

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΔΕΥΤΕΡΑ 13 ΜΑΪΟΥ 2024

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

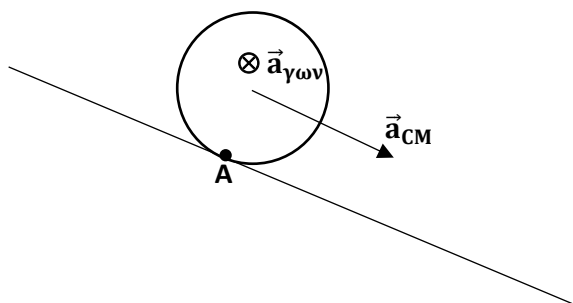
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΠΤΑ (7)

ΘΕΜΑ Α (25 μονάδες)

A1. Αιτία δημιουργίας ηλεκτρομαγνητικού κύματος μπορεί να είναι:

- α) η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.
- β) η ομαλή κυκλική κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.
- γ) η απλή αρμονική ταλάντωση νετρονίου.
- δ) η απλή αρμονική ταλάντωση ηλεκτρικού φορτίου.

A2. Τροχός κατεβαίνει ακλόνητο πλάγιο δάπεδο, κυλιόμενος χωρίς να ολισθαίνει, όπως στην εικόνα. Η γωνιακή του επιτάχυνση είναι $\vec{a}_{\gamma\omega\nu}$ και η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του είναι \vec{a}_{CM} . Το μέτρο της επιτάχυνσης του σημείου επαφής τροχού – δαπέδου **A** είναι ίσο με:



- α) a_{CM}
- β) 0
- γ) $\sqrt{a_{\text{CM}}^2 + a_{\gamma\omega\nu}^2 R^2}$
- δ) τίποτα από τα παραπάνω

A3. Όταν ένα σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση στο κενό δέχεται συνισταμένη δύναμη $\Sigma \vec{F}$. Το ίδιο σύστημα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση σε ρευστό, στο οποίο εκτός από τις δυνάμεις συνισταμένης $\Sigma \vec{F}$, που δέχεται στο κενό, δέχεται και δύναμη της μορφής $\vec{F}_{\text{αντ}} = -b\vec{v}$. Η (αλγεβρική) τιμή a της επιτάχυνσης στη φθίνουσα ταλάντωση:

- α) εξαρτάται μόνο από την απομάκρυνση x .
- β) εξαρτάται μόνο από την (αλγεβρική) τιμή της ταχύτητας v .
- γ) εξαρτάται και από την απομάκρυνση x και από την (αλγεβρική) τιμή της ταχύτητας v .
- δ) είναι σταθερή.

A4. Ποια από τις παρακάτω μαθηματικές σχέσεις **δεν** αποτελεί έκφραση της αρχής της επαλληλίας ή υπέρθεσης των κυμάτων σε κάθε περίπτωση;

