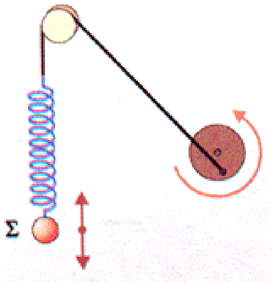
ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ Γ΄ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
29 ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2021
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΟΚΤΩ (8)

ΘΕΜΑ 1ο

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

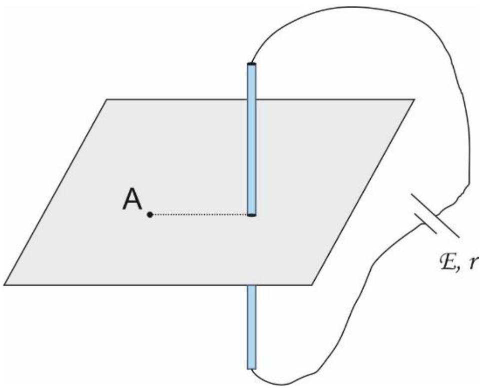
Α1. Ο τροχός του διπλανού σχήματος περιστρέφεται με συχνότητα f, οπότε το σώμα Σ μάζας m δεμένο στο ελατήριο σταθεράς k εκτελεί ταλάντωση μέσα σε μέσο από το οποίο δέχεται δύναμη της μορφής F΄= -bυ με b = σταθ. Η εξίσωση που περιγράφει την απομάκρυνση του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο είναι $x = A_1 ημ\sqrt{\frac{2k}{m}}t$. Τι από τα παρακάτω ισχύει;



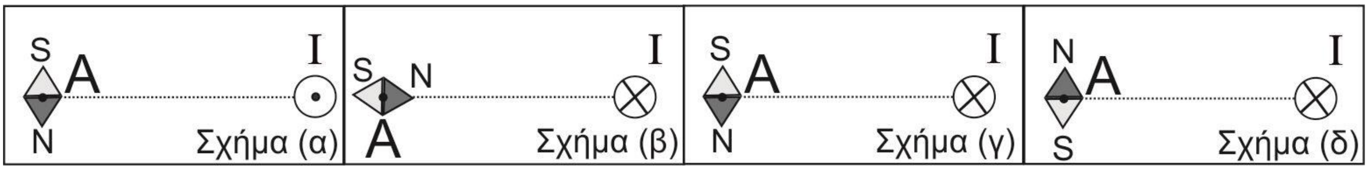
α. Το σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση και βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού.
β. Αν αρχίσουμε να περιστρέφουμε πιο γρήγορα τον τροχό, για κάποια συχνότητα το σώμα θα απορροφά ενέργεια κατά το βέλτιστο τρόπο.
γ. Αν αρχίζουμε να μειώνουμε την περίοδο περιστροφής του τροχού, το πλάτος ταλάντωσης του σώματος αποκλείεται να ξαναπάρει την τιμή A_1.
δ. Αν αρχίζουμε να αυξάνουμε την συχνότητα περιστροφής του τροχού, για κάποια τιμή συχνότητας το πλάτος ταλάντωσης του σώματος θα γίνει και πάλι ίσο με A_1.

(Μονάδες 5)

Α2. Ο ευθύγραμμος αγωγός του σχήματος είναι συνδεδεμένος με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E, εσωτερικής αντίστασης r και δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο. Στο σημείο Α που απέχει απόσταση d από τον αγωγό, τοποθετείται μια μαγνητική βελόνα. Σε ποιο από τα



παρακάτω σχήματα (κάτοψης) φαίνεται ο σωστός προσανατολισμός της βελόνας στο σημείο Α;



α. Στο σχήμα (α).

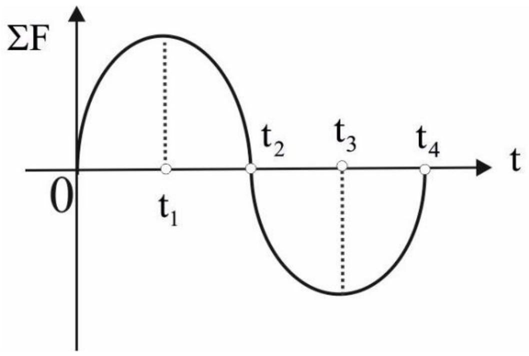
β. Στο σχήμα (β).

γ. Στο σχήμα (γ).

δ. Στο σχήμα (δ).

(Μονάδες 5)

Α3. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται το διάγραμμα της δύναμης επαναφοράς που ασκείται στο σώμα σε συνάρτηση με το χρόνο. Τι από τα παρακάτω ισχύει;



α. Η αρχική φάση της ταλάντωσης είναι ίση με μηδέν.

β. Στο χρονικό διάστημα από 0 ως t_1 η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης αυξάνεται.

γ. Στο χρονικό διάστημα από t_2 ως t_3 η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας του σώματος είναι αρνητική.

δ. Στο χρονικό διάστημα από t_3 ως t_4 η κινητική ενέργεια του σώματος μειώνεται.

