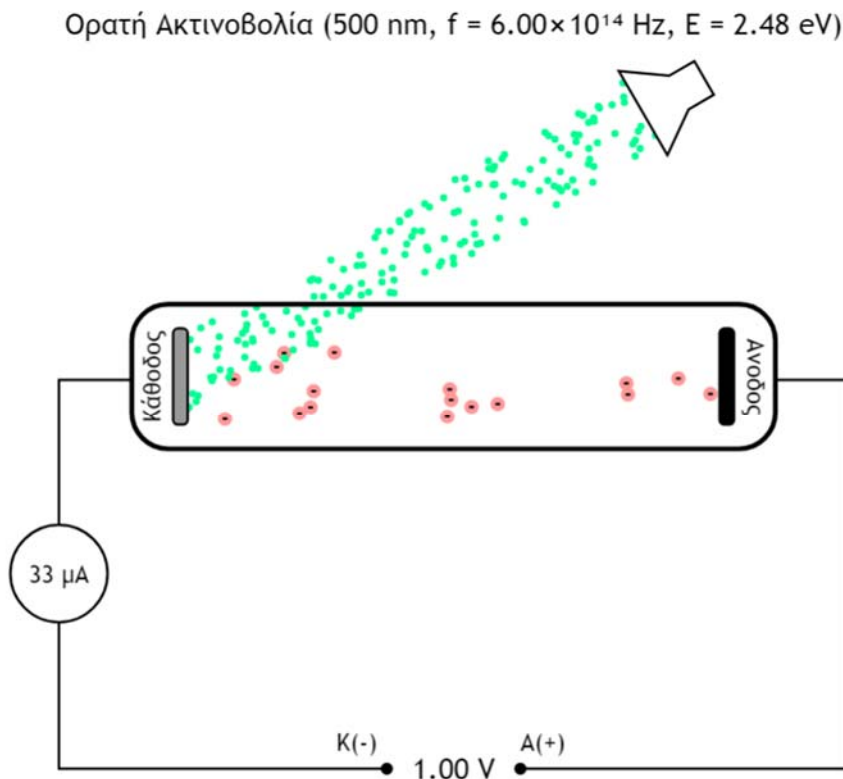


Προσομοίωση Εργαστηριακής Άσκησης: Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο αποτέλεσε στην ιστορία της εξέλιξης των ιδεών της Φυσικής, το δεύτερο, μετά την καμπύλη $I_A=f(\lambda)$ της έντασης της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος, σημείο απόκλισης από την κλασική Φυσική, στην πορεία προς την κβαντική. Αποτελεί φαινόμενο στο οποίο οι παραδοχές της κλασικής Φυσικής, αδυνατούν να ερμηνεύσουν τα επιμέρους χαρακτηριστικά του.

[Σύνδεσμος προσομοίωσης για φωτοηλεκτρικό φαινόμενο του Ηλία Σιτσανλή](#)



Η διάταξη περιλαμβάνει:

- πηγή συνεχούς τάσης με τιμές από 0-10V, της οποίας η πολικότητα αντιστρέφεται, όταν η ένδειξη της τάσης είναι αρνητική,
- γαλβανόμετρο το οποίο δίνει ενδείξεις σε μA
- πηγή Η/Μ ακτινοβολίας, η οποία εκπέμπει ακτινοβολίες με μήκη κύματος από $\lambda_{\text{max}}=1000\text{nm}$ μέχρι $\lambda_{\text{min}}=100\text{nm}$

Μπορείτε να ρυθμίζετε:

- την ένταση της ακτινοβολίας με τιμές στην κλίμακα από 1-10
- το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας
- την τάση V_{AK} μεταξύ ανόδου-καθόδου

Παρατηρήσεις πριν την έναρξη του εικονικού πειράματος

Μετακινείτε τον δείκτη της έντασης της ακτινοβολίας στην τιμή $I=5$. Ξεκινήστε με ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda=1000\text{nm}$ και ελαττώστε σταδιακά το μήκος κύματος.

Τι παρατηρείται σε σχέση με το χρώμα και σε σχέση με το μέγεθος των φωτονίων της ακτινοβολίας καθώς μειώνεται το μήκος κύματος;

.....

.....

.....

.....

.....

Ποια σχέση δίνει την ενέργεια φωτονίου σε σχέση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας;

.....

.....

Μπορείτε να κάνετε κάποια υπόθεση για το μήκος κύματος σε σχέση με το μέγεθος των φωτονίων;

.....

.....

