ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΛΕΥΚΩΣΙΑ

ΕΝΙΑΙΕΣ ΓΡΑΠΤΕΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΛΥΚΕΙΩΝ 2005

Β΄ ΣΕΙΡΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΜΑΘΗΜΑ :	ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΧΡΟΝΟΣ :	2 Ώρες και 30 λεπτά
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :	13 Ιουνίου 2005
ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ :	10.45 π.μ

ΜΕΡΟΣ Α΄

1. Από το νόμο του Hooke υπολογίζουμε την σταθερά ελαστικότητας:

   $K = \frac{F}{\Delta x} = \frac{0,2}{0,04} = 5N/m$. ***(1 μ)***

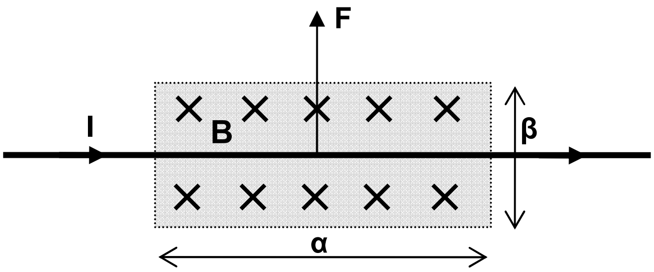
   Η ενέργεια που απαιτείται για να επιμηκύνουμε το σώμα από 14 cm σε 16 cm είναι:

   $\Delta E = \frac{1}{2}K(\Delta x_2^2 - \Delta x_1^2)$, όπου Δx_2 = 16 – 12 cm = 4 cm και Δx_1 = 14 – 12 cm = 2 cm. ***(2 μ)***

   Αντικαθιστούμε,

   $\Delta E = \frac{1}{2}5(0,04^2 - 0,02^2) = 0,003J$. ***(2 μ)***

2. (α) Η διεύθυνση και η φορά της δύναμης στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο φαίνεται στο σχήμα. ***(2 μ)***

   (β) Το μέτρο της δύναμης F δίνεται από τη σχέση:

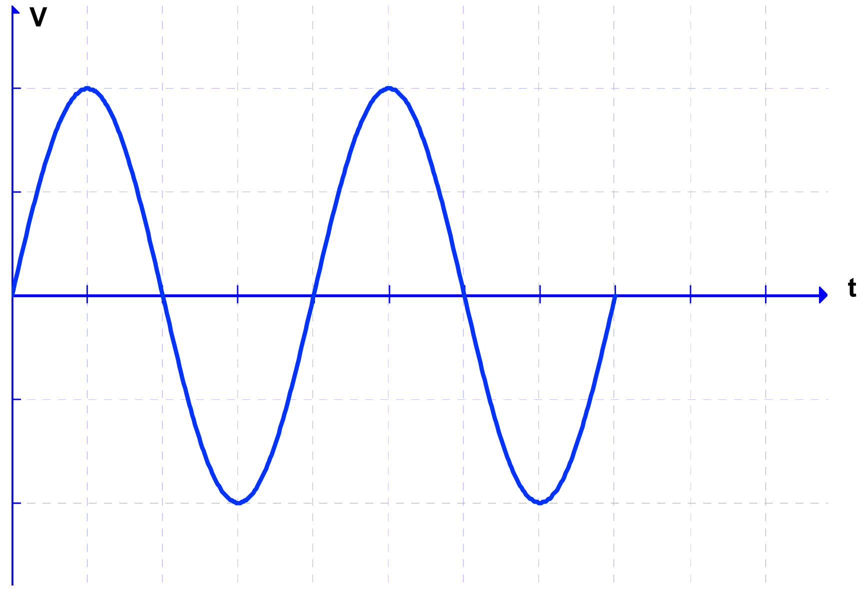
   $F = BIa$. ***(1,5 μ)***

   Αν διπλασιάσουμε την τιμή του **β** και αντιστρέψουμε τη φορά των μαγνητικών γραμμών:

   Το μέτρο της δύναμης F και η διεύθυνσή της θα παραμένουν τα ίδια εφόσον δεν εξαρτώνται από την τιμή του **β**. ***(1 μ)***

   Η φορά της F αντιστρέφεται όταν αντιστρέφεται η φορά των μαγνητικών γραμμών του πεδίου. ***(0,5 μ)***

3. (α) Στην οθόνη του παλμογράφου θα εμφανιστεί η εναλλασσόμενη τάση, όπως δείχνει το σχεδιάγραμμα: ***(3 μ)***



(β) Εάν διπλασιαστεί η συχνότητα **ν** περιστροφής του πλαισίου:

(i) θα διπλασιαστεί το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης, οπότε θα διπλασιαστεί το μέγιστο της τιμής της καμπύλης V = f(t), ***(1 μ)***

(ii) Θα διπλασιαστεί η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης, οπότε διπλασιάζεται ο αριθμός των κύκλων της καμπύλης V = f(t) στη μονάδα του χρόνου. ***(1 μ)***

4. (α) Η ένταση κύματος είναι η κυματική ενέργεια που περνά ανά μονάδα χρόνου στη μονάδα της επιφάνειας που είναι κάθετη στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, ή με μαθηματική σχέση,

$J = \dfrac{\Delta E}{\Delta S . \Delta t} = \dfrac{P}{\Delta S}$, όπου P είναι η ισχύς της πηγής. ***(1 μ)***

(i) Για σφαιρικό κύμα, $\Delta S = 4\pi r^2$, οπότε παίρνουμε,

$J = \dfrac{P}{4\pi r^2}$. ***(1 μ)***

(ii) Για επίπεδο κύμα περνά η ίδια κυματική ενέργεια για δεδομένη επιφάνεια, ίση με S, οπότε η ένταση είναι ανεξάρτητη της απόστασης από την πηγή.

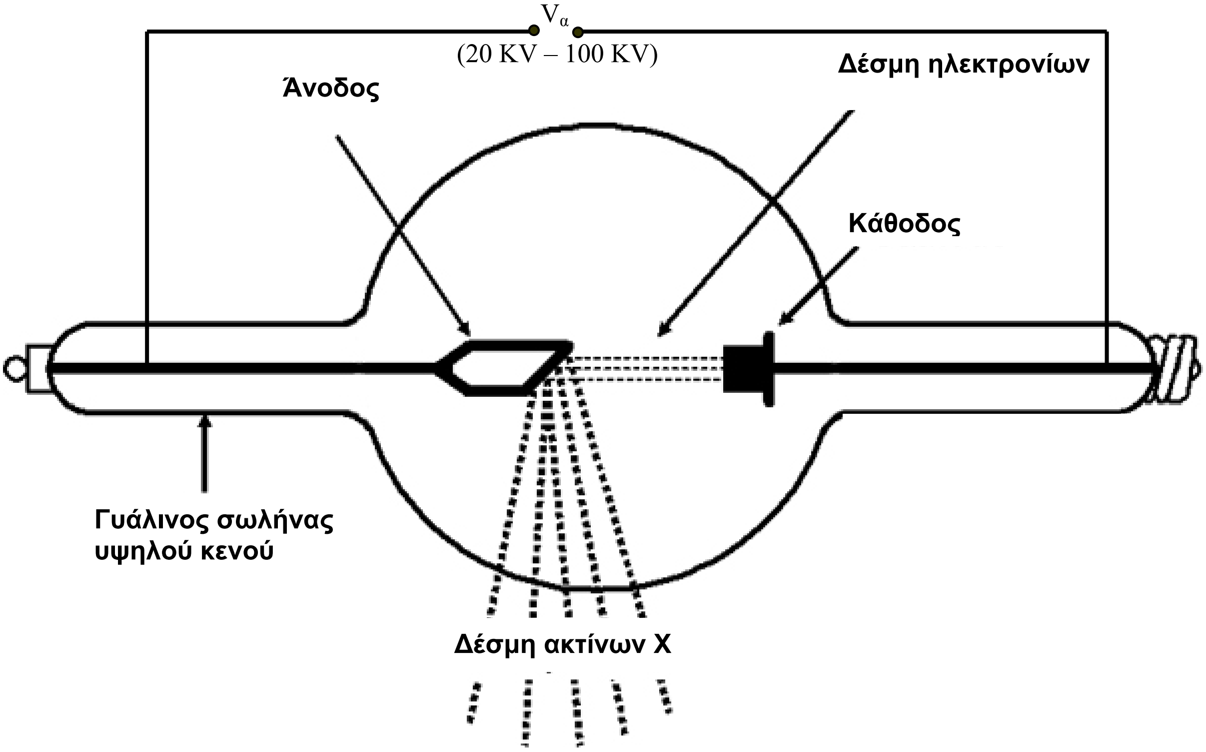
$J = \dfrac{P}{S}$. ***(1 μ)***

(β) ο συντελεστής απορρόφησης όταν ένα επίπεδο κύμα διέρχεται μέσα από ένα υλικό εξαρτάται:

(i) από το είδος του υλικού. ***(1 μ)***

(ii) από τη συχνότητα (ή μήκος κύματος) της ακτινοβολίας. ***(1 μ)***

5. (α) Σωλήνας παραγωγής ακτίνων **Χ** (σχηματικά). ***(1 μ)***



Η κάθοδος θερμαίνεται με συνεχή τάση και εξάγονται ηλεκτρόνια τα οποία επιταχύνονται με μεγάλη διαφορά δυναμικού προς την άνοδο. Τα ηλεκτρόνια φτάνουν στην άνοδο με μεγάλη ταχύτητα, άρα μεγάλη ενέργεια, και αλληλεπιδρούν με τα άτομα του υλικού της ανόδου. Με την αλληλεπίδραση αυτή παράγεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που ανήκει στο φάσμα των ακτίνων **Χ**. ***(2 μ)***

(β) Οι ακτίνες **Χ** που παράγονται στο σωλήνα Coolidge μπορούν να γίνουν πιο σκληρές (αύξηση της συχνότητάς τους) αν αυξήσουμε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου-καθόδου.
(2 μ)

6. (α) Δύο διαφορές μεταξύ τρέχοντος και στάσιμου κύματος:

   (i) Στο τρέχον κύμα η κυματική ενέργεια διαδίδεται από σημείο σε σημείο στο χώρο, ενώ στο στάσιμο κύμα η κυματική ενέργεια δε διαδίδεται αλλά παραμένει σε μια περιοχή του μέσου διάδοσης. ***(1 μ)***

   (ii) Στο τρέχον κύμα όλα τα σημεία του μέσου στο οποίο διαδίδεται το κύμα ταλαντώνονται ενώ στο στάσιμο κύμα υπάρχουν σημεία μόνιμα ακίνητα (δεσμοί). ***(1 μ)***

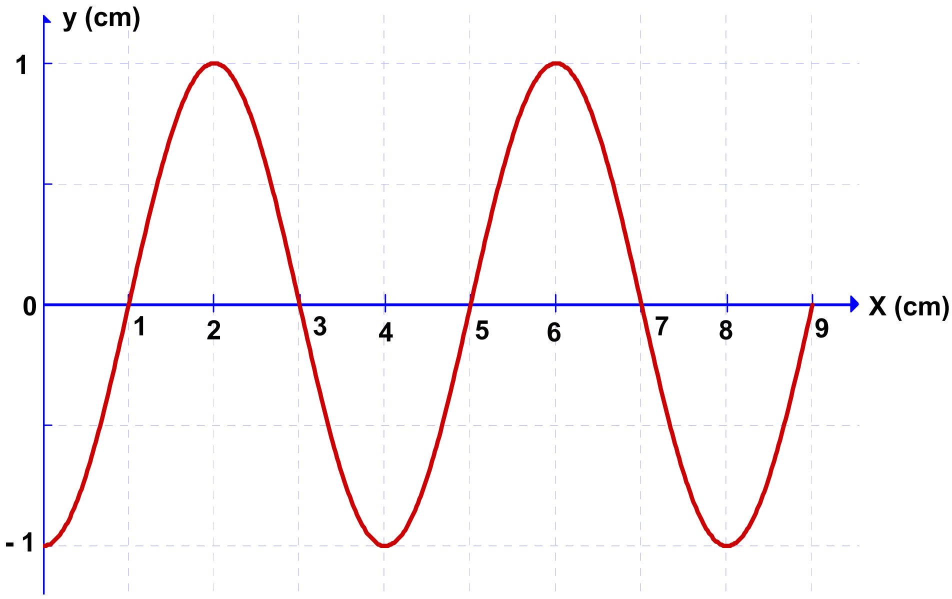
   (β) Το μήκος κύματος προκύπτει από τη γραφική παράσταση:

   $\lambda = 0{,}04m$.

   Η περίοδος του κύματος είναι,

   $$T = \frac{\lambda}{\upsilon} = \frac{0{,}04}{0{,}2} = 0{,}2s$$

   Επομένως ζητείται το στιγμιότυπο του κύματος μετά από χρόνο ίσο με t = 0,05 s = T/4, το οποίο φαίνεται στο σχήμα. ***(3 μ)***



ΜΕΡΟΣ Β΄

7. (α) Οι νόμοι του φωτοηλεκτρικού φαινομένου:

(1) Ο ρυθμός εξαγωγής ηλεκτρονίων από ένα μέταλλο είναι ανάλογη της έντασης της ακτινοβολίας του φωτός που προσπίπτει στο μέταλλο. ***(1 μ)***

(2) Η κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων από ένα μέταλλο δεν εξαρτάται από την ένταση της ακτινοβολίας αλλά είναι ανάλογη της συχνότητας της ακτινοβολίας. ***(1 μ)***

(3) Υπάρχει μια ελάχιστη τιμή της συχνότητας της ακτινοβολίας, που εξαρτάται από το υλικό του μετάλλου, για την οποία μόλις που παρατηρείται εξαγωγή ηλεκτρονίων. Αν η συχνότητα της ακτινοβολίας είναι κάτω από την οριακή συχνότητα είναι αδύνατη η εξαγωγή ηλεκτρονίων από το μέταλλο, ανεξάρτητα από το πόσο μεγάλη μπορεί να είναι η ένταση της ακτινοβολίας. ***(1 μ)***

(4) Η εξαγωγή ηλεκτρονίων από το μέταλλο γίνεται αμέσως με την πρόσπτωση της ακτινοβολίας, δεδομένου ότι η συχνότητά της είναι ίση ή μεγαλύτερη από την οριακή συχνότητα. ***(1 μ)***

