

ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Αρετή για το μέλλον

Αρετή για το μέλλον

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2015

Επιμέλεια:
Ομάδα Φυσικών της
Ωθησης



Τετάρτη, 20 Μαΐου 2015
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

- A1.** Το πράσινο φως έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος από το ιώδες. Επομένως
- το πράσινο φως διαδίδεται στο κενό με μικρότερη ταχύτητα από το ιώδες
 - στο κενό, η ενέργεια των φωτονίων του πράσινου φωτός είναι μικρότερη από την ενέργεια των φωτονίων του ιώδους
 - όταν το πράσινο φως περνά από τον αέρα στο γυαλί, η γωνία εκτροπής του είναι μεγαλύτερη από τη γωνία εκτροπής του ιώδους
 - ο δείκτης διάθλασης του χαλαζία για το πράσινο φως είναι μεγαλύτερος από το δείκτη διάθλασης για το ιώδες.

Μονάδες 5

- A2.** Η μάζα του πυρήνα πυριτίου $^{28}_{14}\text{Si}$ είναι
- ίση με το άθροισμα $14m_p + 14m_n$
 - μικρότερη από το άθροισμα $14m_p + 14m_n$
 - μεγαλύτερη από το άθροισμα $14m_p + 14m_n$
 - ίση με $14u$,
- όπου m_p , m_n οι μάζες του πρωτονίου και νετρονίου, αντίστοιχα.

Μονάδες 5

- A3.** Στη διάσπαση β^+ εκπέμπεται από τον πυρήνα
- πρωτόνιο
 - ηλεκτρόνιο
 - ποζιτρόνιο
 - σωμάτιο α .

Μονάδες 5

- A4.** Οι φωρατές είναι όργανα που ανιχνεύουν
- την υπεριώδη ακτινοβολία
 - τις ακτίνες X
 - την υπέρυθη ακτινοβολία
 - τις ακτίνες γ .

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο 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) Το φως είναι διάμηκες ηλεκτρομαγνητικό κύμα.
 β) Τα σωμάτια α έχουν μικρότερη διεισδυτική ικανότητα από τα σωματίδια β.
 γ) Με την αξονική τομογραφία μπορούν να ανιχνευθούν όγκοι που δεν παρατηρούνται με την ακτινογραφία.
 δ) Η σταθερά του Planck έχει διαστάσεις στροφορμής.
 ε) Η ατομική μονάδα μάζας (1 u) ορίζεται ως το 1/12 της μάζας του πυρήνα $^{12}_6\text{C}$

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- A1. → β) A5. α) → Λάθος
 A2. → β) β) → Σωστό
 A3. → γ) γ) → Σωστό
 A4. → γ) δ) → Σωστό
 ε) → Λάθος

ΘΕΜΑ Β

B1. Μονοχρωματική ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα σε δύο πλακίδια διαφανών υλικών A και B που έχουν ίδιο πάχος και δείκτες διάθλασης n_A και n_B , αντίστοιχα. Αν N_A και N_B είναι ο αριθμός των μηκών κύματος της ακτινοβολίας στα πλακίδια A και B, αντίστοιχα, τότε ισχύει:

$$\text{i) } \frac{n_A}{n_B} = \frac{N_A}{N_B} \quad \text{ii) } \frac{n_A}{n_B} = \frac{N_B}{N_A} \quad \text{iii) } \frac{n_A}{n_B} = \frac{N_A^2}{N_B^2}$$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι η i).

β) Αιτιολόγηση:

Σύμφωνα με τις σχέσεις $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ (1) και $N = \frac{d}{\lambda}$ (2)

θα έχουμε

$$n = \frac{\lambda_0}{d/N} \Rightarrow n = \frac{\lambda_0 \cdot N}{d} \quad (3)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Πλακίδιο A : } n_A = \frac{\lambda_0 \cdot N_A}{d} \\ \text{Πλακίδιο B : } n_B = \frac{\lambda_0 \cdot N_B}{d} \end{array} \right\} \begin{array}{l} (*) \\ \Rightarrow \end{array} \frac{n_A}{n_B} = \frac{N_A}{N_B}$$

B2. Πυρήνας ουρανίου ${}_{92}^{238}\text{U}$ μετά από διαδοχικές διασπάσεις α και β^- καταλήγει στον πυρήνα ουρανίου ${}_{92}^{238}\text{U}$. Οι διαδοχικές διασπάσεις που πραγματοποιούνται είναι:

- i) μία α και δύο β^-
- ii) δύο α και μία β^-
- iii) μία α και μία β^-

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

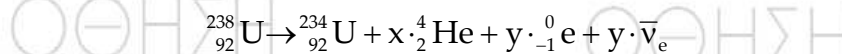
Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σωστή απάντηση είναι η **i)**.

