Lucrarea practică Nr 2, Clasa XII

Elev (Nume, Prenume):\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

IP:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Tema: Determinarea constantei Planck din spectrul de emisie al atomilor de hidrogen și din spectrul de emisie al LED-urilor cu ajutorul Spectrometrului digital PASCO**

**Scopul lucrării**: Studiul spectrului de emisie al atomului de hidrogen și al LED-urilor semiconductoare.Înregistrarea cu ajutorul spectrometrului digital PASCO a spectrelor de emisie a hidrogenului și al LED-urilor cu lățime energetică a benzii interzise cunoscută.

**Aparate, materiale, accesorii și SOFT:**

1. Tuburi spectrale
2. LED albastru, LED verde, LED roșu cu pașapoarte tehnice
3. Generator
4. Tabletă de achiziționare a datelor PASCO Spark
5. Spectrometrul digital PASCO PS-2600 cu fibră optică PS-2601
6. SOFT Spectrometer, PASCO-SUA

**Sarcini experimentale**:

1. Înregistrarea spectrelor de emisie a hidrogenului cu ajutorul Spectrometrului digital PASCO PS-2600 și fibră optică PS-2601.
2. Înregistrarea spectrelor de emisie a LED-urilor cu ajutorul Spectrometrului digital PASCO PS-2600 și fibră optică PS-2601.
3. *Analiza spectrelor de emisie a hidrogenului* *ți folosirii diagramei energetice din* Lucrarea practică Nr1
4. Determinarea constantei Planck din spectru de emisie a hidrogenului (**1-3**).
5. Determinarea constantei Planck din spectrul de emisie a LED2-urilor (**4-5**. Problema directă).
6. Determinarea lățimii energetice a benzii interzise pentru LED1-s/c (**6**. Problema inversă).

**Mod de lucru și Schema bloc a instalații le faceți în baza secvenței video și prezentarea ppt.**

**Note teoretice, planificarea experimentului și montaje experimentale**:

**Formule de lucru**: din ppt

1. Spectrul energetic pentru atomul de H:

$$E\_{n}=-k\_{0}^{2}\frac{m\_{e}∙e^{4}}{2ℏ^{2}}∙\frac{1}{n^{2}}=-hc\overbar{R}∙\frac{1}{n^{2}}, \left\{unde,k\_{0}=\frac{1}{4πε\_{0}} în SI,k\_{0}=1 înCGS\right\}$$

$$E\_{m}-E\_{n}=E\_{mn}=\frac{hc}{λ\_{mn}},  h=\frac{(E\_{m}-E\_{n})λ\_{mn}}{c} ,  unde c=2,99∙10^{8}\frac{m}{s},$$

1. Relația dintre lățimea benzii interzise ($E\_{g}$) a unui semiconductor LED, lungimea de undă emisă ($λ\_{g}$), viteza luminii (*c*) și constanta Planck (*h*) este: $E\_{g}=\frac{hc}{λ\_{g}}$; $c=2,997∙10^{8}\frac{m}{s}$.

$$h=\frac{E\_{g}λ\_{g}}{c}$$

**Măsurand:** Înregistrarea Spectrelor de emisie a Hidrogenului și a LED-urilor localizat în domeniul vizibil al spectrului cu ajutorul spectrometrului digital PASCO PS-2600 cu fibra optică PS-2601.

**Rezultatele experimentale:**

**AICI se aduc imaginile spectrelor de emisie (copier ”print-screen”/”stamp”)**

**Tabelul 1. Caracteristici Spectrale ale hidrogenului**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr | *n* | *m* | H | Culoarea | *Iλ,* u.r. | *λmn,* nm | $E\_{mn}$, (eV) | *h*,$(eV∙s)$ | $ℏ$,$(eV∙s)$ | $$ε\_{λ},\%$$ | $$ε\_{h},\%$$ |
| 1 | 2 | 3 | Hα | roșu |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 2 | 4 | Hβ | albastru |  |  |  |  |  |  |  |
| Media |  |  |  |  |  |

**Tabelul 2. Caracteristici Spectrale ale LED2-urilor**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr | LED2 | $$E\_{g}, eV$$ | *Iλ,* u.r. | *λexp,* nm | *h*,$(eV∙s)$ | *h*,$(J∙s)$ | $ℏ$,$(eV∙s)$ | $$ε\_{λ},\%$$ | $$ε\_{h},\%$$ |
| 1 | roșu | 1,958 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | verde | 2,385 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | albastru | 2,643 |  |  |  |  |  |  |  |
| Media |  |  |  |  |  |

**Tabelul 3. Caracteristici Spectrale ale LED1-urilor**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr | LED1 | *Iλ,* u.r. | *λexp,* nm | *λexp,* μm | $$E\_{g}, eV$$ | $$E\_{g}, J$$ | $$ε\_{λ},\%$$ | $$ε\_{E\_{g}},\%$$ |
| 1 | roșu |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | verde |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | albastru |  |  |  |  |  |  |  |

**Exemplul de calcul al mărimilor căutate:**

**Exemplu de transformare a unităților de măsură** din($eV∙s$) în ($J∙s$) și invers, unde *(e*) este sarcina electică elimentară (*e*=1,602·10-19 C); (1 C·1 V = 1 J):

1. 1($eV∙s$) =
2. 1($J∙s$) =

**1.** Exemplu de calcul al energiei fotonilor corespunzător emisiei liniilor spectrale Hα și Hβ cu lungimile de undă λ32 și λ42, (vezi exemplul de calcul nr.2 din lucrarea practică Nr.1):

