ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΩΤΕΡΑ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ

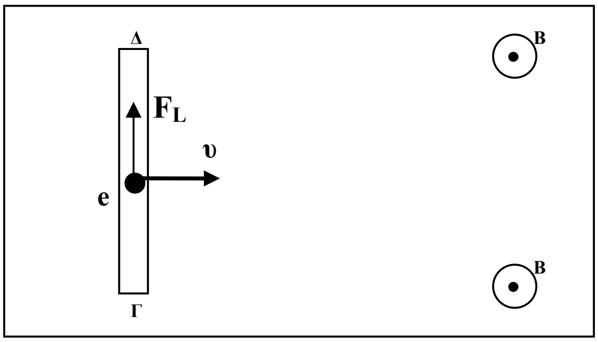
Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: **4 Ιουνίου 2007**
7.30 π.μ. – 10.30 π.μ.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Μέρος Α

1. (α) Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του αγωγού, συμμετέχοντας στην κίνηση του, κινούνται και αυτά με ταχύτητα υ κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Κάθε ελεύθερο ηλεκτρόνιο επειδή κινείται με την ταχύτητα **υ** μέσα σε μαγνητικό πεδίο θα δεχτεί δύναμη Laplace ίση με $F_L = Be\upsilon$, η φορά της οποίας φαίνεται στο σχήμα σύμφωνα με το κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού**.** Η συγκέντρωση ηλεκτρονίων στο ένα άκρο και το έλλειμμα στο άλλο άκρο δημιουργεί τη διαφορά δυναμικού (Η.Ε.Δ. από επαγωγή).



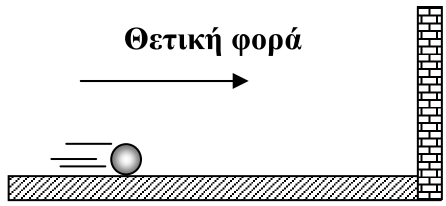
(β) Δ: χαμηλό δυναμικό (αρνητικός πόλος),
Γ: ψηλό δυναμικό (θετικός πόλος).

2. α) $u_0 = \omega y_0 = \dfrac{2\pi}{\mathrm{T}} y_0 \Rightarrow y_0 = \dfrac{u_0 T}{2\pi} = \dfrac{2 \cdot 2}{2\pi} = \dfrac{2}{\pi}\,\mathrm{m} = 0,64\,\mathrm{m}$

β) Όταν $t = 1,5s$, $u = -u_{\max}$, άρα το σώμα είναι στη θέση ισορροπίας ($y = 0$).

$a = -\omega^2 y = 0$.

3. (α) $P_{\pi\rho\iota\nu} = m\upsilon_{\pi\rho\iota\nu} = 0,06\,\text{kg}\cdot 40\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{s}} = 2,4\,\text{kg}\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{s}}$ (ή $\text{N}\cdot\text{s}$)



Σχήμα 1

$P_{\mu\varepsilon\tau\alpha} = m\upsilon_{\mu\varepsilon\tau\alpha} = 0,06\,\text{kg}\cdot\left(-40\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{s}}\right) = -2,4\text{kg}\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{s}}$ (ή $\text{N}\cdot\text{s}$)

$\Delta P = P_{\mu\varepsilon\tau\alpha} - P_{\pi\rho\iota\nu} = -2,4\,\text{kg}\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{s}} - 2,4\,\text{kg}\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{s}} = -4,8\,\text{kg}\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{s}}$ (ή $\text{N}\cdot\text{s}$)

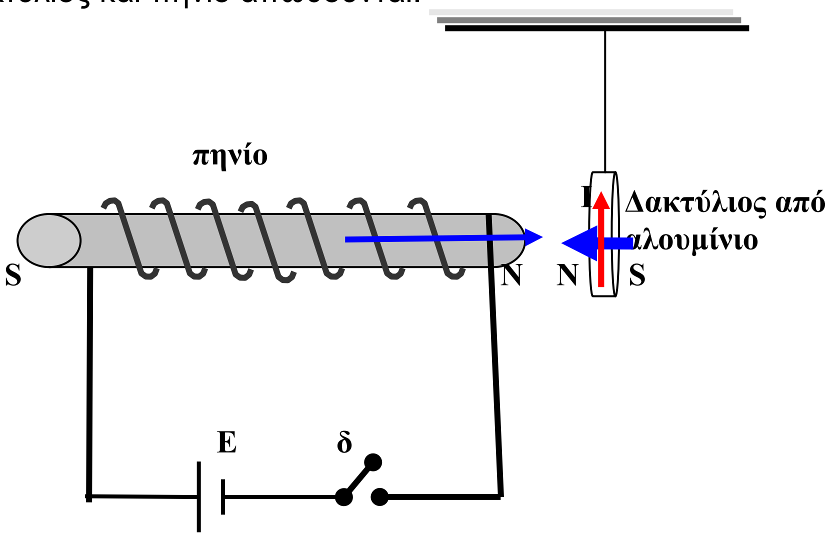
(β) $\Sigma F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{\mu} = \dfrac{-4,8}{0,10} = -48\text{N}$

