

ΣΥΣΚΕΥΗ ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ PES01

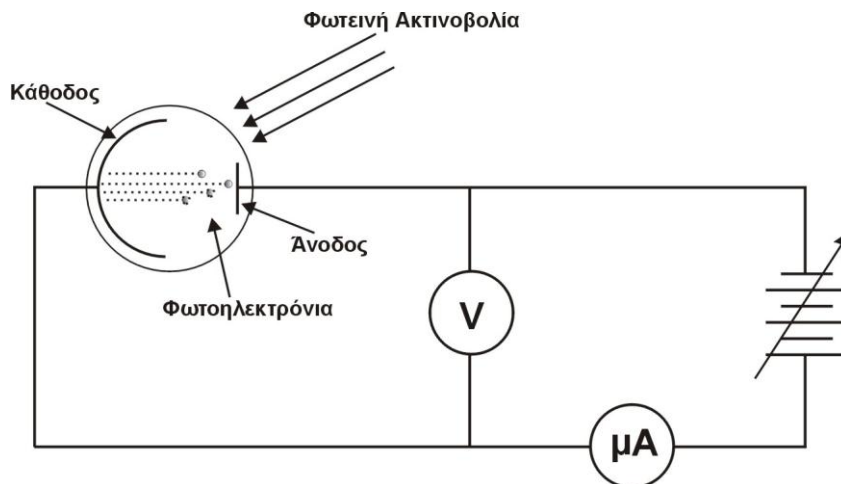
ΚΩΔΙΚΟΣ 08-1

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΧΡΗΣΕΩΣ

ΘΕΩΡΙΑ

Ο όρος Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο αναφέρεται στην εκπομπή ηλεκτρονίων από κάποια μεταλλική επιφάνεια όταν πέσει πάνω της φωτεινή ακτινοβολία.

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο παρατηρήθηκε αρχικά το 1887 από τον Γερμανό φυσικό Heinrich Hertz σαν παραπροϊόν των πειραματισμών του σχετικά με τη χρήση γεννητριών σπινθηρισμών για την παραγωγή ραδιοκυμάτων. Ο Hertz παρατήρησε ότι το μήκος ενός σπινθήρα εξ επαγωγής μεγαλώνει όταν πέφτει πάνω στο υλικό που τον παράγει υπεριώδους ακτινοβολία, δεν μπόρεσε όμως να δώσει κάποια θεωρητική εξήγηση. Το φαινόμενο μελετήθηκε διεξοδικότερα αρκετά χρόνια αργότερα (1902) από τον βοηθό του Hertz, Philipp Lenard, αφού προηγουμένως ο J.J. Thompson είχε ανακαλύψει (1899) ότι η πρόσπτωση υπεριώδους ακτινοβολίας πάνω σε μία μεταλλική επιφάνεια έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή ηλεκτρονίων από την επιφάνεια. Ο Lenard κατασκεύασε μία πρωτόγονη φωτολυχνία τοποθετώντας δύο καλά καθαρισμένες μεταλλικές πλάκες, τη μία απέναντι στην άλλη, μέσα σε γυάλινο περίβλημα από το οποίο αφαίρεσε τον αέρα. Η μία από τις πλάκες ήταν κατασκευασμένη από υλικό που είχε διαπιστωθεί ότι ήταν ευαίσθητο στην ακτινοβολία (φωτοεκπομπό υλικό). Η πειραματική διάταξη που χρησιμοποίησε είναι ίδια σχεδόν με αυτήν που θα χρησιμοποιήσετε και σεις και φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα.



Ο Lenard συνέδεσε στη φωτολυχνία του μία μεταβλητή πηγή, ένα βολτόμετρο και ένα μικροαμπερόμετρο και δοκίμασε ακτινοβολίες με διάφορα μήκη κύματος και εντάσεις. Μετρώντας το ρεύμα που δημιουργούσε η κάθε ακτινοβολία και την τάση της πηγής που μηδένιζε το ρεύμα στο κύκλωμα, παρατήρησε ότι για κάθε ακτινοβολία (δηλ. για κάθε μήκος κύματος) η τάση της αναστροφής τάσης της πηγής ήταν διαφορετική, και μάλιστα ήταν μεγαλύτερη για τις ακτινοβολίες με μικρότερο μήκος κύματος. Παρατήρησε επίσης ότι η τάση αυτή δεν εξαρτιόταν από την ένταση της ακτινοβολίας και ότι κάποιες ακτινοβολίες ήταν αδύνατο να δημιουργήσουν ρεύμα στο κύκλωμα, όσο μεγάλη και αν ήταν η έντασή τους.

Λόγω της επικρατούσας άποψης, την εποχή εκείνη, για την κυματική φύση του φωτός, ο Lenard δεν κατάφερε να εξηγήσει το φαινόμενο που παρατήρησε, κυρίως όσον αφορά το γιατί η ένταση της ακτινοβολίας δεν είχε επίδραση στην ανάστροφη τάση που μηδενίζει το ρεύμα στο κύκλωμα. Την εξήγηση του φαινομένου έδωσε το 1905 ο Albert Einstein, βασιζόμενος σε μία ανακάλυψη του Max Planck ο οποίος μελετώντας την ακτινοβολία του μαύρου σώματος κατέληξε στην εξίσωση $E=hf$, σύμφωνα με την οποία η ενέργεια ενός σωματιδιακού ταλαντωτή είναι ανάλογη της συχνότητας του ταλαντωτή πολλαπλασιασμένη με μία σταθερά, η οποία πήρε το όνομά του, δηλ. τη σταθερά του Planck. Ο Einstein, υποπτευόμενος τη σωματιδιακή φύση του φωτός, κατέληξε στη φημισμένη πια **φωτοηλεκτρική εξίσωση**

$$K_{max} = hf - W$$

Με την εξίσωση αυτή εξηγείται πλήρως το φαινόμενο που παρατήρησε ο Lenard, δηλ. το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Παρ' όλων που αρχικά η εργασία αυτή του Einstein έγινε αποδεκτή με επιφύλαξη, ο Αμερικανός φυσικός Robert Millikan την απέδειξε πειραματικά το 1915 και έκανε την πρώτη μέτρηση της σταθεράς του Planck ο δε Einstein τιμήθηκε το 1921 με το βραβείο Nobel για την εργασία του αυτή (και όχι για τη Θεωρία της Σχετικότητας)

