

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023

ΘΕΜΑΤΑ & ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

12 Ιουνίου, 2023

**ΦΥΣΙΚΗ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ**



ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ

ΩΘΗΣΗ

Αφειτηρία το μέλλον

Επιμέλεια: Ομάδα Φυσικών
<https://www.othisi.gr/frontistirio/>

Δευτέρα, 12 Ιουνίου 2023

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1 – A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

- A1.** Ένα σύστημα ελατηρίου – σώματος εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Η συχνότητα ταλάντωσης του συστήματος θα μεταβληθεί, εάν μεταβάλλουμε
- τη σταθερά απόσβεσης b .
 - τη συχνότητα της εξωτερικής περιοδικής δύναμης.
 - τη σταθερά του ελατηρίου.
 - τη μάζα του σώματος.

Μονάδες 5

- A2.** Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δημιουργούνται από

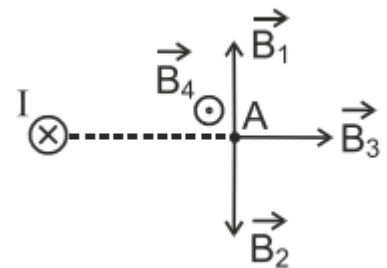
- ένα σταθερό ηλεκτρικό πεδίο ή σταθερό μαγνητικό πεδίο.
- ακίνητα φορτία.
- φορτία που κινούνται με σταθερή ταχύτητα.
- φορτία που επιταχύνονται.

Μονάδες 5

- A3.** Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους είναι κάθετος στο επίπεδο της σελίδας και διαρρέεται από συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

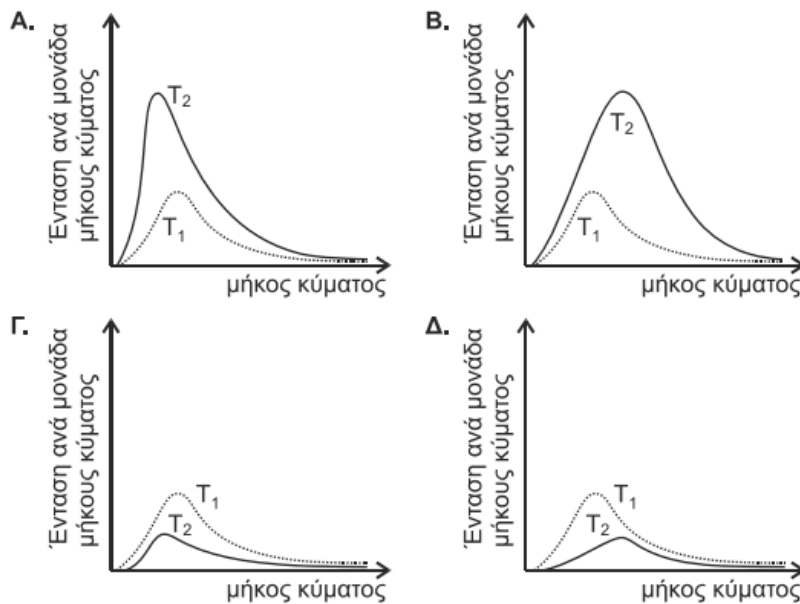
Στο σημείο A του σχήματος, η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον αγωγό αυτό παριστάνεται με το διάνυσμα:

- $\vec{B}_1$
- $\vec{B}_2$
- $\vec{B}_3$
- $\vec{B}_4$



Μονάδες 5

A4. Ποιο από τα παρακάτω γραφήματα απεικονίζει τα φάσματα εκπομπής δύο μελανών σωμάτων, με απόλυτες θερμοκρασίες T_1 και T_2 με $T_2 > T_1$;



- α) Α β) Β γ) Γ δ) Δ

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Στην πλαστική κρούση διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των σωμάτων που συγκρούονται.
- β) Καθώς τα αμορτισέρ ενός αυτοκινήτου παλιώνουν και φθείρονται, η σταθερά απόσβεσης b ελαττώνεται και όταν το αυτοκίνητο περνά από ένα εξόγκωμα του δρόμου, η ταλάντωση του αυτοκινήτου διαρκεί περισσότερο.
- γ) Κατά τη συμβολή δύο κυμάτων, από σύγχρονες πηγές, που διαδίδονται στην επιφάνεια υγρού, τα σημεία που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος, έχουν αποστάσεις r_1 και r_2 από τις δύο πηγές, που διαφέρουν μεταξύ τους κατά ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος λ .
- δ) Ο νόμος του Ampere ισχύει και για ρεύματα μεταβλητής έντασης.
- ε) Ένα αμπερόμετρο, συνδεδεμένο σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος, δείχνει το πλάτος I του εναλλασσόμενου ρεύματος.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- A1. → β) A5. α) → Λάθος
 A2. → δ) β) → Σωστό
 A3. → β) γ) → Σωστό
 A4. → α) δ) → Λάθος
 ε) → Λάθος

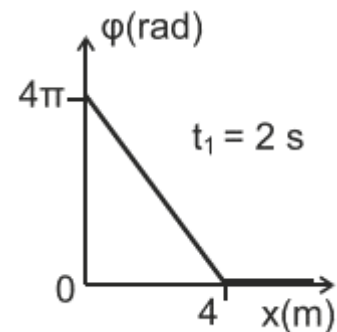
ΘΕΜΑ Β

B1. Το άκρο Ο γραμμικού, ομογενούς, ελαστικού μέσου που εκτείνεται κατά την διεύθυνση του ημιάξονα Οx αρχίζει, τη χρονική στιγμή $t = 0$, να ταλαντώνεται σύμφωνα με την εξίσωση $y = A\eta\mu\omega t$, και δημιουργείται εγκάρσιο αρμονικό κύμα.

