

Laborator 2

EFFECTUL FOTOELECTRIC

Alexandru Licuriceanu

Data: 24 Octombrie 2022
Grupa: 325CD

1. Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări este de a determina constanta lui Planck din studiul efectului fotoelectric extern.

2. Teoria lucrării

Sub numele de efect fotoelectric distingem mai multe fenomene:

- Efectul fotoelectric extern, care constă în emisia de electroni de către un metal sau un semiconductor (în exteriorul lor) sub acțiunea radiațiilor din domeniul vizibil și ultraviolet.
- Efectul fotoelectric al radiațiilor X, care constă în scoaterea în afara metalului a electronilor din păturile interioare ale atomului, ca urmare a acțiunii fasciculului de radiații X.
- Efectul fotoelectric intern, în care absorbția radiației electromagnetice incidente duce numai la mărirea numărului electronilor de conducție din interiorul metalului iradiat, fără ca ei să părăsească metalul. Acest fenomen duce la o micșorare rapidă a rezistenței electrice a materialului iradiat.
- Efectul fotogalvanic, care constă în fenomenul de apariție a unei tensiuni electromotoare la contactul dintre un semiconductor și un metal, sau dintre doi semiconductori, dacă asupra regiunii de contact se trimite o radiație electromagnetică.

În cadrul acestei lucrări, se va studia efectul fotoelectric extern, în care electronii sunt emiși de la suprafața unui metal care reprezintă catodul unei celule fotoelectrice.

Legile efectului fotoelectric extern sunt:

- I. Intensitatea curentului fotoelectric de saturație depinde direct proporțional de fluxul radiației electromagnetice de incidență când frecvența este constantă.
- II. Energia cinetică maximă a fotoelectronilor crește liniar cu frecvența radiațiilor și nu depinde de fluxul acestora.
- III. Efectul fotoelectric extern se produce numai dacă frecvența radiațiilor incidente este mai mare sau egală cu o valoare minimă numită frecvența de prag specifică fiecărui material.
- IV. Efectul fotoelectric extern este practic instantaneu.

3. Montajul experimental

Experimentul a fost desfășurat folosind instalația din Figura 1 și ilustrată schematic în Figura 2. Aceasta este compusă din următoarele:

A – sursă de alimentare.

B – sursă de radiație electromagnetică (bec cu halogen).

C – filtre de interferență cu lungimile de undă: 578nm, 546nm, 436nm, 405nm, 366nm.

D – fotocelulă, a cărui catod este iradiat de radiația electromagnetică caracterizată de o frecvență ν .

E – amplificator universal.

F1, F2 – multimetre digitale.

G – reostat.

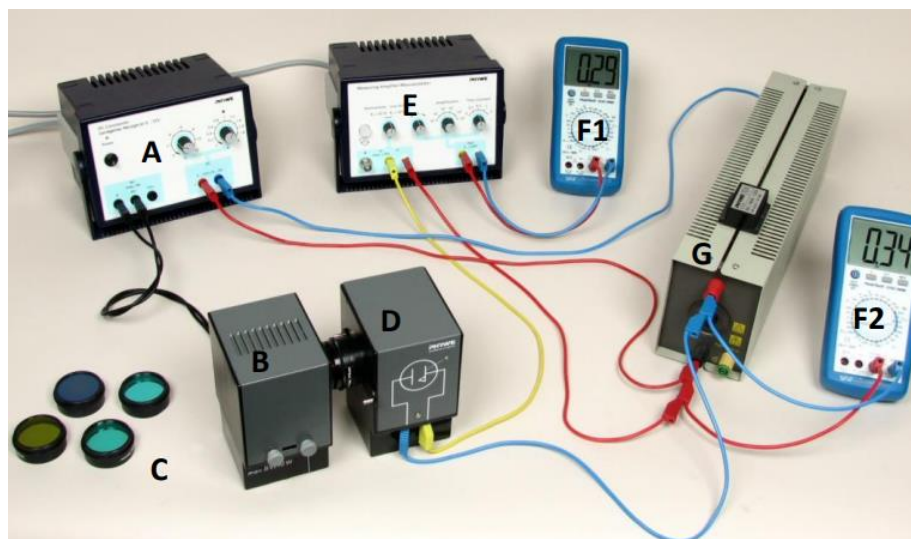


Figura 1.

