

## **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΦΑΣΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΕΡΙΩΝ**

### **A. ΣΤΟΧΟΙ**

- Η χρήση λυχνιών διαφορετικών αερίων για παραγωγή διαφορετικών γραμμικών φασμάτων εκπομπής.
- Η κατανόηση των διαφορών μεταξύ των γραμμικών φασμάτων εκπομπής των αερίων.
- Η κατανόηση ότι το γραμμικό φάσμα αποτελείται από φωτεινές γραμμές που αντιστοιχούν σε ένα ή περισσότερα διακριτά μήκη κύματος.
- Η εξοικείωση με τη χρήση τροφοδοτικού υψηλής τάσης.
- Η συναρμολόγηση και ρύθμιση του φασματοσκοπίου καθώς και η εξοικείωση με τη χρήση του για την παρατήρηση και μέτρηση των διαφόρων μηκών κύματος του γραμμικού φάσματος.

### **B. ΘΕΜΑ**

- Η βαθμονόμηση του φασματοσκοπίου με τη βοήθεια συγκεκριμένης φασματικής γραμμής (e) του φάσματος της λυχνίας Hg.
- Η παρατήρηση και η περιγραφή του γραμμικού φάσματος εκπομπής των αερίων.
- Ο προσδιορισμός του μήκους κύματος, του χρώματος και της έντασης των γραμμών του φάσματος εκπομπής των αερίων Hg, H<sub>2</sub>, He και Ne.
- Η σύγκριση των πειραματικών δεδομένων με τις θεωρητικές προβλέψεις.

### **Γ. ΟΡΓΑΝΑ**

- Επιτραπέζιο φασματοσκόπιο
- Εξάρτημα φωτισμού της κλίμακας μέτρησης των μηκών κύματος ( το ενσωματώνουμε στο φασματοσκόπιο αν δεν είναι ήδη ενσωματωμένο )
- Τροφοδοτικό χαμηλής & υψηλής τάσης
- Λυχνίες αερίων Hg, H<sub>2</sub>, He και Ne ( Λυχνίες Geissler )

### **Δ. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ**

- Για την πραγματοποίηση και κατανόηση της άσκησης πρέπει να έχουν διδαχθεί οι παρακάτω ενότητες από το σχολικό βιβλίο Γενικής Παιδείας Γ' τάξης Γενικού Λυκείου :
  - ✓ § 1.3 Μήκος κύματος και συχνότητα του φωτός κατά τη διάδοσή του
  - ✓ § 1.4 Ανάλυση λευκού φωτός και χρώματα
  - ✓ Ελεύθερο ανάγνωσμα των σελίδων 22 και 23 ( Το φασματοσκόπιο, Γραμμικά φάσματα εκπομπής )
  - ✓ § 2.1 Ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου
  - ✓ § 2.2 Διακριτές ενεργειακές στάθμες

### **Ε. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ**

- Όταν ένα αέριο διεγερθεί, τότε κατά την αποδιέγερσή του εκπέμπει ακτινοβολίες με χαρακτηριστικά μήκη κύματος για το κάθε αέριο.
- Οι γραμμές του φάσματος, που εμφανίζονται στο γραμμικό φάσμα εκπομπής των αερίων και αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα μήκη κύματος, είναι χαρακτηριστικές για κάθε αέριο.

- Οι γραμμές οποιουδήποτε γραμμικού φάσματος, ανάλογα με το μήκος κύματος στο οποίο αντιστοιχούν, έχουν χρώμα που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

ΧΡΩΜΑ	ΜΗΚΗ ΚΥΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ( nm )	
Ιώδες	400	450
Μπλε	450	490
Πράσινο	490	550
Κίτρινο	550	590
Πορτοκαλί	590	640
Ερυθρό	640	700

### ΣΤ. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

1. Τοποθετούμε τη φωτεινή πηγή ανάγνωσης κλίμακας ( αν δεν είναι ήδη τοποθετημένη ).
2. Το μικρό πρίσμα και το κάτοπτρο, που βρίσκονται μπροστά από τη σχισμή του κατευθυντήρα, δεν χρησιμοποιούνται στην άσκηση, γι' αυτό δεν πρέπει να βρίσκονται στην πορεία του φωτός.
3. Συνδέουμε τη φωτεινή πηγή ανάγνωσης κλίμακας με την έξοδο χαμηλής τάσης 12 V του τροφοδοτικού.
4. Ανάβουμε τη λυχνία της κλίμακας και ρυθμίζουμε τη φωτεινότητά της ώστε να φαίνονται σωστά οι ενδείξεις της.
5. Ρυθμίζουμε τον προσοφθάλμιο φακό, ώστε να φαίνονται με ευκρίνεια οι ενδείξεις της κλίμακας.