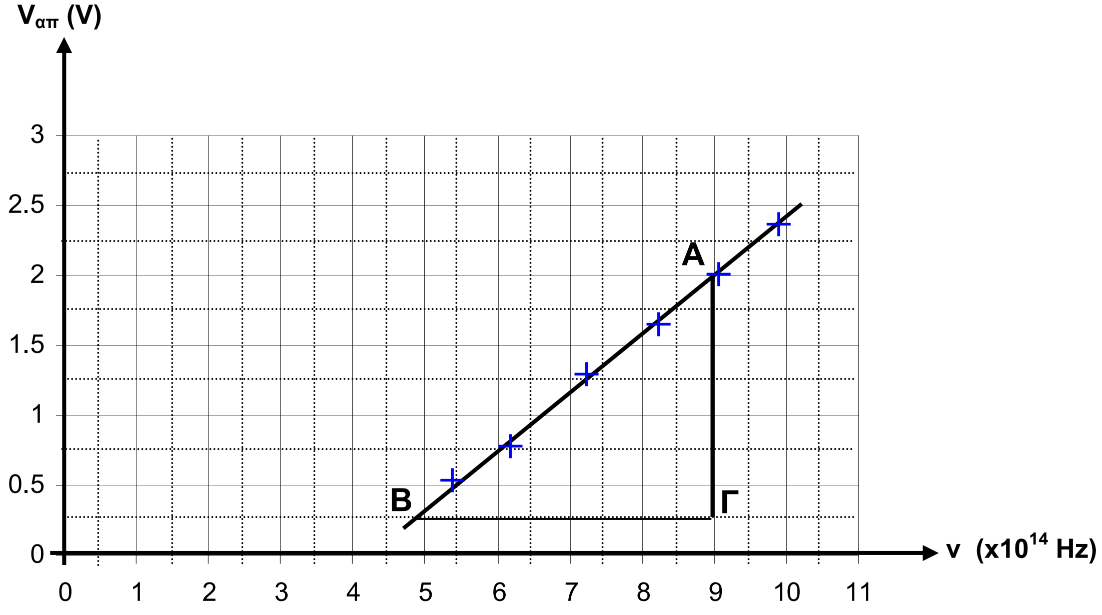
(β) Σύμφωνα με την κλασσική φυσική η ενέργεια μιας ακτινοβολίας (φωτός) μεταφέρεται κατά συνεχή τρόπο (κυματική θεωρία). Αυτή η ενέργεια μπορεί να δοθεί στα ηλεκτρόνια και να προκαλέσει την εξαγωγή τους από το μέταλλο, εφόσον θα ήταν αρκετή για να προκαλέσει το φαινόμενο. Αυτό σημαίνει ότι ο παράγοντας που θα καθόριζε την εξαγωγή ή όχι των ηλεκτρονίων από το μέταλλο θα ήταν η ένταση της ακτινοβολίας και όχι η συχνότητα. Θα έπρεπε δηλαδή ακτινοβολία μεγάλης έντασης ανεξαρτήτως της συχνότητάς της να εξάγει ηλεκτρόνια. Επομένως, σύμφωνα πάντα με την κλασσική φυσική, θα έπρεπε η κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων να εξαρτάται από την ένταση και όχι από τη συχνότητα της ακτινοβολίας. Επίσης φως μικρής έντασης, εφόσον θα προσπίπτει στο μέταλλο για μεγάλη χρονική διάρκεια θα μπορούσε σε μια στιγμή που τα ηλεκτρόνια θα απορροφούσαν την κυματική ενέργεια σε όλη αυτή τη διάρκεια, να πάρουν αρκετή ενέργεια για να μπορέσουν να ελευθερωθούν από το μέταλλο.
Όλα τα πιο πάνω δε συμφωνούν με τα πειραματικά αποτελέσματα, επομένως η κλασική φυσική αδυνατεί να εξηγήσει το φαινόμενο. ***(3 μ)***

(γ) Έχουμε τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein: $h\nu = E_{\kappa\iota\nu} + b$.
Επειδή $E_{\kappa\iota\nu} = eV_{\alpha\pi}$, παίρνουμε τη σχέση: $h\nu = eV_{\alpha\pi} + b$. Από αυτή έχουμε, $V_{\alpha\pi} = \frac{h\nu}{e} - \frac{b}{e}$. ***(1 μ)***
Από αυτή φαίνεται η γραμμική σχέση $V_{\alpha\pi} = f(\nu)$, η κλίση της οποίας είναι ίση με $\frac{h}{e}$. Υπολογίζουμε από τη γραφική παράσταση την κλίση της ευθείας.

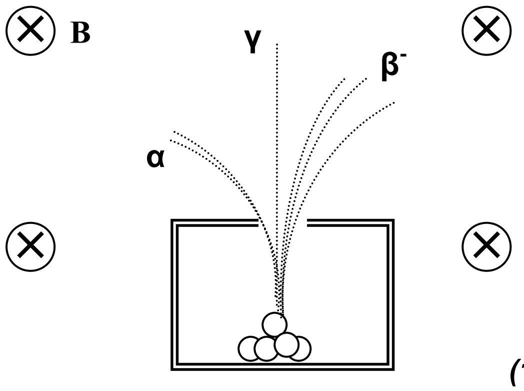
$$\kappa\lambda i\sigma\eta = \frac{\mathrm{A\Gamma}}{\mathrm{B\Gamma}} = \frac{1,75}{4,2x10^{14}} = 4,167x10^{-15}\,V.s$$ ***(1 μ)***

Επομένως,

$$\frac{h}{e} = 4,167x10^{-15} \Rightarrow h = 4,167x10^{-15}\,xe = 4,167x10^{-15}\,x1,6x10^{-19} = 6,67x10^{-34}\,J..s$$ ***(1 μ)***



8. (α) Ένας τρόπος είναι να αφήσουμε να περάσουν οι ακτινοβολίες κάθετα στις μαγνητικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. ***(1 μ)***
Επειδή η ακτινοβολία **γ** δεν φέρει ηλεκτρικό φορτίο, δεν επηρεάζεται από το πεδίο και διαδίδεται ευθύγραμμα χωρίς εκτροπή από την αρχική διεύθυνση. Από τη διεύθυνση της εκτροπής των άλλων δύο ακτινοβολιών **α** και **β**$^-$, διαπιστώνεται ότι πρόκειται για φορτισμένα σωματίδια και μάλιστα φέρουν αντίθετο φορτίο. Διαπιστώνεται επίσης ότι τα σωματίδια **α** είναι θετικά φορτισμένα και τα σωματίδια **β**$^-$ φέρουν αρνητικό φορτίο. ***(1 μ)***



(1 μ)

(β) (i) Οι ακτίνες **β**$^-$ παράγονται με τη διάσπαση ενός νετρονίου του πυρήνα:

$${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^{0}\beta^- + \bar{\nu} + \varepsilon\nu\acute{\varepsilon}\rho\gamma\varepsilon\iota\alpha$$
(1 μ)

Όταν ο πυρήνας περικλείει πολύ περισσότερη ενέργεια, οδηγεί τον πυρήνα σε εκπομπή ακτινοβολίας **γ** (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία), η οποία αφαιρεί αρκετή ενέργεια από τον πυρήνα, άρα ο πυρήνας γίνεται σταθερός, χωρίς μεταβολή των σωματιδίων του πυρήνα. ***(1 μ)***

(ιι) Στα εργαστήρια φυσικής οι ακτίνες **α** ανακόπτονται με πολύ λεπτό φύλλο χαρτιού, οι ακτίνες **β**$^-$ με φύλλο αλουμινίου πάχους περίπου 1 mm ενώ οι ακτίνες **γ** ανακόπτονται με πλάκα μολύβδου πάχους μερικών εκατοστών. ***(2 μ)***

(ιιι) Αν ο ανιχνευτής ραδιενέργειας τοποθετηθεί σε απόσταση 50 cm από το ραδιενεργό υλικό το οποίο εκπέμπει σωματίδια **α**, δεν πρόκειται να καταμετρά αυτά τα σωματίδια επειδή η εμβέλεια τους στον ατμοσφαιρικό αέρα κυμαίνεται από 2 cm μέχρι 10 cm. Επομένως δε θα μπορέσουν να διανύσουν απόσταση 50 cm μέσα στον ατμοσφαιρικό αέρα για να φτάσουν στον ανιχνευτή. ***(2 μ)***

(γ) Με βάση τη διατήρηση του μαζικού και του ατομικού αριθμού, έχουμε:

$${}_{86}^{220}Rn \rightarrow {}_{84}^{216}Po + {}_2^4a$$. ***(1 μ)***

9. (ι) Η περίοδος απλού εκκρεμούς είναι,

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$. ***(0,5 μ)***

Άρα

$T^2 = 4\pi^2 \dfrac{\ell}{g} \Rightarrow \ell = \dfrac{T^2 g}{4\pi^2}$. ***(0,5 μ)***

Αντικαθιστούμε για το εκκρεμές Α:

$\ell = \dfrac{2^2 x 9{,}81}{4x3{,}14^2} = 0{,}99m$. ***(1 μ)***

(ιι) Η φάση για το κάθε ένα εκκρεμές είναι:

$\Phi_1 = \dfrac{2\pi}{T_1}t$ και $\Phi_2 = \dfrac{2\pi}{T_2}t$

Τα δύο εκκρεμή βρίσκονται σε φάση όταν $\Phi_2 - \Phi_1 = 2\mathrm{K}\pi$, όπου Κ = 0,1, 2 ...