Σύμφωνα με την εξήγηση του Einstein, κάθε φωτεινή ακτινοβολία αποτελείται από μικρά διακεκριμένα πακέτα ενέργειας, τα φωτόνια. Κάθε φωτόνιο έχει συγκεκριμένη ενέργεια που σχετίζεται με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας (hf στην παραπάνω εξίσωση). Όσο μικρότερο το μήκος κύματος τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια των φωτονίων. Όταν η φωτεινή ακτινοβολία πέφτει πάνω σε μία φωτοευαίσθητη επιφάνεια, τα φωτόνια μεταφέρουν την ενέργειά τους στα ηλεκτρόνια της φωτοευαίσθητης επιφάνειας. Μέρος της ενέργειας χρησιμοποιείται για την υπερνίκηση των εσωτερικών δυνάμεων που συγκρατούν τα ηλεκτρόνια στην επιφάνεια ενώ το υπόλοιπο μεταδίδεται στο ηλεκτρόνιο με μορφή κινητικής ενέργειας λόγω της αρχής διατήρησης της ενέργειας και δεδομένου ότι ένα φωτόνιο, λόγω της σωματιδιακής του φύσης, μπορεί να ελευθερώσει ένα μόνον ηλεκτρόνιο. Τα ηλεκτρόνια που ελευθερώνονται μ' αυτόν τον τρόπο ονομάζονται συνήθως **φωτοηλεκτρόνια**, χωρίς όμως να διαφέρουν σε τίποτα από τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια. Η φωτοηλεκτρική εξίσωση αναφέρεται στη **μέγιστη** ενέργεια (K_{max}) που μπορεί να αποκτήσει ένα ηλεκτρόνιο και όχι γενικά στην ενέργεια που έχει ένα ηλεκτρόνιο που εξέρχεται από την επιφάνεια. Έτσι, η παράμετρος W που εμφανίζεται στη φωτοηλεκτρική εξίσωση αντιπροσωπεύει την ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για να ελευθερωθεί ένα ηλεκτρόνιο από την φωτοευαίσθητη επιφάνεια. Η παράμετρος αυτή ονομάζεται **έργο εξαγωγής** και είναι χαρακτηριστική για κάθε υλικό.

Η φωτοηλεκτρική εξίσωση ερμηνεύει γιατί κάποιες ακτινοβολίες δεν μπορούν να προκαλέσουν εκπομπή ηλεκτρονίων. Εάν το μήκος κύματος είναι μεγάλο, η ενέργεια των φωτονίων είναι μικρή και δεν επαρκεί για να υπερνικήσει τις εσωτερικές δυνάμεις του υλικού που συγκρατούν τα ηλεκτρόνια. Ερμηνεύει επίσης γιατί η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων δεν εξαρτάται από την ένταση της ακτινοβολίας (όπως είχε παρατηρήσει ο Lenard).

Αυξάνοντας την ένταση της ακτινοβολίας αυξάνεται ο αριθμός των φωτονίων αλλά όχι η ενέργειά τους, η οποία εξαρτάται μόνον από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

Περιγραφή της διάταξης

Η διάταξη PES01 που θα χρησιμοποιήσετε για την επιβεβαίωση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου αποτελείται από μία βάση κωδ. PEA01 με τη φωτολυχνία, ένα τροφοδοτικό (power rack), ένα ευαίσθητο ψηφιακό πολύμετρο κωδ. RE65 και σειρά 5 φωτεινών πηγών LED προσαρμοσμένων σε κατάλληλα βύσματα.

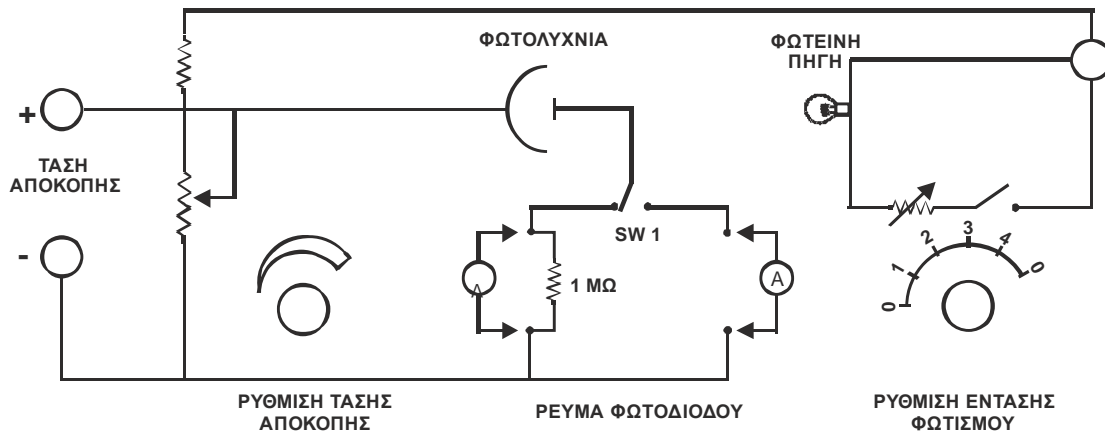
Η βάση PEA01 φέρει:

- α. Φωτολυχνία τύπου IP39, βυσματούμενη σε κατάλληλη υποδοχή (ντουί)
- β. Υποδοχή τροφοδοσίας της συσκευής
- γ. Διακόπτη αναστροφής ανάστροφης τάσης
- δ. Κουμπιά ρύθμισης της φωτεινής έντασης και της ανάστροφης τάσης
- ε. Ομοαξονικές υποδοχές για σύνδεση βολτομέτρου (*V*) ή μικρο-αμπερομέτρου (*A*) στο κύκλωμα της φωτολυχνίας, επιλεγόμενες μέσω μεταγωγικού διακόπτη (*SWI*)
- στ. Κατάλληλο αδιαφανές κάλυμμα της φωτολυχνίας για προστασία από τον εξωτερικό φωτισμό με κυκλική οπή και υποδοχή για τα βύσματα των φωτεινών πηγών LED

Το κάτω μέρος της βάσης κλείνεται με διαφανές κάλυμμα το οποίο επιτρέπει την παρατήρηση του εσωτερικού της.

Στη συσκευή περιλαμβάνονται 5 φωτεινές πηγές LED που παράγουν φωτεινές ακτινοβολίες με διαφορετικά μήκη κύματος από 450nm έως 650nm (κύριο μήκος κύματος). Οι φωτεινές πηγές είναι τοποθετημένες σε κατάλληλα βύσματα στα οποία αναγράφονται οι περιοχές των φασμάτων που παράγονται από τις αντίστοιχες λυχνίες LED.

