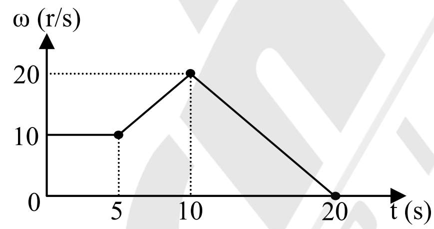
ΦΥΣΙΚΗ

1ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΘΕΜΑ 1ο

Στο σχήμα φαίνεται το διάγραμμα $\omega = f(t)$ για την περιστροφή ενός στερεού σώματος γύρω από σταθερό άξονα. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις με ΣΩΣΤΟ – ΛΑΘΟΣ και να δικαιολογήσετε τον χαρακτηρισμό σας.



α) Τη χρονική στιγμή $t = 7,5\ s$ το στερεό επιταχύνεται με σταθερή επιτάχυνση $\alpha = 2\ r/s^2$.

β) Τη χρονική στιγμή $t = 10\ s$ το στερεό αλλάζει φορά περιστροφής.

γ) Η γωνιακή μετατόπιση στα πρώτα πέντε δευτερόλεπτα της περιστροφής του στερεού είναι 50rad.

δ) Τις χρονικές στιγμές $t_1 = 4\ s$ και $t_2 = 14\ s$ το στερεό έχει επιταχύνσεις $\vec{\alpha}_1$ και $\vec{\alpha}_2$ αντίστοιχα για τις οποίες ισχύει: $\vec{\alpha}_1 = -\vec{\alpha}_2$

ΘΕΜΑ 2ο

Πηγή παραγωγής αρμονικών κυμάτων αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t = 0$ στη θέση $x = 0$, με ταχύτητα προς τη θετική φορά του ημιάξονα Oy . Η εξίσωση ταλάντωσης της πηγής δίνεται από την σχέση $y = 10\eta\mu 2\pi t$ (t σε s και y σε cm). Το παραγόμενο κύμα διαδίδεται προς τη θετική φορά του ημιάξονα Ox με ταχύτητα $\upsilon_1 = 0,5\ {}^{m}/_{s}$.

α) Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που θα αρχίσει να ταλαντώνεται ένα σημείο Σ του ελαστικού μέσου το οποίο βρίσκεται στη θέση $x_\Sigma = 2,3\,m$.

β) Ποια είναι η φάση της πηγής όταν το σημείο Σ φτάσει για πρώτη φορά σε ακραία θέση ταλάντωσης;

γ) Να γράψετε την χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου Σ από την θέση ισορροπίας στο χρονικό διάστημα $t \geqslant 0$.

δ) Να απεικονίσετε γραφικά την φάση του σημείου Σ σε συνάρτηση με τον χρόνο t.

ΘΕΜΑ 3ο

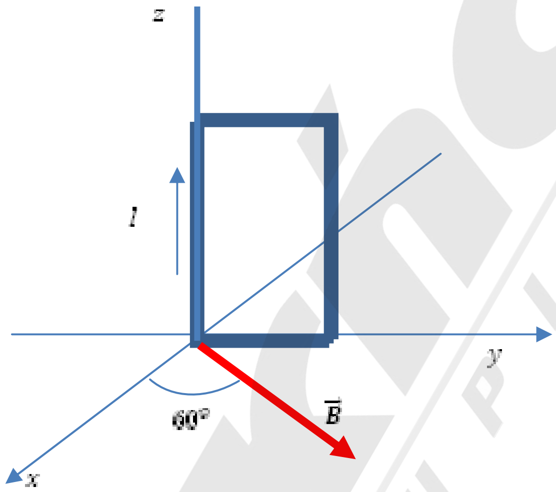
Σώμα μάζας $m = 4\ Kg$ είναι αρχικά ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα είναι στερεωμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $K_1 = 400\ N/m$ και ακουμπά στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $K_2 = 1200\ N/m$. Δίνουμε στο σώμα οριζόντια ταχύτητα $\upsilon_o = 6\ m/s$ προς τα δεξιά. Αν το ελατήριο σταθεράς K_1 βρίσκεται δεξιά του σώματος και το ελατήριο K_2 βρίσκεται αριστερά του, ζητούνται:

α) Να υπολογιστεί η περίοδος T της κίνησης του σώματος και η απόσταση L μεταξύ των ακραίων θέσεων της τροχιάς του.

β) Να γίνει η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση της ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο στη διάρκεια μιας περιόδου.

ΘΕΜΑ 4ο

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



α) Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace σε μία από τις οριζόντιες πλευρές του πλαισίου.

β) Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace σε μία από τις κατακόρυφες πλευρές του πλαισίου.

γ) Να προσδιορίσετε τη συνισταμένη ροπή στο πλαίσιο.

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

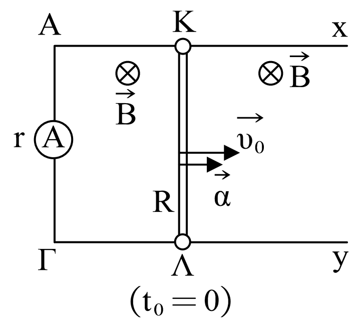
ΘΕΜΑ 5ο

Δύο κατακόρυφα σύρματα Σ_1 και Σ_2 μεγάλου μήκους απέχουν απόσταση $d = 20$ cm και διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1 = 20$ A και $I_2 = 10$ A αντίστοιχα με φορά προς τα πάνω. Τρίτο σύρμα Σ_3 τοποθετείται ανάμεσα στα Σ_1 και Σ_2 ώστε να είναι παράλληλο σε αυτά και απέχει απόσταση $d_1 = 8$ cm από το σύρμα Σ_1. Το σύρμα Σ_3 διαρρέεται από ρεύμα $I_3 = 1$ A με φορά προς τα κάτω. Να βρεθεί η συνολική δύναμη που ασκείται σε τμήμα του Σ_3 μήκους $\ell = 50$ cm.

Δίνεται : $K_\mu = 10^{-7} \dfrac{N}{A^2}$.

ΘΕΜΑ 6ο

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η ράβδος (ΚΛ) με μήκος $\ell = 1$ m και αντίσταση $R = 8\ \Omega$ που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω στα οριζόντια σύρματα Αx και Γy που έχουν αμελητέα αντίσταση. Τα άκρα Α και Γ ενώνονται με αμπερόμετρο που εμφανίζει αντίσταση $r = 2\ \Omega$. Όλο το σύστημα βρίσκεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1T$. Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ που η ράβδος έχει αρχική ταχύτητα $\upsilon_o = 20$ m/s αποκτά σταθερή επιτάχυνση $\alpha = 5 m/s^2$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να βρεθούν :



α) Η σχέση $I = f(t)$ της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο και να γίνει η αντίστοιχη γραφική παράσταση από $t_o = 0$ έως $t = 4$ s.

β) Το επαγωγικό φορτίο που περνά από το αμπερόμετρο στα πρώτα 4 s.

γ) Ο ρυθμός $\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$ με τον οποίο αυξάνεται η ένταση του ρεύματος.

ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο

α) Σωστή

Από $t=5\text{ s}$ έως $t=10\text{ s}$ η ευθεία έχει σταθερή κλίση, οπότε το στερεό στρέφεται με σταθερή επιτάχυνση

$$\alpha=\frac{d\omega}{dt}=\frac{20-10}{10-5}=\frac{10}{5}\Rightarrow\alpha=2r/s^2$$

β) Λάθος

Τη χρονική στιγμή $t=10\text{ s}$ το στερεό στρέφεται με ταχύτητα $\omega=20\text{ r/s}$ και αρχίζει να επιβραδύνεται μέχρι να σταματήσει τη χρονική στιγμή $t=20\text{ s}$, χωρίς να αλλάξει τη φορά περιστροφής.

γ) Σωστή

Η γωνιακή μετατόπιση βρίσκεται από το εμβαδόν του σχήματος. Οπότε στα πρώτα πέντε δευτερόλεπτα θα είναι: $\theta=E_{\text{ορθ}}=50\text{ rad}$.

