

Foto-electrisch effect met LEDs

Inleiding

In dit experiment onderzoek je het verband tussen energie en kleur van licht. Een effect dat Einstein de Nobelprijs opleverde. We voeren dit experiment uit met LEDs (Light Emitting Diodes), een technologie die Einstein nog niet ter beschikking stond. Deze uitvoering met LEDs lijkt heel erg op de uitvoering volgens Einstein (ook een van KWE). In beide experimenten ga je op zoek naar de spanning waarbij er juist geen stroom loopt. In een LED wordt elektrische energie omgezet in licht. De elektrische energie ($E=qU$), komt vrij doordat elektronen een potentiaalverschil doorlopen. Dat gebeurt door twee materialen tegen elkaar te plaatsen met subtiel verschillende eigenschappen: halfgeleidend silicium waaraan andere stoffen zoals aluminium, gallium, germanium) zijn toegevoegd. Met deze halfgeleidertechnologie kun je de spanningsverschillen tussen materialen manipuleren. Om de halfgeleidertechnologie te begrijpen kun je de tekst halfgeleiders op deze site lezen. We beperken ons hier tot het uitvoeren van het experiment.

De opstelling

Op het apparaat zitten zeven LEDs in een doorzichtig plastic behuizing. De achtste LED is de aan/uit indicator. Deze zit in een rood plastic behuizing. Met de zwarte schakelaar kun je een LED selecteren. Met de rode knop kun je de spanning over deze LED instellen. De spanning over de LED en de stroom door de LED kun je meten met de universeelmeters. In het schema kun je zien dat de schakeling alleen werkt als de aansluiting met een draad overbrugd is (experiment 1) of als de stroommeter is aangesloten (experiment 2).

1. Sluit de meter aan als voltmeter.
2. Sluit de batterij aan.
3. Draai de schakelaar linksom om zo de blauwe LED te selecteren.
4. Draai de rode potentiometer linksom om de spanning over de LED 0V maken.
5. Laat je opstelling controleren.
6. Zet de schakelaar aan.
7. Draai aan de 'adjust' knop om de helderheid van de geselecteerde LED instellen.

NB. De gele universeelmeters schakelen zichzelf uit als ze enige tijd niet bediend zijn. Ze piepen als waarschuwing. Druk twee keer op HOLD om de meter weer een tijdje te activeren.

Je hebt nodig:

- Eisco meetbord met diverse LEDs
- 2x multimeters (Vici 4-digit)
- 1 9V blokbatteij
- Aansluitsnoer voor batterij
- 4x 4mm-meetsnoeren
- Kijkbuis
- beschermende foamstrip
- 1 smartphone
- Computer met Excel



Fig. 1: Eisco meetapparaat



Fig. 2: universeelmeter

Experiment Drempelspanning

In dit experiment bepaal je voor alle LEDs de spanning waarbij de LEDs juist beginnen te gloeien. Om het licht van de LEDs goed af te schermen voor omgevingslicht kun je naar de LEDs kijken door een kijkbuis. In het apparaat zitten ook twee LEDs die in het IR uitstralen. De drempelspanning van deze IR-LEDs is op deze manier natuurlijk niet te meten. We kunnen twee datapunten toevoegen als we een camera gebruiken. De camera van sommige smartphones is wel gevoelig voor IR. Leg de foam strip over LEDs. Leg de lens van de camera op het foam boven een LED. Het licht van de LED wordt nu op je scherm afgebeeld. Draai de spanning langzaam op en weer terug totdat je juist geen licht meer uit de LED ziet komen. Maak foto's voor je presentatie. De foto in fig. 3 is met ingezoomde camera genomen, nog ver boven de grensspanning. Je ziet hier mooi de onderdelen. Het lichtgevende deel van een LED is maar heel klein.



Fig. 3: detail van een LED

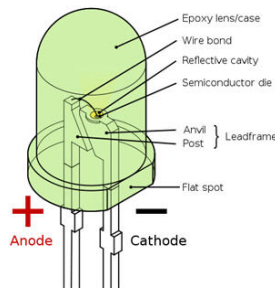


Fig. 4: onderdelen van een LED

Open Excel en maak een tabel met vier kolommen:

- golflengte
- frequentie (berekend uit golflengte en lichtsnelheid)
- grensspanning zoals gemeten met de kijkbuis
- grensspanning zoals gemeten met de camera

