

FITXA DEL PROJECTE - 2019

TÍTOL : “La Polarización de la luz: Desvelando algunos principios de la Luz”	
Centre: Colegio San José de Calasanz (Valencia)	Curs i Cicle (ESO/BAT/CF):2º de BAT
Categoria de concurs: FÍSICA	
Nom del professor/a tutor/a: Antonio Moya Ansón / Juan Ignacio Terol Fortaña	
Nom i cognoms dels participants (4 màxim), que participaran en la fira si el projecte és admès. Han de coincidir amd els registrats on-line. NO ES PODRAN MODIFICAR UNA VEGADA REALITZADA LA INSCRIPCIÓ.	
1. Joan Coll Alonso	3. Ángel Tamarit Peleguer
2. David Dejoz Díez	4.

1. Resum breu del projecte i objectius

El propósito de este proyecto es acercarnos a la comprensión de la Luz, cuyo estudio es novedoso para nosotros en 2º de Bachiller, como principio físico que marcó la culminación de la física clásica y el nacimiento de la física moderna.

Alejados de los fenómenos tradicionales de la luz, reflexión y refracción, nos ha llamado la atención la polarización, como comportamiento que permitió empezar a intuir la verdadera naturaleza de la luz, y nos ayuda también a comprender algunas de los comportamientos de la realidad cuántica.

Realizaremos, en primer lugar, un estudio de la Ley de Malus, que permite comprender cómo varía la intensidad luminosa con el ángulo que forman entre sí dos polarizadores lineales cruzados.

Luego reproduciremos el experimento de Faraday, gracias al cual se observa, por primera vez, la conexión entre la luz y los campos magnéticos, efecto magneto-óptico, que unas décadas después tuvo plasmación teórica en las ecuaciones de Maxwell.

Finalmente, veremos algunas experiencias que ponen de manifiesto el carácter ondulatorio de la luz, como las interferencias y la difracción, y usaremos de nuevo los polarizadores para profundizar en la naturaleza de la luz, y tratar de entender, con el símil clásico de la luz, una consecuencia de la teoría cuántica, el borrado cuántico.

2. Material i muntatge (Inclou alguna figura, esquema o fotografia de resolució mitjana-baixa)

Material necesario:

- Láser verde de 500mW
- Bobina de 1500 espiras
- Fuente de alimentación de 12v
- Polarizadores lineales
- Polímetro
- Fototransistor
- Tubo transparente por sus extremos para contener aceite de bebé

Para el montaje de la experiencia, es recomendable disponer de un banco de óptica, en el que poder situar los distintos elementos.



Dos montajes básicos hay que realizar,

El primero con los dos polarizadores cruzados, para ir analizando cómo la intensidad de luz transmitida va variando según cambiamos el ángulo que forman entre sí los planos de polarización, lo que nos permitirá reproducir la Ley de

FITXA DEL PROJECTE - 2019

Malus. Este mismo montaje nos permitirá reproducir el efecto magneto-óptico, cuando entre los dos polarizadores, en este caso con sus planos de polarización girados 90° , insertamos un recipiente lleno de aceite corporal de bebé (substancia diamagnética transparente) dentro de una bobina a la que le haremos pasar una corriente eléctrica intensa.

Finalmente, el segundo montaje nos permite profundizar en la naturaleza vectorial de las ondas electromagnéticas observando cómo ondas polarizadas ortogonalmente no producen interferencias, y éstas son recuperadas utilizando un polarizador girado 45° respecto de los dos anteriores.

3. Fonamentació : Principis físics involucrats i la seua relació amb aplicacions tecnològiques

El primer principio físico involucrado es la transversalidad de las ondas de luz, pues permite su polarización, lineal en nuestro caso, y la constatación de la Ley de Malus usando dos polarizadores con planos de polarización cruzados o girados distintos ángulos.

La constatación de carácter electromagnético de la luz, que realizó Michael Faraday en 1846, es decir, la interacción entre la luz y un campo magnético intenso, puso de manifiesto que su naturaleza contenía un campo magnético, como reconoció Maxwell en 1865. Es emocionante descubrir en una experiencia básica cómo la luz es combinación de campos eléctricos y magnéticos, orientados transversalmente, pues es polarizable.

