Γ΄ Λυκείου

29 Απριλίου 2001

Θεωρητικό Μέρος

ΘΕΜΑ 1ο

1ο Ερώτημα

Ηλεκτρόνια επιταχύνονται και περνάνε μέσα από αέριο που αποτελείται από άτομα υδρογόνου τα οποία βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Τα άτομα διεγείρονται και στη συνέχεια εκπέμπουν γραμμικό φάσμα. Το ελάχιστο μήκος κύματος των ορατών ακτινοβολιών που παρατηρούνται είναι 433 nm.

1. Σε ποιο κύριο κβαντικό αριθμό αντιστοιχεί η διεγερμένη κατάσταση με την μεγαλύτερη ενέργεια ;
2. Ποιο είναι το ελάχιστο μήκος κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας ;
3. Μια ελληνική σημαία φωτίζεται μόνο με την ορατή ακτινοβολία του μεγαλύτερου μήκους κύματος που προκύπτει κατά την αποδιέγερση των ατόμων του υδρογόνου. Πώς θα φαίνεται η σημαία ;

Δίνονται: $h=6{,}6\cdot10^{-34}$ J·s , $c=3\cdot10^{8}$ m/s , $E_1=-13{,}6$ eV (ενέργεια θεμελιώδους κατάστασης) και $1J = 0{,}63\cdot10^{19}$ eV.

Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:

1. Έστω ότι η διεγερμένη κατάσταση με την μεγαλύτερη ενέργεια αντιστοιχεί σε κύριο κβαντικό αριθμό n.

Το φωτόνιο με λ=433 nm εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση από ην στοιβάδα με κύριο κβαντικό αριθμό n στην πρώτη διεγερμένη αφού αναφερόμαστε σε ορατή ακτινοβολία.

Τότε ισχύει: $E_n - E_2 = \dfrac{hc}{\lambda}$ ή $\left[-\dfrac{13{,}6}{n^2}-(-\dfrac{13{,}6}{2^2})\right]eV = 6{,}6\cdot10^{-34}\cdot\dfrac{3\cdot10^8}{433\cdot10^{-9}}\,j$ από όπου n = 5

2. Το ελάχιστο μήκος κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας αντιστοιχεί στην αποδιέγερση από n=5 στην θεμελιώδη n=1 Δηλαδή $E_5 - E_1 = \dfrac{hc}{\lambda_{min}}$, άρα $\lambda_{min} = \dfrac{hc}{E_5 - E_1}$ = 95,5 nm.

4. Η ορατή ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος αντιστοιχεί στην αποδιέγερση από n=3 σε n=2, έχουμε $E_3 - E_2 = \dfrac{hc}{\lambda}$, άρα $\lambda = \dfrac{hc}{E_3 - E_2}$ ή λ = 658 μήκος κύματος που αντιστοιχεί στο κόκκινο χρώμα και η σημαία θα φαίνεται κόκκινη και μαύρη.

Σημείωση: Το πραγματικό ελάχιστο μήκος κύματος της ορατής ακτινοβολίας προκύπτει στο $\lambda_{5\to2} = \dfrac{hc}{E_5 - E_2} \cong 437nm$

2ο Ερώτημα

Συμπληρώστε την αντίδραση της πυρηνικής σχάσης του ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ με κάποιον από τους πυρήνες που ακολουθούν

Αντίδραση : ${}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow ; + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

Πυρήνες : α. ${}^{197}_{79}Au$, β. ${}^{93}_{41}Nb$, γ. ${}^{141}_{56}Ba$, δ. ${}^{64}_{29}Cu$

1. Δίνεται ότι τα νουκλίδια με μαζικό αριθμό Α από 90 εως 145 έχουν ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 8,5 MeV περίπου, ενώ τα νουκλίδια με μαζικό αριθμό από 230 έως 240 έχουν ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 7,6 MeV περίπου.
Με βάση αυτό αλλά και την παραπάνω αντίδραση σχάσης να υπολογίσετε την ενέργεια που προκύπτει από τη σχάση ενός πυρήνα ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$.

2. Να υπολογίσετε την ισχύ P πυρηνικού αντιδραστήρα στον οποίο σχάζονται 2,35 g ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ σε ένα εικοσιτετράωρο.

Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:

1. Γράφουμε την αντίδραση ως εξής: ${}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{y}_{x}\mathrm{X} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

Αρχή διατήρησης του μαζικού αριθμού 1 + 235 = y + 92 + 3 => y= 141

Αρχή διατήρησης φορτίου 92 = x + 36 => x = 56

Ο πυρήνας στον οποίο αντιστοιχούν οι παραπάνω τιμές είναι του ${}^{141}_{56}Ba$ και η αντίδραση σχάσης συμπληρώνεται ως εξής: ${}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

2. Οι θυγατρικοί πυρήνες ${}^{141}_{56}Ba$ και ${}^{92}_{36}\mathrm{Kr}$ είναι πιο σταθεροί από τον μητρικό πυρήνα ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$

Η διαφορά της ενέργειας σύνδεσης ανάμεσα στον μητρικό πυρήνα και στους δύο θυγατρικούς πυρήνες εμφανίζεται ως εκλυόμενη ενέργεια κατά την σχάση.

Η εκλυόμενη ενέργεια κατά την σχάση κάθε πυρήνα ουρανίου είναι:

Q = [235 · (-7,6) - 141·(-8,5) - 92·(-8,5)] Mev =194,5 Mev

3. Το mol ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ αντιστοιχεί σε 235 g και περιέχει $N_A = 6{,}023 \cdot 10^{23}$ άτομα. Σε 2,35 g θα περιέχονται $N_1 = \frac{2{,}35}{235} N_A = 6{,}023 \cdot 10^{21}$ πυρήνες

Η ισχύς του αντιδραστήρα επομένως θα είναι:

$$P = \frac{N_1 Q}{t} = \frac{6{,}023 \cdot 10^{21} \cdot 194{,}5 \cdot 10^{6} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{86400}\,\mathrm{W} \Rightarrow P = 2{,}17\,\mathrm{MW}$$

ΘΕΜΑ 2ο

Ορίζουμε ως π**ίεση της ηλιακής ακτινοβολίας** $\mathbf{P_{\varphi} = I/c}$ το πηλίκο της έντασης Ι της Ηλιακής ακτινοβολίας (όλων των μορφών) που απορροφά ένα σώμα, προς την ταχύτητα του φωτός $c = 3\ 10^{8}$ m/s. Η ένταση της Ηλιακής ακτινοβολίας Ι ορίζεται ως το πηλίκο της ενέργειας W της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ανά μονάδα επιφάνειας ΔS και ανά μονάδα χρόνου Δt. ($I = \frac{\Delta W}{\Delta S \cdot \Delta t}$), που διέρχεται από την επιφάνεια ΔS όταν αυτή τεθεί κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας λίγο έξω από την ατμόσφαιρα της Γης όταν αυτή πέφτει κάθετα σε αυτή είναι $I_Γ$=14000 W/m^2, όταν η απόσταση κέντρων Γης - Ήλιου είναι d_1=1.5 10^{11} m, και η ατμόσφαιρα της Γης είναι αμελητέου πάχους συγκρινόμενη με την απόσταση d_1.

Η ακτίνα του Ήλιου είναι R_H = 6,96 ·10^8 m, της Γης $R_Γ$ = 6,4·10^6 m, 1 έτος = 365 ημέρες

G = 6,67·10^{-11} NmKg^{-2}, g_o = 9,8 m/s^2 (ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης).

1. Θεωρώντας ότι η Γη περιστρέφεται περίπου κυκλικά με ακτίνα d_1 γύρω από τον Ήλιο να βρείτε τη μάζα του Ήλιου.

2. Να υπολογίσετε την ένταση της ακτινοβολίας I_H στην επιφάνεια του Ήλιου.

3. Ο Άρης έχει περίοδο περιφοράς γύρω από τον Ήλιο T_A = 687 ημέρες. Να βρείτε την ένταση της Ηλιακής ακτινοβολίας σε σημείο του Ισημερινού του Άρη, λίγο έξω από την ατμόσφαιρα του Άρη. Θεωρείστε την ατμόσφαιρα πολύ μικρού πάχους σε σχέση με την απόσταση των κέντρων Άρη - Ήλιου.

4. Αν μια επιφάνεια είναι τελείως ανακλαστική τότε η πίεση της ακτινοβολίας που ασκείται σε αυτή είναι $P_φ$= $\frac{2I}{c}$ όταν αυτή τεθεί κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης της ακτινοβολίας. Υποθέτουμε ότι ένα «Ηλιακό ιστιοφόρο» χρησιμοποιεί ένα μεγάλο «πανί» μικρής μάζας και ως προωθητικό μέσο την ενέργεια και ορμή της Ηλιακής ακτινοβολίας όλων των μορφών. Το πανί θα τεθεί κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης της ακτινοβολίας.

