

Vaja 68, Fotoefekt

Jure Kos

3.3.2022

Uvod

Fotoefekt je pojav, pri katerem obsevanje z elektromagnetnim valovanjem povzroča izletavanje elektronov iz površine kovine. Energija izstopajočih elektronov je sorazmerna frekvenci in neodvisna od intenzitete svetlobnega toka. Klasično pojmovanje svetlobe kot valovanja pojava ne pojasnjuje, zato moramo privzeti, da se svetloba obnaša, kot da bi jo sestavljali delci - fotoni. Fotoelektrični pojav lahko sedaj pojasnimo s tem, da so elektroni v kovini vezani, kar pomeni, da jo zapustijo samo, če jim dovedemo energijo večjo ali enako vezavni energiji. Elektron pri tem opravi izstopno delo A_i . Energija fotona $h\nu$, ki povzroči izlet elektrona mora biti torej večja ali enaka izstopnemu delu, energija elektrona pa je enaka:

$$W_k = h\nu - A_i$$

Kjer je ν frekvenca vpadnega valovanja, h pa Planckova konstanta.

Pojav opazujemo z napravo, ki ji rečemo fotocelica. Slika 1 prikazuje merilno vezje s fotocelico. Tok skozi fotocelico lahko merimo z občutljivim merilnikom električnega toka - galvanometrom. Ko katodo osvetlimo steče tok, ki narašča z intenziteto svetlobe. Elektroni s kinetično energijo W_k dosežejo anodo, tudi če je med njo in katodo majhna zaporna napetost. Preneha šele, ko negativna napetost doseže vrednost U_m , ki zadrži tudi elektrone z največjo kinetično energijo. Tedaj velja enačba (2):

$$eU_m = W_e = h\nu - A_i$$

Iz diagrama tok - napetost lahko določimo maksimalno negativno napetost U_m v točki, ko preneha teči tok. Z osvetljevanjem fotocelice s svetlobo različnih valovnih dolžin določimo ustrezne energije izstopajočih elektronov, v diagramu energija elektronov - frekvenca svetlobe iz naklona premice določimo Planckovo konstanto h , iz njenega premika vzdolž osi energije pa ocenimo izstopno delo A_i

Naloga

Preveri linearno zvezo med frekvenco svetlobe ν in energijo fotona. Določi Planckovo konstanto in izstopno delo!

Potrebščine

1. Optična klop,
2. živosrebrna luč s transformatorjem,
3. zaslonka,
4. filtri za svetlobo,
5. fotocelica z vezalno ploščo,
6. izvor napetosti,
7. ampermeter.

Meritve

$\lambda = 365\text{nm}$

I [A] ± 0.005 [A]	U [V] ± 0.001
18	-0,50
15	-0,60
13	-0,80
11	-0,90
9	-1,00
7	-1,10
5	-1,25
3	-1,35
1	-1,50
1	-1,59
0	-1,60
0	-1,65

$\lambda = 405\text{nm}$

I [A] ± 0.005 [A]	U [V] ± 0.001
10	-0,75
5	-0,95
3	-1,05
2	-1,10
1	-1,15
1	-1,20
1	-1,22
0,5	-1,25
0,5	-1,27
0	-1,28
0	-1,30