(Μονάδες 5)

Α4. Σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις του ίδιου πλάτους, οι οποίες εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με μηδενική αρχική φάση και συχνότητες f_1 και f_2 που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται διακροτήματα. Διαπιστώνεται ότι αν αυξήσουμε τη μία συχνότητα κατά f και ταυτόχρονα μειώσουμε την άλλη συχνότητα κατά 4f, το πλάτος σταθεροποιείται χρονικά. Επομένως η συχνότητα του διακροτήματος ήταν ίση με:

α. f **β.** 2,5f **γ.** 3f **δ.** 5f

(Μονάδες 5)

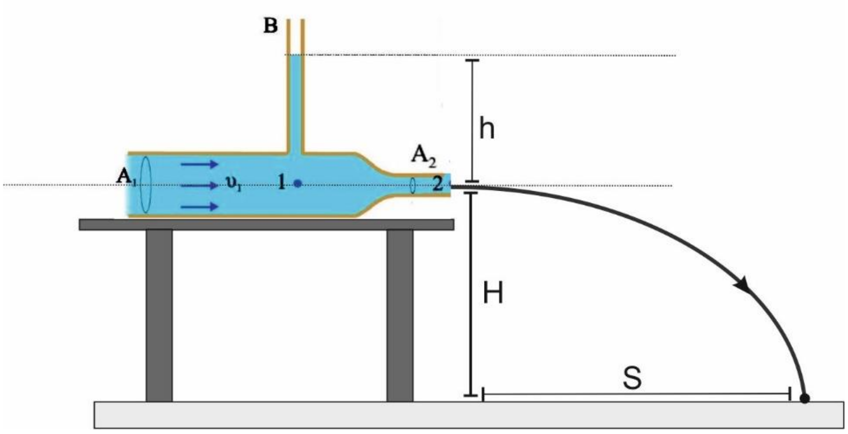
*Στην ερώτηση Α5 να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα και να σημειώσετε με τη λέξη **Σωστή** κάθε σωστή πρόταση και με τη λέξη **Λάθος** κάθε λανθασμένη.*

Α5. α. Η ροπή μιας δύναμης ως προς ένα σημείο δεν αλλάζει μέτρο αν η δύναμη μετακινηθεί πάνω στο φορέα της.
β. Από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της μορφής $x_1 = A_1 ημω_1 t$ και $x_2 = A_2 ημ(ω_2 t + π)$ που εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας προκύπτει απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $|A_1 - A_2|$.
γ. Κατά την κεντρική και πλαστική κρούση δύο σωμάτων που κινούνται με αντίθετες ταχύτητες το συσσωμάτωμα που δημιουργείται ακινητοποιείται.
δ. Με την πάροδο του χρόνου τα αμορτισέρ ενός αυτοκινήτου πρέπει να αντικατασταθούν γιατί η σταθερά απόσβεσής τους έχει ελαττωθεί.
ε. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ενός ραβδόμορφου μαγνήτη είναι ανοικτές, εξερχόμενες από το βόρειο πόλο του και εισερχόμενες στο νότιο πόλο του.

(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ 2ο

Β1. Στο ροόμετρο Venturi του παρακάτω σχήματος ρέει ιδανικό ρευστό πυκνότητας ρ έχοντας μόνιμη και στρωτή ροή. Όλη η διάταξη βρίσκεται πάνω σε ένα τραπέζι. Το εμβαδόν της εγκάρσιας διατομής του σωλήνα στην περιοχή του σημείου 1 είναι ίσο με A_1 και είναι τριπλάσιο σε



σχέση με το εμβαδόν A_2 της εγκάρσιας διατομής του σωλήνα στην περιοχή του σημείου 2. Το ύψος του ρευστού στον κατακόρυφο σωλήνα είναι ίσο με h. Η φλέβα του ρευστού αμέσως μετά την έξοδό της από τον σωλήνα χτυπάει σε σημείο του εδάφους. Αν το βεληνεκές S της φλέβας του ρευστού είναι διπλάσιο από το ύψος H, για τα ύψη H και h ισχύει:

α. $H = \frac{35h}{4}$ **β.** $H = \frac{35h}{8}$. **γ.** $H = \frac{9h}{4}$. **δ.** $H = \frac{9h}{8}$.

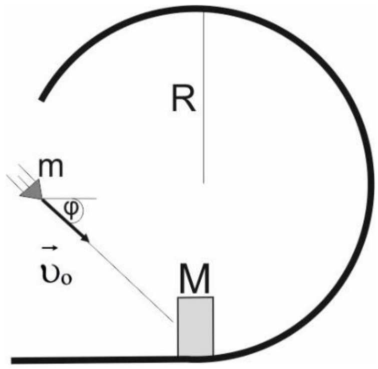
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδες 7)

Β2. Σώμα μάζας Μ ισορροπεί στη βάση λείου ημικυκλικού οδηγού ακτίνας R. Βλήμα μάζας m κινούμενο με ταχύτητα $\upsilon_o = 5\sqrt{5gR}$ υπό γωνία φ (συνφ = 0,8) ως προς τον ορίζοντα συγκρούεται πλαστικά με το σώμα. Λόγω της κρούσης το συσσωμάτωμα δεν αναπηδά. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα κινείται και τελικά μόλις που εκτελεί ανακύκλωση στον ημικυκλικό οδηγό. Ο λόγος M/m των μαζών είναι ίσος με:



α. 7 **β.** 4 **γ.** 3 **δ.** 1

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδες 6)

Β3. Τετράγωνο πλαίσιο εμβαδού Α, αποτελείται από Ν σπείρες, έχει ωμική αντίσταση R και περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης Β γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από τα μέσα των δύο απέναντι πλευρών τους. Στα άκρα του πλαισίου είναι συνδεδεμένη θερμική συσκευή διπλάσιας αντίστασης σε σχέση με αυτήν του πλαισίου. Αν γνωρίζουμε ότι η θερμική συσκευή λειτουργεί κανονικά, τα χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας της συσκευής περιγράφονται από το ζευγάρι τιμών:

α. $\frac{NBA\omega\sqrt{2}}{3}$, $\frac{N^2B^2A^2\omega^2}{9R}$. **β.** $\frac{NBA\omega\sqrt{2}}{2}$, $\frac{N^2B^2A^2\omega^2}{2R}$.