#### ΠΡΟΣΟΧΗ :

- Κατά τη διάρκεια της άσκησης δεν ακουμπάμε τη λυχνία γιατί η τάση τροφοδοσίας είναι πολύ υψηλή.
- Όταν δεν χρησιμοποιούμε τη λυχνία, κλείνουμε πάντα το διακόπτη ON – OFF του τροφοδοτικού, γιατί η λυχνία έχει περιορισμένο χρόνο ζωής, αφού κατά τη λειτουργία της το αέριο προσροφάται από τα τοιχώματα του σωλήνα.
- Κατά την αλλαγή των λυχνιών κλείνουμε πάντα το διακόπτη ON – OFF του τροφοδοτικού.

### Ζ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Με την υψηλή τάση στο OFF τοποθετούμε προσεκτικά τη λυχνία Hg στην ειδική θέση του τροφοδοτικού υψηλής τάσης, ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία :
  - ✓ Κρατάμε τη λυχνία από το κέντρο της κατακόρυφα
  - ✓ Τοποθετούμε πλάγια το πάνω μέρος της στην πάνω υποδοχή του τροφοδοτικού και πιέζοντας ελαφρά προς τα πάνω βάζουμε και το κάτω μέρος της λυχνίας στην κάτω υποδοχή του τροφοδοτικού
2. Περιστρέφουμε αργά το κουμπί ON – OFF του τροφοδοτικού υψηλής τάσης μέχρι η λυχνία να φωτοβολήσει έντονα. ( Όταν η τάση είναι κατάλληλη, ακούγεται ένας χαρακτηριστικός ήχος και το κουμπί ON – OFF δεν είναι απαραίτητο να βρίσκεται στο μέγιστο ).
3. Μετακινώντας το τροφοδοτικό τοποθετούμε τη λυχνία του αερίου σε απόσταση  $\sim 1$  cm από τη σχισμή του φασματοσκοπίου.
4. Με τη συρόμενη θυρίδα ρυθμίζουμε το ύψος της σχισμής του κατευθυντήρα, δηλαδή το ύψος των φασματικών γραμμών.
5. Με τον κοχλία ρύθμισης της σχισμής ρυθμίζουμε το πλάτος της, δηλαδή την ευκρίνεια των φασματικών γραμμών.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ : Αν δεν βλέπουμε καλά το φάσμα, μπορεί να χρειαστεί να ανυψώσουμε κατά 1 cm περίπου το φασματοσκόπιο χρησιμοποιώντας π.χ. ένα βιβλίο.

6. Με τον βερνιέρο περιστρέφουμε τη δίοπτρα του φασματοσκοπίου, ώστε στο οπτικό μας πεδίο να φαίνεται η κλίμακα από 400 nm έως 700 nm.

#### ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΟΥ :

7. Ρυθμίζουμε το φασματοσκόπιο με τη βίδα που βρίσκεται στον σωλήνα της κλίμακας, ώστε η πράσινη γραμμή του φάσματος της λυχνίας του Hg να ταυτιστεί με τη γραμμή  $e \rightarrow 546,1$  nm της φωτεινής κλίμακας.