α) $x = x_1 + x_2$

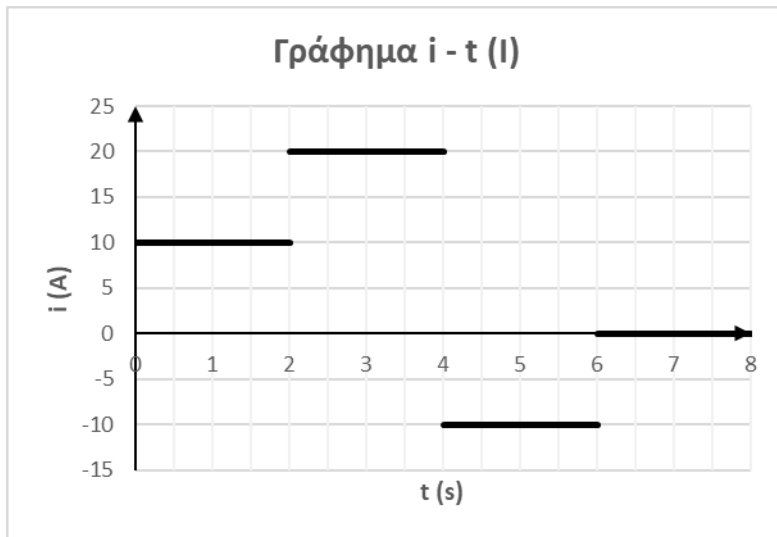
β) $v = v_1 + v_2$

γ) $a = a_1 + a_2$

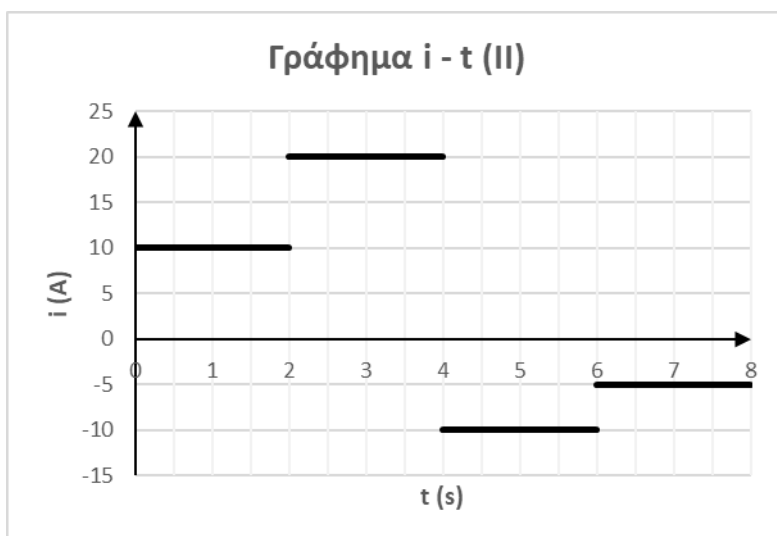
δ) $E = E_1 + E_2$

x : απομάκρυνση, v : (αλγεβρική) τιμή ταχύτητας, a : (αλγεβρική) τιμή επιτάχυνσης, E : συνολική ενέργεια.

A5. Αντιστάτης, αντίστασης R , διαρρέεται, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 8s$ από εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα της μορφής:



Άλλος, δεύτερος (2°). όμοιος αντιστάτης, αντίστασης R , διαρρέεται, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 8s$ από εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα της μορφής:



Αν Q_{R1} και Q_{R2} είναι αντίστοιχα οι θερμότητες που εκλύονται στον πρώτο (1^ο) και στον δεύτερο (2^ο) αντιστάτη αντίστοιχα, στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 8s$, τότε:

α) $Q_{R1} = Q_{R2}$

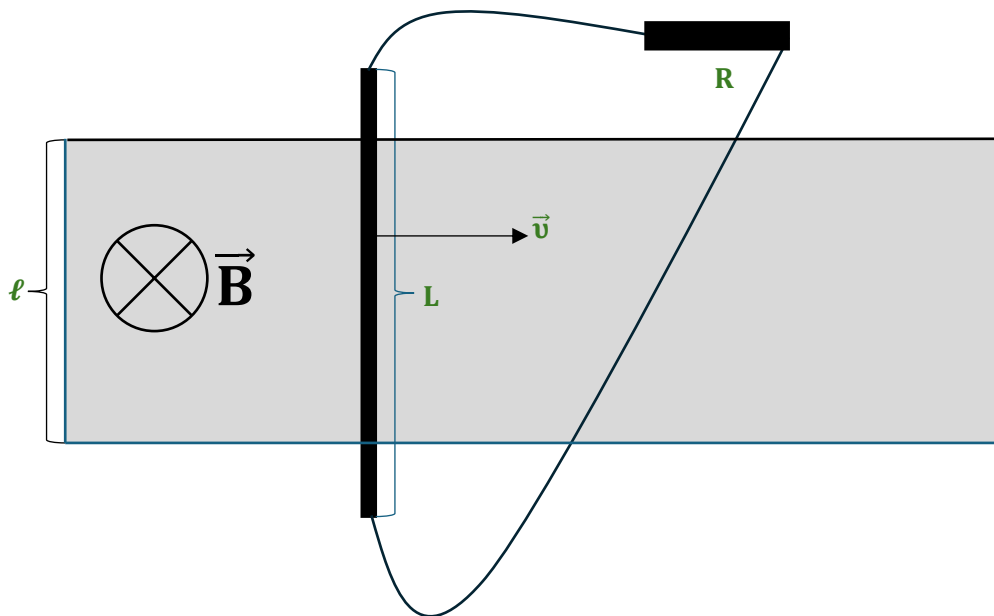
β) $Q_{R1} < Q_{R2}$

γ) $Q_{R1} > Q_{R2}$

δ) οι Q_{R1} και Q_{R2} δεν μπορούν να συγκριθούν με τα συγκεκριμένα δεδομένα.

ΘΕΜΑ Β [(2+3)+(6+9)+5 μονάδες]

Β1.

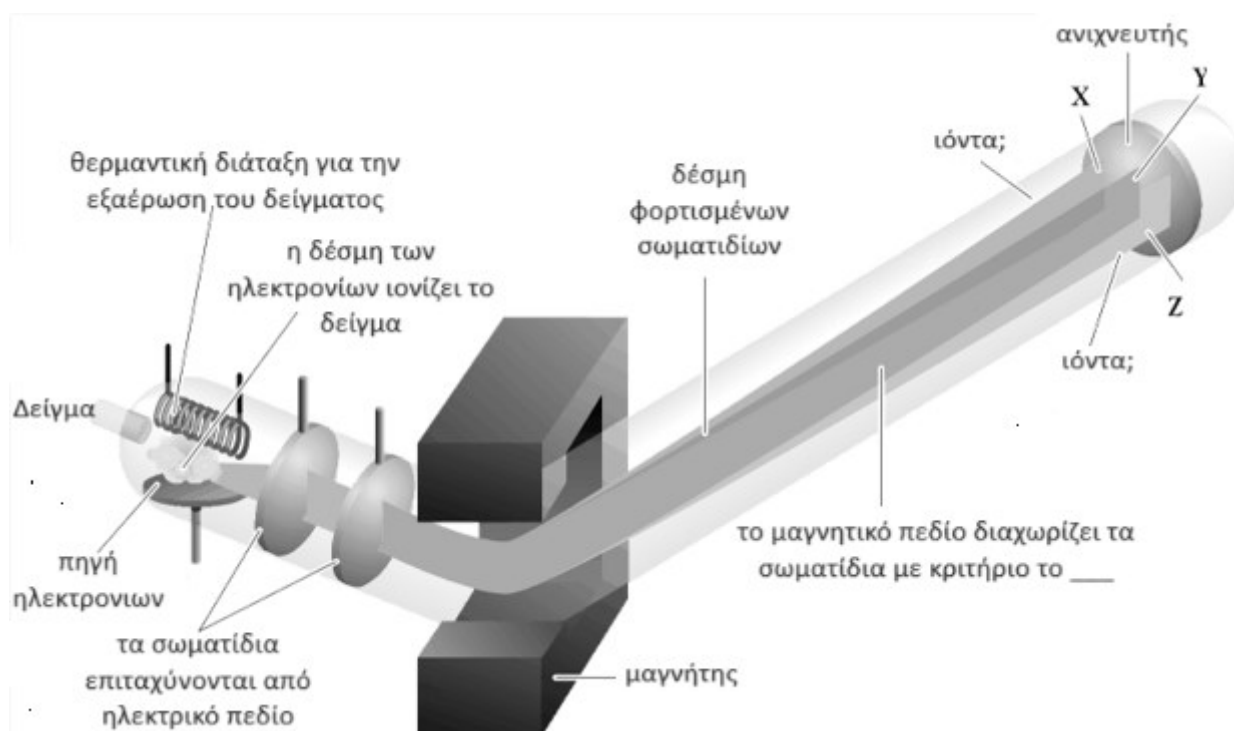


Το οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} της εικόνας εκτείνεται σε ζώνη πλάτους ℓ και άπειρου μήκους και βάθους. Κατακόρυφη μεταλλική ράβδος, μήκους $L > \ell$ κινείται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} , που είναι κάθετη τόσο στη ράβδο, όσο και στο μαγνητικό πεδίο. Η ράβδος έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους r^* . Τα άκρα της ράβδου συνδέονται αγωγίμα με αντιστάτη, αντίστασης R . Οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση.

