



ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2012

Επιμέλεια: Ομάδα Φυσικών
της Ωθησης



Τετάρτη, 23 Μαΐου 2012
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1-A3** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

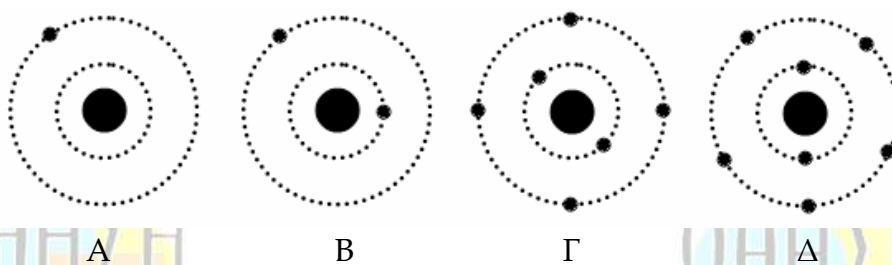
- A1.** Ο δείκτης διάθλασης ενός οπτικού μέσου για τα χρώματα ερυθρό, ιώδες, κίτρινο έχει
- την ίδια τιμή και για τα τρία χρώματα
 - την μεγαλύτερη τιμή του για το ερυθρό χρώμα
 - την μεγαλύτερη τιμή του για το ιώδες χρώμα
 - την μεγαλύτερη τιμή του για το κίτρινο χρώμα.

Μονάδες 5

- A2.** Όταν σωματίδια α , β , γ , εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με τις ταχύτητές τους κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, τότε εκτρέπονται
- μόνο τα σωματίδια α
 - τα σωματίδια β και γ
 - μόνο τα σωματίδια γ
 - τα σωματίδια α και β .

Μονάδες 5

- A3.** Στο σχήμα απεικονίζονται τα ιόντα ορισμένων χημικών στοιχείων που βρίσκονται σε αέρια κατάσταση.



Το ατομικό πρότυπο του Bohr μπορεί να περιγράψει το γραμμικό φάσμα των στοιχείων

- A και B
- B και Γ
- μόνο του A
- μόνο του B

Μονάδες 5

A4. Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της Στήλης (I) και δίπλα σε κάθε αριθμό το γράμμα της Στήλης (II) που δίνει τη σωστή αντιστοίχιση.

Στήλη I	Στήλη II
1. Einstein	α. Φωτόνια
2. Huygens και Young	β. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα
3. Maxwell	γ. Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
4. Planck	δ. Εγκάρσια κύματα
5. Hertz	ε. Παραγωγή κυμάτων ίδιας φύσης με αυτήν του φωτός

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, το γράμμα Σ, αν η πρόταση είναι σωστή, ή Λ, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α. Ο τομογράφος εκπομπής ποζιτρονίων PET ανιχνεύει γύρω από το κεφάλι του ασθενούς ποζιτρόνια.
- β. Οι ισότοποι πυρήνες του ίδιου στοιχείου έχουν ίδιο αριθμό νετρονίων.
- γ. Τα φάσματα εκπομπής των αερίων είναι συνεχή.
- δ. Το άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση διεγείρεται από ένα φωτόνιο μόνο όταν η ενέργεια του φωτονίου είναι ακριβώς ίση με την ενέργεια διέγερσης.
- ε. Οι σκληρές ακτίνες Χ είναι περισσότερο διεισδυτικές από τις μαλακές ακτίνες Χ.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- A1. → γ.
 A2. → δ.
 A3. → γ.
 A4. → 1 – γ, 2 – δ, 3 – β, 4 – α, 5 – ε
 A5. → α. → Λάθος
 β. → Λάθος
 γ. → Λάθος
 δ. → Σωστό
 ε. → Σωστό

