

# ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

Επιμέλεια: Ομάδα Φυσικών  
της Ωθησης



Παρασκευή, 30 Μαΐου 2014  
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ  
ΦΥΣΙΚΗ

## ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 -Α4 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.** Ο Planck εισήγαγε τη θεωρία των κβάντα φωτός, για να ερμηνεύσει

- α) το φαινόμενο της συμβολής του φωτός.
- β) το φαινόμενο της περίθλασης του φωτός.
- γ) το φαινόμενο της πόλωσης.
- δ) την ακτινοβολία που παράγει ένα θερμαινόμενο σώμα.

Μονάδες 5

**A2.** Κοινή ιδιότητα της υπεριώδους και της υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι ότι

- α) γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι.
- β) συμμετέχουν στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
- γ) προκαλούν θέρμανση κατά την απορρόφησή τους από τα διάφορα σώματα.
- δ) χρησιμοποιούνται για την αποστείρωση ιατρικών εργαλείων.

Μονάδες 5

**A3.** Σύμφωνα με το πρότυπο του Thomson,

- α) τα ηλεκτρόνια κινούνται στα άτομα κατά το πλανητικό μοντέλο.
- β) το θετικό φορτίο κατανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο που καταλαμβάνει το άτομο.
- γ) τα σωματία  $\alpha$  αποκλίνουν κατά μεγάλη γωνία, όταν προσπίπτουν σε λεπτό μεταλλικό φύλλο χρυσού.
- δ) το αρνητικό φορτίο κατανέμεται ομοιόμορφα μόνο στην επιφάνεια του ατόμου.

Μονάδες 5

**A4.** Όταν συμβαίνει εκπομπή σωματίων  $\alpha$  από ένα βαρύ πυρήνα, τότε

- α) ο μαζικός αριθμός του μειώνεται κατά 4 και ο ατομικός του μειώνεται κατά 2.
- β) ο μαζικός αριθμός του μειώνεται κατά 2 και ο ατομικός του μειώνεται κατά 4.
- γ) ο μαζικός αριθμός του αυξάνεται κατά 2 και ο ατομικός του μειώνεται κατά 2.
- δ) ο μαζικός αριθμός του αυξάνεται κατά 4 και ο ατομικός του αυξάνεται κατά 2.

Μονάδες 5

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A1.  $\rightarrow$  δ)

A2.  $\rightarrow$  γ)

A3.  $\rightarrow$  β)

A4.  $\rightarrow$  α)

**A5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό 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) Η ισχυρή πυρηνική δύναμη είναι ίδια για τα ζεύγη πρωτόνιο-πρωτόνιο, πρωτόνιο-νετρόνιο.  
 β) Το κόκκινο χρώμα φαίνεται κόκκινο απ' όσα οπτικά μέσα κι αν περάσει το φως πριν φτάσει στο μάτι.  
 γ) Το γραμμικό φάσμα των ακτίνων Χ εξαρτάται από την τάση ανόδου-καθόδου.  
 δ) Το φάσμα απορρόφησης ενός αερίου παρουσιάζει σκοτεινές γραμμές στη θέση των φωτεινών γραμμών του φάσματος εκπομπής του.  
 ε) Το αντινετρόνιο αλληλεπιδρά ισχυρά με την ύλη.