Να χαρακτηρίσετε την πρόταση που ακολουθεί σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) (2 μονάδες), αιτιολογώντας κατάλληλα τον χαρακτηρισμό σας.

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) που επάγεται στα άκρα της ράβδου είναι $\mathcal{E}_{\text{επ}} = \mathbf{BvL}$ και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι $I_{\text{επ}} = \frac{\mathbf{Bv\ell}}{R+r^*\ell}$.

B2.



Το παραπάνω διάγραμμα παριστάνει έναν φασματογράφο μάζας. Αν τα ιόντα που επιταχύνονται είναι ιόντα ιωδίου $^{125}_{53}\text{I}^-$, $^{127}_{53}\text{I}^-$ και $^{131}_{53}\text{I}^-$,

B2α. Ποια είναι η πολικότητα του πεταλοειδή μαγνήτη;

B2β. Με ποιο κριτήριο διαχωρίζει το μαγνητικό πεδίο τα ιόντα;

B2γ. Σε ποια από τις θέσεις X, Y και Z του ανιχνευτή θα βρεθεί καθένα από τα ιόντα $^{125}_{53}\text{I}^-$, $^{127}_{53}\text{I}^-$ και $^{131}_{53}\text{I}^-$;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

B3. Μια μπάλα, μάζας $m = 0,1\text{kg}$ αφήνεται ελεύθερη από ύψος $h_0 = 1\text{m}$ πάνω από ένα οριζόντιο, ακλόνητο δάπεδο. Η μπάλα, κάθε φορά που προσκρούει στο έδαφος, χάνει το 25% της κινητικής της ενέργειας. Μετά από πόσες αναπηδήσεις η μπάλα δεν θα φτάσει σε ύψος πάνω από $0,25\text{m}$;

ΘΕΜΑ Γ [(2+3)+5+(6+9) μονάδες]

Γ1. Ας θεωρήσουμε το πρότυπο του Bohr για το άτομο του υδρογόνου. Στη θεμελιώδη κατάσταση, το άτομο έχει ενέργεια E_1 , ενώ το ηλεκτρόνιο του περιφέρεται σε κυκλική τροχιά, ακτίνας r_1 , με κέντρο τον πυρήνα του. Στο κέντρο αυτής της κυκλικής τροχιάς, σύμφωνα με τον Bohr, το γινόμενο $|\Psi^2|dV$, όπου Ψ η κυματοσυνάρτηση του ηλεκτρονίου και dV ένας στοιχειώδης όγκος γύρω από το σημείο αυτό, θα είχε τιμή:

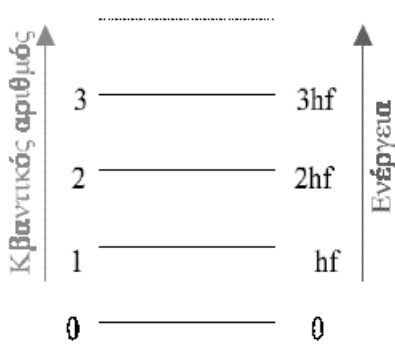
α) $|\Psi^2|dV = 0,$

β) $|\Psi^2|dV = 1,$

γ) $0 < |\Psi^2|dV < 1$

Να επιλέξετε την ορθή απάντηση και να δικαιολογήσετε την εφαρμογή σας.

Γ2. Ένα ταλαντούμενο άτομο κατεβαίνει δύο (2) σκαλοπάτια στην κλίμακα ενεργειακών σταθμών. Το φωτόνιο



μέγιστης ενέργειας που εκπέμπεται είναι μόλις ικανό να προκαλέσει εκπομπή ενός φωτοηλεκτρονίου, όταν προσπέσει σε κάθοδο φωτοηλεκτρικού σωλήνα, που είναι κατασκευασμένη από άργυρο ($\phi = 4,3\text{eV}$). Να υπολογίσετε το κβάντο ενέργειας αυτού του ταλαντωτή.