Θεωρείται επίσης σωστό αν χρησιμοποιηθεί η αντίθετη φορά σαν θετική.

4. (α) τα επαγωγικά ρεύματα και τα αποτελέσματα τους, δυνάμεις Laplace που οφείλονται σε αυτά, έχουν τέτοια φορά, ώστε να αντιτίθενται στην αιτία που τα προκαλεί.

(β) Η αρχή διατήρησης της ενέργειας.

(γ) Το κλείσιμο του διακόπτη δημιουργεί ρεύμα στο πηνίο και το άκρο του που είναι κοντά στο δακτύλιο εμφανίζει βόρειο πόλο (κανόνας δεξιού χεριού). Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο, μεταβάλλει και τη μαγνητική ροή που περνά από το δακτύλιο. Λόγω αυτής της μεταβολής, δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα στο δακτύλιο, που έχει τέτοια φορά ώστε να εμφανίζεται μαγνητικό πεδίο αντίθετης φοράς σε σχέση με εκείνο του πηνίου. Η πλευρά του δακτυλίου που βρίσκεται προς τη μεριά του πηνίου εμφανίζει βόρειο πόλο, έτσι δακτύλιος και πηνίο απωθούνται.



5. α) ωt=2,5π $\Rightarrow \frac{2\pi}{T} t = 2,5\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{2,5\pi} 5 = 4\,\text{s}$

β) ut=20
u=20/5=4m/s.
γ) u=λf=λ/T, λ=4·4 = 16 m.

6. (α) Ροπή αδράνειας του συστήματος όταν το μυρμήγκι βρίσκεται στο κέντρο του δίσκου $I_1 = \frac{1}{2} MR^2$

Ροπή αδράνειας του συστήματος όταν το μυρμήγκι βρίσκεται στην περιφέρεια: $I_2 = \frac{1}{2} MR^2 + mR^2 = \frac{1}{2} MR^2 + \frac{1}{2} MR^2 = MR^2$

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της στροφορμής:

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow \frac{1}{2} MR^2\omega_1 = MR^2\omega_2 \Rightarrow \omega_2 = \frac{1}{2}\omega_1$$

(β) $\frac{E_{\kappa.\tau\varepsilon\lambda.}}{E_{\kappa.\alpha\rho\chi.}} = \frac{\frac{1}{2} I_2\omega_2^2}{\frac{1}{2} I_1\omega_1^2} = \frac{MR^2 \frac{1}{4}\omega_1^2}{\frac{1}{2} MR^2\,\omega_1^2} = \frac{1}{2}$

Μέρος Β

7. Α. Όταν η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν, η ορμή του συστήματος διατηρείται σταθερή.

Β. (α) $m_a = 0,02\text{kg}$, $\upsilon_a = \frac{P_a}{m_a} = \frac{0,2}{0,02} = 10\,\text{m/s}$

$m_\chi = 0,10kg$, $\upsilon_\chi = \frac{P_\chi}{m_\chi} = \frac{-0,1}{0,10} = -1\,\text{m/s}$

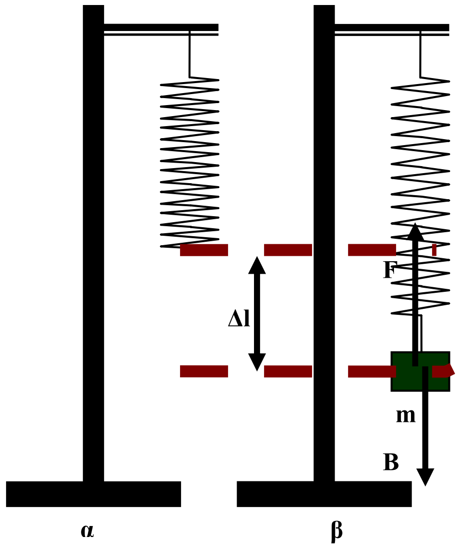
(β) $P_{\alpha\rho\chi} = P_a + P_\chi$, $P_{\alpha\rho\chi} = 0,2 + (-0,1) = 0,1\,\text{kg m/s}$ (ή $\text{N}\cdot\text{s}$)

