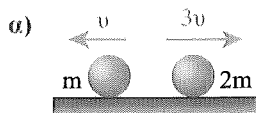
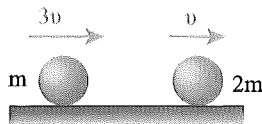
Μονάδες 5

- A4. Δύο μικρές σφαίρες συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Η διαφορά των ταχυτήτων τους αμέσως πριν την κρούση είναι...
- μεγαλύτερη από τη διαφορά των ταχυτήτων τους αμέσως μετά την κρούση.
 - ίση με τη διαφορά των ταχυτήτων τους αμέσως μετά την κρούση.
 - μικρότερη από τη διαφορά των ταχυτήτων τους αμέσως μετά την κρούση.
 - αντίθετη από τη διαφορά των ταχυτήτων τους αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Οι δύο σφαίρες του διπλανού σχήματος συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Μετά την κρούση οι σφαίρες θα κινηθούν όπως στο σχήμα:



Να επιλέξετε το σωστό σχήμα και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

- B2. Μια μικρή σφαίρα Σ_1 μάζας m_1 που κινείται με ταχύτητα \bar{v}_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με μια άλλη αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 μάζας m_2 . Μετά την κρούση οι δύο σφαίρες κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις με ταχύτητες \bar{v}'_1 , \bar{v}'_2 , των οποίων τα μέτρα συνδέονται με τη σχέση $|\bar{v}'_1| = 2|\bar{v}'_2|$.

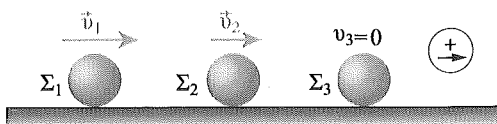
Ο λόγος $\frac{m_1}{m_2}$ των μαζών των δύο σφαιρών είναι ίσος με:

- α) $\frac{1}{5}$ β) 1 γ) 5

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

- B3. Οι τρεις μικρές σφαίρες Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 του διπλανού σχήματος είναι ίσου όγκου και έχουν μάζες $m_1 = m$, $m_2 = m$ και $m_3 = 2m$. Οι



σφαίρες βρίσκονται αρχικά ακίνητες σε λείο οριζόντιο δάπεδο, με τα κέντρα τους να ανήκουν στην ίδια ευθεία.

Κάποια στιγμή εκτοξεύουμε προς τη θετική κατεύθυνση τις σφαίρες Σ_1, Σ_2 με ταχύτητες v_1 και $v_2 = \frac{v_1}{3}$.

Οι σφαίρες Σ_1, Σ_2 συγκρούονται μεταξύ τους πριν η σφαίρα Σ_2 φτάσει στη σφαίρα Σ_3 .

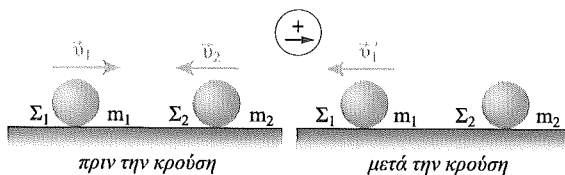
Μετά από τις κεντρικές ελαστικές κρούσεις που θα ακολουθήσουν...

- α) η σφαίρα Σ_1 θα ακινητοποιηθεί και η σφαίρα Σ_2 θα κινείται προς τη θετική κατεύθυνση.
- β) οι σφαίρες Σ_1 και Σ_2 θα κινούνται προς τη θετική κατεύθυνση.
- γ) η σφαίρα Σ_1 θα κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση και η σφαίρα Σ_2 προς τη θετική κατεύθυνση.

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B4. Μια μικρή σφαίρα Σ_1 μάζας $m_1 = 3\text{ kg}$ κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = +2\text{ m/sec}$ και συγκρούεται κεντρικά



και ελαστικά με άλλη σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = 2\text{ kg}$ που κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση με ταχύτητα $v_2 = -3\text{ m/sec}$, όπως στο σχήμα. Μετά την κρούση η σφαίρα Σ_1 αντιστρέφει την πορεία της κινούμενη με ταχύτητα \bar{v}'_1 και η σφαίρα Σ_2 αποκτά ταχύτητα \bar{v}'_2 (που δεν έχει σχεδιαστεί).

Η μέγιστη τιμή της δυναμικής ενέργειας του συστήματος των δύο σφαιρών λόγω της ελαστικής παραμόρφωσης που παθαίνουν κατά την κρούση τους ισούται με:

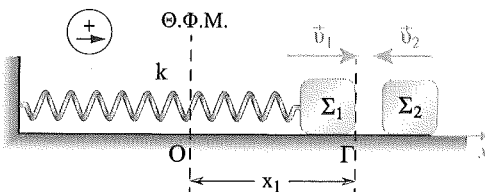
- α) 6 J β) 9 J γ) 15 J

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Τα σώματα Σ_1, Σ_2 του διπλανού σχήματος έχουν μάζες $m_1 = 4\text{ kg}, m_2 = 12\text{ kg}$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά κινούμενα σε οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητες μέτρου $v_1 = v_2 = 1\text{ m/sec}$, που έχουν αντίθετες φορές.



Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 16\text{ N/m}$.

Ο άξονας του ελατηρίου συμπίπτει με άξονα $x'Ox$, του οποίου η αρχή O ($x = 0$) ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους ($\Theta.F.M.$) του ελατηρίου. Η κρούση των σωμάτων πραγματοποιείται στο σημείο Γ του δαπέδου που βρίσκεται στη θέση $x_1 = + 1m$. Αριστερά του σημείου Γ το δάπεδο είναι λείο, ενώ δεξιά του σημείου Γ είναι τραχύ και τα σώματα εμφανίζουν μ' αυτό συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,1$. Να υπολογίσετε:

Γ1. τις αλγεβρικές τιμές των ταχυτήτων των δύο σωμάτων αμέσως μετά την πρώτη τους κρούση,

Μονάδες 5

Γ2. τη μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου μετά την κρούση,

Μονάδες 10

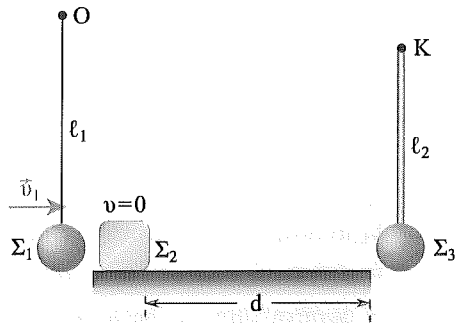
Γ3. το συνολικό διάστημα που θα διανύσει το σώμα Σ_2 μετά τη δεύτερη κρούση των δύο σωμάτων.

Μονάδες 10

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Μια σφαίρα Σ_1 μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$ ισορροπεί δεμένη στο ελεύθερο άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους ℓ_1 , του οποίου το άλλο άκρο κρέμεται από σταθερό σημείο O . Πολύ κοντά στη σφαίρα Σ_1 ισορροπεί ακίνητο ένα μικρό σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$ που βρίσκεται σε οριζόντιο δάπεδο, με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,5$.



1. Εκτοξεύουμε το σώμα Σ_1 προς το σώμα

Σ_2 με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_1 = 12 \text{ m/sec}$. Μετά την κεντρική ελαστική κρούση των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , το σώμα Σ_1 εκτελεί οριακά ανακύκλωση, ενώ το σώμα Σ_2 διανύει στο οριζόντιο δάπεδο απόσταση $d = 2 \text{ m}$ και προσκρούει κεντρικά και ελαστικά σε σφαίρα Σ_3 μάζας $m_3 = 3 \text{ kg}$. Η σφαίρα Σ_3 ισορροπεί δεμένη στο κάτω άκρο αβαρούς ράβδου μήκους ℓ_2 , της οποίας το πάνω άκρο K είναι καρφωμένο και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές.

Μετά την κρούση, το σώμα Σ_3 εκτελεί επίσης οριακά ανακύκλωση. Να υπολογίσετε:

Δ1. το μήκος ℓ_1 του νήματος,

Μονάδες 7

Δ2. το μήκος ℓ_2 της ράβδου.

Μονάδες 6

II. Αν επαναλάβουμε τη διαδικασία εκτοξεύοντας τώρα το σώμα Σ_1 προς το σώμα Σ_2 με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 2\sqrt{38}$ m/sec , να υπολογίσετε τη δύναμη (μέτρο και κατεύθυνση) που δέχεται η σφαίρα Σ_3 από τη ράβδο...

i) αμέσως μετά την έναρξη της κίνησής της,

Μονάδες 5

ii) στην ανώτερη θέση της τροχιάς της.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10$ m/sec².

2ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κεντρική ανελαστική κρούση

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Κατά την πλαστική κρούση δύο σωμάτων...

- α) κάθε σώμα υφίσταται μόνιμη παραμόρφωση και συνεχίζει την κίνησή του ανεξάρτητα από την κίνηση του άλλου σώματος.
- β) η κινητική ενέργεια του συστήματος των συγκρουόμενων σωμάτων διατηρείται σταθερή.
- γ) η κινητική ενέργεια του συστήματος των συγκρουόμενων σωμάτων ελαττώνεται.
- δ) κάθε σώμα υφίσταται παροδική παραμόρφωση και συνεχίζει να κινείται ανεξάρτητα από το άλλο σώμα.

Μονάδες 5

Α2. Σε μια πλαστική κρούση δεν ισχύει...

- α) ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα.
- β) η αρχή της διατήρησης της ορμής.
- γ) η αρχή διατήρησης της ενέργειας.
- δ) η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας του συστήματος.

Μονάδες 5

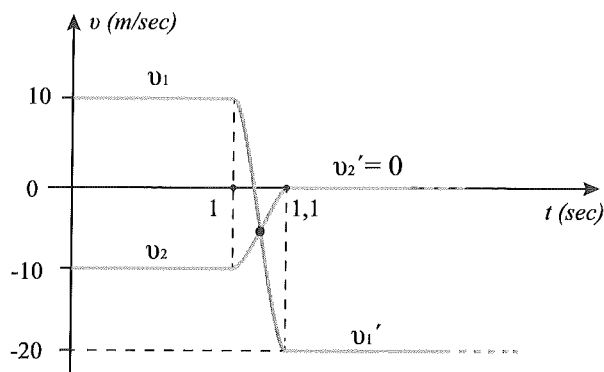
Α3. Στις ανελαστικές κρούσεις...

- α) ισχύει η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας.
- β) εκλύεται θερμότητα.
- γ) συμβαίνει πάντοτε συσσωμάτωση των σωμάτων που συγκρούονται.
- δ) τα σώματα που συγκρούονται υφίστανται παροδική παραμόρφωση.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Δύο σφαίρες Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1 = 1\text{kg}$ και m_2 κινούνται σε λείο οριζόντιο δάπεδο και συγκρούονται κεντρικά. Στο διάγραμμα του σχήματος έχουν παρασταθεί γραφικά οι ταχύτητες των δύο σφαιρών πριν την κρούση (v_1, v_2) και μετά την κρούση (v_1', v_2').



- I. Η μάζα m_2 της σφαίρας Σ_2 ισούται με:
 - α) 1kg β) 2kg γ) 3kg
- II. Η κρούση είναι:
 - α) ελαστική β) ανελαστική
- III. Η μέση τιμή του μέτρου της δύναμης που δέχτηκε η σφαίρα Σ_1 από τη σφαίρα Σ_2 κατά την κρούση ισούται με:
 - α) 100N β) 200N γ) 300N

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες (3 x 6 = 18)

B2. Μια μικρή σφαίρα Σ_1 μάζας m_1 που κινείται ευθύγραμμα σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα v_1 συγκρούεται κεντρικά με άλλη αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = \frac{m_1}{2}$. Μετά την κρούση η σφαίρα Σ_1 έχει ταχύτητα μέτρου $v_1' = \frac{v_1}{2}$ και κινείται προς την αρχική της κατεύθυνση.

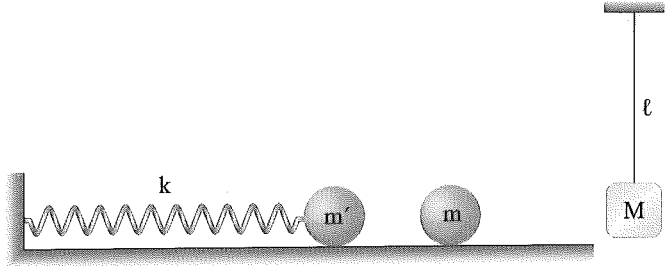
- I. Η σφαίρα Σ_2 αποκτά ταχύτητα:
 - α) $v_2' = \frac{v_1}{3}$ β) $v_2' = \frac{2v_1}{3}$ γ) $v_2' = v_1$
- II. Το ποσοστό της ορμής που μεταφέρεται από τη σφαίρα Σ_1 στη σφαίρα Σ_2 είναι ίσο με:
 - α) $\frac{100}{3}\%$ β) 50% γ) $\frac{200}{3}\%$
- III. Η κρούση των δύο σφαιρών είναι:
 - α) ελαστική β) ανελαστική

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες (3 x 6 = 18)

ΘΕΜΑ Γ

Ένα σώμα μάζας $m = 3 \text{ kg}$, είναι ακίνητο σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Λόγω εσωτερικής αιτίας το σώμα εκρήγνυται και διασπάται σε δύο κομμάτια με μάζες m_1, m_2 αντίστοιχα. Μετά τη διάσπαση το κομμάτι



μάζας $m_1 = 2 \text{ kg}$ συγκρούεται πλαστικά με το σώμα μάζας $m' = 2 \text{ kg}$, που είναι στερεωμένο στο ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k , του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Στη θέση όπου το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται για πρώτη φορά, το ελατήριο έχει υποστεί συσπίρωση $\Delta \ell = 0,5 \text{ m}$.

Το κομμάτι μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$ συγκρούεται πλαστικά με το ακίνητο σώμα μάζας $M = 3 \text{ kg}$, το οποίο κρέμεται από νήμα μήκους $\ell = 2 \text{ m}$, όπως στο σχήμα. Αμέσως μετά την κρούση η δύναμη που ασκεί το νήμα στο συσσωμάτωμα των μαζών m_2 και M είναι $T = 90 \text{ N}$.

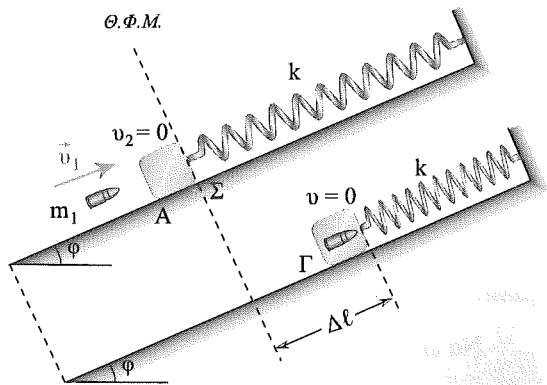
Να υπολογίσετε:

- Γ1. το μέτρο T' της τάσης του νήματος στη θέση της μέγιστης γωνίας εκτροπής του, Μονάδες 8
- Γ2. τα μέτρα των ταχυτήτων \vec{v}_1 και \vec{v}_2 των κομματιών με μάζες m_1 και m_2 , αμέσως μετά τη διάσπαση. Μονάδες 6
- Γ3. τη σταθερά k του ελατηρίου. Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Το σώμα Σ του διπλανού σχήματος μάζας $m_2 = 1,9 \text{ kg}$, διατηρείται ακίνητο στο σημείο Α ενός λείου κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης $\varphi = 30^\circ$, δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 600 \text{ N/m}$, που έχει το φυσικό του μήκος. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στην κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου.



Βλήμα μάζας $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ που κινείται στη διεύθυνση του ελατηρίου με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 80 \text{ m/sec}$, συγκρούεται πλαστι-

κά με το σώμα Σ. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα, που εμφανίζει με το κεκλιμένο επίπεδο συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$, αρχίζει να κινείται συσπειρώνοντας το ελατήριο. Να υπολογίσετε:

Δ1. τη μέγιστη συσπείρωση $\Delta \ell$ του ελατηρίου (θέση Γ).

Μονάδες 10

Δ2. το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος όταν επανέλθει στην αρχική του θέση Α.

Μονάδες 9

Δ3. τη μέγιστη ταχύτητα που αποκτά το συσσωμάτωμα κατά την κίνησή του προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, μετά τη στιγμιαία ακινητοποίησή του στη θέση Γ.

Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$ και για τις πράξεις σας $35^2 = 1225$.

3ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Μη κεντρική κρούση

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Η μηχανική ενέργεια του συστήματος δύο σωμάτων που συγκρούονται διατηρείται...

- α) στην ανελαστική κρούση.
- β) στην πλαστική κρούση.
- γ) στην ελαστική κρούση.
- δ) σε όλα τα είδη κρούσεων.

Μονάδες 5

Α2. Μια κρούση ονομάζεται έκκεντρη όταν...

- α) ικανοποιεί την αρχή της διατήρησης της ορμής και της ενέργειας.
- β) οι ταχύτητες των κέντρων μάζας των σωμάτων πριν την κρούση βρίσκονται στην ευθεία που ενώνει τα κέντρα των μαζών των σωμάτων.
- γ) οι ταχύτητες των κέντρων μάζας των σωμάτων πριν από την κρούση έχουν τυχαίες διευθύνσεις.
- δ) οι ταχύτητες των κέντρων μάζας των σωμάτων πριν από την κρούση είναι παράλληλες.

Μονάδες 5

Α3. Κατά τη σκέδαση ενός πρωτονίου που προσκρούει σε σωματίο α, τα συγκρούμενα σωματίδια...

- α) αλληλεπιδρούν για μικρό χρονικό διάστημα στο οποίο αναπτύσσονται μεταξύ τους πολύ ισχυρές δυνάμεις.
- β) έρχονται σε επαφή για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- γ) ανταλλάσσουν ορμές.
- δ) ανταλλάσσουν ταχύτητες.

Μονάδες 5

- A4. Μια ελαστική σφαίρα κινείται ευθύγραμμα σε κάποια (αρχική) διεύθυνση και προσκρούει πλάγια σε λείο τοίχο. Τότε...
- η ορμή της σφαίρας διατηρείται σταθερή.
 - η σφαίρα ανακλάται με την ίδια ταχύτητα.
 - η σφαίρα δέχεται δύναμη από τον τοίχο, της οποίας η διεύθυνση είναι κάθετη στην επιφάνεια του τοίχου.
 - η σφαίρα κινείται στην ίδια διεύθυνση με την αρχική διεύθυνση της κίνησής της.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

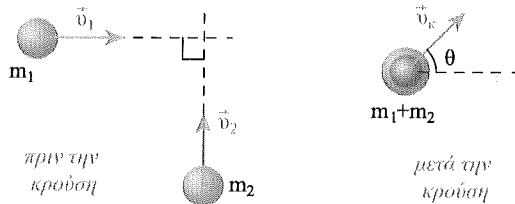
- B1. Ένα βλήμα μάζας m_1 διαπερνά ένα ακίνητο κιβώτιο μάζας m_2 και η κινητική ενέργεια του βλήματος ελαττώνεται κατά 80 J. Αν η ενέργεια που χάθηκε κατά την κρούση είναι 40 J, τότε η κινητική ενέργεια του κιβωτίου μετά την κρούση είναι:

- α) 40 J β) 80 J γ) 120 J

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

- B2. Δύο μικρές σφαίρες με μάζες $m_1 = 2 \text{ kg}$ και $m_2 = 3 \text{ kg}$ κινούνται στο λείο οριζόντιο δάπεδο του σχήματος σε κάθετες κατευθύνσεις με ταχύτητες μέτρου $v_1 = 4 \text{ m/sec}$ και $v_2 = 2 \text{ m/sec}$ και συγκρούονται πλαστικά. Για τη γωνία θ που σχηματίζει η κοινή ταχύτητα των δύο σωμάτων μετά την κρούση με τη διεύθυνση του άξονα $x'x$, ισχύει:



- α) $\epsilon\phi\theta = \frac{1}{3}$ β) $\epsilon\phi\theta = \frac{2}{3}$ γ) $\epsilon\phi\theta = \frac{3}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

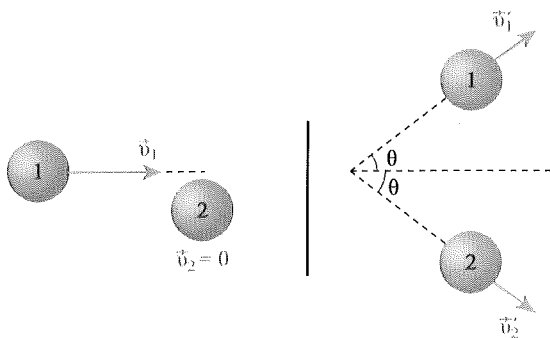
- B3. Δύο μικρά σώματα ίσων μαζών $m_1 = m_2 = m$ και ίσων κατά μέτρο ορμών ($p_1 = p_2 = p$) κινούνται σε κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις και συγκρούονται πλαστικά. Η ελάττωση της κινητικής ενέργειας του συστήματος λόγω της κρούσης είναι:

- α) $\frac{p^2}{m}$ β) $\frac{p^2}{2m}$ γ) $\frac{p^2}{4m}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B4. Μια σφαίρα (1) μάζας m_1 κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 2\sqrt{3}$ m/sec και συγκρούεται μη κεντρικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα (2) μάζας $m_2 = 2m_1$. Μετά την κρούση, οι δύο σφαίρες αποκτούν ταχύτητες \vec{v}'_1 , \vec{v}'_2 που κάθε μια σχηματίζει γωνία $\theta=30^\circ$ με την αρχική διεύθυνση κίνησης της σφαίρας (1), όπως φαίνεται στο σχήμα. Το μέτρο της ταχύτητας \vec{v}'_2 ισούται με:



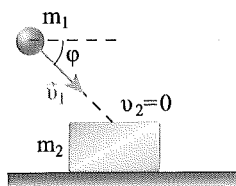
- α) 1 m/sec β) $\sqrt{3}$ m/sec γ) 2 m/sec

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Το σφαιρίδιο μάζας $m_1 = 1$ kg του σχήματος κινείται σε κατακόρυφο επίπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 3\sqrt{2}$ m/sec που σχηματίζει γωνία $\varphi = 45^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ προσκρούει στο αρχικά ακίνητο σώμα μάζας $m_2 = 2$ kg, το οποίο βρίσκεται σε λείο οριζόντιο δάπεδο.



A. Η κρούση των δύο σωμάτων είναι πλαστική.

Να υπολογίσετε:

Γ1. τη θερμότητα που εκλύεται λόγω της κρούσης,

Μονάδες 7

Γ2. τη μεταβολή της ορμής του σφαιριδίου λόγω της κρούσης.

Μονάδες 7

B. Η κρούση των δύο σωμάτων είναι ελαστική και το σώμα μάζας m_2 αποκτά μετά την κρούση ταχύτητα μέτρου $v'_2 = 1$ m/sec.

Γ3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σφαιριδίου αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Δ

Μια σφαίρα Σ_1 μάζας $m_1 = 2$ kg που κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 3\sqrt{3}$ m/sec συγκρούεται μη κεντρικά με άλλη αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 μάζας

$m_2 = 3 \text{ kg}$. Μετά την κρούση οι δύο σφαίρες κινούνται σε διευθύνσεις που σχηματίζουν η κάθε μία γωνία $\theta = 30^\circ$ με την αρχική διεύθυνση κίνησης της σφαίρας Σ_1 .

$\Delta 1$. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας κάθε σφαίρας μετά την κρούση.

Μονάδες 10

$\Delta 2$. Να εξετάσετε αν η κρούση είναι ελαστική ή ανελαστική.

Μονάδες 6

$\Delta 3$. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής της σφαίρας Σ_1 λόγω της κρούσης.

Μονάδες 8

4ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Απλή αρμονική ταλάντωση

ΘΕΜΑ Α

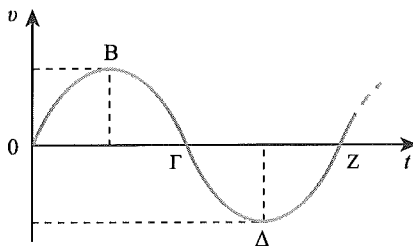
Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Ένα μικρό σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και περιόδου T . Αν τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x = -A$, τότε τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{T}{2}$ το σώμα...
- α) έχει μέγιστη κινητική ενέργεια.
 - β) έχει αρνητική επιτάχυνση.
 - γ) έχει μέγιστη ταχύτητα για δεύτερη φορά.
 - δ) περνά από τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 5

- Α2. Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνεται η ταχύτητα ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A σε συνάρτηση με το χρόνο. Το σημείο που αντιστοιχεί σε απομάκρυνση $x = +A$ είναι το σημείο:

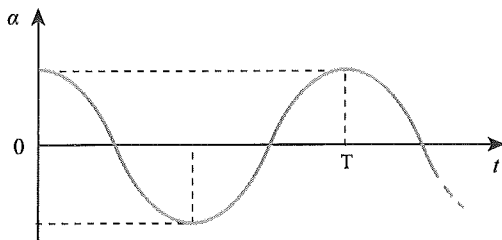
- α) Β
- β) Γ
- γ) Δ
- δ) Ζ



Μονάδες 5

- Α3. Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνεται η επιτάχυνση ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, σε συνάρτηση με το χρόνο.

- α) Τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{2}$ το σώμα αποκτά μέγιστη κινητική ενέργεια.



- β) Τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{2}$ το σώμα βρίσκεται στη μέγιστη θετική απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του.
- γ) Τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{4}$ το μέτρο της δύναμης επαναφοράς αποκτά τη μέγιστη τιμή του.
- δ) Τη χρονική στιγμή $t = \frac{3T}{4}$ η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι μέγιστη.

Μονάδες 5

A4. Ένα σώμα μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A με σταθερά επαναφοράς D . Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

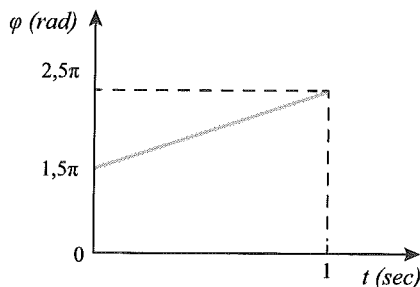
- α) Η περίοδος της ταλάντωσης είναι ανεξάρτητη του πλάτους A και εξαρτάται από τη μάζα m του σώματος και από τη σταθερά επαναφοράς D .
- β) Η μέγιστη κινητική ενέργεια του σώματος ισούται με $K_{\max} = \frac{1}{2}DA^2$.
- γ) Καθώς το σώμα απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας του, τα διανύσματα της ταχύτητας και της επιτάχυνσής του έχουν αντίθετες κατευθύνσεις.
- δ) Το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος είναι ανάλογο με το μέτρο της δύναμης επαναφοράς που ασκείται στο σώμα.
- ε) Σε δύο θέσεις της τροχιάς του σώματος που ισαπέχουν από τη θέση ισορροπίας του, η αλγεβρική τιμή της δύναμης επαναφοράς έχει την ίδια τιμή.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της φάσης ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε συνάρτηση με τον χρόνο. Τη χρονική στιγμή $t_1=0,5$ sec:

- α) η ταχύτητα του σώματος είναι ίση με μηδέν.
- β) η επιτάχυνση του σώματος έχει τη μέγιστη τιμή της.
- γ) η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίση με μηδέν.



Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

Γ3. Να βρείτε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος στις θέσεις όπου η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι τριπλάσια από την κινητική του ενέργεια.

Μονάδες 5

Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης τις χρονικές στιγμές που το σώμα περνά από τη θέση $x_1 = +0,1\text{m}$, κινούμενο προς τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 5

Γ5. Να βρείτε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία το σώμα θα βρεθεί στη θέση $x = x_1$ για πρώτη φορά και να υπολογίσετε το έργο της δύναμης επαναφοράς κατά την κίνηση του σώματος στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $m = 1\text{ kg}$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 0,5\text{ m}$. Η μέγιστη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ισούται με $U_{\max} = 12,5\text{ J}$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x = +0,5\text{ m}$.

Δ1. Να υπολογίσετε το διάστημα που διανύει το σώμα σε χρόνο μιας περιόδου.

Μονάδες 2

Δ2. Να υπολογίσετε τη γωνιακή συχνότητα (ω) της ταλάντωσης, καθώς και τις μέγιστες τιμές της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του σώματος.

Μονάδες 5

Δ3. Να υπολογίσετε την αρχική φάση (φ_0) της ταλάντωσης και τη χρονική στιγμή στην οποία το σώμα θα περάσει από την Θ.Ι. του για 1^η φορά.

Μονάδες 5

Δ4. Να υπολογίσετε τα μέτρα της δύναμης επαναφοράς, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του σώματος στις θέσεις όπου η απόστασή του από τη θέση ισορροπίας του ισούται με $0,3\text{ m}$.

Μονάδες 3

Δ5. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία η κινητική ενέργεια του σώματος ισούται με τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης για 1^η φορά.

Μονάδες 4

Δ6. Να παραστήσετε γραφικά την κινητική ενέργεια του σώματος σε συνάρτηση:

- α) με την απομάκρυνσή του x από την Θ.Ι. του,
- β) σε συνάρτηση με τον χρόνο t .

Μονάδες 6

Δ7. Να παραστήσετε γραφικά τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης σε συνάρτηση:

- α) με την αλγεβρική τιμή της ταχύτητας του σώματος,
- β) με την κινητική ενέργεια του σώματος,
- γ) με το τετράγωνο της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 6 (2+2+2)

5ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σύστημα ελατήριο – μάζα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Ένα σώμα μάζας m είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς k , του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα. Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και ενέργειας E . Αν υποδιπλασιάσουμε τη μάζα του σώματος και θέσουμε το σύστημα σε απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A' = 2A$, τότε η ενέργεια ταλάντωσης του νέου συστήματος θα ισούται με:

- α) $E' = \frac{E}{2}$ β) $E' = E$ γ) $E' = 2E$ δ) $E' = 4E$

Μονάδες 5

Α2. Ένα σώμα μάζας m ισορροπεί δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k . Απομακρύνουμε το σώμα κατακόρυφα προς τα πάνω μέχρι το ελατήριο να φτάσει στο φυσικό του μήκος και από τη θέση αυτή αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο. Το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A . Η μέγιστη τιμή του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου που ασκείται στο σώμα κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του συστήματος ισούται με:

- α) μηδέν β) $\frac{kA}{2}$ γ) kA δ) $2kA$

Μονάδες 5

Α3. Το σύστημα ελατήριο – μάζα του διπλανού σχήματος εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Όταν αυξάνεται το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος, τότε:



- α) αυξάνεται η κινητική του ενέργεια.
β) μειώνεται το μέτρο της επιτάχυνσής του.
γ) αυξάνεται το μέτρο της ορμής του.
δ) αυξάνεται η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου.

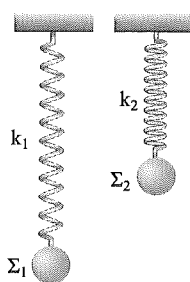
Μονάδες 5

- A4. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν κάποια στιγμή ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής του ενέργειας έχει αρνητικό πρόσημο, τότε τη στιγμή αυτή...
- α) η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης αυξάνεται.
 - β) το μέτρο της ορμής του σώματος αυξάνεται.
 - γ) το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος μειώνεται.
 - δ) το σώμα κατευθύνεται στη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 του διπλανού σχήματος έχουν ίσες μάζες ($m_1=m_2=m$), ενώ τα ελατήρια έχουν σταθερές $k_1=k$ και $k_2=2k$. Απομακρύνουμε τα σώματα από τη θέση ισορροπίας τους προς τα κάτω κατά A και τα αφήνουμε ελεύθερα. Ο λόγος $\frac{\alpha_{\max(1)}}{\alpha_{\max(2)}}$ των μέγιστων τιμών των επιταχύνσεων των δύο σωμάτων κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής τους ισούται με:
- α) $\frac{1}{2}$ β) 1 γ) 2



Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

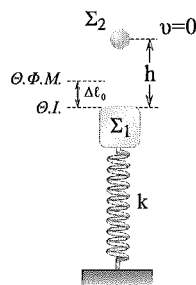
Μονάδες 8

- B2. Ένα σώμα μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A σε λείο οριζόντιο δάπεδο δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Η ενέργεια της ταλάντωσης ισούται με $E = 1\text{ J}$ και η μέγιστη τιμή του μέτρου της δύναμης που δέχεται το σώμα από το ελατήριο είναι ίση με $F_{\text{ελ(max)}} = 10\text{ N}$. Το πλάτος A της ταλάντωσης είναι ίσο με:
- α) $0,1\text{ m}$ β) $0,2\text{ m}$ γ) $0,5\text{ m}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

- B3. Σώμα Σ_1 μάζας m_1 ισορροπεί δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k , το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο δάπεδο. Το ελατήριο είναι συμπιεσμένο κατά $\Delta\ell_0$ σε σχέση με το φυσικό του μήκος όπως φαίνεται στο σχήμα. Από ύψος $h = 3\Delta\ell_0$ πάνω από το Σ_1 στην ίδια κατακόρυφο με τον άξονα του ελατηρίου αφήνεται ελεύθερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m_1$, το οποίο συγκρούεται ακαριαία με το Σ_1 κεντρικά και πλαστικά.



Το συσσωμάτωμα που προκύπτει αμέσως μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ και πλάτος A .

Το πλάτος A της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι ίσο με:

- α) $\frac{2m_1g}{k}$ β) $\frac{3m_1g}{k}$ γ) $\frac{4m_1g}{k}$

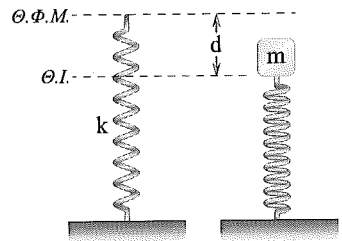
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ ισορροπεί στερεωμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 200 \text{ N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο στο έδαφος. Εκτρέπουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του (Θ.Ι.) κατακόρυφα προς τα πάνω κατά $x_0 = 0,1 \text{ m}$ και από τη θέση αυτή το εκτοξεύουμε τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ προς τα πάνω, με αρχική ταχύτητα μέτρου $v_0 = \sqrt{3} \text{ m/sec}$.



Γ1. Να υπολογίσετε την απόσταση d μεταξύ της θέσης ισορροπίας (Θ.Ι.) και της θέσης φυσικού μήκους (Θ.Φ.Μ.) του ελατηρίου.

Μονάδες 7

Γ2. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος.

Μονάδες 8

Γ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος από τη Θ.Ι. του, θεωρώντας ως θετική τη φορά προς τα πάνω.

Μονάδες 9

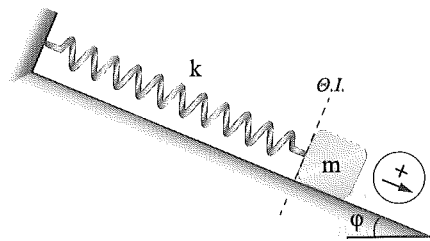
Γ4. Να υπολογίσετε τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκεί το ελατήριο στο σώμα κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του.

Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Το σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ του διπλανού σχήματος ισορροπεί σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\varphi = 30^\circ$ δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k=400 \text{ N/m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στην κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου. Απομακρύνουμε το σώμα κατά $A = 0,1 \text{ m}$ προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο.



Δ1. Να αποδείξετε ότι το σύστημα θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση.

Μονάδες 9

- Δ2. Να υπολογίσετε την ορμή του σώματος, καθώς και τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής του ενέργειας τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{60} \text{ sec}$.