Μονάδες 5

α) → Σωστό

β) → Σωστό

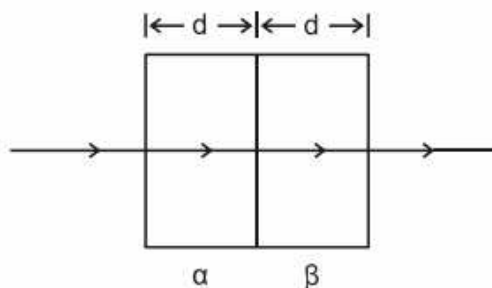
γ) → Λάθος

δ) → Σωστό

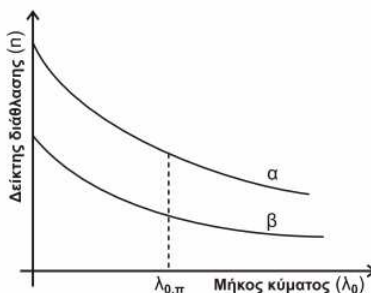
ε) → Λάθος

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Μονοχρωματική ακτίνα, πράσινου χρώματος, με μήκος κύματος στο κενό  $\lambda_{0,\pi}$  εισέρχεται κάθετα στο σύστημα των οπτικών υλικών  $\alpha$  και  $\beta$  του ίδιου πάχους  $d$ , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Η εξάρτηση του δείκτη διάθλασης  $n$  από το μήκος κύματος στο κενό  $\lambda_0$  για δύο οπτικά υλικά  $\alpha$  και  $\beta$  φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Αν οι χρόνοι διέλευσης της ακτίνας από τα υλικά αυτά είναι  $t_\alpha$  και  $t_\beta$  αντίστοιχα, τότε:

- i  $t_\alpha > t_\beta$
- ii  $t_\alpha = t_\beta$
- iii  $t_\alpha < t_\beta$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

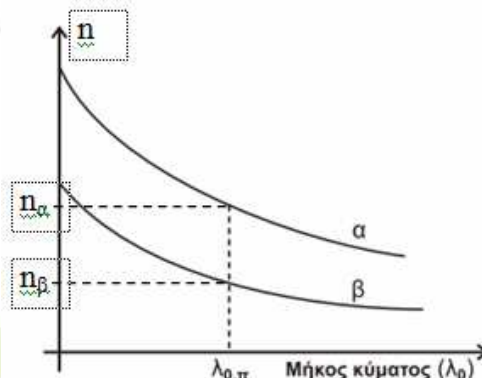
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι η **i**.

β) Αιτιολόγηση:



Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι ο δείκτης διάθλασης του υλικού α ( $n_\alpha$ ) για την πράσινη ακτινοβολία είναι μεγαλύτερος από τον δείκτη διάθλασης του υλικού β ( $n_\beta$ ) για την ίδια ακτινοβολία. Οπότε ισχύει  $n_\alpha > n_\beta$ .

Άρα θα έχουμε

$$n_\alpha > n_\beta \rightarrow \frac{c_0}{c_\alpha} > \frac{c_0}{c_\beta} \rightarrow c_\beta > c_\alpha \rightarrow \frac{d}{t_\beta} > \frac{d}{t_\alpha} \rightarrow \underline{t_\alpha > t_\beta}$$

**B2.** Στο ατομικό πρότυπο του Bohr για το υδρογόνο, αν  $K_1$ ,  $K_3$  είναι οι κινητικές ενέργειες και  $L_1$ ,  $L_3$  τα μέτρα των στροφορμών των ηλεκτρονίων στις επιτρεπόμενες τροχιές με κύριο κβαντικό αριθμό  $n = 1$  και  $n = 3$ , τότε ισχύει:

- i  $\frac{K_3}{K_1} = 9$  και  $\frac{L_3}{L_1} = 3$
- ii  $\frac{K_3}{K_1} = \frac{1}{9}$  και  $\frac{L_3}{L_1} = 3$
- iii  $\frac{K_3}{K_1} = \frac{1}{9}$  και  $\frac{L_3}{L_1} = \frac{1}{3}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι η **ii**.

β) Αιτιολόγηση:

Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου σε κάθε επιτρεπόμενη τροχιά δίνεται από τη σχέση

$$K_n = k_C \frac{e^2}{2r_n}, \text{ αλλά } r_n = n^2 \cdot r_1 (n = 1, 2, \dots), \text{ οπότε } K_n = k_C \frac{e^2}{2r_1 n^2}. \text{ Επομένως έχουμε:}$$

$$n=1 : K_1 = k_C \frac{e^2}{2r_1} \quad (1) \quad , \quad n=3 : K_3 = k_C \frac{e^2}{18r_1} \quad (2)$$

οπότε με διαίρεση κατά μέλη των σχέσεων (1) και (2) προκύπτει  $\frac{K_3}{K_1} = \frac{1}{9}$ .