Η γραφική παράσταση της φάσης της ταλάντωσης των σημείων του μέσου, τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\text{s}$, σε συνάρτηση με την θέση x, φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα.

Τη χρονική στιγμή $t_2 = 2,5\text{s}$ τα σημεία της χορδής που βρίσκονται σε ακραία θέση της τροχιάς τους είναι

- i. 5 ii. 4 iii. 10



α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι η i.

β) Αιτιολόγηση:

Για τη συνάρτηση $\varphi = f(x)$ ισχύει:

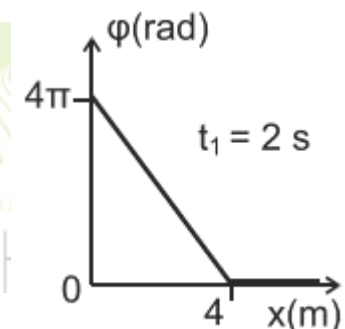
$$\varphi = \frac{2\pi t_1}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}$$

Για $x = 0$ ισχύει ότι $\varphi = 4\pi \text{ rad}$.

$$\left. \begin{aligned} 4\pi &= \frac{2\pi t_1}{T} \Rightarrow t_1 = 2T \\ t_1 &= 2\text{sec} \end{aligned} \right\} \rightarrow \underline{T = 1\text{sec}}$$

Από το διάγραμμα προκύπτει

$$v_\delta = \frac{x_1}{t_1} = \frac{4}{2} \text{ m/s} \Rightarrow \underline{v_\delta = 2\text{m/s}}$$



Από τη Θ.Ε.Κ.

$$v_{\delta} = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = v_{\delta} \cdot T \Rightarrow \lambda = 2\text{m}$$

Μέχρι τη χρονική στιγμή $t_2 = 2,5\text{sec}$ το κύμα έχει διαδοθεί κατά

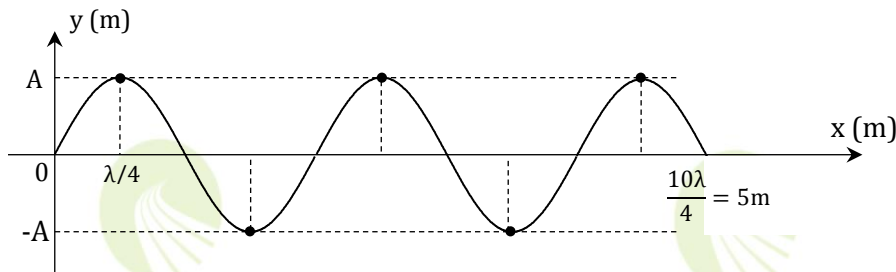
$$\Delta x' = v_{\delta} \cdot t_2 \Rightarrow \Delta x' = 5\text{m} = 10 \frac{\lambda}{4}$$

Τα σημεία που βρίσκονται σε ακραίες θέσεις θα παρατηρηθούν από το στιγμιότυπο για τη χρονική στιγμή t_2 .

$$y(x) = A \eta \mu \left[2\pi \left(\frac{t_2}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right] \Rightarrow y(x) = A \eta \mu [5\pi - \pi x] \quad (\text{SI})$$

$$\text{Για } x = 0 \rightarrow y = 0$$

$$\text{Για } x = \frac{\lambda}{4} = 0,5\text{m} \rightarrow y = A$$



Τα σημεία που βρίσκονται σε ακραίες θέσεις είναι 5

$$\left(x = \frac{\lambda}{4}, x = \frac{3\lambda}{4}, x = \frac{5\lambda}{4}, x = \frac{7\lambda}{4}, x = \frac{9\lambda}{4} \right)$$

Εναλλακτικά

Γενικά

$$\varphi = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

Για $t = 2\text{sec}$ έχουμε

$$\varphi = 2\pi \left(\frac{2}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (1)$$

οπότε αν θέσουμε στην (1) όπου $x = 0$ και $\varphi = 4\pi \text{ rad}$ προκύπτει

$$4\pi = 2\pi \cdot \frac{2}{T} \Rightarrow T = 1\text{sec}$$

Έτσι, η (1) γίνεται

$$\varphi = 2\pi \left(2 - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (2)$$

και για $x = 4\text{m}$ που είναι $\varphi = 0$ θα πάρουμε από τη (2)

$$0 = 2\pi \left(2 - \frac{4}{\lambda} \right) \Rightarrow 2 - \frac{4}{\lambda} = 0 \Rightarrow \lambda = 2\text{m}$$

Επομένως, η αρχική γενική σχέση γίνεται

$$\varphi = 2\pi \left(t - \frac{x}{2} \right) \quad (3)$$

Αν θέσουμε στη σχέση (3) $t = 2,5 \text{ s}$ η εξίσωση γίνεται:

$$\varphi = 2\pi \left(\frac{5}{2} - \frac{x}{2} \right) \Rightarrow \varphi = \pi(5 - x) \text{ (SI)}$$