γ. $\frac{NBA\omega\sqrt{2}}{3}$, $\frac{2N^2B^2A^2\omega^2}{9R}$. **δ.** $\frac{NBA\omega\sqrt{2}}{2}$, $\frac{N^2B^2A^2\omega^2}{9R}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

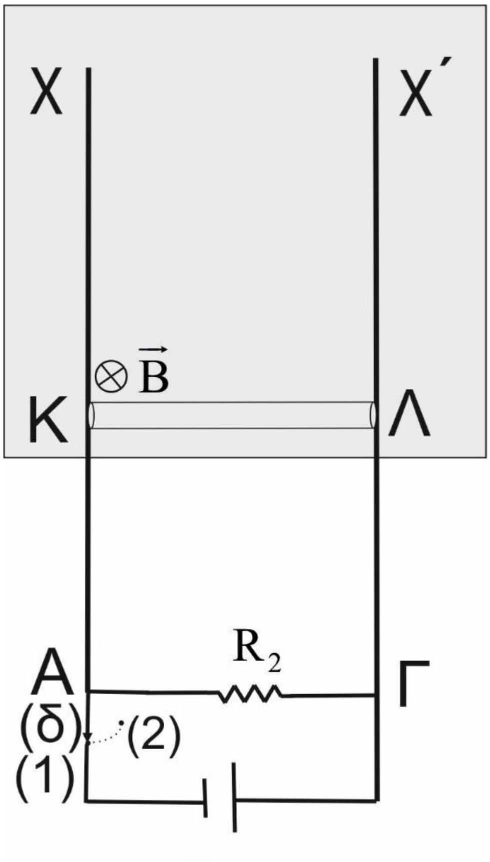
(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

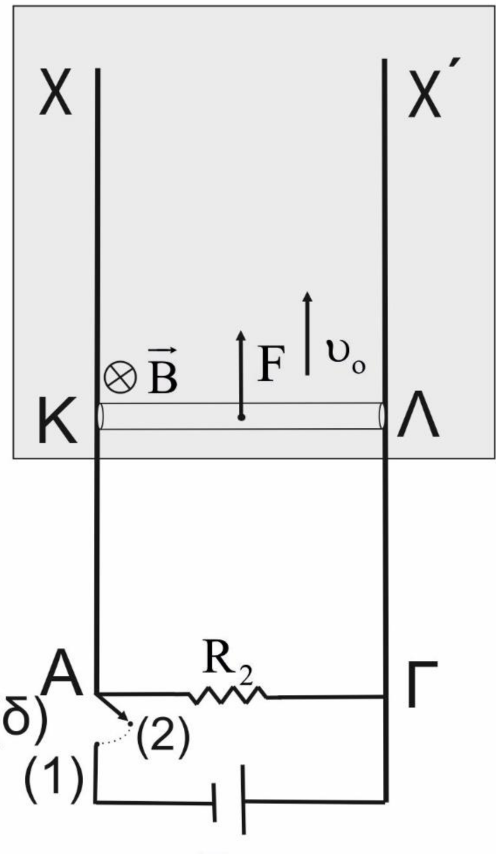
(Μονάδες 6)

ΘΕΜΑ Γ

Δύο κατακόρυφοι παράλληλοι αγωγοί μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης Αx και Γx΄ απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 0{,}5$ m. Αγώγιμη ράβδος ΚΛ μήκους $L = 0{,}5$ m, μάζας $m = 0{,}5$ kg και αντίστασης $R_1 = 0{,}2\ \Omega$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές μένοντας συνεχώς οριζόντια και σε επαφή με τους κατακόρυφους αγωγούς. Στο κάτω μέρος της διάταξης είναι συνδεδεμένοι μέσω των άκρων Α και Γ και με τη βοήθεια ενός διακόπτη δ, μια πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 0{,}5$ V και εσωτερικής αντίστασης $r = 0{,}04\ \Omega$ και ένας αντιστάτης αντίστασης $R_2 = 0{,}8\ \Omega$ με τον τρόπο που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα **(σχήμα 1)**. Ο αγωγός ΚΛ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2$ T η διεύθυνση του οποίου είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών με την φορά που φαίνεται στο σχήμα 1. Όταν ο διακόπτης δ βρίσκεται στη θέση 1, ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί με τη βοήθεια μιας κατακόρυφης σταθερής δύναμης F_o που έχει ίδια διεύθυνση με το βάρος της.



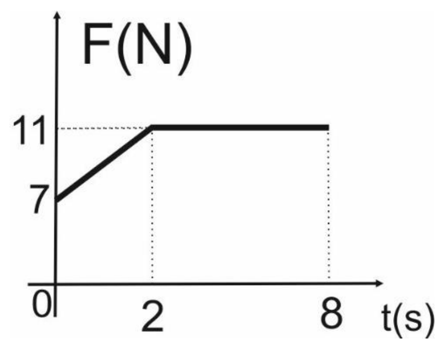
Σχήμα 1



Σχήμα 2

Γ1. Να βρεθεί δύναμη F_o που ασκείται στον αγωγό ΚΛ κατά μέτρο και κατεύθυνση (μονάδες 5 + 1).