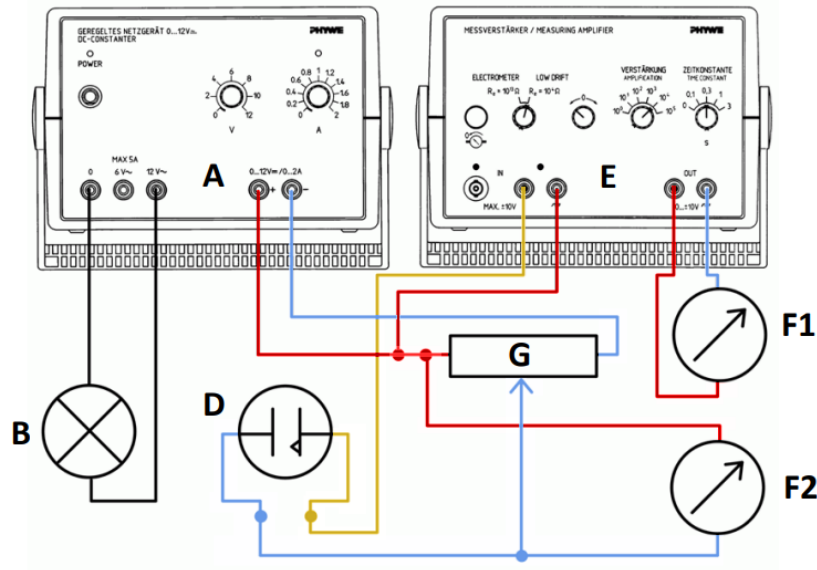


Figura 2.

4. Modul de lucru

- 4.1. Am verificat conexiunile electrice conform figurii 2, am setat amplificatorul universal pe Low drift mode, amplificare 10^4 , constantă de timp 0.3s.
- 4.2. Am verificat zero-ul amplificatorului universal, am setat tensiunea sursei de alimentare la 3V și intensitatea curentului electric la 1A.
- 4.3. Am mutat cursorul reostatului până când intensitatea fotocurentului afișat pe multimetrul F1 devine zero.
- 4.4. Am notat tensiunea de stopare afișată pe ecranul multimetrului F2 pentru intensitatea fotocurentului egală cu zero.
- 4.5. Am repetat procesul pentru fiecare filtru de 10 ori, notând valoarea tensiunii de stopare în Tabelul 1.

5. Prelucrarea datelor experimentale

- 5.1. În tabelul 1 se regăsesc valorile tensiunilor de stopare pentru cele 4 filtre, media acestora și frecvențele corespunzătoare lungimilor de undă, calculate folosind formula: $\nu = \frac{c}{\lambda}$, unde c este viteza luminii în vid ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s) iar λ lungimea de undă a fiecărui filtru.

- 5.2. Modul de calcul pentru fiecare filtru, de exemplu pentru cel galben:

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{\text{s}} * \frac{1}{5.78 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = \frac{3 \cdot 10^{15}}{5.78} \text{ Hz} = \frac{3000}{5.78} * 10^{12} \text{ Hz} = 519 * 10^{12} \text{ Hz}$$

Filtru	λ (nm)	U_0 (V)										$\overline{U_0}$ (V)	ν (10^{12} Hz)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
galben	578	0.474	0.476	0.475	0.487	0.47	0.472	0.471	0.477	0.476	0.469	0.474	519
verde	546	0.581	0.576	0.573	0.578	0.58	0.577	0.568	0.576	0.575	0.573	0.575	549.4
albastru	436	0.747	0.746	0.746	0.751	0.753	0.749	0.752	0.748	0.749	0.751	0.749	688
violet	405	0.57	0.552	0.534	0.533	0.587	0.553	0.544	0.552	0.551	0.533	0.55	740.7