Θα πρέπει το πανί να είναι απορροφητικό ή ανακλαστικό; Για ποιους λόγους;

Τι εμβαδόν πρέπει να έχει, ώστε να προωθεί «ηλιακό ιστιοφόρο» συνολικής μάζας m=10Kg αντίθετα με τη βαρυτική δύναμη που ασκεί ο Ήλιος σε αυτό; Εξαρτάται από την απόσταση από τον Ήλιο; Να αγνοήσετε άλλες βαρυτικές δράσεις.

Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:

1. Η ελκτική δύναμη από τον ήλιο δημιουργεί την κατάλληλη κεντρομόλο ώστε η γη να κινείται κυκλικά γύρω από τον ήλιο F = $F_κ$ => $G\frac{M_H M_Γ}{d_1^2} = \frac{M_Γ υ_Γ^2}{d_1}$ και $υ_Γ$= $\frac{2\pi d_1}{T_g}$ επομένως:

$$M_H = \frac{4\pi^2 d_1^{13}}{GT_Γ} \Rightarrow M_H \cong 2 \cdot 10^{30}\,\text{Kg}.$$

2. Η επιφάνεια του ήλιου έχει επιφάνεια $4πR_H^2$ και η ακτινοβολούμενη ισχύς θα είναι: $P_H = 4\pi R_H^2 I_H$ (P_H=$\frac{W}{\Delta t} = I\Delta S$) οπότε η ακτινοβολούμενη ενέργεια σε χρόνο Δt θα είναι:

$ΔW = P_HΔt = 4πR_H^2 I_H Δt$

Αυτή η ποσότητα ενέργειας θα περάσει από επιφάνεια σφαίρας ακτίνας $d_1΄ = d_1 – R_Γ$ δηλαδή:

$\Delta W = 4\pi d_1'^2 I_\Gamma \Delta t$ και $4\pi R_H^2 I_H \Delta t = 4\pi d_1'^2 I_\Gamma \Delta t \Rightarrow I_H = I_\Gamma \left(\frac{d_1'}{R_H}\right)^2$. Επειδή $R_\Gamma << d_1$ μπορούμε να γράψουμε $I_H = I_\Gamma \left(\frac{d_1}{R_H}\right)^2$.

Αντικαθιστώντας βρίσκουμε: $I_H = 6{,}5 \cdot 10^8$ W/m^2

3. Αντίστοιχα με το πρώτο ερώτημα $F_A = F_\kappa \Rightarrow G\frac{M_H M_A}{d_2^2} = \frac{M_A \upsilon_A^2}{d_2}$ και $G\frac{M_H}{4\pi^2} = \frac{d_2^3}{T_A^2} = \frac{d_1^3}{T_\Gamma^2}$

επομένως: $d_2 = d_1 \sqrt[3]{\left(\frac{T_A}{T_\Gamma}\right)^2}$ με αντικατάσταση: $d_2 = 2{,}28 \cdot 10^{11}$ m.

Όμως όπως αποδείξαμε: $\frac{I_H}{I_\Gamma} = \left(\frac{d_1}{R_H}\right)^2$ όμοια $\frac{I_H}{I_A} = \left(\frac{d_2}{R_H}\right)^2$ Άρα $I_A = I_\Gamma \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$ ή $I_A = 6060$ W/m^2

4. Στην περίπτωση που έχουμε πλήρη απορρόφηση από το πανί η πίεση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι: $P_\varphi = \frac{I}{c}$, ενώ όταν έχουμε ανάκλαση $P_\varphi' = 2\frac{I}{C} = 2P_\varphi$. Δηλαδή η δύναμη στο πανί θα είναι διπλάσια στην ανάκλαση σε σχέση με την πλήρη απορρόφηση $F_{\alpha\kappa\tau} = P_\varphi' S = 2\frac{I}{c} S$

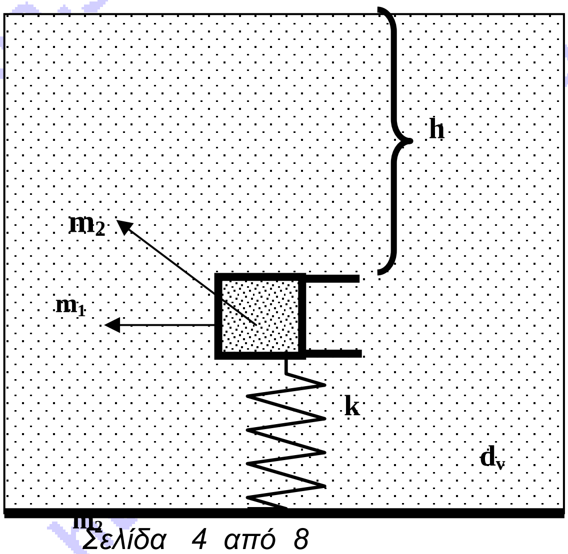
Επίσης αποκλείουμε το πανί που θα απορροφά πλήρως την ακτινοβολία, γιατί η θερμοκρασία του θα αυξάνονταν συνεχώς και θα καταστρέφονταν.