Άρα

$\dfrac{2\pi}{T_2}t - \dfrac{2\pi}{T_1}t = 2K\pi \Rightarrow t = \dfrac{KT_1T_2}{T_1 - T_2}$. ***(1 μ)***

Για Κ = 1 βρίσκουμε το χρόνο που ξαναβρίσκονται σε φάση για πρώτη φορά, μετά τη στιγμή t = 0. Άρα,

$t = \dfrac{KT_1T_2}{T_1 - T_2} = \dfrac{2x1{,}8}{2 - 1{,}8} = 18s$. ***(1 μ)***

Το εκκρεμές Α με περίοδο 2 s θα εκτελέσει 9 ταλαντώσεις και το εκκρεμές Β με περίοδο 1,8 s θα εκτελέσει 10 ταλαντώσεις. ***(1 μ)*** (β) (i) Η μάζα m εκτελεί ταλάντωση με τη συχνότητα του δονητή, δηλαδή με συχνότητα 10 Hz. ***(1 μ)***

(ii) Αν η συχνότητα του δονητή μεταβληθεί (1) από 10 Hz σε 8 Hz το πλάτος ταλάντωσης της μάζας **m** θα αυξάνεται. ***(0,5 μ)***
Αυτό θα συμβαίνει γιατί το πλάτος ταλάντωσης της μάζας γίνεται μέγιστο όταν η συχνότητα του ταλαντωτή γίνει ίση με την ιδιοσυχνότητα της μάζας που είναι ίση με 5 Hz. Αφού αρχικά η μάζα ταλαντώνεται με συχνότητα 10 Hz, η μεταβολή από 10 Hz σε 8 Hz πλησιάζει προς την ιδιοσυχνότητα της μάζας. ***(0,5 μ)***
Αν η συχνότητα του δονητή μεταβληθεί (2) από 10 Hz σε 12 Hz το πλάτος ταλάντωσης της μάζας **m** θα μειώνεται. ***(0,5 μ)***
Αυτό θα συμβαίνει γιατί η μεταβολή από 10 Hz σε 12 Hz απομακρύνεται από την ιδιοσυχνότητα της μάζας. ***(0,5 μ)***

(iii) Συντονισμός, στις ταλαντώσεις, ονομάζεται το φαινόμενο όπου ένας ταλαντωτής εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση και το πλάτος ταλάντωσης παίρνει τη μέγιστη δυνατή τιμή. ***(1 μ)***

(iv) Παραδείγματα συντονισμού: σε γεφύρια όταν περνά φάλαγγα στρατιωτών με βηματισμό. Οι συνέπειες είναι η κατάρρευση των γεφυριών. ***(0,5 μ)***
Ο συντονισμός μεταξύ μιας χορδής κιθάρας με ένα παλλόμενο διαπασών. Το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή πιο έντονου ήχου που μπορεί να αξιοποιηθεί στο κούρδισμα του αντίστοιχου έγχορδου οργάνου. ***(0,5 μ)***

10. Α). (α) Ένα στάσιμο κύμα σε μια χορδή δημιουργείται όταν δύο εγκάρσια κύματα, με τα ίδια χαρακτηριστικά, διαδοθούν κατά μήκος της χορδής σε αντίθετες κατευθύνσεις και συμβάλουν κατά μήκος της χορδής. Τα δύο εγκάρσια κύματα δημιουργούνται όταν θέσουμε σε ταλάντωση το ένα άκρο της χορδής, με τη βοήθεια δονητή, οπότε το κύμα που δημιουργείται διαδίδεται κατά μήκος της χορδής προς το άλλο άκρο, όπου αυτό ανακλάται και δημιουργείται το ανακλώμενο κύμα που συμβάλλει με το πρώτο. ***(2 μ)***

(β) (i) Εφόσον η χορδή πάλλεται με τη θεμελιώδη συχνότητά της, έχουμε δύο δεσμούς αντίστοιχα στα δύο άκρα της. Άρα το μήκος της χορδής ισούται με το μισό του μήκους κύματος: ***(0,5 μ)***

$\ell = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2\ell \Rightarrow \lambda = 2x0{,}6 = 1{,}2m$. ***(0,5 μ)***

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή είναι,

$\upsilon = \lambda \nu$. ***(0,5 μ***

Αντικαθιστούμε

$\upsilon = 1{,}2x40 = 48 m/s$. ***(0,5 μ)*** (ιι) Δύο τρόποι με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε τη συχνότητα ταλάντωσης του ήχου που παράγει μια χορδή είναι:

(1) να αυξήσουμε την τάση (δύναμη) η οποία κρατά τεντωμένη τη χορδή. ***(1 μ)***

(2) Να ελαττώσουμε το μήκος της χορδής, ***(1 μ)***

Β). (α) Η γραφική παράσταση $J = f(x)$ φαίνεται, ποιοτικά, στο σχήμα. ***(2 μ)***

(β) Η εξίσωση $J = f(x)$ είναι:

$J = J_0 e^{-\mu x}$, όπου μ είναι ο συντελεστής απορρόφησης.
Από τη γραφική παράσταση $J = f(x)$ υπολογίζουμε το πάχος $x_{1/2}$ του υγρού για το οποίο η ένταση J μειώνεται στο μισό της τιμής J_0. ***(1 μ)***

Τότε έχουμε

$\frac{J_0}{2} = J_0 e^{-\mu x_{1/2}} \Rightarrow \mu = \frac{\ln 2}{x_{1/2}}$. Από τη σχέση αυτή υπολογίζεται ο συντελεστής απορρόφησης. ***(1 μ)***

11. (α) (i) Ιονισμός ενός ατόμου είναι το φαινόμενο που το άτομο απορροφά αρκετή ενέργεια για να ελευθερωθούν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια και να γίνει ένα ιόν. ***(2 μ)***

(ii) Διέγερση ενός ατόμου είναι το φαινόμενο που το άτομο απορροφά αρκετή ενέργεια για να μεταπηδήσουν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια σε μεγαλύτερες επιτρεπόμενες ενεργειακές στάθμες. ***(2 μ)***

(β) (i) Όταν ένα φωτόνιο με ενέργεια 11,0 eV προσπέσει πάνω σε άτομο του στοιχείου που βρίσκεται στη θεμελιώδη στάθμη ενέργειας, θα απορροφηθεί από ένα ηλεκτρόνιο της θεμελιώδης στάθμης και θα ελευθερωθεί, δηλαδή θα γίνει ιονισμός του ατόμου. ***(1 μ)***
Αυτό θα συμβεί επειδή η ενέργεια του φωτονίου είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια ιονισμού (10,4 eV) του ατόμου. ***(1 μ)***

(ii) Όταν ένα φωτόνιο με ενέργεια 6,7 eV προσπέσει πάνω σε άτομο του στοιχείου που βρίσκεται στη θεμελιώδη στάθμη ενέργειας, θα απορροφηθεί από ένα ηλεκτρόνιο της θεμελιώδης στάθμης και θα μεταπηδήσει στην Τρίτη ενεργειακή στάθμη, δηλαδή θα γίνει διέγερση του ατόμου. ***(1 μ)***
Αυτό θα συμβεί επειδή η ενέργεια του φωτονίου είναι ακριβώς ίση με τη διαφορά των ενεργειών της θεμελιώδης με την τρίτη στάθμη. ***(1 μ)***

(γ) Φωτόνιο εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση του ατόμου, δηλαδή κατά την μεταπήδηση από μια ενεργειακή στάθμη σε μια άλλη μικρότερης ενέργειας.
Υπολογίζουμε το μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση από την τρίτη στη δεύτερη ενεργειακή στάθμη.

$$E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2}.$$ ***(0,5 μ)***

Αντικαθιστούμε,

$$\lambda = \frac{6{,}64x10^{-34}\,x3x10^{8}}{(5{,}5-3{,}7)x1{,}6x10^{-19}} = \frac{1{,}992x10^{-25}}{2{,}88x10^{-19}} = 691{,}67nm.$$ ***(1 μ)***

