

Efecto Faraday

L. A. Soto Ruiz

Laboratorio de Física II, ESFM-IPN, CDMX, México

Enviada 28 Noviembre 2024

En el experimento de Faraday se buscó comparar las propiedades de un vidrio experimental con los datos disponibles en el mapa de vidrios de Schott, identificándose que el material correspondía a un vidrio tipo F2. Sin embargo, el análisis presentó varias dificultades. Una de las principales limitaciones fue la sensibilidad extrema al mover el analizador, ya que las mediciones, realizadas en minutos de arco, variaban significativamente con movimientos mínimos, dificultando la obtención de datos precisos. Además, la pequeña magnitud de las mediciones complicó su análisis detallado. A pesar de que las curvas características se obtuvieron correctamente, estas no coincidieron de manera precisa con los valores experimentales de referencia proporcionados en los ejemplos.

Keywords: *Faraday, Mapa de Schott, Vidrio, Magnetismo*

1 Introducción

La historia de la constante de Verdet y del efecto Faraday está estrechamente vinculada a los avances en el estudio de la interacción entre luz y magnetismo en el siglo XIX. Este fenómeno fue descubierto por el físico británico Michael Faraday en 1845, cuando, tras años de experimentación con campos magnéticos y haces de luz polarizada, logró demostrar que un campo magnético aplicado a un material transparente podía rotar el plano de polarización de la luz que lo atravesaba. Este hallazgo fue el primer indicio claro de que existía una conexión directa entre el magnetismo y la luz, dos fenómenos que hasta ese momento se consideraban independientes.

El descubrimiento de Faraday fue revolucionario para la física de su tiempo, ya que proporcionó una evidencia experimental del vínculo entre las fuerzas electromagnéticas y las propiedades ópticas de los materiales. Este experimento no solo reforzó la idea de la unidad de las fuerzas de la naturaleza, sino que también abrió el camino para el desarrollo de la teoría electromagnética de James Clerk Maxwell décadas después. Maxwell más tarde demostró matemáticamente que la luz es una forma de radiación electromagnética, consolidando el papel

central del efecto Faraday en esta comprensión.

$$\theta = VBL \quad (1)$$

El nombre de esta constante proviene de Marcel Verdet, un físico francés del siglo XIX que trabajó extensamente en óptica y magnetismo. Verdet realizó importantes contribuciones a la caracterización del efecto Faraday, estudiando cómo la rotación del plano de polarización dependía de factores como el tipo de material, la longitud de onda de la luz y la intensidad del campo magnético.

2 Desarrollo

Esta práctica consta de tres experimentos, el primero es la curva de calibración, esta lo que nos permite ver es como se comporta el campo magnético en las bobinas, esto ya que eventualmente en los siguientes experimentos se complica el hecho de estar midiendo constantemente en campo, por lo que es mas sencillo calcularlo sabiendo cuanta corriente se le esta suministrando.

Para el segundo experimento se monta ahora el cristal donde antes se media el campo y se hace pasar un láser a través del sistema, primero se debe calibrar, para esto es necesario usar un primer analizador, el cual es mas preciso y se debe de

ajustar a 0 o 180 grados, así pues el primer analizador, el que se encuentra antes de las bobinas se ajusta de forma que se anula la luz que se ve en la pantalla, una vez hecho esto procedemos a conectar las bobinas e introducir corriente al sistema, de esta forma cuando la corriente aumente se va a crear un ángulo de desfase que será medido con el analizador más preciso, esto se repitió con tres láseres: verde rojo y violeta.