Το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου σε κάθε επιτρεπόμενη τροχιά δίνεται από τη σχέση

$$L_n = n \frac{h}{2\pi}. \text{ Επομένως έχουμε:}$$

$$n=1 : L_1 = \frac{h}{2\pi} \quad (3) \quad , \quad n=3 : L_3 = 3 \frac{h}{2\pi} \quad (4)$$

οπότε με διαίρεση κατά μέλη των σχέσεων (3) και (4) προκύπτει  $\frac{L_3}{L_1} = 3$ .

**B3.** Θεωρούμε πυρήνα X με μαζικό αριθμό 200 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 7,8 MeV/νουκλεόνιο που διασπάται σε δύο πυρήνες: τον Y με μαζικό αριθμό 120 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 8,5 MeV/νουκλεόνιο και τον Ω με μαζικό αριθμό 80. Αν η ενέργεια που εκλύεται κατά τη διάσπαση είναι 164 MeV, τότε η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο για τον πυρήνα Ω είναι:

- i 9,1 MeV/νουκλεόνιο
- ii 8,8 MeV/νουκλεόνιο
- iii 7,4 MeV/νουκλεόνιο

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

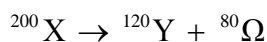
β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι η **ii**.

β) Αιτιολόγηση:



Για τη διάσπαση του αρχικού πυρήνα  ${}^{200}\text{X}$  σε ελεύθερα νουκλεόνια απαιτείται ενέργεια:

$$E_{B_X} = \Sigma_X A_X = 200 \cdot 7,8 \text{ MeV} = 1560 \text{ MeV}$$

Ο σχηματισμός των δύο πυρήνων  ${}^{120}\text{Y}$  και  ${}^{80}\text{Ω}$  από τα ίδια νουκλεόνια εκλύει ενέργεια:

$$E_{B_Y} + E_{B_\Omega} = (120 \cdot 8,5 + 80 \cdot \Sigma_\Omega) \text{ MeV}$$

Από την όλη διαδικασία εκλύεται ενέργεια  $Q = 164 \text{ MeV}$ , άρα

$$Q = E_{B_Y} + E_{B_\Omega} - E_{B_X} \Rightarrow 164 \text{ MeV} = (120 \cdot 8,5 + 80 \cdot \Sigma_\Omega) \text{ MeV} - 1560 \text{ MeV} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 164 = 120 \cdot 8,5 + 80 \cdot \Sigma_\Omega - 1560 \Rightarrow 80 \cdot \Sigma_\Omega = 704 \Rightarrow \boxed{\Sigma_\Omega = 8,8 \text{ MeV / νουκλ.}}$$

## ΘΕΜΑ Γ

Σε συσκευή παραγωγής ακτίνων Χ η ενέργεια ενός φωτονίου της παραγόμενης δέσμης είναι 15keV.

Γ1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος  $\lambda_1$  του φωτονίου αυτού.

Μονάδες 6

Γ2. Αν το ελάχιστο μήκος κύματος  $\lambda_{\min}$  της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη συσκευή είναι ίσο με το 1/3 του  $\lambda_1$ , να υπολογίσετε την τάση ανόδου-καθόδου της συσκευής.

Μονάδες 6

Γ3. Αν στην άνοδο προσπίπτουν  $2 \cdot 10^{17}$  ηλεκτρόνια ανά δευτερόλεπτο, να υπολογίσετε την ισχύ που μεταφέρει η ηλεκτρονική δέσμη.