β) Αιτιολόγηση:

Θεωρούμε τη συνολική εικονική πυρηνική αντίδραση που περιγράφει συνολικά το φαινόμενο



Σύμφωνα με την Α.Δ.Η.Φ. θα έχουμε

$$92 = 92 + 2x - y \Rightarrow \underline{2x = y} \quad (1)$$

Σύμφωνα με τη διατήρηση του αριθμού των νουκλεονίων θα ισχύει

$$238 = 234 + 4x + 0 + 0 \Rightarrow 4x = 4 \Rightarrow \underline{x = 1}$$

Οπότε από τη σχέση (1) είναι $y = 2$

Άρα θα έχουμε μια διάσπαση α και δύο διασπάσεις β^-

B3. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr για το άτομο του υδρογόνου, αν v είναι η ταχύτητα του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση και v' η ταχύτητα του ηλεκτρονίου στην τρίτη διεγερμένη κατάσταση, τότε ο λόγος των ταχυτήτων v/v' είναι:

- i) 3
- ii) 4
- iii) 16

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:

Σύμφωνα με τις σχέσεις

$$L_n = m_e \cdot v_n \cdot r_n = n \cdot \frac{h}{2\pi} \quad (1) \quad \text{και} \quad r_n = n^2 \cdot r_1 \quad (2)$$

θα έχουμε

$$m_e \cdot v_n \cdot n^2 \cdot r_1 = n \cdot \frac{h}{2\pi} \Rightarrow m_e \cdot v_n \cdot n \cdot r_1 = \frac{h}{2\pi} \Rightarrow v_n = \frac{h}{2\pi \cdot m_e \cdot r_1 \cdot n} \quad (3)$$

$$\text{Θεμελιώδης κατάσταση (n = 1): } v = \frac{h}{2\pi m_e r_1} \quad (4)$$

$$\text{Τρίτη διεγερμένη (n = 4): } v' = \frac{h}{2\pi m_e r_1 \cdot 4} \quad (5)$$

Με διαίρεση κατά μέλη των σχέσεων (4) και (5) θα έχουμε:

$$\frac{v}{v'} = \frac{\frac{h}{2\pi m_e r_1}}{\frac{h}{2\pi m_e r_1 \cdot 4}} \Rightarrow \frac{v}{v'} = \frac{h \cdot 2\pi m_e r_1 \cdot 4}{2\pi m_e r_1} \Rightarrow \frac{v}{v'} = 4$$

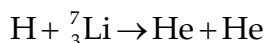
ΘΕΜΑ Γ

Η πρώτη πυρηνική αντίδραση στην οποία χρησιμοποιήθηκαν σωματίδια προερχόμενα από επιταχυντή πραγματοποιήθηκε το 1932 από τους Cockroft και Walton (βραβείο Νόμπελ Φυσικής 1951) με βομβαρδισμό πυρήνων λιθίου με πρωτόνια που παρήχθησαν από ιονισμό ατόμων υδρογόνου.

Γ1. Να υπολογίσετε την ενέργεια ιονισμού του ατόμου του υδρογόνου εάν γνωρίζετε ότι αρχικά αυτό βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση με ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Μονάδες 6

Γ2. Να συμπληρώσετε, όπου χρειάζεται, τους ατομικούς και μαζικούς αριθμούς των πυρήνων που συμμετέχουν στην πυρηνική αντίδραση που πραγματοποιήθηκε από τους Cockroft και Walton,



Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε την τιμή της ενέργειας Q της παραπάνω πυρηνικής αντίδρασης (μονάδες 6). Είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη (μονάδα 1);

Μονάδες 7

Γ4. Αρχικά το πείραμα έγινε με μέγιστη κινητική ενέργεια των πρωτονίων-βλημάτων $0,3 \text{ MeV}$, όταν αυτά βρίσκονταν σε πολύ μεγάλη απόσταση από τους πυρήνες λιθίου. Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση στην οποία ένα τέτοιο πρωτόνιο-βλήμα θα πλησιάσει τον πυρήνα λιθίου κινούμενο μετωπικά προς αυτόν. Θεωρείστε ότι ο πυρήνας παραμένει ακίνητος στη θέση του (μονάδες 5). Να εξηγήσετε γιατί δεν πραγματοποιήθηκε η πυρηνική αντίδραση με αυτές τις συνθήκες (μονάδες 2).