ΘΕΜΑ Β

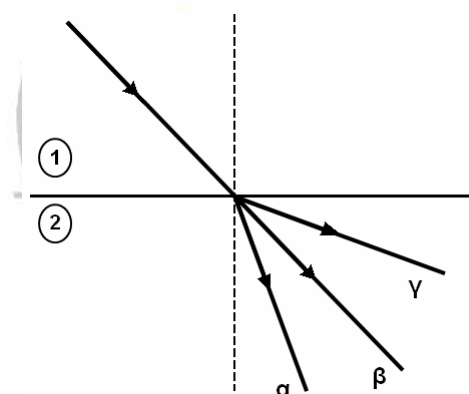
B1. Διεγερμένα άτομα υδρογόνου βρίσκονται σε κατάσταση που αντιστοιχεί σε κβαντικό αριθμό n_x . Αν το πλήθος των γραμμών του φάσματος εκπομπής του αερίου είναι έξι (6), τότε το n_x έχει την τιμή

- α. $n_x=3$ β. $n_x=4$ γ. $n_x=5$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

B2. Μια μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος στον αέρα λ_0 . Όταν η ακτινοβολία από τον αέρα εισέρχεται στο οπτικό μέσο 1, το μήκος κύματός της μειώνεται στα $\frac{3}{4}$ της αρχικής του τιμής, ενώ, όταν η ακτινοβολία εισέρχεται από τον αέρα στο οπτικό μέσο 2, το μήκος κύματός της μειώνεται κατά το $\frac{1}{3}$ της αρχικής του τιμής. Όταν η ακτινοβολία αυτή μεταβαίνει από το οπτικό μέσο 1 στο οπτικό μέσο 2, ακολουθεί την πορεία



1. α
2. β
3. γ

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 9

B3. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr, όταν το άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση έχει ενέργεια E_1 και η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου είναι r_1 . Όταν το άτομο είναι διεγερμένο έχει ενέργεια E_n και η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου είναι r_n .

Για τα μεγέθη E_1, r_1, E_n, r_n ισχύει μία από τις :

$$\alpha. E_n \cdot r_n = E_1 \cdot r_1$$

$$\beta. \frac{E_n}{r_n} = \frac{E_1}{r_1}$$

$$\gamma. E_n \cdot r_n^2 = E_1 \cdot r_1^2$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

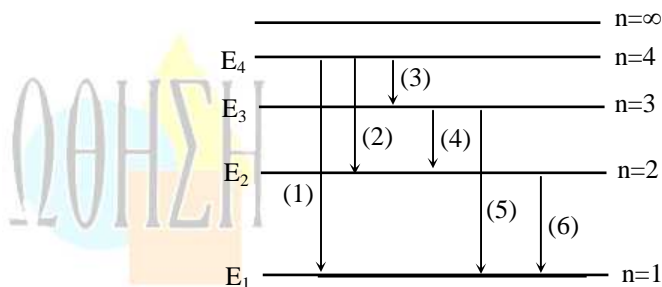
Μονάδες 8

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

B1. i) Σωστή η (β).

ii) Αιτιολόγηση:

Από το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου, παρατηρούμε ότι, μόνο αν τα άτομα του υδρογόνου είναι διεγερμένα στη στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό $n=4$ αποδίδουν 6 γραμμές (φωτόνια) στο φάσμα εκπομπής.



B2. i) Σωστή η (1).

ii) Αιτιολόγηση:

Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο (1) είναι: $\lambda_1 = \frac{3}{4} \lambda_0$.

Ομοίως, το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο (2) είναι:

$$\lambda_2 = \lambda_0 - \frac{1}{3} \lambda_0 = \frac{2}{3} \lambda_0.$$

Οι αντίστοιχοι δείκτες διάθλασης:

$$\text{Μέσο (1): } n_1 = \frac{\lambda_0}{\lambda_1} = \frac{\lambda_0}{\frac{3}{4} \lambda_0} = \frac{4}{3} \Rightarrow n_1 = \frac{4}{3} \approx 1,33$$

$$\text{Μέσο (2): } n_2 = \frac{\lambda_0}{\lambda_2} = \frac{\lambda_0}{\frac{2}{3} \lambda_0} = \frac{3}{2} \Rightarrow n_2 = \frac{3}{2} = 1,5$$

Το μέσο (1) είναι αραιότερο του μέσου (2) ($n_1 < n_2$), συνεπώς η πορεία της ακτίνας θα είναι η (α).

