

## PRÁCTICA DE LABORATORIO

### ESTUDIO DE LA DESVIACION DE LA LUZ POLARIZADA EN MONO Y DISACÁRIDOS

#### OBJETIVO

La práctica, propuesta preferentemente para alumnos de 4ºESO y Bachillerato, integra conocimientos de las materias de Física, Química y Biología. Y podemos considerar que persigue un triple objetivo:

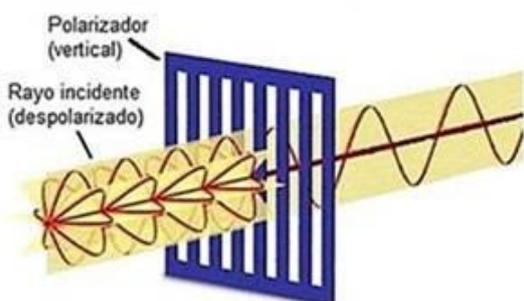
- aproximar a los alumnos, de forma empírica, al concepto de luz polarizada.
- determinar la dirección de desviación del plano de esta luz de algunos azúcares.
- comprobar que se ha producido una hidrólisis observando el cambio dirección del plano de polarización.

#### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

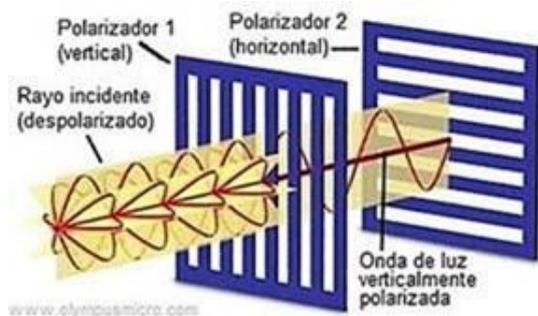
##### La luz polarizada

La luz se transmite como una onda transversal. En este tipo de ondas el campo eléctrico oscila en *todas las direcciones* perpendiculares a la dirección de propagación de la onda.

Cuando se hace pasar luz a través de una sustancia denominada polarizador (representada simbólicamente por una rejilla), la luz que sale por el otro lado vibra en un solo plano. Se dice que esa luz está **polarizada**.



Si una vez polarizada en un plano, la luz, la hacemos pasar por un segundo polarizador girado 90 grados respecto al primero, la luz no pasará y al otro lado del segundo polarizador habrá oscuridad.



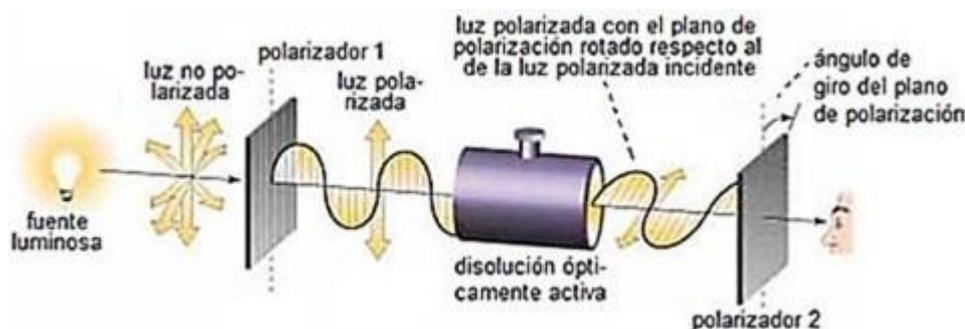
Para que *toda* la luz que sale del primer polarizador pueda también salir del segundo, éste tendrá que tener la misma orientación que el primero. (La segunda rejilla tendría que tener sus ranuras orientadas del mismo modo que la primera). Esta circunstancia se da cuando la cantidad de luz que pasa es máxima.

### Actividad óptica de algunos azúcares

Algunas moléculas de mono y disacáridos son moléculas quirales. Esto significa que una molécula y su imagen especular no pueden superponerse, circunstancia que se produce cuando éstas presentan carbonos asimétricos, es decir con todos los sustituyentes diferentes. Estas moléculas, a pesar de tener la misma composición química, presentan propiedades diferentes, son isómeros, y reciben nombres diferentes, formas D y L.