Επειδή για το ορατό φως: $400nm \le \lambda \le 750nm$, το φωτόνιο στην πιο πάνω αποδιέγερση ανήκει στο φάσμα του ορατού φωτός. ***(0,5 μ)***

12. (α) Κατά την περιστροφή του αγωγού εξασκείται στα ελεύθερα ηλεκτρόνιά του δύναμη από το μαγνητικό πεδίο. ***(1 μ)***
Η δύναμη έχει διεύθυνση κατά μήκος του αγωγού. Άρα γίνεται μετακίνηση ηλεκτρικού φορτίου (ηλεκτρονίων) προς το ένα άκρο του αγωγού (προς το Γ στη συγκεκριμένη περίπτωση). ***(1 μ)***
Δημιουργείται έτσι συσσώρευση ηλεκτρονίων στο ένα άκρο και απώλεια ηλεκτρονίων από το άλλο άκρο και έτσι αναπτύσσεται η διαφορά δυναμικού στα δύο άκρα. ***(1 μ)***

(β) Η απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού κατά την περιστροφή της ράβδου είναι ίση με,

$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell$, όπου υ είναι η ταχύτητα του κέντρου μάζας της ράβδου. Είναι

$\upsilon = \omega\frac{\ell}{2}$. Άρα

$E_{\varepsilon\pi} = \frac{B\omega\ell^2}{2} \Rightarrow \omega = \frac{2E_{\varepsilon\pi}}{B\ell^2}$. ***(3 μ)***

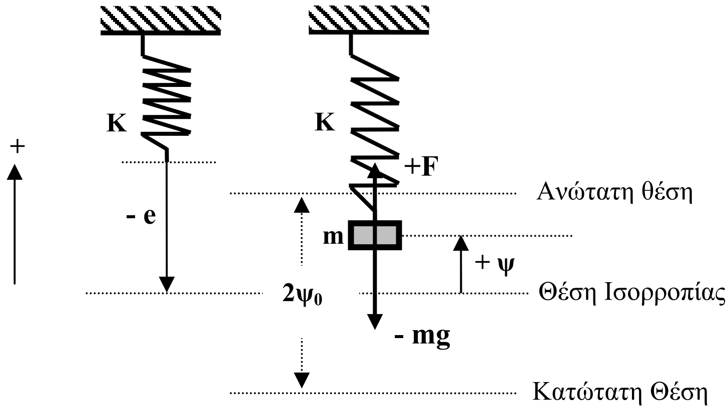
Αντικαθιστούμε,

$\omega = \frac{2x2}{0{,}4x2^2} = 2{,}5 rad/s$.***(1 μ)***

(γ) Αν η περιστροφή γινόταν όπως περιγράφεται στο πρόβλημα, αλλά γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο του αγωγού, θα είχαμε κίνηση ηλεκτρονίων από το κέντρο της ράβδου προς τα δύο άκρα, σε ίσα ποσά. Ως αποτέλεσμα τα δύο άκρα θα αποκτούσας ίσο δυναμικό (τιμή και πρόσημο), οπότε η διαφορά δυναμικού των δύο άκρων θα ήταν μηδέν. ***(3 μ)***

ΜΕΡΟΣ Γ΄

13. (α) Στο σχήμα φαίνεται η θέση του ελατηρίου χωρίς τη μάζα και οι δύο δυνάμεις, το βάρος και η δύναμη από το ελατήριο, που δέχεται η μάζα σε μια τυχαία θέση ψ της ταλάντωσής της.
Στη θέση ισορροπίας, έχουμε,



$\Sigma F = 0 \Rightarrow -mg + Ke = 0$

Στη θέση ψ έχουμε,

$\Sigma F = -mg + F = -mg - K(\psi - e)$. Λόγω της προηγούμενης σχέσης, έχουμε,

$\Sigma F = -K\psi$

Η τελευταία σχέση αποτελεί την αναγκαία και ικανή συνθήκη για γραμμική αρμονική ταλάντωση. ***(2 μ)***

Είναι,

$\Sigma F = m\gamma = -m\omega^2\psi$.

Άρα,

$K = m\omega^2$. ***(1 μ)***

Είναι

$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$. ***(1 μ)***

Λόγω της τελευταίας σχέσης, παίρνουμε,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$. ***(1 μ)***

(β)

(i) Είναι $K = m\omega^2 = m4\pi^2\nu^2$. ***(0,5 μ)***

Αντικαθιστούμε,

$$K = 0{,}1x4x(3{,}14)^2 \frac{100}{(3{,}14)^2} \Rightarrow K = 40N/m$$. ***(0,5 μ)***

(ii) Από τη συνθήκη ταλάντωσης: $F = -Kx \Rightarrow F = -40x0{,}1 = -4N$. ***(1 μ)***

(iii) Είναι $\gamma = -\omega^2 x \Rightarrow \gamma = -400x0{,}1 = -40m/s^2$. ***(1 μ)***

(iv) Στη θέση Α η κινητική ενέργεια του σώματος είναι διπλάσια από τη δυναμική ενέργεια. Άρα η δυναμική ενέργεια στη θέση Α είναι το $\frac{1}{3}$ της ενέργειας ταλάντωσης. Έχουμε έτσι τη σχέση,

$$E_{\delta\upsilon\nu(\mathrm{A})} = \frac{1}{3}E_{\tau\alpha\lambda} \Rightarrow \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{3}x\frac{1}{2}Kx_0^2 \Rightarrow x_0 = \sqrt{3}x = 0{,}17m$$. ***(2 μ)***

(v) Η μέγιστη τιμή της ταχύτητας του σώματος είναι,

$$\upsilon_0 = \omega x_0 = 20x0{,}17 = 0{,}34m/s$$. ***(1 μ)***

(vi) Η συχνότητα της ταλάντωσης του συστήματος είναι ανεξάρτητη της τιμής της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Επομένως αν αυτό μεταφερθεί στη Σελήνη η συχνότητα ταλάντωσης παραμένει η ίδια με την τιμή στη Γη. ***(1 μ)***

(γ) Από την εξίσωση $x = x_0\eta\mu\omega t$, βρίσκουμε για την ταχύτητα και την επιτάχυνση:

$\upsilon = \omega x_0 \sigma\upsilon\nu\omega t$ και

$$\gamma = -\omega^2 x_0 \eta\mu\omega t$$

(i) Η δυναμική ενέργεια ως συνάρτηση της θέσης x είναι:

$$E_{\delta\upsilon\nu} = \frac{1}{2}Kx^2$$

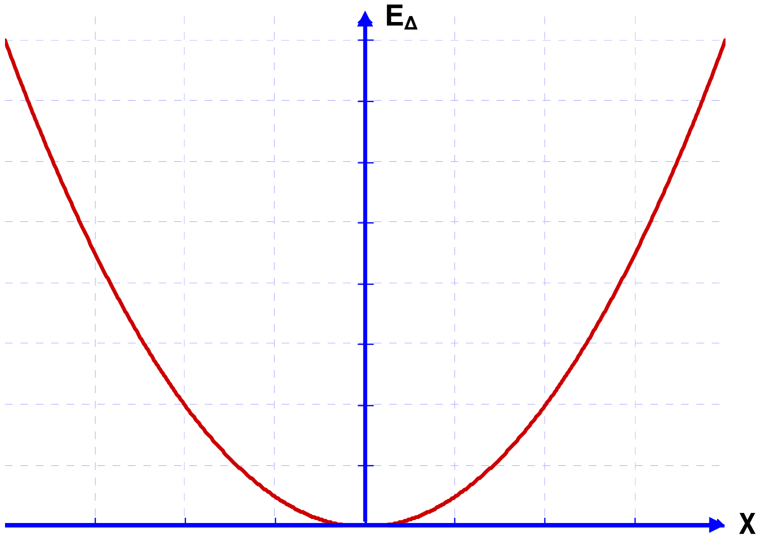
(ii) Η δυναμική ενέργεια ως συνάρτηση του χρόνου t είναι:

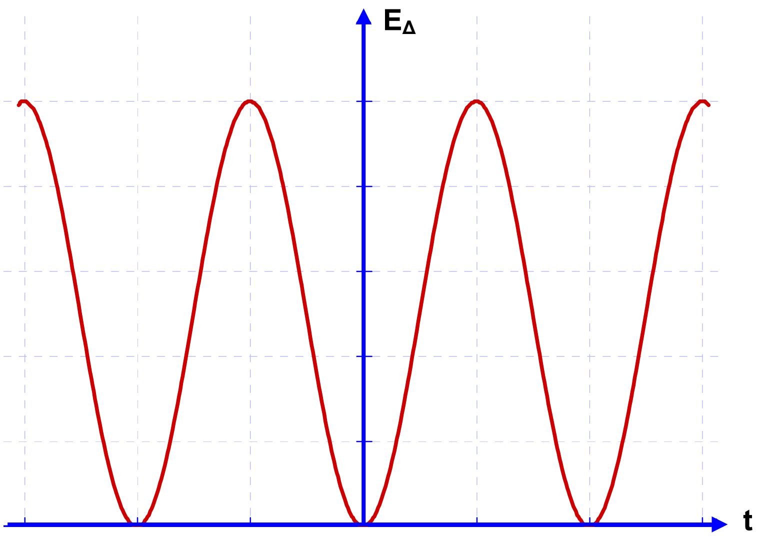
$$E_{\delta\upsilon\nu} = \frac{1}{2}K(x_0\eta\mu\omega t)^2 = \frac{1}{2}Kx_0^2\eta\mu^2\omega t$$

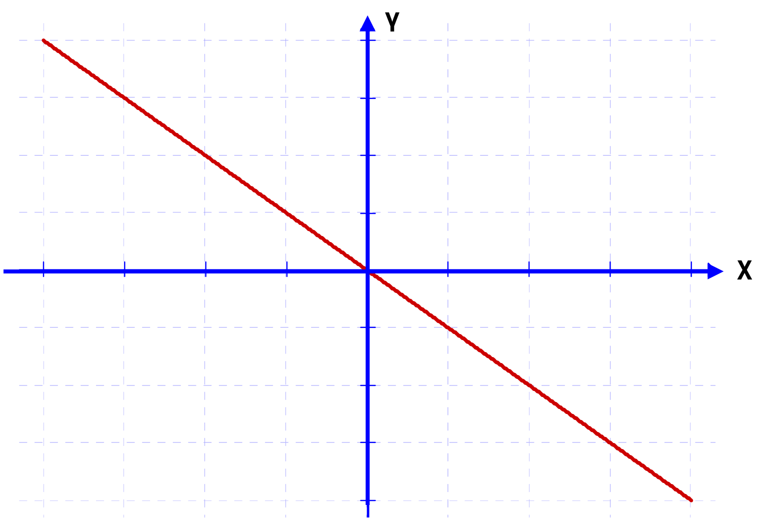
(iii) Η επιτάχυνση ως συνάρτηση της θέσης x είναι:

$$\gamma = -\omega^2 x$$

Από τις πιο πάνω εξισώσεις προκύπτουν εύκολα οι αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις:







14. (α) Από τη γραφική παράσταση: λ = 10 cm = 0,1 m. ***(2 μ)***

(β) Από τη χρονική διαφορά των δύο στιγμιότυπων βρίσκουμε την περίοδο. Δόθηκε ότι η χρονική διαφορά είναι 0,05 s. Αυτή αντιστοιχεί σε χρόνο ίσο με το ¼ της περιόδου. Άρα η περίοδος είναι Τ = 0,2 s.
Η ταχύτητα διάδοσης είναι:

$$\upsilon = \frac{\lambda}{T}$$. ***(1 μ)***

Αντικαθιστούμε,

$$\upsilon = \frac{0{,}1}{0{,}2} = 0{,}5 m/s$$. ***(1 μ)***

(γ) Από την περίοδο βρίσκουμε τη συχνότητα,

$$f = \frac{1}{T}$$.***(1 μ)***

Αντικαθιστούμε,

$$f = \frac{1}{0{,}2} = 5 Hz$$. ***(1 μ)***

(δ) Η εξίσωση του κύματος είναι:

$$\psi = \psi_0 \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$. ***(1 μ)***

Αντικαθιστούμε,

$$\psi = 0{,}02\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{0{,}2} - \frac{x}{0{,}1}\right) = 0{,}02\eta\mu 2\pi(5t - 10x)$$. ***(1 μ)***

(ε) Η ενέργεια του κύματος είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους. Άρα αν διπλασιάσουμε το πλάτος του κύματος, θα τετραπλασιαστεί η ενέργεια του κύματος. ***(1 μ)***

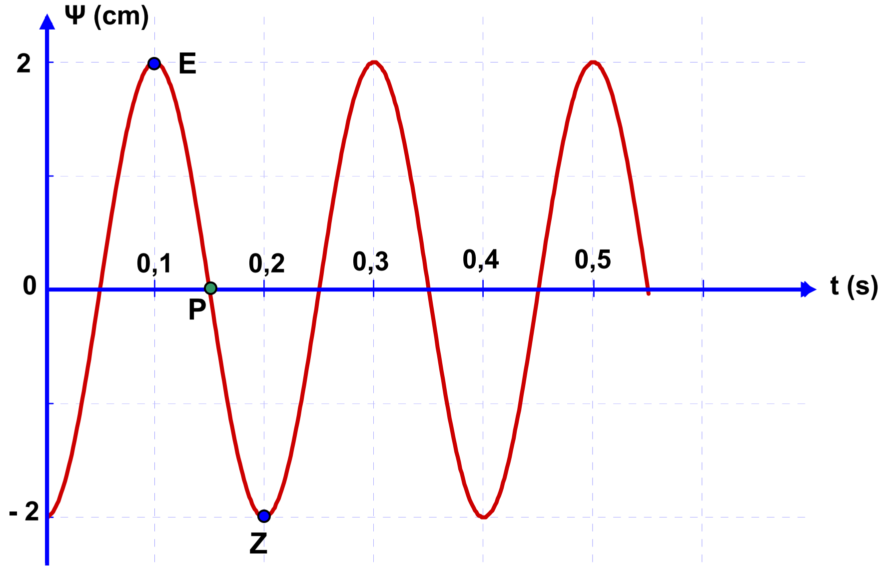
(ζ) Το σωματίδιο, που τη χρονική στιγμή t = 0 βρίσκεται στο σημείο **Δ**, εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση. ***(1 μ)***

Η εξίσωση της ταλάντωσης είναι:

$$\psi = -\psi_0 \sigma\upsilon\nu 2\pi\frac{t}{T}$$ ή

$$\psi = -0{,}02\sigma\upsilon\nu 10\pi t$$

Εύκολα προκύπτει, από την εξίσωση, η γραφική παράσταση $\psi = f(t)$. ***(2 μ)***



(στ) Στο σημείο **P** το σωματίδιο κινείται με μέγιστη ταχύτητα, περνά από τη θέση ισορροπίας. ***(2 μ)***

(η) Στα σημεία, **E** και **Z**, το σωματίδιο έχει διαφορά φάσης 180°, η χρονική διαφορά των δύο σημείων είναι Τ/2. ***(1 μ)***

15. (α) Η μαγνητική ροή είναι $\Phi = B.S.\sigma\upsilon\nu\theta$. Σε αυτή την περίπτωση, συνθ = 1. Όταν το πλαίσιο εισέρχεται στο πεδίο έχουμε, $S = \beta.\upsilon t$. Άρα,