Μονάδες 7

Δίνεται ότι η ισοδύναμη ενέργεια ηρεμίας $M \cdot c^2$ για τον πυρήνα του υδρογόνου είναι $938,28 \text{ MeV}$, για τον πυρήνα του λιθίου $6533,87 \text{ MeV}$ και για τον πυρήνα του ηλίου $3727,40 \text{ MeV}$. Επίσης, το ηλεκτρικό φορτίο του πρωτονίου είναι $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, η σταθερά του νόμου Coulomb $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ και $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

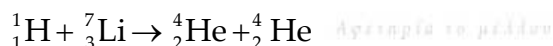
Γ1. Σύμφωνα με την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας θα έχουμε

$$E_1 + E_{\pi\sigma} = K_{\infty} + U_{\eta\lambda(\infty)} \Rightarrow E_{\pi\sigma} = K_{\infty} + 0 - E_1 \Rightarrow \underline{E_{\pi\sigma} = K_{\infty} - E_1} \quad (1)$$

Αν στη σχέση (1) θέσουμε $K_{(\infty)} = 0$ θα βρούμε την ενέργεια ιονισμού

$$E_{\text{iov}} = -E_1 = -(-13,6\text{eV}) \Rightarrow \underline{E_{\text{iov}} = 13,6\text{eV}}$$

Γ2. Η συμπληρωμένη αντίδραση είναι



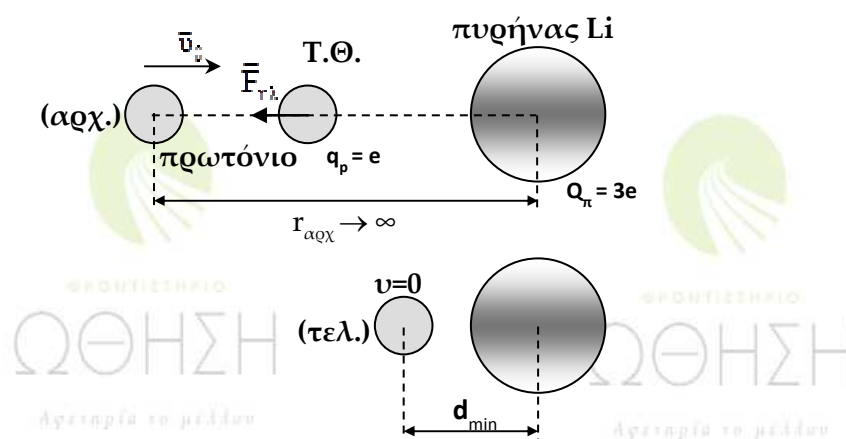
Γ3. Για την ενέργεια Q της αντίδρασης θα έχουμε

$$Q = (m_{\text{H}} + m_{\text{Li}} - 2m_{\text{He}}) \cdot c^2 \Rightarrow \underline{Q = m_{\text{H}} \cdot c^2 + m_{\text{Li}} \cdot c^2 - 2m_{\text{He}} \cdot c^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = (938,28 + 6533,87 - 2 \cdot 3727,4) \text{ MeV} \Rightarrow \underline{\underline{Q = 17,35 \text{ MeV}}}$$

Επειδή προέκυψε $Q > 0$ η αντίδραση είναι εξώθερμη.

Γ4. Σύμφωνα με το Θ.Δ.Μ.Ε. θα έχουμε:



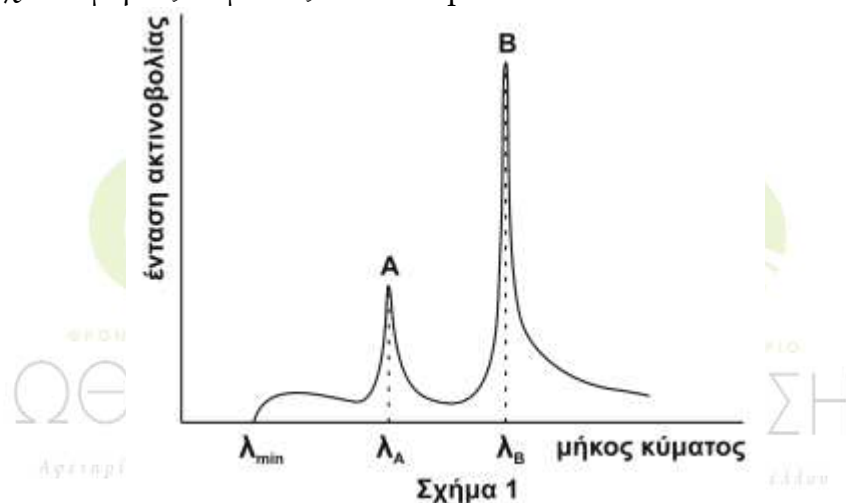
$$K_p + U_{\eta\lambda(\infty)} = K'_p + U_{\eta\lambda(d_{\min})} \Rightarrow K_p + 0 = 0 + k_C \frac{Q_p \cdot Q_{\pi(\text{Li})}}{d_{\min}} \Rightarrow K_p = k_C \cdot \frac{q \cdot 3q}{d_{\min}} \Rightarrow d_{\min} = k_C \frac{3q}{K_p} \cdot q$$

$$\text{ή } \underline{d_{\min} = k_C \frac{3e}{K_p} \cdot e} \Rightarrow d_{\min} = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ V} \cdot \text{m}}{3 \cdot 10^{-1} \cdot 10^6 \text{ eV}} \cdot e \Rightarrow \underline{d_{\min} = 14,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}}$$

Η αντίδραση δεν έγινε γιατί προκύπτει $d_{\min} > 4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$, οπότε δεν έχουμε ενεργοποίηση της ισχυρής πυρηνικής δύναμης.

ΘΕΜΑ Δ

Η άνοδος μιας διάταξης παραγωγής ακτίνων Χ είναι κατασκευασμένη από μολυβδαίνιο. Στο σχήμα 1 απεικονίζεται το σύνθετο φάσμα των ακτίνων Χ που παράγονται από τη διάταξη. Το σύνθετο φάσμα αποτελείται από ένα γραμμικό τμήμα (κορυφές Α και Β) με μήκη κύματος λ_A και λ_B καθώς και από ένα συνεχές τμήμα με ελάχιστο μήκος κύματος $\lambda_{\min} = 50 \text{ pm}$.



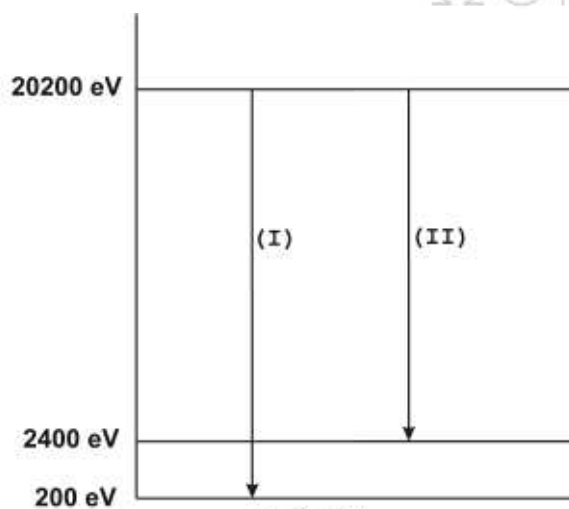
Δ1. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ της ανόδου και καθόδου της διάταξης.

Μονάδες 6

Δ2. Αν η ισχύς της ηλεκτρονικής δέσμης είναι $P = 160 \text{ W}$, να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσπίπτουν στην άνοδο ανά δευτερόλεπτο

Μονάδες 6

Το σχήμα 2 δείχνει τις ατομικές ενεργειακές στάθμες του μολυβδαινίου και τις μεταβάσεις που παράγουν τις χαρακτηριστικές κορυφές A και B των ακτίνων X αυτού του στοιχείου.



Σχήμα 2

Δ3. Σε ποια από τις δύο κορυφές, A ή B, του σχήματος 1 αντιστοιχεί η μετάβαση (I) του σχήματος 2 και γιατί;

Μονάδες 6

Δ4. Αν τα φωτόνια τα οποία εκπέμπονται από τα επιβραδυνόμενα ηλεκτρόνια που προσκρούουν στην άνοδο συμβαίνει να έχουν μήκος κύματος ίσο με λ_b , να υπολογίσετε την τελική κινητική ενέργεια των επιβραδυνόμενων ηλεκτρονίων.