Μονάδες 14

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

6ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σύστημα ελατήριο – μάζα

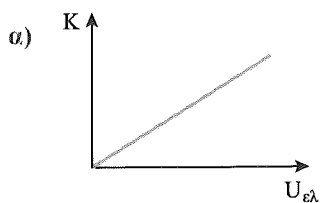
ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α2 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση..

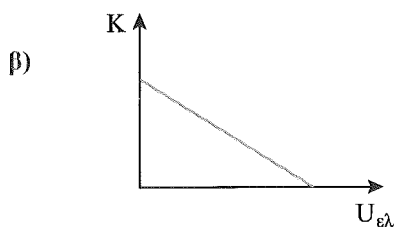
- Α1. Αν στο ελεύθερο άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε οροφή, δέσουμε ένα σώμα και από τη θέση αυτή το αφήνουμε ελεύθερο...
- α) το σώμα θα παραμείνει στη θέση αυτή ακίνητο.
 - β) το σώμα θα επιταχύνεται διαρκώς μέχρι την κάτω ακραία θέση της τροχιάς του.
 - γ) σε κάθε θέση της τροχιάς του, η απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας του θα συμπίπτει με την επιμήκυνση του ελατηρίου.
 - δ) η μέγιστη επιμήκυνση του ελατηρίου θα είναι διπλάσια από το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος.

Μονάδες 5

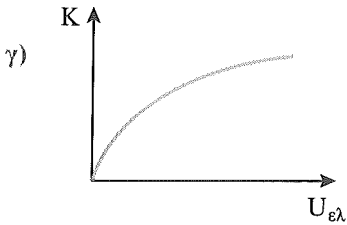
- Α2. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο δάπεδο, δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k . Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε τοίχο. Από τα παρακάτω σχήματα, εκείνο που παριστάνει σωστά την κινητική ενέργεια του σώματος σε συνάρτηση με τη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι το...



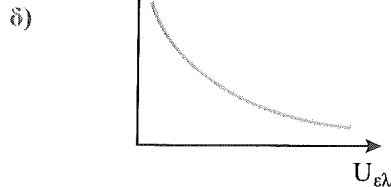
σχήμα α



σχήμα β



σχήμα γ



σχήμα δ

Μονάδες 5

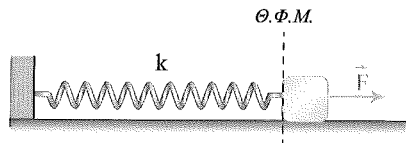
ΘΕΜΑ Β

B1. Το σώμα του σχήματος είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζώντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα και είναι αρχικά ακίνητο στο λείο οριζόντιο δάπεδο. Ασκούμε στο σώμα σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} με αποτέλεσμα το σύστημα να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 0,2 \text{ m}$. Το μέτρο της δύναμης \vec{F} ισούται με:

- α) 10 N
β) 20 N
γ) 500 N

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10



B2. Σώμα μάζας $m = 3 \text{ kg}$ ισορροπεί σε λείο οριζόντιο δάπεδο δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζώντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα σε τοίχο.

I. Κάποια στιγμή στο σώμα ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη, όπως στο σχήμα, μέτρου $F_1 = 15 \text{ N}$, η οποία καταργείται ακαριαία τη στιγμή που το ελατήριο αποκτά επιμήκυνση ίση με $\Delta \ell = 0,3 \text{ m}$. Στη συνέχεια το σώμα ταλαντώνεται ελεύθερα με τη δράση της δύναμης του ελατηρίου. Το πλάτος A_1 της ταλάντωσης του σώματος μετά την κατάργηση της δύναμης \vec{F}_1 , ισούται με:

- α) 0,2 m β) 0,3 m γ) 0,4 m

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

II. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ στο σώμα ασκείται οριζόντια δύναμη, όπως στο σχήμα, της οποίας το μέτρο μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την επιμήκυνση $\Delta \ell$ του ελατηρίου, σύμφωνα με τη σχέση $F_2 = 15 + 100 \cdot \Delta \ell$ (S.I.). Τη χρονική στιγμή $t = 0,2 \text{ sec}$ η δύναμη \vec{F}_2 καταργείται ακαριαία και στη συνέχεια το σώμα ταλαντώνεται ελεύθερα με τη δράση της δύναμης του ελατηρίου.

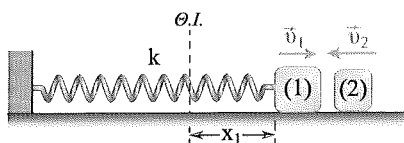
- i) Το σώμα εκτελεί με τη δράση της δύναμης \vec{F}_2 :
- α) ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
 - β) ευθύγραμμη επιβραδυνόμενη κίνηση με φθίνουσα επιτάχυνση.
 - γ) ευθύγραμμη επιβραδυνόμενη κίνηση με αύξουσα επιτάχυνση.
- ii) Το πλάτος A_2 της ταλάντωσης του σώματος μετά την κατάργηση της δύναμης \vec{F}_2 , ισούται με:
- α) 0,2 m β) 0,3 m γ) 0,4 m

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 21 (9+12)

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα (1) μάζας $m_1 = 4\text{ kg}$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A_1 = 0,2\text{ m}$ σε λείο οριζόντιο δάπεδο, δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 400\text{ N/m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το σώμα (1) διέρχεται από τη θέση που βρίσκεται σε απομάκρυνση $x_1 = +0,1\sqrt{3}\text{ m}$ από τη θέση ισορροπίας του και συγκρούεται μετατωπικά και πλαστικά με σώμα (2), μάζας $m_2 = 12\text{ kg}$, το οποίο κινείται με ταχύτητα μέτρου $v_2 = \frac{1}{3}\text{ m/sec}$, όπως στο σχήμα.



Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας \bar{v}_1 του σώματος (1) αμέσως πριν την κρούση.

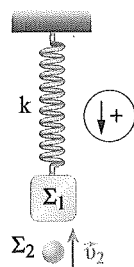
Μονάδες 9

Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του συστήματος από τη θέση ισορροπίας του, θεωρώντας ως θετική τη φορά προς τα δεξιά.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 3\text{ kg}$ ισορροπεί δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{ N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε οροφή. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ένα σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1\text{ kg}$, που κινείται προς τα πάνω στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα \bar{v}_2 , συγκρούεται κεντρικά με το σώμα Σ_1 .



I. Η κρούση είναι ελαστική και το σώμα Σ_1 αρχίζει να εκτελεί αμέσως μετά την κρούση απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A_1 = 0,3\text{ m}$.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας \bar{v}_2 του σώματος Σ_2 αμέσως πριν την κρούση.

Μονάδες 9

II. Η κρούση είναι πλαστική.

Δ2. Να βρείτε το πλάτος A της ταλάντωσης του συσσωματώματος. Να θεωρήσετε ότι το σώμα Σ_2 έχει αμέσως πριν την κρούση ταχύτητα ίση με αυτή που υπολογίσατε στο ερώτημα Δ1.

Μονάδες 11

Δ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος.

Μονάδες 11

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

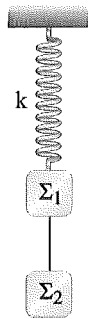
7ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σύστημα ελατήριο – μάζα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α2 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Η διάταξη του διπλανού σχήματος αποτελείται από ένα κατακόρυφο ελατήριο, στο ελεύθερο άκρο του οποίου είναι δεμένο ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 . Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε οροφή. Από το σώμα Σ_1 κρέμεται μέσω νήματος ένα άλλο Σ_2 μάζας m_2 και το σύστημα ισορροπεί.

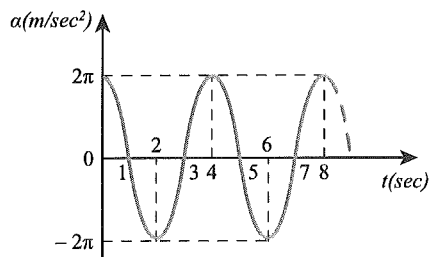


Το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ_1 , αν κόψουμε το νήμα...

- είναι ανάλογο της μάζας m_1 .
- είναι ανάλογο του τετραγώνου της μάζας m_1 .
- είναι αντιστρόφως ανάλογο της μάζας m_1 .
- είναι ανεξάρτητο της μάζας m_1 και ανάλογο της μάζας m_2 .

Μονάδες 5

- Α2. Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται η γραφική παράσταση της επιτάχυνσης ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, σε συνάρτηση με τον χρόνο.



- Η αρχική φάση της ταλάντωσης ισούται με $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ rad.
- Τη χρονική στιγμή $t = 3$ sec, η ταχύτητα του σώματος ισούται με τη μέγιστη θετική της τιμή ($+v_{\max}$).
- Στο χρονικό διάστημα 1 sec \rightarrow 2 sec, το σώμα επιταχύνεται.
- Η μέγιστη τιμή της ταχύτητας του σώματος ισούται με 4 m/sec.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Σώμα Σ_1 μάζας $m_1=2m$ είναι δεμένο στο κάτω άκρο ελατηρίου σταθεράς k , του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε οροφή. Το σώμα Σ_1 συνδέεται μέσω αβαρών και μη εκτατού νήματος με άλλο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m$.

Αρχικά το σύστημα ισορροπεί ακίνητο, όπως στο σχήμα.

B1.1 Κόβουμε το νήμα. Το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ_1 υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\alpha) \frac{mg}{k} \quad \beta) \frac{2mg}{k} \quad \gamma) \frac{3mg}{k}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

B1.2 Τραβάμε το σώμα Σ_2 κατακόρυφα προς τα κάτω κατά ℓ και αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο. Αν η κατακόρυφη εκτροπή ℓ είναι τόση ώστε το νήμα οριακά να μη χαλαρώνει, τότε ισχύει:

$$\alpha) \ell = \frac{mg}{3k} \quad \beta) \ell = \frac{mg}{k} \quad \gamma) \ell = \frac{3mg}{k}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B2. Δίσκος μάζας M είναι στερεωμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k , και ισορροπεί (όπως στο σχήμα). Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στο έδαφος. Στο δίσκο τοποθετούμε χωρίς αρχική ταχύτητα σώμα μάζας m . Το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η ενέργεια της ταλάντωσης είναι:

$$\alpha) \frac{1}{2} \frac{m^2 g^2}{k} \quad \beta) \frac{1}{2} \frac{M^2 g^2}{k} \quad \gamma) \frac{1}{2} \frac{(m+M)^2}{k} g^2$$

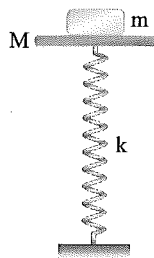
Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 7

B3. Σώμα μάζας m ισορροπεί δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k , το κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε δάπεδο. Κάποια στιγμή ασκούμε στο σώμα σταθερή κατακόρυφη δύναμη \vec{F} με φορά προς τα πάνω. Αν κατά τη διάρκεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης του σώματος, σε κάθε χρονική στιγμή η δύναμη επαναφοράς ισούται με τη δύναμη του ελατηρίου.

B3.1. Το πλάτος (A) της ταλάντωσης του σώματος είναι ίσο με:



α) $A = \frac{mg + F}{3k}$ β) $A = \frac{mg}{k}$ γ) $A = \frac{2mg - F}{5k}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B3.2. Αν η παρακάτω δύναμη \vec{F} είχε καταργηθεί τη στιγμή που το σώμα περνούσε από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, το πλάτος (A') της ταλάντωσής του θα ήταν ίσο με:

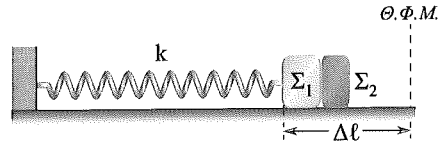
Α) $A' = A$ β) $A' = A\sqrt{2}$ γ) $A' = 2A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζώντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 400\pi^2 \text{ N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Αρχικά κρατάμε το ελατήριο συσπειρωμένο κατά $\Delta\ell = 0,2\text{m}$ έχοντας τοποθετήσει δίπλα στο σώμα Σ_1 και σε επαφή μ' αυτό ένα άλλο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3\text{kg}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε ελεύθερο το σύστημα να κινηθεί στο λείο οριζόντιο δάπεδο.



Γ1. Να βρείτε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία το σώμα Σ_1 θα ακινητοποιηθεί στιγμιαία για δεύτερη φορά, καθώς και την απόσταση d_1 που έχει διανύσει από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 8

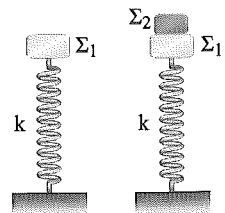
Γ2. Να γράψετε την εξίσωση της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το σώμα Σ_2 σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x του συστήματος από τη θέση ισορροπίας του Σ_2 , θεωρώντας ως θετική τη φορά προς τα δεξιά και να την παραστήσετε γραφικά.

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Στο επάνω ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου ισορροπεί σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στο δάπεδο. Κάποια στιγμή τοποθετούμε πάνω στο σώμα Σ_1 χωρίς αρχική ταχύτητα ένα άλλο σώμα Σ_2 , ίσης μάζας $m_2 = 1\text{kg}$ με αποτέλεσμα το σύστημα των δύο σωμάτων και του ελατηρίου να εκτελεί στη συνέχεια απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 0,1\text{m}$.



Δ1. Να υπολογίσετε τη σταθερά k του ελατηρίου και τη σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης του σώματος Σ_2 .

Μονάδες 7

Δ2. Να βρείτε τη μέγιστη συσπείρωση $\Delta \ell_{\max}$ του ελατηρίου σε σχέση με το φυσικό του μήκος.

Μονάδες 5

Δ3. Να γράψετε την εξίσωση της δύναμης επαφής που ασκεί το σώμα Σ_1 στο σώμα Σ_2 σε συνάρτηση με την απομάκρυνση του συστήματος από τη θέση ισορροπίας του και να την παραστήσετε γραφικά σε βαθμολογημένους άξονες. Θεωρήστε τη θετική φορά προς τα πάνω.

Μονάδες 8

Δ4. Ακινητοποιούμε το σύστημα στη θέση ισορροπίας του και από τη θέση αυτή το εκτοξεύουμε με κατακόρυφη ταχύτητα \bar{v}_0 . Να βρείτε τη μέγιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητας \bar{v}_0 , ώστε να μη χαθεί η επαφή των δύο σωμάτων.

Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

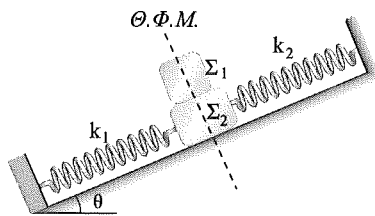
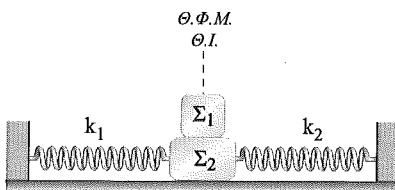
ΘΕΜΑ Ε

Ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$ είναι τοποθετημένο πάνω σε σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$, που βρίσκεται σε λείο οριζόντιο δάπεδο.

I. Το σώμα Σ_2 είναι δεμένο στα ελεύθερα άκρο δύο οριζόντιων ομοαξονικών ελατηρίων με σταθερές $k_1 = k_2 = 50 \text{ N/m}$, των οποίων τα άλλα άκρα είναι ακλόνητα στερεωμένα. Στη θέση ισορροπίας του συστήματος τα ελατήρια έχουν το φυσικό τους μήκος. Ο συντελεστής οριακής στατικής τριβής μεταξύ των δύο σωμάτων είναι ίσος με $\mu_s = 1$. Τα δύο σώματα εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση στο λείο οριζόντιο δάπεδο. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητας των δύο σωμάτων, τις χρονικές στιγμές που διέρχονται από τη θέση ισορροπίας τους, ώστε το σώμα Σ_1 να μην ολισθαίνει πάνω στο σώμα Σ_2 κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης τους.

Μονάδες 7

II. Τοποθετούμε το σύστημα των δύο σωμάτων και των δύο ελατηρίων σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης ($\eta\mu\theta = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\theta = 0,8$) και το αφήνουμε ελεύθερο από τη θέση όπου τα ελατήρια έχουν το φυσικό τους μήκος. Να εξετάσετε αν κατά την κίνηση που θα ακολουθήσει το Σ_1 θα ολισθήσει ή όχι πάνω στο Σ_2 .



Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

8ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Φθίνουσες και εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Αν το πλάτος A της φθίνουσας ταλάντωσης που εκτελεί ένα σώμα μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\lambda t}$, όπου A_0 το πλάτος τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, τότε...

- α) ο λόγος δύο διαδοχικών μέγιστων απομακρύνσεων του σώματος προς την ίδια κατεύθυνση μειώνεται με το χρόνο.
- β) η δύναμη που αντιτίθεται διαρκώς στην κίνηση του σώματος είναι ανάλογη της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του.
- γ) τα πλάτη A_1 , A_2 και A_3 της ταλάντωσης τις χρονικές στιγμές $t_1 = T$, $t_2 = 2T$ και $t_3 = 3T$, όπου T η περίοδος της ταλάντωσης, συνδέονται με τη σχέση $A_2^2 = A_1 A_3$.
- δ) η μηχανική ενέργεια του ταλαντευόμενου συστήματος μειώνεται γραμμικά με την πάροδο του χρόνου.

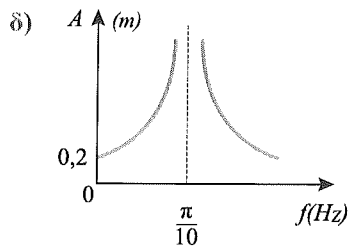
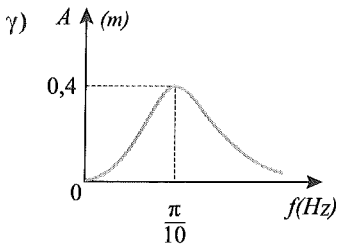
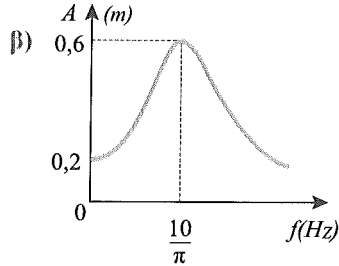
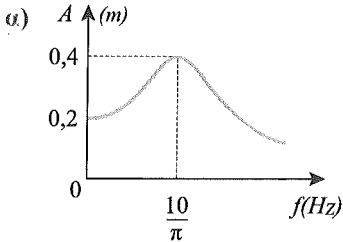
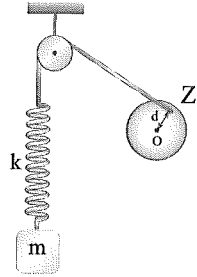
Μονάδες 5

Α2. Ένα σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση. Αν η δύναμη που αντιτίθεται στην κίνηση του σώματος είναι της μορφής $F = -bv$, τότε...

- α) η περίοδος της ταλάντωσης για ορισμένη τιμή της σταθεράς b διατηρείται σταθερή και ανεξάρτητη από το πλάτος της ταλάντωσης.
- β) ο ρυθμός με τον οποίο μειώνεται το πλάτος της ταλάντωσης είναι ανεξάρτητος από την τιμή της σταθεράς απόσβεσης.
- γ) όταν η σταθερά απόσβεσης παίρνει πολύ μικρές τιμές η κίνηση γίνεται απεριοδική.
- δ) η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου.

Μονάδες 5

A3. Στη διάταξη του διπλανού σχήματος, το ελατήριο έχει σταθερά $k = 400\text{N/m}$, το σώμα έχει μάζα $m = 1\text{kg}$ και η απόσταση μεταξύ των σημείων Z και O ισούται με $d = 0,2\text{ m}$. Όταν στο σύστημα παρέχεται ενέργεια με βέλτιστο τρόπο, το πλάτος ταλάντωσης είναι ίσο με $0,4\text{ m}$. Το διάγραμμα A - f του πλάτους ταλάντωσης, σε συνάρτηση με τη συχνότητα περιστροφής του τροχού έχει παρασταθεί σωστά στο σχήμα...



Μονάδες 5

A4. Ένα μηχανικό σύστημα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση.

Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Η συχνότητα της ελεύθερης και αμείωτης ταλάντωσης που θα εκτελούσε το σύστημα αυτό αν το αφήναμε ελεύθερο να ταλαντωθεί με μηδενική δύναμη απόσβεσης, ορίζεται ως ιδιοσυχνότητα της ταλάντωσης.
- β) Κατά τον συντονισμό το πλάτος ταλάντωσης εξαρτάται από την τιμή της σταθεράς απόσβεσης.
- γ) Αν μεταβάλλουμε τη συχνότητα του διεγέρτη, τότε μεταβάλλεται συνήθως και το πλάτος της ταλάντωσης.
- δ) Στην κατάσταση συντονισμού οι απώλειες ενέργειας μηδενίζονται.
- ε) Η διεγείρουσα δύναμη που διατηρεί το πλάτος της ταλάντωσης σταθερό, είναι μία σταθερή δύναμη.

Μονάδες 5

A5. Το πλάτος A της φθίνουσας ταλάντωσης που εκτελεί ένα σώμα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\lambda t}$, όπου A_0 το πλάτος της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Όταν η σταθερά απόσβεσης ισούται με μηδέν, η ταλάντωση είναι αμείωτη.
- β) Η σταθερά απόσβεσης εξαρτάται από τις ιδιότητες του ρευστού μέσα στο οποίο γίνεται η ταλάντωση, καθώς και από το σχήμα και το μέγεθος του ταλαντούμενου σώματος.
- γ) Σε ένα εκκρεμές ρολόι είναι επιθυμητή η μεγάλη απόσβεση.
- δ) Η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται καθώς μειώνεται το πλάτος της ταλάντωσης.
- ε) Όταν η σταθερά απόσβεσης παίρνει πολύ μεγάλες τιμές, η κίνηση αποκτά σταθερή περίοδο.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Το πλάτος A μιας φθίνουσας ταλάντωσης μεταβάλλεται με το χρόνο t σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\lambda t}$, όπου A_0 το πλάτος τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Ο απαιτούμενος χρόνος μέχρι το πλάτος της ταλάντωσης να υποδιπλασιαστεί ισούται με:

- α) $\frac{\ln 2}{2\lambda}$
- β) $\frac{\ln 2}{\lambda}$
- γ) $\frac{2 \ln 2}{\lambda}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B2. Ένα μηχανικό σύστημα εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση με αρχικό πλάτος A_0 και αρχική ενέργεια E_0 .

I. Τη χρονική στιγμή που το πλάτος της ταλάντωσης θα έχει μειωθεί κατά 50%, η μηχανική ενέργεια του συστήματος θα ισούται με:

- α) $0,25 E_0$
- β) $0,5 E_0$
- γ) $0,75 E_0$

Μονάδες 7

II. Τη χρονική στιγμή που η μηχανική ενέργεια του συστήματος θα έχει μειωθεί κατά 50%, το πλάτος της ταλάντωσης θα είναι ίσο με:

- α) $\frac{A_0}{4}$
- β) $\frac{A_0}{2}$
- γ) $\frac{A_0 \sqrt{2}}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B3. Ένα σώμα μάζας $m = 0,1\text{kg}$, εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 10\text{N/m}$, με περίοδο T . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Το πλάτος ταλάντωσης είναι ίσο με $A_0 = 0,9\text{m}$, ενώ τη χρονική στιγμή $t_2 = 2T$ ισούται με $A_2 = 0,4\text{m}$.

I. Το ποσοστό απώλειας μηχανικής ενέργειας του συστήματος σε κάθε περίοδο, ισούται με:

- α) 36% β) $\frac{500}{9}\%$ γ) 64%

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε της επιλογή σας.

Μονάδες 9

II. Αν στη θέση $x = +0,3$ η δύναμη απόσβεσης ισούται με $F_{av} = +7\text{N}$, η επιτάχυνση του σώματος στη θέση αυτή είναι ίση με:

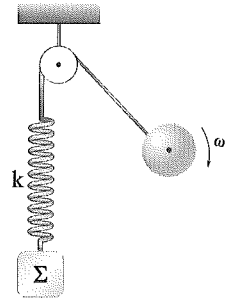
- α) -10m/sec^2 β) $+25\text{m/sec}^2$ γ) $+40\text{m/sec}^2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε της επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Ένα σώμα μάζας $m = 4\text{kg}$ είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο ενός ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου συνδέεται μέσω νήματος που διέρχεται από ακλόνητη τροχαλία με τροχό, όπως στο σχήμα. Με τον τροχό ακίνητο εκτρέπουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του κατά $0,4\text{m}$ και το αφήνουμε ελεύθερο. Το σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση και σε κάθε περίοδο το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται κατά 25%.



Γ1. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης στο τέλος της δεύτερης περιόδου.

Μονάδες 8

Γ2. Να υπολογίσετε την απώλεια της μηχανικής ενέργειας του συστήματος κατά τη διάρκεια της πρώτης πλήρους ταλάντωσής του.

Μονάδες 8

Να θεωρήσετε ότι η περίοδος της ταλάντωσης του συστήματος είναι πρακτικά ίση με την ιδιοπερίοδό του.

Αφού το σώμα ακινητοποιηθεί, αρχίζουμε να περιστρέφουμε τον τροχό με συχνότητα τέτοια ώστε αυτό να ταλαντώνεται με το μέγιστο δυνατό πλάτος, το οποίο ισούται με $0,4\text{m}$.

Γ3. Να υπολογίσετε τη συχνότητα περιστροφής του τροχού.

Μονάδες 8

Γ4. Να υπολογίσετε την ενέργεια που προσφέρει στο σύστημα η εξωτερική δύναμη που ασκεί ο τροχός σ' αυτό, σε χρονική διάρκεια ίση με 4π sec.

Μονάδες 12

Να θεωρήσετε ότι ο διεγέρτης προσφέρει σε κάθε περίοδο ενέργεια ίση μ' αυτή που θα έχανε το σύστημα στη διάρκεια της πρώτης περιόδου, αν εκτελούσε φθίνουσα ταλάντωση με αρχικό πλάτος ίσο με $0,4\text{m}$.

9ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Γραμμικό αρμονικό κύμα

ΘΕΜΑ Α

Σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις A1 – A3 να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στην πρόταση που τις συμπληρώνει σωστά.

- A1. Όταν ένα κύμα αλλάζει μέσο διάδοσης...
- α) η ταχύτητα διάδοσής του δεν μεταβάλλεται.
 - β) η συχνότητά του παραμένει σταθερή.
 - γ) το μήκος κύματός του παραμένει σταθερό.
 - δ) μεταβάλλεται το μήκος κύματός του και η συχνότητά του.

Μονάδες 5

- A2. Κατά μήκος γραμμικού ομογενούς ελαστικού μέσου, που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα $x'x$ διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα. Το στιγμιότυπο του κύματος παριστάνει...

- α) την απομάκρυνση των διαφόρων σημείων του μέσου από τη θέση ισορροπίας τους, σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, σε συνάρτηση με τη θέση τους πάνω στον άξονα $x'x$.
- β) την απομάκρυνση ενός σημείου του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με το χρόνο.
- γ) τη φάση της ταλάντωσης των διαφόρων σημείων του μέσου από τη θέση ισορροπίας τους, σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, σε συνάρτηση με τη θέση τους πάνω στον άξονα $x'x$.
- δ) τη φάση της ταλάντωσης ενός σημείου του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με το χρόνο.

Μονάδες 5

- A3. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου διαδίδεται ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα χωρίς απώλειες ενέργειας. Τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου...

- α) ταλαντώνονται με πλάτος που εξαρτάται από τη θέση τους.
- β) ταλαντώνονται στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος και σχηματίζουν «πυκνώματα» και «αραιώματα».
- γ) έχουν μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης που υπολογίζεται από το τύπο $v = \lambda f$.

- δ) έχουν σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή διαφορετικές φάσεις που είναι ολόένα και μικρότερες καθώς μετακινούμαστε προς τη φορά διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 5

A4. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Τα μηχανικά κύματα παράγονται από (και μεταφέρουν) διαταραχές ύλης.
- β) Τα διαμήκη κύματα διαδίδονται μόνο στα στερεά σώματα.
- γ) Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος εξαρτάται από την συχνότητά του.
- δ) Όλα τα υλικά σημεία, που ταλαντώνονται λόγω ενός μηχανικού κύματος εκτελούν ταλάντωση με συχνότητα ίδια με τη συχνότητα της πηγής που δημιουργήσε το κύμα.
- ε) Δύο υλικά σημεία του μέσου που ταλαντώνονται λόγω ενός γραμμικού αρμονικού κύματος και απέχουν μεταξύ τους απόσταση 2λ , ταλαντώνονται με διαφορεά φάσης ίση με $4\pi \text{ rad}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

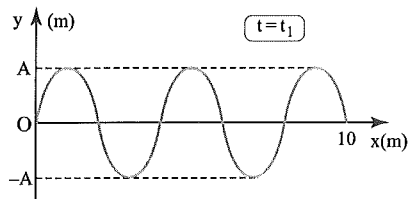
B1. Κατά μήκος ενός άξονα $x'Ox$ διαδίδεται αρμονικό κύμα προς τη θετική κατεύθυνση. Το σημείο O ($x = 0$) ταλαντώνεται με εξίσωση της μορφής $y = A\eta\omega t$. Τη χρονική στιγμή $t = \frac{7T}{4}$ το σημείο P που βρίσκεται στη θέση $x = \frac{3\lambda}{2}$ έχει ταχύτητα:

- α) $v = 0$ β) $v = v_{\max}$ γ) $v = -v_{\max}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

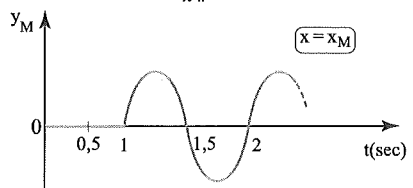
Μονάδες 8

B2. Στο σχήμα 1 παριστάνεται το στιγμιότυπο ενός γραμμικού κύματος τη χρονική στιγμή t_1 , ενώ στο σχήμα 2 φαίνεται η απομάκρυνση (από τη θέση ισορροπίας του) ενός σημείου M του ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται το παραπάνω κύμα.



Σχήμα 1

Με βάση τις πληροφορίες που παρέχονται στα δύο διαγράμματα:



Σχήμα 2

I. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι ίση με:

- α) 0,2m/sec
β) 2m/sec
γ) 4m/sec

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

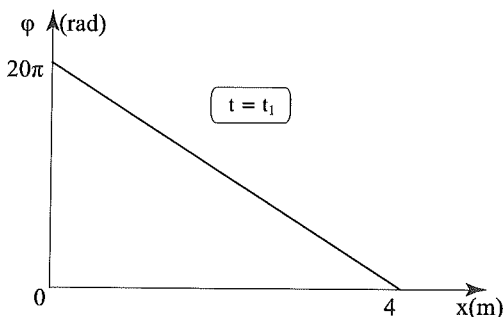
II. Τη χρονική στιγμή t_1 το σημείο O ($x = 0$) και το σημείο M περνούν από τη θέση ισοροπίας τους...

- α) με αντίθετες ταχύτητες.
β) με ταχύτητες $+v_{\max}$.
γ) με ταχύτητες $-v_{\max}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B3. Στο διάγραμμα του σχήματος δίνεται η γραφική παράσταση της φάσης ενός γραμμικού αρμονικού κύματος μια ορισμένη χρονική στιγμή t_1 σε συνάρτηση με τη συντεταγμένη x της θέσης των υλικών σημείων του μέσου. Το σημείο O του γραμμικού ελαστικού μέσου που βρίσκεται στη θέση $x = 0$ αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ με εξίσωση της μορφής $y = A\eta\omega t$. Το μήκος κύματος είναι ίσο με:



- α) 0,4m β) 0,5m γ) 1m

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου, που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα xOx' , διαδίδεται προς τη θετική κατεύθυνση αρμονικό κύμα με εξίσωση $y = 0,2\eta\mu 2\pi\left(2t - \frac{x}{4}\right)$ (S.I.). Σε κάποια χρονική στιγμή t οι φάσεις των ταλαντώσεων που πραγματοποιούν δύο σημεία K και Λ του μέσου που βρίσκονται στον θετικό ημιάξονα, έχουν τιμές $\varphi_K = \frac{16\pi}{3}$ rad και $\varphi_\Lambda = \frac{29\pi}{6}$ rad, αντίστοιχα.

Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε την απόσταση των σημείων Κ και Λ κατά μήκος του άξονα $x'Ox$ και να βρείτε ποιο από τα δύο βρίσκεται πλησιέστερα στο σημείο Ο ($x = 0$)

Μονάδες 6

Γ3. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t = 1\text{sec}$ για $x \geq -4\text{m}$.

Μονάδες 6

Γ4. Να υπολογίσετε την τιμή της ταχύτητας που έχει το σημείο Κ, κάθε φορά που το σημείο Λ αποκτά τη μέγιστη θετική του απομάκρυνση.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Δ

Το αριστερό άκρο Ο μιας ομογενούς ελαστικής χορδής μεγάλου μήκους, που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός ημιάξονα Ox , αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση $y = 0,1\eta\mu 8\pi t$ (S.I.) κάθετα στη διεύθυνση της χορδής. Το παραγόμενο αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος της χορδής προς τη θετική κατεύθυνση με ταχύτητα $v = 2\text{m/sec}$.

Δ1. Να υπολογίσετε το χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών στιγμιαίων ακινητοποιήσεων κάθε υλικού σημείου της χορδής που άρχισε να κινείται λόγω του κύματος.

Μονάδες 5

Δ2. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος και να βρείτε τις θέσεις των υλικών σημείων της χορδής που καθώς ταλαντώνονται βρίσκονται σε συμφωνία φάσης με την πηγή του κύματος (έχουν κάθε στιγμή την ίδια απομάκρυνση και την ίδια φορά κίνησης με την πηγή του κύματος).

Μονάδες 6

Δ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ταχύτητας ενός σημείου Κ της χορδής, που βρίσκεται στη θέση $x = \frac{5\lambda}{4}$.

Μονάδες 7

Δ4. Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα του κύματος τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{3T}{4}$ και

$$t_2 = \frac{7T}{4}.$$

Μονάδες 7

10ο Κριτήριο Αξιολόγησης

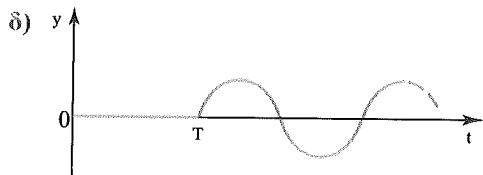
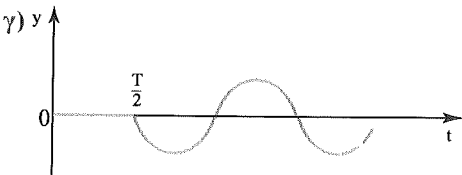
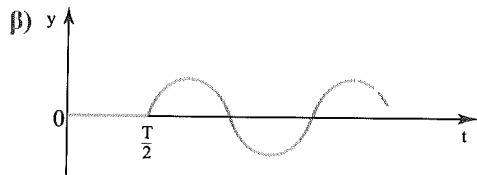
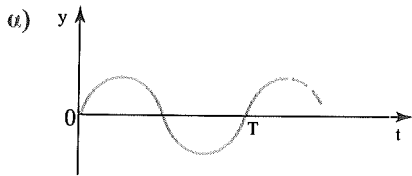
Γραμμικό αρμονικό κύμα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην σωστή φράση.

