

El columpio molecular

El investigador Roberto Macovez observa detenidamente el columpio en el que se divierte su hijo. Calcula mentalmente, como todo buen columpiador, el tiempo que tarda en realizar una oscilación. Finalmente impulsa a columpio e hijo periódicamente a partir del tiempo calculado. Al día siguiente va al laboratorio y repite lo mismo, pero con moléculas...

Luis Carlos Pardo

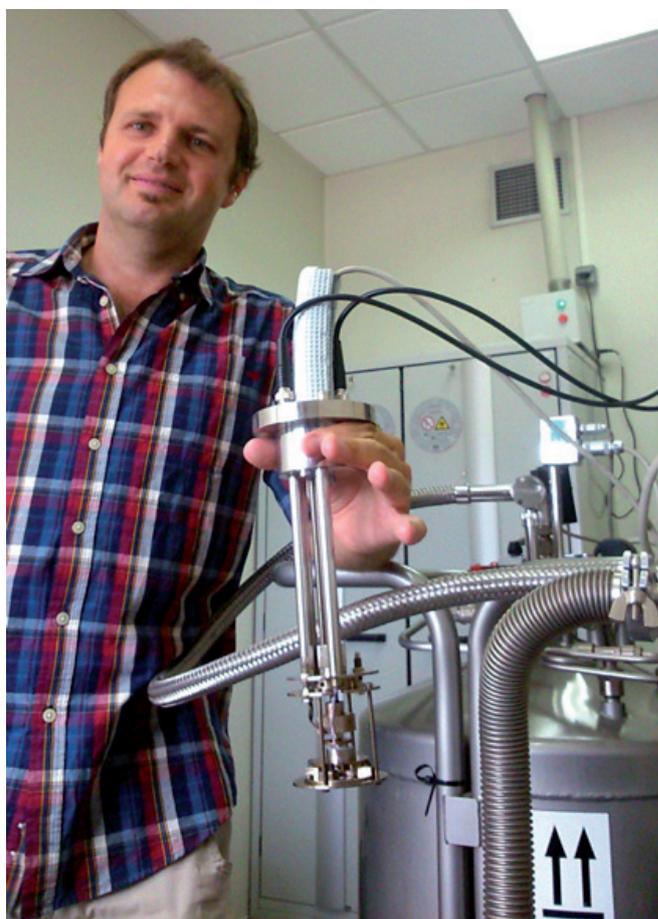
DOCTOR EN CIENCIAS FÍSICAS POR LA UPC

Para que funcione una batería recargable se necesitan tres ingredientes: un material al que no le importe perder cargas positivas (ánodo), un material ávido de estas cargas positivas (cátodo) y, por último, faltan cargas positivas que se puedan mover de ánodo a cátodo lo más rápidamente posible. Como vimos en el último número de Vídeo Popular los iones positivos de litio son perfectos porque son pequeños. Esto les permite moverse rápido por entre el material que separa los dos bornes de la batería al que llamamos electrolito. Además se pueden ir “colando” por entre la estructura del cátodo y quedan guardados allá mientras la batería funcione. Al recargarla obligamos a estos iones a regresar de nuevo al ánodo y vuelta a empezar. Para que los iones de litio se muevan de la forma más rápida posible se suelen utilizar líquidos o geles de forma que éstos “naden” lo más rápidamente y que así el proceso de carga sea lo más rápido posible. Como apuntamos en el último artículo, sería deseable que los electrolitos fueran sólidos para evitar posibles fugas y aquí es donde entran en nuestra historia Roberto Macovez y el columpio molecular.

COLUMPIÁNDOSE

Es imposible ver cómo se mueven las moléculas que forman un material de forma directa. Por eso hay que idear formas para poder medir su movimiento indirectamente y una de ellas está basada en el arte de columpiarse de una forma efectiva. El movimiento de oscilación de un columpio se detiene debido al rozamiento, pero el usuario del columpio puede conseguir más diversión si el padre lo empuja cada vez que éste llega a un extremo. Es decir cuando el tiempo en ir y volver del columpio es el mismo que el tiempo que tarda el padre en empujar, el columpio no se para. Impulsar el columpio dejando menos o más tiempo entre impulso e impulso hace que oscile con menor amplitud, además de conseguir que el usuario se empiece a quejar de una forma más o menos explícita. Resumiendo: si el periodo con que se mueve el columpio y se ejerce el impulso es el mismo la amplitud del movimiento será máxima: a este fenómeno se le llama de resonancia (ver Vídeo Popular 132 para otro uso del mismo).