Η φωτολυχνία που χρησιμοποιείται στη διάταξη περιλαμβάνει δύο ηλεκτρόδια, το ένα από τα οποία αποτελείται από μία ημικυλινδρική επιφάνεια με επίστρωση καισίου (κάθοδος) ενώ το άλλο αποτελείται από έναν λεπτό άξονα τοποθετημένο απέναντι και κατά μήκος της ημικυλινδρικής επιφάνειας (άνοδος). Η φωτολυχνία είναι συνδεδεμένη σε ηλεκτρικό κύκλωμα όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, που είναι επίσης τυπωμένο στην πάνω επιφάνεια της βάσης PEA01.



Το κύκλωμα αυτό είναι ίδιο με αυτό που χρησιμοποίησε και ο Lenard, με τη διαφορά ότι η μεν μεταβλητή πηγή έχει αντικατασταθεί από μία σταθερή πηγή και ένα ποτενσιόμετρο μέσω του οποίου είναι δυνατή η μεταβολή της τάσης στην κάθοδο της φωτολυχνίας (παρατηρήστε ότι η πολικότητα της τάσης αυτής είναι τέτοια ώστε να αντιτίθεται στη ροή του ρεύματος που δημιουργείται στη φωτολυχνία όταν αυτή προσβάλλεται από φωτεινή ακτινοβολία), το δε μικροαμπερόμετρο έχει αντικατασταθεί από μία αντίσταση 1 MΩ σε συνδυασμό με ένα ευαίσθητο μιλιβολτόμετρο με το οποίο μετράται η τάση που αναπτύσσεται στην αντίσταση από τη διέλευση του φωτορεύματος. Το πολύμετρο RE65, που περιλαμβάνεται στη διάταξη, έχει ευαισθησία 0.1 mV στην κλίμακα των 2 V DC. Δεδομένου ότι η τάση αυτή μετράται πάνω στην αντίσταση των 1MΩ, το ελάχιστο ρεύμα που μπορεί να μετρηθεί στην κλίμακα αυτή είναι $0.1 \text{ mV} : 1.000.000 \Omega$, δηλ. 10^{-10} A ή 0.1 nA. Στην αμέσως μικρότερη κλίμακα των 200mV η ένδειξη του πολυμέτρου σε mV αντιστοιχεί ευθέως σε nA.

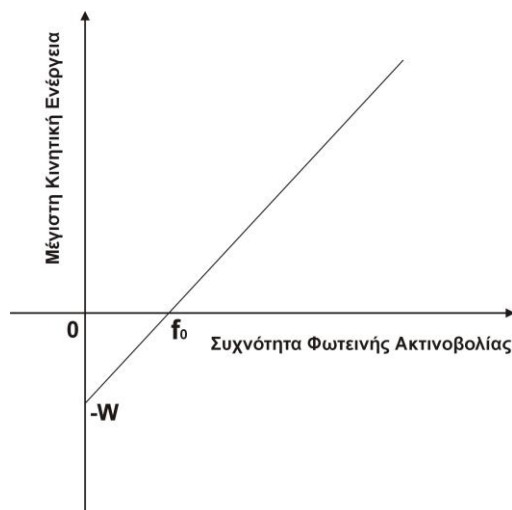
Εναλλακτικά υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης νανοαμπερομέτρου απ' ευθείας στο κύκλωμα. Η επιλογή γίνεται μέσω του μεταγωγικού διακόπτη SW1.

Στη διάταξη έχει ενσωματωθεί και ένας διακόπτης αναστροφής της πολικότητας της τάσης τροφοδοσίας, ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση της συμπεριφοράς του κυκλώματος τόσο στην περίπτωση που η εξωτερικά εφαρμοζόμενη τάση αντιτίθεται στη ροή των φωτοηλεκτρονίων (διακόπτης γυρισμένος αριστερά) όσο και στην περίπτωση που την ενισχύει (διακόπτης γυρισμένος δεξιά). Η εφαρμοζόμενη πολικότητα εμφανίζεται με κατάλληλη σήμανση δεξιά και αριστερά του σχετικού διακόπτη.

Μεθοδολογία μέτρησης

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για την επιβεβαίωση της φωτοηλεκτρικής εξίσωσης και της μέτρησης της σταθεράς του Plank. Η συσκευή PES01 βασίζεται στη μέτρηση της **τάσης αποκοπής** V_0 , δηλαδή της αναστροφής τάσης που μηδενίζει το ρεύμα στο κύκλωμα, για διάφορα μήκη κύματος

φωτεινής ακτινοβολίας που πέφτει πάνω στη φωτοευαίσθητη επιφάνεια της φωτολυχνίας. Επειδή οι φωτεινές πηγές (λυχνίες LED) που χρησιμοποιούνται στη διάταξη παράγουν διαφορετικά μήκη κύματος του ορατού φάσματος με τη μεγαλύτερη ένταση να επικεντρώνεται στο κύριο μήκος κύματος κέντρο της κάθε περιοχής, για κάθε ένα από αυτά μετράται η τάση αποκοπής. Χαράσσοντας σε σύστημα ορθογωνίων αξόνων το διάγραμμα (V_s, f) δηλ. τάσης αποκοπής - συχνότητας ακτινοβολίας προκύπτει η καμπύλη του παρακάτω σχήματος.



Η παραπάνω καμπύλη είναι ακριβώς αυτή στην οποία είχε καταλήξει θεωρητικά ο Einstein. Η κλίση της ευθείας είναι ίση με h (η σταθερά του Planck), το σημείο που η ευθεία τέμνει τον άξονα των συχνοτήτων είναι η ελάχιστη συχνότητα που μπορεί να προκαλέσει φωτοεκπομπή, και το σημείο που τέμνει τον άξονα της μέγιστης κινητικής ενέργειας αντιστοιχεί στο έργο εξαγωγής για το φωτοευαίσθητο υλικό.

Σημειώστε ότι η τάση αποκοπής, που σταματά τα φωτοηλεκτρόνια από το να φθάσουν στην άνοδο, πολλαπλασιασμένη επί το φορτίο του ηλεκτρονίου, αντιστοιχεί στη μέγιστη κινητική ενέργεια που μπορεί να έχει το φωτοηλεκτρόνιο είναι δηλαδή

$$e \cdot V_o = \frac{1}{2} m_0 (v_{max})^2 = KE_{max}$$

και επομένως στο παραπάνω σύστημα αξόνων ο κατακόρυφος άξονας μπορεί να εκφραστεί και σε μονάδες τάσης, οπότε το σημείο τομής της ευθείας με τον κατακόρυφο άξονα θα είναι $-W/e$.

