

Fotoelektriska effekten (Två timmar)

Inledning

I laborationen ska du få experimentera med den fotoelektriska effekten, d.v.s. möjligheten att med ljus slå ut elektroner från metaller. Förklaringen till effekten gav Einstein Nobelpris i fysik och var en mycket viktig pusselbit i förståelsen av ljusets partikel- eller kvantnatur. Einstein utgick från Plancks beskrivning av elektromagnetisk strålning som ett flöde av energikvanta, fotoner, med en energi som bestäms av frekvensen enligt: Från detta insåg han att den kinetiska energin för frigjorda elektronerna måste ges av det enkla sambandet:

Där h är Plancks konstant och W det s.k. utträdesarbetet, d.v.s. den minsta energi som krävs för att en elektron ska kunna lämna materialet. K_e kan mätas genom att bestämma den bromsspänning som behövs för att elektronerna inte ska nå fram till anoden, d.v.s. att det inte går någon ström i kretsen.

Den fotoelektriska effekten är också den bakomliggande fysikaliska principen för exponeringsmätare och moderna digitalkameror.

Förberedelser

Läs om experimentell metodik i avsnittet som kallas Labintroduktion.

Läs i Tillämpad atomfysik om fotoelektrisk effekt (sid 128-135).

Läs genom hela laborationsinstruktionen.

Förberedelseuppgifter

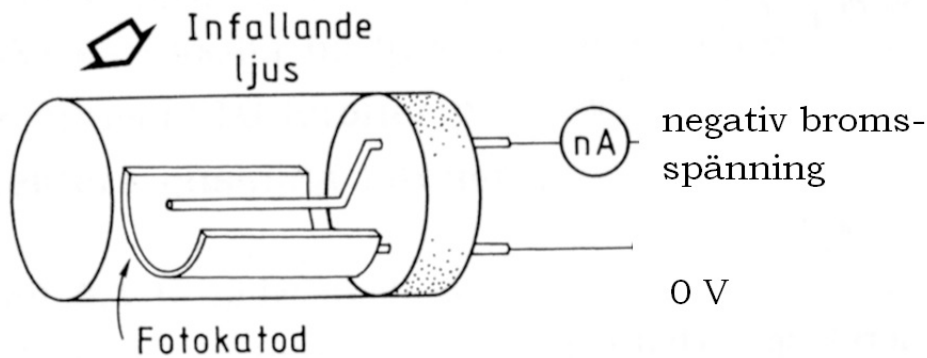
1. Vilken energi har en foton i ljus med våglängden 365 nm? Svara i enheterna 1J och 1 eV.

Svar: $5,45 \cdot 10^{-19}$ J, 3,40 eV

2. Hur många fotoner per sekund träffar en yta som belyses med ljus med våglängden 365 nm och effekten 5 mW?

Svar: $9,2 \cdot 10^{15}$

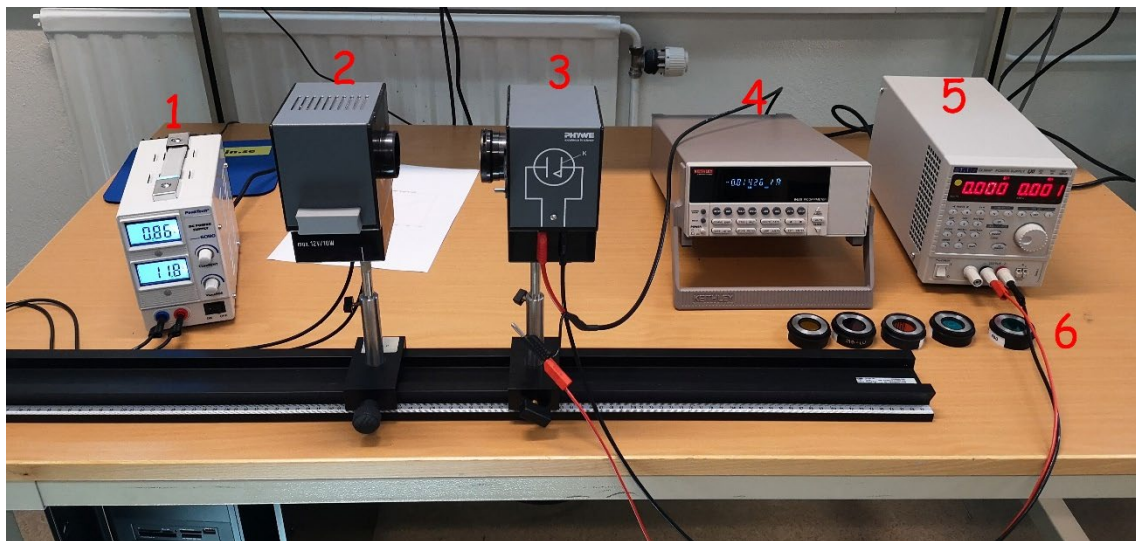
3. En vakuumfotocell av den typ som visas nedan har ett utträdesarbete på 1,50 eV.