δ) Λάθος

Τη χρονική στιγμή $t_1=4\text{ s}$ το στερεό εκτελεί ομαλή στροφική κίνηση, άρα $\alpha_1=0$.

ΘΕΜΑ 2ο

α) Για να αρχίσει η ταλάντωση του σημείου Σ θα πρέπει να φτάσει σε αυτό η ενέργεια που μεταφέρει το κύμα. Επειδή το κύμα διαδίδεται σε ένα ελαστικό μέσο με σταθερή ταχύτητα, το χρονικό διάστημα που θα χρειαστεί για να διανύσει απόσταση 2,3m είναι :

$$\Delta t_1=\frac{x_\Sigma}{\upsilon_1}=\frac{2,3\text{m}}{0,5\frac{\text{m}}{\text{s}}}=4,6\text{s}$$

β) Η εξίσωση ταλάντωσης της πηγής των αρμονικών κυμάτων $y=10\eta\mu 2\pi t$ (t σε s και y σε cm), αντιστοιχεί στην μορφή $y=A\eta\mu\omega t$. Συνεπώς η κυκλική συχνότητα ταλάντωσης των μορίων του μέσου είναι $\omega=2\pi\frac{\text{rad}}{\text{s}}$ και το πλάτος ταλάντωσης είναι $A=10\text{cm}$. Το κύμα έχει περίοδο $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{2\pi}\text{s}=1\text{s}$, και μήκος κύματος $\lambda_1=\upsilon\cdot T=0,5\text{m}$. Το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να φτάσει το σημείο Σ για πρώτη φορά σε ακραία θέση ταλάντωσης είναι το $1/4$ της περιόδου, οπότε μέχρι εκείνη την στιγμή η πηγή θα έχει ταλαντωθεί για χρονικό διάστημα $t_2=\Delta t_1+\frac{T}{4}=4,6\text{s}+\frac{1}{4}\text{s}=4,85\text{s}$. Εκείνη την στιγμή, η φάση της πηγής θα είναι :

$$\varphi=2\pi t_2=2\pi\cdot 4,85\text{ rad}=9,7\pi\text{rad}$$

γ) Στο χρονικό διάστημα $0\text{s}\leqslant t\leqslant 4,6\text{s}$ το σημείο Σ είναι ακίνητο, οπότε $y_\Sigma=0$.

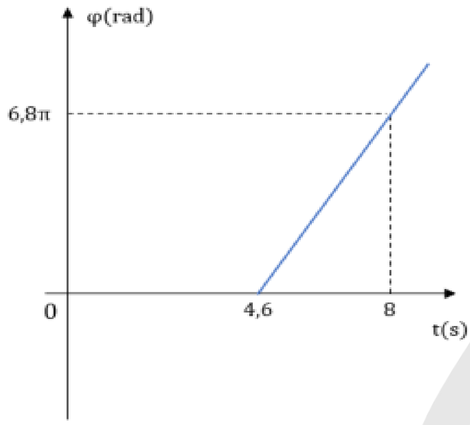
Για $t\geqslant 4,6\text{s}$ η απομάκρυνση του σημείου Σ από την θέση ισορροπίας δίνεται από την σχέση

$$y_\Sigma=A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x_\Sigma}{\lambda}\right)=0,1\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{1}-\frac{2,3}{0,5}\right)=0,1\eta\mu 2\pi(t-4,6)\quad\text{(S.I.)}$$

δ) Το σημείο Σ στο χρονικό διάστημα $t \leqslant 4,6s$ είναι ακίνητο, επομένως δεν έχει φάση ταλάντωσης. Για $t \geqslant 4,6s$ το σημείο Σ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και η φάση του δίνεται από την σχέση :

$$\varphi_\Sigma = 2\pi(t-4,6) \quad \text{(S.I.)}$$

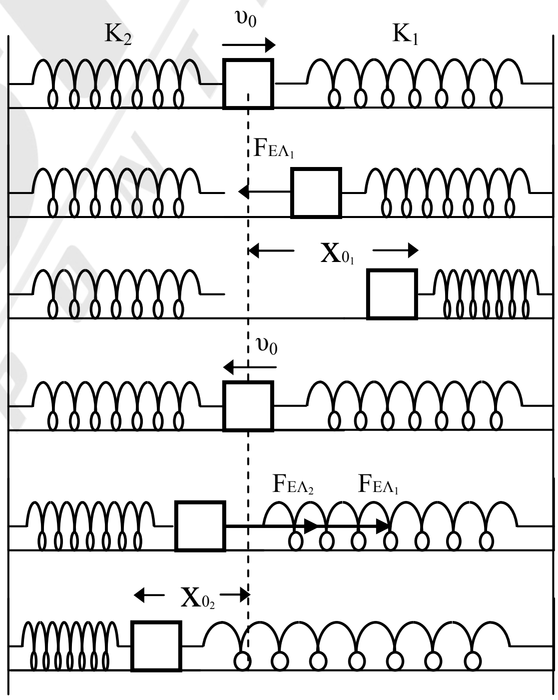
Η φάση μεταβάλλεται γραμμικά με τον χρόνο και αν θέσουμε $t=8s$ βρίσκουμε ότι $\varphi_\Sigma = 6,8\pi rad$. Η γραφική παράσταση απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.



ΘΕΜΑ 3ο

α) Αρχικά για όσο χρόνο το σώμα κινείται δεξιά από τη θέση της ισορροπίας του εκτελεί Α.Α.Τ. με την επίδραση του ελατηρίου Κ1. Άρα η περίοδος αυτής της ταλάντωσης θα είναι:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \xrightarrow{D=\kappa_1} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\kappa_1}} \rightarrow T_1 = \frac{2\pi}{10}\sec$$



όμως το σώμα εκτελεί τη μισή Α.Α.Τ. σε χρόνο $\Delta t_1 = \frac{T_1}{2} \rightarrow \Delta t_1 = \frac{2\pi}{20}\sec$.

Επίσης $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1} \Rightarrow \omega_1 = 10 rad/s$.

Άρα η προς τα δεξιά κίνηση θα έχει μέγιστη απομάκρυνση:

$$\upsilon_o = \omega_1 x_{01} \Rightarrow x_{01} = \frac{\upsilon_o}{\omega_1} \Rightarrow x_{01} = 0,6m \quad (1).$$

Στη συνέχεια το σώμα επιστρέφει στη θέση ισορροπίας του με την ίδια ταχύτητα υ_o και αρχίζει να ταλαντώνεται της τα αριστερά με την επίδραση και των δύο ελατηρίων. Η περίοδος της ταλάντωσης θα είναι :

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \xrightarrow{D=\kappa_1+\kappa_2} T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\kappa_1+\kappa_2}} \rightarrow T_2 = \frac{\pi}{10}\sec$$

και ο χρόνος κίνησης του σώματος υπό την επίδραση και των δύο ελατηρίων θα είναι:

$$\Delta t_2 = \frac{T_2}{2} \rightarrow \Delta t_2 = \frac{\pi}{20}\sec. \text{ Της } \omega_2 = \frac{2\pi}{T_2} \Rightarrow \omega_2 = 20 rad/s.$$

Άρα η της τα αριστερά κίνηση θα έχει μέγιστη απομάκρυνση

$$\upsilon_o = \omega_2 x_{02} \Rightarrow x_{02} = \frac{\upsilon_o}{\omega_2} \Rightarrow x_{02} = 0{,}3\text{m} \quad (2).$$

Οπότε η περίοδος της κίνησης του σώματος θα είναι: $T = \Delta t_1 + \Delta t_2 \rightarrow T = \dfrac{3\pi}{20}\text{sec}$