Una de estas propiedades está relacionada con la luz polarizada. Las moléculas que presentan quiralidad se dice que son ópticamente activas porque tienen la capacidad de **girar el plano de un haz de luz polarizada**.

Obsérvese la imagen siguiente:



La luz procedente de una fuente se polariza mediante una sustancia polarizadora. Supongamos que el plano de polarización es vertical respecto al suelo. Si hacemos pasar esa luz por un recipiente que contiene una disolución de una especie química quiral, en este caso un glúcido mono o disacárido, azúcar, la luz que salga del recipiente seguirá estando polarizada, **pero su plano de polarización habrá girado un cierto ángulo  $\alpha$** .

Las moléculas que desvían el plano hacia la derecha, la mayoría de las moléculas quirales orgánicas, reciben el nombre de **dextrógiras**, mientras que las que lo hacen hacia la izquierda se denominan **levógiras**.

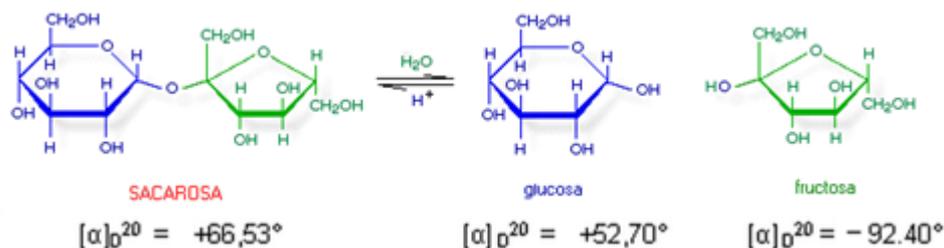
Para medir ese ángulo haremos pasar la luz por un segundo polarizador, analizador, que giraremos hasta que comprobemos que deja pasar la **máxima** cantidad de luz (para ello, sus "rendijas" tienen que tener la misma dirección del plano de la luz polarizada que sale del recipiente).

El ángulo de desviación de la luz depende de la actividad óptica rotatoria específica de la sustancia, del espesor de la disolución y de su concentración, así como de la longitud de onda de la luz emitida y de la temperatura, entre otras variables.

### Reacción de hidrólisis de la sacarosa, obtención de azúcar invertido

La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de D- glucosa y una de D- fructosa, unidas mediante enlace O-glucosídico.

La ruptura por hidrólisis, en medio ácido y en caliente (al baño María), de ese enlace origina los monosacáridos que la componen, debido a la incorporación de una molécula de agua.



La sacarosa se comporta como **dextrógira** frente a la luz polarizada, al igual que la D-glucosa, (ambas desvían el plano de luz polarizada hacia la derecha); mientras que la fructosa lo hace hacia la izquierda, es **levógira**.

El poder rotatorio específico de la fructosa es mayor que el de la glucosa, por lo que después de hidrolizada la sacarosa podremos observar cómo la desviación del plano de la luz polarizada cambia de la derecha, en la sacarosa, a la izquierda, debido a la actividad de la fructosa libre en la disolución. Debido a esta circunstancia al producto resultante de la hidrólisis de la sacarosa se le denomina **levulosa o azúcar invertido**.

De manera natural, esta mezcla de glucosa y fructosa se encuentra en la miel y tiene la particularidad de que su poder edulcorante es un 33% mayor que el del azúcar común, por lo que se emplea en bollería, repostería, panadería y heladería, mejorando el producto final al que se le añade. Para uso alimentario, el azúcar invertido se puede obtener hidrolizando la sacarosa con ácido cítrico.

## MATERIALES

- Foco emisor de luz
- Polarizador
- Polarizador graduado, analizador
- Disolución de sacarosa (o azúcar común)
- HCl (o ácido cítrico)
- Mechero
- Rejilla
- Vaso de precipitados con agua (Baño María)
- Tubo de ensayo
- Cartulina negra
- Base soporte con varilla
- Dos pinzas y dos nueces para sujeción

## PROCEDIMIENTO

### Primer experimento:

#### Comprobación de la polarización de la luz

Se monta el dispositivo formado por la fuente luminosa, el polarizador y el analizador, según se muestra en la fotografía.