- Α1. Κατά μήκος ενός άξονα x Όχ διαδίδεται γραμμικό αρμονικό κύμα με εξίσωση $y = \text{Αη}\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$.

Για το σημείο Κ που βρίσκεται στη θέση $x_K = \frac{\lambda}{2}$ η γραφική παράσταση απομάκρυνσης - χρόνου έχει τη μορφή:



Μονάδες 5

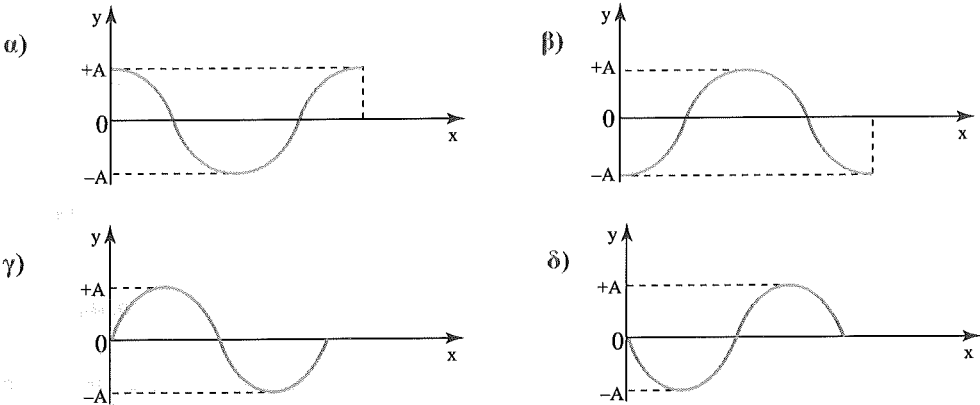
- Α2. Ένα γραμμικό αρμονικό κύμα διαδίδεται σε ελαστική χορδή, που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα x Όχ. Το υλικό σημείο Ο που βρίσκεται στη θέση $x = 0$ του άξονα ταλαντώνεται με εξίσωση $y = \text{Αη}\mu\omega t$. Η διαφορά φάσης των ταλαντώσεων δύο υλικών σημείων Κ και Λ του άξονα x 'χ που ταλαντώνονται λόγω του κύματος...

- α) αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.
β) μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.

- γ) είναι ανεξάρτητη από το χρόνο.
- δ) είναι ανεξάρτητη από την απόσταση των δύο σημείων κατά μήκος του άξονα $x'x$.

Μονάδες 5

A3. Το αριστερό άκρο Ο μιας τεντωμένης ελαστικής χορδής ταυτίζεται με τη θέση $x = 0$ ενός ημιάξονα Ox που έχει τη διεύθυνση της χορδής. Το σημείο Ο αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε διεύθυνση κάθετη στον ημιάξονα Ox με εξίσωση $y = A\eta\mu \frac{2\pi}{T}t$. Το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t = T$ παριστάνεται στο διάγραμμα:



Μονάδες 5

A4. Στην επιφάνεια υγρού ταλαντώνονται κατακόρυφα δύο σύγχρονες πηγές Π_1, Π_2 με εξίσωση $y = A\eta\mu\omega t$ και παράγουν αρμονικά κύματα με μήκος κύματος λ . Η διαφορά των αποστάσεων ενός σημείου P της επιφάνειας του υγρού από τις πηγές Π_1, Π_2 είναι ίση με $\frac{7\lambda}{2}$. Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου P είναι:

- α) μηδέν
- β) A
- γ) 2A
- δ) $A\sqrt{2}$

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα ως αποτέλεσμα της συμβολής δύο αρμονικών κυμάτων ίδιου πλάτους A και περιόδου T.

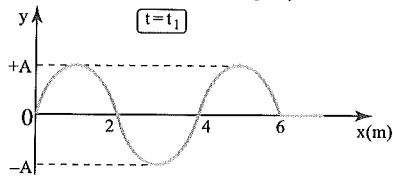
- α) Τα δύο αρμονικά κύματα διαδίδονται προς την ίδια κατεύθυνση.
- β) Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών είναι ίση με $\frac{\lambda}{2}$.

- γ) Όλα τα σημεία της χορδής έχουν πλάτος ταλάντωσης ίσο με $2A$.
- δ) Όλα τα σημεία της χορδής που ταλαντώνονται διέρχονται ταυτόχρονα από τις θέσεις ισορροπίας τους και φτάνουν ταυτόχρονα στις ακραίες τους θέσεις.
- ε) Η φάση της ταλάντωσης όλων των σημείων της χορδής είναι κάθε στιγμή ίση με μηδέν ή ίση με π rad.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα. Το ελαστικό μέσο εκτείνεται κατά μήκος του θετικού ημιάξονα Ox ενός άξονα $x'Ox$ και το κύμα διαδίδεται προς τα θετικά με εξίσωση $y = A\eta\mu\left(4\pi t - 2\pi\frac{x}{\lambda}\right)$ (S.I.).



Το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_1 έχει τη μορφή του διπλανού σχήματος.

- I. Το κύμα διαδίδεται στο ελαστικό μέσο με ταχύτητα:
 - α) 8m/sec β) 12m/sec γ) $0,4\pi$ m/sec
- II. Η χρονική στιγμή t_1 ισούται με:
 - α) 0,4 sec β) 0,6 sec γ) 0,75 sec

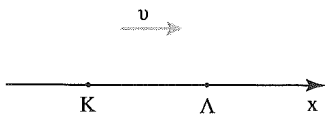
Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 8 (4+4)

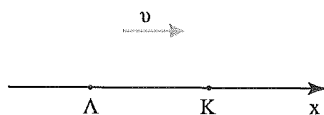
B2. Κατά μήκος ελαστικής χορδής που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα $x'Ox$ διαδίδεται γραμμικό αρμονικό κύμα, με κατεύθυνση προς τη θετική φορά του άξονα, με ταχύτητα v . Σε κάποια χρονική στιγμή t_1 , δύο υλικά σημεία K και Λ της χορδής έχουν φάσεις ταλάντωσης $\varphi_K = \frac{4\pi}{3}$ rad και $\varphi_\Lambda = \frac{\pi}{3}$ rad, αντίστοιχα.

I. Η σωστή διάταξη των σημείων K και Λ πάνω στον άξονα x , είναι αυτή που φαίνεται...

- α) στο σχήμα 1 β) στο σχήμα 2



Σχήμα 1



Σχήμα 2

II. Τις χρονικές στιγμές που το σημείο Λ βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του κινούμενου προς τα θετικά, το σημείο K έχει ταχύτητα:

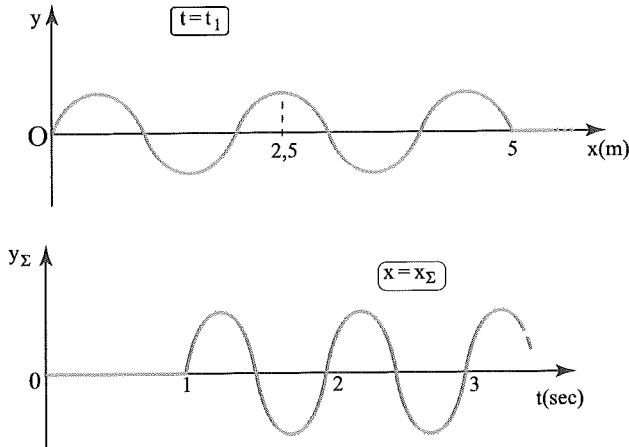
- α) $v_K = 0$ β) $v_K = -\omega A$ γ) $v_K = +\omega A$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 6 (2+4)

B3. Το αριστερό άκρο O μιας τεντωμένης ελαστικής χορδής, που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός ημιάξονα Ox, αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ σε διεύθυνση κάθετη στη χορδή με εξίσωση $y = A\eta\mu(2\pi ft)$. Το παραγόμενο γραμμικό κύμα διαδίδεται προς τη θετική κατεύθυνση.

Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται το στιγμιότυπο του κύματος σε μια χρονική στιγμή $t = t_1$ (σχήμα 1) και η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης ενός υλικού σημείου Σ της χορδής από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο.



Το σημείο Σ βρίσκεται στη θέση:

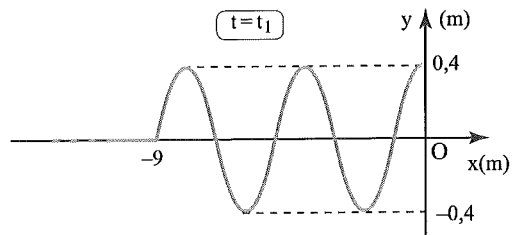
- α) $x_\Sigma = 1\text{m}$
- β) $x_\Sigma = 2\text{m}$
- γ) $x_\Sigma = 5\text{m}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται, σε κάποια χρονική στιγμή $t = t_1$, το στιγμιότυπο ενός γραμμικού αρμονικού κύματος που διαδίδεται προς την αρνητική φορά του άξονα $x'Ox$. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος ισούται με $v = 4 \text{ m/sec}$.



Γ1. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

Γ2. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

Μονάδες 6

Γ3. Να παραστήσετε γραφικά τη φάση της ταλάντωσης των υλικών σημείων του γραμμικού μέσου διάδοσης του κύματος σε συνάρτηση με τη θέση τους ($\varphi = f(x)$), τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

Γ4. Να βρείτε τη χρονική στιγμή στην οποία το υλικό σημείο P του μέσου ($x_P = -12\text{m}$) θα βρίσκεται για πρώτη φορά σε απομάκρυνση $y_P = +0,4\text{m}$ από τη θέση ισοροπίας του.

Μονάδες 6

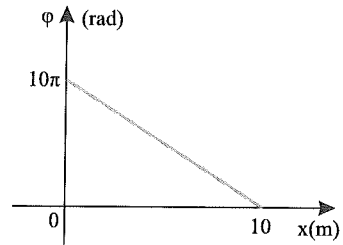
Γ5. Να γράψετε τις χρονικές εξισώσεις της φάσης ταλάντωσης του σημείου K ($x_K = -8\text{m}$) καθώς και της απομάκρυνσής του από τη θέση ισοροπίας του και να τις παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής που ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα Ox ενός άξονα $x'Ox$ διαδίδεται αρμονικό κύμα προς τη θετική φορά. Το αριστερό άκρο O ($x = 0$) της χορδής εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση $y = 0,5\eta\mu(20\pi t)$ (S.I.).

Στο διάγραμμα του σχήματος απεικονίζεται η φάση φ της ταλάντωσης των υλικών σημείων της χορδής σε συνάρτηση με τη θέση τους x σε μία χρονική στιγμή t_1 .



Δ1. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

Δ2. Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο ταλαντούμενων σημείων K και Λ της χορδής, τα οποία ορίζουν ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ που παραμένει διαρκώς παράλληλο στον άξονα $x'x$ και να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

Μονάδες 5

Δ3. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

Δ4. Να βρείτε την ταχύτητα με την οποία ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή t_1 το υλικό σημείο M που βρίσκεται στη θέση $x_M = 5,5\text{m}$.

Μονάδες 6

Δ5. Να βρείτε το μέτρο της ταχύτητας ενός υλικού σημείου P της χορδής, τη χρονική στιγμή που βρίσκεται σε απομάκρυνση $y = 0,3\text{m}$, από τη θέση ισοροπίας του.

Μονάδες 5

11ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Συμβολή κυμάτων – Στάσιμα κύματα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις A1 – A4 να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση που τις συμπληρώνει σωστά.

A1. Στη συμβολή μηχανικών κυμάτων σ' ένα ελαστικό μέσο...

- α) τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου εκτελούν ταυτόχρονα δύο ταλαντώσεις.
- β) όλα τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου εκτελούν ταλάντωση ίδιου πλάτους.
- γ) όλα τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου εκτελούν ταλάντωση ίδιας φάσης.
- δ) η αρχή της επαλληλίας ισχύει ακόμα και στην περίπτωση που τα κύματα είναι τόσο ισχυρά ώστε να μεταβάλλονται οι ιδιότητες του ελαστικού μέσου.

Μονάδες 4

A2. Στη συμβολή δύο μηχανικών κυμάτων μήκους κύματος λ τα οποία διαδίδονται στην επιφάνεια υγρού, προερχόμενα από δύο σύγχρονες πηγές...

- α) για να εφαρμόσουμε την αρχή της επαλληλίας πρέπει τα κύματα να προέρχονται από σύγχρονες πηγές.
- β) για όλα τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου που παραμένουν διαρκώς ακίνητα ισχύει η σχέση $r_1 - r_2 = k\lambda$ ($k \in \mathbb{Z}$), όπου r_1, r_2 οι αποστάσεις των σημείων από τις πηγές.
- γ) για όλα τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος ισχύει η σχέση $r_1 - r_2 = k\lambda + \frac{\lambda}{2}$ ($k \in \mathbb{Z}$).
- δ) όλα τα υλικά σημεία που ανήκουν στη μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος που συνδέει τις δύο πηγές, ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος.

Μονάδες 4

A3. Σε στάσιμο κύμα που σχηματίζεται κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου...

- α) η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών είναι ίση με ένα μήκος κύματος.

- β) όλα τα υλικά σημεία του μέσου εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση με το ίδιο πλάτος.
- γ) τα υλικά σημεία του μέσου που ταλαντώνονται δεν περνούν ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας τους.
- δ) τα υλικά σημεία του μέσου που βρίσκονται πλησιέστερα σε κοιλίες ταλαντώνονται με μεγαλύτερο πλάτος σε σχέση με τα υλικά σημεία που βρίσκονται πλησιέστερα σε δεσμούς.

Μονάδες 4

- A4. Δύο πανομοιότυπα αρμονικά κύματα μήκους κύματος λ διαδίδονται προς αντίθετες κατευθύνσεις κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου, με αποτέλεσμα το σχηματισμό στάσιμου κύματος.

Η απόσταση μεταξύ του πρώτου και του τρίτου κατά σειρά δεσμού ισούται με:

- α) $\frac{\lambda}{4}$ β) $\frac{\lambda}{2}$ γ) λ δ) 2λ

Μονάδες 4

- A5. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα.

Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες γράφοντας το γράμμα της κάθε πρότασης και δίπλα τη λέξη **Σωστό** ή **Λάθος**, αντίστοιχα.

- α) Οι αποστάσεις μεταξύ δύο οποιωνδήποτε δεσμών υπολογίζονται από τον τύπο $\Delta x_{\text{δεσμ}} = (2N + 1) \frac{\lambda}{4}$ ($N = 1, 2, \dots$), όπου λ το μήκος κύματος των αρμονικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα.
- β) Με το κύμα αυτό δεν μεταφέρεται ενέργεια.
- γ) Όλα τα σημεία μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών περνούν ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας τους κινούμενα προς την ίδια κατεύθυνση.
- δ) Το πλάτος ταλάντωσης των υλικών σημείων του μέσου κυμαίνεται από μηδέν έως $2A$, όπου A το πλάτος των αρμονικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα.
- ε) Το πλάτος ταλάντωσης και η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης κάθε υλικού σημείου του μέσου εξαρτώνται από τη θέση του.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1 και Π_2 ταλαντώνονται κάθετα στην επιφάνεια υγρού με ίδιο πλάτος A και παράγουν κύματα συχνότητας f και μήκους κύματος λ . Ένα σημείο P της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή Π_1 απόσταση $r_1 = 2\lambda$ και από την πηγή Π_2 απόσταση $r_2 = 5\lambda$.

I. Τα δύο κύματα φτάνουν στο σημείο P με χρονική διαφορά Δt ίση με:

- α) $\frac{2}{f}$ β) $\frac{3}{f}$ γ) $\frac{7}{f}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

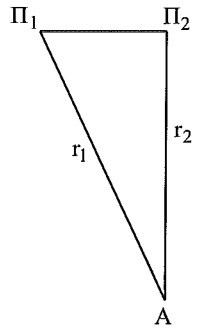
II. Αν η απόσταση μεταξύ των πηγών ισούται με $d = 4\lambda$, το συνολικό πλήθος των υπερβολών ενίσχυσης που σχηματίζονται είναι:

- α) 5 β) 7 γ) 9

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B2. Οι δύο ηχητικές πηγές Π_1 και Π_2 του σχήματος εκπέμπουν ήχο ίδιας έντασης και ίδιας συχνότητας, η οποία μπορεί να μεταβληθεί ταυτόχρονα και στα δύο. Ένας ανιχνευτής ήχου A είναι τοποθετημένος σε αποστάσεις $r_1 = 11\text{m}$ και $r_2 = 10\text{m}$ από τις δύο πηγές. Καθώς η συχνότητα του ήχου αυξάνεται αργά από την τιμή $f_1 = 300\text{Hz}$ ο ανιχνευτής καταγράφει μια σειρά ενισχύσεων και αποσβέσεων. Η συχνότητα στην οποία παρατηρείται η πρώτη απόσβεση είναι ίση με:



- α) 340Hz β) 510Hz γ) 680Hz

Δίνεται ότι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα ισούται με 340m/sec .

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B3. Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής μήκους ℓ , της οποίας το ένα άκρο έχει στερεωθεί ακλόνητα, έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα με το ελεύθερο άκρο της χορδής να είναι κοιλία. Τα αρμονικά κύματα που δημιουργήσαν το στάσιμο κύμα έχουν πλάτος A και μήκος κύματος λ . Αν μόνο τέσσερα σημεία της χορδής ταλαντώνονται με πλάτος 2A, τότε το μήκος της ισούται με:

- α) $\ell = \frac{3\lambda}{2}$ β) $\ell = \frac{7\lambda}{4}$ γ) $\ell = 2\lambda$

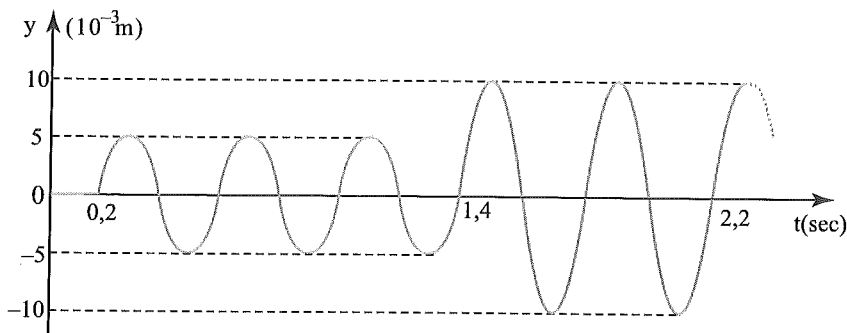
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Δύο σύγχρονες σημειακές πηγές Π_1 και Π_2 δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού εγκάρσια κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα $v = 5\text{m/sec}$. Μικρό κομμάτι φελλού βρίσκεται σε κάποιο σημείο Σ της επιφάνειας πλησιέστερα στην πηγή Π_2 . Η απομάκρυνση του σημείου Σ από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο περιγράφεται από τη γραφική

παράσταση του σχήματος. Οι πηγές αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t = 0$ και εκτελούν ταλαντώσεις της μορφής $y = A\eta\mu\omega t$.



- Γ1. Να βρείτε τις αποστάσεις r_1 και r_2 του σημείου Σ από τις πηγές Π_1 και Π_2 , αντίστοιχα.

Μονάδες 5

- Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του φελλού κάποια χρονική στιγμή t_1 , στην οποία η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας του είναι ίση με $y_1 = 5\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Μια ελαστική χορδή μεγάλου μήκους, που το ένα της άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα $x'Ox$. Κατά μήκος της χορδής διαδίδονται δύο αρμονικά κύματα που περιγράφονται από τις εξισώσεις:

$$y_1 = 4\eta\mu 2\pi(5t - x) \quad \text{και} \quad y_2 = 4\eta\mu 2\pi(5t + x) \quad (x, y \text{ σε cm και } t \text{ σε sec})$$

Στη θέση $x = 0$ βρίσκεται το αριστερό άκρο O της χορδής, το οποίο είναι κοιλία.

- Δ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των δύο αρμονικών κυμάτων στη χορδή.

Μονάδες 5

- Δ2. Να βρείτε τις θέσεις της τρίτης κοιλίας και του τρίτου δεσμού δεξιά του σημείου O .

Μονάδες 4

- Δ3. Να γράψετε την εξίσωση $|A'| = f(x)$ του πλάτους ταλάντωσης των υλικών σημείων της χορδής μετά τη συμβολή των δύο αρμονικών κυμάτων σε συνάρτηση με τη θέση τους x και να την παραστήσετε γραφικά, για τα σημεία του θετικού ημιάξονα Ox .

Μονάδες 6

- Δ4. Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις απομάκρυνσης – χρόνου για τα υλικά σημεία Κ, Λ και Ρ που βρίσκονται στις θέσεις $x_K = \frac{\lambda}{4}$, $x_\Lambda = \frac{\lambda}{2}$ και $x_P = \lambda$.

Να θεωρήσετε ότι τη χρονική στιγμή $t = 0$ το στάσιμο κύμα έχει εγκατασταθεί σε όλο το μήκος της χορδής.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Ε

Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής μήκους $\ell = 11,25 \text{ cm}$ που εκτείνεται στη διεύθυνση του ημιάξονα Οx έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση $y = 12 \sin 0,4\pi x \sin 10\pi t$ (x,y σε cm και t σε sec).

Το δεξιό άκρο της χορδής είναι ακλόνητα στερεωμένο σε τοίχο, ενώ το άλλο της άκρο είναι ελεύθερο στη θέση Ο ($x = 0$) και ταλαντώνεται λόγω της συμβολής των δύο κυμάτων χωρίς αρχική φάση με πλάτος ταλάντωσης ίσο με 12cm.

- Ε1. Να υπολογίσετε τον αριθμό των δεσμών που δημιουργούνται κατά μήκος της χορδής.

Μονάδες 5

- Ε2. Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα του στάσιμου κύματος τις χρονικές στιγμές $t_1 = 0,05 \text{ sec}$, $t_2 = 0,1 \text{ sec}$ και $t_3 = 0,15 \text{ sec}$.

Μονάδες 5

- Ε3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ταχύτητας της κοιλίας που βρίσκεται στη θέση $x = \frac{\lambda}{2}$ και να την παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 5

- Ε4. Να βρείτε την απόσταση $|\Delta x|$ του πρώτου σημείου Ρ της χορδής δεξιά του σημείου Ο που ταλαντώνεται με πλάτος $6\sqrt{2} \text{ cm}$ από τον πλησιέστερό του δεσμό, κατά μήκος του ημιάξονα Οx.

Μονάδες 6

12ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κινηματική στερεού σώματος

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Σύνθετη κίνηση εκτελεί...

- α) ένα κιβώτιο που ολισθαίνει σε οριζόντιο δάπεδο.
- β) ένας θαλαμίσκος του τροχού ενός λούνα παρκ.
- γ) ένας ανεμιστήρας στηριγμένος σε οροφή.
- δ) ο δίσκος ενός δισκοβόλου κατά τη διάρκεια της βολής.

Μονάδες 4

Α2. Το κέντρο μάζας ενός στερεού σώματος...

- α) σε ανομοιογενές βαρυντικό πεδίο συμπίπτει με το κέντρο βάρους του.
- β) αποκλείεται να βρίσκεται έξω από το σώμα.
- γ) συμπίπτει πάντοτε με ένα σημείο του άξονα περιστροφής του στερεού.
- δ) συμπίπτει με το κέντρο συμμετρίας του σώματος, αν το σώμα είναι ομογενές και συμμετρικό.

Μονάδες 4

Α3. Κατά την κύλιση χωρίς ολίσθηση ενός τροχού, του οποίου η ταχύτητα του κέντρου μάζας έχει μέτρο v_{cm} , το σημείο του τροχού που βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση από το έδαφος έχει ταχύτητα μέτρου:

- α) μηδέν β) $\frac{v_{cm}}{2}$ γ) $v_{cm}\sqrt{2}$ δ) $2v_{cm}$

Μονάδες 4

Α4. Η επιτάχυνση ενός τροχού που κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει έχει μέτρο a_{cm} . Το ανώτερο σημείο του τροχού έχει εφαπτομενική επιτάχυνση μέτρου:

- α) $\frac{a_{cm}}{2}$ β) $a_{cm}\sqrt{2}$ γ) $2a_{cm}$ δ) $4a_{cm}$

Μονάδες 4

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

Κατά την κύλιση χωρίς ολίσθηση ενός τροχού σε οριζόντιο δρόμο...

- α) το διάστημα που διανύει το κέντρο μάζας του τροχού στο χρονικό διάστημα μια πλήρους περιστροφής είναι ίσο με το μήκος της περιφέρειας του τροχού.
- β) η ταχύτητα του κέντρου μάζας του τροχού ισούται κατά μέτρο με τη γραμμική ταχύτητα περιστροφής των σημείων της περιφέρειας.
- γ) όλα τα σημεία του τροχού, εκτός των σημείων του που ανήκουν σε ευθεία κάθετη στον τροχό που διέρχεται από το κέντρο του, εκτελούν ταυτόχρονα μια ευθύγραμμη κίνηση και μια κυκλική κίνηση.
- δ) τα διάφορα σημεία του τροχού περιστρέφονται με γωνιακή ταχύτητα που είναι ανάλογη της απόστασής τους από το κέντρο του τροχού.
- ε) κάθε σημείο του τροχού που έρχεται σε επαφή με το δρόμο έχει ταχύτητα ίση με μηδέν.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Οι τροχοί ενός τρακτέρ που κινείται με σταθερή ταχύτητα έχουν ακτίνες R_1, R_2 που έχουν λόγο $\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{5}$. Αν οι τροχοί στον ίδιο χρόνο εκτελούν N_1 και N_2 περιστροφές,

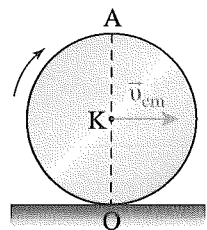
αντίστοιχα, τότε ο λόγος $\frac{N_1}{N_2}$ ισούται με:

- α) $\frac{3}{5}$ β) $\frac{5}{3}$ γ) $\frac{9}{25}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B2. Ο τροχός του σχήματος έχει ακτίνα R και κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, και με ταχύτητα κέντρου μάζας μέτρου v_{cm} . Ένα σημείο P της κατακόρυφης διαμέτρου OA του τροχού έχει ταχύτητα μέτρου $v_P = 1,4v_{cm}$.



B2.1 Το σημείο P ανήκει στο ευθύγραμμο τμήμα:

- α) AK β) OK

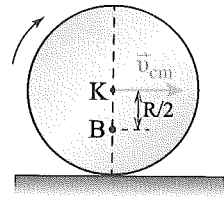
B2.2 Το σημείο P απέχει από το κέντρο K του δίσκου απόσταση:

- α) $0,4R$ β) $0,3R$ γ) $0,2R$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 8 (3+5)

B3. Ο δίσκος του σχήματος, ακτίνας R , κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο και η ταχύτητα του κέντρου μάζας του K είναι v_{cm} . Το μέτρο της ταχύτητας του σημείου που βρίσκεται στη θέση B της κατακόρυφης διαμέτρου και απέχει απόσταση $\frac{R}{2}$ από το K είναι:

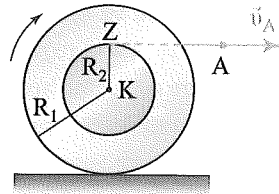


- α) $\frac{1}{2}v_{cm}$ β) $\frac{2}{5}v_{cm}$ γ) $\frac{2}{3}v_{cm}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Εξετάσεις)
Μονάδες 6

B4. Ο αλτήρας του σχήματος (βαράκι γυμναστικής) αποτελείται από δύο ομογενείς δίσκους ακτίνας R_1 και έναν ομογενή κύλινδρο ακτίνας $R_2 = \frac{3}{5}R_1$ που ενώνει τους δύο δίσκους. Τα κέντρα των δίσκων ανήκουν στον άξονα του κυλίνδρου. Στην περιφέρεια του κυλίνδρου έχουμε τυλίξει λεπτό και μη εκτατό νήμα.



B4.1 Καθώς τραβάμε το άκρο A του νήματος παράλληλα στο δάπεδο με ταχύτητα v_A , ο αλτήρας κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει με ταχύτητα κέντρου μάζας μέτρου:

- α) $v_{cm} = \frac{3}{5}v_A$ β) $v_{cm} = \frac{5}{3}v_A$ γ) $v_{cm} = \frac{5}{8}v_A$

B4.2 Κατά τη διάρκεια δύο πλήρων περιστροφών του αλτήρα το σημείο A έχει μετατοπιστεί κατά:

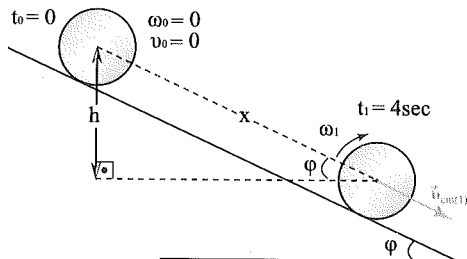
- α) $1,5\pi R_1$ β) $2,4\pi R_1$ γ) $6,4\pi R_1$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 8 (3+5)

ΘΕΜΑ Γ

Ένας τροχός ακτίνας $R = 0,5m$ αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\varphi = 30^\circ$ με σταθερή επιτάχυνση κέντρου μάζας. Αν τη χρονική στιγμή $t_1 = 4sec$ ο τροχός έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα από την αρχική του θέση κατά $h = 4m$, να υπολογίσετε:



Γ1. το μέτρο της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας του τροχού,

Μονάδες 5

Γ2. το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας ω_1 του τροχού τη χρονική στιγμή t_1 ,

Μονάδες 10

Γ3. τη χρονική στιγμή t_2 στην οποία ο τροχός έχει ολοκληρώσει $N_2 = \frac{32}{\pi}$ περιστροφές.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Δ

Ένας τροχός ακτίνας $R = 0,4\text{m}$ κυλιεται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο δρόμο με το κέντρο μάζας του να έχει σταθερή γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 2\text{rad/sec}^2$ ίδιας κατεύθυνσης με αυτή της ταχύτητάς του. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο τροχός έχει γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega_0 = 5\text{rad/sec}$. Να υπολογίσετε:

Δ1. το μέτρο της ταχύτητας του σημείου του τροχού που απέχει από το δρόμο απόσταση $d = 2R$, τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$,

Μονάδες 5

Δ2. το μέτρο της ταχύτητας ενός σημείου Α της περιφέρειας του τροχού το οποίο τη χρονική στιγμή $t_1 = 2,5\text{sec}$ απέχει από το δρόμο απόσταση ίση με την ακτίνα του τροχού,

Μονάδες 10

Δ3. το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας του τροχού, καθώς και το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας τη χρονική στιγμή t_2 που έχει εκτελέσει $N_2 = \frac{25}{\pi}$ περιστροφές μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

Στη συνέχεια να παραστήσετε γραφικά το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του τροχού σε συνάρτηση με το χρόνο στο χρονικό διάστημα από $t_0 = 0$ έως $t = t_2$.

Μονάδες 10

13ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ροπή δύναμης

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Η ροπή ζεύγους δυνάμεων που ασκείται σε ένα στερεό σώμα...

- α) έχει ελάχιστη τιμή ως προς το κέντρο μάζας.
- β) έχει μέγιστη τιμή ως προς το κέντρο μάζας.
- γ) έχει ελάχιστη τιμή ως προς ένα σημείο που βρίσκεται πάνω στο φορέα της μιας εκ των δύο δυνάμεων.
- δ) έχει την ίδια τιμή ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου των δυνάμεων.

Μονάδες 6

Α2. Η ράβδος ΟΑ του σχήματος έχει μήκος ℓ και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από τον άξονα που την τέμνει κάθετα



στο άκρο της Ο. Στο άκρο Α της ράβδου ασκείται πλάγια ως προς τη ράβδο, δύναμη \vec{F} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Το μέτρο της ροπής $\vec{\tau}$ της δύναμης \vec{F} ως προς το σημείο Ο υπολογίζεται από τη σχέση:

- α) $\tau = F\ell$
- β) $\tau = F\ell\eta\mu\phi$
- γ) $\tau = F\ell\sigma\upsilon\eta\phi$
- δ) $\tau = F\ell\epsilon\phi\phi$

Μονάδες 6

Α3. Σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα ασκείται ένα ζεύγους δυνάμεων. Αν διπλασιάσουμε το μέτρο των δυνάμεων του ζεύγους, καθώς και την απόσταση των φορέων τους, τότε η ροπή του ζεύγους που δέχεται το σώμα...

- α) παραμένει σταθερή.
- β) διπλασιάζεται.
- γ) τετραπλασιάζεται.
- δ) υποτετραπλασιάζεται.

Μονάδες 6

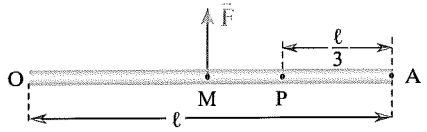
A4. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Για να περιστρέψουμε πιο εύκολα ένα σώμα πρέπει να ασκήσουμε δύναμη με μικρό μοχλοβραχίονα.
- β) Η ροπή μιας δύναμης είναι μονόμετρο μέγεθος.
- γ) Η ροπή μιας δύναμης δεν μεταβάλλεται όταν μετακινήσουμε το σημείο εφαρμογής της κατά μήκος του φορέα της.
- δ) Η ροπή ενός ζεύγους δυνάμεων είναι ίση με μηδέν, αφού οι δυνάμεις του ζεύγους είναι αντίθετες.
- ε) Η συνισταμένη ροπή δύο ή περισσότερων ομοεπίπεδων δυνάμεων που δέχεται ένα σώμα ως προς άξονα κάθετο στο επίπεδο των δυνάμεων, είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Β

B1. Μια ράβδος OA μήκους ℓ δέχεται τη δράση δύναμης \vec{F} που ασκείται στο μέσο της M, κάθετα προς αυτή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ροπή της δύναμης \vec{F} ως προς το άκρο O της ράβδου έχει μέτρο ίσο με τ . Αν η δύναμη \vec{F} ασκηθεί κάθετα στη ράβδο στο σημείο της P που απέχει απόσταση $\frac{\ell}{3}$ από το άκρο της A, τότε η ροπή της ως προς το σημείο O θα έχει μέτρο ίσο με:



- α) $\frac{\tau}{3}$
- β) $\frac{3\tau}{4}$
- γ) $\frac{4\tau}{3}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

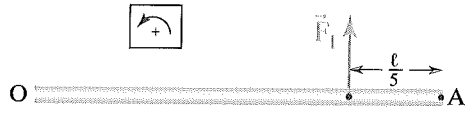
B2. Δύο κάθετες μεταξύ τους δυνάμεις ίσου μέτρου F ασκούνται στο άκρο A μιας ράβδου OA μήκους ℓ , η οποία μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα που την τέμνει κάθετα στο άκρο της O. Αν η κάθε μια από τις δύο δυνάμεις είναι κάθετη στη ράβδο και η ροπή της μιας από τις δύο δυνάμεις ως προς τον άξονα περιστροφής ισούται με μηδέν, τότε το μέτρο της ροπής της άλλης δύναμης ως προς τον άξονα περιστροφής ισούται με:

- α) $\frac{F\ell}{2}$
- β) $F\ell$
- γ) μηδέν

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

- B3. Στη ράβδο OA του σχήματος, που έχει μήκος ℓ , ασκούνται δύο δυνάμεις \vec{F}_1 και \vec{F}_2 που έχουν ίσα μέτρα και αντί-



θετη κατεύθυνση. Αν η απόσταση του σημείου εφαρμογής της δύναμης \vec{F}_1 από άκρο A είναι ίση με $\frac{\ell}{5}$ και η συνισταμένη ροπή των δύο δυνάμεων ως προς το άκρο A ισούται με $+\frac{F_1 \ell}{2}$, τότε η απόσταση του σημείου εφαρμογής της δύναμης \vec{F}_2 , από το άκρο O ισούται με:

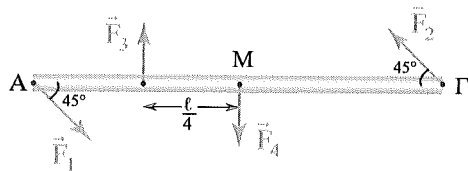
- α) $0,3 \ell$
 β) $0,5 \ell$
 γ) $0,6 \ell$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Γ

Η ράβδος ΑΓ του σχήματος έχει μήκος ℓ και δέχεται τη δράση δύο ζευγών οριζόντιων δυνάμεων \vec{F}_1, \vec{F}_2 και \vec{F}_3, \vec{F}_4 με μέτρα $F_1 = F_2 = 5\sqrt{2} \text{ N}$ και $F_3 = F_4 = 10 \text{ N}$. Η ροπή του ζεύγους των δυνάμεων \vec{F}_1 και \vec{F}_2 έχει αλγεβρική τιμή ίση με $+20 \text{ Nm}$. Να υπολογίσετε:



- Γ1. το μήκος ℓ της ράβδου.