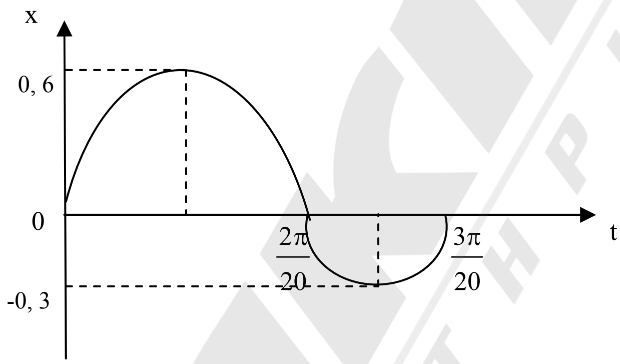
και η απόσταση d μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων: $d = x_{01} + x_{02} \rightarrow d = 0{,}9\text{m}.$

β) Γραφική παράσταση x=f(t). Θεωρώντας τα θετικά δεξιά:

$x_1 = x_{01}\eta\mu\omega_1 t = 0{,}6\eta\mu 10t \left[0 \le t \le \dfrac{2\pi}{20}\right]$

$x_2 = -x_{02}\eta\mu\omega_2 t \Rightarrow x_2 = -0{,}3\eta\mu 20t$

$\left[\dfrac{2\pi}{20} \le t \le \dfrac{3\pi}{20}\right]$



ΘΕΜΑ 4ο

α) Η δύναμη Laplace σε ευθύγραμμο αγωγό έχει μέτρο $F_L = BIL\eta\mu\theta$ όπου θ η γωνία ανάμεσα στον αγωγό και στο διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η οριζόντια πλευρά του πλαισίου σχηματίζει γωνία 30° με το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου, έχει $L = 10\text{cm}$ και αποτελείται από $N = 10$ αγωγούς.

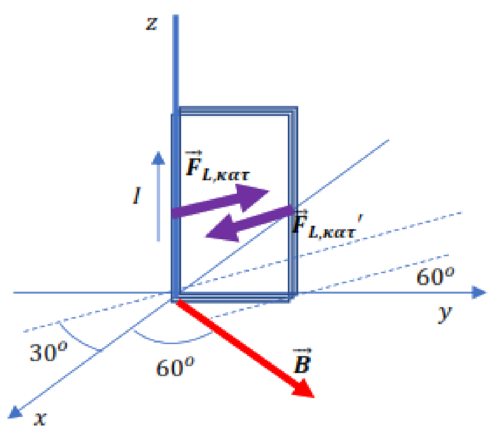
$$F_{L,o\rho} = NBIL\eta\mu\theta = 10(0,5\text{T})\ (0,2\text{A})\ (0,1\text{m})\eta\mu 30^\circ = 0,05\text{N}$$

Η κατεύθυνση της δύναμης αυτής θα είναι προς τα αρνητικά του άξονα z για την επάνω οριζόντια πλευρά και προς τα θετικά του άξονα z για την κάτω οριζόντια πλευρά (σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού).

β) Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η κατακόρυφη πλευρά σχηματίζει γωνία 90° με το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου, έχει $L' = 20\text{cm}$ και αποτελείται από $N = 10$ αγωγούς.

$$F_{L,\kappa\alpha\tau} = NBIL'\eta\mu\theta = 10(0,5\text{T})\ (0,2\text{A})\ (0,2\text{m})\eta\mu 90^\circ = 0,2\text{N}$$

Η διεύθυνση της δύναμης αυτής θα είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου και τον κατακόρυφο αγωγό. Η κατεύθυνσή της φαίνεται στο σχήμα. Η δύναμη στην αριστερή κατακόρυφη πλευρά θα σχηματίζει γωνία 30° με τα αρνητικά του άξονα x, ενώ αυτή στην δεξιά κατακόρυφη πλευρά σχηματίζει γωνία 60° με τον άξονα y.



γ) Οι δυνάμεις που ασκούνται στην επάνω και κάτω πλευρά έχουν μηδενική ροπή γιατί είναι παράλληλες στον άξονα περιστροφής.
Η δύναμη στην αριστερή κατακόρυφη πλευρά έχει μηδενική ροπή αφού ασκείται στον ίδιο τον άξονα περιστροφής, ο οποίος ταυτίζεται με την αριστερή κατακόρυφη πλευρά.
Η ροπή της δύναμης στη δεξιά κατακόρυφη πλευρά είναι :

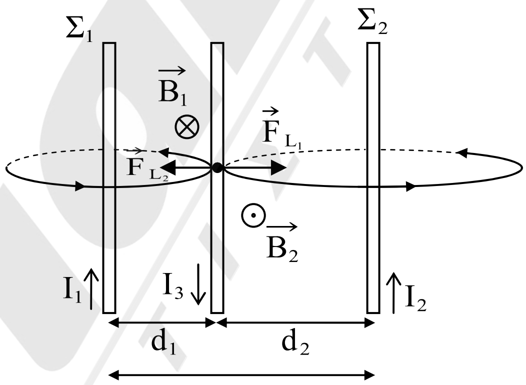
$$\tau = F_{L\kappa\alpha\tau} L\eta\mu\varphi = (0,2\,\text{N})\,(0,1\,\text{m})\,\eta\mu 60^o = 0,01\sqrt{3}\,\text{Nm} = \Sigma\tau$$

Η κατεύθυνση της ροπής είναι προς τα αρνητικά του άξονα z.

δ) Ο σταθερός άξονας εμποδίζει τη μεταφορική κίνηση του πλαισίου, άρα η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν.
Η συνισταμένη ροπή είναι σταθερή, διάφορη του μηδενός.
Αυτό σημαίνει πως το πλαίσιο θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από τον κατακόρυφο άξονα, με γωνιακή ταχύτητα η οποία δεν είναι σταθερή.

ΘΕΜΑ 5ο

Το σύρμα Σ_3 βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν τα ρεύματα I_1 και I_2. Άρα θα δέχεται δύο δυνάμεις Laplace.



ΒΗΜΑ 1ο: Βρίσκω τις εντάσεις των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούν τα ρεύματα I_1 και I_2 σε απόσταση $d_1 = 8$ cm και $d_2 = d - d_1 \to d_2 = 12$ cm.

$B_1 = K\mu \dfrac{2I_1}{d_1} \Rightarrow B_1 = 5 \cdot 10^{-5}$ T [ΚΑΘΕΤΗ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ ΜΕ ΦΟΡΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΜΕΣΑ]

$B_2 = K\mu \dfrac{2I_2}{d_2} \Rightarrow B_2 = \dfrac{5}{3} \cdot 10^{-5}$ T [ΚΑΘΕΤΗ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ ΜΕ ΦΟΡΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΞΩ]

ΒΗΜΑ 2ο: Από τον κανόνα των τριών δακτύλων σχεδιάζουμε και υπολογίζουμε τις δυνάμεις Laplace που δέχεται το σύρμα Σ_3.

$$F_{L_1} = B_1 \cdot I_3 \cdot \ell \cdot \eta\mu\varphi \xrightarrow{\varphi=90^o \to \eta\mu\varphi=1} F_{L_1} = 2,5 \cdot 10^{-5}\ \text{N}$$

$$F_{L2} = B_2 \cdot I_3 \cdot \ell \cdot \eta\mu\varphi \xrightarrow{\varphi=90^o \to \eta\mu\varphi=1} F_{L_2} = \frac{5}{6} \cdot 10^{-5}\ \text{N}$$

ΒΗΜΑ 3ο: Βρίσκω την συνισταμένη των δυνάμεων

$$\Sigma F_L = F_{L_1} - F_{L_2} \to \boxed{\Sigma F_L = \frac{5}{3} \cdot 10^{-5}\ \text{N}}$$

(με την ΣF_L ομόρροπη της F_{L_1})