Γ3. Ένα φωτόνιο με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_{01} = 2,42 \cdot 10^{-12}\text{m}$, σκεδαζεται σε αρχικά ακίνητο ηλεκτρόνιο. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει μήκος κύματος στο κενό $\lambda_{02} = 4,84 \cdot 10^{-12}\text{m}$.

Γ3α. Πόση είναι η ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου;

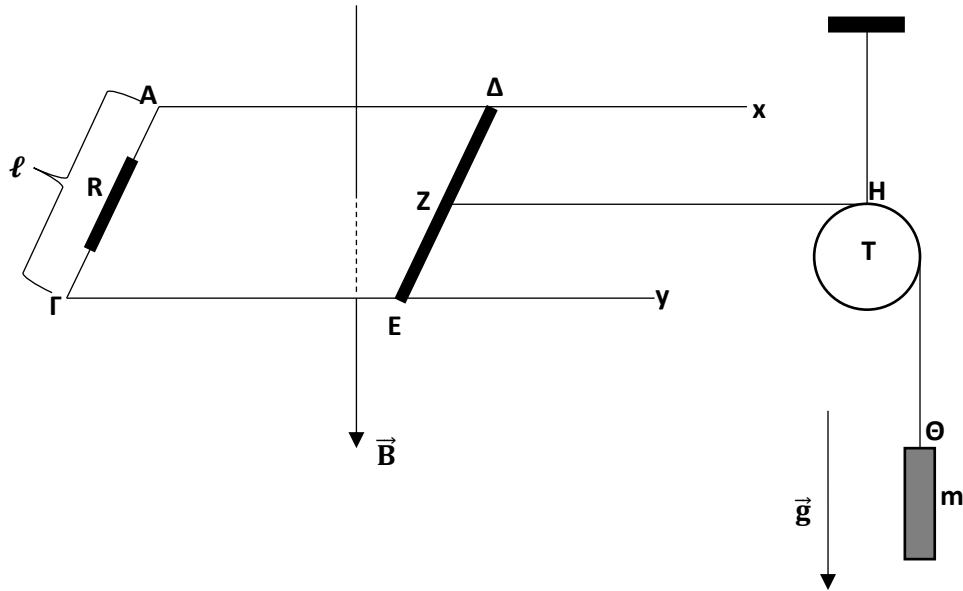
Γ3β. Πόσο είναι το μέγιστο μήκος κύματος που πρέπει να έχει ένα φωτόνιο, το οποίο αν απορροφηθεί από κάθοδο φωτοηλεκτρικού σωλήνα, προκαλεί εκπομπή φωτοηλεκτρονίου με ενέργεια ίση με αυτή του ερωτήματος

Γ3α; Να θεωρήσετε ότι η κάθοδος μπορεί να είναι κατασκευασμένη από κάποιο από τα στοιχεία του διπλανού πίνακα.

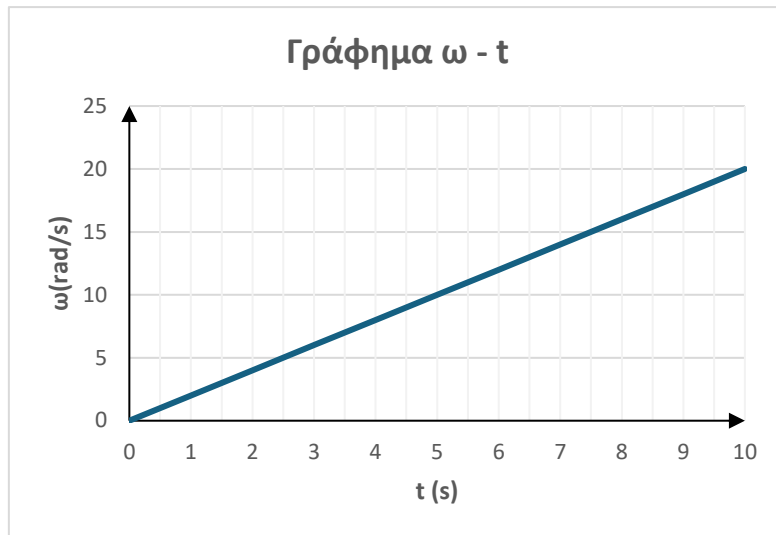
Στοιχείο	Έργο εξαγωγής σε [eV]
Αλουμίνιο	4.3
Ανθράκας	5.0
Άργυρος	4.3
Νάτριο	2.7
Νικέλιο	5.1
Πυρίτιο	4.8
Χαλκός	4.7
Χρυσός	5.1

