

Σάββατο, 29 Μαΐου 2004
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΜΑ 1^ο

Στις ερωτήσεις 1-4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell το ηλεκτρομαγνητικό κύμα παράγεται, όταν ένα ηλεκτρικό φορτίο:
 - α. ηρεμεί.
 - β. κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.
 - γ. επιταχύνεται.
 - δ. όλα τα παραπάνω.
2. Ο λαμπτήρας αλογόνου:
 - α. περιέχει ατμούς ιωδίου.
 - β. περιέχει σταγόνα υδραργύρου.
 - γ. δεν έχει θερμαινόμενο νήμα.
 - δ. έχει μικρότερη απόδοση φωτός από τον κοινό λαμπτήρα πυρακτώσεως.
3. Όταν ένας πυρήνας αποδιεγείρεται, εκπέμπει:
 - α. φωτόνιο υπεριώδους ακτινοβολίας.
 - β. ακτίνες γ.
 - γ. φωτόνιο με ενέργεια της ίδιας τάξης με το φωτόνιο που εκπέμπεται κατά τις αποδιεγέρσεις των ατόμων.
 - δ. φωτόνιο ορατής ακτινοβολίας.
4. Σύμφωνα με το κλασικό μοντέλο του Rutherford για το άτομο
 - α. το φάσμα εκπομπής από ένα άτομο πρέπει να είναι συνεχές.
 - β. το θετικό φορτίο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο μέσα στο άτομο.
 - γ. η στροφορμή του ηλεκτρονίου είναι κβαντωμένη.
 - δ. η ακτίνα του πυρήνα είναι της τάξης μεγέθους 10^{-10}m .

Μονάδες 5

Μονάδες 5

Μονάδες 5

Μονάδες 5

Στην ερώτηση 5 να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη Σωστό για τη σωστή πρόταση και τη λέξη Λάθος για τη λανθασμένη.

5. α. Η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται στο κενό η ορατή ακτινοβολία είναι μεγαλύτερη από εκείνη της υπέρυθρης.
- β. Στο γραμμικό φάσμα απορρόφησης των ατμών νατρίου εμφανίζονται σκοτεινές γραμμές εκεί όπου εμφανίζονται οι φωτεινές γραμμές του γραμμικού φάσματος εκπομπής του.
- γ. Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περάσει από τον αέρα σε γυαλί, η συχνότητά της δε μεταβάλλεται.
- δ. Η ενέργεια των νουκλεονίων ενός πυρήνα μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή.
- ε. Το ορατό φως στους λαμπτήρες φθορισμού προέρχεται κυρίως από τη μετατροπή της υπέρυθρης ακτινοβολίας σε ορατή από τη φθορίζουσα επιφάνεια των λαμπτήρων.

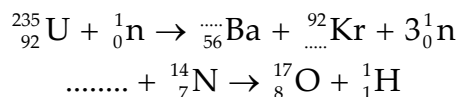
Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

1. γ
2. α
3. β
4. α
5. α → Λ
β → Σ
γ → Σ
δ → Λ
ε → Λ

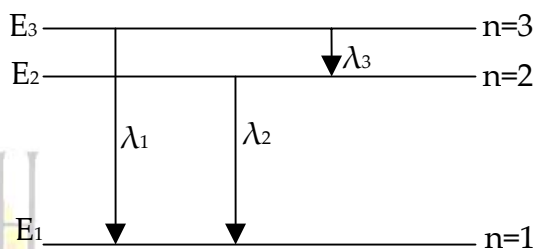
ΘΕΜΑ 2^ο

1. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας συμπληρωμένες τις παρακάτω πυρηνικές αντιδράσεις:



Μονάδες 6

2. Το σχήμα δείχνει το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου. Τα μήκη κύματος λ_1 , λ_2 , λ_3 είναι τα μήκη κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά τις μεταβάσεις του ηλεκτρονίου μεταξύ



των ενεργειακών σταθμών, όπως δείχνουν τα βέλη. Η σχέση που συνδέει τα μήκη κύματος λ_1 , λ_2 και λ_3 είναι:

α. $\lambda_1 = \lambda_2 + \lambda_3$

β. $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3}$

γ. $\lambda_1 = \frac{\lambda_2 \cdot \lambda_3}{\lambda_2 + \lambda_3}$

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της παραπάνω ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της παρακάτω ερώτησης 3 και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

3. Ένας πυρήνας με μαζικό αριθμό 200 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 8 MeV χωρίζεται με κάποια αντίδραση σε 2 μεσαίους πυρήνες με μαζικούς αριθμούς 100 οι οποίοι έχουν ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 8,8 MeV.

Η διαδικασία είναι:

α. εξώθερμη.