ΘΕΜΑ 6^{ο}

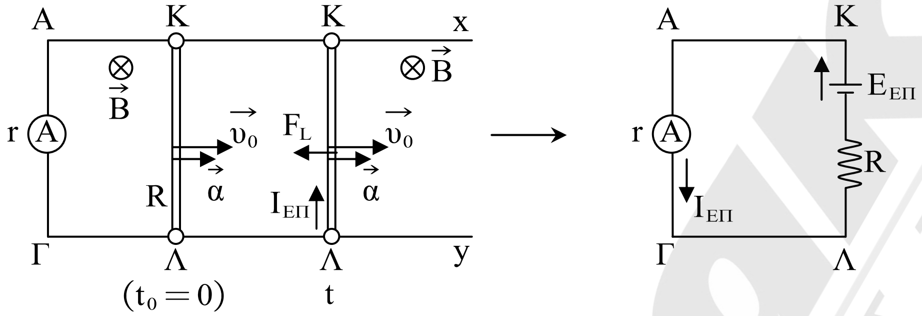
α) Έχουμε κίνηση του αγωγού (ΚΛ), συνεπώς μεταβολή της μαγνητικής ροής (ΔΦ) οπότε στα άκρα του εμφανίζεται Η.Ε.Δ. λόγω επαγωγής.

$$E_{επ} = \frac{ΔΦ}{Δt} = \frac{Δ\left(B \cdot S \cdot συν0^{o}\right)}{Δt} = \frac{B \cdot ΔS}{Δt} = \frac{B \cdot Δx \cdot \ell}{Δt} = B \cdot υ \cdot \ell \quad (1)$$

Επειδή ο αγωγός αποκτά σταθερή επιτάχυνση, εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, οπότε $υ = υ_0 + αt \quad (2)$

Άρα $(1) \xrightarrow{(2)} E_{επ} = B \cdot υ_0 \cdot \ell + B \cdot α \cdot \ell \cdot t \Rightarrow E_{επ} = 20 + 5t$

Σχεδιάζουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα :

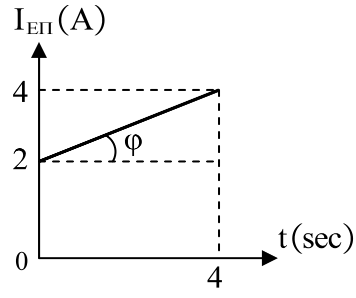


Ο αγωγός κινείται προς τα δεξιά, η F_L αντιτίθεται στην κίνηση οπότε έχει φορά προς τα αριστερά και από τον κανόνα των τριών δακτύλων το επαγωγικό ρεύμα έχει φορά από το Λ προς το Κ. Στο ηλεκτρικό κύκλωμα έχουμε : $R_{ΟΛ} = R + r \rightarrow R_{ΟΛ} = 10\ Ω$

Από νόμο του Ohm : $I_{ΕΠ} = \frac{E_{επ}}{R_{ΟΛ}} \xrightarrow{(3)} I_{ΕΠ} = \frac{20 + 5t}{10} \Rightarrow \boxed{I_{ΕΠ} = 2 + 0{,}5\,t}$

$t_0 = 0 \Rightarrow I_{ΕΠ} = 2\ A$

$t = 4\,s \Rightarrow I_{ΕΠ} = 4\ A$



β) Επειδή δεν έχουμε σταθερό ρεύμα υπολογίζουμε το επαγωγικό φορτίο από το εμβαδόν του τραπεζίου.

$$E_{τραπ.} = Q_{ΕΠ} \Rightarrow \boxed{Q_{ΕΠ} = 12\,c}$$

γ) Ο ρυθμός $\frac{ΔI}{Δt}$ προσδιορίζεται από την κλίση της ευθείας.

Άρα $εφφ = \frac{ΔI}{Δt} \Rightarrow \frac{ΔI}{Δt} = \frac{2}{4} \Rightarrow \boxed{\frac{ΔI}{Δt} = 0{,}5\ A/s}$

$2^{ο}$ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΘΕΜΑ $1^{ο}$

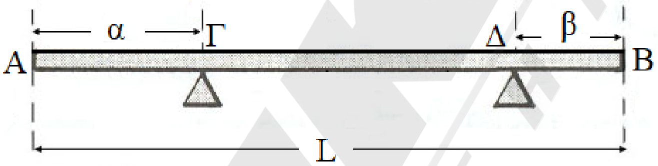
Ένα κυκλικό πλαίσιο με $N = 100$ σπείρες που έχουν διάμετρο $\delta = 0,2\ m$ περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα γύρω από ένα κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του, μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 2,5 \cdot 10^{-2}\,T$. Αν η μέγιστη τιμή της τάσης που δημιουργείται στα άκρα του πλαισίου είναι $25\ V$, η συχνότητα περιστροφής του πλαισίου είναι :

α. $f = 100\ Hz$ β. $f = 25\ Hz$ γ. $f = 50\ Hz$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας $\left(\pi^2 = 10\right)$.

ΘΕΜΑ $2^{ο}$

Μία ομογενής σανίδα ΑΒ μήκους l ισορροπεί στηριζόμενη στα σημεία Γ και Δ που απέχουν απόσταση α από το Α και β από το Β αντίστοιχα (όπως φαίνεται στο σχήμα). Οι δυνάμεις που δέχεται η σανίδα στα στηρίγματα Γ και Δ είναι T_1 και T_2 αντίστοιχα. Ο λόγος των δυνάμεων $\frac{T_1}{T_2}$ είναι:



α. $\frac{T_1}{T_2} = \frac{L - 2\alpha}{L - 2\beta}$ β. $\frac{T_1}{T_2} = \frac{L - 2\beta}{L - 2\alpha}$ γ. $\frac{T_1}{T_2} = \frac{L - \beta}{L - \alpha}$

A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΘΕΜΑ $3^{ο}$

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

$$y_1 = 0,2\eta\mu2\pi(10t - 5x)\ \text{(S.I.)} \quad \text{και} \quad y_2 = 0,2\eta\mu2\pi(10t + 5x)\ \text{(S.I.)}$$

Τα δύο κύματα συμβάλλουν δημιουργώντας στο ελαστικό μέσο στάσιμο κύμα.

α) Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που δημιουργείται στη χορδή.

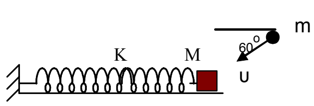
β) Να αποδείξετε ότι στην αρχή $O(x = 0)$ του άξονα δημιουργείται κοιλία.

γ) Να διερευνήσετε αν στο σημείο $B(x_B = 0,25m)$ σχηματίζεται δεσμός ή κοιλία.

δ) Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης καθώς και τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του υλικού σημείου Μ της χορδής που έχει τετμημένη $x_M = 0,025m$.

ΘΕΜΑ $4^{ο}$

Σώμα μάζας $M = 4 \cdot 10^{-2}\,kg$ είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζοντίου ελατηρίου σταθεράς $K = 36\ N/m$ και ηρεμεί. Επιμηκύνουμε το ελατήριο κατά 0,2m και το αφήνουμε ελεύθερο τη χρονική στιγμή $t = 0$.



Τη χρονική στιγμή $t = \frac{4\pi}{90}s$ βλήμα μάζας $m = 5 \cdot 10^{-2}\,kg$ σφηνώνεται στη μάζα Μ όπως φαίνεται στο σχήμα . Αν μετά τη κρούση δεν υπάρχει αναπήδηση στον κατακόρυφο άξονα να βρεθούν:

α) Η χρονική εξίσωση ταλάντωσης της μάζας Μ πριν τη κρούση.

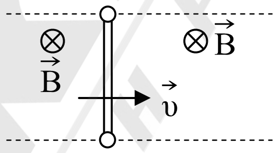
β) Το μέτρο της ταχύτητας του βλήματος ώστε το συσσωμάτωμα να εκτελεί ταλάντωση ίδιου πλάτους με τη μάζα Μ.

γ) Η χρονική εξίσωση ταχύτητας του συσσωματώματος αν θεωρήσουμε σαν χρονική στιγμή $t = 0$ για το συσσωμάτωμα τη στιγμή της κρούσης.