#### Λήψη μετρήσεων

##### A. ΛΥΧΝΙΑ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ :

8. Παρατηρούμε απ' ευθείας με το μάτι το φως της λυχνίας των ατμών του Hg και καταγράφουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 1 το χρώμα του.
9. Προσδιορίζουμε με τη βοήθεια της κλίμακας το μικρότερο ορατό μήκος κύματος  $\lambda$  του φάσματος του φωτός της λυχνίας Hg και καταγράφουμε την πειραματική τιμή του στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 1.
10. Προσδιορίζουμε το χρώμα καθώς και την ένταση της φασματικής γραμμής (ισχυρή, μέτρια, ασθενής) και καταγράφουμε το αποτέλεσμα στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
11. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 9 – 10 για τις υπόλοιπες ορατές φασματικές γραμμές.
12. Προσδιορίζουμε την εντονότερη φασματική γραμμή του φάσματος Hg σημειώνοντας (X) στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 1.
13. Θέτουμε στο OFF το κουμπί ON – OFF της υψηλής τάσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 – ΛΥΧΝΙΑ Hg					
Χρώμα φωτός λυχνίας ατμών Hg :			.....		
Φασματικές γραμμές	Θεωρητική τιμή $\lambda$ ( nm )	Πειραματική τιμή $\lambda$ ( nm )	Χρώμα φασματικής γραμμής	Ένταση φασματικής γραμμής	Εντονότερη φασματική γραμμή ( X )
$\lambda_1$	<b>404,7</b>				
$\lambda_2$	407,8				
$\lambda_3$	<b>435,8</b>				
$\lambda_4$	491,6				
$\lambda_5$ (e)	<b>546,1</b>				
$\lambda_6$	577,0				
$\lambda_7$	579,1				

##### B. ΛΥΧΝΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ :

14. Με την υψηλή τάση στο OFF τοποθετούμε προσεκτικά τη λυχνία H<sub>2</sub> στην ειδική θέση του τροφοδοτικού υψηλής τάσης, όπως στη διαδικασία (1 – 3).
15. Παρατηρούμε απ' ευθείας με το μάτι το φως της λυχνίας των ατμών του H<sub>2</sub> και καταγράφουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 το χρώμα του.
16. Προσδιορίζουμε με τη βοήθεια της κλίμακας το μικρότερο ορατό μήκος κύματος  $\lambda$  του φάσματος του φωτός της λυχνίας H<sub>2</sub> και καταγράφουμε την πειραματική τιμή του στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 2.
17. Προσδιορίζουμε το χρώμα καθώς και την ένταση της φασματικής γραμμής (ισχυρή, μέτρια, ασθενής) και καταγράφουμε το αποτέλεσμα στον ΠΙΝΑΚΑ 2.
18. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 16 – 17 για τις υπόλοιπες ορατές φασματικές γραμμές.
19. Προσδιορίζουμε την εντονότερη φασματική γραμμή του φάσματος H<sub>2</sub> σημειώνοντας (X) στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 2.

20. Θέτουμε στο OFF το κουμπί ON – OFF της υψηλής τάσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 – ΛΥΧΝΙΑ Η					
Χρώμα φωτός λυχνίας αερίου Η :			.....		
Φασματικές γραμμές	Θεωρητική τιμή $\lambda$ ( nm )	Πειραματική τιμή $\lambda$ ( nm )	Χρώμα φασματικής γραμμής	Ένταση φασματικής γραμμής	Εντονότερη φασματική γραμμή ( X )
$\lambda_1$	410,2				
$\lambda_2$	434,0				
$\lambda_3$	486,1				
$\lambda_4$	<b>656,3</b>				

### Γ. ΛΥΧΝΙΑ ΗΛΙΟΥ :

21. Με την υψηλή τάση στο OFF τοποθετούμε προσεκτικά τη λυχνία He στην ειδική θέση του τροφοδοτικού υψηλής τάσης, όπως στη διαδικασία (1 – 3).
22. Παρατηρούμε απ' ευθείας με το μάτι το φως της λυχνίας των ατμών του He και καταγράφουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 3 το χρώμα του.
23. Προσδιορίζουμε με τη βοήθεια της κλίμακας το μικρότερο ορατό μήκος κύματος  $\lambda$  του φάσματος του φωτός της λυχνίας He και καταγράφουμε την πειραματική τιμή του στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 3.
24. Προσδιορίζουμε το χρώμα καθώς και την ένταση της φασματικής γραμμής (ισχυρή, μέτρια, ασθενής) και καταγράφουμε το αποτέλεσμα στον ΠΙΝΑΚΑ 3.
25. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 23 – 24 για τις υπόλοιπες ορατές φασματικές γραμμές.
26. Προσδιορίζουμε την εντονότερη φασματική γραμμή του φάσματος He σημειώνοντας (X) στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 3.
27. Θέτουμε στο OFF το κουμπί ON – OFF της υψηλής τάσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 – ΛΥΧΝΙΑ He					
Χρώμα φωτός λυχνίας αερίου He :			.....		
Φασματικές γραμμές	Θεωρητική τιμή $\lambda$ ( nm )	Πειραματική τιμή $\lambda$ ( nm )	Χρώμα φασματικής γραμμής	Ένταση φασματικής γραμμής	Εντονότερη φασματική γραμμή ( X )
$\lambda_1$	<b>388,9</b>				
$\lambda_2$	468,6				
$\lambda_3$	501,6				
$\lambda_4$	<b>587,6</b>				
$\lambda_5$	656,0				
$\lambda_6$	667,8				