Όμως $\frac{I}{I_H} = \left(\frac{R_H}{d}\right)^2$ ή $I = I_H \left(\frac{R_H}{d}\right)^2$. Οπότε $F_{\alpha\kappa\tau} = \frac{2S}{c} I_H \left(\frac{R_H}{d}\right)^2$ (1)

Η ελκτική δύναμη που ασκεί ο ήλιος στη μάζα m είναι $F_{\varepsilon\lambda\kappa\tau} = G\frac{M_H m}{d^2}$

Για να μπορέσει να προωθείτε το «ιστιοφόρο» θα πρέπει $F_{\alpha\kappa\tau} \geq F_{\varepsilon\lambda\kappa\tau}$ ή $\frac{2S}{c} I_H \left(\frac{R_H}{d}\right)^2 \geq G\frac{M_H m}{d^2} \Rightarrow S \geq G\frac{M_H m}{2IR_H^2}c$ (2) με αντικατάσταση $S \geq 63{,}55$ m^2

Όπως βλέπουμε από την εξίσωση (2) η προώθηση εξαρτάται από την απόσταση d $F = \frac{1}{d^2}\left(\frac{2SI_H R_H^2}{c} - GM_H m\right)$, αν το πανί έχει μέγεθος μεγαλύτερο από 63,55 m^2 θα απομακρύνεται από τον ήλιο.



ΘΕΜΑ 3ο

Το ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k δένεται στον πυθμένα δοχείου, πολύ μεγάλου όγκου, που είναι γεμάτο με νερό, πυκνότητας $d_{\nu\varepsilon\rho}$. Στην άλλη άκρη του ελατηρίου είναι δεμένο οριζόντιο, μεταλλικό, κυλινδρικό δοχείο, σχήματος και μάζας m_1. Το δοχείο αυτό περιέχει αέριο He, μάζας m_2 και κλείνεται αεροστεγώς, με μεταλλικό έμβολο, αμελητέου βάρους, που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Στη θέση ισορροπίας του συστήματος, το αέριο He έχει όγκο V_0, το έμβολο βρίσκεται σε βάθος h κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού και το ελατήριο είναι συσπειρωμένο (βλέπε εικόνα). Το ύψος του εμβόλου είναι πολύ μικρότερο του ύψους h. Το σύστημα εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας του, κατά x, προς τα κάτω και αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί.

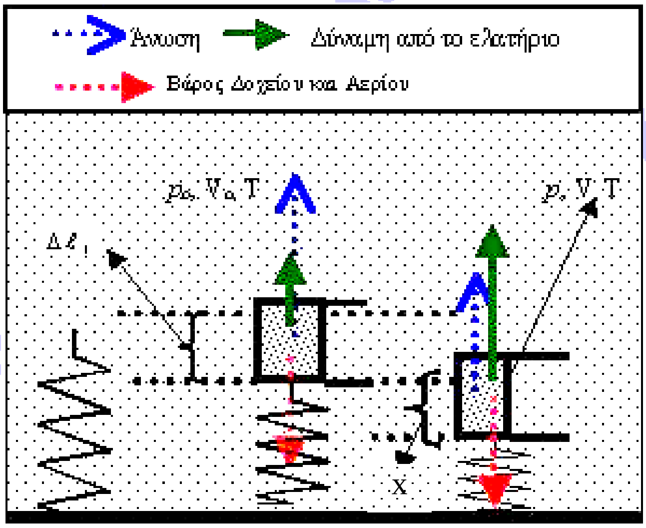
Α. Να εκφράσετε, σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x, τον όγκο του αερίου He.

Β. Να αποδείξετε ότι, αν $x \ll h$, το σύστημα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε τη συχνότητά της.