Finalmente, el mundo cuántico, difícil de comprender en sus implicaciones, y más aún en experiencias asequibles a nuestro nivel, parece ser entendido con más claridad con un símil clásico, a través de la experiencia propuesta aplicada a la luz. Dividiendo un frente de ondas en dos partes y controlando la polarización de cada parte, podemos anular la figura de difracción resultante de la interferencia de ambas partes del frente de ondas y/o reproducirla a voluntad con un polarizador auxiliar. De manera similar, la bibliografía habla de interferencias de partículas tradicionales, como electrones, que en esas experiencias no serían tales, sino ondas; ante la encrucijada de tener que elegir entre dos caminos, se decanta por ambos, originando la figura de difracción; pero marcando ambos caminos, se rompe ese concepto probabilístico pues estaríamos en condiciones de saber qué camino ha seguido la onda, y desaparece la figura de difracción, que se consigue recuperar en el momento en que se introduce de nuevo la incertidumbre sobre el camino seguido.

4. Funcionament i Resultats: observacions i mesures.

La visualización del carácter transversal de la luz es fácil de observar, gracias a polarizadores plásticos, y la combinación de un polarizador y un analizador para observar y medir la dependencia de la intensidad con el ángulo relativo entre sus planos de polarización,

$$I = I_0 \cdot \cos^2 \theta$$

Esta fórmula nos ayuda, además, a entender el tratamiento vectorial de la luz, en cada dirección, y su proyección matemática en una dirección.

Por otro lado, hemos observado cómo la luz polarizada, al atravesar un medio diamagnético transparente, como el aceite de bebé, sufre un giro en su plano de polarización al someterla a un campo magnético intenso obtenido con una bobina de 1500 espiras y 3A de corriente, pues el analizador ha habido que ajustarlo para recuperar de nuevo el efecto de polarizadores cruzados, es decir, el mínimo de intensidad transmitido.

Finalmente, hemos experimentado la difracción de un hilo de cobre, montado sobre un marquito de diapositiva, iluminado por un láser verde. Primero hemos observado la difracción a través del hilo de cobre desnudo; luego, con cuidado, usando otro marquito de diapositiva, hemos colocado un trozo de hilo de cobre, y a cada lado, pegados a él, dos polarizadores cruzados horizontal y verticalmente, de manera que, al ser iluminado con el láser, de nuevo, se perdía el patrón de difracción; y, finalmente, hemos añadido, detrás de la diapositiva, un polarizador lineal con su plano de polarización girado 45° respecto a la horizontal. Resulta sorprendente observar cómo el patrón de difracción, aunque tenuemente, se comienza de nuevo a intuir.

5. Conclusions

Comprender, al menos un poco, los principios de la luz, su naturaleza, su comportamiento, es muy importante en la formación científica y personal de alumnos de bachillerato como nosotros. La historia de la Física ha necesitado muchos siglos para desvelar su verdadera naturaleza, tal y como la conocemos hoy en día; por eso, descubrir que es una onda transversal, observar la descomposición de vectores de un modo experimental, a partir de la luz, es importante.

Así mismo, hemos constatado que la luz es una onda electromagnética, ya que es posible observar cómo un campo magnético externo interacciona con ella modificando la dirección de vibración, y por tanto de polarización, de su campo magnético interno.

Finalmente, hemos observado cómo la polarización influye en el comportamiento ondulatorio de la luz, hasta el punto de poder anular la figura de difracción si el frente se divide en dos haces polarizados ortogonalmente.

6. Bibliografia

- 1.- Física Conceptual. Novena edición. Paul G. Hewitt. Pearson Educación. 2004. Pág. 578ss
- 2.- Física para la ciencia y la tecnología. Tipler/Mosca. Vol2. Ed. Reverté. 2010. Pág. 1070ss
- 3- Borrado cuántico. Walborn y otros. Investigación y Ciencia, feb 2004.
- 4.- Un borrador cuántico doméstico, Hillmer i Kwiat. Investigación y Ciencia, julio 2007
- 5.- Faraday y la teoría electromagnética de la luz, Augusto Beléndez. <https://www.bbvaopenmind.com/faraday-y-la-teoria-electromagnetica-de-la-luz/>
- 6.- Curso de Física. 2º de Bachillerato. Polarización. Pág. 140ss.