Empujar moléculas con la mano no es una buena idea, pero podemos conseguir el mismo efecto que en el columpio si en vez de impulsarlas mecánicamente lo hacemos con un



► Roberto Macovez sostiene el columpio molecular en sus manos

campo eléctrico. Imaginemos una molécula cargada eléctricamente dentro de un campo eléctrico: ésta se orientará como lo hace una brújula en el campo magnético terrestre. Supongamos ahora que le damos la vuelta al campo eléctrico. En el caso de la brújula esto implicaría intercambiar los polos sur y norte de la tierra. Supongamos, además, que este cambio es periódico y de esta forma conseguimos lo mismo que con el columpio: hacer oscilar a la molécula o la aguja de la brújula de nuestro ejemplo.

De todas formas, molécula y aguja, tardarán un cierto tiempo en cambiar de orientación, y ese tiempo se puede medir

variando el periodo con que cambiamos el campo eléctrico que columpia a la molécula: sólo cuando el periodo de los impulsos eléctricos y del movimiento de la molécula sean iguales, la muestra tomará energía del campo eléctrico, es decir, entrará en resonancia. Midiendo pues la energía eléctrica perdida al variar la frecuencia del campo eléctrico podemos ser capaces de estudiar el movimiento molecular.

NI SÓLIDO NI LÍQUIDO

De vuelta al laboratorio, Roberto Macovez nos explica que estudia materiales en la frontera entre el sólido y el líquido. En un sólido cristalino las moléculas están totalmente ordenadas y en un líquido completamente desordenadas. Algunas moléculas, sin embargo, son capaces de formar una red ordenada como en un sólido cristalino, pero girando libremente como en un líquido. Es como si pusiéramos muchas brújulas una al lado de otra formando cuadrados: la aguja se mueve pero las brújulas forman una estructura ordenada. Un material de este tipo se denomina cristal plástico, porque aunque es un cristal como el cuarzo, se puede moldear como si fuera un plástico.

Imaginemos ahora que utilizamos este material como medio por el que circulan los iones de litio: Los pequeños iones de litio pasan por entre las moléculas que giran, manteniendo el material una estructura que le permite ser un sólido. Una representación muy adecuada es imaginar el electrolito de cristal plástico como una serie de puertas giratorias ancladas al suelo: su giro permite que pasen los io-

nes de litio pero sin tenerse que mover su eje para dejarlo pasar. Otra ventaja de los cristales plásticos es que el giro de las moléculas hace que se distancien unas de otras dejando mucho espacio entre ellas para que los iones de litio puedan pasar, añade Roberto Macovez.

EL SECRETO ESTÁ EN LA IMPERFECCIÓN

Un material clave en una nueva generación de electrolitos podría ser la *succinonitrila* y Roberto Macovez estudia cómo sus moléculas giran y cómo cambian las propiedades del material al añadir los iones de litio. Lo que ha descubierto es que las puertas giratorias no están tan bien ancladas: algunas moléculas además de girar se pueden desplazar, y lo hacen cuando encuentran imperfecciones. Por tanto cuanto más imperfecta sea la red que forma el material, más movilidad podrán tener los iones y más rápida será la carga de la batería.

Aún falta tiempo para tener baterías basadas en cristales plásticos pero investigar cómo deberían ser es lo que puede abrir la puerta a una nueva tecnología para crear baterías más seguras. Muy bien podría ser que esta nueva tecnología la disfruten los que ahora se divierten columpiándose... ■

Roberto Macovez forma parte del Grup de Caracterizació de Materials (GCM), un grupo de investigación de la Universitat Politècnica de Catalunya, que se dedica a estudiar materiales con algún grado de desorden: desde vidrios metálicos hasta cristales plásticos pasando por bio-moléculas inmersas en agua.

<http://gcm.upc.edu/en>