Να αμελήσετε την ατμοσφαιρική πίεση και τα φαινόμενα που σχετίζονται με την αντίσταση του νερού και να θεωρήσετε ότι, κατά την κίνηση του συστήματος, το κυλινδρικό δοχείο βρίσκεται διαρκώς και εξ ολοκλήρου μέσα στο νερό και η μεταβολή του αερίου γίνεται με σταθερή θερμοκρασία.

Δίνεται η σταθερή βαρυτική επιτάχυνση g στον τόπο του πειράματος.

Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:



Α. Στη θέση ισορροπίας του συστήματος ($2^η$ θέση της εικόνας), το έμβολο δέχεται την υδροστατική πίεση του νερού στο συγκεκριμένο βάθος (προσοχή, το ύψος του εμβόλου είναι αμελητέο σε σύγκριση με το ύψος h): $p_{υδρ} = ε_v h = d_v gh$ (1)

Από την ισορροπία του εμβόλου, προκύπτει ότι η πίεση του αερίου He στην κατάσταση αυτή είναι: $p_o = p_{υδρ} = d_v gh$ (2)

Εκτρέπουμε το σύστημα, από τη θέση ισορροπίας του, κατά x, προς τα κάτω ($3^η$ θέση της εικόνας). Εκεί, η πίεση του αερίου είναι: $p = p'_{υδρ} = d_v g(h + x)$ (3)

Η μεταβολή του αερίου, από τη $2^η$ θέση της εικόνας στην $3^η$ είναι ισόθερμη, μια το αέριο He βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το νερό.

$$p_oV_o = pV \Rightarrow V = V_o \frac{p_o}{p} \Rightarrow V = V_o \frac{d_v gh}{d_c g(h+x)} \Rightarrow V = V_o \frac{h}{h+x} \quad (4)$$

Β. Από τη συνθήκη ισορροπίας στη $2^η$ θέση της εικόνας, προκύπτει:

$B_{ολ} = F_{ελ1} + A_1 \Rightarrow (m_1 + m_2)\, g = k\, Δl_1 + d_v g V_o$ (5)

Στην 3η θέση της εικόνας, με θετική φορά την προς τα κάτω, έχουμε:

$$\Sigma F = B_{o\lambda} - F_{\varepsilon\lambda 2} - A_2 = (m_1 + m_2)g - k(\Delta l_1 + x) - d_v g V = (m_1 + m_2)g - k\Delta l_1 - k x - d_v g V_o \frac{p_o}{p} =$$

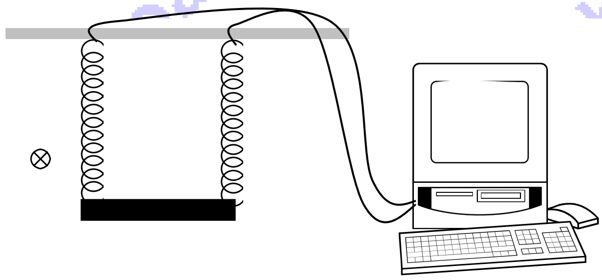
$$= (m_1 + m_2)g - k\Delta l_1 - k x - d_v g V_o - dvgVo \left(\frac{p_o}{p} - 1\right) = - k x - dvgVo \left(\frac{h}{h+x} - 1\right) =$$

$$= - k x + dvgVo \left(\frac{1}{h+x}\right) x = - \left(k - V_o \frac{d_v g}{h}\right) x = -D x, \quad D = k - V_o \frac{d_v g}{h}$$

Άρα το σύστημα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση. Η συχνότητα της κίνησης αυτής είναι:

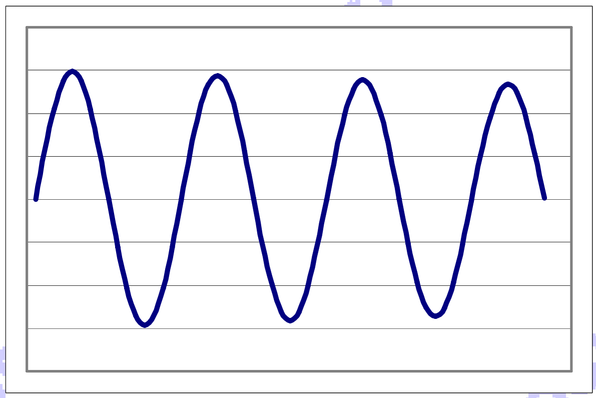
$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{D}{m_1 + m_2}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k - V_0 \dfrac{d_v g}{h}}{m_1 + m_2}}$$

Πειραματικό Μέρος



Ευθύγραμμη ομογενής μεταλλική ράβδος σταθερής διατομής μήκους l = 0,3 m, μάζας 1 Kg και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, τοποθετείται με τα άκρα της σε δύο όμοια ισομήκη ελατήρια στερεωμένα στο ταβάνι ενός εργαστηρίου.