(Μονάδες 6)



Μεταφέρουμε ακαριαία τον διακόπτη δ στη θέση (2) με αποτέλεσμα να μηδενίζεται ακαριαία το ρεύμα που διαρρέει τη ράβδο ΚΛ και τον αντιστάτη R_2 **(Σχήμα 2)**. Ταυτόχρονα καταργούμε τη δύναμη F_o και τη χρονική στιγμή t = 0 εκτοξεύουμε τη ράβδο κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα υ_o = 1 m/s και αμέσως αρχίζουμε να ασκούμε στο μέσο της κατακόρυφη δύναμη F ομόρροπη της υ_o, το μέτρο της οποίας μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με το διπλανό διάγραμμα με αποτέλεσμα ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας του αγωγού να είναι σταθερός κατά τα δύο πρώτα δευτερόλεπτα της κίνησής του.

Γ2. Πόση είναι η ισχύς της δύναμης Laplace τη χρονική στιγμή t = 0;

(Μονάδες 4)

Γ3. Αν γνωρίζετε ότι στο χρονικό διάστημα από 0 μέχρι t_1 το επαγωγικό φορτίο που διακινήθηκε στο κύκλωμα είναι ίσο με 2 C, να υπολογίσετε ποια είναι η χρονική στιγμή t_1.

(Μονάδες 5)

Γ4. Αν γνωρίζετε ότι από τη χρονική στιγμή t_2 = 4,5 s και μετά η ταχύτητα του αγωγού σταθεροποιείται, να βρείτε τη θερμότητα λόγω φαινομένου Joule που εκλύεται από το κύκλωμα στο χρονικό διάστημα από 2 s ως 4,5 s, αν γνωρίζετε ότι το στο χρονικό διάστημα από 0 ως 4,5 s ο αγωγός έχει κινηθεί κατά 20,5 m.

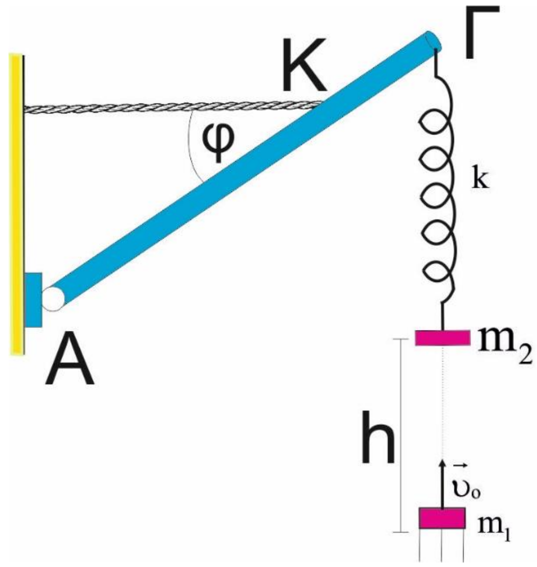
(Μονάδες 7)

Γ5. Να γράψετε την εξίσωση που δίνει την τάση στα άκρα του αγωγού σε συνάρτηση με το χρόνο για τα πρώτα 2 s της κίνησης του αγωγού (Μονάδα 1) και να κατασκευάσετε το ποιοτικό διάγραμμα της τάσης στα άκρα του αγωγού σε συνάρτηση με το χρόνο για το χρονικό διάστημα από 0 ως 4,5 s (Μονάδες 2)

(Μονάδες 1 + 2)

Δίνονται:
Η επιτάχυνση της βαρύτητας g = 10 m/s^2.

ΘΕΜΑ Δ



Ομογενής ράβδος ΑΓ μάζας Μ = 8 kg και μήκους L ισορροπεί με τη βοήθεια οριζοντίου νήματος που είναι δεμένο στο σημείο Κ (ΚΓ = L/3) και μέσω άρθρωσης στο ένα άκρο της Α. Για τη γωνία φ ισχύει (ημφ = 0,6, συνφ = 0,8) Στο άλλο άκρο Γ της ράβδου είναι στερεωμένο το ένα άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k = 100 N/m στο άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα $Σ_2$ μάζας m_2 = 1 kg. Όλο το σύστημα αρχικά ισορροπεί με την ράβδο να βρίσκεται στη θέση που φαίνεται στο σχήμα. Από απόσταση h = 0,5 m εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω σώμα $Σ_1$ μάζας m_1 = 1 kg με αρχική ταχύτητα $υ_ο$ = 4 m/s και αφού κινηθεί για απόσταση h συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα $Σ_2$. Θεωρώντας ως χρονική στιγμή t = 0 τη στιγμή της κρούσης και θετική φορά κατακόρυφα προς τα κάτω καθώς και ότι το όριο θραύσης του νήματος είναι $T_{θρ}$ = 200 N:

α. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης του συσσωματώματος.

(Μονάδες 7)

β. Πόσο είναι το μήκος της διαδρομής που διανύσει το συσσωμάτωμα στο χρονικό διάστημα από 0 ως $t_1 = \frac{7\pi\sqrt{2}}{30}$ s.

(Μονάδες 3)

γ. Να βρεθεί το μέτρο της δύναμης της άρθρωσης τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{7\pi\sqrt{2}}{30}$ s.

