



Michelson-Interferometer & photoelektrischer Effekt

Branche: Physik / Physique

TP: Michelson-Interferometer & photoelektrischer Effekt

Autoren: Cedric Rey
David Schneider

Klasse: 2T

Datum: 01.04.2008 & 15.04.2008



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Ziel.....	3
3. Wellenlänge des Laserlichts.....	4
3.1 Messresultate.....	4
3.2 Berechnungen.....	4
3.3 Kommentar und Schlussfolgerung.....	6
4. Brechungsindex von Luft.....	6
4.1 Messresultate.....	6
4.2 Berechnungen.....	8
4.3 Kommentar und Schlussfolgerung.....	9
5. Photoelektrischer Effekt.....	9
5.1 Messresultate.....	9
5.2 Berechnungen.....	11
5.3 Kommentar und Schlussfolgerung.....	11
6. Bibliographie.....	12

1. Einleitung

Die praktische Laborarbeit zum Michelson – Interferometer beschäftigt sich mit dem exakten Messen von sehr kleinen Distanzen, Verschiebungen oder Wellenlängen.

Das Interferometer ist ein sehr empfindliches Gerät welches bereits bei einer feinen Berührung reagiert und uns somit das Messen mit Einstellungen von Hand sehr erschwert.

Zusätzlich gilt es mit Hilfe einer Quecksilberlampe welche 5 verschiedene Wellenlängen aussendet zu zeigen, dass die Energie des Lichtes proportional zu dessen Frequenz ist.

2. Ziel

Ziel dieser Arbeit ist es, dass wir mit Hilfe des Interferometer die Wellenlänge des Lichtes messen können. Hierfür verschieben wir mit der Mikrometerschraube den beweglichen Spiegel und erzeugen somit ein Interferenzmuster auf dem Schirm. Anhand der Verschiebung der Interferenzringe und dem Unterschied in der Lauflänge des Lichtes wollen wir die Wellenlänge des Lichtes bestimmen.

Zum zweiten geht es darum den Brechungsindex der Luft zu messen. Hierfür erzeugen wir beim nicht beweglichen Spiegel auf der Strecke des Lichtes in einer Kammer ein Überdruck welcher die Geschwindigkeit des Lichtes verkleinern wird und uns ermöglicht den Brechungsindex in Funktion des Drucks auszudrücken.

Beim fotoelektrischen Effekt wollen wir die Dualität des Lichtes zeigen indem wir die Wellennatur experimentell widerlegen. Wir messen mit einem Amperemeter die benötigte Spannung um einzelne Photonen abzubremesen und wollen somit zeigen, dass aus diesem Sichtpunkt Licht nicht als Welle sondern Teilchen beobachtet wird.

3. Wellenlänge des Laserlichts

3.1 Messresultate

Um die Wellenlänge des Laserlichts bestimmen zu können, haben wir untersucht, wie viel wir den beweglichen Spiegel verschieben müssen um die Verschiebung von 10, 50, 70 und 100 Interferenzringe beobachten zu können.

Da dies, wie zuvor erwähnt, sehr viel Fingerspitzengefühl benötigt, haben wir mehrere Durchgänge durchgeführt.

Messresultate David Schneider:

Anzahl Ringe (N)	Verschiebung (Δd)
10	1,8 μm
50	11 μm
70	15 μm
100	21 μm

Messresultate Cédric Rey:

Anzahl Ringe (N)	Verschiebung (Δd)
10	2 μm
50	11 μm
70	16.5 μm
100	24 μm

3.2 Berechnungen

Mit den beim Punkt 3.1 gemessenen Punkte ergeben sich folgende Wellenlängen.