Μονάδες 9

- Γ2. την αλγεβρική τιμή της ροπής του ζεύγους των δυνάμεων \vec{F}_3 και \vec{F}_4 .

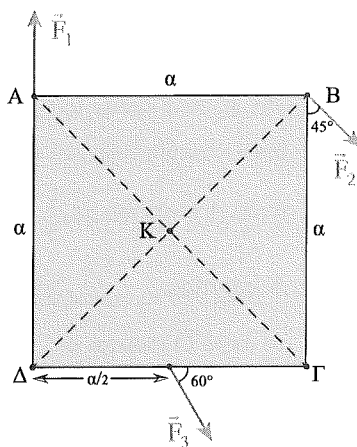
Μονάδες 9

- Γ3. την αλγεβρική τιμή της συνισταμένης των ροπών των τεσσάρων δυνάμεων ως προς το μέσο M της ράβδου.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Δ

Η οριζόντια ομογενής τετράγωνη πλάκα του σχήματος έχει πλευρά $a = 20\text{cm}$ και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σταθερό κατακόρυφο άξονα ο οποίος διέρχεται από το κέντρο της K . Στην πλάκα ασκούνται οι οριζόντιες δυνάμεις \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 και \vec{F}_4 (που δεν έχει σχεδιαστεί). Οι δυνάμεις \vec{F}_1 , \vec{F}_2 και \vec{F}_3 έχουν μέτρα $F_1 = 100\text{N}$, $F_2 = 100\sqrt{2}\text{N}$ και $F_3 = 200\text{N}$. Να βρείτε την ελάχιστη τιμή του μέτρου της δύναμης \vec{F}_4 που ασκείται στο σημείο Δ , ώστε η συνολική ροπή των τεσσάρων δυνάμεων ως προς τον άξονα περιστροφής να είναι ίση με μηδέν.



Μονάδες 15

14ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ισορροπία στερεού σώματος

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις A1, A2 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Για να συνεχίσει να ισορροπεί ένα αρχικά ακίνητο στερεό σώμα στο οποίο ασκούνται ομοεπίπεδες δυνάμεις, αρκεί...
- α) η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται να είναι ίση με το μηδέν.
 - β) το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών που δέχεται να είναι ίσο με μηδέν ως προς οποιοδήποτε σημείο.
 - γ) να ισχύουν ταυτόχρονα οι παραπάνω προτάσεις (α) και (β).
 - δ) οι δυνάμεις να είναι όλες παράλληλες μεταξύ τους.

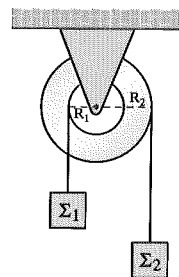
Μονάδες 5

- A2. Ένα ελεύθερο στερεό σώμα ισορροπεί με τη δράση τεσσάρων ομοεπίπεδων δυνάμεων που αποτελούν δύο ζεύγη δυνάμεων. Αν καταργήσουμε το ένα από τα δύο ζεύγη δυνάμεων, τότε το στερεό σώμα...
- α) θα συνεχίσει να ισορροπεί ακίνητο.
 - β) θα αρχίσει να εκτελεί μόνο περιστροφική κίνηση γύρω από άξονα κάθετο στο επίπεδο των δυνάμεων που δέχεται, ο οποίος διέρχεται από το κέντρο μάζας του.
 - γ) θα αρχίσει να εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση στη διεύθυνση των δυνάμεων που καταργήσαμε.
 - δ) θα αρχίσει να εκτελεί ταυτόχρονα τις κινήσεις των παραπάνω προτάσεων (β) και (γ) εκτελώντας σύνθετη κίνηση.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Η διπλή τροχαλία του σχήματος μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα που διέρχεται από τα κέντρα των βάσεων των δύο κυλίνδρων που την αποτελούν. Οι δύο κύλινδροι είναι ομοαξονικοί και είναι κολλημένοι μεταξύ τους ώστε να περιστρέφονται ως ένα σώμα. Μέσω αβαρών νημάτων που είναι περιτυλιγμένα στις πλευρικές επιφάνειες των κυλίνδρων έχουμε κρεμάσει δύο μικρά σώματα Σ_1 και Σ_2 , όπως στο σχήμα. Για να ισορροπεί το σύστημα πρέπει...



- α) το Σ_1 να είναι βαρύτερο από το Σ_2 .
- β) το Σ_2 να είναι βαρύτερο από το Σ_1 .
- γ) τα Σ_1 και Σ_2 να έχουν ίσα βάρη.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

B2. Ένα ελεύθερο στερεό σώμα ισορροπεί με τη δράση δυνάμεων μεταξύ των οποίων υπάρχει και ένα ζεύγος δυνάμεων \vec{F}_1 και \vec{F}_2 , από τις οποίες η δύναμη \vec{F}_1 ασκείται στο κέντρο μάζας του στερεού. Αν καταργήσουμε τη δύναμη \vec{F}_1 , τότε το στερεό θα εκτελέσει...

- α) μόνο μεταφορική κίνηση.
- β) μόνο στροφική κίνηση.
- γ) σύνθετη κίνηση.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

B3. Η αβαρής δοκός ΑΓ του σχήματος ισορροπεί οριζόντια στηριζόμενη σε ένα υποστήριγμα Σ. Αν οι αποστάσεις (ΑΒ) και (ΑΓ) έχουν λόγο $\frac{(ΑΒ)}{(ΑΓ)} = \frac{2}{5}$, ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ των δύο μικρών σωμάτων που είναι τοποθετη-



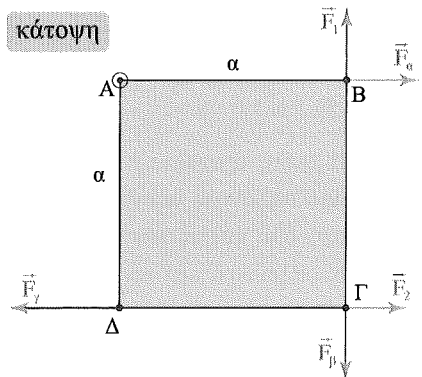
μένα στα άκρα Α και Γ της δοκού είναι ίσος με:

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

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

B4. Η οριζόντια τετράγωνη πλάκα ΑΒΓΔ του σχήματος έχει πλευρά α και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από την κορυφή της Α και είναι κάθετος σ' αυτή. Στην πλάκα ασκούνται οι οριζόντιες δυνάμεις \vec{F}_1 και \vec{F}_2 που έχουν ίσα μέτρα $F_1 = F_2$ (= F). Η οριζόντια δύναμη που πρέπει να ασκήσουμε στην πλάκα ώστε αυτή να ισορροπεί είναι...



- α) η δύναμη \vec{F}_a που έχει μέτρο $F_a = F$.

β) η δύναμη \vec{F}_β που έχει μέτρο $F_\beta = F\sqrt{2}$.

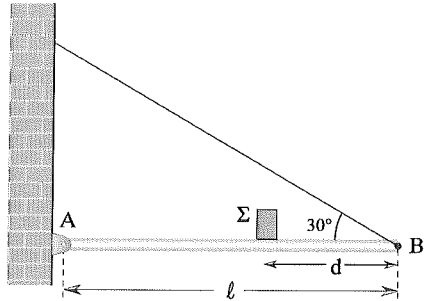
γ) δύναμη \vec{F}_γ που έχει μέτρο $F_\gamma = 2F$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Γ

Η λεπτή ομογενής ράβδος AB του σχήματος έχει μήκος $\ell = 5\text{m}$, βάρος $W = 8\text{N}$ και ισορροπεί σε οριζόντια θέση με τη βοήθεια αβαρούς και μη εκτατού νήματος. Η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της A, μέσω άρθρωσης. Πάνω στη ράβδο έχουμε τοποθετήσει ένα σώμα Σ βάρους $W_1 = 25\text{N}$ αμελητέων διαστάσεων σε απόσταση $d = 1,8\text{m}$ από το άκρο της B. Το όριο θραύσης του νήματος ισούται με $T_{\max} = 72\text{N}$. Να υπολογίσετε:



Γ1. το μέτρο της τάσης του νήματος,

Μονάδες 7

Γ2. το μέτρο της δύναμης που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση,

Μονάδες 8

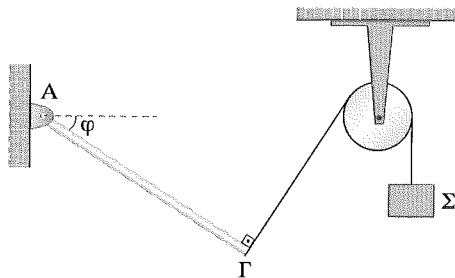
Γ3. το μέγιστο βάρος που θα μπορούσε να έχει το σώμα Σ ώστε να μη σπάει το νήμα.

Μονάδες 8

Δίνεται: $\sqrt{1369} = 37$.

ΘΕΜΑ Δ

Η λεπτή ομογενής ράβδος ΑΓ του σχήματος έχει μήκος ℓ , μάζα M και μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από οριζόντιο ακλόνητο άξονα (άρθρωση) που διέρχεται από το άκρο της A. Στο άκρο Γ της ράβδου είναι δεμένο το ένα άκρο αβαρούς νήματος, του οποίου το άλλο άκρο είναι δεμένο σε σώμα Σ μάζας $m_1 = \sqrt{2}\text{ kg}$. Το νήμα διέρχεται από το αυλάκι τροχαλίας ακτίνας R , όπως στο σχήμα, και το σύστημα ισορροπεί με τη ράβδο να σχηματίζει γωνία $\varphi = 45^\circ$ με τον ορίζοντα. Να υπολογίσετε:



Δ1. το μέτρο της τάσης που δέχεται η ράβδος με το νήμα,

Μονάδες 9

Δ2. τη μάζα της ράβδου,

Μονάδες 9

Δ3. το μέτρο της δύναμης \vec{F}_A που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση και τη γωνία θ που σχηματίζει η διεύθυνσή της με τη ράβδο.

Μονάδες 9

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$ και $\sqrt{10} = 3,16$.

15ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ισορροπία στερεού σώματος

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Η ροπή μιας δύναμης \vec{F} που ασκείται σ' ένα στερεό σώμα, το οποίο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα περιστροφής...
- α) έχει μονάδα μέτρησης το 1N/m .
 - β) είναι μονόμετρο μέγεθος.
 - γ) είναι διάνυσμα που βρίσκεται πάνω στον άξονα περιστροφής.
 - δ) είναι διάνυσμα που έχει την κατεύθυνση της δύναμης \vec{F} .

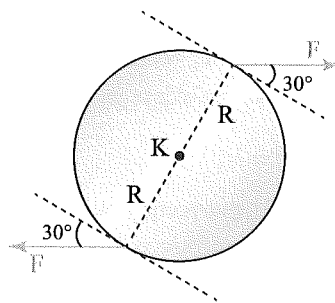
Μονάδες 6

- Α2. Η ροπή μιας δύναμης...
- α) εκφράζει την ικανότητά της να μεταφέρει το σώμα στο οποίο ασκείται.
 - β) έχει μέτρο διάφορο του μηδενός όταν ο φορέας της δύναμης διέρχεται από τον άξονα περιστροφής.
 - γ) έχει μέτρο διάφορο του μηδενός όταν ο φορέας της δύναμης ταυτίζεται με τον άξονα περιστροφής.
 - δ) έχει μέτρο ίσο με το μηδέν όταν η δύναμη είναι παράλληλη στον άξονα περιστροφής.

Μονάδες 6

- Α3. Ο οριζόντιος δίσκος του σχήματος έχει ακτίνα R και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του K . Η ροπή του ζεύγους των οριζόντιων δυνάμεων του σχήματος, που σχηματίζουν γωνία 30° με την εφαπτομένη στο δίσκο που περνά από το σημείο εφαρμογής τους ισούται με:

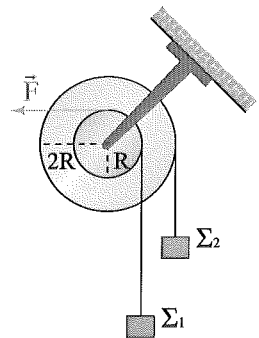
- α) $\frac{1}{2}FR$
- β) $\frac{\sqrt{3}}{2}FR$
- γ) FR
- δ) $FR\sqrt{3}$



Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Β

B1. Η διπλή τροχαλία του σχήματος αποτελείται από δύο ομοαξονικούς κυλίνδρους που είναι κολλημένοι μεταξύ τους και μπορούν να περιστρέφονται χωρίς τριβές γύρω από τον κοινό τους άξονα. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 είναι δεμένα στα άκρα αβαρών νημάτων που είναι τυλιγμένα στις περιφέρειες των κυλίνδρων.



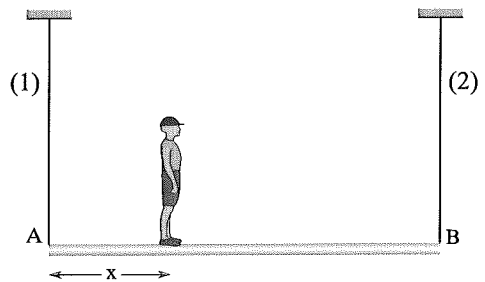
Το σύστημα ισορροπεί με τη βοήθεια οριζόντιας δύναμης \vec{F} που ασκείται εφαπτομενικά στην περιφέρεια του μικρού κυλίνδρου, όπως στο σχήμα. Αν για τα βάρη των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 ισχύει η σχέση $W_1 = \frac{3}{4} W_2$, τότε το μέτρο της δύναμης \vec{F} είναι ίσο με:

- α) $F = \frac{5}{2} W_1$ β) $F = \frac{10}{3} W_1$ γ) $F = \frac{11}{3} W_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B2. Ένας άνθρωπος βάρους $W_1 = 800\text{N}$ βρίσκεται πάνω σε ομογενή δοκό AB μήκους $\ell = 10\text{m}$ και βάρους $W = 600\text{N}$. Η δοκός κρέμεται από δύο κατακόρυφα σχοινιά που είναι δεμένα στα άκρα της A και B και ισορροπεί οριζόντια. Το μέτρο της τάσης του νήματος (1) σε συνάρτηση με την απόσταση x του άκρου A της δοκού από το σημείο στο οποίο στέκεται ο άνθρωπος, περιγράφεται από τη συνάρτηση:

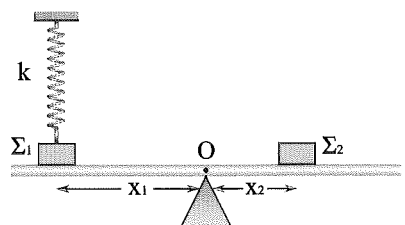


- α) $T_1 = 80x$ (S.I.)
 β) $T_1 = 300 + 80x$ (S.I.)
 γ) $T_1 = 1100 - 80x$ (S.I.)

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

B3. Η ομογενής δοκός του σχήματος ισορροπεί στηριζόμενη σε υποστήριγμα που τη στηρίζει στο μέσο της O. Πάνω στη δοκό βρίσκονται δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με βάρη W_1 και $W_2 = 3W_1$, αντίστοιχα, σε θέσεις που απέχουν από το μέσο της O αποστάσεις x_1



και $x_2 = \frac{x_1}{2}$. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k , του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε οροφή.

B3.1 Το ελατήριο βρίσκεται:

- α) στο φυσικό του μήκος.
- β) σε συσπίρωση.
- γ) σε επιμήκυνση.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B3.2 Η παραμόρφωση του ελατηρίου είναι:

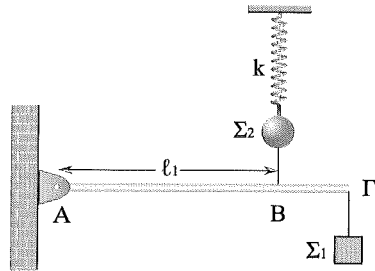
$$\alpha) \Delta\ell = \frac{W_1}{2k} \qquad \beta) \Delta\ell = \frac{3W_1}{k} \qquad \gamma) \Delta\ell = \frac{5W_1}{k}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Η ομογενής ράβδος ΑΓ του σχήματος έχει βάρος $W = 40\text{N}$ και μήκος $\ell = 2\text{m}$. Το άκρο Α της ράβδου στηρίζεται με άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο, ενώ από το άκρο της Γ κρέμεται μέσω αβαρούς νήματος σώμα Σ_1 βάρους W_1 . Το σημείο Β της ράβδου που απέχει από το άκρο της Α απόσταση $\ell_1 = 1,5\text{m}$ είναι δεμένο με κατακόρυφο αβαρές νήμα, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σώμα Σ_2 βάρους W_2 . Το σώμα Σ_2 ισορροπεί στερεωμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 1200\text{N/m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε οροφή. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα που συνδέει τη ράβδο με το σώμα Σ_2 , οπότε το σώμα Σ_2 αρχίζει να ταλαντώνεται και τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{20}\text{sec}$ ακινητοποιείται στιγμιαία για πρώτη φορά σε απόσταση 20cm πάνω από την αρχική του θέση. Να υπολογίσετε:



Γ1. τη μάζα m_2 του σώματος Σ_2 ,

Μονάδες 9

Γ2. το βάρος W_1 του σώματος Σ_1 ,

Μονάδες 10

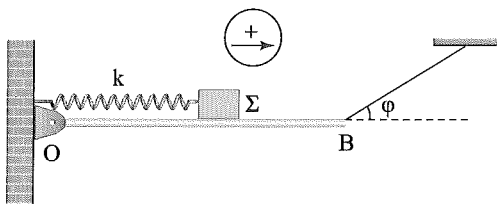
Γ3. το μέτρο της δύναμης που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση πριν την κοπή του νήματος.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής δοκός OB του σχήματος έχει βάρος $W = 5\text{N}$ και μήκος $\ell = 2\text{m}$. Το άκρο O της δοκού στηρίζεται σε τοίχο με άρθρωση, ενώ το άκρο της B είναι δεμένο με νήμα που σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τη διεύθυνση της δοκού. Πάνω στη λεία επιφάνεια της δοκού βρίσκεται αρχικά ακίνητο



ένα σώμα Σ βάρους $W_1 = 10\text{N}$, δεμένο στο ελεύθερο άκρο ενός ελατηρίου σταθεράς $k = 400\text{N/m}$ που έχει το φυσικό του μήκος ίσο με $\ell_0 = 1\text{m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο στον τοίχο. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το σώμα Σ στη διεύθυνση της ράβδου με ταχύτητα $v_0 = +10\text{m/sec}$. Να υπολογίσετε:

Δ1. το μέτρο της τάσης (\vec{T}_0) του νήματος πριν την εκτόξευση του σώματος,

Μονάδες 8

Δ2. το μέτρο της τάσης (\vec{T}_1) του νήματος τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{3\pi}{40}\text{sec}$,

Μονάδες 8

Δ3. το μέτρο της δύναμης (\vec{F}_A) που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση τις χρονικές στιγμές που το σώμα Σ έχει ταχύτητα ίση με $v = +6\text{m/sec}$ και επιβραδύνεται.

Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\sqrt{301} = 17,35$.

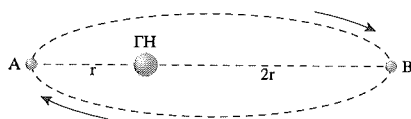
16ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Στροφορμή – Αρχή Διατήρησης της Στροφορμής

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις A1-A4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

A1. Ένας τεχνητός δορυφόρος κινείται σε ελλειπτική τροχιά γύρω από τη Γη, όπως στο σχήμα. Όταν ο δορυφόρος περνά από τη θέση A, το μέτρο της γραμμικής του ταχύτητας είναι v . Όταν περνά από τη θέση B, η γραμμική του ταχύτητα έχει μέτρο:



α) v

β) $2v$

γ) $\frac{v}{2}$

δ) $\frac{v}{4}$

Μονάδες 5

A2. Ένα σφαιρίδιο εκτελεί ομαλά επιβραδυνόμενη περιστροφική κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο, γύρω από τον σταθερό κατακόρυφο άξονα $y'y'$ που διέρχεται από το κέντρο της τροχιάς του. Οι κατευθύνσεις των διανυσμάτων της στροφορμής του κατά τον άξονα $y'y'$ και της γωνιακής του επιτάχυνσης είναι...

α) ίδιες μεταξύ τους.

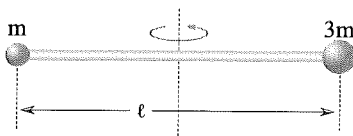
β) αντίθετες μεταξύ τους.

γ) κάθετες μεταξύ τους.

δ) εφαπτόμενες στην περιφέρεια της κυκλικής του τροχιάς.

Μονάδες 5

A3. Δύο σημειακές μάζες m και $3m$ είναι στερεωμένες στα άκρα αβαρούς ράβδου μήκους ℓ , όπως στο σχήμα. Το σύστημα περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα που διέρχεται κάθετα από το μέσον της ράβδου με γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω . Το μέτρο της στροφορμής του συστήματος κατά τον άξονα αυτόν είναι ίσο με...



α) $m\ell^2\omega$

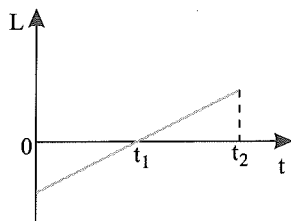
β) $\frac{3}{2}m\ell^2\omega$

γ) $2m\ell^2\omega$

δ) $4m\ell^2\omega$

Μονάδες 5

A4. Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνεται η στροφορμή ενός σφαιριδίου που περιστρέφεται σε κύκλο ακτίνας R γύρω από σταθερό άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδο περιστροφής του, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η γωνιακή επιτάχυνση του σφαιριδίου...



- α) είναι σταθερή.
- β) είναι αρνητική στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow t_1$ και στη συνέχεια θετική.
- γ) τη χρονική στιγμή t_1 αποκτά τη μέγιστη τιμή της.
- δ) τη χρονική στιγμή t_2 αποκτά τη μέγιστη τιμή της.

Μονάδες 5

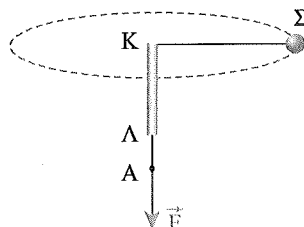
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Όταν αλλάζει η φορά της κυκλικής κίνησης ενός υλικού σημείου, αλλάζει και η κατεύθυνση της στροφορμής του.
- β) Όταν ένα υλικό σημείο περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο, το διάνυσμα της στροφορμής του είναι οριζόντιο.
- γ) Ένας ομογενής δίσκος ακτίνας R εκτελεί ομαλή περιστροφική κίνηση γύρω από σταθερό άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στην επιφάνειά του. Ένα υλικό σημείο του δίσκου που βρίσκεται σε απόσταση $r = \frac{R}{2}$ από τον άξονα περιστροφής έχει τη μισή στροφορμή σε σχέση με αυτή ενός άλλου υλικού σημείου ίσης μάζας που βρίσκεται στην περιφέρεια του δίσκου.
- δ) Η μονάδα $1 \text{ J} \cdot \text{sec}$ είναι μονάδα στροφορμής.
- ε) Στο πέλμα του ελαστικού μιας νταλίκας που κινείται ευθύγραμμα με κατεύθυνση από το βορρά προς το νότο είναι σφηνωμένη μια μικρή πέτρα. Το διάνυσμα της στροφορμής της μικρής πέτρας λόγω της περιστροφής του τροχού, έχει κατεύθυνση προς την ανατολή.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Το σφαιρίδιο Σ του σχήματος διαγράφει κυκλική τροχιά ακτίνας R_1 με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω_1 . Το σφαιρίδιο είναι δεμένο στο ένα άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος που διέρχεται από κατακόρυφο σωλήνα ΚΛ. Ασκούμε κατάλληλη



δύναμη στο άκρο A του νήματος και μειώνουμε την ακτίνα περιστροφής του σφαιριδίου σε $R_2 = \frac{2}{3} R_1$.

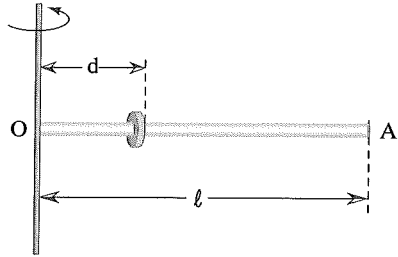
Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του σφαιριδίου θα γίνει ίσο με:

α) $\omega_2 = \frac{2}{3} \omega_1$ β) $\omega_2 = \frac{3}{2} \omega_1$ γ) $\omega_2 = \frac{9}{4} \omega_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B2. Σε απόσταση $d = \frac{\ell}{3}$ από το άκρο O μιας



λείας αβαρούς ράβδου OA μήκους ℓ , είναι κολλημένος ένας μικρός δακτύλιος μάζας m που θεωρείται υλικό σημείο. Η ράβδος περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το άκρο της O με γωνιακή ταχύτητα $\bar{\omega}_0$. Κάποια

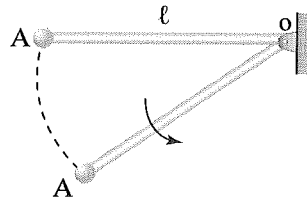
στιγμή ο δακτύλιος ξεκολλάει και μετακινείται στο άκρο A της ράβδου. Το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του δακτυλίου στη νέα του θέση ισούται με:

α) $\frac{\omega_0 \ell}{4}$ β) $\frac{\omega_0 \ell}{3}$ γ) $\frac{\omega_0 \ell}{9}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

B3. Η αβαρής ράβδος OA του σχήματος έχει μήκος ℓ και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που την τέμνει κάθετα στο άκρο της O. Στο άκρο A της ράβδου είναι κολλημένο ένα σφαιρίδιο μάζας m . Κάποια στιγμή αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο να περιστραφεί, από την οριζόντια θέση της ράβδου. Στη θέση όπου το μέτρο του ρυθμού μεταβολής



της στροφορμής του συστήματος ισούται με $\frac{\sqrt{3}}{2} mg\ell$, το μέτρο της στροφορμής του σφαιριδίου ισούται με:

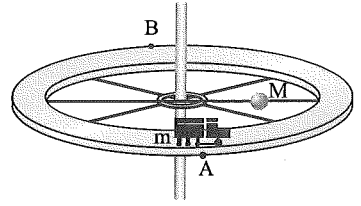
α) $\frac{\sqrt{3}}{2} m\ell\sqrt{g\ell}$ β) $\frac{2}{3} m\ell\sqrt{g\ell}$ γ) $m\ell\sqrt{g\ell}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Ένα ηλεκτρικό τρενάκι (που θεωρείται σημειακό σώμα) μάζας $m = 5 \text{ kg}$ μπορεί να κινείται κυκλικά πάνω σε έναν αβαρή οριζόντιο τροχό, ακτίνας $R = 1 \text{ m}$ πολύ κοντά στην περιφέρειά του. Ο τροχός μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σταθερό κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Σε από-



σταση $d = \frac{R}{2}$ από το κέντρο του τροχού είναι τοποθετημένο άλλο σώμα που επίσης θεωρείται σημειακό, μάζας $M = 8 \text{ kg}$. Αρχικά και ο τροχός και το τρενάκι είναι ακίνητα. Κάποια στιγμή το τρενάκι αρχίζει να κινείται από το σημείο A του τροχού με ταχύτητα μέτρου $v = 4 \text{ m/sec}$. Να υπολογίσετε:

Γ1. το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας με την οποία θα περιστρέφεται ο τροχός.

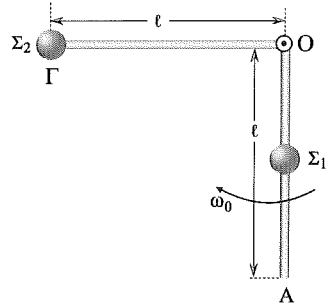
Μονάδες 8

Γ2. τη γωνία που θα διαγράψει η επιβατική ακτίνα του τρένου, όταν αυτό φτάσει για πρώτη φορά στο σημείο B του τροχού, που είναι το αντιδιαμετρικό του σημείου A.

Μονάδες 11

ΘΕΜΑ Δ

Η διάταξη του σχήματος αποτελείται από δύο όμοιες αβαρείς ράβδους OA και OΓ μήκους $\ell = 0,8 \text{ m}$, οι οποίες μπορούν να περιστρέφονται ανεξάρτητα χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από τον σταθερό οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κοινό τους άκρο O. Στο μέσον της ράβδου OA και στο άκρο της ράβδου OΓ είναι στερεωμένα δύο όμοια σφαιρίδια Σ_1, Σ_2 μάζας $m_1 = m_2 = 0,2 \text{ kg}$. Αρχικά η ράβδος OA ισορροπεί σε κατακόρυφη θέση και η ράβδος OΓ συγκρατείται ακίνητη σε οριζόντια θέση, όπως στο σχήμα. Κάποια στιγμή προσδίδουμε στη ράβδο



OA αρχική γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω_0 με τη φορά του σχήματος. Αμέσως πριν την κρούση, το σφαιρίδιο Σ_1 έχει ταχύτητα μέτρου v_1 και η ράβδος OΓ αφήνεται ελεύθερη. Μετά την κρούση, το σφαιρίδιο Σ_2 εκτελεί οριακά ανακύκλωση, ενώ το σφαιρίδιο Σ_1 αμέσως μετά την κρούση αντιστρέφει τη φορά κίνησής του και αποκτά ταχύτητα μέτρου

$v'_1 = \frac{v_1}{3}$. Να υπολογίσετε:

Δ1. το μέτρο της ταχύτητα v_1 .

Μονάδες 7

Δ2. το μέτρο της δύναμης \vec{F} που δέχεται το σφαιρίδιο Σ_1 από τη ράβδο OA τη στιγμή που η ράβδος OA αποκτά γωνιακή ταχύτητα ω_0 στην κατακόρυφη θέση της.

Μονάδες 8

Δ3. τη θερμότητα που εκλύεται, λόγω της κρούσης.

Μονάδες 6

Δ4. Σε κάποια θέση που η ράβδος ΟΑ έχει διαγράψει γωνία θ (πριν την κρούση) από την αρχική της θέση, ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της στροφορμής του σφαιριδίου Σ_1 ισούται με $\frac{dL}{dt} = -0,4 \text{ kg m}^2/\text{sec}^2$. Στη θέση αυτή να υπολογίσετε το μέτρο της επιτόχιας επιτάχυνσης του σφαιριδίου Σ_1 .

Μονάδες 10

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

17ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Νόμοι Biot-Savart και Ampere

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις A1-A3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην σωστή φράση.

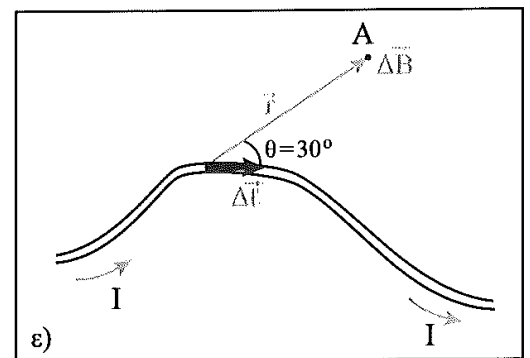
A1. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένας αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και ένα σημείο A του επιπέδου (ϵ) του αγωγού.

I. Το στοιχειώδες τμήμα $\Delta\ell$ του αγωγού δημιουργεί στο σημείο A μαγνητικό πεδίο έντασης $\Delta\vec{B}$ που έχει διεύθυνση...

- παράλληλη στο τμήμα $\Delta\ell$.
- ίδια με αυτή του διανύσματος \vec{r} .
- κάθετη στο επίπεδο (ϵ) με φορά προς τα μέσα (\otimes).
- κάθετη στο επίπεδο (ϵ) με φορά προς τα έξω (\odot).

II. Το μέτρο της έντασης ΔB , ισούται με:

- | | |
|--|--|
| α) $\frac{\mu_0 I \cdot \Delta\ell}{4\pi r^2}$ | β) $\frac{\mu_0 I \cdot \Delta\ell}{2\pi r^2}$ |
| γ) $\frac{\mu_0 I \cdot \Delta\ell}{8\pi r^2}$ | δ) $\frac{2\mu_0 I \cdot \Delta\ell}{\pi r^2}$ |

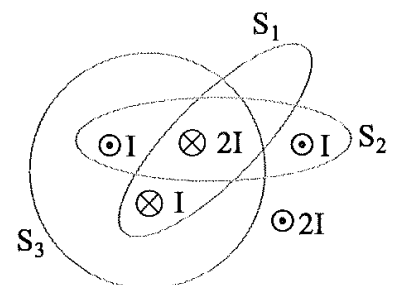


Μονάδες 9 (4 + 5)

A2. Στο διπλανό σχήμα σχεδιαστεί η τομή πέντε ρευματοφόρων αγωγών και τρεις κλειστές διαδρομές S_1 , S_2 , S_3 που χρησιμοποιούνται ως αμπεριανοί βρόχοι.

Το άθροισμα $\Sigma \vec{B} \cdot \Delta\vec{\ell} \cdot \text{συν}\theta$ του νόμου Ampere είναι ίσο με μηδέν...

- στη διαδρομή S_1 .
- στη διαδρομή S_2 .
- στη διαδρομή S_3 .
- σε όλες τις διαδρομές S_1 , S_2 , S_3 .

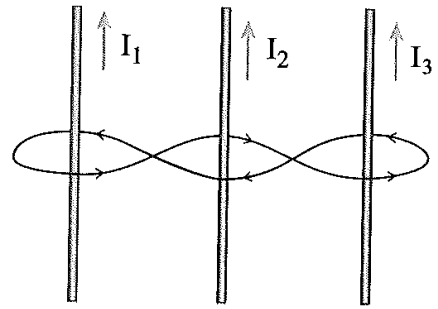


Μονάδες 6

- A3. Οι τρεις ευθύγραμμοι αγωγοί 1, 2 και 3 του διπλανού σχήματος διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων I_1 , I_2 και I_3 αντίστοιχα, με τις φορές που φαίνονται στο σχήμα.