Μονάδες 7

Δίνεται η σταθερά του Planck $h = \frac{2}{3} \cdot 10^{-33} \text{ J}\cdot\text{s}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, το φορτίο του ηλεκτρονίου (κατ' απόλυτη τιμή) $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και ότι $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δίνεται: $\lambda_{\min} = 50 \text{ pm} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$,

$$h = \frac{2}{3} \cdot 10^{-33} \text{ J}\cdot\text{s}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad \text{και} \quad P = 160 \text{ W}$$

Δ1. Από την σχέση υπολογισμού του ελάχιστου μήκους κύματος θα έχουμε:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{V \cdot e} \Rightarrow V = \frac{hc}{e \cdot \lambda_{\min}} \Rightarrow V = \frac{\frac{2}{3} \cdot 10^{-33} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-11}} \text{ Volt} \Rightarrow \underline{\underline{V = 25000 \text{ Volt}}}$$

Δ2. Από την έκφραση της ισχύος της ηλεκτρονικής δέσμης θα έχουμε

$$P = V \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{160}{25000} \text{ A} \Rightarrow I = \frac{16}{25} \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

Για τον αριθμό των ηλεκτρονίων ανά μονάδα χρόνου δουλεύουμε ως εξής:

$$\left. \begin{array}{l} I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \\ q = e \cdot n \Rightarrow \Delta q = e \cdot \Delta n \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{e \cdot \Delta n}{\Delta t} \Rightarrow I = e \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{10^{18} \text{ e}^-}{25 \text{ sec}} = \frac{100 \cdot 10^{16} \text{ e}^-}{25 \text{ sec}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\frac{\Delta n}{\Delta t} = 4 \cdot 10^{16} \frac{\text{e}^-}{\text{sec}}}}$$

Δ3. Η μετάβαση I αντιστοιχεί στο μήκος κύματος λ_A .

Αιτιολόγηση: Το μήκος κύματος για κάθε αποδιέγερση είναι $\lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E}$ (1),

όπου ΔE η ενεργειακή διαφορά μεταξύ των σταθμών κατά το άλμα του ηλεκτρονίου στο άτομο του μολυβδαινίου. Εδώ ισχύει $\Delta E_{(I)} > \Delta E_{(II)}$, οπότε $\lambda_{(I)} < \lambda_{(II)}$ και αφού από το διάγραμμα $\lambda_A < \lambda_B$, η κορυφή A αντιστοιχεί στη μετάβαση I.

Δ4. Σύμφωνα με την Α.Δ.Ε. η απώλεια κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου είναι ίση με την ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται εξαιτίας της επιβράδυνσης, θα έχουμε

$$K_\alpha - K_{\text{τελ}} = E_{\text{φωτ.}} \quad (2),$$

$$\text{όπου } K_\alpha = V \cdot e \Rightarrow \underline{K_\alpha = 25000 \text{ eV}}$$

και

$$E_{\text{φωτ.}} = E_{\text{φωτ.(B)}} = E_{\text{αποδιεγ.(II)}} = (20200 - 2400) \text{ eV} \Rightarrow \underline{E_{\text{φωτ.}} = E_{\text{φωτ.(B)}} = 17800 \text{ eV}},$$

επειδή εδώ δίνεται ότι $\lambda_{\text{φωτ.}} = \lambda_B$.

$$\text{Άρα, από τη σχέση (2) θα πάρουμε } 25000 \text{ eV} - K_{\text{τελ}} = 17800 \text{ eV} \Rightarrow \underline{\underline{K_{\text{τελ}} = 7200 \text{ eV}}}$$

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα Φυσικής Γενικής Παιδείας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της εξεταστέας ύλης. Κρίνονται απαιτητικά, πρωτότυπα και δημιουργούν κατάλληλες προϋποθέσεις για τη διάκριση των υποψηφίων ανάλογα με τις δυνατότητές 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 (Θέματα Γ και Δ) απαιτούσαν βαθιά γνώση της θεωρίας, ικανότητα ερμηνείας των αριθμητικών αποτελεσμάτων και άνεση στη συλλογή πληροφοριών από τα δοσμένα γραφήματα και διαγράμματα.

Συνεπώς τα σημερινά θέματα είναι ποιοτικά, σαφή, με λογική έκταση, τα οποία μπορούν να αντιμετωπιστούν με άνεση από έναν καλά προετοιμασμένο και προσεκτικό υποψήφιο.