$$\lambda = \frac{2d}{N}$$

Messresultate David Schneider:

$$\lambda_{10} = \frac{2 \cdot 1.8 \mu\text{m}}{10} = 360 \text{nm}$$

$$\lambda_{50} = \frac{2 \cdot 11 \mu\text{m}}{50} = 440 \text{nm}$$

$$\lambda_{70} = \frac{2 \cdot 15 \mu\text{m}}{70} = 428.6 \text{ nm}$$

$$\lambda_{100} = \frac{2 \cdot 21 \mu\text{m}}{100} = 420 \text{ nm}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{(360 \text{ nm} + 440 \text{ nm} + 428.6 \text{ nm} + 420 \text{ nm})}{4} = 412.15 \text{ nm}$$

$$\text{Median} = \frac{(420 \text{ nm} + 428.6 \text{ nm})}{2} = 424.3 \text{ nm}$$

Messresultate Cédric Rey:

$$\lambda_{10} = \frac{2 \cdot 2 \mu\text{m}}{10} = 400 \text{ nm}$$

$$\lambda_{50} = \frac{2 \cdot 11 \mu\text{m}}{50} = 440 \text{ nm}$$

$$\lambda_{70} = \frac{2 \cdot 16.5 \mu\text{m}}{70} = 471.4 \text{ nm}$$

$$\lambda_{100} = \frac{2 \cdot 24 \mu\text{m}}{100} = 480 \text{ nm}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{(400 \text{ nm} + 440 \text{ nm} + 471.4 \text{ nm} + 480 \text{ nm})}{4} = 447.85 \text{ nm}$$

$$\text{Median} = \frac{(440 \text{ nm} + 471.4 \text{ nm})}{2} = 455.7 \text{ nm}$$

3.3 Kommentar und Schlussfolgerung

Unsere Messung zur Wellenlänge des Lichtes hat uns einen Wert vom Anfang des sichtbaren Spektrums ergeben. Natürlich hat das Licht nicht nur eine Wellenlänge, das gelbliche Licht überwiegt hier jedoch. Grund dafür ist, dass wir unsere Messung nicht bei Tageslicht, sondern im Labor ausgeführt haben welches mit künstlichem Licht mit hohem Gelbanteil beleuchtet ist. Bei der Berechnungen haben wir Durchschnitt sowie Median berechnet. Der Median ist hier besser, da bei dieser Messung durch äussere Einflüsse und Ungenauigkeiten schnell Ausreisser auftreten.

4. Brechungsindex von Luft

4.1 Messresultate

Um den Brechungsindex von Luft zu berechnen, hat es uns auch einige Versuche gekostet. Die Problematik beim zählen der einzelnen Ringe ist, dass der Druck in diesem Moment abgelesen werden muss, indem der zentrale Interferenzring die gleiche Grösse wie sein Vorgänger, respektive der Anfangsring aufweist.

Wir haben unsere Messung 3 mal Wiederholt und durch die angewandte Technik erwarten wir ein bestmögliches Resultat.

Folgende Werte entspringen der dritten Messung und sind unserer Meinung nach die adäquatesten.

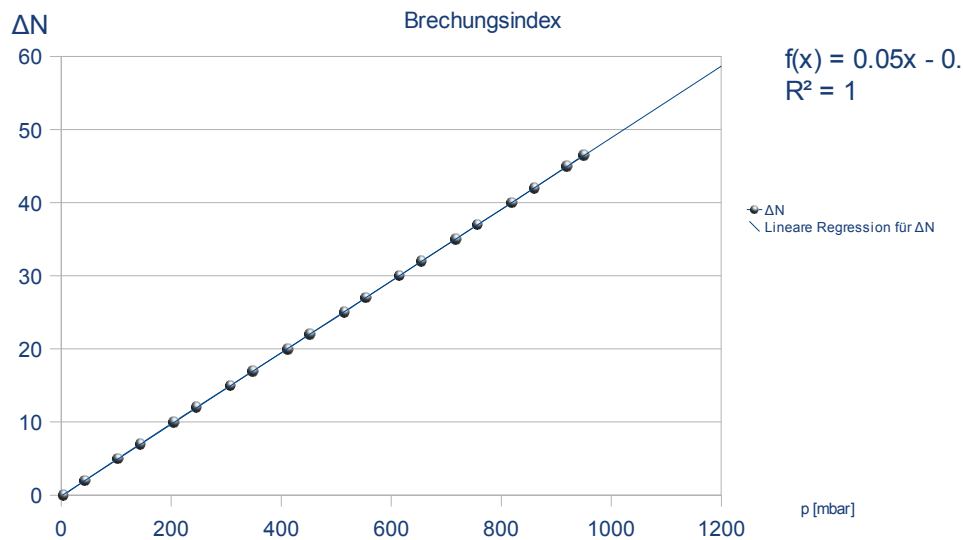
Verschiebungen	Druck [mbar]
0	4 mbar
2	43 mbar
5	103 mbar
7	144 mbar
10	205 mbar
12	246 mbar
15	308 mbar
17	349 mbar
20	412 mbar
22	452 mbar
25	515 mbar
27	554 mbar
30	615 mbar
32	655 mbar
35	717 mbar
37	757 mbar
40	820 mbar
42	860 mbar
45	920 mbar
46.5	950 mbar

