

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΥΡΙΑΚΗ 15 ΜΑΡΤΙΟΥ 2015

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. Όταν συμβαίνει μια διάσπαση α:

- α) Ο θυγατρικός πυρήνας είναι βαρύτερος του μητρικού
- β) Ο θυγατρικός πυρήνας είναι σταθερότερος του μητρικού
- γ) Ο θυγατρικός πυρήνας έχει τον ίδιο ατομικό αριθμό με το μητρικό
- δ) Ο μητρικός πυρήνας έχει 4 νετρόνια παραπάνω από το θυγατρικό

Μονάδες 4

A2. Η ακτίνα του ατόμου είναι μεγαλύτερη από την ακτίνα του πυρήνα κατά:

- α. 10^{-10} φορές
- β. 10^4 - 10^5 φορές
- γ. 10^7 - 10^8 φορές
- δ. 10^2 - 10^3 φορές

Μονάδες 4

A3. Οι πιο σταθεροί πυρήνες είναι:

- α. τα φυσικά ραδιενεργά στοιχεία.
- β. αυτοί που έχουν μεγάλη ενέργεια σύνδεσης.
- γ. αυτοί που έχουν ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο ανάμεσα στα 7MeV και στα 9MeV .
- δ. αυτοί που έχουν μαζικούς αριθμούς κοντά στο 60.

Μονάδες 4

A4. Αν αλλάξουμε την τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου στο σωλήνα παραγωγής ακτίνων Χ, τότε δεν θα αλλάξει:

- α. το γραμμικό φάσμα των ακτίνων Χ.
- β. το συνεχές φάσμα των ακτίνων Χ.
- γ. η ισχύς του ρεύματος μέσα στο σωλήνα.
- δ. η διεισδυτικότητα των ακτίνων.

Μονάδες 4

A5. Για τους πυρήνες Χ, Υ, Ζ και Ω οι ενέργειες σύνδεσης ανά νουκλεόνιο φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΥΡΗΝΑΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΝΟΥΚΛΕΟΝΙΟ (MeV/νουκλεόνιο)
X	8,2
Y	7,6
Z	8,6
Ω	7,7

Ο πιο ασταθής πυρήνας είναι ο

- α. X.
- β. Y.
- γ. Z.
- δ. Ω.

Μονάδες 4

A6. 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 **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α) Οι βλάβες από πυρηνικές ακτινοβολίες στους ζωντανούς οργανισμούς προκαλούνται κυρίως από ιοντισμό κάποιων ουσιών μέσα στα κύτταρα, εξαιτίας της έκθεσης στις ακτινοβολίες αυτές.

β) Ένα άτομο υδρογόνου μπορεί να απορροφήσει οποιοδήποτε φωτόνιο που έχει ενέργεια $E \geq 13,6\text{eV}$.

γ) Στις ακτινογραφίες τα οστά απορροφούν εντονότερα τις ακτίνες X από τον υπόλοιπο ιστό.

δ) Τα ραδιενεργά σωματίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ιχνηθέτες χημικών στοιχείων σε διάφορες αντιδράσεις.

ε) Με την χρήση ραδιενεργού ιωδίου στο ριζικό σύστημα του φυτού μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την πορεία του μεταβολισμού του..

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Σε ένα άτομο υδρογόνου το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου είναι $L = \frac{3h}{2\pi}$. Αν F το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης, K η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου και r_1 η ακτίνα του Bohr, θα είναι:

- α) $F = \frac{2K}{3r_1}$
- β) $F = \frac{K}{9r_1}$
- γ) $F = \frac{2K}{9r_1}$

Μονάδες 3

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 5

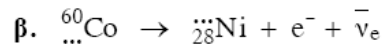
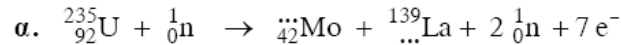
B2. Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 5

B3. Να εξηγήσετε για ποιο λόγο προτάθηκε η ύπαρξη του αντιστρίβου του ηλεκτρονίου.

Μονάδες 5

B4. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας συμπληρωμένες τις παρακάτω αντιδράσεις:

**Μονάδες 7****ΘΕΜΑ Γ**

Δύο φωτεινές πηγές Σ_1 και Σ_2 , που βρίσκονται στο κενό, εκπέμπουν ταυτόχρονα δέσμες (1) και (2) μονοχρωματικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος $\lambda_0 = 600\text{nm}$ οι οποίες εισέρχονται σε οπτικό μέσο A. Η δέσμη (1) καλύπτει την απόσταση d_2 στο μισό χρόνο που χρειάζεται για να καλύψει την απόσταση d_1 . Αν για τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης της δέσμης (2) είναι $\sin\theta_{\text{II}} = 0,5$ και $\sin\theta_{\text{I}} = 0,8$ αντίστοιχα καθώς και $d_1 = 3\text{m}$, $d_2 = 1\text{m}$ να βρείτε:

α) Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο A.

Μονάδες 6

β) Το χρόνο που χρειάζεται η δέσμη (1) από τη στιγμή που εκπέμπεται από την πηγή Σ_1 μέχρι να εξέλθει από το οπτικό υλικό.

Μονάδες 6

γ) Τη χρονική διαφορά των δύο δεσμών από τη στιγμή που εκπέμπονται μέχρι την έξοδό τους από το οπτικό μέσο.