(γ) $P_{\alpha\rho\chi} = P_{\tau\varepsilon\lambda}$ (Θεώρημα Διατήρησης της Ορμής),

$P_{\tau\varepsilon\lambda} = P_a' + P_\chi'$

$P_\chi' = 0,1 - (-0,1) = 0,2\,\text{kg m/s}$

8. **Α.** (α) Για να επιμερίζεται το σφάλμα (ελαχιστοποίηση σφαλμάτων) σε περισσότερες μετρήσεις.



(β) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$, στη θέση ισορροπίας (σχήμα β)

$\Sigma F = 0 \Rightarrow B = F$

$mg = K\Delta l \Rightarrow \frac{m}{K} = \frac{\Delta l}{g}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$

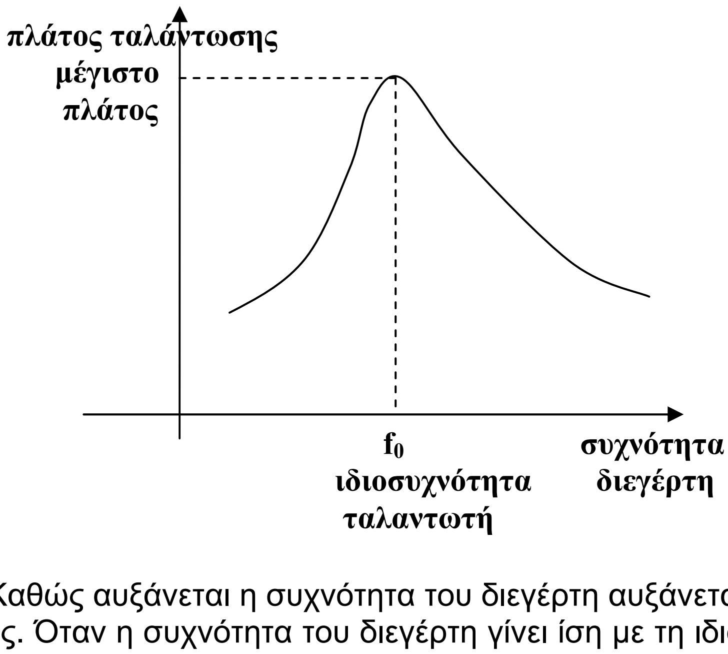
(γ) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{\Delta l}{g} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{g}\Delta l$

Από την πιο πάνω σχέση έχοντας τη γραφική $T^2 = f\left(\Delta l\right)$ μπορούμε να δούμε ότι η κλίση της γραφικής είναι $\varepsilon\phi\theta = \frac{4\pi^2}{g}$

$\varepsilon\varphi\theta = \frac{0,4}{0,1} = 4$, $g = \frac{4\pi^2}{\varepsilon\phi\theta} = \frac{4\pi^2}{4} = \pi^2 = 9,87\text{m/s}^2$.

Β. (α) Όταν ένας ταλαντωτής εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση, τότε ταλαντώνεται με τη συχνότητα του διεγέρτη (της εξωτερικής περιοδικής δύναμης που του προσφέρει ενέργεια). Αν η συχνότητα του διεγέρτη γίνει η ίδια με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή τότε έχουμε συντονισμό και το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μέγιστο.