4.2 Berechnungen

Mit den beim Punkt 1.3.2 gemessenen Punkte ergeben sich folgender Graph.

Die resultierend Funktion ist linear und kann wie folgt beschrieben werden:

$$f(x) = 0.05x - 0.11$$



Wenn man von einem Druck von 1000 mBar ausgeht, würde uns das ein ΔN von:

$$f(1000) = 0.05 \cdot 1000 - 0.11 = \mathbf{49.89 = \Delta N}$$

Brechungsindex $n = \frac{c}{v_{Luft}} = \frac{\lambda_{Vakuum}}{\lambda_{Luft}} \rightarrow \lambda_{Luft} = \frac{\lambda_{Vakuum}}{n}$

Länge der Vakuumkammer $d=55\text{mm}$

$$\Delta N = \frac{(2 \cdot d)}{\lambda_{Vakuum1}} - \frac{(2 \cdot d)}{\lambda_{Vakuum2}} \rightarrow \Delta N = \frac{(2 \cdot d \cdot (n_1 - n_2))}{\lambda_{Vakuum}}$$

$$n_{Luft} - n_{Vakuum} = \frac{(\Delta N \cdot \lambda_{Vakuum})}{(2 \cdot d)}$$

Da wir wissen, dass der Brechungsindex im Vakuum 1 beträgt, können wir den Brechungsindex in der Luft wie folgt berechnen:

$$n_{Luft} = \frac{(\Delta N \cdot \lambda_{Vakuum})}{(2 \cdot d)} + 1 = \frac{(49.89 \cdot \lambda_{Vakuum})}{(2 \cdot 0.00055 \text{ m})} + 1 = 1.000246275$$

Prozentuale Abweichung von Forschungswert (1,00028):

$$100 - \frac{1.000246275}{1.00028} = 0.000033716\%$$

4.3 Kommentar und Schlussfolgerung

Für die Berechnungen des Brechungsindex der Luft benötigten wir viele Anläufe um eine gute Messung zu erhalten. Schlussendlich haben wir uns darauf fixiert, immer die selbe Grösse der Interferenzringe auf den Schirm zu bringen. So gelang es uns eine unserer Meinung nach gute Annäherung zu finden welche mit einer prozentualen Abweichung von 0.000033716% sehr zufriedenstellend ist. Abweichungen dieser Messung entstehen neben den Ungenauigkeiten in der Messung auch durch die Temperatur der Luft welche von uns jedoch nicht beeinflusst werden konnte.

5. Photoelektrischer Effekt

5.1 Messresultate

Gelbes Licht mit Gelbfilter

$$f = 5.19 \cdot 10^{14}$$
$$\lambda = 578 \text{ nm}$$

$$\mathbf{V = 0.7911 \text{ V}}$$

Grünes Licht mit Grünfilter

$$f = 5.49 * 10^{14}$$

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

$$\mathbf{V = 0.9122V}$$

Blaues Licht ohne Filter

$$f = 6.88 * 10^{14}$$

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

$$\mathbf{V = 1.5266V}$$

Violetes Licht 1 ohne Filter

$$f = 7.41 * 10^{14}$$

$$\lambda = 405\text{nm}$$

$$\mathbf{V = 0.1.75V}$$

Violetes Licht 2 ohne Filter

$$f = 8.22 * 10^{14}$$

$$\lambda = 365\text{nm}$$

$$\mathbf{V = 2.0638V}$$

Blaues Licht (mit Intensitätsfilter)