Τότε για $x = 0$ έχουμε $\varphi = 5\pi \text{ rad}$, ενώ το κύμα έχει διαδοθεί μέχρι ένα σημείο που έχει $\varphi = 0$. Τα σημεία που έχουν εκείνη την στιγμή απομάκρυνση $\pm A$ έχουν στιγμιαία φάση

$$\varphi = (2\kappa + 1) \frac{\pi}{2}$$

και αυτό επειδή

$$y = \pm A \Rightarrow A \eta \mu \varphi = \pm A \Rightarrow \eta \mu \varphi = \pm 1 \Rightarrow \varphi = (2\kappa + 1) \frac{\pi}{2}$$

$$0 \leq (2\kappa + 1) \frac{\pi}{2} \leq 5\pi \Rightarrow 0 \leq (2\kappa + 1) \leq 10 \Rightarrow -1 \leq 2\kappa \leq 9 \Rightarrow -\frac{1}{2} \leq \kappa \leq \frac{9}{2} \Rightarrow \underline{\kappa = 0, 1, 2, 3, 4}$$

Άρα υπάρχουν 5 σημεία με στιγμιαία απομάκρυνση $y = \pm A$

B2. Σε συσκευή μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, μονοχρωματική ακτινοβολία προσπίπτει στην επιφάνεια της καθόδου. Η συχνότητα κατωφλίου, για το μέταλλο της καθόδου, είναι ίση με f_1 .

Αν η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι $f_2 = 3 \cdot f_1$, τότε τα ηλεκτρόνια εξερχόμενα από την κάθοδο μόλις που καταφέρνουν να φτάσουν στην άνοδο. Η τάση αποκοπής V_0 είναι ίση με

i. $\frac{hf_1}{e}$ ii. $\frac{2hf_1}{e}$ iii. $\frac{3hf_1}{e}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι ii.

β) Αιτιολόγηση:

Για τη συχνότητα κατωφλίου f_1 ισχύει:

$$f_1 = \frac{\varphi}{h} \Rightarrow \varphi = hf_1$$

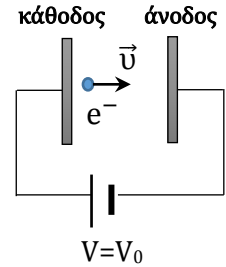
Για τη μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων ισχύει:

$$\left. \begin{array}{l} K_{\max} = hf - \varphi \\ \text{αν } f_2 = 3f_1 \text{ και } \varphi = hf_1 \end{array} \right\} \Rightarrow K_{\max} = h \cdot 3f_1 - hf_1 \Rightarrow \underline{K_{\max} = 2hf_1} \quad (1)$$

Τα ηλεκτρόνια επιβραδύνονται μέχρι οριακά να φτάσουν στην άνοδο.
Συνεπώς:

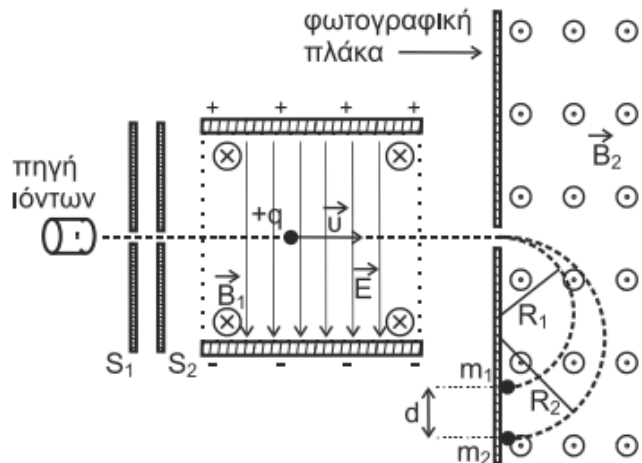
$$K_{\text{ανόδου}} - K_{\text{max}} = -eV_0 \Rightarrow 0 - K_{\text{max}} = -eV_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{\text{max}} = eV_0 \stackrel{(1)}{\Rightarrow} 2hf_1 = eV_0 \Rightarrow \boxed{V_0 = \frac{2hf_1}{e}}$$



B3. Στο φασματογράφο μάζας (Bainbridge) του διπλανού σχήματος, λεπτή δέσμη ιόντων ενός χημικού στοιχείου, που αποτελείται από δύο ισότοπα, διέρχεται από φίλτρο ταχυτήτων, όπου συνυπάρχουν ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ και ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_1$ με φορά από τον αναγνώστη προς την σελίδα, κάθετα μεταξύ τους.

Μερικά από τα ιόντα δεν εκτρέπονται και συνεχίζουν ανεπηρέαστα την πορεία τους μέσα στο φίλτρο ταχυτήτων.



α) Το μέτρο της ταχύτητας των ιόντων που δεν εκτρέπονται είναι ίσο με

i. $v = \frac{B_1}{E}$ ii. $v = \frac{E}{B_1}$ iii. $v = \frac{E}{2B_1}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδα 1) και να την αιτιολογήσετε (Μονάδες 2).

Μονάδες 3

Στη συνέχεια τα ιόντα αυτά εισέρχονται σε περιοχή ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_2$ με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Στο πλαίσιο αυτό διαγράφουν ημικυκλικές τροχιές και πέφτουν σε φωτογραφική πλάκα, αφήνοντας σε αυτή δύο ίχνη που απέχουν μεταξύ τους απόσταση d .