(β)



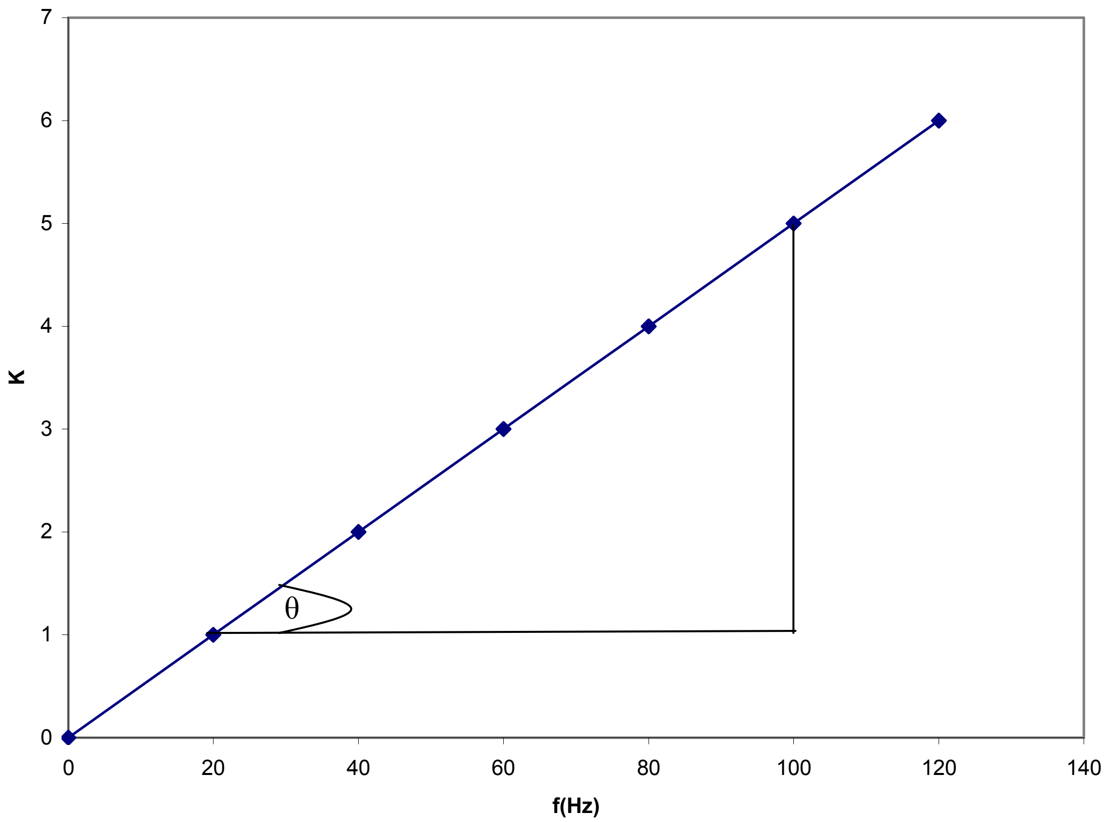
Εξήγηση: Καθώς αυξάνεται η συχνότητα του διεγέρτη αυξάνεται το πλάτος της ταλάντωσης. Όταν η συχνότητα του διεγέρτη γίνει ίση με τη ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή, το πλάτος της ταλάντωσης είναι μέγιστο. Με περαιτέρω αύξηση της συχνότητας το πλάτος αρχίζει να μειώνεται.

9. (α) (i) Το τρέχον κύμα μεταφέρει ενέργεια στο χώρο ενώ το στάσιμο κύμα δεν μεταφέρει ενέργεια στο χώρο (μένει στη περιοχή της ταλάντωσης των μορίων).

(ii) Στο τρέχον κύμα το πλάτος της ταλάντωσης είναι το ίδιο για όλα τα σημεία του μέσου ενώ στο στάσιμο κύμα το πλάτος διαφέρει από θέση σε θέση.

(iii) Η διαφορά φάσης στο τρέχον κύμα την ίδια χρονική στιγμή, είναι ανάλογη με την απόσταση των δύο μορίων και δίνεται από τη σχέση $\Delta\varphi = \frac{2\pi\,\Delta x}{\lambda}$, ενώ στο στάσιμο κύμα τα δύο μόρια είτε θα βρίσκονται σε φάση (διαφορά φάσης 0), είτε σε αντίθετη φάση (διαφορά φάσης π)

(β) (i)



(ii) $L = K\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{K}, \quad K = 1, 2, 3 ...$

$\upsilon = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{\upsilon}{f}$. Από τις δύο σχέσεις, παίρνουμε: $f = K\frac{\upsilon}{2L}$