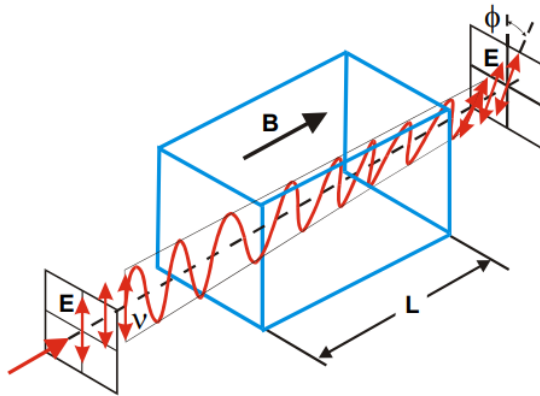


FIGURE 1. Montaje teórico

De forma análoga se reemplaza el láser por una lámpara y filtros polarizadores, los cuales solo van a permitir pasar frecuencias de luz específicas, se repite la calibración y medición que en el caso anterior con los láseres solo que esta vez en lugar de cambiar de láser se cambia el filtro polarizador, para proteger estos es necesario utilizar un vidrio grueso y un tanque con agua para absorber todo el calor producido por la lámpara y así evitar daños.

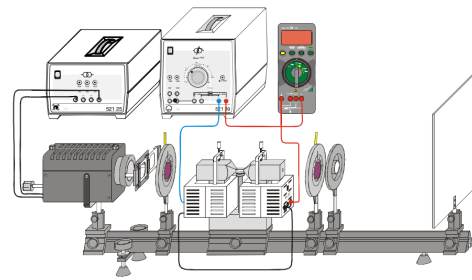


FIGURE 2. Montaje experimental con lámpara sin protección

3 Resultados

Para el primer experimento calculamos la curva de calibración de forma ascendente y descendente para poder asegurar que se describa perfectamente el fenómeno.

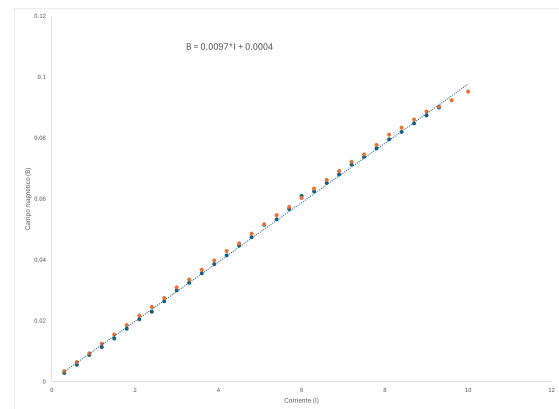


FIGURE 3. Curva de calibración

Al usar los láseres obtenemos los siguientes datos, el violeta fue el más complicado ya que debido a que los integrantes del equipo usan lentes y este láser prácticamente desaparece, solucionamos esto usando en la pantalla una tarjeta de otro color para poder resaltar el láser y así poder continuar.