Προετοιμασία συσκευής

1. Γυρίστε τα κουμπιά ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΠΟΚΟΠΗΣ τέρμα αριστερά και το κουμπί ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ στη θέση 0.
2. Βυσματώστε το τροφοδοτικό στη συσκευή και γυρίστε τον διακόπτη αναστροφής τάσης προς τα αριστερά.

3. Συνδέστε το πολύμετρο τύπου RE65 (πολύμετρο No 2) στην υποδοχή βολτομέτρου που σημειώνεται με **V** και γυρίστε τον επιλογέα στη θέση 2V DC.
4. Συνδέστε ένα πολύμετρο του εργαστηρίου (πολύμετρο No 1) στις μπόνρες εξόδου της τάσης αποκοπής και επιλέξτε την περιοχή μέτρησης 0 – 2 VDC.

Πειραματική διαδικασία

1. Τοποθετήστε τη φωτεινή πηγή No 1 στην υποδοχή στερέωσης των πηγών LED, που είναι προσαρμοσμένη στο κάλυμμα της φωτολυχνίας. Βυσματώστε το φισάκι τροφοδοσίας στο πίσω μέρος της πηγής No 1.
2. Ανάψτε τη λυχνία LED γυρίζοντας το κουμπί ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ στη θέση 4 που αντιστοιχεί στη μέγιστη φωτεινότητα.
3. Αυξήστε την ανάστροφη τάση με τα βήματα που σημειώνονται στο φύλλο εργασίας 1α. Σε κάθε βήμα, καταγράψτε την ανάστροφη τάση. Εντοπίστε την περιοχή μεταξύ των βημάτων που η ένδειξη μηδενίζεται. Στην περιοχή αυτή, αυξήστε την ανάστροφη τάση συνεχώς μέχρις ότου η ένδειξη του πολυμέτρου No 2 γίνει μηδενική. Καθώς θα προσεγγίσετε την ένδειξη αυτή, θα παρατηρήσετε ότι αυτή "παίζει" μεταξύ 0,0000 και 0,0001. Αυξήστε την τάση μέχρις ότου η ένδειξη σταθεροποιηθεί στο 0,0000. Για τον ακριβή εντοπισμό της ανάστροφης τάσης που μηδενίζει το ρεύμα, αφού φτάσετε στο σημείο αυτό, πιθανόν να χρειαστεί να μειώσετε ελαφρά την τάση μέχρι του σημείου που η ένδειξη 0,0000 διατηρείται χωρίς να γίνεται 0,0001.

Σημείωση: Για μεγαλύτερη ακρίβεια μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την κλίμακα των 200mV DC. Στην κλίμακα αυτή η ένδειξη εμφανίζεται με δύο δεκαδικά ψηφία. Το πρώτο δεκαδικό ψηφίο αντιστοιχεί σε δέκατα του nA είναι δηλαδή αντίστοιχο του τέταρτου δεκαδικού ψηφίου της κλίμακας των 2V DC. Εάν χρησιμοποιείτε αυτή την κλίμακα, αυξήστε την ανάστροφη τάση μέχρις ότου το πρώτο δεκαδικό ψηφίο της ένδειξης γίνει 0, δηλαδή η ένδειξη έχει τη μορφή 00,0X. Αγνοήστε το δεύτερο δεκαδικό ψηφίο γιατί αντιστοιχεί σε ρεύμα μικρότερο των 90pA το οποίο είναι εξαιρετικά μικρό και εμφανίζει αστάθεια λόγω του ότι επηρεάζεται πολύ εύκολα από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που υπάρχουν στο χώρο.

4. Καταχωρήστε την τιμή της ανάστροφης τάσης που μηδενίζει το ρεύμα της φωτολυχνίας στο φύλλο εργασίας No 1α.
5. Αποσυνδέστε το φισάκι τροφοδοσίας από την φωτεινή πηγή No 1, αφαιρέστε την πηγή No 1 από την υποδοχή στερέωσης και τοποθετήστε στη θέση της την πηγή No 2.
6. Επαναλάβετε τα βήματα 2 έως 4 και καταχωρήστε τις μετρήσεις στο φύλλο εργασίας No 2α.

7. Αντικαταστήστε την πηγή No 2 με την πηγή No 3 και επαναλάβετε τα βήματα 2 έως 4. Καταχωρήστε τις μετρήσεις στο φύλλο εργασίας No 3α.
8. Αντικαταστήστε την πηγή No 3 με την πηγή No 4 και επαναλάβετε τα βήματα 2 έως 4. Καταχωρήστε τις μετρήσεις στο φύλλο εργασίας No 4α.
9. Αντικαταστήστε την πηγή No 4 με την πηγή No 5 και επαναλάβετε τα βήματα 2 έως 4. Καταχωρήστε τις μετρήσεις στο φύλλο εργασίας No 5α.
10. Αφαιρέστε την τροφοδοσία από τη φωτεινή πηγή.
11. Στο φύλλο εργασίας No 1β, χαράξτε την καμπύλη που προκύπτει από τις μετρήσεις που καταχωρήσατε στο φύλλο εργασίας No 1α. Παρατηρήστε ότι ο άξονας X αντιστοιχεί στις μετρήσεις του πολυμέτρου No 1 (ανάστροφη τάση) ενώ ο άξονας Y στις μετρήσεις του πολυμέτρου No 2 (ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα). Κατά τον ίδιο τρόπο, στα φύλλα εργασίας 2β, 3β, 4β και 5β χαράξτε τις καμπύλες που προκύπτουν από τις μετρήσεις που καταχωρήσατε στα φύλλα εργασίας No 2α, 3α, 4α και 5α, αντίστοιχα.
12. Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι οι επικρατούσες συχνότητες (γύρω από τις οποίες συγκεντρώνεται η μεγαλύτερη ένταση της ακτινοβολίας της κάθε φωτεινής πηγής), σύμφωνα με καμπύλες που παρέχει ο κατασκευαστής είναι οι:

πηγή No 1: $4,61 \times 10^{14}$ Hz

πηγή No 2: $5,08 \times 10^{14}$ Hz

πηγή No 3: $5,66 \times 10^{14}$ Hz

πηγή No 4: $6,31 \times 10^{14}$ Hz

πηγή No 5: $6,66 \times 10^{14}$ Hz

σημειώστε στο φύλλο εργασίας No 6 τις τάσεις αποκοπής που αντιστοιχούν σε κάθε συχνότητα και χαράξτε την ευθεία που αντιστοιχεί στο σύνολο των σημείων. Επειδή είναι αδύνατον τα πέντε σημεία να είναι απολύτως ευθυγραμμισμένα, χαράξτε την ευθεία κατά τέτοιο τρόπο ώστε :

1. το άθροισμα των αποστάσεων από την ευθεία των σημείων που βρίσκονται κάτω από αυτήν να είναι περίπου ίσο με το αντίστοιχο άθροισμα των σημείων που είναι πάνω από αυτήν και
 2. το άθροισμα των αποστάσεων (από την ευθεία) των σημείων κάτω ή πάνω από την ευθεία να είναι το μικρότερο δυνατό.
13. Υπολογίστε την κλίση της ευθείας, χρησιμοποιώντας τις σωστές μονάδες, όπως προκύπτουν από το διάγραμμα και σημειώστε την τιμή της σταθεράς του Planck (h) που προκύπτει από την καμπύλη σας .