B3. i) Σωστή η (α).

ii) Αιτιολόγηση:

Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr η ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη στάθμη με ενέργεια E_n συνδέεται με την ενέργεια E_1 του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση ($n=1$) με τη σχέση:

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \quad (1)$$

Οι αντίστοιχες ακτίνες των επιτρεπτών κυκλικών τροχιών συνδέονται με τη σχέση:

$$r_n = n^2 \cdot r_1 \quad (2)$$

Από την (1) προκύπτει $n^2 = \frac{E_1}{E_n}$ και αντικαθιστώντας στη (2), θα έχουμε

$$r_n = \frac{E_1}{E_n} \cdot r_1 \Rightarrow \boxed{E_n \cdot r_n = E_1 \cdot r_1}$$

ΘΕΜΑ Γ

Σε μια διάταξη παραγωγής ακτίνων X τα ηλεκτρόνια ξεκινούν από την κάθοδο με μηδενική ταχύτητα και, αφού επιταχυνθούν, φτάνουν στην άνοδο με ταχύτητα $v = \frac{20}{3} \cdot 10^7 \text{ m/s}$. Η απόδοση της διάταξης είναι 1% (δηλ. το 1% της ισχύος της δέσμης ηλεκτρονίων μετατρέπεται σε ισχύ φωτονίων X). Η ισχύς των ακτίνων X που παράγονται είναι $P_x = 10 \text{ W}$ και ο χρόνος λειτουργίας της διάταξης είναι $t = 0,15 \text{ s}$.

Γ1. Να βρείτε την τάση μεταξύ ανόδου – καθόδου.

Μονάδες 6

Γ2. Να βρείτε την ενέργεια που μεταφέρει η δέσμη των ηλεκτρονίων στο χρόνο t .

Μονάδες 6

Γ3. Να βρείτε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που φτάνουν στην άνοδο στη μονάδα του χρόνου.

Μονάδες 6

Ένα από τα παραγόμενα φωτόνια έχει μήκος κύματος τετραπλάσιο από το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται. Το φωτόνιο αυτό παράγεται από μετατροπή μέρους της κινητικής ενέργειας ενός ηλεκτρονίου που προσπίπτει στην άνοδο, σε ενέργεια ενός φωτονίου.

Γ4. Να βρείτε το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου που μετατράπηκε σε ενέργεια φωτονίου.

Δίνονται: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$

Μονάδες 7

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Γ1. Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση κάθε ηλεκτρονίου μεταξύ της καθόδου και της ανόδου:

$$K_{(A)} - K_{(K)} = W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A} \Rightarrow K_{(A)} - 0 = W_{F_{\eta\lambda}}^{K \rightarrow A} \Rightarrow \frac{1}{2} m_e \cdot v^2 = e \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{m_e \cdot v^2}{2e} = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot \frac{400}{9} \cdot 10^{14}}{2 \cdot 16 \cdot 10^{-20}} \Rightarrow \boxed{V = 1,25 \cdot 10^4 \text{ V}}$$

Γ2. Από τον ορισμό της απόδοσης θα έχουμε

$$\alpha\% = \frac{P_x}{P_{\eta\lambda}} \cdot 100\% \Rightarrow \frac{1}{100} = \frac{P_x}{P_{\eta\lambda}} \Rightarrow P_{\eta\lambda} = 1000 \text{ W},$$

$$\text{επίσης είναι } P_{\eta\lambda} = \frac{W_{\eta\lambda}}{t} \Rightarrow W_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t \Rightarrow \boxed{W_{\eta\lambda} = 150 \text{ J}}$$