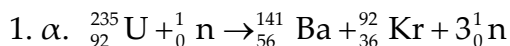
β. ενδόθερμη.

Μονάδες 3

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

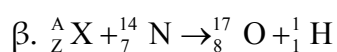


Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης ηλεκτρικού φορτίου ισχύει:

$$\sum Z_{\text{ANT}} = \sum Z_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow Z_{\text{U}} + Z_{\text{n}} = Z_{\text{Ba}} + Z_{\text{Kr}} + 3Z_{\text{n}} \Rightarrow 92 + 0 = 56 + Z_{\text{Kr}} + 3 \cdot 0 \Rightarrow \boxed{Z_{\text{Kr}} = 36}$$

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης του πλήθους των νουκλεονίων:

$$\sum A_{\text{ANT}} = \sum A_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow A_{\text{U}} + A_{\text{n}} = A_{\text{Ba}} + A_{\text{Kr}} + 3A_{\text{n}} \Rightarrow 235 + 1 = A_{\text{Ba}} + 92 + 3 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{A_{\text{Ba}} = 141}$$



Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης ηλεκτρικού φορτίου:

$$\sum Z_{\text{ANT}} = \sum Z_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow Z_{\text{X}} + Z_{\text{N}} = Z_{\text{O}} + Z_{\text{H}} \Rightarrow Z_{\text{X}} + 7 = 8 + 1 \Rightarrow \boxed{Z_{\text{X}} = 2}$$

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης του πλήθους των νουκλεονίων:

$$\sum A_{\text{ANT}} = \sum A_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow A_X + A_N = A_O + A_H \Rightarrow A_X + 14 = 17 + 1 \Rightarrow \boxed{A_X = 4}$$

Δηλαδή πρόκειται για το σωματίο- α ${}^4_2\text{He}$.

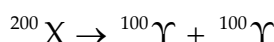
2. $\Delta E_{3,1} = \Delta E_{3,2} + \Delta E_{2,1} \Rightarrow hf_1 = hf_2 + hf_3 \Rightarrow f_1 = f_2 + f_3$ (1)

Με εφαρμογή της θεμελιώδους εξίσωσης κυματικής:

$$c = \lambda f \xrightarrow{(1)} \frac{c}{\lambda_1} = \frac{c}{\lambda_2} + \frac{c}{\lambda_3} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_3} \Rightarrow \boxed{\lambda_1 = \frac{\lambda_2 \lambda_3}{\lambda_2 + \lambda_3}}$$

Σωστή η (γ).

3. **α' τρόπος**



Η ενέργεια της αντίδρασης είναι:

$$Q = (M_X - 2M_Y)c^2 \quad (1)$$

Για κάθε πυρήνα ισχύει:

$$\Sigma = \frac{E_B}{A} \Rightarrow E_B = \Sigma \cdot A$$

Όμως $E_B = \Delta M \cdot c^2$ όπου ΔM το έλλειμμα μάζας του πυρήνα $\Delta M = ZM_p + NM_n - M_\pi$, οπότε

$$A \cdot \Sigma = (ZM_p + NM_n - M_\pi)c^2 \Rightarrow M_\pi = ZM_p + NM_n - \frac{A\Sigma}{c^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_X = Z_X M_p + N_X M_n - \frac{A_X \Sigma_X}{c^2} & (2) \\ M_Y = Z_Y M_p + N_Y M_n - \frac{A_Y \Sigma_Y}{c^2} & (3) \end{cases}$$

$$(1),(2),(3) \Rightarrow Q = (Z_X M_p + N_X M_n - \frac{A_X \Sigma_X}{c^2} - 2Z_Y M_p - 2N_Y M_n + \frac{2A_Y \Sigma_Y}{c^2})c^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \left[Z_X M_p + (A_X - Z_X)M_n - \frac{A_X \Sigma_X}{c^2} - 2Z_Y M_p - 2(A_Y - Z_Y)M_n + \frac{2A_Y \Sigma_Y}{c^2} \right] c^2 \quad (4)$$

Με εφαρμογή της Αρχής Διατήρησης του πλήθους των νουκλεονίων και την Αρχή Διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου ισχύει:

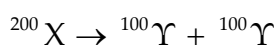
$$\left. \begin{aligned} \sum Z_{\text{ANT}} = \sum Z_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow Z_X = 2Z_Y & \quad (5) \\ \sum A_{\text{ANT}} = \sum A_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow A_X = 2A_Y & \end{aligned} \right\} \Rightarrow A_X - Z_X = 2(A_Y - Z_Y) \quad (6)$$

$$\text{Από (4),(5),(6)} \Rightarrow Q = \left(\frac{2A_Y \Sigma_Y}{c^2} - \frac{A_X \Sigma_X}{c^2} \right) c^2 \Rightarrow Q = 2A_Y \Sigma_Y - A_X \Sigma_X \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = (2 \cdot 100 \cdot 8,8 - 200 \cdot 8) \text{MeV} \Rightarrow Q = 160 \text{MeV} > 0$$