$$\lambda = 436\text{nm}$$

I [A] ± 0.005 [A]	U [V] ± 0.001
10	-0,75
5	-0,90
3	-1,00
2	-1,04
1	-1,06
0,5	-1,09
0,5	-1,10
0	-1,11

$$\lambda = 546\text{nm}$$

I [A] ± 0.005 [A]	U [V] ± 0.001
10	-0,40
5	-0,43
3	-0,50
2	-0,53
1	-0,57
0,5	-0,60
0,5	-0,61
0	-0,62

$$\lambda = 577\text{nm}$$

I [A] ± 0.005 [A]	U [V] ± 0.001
10	-0,10
5	-0,25
3	-0,30
2	-0,35
1	-0,40
1	-0,42
0,5	-0,43
0	-0,44

Grafi

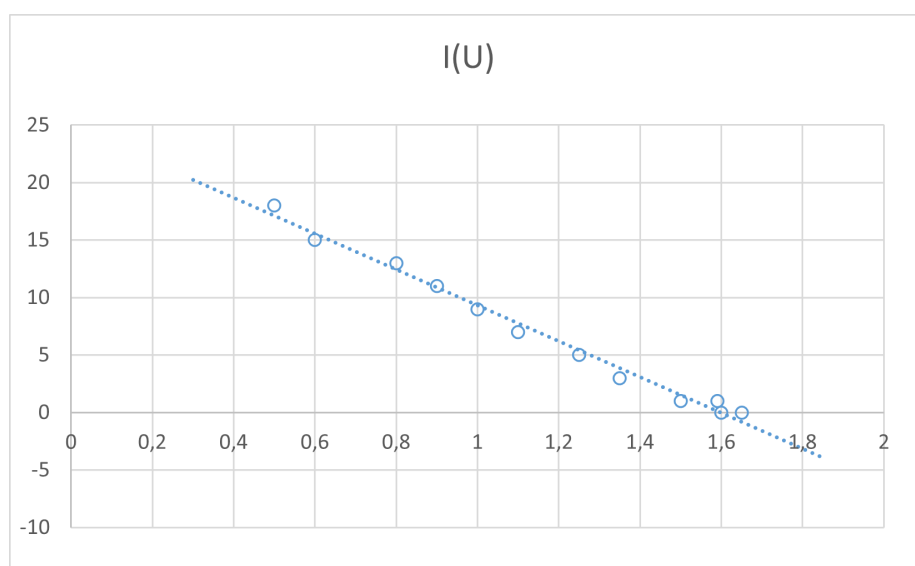


Figure 1: 365nm graf