$\Phi = B\beta\upsilon t$ ***.(0,5 μ)***

Όταν το πλαίσιο βρίσκεται εντελώς μέσα στο πεδίο, $S = \beta\alpha$. Άρα,

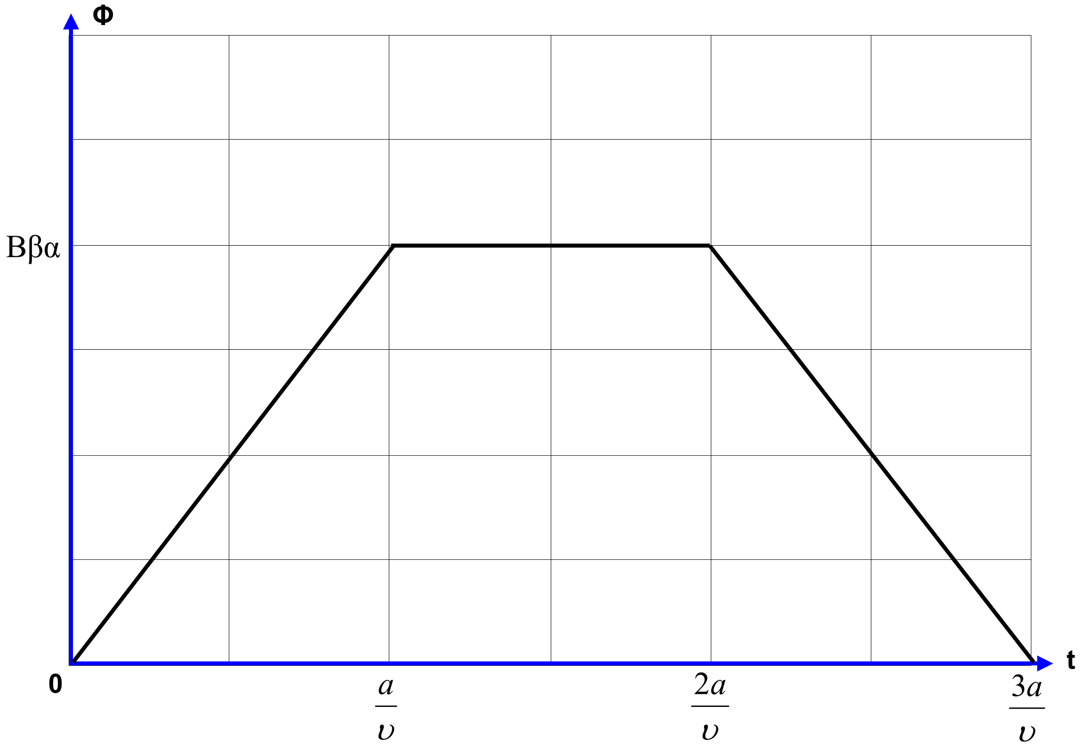
$\Phi = B\beta\alpha$ ***.(0,5 μ)***

Όταν το πλαίσιο εξέρχεται από το πεδίο έχουμε, $S = \beta\alpha - \beta\upsilon t$. Άρα,

$\Phi = B\beta\alpha - B\beta\upsilon t$ ***.(0,5 μ)***

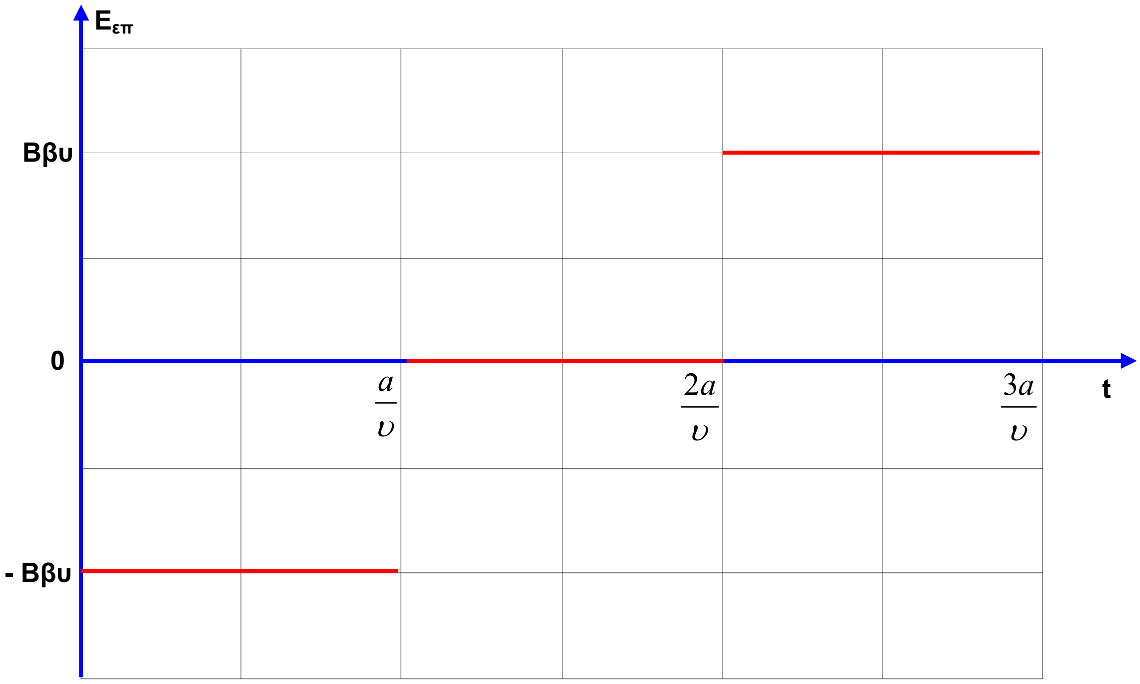
Εύκολά προκύπτει η γραφική παράσταση $\Phi = f(t)$.

(1,5 μ)



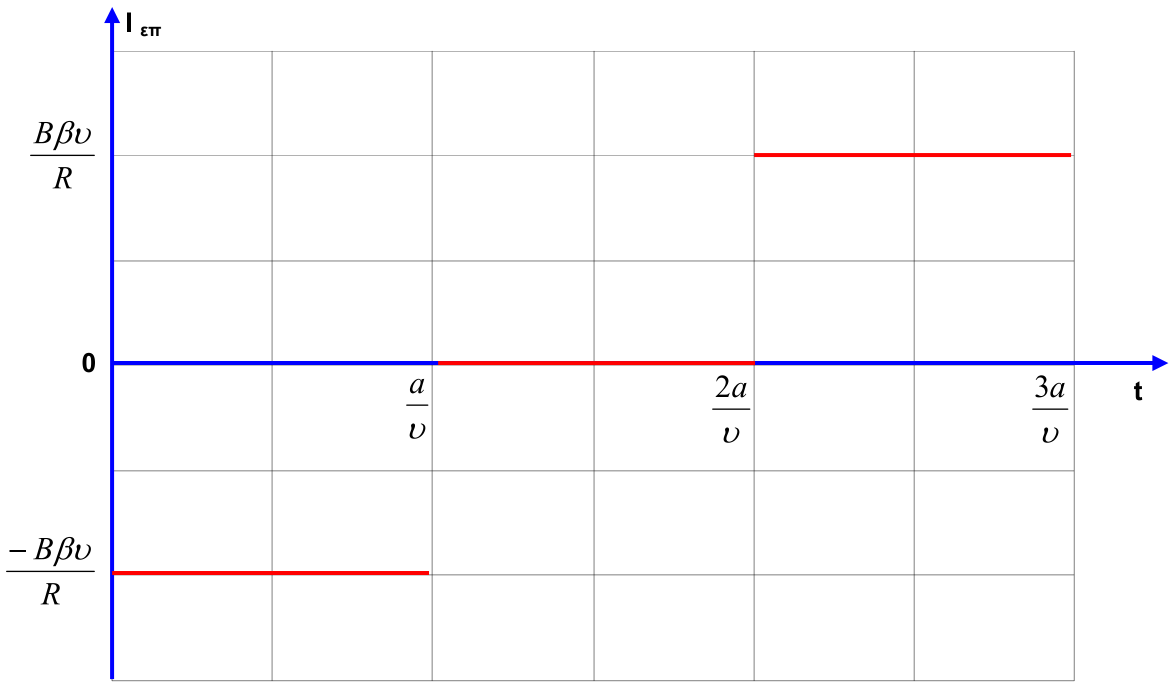
(β) Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή, $E_{επ}$, προκύπτει από το νόμο του Faraday, $E_{επ} = -N\dfrac{d\Phi}{dt}$. Στην περίπτωση που μελετάμε, N = 1. Άρα από την κλίση της γραφικής παράστασης $\Phi = f(t)$, βρίσκουμε την ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή. και εύκολα προκύπτει η γραφική παράσταση.