β) Η διαφορά μάζας των ισοτόπων του στοιχείου που αποτελούν τη δέσμη είναι ίση με

i. $\Delta m = \frac{dB_1B_2q}{2E}$ ii. $\Delta m = \frac{2dB_1B_2q}{E}$ iii. $\Delta m = \frac{dB_1B_2q}{E}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδα 1) και να την αιτιολογήσετε (Μονάδες 2).

Μονάδες 3

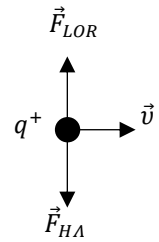
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι η ii.

Αιτιολόγηση:

Τα διερχόμενα από το φίλτρο ταχυτήτων ιόντα δεν εκτρέπονται γιατί δέχονται δύο αντίθετες δυνάμεις από το ηλεκτρικό $\vec{E}$ και το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_1$.

$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F} &= \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{HA} + \vec{F}_L = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{HA} = -\vec{F}_L \Rightarrow \\ \Rightarrow |\vec{F}_{HA}| &= |\vec{F}_L| \Rightarrow E \cdot |q| = B_1 v |q| \Rightarrow \boxed{v = \frac{E}{B_1}} \quad (1)\end{aligned}$$



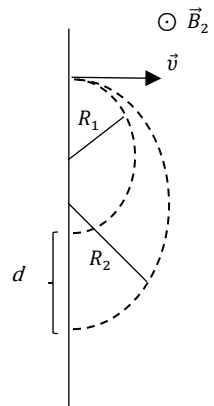
β) Σωστή απάντηση είναι η i.

Αιτιολόγηση:

Τα ιόντα που εισέρχονται στο 2^ο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$ εκτελούν κυκλικές κινήσεις ακτίνας

$$R = \frac{mv}{B_2 |q|} \rightarrow \begin{cases} R_1 = \frac{m_1 v}{B_2 |q|} \\ R_2 = \frac{m_2 v}{B_2 |q|} \end{cases}$$

$$\text{Αν } m_2 > m_1 \Rightarrow R_2 > R_1$$



Παρατηρούμε ότι:

$$d = 2R_2 - 2R_1 \Rightarrow d = \frac{2m_2 v}{B_2 |q|} - \frac{2m_1 v}{B_2 |q|} \Rightarrow \begin{cases} d = \frac{2v}{B_2 |q|} (m_2 - m_1) \\ \Delta m = m_2 - m_1 \end{cases} \Rightarrow d = \frac{2v}{B_2 |q|} \Delta m \Rightarrow$$

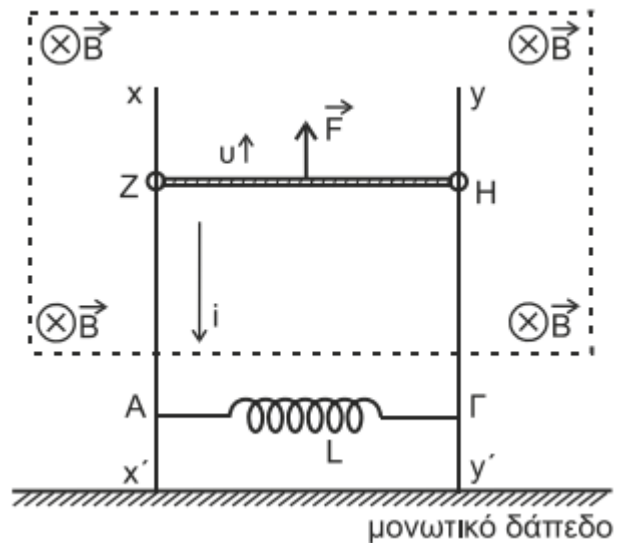
$$\Rightarrow \Delta m = \frac{dB_2 |q|}{2v} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \Delta m = \frac{dB_2 |q|}{2(E/B_1)} \Rightarrow \boxed{\Delta m = \frac{dB_1 B_2 |q|}{2E}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Στη διάταξη του διπλανού σχήματος οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί xx' , yy' , αμελητέας ωμικής αντίστασης είναι στερεωμένοι σε οριζόντιο μονωτικό δάπεδο. Ανάμεσα στα σημεία τους A και Γ έχει συνδεθεί ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=0,5\text{ H}$. Μεταλλική ράβδος ZH μήκους $\ell=1\text{ m}$, μάζας $m=0,5\text{ kg}$ και ωμικής αντίστασης $R=1\Omega$ έχει τα άκρα της πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς, είναι κάθετη σε αυτούς και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές.

Στο μέσον της ράβδου και κάθετα σε αυτή ασκείται κατάλληλη δύναμη $\vec{F}$ με αποτέλεσμα η ράβδος ZH να κινείται προς τα πάνω παραμένοντας συνεχώς οριζόντια. Στην περιοχή που κινείται η ράβδος ZH υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ και μέτρου $B=1\text{ T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Το πηνίο βρίσκεται έξω από το ομογενές μαγνητικό πεδίο στο οποίο κινείται ο αγωγός ZH . Λόγω της κίνησης της ράβδου ο βρόχος $ZAGHZ$ διαρρέεται από ρεύμα, του οποίου η ένταση δίνεται από τη σχέση $i=2t$ (SI) όπου t ο χρόνος, με φορά όπως αυτή που φαίνεται στο σχήμα.