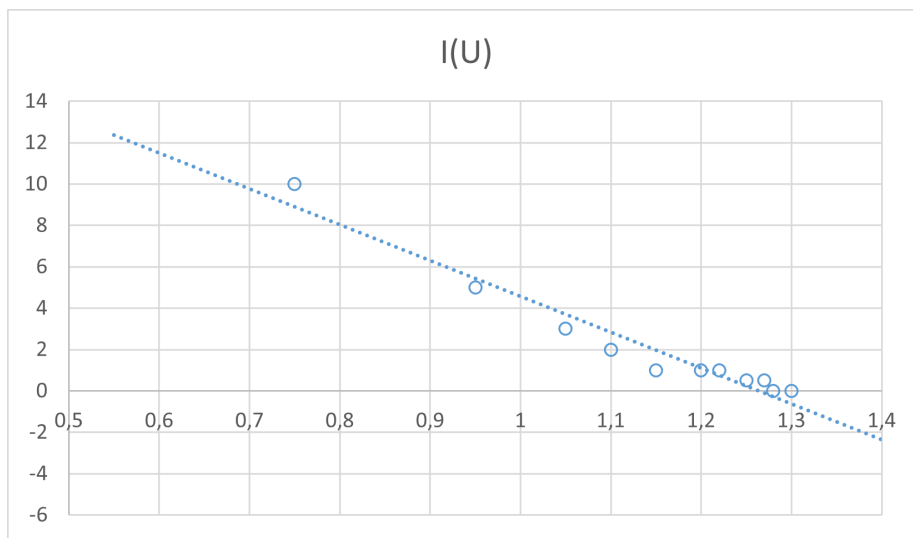


Figure 2: 405nm graf

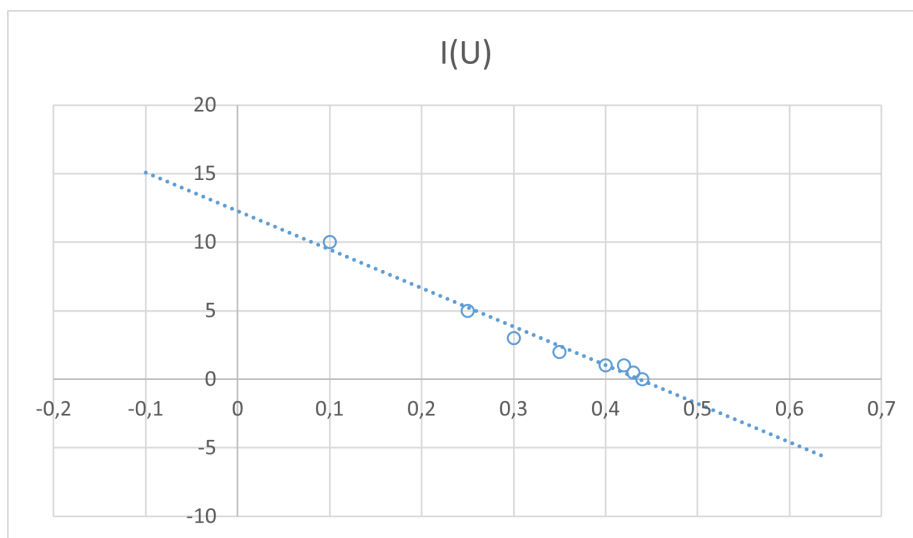


Figure 3: 436nm graf

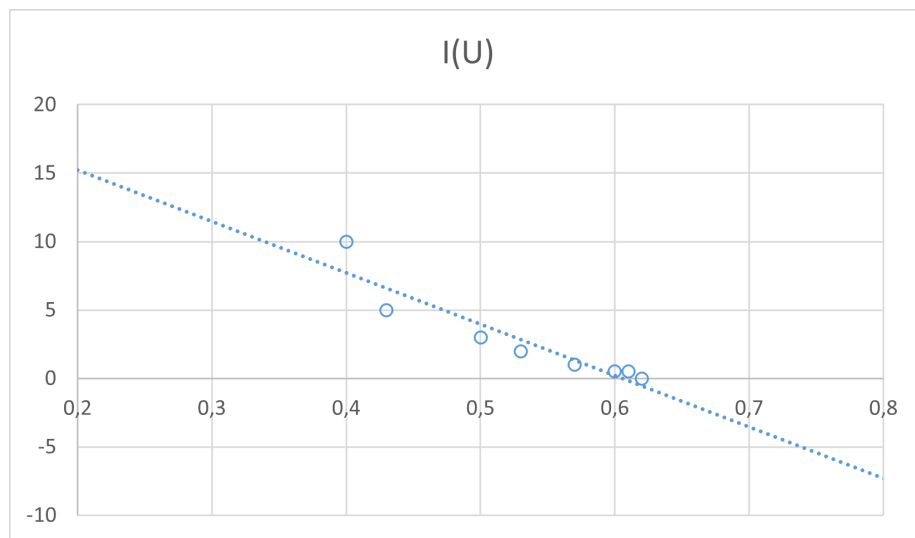


Figure 4: 546nm graf

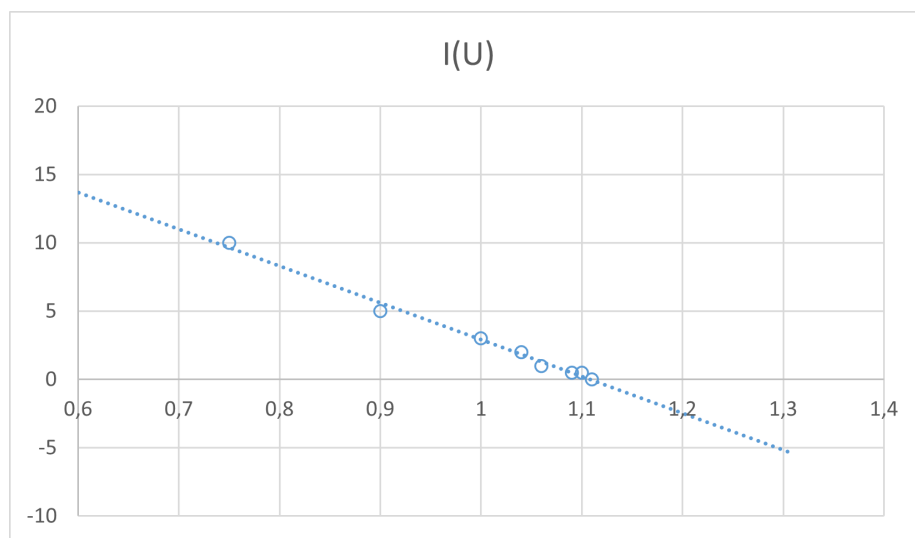


Figure 5: 577nm graf

Računi

Za določitev Planckove konstante, za vsako valovno dolžino izberemo napetost U_m pri kateri tok več ne raste:

365nm	-1.60V
405nm	-1.26V
436nm	-1.11V
546nm	-0.60V
577nm	-0.44V