$E_{επ} = -B\upsilon\beta$, $0 \le t \le α / υ$. ***(0,5 μ)***
$E_{επ} = 0$, $α / υ \le t \le 2α / υ$. ***(0,5 μ)***
$E_{επ} = B\upsilon\beta$, $2α / υ \le t \le 3α / υ$. ***(0,5 μ)***
Εύκολα προκύπτει η γραφική παράσταση. ***(1,5 μ)***

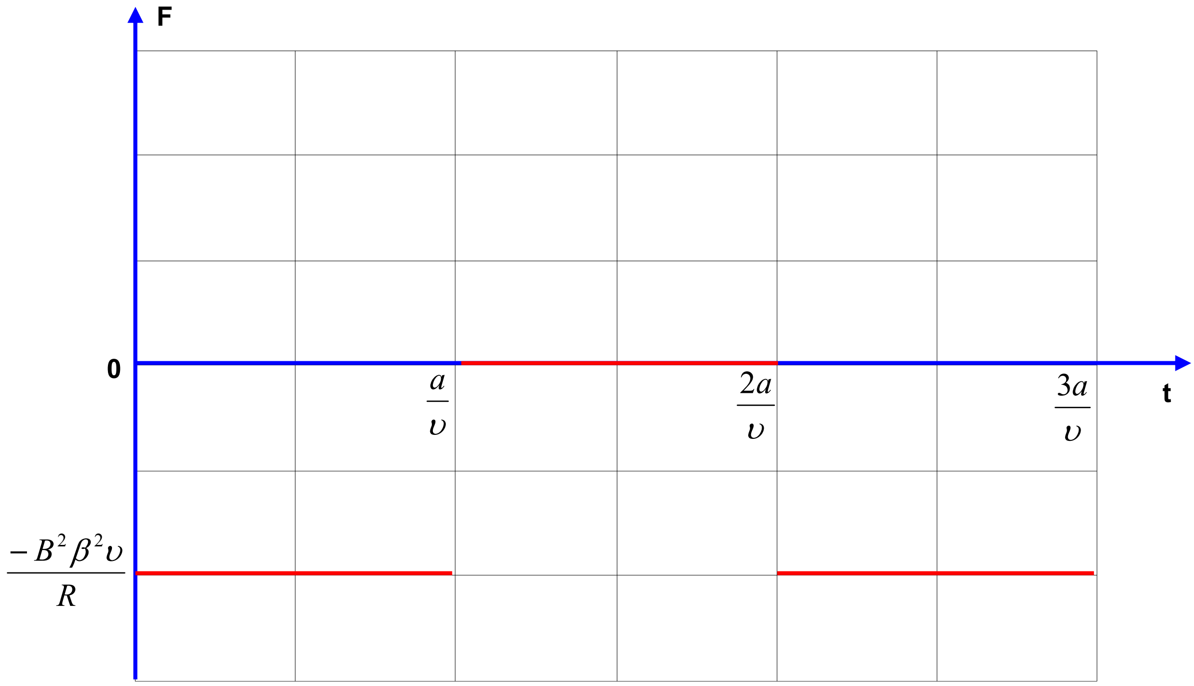


(γ) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο δίνεται από το νόμο του Ohm. $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R}$. Επομένως,

$I = \frac{-B\beta\upsilon}{R}$, 0 ≤ t ≤ α / υ. ***(0,5 μ)***
$I = 0$, α / υ ≤ t ≤ 2α / υ. ***(0,5 μ)***
$I = \frac{B\beta\upsilon}{R}$, 2α / υ ≤ t ≤ 3α / υ. ***(0,5 μ)***
Εύκολα προκύπτει η γραφική παράσταση. ***(1,5 μ)***



(δ) Η δύναμη Laplace που δέχεται το πλαίσιο από το πεδίο είναι αντίθετη της ταχύτητας και έχει μέτρο ίσο με $F = BI\alpha$, όπου Ι είναι το επαγωγικό ρεύμα.
Άρα, $F = \dfrac{-B^2\beta^2\upsilon}{R}$ όταν 0 ≤ t ≤ α / υ και 2α / υ ≤ t ≤ 3α / υ. ***(1 μ)***
Εφόσον το πλαίσιο δε διαρρέεται από ρεύμα, όταν α / υ ≤ t ≤ 2α / υ έχουμε F = 0. ***(0,5 μ)***
Από τα πιο πάνω εύκολα προκύπτει η γραφική παράσταση. ***(1,5 μ)***

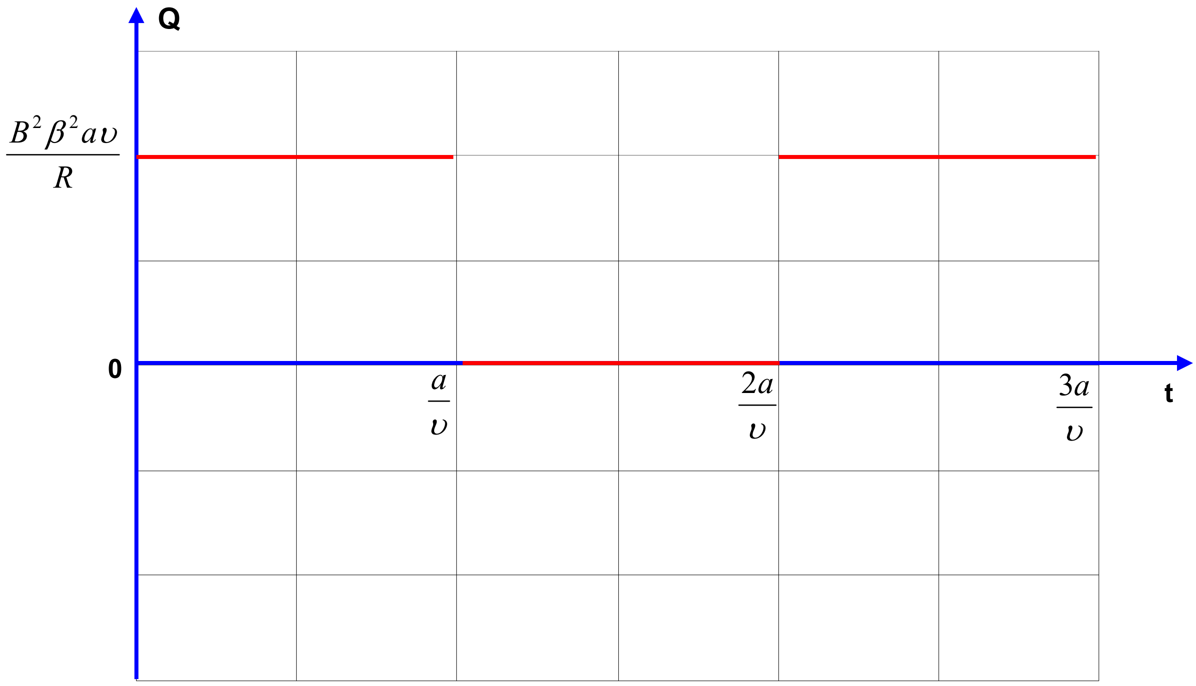


(ε) Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στο πλαίσιο είναι $Q = I^2 Rt$, όπου I είναι το επαγωγικό ρεύμα. Άρα

$Q = \frac{B^2 \beta^2 \upsilon^2}{R} t$, 0 ≤ t ≤ α / υ και 2α / υ ≤ t ≤ 3α / υ . ***(1 μ)***

Εφόσον το πλαίσιο δε διαρρέεται από ρεύμα, όταν α / υ ≤ t ≤ 2α / υ, έχουμε Q = 0. ***(0,5 μ)***

Από τα πιο πάνω εύκολα προκύπτει η γραφική παράσταση. ***(1,5 μ)***



--- ***ΤΕΛΟΣ***---