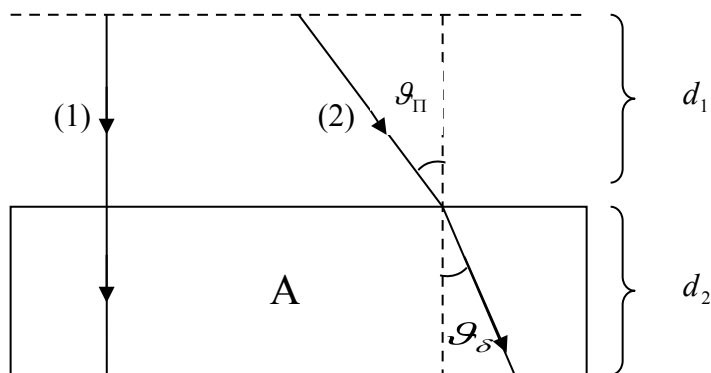
Μονάδες 7

δ) Την ισχύ της πηγής Σ_1 αν εκπέμπει κάθε δευτερόλεπτο 10^{20} φωτόνια.

Μονάδες 6

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

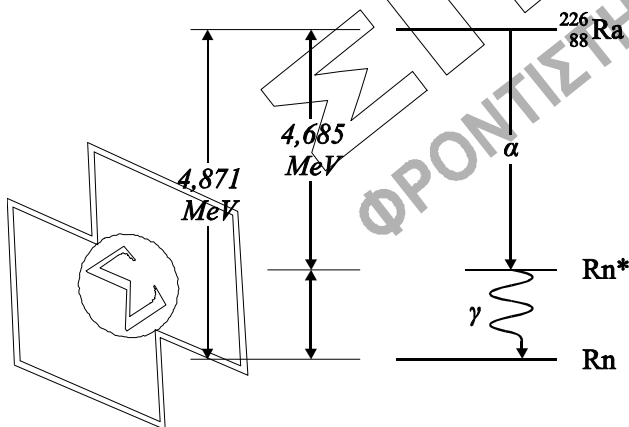
 Σ_1 Σ_2



ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Ένας πυρήνας ραδίου ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ διασπάται με σύγχρονη εκπομπή σωματίου (${}^4_2\text{He}$). Στη συνέχεια ο διεγερμένος θυγατρικός πυρήνας ραδονίου (Rn) εκπέμπει ακτινοβολία γ . Το παρακάτω σχήμα δείχνει τις διαφορές των ενεργειακών σταθμών των πυρήνων στις διαδοχικές διασπάσεις.

α. Να μεταφέρετε συμπληρωμένες στο τετράδιό σας τις παρακάτω αντιδράσεις που αναφέρονται στο σχήμα:



Μονάδες 4

β. Να υπολογίσετε την ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται.

Μονάδες 5

γ. Να υπολογίσετε τη συχνότητα της ακτινοβολίας γ που εκπέμπεται.

Δίνονται: $h = 6,7 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} = 4,18 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

Μονάδες 5

Δ2. α. Ο πυρήνας ενός στοιχείου, παθαίνει διαδοχικά μία διάσπαση α και δύο διασπάσεις β^- . Να αποδείξετε ότι ο τελικός πυρήνας που θα προκύψει, είναι

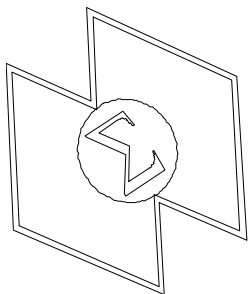
ισότοπος του αρχικού. Να γίνει εφαρμογή στην περίπτωση του ${}_{92}^{238}\text{U}$ που μετατρέπεται διαδοχικά σε Th, Pa και τελικά σε ${}_{92}^{234}\text{U}$.

Μονάδες 5

β. Μετά από πόσες διασπάσεις α και πόσες διασπάσεις β⁻ ένας πυρήνας ${}_{92}^{238}\text{U}$ μετατρέπεται σε πυρήνα ${}_{88}^{226}\text{Ra}$;

Μονάδες 6

Καλή επιτυχία



ΣΠΟΥΔΑΚΗ
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Μ. ΠΕΜΠΤΗ 9 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2015
ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ
ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ 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. Ο Hertz απέδειξε :

- α. την ορθότητα της θεωρίας του Planck,
- β. την ορθότητα της θεωρίας του Einstein,
- γ. την ορθότητα της θεωρίας του Maxwell,
- δ. την ορθότητα της θεωρίας του Newton.

Μονάδες 5

A2. Όταν το άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη έχει ολική ενέργεια $-13,6\text{eV}$. Συνεπώς, όταν το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου έχει δυναμική ενέργεια $-1,7\text{eV}$, το άτομο:

- α. είναι ιονισμένο,
- β. είναι διεγερμένο,
- γ. εκπέμπει φωτόνια,
- δ. το ηλεκτρόνιο του είναι ακίνητο.

Μονάδες 5

A3. Τα φωτόνια των σκληρών ακτίνων X έχουν

- α. μικρότερη ενέργεια από τα φωτόνια των υπεριωδών ακτίνων,
- β. μεγαλύτερο μήκος κύματος από τα φωτόνια των υπέρυθρων ακτίνων,
- γ. μεγαλύτερη ταχύτητα, όταν διαδίδονται στο κενό από τα φωτόνια των υπεριωδών ακτίνων,
- δ. μεγαλύτερη διεισδυτικότητα απ' ότι τα φωτόνια των υπεριωδών ακτίνων.

