

Electricidad

Tormentas Eléctricas

Contenidos

Temas

Electricidad

Tormenta Eléctrica

Electricidad Atmosférica

Rayo

Electricidad

La **electricidad** (del griego ἤλεκτρον *elektron*, cuyo significado es ámbar) es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros. Se puede observar de forma natural en fenómenos atmosféricos, por ejemplo los rayos, que son descargas eléctricas producidas por la transferencia de energía entre la ionosfera y la superficie terrestre (proceso complejo del que los rayos solo forman una parte). Otros mecanismos eléctricos naturales los podemos encontrar en procesos biológicos, como el funcionamiento del sistema nervioso. Es la base del funcionamiento de muchas máquinas, desde pequeños electrodomésticos hasta sistemas de gran potencia como los trenes de alta velocidad, y de todos los dispositivos electrónicos. Además es esencial para la producción de sustancias químicas como el aluminio y el cloro.

También se denomina **electricidad** a la rama de la física que estudia las leyes que rigen el fenómeno y a la rama de la tecnología que la usa en aplicaciones prácticas. Desde que, en 1831, Faraday descubriera la forma de producir corrientes eléctricas por inducción —fenómeno que permite transformar energía mecánica en energía eléctrica— se ha convertido en una de las formas de energía más importantes para el desarrollo tecnológico debido a su facilidad de generación y distribución y a su gran número de aplicaciones.



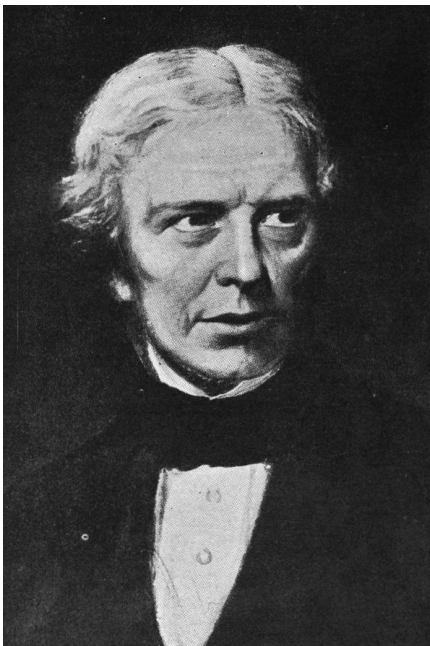
La electricidad en una de sus manifestaciones naturales: el relámpago.

La electricidad es originada por las cargas eléctricas, en reposo o en movimiento, y las interacciones entre ellas. Cuando varias cargas eléctricas están en reposo relativo se ejercen entre ellas fuerzas electrostáticas. Cuando las cargas eléctricas están en movimiento relativo se ejercen también fuerzas magnéticas. Se conocen dos tipos de cargas eléctricas: positivas y negativas. Los átomos que conforman la materia contienen partículas subatómicas positivas (protones), negativas (electrones) y neutras (neutrones). También hay partículas elementales cargadas que en condiciones normales no son estables, por lo que se manifiestan sólo en determinados procesos como los rayos cósmicos y las desintegraciones radiactivas.

La electricidad y el magnetismo son dos aspectos diferentes de un mismo fenómeno físico, denominado electromagnetismo, descrito matemáticamente por las ecuaciones de Maxwell. El movimiento de una carga eléctrica produce un campo magnético, la variación de un campo magnético produce un campo eléctrico y el movimiento acelerado de cargas eléctricas genera ondas electromagnéticas (como en las descargas de rayos que pueden escucharse en los receptores de radio AM).

Debido a las crecientes aplicaciones de la electricidad como vector energético, como base de las telecomunicaciones y para el procesamiento de información, uno de los principales desafíos contemporáneos es generarla de modo más eficiente y con el mínimo impacto ambiental.