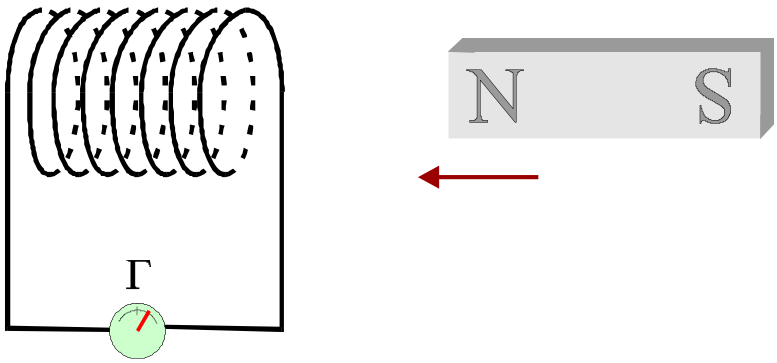
(iii) $\text{εφ}\theta = \frac{4}{80} = \frac{1}{20}$

$f = K\frac{\upsilon}{2L} \Rightarrow K = f\,\frac{2L}{\upsilon}$

άρα η κλίση θα είναι $\varepsilon\varphi\theta = \frac{2L}{\upsilon} \Rightarrow \upsilon = \frac{2L}{\varepsilon\varphi\theta} = \frac{2.1}{0,05} = 40\,\mathrm{m/s}$.

10. (α) Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που δημιουργείται σε ένα αγωγό ή κύκλωμα είναι ανάλογη με το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής σε αυτόν. $E = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

(β)
(ι) Πειραματική διάταξη

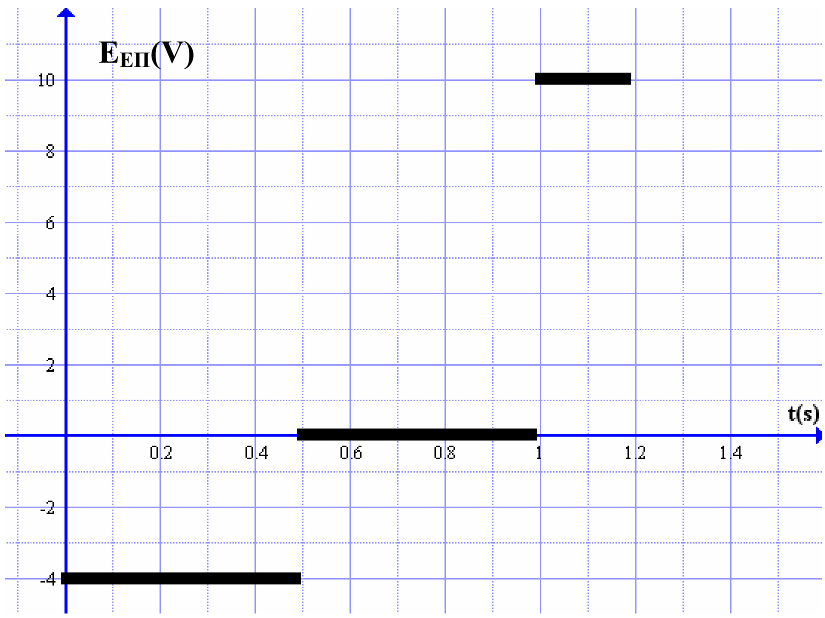


Συνδέουμε τα άκρα του πηνίου με το γαλβανόμετρο ώστε να δημιουργηθεί κλειστό κύκλωμα. Πλησιάζουμε τον μαγνήτη με το πηνίο, ή τα περιστρέφουμε, ή τα απομακρύνουμε μεταξύ τους. Τότε ο δείκτης του γαλβανομέτρου αποκλίνει.