Μονάδες 5

A4. Ένας πυρήνας ${}^A_Z X$ μετατρέπεται σε ισότοπο πυρήνα ${}^{A-8}_Z X$ μετά από:

- α. 2α και 4β⁻ διασπάσεις
- β. 1α και 4β⁻ διασπάσεις
- γ. 2α και 2β⁻ διασπάσεις
- δ. 4α και 3β⁻ διασπάσεις

Μονάδες 5

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 **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Ο Newton για να διατυπώσει τον νόμο της ανάκλασης βασίστηκε στο ότι το φως είναι κύμα.

β. Σύμφωνα με το πρότυπο του Rutherford τα άτομα θα έπρεπε να εκπέμπουν συνεχές και όχι γραμμικό.

γ. Υπεύθυνη για τη συγκράτηση των νουκλεονίων στον πυρήνα είναι η ισχυρή πυρηνική δύναμη.

δ. Οι ακτίνες β μπορούν να διαπεράσουν μόλις ένα λεπτό φύλλο χαρτιού.

ε. Κατά την εκπομπή ακτίνων γ δεν έχουμε μεταστοιχείωση.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B.1. Η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου όταν βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση είναι E_1 . Ηλεκτρόνια συγκρούονται με άτομα του υδρογόνου τα οποία βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Τα άτομα διεγείρονται και εκπέμπουν γραμμικό φάσμα που αποτελείται από έξι φασματικές γραμμές ορισμένης. Η ενέργεια K των ηλεκτρονίων που διεγείρουν τα άτομα του υδρογόνου μπορεί να έχει τιμή:

α. $-\frac{15}{16}E_1 \leq K < -\frac{24}{25}E_1$

β. $-\frac{15}{16}E_1 \leq K \leq -\frac{24}{25}E_1$

γ. $-\frac{8}{9}E_1 \leq K < -\frac{15}{16}E_1$

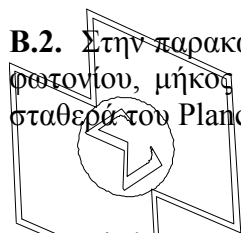
δ. $-\frac{3}{4}E_1 \leq K \leq -\frac{8}{9}E_1$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 1

Μονάδες 4

B.2. Στην παρακάτω παράσταση τα μεγέθη που εμφανίζονται είναι: ενέργεια E ενός φωτονίου, μήκος κύματος λ του φωτονίου στο κενό, ταχύτητα φωτός c στο κενό, σταθερά του Planck h .



$$\frac{\sqrt{Ec}}{h\lambda}$$

Να επιλέξετε το φυσικό μέγεθος που παριστάνει η παραπάνω παράσταση.

α. Περίοδος του φωτονίου

β. Συχνότητα του φωτονίου

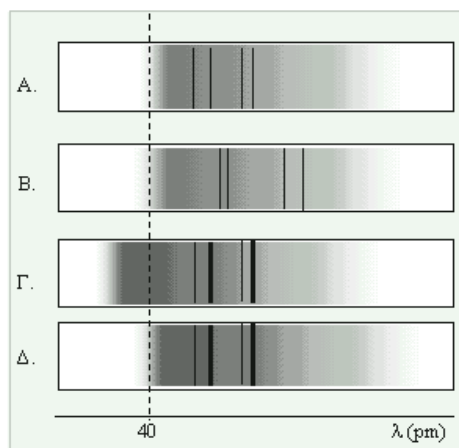
γ. Ταχύτητα του φωτονίου στο κενό

Μονάδες 1

Μονάδες 3

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

B.3 Το φιλμ Α του σχήματος δείχνει το συνεχές και το γραμμικό φάσμα μιας ακτινοβολίας Χ.



A. Ποιο από τα φιλμ Β, Γ, Δ αντιστοιχεί στο φάσμα της ακτινοβολίας Χ στην περίπτωση που αλλάζουμε μόνο το υλικό της ανόδου.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 1
Μονάδες 3

B.i Ποιο από τα φιλμ Β, Γ, Δ αντιστοιχεί σε ακτίνες Χ που παράγονται από την ίδια συσκευή αν αλλάξουμε την τάση ανόδου – καθόδου.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

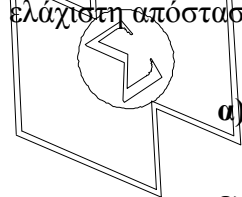
Μονάδες 1
Μονάδες 3

ii. Οι νέες ακτίνες που παράγονται μετά την μεταβολή της τάσης είναι πιο σκληρές ή πιο μαλακές;

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 2

B4. i) Ένα σωματίο α (πυρήνας ηλίου ${}^4_2\text{He}$) εκτοξεύεται με ταχύτητα v_0 από πολύ μεγάλη απόσταση προς έναν σταθερά ακίνητο πυρήνα ατομικού αριθμού Z . Η ελάχιστη απόσταση κατά την οποία το σωματίο α πλησιάζει τον πυρήνα είναι:



α) $x_{\min} = \frac{4kZe^2}{mv_0^2}$

γ) $x_{\min} = \frac{kZe^2}{mv_0^2}$

β) $x_{\min} = \frac{4kZe}{mv_0}$

δ) $x_{\min} = \frac{4ke^2}{mv_0^2}$

ii) Στην ελάχιστη απόσταση η δύναμη που ασκείται μεταξύ του σωματίου α και του ακίνητου πυρήνα είναι:

α) $F_c = \frac{mv_0^2}{4kZe^2}$

γ) $F_c = \frac{m^2v_0}{4kZe^2}$

β) $F_c = \frac{m^2v_0^4}{4kZe^2}$

δ) $F_c = \frac{m^2v_0^2}{4kZe}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 1
Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Ηλεκτρόνιο επιταχύνεται από τάση $V=13V$ και προσπίπτει σε ακίνητο άτομο υδρογόνου που αρχικά βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Γ1) Να δείξετε ότι το ηλεκτρόνιο- βλήμα δεν μπορεί να προκαλέσει ιονισμό του ατόμου υδρογόνου, το οποίο θεωρείται ακίνητο στη διάρκεια της κρούσης.