Historia de la electricidad

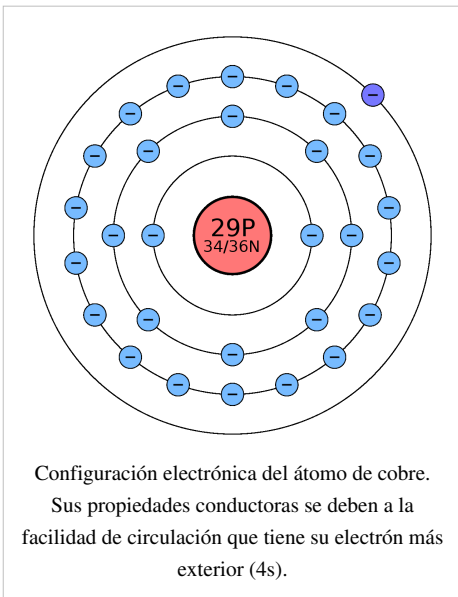


Michael Faraday relacionó el magnetismo con la electricidad.

La historia de la electricidad como rama de la física comenzó con observaciones aisladas y simples especulaciones o intuiciones médicas, como el uso de peces eléctricos en enfermedades como la gota y el dolor de cabeza, u objetos arqueológicos de interpretación discutible (la batería de Bagdad). Tales de Mileto fue el primero en observar los fenómenos eléctricos cuando, al frotar una barra de ámbar con un paño, notó que la barra podía atraer objetos livianos.

Mientras la electricidad era todavía considerada poco más que un espectáculo de salón, las primeras aproximaciones científicas al fenómeno fueron hechas en los siglos XVII y XVIII por investigadores sistemáticos como Gilbert, von Guericke, Henry Cavendish, Du Fay, van Musschenbroek y Watson. Estas observaciones empiezan a dar sus frutos con Galvani, Volta, Coulomb y Franklin, y, ya a comienzos del siglo XIX, con Ampère, Faraday y Ohm. No obstante, el desarrollo de una teoría que unificara la electricidad con el magnetismo como dos manifestaciones de un mismo fenómeno no se alcanzó hasta la formulación de las ecuaciones de Maxwell (1861-1865).

Los desarrollos tecnológicos que produjeron la primera revolución industrial no hicieron uso de la electricidad. Su primera aplicación práctica generalizada fue el telégrafo eléctrico de Samuel Morse (1833), que revolucionó las telecomunicaciones. La generación masiva de electricidad comenzó cuando, a fines del siglo XIX, se extendió la iluminación eléctrica de las calles y las casas. La creciente sucesión de aplicaciones que esta disponibilidad produjo hizo de la electricidad una de las principales fuerzas motrices de la segunda revolución industrial. Más que de grandes teóricos, como Lord Kelvin, fue éste el momento de grandes inventores como Gramme, Westinghouse, von Siemens y Alexander Graham Bell. Entre ellos destacaron Nikola Tesla y Thomas Alva Edison, cuya revolucionaria manera de entender la relación entre investigación y mercado capitalista convirtió la innovación tecnológica en una actividad industrial. Tesla, un inventor serbio-americano, descubrió el principio del campo magnético rotatorio en 1882, que es la base de la maquinaria de corriente alterna. También inventó el sistema de motores y generadores de corriente alterna polifásica que da energía a la sociedad moderna.



El alumbrado artificial modificó la duración y distribución horaria de las actividades individuales y sociales, de los procesos industriales, del transporte y de las telecomunicaciones. Lenin definió el socialismo como la suma de la electrificación y el poder de los soviets. La sociedad de consumo que se creó en los países capitalistas dependió (y depende) en gran medida del uso doméstico de la electricidad.

El desarrollo de la mecánica cuántica durante la primera mitad del siglo XX sentó las bases para la comprensión del comportamiento de los electrones en los diferentes materiales. Estos saberes, combinados con las tecnologías desarrolladas para las transmisiones de radio, permitieron el desarrollo de la electrónica, que alcanzaría su auge con la invención del transistor. El perfeccionamiento, la miniaturización, el aumento de velocidad y la disminución de costo de las computadoras durante la segunda mitad del siglo XX fue posible gracias al buen conocimiento de las

propiedades eléctricas de los materiales semiconductores. Esto fue esencial para la conformación de la sociedad de la información de la tercera revolución industrial, comparable en importancia con la generalización del uso de los automóviles.

Los problemas de almacenamiento de electricidad, su transporte a largas distancias y la autonomía de los aparatos móviles alimentados por electricidad todavía no han sido resueltos de forma eficiente. Asimismo, la multiplicación de todo tipo de aplicaciones prácticas de la electricidad ha sido —junto con la proliferación de los motores alimentados con destilados del petróleo— uno de los factores de la crisis energética de comienzos del siglo XXI. Esto ha planteado la necesidad de nuevas fuentes de energía, especialmente las renovables.