### Δ. ΛΥΧΝΙΑ ΝΕΟΥ :

28. Με την υψηλή τάση στο OFF τοποθετούμε προσεκτικά τη λυχνία Ne στην ειδική θέση του τροφοδοτικού υψηλής τάσης, όπως στη διαδικασία (1 – 3).
29. Παρατηρούμε απ' ευθείας με το μάτι το φως της λυχνίας των ατμών του Ne και καταγράφουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 4 το χρώμα του.

30. Προσδιορίζουμε με τη βοήθεια της κλίμακας το μικρότερο ορατό μήκος κύματος  $\lambda$  του φάσματος του φωτός της λυχνίας Ne και καταγράφουμε την πειραματική τιμή του στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 4.
31. Προσδιορίζουμε το χρώμα καθώς και την ένταση της φασματικής γραμμής (ισχυρή, μέτρια, ασθενής) και καταγράφουμε το αποτέλεσμα στον ΠΙΝΑΚΑ 4.
32. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 30 – 31 για τις υπόλοιπες ορατές φασματικές γραμμές.
33. Προσδιορίζουμε την εντονότερη φασματική γραμμή του φάσματος Ne σημειώνοντας (X) στην αντίστοιχη θέση του ΠΙΝΑΚΑ 4.
34. Θέτουμε στο OFF το κουμπί ON – OFF της υψηλής τάσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 – ΛΥΧΝΙΑ Ne					
Χρώμα φωτός λυχνίας αερίου Ne :			.....		
Φασματικές γραμμές	Θεωρητική τιμή $\lambda$ ( nm )	Πειραματική τιμή $\lambda$ ( nm )	Χρώμα φασματικής γραμμής	Ένταση φασματικής γραμμής	Εντονότερη φασματική γραμμή ( X )
$\lambda_1$	352,1				
$\lambda_2$	453,8				
$\lambda_3$	470,4				
$\lambda_4$	470,9				
$\lambda_5$	471,2				
$\lambda_6$	471,5				
$\lambda_7$	<b>540,1</b>				
$\lambda_8$	<b>585,3</b>				
$\lambda_9$	<b>640,2</b>				

### Επεξεργασία μετρήσεων

1. Παρατηρώντας τα δεδομένα του φάσματος κάθε αερίου, ελέγχουμε αν το χρώμα του εκπεμπόμενου φωτός της λυχνίας έχει σχέση με το χρώμα της εντονότερης φασματικής γραμμής και συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 5 την παρατήρηση 1 διαγράφοντας την κατάλληλη υπογραμμισμένη λέξη.
2. Συγκρίνουμε δύο φάσματα π.χ. του  $H_2$  και του He. Είναι ίδια ; Συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 5 την παρατήρηση 2 διαγράφοντας την κατάλληλη υπογραμμισμένη λέξη.
3. Συγκρίνουμε το θεωρητικό και πειραματικό φάσμα του  $H_2$  και συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 5 τις παρατηρήσεις 3 και 4 διαγράφοντας την κατάλληλη υπογραμμισμένη φράση.
4. Από τις παρατηρήσεις μας συμπεραίνουμε το είδος του φάσματος των αερίων και συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 5 την παρατήρηση 5 διαγράφοντας την κατάλληλη υπογραμμισμένη λέξη.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