Μονάδες 6

Γ2) Αν η κρούση αυτή προκάλεσε στο άτομο υδρογόνου τη μέγιστη δυνατή διέγερση, φέρνοντας το ηλεκτρόνιο στην 3η διεγερμένη κατάσταση, να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια (σε eV) του σωματιδίου – βλήματος όταν μετά τη σκέδασή του έχει απομακρυνθεί αρκετά μακριά από το σημείο κρούσης.

Μονάδες 6

Το διεγερμένο άτομο υδρογόνου αποδιεγείρεται στην θεμελιώδη κατάσταση. Κατά την αποδιέγερση του εκπέμπονται δύο φωτόνια από τα οποία το ένα είναι φωτόνιο ορατού φωτός.

Γ3) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών για το άτομο του υδρογόνου, να δείξετε πάνω σε αυτό τα δύο ενεργειακά άλματα κατά την αποδιέγερση του και να υπολογίσετε τη συχνότητα του ορατού φωτός που προκύπτει.

Μονάδες 8

Γ4) Ποιο από τα δύο φωτόνια που παράγονται με την αποδιέγερση του ατόμου υδρογόνου που περιγράψαμε, θα μπορούσε να προκαλέσει διέγερση ενός γειτονικού ατόμου υδρογόνου που βρίσκεται στην θεμελιώδη κατάσταση και κατά πόσο;

Μονάδες 5

Δίνονται: το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου $q_{\eta\lambda} = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, η σταθερά του Planck $h = \frac{20}{3} \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

ΘΕΜΑ Α

Σε ένα από τα άτομα του υδρογόνου, που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση με ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία ενέργειας $33,75 \text{ eV}$, με συνέπεια το ηλεκτρόνιο του υδρογόνου (**ηλεκτρόνιο 1**) να βρεθεί σε περιοχή, όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν.

Το ηλεκτρόνιο αυτό (**ηλεκτρόνιο 1**) συγκρούεται με ένα δεύτερο άτομο υδρογόνου (**ηλεκτρόνιο 2**), που βρίσκεται και αυτό στη θεμελιώδη κατάσταση. Το ηλεκτρόνιο του δεύτερου ατόμου απορροφά το 60% της ενέργειας του ηλεκτρονίου (**ηλεκτρόνιο 1**) και διεγείρεται.

Δ1. Να υπολογίσετε σε ποια διεγερμένη κατάσταση θα βρεθεί το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου (**ηλεκτρόνιο 2**).

Μονάδες 6

Δ2. Ποιες είναι οι δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου (**ηλεκτρόνιο 2**) που πραγματοποιούνται κατά την αποδιέγερση.

Μονάδες 6

Δ3. Να αιτιολογήσετε ποια από αυτές τις ακτινοβολίες που εκπέμπονται έχει το μικρότερο μήκος κύματος και να το υπολογίσετε.

Μονάδες 6

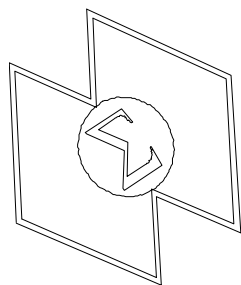
Το ηλεκτρόνιο του πρώτου ατόμου υδρογόνου (**ηλεκτρόνιο 1**) ακριβώς μετά τον ιονισμό του κινείται προς ακίνητο πυρήνα ${}^4_2\text{He}$ (**πυρήνας 1**), με τον οποίο συγκρούεται και στον οποίο μεταβιβάζει το 20% της κινητικής του ενέργειας. Στη συνέχεια ο πυρήνας ${}^4_2\text{He}$ (**πυρήνας 1**) αρχίζει να κινείται από πολύ μακριά προς άλλο ακίνητο πυρήνα ${}^4_2\text{He}$ (**πυρήνας 2**).

Δ4. Να βρείτε την ελάχιστη απόσταση στην οποία θα βρεθούν οι δύο πυρήνες ηλίου. Στην απόσταση που υπολογίσατε ασκείται ισχυρή δύναμη;

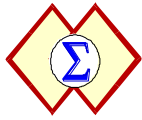
Μονάδες 7

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$,
 $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, μπορείτε να κάνετε την προσέγγιση $4,03 \approx 4$

Καλή επιτυχία



ΣΠΟΧΑΔΑ
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ



ΚΥΡΙΑΚΗ 26 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2015

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΤΙΚΗ -ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1-A5** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και, δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

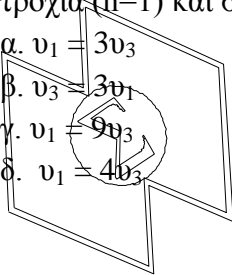
A1. Στο άτομο του υδρογόνου στην θεμελιώδη κατάσταση, η ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι $E = -13,6 \text{ eV}$. Η δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση του ατόμου υδρογόνου είναι:

- α. $U = -27,2 \text{ eV}$
- β. $U = -6,8 \text{ eV}$
- γ. $U = +13,6 \text{ eV}$
- δ. $U = 27,2 \text{ eV}$

Μονάδες 5

A2. Σύμφωνα με το ατομικό πρότυπο του Bohr (Μπόρ) για το άτομο του υδρογόνου, για τα μέτρα v_1 και v_3 των ταχυτήτων του ηλεκτρονίου στην θεμελιώδη επιτρεπόμενη τροχιά ($n=1$) και στην επιτρεπόμενη τροχιά με $n=3$ αντίστοιχα, ισχύει η σχέση:

- α. $v_1 = 3v_3$
- β. $v_3 = 3v_1$
- γ. $v_1 = 9v_3$
- δ. $v_1 = 4v_3$



Μονάδες 5

A3. Πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα με μήκος κύματος λ . Η πηγή εκπέμπει $4 \cdot 10^{18}$ φωτόνια ανά δευτερόλεπτο. Η ισχύς της πηγής για την εκπομπή της παραπάνω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι P . Μία δεύτερη πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα μήκους $\lambda' = 2\lambda$.

Αν οι δύο πηγές έχουν την ίδια ισχύ, τότε ο αριθμός των φωτονίων ανά δευτερόλεπτο που εκπέμπεται από τη δεύτερη πηγή είναι:

- α. $4 \cdot 10^{18}$
- β. $2 \cdot 10^{18}$

γ. $8 \cdot 10^{18}$

δ. $9 \cdot 10^{18}$

Μονάδες 5

A4. Η ταχύτητα του φωτός για δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες Α και Β μέσα στο νερό έχει τη σχέση $c_A > c_B$. Τότε ισχύει ακόμη ότι:

α.. $\lambda_A > \lambda_B$ και $n_A < n_B$

γ. $\lambda_A < \lambda_B$ και $n_A < n_B$

β. $\lambda_A < \lambda_B$ και $n_A > n_B$

δ. $\lambda_A < \lambda_B$ και $n_A > n_B$

Μονάδες 5

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 **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Η χρήση των υπερύθρων βασίζεται στην εκλεκτικότητά τους να απορροφώνται από την ύλη.

β. Αν οι αλλαγές στο DNA αφορούν γονίδια που ελέγχουν το ρυθμό πολλαπλασιασμού των κυττάρων, οι ακτίνες X μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο.

γ. Η απορρόφηση των ακτινών αυξάνεται όσο μειώνεται το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

δ. Οι ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται επίσης στην Ιατρική για επιλεκτική καταστροφή ιστών, όπως είναι οι όγκοι.

ε. Στις πυρηνικές αντιδράσεις ισχύουν οι νόμοι διατήρησης του φορτίου, της ορμής και της ενέργειας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός όταν διαδίδεται σε ένα διαφανές υλικό Y, χρειάζεται χρόνο t για να διαδοθεί σε απόσταση x . Ο χρόνος t είναι κατά 50% μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται η συγκεκριμένη ακτίνα στο κενό, για να διανύσει την ίδια απόσταση.

A) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Ο δείκτης διάθλασης του υλικού Y για τη συγκεκριμένη ακτίνα φωτός είναι:

α. $n = 1,25$

β. $n = 0,8$

γ. $n = 1,5$

Μονάδες 4

B) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B2. Κάποια μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος λ_0 στο κενό διαδίδεται σε κάποιο υλικό με δείκτη διάθλασης $n=5/4$ για την ακτινοβολία αυτή. Παρατηρούμε τότε ότι μέσα στο υλικό υπάρχουν 10^{10} μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Δεύτερη

ακτινοβολία με μήκος κύματος $\lambda_0 = \lambda_0/2$ στο κενό διαδίδεται στο ίδιο υλικό. Για τη δεύτερη ακτινοβολία ο δείκτης διάθλασης είναι $n' = 1,5$.

A) Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση.

Τα μήκη κύματος της δεύτερης ακτινοβολίας που υπάρχουν στο υλικό είναι:

α. $\frac{1}{2} \cdot 10^{10}$

β. $2 \cdot 10^{10}$

γ. $2,4 \cdot 10^{10}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας (μονάδες 4).

Μονάδες 6

B3. Σε ένα άτομο υδρογόνου το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου είναι

$L = \frac{3h}{2\pi}$. Αν F το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης, K η κινητική ενέργεια του

ηλεκτρονίου και r_1 η ακτίνα του Bohr, θα είναι:

α) $F = \frac{2K}{3r_1}$

β) $F = \frac{K}{9r_1}$

γ) $F = \frac{2K}{9r_1}$

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Για τη λήψη μιας ακτινογραφίας απαιτούνται ακτίνες X μήκους κύματος $\lambda = 6,63 \cdot 10^{-11}$ m. Η ένταση του ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι $I = 20$ mA.

Εάν ο χρόνος λήψης της ακτινογραφίας είναι $\Delta t = 0,1$ s και η απόδοση του υλικού της ανόδου είναι 0,1%, τότε:

Γ1. Πόση είναι η εφαρμοζόμενη τάση στο σωλήνα παραγωγής των ακτίνων X;

Μονάδες 5

Γ2. Πόση ενέργεια μεταφέρει η δέσμη των ακτίνων X;

Μονάδες 7

Γ3. Ποιος είναι ο αριθμός των εκπεμπόμενων φωτονίων από τη συσκευή στο χρόνο λήψης της ακτινογραφίας;

Μονάδες 6

Γ4. Υποθέτουμε ότι όλη η εκπεμπόμενη ακτινοβολία απορροφάται από τους ιστούς ενός ανθρώπινου σώματος μάζας $m = 12$ Kg.