Κάθε ελατήριο έχει σταθερά K=50 N/m. Στο εσωτερικό των ελατηρίων υπάρχουν χάλκινοι αγωγοί αμελητέας ωμικής αντίστασης, που με το ένα τους άκρο συνδέονται με την ράβδο στα σημεία σύνδεσης της με τα ελατήρια και με το άλλο με παλμογράφο μεγάλης εσωτερικής αντίστασης, ρυθμισμένο να μας δίνει την τιμή της τάσης σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η αγώγιμη ράβδος βρίσκεται σε ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο.



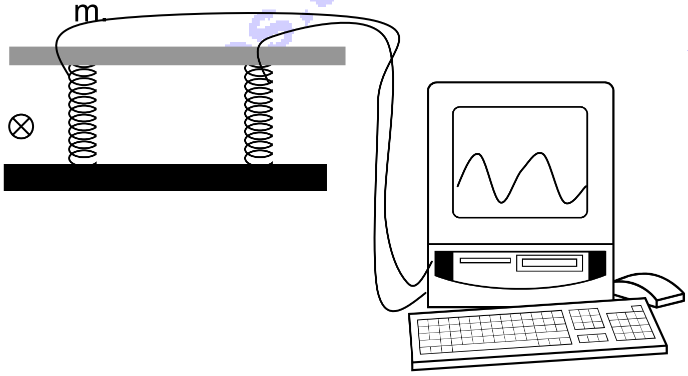
Αφού το σύστημα ηρεμήσει, εκτρέπουμε τη ράβδο προς τα κάτω κατά 10 cm και την αφήνουμε να κινηθεί.

Η ένδειξη στην οθόνη του παλμογράφου έχει την μορφή του επόμενου διαγράμματος.

Αν ο παλμογράφος είναι ρυθμισμένος, ώστε σε κάθε διάστημα μεταξύ των οριζόντιων γραμμών να αντιστοιχεί σε διαφορά δυναμικού 0,01 Volt να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου.

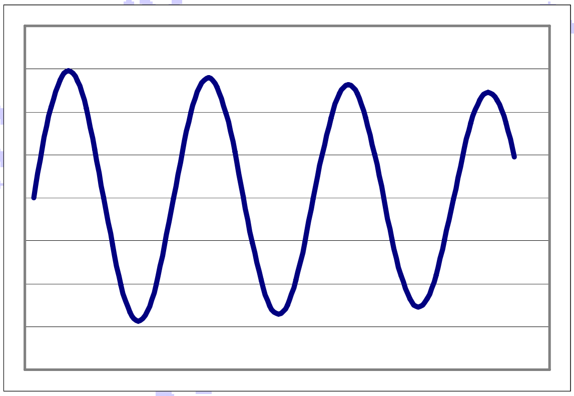
Ερμηνεύστε την μορφή του διαγράμματος και σχεδιάστε στην κόλλα σας την εξέλιξη της ταλάντωσης για χρόνο οκταπλάσιο από αυτόν της περιόδου.

Στη συνέχεια κόβουμε τα ελατήρια στη μέση και αντικαθιστούμε την αρχική ράβδο με μια αντίστοιχη ίδιας διατομής αλλά μεγαλύτερου μήκους την οποία τοποθετούμε πάνω στα δύο ελατήρια με τέτοιο τρόπο ώστε η απόσταση μεταξύ των ελατηρίων να παραμένει 0,3 m.



Εκτρέπουμε την ράβδο, από την νέα θέση ισορροπίας, προς τα κάτω κατά 10cm και την αφήνουμε. Χωρίς να αλλάξουμε τις ρυθμίσεις του παλμογράφου.

Η νέα μορφή των ενδείξεων του παλμογράφου είναι αυτή του επόμενου διαγράμματος.



Ερμηνεύστε την μορφή του διαγράμματος και σχεδιάστε στην κόλλα σας την εξέλιξη της ταλάντωσης για χρόνο οκταπλάσιο από αυτόν της περιόδου.

Υπολογίστε την μάζα και το μήκος της νέας ράβδου.

Να γίνουν τα διαγράμματα (σε κοινό σύστημα αξόνων) Μηχανικής , Κινητικής και Δυναμικής Ενέργειας σε συνάρτηση με τον χρόνο για τις δύο περιπτώσεις.