Εξαρτάται η απάντησή σας από το στοιχείο από το οποίο είναι κατασκευασμένη η κάθοδος;

ΘΕΜΑ Δ (3+7+7+5+3)



Οι αγωγοί Ax και Γy είναι παράλληλοι, απέχουν απόσταση $\ell = 0,5\text{m}$, ορίζουν το οριζόντιο επίπεδο και έχουν αμελητέα αντίσταση. Στα άκρα τους A και Γ συνδέεται αντιστάτης, αντίστασης $R = 0,5\Omega$. Το κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο του σχήματος έχει μέτρο $B = 2\text{T}$. Ο αγωγός ΔE έχει μάζα $M = 1\text{kg}$, μήκος ℓ και μπορεί να κινείται, χωρίς τριβές, μένοντας διαρκώς κάθετος και σε ηλεκτρική επαφή με τους αγωγούς Ax και Γy , εξαιτίας αβαρούς, μη εκτατού νήματος, του οποίου το ένα άκρο δένεται στο μέσο Z του αγωγού ΔE και το άλλο σε σημειακό αντικείμενο Θ , μάζας $m = 1\text{kg}$, αφού περάσει από το αυλάκι ακίνητης τροχαλίας T . Η τροχαλία T έχει ακτίνα $r = 10\text{cm}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ειδικός μηχανισμός θέτει την τροχαλία T σε δεξιόστροφη στροφική κίνηση. Την ίδια χρονική στιγμή αρχίζει να κινείται και ο αγωγός ΔE . Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας $\vec{\omega}$ της τροχαλίας T μεταβάλλεται με το χρόνο, όπως στο διάγραμμα που ακολουθεί:



Δίνεται το μέτρο της γήινης βαρυτικής επιτάχυνσης $g = 10 \frac{m}{s^2}$. Το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας T .

Να υπολογίσετε:

Δ1. το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας T .

Δ2. την ένταση και τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη τη χρονική στιγμή $t_1 = 5s$.

Δ3. το μέτρο της τάσης \vec{T}_1 του νήματος ZH .

Δ4. το μέτρο της τάσης \vec{T}_2 του νήματος $H\Theta$.

Δ4. το ρυθμό ελάττωσης της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του σημειακού αντικειμένου Θ τη χρονική στιγμή $t_1 = 5s$.

ΟΔΗΓΙΕΣ (για τους εξεταζόμενους/τις εξεταζόμενες)

1. Οι τύποι και τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την επίλυση των θεμάτων και ΔΕΝ δίνονται στις εκφωνήσεις να αντληθούν από τον πίνακα δεδομένων και τύπων.
2. Κάθε απάντηση επιστημονικά τεκμηριωμένη είναι αποδεκτή.
3. Διάρκεια εξέτασης: τρεις (3) ώρες.

Σας ευχόμαστε επιτυχή προσπάθεια!