(Μονάδες 5)

δ. Να γράψετε την εξίσωση της δύναμης που δέχεται η ράβδος από το νήμα σε συνάρτηση με την απομάκρυνση του συσσωματώματος από τη θέση ισορροπίας και να κατασκευάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.

(Μονάδες 5)

ε. Ποια θα έπρεπε να ήταν η μέγιστη τιμή της μάζας της ράβδου έτσι ώστε όταν το συσσωμάτωμα θα έφτανε στη θέση της μέγιστης θετικής απομάκρυνσης το νήμα οριακά να μην έσπαγε.

(Μονάδες 5)

Δίνεται $g = 10\ m/s^2$ και αγνοήστε την αντίσταση του αέρα.

ΚΑΘΕ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΙΚΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

29 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2020 – 2021

ΘΕΜΑ 1^{Ο}

1. **γ.**
2. **δ.**
3. **β.**
4. **δ.**
5. **α. Σωστό.**
   β. Λάθος.
   γ. Λάθος.
   δ. Σωστό.
   ε. Λάθος.

ΘΕΜΑ 2^{ο}.

Β1. **(Μονάδες 2 + 7)**

Σωστό το δ. **(Μονάδες 2)**

Εφαρμόζοντας εξίσωση συνέχειας για τα σημεία (1) και (2) του βεντουρίμετρου προκύπτει:

$\Pi_1 = \Pi_2 \Rightarrow A_1 \upsilon_1 = A_2 \upsilon_2 \Rightarrow \upsilon_2 = 3\upsilon_1$ (1) **(Μονάδες 1)**

Εφαρμόζοντας εξίσωση Bernoulli για τα σημεία (1) και (2) της ίδιας ρευματικής γραμμής προκύπτει:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho\upsilon_1^2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho\upsilon_1^2 \Rightarrow (p_{atm} + \rho g h) = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho(\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2)$$ **(Μονάδες 1)**

Με αντικατάσταση της σχέσης (1) προκύπτει: $h = \dfrac{4\upsilon_1^2}{g}$ (2) **(Μονάδες 1)**

Για την οριζόντια βολή, από το βεληνεκές προκύπτει:

$$S = 2H \Rightarrow \upsilon_2 t_{ολ} = \frac{1}{2} g t_{ολ}^2 \Rightarrow \upsilon_2 = g t_{ολ} = \upsilon_y$$ **(Μονάδες 1)**

Το μέτρο της ταχύτητας μιας στοιχειώδους μάζα του ρευστού φτάνοντας στο έδαφος είναι:

$$\upsilon_{εδ} = \sqrt{\upsilon_x^2 + \upsilon_y^2} = \upsilon_2\sqrt{2}$$ **(Μονάδες 1)**

Εφαρμόζοντας αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για μια στοιχειώδης μάζα ρευστού μεταξύ των σημείων (2) και του εδάφους προκύπτει:

$$E_{\mu\eta\chi(2)} = E_{\mu\eta\chi(\varepsilon\delta)} \Rightarrow \frac{1}{2}\cdot dm\cdot \upsilon_2{}^2 + dm\cdot gH = \frac{1}{2}\cdot dm\cdot \upsilon_{\varepsilon\delta}{}^2$$ **(Μονάδες 1)**

Με αντικατάσταση των τιμών των ταχυτήτων προκύπτει:

$$H = \frac{\upsilon_2{}^2}{2g} \quad (3)$$ **(Μονάδες 1)**

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (2) και (3) και λαμβάνοντας υπόψιν ότι: $\upsilon_2 = 3\upsilon_1$ προκύπτει: $H = \frac{9}{8}h$.

Β2. **(Μονάδες 2 + 6)**

Σωστό το γ. **(Μονάδες 2)**

Στο ανώτερο σημείο της κυκλικής σιδηροτροχιάς (σημείο Γ) ισχύει:

$$\Sigma F = F_K \Rightarrow N + w_{o\lambda} = F_K \Rightarrow N + (m+M)g = \frac{(m+M)\upsilon_\Gamma{}^2}{R} \Rightarrow N = \frac{(m+M)\upsilon_\Gamma{}^2}{R} - (m+M)g$$

(Μονάδες 1)

Για να εκτελέσει ανακύκλωση θα πρέπει $N \geq 0$. Άρα:

$N = \frac{(m+M)\upsilon_\Gamma{}^2}{R} - (m+M)g \geq 0 \Rightarrow \upsilon_\Gamma \geq \sqrt{gR}$. Οριακά $\upsilon_\Gamma = \sqrt{gR}$ **(Μονάδες 1)**

Εφαρμόζοντας το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας από το σημείο της κρούσης (σημείο Α) μέχρι το ανώτερο σημείο (σημείο Γ) προκύπτει:

$$K_\Gamma - K_A = W_B \Rightarrow \frac{1}{2}(m+M)\upsilon_\Gamma{}^2 - \frac{1}{2}(m+M)\upsilon_A{}^2 = -(m+M)g2R$$ **(Μονάδες 1)**

Αντικαθιστώντας την τιμή της ταχύτητας υ_Γ προκύπτει: $\upsilon_A = \sqrt{5gR}$ **(Μονάδες 1)**

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ορμής στον οριζόντιο άξονα θα προκύψει:

$$p_{o\lambda,\alpha\rho\chi(\chi)} = p_{o\lambda,\tau\varepsilon\lambda(\chi)} \Rightarrow m\upsilon_o\sigma\upsilon\nu\varphi = (m+M)\upsilon_A$$ **(Μονάδες 1)**

Αντικαθιστώντας και μετά από πράξεις προκύπτει: M/m = 3 **(Μονάδες 1)**

Β3. (Μονάδες 2 + 6)

Σωστό το α. (Μονάδες 2)

Τα χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας της συσκευής είναι η μέση ισχύς της και η ενεργός τάση της.