Tabelul 1

5.3. Pe graficul din Figura 3, este reprezentată tensiunea $\overline{U_0}$, în funcție de frecvența ν a luminii incidente și dreapta portocalie y trasată prin regresie liniară, care și intersectează axa absciselor. Dreapta y este de ecuație $y = 0.0006x + 0.2365$, cu panta $m = 0.0006$. Raportul $\frac{h}{e}$ se egalează cu valoarea lui m, pentru a determina valoarea constantei lui Planck (h), unde $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C.

$$m = \frac{h}{e} \Leftrightarrow 0.0005 = \frac{h}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}} \Rightarrow h = 0.0008 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

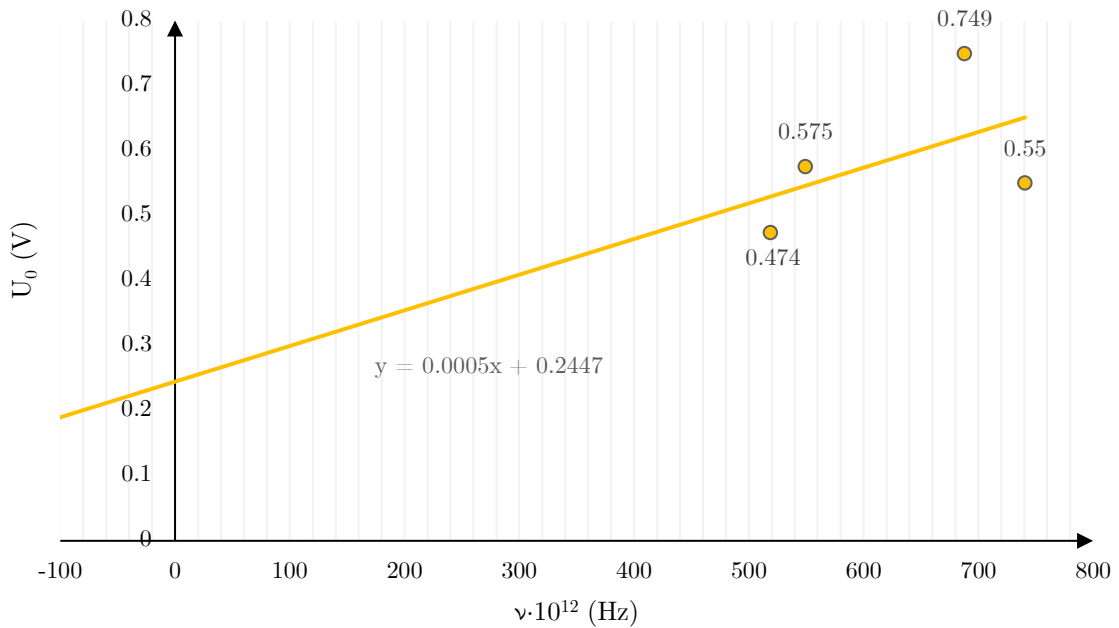


Figura 3.

5.4. Prin prelungirea dreptei până la intersecția cu axa absciselor, se determină lucrul mecanic de extracție (L_{extr}), frecvența de prag (ν_p) și se calculează lungimea de undă de prag (λ_p) folosind relațiile:

$$h\nu_p = h \frac{c}{\lambda_p} = L_{extr}$$

$$E_c = eU_0 \text{ (energia cinetică)}$$

$$E = h\nu \text{ (energia totală)}$$

$$L_{extr} = E - E_c \text{ (lucrul de extracție)}$$

Filtru	λ (nm)	\overline{U}_0 (V)	ν (10^{12}Hz)	E_c (10^{-19}J)	E (10^{-19}J)	L_{extr} (10^{-19}J)	ν_p (10^{12}Hz)	λ_p (nm)
galben	578	0.474	519	0.75	3.42	2.67	404.54	74.15
verde	546	0.575	549.4	2.78	3.62	0.84	127.27	235.71
albastru	436	0.749	688	2.13	4.54	2.41	365.65	82.04
violet	405	0.55	740.7	2.90	4.88	1.98	300	100

Tabelul 2