Γ1. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο $i - t$ σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων (Μονάδες 2) και να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ της έντασης του ρεύματος (Μονάδες 2). Να υπολογίσετε το φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του κυκλώματος στο χρονικό διάστημα από $t=0\text{ s}$ έως $t=2\text{ s}$ (Μονάδες 3)

Μονάδες 7

Γ2. Να σχεδιάσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο (Μονάδες 2) και να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή αυτής (Μονάδες 2)

Μονάδες 4

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου ZH σε συνάρτηση με τον χρόνο $v - t$.

Μονάδες 6

Γ4. Τη χρονική στιγμή $t_1=2\text{ s}$ να υπολογίσετε:

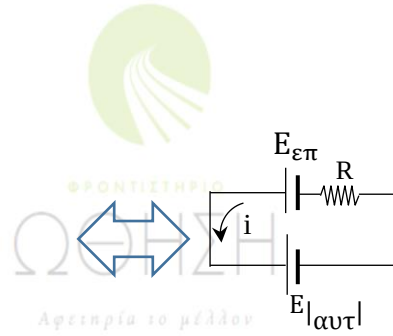
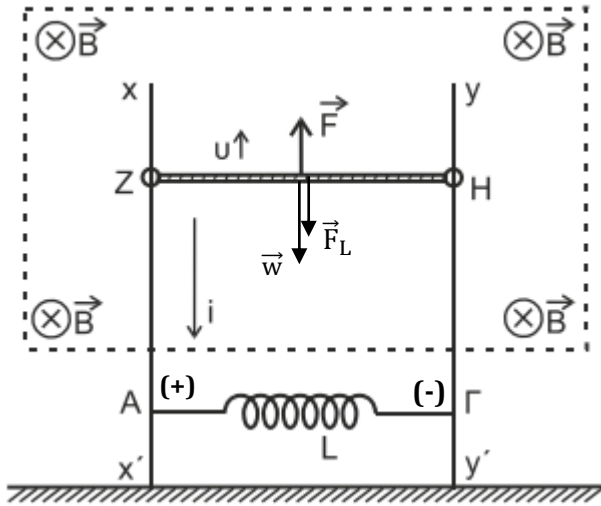
α) Το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ (Μονάδες 4).

β) Τον ρυθμό με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια από τη δύναμη $\vec{F}$ στο κύκλωμα (Μονάδες 2).

γ) Τον ρυθμό με τον οποίο αποθηκεύεται ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου (Μονάδες 2).

Μονάδες 8

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

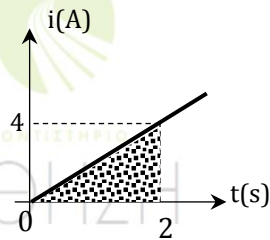


Γ1. Αφού είναι $i = f(t) = \lambda t$, θα ισχύει

$$i(t) = \frac{di}{dt} \cdot t \Rightarrow \boxed{\frac{di}{dt} = 2 \frac{A}{s}}$$

Με εμβαδομέτρηση προκύπτει το επαγωγικό φορτίο

$$q = E_{\text{τρύγ}} = \frac{2 \cdot 4}{2} \rightarrow \boxed{q = 4C}$$



Γ2. Από τον κανόνα του Lenz προκύπτει η πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή που σημειώνουμε στο πιο πάνω σχήμα.

Από τη μαθηματική έκφραση του Νόμου της αυτεπαγωγής προκύπτει

$$|E_{\alpha\upsilon\tau}| = L \cdot \left| \frac{di}{dt} \right| = 0,5 \cdot 2V \Rightarrow \boxed{|E_{\alpha\upsilon\tau}| = 1V}$$

Γ3. Από το 2ο κανόνα του Kirchhoff (Α.Δ.Ε.) προκύπτει

$$\left. \begin{array}{l} E_{\varepsilon\pi} - |E_{\alpha\upsilon\tau}| = i \cdot R \\ E_{\varepsilon\pi} = Bv\ell \end{array} \right\} \rightarrow Bv\ell - |E_{\alpha\upsilon\tau}| = i \cdot R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Bv\ell = |E_{\alpha\upsilon\tau}| + i \cdot R \Rightarrow v = \frac{1}{1 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 1} 2t \Rightarrow \underline{v(t) = 1 + 2t \text{ (SI)}}$$

Άρα, η κίνηση είναι Ε.Ο.Επιτ. με αρχική ταχύτητα v_0 .

$$v(t) = v_0 + \alpha t \rightarrow v_0 = 1 \text{ m/s και } \alpha = 2 \text{ m/s}^2$$

Γ4. Από Β' Ν.Ν.:

$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F} &= \vec{F} + \vec{w} + \vec{F}_L = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a} - \vec{w} - \vec{F}_L \Rightarrow \\ &\Rightarrow F = -(-mg) + m\alpha - (-Bi\ell) \Rightarrow F = mg + m\alpha + Bi\ell \Rightarrow \\ &\Rightarrow F(t) = m(g + \alpha) + B\ell \cdot i \Rightarrow F(t) = 0,5(10 + 2) + 1 \cdot 1 \cdot 2t \Rightarrow \\ &\Rightarrow \underline{F(t) = 6 + 2t \text{ (SI)}} \quad (1)\end{aligned}$$