14. Υπολογίστε την απόκλιση επί τοις εκατό (%) από την παραδεκτή τιμή :

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Joules } \times \text{ sec}$$

και σημειώστε την στο φύλλο εργασίας No 6

15. Προεκτείνετε την ευθεία και σημειώστε το σημείο στο οποίο τέμνει τον άξονα των συχνοτήτων. Χρησιμοποιώντας αυτή τη συχνότητα, υπολογίστε το έργο εξαγωγής του φωτοεκπομπού υλικού.
16. Επαναλάβετε τις παραπάνω μετρήσεις χρησιμοποιώντας διαφορετική ένταση της φωτεινής δέσμης (στη θέση 3 κατ' αρχήν και στη συνέχεια στη θέση 2) και υπολογίστε και πάλι τη σταθερά Planck (h) και το έργο εξαγωγής. Εξαρτάται η μορφή της φωτοηλεκτρικής εξίσωσης από την φωτεινή ένταση; Δικαιολογήστε τις παρατηρήσεις σας.

Γενικά σχόλια για την εκτέλεση της άσκησης

Η εύρεση της ανάστροφης τάσης που εμποδίζει τα πιο ενεργά ηλεκτρόνια να φθάσουν στην άνοδο είναι δύσκολη γιατί απαιτεί τη μέτρηση πολύ μικρών ρευμάτων. Παρ' όλον που ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός επιτρέπει τη μέτρηση ρευμάτων της τάξεως των 10pA, η ένδειξη του τελευταίου ψηφίου στην κλίμακα των 200mV DC δεν πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν επειδή τόσο μικρά ρεύματα επηρεάζονται εύκολα από ηλεκτρομαγνητικά πεδία που συναντώνται σε όλα τα σύγχρονα εργαστήρια. Για το λόγο αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και υπομονή στην εκτέλεση των μετρήσεων. Οι παρακάτω επισημάνσεις θα σας διευκολύνουν στη λήψη ικανοποιητικών μετρήσεων:

1. Αφού κάνετε τις συνδέσεις, μη μετακινείτε τα καλώδια ή τον εξοπλισμό από την αρχική τους θέση.
2. Μετά από κάθε ρύθμιση της ανάστροφης τάσης, απομακρύνετε το χέρι σας από τη συσκευή πριν σημειώσετε το ρεύμα του κυκλώματος.
3. Όταν η πολικότητα της τάσης τροφοδοσίας είναι τέτοια ώστε να αντιτίθεται στη ροή των ηλεκτρονίων προς την άνοδο, το αρχικό ρεύμα στη συσκευή είναι αρνητικό (ροή ηλεκτρονίων προς την άνοδο αντιστοιχεί με συμβατικό ρεύμα προς την αντίθετη κατεύθυνση).

Ερωτήσεις

1. Γιατί μετά το μηδενισμό του ρεύματος εξακολουθεί να διαρρέει στο κύκλωμα ρεύμα αντίθετης πολικότητας από την αρχική;
2. Σύμφωνα με τη θεωρία, η τάση αποκοπής δεν εξαρτάται από την ένταση της φωτεινής δέσμης αλλά από τη συχνότητα του φωτός. Επαληθεύεται αυτό από τις μετρήσεις σας; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Φύλλο Εργασίας 1α