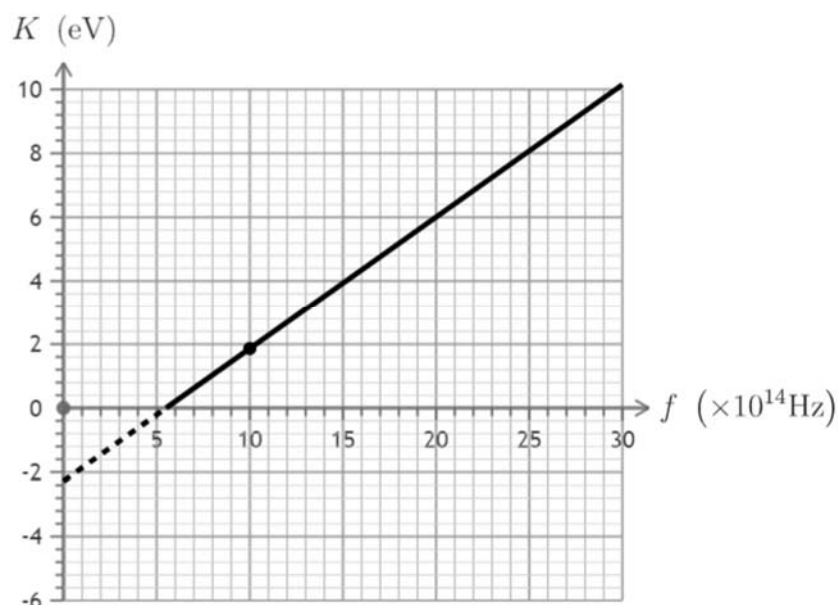
.....

.....

.....

.....

Μπορείτε επίσης να εμφανίσετε στην οθόνη, το διάγραμμα κινητικής ενέργειας εξερχόμενων φωτοηλεκτρονίων-συχνότητας προσπίπτουσας ακτινοβολίας K - f , πατώντας στην **ένδειξη** γράφημα K - f :



Γιατί το διάγραμμα απεικονίζει γραμμική σχέση $K-f$;

.....

.....

.....

.....

.....

Θεωρείστε ως μέταλλο καθόδου το **Νάτριο**

A. Μετακινείτε τον δείκτη της έντασης της ακτινοβολίας στην τιμή $I=4$. Θέστε τάση $V_{AK}=0$ και χρησιμοποιήστε ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda=1000\text{nm}$.

Ποια η ένδειξη του αμπερόμετρου;

.....

Αυξήστε την ένταση της ακτινοβολίας, μετακινώντας το δείκτη σταδιακά στις θέσεις $I=5,6,7,8,9,10$

Ποια η ένδειξη του αμπερόμετρου;

.....

.....

Γιατί δεν εκπέμπονται φωτοηλεκτρόνια ενώ αυξάνει η ένταση της ακτινοβολίας, δηλαδή το πλήθος των φωτονίων, άρα και η ενέργεια ανά μονάδα χρόνου, που προσπίπτει στην κάθοδο;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B. Μετακινείτε τον δείκτη της έντασης της ακτινοβολίας στην τιμή $I=4$. Θέστε τάση $V=0$.

Μειώστε σταδιακά το μήκος κύματος της ακτινοβολίας και βρείτε το **μήκος κύματος κατωφλίου λ_0** , δηλαδή το **μήκος κύματος**, στο οποίο **αρχίζουν** καθώς **μειώνουμε** το λ , ή **σταματούν** καθώς **αυξάνουμε** το μήκος κύματος λ , να εκπέμπονται φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο. Η μέτρηση μπορεί να γίνει σε τάξη μεγέθους δεκάδας για το λ_0

.....

.....

Ποια η αντίστοιχη συχνότητα κατωφλίου f_0 ;

.....

.....

Ποιο το έργο εξαγωγής (ϕ) για το Νάτριο; Η μέτρηση μπορεί να γίνει σε τάξη μεγέθους πρώτου δεκαδικού ψηφίου. Θεωρείστε γνωστή τη σχέση: $E_{\phi}(eV) = \frac{1242(nm \cdot eV)}{\lambda(nm)}$

.....

.....

.....

.....

Γ. Διατηρώντας την ένταση της ακτινοβολίας στην τιμή $I=4$ και σταθερό μήκος κύματος ίσο με το μήκος κύματος κατωφλίου λ_0 αυξήστε την τιμή της τάσης V_{AK} και συμπληρώστε τον πίνακα $i=f(V)$

$i (\mu A)$									
$V_{AK}(V)$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6

Τι παρατηρείτε; Ποια η τιμή του ρεύματος κόρου;

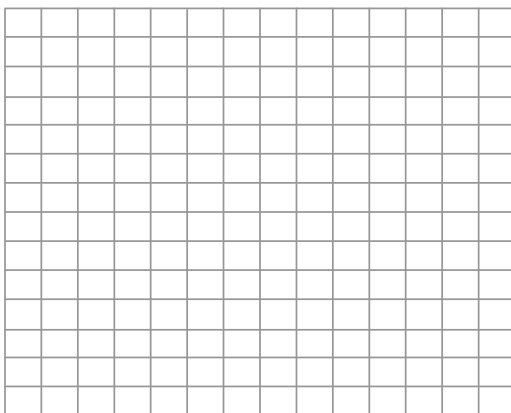
.....

.....

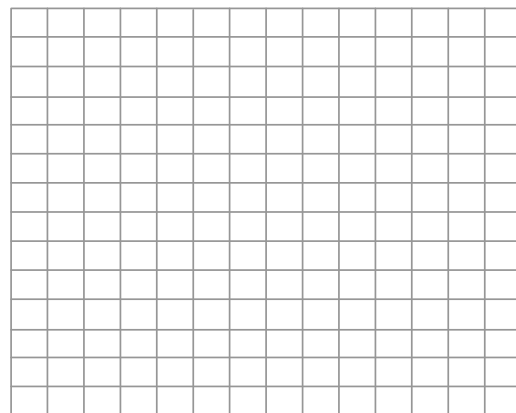
.....