(γ) Στη γραφική παράσταση έχουμε τρία διαστήματα

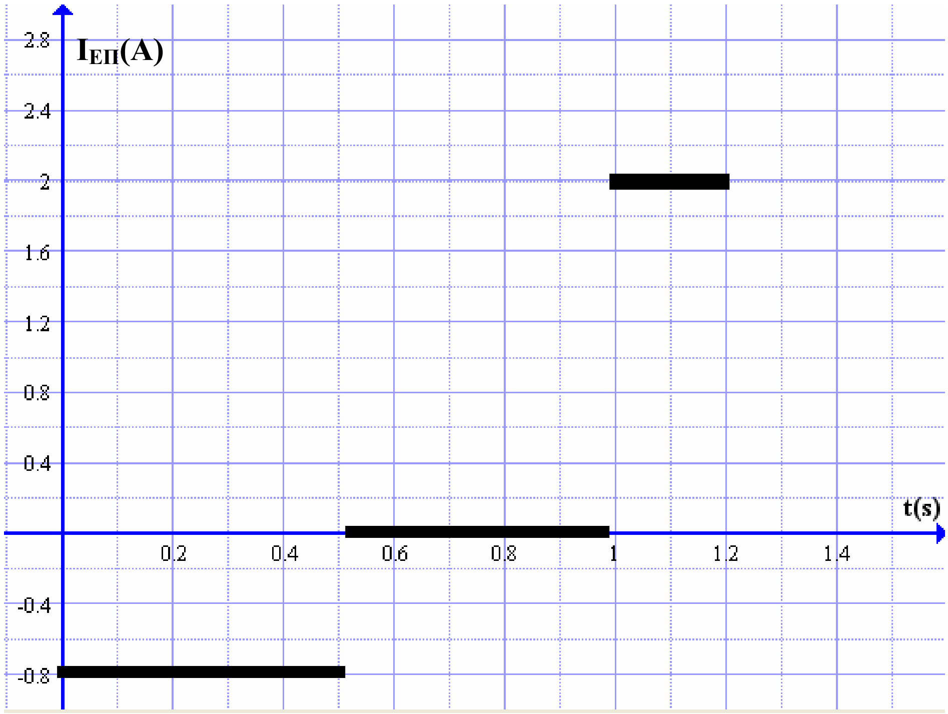
(i) 0 – 0,5 s: $\mathrm{E}_{\text{ΕΠ}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{2}{0.5} = -4V$, 0,5 – 1 s: $\mathrm{E}_{\text{ΕΠ}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0V$,

1 – 1,2 s: $\mathrm{E}_{\text{ΕΠ}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{2}{0,2} = 10\,\mathrm{V}$



(ii) 0 – 0,5 s: $I_{ΕΠ} = \frac{Ε_{ΕΠ}}{R} = -\frac{4}{5} = -0{,}8\text{A}$, 0,5 – 1 s: $I_{ΕΠ} = \frac{Ε_{ΕΠ}}{R} = \frac{0}{5} = 0\text{A}$

1 – 1,2 s : $I_{ΕΠ} = \frac{Ε_{ΕΠ}}{R} = \frac{10}{5} = 2\text{A}$



Μέρος Γ

11. **Α.** (α) Σε χρόνο t_1=0,50 s δεν φτάνει κύμα από καμιά πηγή
$x = u \cdot t = 0{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}25\,\text{m}\ (0{,}25\,\text{m} < 0{,}30\,\text{m} < 0{,}35\,\text{m})$ έτσι η απομάκρυνση είναι μηδέν
(β) Σε χρόνο t_2=0,65 s φτάνει μόνο το κύμα από την πηγή $Π_1$
$x = u \cdot t = 0{,}5 \cdot 0{,}65 = 0{,}325\,\text{m}\ \ (0{,}30\,\text{m} < 0{,}325\,\text{m} < 0{,}35\,\text{m})$

$\lambda = u \cdot T = 0{,}5 \cdot 0{,}2 = 0{,}1\,\text{m} = 10\,\text{cm}$

$$y = y_1 = y_0 \text{ημ} 2\pi \left(\frac{t_2}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) = 0{,}02 \text{ημ} 2\pi \left(\frac{0{,}65}{0{,}20} - \frac{0{,}30}{0{,}10} \right) = 0{,}02 \text{ημ} 2\pi \left(3{,}25 - 3 \right)$$

$$y = y_1 = 0{,}02 \text{ημ}(2\pi \cdot 0{,}25) = 0{,}02\text{m}$$

(γ) **Α' Τρόπος:** Η διαφορά των αποστάσεων από τις δύο πηγές είναι:
Δx=35-30=5cm = 1 · λ/2 =(2κ+1) · λ/2.
Συνθήκη απόσβεσης και έτσι η απομάκρυνση είναι **μηδέν.**