Το πλάτος της τάσης που εμφανίζεται στο πλαίσιο είναι:

$$V = NBA\omega$$ **(Μονάδες 1)**

Το πλάτος του εναλλασσόμενου ρεύματος στο κύκλωμα είναι:

$$I = \frac{V}{R_{ολ}} = \frac{V}{R+2R} = \frac{V}{3R} = \frac{NBA\omega}{3R}$$ **(Μονάδες 1)**

Η μέση ισχύς της συσκευής είναι:

$$P_{\Sigma} = I_{εν}{}^{2}2R = \left(\frac{I}{\sqrt{2}}\right)^{2} 2R = \frac{N^2B^2A^2\omega^2}{9R}$$ **(Μονάδες 2)**

Η ενεργός τάση στα άκρα της συσκευής είναι:

$$V_{εν,1} = I_{εν}2R = \left(\frac{I}{\sqrt{2}}\right)2R = \frac{NBA\omega}{3\sqrt{2}R}2R = \frac{NBA\omega\sqrt{2}}{3}$$ **(Μονάδες 2)**

Επομένως τα χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας της συσκευής είναι:

$$<< \frac{NBA\omega\sqrt{2}}{3}, \frac{N^2B^2A^2\omega^2}{9R} >>$$

ΘΕΜΑ 3ο

Γ1. (ΜΟΝΑΔΕΣ 6) Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

$$I_{ολ} = \frac{E}{R_{εξ}+r} = \frac{E}{\dfrac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2}+r} = 2{,}5\ A$$ **(Μονάδες 1)**

Η τάση στα άκρα της πηγής (και στα άκρα του αγωγού λόγω παράλληλης σύνδεσης) είναι:

$$V_{\pi} = E - I_{ολ}r = 0{,}4\ V$$ **(Μονάδες 1)**

Το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ είναι: $I_{ΚΛ} = \frac{V_{\Pi}}{R_1} = 2\ A$ **(Μονάδες 1)**

Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό έχει κατεύθυνση προς τα κάτω και μέτρο:

$$F_L = BI_{ΚΛ}L = 2\ N$$ **(Μονάδες 1)**

Επομένως για να ισορροπεί ο αγωγός θα πρέπει να ασκείται κατακόρυφη δύναμη F_o προς τα πάνω **(Μονάδες 1)** και να ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_o = w + F_L \Rightarrow F_o = 7\ N$$ **(Μονάδες 1)**

Γ2. **(ΜΟΝΑΔΕΣ 4)** Τη χρονική στιγμή t = 0 στο κύκλωμα εμφανίζεται επαγωγική τάση $E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon_o L$ (με τη γνωστή μας αποδεικτική διαδικασία) και επειδή το κύκλωμα είναι κλειστό διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα τέτοιας φοράς ώστε να ικανοποιείται ο κανόνας του Lenz. Στον κινούμενο αγωγό ασκείται δύναμη Laplace αντίθετης κατεύθυνσης από την F. Ισχύει:

$$F_L = BI_{\varepsilon\pi}L = B\cdot\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}L = B\cdot\frac{B\upsilon_o L}{R_{o\lambda}}L = 1\,N$$ **(Μονάδες 2)**

Η ισχύς της δύναμης Laplace είναι:

$$P_{F_L} = -F_L\upsilon = -1\,J/s$$ **(Μονάδες 2)**

Γ3. **(ΜΟΝΑΔΕΣ 5)** Για το επαγωγικό φορτίο εφαρμόζουμε N.Neumann:

$$|q_{\varepsilon\pi}| = \frac{|\Delta\Phi|}{R_{o\lambda}} = \frac{B\cdot\Delta S}{R_{o\lambda}} = \frac{B\cdot\Delta x\cdot L}{R_{o\lambda}} \Rightarrow \Delta x = 2\,m$$ **(Μονάδες 2)**

Η σταθερή επιτάχυνση που αποκτά ο αγωγός είναι ίση με την επιτάχυνση τη χρονική στιγμή t = 0. Επομένως για την επιτάχυνση του αγωγού ισχύει:

$$\alpha = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{F - w - F_L}{m} = 2\,m/s^2$$ **(Μονάδες 1)**

Η ζητούμενη χρονική στιγμή θα βρεθεί από τη μετατόπιση στην ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Είναι:

$$\Delta x = \upsilon_o t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \Rightarrow 2 = 1t + t^2 \Rightarrow t^2 + t - 2 = 0 \Rightarrow$$
$$t_1 = 1\,s\ (\delta\varepsilon\kappa\tau\acute{\eta}),\ t_1' = -2\,s\ (\alpha\pi o\rho\rho\acute{\iota}\pi\tau\varepsilon\tau\alpha\iota)$$ **(Μονάδες 2)**