.....

Σχεδιάστε ποιοτικά το διάγραμμα $i=f(V)$



I=4



I=8

Δ. Αυξήστε την ένταση της ακτινοβολίας στην τιμή $I=8$ διατηρώντας όλα τα άλλα μεγέθη σταθερά.

Αυξήστε την τιμή της τάσης V_{AK} ξεκινώντας από μηδενική τιμή και συμπληρώστε τον επόμενο πίνακα $i=f(V)$

$i (\mu A)$									
$V_{AK}(V)$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6

Τι παρατηρείτε; Ποια η τιμή του ρεύματος κόρου;

.....

.....

Σχεδιάστε το διάγραμμα $i=f(V)$

Ποια η σχέση των τιμών ρεύματος κόρου, για ένταση ακτινοβολίας $I=4$ και $I=8$:

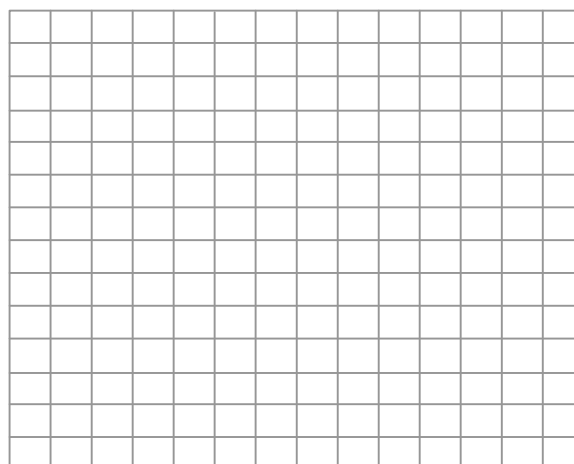
Ε. Θέστε την ένταση της ακτινοβολίας στην τιμή $I=4$ και την τάση $V_{AK}=0$. Μεταβάλλοντας το μήκος κύματος λ της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, υπολογίστε την κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων, όταν εξέρχονται από την κάθοδο, χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Einstein

$$K = E_{\phi} - \phi = hf - \phi \text{ όπου } E_{\phi} (eV) = \frac{1242(nm \cdot eV)}{\lambda(nm)}, \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

Συμπληρώστε τον επόμενο πίνακα:

λ (nm)	f (10^{14} Hz)	E_{ϕ} (eV)	K (eV)
400			
300			
200			
150			
120			

Σχεδιάστε το διάγραμμα $K-f$ για την κάθοδο Na, ξεκινώντας από τη συχνότητα κατωφλίου που υπολογίσατε στο ερώτημα (B). Τι μορφή περιμένετε να έχει αυτή;



Τι εκφράζει η κλίση στο παραπάνω στο διάγραμμα; Υπολογίστε την τιμή αυτής

Προεκτείνετε τη γραμμή που χαράξατε μέχρι αυτή να συναντήσει τον άξονα της κινητικής ενέργειας. Υπολογίστε προσεγγιστικά σε ποιο σημείο συναντά τον άξονα. Τι υπολογίζουμε από την τιμή αυτή;

Στ. Για ένταση ακτινοβολίας $I=4$, δώστε αρνητικές τιμές στην τάση V_{AK} μέχρι να μηδενιστεί η ένδειξη του αμπερομέτρου. Τι δηλώνει αυτός ο μηδενισμός της έντασης;

Συμπληρώστε τον επόμενο πίνακα

λ (nm)	f (10^{14} Hz)	E_{ϕ} (eV)	K (eV)	V_o (Volt)
$\lambda_o=$	$f_o=$			
400				
300				
200				
150				
120				

Επιβεβαιώστε ότι η τάση αποκοπής εξαρτάται από τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, όπως προβλέπει η σχέση: $V_o = \frac{h}{e} f - \frac{\phi}{e}$

Ζ. Επιβεβαιώστε με αναφορές στοιχείων από το πείραμα προσομοίωσης τα επόμενα πειραματικά στοιχεία

(i) Εκπομπή φωτοηλεκτρονίων έχουμε **μόνο** όταν η **συχνότητα** της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι **μεγαλύτερη** ή **ίση** μιας **ορισμένης** συχνότητας, η οποία είναι **χαρακτηριστική** για το μέταλλο

(ii) Ο **αριθμός** των ηλεκτρονίων που **αποσπώνται** από το μέταλλο ανά μονάδα χρόνου είναι **ανάλογος** της **έντασης** της φωτεινής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο μέταλλο

(iii) Η **ταχύτητα** με την οποία **εξέρχονται** τα ηλεκτρόνια **δεν** εξαρτάται από την **ένταση** της ακτινοβολίας αλλά **μόνο** από τη **συχνότητά** της και **αυξάνεται** όταν η συχνότητα της ακτινοβολίας **μεγαλώνει**