Maak een spreidingsdiagram van de grensspanning (y-as) als functie van de frequentie (x-as). Dit levert je een of twee grafieken in een diagram. Maak in je presentatie een opmerking over de overeenkomst en verschillen tussen de twee methoden. Bereken de constante van Planck uit de helling van de grafiek door gebruik te maken van

$$eU = hf$$

literatuur gegevens	
lading electron	$1,602\,176\,620\,8(98) \times 10^{-19} \text{ C}$
lichtsnelheid	$299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$
cst. van Planck	$6,626\,070\,04 \times 10^{-34} \text{ Js}$

cst. van Plank	
h gemeten	
h literatuur	
Procentuele afwijking	

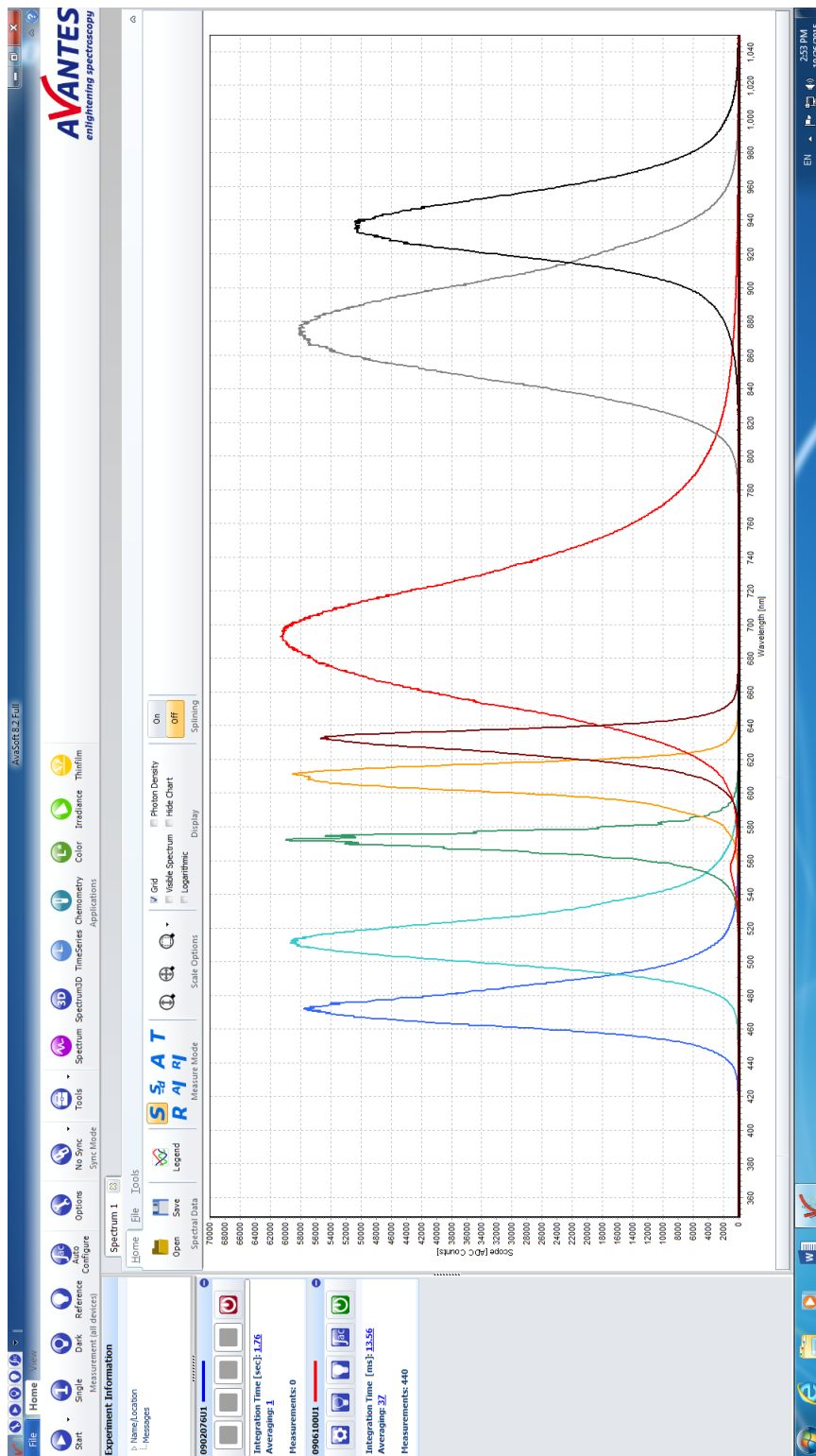


Fig. 5: Spectra van de verschillende LEDs