α) Για $t_1 = 2\text{s}$, από την (1) θα έχουμε:

$$F = (6 + 2 \cdot 2) \text{ N} \Rightarrow \boxed{F = 10 \text{ N}}$$

β) Για το ρυθμό προσφοράς ενέργειας από το αίτιο της F θα έχουμε:

$$\begin{aligned}\frac{dE_{\pi\rho}}{dt} &= P_F = F \cdot v \cdot \sin 0^\circ \Rightarrow \\ &\Rightarrow \left(\frac{dE_{\pi\rho}}{dt} \right)_{t_1} = F(t_1) \cdot v(t_1) \quad \left. \vphantom{\frac{dE_{\pi\rho}}{dt}} \right\} \Rightarrow \left(\frac{dE_{\pi\rho}}{dt} \right)_{t_1} = 10 \cdot 5 \text{ J/s} \Rightarrow \boxed{\left(\frac{dE_{\pi\rho}}{dt} \right)_{t_1} = 50 \text{ J/s}} \\ v(t_1) &= 1 + 2 \cdot 2 \Rightarrow v(t_1) = 5 \text{ m/s}\end{aligned}$$

γ) Α' τρόπος

$$\begin{aligned}\frac{dU_B}{dt} &= P_L = |E_{\text{αντ}}| \cdot i \Rightarrow \left(\frac{dU_B}{dt} \right)_{t_1} = |E_{\text{αντ}}| \cdot i(t_1) \\ i(t_1) &= 2 \cdot 2 \text{ A} \Rightarrow i = 4 \text{ A} \\ \left(\frac{dU_B}{dt} \right)_{t_1} &= 1 \cdot 4 \text{ J/s} \Rightarrow \boxed{\left(\frac{dU_B}{dt} \right)_{t_1} = 4 \text{ J/s}}\end{aligned}$$

Β' τρόπος

Από Α.Δ.Ε. για το κύκλωμα:

$$P_E = P_L + P_R \Rightarrow P_L = P_E - P_R = E \cdot i - i^2 \cdot R \Rightarrow \underline{\left(\frac{dU_B}{dt} \right)_{t_1} = (E - iR)i}$$

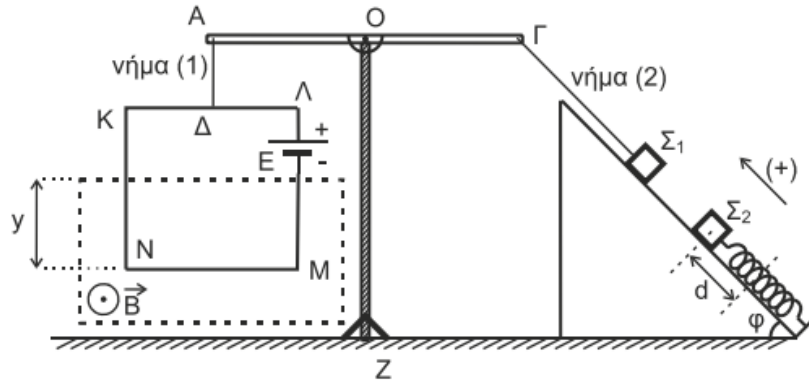
$$E_{t_1} = B\ell v_{t_1} = 1 \cdot 1 \cdot 5 \text{ V} \Rightarrow E = 5 \text{ V}$$

Άρα

$$\left(\frac{dU_B}{dt} \right)_{t_1} = (5 - 4 \cdot 1) \cdot 4 \text{ J/s} \Rightarrow \boxed{\left(\frac{dU_B}{dt} \right)_{t_1} = 4 \text{ J/s}}$$

ΘΕΜΑ Δ

Στη διάταξη του παρακάτω σχήματος φαίνεται ένας ζυγός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της έντασης ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου.



Το κατακόρυφο στέλεχος OZ του ζυγού είναι στηριγμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Στην κορυφή του έχει αρθρωθεί οριζόντια ομογενής ράβδος AG στο μέσον της O . Από το άκρο A της ράβδου AG αναρτάται με τη βοήθεια αβαρούς και μη εκτατού κατακόρυφου μονωτικού νήματος (1), το οποίο συνδέεται στο μέσον Δ της πλευράς KL , ένα τετράγωνο συρμάτινο και αβαρές πλαίσιο $KLMN$, πλευράς $a = 0,8\text{m}$ και συνολικής ωμικής αντίστασης $R = 2\Omega$. Στο πλαίσιο υπάρχει πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) $E = 30\text{V}$, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης και αμελητέου βάρους.

Το πλαίσιο ισορροπεί σε κατακόρυφο επίπεδο και βρίσκεται μερικώς μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Με αβαρές και μη εκτατό νήμα (2) έχουμε συνδέσει το άκρο Γ της ράβδου με σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 3\text{ kg}$ το οποίο ισορροπεί σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσεως $\varphi = 37^\circ$. Η διεύθυνση του νήματος είναι παράλληλη προς το κεκλιμένο επίπεδο.

Στο κεκλιμένο επίπεδο ισορροπεί και σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1\text{ kg}$, δεμένο στο ελεύθερο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{ N/m}$ του οποίου ο άξονας είναι παράλληλος στο κεκλιμένο επίπεδο. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου. Όλα τα σώματα της διάταξης ισορροπούν στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το νήμα (1) στο άκρο A της ράβδου.

Μονάδες 4

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 4

Μετακινούμε το σώμα Σ_2 προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου κατά $d = \frac{9\pi}{100}$ m και το συγκρατούμε σε αυτή τη θέση. Κόβουμε το νήμα (2), και την ίδια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί προς τα πάνω το σώμα Σ_2 . Το σώμα Σ_2 εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k$, περνώντας για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας του συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με το σώμα Σ_1 .