Se gira el analizador para observar que en una posición la cantidad de luz que pasa es máxima, los planos de polarización de polarizador y analizador tienen la misma dirección; mientras que en otra no pasa la luz, cuando los planos son perpendiculares. Hacemos las mediciones tomando como referencia la posición de máxima extinción de luz para ello giramos el analizador hasta conseguirlo.

### **Segundo experimento:**

#### **Medida del ángulo de desviación de la sacarosa**

Se prepara la disolución de sacarosa (azúcar común).  
Se hace pasar la luz polarizada por la disolución de sacarosa, que interpondremos entre los dos polarizadores, en un tubo de ensayo con las paredes oscuras.  
Se observa a través del analizador que con la disolución de sacarosa la extinción de luz no es máxima.  
Se ajusta de nuevo el analizador a la posición en que la extinción de luz sea máxima.  
Se mide el ángulo de desviación de la luz, con respecto a la primera posición.

### **Tercer experimento:**

#### **Hidrólisis de la sacarosa y medida del ángulo de desviación de los productos**

##### **Reacción de hidrólisis**

Se añaden unas gotas de HCl a la disolución de sacarosa, (aprox 1 ml de HCl por 4 ml de disolución).  
Se calienta al Baño María, con cuidado de que no llegue a hervir.  
Se deja enfriar la muestra.  
Para asegurarnos de que toda la muestra está hidrolizada, se realiza la prueba de Fehling: En un tubo de ensayo se introducen 3 mL de disolución de sacarosa hidrolizada, se añaden unos 2 mL de Fehling A y otros 2 mL de Fehling B, se calienta suavemente con el mechero y si se obtiene una coloración roja (consecuencia de la reducción del cobre) confirma la presencia de azúcares reductores, glucosa y fructosa.

##### **Medida del ángulo de desviación de la luz polarizada**

Se procede a medir el ángulo de desviación de los productos de la hidrólisis, glucosa y fructosa, igual que en la prueba anterior.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- En el primer experimento observamos cómo la luz después de atravesar el polarizador vibra en un solo plano y al hacerla pasar por el segundo polarizador (analizador) encontramos dos posiciones, una en la que la luz pasa totalmente, los polarizadores la desvían en el mismo plano, y otra en la que la luz no pasa, los planos de polarización son perpendiculares. Tomamos esta última como referencia para todas las mediciones.



*Posición de máximo de luz*



*Posición de máxima extinción. Referencia*

*La diferencia entre ambas posiciones es de 90°, planos perpendiculares.*

- En el segundo experimento, al hacer pasar esta luz por la disolución de sacarosa, observamos cómo la sacarosa desvía el plano de la luz polarizada hacia la derecha, confirmando el carácter dextrógiro de ésta.



*Posición de referencia*



*Interposición entre los polarizadores de la disolución de sacarosa*

*Se obtiene luz, lo que indica que la disolución de sacarosa ha desviado el plano de polarización de la luz. Giramos el analizador para obtener el máximo de extinción de luz y así conocer el ángulo de polarización.*



Posición de extinción de luz a través de la disolución de sacarosa

Se observa una desviación del ángulo de polarización, hacia la derecha, de unos 25°.

- En el tercer experimento se hidroliza la disolución de sacarosa. Para asegurarnos de que ha sido así, se realiza la prueba de Fehling



El resultado ha sido positivo.

- En el cuarto experimento observamos la desviación del plano de polarización de la luz con la sacarosa hidrolizada



*Posición de referencia*



*Posición de máxima extinción de luz  
con la sacarosa hidrolizada*

El giro ahora ha sido hacia la izquierda y de aproximadamente  $20^\circ$ . Esto se debe a que ahora en la disolución existe fructosa libre la cual desvía el plano de polarización hacia la izquierda y en mayor medida que lo que lo hace la glucosa hacia la derecha.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Leningher, Albert L. : Bioquímica, Ediciones Omega S.A.

Biología 2º Bachillerato , Oxford educación

Bioquímica.blogspot

Triplenlace.com