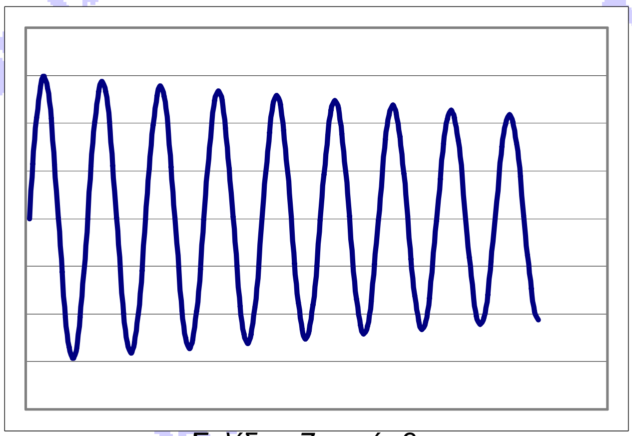
Αν παράλληλα στους ακροδέκτες του παλμογράφου, είχαμε βάλει ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως με μικρή αλλά όχι αμελητέα ωμική αντίσταση, να εξηγήσετε ποια θα περιμένατε να είναι η απεικόνιση του παλμογράφου και πώς θα μεταβάλλονταν η ενέργεια του συστήματος.

Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:

Η ένδειξη του παλμογράφου θα ταυτίζεται με την επαγωγική τάση στα άκρα της ράβδου, (η εμπέδηση του κυκλώματος θα οφείλεται αποκλειστικά στην ωμική αντίσταση του παλμογράφου αφού οι άλλες αντιστάσεις θεωρούνται αμελητέες.) Η επαγωγική τάση δίνεται από τη σχέση $E_{επ}$= -Bul (1) όπου υ η ταχύτητα της ράβδου και l το μήκος της

Η ράβδος εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση με περίοδο:

$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ (D=2K) $T=2\pi\sqrt{\frac{1}{100}}=0{,}2\pi=0{,}628s$ και



Για την πρώτη φορά που περνάει από την θέση ισορροπίας: $υ_o=ωχ_o=\frac{2\pi}{T}χ_o=1m/s$

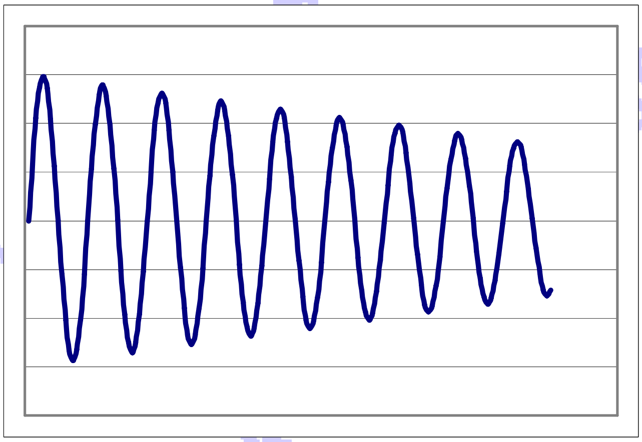
Από τις ενδείξεις του παλμογράφου υπολογίζουμε την τιμή της τάσης και βρίσκουμε ότι η μέγιστη τιμή της τάσης είναι ίση με 0,03 Volt

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου από την σχέση (1) θα είναι.

$V_o = B\upsilon_o l$ => $B=V/(l\ \upsilon_o)$=> B=0,03/0,3=0,1T

Η τάση που προκύπτει είναι εναλλασσόμενη ημιτονοειδούς μορφής με πλάτος που ελαττώνεται με τον χρόνο, λόγω ελάττωσης της μηχανικής ενέργειας του συστήματος.

Η εικόνα στην οθόνη του παλμογράφου αναμένεται να έχει την μορφή που φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα.