Μονάδες 6

Γ4. Στην παραπάνω συσκευή παραγωγής ακτίνων Χ, διατηρούμε τη θερμοκρασία της καθόδου σταθερή, ώστε η ένταση του ρεύματος των ηλεκτρονίων να παραμένει η ίδια. Μεταβάλλουμε την τάση ανόδου-καθόδου, έτσι ώστε η ταχύτητα με την οποία τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην άνοδο να υποδιπλασιαστεί. Πόση ισχύ μεταφέρει τώρα η ηλεκτρονική δέσμη;

Δίνονται: σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ , στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ , ταχύτητα φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$

Μονάδες 7

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Γ1. Για το μήκος κύματος του φωτονίου θα έχουμε

$$E_{\varphi} = h \cdot f \xrightarrow{\text{ΘΕΚ: } c=f \cdot \lambda_1} E_{\varphi} = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{h \cdot c}{E_{\varphi}} \quad (1)$$

$$(1) \rightarrow \lambda_1 = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{15 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{m} \Rightarrow \lambda_1 = 8,25 \cdot 10^{-11} \text{m}$$

Γ2. Το ελάχιστο μήκος κύματος  $\lambda_{\min}$  της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη συσκευή των ακτίνων x δίνεται από τη σχέση

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{\min} &= \frac{hc}{e \cdot V} \\ \text{αλλά είναι } \lambda_{\min} &= \frac{1}{3} \lambda_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{3} \lambda_1 = \frac{hc}{e \cdot V} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{3}{e} \frac{hc}{V} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) θα έχουμε:

$$\frac{h \cdot c}{E_{\varphi}} = \frac{3 \cdot hc}{e \cdot V} \Rightarrow V = \frac{3E_{\varphi}}{e} \Rightarrow V = \frac{3 \cdot 15 \cdot 10^3 \text{eV}}{e} \Rightarrow V = 45000 \text{V}$$

Γ3. Για την ισχύ της ηλεκτρονικής δέσμης θα έχουμε

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I = V \cdot \frac{\Delta q}{\Delta t} = V \cdot \frac{\Delta n \cdot e}{\Delta t} = V \cdot e \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} = 45 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^{17} \text{W} = 1440 \text{W}$$

Γ4. Ένα ηλεκτρόνιο ( $q_e = -e$ ) επιταχύνεται μεταξύ καθόδου Κ και ανόδου Α, όπου  $V_K < V_A \Rightarrow V_{KA} < 0$ , οπότε  $V_{KA} = -|V_{KA}| = -V$ . Επομένως για το έργο της ηλεκτρικής δύναμης ισχύει:

$$W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A} = q_e \cdot V_{KA} \Rightarrow W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A} = (-e) \cdot (-V) \Rightarrow W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A} = e \cdot V$$

Από το Θ.Μ.Κ.Ε.<sub>(K→A)</sub> έχουμε:

$$\Delta K = W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A} \Rightarrow K_{(A)} - K_{(K)} = W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A}$$

Αν η αρχική ταχύτητα του ηλεκτρονίου είναι αμελητέα (ξεκινά από την ηρεμία), τότε είναι  $K_{(K)} = 0$ , οπότε φτάνει στην άνοδο με κινητική ενέργεια

$$K_{(A)} = W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A} \Rightarrow \frac{1}{2} m \cdot v^2 = e \cdot V \Rightarrow v = \frac{m \cdot v^2}{2e} \quad (3)$$

Για  $I = \text{σταθ.}$

$$\frac{P_{\eta\lambda,2}}{P_{\eta\lambda,1}} = \frac{V_2 \cdot I}{V_1 \cdot I} = \frac{V_2}{V_1} \stackrel{(3)}{=} \frac{\frac{m \cdot v_2^2}{2e}}{\frac{m \cdot v_1^2}{2e}} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\left(\frac{v_1}{2}\right)^2}{v_1^2} = \frac{1}{4}$$

Άρα

$$P_{\eta\lambda,2} = \frac{P_{\eta\lambda,1}}{4} = \frac{P_{\eta\lambda}}{4} = \frac{1440}{4} \text{ W} \Rightarrow \boxed{P_{\eta\lambda,2} = 360 \text{ W}}$$

## ΘΕΜΑ Δ

Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Σωματίδιο με κινητική ενέργεια Κ συγκρούεται με το άτομο του υδρογόνου. Το άτομο απορροφά το 50% της κινητικής ενέργειας του σωματιδίου και διεγείρεται σε ενεργειακή στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό n. Η δυναμική ενέργεια του ατόμου στην κατάσταση αυτή είναι  $U_n = -1,7\text{eV}$ .