- Vilken kinetisk energi får fotoelektronerna när fotocellen belyses med ljus med våglängden 365 nm? Svara i enheten 1 eV.
- Vilken bromsspänning gör att strömmen i fotocellen precis blir noll när cellen belyses med våglängden 365 nm?
- Vilken är den längsta våglängd (gränsvåglängden) som ger upphov till foto-elektrisk effekt hos cellen.

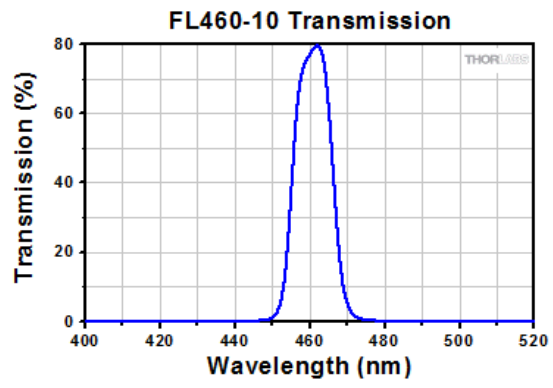
Svar: a) 1,90 eV, b) 1,90 V, c) 827 nm.

Utförande



Figur 1. Experimentuppställningen består av en vakuum fotokatod, en spektrallampa med Hg, pA meter, spänningsaggregat och filter.

Försöksuppställningen visas i Figur 1. De viktigaste delarna är en kvicksilverlampa (2) och en vakuumfotocell (3). Från Kviksilverlampan väljer du, i tur och ordning, ut våglängderna, 460, 500, 550, 600 och 694,5 nm med hjälp av smalbandiga interferens-filter (6) Se Figur 2. Lampan drivs med 12 V från ett spänningsaggregat (1). Strömmen mellan anod och katod mäts med en pA-meter (4) och bromsspänningen genereras och mäts med ett spänningsaggregat (5).



Figur 2. *Transmissionskurvan för 460 nm filtret.*

Uppgift 1

Ställ upp försöket enligt bilden. Handledaren hjälper dig med inställningarna på elektroniken. Placera ett filter framför lampan och en irisbländare framför fotokatoden. Bländaren används för att reglera ljusintensiteten och för att minska risken för ströljus. Placera lampan och katodhuset så nära varandra som möjligt. Notera att fotoströmmen (utan motspänning) ökar med större bländare. Välj ett "mittenläge".

Uppgift 2

Mät bromsspänningen, d.v.s. precis när den negativa fotoströmmen blir så nära noll som möjligt, för de olika våglängderna. Om du hinner, upprepa mätningarna med större bländare, d.v.s. lite högre intensitet på ljuset. Får du någon skillnad?

Uppgift 3

Rita ett diagram med fotoelektronernas kinetiska energi, i enheten 1 eV, som funktion av ljusets frekvens, i enheten 1 THz. Anpassa och rita in ett linjärt samband i samma diagram. Bestäm ett värde på Plancks konstant (SI-enheter), utträdesarbetet för katodmaterialet, i enheten 1 eV, och gränsvåglängden för materialet.

Rapport

Rapporten ska innehålla en kort beskrivning av den fotoelektriska effekten. **Speciellt ska du förklara varför existensen av en gränsvåglängd, d.v.s. en gränsenergi under vilken det inte produceras några fotoelektroner oavsett hur intensivt ljuset är, inte kan förklaras av klassisk fysik utan stöder Plancks antagande om att ljusenergin kommer som diskreta "paket"**

Till rapporten bifogar du diagrammet från uppgift 3 samt dina värden på Plancks konstant, utträdesarbetet för katodmaterialet och gränsvåglängden för materialet.