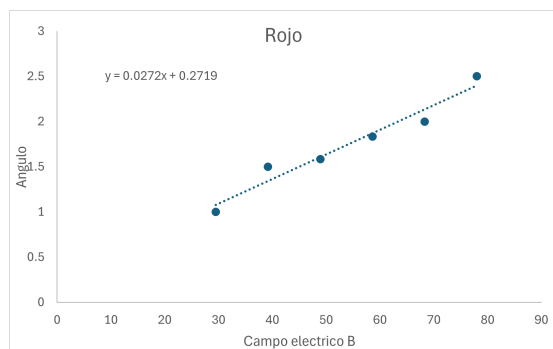


FIGURE 4. Laser rojo

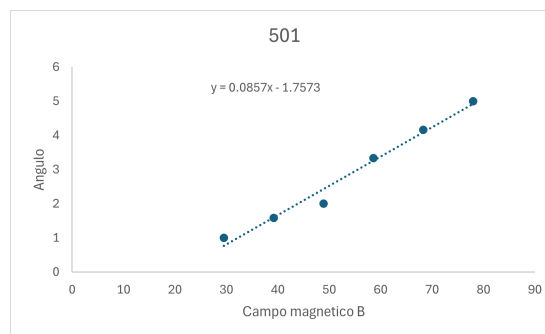


FIGURE 7. Grafica para el filtro de 501nm

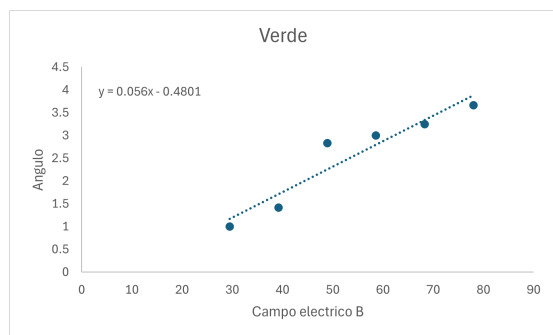


FIGURE 5. Laser verde

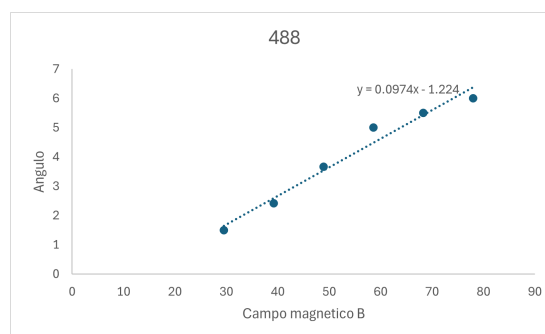


FIGURE 8. Grafica para el filtro de 488nm

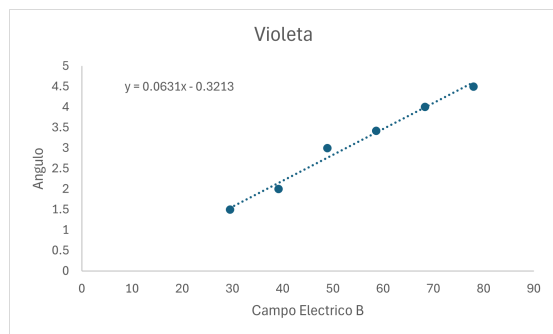


FIGURE 6. Laser violeta

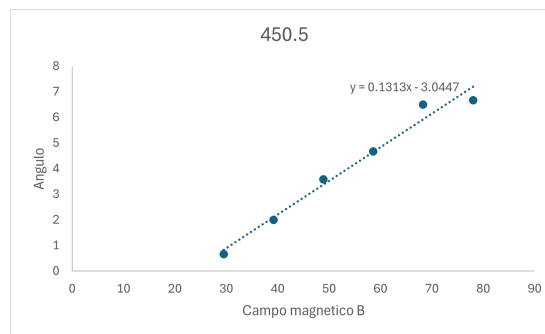


FIGURE 9. Grafica para el filtro de 450.5nm

Para la lampara con filtros polarizadores el proceso fue mas fácil sin embargo al ser datos muy pequeños siempre se complican las mediciones, así obtenemos:

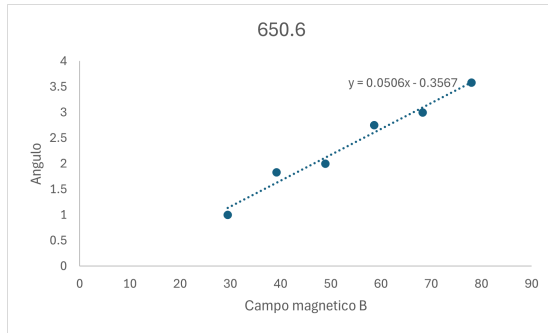


FIGURE 10. Grafica para el filtro de 650.6nm

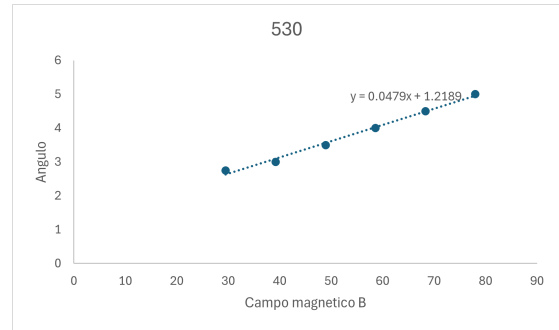


FIGURE 13. Grafica para el filtro de 530nm

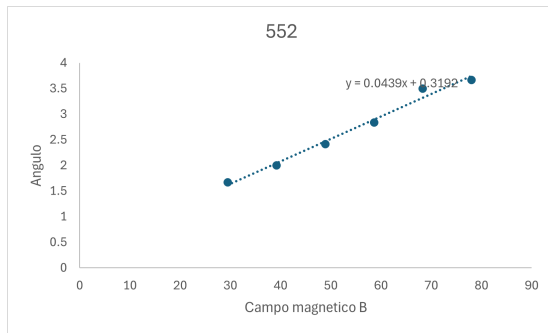


FIGURE 11. Grafica para el filtro de 552nm

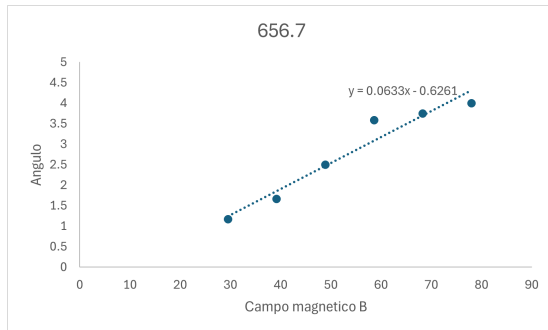


FIGURE 12. Grafica para el filtro de 656.7nm

4 Análisis de resultados

Para este caso la gráfica quedaba bastante mal, elimine los puntos mas alejados y obtuvimos la siguiente curva calculando las constantes de verdet haciendo uso de las pendientes de las gráficas anteriores y dividiéndolas entre $0.02 * 2$ que es el doble angulo y la distancia del cristal así pues solo haciendo un ajuste de unidades obtenemos la siguiente gráfica:

$$V * L = \text{Pendiente} \quad (2)$$

$$V = \text{Pendiente} / (l * 2) \quad (3)$$

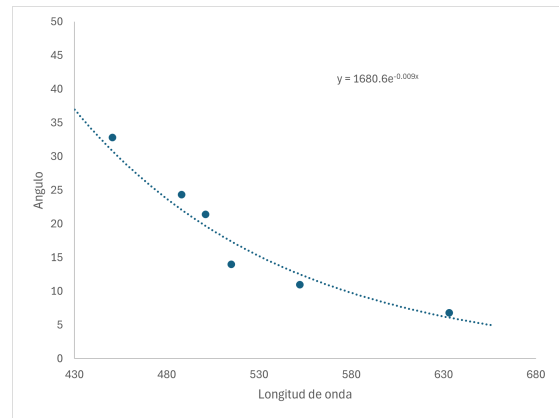


FIGURE 14. Curva de constantes de Verdet

Así haciendo un cambio algebraico, de nuevo cambiamos las longitudes de onda de nm a $\lambda^{-2}/10^{18}$ con los mismos datos obtenemos la siguiente gráfica

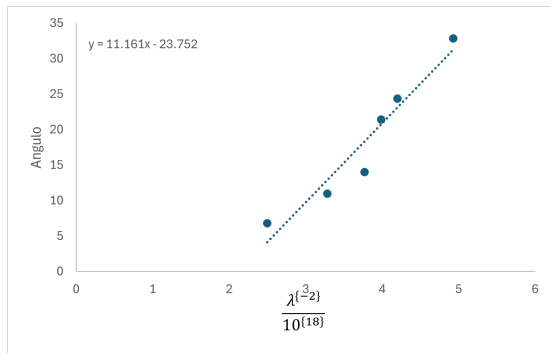


FIGURE 15. Curva de constantes de Verdet ajustada

5 Conclusión

En este experimento se trato de comparar con los datos de el mapa de vidrios de Schott [1], viendo

que el vidrio de trataba de uno tipo F2, sin embargo varias dificultades surgieron al hacer el análisis, como la toma de datos en general ya que al tratarse de minutos de arco el mover minuscilmente el analizador la medida cambia demasiado, y al mismo tiempo al ser mediciones pequeñas es difícil analizarlas correctamente. Finalmente aunque todas las curvas aparecieron correctamente la verdad es que no se acercan a los datos experimentales que se proporcionan en los ejemplos.

6 Referencias

1. "Definition: Child's Law," Nov. 2024. [Online; accessed 18. Nov. 2024].