Να βρείτε εάν εγκυμονεί κινδύνους η παραπάνω λήψη ακτινοβολίας για τον άνθρωπο, δεδομένου ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη ενέργεια που μπορεί να απορροφάται ανά μονάδα μάζας ιστού είναι $2 \cdot 10^{-4} \text{J/Kg}$.

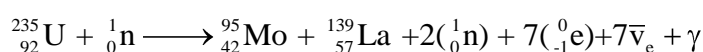
Μονάδες 7

Να θεωρήσετε ότι σε μια κρούση, κατά την οποία παράγεται φωτόνιο, όλη η κινητική ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου.

Δίνονται: η σταθερά του Planck $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, και το φορτίο του ηλεκτρονίου $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

ΘΕΜΑ Δ

A) Δίνεται η παρακάτω αντίδραση σχάσης ενός πυρήνα ουρανίου:



Το 90% της ενέργειας που απελευθερώνεται από κάθε διασπώμενο πυρήνα ουρανίου, αποτελεί την κινητική ενέργεια των θραυσμάτων της σχάσης (νέοι πυρήνες, νετρόνια, ηλεκτρόνια) ενώ το υπόλοιπο 10% μοιράζεται ισόποσα στην ακτινοβολία γ και στα παραγόμενα αντινετρίνα τα οποία συνοδεύουν την εκπομπή των ηλεκτρονίων. Οι δύο πρώτες μορφές ενέργειας γίνονται άμεσα εκμεταλλεύσιμες επειδή όταν απορροφώνται από την ύλη, μετατρέπονται σε θερμότητα. Αντίθετα, η ενέργεια των αντινετρίνων διαφεύγει.

Να υπολογίσετε τη διαφεύγουσα ενέργεια των αντινετρίνων όταν θα έχουν διασπαστεί 2 moles πυρήνων ουρανίου.

Δίνονται: οι ατομικές μάζες

$$m({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,044 \text{ u}, m({}_{42}^{95}\text{Mo}) = 94,906 \text{ u}, m({}_{57}^{139}\text{La}) = 138,906 \text{ u}$$

η μάζα του νετρονίου $m_n = 1,009 \text{ u}$,

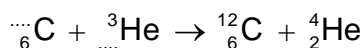
η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

η ατομική μονάδα μάζας: $1 \text{ u} = 931,48 \text{ MeV}/c^2$

ο αριθμός Avogadro: $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ πυρήνες/mol.

Μονάδες 7

B) Μία πυρηνική αντίδραση που πραγματοποιείται στο εσωτερικό των άστρων είναι η παρακάτω:



Αφού συμπληρώσετε τους ατομικούς και μαζικούς αριθμούς που λείπουν να υπολογίσετε:

α) Την ενέργεια Q της αντίδρασης.

Μονάδες 6

β) Το πλήθος των αντιδράσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν για να παραχθεί ενέργεια 2504J.

Μονάδες 6

γ) Τη μάζα του ${}^4_2\text{He}$ που απαιτείται να αντιδράσει ώστε να παραχθεί η παραπάνω ενέργεια.

Μονάδες 6

Οι ατομικές μάζες των παραπάνω πυρήνων είναι αντίστοιχα $m_A({}^{12}_6\text{C})=13,0034u$, $m_A({}^3_2\text{He})=3,016u$, $m_A({}^{12}_6\text{C})=12u$ και $m_A({}^4_2\text{He})=4,0026u$.

Δίνονται οι παρακάτω σταθερές:

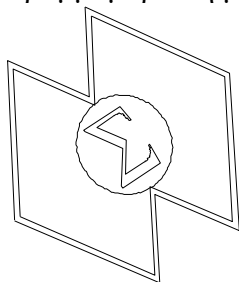
Μονάδα ενέργειας MeV: $1\text{MeV}=1,6\cdot 10^{-13}\text{J}$

Ατομική μονάδα μάζας: $1u=931,5\text{MeV}/c^2$

Ατομική μονάδα μάζας: $1u=1,66\cdot 10^{-27}\text{Kg}$

Αριθμός Ανογadro: $N_A=6\cdot 10^{23}$ πυρήνες/mol.

Γραμμομοριακή μάζα του πυρήνα ${}^4_2\text{He}$: $M=4\text{g/mol}$.





Wilhelm Konrad Roentgen
(1845-1923)

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 15 ΜΑΪΟΥ 2015
ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ
ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΘΕΤΙΚΗ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

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.

Α1. Το φάσμα που παίρνουμε όταν λευκό φως περάσει μέσα από αέριο είναι

- α. συνεχές φάσμα εκπομπής,
- β. γραμμικό φάσμα εκπομπής,
- γ. συνεχές φάσμα απορρόφησης,
- δ. γραμμικό φάσμα απορρόφησης.

Μονάδες 4

Α2. Στις ιονίζουσες ακτινοβολίες ανήκουν

- α. τα νετρόνια,
- β. οι ακτινοβολίες α, β, και γ,
- γ. οι ακτίνες Χ,
- δ. όλα τα προηγούμενα.

