



Carga eléctrica

Objetivo: Comprender características y propiedades de la carga eléctrica.

Nivel: cuarto medio.

Electricidad es el nombre que se da a una amplia gama de fenómenos que, de una u otra formas, se producen casi en todo lo que nos rodea. Desde el relámpago en el cielo hasta el encendido de una bombilla eléctrica, y desde lo que mantiene unidos a los átomos de las moléculas hasta los impulsos que se propagan por tu sistema nervioso, la electricidad está en todas partes. El control de la electricidad se hace evidente en muchos aparatos, desde los hornos de microondas hasta las computadoras. En esta era de la tecnología es importante entender las bases de la electricidad y cómo se pueden usar esas ideas básicas para mantener y aumentar nuestra comodidad, nuestra seguridad y nuestro progreso actuales.

Fuerzas eléctricas

¿Y si hubiera una fuerza universal que, como la gravedad, variara inversamente en función del cuadrado de la distancia, pero que fuera miles de millones de millones más fuerte? Si hubiera una fuerza de atracción así, como la gravedad, se juntaría el universo y formaría una esfera apretada, con toda la materia lo más cerca posible entre sí. Pero imagina que esa fuerza fuera de repulsión, y que cada partícula de materia repele a todas las demás. ¿Qué pasaría? El universo sería gaseoso, frío y estaría expandiéndose. Sin embargo, supón que el universo consistiera de dos clases de partículas, digamos positivas y negativas. Imagina que las positivas repelieran a las positivas, pero que atrajeran a las negativas; y que las negativas repelieran a las negativas, pero atrajeran a las positivas. En otras palabras, las iguales se repelen y las distintas se atraen. Imagina que hubiera una cantidad igual de cada una, de manera que esta gran fuerza estuviera perfectamente equilibrada! ¿Cómo sería el Universo? La respuesta es sencilla: sería como el que vemos y en el cual vivimos. Porque sí hay esas partículas y sí hay tal fuerza. Se llama fuerza eléctrica.

Grupos de partículas positivas y negativas se han reunido entre sí por la enorme atracción de la fuerza eléctrica. En esos grupos compactos y mezclados uniformemente de positivas y negativas, las gigantescas fuerzas eléctricas se equilibran de forma casi perfecta. Estos grupos son los átomos de la materia. Cuando dos o más átomos se unen para formar una molécula, ésta contiene también partículas positivas y negativas balanceadas. Y cuando se combinan billones de moléculas para formar una mota de materia, de nuevo se equilibran las fuerzas eléctricas. Entre dos trozos de materia ordinaria apenas hay atracción o repulsión eléctrica, porque cada trozo contiene cantidades iguales de positivas y negativas. Por



El hecho de que ciertas cargas se denominen positivas y otras negativas es el resultado de una elección de Benjamín Franklin. Bien pudo ser a la inversa.

¡EUREKA!



ejemplo, entre la Tierra y la Luna no hay fuerza eléctrica neta. La fuerza gravitacional, que es mucho más débil y que sólo atrae, queda como fuerza predominante entre esos cuerpos.

Cargas eléctricas

Los términos positivo y negativo se refieren a carga eléctrica, la cantidad fundamental que se encuentra en todos los fenómenos eléctricos. Las partículas con carga positiva de la materia ordinaria son protones, y las de carga negativa, electrones. La fuerza de atracción entre esas partículas hace que se agrupen en unidades increíblemente pequeñas, los átomos. (Los átomos también contienen partículas neutras llamadas neutrones.) Cuando dos átomos se acercan entre sí, el equilibrio de las fuerzas de atracción y de repulsión no es perfecto, porque en el volumen de cada átomo vagan los electrones. Entonces los átomos pueden atraerse entre sí y formar una molécula. De hecho, todas las fuerzas de enlace químico que mantienen unidos a los átomos en las moléculas son de naturaleza eléctrica. Quien desee estudiar química debería conocer primero algo sobre la atracción y la repulsión eléctricas, y antes de estudiarlas deben conocer algo acerca de los átomos. A continuación veremos algunos hechos importantes acerca de los átomos:

1. Cualquier átomo está formado por un núcleo con carga positiva rodeado por electrones con carga negativa.
2. Los electrones de todos los átomos son idénticos. Cada uno tiene la misma cantidad de carga eléctrica y la misma masa.
3. Los protones y los neutrones forman el núcleo. (La forma común de un átomo de hidrógeno no tiene neutrón, y es la única excepción.) Los protones tienen unas 1,800 veces más masa que los electrones; pero la cantidad de carga positiva que tienen es igual a la carga negativa de los electrones. Los neutrones tienen una masa un poco mayor que la de los protones, y no tienen carga neta.
4. En general los átomos tienen igual cantidad de electrones que de protones, por lo que el átomo tiene una carga neta igual a cero.

¿Por qué los protones no atraen a los electrones con carga opuesta y los llevan al núcleo? Podrás imaginar que la respuesta es la misma a la pregunta de por qué los planetas no caen directamente al Sol debido a la fuerza de gravitación, ya que los electrones se mueven en órbita en torno al núcleo. Por desgracia esa explicación para los planetas no es válida para los electrones. Cuando se descubrió el núcleo (1911), los científicos ya sabían que los electrones no pueden describir plácidas órbitas en torno al núcleo, del mismo modo que la Tierra gira alrededor del Sol. Sólo tardarían un cienmillonésimo de segundo, de acuerdo con la física clásica, para caer en espiral hacia el núcleo, emitiendo radiación electromagnética al hacerlo. Por consiguiente, se necesitaba una nueva teoría, y nació la teoría llamada



mecánica cuántica. Para describir el movimiento de los electrones todavía seguimos usando la vieja terminología, órbita y orbital; aunque capa es una palabra mejor, pues sugiere que los electrones están dispersos sobre una superficie esférica. En la actualidad, la explicación para la estabilidad del átomo tiene que ver con la naturaleza ondulatoria de los electrones. Un electrón se comporta como una onda, y debe tener cierta cantidad de espacio, que se relaciona con su longitud de onda.