Γ3. Για την ένταση του ρεύματος έχουμε

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I \Rightarrow I = \frac{P_{\eta\lambda}}{V} = \frac{10^3}{12,5 \cdot 10^3} \Rightarrow I = 0,08 \text{ A}$$

Για τον αριθμό των ηλεκτρονίων ανά μονάδα χρόνου θα έχουμε

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{\Delta N \cdot e}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{I}{e} = \frac{8 \cdot 10^{-2} \text{ A}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta N}{\Delta t} = 5 \cdot 10^{17} \text{ e/s}}$$

Γ4. Ισχύει $\left. \begin{array}{l} \lambda_{\min} = \frac{c \cdot h}{e \cdot V} \\ \lambda = 4 \lambda_{\min} \end{array} \right\} \Rightarrow \lambda = 4 \frac{c \cdot h}{e \cdot V} \quad (1)$

Οπότε για το ζητούμενο ποσοστό θα έχουμε

$$\begin{aligned} \Pi\% &= \frac{E_{\phi}}{K_{(A)}} \cdot 100\% = \frac{h \cdot \frac{c}{\lambda}}{e \cdot V} \cdot 100\% = \frac{h \cdot c}{e \cdot V \cdot \lambda} 100\% \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \Pi\% = \frac{h \cdot c}{e \cdot V \cdot 4 \frac{h \cdot c}{e \cdot V}} \cdot 100\% \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Pi = \frac{1}{4} \cdot 100\% \Rightarrow \boxed{\Pi\% = 25\%} \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Δ

Ένας πυρήνας ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ (Ραδίου) διασπάται σε ένα διεγερμένο θυγατρικό πυρήνα Rn^* (Ραδονίου) με ταυτόχρονη εκπομπή σωματίου α .

Δ1. Να γράψετε την αντίδραση διάσπασης.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε την ενέργεια που αποδεσμεύεται από τον πυρήνα του ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ κατά τη διάσπασή του.

Μονάδες 6

Από την ενέργεια που αποδεσμεύεται το σωματίο α αποκτά κινητική ενέργεια K . Από την υπόλοιπη ενέργεια το 72,8% γίνεται κινητική ενέργεια του ραδονίου.

Το σωματίο α , με την κινητική ενέργεια που έχει αποκτήσει, κατευθύνεται μετωπικά προς πυρήνα ${}_{50}^{120}\text{Sn}$ (Κασσιτέρου) που βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση. Θεωρούμε ότι ο πυρήνας ${}_{50}^{120}\text{Sn}$ παραμένει ακίνητος στη θέση του σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου. Η ελάχιστη απόσταση στην οποία πλησιάζει το σωματίο α είναι $d_{\min} = 3 \cdot 10^{-14} \text{ m}$.

Δ3. Να βρείτε την κινητική ενέργεια K του σωματίου α .

Μονάδες 6

Ο διεγερμένος πυρήνας Rn^* μεταπίπτει στη θεμελιώδη ενεργειακή του στάθμη εκπέμποντας ένα φωτόνιο που προσπίπτει σε αέριο υδρογόνου, τα άτομα του οποίου βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ4. Να βρείτε το μέγιστο πλήθος των ατόμων υδρογόνου που μπορούν να ιονιστούν.

Μονάδες 7

Δίνονται: Ενέργεια θεμελιώδους κατάστασης ατόμου υδρογόνου $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, φορτίο πρωτονίου $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$, $M_{\text{Ra}} c^2 = 210542,7 \text{ MeV}$, $M_{\text{Rn}} c^2 = 206809,4 \text{ MeV}$, $M_{\text{σωμάτιο } \alpha} c^2 = 3728,4 \text{ MeV}$, $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Γενικά ισχύει:



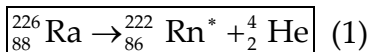
Σύμφωνα με την Αρχή Διατήρησης του Ηλεκτρικού Φορτίου έχουμε:

$$\sum Z_{\text{πρ.}} = \sum Z_{\text{αντιδρ.}} \Rightarrow Z + 2 = 88 \Rightarrow \boxed{Z = 86}$$

Από τη διατήρηση των νουκλεονίων έχουμε:

$$\sum A_{\text{πρ.}} = \sum A_{\text{αντιδρ.}} \Rightarrow A + 4 = 226 \Rightarrow \boxed{A = 222}$$

Επομένως η πυρηνική αντίδραση γράφεται:

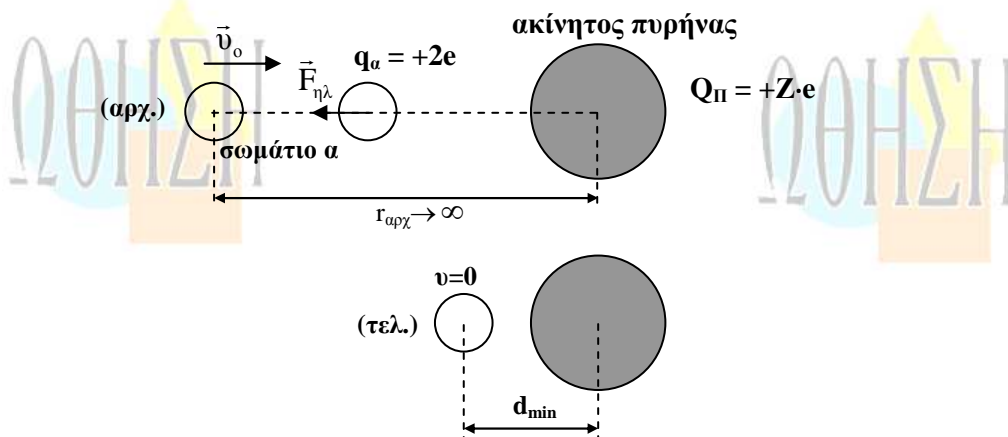


Δ2. Για την ενέργεια που αποδεσμεύεται από τον πυρήνα του ραδίου κατά τη διάσπασή του, έχουμε:

$$E = (m_{\text{Ra}} - m_{\text{Rn}} - m_{\text{He}}) \cdot c^2 \Rightarrow E = m_{\text{Ra}} \cdot c^2 - m_{\text{Rn}} \cdot c^2 - m_{\text{He}} \cdot c^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = (210542,7 - 206809,4 - 3728,4) \text{ MeV} \Rightarrow \boxed{E = 4,9 \text{ MeV}}$$

Δ3.



Όταν το σωματίο α πλησιάσει στον ακίνητο πυρήνα S_n στη μικρότερη δυνατή απόσταση (d_{\min}), η ταχύτητα του θα μηδενιστεί, οπότε θα μηδενιστεί και η κινητική του ενέργεια. Σύμφωνα με το Θεώρημα Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας ($\Theta.\Delta.M.E._{[\infty \rightarrow d_{\min}]}$), για το σύστημα σωματίο α – πυρήνας έχουμε:

$$E_{\text{μηχ.}} = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad E_{\text{μηχ.}(\alpha\alpha\chi)} = E_{\text{μηχ.}(\tau\epsilon\lambda)} \quad \text{ή} \quad K_{\alpha\alpha\chi} + U_{\alpha\alpha\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda}, \quad \text{αλλά} \quad K_{\alpha\alpha\chi} = K_{\alpha},$$

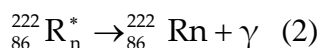
$$U_{\alpha\alpha\chi} = U_{\infty} = 0, \quad K_{\tau\epsilon\lambda} = 0 \quad \text{και} \quad U_{\tau\epsilon\lambda} = k_c \frac{q_{\alpha} Q_{\Pi}}{d_{\min}} \quad (q_{\alpha} = 2e, Q_{\Pi} = Z \cdot e)$$