7 Anexo I

Table I: Tabla primer experimento

V	I	
0.3	2.9	0.0029
0.6	5.6	0.0056
0.9	8.8	0.0088
1.2	11.4	0.0114
1.5	14.2	0.0142
1.8	17.4	0.0174
2.1	20.5	0.0205
2.4	23	0.023
2.7	26.4	0.0264
3	30	0.03
3.3	32.5	0.0325
3.6	35.6	0.0356
3.9	38.6	0.0386
4.2	41.5	0.0415
4.5	44.7	0.0447
4.8	47.4	0.0474
5.1	51.5	0.0515
5.4	53.3	0.0533
5.7	56.7	0.0567
6	61	0.061
6.3	62.5	0.0625
6.6	65.2	0.0652
6.9	68	0.068
7.2	71.3	0.0713
7.5	73.8	0.0738
7.8	76.6	0.0766
8.1	79.6	0.0796
8.4	82	0.082
8.7	84.8	0.0848
9	87.4	0.0874
9.3	90	0.09
9.6	92.4	0.0924
10	95.2	0.0952
9.6	92.4	0.0924
9.3	90.3	0.0903
9	88.7	0.0887
8.7	86.1	0.0861
8.4	83.4	0.0834
8.1	81.1	0.0811
7.8	77.7	0.0777
Continued on next page		

Table I – continued from previous page

I	mT	T
7.5	74.6	0.0746
7.2	72.2	0.0722
6.9	69.2	0.0692
6.6	66.2	0.0662
6.3	63.4	0.0634
6	60.3	0.0603
5.7	57.4	0.0574
5.4	54.7	0.0547
5.1	51.7	0.0517
4.8	48.6	0.0486
4.5	45.4	0.0454
4.2	42.9	0.0429
3.9	39.8	0.0398
3.6	36.8	0.0368
3.3	33.6	0.0336
3	31	0.031
2.7	27.5	0.0275
2.4	24.6	0.0246
2.1	21.7	0.0217
1.8	18.6	0.0186
1.5	15.5	0.0155
1.2	12.5	0.0125
0.9	9.3	0.0093
0.6	6.5	0.0065
0.3	3.5	0.0035

i	b	verde	rojo	verde	rojo	violeta	verdet	violeta	rojo	verde
3	29.5	1	0.75	3	1	1.5	1271.18644	635.59322	847.457627	
4	39.2	1.417	0.8	5	1.5	2	1275.5102	510.204082	903.69898	
5	48.9	2.834	1.7	8	1.584	3	1533.74233	869.120654	1448.87526	
6	58.6	3	1.75	9	1.834	3.417	1457.76451	746.587031	1279.86348	
7	68.3	3.25	1.8	11	2	4	1464.12884	658.85798	1189.60469	
8	78	3.667	2	12	2.5	4.5	1442.30769	641.025641	1175.32051	
i	b	530					501			
3	29.5	175.6666	4.3334	175.6666	4.3334		181		1	
4	39.2	174.6666	5.3334	175.3333	4.6667	181.5833	1.5833			
5	48.9	175.4166	4.5834		175	5	182		2	
6	58.6	177	3	176.5		3.5	183.3333	3.3333		
7	68.3	176.5	3.5			180	184.1666	4.1666		
8	78	176.9166	3.0834			180	185		5	

IPN

	488		450.5		650.6		552		656.7		530
	181.5	1.5	179.3333	0.6667	179	1	178.333	1.667	178.8333	1.1667	177.25
	182.4166	2.4166	178	2	178.1666	1.8334	178	2	178.3333	1.6667	177
	183.6666	3.6666	176.4166	3.5834	178	2	177.58333	2.41667	177.5	2.5	176.5
	185	5	175.3333	4.6667	177.25	2.75	177.1666	2.8334	176.4166	3.5834	176
	185.5	5.5	173.5	6.5	177	3	176.5	3.5	176.25	3.75	175.5
	186	6	173.333	6.667	176.4166	3.5834	176.33332	3.66668	176	4	175
[H] 501	4.2832		3.98405E-06								
488	4.8724		4.19914E-06								
450.5	6.5662		4.92732E-06								
650.6	2.5282		2.3625E-06								
552	2.1966		3.28187E-06								
656.7	3.1664		2.31881E-06								
402	2.3932		6.18797E-06								