Άρα η αντίδραση είναι εξώθερμη, δηλαδή **σωστή η (α).**

β' τρόπος



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

$$E_{B_X} = \Sigma_X A_X = 200 \cdot 8 \text{MeV} = 1600 \text{MeV}$$

Η δημιουργία των δυο πυρήνων ^{100}Y από τα ίδια νουκλεόνια εκλύει ενέργεια:

$$2E_{B_Y} = 2\Sigma_Y A_Y = 2 \cdot 100 \cdot 8,8\text{MeV} = 1760\text{MeV}$$

Από την όλη διαδικασία εκλύεται ενέργεια $Q = (1760 - 1600)\text{MeV} = 160\text{MeV}$ άρα η αντίδραση είναι εξώθερμη.

ΘΕΜΑ 3^ο

Η διαφορά δυναμικού σε σωλήνα παραγωγής ακτίνων Χ είναι $2 \cdot 10^4 \text{V}$. Τα ηλεκτρόνια εκπέμπονται από την κάθοδο και φθάνουν στην άνοδο με ρυθμό 10^{17} ηλεκτρόνια ανά δευτερόλεπτο. Να υπολογίσετε:

α. την ένταση του ρεύματος των ηλεκτρονίων στο σωλήνα παραγωγής των ακτίνων Χ.
Μονάδες 8

β. το ελάχιστο μήκος κύματος λ_{\min} των παραγομένων ακτίνων Χ.
Μονάδες 8

γ. την ισχύ P_X των παραγομένων ακτίνων Χ, αν η απόδοση του σωλήνα παραγωγής ακτίνων Χ είναι 2%.
Μονάδες 9

Δίνεται η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, η σταθερά του Planck $h=6,4 \cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ και η ταχύτητα του φωτός $c=3 \cdot 10^8\text{m/s}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. Από τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος:

$$I = \frac{\Delta|q|}{\Delta t} \quad (1)$$

Από τη συνθήκη κβάντωσης του ηλεκτρικού φορτίου:

$$\Delta|q| = e \cdot \Delta N_e \quad (2)$$

Από (1) και (2) παίρνουμε:

$$I = \frac{e \cdot \Delta N_e}{\Delta t} \Rightarrow I = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C} \cdot 10^{17} \frac{1}{\text{s}} \Rightarrow I = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{A} \Rightarrow \boxed{I = 0,016\text{A} \text{ ή } 16\text{mA}}$$

β. Το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων Χ είναι:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eV} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{6,4 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{m/s}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{C} \cdot 2 \cdot 10^4 \text{V}} \Rightarrow \lambda_{\min} = 6 \cdot 10^{-34+8+19-4} \text{m} \Rightarrow \boxed{\lambda_{\min} = 6 \cdot 10^{-11} \text{m}}$$

γ. Η απόδοση του σωλήνα είναι:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\delta\alpha\pi}} 100\% \Rightarrow \alpha = \frac{P_X}{P_{\eta\lambda}} 100\% \\ \text{Αλλά: } P_{\eta\lambda} &= VI \end{aligned} \right\} \Rightarrow \boxed{P_X = \frac{\alpha VI}{100\%}} \Rightarrow P_X = \frac{2\% \cdot 2 \cdot 10^4 \text{V} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \text{A}}{100\%} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_X = 64 \cdot 10^{4-3-2} \text{W} \Rightarrow \boxed{P_X = 6,4\text{W}}$$

ΘΕΜΑ 4^ο

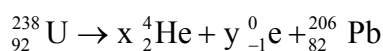
Το ${}_{92}^{238}\text{U}$ έχει χρόνο ημιζωής $4,5 \cdot 10^9$ χρόνια και με μια σειρά από διασπάσεις α και β^- καταλήγει στο σταθερό ισότοπο ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Θεωρούμε ότι όλοι οι πυρήνες ${}_{92}^{238}\text{U}$ που διασπώνται καταλήγουν σε ${}_{82}^{206}\text{Pb}$.

Ένα ορυκτό τη σριγμή της δημιουργίας του περιείχε ${}_{92}^{238}\text{U}$ και καθόλου ${}_{82}^{206}\text{Pb}$.

Σήμερα στο ορυκτό αυτό ο λόγος του αριθμού των πυρήνων ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ προς τον αριθμό των πυρήνων ${}_{92}^{238}\text{U}$ είναι $\frac{1}{8}$.