Tedaj velja

$$W_k = U_m \cdot e = h\nu - A_i$$

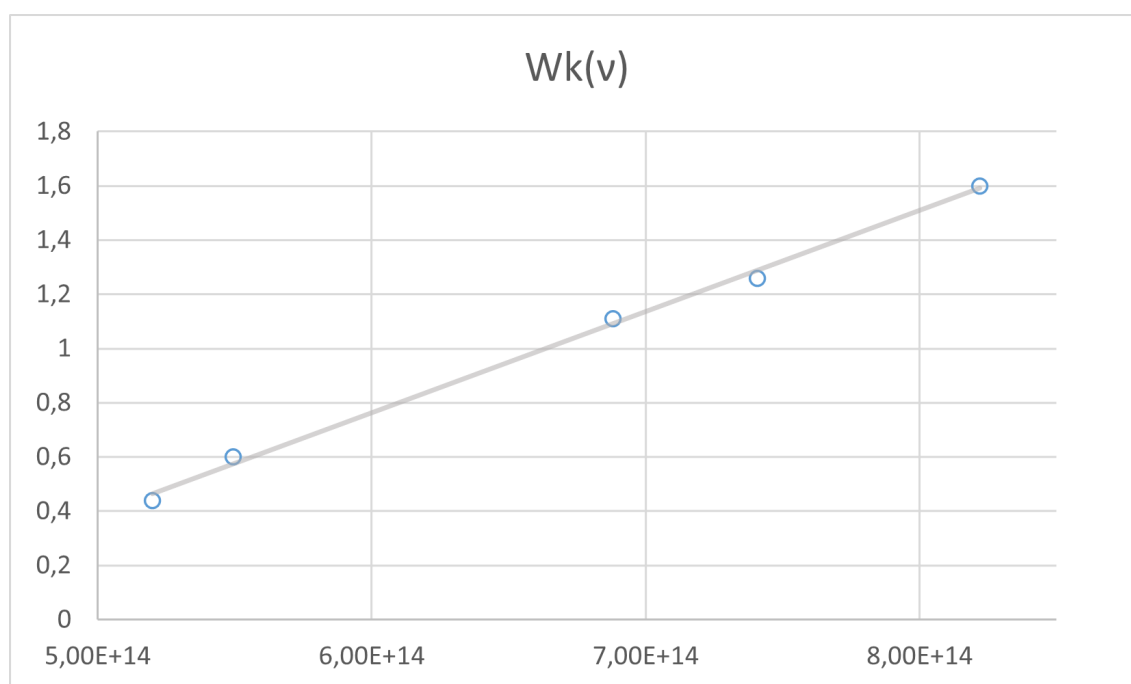


Figure 6: graf prikazuje odvisnost zaporne napetosti od frekvence ν svetlobe

Premica, ki se najboljše prilega meritvam ima enačbo

$$W_k = k\nu - n = h\nu - A_i$$

kjer je $k = 3,74 \cdot 10^{-15} \text{eVs}$ ter $n = -1,48 \text{eV}$.

Iz tega sledi

$$h = 3,74 \cdot 10^{-15} \text{eVs} \pm 0,4 \cdot 10^{-15} \text{eVs}$$

in

$$A_i = 1,48 \text{eV}$$