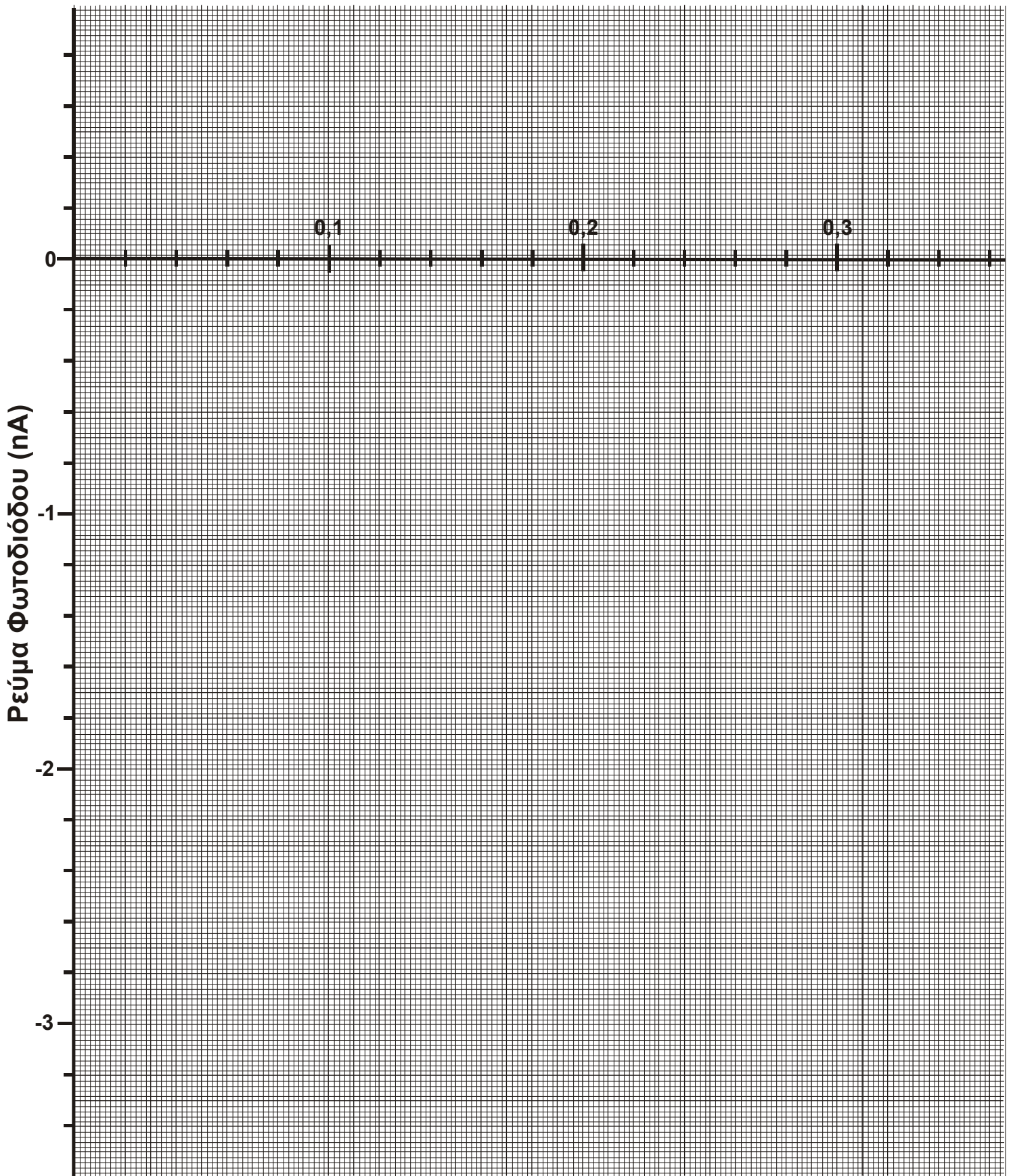
ΠΗΓΗ No 1

Ένταση φωτισμού :

Ανάστροφη τάση (mV) (πολύμετρο 1)	Ρεύμα φωτολυχνίας (nA) (πολύμετρο 2)
0	
25	
50	
75	
100	
125	
150	
175	
200	
225	
250	
275	
300	

Ανάστροφη τάση που μηδενίζει το ρεύμα :

Ανάστροφη Τάση (V)



Φύλλο Εργασίας 2α

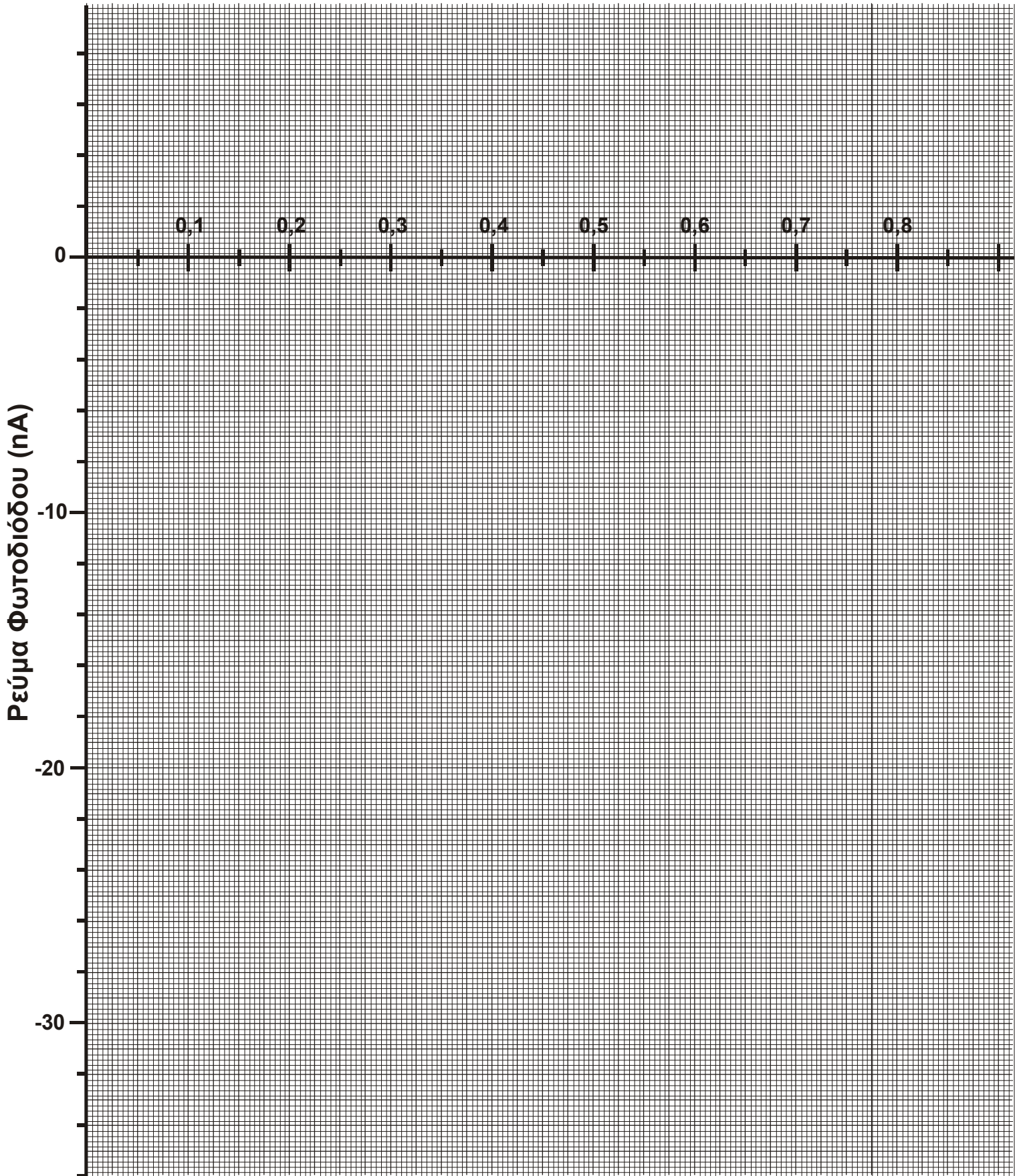
ΠΗΓΗ Νο 2

Ένταση φωτισμού :

Ανάστροφη τάση (mV) (πολύμετρο 1)	Ρεύμα φωτολυχνίας (nA) (πολύμετρο 2)
0	
50	
100	
150	
200	
250	
300	
350	
400	
450	
500	
550	
600	
650	
700	

Ανάστροφη τάση που μηδενίζει το ρεύμα :

Ανάστροφη Τάση (V)