Tormenta Eléctrica

Una **tormenta eléctrica**, una **tormenta con rayos y truenos** es un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos y sus efectos sonoros en la atmósfera terrestre denominados truenos. El tipo de nubes meteorológicas que caracterizan a las tormentas eléctricas son las denominadas cumulonimbus. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces nieve, granizo, o sin ninguna precipitación. Aquellas que producen granizo son denominadas granizadas. Las tormentas eléctricas fuertes o severas pueden rotar, en lo que se denomina superceldas. Mientras que la mayoría de las tormentas eléctricas se desplazan con la velocidad de desplazamiento promedio del viento en la capa de la tropósfera que ocupan, cortes de viento verticales pueden causar una desviación en su curso de desplazamiento en dirección perpendicular a la dirección de corte del viento.



Tormenta eléctrica en Australia.

Origen

Para la formación este tipo de meteoros es necesaria la humedad del aire caliente que se eleva en una atmósfera inestable. La atmósfera se vuelve inestable cuando las condiciones son tales que una burbuja de la subida del aire caliente puede seguir aumentando aún más que el aire ambiente. El aumento de aire caliente es un mecanismo que intenta restaurar la estabilidad, incluso cuando el aire frío tiende a disminuir y finalmente desaparecen. Si el aire ascendente es lo suficientemente fuerte, el aire se enfría (adiabática) a temperaturas por debajo del punto de rocío y se condensa, liberando el calor latente, que promueve el aumento de aire y "alimenta" a la tormenta. Aislados Cúmulus se forman con gran desarrollo vertical (hasta 10 ó 18 mil pies), alimentado por las corrientes de aire ascendente.

Las tormentas pueden formarse dentro de las masas de aire de la convección del aire elevada ,común en las tardes de verano, cuando se calienta la superficie. El efecto orográfico (a barlovento en las grandes montañas) puede estar asociados a los frentes, siendo más intensa en el caso de los frentes fríos.

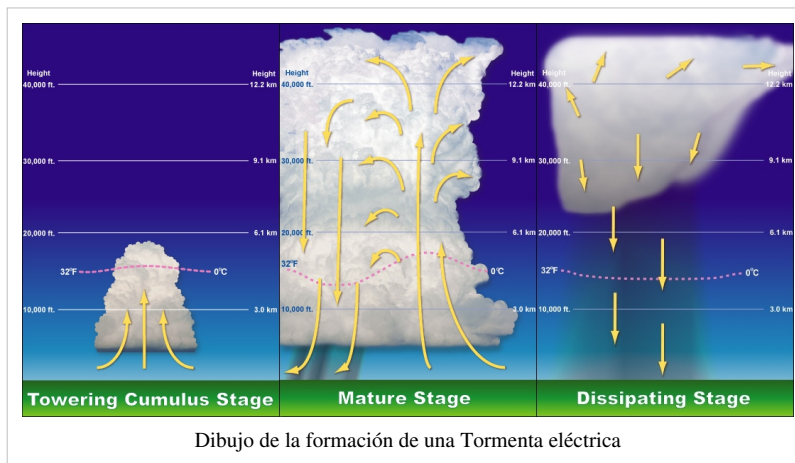
Las tormentas más fuertes se generan cuando el aire cálido y húmedo se eleva rápidamente, con velocidades que pueden alcanzar 160 kilómetros por hora, hasta altitudes más altas y más frías. En cada momento hay en el orden de 2.000 tormentas eléctricas que tienen lugar en la superficie de la Tierra. Los rayos se producen cuando las partículas de hielo o la nieve empiezan a caer de una nube a gran altura hacia la superficie y corresponden a la liberación de energía debido a la diferencia de carga entre las partículas.

Fases de una tormenta eléctrica

En la vida de una tormenta ordinaria (formado por convección de una masa de aire) son por lo general presentan tres fases (cada una para normalmente de 15 a 30 minutos):

Nacimiento

Las corrientes de aire ascendente causan la formación de cumulonimbos. Si la carga por primera vez es de agua, y no se producen un rayos, no será una tormenta eléctrica. En la parte superior



Dibujo de la formación de una Tormenta eléctrica

de la nube, el proceso de crecimiento de cristales de hielo comienza a producir las partículas grandes consecuencias.