Γ4. **(ΜΟΝΑΔΕΣ 7)** Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι μετά τα 2 s η δύναμη F σταθεροποιείται στην τιμή των 11 N. Επομένως επειδή $F > F_L + w$ ο αγωγός θα συνεχίσει να κάνει επιταχυνόμενη κίνηση με α που συνεχώς μειώνεται μέχρι τη χρονική στιγμή που η επιτάχυνση θα μηδενιστεί και ο αγωγός θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα. Ισχύουν:

$$\alpha = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{F - w - F_L}{m} = \frac{F - w - BI_{\varepsilon\pi}L}{m} = \frac{F - w - B\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}L}{m} = \frac{F - w - B\frac{B\upsilon L}{R_{o\lambda}}L}{m}$$

(Μονάδες 1)

Και όταν α = 0 ο αγωγός θα αποκτήσει το $\upsilon_{o\rho}$. Είναι:

$$\alpha = 0 \Rightarrow \frac{F - w - B\frac{B\upsilon_{o\rho}L}{R_{o\lambda}}L}{m} = 0 \Rightarrow \upsilon_{o\rho} = \frac{(F-w)R_{o\lambda}}{B^2L^2} = 6\,m/s$$ **(Μονάδες 1)**

Στα πρώτα 2 s ο αγωγός έχει μετατοπιστεί κατά $\Delta x_1 = \upsilon_o t + \frac{1}{2}\alpha t^2 = 6\,m$,

οπότε από 2 s ως 4,5 s ο αγωγός θα μετατοπιστεί κατά $\Delta x_2 = 20{,}5 - \Delta x_1 = 14{,}5$ m **(Μονάδες 1).**

Επίσης τη χρονική στιγμή t_2 = 2 s θα έχει ταχύτητα ίση με:
$\upsilon_2 = \upsilon_o + \alpha t = 5\,m/s$ **(Μονάδες 1)**

Για το ζητούμενο ποσό θερμότητας θα εφαρμόσουμε το θεώρημα έργου ενέργειας για το χρονικό διάστημα από 2 ως 4,5 s. Είναι:

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_{o\rho}^{\ 2} - \frac{1}{2}m\upsilon_2^{\ 2} = F\cdot\Delta x_2 - w\cdot\Delta x_2 + W_{F_L} \Rightarrow W_{F_L} = -84{,}25\,J$$

(Μονάδες 3)

Επομένως το ζητούμενο ποσό θερμότητας που εκλύεται από τους αγωγούς λόγω φαινομένου Joule είναι ίσο με: $Q = \left|W_{F_L}\right| = 84{,}25\,J$

Γ5. (ΜΟΝΑΔΕΣ 3)

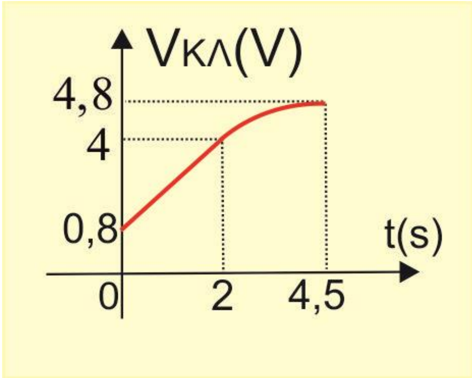
Από 0 – 2 s η τάση στα άκρα του αγωγού αυξάνεται γραμμικά με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση:

$$V_{K\Lambda} = I_{\varepsilon\pi}\cdot R_{\varepsilon\xi} = \frac{B(\upsilon_o + \alpha t)L}{R_{o\lambda}}\cdot R_2 \Rightarrow V_{K\Lambda} = 0{,}8 + 1{,}6t\ (S.I.)$$ **(Μονάδες 1)**

Από τα 2 s – 4,5 s λόγω της επιταχυνόμενης κίνησης η τάση στα άκρα του αγωγού θα εξακολουθεί να αυξάνεται (όχι όμως γραμμικά) μέχρι τη στιγμή 4,5 s που σταθεροποιείται στην τιμή των:

$$V_{K\Lambda} = I_{\varepsilon\pi}\cdot R_{\varepsilon\xi} = \frac{B\upsilon_{o\rho}L}{R_{o\lambda}}\cdot R_2 \Rightarrow V_{K\Lambda} = 4{,}8\,V$$

Το ζητούμενο διάγραμμα απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα **(Μονάδες 2)**



ΘΕΜΑ 4ο

Δ1. (ΜΟΝΑΔΕΣ 7)

Για την κίνηση του m_1 πριν την κρούση εφαρμόζουμε θεώρημα έργου ενέργειας. Είναι:

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_o^2 = -w\cdot h \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{6}\ m/s$$ **(Μονάδες 1)**

Για τη πλαστική κρούση εφαρμόζουμε αρχή διατήρησης ορμής (λόγω μονωμένου συστήματος). Είναι:

$$p_{ολ,αρχ} = p_{ολ,τελ} \Rightarrow m_1\upsilon_o = (m_1+m_2)\upsilon_K \Rightarrow \upsilon_K = \frac{\sqrt{6}}{2}\ m/s$$ **(Μονάδες 1)**

Για την ταλάντωση ο υπολογισμός του πλάτους θα γίνει με εφαρμογή αρχή διατήρησης ενέργειας ταλάντωσης για τη χρονική στιγμή t = 0. Αρχικά:

Θ.Ι. : $\Sigma F = 0 \Rightarrow k\cdot\Delta l_2 = m_2 g \Rightarrow \Delta l_2 = 0{,}1\,m$