Μονάδες 4

Α3. Δύο ακτίνες Χ έχουν μήκη κύματος λ_1 και λ_2 αντίστοιχα και βάλλονται προς την ίδια πλάκα ορισμένου πάχους d . Αν ισχύει ότι $\lambda_1 < \lambda_2$, τότε:

- α. Οι ακτινοβολίες έχουν ίδια διεισδυτικότητα αφού το υλικό της πλάκας είναι το ίδιο.
- β. Η διεισδυτικότητα και των δύο εξαρτάται από το υλικό της πλάκας.
- γ. Η ακτινοβολία μήκους κύματος λ_1 είναι περισσότερο διεισδυτική από την ακτινοβολία μήκους κύματος λ_2 .
- δ. Η ακτινοβολία μήκους κύματος λ_2 είναι περισσότερο διεισδυτική από την ακτινοβολία μήκους κύματος λ_1 .

Μονάδες 4

Α4. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr για το άτομο του υδρογόνου:

- α. όταν το ηλεκτρόνιο μεταπηδάει από τη θεμελιώδη τροχιά σε άλλη επιτρεπόμενη μειώνεται η στροφορμή του,
- β. όταν το ηλεκτρόνιο κινείται σε διεγερμένη τροχιά, εκπέμπει ακτινοβολία,
- γ. το ηλεκτρόνιο κινείται σε κυκλικές καθορισμένες τροχιές περί τον πυρήνα και όταν βρίσκεται στις τροχιές αυτές, δεν εκπέμπει ακτινοβολία,
- δ. εκπέμπει ένα ή περισσότερα φωτόνια σε οποιαδήποτε μετακίνηση ανάμεσα σε επιτρεπόμενες τροχιές.

Μονάδες 4

A5. Ποιο από τα παρακάτω δεν ισχύει σύμφωνα με την κβαντική θεωρία;

- α. κάθε φωτόνιο έχει ενέργεια $E = h f$,
- β. το φωτόνιο συμπεριφέρεται και σαν σωματίδιο και σαν κύμα,
- γ. το φως εκπέμπεται και απορροφάται κατά συνεχή τρόπο,
- δ. τα φωτόνια έχουν ορμή.

Μονάδες 4

A6. 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 **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

A. Ο πυρήνας ${}^{62}\text{Ni}$ είναι σταθερότερος από τον πυρήνα ${}^{238}\text{U}$.

B. Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET), χρησιμοποιεί ραδιενεργά υλικά που εκπέμπουν ακτινοβολία γ .

Γ. Ένα άτομο υδρογόνου μπορεί να εκπέμψει ακτίνες X.

Δ. Ο τύπος που εκφράζει την ισοδυναμία μάζας ενέργειας είναι $E = mc^2$.

Ε. Σε μια ενδόθερμη πυρηνική αντίδραση η κινητική ενέργεια των προϊόντων είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των αντιδρώντων

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται από το γυαλί στον αέρα. Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι $n_{\gamma}=2$.

- i) το ποσοστό μεταβολής της συχνότητας είναι
α) 0% β) 50% γ) 25% δ) 100%
- ii) Το ποσοστό μεταβολής της ταχύτητας είναι
α) 0% β) 50% γ) 25% δ) 100%
- iii) Το ποσοστό μεταβολής του μήκους κύματος είναι
α) 0% β) 50% γ) 25% δ) 100%
- iv) Το ποσοστό μεταβολής της ενέργειας είναι
α) 0% β) 50% γ) 25% δ) 100%

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B2. Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση και απορροφά φωτόνιο συχνότητας $f = -\frac{3E_1}{4h}$. Ο κύριος κβαντικός αριθμός n της κατάστασης στην οποία διεγείρεται το άτομο είναι:

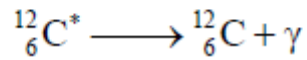
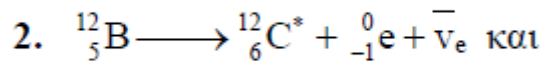
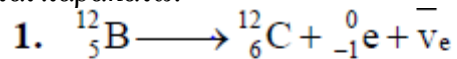
- α. $n = 2$
- γ. $n = 4$

- β. $n = 3$
- δ. $n = 5$.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 1
Μονάδες 4

B.3 Ο πυρήνας του Βορίου ${}^{12}_5\text{B}$ μεταστοιχείωνεται σε πυρήνα του άνθρακα ${}^{12}_6\text{C}$ μετά από διάσπαση β^- . Η μεταστοιχείωση μπορεί να γίνει είτε απευθείας ή με παραγωγή φωτονίου όπως φαίνεται παρακάτω.



(Δίνονται: Η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6\text{eV}$. Να θεωρήσετε ότι οι πυρήνες βορίου ${}^{12}_5\text{B}$ και του άνθρακα ${}^{12}_6\text{C}$ κατά τις διασπάσεις παραμένουν ακίνητοι, καθώς και ότι η κινητική ενέργεια του αντινετρίνου είναι αμελητέα.)

Αν η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου που παράγεται στην 1^η περίπτωση είναι $13,476\text{ MeV}$ τότε:

A. Αιτιολογήστε γιατί η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου που παράγεται κατά τη διάσπαση στη δεύτερη περίπτωση είναι μικρότερη από αυτή του ηλεκτρονίου στην πρώτη περίπτωση.