Pero, ¿por qué los protones en el núcleo no salen despedidos si se repelen mutuamente? ¿Qué mantiene unido al núcleo? La respuesta es que, además de las fuerzas eléctricas en el núcleo, hay fuerzas nucleares no eléctricas, pero todavía mayores, que mantienen unidos a los protones a pesar de la repulsión eléctrica. También, los neutrones desempeñan un papel para poner espacio de por medio entre los protones.

EXAMÍNATE 1

- 1. Bajo la complejidad de los fenómenos eléctricos yace una regla fundamental, de la cual se derivan casi todos los demás efectos. ¿Cuál es esta regla fundamental?**
- 2. ¿En qué difiere la carga de un electrón de la carga de un protón?**

Conservación de la carga

En un átomo neutro hay tantos electrones como protones, de manera que no tiene carga neta. Lo positivo compensa exactamente lo negativo. Si a un átomo se le quita un electrón, ya no sigue siendo neutro. Entonces el átomo tiene una carga positiva más (protón) que cargas negativas (electrones), y se dice que tiene carga positiva. Un átomo con carga eléctrica se llama ion. Un ion positivo tiene una carga neta positiva. Un ion negativo es un átomo que tiene uno o más electrones adicionales, y tiene carga negativa.

Los objetos materiales están formados por átomos, y eso quiere decir que están formados por electrones y protones (y neutrones). Los objetos tienen, de ordinario, cantidades iguales de electrones y de protones y, en consecuencia, son eléctricamente neutros. Pero si hay un pequeño desequilibrio en esas cantidades, el objeto tiene carga eléctrica. Cuando se agregan o quitan electrones a un objeto, se produce un desequilibrio. Aunque los electrones más cercanos al núcleo atómico, que son los electrones internos, están muy fuertemente enlazados con el núcleo atómico, de carga opuesta, los electrones más alejados, que son los electrones externos, están enlazados muy débilmente y se pueden desprender con facilidad. La cantidad de trabajo que se requiere para desprender un electrón de un átomo varía entre una y otra sustancias. Los electrones están sujetos con más firmeza en el caucho y en el plástico que en tu cabello, por ejemplo. Así, cuando frota un peine en tu cabello, los electrones pasan del cabello al peine. Entonces el peine tiene un exceso de electrones, y se dice que tiene carga negativa o que está cargado negativamente. A la vez, tu cabello tiene una deficiencia de electrones y se dice que tiene



carga positiva, o que está cargado positivamente. Otro ejemplo consiste en frotar una varilla de vidrio o de plástico contra seda: la varilla se cargará positivamente. La seda tiene más afinidad hacia los electrones que el vidrio o el plástico. En consecuencia, los electrones se desprenden de la varilla y pasan a la seda.

Vemos entonces que un objeto que tiene cantidades distintas de electrones y de protones se carga eléctricamente. Si tiene más electrones que protones, tiene carga negativa. Si tiene menos electrones que protones, tiene carga positiva. Es importante destacar que cuando se carga algo no se crean ni se destruyen electrones. Sólo pasan de un material a otro. La carga se conserva. En todo caso, ya sea en gran escala o a nivel atómico y nuclear, siempre se ha comprobado que se aplica el principio de la conservación de la carga. Nunca se ha encontrado caso alguno de creación o de destrucción de la carga eléctrica. La conservación de la carga es una de las piedras angulares de la física, y su importancia es igual a la de la conservación de la energía y la conservación de la cantidad de movimiento.

Cualquier objeto con carga eléctrica tiene exceso o falta de algún número entero de electrones: los electrones no pueden dividirse en fracciones de electrones. Esto significa que la carga del objeto es un múltiplo entero de la carga de un electrón.

Por ejemplo, no puede tener una carga igual a la de $1 \frac{1}{2}$ o $1000 \frac{1}{2}$ de electrones. La carga es "granular", es decir, está formada por unidades elementales llamadas cuantos.

Se dice que la carga está cuantizada, y que el cuanto más pequeño de carga es la carga del electrón (o del protón). Nunca se han observado unidades más pequeñas de carga. Hasta la fecha se ha visto que todos los objetos cargados tienen una carga de magnitud igual a un múltiplo entero de la carga de un solo electrón o protón.

La carga del electrón pudo ser determinada por Robert Millikan, mediante el experimento "gota de aceite" Revisa los siguientes videos que muestran como con más ingenio que recursos se pudo conocer el valor de esta constante de la naturaleza.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZXrnRiUoHgs>

<https://www.youtube.com/watch?v=PauHr2Uw2MY>

EXAMÍNATE 2

Si entran electrones a tus pies al arrastrarlos sobre una alfombra ¿te cargarás negativa o positivamente?

Exámínate 1

1. Las cargas iguales se repelen; las cargas opuestas se atraen.
2. La carga de un electrón tiene magnitud igual, pero signo contrario, que la carga de un protón.

Exámínate 2

Tienes más electrones después de haber frotado tus pies, así que tienes carga negativa (y la alfombra tiene carga positiva).