Ο νόμος του Ampere στην κλειστή διαδρομή του σχήματος έχει τη μορφή:

- α) $\Sigma B \cdot \Delta \ell \cdot \text{συν}\theta = \mu_0 (I_1 + I_2 + I_3)$
 β) $\Sigma B \cdot \Delta \ell \cdot \text{συν}\theta = \mu_0 (I_1 - I_2 - I_3)$
 γ) $\Sigma B \cdot \Delta \ell \cdot \text{συν}\theta = \mu_0 (I_1 - I_2 + I_3)$
 δ) $\Sigma B \cdot \Delta \ell \cdot \text{συν}\theta = \mu_0 (I_1 + I_2 - I_3)$



Μονάδες 6

- A4. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

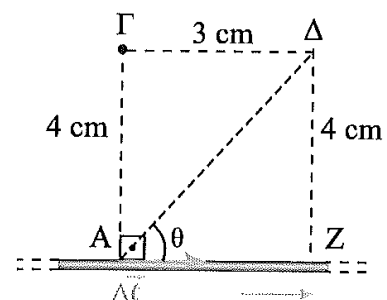
- α) Ο νόμος Biot-Savart ισχύει μόνο για αγωγούς απείρου μήκους.
 β) Το μέτρο του μαγνητικού πεδίου ΔB που δημιουργεί ένα στοιχειώδες τμήμα $\Delta \ell$ ρευματοφόρου αγωγού σε κάποιο σημείο του χώρου που απέχει απόσταση r από το τμήμα $\Delta \ell$, έχει τη διεύθυνση του r .
 γ) Κατάλληλη διαδρομή για την εφαρμογή του νόμου του Ampere σε ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, είναι μια κυκλική διαδρομή με το επίπεδό της κάθετο στον αγωγό και το κέντρο της πάνω στον αγωγό.
 δ) Για την εφαρμογή του νόμου του Ampere, λαμβάνουμε υπόψη μόνο τα ρεύματα που εγκλείονται στον βρόχο που επιλέγουμε.
 ε) Για την εφαρμογή του νόμου του Ampere, λαμβάνουμε υπόψη το μαγνητικό πεδίο που οφείλεται μόνο στα ρεύματα που εγκλείονται στον βρόχο που επιλέγουμε.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Ο ευθύγραμμος αγωγός του διπλανού σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Ο λόγος $\frac{\Delta B_\Gamma}{\Delta B_\Delta}$ των μέτρων των εντάσεων του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το τμήμα του αγωγού, στα σημεία Γ και Δ αντίστοιχα είναι ίσο με:

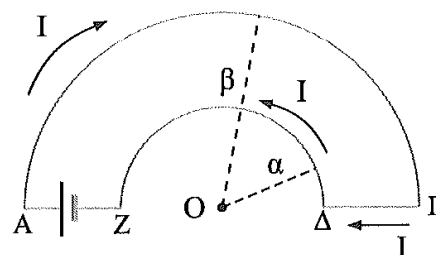
- α) $\frac{25}{16}$ β) $\frac{81}{64}$ γ) $\frac{125}{64}$



Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

B2. Ο αγωγός του διπλανού σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και αποτελείται από ομόκεντρα ημικυκλικά τμήματα ακτίνων α και β , που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με δύο ακτινικά ευθύγραμμα τμήματα.



Το μαγνητικό πεδίο στο κοινό κέντρο O των ημικυκλικών τμημάτων είναι ίσο με:

α) $\frac{\mu_0 I(\beta - \alpha)}{2\alpha\beta}$ β) $\frac{\mu_0 I(\beta + \alpha)}{4\alpha\beta}$ γ) $\frac{\mu_0 I(\beta - \alpha)}{4\alpha\beta}$

όπου μ_0 η μαγνητική διαπερατότητα του κενού.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Γ

Το σύρμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από τέσσερα τμήματα:

Τα ευθύγραμμα τμήματα $ΑΓ$, $ΔΖ$ μήκους $\alpha = 0,1m$, το τμήμα $ΓΔ$ σχήματος τεταρτοκυκλίου ακτίνας α και το τμήμα $ΖΑ$ μήκους τριών τεταρτοκυκλίων ακτίνας 2α .

Τα ευθύγραμμα τμήματα έχουν αμελητέα αντίσταση, ενώ τα κυκλικά έχουν αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = \frac{10}{\pi} \Omega/m$.

Στο ευθύγραμμο τμήμα $ΑΓ$ έχουμε συνδέσει πηγή συνεχούς τάσης, που έχει ΗΕΔ $E = 20V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1,5\Omega$.

Να υπολογίσετε:

Γ1. την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα,

Μονάδες 9

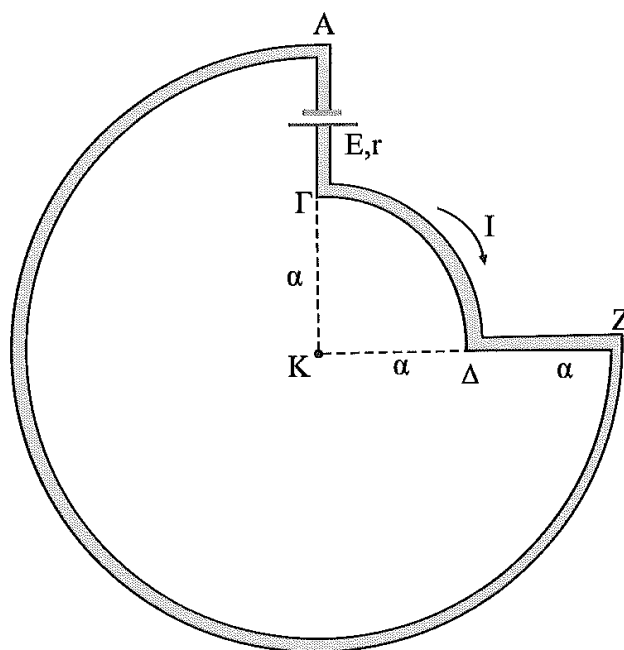
Γ2. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου B_1 , που δημιουργεί το τμήμα $ΑΓΔΖ$ του σύρματος στο κέντρο K ,

Μονάδες 9

Γ3. το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K .

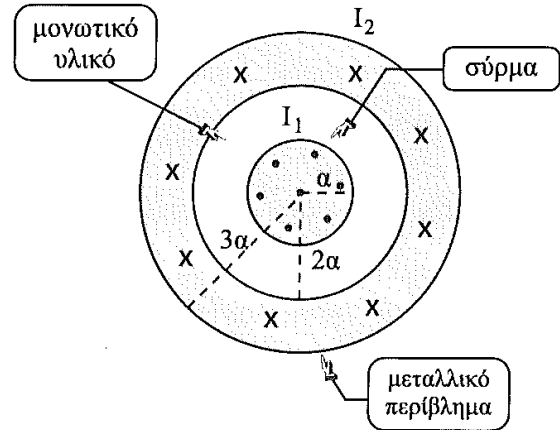
Μονάδες 6

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$.



ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η τομή ενός συμπαγούς κυλινδρικού σύρματος ακτίνας $\alpha = 2\text{cm}$, το οποίο περιβάλλεται από μονωτικό υλικό και από μεταλλικό περίβλημα. Το σύρμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 2\text{A}$ και το μεταλλικό περίβλημα από ρεύμα έντασης $I_2 = 4\text{A}$ αντίθετης φοράς, που είναι επίσης ομοιόμορφα κατανομημένο σε όλη την έκτασή του.



Το μονωτικό υλικό που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο αγωγών δεν επηρεάζει το μαγνητικό πεδίο. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου B_1 , B_2 , B_3 και B_4 σε απόσταση από τον άξονα του σύρματος...

Δ1. ίση με $d_1 = 2,5\text{cm}$,

Μονάδες 7

Δ2. ίση με $d_2 = 8\text{cm}$,

Μονάδες 7

*Δ3. ίση με $d_3 = 1\text{cm}$,

Μονάδες 9

*Δ4. ίση με $d_4 = 5\text{cm}$, αντίστοιχα.

Μονάδες 9

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$.

18ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρων αγωγών

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις A1, A3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

A1. Το πείραμα Oersted έδειξε ότι:

- α) γύρω από ένα ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο.
- β) γύρω από ένα ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.
- γ) γύρω από έναν ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.
- δ) γύρω από έναν ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 5

A2. Ένας ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και σε απόσταση r απ' αυτόν η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι \vec{B} . Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, τότε σε απόσταση $\frac{r}{2}$ απ' αυτόν, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα είναι:

- α) $\frac{B}{4}$
- β) $\frac{B}{2}$
- γ) $2B$
- δ) $4B$

Μονάδες 5

A3. Με τον τύπο $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$ μπορούμε να υπολογίσουμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου...

- α) στο εσωτερικό ρευματοφόρου σωληνοειδούς που οι σπείρες του έχουν ακτίνα r .
- β) σε απόσταση r από ένα ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό απείρου μήκους.
- γ) στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού ακτίνας r .
- δ) σε τίποτα από τα παραπάνω.

Μονάδες 5

A4. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Στο νόμο Biot-Savart το στοιχειώδες διάνυσμα $\vec{d}\vec{B}$ που δημιουργεί ένα στοιχειώδες τμήμα $\vec{d}\vec{\ell}$ του ρευματοφόρου αγωγού σε ένα σημείο A του γύρω χώρου έχει μέτρο που είναι ανεξάρτητο από τη φορά του ρεύματος.
- β) Γύρω από έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό σχηματίζεται ομογενές μαγνητικό πεδίο του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες στον αγωγό.
- γ) Αν κόψουμε στη μέση έναν ραβδοφόρο μαγνήτη, τότε θα δημιουργηθούν δύο μαγνητικά μονόπολα.
- δ) Ο νόμος Ampere μπορεί να εφαρμοστεί μόνο για σταθερά ρεύματα και μαγνητικά πεδία, τα οποία δεν μεταβάλλονται χρονικά.
- ε) Αν η κλειστή διαδρομή που επιλέγουμε για να εφαρμόσουμε το νόμο του Ampere περικλείει πολλούς ρευματοφόρους αγωγούς, τότε προσθέτουμε αλγεβρικά όλα τα ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς που περικλείει η διαδρομή.
- στ) Σύμφωνα με το νόμο του Ampere, το άθροισμα $\sum \vec{B} \cdot \vec{d}\vec{\ell}$ συνθ κατά μήκος μιας κλειστής διαδρομής, εξαρτάται από το μήκος της διαδρομής, που επιλέγουμε.

Μονάδες 6

- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

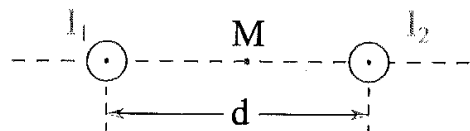
Η μαγνητική διαπερατότητα...

- α) είναι αδιάστατο μέγεθος.
- β) του Νικελίου είναι πολύ μεγαλύτερη της μονάδας.
- γ) των διαμαγνητικών υλικών είναι λίγο μεγαλύτερη της μονάδας.
- δ) των παραμαγνητικών υλικών είναι λίγο μικρότερη της μονάδας.
- ε) ενός υλικού ορίζεται με τον τύπο $\mu = \frac{B_0}{B}$, όπου B_0 το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κενό χώρο και B το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στον ίδιο χώρο όταν έχουμε τοποθετήσει το υλικό.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Οι δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι και απείρου μήκους ρευματοφόροι αγωγοί A_1, A_2 του σχήματος διαρρέονται από ηλεκτρικά ρεύματα εντάσεων I_1 και $I_2 = 3I_1$ και απέχουν μεταξύ



τους απόσταση d . Στο μέσο M της μεταξύ τους απόστασης το μέτρο της έντασης λόγω του ρευματοφόρου αγωγού A_1 είναι B_1 . Η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο σημείο M ...

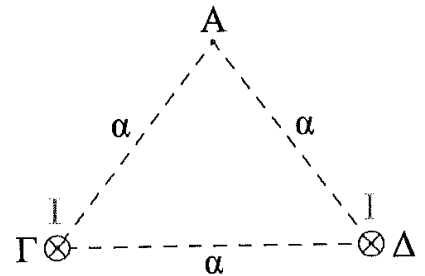
- α) έχει μέτρο ίσο με $4B_1$ και φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.
- β) έχει μέτρο ίσο με $3B_1$ και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

γ) έχει μέτρο $2B_1$ και φορά προς το κάτω μέρος της σελίδας.

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

B2. Στις κορυφές Γ και Δ του ισόπλευρου τριγώνου $A\Gamma\Delta$ πλευράς a του διπλανού σχήματος έχουν τοποθετηθεί δύο ευθύγραμμοι αγωγοί απείρου μήκους που είναι παράλληλοι μεταξύ τους και διαρρέονται από ρεύματα ίσης έντασης I . Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο A λόγω των δύο αγωγών είναι:

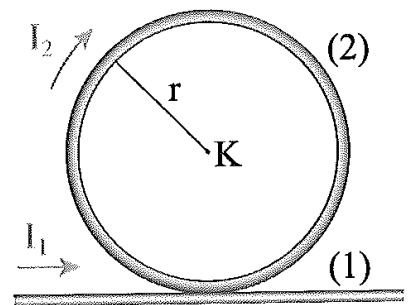


- α) $\frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ β) $\sqrt{3} \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ γ) $\frac{\mu_0 I}{\pi a}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B3. Α. Ο ευθύγραμμος αγωγός (1) του σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 και είναι σχεδόν εφαπτόμενος στον κυκλικό αγωγό (2), ο οποίος έχει ακτίνα r και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 . Αν η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού είναι ίση με μηδέν, τότε ο λόγος $\frac{I_1}{I_2}$ ισούται με:

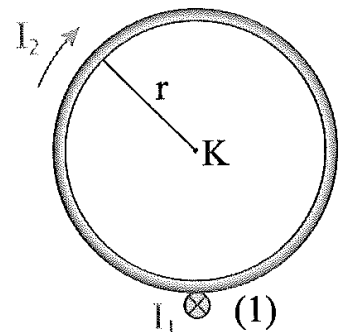


- α) 1 β) π γ) 2π

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

Β. Περιστρέφουμε τον ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους (1), ώστε να γίνει κάθετος στη σελίδα. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού, λόγω των δύο ρευματοφόρων αγωγών ισούται τώρα με:

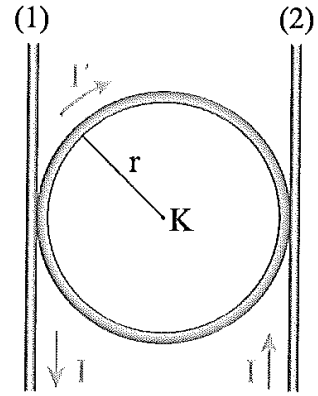


- α) $\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} \sqrt{2}$ β) $\frac{\mu_0 I_1}{\pi r}$ γ) $\frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} \sqrt{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B4. Οι δύο ευθύγραμμοι απείρου μήκους αγωγοί (1), (2) του διπλανού σχήματος διαρρέονται από ρεύματα ίσης έντασης I και αντίθετης φοράς, ενώ ο κυκλικός αγωγός ακτίνας r σχεδόν εφάπτεται σ' αυτούς και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I' , όπως στο σχήμα. Αν η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού είναι ίση με μηδέν, τότε ο λόγος $\frac{I'}{I}$ είναι ίσος με:



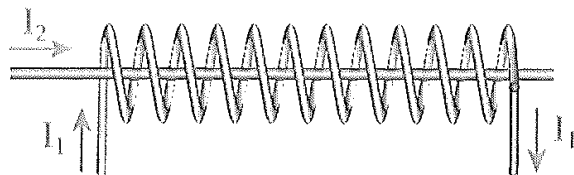
- α) π β) 2π γ) $\frac{2}{\pi}$

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

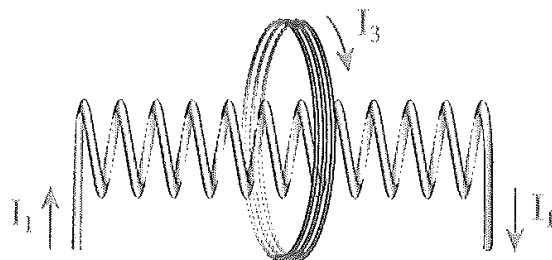
Ένα σωληνοειδές έχει πυκνότητα σπειρών $n = \frac{10}{\pi}$ σπείρες/cm και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 1A$.



Γ1. Κατά μήκος του άξονα του σωληνοειδούς τοποθετούμε έναν ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, που διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = 40A$, όπως στο σχήμα. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση $d = 2 \text{ cm}$ από τον ευθύγραμμο αγωγό μέσα στο σωληνοειδές και κοντά στην περιοχή του κέντρου του.

Μονάδες 8

Γ2. Γύρω από την κεντρική περιοχή του σωληνοειδούς τοποθετούμε ένα κυκλικό πλαίσιο ακτίνας $r = 10 \text{ cm}$ που έχει $N = 10$ σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_3 = \frac{100}{\pi} A$. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού πλαισίου.

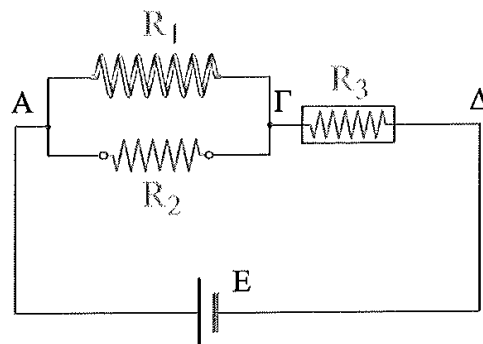


Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Δ

Το σωληνοειδές του σχήματος έχει $N = 1000$ σπείρες διαμέτρου $\Delta = 10 \text{ cm}$ η κάθε μια, μήκος $\ell = 20 \text{ cm}$ και είναι κατασκευασμένο από κυλινδρικό μεταλλικό σύρμα διαμέτρου διατομής $\delta = 1 \text{ mm}$ και ειδικής αντίστασης $\rho = 7,5 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m}$. Το σωληνοειδές συνδέεται παράλληλα με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 6 \Omega$ και το σύστημά τους συνδέεται σε σειρά με θερμική συσκευή που έχει αντίσταση R_3 και χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας «42 V, 294 W». Στα άκρα της διάταξης συνδέουμε πηγή συνεχούς τάσης με ΗΕΔ $E = 24 \text{ V}$ και αμελητέα εσωτερική αντίσταση.



Να υπολογίσετε:

Δ1. την ωμική αντίσταση R_1 του σωληνοειδούς,

Μονάδες 9

Δ2. τον ρυθμό με τον οποίο δαπανά ηλεκτρική ενέργεια η θερμική συσκευή και να εξετάσετε αν η συσκευή αυτή λειτουργεί κανονικά,

Μονάδες 8

Δ3. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

Μονάδες 9

Δίνεται η μαγνητική σταθερά του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$.

19ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Δύναμη Lorentz

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις A1-A3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην σωστή φράση.

A1. Μια δέσμη όμοιων φορτισμένων σωματιδίων εισέρχονται με την ίδια ταχύτητα \vec{v} σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} κάθετα στις μαγνητικές γραμμές και εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας R και περιόδου T . Αν διπλασιάσουμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου, τότε θα έχουμε:

α) $R' = 2R$ και $T' = \frac{T}{2}$

β) $R' = 2R$ και $T' = 2T$

γ) $R' = \frac{R}{2}$ και $T' = 2T$

δ) $R' = \frac{R}{2}$ και $T' = \frac{T}{2}$

Μονάδες 4

A2. Ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται στο εσωτερικό ρευματοφόρου σωληνοειδούς μεγάλου μήκους κινούμενο παράλληλα στον άξονά του. Αν το σωληνοειδές διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης, το ηλεκτρόνιο θα εκτελέσει μέσα στο σωληνοειδές...

α) ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β) ομαλή κυκλική κίνηση.

γ) ελικοειδή κίνηση σταθερού βήματος.

δ) παραβολική κίνηση.

Μονάδες 4

A3. Ένα πρωτόνιο και ένα σωματίο α (πυρήνας ${}^4_2\text{He}$), εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητες \vec{v}_p και \vec{v}_α αντίστοιχα, κινούμενα κάθετα στις μαγνητικές γραμμές.

Αν τα δύο σωματίδια διαγράφουν μέσα στο πεδίο κυκλικές τροχιές ίσων ακτίνων, τότε για τα μέτρα των ταχυτήτων ισχύει η σχέση:

- α) $v_p = \frac{v_a}{2}$ β) $v_p = v_a$
 γ) $v_p = 2v_a$ δ) $v_p = 4v_a$

Μονάδες 4

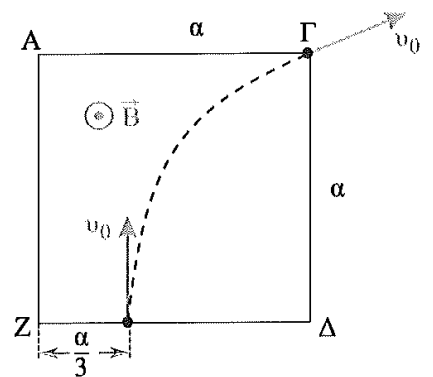
A4. Ένα πρωτόνιο εισέρχεται με ταχύτητα \vec{v}_0 σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Αν η ταχύτητα \vec{v}_0 έχει τη διεύθυνση της έντασης \vec{B} , το πρωτόνιο θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
 β) Αν η ταχύτητα \vec{v}_0 είναι κάθετη στην ένταση \vec{B} , το πρωτόνιο θα εκτελέσει ομαλή κυκλική κίνηση.
 γ) Η δύναμη Lorentz που μπορεί να δέχεται το πρωτόνιο είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν η ταχύτητα \vec{v}_0 και η ένταση \vec{B} .
 δ) Η δύναμη Lorentz που μπορεί να δέχεται το πρωτόνιο από το μαγνητικό πεδίο, μεγιστοποιείται κατά μέτρο όταν η γωνία μεταξύ των διανυσμάτων \vec{v}_0 και \vec{B} είναι ίση με 45° .
 ε) Η επιτρόχιος επιτάχυνση του πρωτονίου είναι ίση με μηδέν.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα φορτισμένο σωματίδιο μάζας m και φορτίου q εισέρχεται με ταχύτητα \vec{v}_0 κάθετα στις μαγνητικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, έντασης \vec{B} , του οποίου η κάθετη τομή είναι το τετράγωνο ΑΓΔΖ πλευράς a του διπλανού σχήματος. Το σωματίδιο μπαίνει στο μαγνητικό πεδίο από το σημείο Ο κινούμενο κάθετα στην πλευρά ΔΖ και εξέρχεται από την κορυφή Γ. Αν η απόσταση ΖΟ ισούται με $\frac{a}{3}$, το μέτρο της ταχύτητας v_0 , ισούται με:

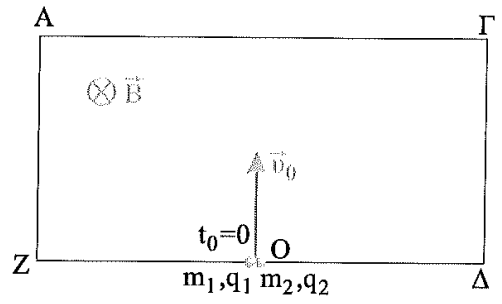


- α) $v_0 = \frac{14Baq}{13m}$ β) $v_0 = \frac{25Baq}{24m}$ γ) $v_0 = \frac{13Baq}{12m}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 9

B2. Δύο φορτισμένα σωματίδια 1 και 2 που έχουν μάζες $m_1, m_2 = 2m_1$ και φορτία $q_1 = +q, q_2 = -q$ αντίστοιχα, εισέρχονται ταυτόχρονα τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις μαγνητικές του γραμμές, με την ίδια ταχύτητα \vec{v}_0 , από το σημείο O του ευθύγραμμου ορίου ZΔ.



I. Η απόσταση d μεταξύ τους τη χρονική στιγμή t_1 που το σωματίδιο 1 εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο, ισούται με:

- α) $\sqrt{3}R_2$ β) $\sqrt{5}R_2$ γ) $3R_2$

II. Η απόσταση d' μεταξύ τους τη χρονική στιγμή t_2 που το σωματίδιο 2 εξέρχεται από το πεδίο ισούται με:

- α) $6R_1$ β) πR_1 γ) $R_1 \sqrt{36 + \pi^2}$

Το βάρος των σωματιδίων θεωρείται αμελητέο.

Μονάδες 9

B3. Δύο ίδια θετικά ιόντα (1) και (2) επιταχύνονται υπό τάσεις V_1 και V_2 αντίστοιχα, και στη συνέχεια εισέρχονται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο ενός φασματογράφου μάζας, κάθετα στις μαγνητικές του γραμμές. Αν τα δύο ιόντα αφήνουν τα ίχνη τους πάνω στη φωτογραφική πλάκα σε αποστάσεις d_1 και $d_2 = 3d_1$ αντίστοιχα, ο λόγος $\frac{V_1}{V_2}$ είναι ίσος με:

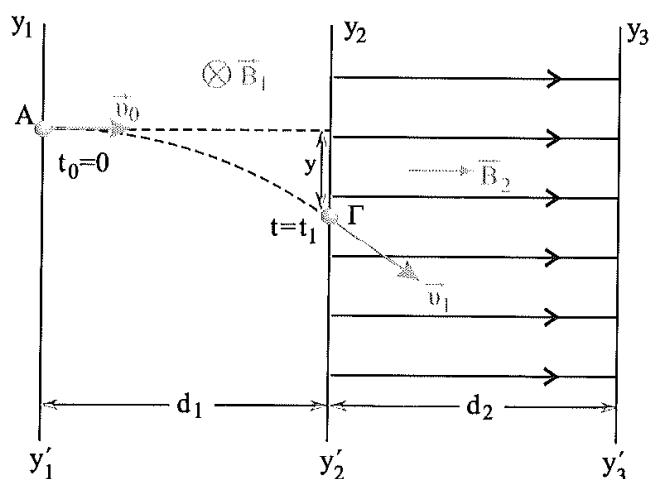
- α) $\frac{1}{9}$ β) $\frac{1}{3}$ γ) 3

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Γ

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται δύο ομογενή μαγνητικά πεδία, των οποίων οι μαγνητικές γραμμές είναι οριζόντιες και κάθετες μεταξύ τους. Το πρώτο έχει ένταση μέτρου $B_1 = 4\text{T}$ και εκτείνεται μεταξύ των κατακόρυφων ευθειών $y_1y'_1$ και $y_2y'_2$, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d_1 = 80\text{cm}$. Το δεύτερο μαγνητικό πεδίο έχει ένταση μέτρου $B_2 = 8\text{T}$ και εκτείνεται μεταξύ των κατακόρυφων ευθειών $y_2y'_2$ και $y_3y'_3$, που απέχουν μεταξύ τους



απόσταση $d_2 = 1,8\pi$ m.

Ένα σωματίδιο μάζας $m = 2 \cdot 10^{-8}$ kg και φορτίου $|q| = 1\mu\text{C}$ εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ από το σημείο A του ορίου y_1y_1' κάθετα σ' αυτό και κάθετα στις μαγνητικές γραμμές με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 2 \cdot 10^2$ m/sec και εξέρχεται από το σημείο Γ του ορίου y_2y_2' τη χρονική στιγμή t_1 . Να υπολογίσετε:

Γ1. την ακτίνα R_1 της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σωματίδιο μέσα στο πρώτο μαγνητικό πεδίο,

Μονάδες 5

Γ2. το μήκος της τροχιάς ΑΓ που διαγράφει το σωματίδιο μέσα στο πρώτο μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 4

Γ3. τη χρονική στιγμή t_1 ,

Μονάδες 4

Στη συνέχεια το σωματίδιο εισέρχεται στο δεύτερο μαγνητικό πεδίο.

Γ4. Να υπολογίσετε το πλήθος N των περιστροφών που εκτελεί το σωματίδιο μέσα σ' αυτό το μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 5

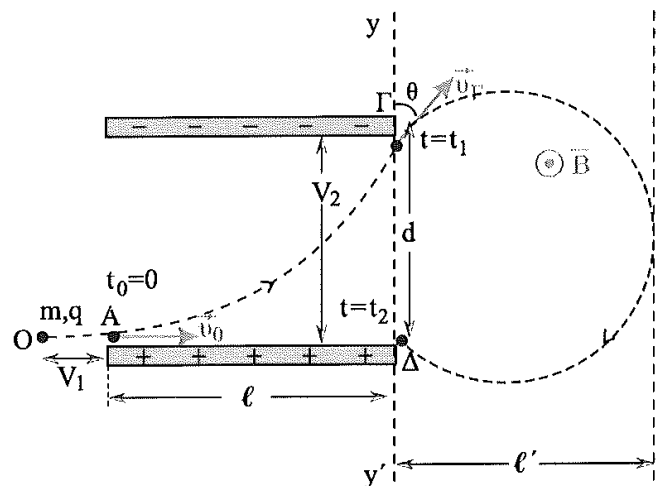
Να θεωρήσετε το βάρος του σωματιδίου αμελητέο.

Δίνεται: $\eta\mu(0,32\pi \text{ rad}) = 0,8$ και $\sigma\upsilon\nu(0,32\pi \text{ rad}) = 0,6$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα αρχικά ακίνητο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-10}$ kg και φορτίου $q = +1\mu\text{C}$ επιταχύνεται υπό τάση V_1 και στη συνέχεια τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εισέρχεται κινούμενο με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_0 = 2 \cdot 10^3$ m/sec σε επίπεδο πυκνωτή από το σημείο A πολύ κοντά στο αριστερό άκρο του θετικού οπλισμού του.

Το σωματίδιο εξέρχεται τη χρονική στιγμή t_1 από το σημείο Γ, πολύ κοντά στο δεξιό άκρο του αρνητικού οπλισμού του. Το μέτρο της έντασης του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή είναι ίσο με $E = 2 \cdot 10^3$ V/m και το μήκος των οριζόντιων οπλισμών του ισούται με $\ell = 20\text{cm}$. Να υπολογίσετε:



Δ1. την τάση V_1 που επιτάχυνε το σωματίδιο πριν την είσοδό του στο πυκνωτή,

Μονάδες 5

- Δ2. την απόσταση d μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή,
Μονάδες 5
- Δ3. τη γωνία θ που σχηματίζει η ταχύτητα εξόδου \vec{v}_F από τον πυκνωτή, με την κατακόρυφη ευθεία yy' ,
Μονάδες 5
- Δ4. την τάση V_2 του πυκνωτή και τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σωματιδίου μεταξύ των θέσεων Α και Γ.

Μονάδες 5

Αμέσως μετά την έξοδό του από τον πυκνωτή, το σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, που εκτείνεται δεξιά της ευθείας yy' , του οποίου η ένταση \vec{B} έχει την κατεύθυνση του σχήματος.

Το σωματίδιο εκτελεί μέσα στο μαγνητικό πεδίο κυκλική κίνηση και τη χρονική στιγμή t_2 εισέρχεται και πάλι στον πυκνωτή από το δεξιό άκρο Δ του θετικού του οπλισμού.

Να υπολογίσετε:

- Δ5. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου,
Μονάδες 5
- Δ6. το ελάχιστο εύρος ℓ' του μαγνητικού πεδίου, ώστε να είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί η παραπάνω κίνηση,
Μονάδες 5
- Δ7. τη χρονική στιγμή t_2 .
Μονάδες 5

Το βάρος του σωματιδίου θεωρείται αμελητέο.

Για τις πράξεις σας δίνεται ότι $\sqrt{2} = 1,4$, $\frac{3\pi}{8} = 1,18$ και $\pi = 3,14$.

20ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Δύναμη Laplace

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις A1-A5 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

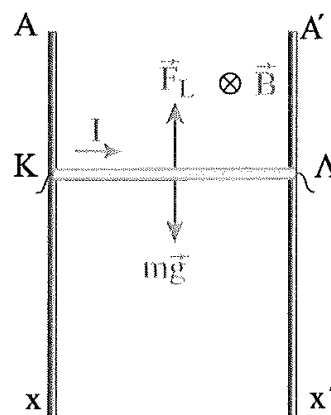
- A1. Η δύναμη Laplace που ασκείται σ' έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, ο οποίος βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο δεν εξαρτάται από...
- α) την ένταση του μαγνητικού πεδίου.
 - β) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.
 - γ) το μήκος του αγωγού.
 - δ) το είδος του μετάλλου από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αγωγός.

Μονάδες 5

- A2. Ένα ευθύγραμμο μεταλλικό σύρμα μήκους ℓ διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} παράλληλα στις μαγνητικές του γραμμές. Το σύρμα δέχεται δύναμη Laplace που ...
- α) έχει τη διεύθυνση και τη φορά των μαγνητικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου.
 - β) έχει τη διεύθυνση του αγωγού και μέτρο $B I \ell$.
 - γ) έχει διεύθυνση κάθετη στον αγωγό και μέτρο $B I \ell$.
 - δ) είναι ίση με μηδέν.

Μονάδες 5

- A3. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ του σχήματος έχει μήκος ℓ , μάζα m και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές κατά μήκος των δύο κατακόρυφων οδηγών Αχ, Α'χ', που είναι κατασκευασμένοι από μονωτικό υλικό. Στον χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν οι κατακόρυφοι αγωγοί, όπως στο σχήμα και η ράβδος ΚΛ ισορροπεί.



I. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο είναι ίση με:

α) $\frac{2mg}{B\ell}$ β) $\frac{mg}{2B\ell}$ γ) $\frac{mg}{B\ell}$ δ) $\frac{m\ell}{Bg}$

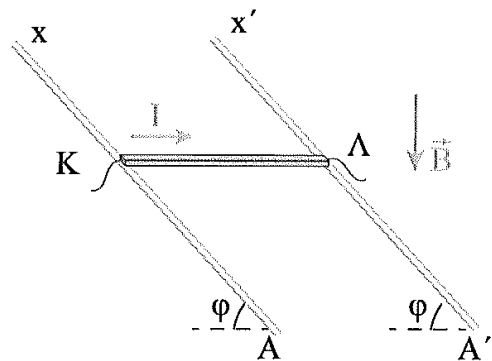
Μονάδες 5

II. Αν τριπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο, τότε αυτή θα αποκτήσει επιτάχυνση μέτρου...

α) g β) 1,5 g γ) 2g δ) 3g

Μονάδες 5

A4. Η μεταλλική ράβδος ΚΛ του σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και μπορεί να κινείται στο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ με τα άκρα της σε επαφή στους δύο παράλληλους αγωγούς Αx, Α'x'. Το κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο που υπάρχει στον χώρο της διάταξης, ασκεί στη ράβδο ΚΛ δύναμη Laplace σε διεύθυνση...



- α) κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο.
 β) οριζόντια και κάθετη στη ράβδο.
 γ) οριζόντια και παράλληλη στη ράβδο.
 δ) κατακόρυφη και κάθετη στη ράβδο.

Μονάδες 5

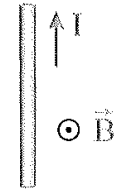
A5. Δύο ευθύγραμμοι παράλληλοι αγωγοί A_1 και A_2 απείρου μήκους βρίσκονται σε μικρή απόσταση r μεταξύ τους και διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων I_1 και I_2 ίδιας φοράς. Σε μήκος ℓ των δύο αγωγών...

- α) ασκούνται απωστικές δυνάμεις μέτρου $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi \ell} r$.
 β) ασκούνται απωστικές δυνάμεις μέτρου $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \ell$.
 γ) ασκούνται ελκτικές δυνάμεις μέτρου $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi \ell} r$.
 δ) ασκούνται ελκτικές δυνάμεις μέτρου $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \ell$.