1. Το χρώμα του εκπεμπόμενου φωτός της λυχνίας έχει / δεν έχει σχέση με το χρώμα της εντονότερης φασματικής γραμμής σε όλες / μερικές περιπτώσεις.
2. Τα γραμμικά φάσματα εκπομπής δύο διαφορετικών αερίων είναι εντελώς ίδια / διαφορετικά και είναι / δεν είναι χαρακτηριστικά του αερίου που τα εκπέμπει.
3. Στο πειραματικό φάσμα της λυχνίας  $H_2$  μπορούμε / δεν μπορούμε να δούμε όλες τις φασματικές γραμμές. Αυτό οφείλεται στη χαμηλή / υψηλή ένταση του φωτός μερικών φασματικών γραμμών.
4. Οι διαφορές στα μήκη κύματος μεταξύ θεωρητικού και πειραματικού φάσματος του  $H_2$  μπορεί να οφείλονται σε σφάλμα μέτρησης / κακή βαθμονόμηση του φασματοσκοπίου / λάθος υπολογισμού.
5. Το φάσμα των αερίων που παίρνουμε από τις λυχνίες είναι γραμμικό εκπομπής / γραμμικό απορρόφησης / συνεχές εκπομπής / συνεχές απορρόφησης .

**Η. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Το χρώμα του εκπεμπόμενου φωτός της λυχνίας έχει σχέση με το χρώμα της εντονότερης φασματικής γραμμής ;
2. Τα φάσματα του H<sub>2</sub> και του He είναι ίδια ; Θα μπορούσαν να παίζουν το ρόλο ταυτότητας των δύο αερίων και γιατί ;
3. Να υπολογίσετε θεωρητικά τις τιμές ενέργειας των φωτονίων, τις συχνότητες και τα αντίστοιχα μήκη κύματος, που πρέπει να παρατηρήσουμε στο φάσμα εκπομπής του υδρογόνου σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr :

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΦΑΣΜΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ BOHR					
ΑΡΧΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ηλεκτρονίου  ( eV )	ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ηλεκτρονίου  ( eV )	$E_{\alpha} - E_{\tau}$ ηλεκτρονίου  ( eV )	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ φωτονίου $f_{\alpha\tau} = \frac{E_{\alpha} - E_{\tau}}{h}$  ( Hz )	ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ $\lambda = \frac{c}{f_{\alpha\tau}}$  ( nm )	ΧΡΩΜΑ  ΓΡΑΜΜΗΣ
$E_6 = -0,38$	$E_2 = -3,40$	$E_6 - E_2 =$	$f_{62} =$		
$E_5 = -0,54$		$E_5 - E_2 =$	$f_{52} =$		
$E_4 = -0,85$		$E_4 - E_2 =$	$f_{42} =$		
$E_3 = -1,51$		$E_3 - E_2 =$	$f_{32} =$		

4. Να συγκρίνετε τις θεωρητικές προβλέψεις με τις πειραματικές τιμές των ενεργειών και των μηκών κύματος που αντιστοιχούν στις φασματικές γραμμές του υδρογόνου που φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 2. Ποιο χρώμα φασματικής γραμμής αντιστοιχεί σε κάθε μία από τις τέσσερις θεωρητικές προβλέψεις ;
5. Θα μπορούσατε να παρατηρήσετε, με το ίδιο φασματοσκόπιο, την ακτινοβολία που εκπέμπεται κατά τη μετάπτωση ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου από την τροχιά με κβαντικό αριθμό  $n = 2$  στην τροχιά με κβαντικό αριθμό  $n = 1$  ; Να τεκμηριώσετε την άποψή σας.
6. Γιατί δεν μπορούμε να δούμε όλες τις γραμμές των φασμάτων ; Τι μπορούμε να κάνουμε για να τις παρατηρήσουμε ;
7. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας βάζοντας ένα X στο σωστό είδος φάσματος κάθε πηγής φωτός :

	ΣΥΝΕΧΕΣ	ΓΡΑΜΜΙΚΟ	ΕΚΠΟΜΠΗΣ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
Λυχνία πυράκτωσης				
Λυχνία Hg				
Λυχνία H <sub>2</sub>				
Λυχνία He				
Λυχνία Ne				