1) Hα: $E\_{32}= E\_{3}- E\_{2} =…$

2) Hβ: $E\_{42}= E\_{4}- E\_{2} =…$

**2.** Exemplu de calcul al constantei Planck din energia fotonilor E32 și pentru liniile spectrale Hα și Hβ cu lungimile de undă λ32 și λ42, respectiv

1) Hα: $h=\frac{E\_{32}∙λ\_{32}}{c}=…$

2) Hβ: $h=\frac{E\_{42}∙λ\_{42}}{c}=…$

*Calcularea valorii medii a constantei Planck*

$$\overbar{h}=\frac{h\left(H\_{α}\right)+h\left(H\_{β}\right)}{2}=…$$

**3.** Exemplu de calcul al constantei Planck reduse folosind valoarea medie a constantei Planc determinată în pct 2:

$$ℏ=\frac{\overbar{h}}{2π}=… $$

***Valori tabelare de referință pentru constanta Planck:***

$$h=4,135∙10^{-15} eV∙s=6,62∙10^{-34} J∙s$$

$ℏ=\frac{h}{2π} $***constanta redusă a lui Planck (folosită pentru simplifica și a face accesibile calculele)***

**4.** Determinarea constantei lui Planck din spectrul de emisie a diodelor luminescente cu lățimea benzii interzise cunoscută (Tabelul 2)

1. LED2 roșu (L2R)

 $h=\frac{E\_{g}λ\_{g}}{c}=$

1. LED2verde (L2V)

$$h=\frac{E\_{g}λ\_{g}}{c}=$$

1. LED2albastru (L2A)

$$h=\frac{E\_{g}λ\_{g}}{c}=$$

Calculul valorii medii a constantei Planck

$$\overbar{h}=\frac{h\left(L2R\right)+h\left(L2V\right)+h\left(L2A\right)}{3}=…$$

**5.** Exemplu de calcul al constantei Planck reduse folosind valoarea medie a constantei Planc determinată în pct 4:

$$ℏ=\frac{\overbar{h}}{2π}=… $$

**6.** PROBLEMA INVERSĂ din pct.4 ”aplicată asupra LED1”:

Exemplul de calcul a lățimii benzii interzise ($E\_{g}$) pentru LED semiconductor prin măsurarea lungimii de undă ($λ\_{g}$) din spectrul de emisie:

*N.B. Dacă substituiți valoarea lungimii de undă în micro metri (*$λ\_{g}$*, μm) și produsul constanteilor* $hc$*=1,23985, atunci energia fotonilor* $E\_{g}$*va fi în eV* (urmăriți video și exemplul din prezentarea ppt)

1. ”LED1 roșu”(LR1):

$$E\_{g}\left(LR1\right)=\frac{hc}{λ\_{g \left(R\right)}}=$$

1. ”LED1 verde”(LV1):

$$E\_{g}\left(LV 1\right)=\frac{hc}{λ\_{g \left(V\right)}}=$$

3)”LED1 albastru”(LA1):

$$E\_{g}\left(LA 1\right)=\frac{hc}{λ\_{g \left(A\right)}}=$$

**Exemplu de calcul al erorilor**

Erorile relative pentru constanta Planck este egală numeric cu eroarea relativă procentuală cu care a fost determinată lungimea de undă, anume

$ε\_{h}=ε\_{λ}=\frac{∆λ}{λ}∙100\%$,

**Exemple de calcul al erorilor cu acelaș procedeu ca în Lucrarea practică Nr.1, anume**

(VEZI exeplul de calcul în ppt și secvețele video).

$$ε\_{h}=\frac{∆h}{h}∙100\%=ε\_{λ}=\frac{∆λ}{λ}∙100\%$$

Respectiv pentru erorile absolute avem:

$$∆h=\frac{∆λ}{λ}∙h=\frac{ε\_{λ}}{100\%}∙h=$$

Astfel totul se reduce la calcului erorii absolute pentru lungimea de undă care se determină ca diferența dintre lungimea de undă de referință din biblioteca de spectre ($λ\_{ref}$) și lungimea de undă determinată experimental $λ\_{exp}$. Folosiți valoarea $ε\_{λ}$ din partea 1.

Valoarea medie a erorii relativer pentru lungimile de undă

$$\overbar{ε\_{λ}}= \frac{1}{2}(ε\_{λ\_{α}\left(H\_{α}\right)}+ε\_{λ\_{β}\left(H\_{β}\right)})$$

**Erorile absolute pentru**:

$$∆\overbar{h}=\frac{ε\_{λ}}{100\%}∙\overbar{h}=$$

Valoarea medie pentru eroarea relativă a constantei Planck este

$$ε\_{h}=ε\_{λ}=…\%$$

**Rezultatul final**:

1) Constanta Planck din spectru de emiosie a hidrogenului : $h=\overbar{h}\pm ∆\overbar{h}=… \pm …$

2) Constanta Planck din spectru de emiosie a LED2 : $h=\overbar{h}\pm ∆\overbar{h}=… \pm …$

3) Lățimea energetică a benzii interzise pentru

1. ”LED1 roșu”(LR1): $E\_{g}\left(LR1\right)=$
2. ”LED1 verde”(LV1): $E\_{g}\left(LV 1\right)=$
3. 3)”LED1 albastru”(LA1): $E\_{g}\left(LA 1\right)=$

**Concluzii și Recomandări:**

**1.**

**2.**

**3.**

**Implimentare**:

**Bibliografie**:

1.

2.

3.

Autor/: Dr. hab, Prof. univ, grad didactic superior în Fizică, Igor EVTODIEV.

Didact Vega, S.R.L. ([www.didactvega.md](http://www.didactvega.md) ievtodiev@yahoo.com )