Δ1. Να βρείτε τον κύριο κβαντικό αριθμό n που αντιστοιχεί στην κατάσταση αυτή.

Μονάδες 6

Δ2. Να βρείτε την αρχική κινητική ενέργεια Κ του σωματιδίου.

Μονάδες 6

Το διεγερμένο άτομο αποδιεγείρεται στη θεμελιώδη κατάσταση, εκτελώντας δύο διαδοχικά άλματα, και εκπέμπει δύο φωτόνια με συχνότητες  $f_A$  στο πρώτο άλμα και  $f_B$  στο δεύτερο άλμα. Μετά το πρώτο άλμα, το άτομο βρίσκεται σε ενδιάμεση διεγερμένη κατάσταση, στην οποία το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου είναι διπλάσιο από το μέτρο της στροφορμής στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ3. Να υπολογίσετε τον λόγο των συχνοτήτων  $\frac{f_A}{f_B}$  των εκπεμπόμενων φωτονίων.

Μονάδες 6

Δ4. Να υπολογίσετε τον λόγο των περιόδων της κίνησης του ηλεκτρονίου στις δύο προηγούμενες διεγερμένες καταστάσεις.

Μονάδες 7

Δίνεται η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6\text{eV}$ .

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Η δυναμική και ολική ενέργεια σε μια επιτρεπόμενη τροχιά στο άτομο του υδρογόνου είναι αντίστοιχα

$$\left. \begin{array}{l} U_n = -k_c \frac{e^2}{r_n} \\ \text{και} \\ E_n = -k_c \frac{e^2}{2r_n} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{U_n}{E_n} = 2 \quad \text{ή} \quad E_n = \frac{U_n}{2} = \frac{-1,7\text{eV}}{2} \quad \text{ή} \quad \underline{E_n = -0,85\text{eV}}$$

Επομένως για τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$  θα έχουμε

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{E_1}{E_n}} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{-13,6\text{eV}}{-0,85\text{eV}}} \Rightarrow n = \sqrt{16} \Rightarrow \underline{n = 4}$$

Δ2. Η ενέργεια  $E_\alpha$  που απορρόφησε το άτομο του υδρογόνου είναι ίση με την ενέργεια διέγερσης από την επιτρεπόμενη τροχιά με  $n = 1$  στην τροχιά με  $n = 4$ :

$$\begin{aligned} E_\alpha &= E_{\delta(1 \rightarrow 4)} = E_4 - E_1 \Rightarrow E_\alpha = \frac{E_1}{4^2} - E_1 \Rightarrow \\ &\Rightarrow E_\alpha = -\frac{15}{16} \cdot E_1 = -\frac{15}{16} \cdot (-13,6\text{eV}) \Rightarrow \underline{E_\alpha = 12,75\text{eV}} \end{aligned}$$

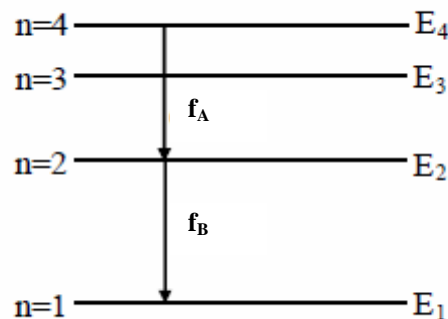
Σύμφωνα, όμως, με την εκφώνηση ισχύει

$$E_\alpha = \frac{50}{100} \cdot K \Rightarrow E_\alpha = \frac{K}{2} \Rightarrow K = 2 \cdot E_\alpha = 2 \cdot 12,75\text{eV} \Rightarrow \underline{K = 25,5\text{eV}}$$