(Η αρχική επιμήκυνση του ελατηρίου θεωρείται θετική και οι τριβές μεταξύ μάζας Μ και επιπέδου αμελητέες)

ΘΕΜΑ 5ο

Ένας ευθύγραμμος αγωγός (ΚΛ) μήκους $\ell = 1\ \text{m}$ κινείται οριζόντια μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1\ \text{T}$ όπως φαίνεται στο σχήμα.



Ο αγωγός (ΚΛ) εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με την εξίσωση της απομάκρυνσης να δίνεται από τον τύπο $y = 0{,}1\ \eta\mu\pi t\ (S.I)$

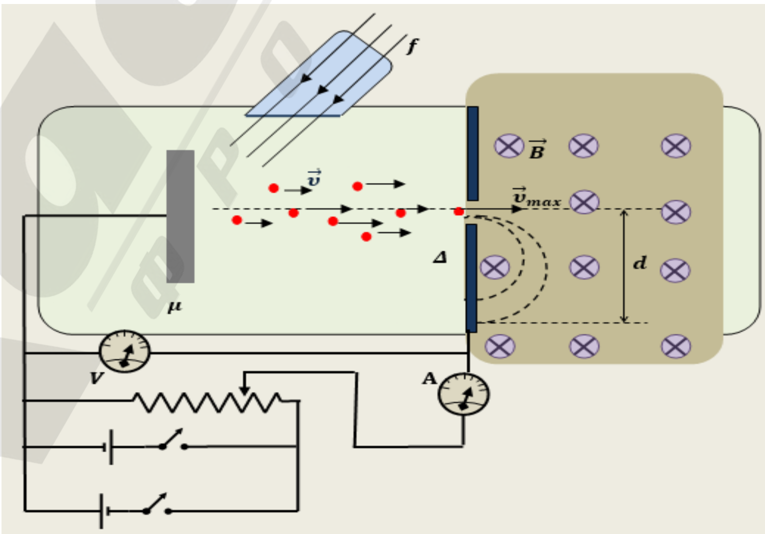
α) Να βρεθεί η χρονική εξίσωση της Η.Ε.Δ. λόγω επαγωγής στα άκρα του αγωγού.

β) Να παρασταθεί γραφικά η Η.Ε.Δ. λόγω επαγωγής σε συνάρτηση με τον χρόνο.

γ) Αν ο αγωγός (ΚΛ) εμφανίζει αντίσταση $r = 0{,}1\ \Omega$ και τα άκρα του συνδεθούν με αντίσταση $R = 0{,}1\ \Omega$, την χρονική στιγμή $t = 1\ \text{s}$ να υπολογιστεί η διαφορά δυναμικού $V_{K\Lambda}$ στα άκρα του αγωγού.

ΘΕΜΑ 6ο

Με τη βοήθεια μιας συσκευής παρατήρησης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, δημιουργήσαμε μια πειραματική διάταξη μέτρησης της σταθεράς δράσης του Planck (h), η οποία φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η κάθοδος αποτελείται από μέταλλο (μ), με άγνωστο έργο εξαγωγής (φ) και φωτίζεται κατάλληλα μέσω παραθύρου εισόδου του φωτός. Η άνοδος είναι μια μεταλλική επίπεδη επιφάνεια με οπή σε κατάλληλη θέση, ώστε να περνά μια δέσμη ηλεκτρονίων που κατευθύνονται προς αυτή από την κάθοδο, όταν συμβαίνει φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Στο χώρο πίσω από την κάθοδο μπορεί να ενεργοποιείται ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στη δέσμη των ηλεκτρονίων, παράλληλο με την επιφάνεια της ανόδου, το οποίο δεν επηρεάζει την κίνηση των ηλεκτρονίων στο χώρο μεταξύ καθόδου και ανόδου, όταν ενεργοποιείται, όπως στο σχήμα.



Επίσης μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κίνηση των ηλεκτρονίων, μέσα στο μαγνητικό πεδίο πίσω από την επιφάνεια της ανόδου, δεν επηρεάζεται καθόλου από το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ ανόδου-καθόδου. Με τη βοήθεια της διάταξης, βρήκαμε ότι η συχνότητα κατωφλίου είναι $f_0 = 7 \cdot 10^{14}\,\text{Hz}$. Όταν η κάθοδος φωτίζεται με μονοχρωματικό υπεριώδες φως, συχνότητας $f = 1,5 \cdot 10^{15}\,\text{Hz}$, δημιουργείται δέσμη ηλεκτρονίων και αν ενεργοποιήσουμε το μαγνητικό πεδίο, χωρίς να εφαρμόσουμε εξωτερική τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου, τα ηλεκτρόνια εκτελούν ημικυκλικές τροχιές στο χώρο του μαγνητικού πεδίου και αφήνουν στίγματα σε κατάλληλο υλικό το οποίο αποτελεί την πίσω επιφάνεια της ανόδου. Η μέγιστη διάμετρος που καταγράψαμε στη διάρκεια του πειράματος για τις τροχιές αυτές, είναι $d = 4\text{mm}$, όταν η ένταση του μαγνητικού πεδίου ήταν $B = 3\text{mT}$. Το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου είναι $q_e = -1,6 \cdot 10^{19}\text{C}$ και η μάζα του $m_e = 9 \cdot 10^{-31}\text{kg}$.

α) Να υπολογίσετε σε eV τη μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων για τη συχνότητα f του φωτός με το οποίο φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου.

β) Από τα δεδομένα του πειράματος να υπολογίσετε τη σταθερά του Planck σε μονάδες $\text{eV} \cdot \text{s}$, αλλά και $\text{J} \cdot \text{s}$.

γ) Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής φ σε eV, από την επιφάνεια του μετάλλου της καθόδου, χρησιμοποιώντας για τη σταθερά του Planck, την τιμή που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα.

δ) Να υπολογίσετε την τάση αποκοπής για την συχνότητα f με την οποία φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου.

ΛΥΣΕΙΣ

<u>ΘΕΜΑ 1ο</u>

Βρίσκουμε το εμβαδόν Α της κάθε σπείρας : $A = \pi\, r^2 = \pi\dfrac{\delta^2}{4} \Rightarrow A = 10^{-2}\pi\ \text{m}^2$.

Λόγω της περιστροφής του πλαισίου στο ομογενές μαγνητικό πεδίο, στα άκρα του δημιουργείται εναλλασσόμενη τάση, με την μέγιστη τιμή της (πλάτος) να είναι :

$$V_o = B \cdot \omega \cdot A \cdot N \Rightarrow \omega = \frac{V_o}{B \cdot A \cdot N} = \frac{25}{2{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}\pi \cdot 10^{2}} \Rightarrow \omega = \frac{1000}{\pi}\ \text{r/s}$$

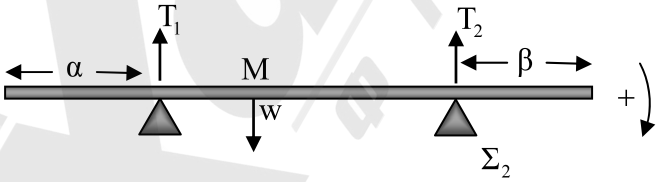
Επειδή η συχνότητα είναι σταθερή ισχύει :

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1000}{2\pi^2} \Rightarrow \boxed{f = 50\ \text{Hz}}$$

Σωστή επιλογή το γ.

<u>ΘΕΜΑ 2ο</u>

Για να ισορροπεί η σανίδα πρέπει $\Sigma\vec{F}y = 0$ και $\Sigma\vec{\tau} = 0$.



Άρα $\Sigma\overrightarrow{\tau_{(M)}} = 0 \rightarrow \vec{\tau}_W + \vec{\tau}_{T_1} + \vec{\tau}_{T_2} = 0 \Rightarrow$

$$\xrightarrow{\vec{\tau}_w = 0} \tau_{T_1} - \tau_{T_2} = 0 \rightarrow \tau_{T_1} = \tau_{T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1\left(\frac{L}{2} - \alpha\right) = T_2\left(\frac{L}{2} - \beta\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1\left(\frac{L - 2\alpha}{2}\right) = T_2\left(\frac{L - 2\beta}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1(L - 2\alpha) = T_2(L - 2\beta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{T_1}{T_2} = \frac{L-2\beta}{L-2\alpha}}$$. Άρα σωστό το β.