ΦΥΣΙΚΗ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΥΠΩΝ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ

Μάζα πρωτονίου, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg	Φορτίο ηλεκτρονίου (απόλυτη τιμή), $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C
Μάζα νετρονίου, $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg	Ηλεκτρονιοβόλτ, $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J
Μάζα ηλεκτρονίου, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg	Ταχύτητα του φωτός, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s
Επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης, $g = 9.8$ m/s ²	
Ηλεκτρική σταθερά, $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9$ N·m ² /C ²	
Σταθερά παγκόσμιας έλξης, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ m ³ /kg·s ²	
Μαγνητική διαπερατότητα του κενού, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/A·m = $4\pi \cdot 10^{-7}$ (T·m/A)	
Σταθερά του Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s = $4,14 \cdot 10^{-15}$ eV·s	
$hc = 12,42 \cdot 10^{-7}$ eV·m = $12,42 \cdot 10^{-7}$ eV·10 ⁹ nm = 1242 eV·nm ≈ 1200 eV·nm	

ΠΡΟΘΕΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ -ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΑ	ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΤΡΙΓΩΝΟ
10^{12} → tera (T)	Εμβαδόν παραλληλογράμμου: $A = \theta u$	$\eta\mu\theta = \frac{a}{c}$, $\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{b}{c}$
10^9 → giga (G)	Περίμετρος κύκλου: $C = 2\pi r$	$\epsilon\phi\theta = \frac{a}{b}$
10^6 → mega (M)	Εμβαδόν κύκλου: $A = \pi r^2$	$c^2 = a^2 + b^2$
10^3 → kilo (k)	Εμβαδόν σφαίρας: $A = 4\pi r^2$	
10^{-2} → centi (c)	Όγκος σφαίρας: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$	
10^{-3} → milli (m)	Μήκος τόξου κύκλου $s = r \theta$	
10^{-6} → micro (μ)	$\eta\mu\alpha + \eta\mu\beta = 2\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)\eta\mu\left(\frac{\alpha + \beta}{2}\right)$	
10^{-9} → nano (n)		
10^{-12} → pico (p)		

ΜΟΝΑΔΕΣ, ΣΥΜΒΟΛΑ	μέτρο, m	χερτζ, Hz	τζουλ, J	ηλεκτρονιοβόλτ, eV
	χιλιόγραμμα, kg	τέσλα, T	νιούτον, N	κέλβιν, K
	δευτερόλεπτο, s	χένρι, H	βολτ, V	βατ, W
	αμπέρ, A	ομ, Ω	κουλόμπ, C	ακτίνιο, rad

ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ							
θ	0°	30°	37°	45°	53°	60°	90°
$\eta\mu\theta$	0	1/2	3/5	$\sqrt{2}/2$	4/5	$\sqrt{3}/2$	1
$\sigma\upsilon\nu\theta$	1	$\sqrt{3}/2$	4/5	$\sqrt{2}/2$	3/5	1/2	0
$\epsilon\phi\theta$	0	$\sqrt{3}/3$	3/4	1	4/3	$\sqrt{3}$	-

ΚΡΟΥΣΕΙΣ- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ- ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ
$u = u_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$	u : ταχύτητα x : θέση Δx : μετατόπιση a : επιτάχυνση m : μάζα p : ορμή F : δύναμη $T_{ολ}$: τριβή ολίσθησης μ : συντελεστής τριβής N : κάθετη δύναμη K : κινητική ενέργεια
$E = \frac{F}{q}$ $I = \frac{dq}{dt}$ $I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{E}{R_{ολ}}$ $V = \frac{W}{q}$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$	$\Phi_B = BA\sigma\upsilon\nu\theta$ $F = B q v\eta\mu\theta$ $F = BI\ell\eta\mu\phi$ $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi \alpha}$ $E_{\epsilon\pi} = Bv\ell$ $E_{\epsilon\pi} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $E_{\alpha\nu\tau} = -L \frac{di}{dt}$
	A : εμβαδόν B : μαγνητικό πεδίο Φ_B : μαγνητική ροή E : ηλεκτρικό πεδίο, ΗΕΔ F : δύναμη q : ηλεκτρικό φορτίο $E_{\epsilon\pi}$: ΗΕΔ από επαγωγή I : ηλεκτρικό ρεύμα V : διαφορά δυναμικού W : έργο R : αντίσταση