Δ3. Έστω  $n_x$  ο κύριος κβαντικός αριθμός της ενδιάμεσης διεγερμένης στάθμης, τότε θα ισχύει

$$L_x = 2L_1 \xrightarrow{(L_n = n \cdot \frac{h}{2\pi})} n_x \cdot \frac{h}{2\pi} = 2 \cdot 1 \cdot \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \underline{n_x = 2}$$

Για το λόγο των συχνοτήτων που ζητείται, σύμφωνα με τη σχέση  $E_\phi = h \cdot f$  και το διπλανό ενεργειακό διάγραμμα που περιγράφει τα άλματα του ηλεκτρονίου, θα έχουμε



$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\frac{E_{\phi(A)}}{h}}{\frac{E_{\phi(B)}}{h}} = \frac{E_{\phi(A)}}{E_{\phi(B)}} = \frac{E_4 - E_2}{E_2 - E_1} = \frac{\frac{E_1}{16} - \frac{E_1}{4}}{\frac{E_1}{4} - E_1} = \frac{-\frac{12E_1}{16}}{-\frac{3E_1}{4}} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{12 \cdot 4}{16 \cdot 4 \cdot 3} \Rightarrow \underline{\frac{f_A}{f_B} = \frac{1}{4}}$$



Δ4. Η έκφραση του μέτρου της ταχύτητας του ηλεκτρονίου σε μια επιτρεπόμενη τροχιά είναι

$$v_n = \sqrt{\frac{k_c e^2}{m_e r_n}} \text{ και γενικά } v_n = \frac{2\pi}{T_n} r_n$$

Επομένως είναι

$$\frac{2\pi}{T_n} r_n = \sqrt{\frac{k_c e^2}{m_e r_n}} \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T_n^2} r_n^2 = \frac{k_c e^2}{m_e r_n} \Rightarrow T_n^2 = \frac{4\pi^2 m_e r_n^3}{k_c e^2}, \quad r_n = r_1 \cdot n^2,$$

οπότε

$$T_n^2 = \frac{4\pi^2 m_e r_1^3 n^6}{k_c e^2} \quad (1)$$

Άρα, με εφαρμογή της σχέσης (1) θα έχουμε

$$\left. \begin{array}{l} (1) \xrightarrow{n=4} T_4^2 = \frac{4\pi^2 m_e r_1^3 4^6}{k_c e^2} \\ (1) \xrightarrow{n=2} T_2^2 = \frac{4\pi^2 m_e r_1^3 2^6}{k_c e^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left( \frac{T_4}{T_2} \right)^2 = \left( \frac{4}{2} \right)^6 \Rightarrow \frac{T_4}{T_2} = 2^3 \Rightarrow \boxed{\frac{T_4}{T_2} = 8}$$

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα Φυσικής Γενικής Παιδείας καλύπτουν ευρύ φάσμα της εξεταστέας ύλης, είναι απαιτητικά και δημιουργούν κατάλληλες προϋποθέσεις για την διάκριση των υποψηφίων ανάλογα με τις δυνατότητες τους.

Τα θεωρητικά θέματα Α και Β απαιτούσαν από τους υποψηφίους κυρίως δυνατότητα αναπαραγωγής της θεωρίας, αλλά και κριτική ικανότητα σε μικρότερο ποσοστό.

Τα προβλήματα και κυρίως το θέμα Δ απαιτούσαν συνθετική ικανότητα σε συνδυασμό με άνεση στο χειρισμό βασικών αλγεβρικών πράξεων.

Συνεπώς τα σημερινά θέματα είναι ποιοτικά, σαφή με σχετικά μεγάλη έκταση, που όμως μπορούν να αντιμετωπιστούν με άνεση από έναν καλά προετοιμασμένο και προσεκτικό υποψήφιο.