ΘΕΜΑ 3ο

α) Από τις εξισώσεις των δύο κυμάτων προκύπτει:

$$T = \frac{1}{10}s \Rightarrow 0,1s \;, \quad \lambda = \frac{1}{5}m \Rightarrow \lambda = 0,2m \;, \quad A = 0,2m$$

Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι της μορφής:

$$y = 2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi}{\lambda}x \cdot \eta\mu\frac{2\pi}{T}t \Rightarrow y = 0,4\sigma\upsilon\nu(10\pi x)\cdot\eta\mu(20\pi t) \quad (S.I.)$$

β) Όλα τα σημεία που είναι κοιλίες ταλαντώνονται με πλάτος $A' = 2A = 0,4m$.

Επομένως για την αρχή Ο $(x=0)$ έχουμε:

$$A' = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi}{\lambda}x\right| = 0,4\;|\sigma\upsilon\nu(10\pi x)| \;\Rightarrow A'_0 = 0,4m$$

Επομένως στο σημείο Ο $(x=0)$ δημιουργείται κοιλία.

γ) Βρίσκουμε το πλάτος της ταλάντωσης του υλικού σημείου Β που έχει τετμημένη $x_B = 0,25m$. Έχουμε:

$$A'_B = 0,4\;|\sigma\upsilon\nu(10\pi\cdot 0,25)| \;\Rightarrow A'_B = 0$$

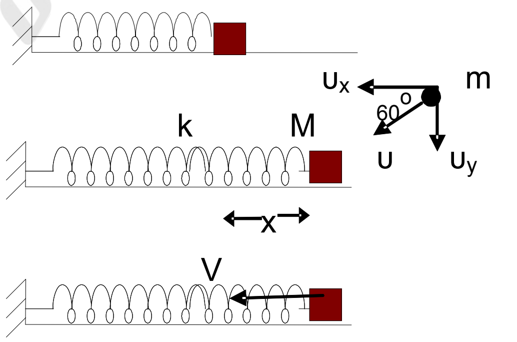
Συνεπώς στο Β σχηματίζεται δεσμός.

δ) Το πλάτος της ταλάντωσης του υλικού σημείου Μ της χορδής υπολογίζεται από τον τύπο:

$$A'_M = 0,4\;|\sigma\upsilon\nu(10\pi\cdot 0,025)| \;\Rightarrow A'_M = 0,2\sqrt{2}\,m$$

Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου αυτού υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\upsilon_{max} = \omega A'_B = \frac{2\pi}{T}\cdot A'_B \Rightarrow \upsilon_{max} = 4\pi\sqrt{2}\;m/s$$



ΘΕΜΑ 4ο

α) Για τη μάζα Μ: $x = A\eta\mu(\omega t + \phi_0)$

Στη χρονική στιγμή : $t = 0$ έχω $x = A = 0,2$ m

$$\omega = \sqrt{\frac{\kappa}{M}} = 30r/s$$

και εφόσον σε $t = 0$: $x = +A$, η $\phi_o = \frac{\pi}{2}$rad

Άρα $x = 0,2\eta\mu\left(30t + \frac{\pi}{2}\right)$

β) Βρίσκουμε την απομάκρυνση της μάζας Μ σε $t = \frac{4\pi}{90}$

$x = 0,2\eta\mu\left(30t + \frac{\pi}{2}\right) \xrightarrow{t=\frac{4\pi}{90}} x = -0,1m$ και την ταχύτητα της την ίδια χρονική στιγμή

$$\upsilon_M = \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu\left(30t + \frac{\pi}{2}\right) \xrightarrow{t=\frac{4\pi}{90}} \upsilon_M = 3\sqrt{3}m/s$$

Από ΑΔΕ ταλάντωσης αμέσως μετά την κρούση βρίσκουμε την ταχύτητα V του συσσωματώματος.

$$E_{ΟΛ} = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}\kappa A^2 = \frac{1}{2}(M+m)V^2 + \frac{1}{2}\kappa x^2 \rightarrow V = \pm 2\sqrt{3}\ m/s$$

Από ΑΔΟ στην κρούση κατά τον άξονα x, υπολογίζουμε την υ_x του βλήματος πριν την κρούση.

$$\vec{P}_{αρχ} = \vec{P}_{τελ} \Rightarrow M\vec{\upsilon}_M + m\vec{\upsilon}_x = (M+m)\vec{V} \quad (2)$$

Αν $\vec{V} = 2\sqrt{3}\ m/s \xrightarrow{(2)} \vec{\upsilon}_x = \frac{6}{5}\sqrt{3}\ m/s$ [απορρίπτεται γιατί $\vec{\upsilon}_x < 0$]

Αν $\vec{V} = -2\sqrt{3}\ m/s \xrightarrow{(2)} \vec{\upsilon}_x = -6\sqrt{3}\ m/s$ [δεκτή λύση]

οπότε τελικά από την ανάλυση της ταχύτητας στο βλήμα:

$$συν60^o = \frac{\upsilon_x}{\upsilon} \Rightarrow \upsilon = \frac{\upsilon_x}{συν60^o} \Rightarrow \upsilon = 12\sqrt{3}m/s$$

γ) Εξίσωση ταχύτητας για το συσσωμάτωμα $V = V_o συν(\omega' t + \phi'_o)$ όπου $\omega' = \sqrt{\frac{\kappa}{M+m}} = 20r/s$

$\upsilon_o = \omega' A = 4m/s$

Βρίσκω αρχική φάση φ΄o: $\upsilon = 4συν(20t + \phi'_o)$

σε t=0 και $\upsilon = -2\sqrt{3}m/s$ έχουμε: $-2\sqrt{3} = 4συν\phi'_o \Rightarrow συν\phi'_o = -\frac{\sqrt{3}}{2}$

$$\text{Άρα } \phi'_o = \frac{5\pi}{6} \text{ είτε } \phi'_o = \frac{7\pi}{6}$$

Για $\phi'_o = \frac{5\pi}{6}$ έχω $x > 0$. Άρα απορρίπτεται.

Για $\phi'_o = \frac{7\pi}{6}$ έχω $x < 0$. Δεκτή λύση.

Οπότε η εξίσωση γράφεται: $V = 4συν\left(20t + \frac{7\pi}{6}\right)$.

ΘΕΜΑ 5^o

α) Από τη εξίσωση της απομάκρυνσης βλέπουμε ότι το πλάτος της ταλάντωσης είναι $A = 0{,}1$ m και η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι $\omega = \pi\frac{r}{s}$

Έχουμε κίνηση του αγωγού μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, οπότε μεταβάλλεται η μαγνητική ροή (ΔΦ), άρα στα άκρα του εμφανίζεται Η.Ε.Δ. λόγω επαγωγής.