$$f = 6.88 * 10^{14}$$

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

100%: $\mathbf{1.5172V}$

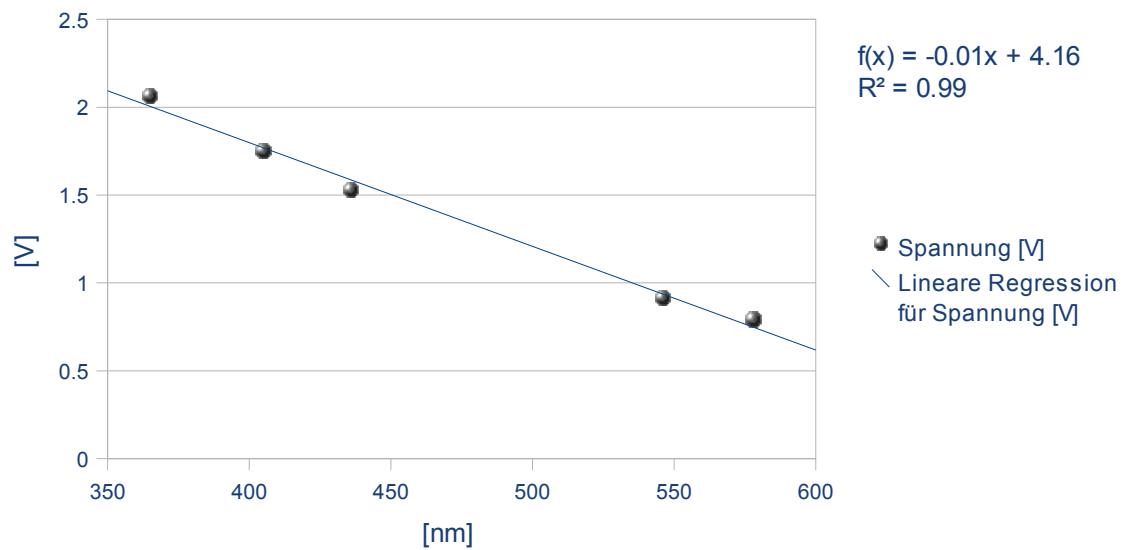
80%: $\mathbf{1.5184V}$

60%: $\mathbf{1.5174V}$

40%: $\mathbf{1.5130V}$

20%: $\mathbf{1.5019V}$

5.2 Berechnungen



5.3 Kommentar und Schlussfolgerung

Zum photoelektrischen Effekt kann man Schlussfolgern, dass die freiwerdenden Elektronen nicht von der Intensität abhängen, mit dem Filter welcher die Anzahl Elektronen prozentual verringert, ist nur eine minimale Tendenz zur Spannungsveränderung sichtbar. Es beim entfernen von 80% der Photon gerade mal ein Spannungseinbruch von 0.0153V gemessen.

Wird jedoch die Frequenz und somit die Farbe des Lichtes beobachtet, erkennt man eine lineare Veränderung und kann somit den photoelektrischen Effekt beobachten. Grundsätzlich zeigt uns dieser Versuch, dass hier das Licht nicht wie in der klassischen Physik als Welle sondern als Photon betrachtet worden ist und somit die Charakteristik von der Frequenz und nicht von der Amplitude abhängig ist.



6. Bibliographie

Web:

http://de.wikipedia.org/wiki/Photoelektrischer_Effekt

(Stand: 15.04.2008)

<http://www.physics.fsu.edu/courses/Spring04/phy3802L/intlabdoc/michelson.pdf>

(Stand: 05.05.2008)

<http://www.biologieausbildung.de/Formelsammlung>

[%20Physik_I.htm#_Toc26518246](http://www.biologieausbildung.de/Formelsammlung%20Physik_I.htm#_Toc26518246)

(Stand: 05.05.2008)

Buch:

Kursunterlagen

Formelsammlung