Δ3. Να αποδείξετε ότι το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την πλαστική κρούση ακινητοποιείται στιγμιαία.

Μονάδες 7

Δ4. Αν το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την πλαστική κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k$, να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του συσσωματώματος από τη θέση ισορροπίας του. Να θεωρήσετε ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τη στιγμή της κρούσης και θετική φορά, τη φορά από τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου προς την κορυφή του.

Μονάδες 5

Δ5. Να γράψετε τη σχέση της δύναμης του ελατηρίου σε συνάρτηση με την απομάκρυνση $F_{el} - x$ κατά τη διάρκεια ταλάντωσης του συσσωματώματος και να κάνετε τη γραφική της παράσταση σε βαθμονομημένους άξονες.

Μονάδες 5

Να θεωρήσετε ότι:

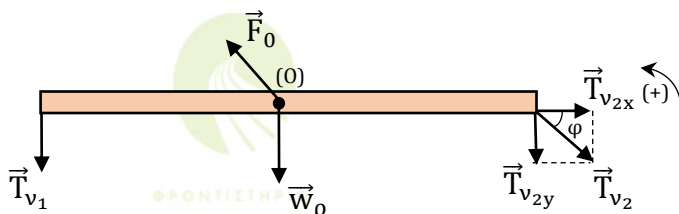
- η κρούση είναι ακαριαία
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα για όλα τα σώματα
- κατά την κρούση, δεν έχουμε απώλεια μάζας
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα
- το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Για την ισορροπία του Σ_1 έχουμε:

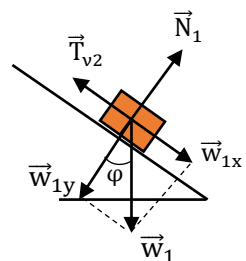
$$\Sigma \vec{F}_{1x} = \vec{0} \Rightarrow \vec{T}_{v2} + \vec{w}_{1x} = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{v2} - w_{1x} = 0 \Rightarrow T_{v2} = w_{1x} = m_1 \cdot g \cdot \eta \mu \varphi \Rightarrow \underline{T_{v2} = 18 \text{ N}}$$



Για την στρωφική ισορροπία της ράβδου έχουμε:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(0)} = \vec{0} \Rightarrow \vec{\tau}_{T_{v1}} + \vec{\tau}_{w_{\rho}} + \vec{\tau}_{F_0} + \vec{\tau}_{T_{v2x}} + \vec{\tau}_{T_{v2y}} = \vec{0} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow T_{v1} \cdot \frac{\ell}{2} - T_{v2y} \cdot \frac{\ell}{2} = 0 \Rightarrow T_{v1} = T_{v2} \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow \boxed{T_{v1} = 10,8 \text{ N}}$$

Δ2. Το ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο έχει ένταση:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}} = \frac{E}{R} \Rightarrow I = \frac{30}{2} \text{ A} \Rightarrow \underline{I = 15 \text{ A}}$$

Στα κατακόρυφα τμήματα του πλαισίου που βρίσκονται στο Ο.Μ.Π. ασκούνται δύο δυνάμεις Laplace αντίθετης φοράς και ίδιου μέτρου, οπότε:

$$\Sigma \vec{F}_{Lx} = \vec{0}$$

Στην πλευρά MN

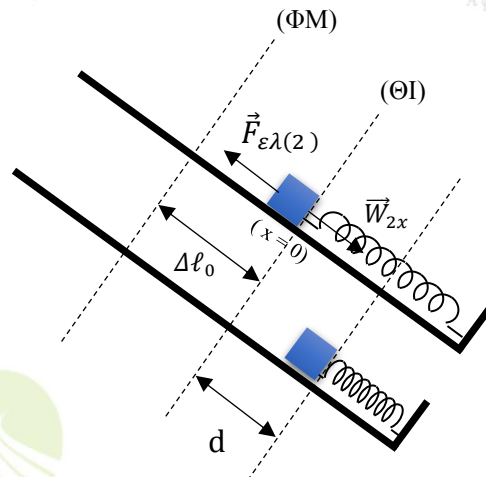
$$F_{L3} = B \cdot I \cdot \alpha \quad (1)$$

Επειδή το πλαίσιο ισορροπεί θα ισχύει:

$$\Sigma \vec{F}_y = \vec{0} \Rightarrow \vec{T}_{v1} + \vec{F}_{L3} = \vec{0} \Rightarrow \vec{T}_{v1} = -\vec{F}_{L3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{v1} = F_{L3} \Rightarrow T_{v1} = B \cdot I \cdot \alpha \Rightarrow B = \frac{T_{v1}}{I \cdot \alpha} \Rightarrow \boxed{B = 0,9 \text{ T}}$$

Δ3.