Β’ Τρόπος:
Σε χρόνο t_3=0,85 s φτάνει το κύμα από τις πηγές $Π_1$ και $Π_2$, έτσι θα είναι:

$$y = y_1 + y_2$$

$$y_1 = y_0 ημ2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_1}{\lambda}\right) = 0,02ημ2\pi\left(\frac{0,85}{0,20} - \frac{0,30}{0,10}\right) = 0,02ημ2\pi(4,25-3)$$

$$y_1 = 0,02ημ(2\pi \cdot 1,25) = 0,02\text{m} \Rightarrow y_1 = 0,02\text{m}$$

$$y_2 = y_0 ημ2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_2}{\lambda}\right) = 0,02ημ2\pi\left(\frac{0,85}{0,20} - \frac{0,35}{0,10}\right) = 0,02ημ2\pi(4,25-3,5)$$

$$y_2 = 0,02ημ(2\pi \cdot 0,75) = -0,02\text{m} \Rightarrow y_2 = -0,02\text{m}$$

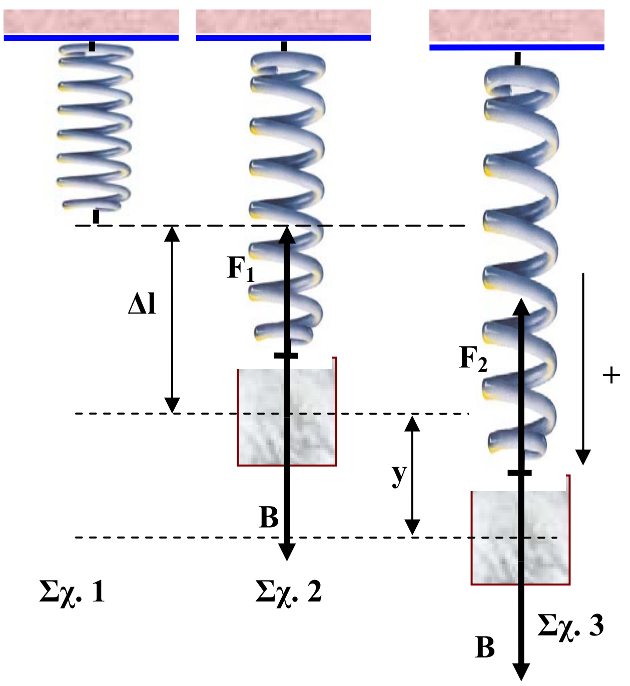
$$y = y_1 + y_2 = 0,02\text{m} - 0,02\text{m} = 0$$

Β. Α. (i) <u>περίθλαση στις σχισμές</u>, (ii) <u>συμβολή</u>

(β) $y = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ya}{D} = \frac{5.10^{-3}}{3} \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} = 500\,\text{nm}$.

12. **Α.**
(α) **Σχήμα 1:** Ελεύθερο ελατήριο
Σχήμα 2: Θέση Ισορροπίας
Σχήμα 3: Τυχαία θέση
<u>Σχήμα 2:</u> Β-F_1= 0
F_1=ΚΔl⇒ Β-ΚΔl=0

<u>Σχήμα 3:</u> ΣF=B-F_2
F_2=K(Δl+y)
ΣF=B-KΔl-Ky
<u>ΣF=-Ky</u>
Το σώμα εκτελεί Γ.Α.Τ. διότι η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ανάλογη της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας και έχει αντίθετη φορά από αυτή.



(β) Για $t = 0s$, $y = y_0$ έτσι:

$$y = y_0 ημ(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow y_0 = y_0 ημ\varphi_0 \Rightarrow ημ\varphi_0 = 1 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}\text{rad}$$

(γ) $y_0 = 0,10\,\text{m}$

$$K = m\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

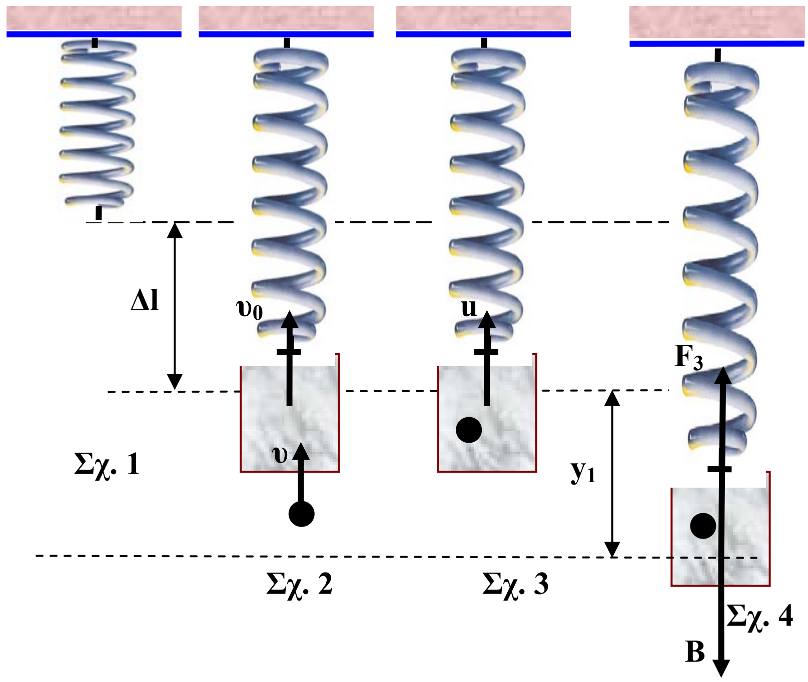
$$\omega = \sqrt{\frac{20}{0,2}} \Rightarrow \omega = 10\,\text{rad}/\text{s}$$

