

Interferometría

Laboratorio de Física Intermedia

Diego BERROCAL

8 de mayo de 2014

integrantes: diego berrocal chinchay
 jose castañeda
instructores: hector loro
 carmen eyzaguirre

1. Objetivo

- medir la longitud de onda de la luz emitida por un láser mediante el método del interferómetro de michelson y el método de fabry-perot
- calcular el índice de refracción del aire como función de la presión

1.1. Fundamento Teórico

1.2. Interferometría

De acuerdo con el principio de superposición, la intensidad del campo \vec{e} en un punto del espacio, procedente de los campos separados $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots$ de varias fuentes contributivas es $\vec{e} = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \dots$

La perturbación óptica varía en el tiempo da una velocidad muy rápida típicamente del orden de 10^{14} Hz , de forma que el campo real resulta ser una cantidad poco práctica de detectar, por lo tanto resulta mejor plantear el estudio de la interferencia recurriendo a la irradiancia, que puede medirse directamente usando una gran variedad de sensores, por ejemplo fotocélulas, emulsiones, fotografía o el ojo humano.

Del análisis que va a llevarse a continuación, para simplificar el asunto considere dos fuentes puntuales S_1 y S_2 que emiten ondas monocromáticas en una misma frecuencia en un medio homogéneo. Sea su separación a mucho mayor que λ . Colóquese los puntos de observación P lo suficientemente lejos de las fuentes para que en P los frentes de onda sean planas y considérese ondas lindamente polarizadas cuya forma es:

$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_{01} \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - w + \epsilon_1) \quad (1)$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_{01} \cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{r} - w + \epsilon_2) \quad (2)$$

Sabemos que la irradiancia es $I \propto \langle \vec{E}^2 \rangle_T$, proporcional al promedio temporal de la magnitud de la intensidad del campo al cuadrado así como:

$$\vec{E}^2 = \vec{E} \cdot \vec{E} = (\vec{E}_1 + \vec{E}_2) \cdot (\vec{E}_1 + \vec{E}_2) = \vec{E}_1^2 + \vec{E}_2^2 + 2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \quad (3)$$

Tomando el promedio a ambos lados:

$$I = I_1 + I_2 + I_{12}$$

Donde:

$$\begin{aligned} I_1 &= \epsilon v \langle \vec{E}_1^2 \rangle_T & \alpha &\langle \vec{E}_1^2 \rangle_T \\ I_2 &= \epsilon v \langle \vec{E}_2^2 \rangle_T & \alpha &\langle \vec{E}_2^2 \rangle_T \\ I_{12} &= \epsilon v 2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 & \alpha &2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \end{aligned} \quad (4)$$

La última expresión I_{12} , se denomina término de interferencia. Para calcularlo:

$$\begin{aligned} \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 &= \vec{E}_{01} \cdot \vec{E}_{02} \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - w + \epsilon_1) \cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{r} - w + \epsilon_2) \\ &= \vec{E}_{01} \cdot \vec{E}_{02} [\cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} + \epsilon_1) \cos(\omega t) + \sin(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} + \epsilon_1) \sin(\omega t)] \\ &\quad [\cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{r} + \epsilon_2) \cos(\omega t) + \sin(\vec{k}_2 \cdot \vec{r} + \epsilon_2) \sin(\omega t)] \end{aligned} \quad (5)$$

Tomando el promedio temporal, se efectúa el producto y se toma en consideración que $\langle \cos^2 \omega t \rangle = 1/2$, $\langle \sin^2 \omega t \rangle = 1/2$, $\langle \sin \omega t \rangle \langle \cos \omega t \rangle = 0$ obteniéndose:

$$\langle \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \rangle = \frac{\vec{E}_{01} \cdot \vec{E}_{02} \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} + \epsilon_1 + \vec{k}_2 \cdot \vec{r} + \epsilon_2)}{2} \quad (6)$$

El término de interferencia, por lo tanto, es:

$$\begin{aligned} I_{12} &\propto \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \cos(\delta) \\ \delta &= \vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \vec{k}_2 \cdot \vec{r} + \epsilon_1 + \epsilon_2 \quad \text{diferencia de fase} \end{aligned} \quad (7)$$

Obsérvese que si $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2 \Rightarrow I = I_1 + I_2$ donde tales estados ortogonales β se combinarán para dar algún estado de nombre arbitrario, pero la distribución de densidad de flujo quedará inalterada

Sea $\vec{E}_1 \parallel \vec{E}_2$, en este caso, la irradiancia se calcula escalarmente así.

$$\cos(\theta) \quad (8)$$

2. experimental data

balance used	#4
magnesium from sample bottle	#1

3. sample calculation

$$\begin{aligned} &= 2.18 \text{ g} \\ \text{mass number of oxygen} &= 2.18 \text{ g} - 1.31 \text{ g} \\ &= 0.87 \text{ g} \end{aligned}$$

because of this reaction, the required ratio is the atomic weight of magnesium: 16.00 g of oxygen as experimental mass of mg; experimental mass of oxygen or $\frac{x}{1.31} = \frac{16}{0.87}$ from which, $m_{\text{mg}} = 16.00 \times \frac{1.31}{0.87} = 24.1 = 24 \text{ g mol}^{-1}$ (to two significant figures).

4. results and conclusions

the atomic weight of magnesium is concluded to be 24 g mol^{-1} , as determined by the stoichiometry of its chemical combination with oxygen. this result is in agreement with the accepted value.

5. discussion of experimental uncertainty

the accepted value (periodic table) is 24.3 g mol^{-1} ?. the percentage discrepancy between the accepted value and the result obtained here is 1.3%. because only a single measurement was made, it is not possible to calculate an estimated standard deviation.

the most obvious source of experimental uncertainty is the limited precision of the balance. other potential sources of experimental uncertainty are: the reaction might not be complete; if not enough time was allowed for total oxidation, less than complete oxidation of the magnesium might have, in part, reacted with nitrogen in the air (incorrect reaction); the magnesium oxide might have absorbed water from the air, and thus weigh "too much." because the result obtained is close to the accepted value it is possible that some of these experimental uncertainties have fortuitously cancelled one another.

6. answers to definitions

- the *atomic weight of an element* is the relative weight of one of its atoms compared to c-12 with a weight of 12.0000000. ..., hydrogen with a weight of 1.008, to oxygen with a weight of 16.00. atomic weight is also the average weight of all the atoms of that element as they occur in nature.
- the *units of atomic weight* are two-fold, with an identical numerical value. they are g/mole of atoms (or just g/mol) or amu/atom.
- percentage discrepancy* between an accepted (literature) value and an experimental value is

$$\frac{\text{experimental result} - \text{accepted result}}{\text{accepted result}}$$

7. hola que hace

(9)

Referencias

Smith, J. M. and Jones, A. B. (2012). *Chemistry*. Publisher, 7th edition.

Índice

1. Objetivo	1
1.1. Fundamento Teórico	1
1.2. Interferometría	1
2. experimental data	2
3. sample calculation	3
4. results and conclusions	3
5. discussion of experimental uncertainty	3
6. answers to definitions	3
7. hola que hace	4