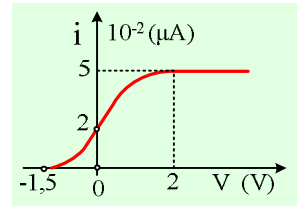


## Ερωτήσεις στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με την τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου σε ένα φωτοκύτταρο, όταν φωτίζεται από μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας  $f_1$ , ορισμένης έντασης.



A) Τι ποσοστό των εξερχομένων ηλεκτρονίων φτάνουν στην άνοδο, όταν δεν συνδέσουμε πηγή μεταξύ ανόδου και καθόδου;

B) Η συχνότητα ενός φωτονίου της ακτινοβολίας που χρησιμοποιούμε μεταφέρει ενέργεια:

i)  $E_0 < 1,5\text{eV}$ , ii)  $E_0 = 1,5\text{eV}$ , iii)  $E_0 > 1,5\text{eV}$

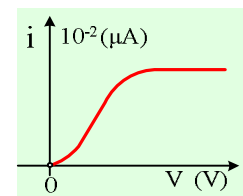
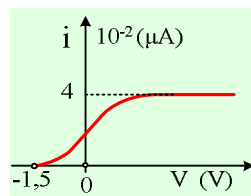
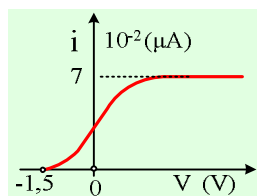
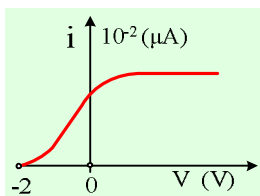
Γ) Ποια από τις παρακάτω καμπύλες θα πάρουμε αν:

i) Αυξήσουμε την ένταση της ακτινοβολίας, διατηρώντας σταθερή την συχνότητά της.

ii) Αυξήσουμε την συχνότητα της ακτινοβολίας στην τιμή  $f_2 > f_1$ .

iii) Ελαττώσουμε την συχνότητα της ακτινοβολίας στην τιμή  $f_3 < f_1$ .

iv) Ελαττώσουμε την συχνότητα της ακτινοβολίας στην τιμή  $f_4 < f_3$ .



Υπόδειξη: Δεν σημαίνει ότι έχουμε αντιστοιχία 1:1 στις καμπύλες, αφού μπορεί η μορφή της καμπύλης σε κάποια περίπτωση, να μην δίνεται.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### Απάντηση:

A) Με βάση το διάγραμμα, βλέπουμε ότι για τάση  $V_1 \geq 2\text{V}$  η ένταση του ρεύματος έχει σταθεροποιηθεί στην τιμή  $I = 5 \cdot 10^{-2} \mu\text{A}$ , πράγμα που σημαίνει ότι όλα τα ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από την φωτιζόμενη κάθοδο, φτάνουν στην άνοδο. Αντίθετα όταν  $V = 0$ , όταν δεν συνδέσουμε πηγή μεταξύ ανόδου και καθόδου, τότε  $i_0 = 2 \cdot 10^{-2} \mu\text{A}$ , πράγμα που σημαίνει ότι κάθε  $5e$  που ξεκινούν από την κάθοδο, μόνο τα  $2e$  φτάνουν στην άνοδο. Συνεπώς το ζητούμενο ποσοστό είναι ίσο:

$$\pi = \frac{i_0}{I} 100\% = \frac{2 \cdot 10^{-8} \text{ A}}{5 \cdot 10^{-8} \text{ A}} 100\% = 40\%$$

B) Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein παίρνουμε:

$$hf = K_{\max} + \phi \quad (1)$$

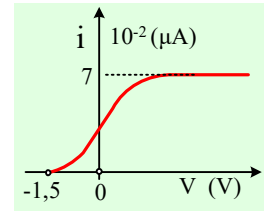
όπου  $hf$  η ενέργεια ενός φωτονίου της δέσμης και  $K_{\max}$  η μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων, η οποία με βάση την τάση ανακοπής ( $1,5\text{V}$ ), είναι ίση με  $K_{\max} = 1,5\text{eV}$ , οπότε:

$$E_0 = hf = K_{\max} + \phi = 1,5\text{eV} + \phi > 1,5\text{eV}$$

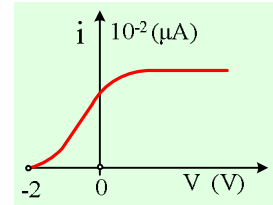
Σωστό το iii)

Γ) Όσον αφορά τα διαγράμματα που μας δίνονται:

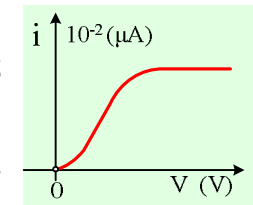
i) Αν αυξήσουμε την ένταση της ακτινοβολίας, με σταθερή συχνότητα, αυξάνουμε τον αριθμό των φωτονίων που προσπίπτουν στην κάθοδο, συνεπώς θα αυξηθεί και ο αριθμός των εξερχομένων ηλεκτρονίων και κατά συνέπεια η μέγιστη ένταση του ρεύματος (το ρεύμα κόρου). Σωστό το διπλανό διάγραμμα, όπου η ένταση αυξάνεται από τα 5 στα  $7 \cdot 10^{-2} \mu\text{A}$ .



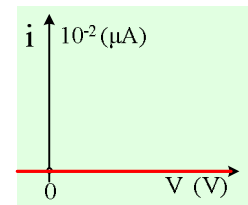
ii) Αν αυξήσουμε την συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στην τιμή  $f_2$ , αυξάνουμε την ενέργεια κάθε φωτονίου ( $E=hf$ ), οπότε από την εξίσωση (1), θα αυξηθεί και η μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχομένων ηλεκτρονίων. Αυτό όμως σημαίνει ότι θα αυξηθεί και η τάση αποκοπής, οπότε από τις τιμές που μας δίνονται, θα έχουμε  $V=-2V$ , όπως στο 1ο διάγραμμα. Ας προσέξουμε ότι στην ερώτηση δεν αναφέρεται κάτι για την ένταση του ρεύματος κόρου και αν αυξάνεται ή όχι, αν αλλάζει ο αριθμός των φωτονίων και η ένταση της ακτινοβολίας ή όχι, θέματα που δεν ενδιαφέρουν εδώ...



iii) Με την ίδια λογική, όταν μειώνουμε τη συχνότητα στην τιμή  $f_3$ , από την (1) προκύπτει ότι μειώνεται και η μέγιστη κινητική ενέργεια, οπότε και η τάση αποκοπής  $V_{\text{απ}}=|V_{\alpha}-V_{\kappa}|$ , όπου με βάση τις καμπύλες που μας δίνονται θα πάρουμε την μορφή της 4ης καμπύλης. Αν μεινουμε λίγο παραπάνω στην καμπύλη αυτή, διαπιστώνουμε ότι  $V_{\text{απ}}=0$ , οπότε τα ηλεκτρόνια εξέρχονται με μηδενική κινητική ενέργεια από την κάθοδο. Αυτό μας οδηγεί ότι η συχνότητα  $f_3=f_0$  είναι η ελάχιστη δυνατή (η συχνότητα κατωφλίου), για την οποία εξέρχονται ηλεκτρόνια από την κάθοδο, αφού η ενέργεια ενός φωτονίου, είναι ίση με το έργο εξαγωγής.



iv) Με βάση την παραπάνω ανάλυση η παραπέρα μείωση της συχνότητας, στην τιμή  $f_4$  δεν θα προκαλεί καμιά εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων. Συνεπώς δεν θα έχουμε και ανοδικό ρεύμα και καμιά από τις γραφικές παραστάσεις που μας δόθηκαν δεν περιγράφει την κατάσταση. Αν θέλαμε, ντε και καλά, κάποια γραφική παράσταση αυτή θα είχε τη μορφή του διπλανού σχήματος.



[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)