Φύλλο Εργασίας 3α

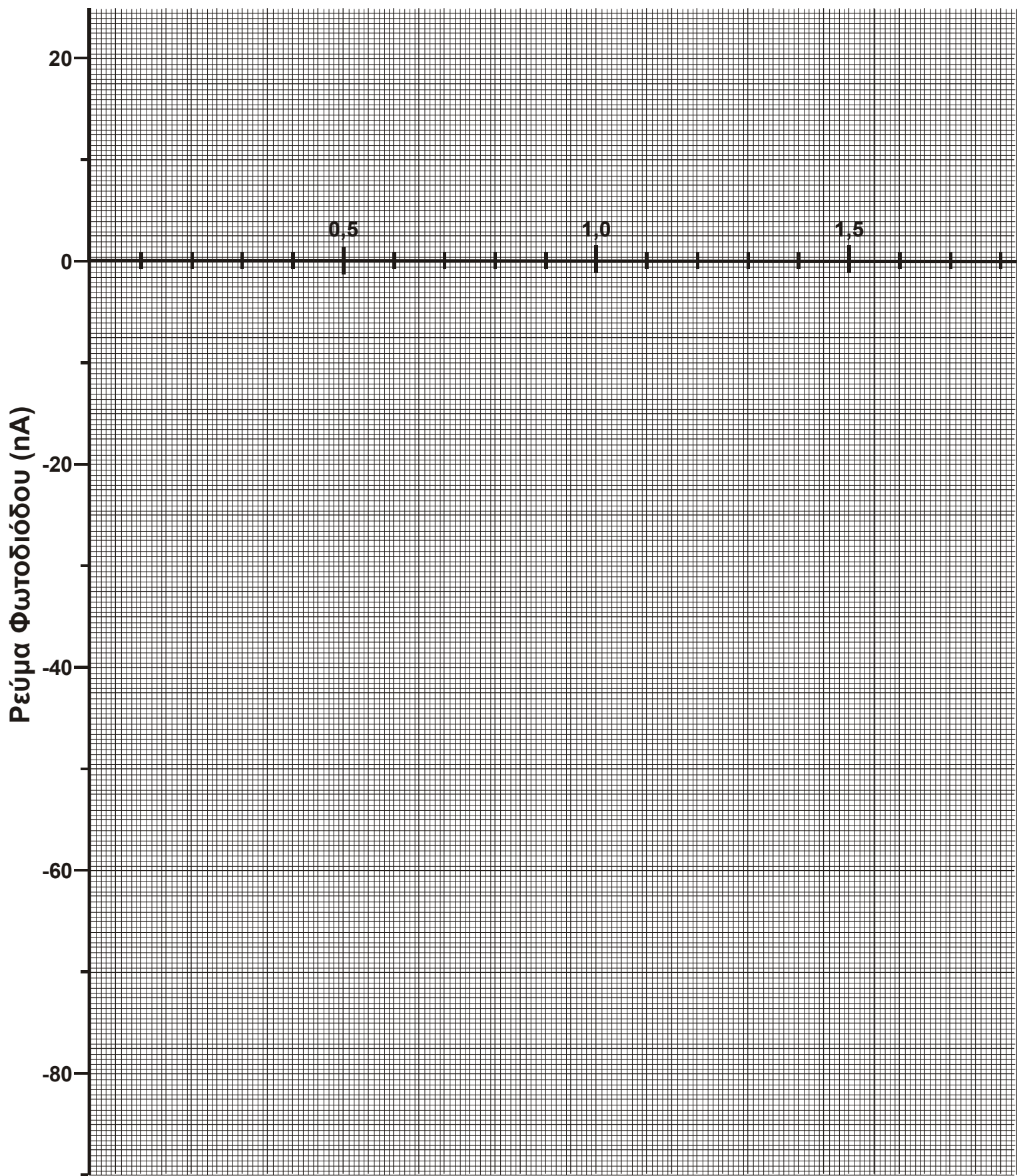
ΠΗΓΗ Νο 3

Ένταση φωτισμού :

Ανάστροφη τάση (mV) (πολύμετρο 1)	Ρεύμα φωτολυχνίας (nA) (πολύμετρο 2)
0	
100	
200	
300	
400	
500	
600	
700	
800	
900	
1000	

Ανάστροφη τάση που μηδενίζει το ρεύμα :

Ανάστροφη Τάση (V)