Ν.Θ.Ι. : $\Sigma F = 0 \Rightarrow k\cdot\Delta l_1 = (m_1+m_2)g \Rightarrow \Delta l_1 = 0{,}2\,m$

Άρα $x_o = -(\Delta l_1 - \Delta l_2) = -0{,}1$ m και

$E_T = K + U \Rightarrow \Rightarrow \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(m_1+m_2)\upsilon_\kappa^2 + \frac{1}{2}kx_o^2 \Rightarrow A = 0{,}2\,m$ **(Μονάδες 2)**

Εύρεση αρχικής φάσης: $x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_o) \Rightarrow -\frac{A}{2} = A\eta\mu\varphi_o \Rightarrow \eta\mu\varphi_o = -\frac{1}{2}$ και επειδή την t = 0 υ < 0, προκύπτει $\varphi_o = 7\pi/6$ rad **(Μονάδες 1)**

Επίσης $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5\sqrt{2}\ rad/s$.

Τελικά η ζητούμενη εξίσωση της ταχύτητας είναι:

$$\upsilon = \omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_o) \Rightarrow \upsilon = \sqrt{2}\sigma\upsilon\nu\left[5\sqrt{2}t + \frac{7\pi}{6}\right] \text{(S.I.)}$$ **(Μονάδες 2)**

Δ2. (ΜΟΝΑΔΕΣ 3) Το συσσωμάτωμα τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{7\pi\sqrt{2}}{30}$ s βρίσκεται στη θέση

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_o) \Rightarrow x = 0,2\eta\mu\left[5\sqrt{2}\cdot\frac{7\pi\sqrt{2}}{30} + \frac{7\pi}{6}\right] = 0,2\eta\mu\left(\frac{21\pi}{6}\right) = -0,2\text{ m}$$

(Μονάδες 2)

Μέχρι τότε το συσσωμάτωμα έχει διανύσει μήκος διαδρομής:
d = 0,1 m + 0,8 m = 0,9 m. **(Μονάδες 1)**

Δ3. (ΜΟΝΑΔΕΣ 5) Τη παραπάνω χρονική στιγμή το σώμα βρίσκεται στιγμιαία στην πάνω ακραία θέση ταλάντωσης που αντιστοιχεί στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, άρα $F_{\varepsilon\lambda} = 0$ **(Μονάδες 1)**

Εφαρμόζουμε $\Sigma\tau_{(A)} = 0 \Rightarrow T\eta\mu\varphi\frac{2L}{3} - Mg\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{L}{2} = 0 \Rightarrow T = 80\text{ N}$ **(Μονάδες 2)**

Επίσης $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{\alpha\rho\theta,x} = T \Rightarrow F_{\alpha\rho\theta,x} = 80\text{ N}$

Επίσης $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_{\alpha\rho\theta,y} = w \Rightarrow F_{\alpha\rho\theta,y} = 80\text{ N}$

Τελικά: $F_{\alpha\rho\theta} = \sqrt{F_{\alpha\rho\theta,x}{}^2 + F_{\alpha\rho\theta,y}{}^2} = F_{\alpha\rho\theta} = 80\sqrt{2}\text{ N}$ **(Μονάδες 2)**

Δ4. (ΜΟΝΑΔΕΣ 5)

Για την ταλάντωση:

$$\Sigma\vec{F} = -D\vec{y} \Rightarrow \vec{F}_{\varepsilon\lambda} + \vec{w} = -D\vec{y} \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = -20 - 100x \text{ (S.I.)}$$ **(Μονάδες 2)**

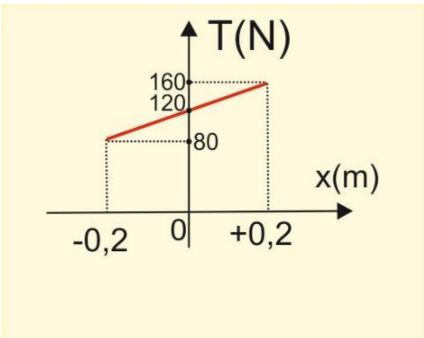
Για την ισορροπία της δοκού:

$$\Sigma\tau(A) = 0 \Rightarrow T\eta\mu\varphi\frac{2L}{3} = Mg\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{L}{2} + F_{\varepsilon\lambda}L\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = 120 + 200x \text{ (S.I.)}$$

(Μονάδες 2)

Το ζητούμενο διάγραμμα απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα **(Μονάδες 1)**



Δ5. (ΜΟΝΑΔΕΣ 5)

Όταν το συσσωμάτωμα βρίσκεται στη θέση y = +A η δύναμη του ελατηρίου έχει μέτρο $F_{ελ} = k\Delta l = 40$ N **(Μονάδες 1)**

Εφαρμόζουμε συνθήκη ισορροπίας για τη ράβδο και έχουμε:

$$\Sigma\tau(A) = 0 \Rightarrow T\eta\mu\varphi\frac{2L}{3} = M'g\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{L}{2} + 40\cdot L\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow T = 10M' + 80\ (S.I.)$$

(Μονάδες 2)

Για να μην σπάσει το νήμα θα πρέπει:

$$T \le T_{\theta\rho} \Rightarrow 10M' + 80 \le 120 \Rightarrow M' \le 12\ kg$$

Άρα η μέγιστη τιμή της μάζας της ράβδου θα έπρεπε να ήταν 12 kg. **(Μονάδες 2)**

Επιμέλεια

Νεκτάριος Πρωτοπαπάς

nprotopapas@avgouleaschool.gr