$$y = y_0 \eta\mu(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow y = 0{,}10\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$$ **ή** $y = 0{,}1\sigma\upsilon\nu 10t$ **[m, s]**

Β. (α) Το σώμα μάζας Μ έχει μέγιστη ταχύτητα λόγω του ότι διέρχεται από τη θέση ισορροπίας

$$\upsilon_0 = \omega y_0 \Rightarrow \upsilon_0 = 10.0{,}1 = 1\,{}^{m}\!/_{s}$$

Σχήμα 2: Παλιά θέση ισορροπίας πριν τη κρούση
Σχήμα 3: Παλιά θέση ισορροπίας μετά τη κρούση
Σχήμα 4: Νέα Θέση ισορροπίας



Θεώρημα διατήρησης της ορμής

$$M\upsilon_0 + m \cdot \upsilon = (M+m)u$$

$$u = \frac{M\upsilon_0 + m\upsilon}{M+m} = \frac{0{,}2\cdot 1 + 0{,}05\cdot 10}{0{,}2+0{,}05} = 2{,}8\,{}^{\mathrm{m}}\!/_{\mathrm{s}}$$

(β) $\Delta E = E_{\kappa.\mu\varepsilon\tau\alpha} - E_{\kappa.\pi\rho\iota\nu}$

$$\Delta E = \frac{1}{2}(M+m)u^2 - \left(\frac{1}{2}M\upsilon_0^{\,2} + \frac{1}{2}m\upsilon^2\right)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2}(0{,}2+0{,}05)\cdot 2{,}8^2 - \left(\frac{1}{2}\cdot 0{,}2\cdot 1^2 + \frac{1}{2}\cdot 0{,}05\cdot 10^2\right) = -1{,}62\mathrm{J}$$ **,.**

Πιθανοί λόγοι για απώλειες
(ι) Μόνιμη παραμόρφωση των σωμάτων
ή θερμότητα λόγω τριβών ή απώλειες λόγω ήχου.

(γ) Λόγω του ότι προστέθηκε ακόμα ένα σώμα στη ταλάντωση έχει αλλάξει η θέση ισορροπίας όπως φαίνεται στο σχήμα 4 και έτσι τα σώματα πλέον δεν βρίσκονται στη θέση ισορροπίας αλλά έχουν μια επιπλέον απομάκρυνση y_1, λόγω αύξηση της στατικής επιμήκυνση.

$$B' = F_3 \Rightarrow (M+m)g = K(\Delta l + y_1) \Rightarrow y_1 = \frac{mg}{K} = 0{,}025m$$

Διατήρηση ενέργειας

$$\frac{1}{2}(M+m)u^2 + \frac{1}{2}Ky_1^2 = \frac{1}{2}Ky_0'^2$$

$$\frac{1}{2}\left(0,2+0,05\right)\cdot 2,8^2 + \frac{1}{2}\cdot 20\cdot 0,025^2 = \frac{1}{2}\cdot 20\cdot y_0'^2$$

$$y_0' = 0,314m$$

Β' Τρόπος:

$$u = \omega'\sqrt{y_0'^2 - y_1^2} \Rightarrow u^2 = \omega'^2\left(y_0'^2 - y_1^2\right)$$

$$\Rightarrow y_0'^2 = \frac{u^2}{\omega'^2} + y_1^2 = \frac{u^2\left(M+m\right)}{K} + y_1^2$$

$$\Rightarrow y_0' = 0,314\,\mathrm{m}$$

- Τέλος -