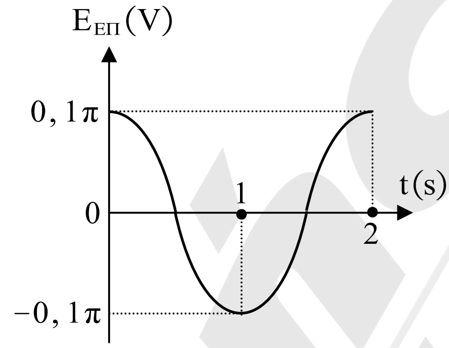
$$E_{επ} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(B \cdot S \cdot συν0^o)}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta S \cdot συν0^o}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta x \cdot \ell}{\Delta t} \rightarrow E_{επ} = B \cdot \upsilon \cdot \ell \quad (1)$$

Βρίσκω την εξίσωση της ταχύτητας : $\upsilon = \omega \cdot A \cdot συν\omega \cdot t \Rightarrow \upsilon = 0{,}1\ \pi \cdot συν(\pi \cdot t)$ (S.I)

Οπότε από $(1) \rightarrow \boxed{E_{επ} = 0{,}1\ \pi \cdot συν(\pi \cdot t)\ (S.I)}$

β) Από την εξίσωση της $E_{επ}$ έχουμε : $E_{επ_{max}} = 0,1\pi$ Volt

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \to T = \frac{2\pi}{\omega} \to T = 2\ s$$



γ) $R_{ΟΛ} = R + r \to R_{ΟΛ} = 0,2\ \Omega$

Τη χρονική στιγμή $t = 1\ s$: $E_{επ} = -0,1\ \pi$ Volt

άρα $I_{ΕΠ} = \dfrac{E_{επ}}{R_{ΟΛ}} \to I_{ΕΠ} = -0,5\ \pi\ A$

οπότε $V_{ΚΛ} = E_{επ} - I_{ΕΠ} \cdot r = -0,1\pi + 0,05\pi \Rightarrow \boxed{V_{ΚΛ} = -0,05\pi \text{ Volt}}$

Τα αρνητικά πρόσημα στα μεγέθη έχουν να κάνουν με την πολικότητα της $E_{επ}$, άρα και τη φορά του επαγωγικού ρεύματος.

ΘΕΜΑ 6ο

α) Τα ηλεκτρόνια που εισέρχονται στο χώρο του μαγνητικού πεδίου δέχονται δύναμη Lorentz η οποία δρα ως κεντρομόλος και τα θέτει σε κυκλική τροχιά. Εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση και κτυπούν σε απόσταση ίση με τη διάμετρο του κύκλου τους από το σημείο εισόδου στο μαγνητικό πεδίο, πάνω στο υλικό που έχουμε τοποθετήσει στο πίσω μέρος της επιφάνειας της ανόδου, αφήνοντας ίχνος. Αυτά που έχουν την μέγιστη κινητική ενέργεια, εκτελούν και τον κύκλο με τη μέγιστη διάμετρο που μετρήθηκε ίση με d. Ισχύουν:

$$\left.\begin{array}{r} F_L = F_κ\ ,\quad B \cdot \upsilon_{max} \cdot e = \dfrac{m \cdot \upsilon_{max}^2}{\frac{d}{2}}\ ,\quad \upsilon_{max} = \dfrac{B \cdot e \cdot d}{2 \cdot m} \\ K_{max} = \dfrac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon_{max}^2 = \dfrac{B^2 \cdot e^2 \cdot d^2}{8 \cdot m} = \dfrac{(3 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2}{8 \cdot 9 \cdot 10^{-31}} J = 2 \cdot 1,6^2 \cdot 10^{-19} J \\ \text{Αλλά είναι } 1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J, \quad \text{ή} \quad 1 J = \dfrac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} eV \end{array}\right\} \Longrightarrow$$

$$K_{max} = \frac{2 \cdot 1,6^2 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} eV = 3,2 \cdot eV$$

β) Η συχνότητα κατωφλίου είναι η ελάχιστη συχνότητα ακτινοβολίας, η οποία μπορεί μόλις να προκαλέσει έξοδο ηλεκτρονίων από την επιφάνεια του μετάλλου της καθόδου, χωρίς ταχύτητα. Ισχύει:

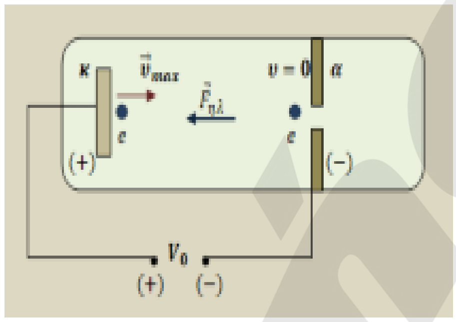
$$h \cdot f_0 = \varphi \qquad (1)$$

Εφαρμόζουμε τώρα τη φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein για τη συχνότητα $f = 1,5 \cdot 10^{15} Hz$:

$$h \cdot f = K_{max} + \varphi\ , \quad \overset{(1)}{\Rightarrow} \quad h \cdot f = K_{max} + h \cdot f_0$$

$$\text{ή } h \cdot (f - f_0) = K_{max} \Rightarrow h = \frac{K_{max}}{f - f_0} = \frac{3,2}{8 \cdot 10^{14}} eV \cdot s = 4 \cdot 10^{-15} eV \cdot s = 6,4 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s$$

γ) $\varphi = h \cdot f_0 = 4 \cdot 10^{-15} \cdot 7 \cdot 10^{14} eV = 2,8 \cdot eV$



δ) Η τάση αποκοπής είναι η ελάχιστη τάση που πρέπει να εφαρμόσουμε μεταξύ καθόδου και ανόδου της συσκευής, ώστε να μην φτάνουν στην άνοδο (***α***) τα εξερχόμενα ηλεκτρόνια από το μέταλλο της καθόδου (***κ***). Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να εφαρμόσουμε μια αντεστραμμένη διαφορά δυναμικού με (+) στο μέταλλο (***κ***) και (−) στο μέταλλο (***α***), τόση ώστε τα ηλεκτρόνια να επιβραδύνονται από τη δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου και μόλις να φτάνουν στο μέταλλο (***α***) με μηδενική ταχύτητα εκείνα που εξήλθαν από το μέταλλο (***κ***) με τη μέγιστη κινητική ενέργεια. Εφαρμόζουμε Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας:

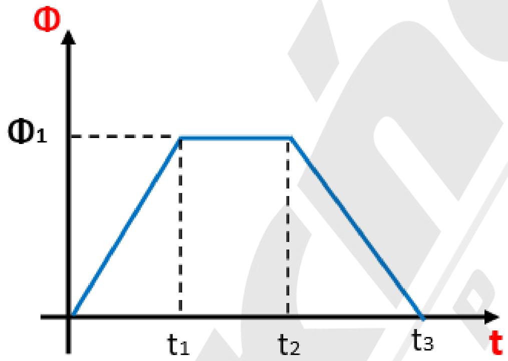
$$\Delta K = W_{ηλ} \ , \quad 0 - K_{max} = q_e (V_κ - V_α) \Rightarrow -K_{max} = -eV_0$$

$$\text{Τελικά } V_0 = \frac{K_{max}}{e} = \frac{3,2\text{eV}}{e} = 3,2\text{V}$$

3ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΘΕΜΑ 1ο

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



Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο έχει:

α. σταθερή ένταση και ίδια φορά σε όλη τη χρονική διάρκεια $0 \rightarrow t_3$.

β. σταθερή ένταση και ίδια φορά στις χρονικές διάρκειες $0 \rightarrow t_1$ και $t_2 \rightarrow t_3$

γ. σταθερή ένταση και αντίθετη φορά στις χρονικές διάρκειες $0 \rightarrow t_1$ και $t_2 \rightarrow t_3$.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Β. Φορτισμένο σωμάτιο φορτίου $q = +12\ mC$ και μάζας $m = 100\ g$ εκτοξεύεται με ταχύτητα $\upsilon_0 = 50\,\frac{m}{s}$ σε χώρο ανάμεσα στους οπλισμούς οριζόντιου πυκνωτή με φορά προς τα δεξιά. Η ένταση του Ομογενούς Ηλεκτρικού Πεδίου (Ο.Η.Π.) δίνεται $\mathcal{E} = 100\,\frac{N}{c}$ με φορά των δυναμικών ηλεκτρικών γραμμών προς τα κάτω. Συγχρόνως, στον ίδιο χώρο επικρατεί Ομογενούς Μαγνητικού Πεδίου (Ο.Μ.Π.), έντασης $B = 2T$ με φορά μαγνητικών γραμμών κάθετα στην σελίδα και προς τα μέσα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\ \frac{m}{s^2}$. Η κίνηση του σωματίου που παρατηρεί ένας εξωτερικός παρατηρητής θα είναι:

α. ευθύγραμμη ομαλή

β. παραβολική με φορά προς τα κάτω

γ. ομαλή κυκλική

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Γ. Το πλάτος της φθίνουσας ταλάντωσης αρμονικού ταλαντωτή μειώνεται εκθετικά με το χρόνο, σύμφωνα με τη εξίσωση $A = A_0 e^{-\Lambda t}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ η ολική ενέργεια του ταλαντωτή είναι E_0.