Στην ΘΙ (z) του Σ₂:

$$\Sigma \vec{F}_{2x} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{ελ(z)} + \vec{w}_{2x} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{ελ(z)} = -\vec{w}_{2x} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{ελ(z)} = w_{2x} \Rightarrow k \cdot \Delta\ell_0 = m_2 \cdot g \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow \underline{\Delta\ell_0 = 0,06 \text{ m}} \quad (2)$$

Το Σ₂ φτάνει για 1^η φορά στη ΘΙ τη στιγμή

$$t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k}} \Rightarrow t = \frac{\pi}{20} \text{ s}$$

με ταχύτητα

$$v_2 = \omega \cdot A = \sqrt{\frac{k}{m_2}} \cdot d \Rightarrow v_2 = \frac{9\pi}{10} \text{ m/s}$$

Το σώμα Σ₁ κινείται με επιτάχυνση μέτρου α₁ που θα βρεθεί ως εξής

$$\Sigma F_{1x} = m_1 \cdot \alpha_1 \Rightarrow m_1 \cdot g \cdot \eta\mu\varphi = m_1 \cdot \alpha_1 \Rightarrow \alpha_1 = g \cdot \eta\mu\varphi = 6 \text{ m/s}^2$$

Το σώμα Σ₁ φτάνει στην θέση κρούσης με ταχύτητα μέτρου

$$v_1 = \alpha_1 \cdot t = \frac{3\pi}{10} \text{ m/s}$$

Εφαρμόζουμε ΑΔΟ κατά την κρούση:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_K \Rightarrow -m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_K \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -3 \cdot \frac{3\pi}{10} + 1 \cdot \frac{9\pi}{10} = 4 \cdot v_K \Rightarrow \boxed{v_K = 0}$$

Δ4. Για την ταλάντωση του συστήματος στην Θ.Ι.Τ. (H):

$$\Sigma \vec{F}_{(H)} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{ελ(H)} + \vec{w}_{ολ(x)} = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{F}_{ελ(H)} = -\vec{w}_{ολ(x)} \Rightarrow F_{ελ(H)} = w_{ολ(x)} \Rightarrow$$

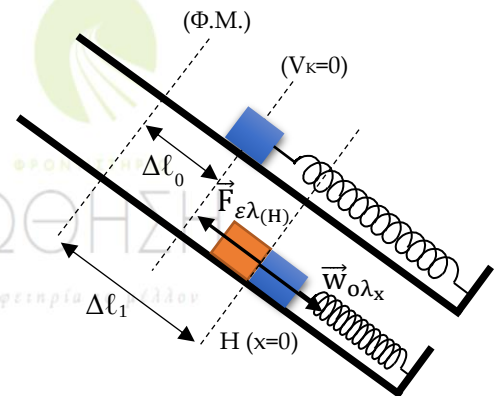
$$\Rightarrow k\Delta\ell_1 = (m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi \Rightarrow \underline{\underline{\Delta\ell_1 = 0,24\text{m}}}$$

$$\text{Επειδή την } t = 0 \rightarrow v = 0 \rightarrow \underline{\underline{x_0 = +A, \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}}}$$

$$A = \Delta\ell_1 - \Delta\ell_0 \Rightarrow \underline{\underline{A = 0,18\text{m}}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \Rightarrow \underline{\underline{\omega = 5 \text{ rad/s}}}$$

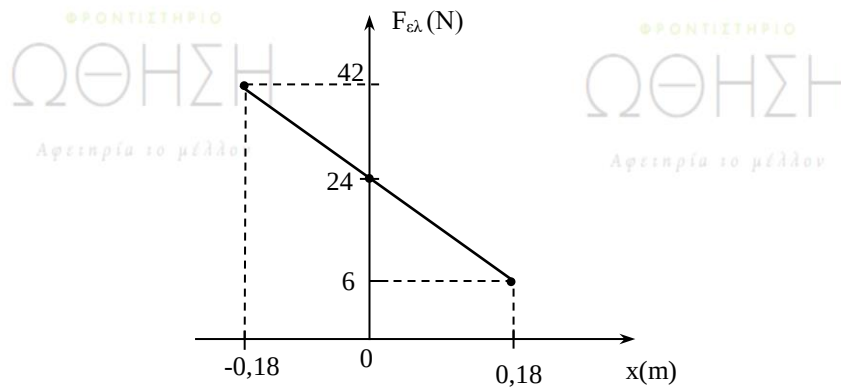
$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \boxed{x = 0,18\eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right)} \text{ (SI)}$$



Δ5. Σε μια τυχαία θέση στο θετικό ημιάξονα θα ισχύει:

$$\Sigma \vec{F} = -k\vec{x} \Rightarrow \vec{F}_{ελ} + \vec{w}_{ολ(x)} = -k\vec{x} \Rightarrow F_{ελ} - w_{ολ(x)} = -kx \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{ελ} = (m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi - kx \Rightarrow \boxed{F_{ελ} = 24 - 100x} \quad (\text{SI}) \quad \text{με} \quad -0,18 \text{ m} \leq x \leq 0,18 \text{ m}$$



ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα της Φυσικής Προσανατολισμού είναι απαιτητικά, καθώς παρουσιάζουν κλιμακούμενη δυσκολία στη διαχείριση τους και απαιτούν γνώση, εμπειρία και ψυχραιμία από τους υποψηφίους.

Είναι διατυπωμένα με σαφήνεια και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της εξεταστέας ύλης. Ειδικότερα, τα θέματα Α και Β δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη δυσκολία, ενώ τα προβλήματα (Θέμα Γ και Δ) αποτελούν μια σύνθεση πολλών απλών φυσικών φαινομένων με αποτέλεσμα οι υποψήφιοι να πρέπει να εντείνουν βαθμιαία την προσοχή τους προκειμένου να ανταποκριθούν.

Αναμένεται ότι τα θέματα αυτά θα συμπιέσουν τις βαθμολογίες σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια και θα μειώσουν το πλήθος των υποψηφίων που θα κινηθούν σε άριστες επιδόσεις.

Καλή επιτυχία!



ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ

ΩΘΗΣΗ

Αφειρηρία το μέλλον