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ $T_{ολ} = \mu N$ $K = \frac{1}{2}mv^2$ $p = m v$ $v = \frac{ds}{dt}$ $\alpha_k = \frac{v^2}{r}$ $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $T = \frac{1}{f}$ $v_{cm} = \omega R \quad \alpha_{γων} = \frac{d\omega}{dt}$ $\alpha_{cm} = \alpha_{γων} R$ $\tau = F\ell = F d$ $L = m v r \quad \Sigma \tau_{εξ} = \frac{dL}{dt}$	<p>s: τόξο ή διάστημα α_κ: κεντρομόλος επιτάχυνση R ή r: ακτίνα ω: γωνιακή ταχύτητα θ: γωνία T: περίοδος f: συχνότητα u_{cm}: ταχύτητα κέντρου μάζας α_{γων}: γωνιακή επιτάχυνση α_{cm}: επιτάχυνση κέντρου μάζας τ: ροπή ℓ, d: μήκος ή απόσταση L: στροφορμή</p>	$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $R = \rho \frac{\ell}{A}$ $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \ell}{r^2} \eta \mu \theta$ $B = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ $\Sigma B \Delta \ell \sigma \nu \theta = \mu_0 I_{εγκ}$ $B = \mu_0 I n$ $n = \frac{N}{\ell}$	$L = \mu \mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$ $U = \frac{1}{2} L I^2$ $c = \lambda f$ $\frac{E}{B} = c$ $E = E_{\max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ $B = B_{\max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$	<p>ℓ ή α: μήκος ή απόσταση E_{αυτ}: ΗΕΔ από αυτεπαγωγή U: ενέργεια μαγν. πεδίου R_{ολ}: ολική αντίσταση ρ: ειδική αντίσταση L: συντελεστής αυτεπαγωγής T: περίοδος λ: μήκος κύματος r: ακτίνα ή απόσταση n: αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους N: αριθμός σπειρών v: ταχύτητα θ, φ: γωνία μ: μαγνητική διαπερατότητα c: ταχύτητα φωτός</p>
--	---	--	--	---

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	
$x = A \eta \mu(\omega t + \varphi)$ $v = \omega A \sigma \nu \nu(\omega t + \varphi)$ $a = -\omega^2 A \eta \mu(\omega t + \varphi)$ $F = -D x$ $U = \frac{1}{2} D x^2$ $v = \lambda f$ $F = -b v$ $A = A_0 e^{-\lambda t}$ $y = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$ $y = 2 A \sigma \nu \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu \frac{2\pi t}{T}$	<p>A: πλάτος x: απομάκρυνση, θέση v: ταχύτητα α: επιτάχυνση ω: γωνιακή συχνότητα φ: αρχική φάση f: συχνότητα D: σταθερά επαναφοράς T: περίοδος b: σταθερά απόσβεσης λ: μήκος κύματος T: περίοδος U: δυναμική ενέργεια y: απομάκρυνση</p>

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ	
$v = V \eta \mu \omega t$ $V = N B \omega A$ $i = I \eta \mu(\omega t)$ $i = \frac{v}{R}$ $I_{εν} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ $V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}}$ $p = v i$ $P = \frac{W}{T}$	<p>v: στιγμιαία τάση V: πλάτος τάσης i: στιγμιαίο ρεύμα I: πλάτος ρεύματος I_{εν}: ενεργός ένταση V_{εν}: ενεργός τάση P: Μέση ισχύς ρ: Στιγμιαία ισχύς T: περίοδος R: αντίσταση W: ενέργεια ηλ. Ρεύματος N: αριθμός σπειρών</p>

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ			
$\lambda_{\max} T = \text{σταθ}$ $E = hf = pc, \quad p = \frac{h}{\lambda}$ $K = hf - \Phi$ $c = \lambda f$	$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \sigma \nu \nu \varphi)$ $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ $\sum \Psi ^2 dV = 1$	<p>T: θερμοκρασία E: ενέργεια p: ορμή c: ταχύτητα φωτός f: συχνότητα x: θέση K: Κινητική ενέργεια</p>	<p>λ: μήκος κύματος φ: γωνία t: χρόνος Φ: Έργο εξαγωγής Δ: αβεβαιότητα Ψ: κυματοσυνάρτηση V: όγκος</p>