Μονάδες 4

B. Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου που παράγεται στη δεύτερη περίπτωση εξαντλείται έπειτα από διαδοχικές κρούσεις του ηλεκτρονίου με $N = 88 \cdot 10^4$ άτομα υδρογόνου με αποτέλεσμα τη διέγερση όλων των ατόμων υδρογόνου από τη θεμελιώδη στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση. Η ενέργεια του φωτονίου γ που παράγεται στη δεύτερη περίπτωση είναι:

α. $4,5\text{MeV}$

β. 13 MeV

γ. $8,976\text{ MeV}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 1
Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Για δύο ισότοπους πυρήνες A_1X και A_2X δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες:

α. Ο μαζικός αριθμός A_2 του πυρήνα A_2X είναι κατά μία μονάδα μεγαλύτερος από τον μαζικό αριθμό A_1 του πυρήνα A_1X .

β. όταν η απόσταση μεταξύ των δύο πυρήνων είναι $r = 2,56 \cdot 10^{-14}\text{ m}$, η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος είναι $U = 9 \cdot 10^{-15}\text{ J}$.

γ. Ο αριθμός των νετρονίων που περιέχονται στον πυρήνα A_2Y είναι διπλάσιος από τον αριθμό των νετρονίων που περιέχονται στον πυρήνα A_1X .

Γ₁. Να δείξετε ότι οι παραπάνω ισότοποι A_1X και A_2Y είναι οι πυρήνες ${}^2_1\text{H}$ και ${}^3_1\text{H}$ αντίστοιχα.

Μονάδες 6

Όταν ένας πυρήνας ${}^2_1\text{H}$ συγκρούεται με ένα ακίνητο πυρήνα ${}^3_1\text{H}$ παράγονται ένα σωματίδιο α και ένα νετρόνιο.

Γ₂. Να γράψετε την αντίδραση.

Μονάδες 5

Γ₃. Να υπολογίσετε την ενέργεια που ελευθερώνεται κατά την παραπάνω αντίδραση.

Μονάδες 7

Ένας υποθετικός πυρηνικός αντιδραστήρας, που πραγματοποιεί την παραπάνω αντίδραση κινεί ένα τρένο το οποίο αναπτύσσει σταθερή ισχύ $P=10^6\text{W}$ για χρόνο $t=6\text{h}$.

Γ4. Να υπολογίσετε τον αριθμό των αντιδράσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν στο χρόνο t ώστε το τρένο να αναπτύξει την παραπάνω ισχύ, αν είναι γνωστό ότι η απόδοση του πυρηνικού αντιδραστήρα είναι 20% .

Μονάδες 7

Δίνονται:

η μάζα του πυρήνα ${}^2_1\text{H} : 3,345 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$, η μάζα του πυρήνα ${}^3_1\text{H} : 5,008 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$

η μάζα του πυρήνα ${}^4_2\text{He} : 6,647 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$, η μάζα του νετρονίου : $1,675 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$

$c_0 = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$, $k_c = 9 \cdot 10^9\text{ Nm}^2/\text{C}^2$

ΘΕΜΑ Δ

A. Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση ($n=1$). Ηλεκτρόνιο με αρχική κινητική ενέργεια $1,25\text{ eV}$ επιταχύνεται από τάση $V=20\text{ V}$ και κατοπιν συγκρούεται με το άτομο του υδρογόνου στο οποίο αποδίδει το 60% της κινητικής του ενέργειας διεγείροντάς το, χωρίς να του μεταβάλλει την κινητική του κατάσταση. Να υπολογίσετε:

Δ1. Τον κβαντικό αριθμό n της διεγερμένης κατάστασης στην οποία περιήλθε το άτομο του υδρογόνου μετά την κρούση και το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου του ατόμου στη διεγερμένη κατάσταση.

Μονάδες 5

Δ2. Το μέτρο της ταχύτητας του ηλεκτρονίου που σκεδάστηκε.

Μονάδες 4

B. Κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου εκπέμπονται δύο μόνο φωτόνια με ένα από αυτά να ανήκει στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Δ3. Να υπολογίσετε το λόγο των συχνότητων των δύο εκπεμπόμενων φωτονίων.

Μονάδες 5

Γ. Δύο ακτινοβολίες με συχνότητες ίδιες με τις συχνότητες των δύο εκπεμπόμενων φωτονίων προσπίπτουν ταυτόχρονα και κάθετα σε διαφανές οπτικό υλικό πάχους d . Το υλικό εμφανίζει δείκτη διάθλασης $n_a = 1,5$ για την ορατή ακτινοβολία και n_b για την αόρατη ακτινοβολία. Αν $c_b = 1,5 \cdot 10^8\text{ m/s}$ η ταχύτητα διάδοσης της αόρατης ακτινοβολίας μέσα στο οπτικό υλικό, να υπολογίσετε:

Δ4. Το δείκτη διάθλασης n_b του οπτικού υλικού για την αόρατη ακτινοβολία.

Μονάδες 3

Δ5. Την επί τοις εκατό μεταβολή του μήκους κύματος της αόρατης ακτινοβολίας εξαιτίας του οπτικού υλικού.

Μονάδες 4

Δ6. Το λόγο $\frac{t_a}{t_b}$, όπου t_a και t_b οι χρόνοι μετάβασης των δύο ακτινοβολιών αντίστοιχα μέσα από το υλικό.

Μονάδες 4

Δίνονται: $E_1 = -13,6\text{eV}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$

$c_0 = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$, $\sqrt{170} \approx 13$

Καλή επιτυχία