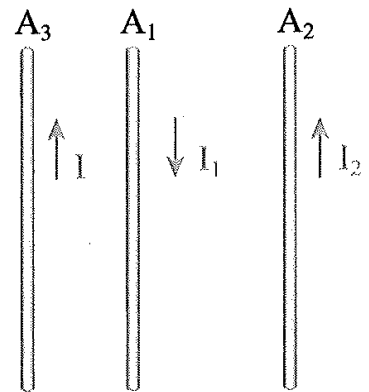
Μονάδες 5

Α6. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Η μονάδα 1 Tesla ισούται με $1 \frac{N}{Am}$.
- β) Αν ένας ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ που βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και σχηματίζει με τις μαγνητικές γραμμές γωνία φ , τότε δέχεται δύναμη Laplace μέτρου $F_L = BI\ell \sin\varphi$.
- γ) Αν αντιστρέψουμε ταυτόχρονα τη φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου και τη φορά του ρεύματος που διαρρέει έναν ευθύγραμμο αγωγό που βρίσκεται μέσα του, τότε αντιστρέφεται και η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό.
- δ) Ο ρευματοφόρος αγωγός του σχήματος 1 δέχεται δύναμη Laplace κάθετη στη σελίδα με φορά προς τα πάνω (προς τον αναγνώστη).
- ε) Αν οι δύο παράλληλοι αγωγοί μεγάλου μήκους A_1, A_2 του σχήματος 2 διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων I_1, I_2 ($I_1 > I_2$) αντίθετης φοράς και βρίσκονται πάνω σε λείο μονωτικό δάπεδο, τότε ένας τρίτος ρευματοφόρος αγωγός A_3 είναι δυνατόν να ισορροπεί στη θέση του σχήματος.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

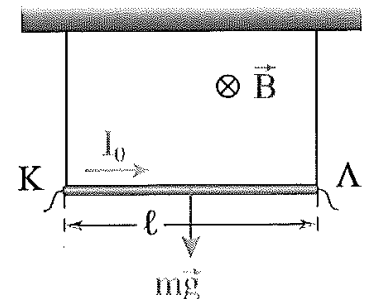
Β1. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους ℓ του σχήματος, κρέμεται από δύο κατακόρυφα μονωτικά νήματα που είναι στερεωμένα σε οροφή και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_0 με τα μέτρα των τάσεων των δύο νημάτων να είναι ίσα με μηδέν.

Αν υποδιπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος και αντιστρέψουμε τη φορά του, τότε τα μέτρα των τάσεων των δύο νημάτων θα γίνουν ίσα με:

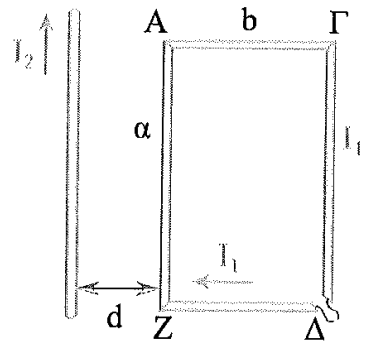
- α) $\frac{mg}{2}$
- β) $\frac{3mg}{2}$
- γ) $\frac{3mg}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8



B2. Το ορθογώνιο μεταλλικό πλαίσιο ΑΓΔΖ του διπλανού σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 . Ένας ευθύγραμμος μεγάλου μήκους αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 βρίσκεται στο επίπεδο του πλαισίου τοποθετημένος παράλληλα στις πλευρές του μήκους a και σε απόσταση d από την πλησιέστερή του πλευρά απ' αυτές. Το μέτρο της συνολικής δύναμης που δέχεται το πλαίσιο από τον ευθύγραμμο αγωγό ισούται με:

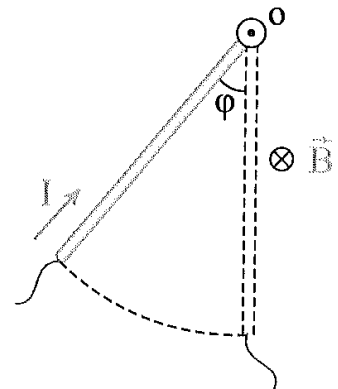


α) $\frac{\mu_0 I_1 I_2 a b}{2\pi d(d+b)}$ β) $\frac{\mu_0 I_1 I_2 a d}{2\pi d(a+b)}$ γ) $\frac{\mu_0 I_1 I_2 a(2d+b)}{2\pi d(d+b)}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B3. Η μεταλλική ράβδος μήκους ℓ και μάζας m του σχήματος μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από οριζόντιο άξονα που την τέμνει στο άκρο της Ο. Όταν στον αγωγό διαβιβάσουμε ρεύμα, αυτός εκτρέπεται λόγω της δύναμης Laplace που δέχεται από το ομογενές μαγνητικό πεδίο και ισορροπεί ώστε να σχηματίζει με την αρχική κατακόρυφη θέση του γωνία ϕ . Όταν η ένταση του ρεύματος είναι I_1 η γωνία εκτροπής είναι ϕ_1 ($\eta\mu\phi_1 = 0,6$, $\sigma\upsilon\nu\phi_1 = 0,8$), ενώ όταν η ένταση του ρεύματος είναι I_2 η γωνία εκτροπής είναι ϕ_2 ($\eta\mu\phi_2 = 0,8$, $\sigma\upsilon\nu\phi_2 = 0,6$). Ο λόγος $\frac{I_1}{I_2}$ είναι



ίσος με:

α) $\frac{4}{3}$ β) $\frac{3}{4}$ γ) $\frac{9}{16}$

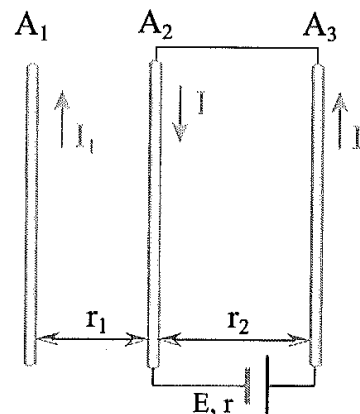
Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Οι τρεις αγωγοί A_1, A_2, A_3 του διπλανού σχήματος είναι κατακόρυφοι συνεπίπεδοι και έχουν μεγάλο μήκος. Ο αγωγός A_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 50A$, ενώ οι αγωγοί A_2, A_3 είναι συνδεδεμένοι με πηγή συνεχούς τάσης και διαρρέονται από ρεύμα έντασης $I = 25A$. Οι αγωγοί A_1, A_2 βρίσκονται σε απόσταση $r_1 = 0,5m$ μεταξύ τους, ενώ η απόσταση μεταξύ των αγωγών A_2, A_3 είναι ίση με $r_2 = 2m$.

Να υπολογίσετε:



Γ1. τα μέτρα B_2, B_3 των εντάσεων των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούν οι αγωγοί A_2, A_3 στα σημεία του αγωγού A_1 .

Μονάδες 6

Γ2. το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται τμήμα μήκους $\ell = 1\text{m}$ του αγωγού A_1 .

Μονάδες 6

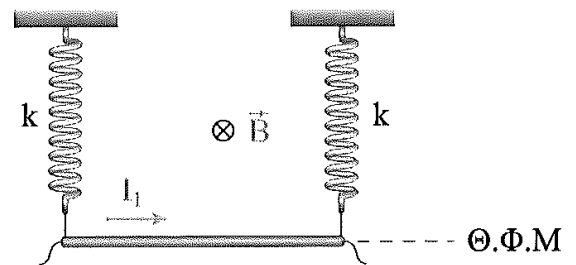
Γ3. την ένταση του οριζόντιου εξωτερικού μαγνητικού πεδίου που πρέπει να υπάρχει στον χώρο των τριών αγωγών, ώστε συνολικά να μην ασκείται δύναμη Laplace στον αγωγό A_3 .

Μονάδες 7

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$.

ΘΕΜΑ Δ

Η οριζόντια μεταλλική ράβδος του σχήματος 1 έχει μήκος $\ell = 1\text{m}$ και κρέμεται από δύο κατακόρυφα όμοια ελατήρια σταθεράς $k = 5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, που είναι δεμένα στα άκρα της και κρέμονται από οροφή. Η ράβδος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 100\text{A}$ και βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2 \cdot 10^{-3}\text{T}$.

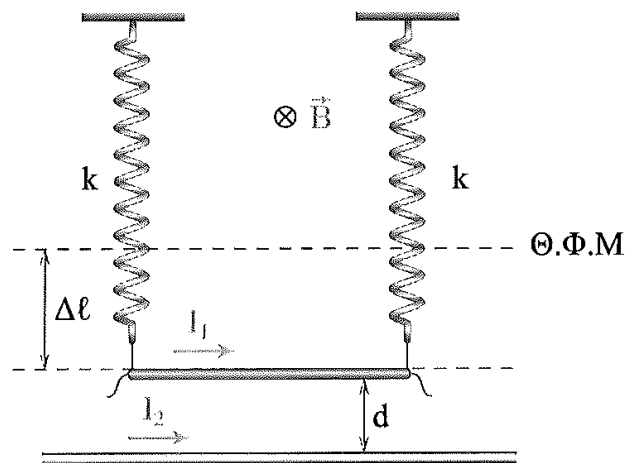


Σχήμα 1

Δ1. Αν η ράβδος ισορροπεί με τα ελατήρια στο φυσικό τους μήκος, να υπολογίσετε τη μάζα της.

Μονάδες 5

Τοποθετούμε έναν οριζόντιο ευθύγραμμο αγωγό μεγάλου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = I_1$, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με τη ράβδο και κάτω από αυτή. Η ράβδος ισορροπεί τώρα σε μια νέα οριζόντια θέση σε απόσταση $d = 1\text{cm}$ από τον ευθύγραμμο αγωγό, με τα ελατήρια να παρουσιάζουν επιμήκυνση $\Delta\ell$ σε σχέση με το φυσικό τους μήκος, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.



Σχήμα 2

Δ2. Να υπολογίσετε:

α) την επιμήκυνση Δl των ελατηρίων.

Μονάδες 7

β) το μέτρο της αρχικής επιτάχυνσης που θ' αποκτήσει η ράβδος αν διακόψουμε ξαφνικά...

i) το ρεύμα που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό μεγάλου μήκους,

Μονάδες 5

ii) το ρεύμα που διαρρέει τη ράβδο.

Μονάδες 5

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

21ο Κριτήριο Αξιολόγησης

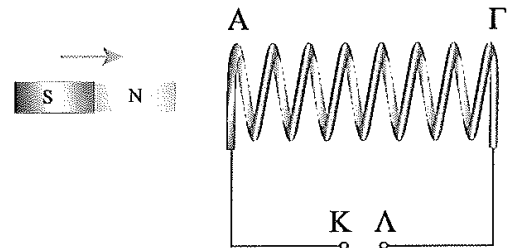
Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Καθώς πλησιάζουμε τον μαγνήτη προς το πηνίο του διπλανού σχήματος, τότε:

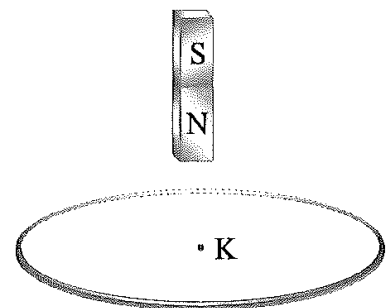
- α) Στο πηνίο αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή με το «+» στο Κ και στο άκρο του Α σχηματίζεται νότιος πόλος.
- β) Στο πηνίο αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή με το «+» στο Λ και στο άκρο του Α σχηματίζεται βόρειος πόλος.
- γ) Στα άκρα του πηνίου δεν δημιουργείται ΗΕΔ.
- δ) Στα άκρα του πηνίου δημιουργείται ΗΕΔ με το «+» στο Κ, αλλά το πηνίο δεν ασκεί δύναμη στον μαγνήτη.



Μονάδες 5

Α2. Ο ραβδόμορφος μαγνήτης του σχήματος αφήνεται να πέσει και περνά από το κέντρο Κ του ακλόνητα στερεωμένου κυκλικού αγωγού. Αν η αντίσταση του αέρα θεωρηθεί αμελητέα, τότε:

- α) Ο μαγνήτης εκτελεί ελεύθερη πτώση.
- β) Η ευθύγραμμη κίνηση του μαγνήτη είναι αρχικά ομαλά επιβραδυνόμενη και στη συνέχεια ομαλά επιταχυνόμενη.
- γ) Η ευθύγραμμη κίνηση του μαγνήτη είναι αρχικά ομαλά επιταχυνόμενη και στη συνέχεια ομαλά επιβραδυνόμενη.
- δ) Η ευθύγραμμη κίνηση του μαγνήτη είναι διαρκώς επιταχυνόμενη, αρχικά με φθίνουσα και στη συνέχεια με αύξουσα επιτάχυνση.



Μονάδες 5

- A3. Ο κανόνας Lenz είναι συνέπεια της αρχής...
- α) διατήρησης της ορμής.
 - β) διατήρησης της ενέργειας.
 - γ) διατήρησης του φορτίου.
 - δ) της επαλληλίας.

Μονάδες 5

- A4. Με ένα κομμάτι εύκαμπτου μεταλλικού σύρματος κατασκευάζουμε ένα τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο και το τοποθετούμε μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, με το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές του γραμμές. Στο πλαίσιο δεν θα αναπτυχθεί επαγωγική τάση αν...
- α) αρχίσουμε να μεταβάλλουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου.
 - β) αρχίσουμε να περιστρέφουμε το πλαίσιο ως προς έναν άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στην επιφάνειά του.
 - γ) αρχίσουμε να περιστρέφουμε το πλαίσιο ως προς έναν άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του.
 - δ) αρχίσουμε να αλλάζουμε το σχήμα του αγωγού μεταβάλλοντας έτσι το εμβαδόν που περικλείει.

Μονάδες 5

- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

Η μαγνητική ροή...

- α) εκφράζει το πλήθος των μαγνητικών γραμμών που περνούν από μια επιφάνεια.
- β) είναι διανυσματικό μέγεθος κάθετο στο επίπεδο της επιφάνειας.
- γ) αναφέρεται πάντοτε σε μια επιφάνεια και ισούται με το γινόμενο $B \cdot A$, όπου B το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου και A το εμβαδόν της επιφάνειας.
- δ) μετριέται στο S.I. σε Weber (Wb).
- ε) είναι μονόμετρο μέγεθος και μπορεί να παίρνει θετικές ή και αρνητικές τιμές.

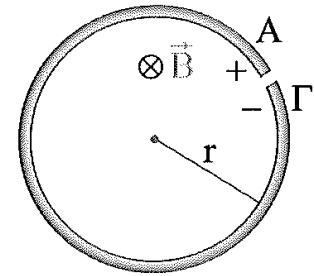
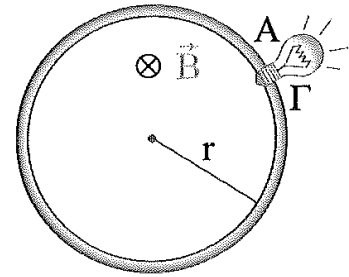
Μονάδες 5

- A6. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

Ο μεταλλικός δακτύλιος του παρακάτω σχήματος έχει ακτίνα r και βρίσκεται τοποθετημένος μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.

Αν αρχίσουμε να αυξάνουμε με σταθερό ρυθμό $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} = \lambda\right)$ το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου, τότε:

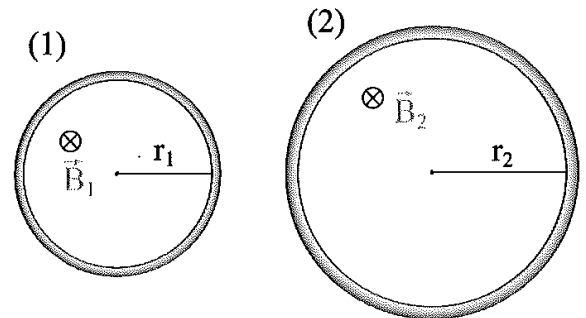
- α) Στον δακτύλιο θα δημιουργηθεί ΗΕΔ από επαγωγή που έχει σταθερή (απόλυτη) τιμή ίση με $\lambda \pi r^2$.
- β) Ο δακτύλιος θα διαρρέεται από ρεύμα που έχει φορά αντίθετη από αυτή της περιστροφής των δεικτών του ρολογιού.
- γ) Ο λαμπτήρας θα έχει σταθερή φωτεινότητα.
- δ) Αν αφαιρέσουμε τον λαμπτήρα Λ , η επαγωγική ΗΕΔ που θα εμφανιστεί στα άκρα του Α και Γ θα έχει την πολικότητα του διπλανού σχήματος.



Μονάδες 4

ΘΕΜΑ Β

Β1. Με δύο κομμάτια ενός χάλκινου σύρματος σταθερής διατομής κατασκευάζουμε δύο κυκλικούς αγωγούς (1) και (2) με ακτίνες r_1 και $r_2 = 2r_1$. Αν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου μεταβάλλεται για κάθε αγωγό σε συνάρτηση με τον χρόνο, όπως στο διπλανό διάγραμμα, τότε:

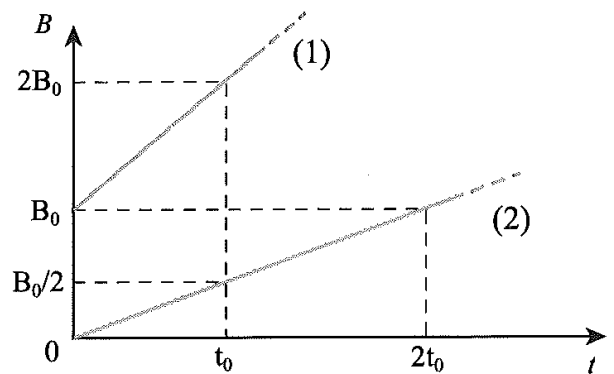


I. Για τις ΗΕΔ από επαγωγή που θα αναπτυχθούν στους δύο αγωγούς, ισχύει:

- α) $E_{επ(1)} = E_{επ(2)}$
- β) $E_{επ(1)} = 2E_{επ(2)}$
- γ) $E_{επ(2)} = 2E_{επ(1)}$

II. Τα φορτία που θα περάσουν από τη διατομή του κάθε αγωγού στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow t_0$ συνδέονται με τη σχέση:

- α) $q_1 = q_2$
- β) $q_1 = 2q_2$
- γ) $q_2 = 2q_1$



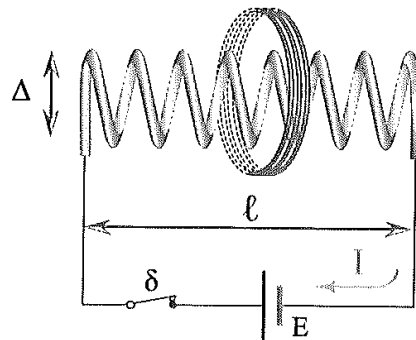
III. Οι θερμικές ισχύεις στους δύο αγωγούς συνδέονται με τη σχέση:

α) $P_1 = P_2$ β) $P_1 = 2P_2$ γ) $P_2 = 2P_1$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 14 (5 + 5 + 4)

B2. Το σωληνοειδές N_1 σπειρών του σχήματος έχει μήκος ℓ , διάμετρο σπειρών Δ , αντίσταση κάθε σπείρας R και διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης με τη βοήθεια πηγής που έχει ΗΕΔ E και αμελητέα εσωτερική αντίσταση. Ένα κυκλικό μεταλλικό πλαίσιο που έχει N_2 σπείρες αντίστασης $4R$ η κάθε μία, είναι τοποθετημένο με το επίπεδό του κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς, όπως στο σχήμα. Αν ανοίξουμε τον διακόπτη δ , το συνολικό φορτίο που θα περάσει από μια διατομή του κυκλικού αγωγού είναι:

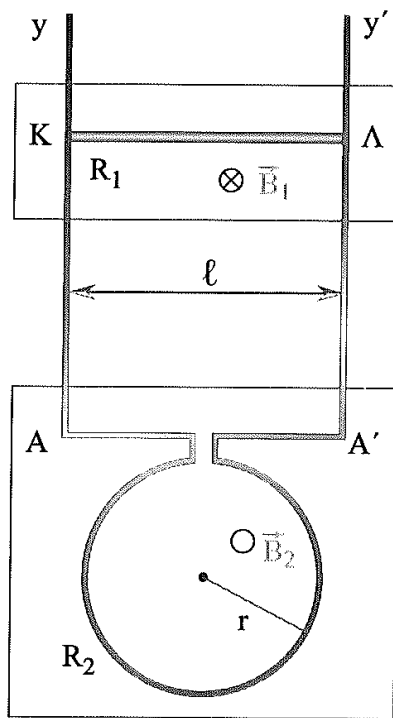


α) $\frac{\mu_0 \pi E \Delta^2 N_1}{N_2 \ell R^2}$ β) $\frac{\mu_0 \pi E \Delta^2}{16 \ell R^2}$ γ) $\frac{\mu_0 \pi E \Delta^2}{4 \ell R^2 N_2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

B3. Οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί Ay και $A'y'$ του διπλανού σχήματος, έχουμε αμελητέα αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1\text{m}$. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος KL έχει μήκος $\ell = 1\text{m}$, μάζα $m = 0,01\text{kg}$, ωμική αντίσταση $R_1 = \pi \Omega$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές με τα άκρα της να παραμένουν διαρκώς σε επαφή με τους δύο οδηγούς. Η ράβδος KL βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης σταθερού μέτρου $B_1 = 1\text{T}$. Τα άκρα A και A' των οδηγών συνδέονται με κατακόρυφο κυκλικό αγωγό ακτίνας $r = 0,5\text{m}$ και ωμικής αντίστασης $R_2 = 3\pi \Omega$.



Στον χώρο του κυκλικού αγωγού υπάρχει άλλο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 , της οποίας το μέτρο έχει αρχικά σταθερή τιμή, ίση με $B_0 = 2\text{T}$.

Αρχικά η ράβδος KL συγκρατείται ακίνητη. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, αφήνουμε ελεύθερη τη ράβδο και ταυτόχρονα αρχίζουμε να μειώνουμε γραμμικά το μέτρο της

έντασης \vec{B}_2 , σύμφωνα με τη σχέση $B_2 = B_0 - \lambda t$ μέχρι να μηδενιστεί, με αποτέλεσμα στον χρόνο αυτό η ράβδος ΚΛ να παραμένει ακίνητη. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

A. Η φορά της έντασης \vec{B}_2 είναι: α) \otimes β) \odot

B. Ο συντελεστής λ ισούται με:

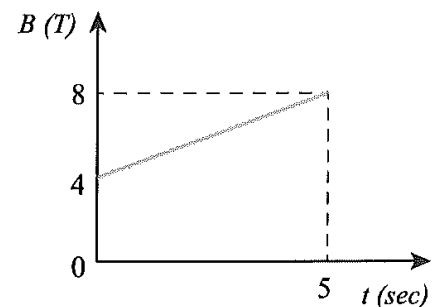
α) 0,8 T/sec β) 1,6 T/sec γ) 3,2 T/sec

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 13 (5 + 8)

ΘΕΜΑ Γ

Ένα κυκλικό πλαίσιο έχει $N = 10$ σπείρες, που κάθε μια έχει μήκος περιφέρειας $10\pi \text{ cm}$ και ωμική αντίσταση $R_1 = 0,4\Omega$. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο του οποίου το μέτρο της έντασης μεταβάλλεται όπως στο διπλανό σχήμα, με το επίπεδο του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Να υπολογίσετε:



Γ1. το επαγωγικό φορτίο που θα περάσει από μια διατομή του πλαισίου στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow 5 \text{ sec}$.

Μονάδες 10

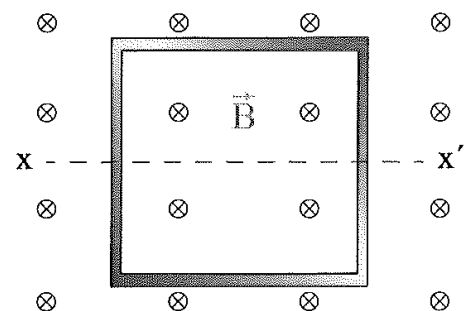
Γ2. τη θερμότητα που εκλύεται από το πλαίσιο προς το περιβάλλον στην παραπάνω χρονική διάρκεια.

Μονάδες 8

Δίνεται: $\pi^2 = 10$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα οριζόντιο μεταλλικό πλαίσιο πλευράς $a = 0,1\pi \text{ m}$ και αντίστασης $R = 0,25\Omega$ βρίσκεται σε λείο οριζόντιο δάπεδο, τοποθετημένο μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B_0 = 2\text{T}$.



Δ1. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή Φ_0 που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου.

Μονάδες 4

Δ2. Σε χρόνο $\Delta t = 0,5 \text{ sec}$ διπλασιάζουμε με σταθερό ρυθμό την ένταση του μαγνητικού πεδίου. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο στην παραπάνω χρονική διάρκεια και να εξηγήσετε τη φορά του με βάση τον κανόνα Lenz.

Μονάδες 6

Σταθεροποιούμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στην τιμή $2B_0$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αρχίζουμε να περιστρέφουμε το πλαίσιο γύρω από έναν άξονα xx' , που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του, με γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 5\pi$ rad/sec. Να βρείτε:

Δ3. τη μέση τιμή της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 που αυτό γίνεται παράλληλο στις μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου για πρώτη φορά.

Μονάδες 6

Δ4. τη χρονική εξίσωση ($\Phi = f(t)$) της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο και να την παραστήσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_2 = 0,5 \text{ sec}$.

Μονάδες 6

Δίνεται $\pi^2 = 10$.

22ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Μεταφορική κίνηση μεταλλικής ράβδου μέσα σε Ο.Μ.Π.

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α2 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

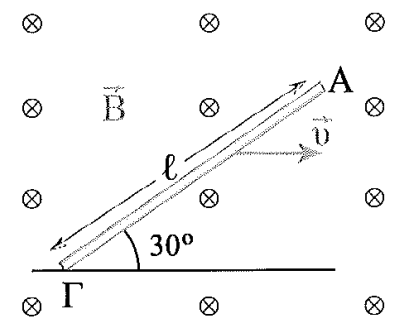
Α1. Ένας ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} με σταθερή ταχύτητα \vec{v} που η διεύθυνσή της είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού...

- είναι ίση με μηδέν, ανεξάρτητα από τη γωνία θ που σχηματίζει η ταχύτητα \vec{v} με τον αγωγό.
- είναι ίση με $Bv\ell$, ανεξάρτητα από τη γωνία θ .
- μπορεί να είναι και μεγαλύτερη από $Bv\ell$ για κάποιες τιμές της γωνίας θ .
- κυμαίνεται από μηδέν έως $Bv\ell$ ανάλογα με τη γωνία θ .

Μονάδες 5

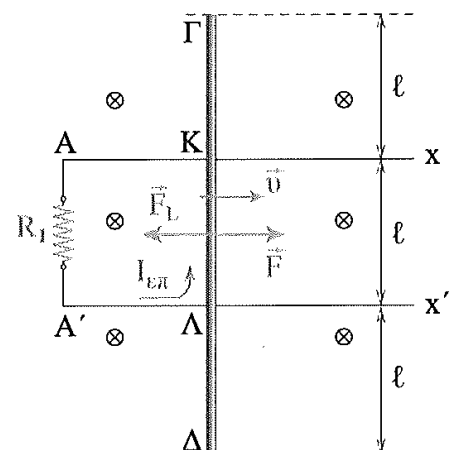
Α2. Το μεταλλικό σύρμα ΑΓ του σχήματος κινείται σε κατακόρυφο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα \vec{v} μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στη σελίδα. Η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στα άκρα Α, Γ του σύρματος είναι ίση με:

- $\frac{1}{2}Bv\ell$
- $Bv\ell$
- $2Bv\ell$
- $\frac{\sqrt{3}}{2}Bv\ell$



Μονάδες 5

Α3. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΓΔ του διπλανού σχήματος έχει μήκος 3ℓ αντίσταση R και κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου v μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Τα σημεία Κ και Λ της ράβδου που απέχουν απόσταση ℓ από τα άκρα της Γ και Δ, αντίστοιχα, βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με δύο λείες οριζόντιες σιδηροτροχιές Αx, Α'x' που απέχουν μεταξύ τους απόσταση ℓ και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση.



Τα άκρα A, A' των σιδηροτροχιών συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = R$.

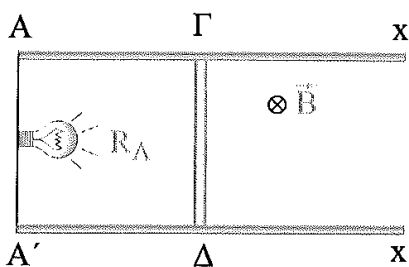
Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

$$\begin{array}{lll} \alpha) & E_{\text{επ}(\Gamma\Delta)} = Bv\ell & \beta) & I_{\text{επ}} = \frac{Bv\ell}{2R} & \gamma) & F_L = \frac{9B^2v\ell^2}{2R} \\ \delta) & V_{\text{κλ}} = \frac{3}{4}Bv\ell & \varepsilon) & P_F = \frac{3B^2v^2\ell^2}{4R} \end{array}$$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος $\Gamma\Delta$ του διπλανού σχήματος έχει μήκος ℓ , αντίσταση R και κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου v με τα άκρα της συνεχώς σε επαφή με τις σιδηροτροχιές $Ax, A'x'$ που έχουν αμελητέα αντίσταση. Τα άκρα A, A' των σιδηροτροχιών συνδέονται με λαμπτήρα πυρακτώσεως που έχει αντίσταση $R_\Lambda = R$ και τάση κανονικής λειτουργίας V_κ . Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο των αγωγών. Το μέτρο της ταχύτητας \vec{v} του αγωγού ώστε ο λαμπτήρας να λειτουργεί κανονικά είναι:



$$\alpha) \frac{V_\kappa}{B\ell} \quad \beta) \frac{2V_\kappa}{B\ell} \quad \gamma) \frac{V_\kappa}{2B\ell}$$

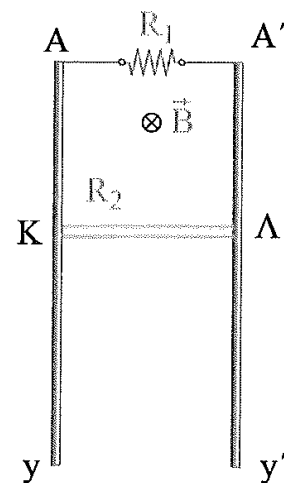
Να θεωρήσετε ότι ο λαμπτήρας συμπεριφέρεται ως ωμικός αντιστάτης.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B2. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος $K\Lambda$ του σχήματος έχει μήκος ℓ , μάζα m , αντίσταση $R_2 = R$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές με τα άκρα της σε επαφή με τις κατακόρυφες σιδηροτροχιές $Ay, A'y'$ που έχουν αμελητέα αντίσταση.

Τα άκρα A, A' των σιδηροτροχιών συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 3R$. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, το οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο των αγωγών. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε ελεύθερη τη ράβδο και τη χρονική στιγμή $t = t_2$ αυτή αποκτά οριακή ταχύτητα μέτρου $v_{\text{ορ}}$. Το μέτρο της τα-



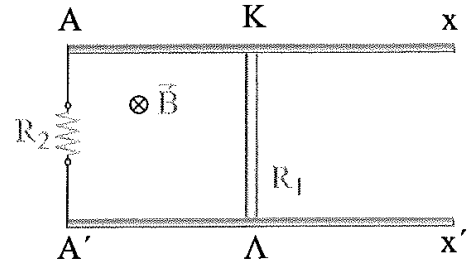
χύτητάς της v_1 τη χρονική στιγμή στην οποία ο ρυθμός μείωσης της δυναμικής της ενέργειας είναι διπλάσιος του ρυθμού αύξησης της κινητικής της ενέργειας, είναι:

α) $\frac{v_{op}}{2}$ β) $\frac{2v_{op}}{3}$ γ) $\frac{3v_{op}}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B3. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος έχει μήκος ℓ , αντίσταση $R_1 = R$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα της σε επαφή με δύο ευθύγραμμα άκαμπτα οριζόντια σύρματα Αx, Α'x', των οποίων τα άκρα Α, Α' συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 2R$. Τα σύρματα έχουν αμελητέα αντίσταση και το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης \vec{B} . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε τη ράβδο με οριζόντια ταχύτητα μέτρου v_0 σε διεύθυνση παράλληλη στα δύο σύρματα και ταυτόχρονα της ασκούμε κατάλληλη δύναμη ίδιας κατεύθυνσης με την ταχύτητα \vec{v}_0 , ώστε η επιτάχυνσή της \vec{a} να είναι σταθερή.



I. Ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται η διαφορά δυναμικού $V_{KL} (=V_K - V_{\Lambda})$ στα άκρα της ράβδου ισούται με:

α) $\frac{Bav_0}{3}$ β) $\frac{Bav_0}{2}$ γ) $\frac{2Bav_0}{3}$

II. Το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή της ράβδου από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{v_0}{a}$ είναι:

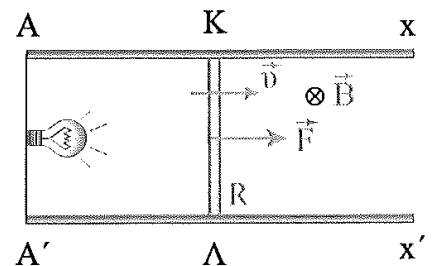
α) $\frac{B\ell v_0^2}{Ra}$ β) $\frac{B\ell v_0^2}{2Ra}$ γ) $\frac{3B\ell v_0^2}{2Ra}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 14 (7 + 7)

ΘΕΜΑ Γ

Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος έχει μήκος $\ell = 1\text{m}$, αντίσταση R και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα του σε επαφή στις δύο οριζόντιες σιδηροτροχιές Αx, Α'x', των οποίων τα άκρα Α, Α' συνδέονται με λαμπτήρα πυρακτώσεως ο οποίος συμπεριφέρεται ως ωμικός αντιστάτης και έχει χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας $V_K = 5\text{V}$, $P_{\Lambda} = 5\text{W}$. Με τη δράση οριζόντιας δύναμης \vec{F} που ασκείται στο μέσο της σε διεύθυνση παράλληλη στις σιδηροτροχιές, η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 4\text{ m/sec}$ και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά. Η όλη

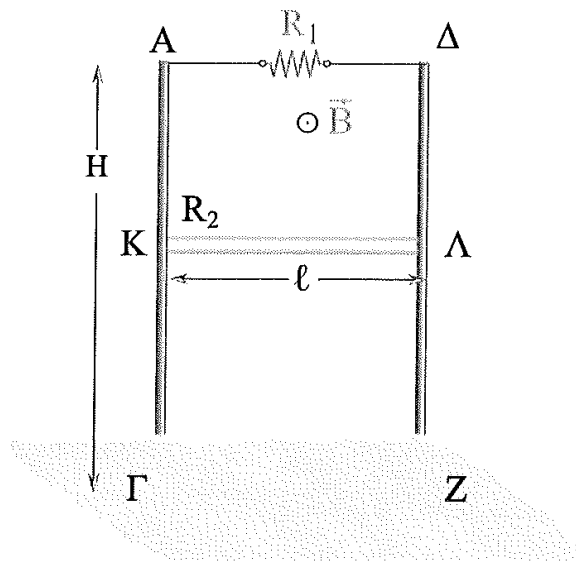


διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$. Να υπολογίσετε:

- Γ1. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο και την ωμική αντίσταση R_Δ του λαμπτήρα, Μονάδες 5
- Γ2. την ωμική αντίσταση R της ράβδου, Μονάδες 5
- Γ3. το μέτρο της δύναμης F , Μονάδες 5
- Γ4. το ποσοστό του ρυθμού της προσφερόμενης ενέργειας στη ράβδο που μετατρέπεται σε θερμική ισχύ στον λαμπτήρα, Μονάδες 5
- Γ5. το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή της ράβδου και τη θερμότητα που εκλύεται από αυτή προς το περιβάλλον, σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2\text{ min}$. Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Οι δύο κατακόρυφες σιδηροτροχιές $A\Gamma$ και ΔZ του διπλανού σχήματος έχουν αμελητέα αντίσταση και τα πάνω άκρα τους A και Δ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 1\Omega$. Τα κάτω άκρα τους Γ και Z είναι στερεωμένα σε λεπτό μονωτικό δάπεδο που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. Μια μεταλλική ράβδος $K\Lambda$ μάζας $m = 100\text{ g}$, μήκους $\ell = 1\text{ m}$ και αντίστασης $R_2 = 1\Omega$ που έχει τα άκρα της σε επαφή με τις δύο σιδηροτροχιές και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς να παρουσιάζει τριβή με αυτές, αφήνεται ελεύθερη τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ από τη θέση $A\Delta$ που βρίσκεται σε ύψος $H = 7\text{ m}$ πάνω από το έδαφος. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{ T}$ που έχει τις μαγνητικές του γραμμές κάθετες στο επίπεδο των δύο ράβδων.



- Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας (v_{op}) που θα αποκτήσει η ράβδος και να εξηγήσετε το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει μέχρι να φτάσει στο έδαφος.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε τους ρυθμούς μεταβολής της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας της ράβδου, καθώς και τον ρυθμό με τον οποίο εκλύεται θερμότητα προς το περιβάλλον όταν η ταχύτητα της ράβδου έχει μέτρο $v = \frac{v_{op}}{2}$.

Μονάδες 6

Δ3. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού $V_{ΚΛ} = V_K - V_Λ$ στα άκρα της ράβδου τη χρονική στιγμή $t = t_1$ στην οποία θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα.

Μονάδες 6

Δ4. Αν η ράβδος μετατοπίζεται στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$ κατά $h = 4\text{m}$, να υπολογίσετε το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή της ράβδου από τη χρονική στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή $t = t_2$ που αυτή φτάνει στο έδαφος.

Μονάδες 5

Δ5. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται από τους ρευματοφόρους αγωγούς του κυκλώματος προς το περιβάλλον στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow t_2$.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

23ο Κριτήριο Αξιολόγησης

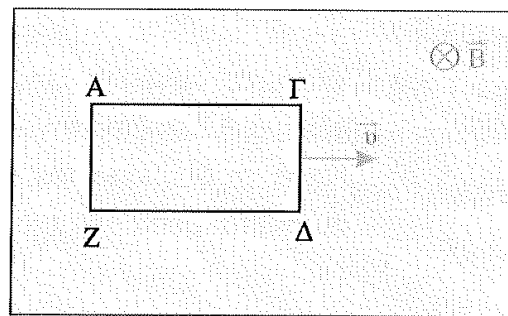
Περιστροφή μεταλλικής ράβδου μέσα σε Ο.Μ.Π. και διέλευση μεταλλικού πλαισίου από Ο.Μ.Π.

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Το ορθογώνιο συρμάτινο πλαίσιο του διπλανού σχήματος κινείται με σταθερή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} .

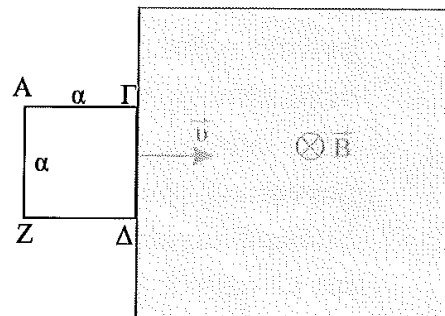
- Το πλαίσιο διαρρέεται από συνεχές ρεύμα.
- Είναι $V_{\Gamma\Delta} = Bv(\Gamma\Delta)$
- Είναι $V_{AZ} = 0$
- Η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου αυξάνεται.



Μονάδες 5

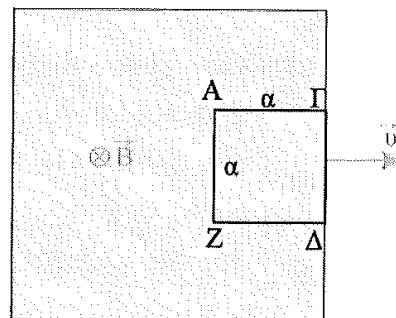
Α2. Το τεράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς a του διπλανού σχήματος εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} στην περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Κάθε πλευρά του έχει αντίσταση R και το ρεύμα που επάγεται σ' αυτό είναι I . Κατά τη διάρκεια της εισόδου του πλαισίου στο πεδίο ισχύει:

- $V_{\Gamma\Delta} = Bva$
- $V_{\Gamma\Delta} = IR$
- $V_{\Gamma\Delta} = Bva - IR$
- $V_{\Gamma\Delta} = Bva + IR$



Μονάδες 5

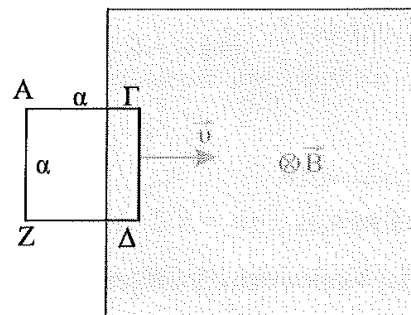
Α3. Το τεράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς a του διπλανού σχήματος εξέρχεται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} από το ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Κάθε πλευρά του πλαισίου έχει αντίσταση R και το ρεύμα που επάγεται σ' αυτό είναι I . Κατά τη διάρκεια της εξόδου του πλαισίου από το πεδίο ισχύει:



- α) $V_{\Gamma\Delta} = B\alpha$ β) $V_{\Gamma\Delta} = IR$
 γ) $V_{\Gamma\Delta} = B\alpha + IR$ δ) $V_{\Gamma\Delta} = B\alpha - IR$

Μονάδες 5

A4. Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς α εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} στην περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάθε πλευρά του πλαισίου έχει αντίσταση R .



α) Κατά τη διάρκεια εισόδου του πλαισίου ισχύει $V_{AZ} = B\alpha$.

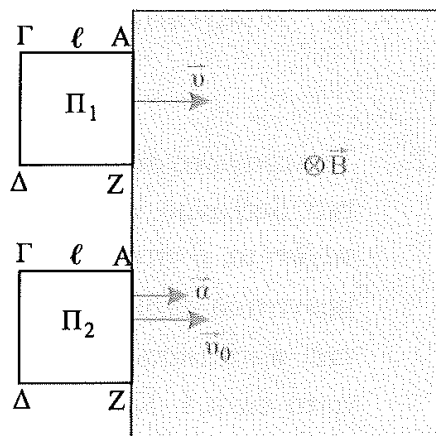
β) Κατά τη διάρκεια εισόδου του πλαισίου ισχύει $V_{Z\Delta} = \frac{B\alpha}{4}$.

γ) Κατά τη διάρκεια εισόδου του πλαισίου, η δύναμη Laplace που δέχεται η πλευρά ΑΖ αυξάνεται.

δ) Κατά τη διάρκεια της εισόδου του πλαισίου, στο τμήμα της πλευρά ΑΓ που βρίσκεται μέσα στο πεδίο δεν ασκείται δύναμη Laplace.

Μονάδες 5

A5. Τα τετράγωνα συρμάτινα πλαίσια Π_1 και Π_2 του διπλανού σχήματος είναι πανομοιότυπα. Κάθε πλευρά τους έχει αντίσταση R και μήκος ℓ . Τη χρονική στιγμή $t = 0$ βρίσκονται στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα και αρχίζουν να εισέρχονται στην περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , με τα επίπεδά τους κάθετα στις μαγνητικές γραμμές. Το πλαίσιο Π_1 εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} ενώ το πλαίσιο Π_2 εισέρχεται με αρχική ταχύτητα $\vec{v}_0 = \vec{v}$ εκτελώντας κίνηση ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη με επιτάχυνση \vec{a} .



Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Όσο χρόνο διαρκεί η είσοδος του πλαισίου Π_2 , στο πλαίσιο Π_1 επάγεται κάθε χρονική στιγμή μικρότερη ηλεκτρεγερτική δύναμη από εκείνη που επάγεται στο πλαίσιο Π_2 .
 β) Κατά τη διάρκεια εισόδου των πλαισίων περνάει από μια διατομή του σύρματος της πλευράς $\Gamma\Delta$ η ίδια συνολική ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου.

- γ) Για να εισέρχεται το πλαίσιο Π_2 με σταθερή επιτάχυνση στην περιοχή του μαγνητικού πεδίου, πρέπει να ασκούμε σ' αυτό σταθερή εξωτερική δύναμη.
- δ) Για να εισέρχεται το πλαίσιο Π_1 με σταθερή ταχύτητα στην περιοχή του μαγνητικού πεδίου δεν χρειάζεται να ασκούμε σ' αυτό εξωτερική δύναμη.
- ε) Για να εισέρχεται το πλαίσιο Π_1 με σταθερή ταχύτητα, πρέπει να προσφέρουμε σ' αυτό ενέργεια με ρυθμό $P = \frac{B^2 a^2 v^2}{4R}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

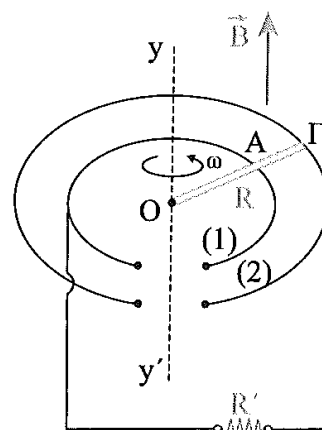
B1. Μια ευθύγραμμη οριζόντια ράβδος, αποτελείται από δύο τμήματα 1 και 2 κολλημένα μεταξύ τους. Το τμήμα (1) της ράβδου είναι ξύλινο και έχει μήκος $\ell_1 = 60 \text{ cm}$ και το τμήμα της (2) που είναι μεταλλικό έχει μήκος $\ell_2 = 40 \text{ cm}$. Η ράβδος βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,5 \text{ T}$ και περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο με συχνότητα $f = 10 \text{ Hz}$, γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το ξύλινο άκρο της. Η τάση από επαγωγή που εμφανίζεται στα άκρα του μεταλλικού της τμήματος, ισούται με:

- α) $1,6 \pi \text{ V}$ β) $2,4 \pi \text{ V}$ γ) $3,2 \pi \text{ V}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

B2. Ο αγωγός ΟΓ του διπλανού σχήματος έχει μήκος $\ell = 1,2 \text{ m}$, αντίσταση $R = 3 \Omega$ και περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 20 \text{ rad/sec}$, γύρω από ακλόνητο κατακόρυφο άξονα yy' που διέρχεται από το άκρο του Ο. Ο αγωγός ΑΓ βρίσκεται σε επαφή με δύο οριζόντιους ομόκεντρους και συνεπίπεδους ανοιχτούς κυκλικούς αγωγούς (1), (2) ακτίνων $r_1 = 0,8 \text{ m}$ και $r_2 = 1,2 \text{ m} (= \ell)$, αντίστοιχα που έχουν αμελητέα αντίσταση και συνδέονται μεταξύ τους με αντι-



στάτη αντίστασης $R' = 5 \Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1,5 \text{ T}$ και δεν υπάρχουν τριβές.

I. Η ένταση του επαγωγικού ρεύματος $I_{\text{επ}}$ που διαρρέει τον αγωγό είναι ίση με:

- α) 1 A β) 2 A γ) 3 A

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

II. Το μέτρο της οριζόντιας δύναμης \vec{F} που πρέπει να ασκήσουμε στο άκρο Γ του αγωγού ΟΓ, κάθετα στη διεύθυνσή του, ώστε αυτός να κινείται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, ισούται με:

α) 1N

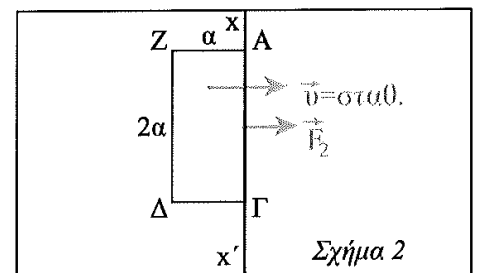
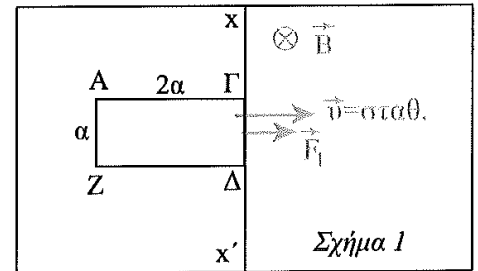
β) 2N

γ) 3N

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

B3. Το ορθογώνιο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ των διπλανών σχημάτων έχει πλευρές μηκών a και $2a$, αντίσταση R και είναι τοποθετημένο σε οριζόντιο δάπεδο δίπλα στο ευθύγραμμο όριο κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B} . Στο σχήμα 1 η πλευρά ΓΔ συμπίπτει με το όριο xx' του πεδίου, ενώ στο σχήμα 2 το πλαίσιο έχει την πλευρά του ΑΓ σε επαφή με το όριο του πεδίου xx' . Ασκούμε στο μέσον της πλευράς ΓΔ του πλαισίου του σχήματος 1 σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F}_1 κάθετα στο όριο του πεδίου, οπότε αυτό αρχίζει να εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} στο μαγνητικό πεδίο. Αντίστοιχα, ασκούμε στο μέσον της πλευράς ΑΓ του πλαισίου του σχήματος οριζόντια σταθερή δύναμη \vec{F}_2 με αποτέλεσμα αυτό να εισέρχεται με ίση σταθερή ταχύτητα \vec{v} στο μαγνητικό πεδίο.



I. Ο λόγος $\frac{F_2}{F_1}$ των μέτρων των δυνάμεων ισούται με:

α) 1

β) 2

γ) 4

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

II. Ο λόγος $\frac{Q_2}{Q_1}$ των θερμοτήτων που εκλύονται από το πλαίσιο στις περιπτώσεις

των δύο σχημάτων είναι ίσος με:

α) 1

β) 2

γ) 4

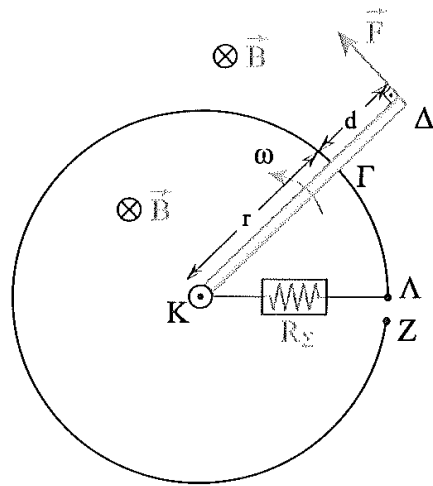
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Στην οριζόντια διάταξη του παρακάτω σχήματος η μεταλλική ράβδος ΚΔ περιστρέφεται γύρω από το άκρο της Κ, με τη δράση οριζόντιας δύναμης σταθερού μέτρου F , που ασκείται στο άκρο της Δ και είναι διαρκώς κάθετη στη διεύθυνσή της. Η ράβδος περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 2\pi \text{ rad/sec}$ και το σημείο της Γ ολισθαίνει χωρίς τριβές σε κυκλικό αγωγό ΛΖ με κέντρο Ο και ακτίνας $r = 2 \text{ m}$, που έχει αμελητέα ωμική

αντίσταση. Τα σημεία Κ και Ζ συνδέονται με θερμική συσκευή που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας 12 V / 48 W. Η αντίσταση ανά μονάδα μήκους της ράβδου ΚΔ ισούται με $R^* = 1\Omega/m$ και το τμήμα της ΓΔ έχει μήκος $d = 1m$.



Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,5\pi T$. Να υπολογίσετε:

Γ1. την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στη ράβδο ΚΔ και να προσδιορίσετε την πολικότητά της,

Μονάδες 6

Γ2. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη συσκευή και να εξετάσετε αν αυτή λειτουργεί κανονικά,

Μονάδες 6

Γ3. το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του τμήματος ΚΓ της ράβδου, στο χρονικό διάστημα που η ράβδος διαγράφει γωνία $\frac{\pi}{2} rad$,

Μονάδες 6

Γ4. το μέτρο της δύναμης F, και το έργο της στο χρονικό διάστημα που η ράβδος διαγράφει γωνία 90° .

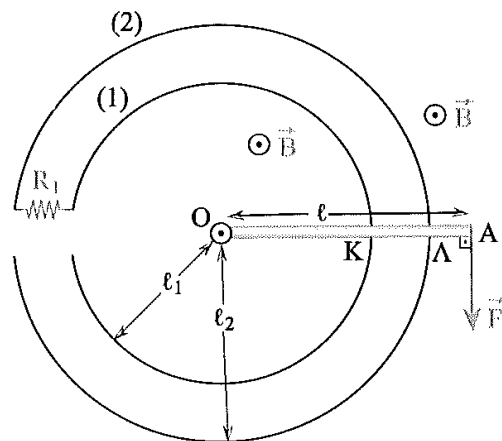
Δίνεται $\pi^2 = 10$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Η οριζόντια ομογενής μεταλλική ράβδος ΟΑ του διπλανού σχήματος, έχει μήκος $\ell = 0,6m$, αντίσταση $R = 9\Omega$ και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από το άκρο της Ο.

Τα σημεία Κ και Λ της ράβδου βρίσκονται σε επαφή με δύο οριζόντιους συνεπίπεδους και ομόκεντρους κυκλικούς αγωγούς (1), (2) αμελητέας αντίστασης και ακτίνων $\ell_1 = 0,3m$, $\ell_2 = 0,5m$ αντίστοιχα, που συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 1\Omega$. Η όλη



διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2,5 T$. Κάποια στιγμή ασκούμε στο άκρο Α της ράβδου οριζόντια δύναμη σταθερού μέτρου

$F = 0,1 \text{ N}$, οπότε αυτή αρχίζει να περιστρέφεται. Αν η δύναμη F παραμένει διαρκώς κάθετη στη διεύθυνση της ράβδου, να υπολογίσετε:

Δ1. την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_1 , όταν η ράβδος αποκτήσει την οριακή της γωνιακή ταχύτητα,

Μονάδες 6

Δ2. το μέτρο (ω_{op}) της οριακής γωνιακής ταχύτητας που θα αποκτήσει τελικά η ράβδος,

Μονάδες 7

Δ3. τη διαφορά δυναμικού $V_{OA} = V_O - V_A$ μεταξύ των άκρων της ράβδου, όταν αυτή περιστρέφεται με την οριακή της γωνιακή ταχύτητα,

Μονάδες 6

Δ4. το ποσοστό της ισχύος της δύναμης F που εμφανίζεται ως θερμική ισχύς στον αντιστάτη R_1 , όταν η ράβδος περιστρέφεται με την οριακή της γωνιακή ταχύτητα.

Μονάδες 6

24ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Εναλλασσόμενη τάση – εναλλασσόμενο ρεύμα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

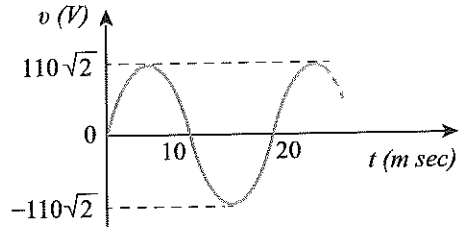
- Α1. Ένα τετράγωνο πλαίσιο περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο γύρω από έναν άξονα που είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου και διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με αντιστάτη. Αν διπλασιάσουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου, τότε:
- α) το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα του αντιστάτη θα υποδιπλασιαστεί.
 - β) η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα του αντιστάτη θα διπλασιαστεί.
 - γ) η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη θα υποδιπλασιαστεί.
 - δ) η θερμική ισχύς που παράγεται στον αντιστάτη θα διπλασιαστεί.

Μονάδες 5

- Α2. Η ενεργός τιμή της αρμονικά εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης R ...
- α) είναι μεγαλύτερη από το πλάτος της τάσης.
 - β) μεταβάλλεται αρμονικά με τον χρόνο.
 - γ) είναι ίση με τη συνεχή τάση V_{Σ} που όταν εφαρμοστεί στα άκρα του ίδιου αντιστάτη, παράγει συνεχές ρεύμα ίσης έντασης με την ενεργό τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος.
 - δ) είναι ίση με τη συνεχή τάση V_{Σ} που όταν εφαρμοστεί στα άκρα του ίδιου αντιστάτη, παράγει συνεχές ρεύμα του οποίου η ένταση είναι $\sqrt{2}$ φορές μεγαλύτερη από την ενεργό ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος.

Μονάδες 5

A3. Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνεται η γραφική παράσταση της αρμονικά εναλλασσόμενης τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης $R = 10\Omega$.



- α) Το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης είναι ίσο με 110V.
- β) Η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης είναι ίση με 50 Hz.
- γ) Το πλάτος της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι ίσο με 11A.
- δ) Η μέγιστη τιμή της ισχύος που καταναλώνει ο αντιστάτης είναι ίση με 1210W.

Μονάδες 5

A4. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Η εναλλασσόμενη τάση που εφαρμόζεται στα άκρα ενός αντιστάτη και η ένταση του ρεύματος που προκαλεί αυτή η τάση, βρίσκονται σε συμφωνία φάσης.
- β) Η χρονική εξίσωση της εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα ενός πλαισίου που περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι της μορφής $v = V\eta\mu\omega t$, υπό την προϋπόθεση ότι το πλαίσιο είναι τη χρονική στιγμή $t = 0$ κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου και ότι αμέσως μετά η αλγεβρική τιμή της τάσης είναι θετική.
- γ) Η μέση ισχύς που δαπανά ένας αντιστάτης που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους της τάσης του εφαρμόζεται στα άκρα του.
- δ) Αν ένα μεταλλικό σύρμα διαρρέεται από αρμονικά μεταβαλλόμενο εναλλασσόμενο ρεύμα, συχνότητας 50Hz, τότε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του εκτελούν ταλάντωση και η φορά κίνησής τους κατά μήκος του σύρματος αλλάζει 100 φορές το δευτερόλεπτο.
- ε) Τα όργανα μετρήσεων (αμπερόμετρα, βολτόμετρα) που χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος μετρούν τα πλάτη των αντίστοιχων τιμών.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο μιας σπείρας πλευράς a και αμελητέας ωμικής αντίστασης περιστρέφεται με σταθερή περίοδο T μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο γύρω από έναν άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του και είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης R που διαρρέεται από ρεύμα του οποίου η ένταση δίνεται από την εξίσωση $i = I\eta\omega t$.

I. Η μέση ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο στο χρονικό διάστημα $t_0 = 0 \rightarrow t_1 = \frac{T}{6}$ είναι ίση με:

$$\alpha) \frac{Ba^2\omega}{4\pi} \quad \beta) \frac{3Ba^2\omega}{2\pi} \quad \gamma) \frac{3Ba^2\omega}{4\pi}$$

II. Αν διπλασιάσουμε την περίοδο περιστροφής του πλαισίου και αντικαταστήσουμε τον αντιστάτη με έναν άλλο αντίστασης $2R$, τότε η μέση δαπανώμενη ισχύς...

- α) θα υποδιπλασιαστεί.
 β) θα υποτετραπλασιαστεί.
 γ) θα υποοκταπλασιαστεί.

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 14 (9 + 5)

B2. Ένα αγώγιμο πλαίσιο ωμικής αντίστασης R περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με γωνιακή ταχύτητα $\bar{\omega}$ γύρω από άξονα που βρίσκεται στο επίπεδο του πλαισίου και είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Ανάμεσα στα άκρα K και Λ του πλαισίου έχουμε συνδέσει έναν αντιστάτη αντίστασης $R_1 = R$. Αν συνδέσουμε σε σειρά με τον αντιστάτη R_1 έναν άλλο όμοιο αντιστάτη και αυξήσουμε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου κατά 20%, τότε το ποσοστό μεταβολής της μέσης δαπανώμενης ισχύος στη διάταξη μεταξύ των άκρων K και Λ του πλαισίου θα είναι:

- α) 28% β) 36% γ) 44%

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B3. Ένας αντιστάτης αντίστασης R διαρρέεται από αρμονικά εναλλασσόμενο ρεύμα έντασης $i_1 = 3\eta\omega t$ (S.I.)

Αν ο ίδιος αντιστάτης διαρρέεται ταυτόχρονα και από ένα συνεχές ρεύμα έντασης $I_2 = 2\sqrt{2}A$, τότε η ενεργός τιμή της συνολικής έντασης του ρεύματος είναι ίση με:

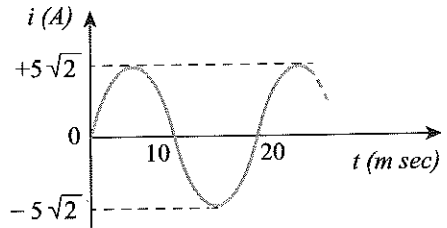
- α) $2,5\sqrt{2}A$ β) $3\sqrt{2}A$ γ) $5A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Ένας αντιστάτης αντίστασης $R = 10\Omega$ διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα του οποίου η ένταση παριστάνεται γραφικά στο διπλανό σχήμα.



- Γ1. Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος και την ενεργό τάση που επικρατεί στα άκρα του αντιστάτη.

Μονάδες 5

- Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της τάσης στα άκρα του αντιστάτη και να την παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 6

- Γ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που δαπανάται στον αντιστάτη και να την παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 6

- Γ4. Να βρείτε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία η στιγμιαία ισχύς είναι ίση για πρώτη φορά με τη μέση ισχύ.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Μια θερμική συσκευή με στοιχεία κανονικής λειτουργίας $40V/20W$, συνδέεται στα άκρα ενός ορθογωνίου πλαισίου αμελητέας ωμικής αντίστασης που έχει $N = 250$ σπείρες και περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 10\sqrt{2} \text{ rad/sec}$ γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2T$ που είναι κάθετο στον άξονα περιστροφής του πλαισίου, και το εμβαδόν της επιφάνειας κάθε σπείρας του είναι ίσο με $A = 10^{-2} \text{ m}^2$.

Να υπολογίσετε:

Δ1. την ενεργό τιμή της τάσης στα άκρα της θερμικής συσκευής,

Μονάδες 6

Δ2. τη μέγιστη τιμή της ηλεκτρικής ισχύος στα άκρα της θερμικής συσκευής,

Μονάδες 6

Δ3. την τιμή που θα έπρεπε να έχει η ωμική αντίσταση του πλαισίου, ώστε η συσκευή να λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες 6

Προκειμένου η θερμική συσκευή να λειτουργεί κανονικά συνδεδεμένη στα άκρα του παραπάνω περιστρεφόμενου πλαισίου αμελητέας ωμικής αντίστασης, μπορούμε...

α) να συνδέσουμε σε σειρά μ' αυτή έναν αντιστάτη αντίστασης R_1 ,

β) να μεταβάλουμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε μια νέα τιμή B' .

Δ4. Να υπολογίσετε τις τιμές των μεγεθών R_1 και B' .

Μονάδες 10 (5 + 5)

A4. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Ένας αντιστάτης διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής $i = I_{\mu} \left(\frac{2\pi}{T} t \right)$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{T}{8}$, η ένταση του ρεύματος γίνεται ίση με την ενεργό της τιμή.
- β) Ένας ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους, διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής $i = I_{\mu} \left(\frac{2\pi}{T} t \right)$. Η φορά των μαγνητικών γραμμών γύρω από τον ευθύγραμμο αγωγό, αντιστρέφεται κάθε $\frac{T}{2}$.
- γ) Στα άκρα μιας θερμικής συσκευής που έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας 220V/100W, συνδέεται μια πηγή εναλλασσόμενης τάσης της μορφής $u = V_{\mu} 50\pi t$ (t σε sec) και η συσκευή λειτουργεί κανονικά. Η ενέργεια που προσφέρει η πηγή στη συσκευή σε χρόνο μιας περιόδου ισούται με 4J.
- δ) Στα άκρα ενός αντιστάτη εφαρμόζουμε αρμονικά εναλλασσόμενη τάση πλάτους V, με αποτέλεσμα αυτός να καταναλώνει μέση ισχύ \bar{P} . Αν εφαρμόσουμε στα άκρα του αρμονικά εναλλασσόμενη τάση πλάτους 2V, τότε θα καταναλώνει μέση ισχύ $2\bar{P}$.
- ε) Ένας αντιστάτης διαρρέεται ταυτόχρονα από ένα αρμονικά εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής $i = I_{\mu} \omega t$ και από ένα συνεχές ρεύμα έντασης I_{Σ} . Η ενεργός τιμή του συνολικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι ίση με $\frac{I}{\sqrt{2}} + I_{\Sigma}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα ορθογώνιο συρμάτινο πλαίσιο (μιας σπείρας) εμβαδού A και αμελητέας ωμικής αντίστασης, περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$, γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του και είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης R. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το πλαίσιο είναι κάθετο στις μαγνητικές γραμμές. Αν το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μια διατομή του πλαισίου στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow \frac{T}{6}$ (όπου T η περίοδος περιστροφής), είναι q, η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι:

- α) $\frac{\omega q}{2}$ β) $\frac{\omega q}{\sqrt{2}}$ γ) $\sqrt{2}\omega q$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

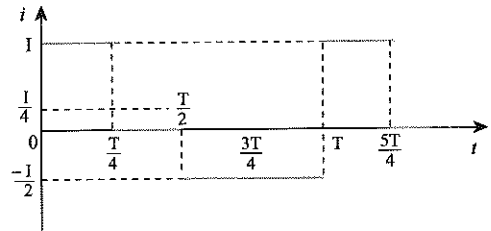
B2. Ένα ορθογώνιο συμμάτινο πλαίσιο αμελητέας ωμικής αντίστασης, N σπειρών εμβαδού A η κάθε μία, περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} με συχνότητα f γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Η διεύθυνση του άξονα περιστροφής είναι κάθετη στις μαγνητικές γραμμές. Στα άκρα του πλαισίου είναι συνδεδεμένο το σύστημα δύο όμοιων αντιστατών, αντίστασης R ο καθένας, που συνδέονται σε σειρά. Το σύστημα των δύο αντιστατών δαπανά μέση ισχύ \bar{P} . Ακινητοποιούμε το πλαίσιο, αποσυνδέουμε τους αντιστάτες, τους συνδέουμε παράλληλα μεταξύ τους και επανασυνδέουμε το σύστημά τους στα άκρα του πλαισίου. Στη συνέχεια, περιστρέφουμε το πλαίσιο με συχνότητα f' , έτσι ώστε η μέση ισχύς του συστήματος των αντιστατών να είναι ίση με $\bar{P}' = \bar{P}$. Ο λόγος των συχνοτήτων $\frac{f'}{f}$ ισούται με:

- α) $\frac{1}{2}$ β) $\frac{1}{4}$ γ) $\frac{1}{16}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

B3. Στο διπλανό διάγραμμα απεικονίζεται η ένταση ενός περιοδικά μεταβαλλόμενου ρεύματος. Η ενεργός τιμή της έντασης αυτού του ρεύματος ισούται με:



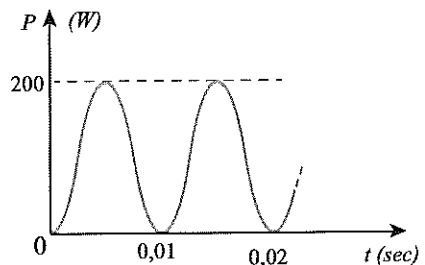
- α) $\frac{I\sqrt{6}}{2}$ β) $\frac{I\sqrt{6}}{3}$ γ) $\frac{I\sqrt{6}}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Γ

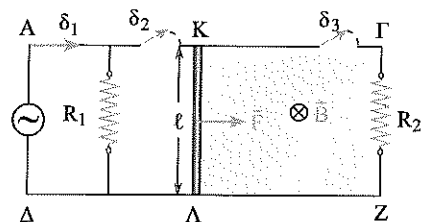
Ένας αντιστάτης αντίστασης $R = 50\Omega$ τροφοδοτείται από εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V\eta\mu\omega t$. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνει ο αντιστάτης, σε συνάρτηση με το χρόνο.



- Γ1. Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ που καταναλώνει ο αντιστάτης.
Μονάδες 2
- Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.
Μονάδες 9
- Γ3. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται από τον αντιστάτη σε χρόνο 100 περιόδων της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του.
Μονάδες 4
- Γ4. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή στην οποία η στιγμιαία ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης γίνεται ίση με τη μέση ισχύ που δαπανά, για πρώτη φορά.
Μονάδες 5
- Γ5. Αν η παραπάνω εναλλασσόμενη τάση παράγεται από στρεφόμενο μεταλλικό πλαίσιο $N = 100$ σπειρών μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, γύρω από άξονα που περνά από τα μέσα δύο απέναντι σπειρών του και είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές, ...
- να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από μια σπείρα του πλαισίου, σε συνάρτηση με το χρόνο, αν η ωμική του αντίσταση είναι αμελητέα ($R_{\pi} = 0$),
 - να γράψετε τη χρονική εξίσωση της επαγωγικής ΗΕΔ, που αναπτύσσεται στο πλαίσιο, αν η συνολική ωμική του αντίσταση είναι ίση με $R_{\pi} = 5\Omega$.
- Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό σχήμα οι αγωγοί ΑΓ, ΔΖ, μεγάλου μήκους, βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, είναι παράλληλοι μεταξύ τους, απέχουν $\ell = 1\text{m}$ και έχουν μηδενική ωμική αντίσταση. Η ράβδος ΚΛ έχει μήκος $\ell = 1\text{m}$ μάζα $m = 0,5\text{kg}$, αντίσταση $R_{\text{ΚΛ}} = 2\Omega$ και αρχικά είναι ακίνητη. Η ράβδος ΚΛ



μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, παραμένοντας συνεχώς κάθετη και σε επαφή με τους αγωγούς ΑΓ, ΔΖ. Η γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος που συνδέεται στα άκρα Α, Δ περιέχει αγώγιμο πλαίσιο μηδενικής αντίστασης, το οποίο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που βρίσκεται στο επίπεδό του και είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της εναλλασσόμενης τάσης που εμφανίζεται στο πλαίσιο είναι $v = V\eta\mu 50\pi t$ (S.I.). Οι αντιστάτες που φαίνονται στο σχήμα έχουν τιμές $R_1 = 6\Omega$ και $R_2 = 3\Omega$. Από την αρχική θέση της ράβδου ΚΛ και στον χώρο δεξιά απ' αυτήν, υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της

σελίδας και φορά από τον αναγνώστη προς αυτήν, όπως φαίνεται στο σχήμα και καλύπτει όλη τη γραμμοσκιασμένη περιοχή.

- Δ1. Αρχικά, ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός και οι δ_2 , δ_3 είναι ανοικτοί. Τότε, η μέση ισχύς στον αντιστάτη R_1 ισούται με 12W. Υπολογίστε το πλάτος της τάσης V και την ενεργό ένταση του ρεύματος στον αντιστάτη R_1 .

Μονάδες 6

- Δ2. Διατηρώντας τον διακόπτη δ_1 κλειστό και ανοιχτούς τους διακόπτες δ_2 και δ_3 , διπλασιάζουμε τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου στη γεννήτρια εναλλασσόμενης τάσης. Η στιγμιαία τιμή της τάσης που παράγεται τότε έχει τη μορφή $v' = V' \eta \mu \omega' t$. Να γραφεί η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος στον αντιστάτη R_1 και να υπολογιστεί η τιμή της τη χρονική στιγμή $5 \cdot 10^{-3}$ sec.