Φύλλο Εργασίας 4α

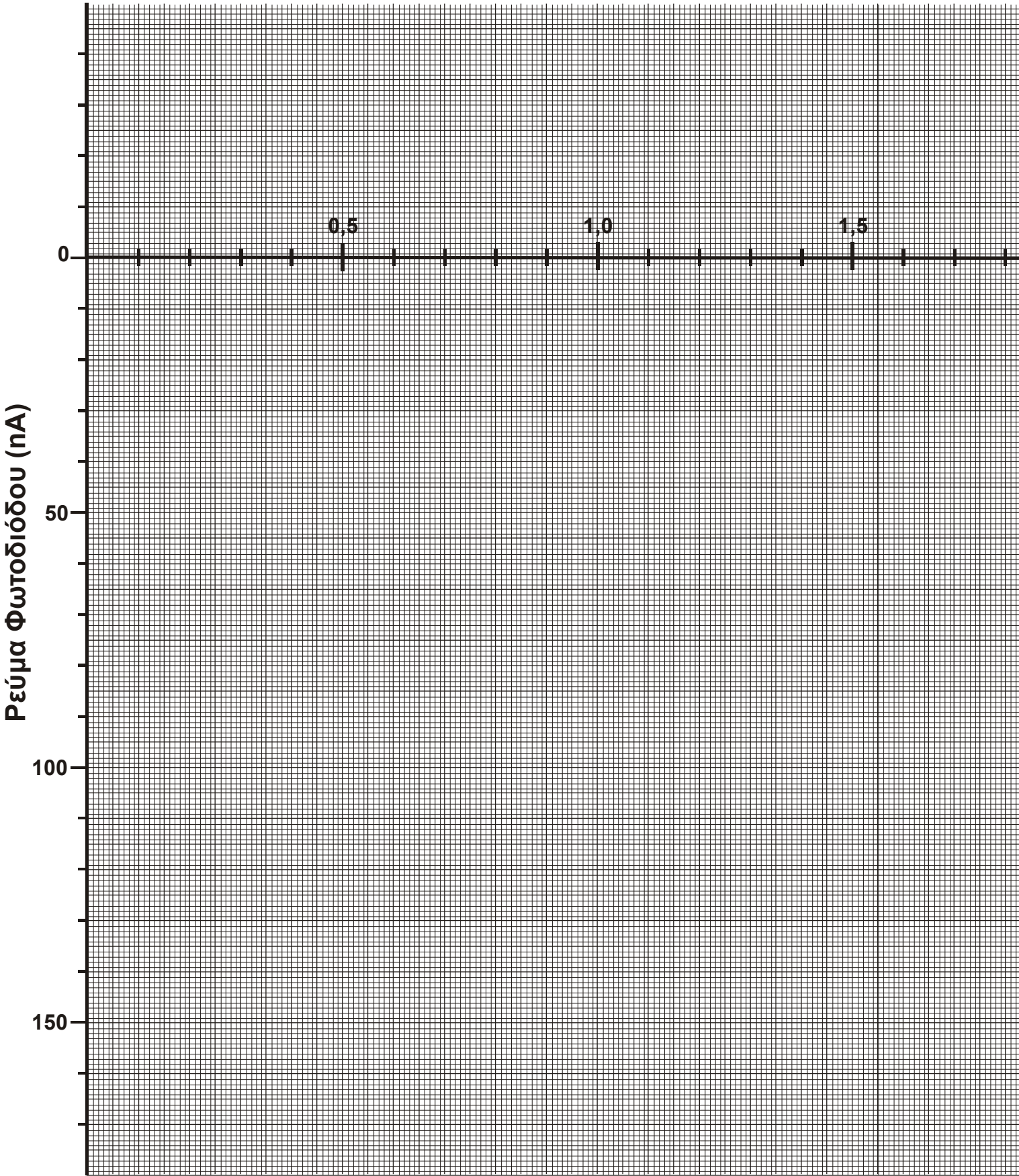
ΠΗΓΗ Νο 4

Ένταση φωτισμού :

Ανάστροφη τάση (mV) (πολύμετρο 1)	Ρεύμα φωτολυχνίας (nA) (πολύμετρο 2)
0	
100	
200	
300	
400	
500	
600	
700	
800	
900	
1000	

Ανάστροφη τάση που μηδενίζει το ρεύμα :

Ανάστροφη Τάση (V)



Φύλλο Εργασίας 5α

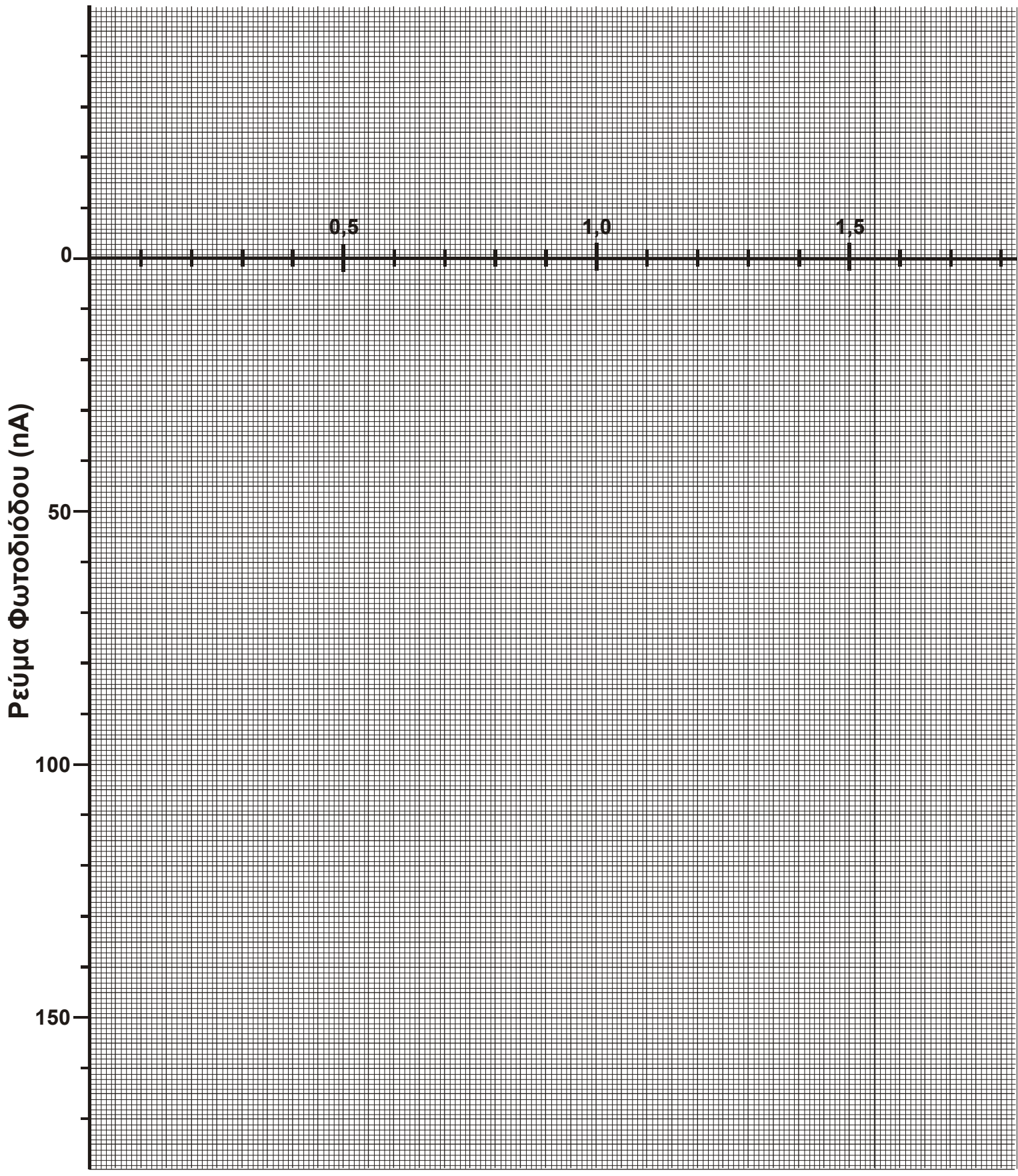
ΠΗΓΗ No 5

Ένταση φωτισμού :

Ανάστροφη τάση (mV) (πολύμετρο 1)	Ρεύμα φωτολυχνίας (nA) (πολύμετρο 2)
0	
100	
200	
300	
400	
500	
600	
700	
800	
900	
1000	
1100	
1200	
1300	
1400	
1500	

Ανάστροφη τάση που μηδενίζει το ρεύμα :

Ανάστροφη Τάση (V)



Φύλλο εργασίας 6

Υπολογίστε την σταθερά h από την κλίση του παρακάτω διαγράμματος

$h = \dots\dots\dots$

Απόκλιση από την παραδεκτή τιμή = $\dots\dots\%$