Να υπολογίσετε:

α. τον αριθμό των διασπάσεων α και β^- σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση διάσπασης του ${}_{92}^{238}\text{U}$.



Μονάδες 8

β. τη σταθερά διάσπασης του ${}_{92}^{238}\text{U}$.

Μονάδες 8

γ. την ηλικία του ορυκτού σε χρόνια.

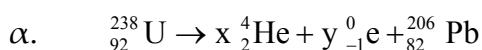
Μονάδες 9

Δίνεται: $1 \text{ χρόνος} = 3 \cdot 10^7 \text{ s}$.

Παραδεχθείτε ότι:

$$\ln 2 = 0,7, \quad \ln 8 = 2,1, \quad \ln 9 = 2,2.$$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης ηλεκτρικού φορτίου ισχύει:

$$\sum Z_{\text{ANT}} = \sum Z_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow Z_{\text{U}} = xZ_{\text{He}} + yZ_{\text{e}} + Z_{\text{Pb}} \Rightarrow 92 = x \cdot 2 + y(-1) + 82 \Rightarrow \boxed{2x - y = 10} \quad (1)$$

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης του πλήθους των νουκλεονίων:

$$\sum A_{\text{ANT}} = \sum A_{\text{ΠΡ}} \Rightarrow A_{\text{U}} = xA_{\text{He}} + yA_{\text{e}} + A_{\text{Pb}} \Rightarrow 238 = 4x + 0y + 206 \Rightarrow 4x = 32 \Rightarrow \boxed{x = 8}$$

$$(1) \Rightarrow \boxed{y = 6}.$$

Άρα το ${}_{92}^{238}\text{U}$ μεταστοιχειώνεται σε ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ πραγματοποιώντας 8 διασπάσεις α και 6 διασπάσεις β^- .

β. Ισχύει: $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \Rightarrow \lambda = \frac{0,7}{4,5 \cdot 10^9 \text{ χρόνια}} \Rightarrow \lambda = \frac{7}{45 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^7 \text{ s}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{7}{135} 10^{-16} \text{ s}^{-1}}.$$

γ. Κάθε φορά που διασπάται ένας πυρήνας ${}_{92}^{238}\text{U}$ δημιουργείται ένας πυρήνας ${}_{82}^{206}\text{Pb}$.

Έστω ότι την $t=0$, το πλήθος των αδιάσπαστων πυρήνων ${}_{92}^{238}\text{U}$ είναι N_0 . Αν έχουν

γίνει μέχρι σήμερα x διασπάσεις, τότε το πλήθος των αδιάσπαστων πυρήνων του ${}_{92}^{238}\text{U}$ είναι $N_0 - x$ και το πλήθος των πυρήνων του ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ είναι x .

$$\text{Ισχύει: } \frac{N_{\text{Pb}}}{N_{\text{U}}} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{x}{N_0 - x} = \frac{1}{8} \Rightarrow N_0 - x = 8x \Rightarrow N_0 = 9x \Rightarrow x = \frac{N_0}{9}$$

Άρα σήμερα το πλήθος των αδιάσπαστων πυρήνων ${}_{92}^{238}\text{U}$ είναι:

$$N = N_0 - x \Rightarrow N = \frac{8}{9}N_0 \left. \begin{array}{l} \\ \text{Ισχύει: } N = N_0 e^{-\lambda t} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{8}{9}N_0 = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{9}{8} \Rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{9}{8}\right) \Rightarrow \lambda t = \ln 9 - \ln 8 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\ln 2}{T_{1/2}} t = \ln 9 - \ln 8 \Rightarrow t = \frac{\ln 9 - \ln 8}{\ln 2} T_{1/2} \Rightarrow t = \frac{2,2 - 2,1}{0,7} 4,5 \cdot 10^9 \text{ χρόνια} \Rightarrow$$

$$t = \frac{4,5}{7} 10^9 \text{ χρόνια} \Rightarrow t = \frac{45}{7} 10^8 \cdot 3 \cdot 10^7 \text{ s} \Rightarrow t = \frac{135}{7} 10^{15} \text{ s}$$

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα διακρίνονται για τη σαφήνεια στη διατύπωσή τους και καλύπτουν σημαντικό κομμάτι της ύλης. Είναι θέματα για πολύ καλά προετοιμασμένους μαθητές.

Τα θέματα 1 και 2 απαιτούν προσεκτικό διάβασμα της θεωρίας και συνθετική ικανότητα.

Το 3^ο θέμα είναι μια κλασική άσκηση ακτίνων X , ενώ το 4^ο θέμα δημιουργεί σαφείς προϋποθέσεις διαβάθμισης.