Μονάδες 6

- Δ3. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 και ασκούμε στο μέσο της ράβδου ΚΛ σταθερή οριζόντια δύναμη, κάθετη στη ράβδο μέτρου $F=0,5\text{N}$ με φορά, όπως στο σχήμα. Τη στιγμή 2sec κλείνουμε τους διακόπτες δ_2 και δ_3 και παρατηρούμε ότι έκτοτε η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα. Υπολογίστε το μέτρο της έντασης \vec{B} του μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο κινείται η ράβδος.

Μονάδες 6

- Δ4. Για το χρονικό διάστημα 0 έως 5sec, να υπολογίσετε το ποσοστό επί τοις εκατό του έργου της δύναμης \vec{F} που μετατρέπεται σε θερμότητα στον αντιστάτη R_2 .

Μονάδες 7

(Εξετάσεις)

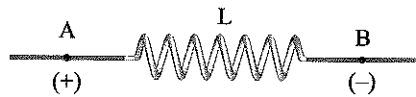
26ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Αυτεπαγωγή

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην σωστή φράση.

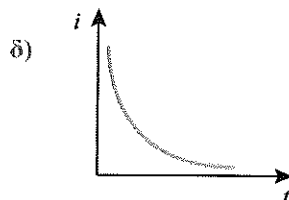
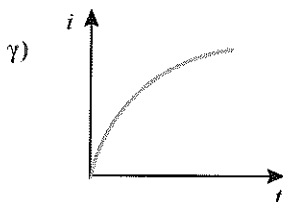
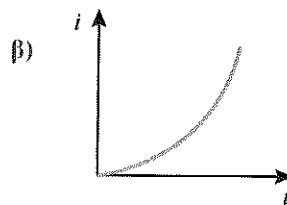
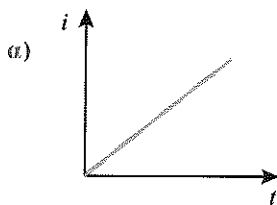
Α1. Το ιδανικό πηνίο του διπλανού σχήματος εμφανίζει διαφορά δυναμικού με «+» στο άκρο του Α και «-» στο άκρο του Β. Επομένως διαρρέεται από ρεύμα που...



- α) έχει φορά από το Α προς το Β και η έντασή του είναι σταθερή.
- β) έχει φορά από το Α προς το Β και η έντασή του μειώνεται.
- γ) έχει φορά από το Β προς το Α και η έντασή του αυξάνεται.
- δ) έχει φορά από το Β προς το Α και η έντασή του μειώνεται.

Μονάδες 5

Α2. Ένα πηνίο ωμικής αντίστασης R και συντελεστή αυτεπαγωγής L , συνδέεται μέσω διακόπτη με ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης. Ο διακόπτης είναι αρχικά ανοικτός. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε τον διακόπτη. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο σε συνάρτηση με τον χρόνο, απεικονίζεται σωστά στο διάγραμμα:



Μονάδες 5

A3. Ο συντελεστής αυτεπαγωγής L ενός πηνίου, δεν εξαρτάται από...

- α) το μήκος ℓ του πηνίου.
- β) τον αριθμό N των σπειρών του πηνίου.
- γ) τη μαγνητική διαπερατότητα μ του υλικού του πυρήνα του.
- δ) την ωμική αντίσταση R_π του πηνίου.

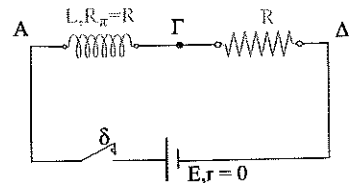
Μονάδες 5

A4. Ο συντελεστής αυτεπαγωγής ενός πηνίου N σπειρών, μήκος ℓ που έχει εμβαδόν σπειρών A και πυρήνα μαγνητικής διαπερατότητας μ ...

- α) υπολογίζεται από τον τύπο $L = \mu\mu_0 \frac{NA^2}{\ell}$
- β) έχει μονάδα το $1H$, που ισούται με $\frac{1Wb}{A^2}$
- γ) εκφράζει την αδράνεια του πηνίου στις μεταβολές του ρεύματος, όπως η μάζα ενός σώματος εκφράζει της αδράνειά του στις μεταβολές της ταχύτητάς του.
- δ) είναι αντιστρόφως ανάλογος του ρυθμού μεταβολής $\frac{di}{dt}$ της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.

Μονάδες 5

A5. Κάποια στιγμή κλείνουμε τον διακόπτη δ του κυκλώματος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα, οπότε το κύκλωμα αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα.



Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Η τελική τιμή της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα ισούται με $I = \frac{E}{R}$.
- β) Στο πηνίο αναπτύσσεται ΗΕΔ από αυτεπαγωγή με «+» στο A που η τιμή της αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη ισούται με E και τελικά μηδενίζεται.
- γ) Ο ρυθμός $\frac{di}{dt}$ της αύξησης της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα, μειώνεται εκθετικά σε συνάρτηση με την τιμή i της έντασης του ρεύματος.
- δ) Ο ρυθμός αποθήκευσης ενέργειας στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου, αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη, ισούται με $\frac{dU_B}{dt} = 0$.

ε) Το πηνίο αποθηκεύει τελικά ενέργεια μαγνητικού πεδίου ίση με $U_B = \frac{LE^2}{8R}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Στο διπλανό κύκλωμα ο μεταγωγός μ βρίσκεται αρχικά στη θέση (1) και το ιδανικό πηνίο διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης I .

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μετακινούμε τον μεταγωγό στη θέση (2) χωρίς να σχηματιστεί σπινθήρας.

A. Αμέσως μετά τη μετακίνηση του μεταγωγού στη θέση (2), ο ρυθμός μείωσης της έντασης του ρεύματος ισούται με:

α) $\frac{E}{L}$ β) $\frac{E R}{L r}$ γ) $\frac{E r}{L R}$

B. Η θερμότητα Q_R που θα παραχθεί στην αντίσταση R από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ και έως ότου το πηνίο πάψει να διαρρέεται από ρεύμα, είναι ίση με:

α) $Q_R = \frac{LE^2}{2r^2}$ β) $Q_R = \frac{LE^2}{2R^2}$ γ) $Q_R = \frac{LE^2}{2(R+r)^2}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 8 (4+4)

B2. Ένα πηνίο ωμικής αντίστασης R_π και συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,2\text{H}$ συνδέεται σε σειρά με θερμική συσκευή που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας $20\text{V}/80\text{W}$. Τα άκρα του συστήματος συνδέονται με πηγή συνεχούς τάσης που έχει ΗΕΔ $E = 24\text{V}$ και αμελητέα εσωτερική αντίσταση, μέσω αρχικά ανοικτού διακόπτη. Κάποια στιγμή κλείνουμε τον διακόπτη. Αν τελικά η θερμική συσκευή λειτουργεί κανονικά, τότε:

I. Η ωμική αντίσταση του πηνίου ισούται με:

α) 1Ω β) 2Ω γ) 4Ω

II. Ο ρυθμός αποθήκευσης ενέργειας στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου τη χρονική στιγμή που η ένταση του ρεύματος αυξάνεται με ρυθμό $30\text{A}/\text{sec}$, ισούται με:

α) $6\text{J}/\text{sec}$ β) $9\text{J}/\text{sec}$ γ) $18\text{J}/\text{sec}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 8 (4 + 4)

B3. Ένα πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,4\text{H}$ και ωμική αντίσταση $R_{\pi} = 4\Omega$ συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη αντίστασης $R = 5\Omega$. Τα άκρα του συστήματος συνδέονται μέσω αρχικά ανοικτού διακόπτη με πηγή συνεχούς τάσης που έχει ΗΕΔ $E = 20\text{V}$ και ωμική αντίσταση $r = 1\Omega$. Κάποια στιγμή κλείνουμε τον διακόπτη. Τη χρονική στιγμή που ο ρυθμός αύξησης της έντασης ρεύματος ισούται με $\frac{di}{dt} = 37,5\text{A/sec}$, η τάση του πηνίου ισούται με:

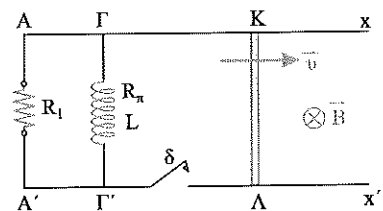
- α) 13V β) 15V γ) 17V

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος, που έχει μήκος $\ell = 1\text{m}$ και ωμική αντίσταση $R = 2\Omega$, κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 12\text{m/sec}$ έχοντας τα άκρα της σε επαφή με δύο οριζόντιες ευθύγραμμες σιδηροτροχιές Αx, Α'x' αμελητέας αντίστασης.



Τα άκρα Α, Α' των σιδηροτροχιών συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 10\Omega$ και τα σημεία τους Γ, Γ' με πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,4\text{H}$ και ωμικής αντίστασης $R_{\pi} = 15\Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$.

Τη χρονική στιγμή t_0 κλείνουμε τον αρχικά ανοικτό διακόπτη δ και αρχίζουμε να ασκούμε στο μέσον της ράβδου ΚΛ οριζόντια δύναμη \vec{F} παράλληλη στις σιδηροτροχιές, ώστε η ταχύτητά της να παραμείνει σταθερή και ίση με v .

A. Να υπολογίσετε:

Γ1. το μέτρο της δύναμης \vec{F}_0 αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ,

Μονάδες 5

Γ2. τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο, αμέσως μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$,

Μονάδες 5

Γ3. το μέτρο της δύναμης \vec{F} όταν πλέον έχουν σταθεροποιηθεί οι τιμές των εντάσεων των ρευμάτων στους κλάδους του κυκλώματος.

Μονάδες 5

B. Κάποια χρονική στιγμή (t_1) μετά τη σταθεροποίηση των εντάσεων των ρευμάτων, ανοίγουμε τον διακόπτη δ χωρίς να σχηματιστεί σπινθήρας. Να υπολογίσετε:

Γ4. τη θερμότητα που θα εκλυθεί από τότε και μετά συνολικά από τον αντιστάτη R_1 και το πηνίο, λόγω του φαινομένου Joule,

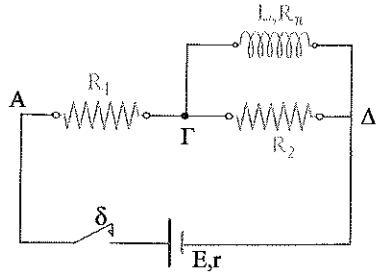
Μονάδες 5

Γ5. τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος και τη διαφορά δυναμικού $V_{\Gamma\Delta}$ στα άκρα του πηνίου τη στιγμή που η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει έχει υποδιπλασιαστεί σε σχέση με την τιμή της τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από δύο όμοιους αντιστάτες R_1, R_2 αντίστασης $R = 6\Omega$ ο καθένας, πηνίο μήκους $\ell = 1,6\pi$ cm, ωμικής αντίστασης $R_\pi = 3\Omega$ και συντελεστή αυτεπαγωγής L , πηγή ΗΕΔ E και εσωτερικής αντίστασης $r = 2\Omega$ και διακόπτη δ . Το πηνίο έχει $N = 10^3$ σπείρες εμβαδού $A = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ η κάθε μια και στο εσωτερικό του έχει δημιουργηθεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,05$ T.



A. Ο διακόπτης είναι αρχικά κλειστός και τα ρεύματα του κυκλώματος έχουν αποκατασταθεί. Να υπολογίσετε:

Δ1. τον συντελεστή αυτεπαγωγής L του πηνίου,

Μονάδες 5

Δ2. την ένταση του ρεύματος I_π που διαρρέει το πηνίο,

Μονάδες 6

Δ3. την ολική ισχύ που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα.

Μονάδες 6

B. Δύο sec μετά την αποκατάσταση των ρευμάτων, ανοίγουμε τον διακόπτη χωρίς να σχηματιστεί σπινθήρας. Να υπολογίσετε:

Δ4. τον ρυθμό μείωσης της έντασης του ρεύματος, αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη,

Μονάδες 4

Δ5. τη συνολική θερμότητα που εκλύεται από τον αντιστάτη R_2 και το πηνίο, στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή 2sec πριν το άνοιγμα του διακόπτη έως τη χρονική στιγμή που πρακτικά μηδενίζεται το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του πηνίου.

Μονάδες 6

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$.

27ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα – Κβαντομηχανική

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην σωστή φράση.

Α1. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα...

- α) είναι εγκάρσια.
- β) είναι διαμήκη.
- γ) δεν υπακούουν στην αρχή της επαλληλίας.
- δ) έχουν την ίδια ταχύτητα σε οποιοδήποτε υλικό μέσο.

Μονάδες 5

Α2. Η εξίσωση της έντασης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου μιας ακτινοβολίας είναι:

$$E = 6\eta\mu 2\pi \left(5 \cdot 10^8 t - \frac{x}{0,6} \right) \text{ (S.I.)}$$

- α) Η ακτινοβολία διαδίδεται στο κενό (ή στον αέρα).
- β) Η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας ισούται με $3 \cdot 10^7 \text{ m/sec}$.
- γ) Η μέγιστη τιμή του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ίση με $B_{\max} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ T}$.
- δ) Η ακτινοβολία είναι ορατή.

Μονάδες 5

Α3. Η εξίσωση της έντασης του μαγνητικού πεδίου ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος που διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$ είναι:

$$B = 10^{-11} \eta\mu 2 \cdot 10^7 \pi \left(6 \cdot 10^7 t - \frac{x}{5} \right) \text{ (S.I.)}$$

Η ακτινοβολία αυτή...

- α) ανήκει στην περιοχή των ραδιοκυμάτων.
- β) ανήκει στο ορατό φάσμα.
- γ) ανήκει στο υπεριώδες φάσμα.
- δ) ανήκει στις ακτίνες Χ.

Μονάδες 5

- A4. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- Η υπέρυθη και η υπεριώδης ακτινοβολία έχουν μήκη κύματος μικρότερα των 400 nm.
 - Η υπέρυθη και υπεριώδης ακτινοβολία έχουν μήκη κύματος μεγαλύτερα των 700 nm.
 - Η υπέρυθη ακτινοβολία έχει μήκη κύματος μικρότερα των 400 nm και η υπεριώδης μεγαλύτερα των 700 nm.
 - Η υπέρυθη ακτινοβολία έχει μήκη κύματος μεγαλύτερα των 700 nm και η υπεριώδης μικρότερα των 400 nm.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Το όζον της στρατόσφαιρας απορροφά κατά κύριο λόγο την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία.
- Οι ακτίνες X εκπέμπονται σε αντιδράσεις πυρήνων και σε διασπάσεις στοιχειωδών σωματιδίων.
- Το ρεύμα σε μια κεραία παραγωγής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων γίνεται μέγιστο, όταν τα φορτία στα άκρα της κεραίας μηδενίζονται.
- Τα ραντάρ χρησιμοποιούν μικροκύματα.
- Το ορατό φως παράγεται κατά τις αποδιεγέρσεις ηλεκτρονίων σε άτομα και μόρια.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

A6. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

Σε μια συσκευή μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου...

- η συχνότητα κατωφλίου έχει τιμή που είναι χαρακτηριστική του μετάλλου της καθόδου.
- η κινητική ενέργεια εξόδου των ηλεκτρονίων από το μέταλλο της καθόδου δεν εξαρτάται από τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
- η κάθοδος έχει μεγάλη σχετικά επιφάνεια που έχει επίστρωση αλκαλιμετάλλου.
- τα φωτοηλεκτρόνια επιταχύνονται από το ηλεκτρικό πεδίο μετά την έξοδό τους από την κάθοδο, όταν η τάση V είναι θετική ($V_{\text{ανόδου}} > V_{\text{καθόδου}}$).

- ε) για θετικές τιμές τάσης, καθώς αυξάνεται η τιμή της τάσης V , η ένδειξη του μικροαμπερόμετρου αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια σταθεροποιείται στην τιμή του ρεύματος κόρου.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα συχνότητας $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, διαδίδεται στον αέρα. Η μέγιστη τιμή του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι $B_{\max} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ και η μέγιστη τιμή του μέτρου της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι $E_{\max} = 90 \frac{\text{V}}{\text{m}}$.

- α) Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα ανήκει στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και διαδίδεται στο κενό (ή στον αέρα).
 β) Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα ανήκει στην περιοχή των υπέρυθρων ακτίνων του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και διαδίδεται στο κενό (ή στον αέρα).
 γ) Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα ανήκει στην περιοχή των υπεριωδών ακτίνων και δεν διαδίδεται στο κενό (ή στον αέρα).

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

- B2. Σε μια συσκευή φωτοκυττάρου, όταν η κάθοδος φωτίζεται με μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας f , η τάση αποκοπής είναι V_0 , ενώ όταν η συχνότητα της ακτινοβολίας γίνει ίση με $f' = 2f$, η τάση αποκοπής αποκτά την τιμή $V'_0 = 4V_0$. Το έργο εξαγωγής ϕ του μετάλλου της καθόδου ισούται με:

- α) $\frac{2hf}{3}$ β) $\frac{3hf}{2}$ γ) $2hf$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

- B3. Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως αντίστασης $R = 4\Omega$, συνδέεται με πηγή συνεχούς τάσης ΗΕΔ $E = 10\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$ και φωτοβολεί ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις. Αν υποθέσουμε ότι όλη η ενέργεια που καταναλώνει ο λαμπτήρας γίνεται φωτεινή ενέργεια, τότε:

- A. Η ένταση I της ακτινοβολίας που ανιχνεύει ένας αισθητήρας σε απόσταση $d = 1\text{m}$ από τον λαμπτήρα, ισούται με:

- α) $\frac{4 \text{ W}}{\pi \text{ m}^2}$ β) $\frac{2 \text{ W}}{\pi \text{ m}^2}$ γ) $2\pi \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Β. Αν αυξήσουμε την απόσταση του αισθητήρα από τον λαμπτήρα κατά $\frac{d}{2}$, η ένταση I' της ακτινοβολίας που ανιχνεύει στη νέα του θέση, ισούται με:

- α) $\frac{4I}{9}$ β) $\frac{2I}{3}$ γ) $4I$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

ΘΕΜΑ Γ

Ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος του θετικού ημιάξονα ενός τρισσορθογωνίου συστήματος αξόνων $Oxyz$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, στο σημείο O που βρίσκεται στη θέση $x = 0$, η ένταση E του ηλεκτρικού πεδίου έχει τιμή ίση μηδέν, ενώ τη χρονική στιγμή

$t_1 = \frac{T}{4} = \frac{10^{-8}}{12}$ sec έχει τιμή ίση με $3 \cdot 10^{-2}$ V/m. Σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 4t_1$ το κύμα

διαδίδεται σε απόσταση $1m$ κατά μήκος του ημιάξονα Ox . Στο σημείο O η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου έχει τιμή που μεταβάλλεται σύμφωνα με την εξίσωση $E = E_{\max} \eta \mu \omega t$. Το ηλεκτρικό πεδίο του ηλεκτρομαγνητικού κύματος έχει τη διεύθυνση του άξονα y .

Γ1. Να δείξετε ότι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται στον αέρα.

Μονάδες 5

Γ2. Να προσδιορίσετε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου και να γράψετε την εξίσωση της έντασης του μαγνητικού πεδίου $B = f(x, t)$ του ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του μέτρου της ηλεκτρικής δύναμης που δέχεται ένα ακλόνητο ηλεκτρικό φορτίο $q = 2 \cdot 10^{-6}$ C, που βρίσκεται πάνω στον άξονα x .

Μονάδες 7

Γ4. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του μέτρου της δύναμης Lorentz που θα ασκηθεί στο φορτίο q αν αυτό κινείται κατά μήκος του άξονα x με ταχύτητα μέτρου $v = 10^5$ m/sec.

Μονάδες 8

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8$ m/sec.

ΘΕΜΑ Δ

Στην κάθοδο μιας συσκευής φωτοκυττάρου προσπίπτει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda = 55$ nm. Το (μέγιστο) μέτρο της ορμής των φωτοηλεκτρονίων που εξέρχονται από το μέταλλο ισούται με $p = 24 \cdot 10^{-25}$ kg m/sec, ενώ αμέσως πριν την πρό-

σκρουσή τους στην άνοδο έχουν (μέγιστο) μέτρο ορμής $p' = 1,2p$, λόγω της επιτάχυνσής τους υπό τάση $V = V_{\text{ανόδου}} - V_{\text{καθόδου}}$. Να υπολογίσετε:

Δ1. τις (μέγιστες) κινητικές ενέργειες K και K' των φωτοηλεκτρονίων όταν τα μέτρα των ορμών τους είναι p και p' , αντίστοιχα,

Μονάδες 5

Δ2. τη διαφορά δυναμικού V ,

Μονάδες 5

Δ3. τα μήκη κύματος κατά de Broglie των φωτοηλεκτρονίων όταν τα μέτρα των ορμών τους είναι p και p' , αντίστοιχα,

Μονάδες 5

Δ4. την τάση αποκοπής V_0 και το έργο εξαγωγής ϕ ,

Μονάδες 5

Δ5. την ελάχιστη αβεβαιότητα στη μέτρηση της θέσης των εξερχόμενων από την κάθοδο φωτοηλεκτρονίων, αν η αβεβαιότητα στη μέτρηση της ορμής τους είναι ίση με το 2% της τιμής της ορμής τους.

Μονάδες 5

Δίνεται η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$, η ταχύτητα διάδοσης του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, ότι $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ και $\pi = 3,14$.

28ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κβαντομηχανική

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Η ένταση I της ακτινοβολίας...
- α) είναι διανυσματικό μέγεθος.
 - β) εκφράζει την ενέργεια της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από ένα σώμα ανά μονάδα επιφάνειας του σώματος και ανά μονάδα χρόνου.
 - γ) έχει μονάδα στο S.I. το 1 W/sec .
 - γ) δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία του σώματος.

Μονάδες 5

- A2. Σε μία συσκευή φωτοκυττάρου, η συχνότητα κατωφλίου εξαρτάται από...
- α) την τάση V μεταξύ ανόδου – καθόδου.
 - β) την τάση αποκοπής V_0 .
 - γ) το μέταλλο της καθόδου.
 - δ) την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Μονάδες 5

- A3. Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα f της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε μια συσκευή φωτοκυττάρου, τότε η κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων που εξέρχονται από την κάθοδο...
- α) παραμένει σταθερή.
 - β) διπλασιάζεται.
 - γ) υποδιπλασιάζεται.
 - δ) αυξάνεται.

Μονάδες 5

- A4. Ένα φωτόνιο κίτρινης ακτινοβολίας, έχει μεγαλύτερη ενέργεια από ένα φωτόνιο...
- α) πράσινης ακτινοβολίας.
 - β) μπλε ακτινοβολίας.

- γ) κόκκινης ακτινοβολίας.
- δ) ιώδους ακτινοβολίας

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος και όσο πιο μικρή είναι η ταχύτητά του τόσο πιο εύκολα μπορεί να προσδιοριστεί η θέση του.
- β) Η αρχή της απροσδιοριστίας οφείλεται στα σφάλματα που γίνονται στις μετρήσεις, λόγω ατελειών των οργάνων μέτρησης που διαθέτουμε.
- γ) Στον μικρόκοσμο, όπου οι διαστάσεις και οι μάζες των σωματιδίων είναι πολύ μικρές, η αρχή της αβεβαιότητας έχει κυρίαρχο ρόλο.
- δ) Στον κόσμο γύρω μας, όπου οι διαστάσεις και οι μάζες των σωμάτων είναι μεγάλες η αρχή της απροσδιοριστίας έχει ασήμαντο ρόλο.
- ε) Όσο περισσότερο επιδιώκουμε να προσδιορίσουμε τη θέση ενός σωματιδίου, τόσο μεγαλύτερη είναι η απροσδιοριστία στο μήκος κύματος που του αντιστοιχίζουμε και κατά συνέπεια στην ορμή του, σύμφωνα με τη σχέση $p = \frac{h}{\lambda}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα μέλαν σώμα βρίσκεται σε απόλυτη θερμοκρασία T_1 και εκπέμπει ακτινοβολία με μήκος κύματος αιχμής $\lambda_{1(max)}$. Αν αυξήσουμε την απόλυτη θερμοκρασία του σώματος κατά 25%, τότε:

- A. Η (συνολική) ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας...
- α) θα αυξηθεί.
 - β) θα μειωθεί.
 - γ) θα παραμείνει σταθερή.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

B. Το μήκος κύματος αιχμής θα μειωθεί κατά...

- α) 20%
- β) 25%
- γ) 50%

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

B2. Σε μια συσκευή φωτοκυττάρου αυξάνουμε την ενέργεια των φωτονίων της προσπίπτουσας μονοχρωματικής ακτινοβολίας από E_1 σε $E_2 = 3E_1$, με αποτέλεσμα η

(μέγιστη) κινητική ενέργεια των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων να γίνει ίση με $K_2 = 16K_1$.

A. Ο λόγος $\frac{V_{0(2)}}{V_{0(1)}}$ των αντίστοιχων τάσεων αποκοπής ισούται με:

- α) 1 β) 4 γ) 16

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

B. Αν το αρχικό μήκος κύματος των φωτονίων είναι λ_1 , τότε η αρχική (μέγιστη) κινητική ενέργεια των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων ισούται με:

- α) $\frac{2hc}{15\lambda_1}$ β) $\frac{hc}{15\lambda_1}$ γ) $\frac{hc}{30\lambda_1}$

όπου c η ταχύτητα διάδοσης του φωτός και h η σταθερά του Planck.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

B3. Ένα φωτόνιο μήκους κύματος $\lambda = \frac{h}{2m_e c}$ προσπίπτει σε ελεύθερο και πρακτικά

ακίνητο ηλεκτρόνιο.

Η μέγιστη τιμή του μέτρου της ορμής του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου είναι ίση με:

- α) $\frac{1}{4}m_e c$ β) $\frac{5}{4}m_e c$ γ) $\frac{12}{5}m_e c$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Ένα φωτόνιο ενέργειας $E = 26,52\text{KeV}$ σκεδάζεται από ελεύθερο και αρχικά ακίνητο ηλεκτρόνιο κατά γωνία $\varphi = 60^\circ$. Να υπολογίσετε:

Γ1. τη συχνότητα και το μήκος κύματος του φωτονίου πριν τη σκέδαση,

Μονάδες 5

Γ2. το μήκος κύματος και την ενέργεια το φωτονίου μετά τη σκέδαση,

Μονάδες 8

Γ3. τη μεταβολή του μέτρου της ορμής του φωτονίου,

Μονάδες 8

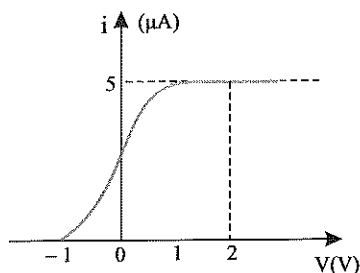
Γ4. την κινητική ενέργεια του σκεδαζόμενου ηλεκτρονίου.

Μονάδες 4

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$, η σταθερά του Planck $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και ότι $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό διάγραμμα απεικονίζεται η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που καταγράφει το μικροαμπερόμετρο μιας συσκευής φωτοκυττάρου, στην κάθοδο της οποίας προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $f = 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Να υπολογίσετε:



Δ1. τη (μέγιστη) κινητική ενέργεια με την οποία εξέρχονται τα φωτοηλεκτρόνια από την επιφάνεια του μετάλλου,

Μονάδες 7

Δ2. το έργο εξαγωγής του μετάλλου της καθόδου,

Μονάδες 5

Δ3. τη (μέγιστη) κινητική ενέργεια με την οποία φτάνουν τα φωτοηλεκτρόνια στην άνοδο, όταν η τάση ανόδου – καθόδου ισούται με $V = V_{\text{ανόδου}} - V_{\text{καθόδου}} = +2\text{V}$,

Μονάδες 6

Δ4. τον μέγιστο αριθμό φωτοηλεκτρονίων που φτάνουν στην άνοδο ανά δευτερόλεπτο, για τις διάφορες τιμές της τάσης V (για τιμές τάσης $V > -1\text{V}$).

Μονάδες 7

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$, η σταθερά του Planck $h = 6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$, το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και ότι $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

29ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κβαντομηχανική

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Από τις παρακάτω περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, μικρότερη ενέργεια φωτονίων έχουν...
- α) τα μικροκύματα.
 - β) τα ραδιοκύματα.
 - γ) οι ακτίνες Χ.
 - δ) οι υπέρυθρες ακτίνες.

Μονάδες 5

- Α2. Στο διάγραμμα της έντασης της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας ενός μέλανος σώματος ανά μονάδα μήκους κύματος, σε συνάρτηση με το μήκος κύματος λ της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, αν αυξηθεί η θερμοκρασία του σώματος...
- α) το μήκος κύματος αιχμής μετατοπίζεται προς τα δεξιά.
 - β) η κορυφή της καμπύλης μετατοπίζεται προς τα επάνω και αριστερά.
 - γ) η κορυφή της καμπύλης μετατοπίζεται προς τα επάνω και δεξιά.
 - δ) η συνολική ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μειώνεται.

Μονάδες 5

- Α3. Η κινητική ενέργεια K με την οποία εξέρχονται τα φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο μιας συσκευής φωτοκυττάρου εξαρτάται...
- α) από τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
 - β) από την τάση μεταξύ ανόδου - καθόδου.
 - γ) από την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
 - δ) από την απόσταση μεταξύ ανόδου – καθόδου.

Μονάδες 5

A4. Σύμφωνα με την αρχή της αβεβαιότητας...

- α) δεν είναι δυνατόν να μετρηθούν με απεριόριστη ακρίβεια ταυτόχρονα η θέση και η ορμή ενός σωματιδίου, ανεξάρτητα από το πόσο προηγμένα είναι τα όργανα μέτρησης που διαθέτουμε.
- β) δεν είναι δυνατόν να μετρηθούν με απεριόριστη ακρίβεια ταυτόχρονα η θέση και η ορμή ενός σωματιδίου, λόγω πειραματικών ατελειών.
- γ) κάθε μέτρηση ενέργειας είναι ακριβής, όταν για τη μέτρηση διαθέτουμε μη-δενικό χρόνο.
- δ) η ακρίβεια στη μέτρηση της ενέργειας ενός συστήματος είναι ανεξάρτητη του χρόνου που έχουμε στη διάθεσή μας για τη μέτρηση.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Η αβεβαιότητα στη μέτρηση της ενέργειας μιας κατάστασης είναι μηδενική, μόνο όταν διαθέτουμε άπειρο χρόνο για τη μέτρηση.
- β) Η κυματοσυνάρτηση που περιγράφει ένα σωματίδιο – κύμα δεν σχετίζεται με κάποιο μέσο διάδοσης, ούτε με κάποιες ιδιότητες του χώρου.
- γ) Η πιθανότητα να βρίσκεται ένα σωματίδιο σε στοιχειώδη όγκο dV μια χρονική στιγμή ισούται σύμφωνα με τον Βορν με το γινόμενο του μέτρου της κυματοσυνάρτησης Ψ επί το τετράγωνο του όγκου dV .
- δ) Η συνθήκη κανονικοποίησης εκφράζεται από τη σχέση $\int |\Psi|^2 dV = 0$.
- ε) Αν η κυματοσυνάρτηση που περιγράφει ένα σωματίδιο – κύμα είναι σωστή, τότε ικανοποιείται η συνθήκη κανονικοποίησης.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα μέλαν σώμα βρίσκεται σε θερμοκρασία T_1 και εκπέμπει ακτινοβολία με μήκος κύματος αιχμής λ_1 . Αν αυξηθεί η θερμοκρασία του σώματος κατά 300%, η ενέργεια ενός φωτονίου (E_2) που αντιστοιχεί στο νέο μήκος κύματος αιχμής (λ_2), είναι αυξημένη σε σχέση με την προηγούμενη τιμή (E_1) που αντιστοιχούσε στο προηγούμενο μήκος κύματος αιχμής λ_1 , κατά:

- α) 100% β) 150% γ) 300%

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

- B2. Όταν στην κάθοδο μιας διάταξης φωτοκυττάρου προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας f_1 , εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια (μέγιστης) κινητικής ενέργειας K_1 . Αν αυξήσουμε τη συχνότητα της ακτινοβολίας κατά 50%, τότε η (μέγιστη) κινητική ενέργεια εξόδου των φωτοηλεκτρονίων αυξάνεται κατά 100%. Το έργο εξαγωγής του μετάλλου της καθόδου ισούται με:

$$\alpha) \varphi = \frac{K_1}{2} \quad \beta) \varphi = K_1 \quad \gamma) \varphi = \frac{3K_1}{2}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

- B3. Ένα φωτόνιο ορμής p προσπίπτει σε πρακτικά ακίνητο ελεύθερο ηλεκτρόνιο και σκεδάζεται κατά 60° . Αν η ορμή του φωτονίου μετά τη σκέδαση μειώνεται κατά 50%, το μήκος κύματος του προσπίπτοντος ηλεκτρονίου ισούται με:

$$\alpha) \frac{h}{2m_e c} \quad \beta) \frac{h}{m_e c} \quad \gamma) \frac{2h}{m_e c}$$

όπου m_e η μάζα του ηλεκτρονίου, h η σταθερά του Planck και c η ταχύτητα διάδοσης του φωτός.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Μια σημειακή φωτεινή πηγή εκπέμπει μονοχρωματικό φως συχνότητας $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις. Αν η ένταση της ακτινοβολίας σε απόσταση $r_1 = 0,5 \text{ m}$ ισούται με $I_1 = 0,11 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$, να υπολογίσετε:

- Γ1. την ενέργεια E και το μέτρο της ορμής p κάθε φωτονίου της ακτινοβολίας,

Μονάδες 4

- Γ2. την ισχύ P της φωτεινής πηγής,

Μονάδες 4

- Γ3. τη φωτεινή ενέργεια που φτάνει σε χρόνο $\Delta t = 5 \text{ min}$ σε μια επιφάνεια σχήματος τετραγώνου πλευράς $a = 1 \text{ cm}$, που είναι τοποθετημένη κάθετα στη διεύθυνση των φωτεινών ακτίνων σε απόσταση...

- i) r_1 ,
ii) $r_2 = 2r_1$ από τη φωτεινή πηγή.

Μονάδες 8 (4+4)

Γ4. τον αριθμό των φωτονίων που προσπίπτουν στην παραπάνω επιφάνεια σε χρόνο Δt , όταν είναι τοποθετημένη σε απόσταση r_1 από την φωτεινή πηγή,

Μονάδες 5

Γ5. το μέτρο της δύναμης που δέχεται η επιφάνεια αυτή από το φως, αν θεωρήσουμε ότι είναι τελείως ανακλαστική.

Μονάδες 4

Δίνεται η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$ και η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$.

ΘΕΜΑ Δ

Φωτόνιο μήκους κύματος $\lambda = \frac{h}{m_e c}$, όπου h η σταθερά του Planck και m_e η μάζα του ηλεκτρονίου,

προσπίπτει σε ελεύθερο, πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο και σκεδάζεται κατά γωνία $\varphi = 90^\circ$. Να υπολογίσετε:

Δ1. το ποσοστό αύξησης του μήκους κύματος του φωτονίου μετά τη σκέδαση,

Μονάδες 7

Δ2. τη μεταβολή του μέτρου της ορμής του φωτονίου,

Μονάδες 5

Δ3. την κινητική ενέργεια που αποκτά το ανακρουόμενο ηλεκτρόνιο,

Μονάδες 5

Δ4. το μέτρο της μεταβολής της ορμής του φωτονίου.

Μονάδες 8

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$ και η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.