α. μετά πόσο χρόνο t_1 η ενέργεια του ταλαντωτή θα γίνει $E_1 = \frac{E_0}{2}$;

β. πόση είναι η ενέργεια του ταλαντωτή τη χρονική στιγμή $t_2 = 3t_1$;

ΘΕΜΑ 2ο

Κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς $K = 100\ N/m$ στερεώνεται στο κάτω άκρο, ενώ στο ελεύθερο πάνω άκρο του ισορροπεί μάζα $m = 0{,}12\ kg$. Ασκώντας στο σώμα κατακόρυφη δύναμη F με φορά προς τα πάνω το σώμα αποκτά ταχύτητα $\upsilon = 5\ m/s$ όταν έχει μετατοπιστεί $\Delta x = -0{,}1\ m$ από τη θέση της ισορροπίας του. Θεωρώντας αυτή σαν χρονική στιγμή $t = 0$, αφαιρούμε τη δύναμη F που ασκείται στο σώμα, οπότε αυτό εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με τα θετικά του άξονα προς τα κάτω.

α. Να βρεθεί το πλάτος της ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα.

β. Να γραφούν οι εξισώσεις της απομάκρυνσης και της ταχύτητας σε συνάρτηση με τον χρόνο για την απλή αρμονική ταλάντωση που εκτελεί το σώμα.

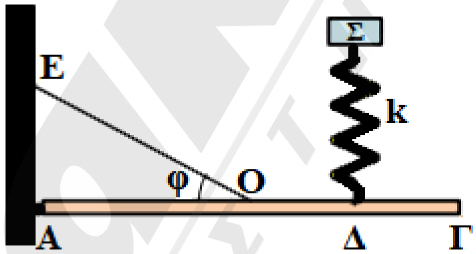
γ. Να βρεθεί το ποσό της προσφερόμενης ενέργειας στο σώμα

δ. Να βρεθούν: i) ο λόγος $\frac{U_{\max ΕΛ}}{U_{\max ταλ}}$ ii) ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας $\frac{dk}{dt}$ τη χρονική στιγμή $t=0$. Δίνεται $g=10\ m/s^2$

Θεωρήστε σαν αρχή του άξονα της ταλάντωσης τη θέση της ισορροπίας του σώματος.

ΘΕΜΑ3^o

Στη διάταξη του σχήματος η ομογενής ράβδος ΑΓ έχει μάζα $m=6Kg$, μήκος L και ισορροπεί στηριζόμενη σε άρθρωση στη μία άκρη Α και σε νήμα ΟΕ το οποίο είναι δεμένο στο μέσο της Ο και σχηματίζει γωνία $\varphi=30^o$ με τον άξονα της ράβδου, έτσι ώστε η ράβδος να παραμένει οριζόντια (όπως φαίνεται στο σχήμα). Πάνω στη ράβδο και στο σημείο Δ, του οποίου η απόσταση από το άκρο Γ της ράβδου είναι $L/4$, είναι στερεωμένο ένα κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο, σταθεράς $k=100\ N/m$, στο πάνω μέρος του οποίου ισορροπεί σώμα Σ, μάζας $m_Σ=1Kg$. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ μετακινούμε το σώμα Σ στη θέση όπου το ελατήριο είναι στο φυσικό του μήκος και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση. Θεωρώντας ως θετική φορά για την ταλάντωση τη φορά προς τα πάνω να υπολογίσετε:



α. το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ.

β. τη μέγιστη τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ.

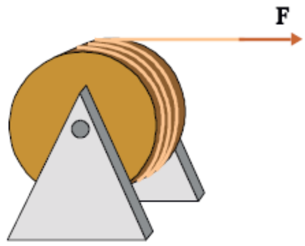
γ. το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη ράβδο από την άρθρωση, τη χρονική στιγμή όπου η τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ παίρνει την ελάχιστη τιμή.

δ. την κινητική ενέργεια του σώματος Σ τη χρονική στιγμή $t=\frac{\pi}{60}s$.

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

ΘΕΜΑ 4^o

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



α. Το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας.

β. Τη γραμμική ταχύτητα του ανώτερου σημείου της τροχαλίας την χρονική στιγμή $t_1 = 3\,s$.

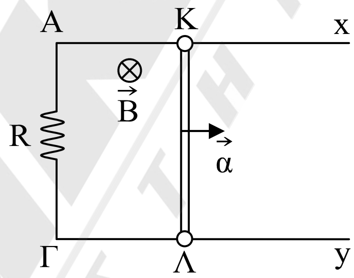
γ. Την συνολική ροπή των δυνάμεων που δέχεται η τροχαλία ως προς τον άξονα περιστροφής της.

δ. Το μήκος του νήματος που ξετυλίγεται από την τροχαλία στην διάρκεια του τέταρτου δευτερολέπτου της κίνησής της.

ΘΕΜΑ 5^{ο}

Α. Ποιες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια μιας περιόδου Τ, η στιγμιαία τιμή της έντασης ενός εναλλασσόμενου ρεύματος της μορφής $I = I_0 \cdot ημωt$, είναι ίση με την ενεργό ένταση του ρεύματος;

Β. Ο αγωγός ΚΛ του σχήματος έχει μάζα $m = 0{,}5\,kg$, μήκος $\ell = 1\,m$ και αμελητέα αντίσταση. Ο αγωγός μπορεί να κινείται χωρίς τριβή πάνω στα οριζόντια σύρματα Αx και Γy που δεν εμφανίζουν αντίσταση. Τα άκρα Α και Γ κλείνουν με ωμική αντίσταση $R = 2\,\Omega$ και όλο το σύστημα βρίσκεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1\,T$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο αγωγός (ΚΛ) είναι ακίνητος και αποκτά σταθερή επιτάχυνση $\alpha = 10\,m/s^2$.



$(t_0 = 0)$

1) Να γίνει η γραφική παράσταση του μέτρου της εξωτερικής δύναμης που πρέπει να ασκείται στον αγωγό (ΚΛ) σε συνάρτηση με τον χρόνο ώστε αυτός να κινείται με σταθερή επιτάχυνση από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 4\,s$.

2) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής του αγωγού στο παραπάνω χρονικό διάστημα.

ΘΕΜΑ 6^{ο}

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

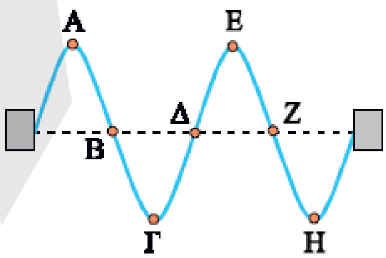
$$x = 0{,}1\,ημ\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (S.I.) \quad (S.I.)$$

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

α. $0{,}2\,m$, **β.** $-0{,}2\,m$, **γ.** $0\,m$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και δικαιολογείστε την απάντησή σας.

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



Τα αρμονικά κύματα που δημιουργούν το στάσιμο κύμα έχουν ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 6\ {}^{\text{cm}}\!/_{\text{s}}$.

Αν το χρονικό διάστημα που διαρκεί η κίνηση του σημείου Α από την θέση ισορροπίας μέχρι την θέση που ακινητοποιείται στιγμιαία για πρώτη φορά είναι $\Delta t = 0,5\,s$, τότε:

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

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

γ. το μήκος της χορδής είναι $d = 24\ cm$.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και δικαιολογείστε την απάντησή σας.

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

α. $2900\,K$, **β.** $5800\,K$, **γ.** $11600\,K$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και δικαιολογείστε την απάντησή σας.

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

α. $A_2 = 6\,cm$.

β. $A_2 = 6,4\,cm$.

γ. $A_2 = 4\,cm$.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και δικαιολογείστε την απάντησή σας.

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