Επομένως:

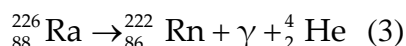
$$K_{\alpha} + 0 = 0 + k_c \frac{2eZe}{d_{\min}} \Rightarrow K_{\alpha} = k_c \frac{2Ze^2}{d_{\min}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 50 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{3 \cdot 10^{-14}} \cdot e \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{K_{\alpha} = 4,8 \cdot 10^6 \text{ eV} = 4,8 \text{ MeV}}$$

Δ4. Σύμφωνα με την εκφόνηση ο διεγερμένος πυρήνας του ραδονίου αποδιεγείρεται εκπέμποντας ένα φωτόνιο στην περιοχή των ακτίνων γ . Δηλαδή έχουμε και την παρακάτω εκπομπή γ :



Άρα για το συνολικό φαινόμενο [(1)+(2)] θα έχουμε την έκφραση:



Σύμφωνα με την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας και αν θεωρήσουμε ότι ο πυρήνας ραδίου ήταν αρχικά ακίνητος, θα έχουμε

$$E = K_{\text{Rn}} + K_{\alpha} + E_{\phi} \Rightarrow K_{\text{Rn}} + E_{\phi} = E - K_{\alpha} \Rightarrow K_{\text{Rn}} + E_{\phi} = (4,9 - 4,8) \text{ MeV} \Rightarrow K_{\text{Rn}} + E_{\phi} = 0,1 \text{ MeV}$$

$$\text{αλλά} \quad K_{\text{Rn}} = \frac{72,8}{100} \cdot (K_{\text{Rn}} + E_{\phi}) = \frac{72,8}{100} \cdot 0,1 \text{ MeV} = 0,0728 \text{ MeV}, \quad \text{οπότε είναι}$$

$$0,0728 \text{ MeV} + E_{\phi} = 0,1 \text{ MeV} \Rightarrow E_{\phi} = 0,0272 \text{ MeV} \quad \text{ή} \quad E_{\phi} = 27,2 \cdot 10^3 \text{ eV}$$

Για την ενέργεια ιονισμού του ατόμου του υδρογόνου ισχύει:

$$E_{\text{ioy}} = -E_1 = -(-13,6 \text{ eV}) = 13,6 \text{ eV}$$

Για το μέγιστο πλήθος (N_{\max}) των ατόμων υδρογόνου που μπορούν να ιονιστούν από διαθέσιμο ποσό ενέργειας ίσο με αυτό του φωτονίου, θα έχουμε

$$E_{\phi} \geq E_{\text{ioy}} + E_{\text{ioy}} + \dots + E_{\text{ioy}} \Rightarrow E_{\phi} \geq N \cdot E_{\text{ioy}} \Rightarrow N \leq \frac{E_{\phi}}{E_{\text{ioy}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_{\max} = \frac{E_{\phi}}{E_{\text{ioy}}} = \frac{27,2 \cdot 10^3 \text{ eV}}{13,6 \text{ eV}} \Rightarrow \boxed{N_{\max} = 2000 \text{ άτομα}}$$

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 2012

Τα σημερινά θέματα Φυσικής Γενικής Παιδείας καλύπτουν ευρύ φάσμα της εξεταστέας ύλης, είναι απαιτητικά και δημιουργούν προϋποθέσεις για μια αυστηρή αξιολόγηση των υποψηφίων.

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 και κριτική ικανότητα σε συνδυασμό με άνεση στο χειρισμό βασικών μαθηματικών εργαλείων.

Επίσης στο θέμα Δ υπήρξε ένα πρόβλημα στην διατύπωση όσον αφορά την αρχική κινητική κατάσταση του μητρικού πυρήνα και την περιγραφή του φαινομένου της διάσπασής του.

Συνεπώς τα σημερινά θέματα είναι ποιοτικά, αλλά μπορούν να αντιμετωπιστούν από έναν καλά προετοιμασμένο υποψήφιο.