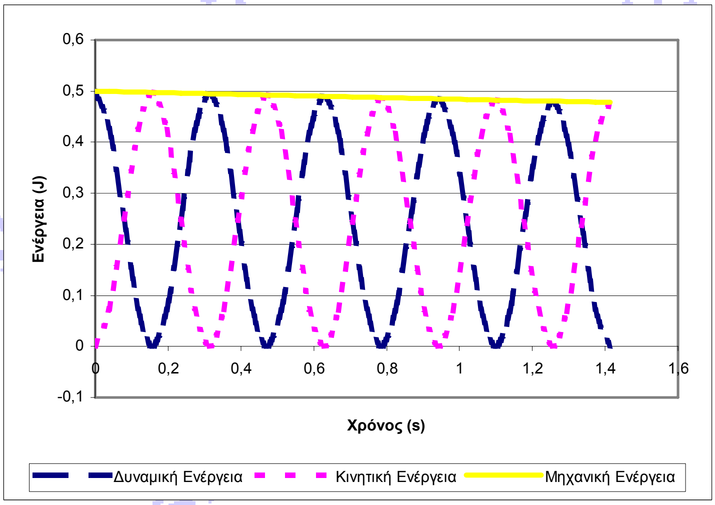
Στην δεύτερη περίπτωση ακολουθώντας παρόμοια διαδικασία και λαμβάνοντας υπόψη ότι για αυτή την περίπτωση D΄=4K (. . .). Η μάζα της ράβδου μπορεί να προσδιοριστεί από την περίοδο και αφού στα δύο διαγράμματα η περίοδος είναι ίδια θα πρέπει

$T=2\pi\sqrt{\frac{2m'}{D'}} \rightarrow T^2 D'/(4\pi^2)= m'$ => m΄=2 Kg

Αφού οι δύο ράβδοι είναι κατασκευασμένες από το ίδιο υλικό, έχουν την ίδια διατομή και η δεύτερη έχει διπλάσια μάζα οπότε θα έχει και διπλάσιο μήκος.

(Η ένδειξη του παλμογράφου δεν εξαρτάται από το μήκος της ράβδου αλλά από την απόσταση μεταξύ των ελατηρίων)

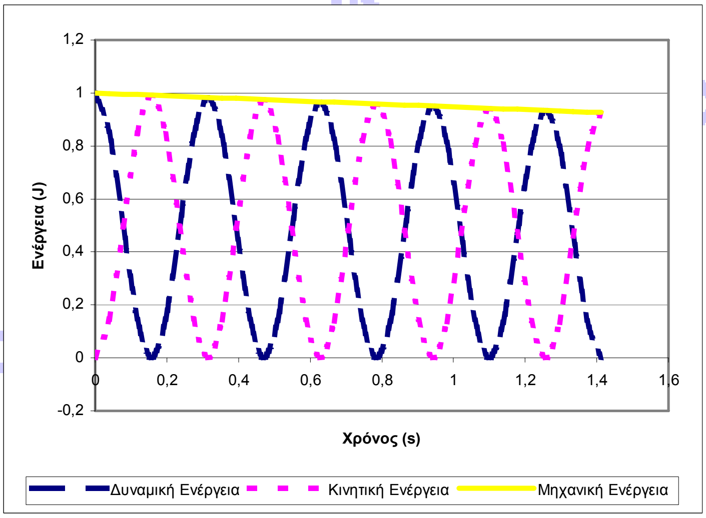
Η τάση που προκύπτει είναι εναλλασσόμενη ημιτονοειδούς μορφής με πλάτος που ελαττώνεται με τον χρόνο με μεγαλύτερο ρυθμό σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση λόγω ελάττωσης της μηχανικής ενέργειας του συστήματος.



Για την πρώτη περίπτωση $E_{δυν}=1/2Dx^2 = 50 \cdot 0,1^2$ $ημ^2(10\cdot t+\frac{\pi}{2})$ =0,5 · $ημ^2(10\cdot t+\frac{\pi}{2})$ J,

$E_{κιν}=1/2\ mu^2 = 1/2\ συν^2(10\cdot t+\frac{\pi}{2})$ J και $E_{μηχ}$=0,5 J

Οι αντίστοιχες τιμές για την μεγαλύτερη ράβδο θα είναι $E_{δυν}=1/2D'x^2 = 100\cdot 0,1^2\cdot$ $ημ^2(10\cdot t+\frac{\pi}{2})$ = $ημ^2(10\cdot t+\frac{\pi}{2})$ J ,



$E_{κιν}$=1/2 mu^2 = συν$^2(10\cdot t+\frac{\pi}{2})$ J και $E_{μηχ}$=1J

Αν στα άκρα του παλμογράφου είχαμε βάλει λαμπτήρα πυρακτώσεως με πολύ μικρή αντίσταση το κύκλωμα θα διαρρέονταν από ρεύμα με αποτέλεσμα στην ράβδο να εμφανιζόταν δύναμη Laplace με φορά διαρκώς αντίθετη της ταχύτητας με αποτέλεσμα το πλάτος και η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης να ελαττώνονται με τον χρόνο πιο γρήγορα και μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας να μετατρέπεται σε θερμότητα στον λαμπτήρα.