Madurez

El crecimiento vertical alcanza su máximo y las nubes se acoplan con la forma característica de un yunque. Por lo general esto sucede cuando la inversión de aumento de la temperatura del aire es más estable (tropopausa).

Los vientos dominantes en la alta altitud de las nubes cirrus comienzan a extenderse desde la parte superior de las nubes. Las bases son la parte frontal inferior y los relámpagos comenzaron a aparecer en toda la extensión de las nubes. Dentro de las nubes, la turbulencia es intensa e irregular, con un equilibrio entre las corrientes ascendentes y descendentes. El peso de las partículas de la precipitación es suficiente para contrarrestar la corriente ascendente y comienzan a caer, arrastrando el aire que te rodea. Como las consecuencias partículas caen en las partes más calientes de la nube, no hay aire seco que entra al medio ambiente en la nube y puede dar lugar a la evaporación de estas partículas. La evaporación enfría el aire, por lo que es más denso o "pesado". Todo este aire frío que cae a través de la nube y precipitación que se forma la corriente de aire hacia abajo, cuando llegue a la superficie se puede propagar a formar un frente que raxada desplazando y reemplazando el aire caliente de la superficie. En esta etapa de la tormenta produce fuertes vientos, relámpagos y lluvias torrenciales.

Disipación

Las nubes comienzan a extenderse hacia los lados, en capas. Y los vientos descendientes de las corrientes frías son predominante. El aire frío reemplaza el aire más caliente de la superficie, frente a los movimientos al alza en la tormenta. En esta etapa, sólo hay corrientes descendentes y precipitaciones débiles. Eso deja sólo muchas nubes cirrus que incluso pueden contribuir, con su sombra, a frenar el calentamiento de la superficie.

Medir su distancia

Una vez que el sonido y la luz se mueve a través de la atmósfera a velocidades muy diferentes, puede estimarse la distancia de la tormenta por la diferencia de tiempo entre el relámpago (luz) y el trueno (sonido). La velocidad del sonido es de unos 332 m / s (en función de las condiciones climáticas). La velocidad de la luz es tan alta (~ 300.000 km / s) que el tiempo que tarda en llegar puede ser ignorado en este enfoque. Por lo tanto, la tormenta será de 1 km para cada 3 segundos que pasan entre el relámpago y el trueno.

Electricidad Atmosférica

La **electricidad pollemica** son las variaciones diurnas de la red electromagnética de la atmósfera (o, más general, cualquier sistema eléctrico en la atmósfera de un planeta). La superficie de la Tierra, la ionosfera, y la atmósfera se conocen como el "circuito eléctrico atmosférico mundial". La electricidad atmosférica es un tema multidisciplinar.

Siempre hay electricidad libre en el aire y en las nubes, que actúan por inducción sobre la tierra y los dispositivos electromagnéticos. Los experimentos han demostrado que siempre hay electricidad libre en la atmósfera, la cual es unas veces negativa y otras veces positiva, pero la mayoría de las veces es en general positiva, y la intensidad de esta electricidad libre es mayor a mediodía que por la mañana o la noche y es mayor en invierno que en verano. Con buen tiempo, el potencial aumenta con la altitud en una tasa, de acuerdo con algunos autores, de alrededor de 100 voltios por metro.

El medio atmosférico, por el que estamos rodeados, no sólo contiene electricidad combinado, como cualquier otra forma de la materia, sino también una cantidad considerable cantidad en estado libre y sin combinar, a veces de un tipo, a veces de otro; pero como regla general es siempre de naturaleza opuesta a la de la tierra. Diferentes capas o estratos de la atmósfera, situadas a muy corta distancia unos de otros, se encuentran frecuentemente en diferente estado eléctrico. El fenómeno de la electricidad atmosférica puede ser de tres tipos. Está el fenómeno eléctrico de las tormentas y el fenómeno de la electrificación continua en el aire, y el fenómeno de la aurora polar constituye el tercer tipo.

La mayoría de las autoridades están de acuerdo, sin embargo, que sea cual sea el origen de la electricidad libre en la atmósfera la electricidad de enormes tensiones que disrumpe el aire y produce el fenómeno del rayo se debe a la condensación del vapor de agua que forma las nubes; cada pequeña gota de vapor mientras se mueve por el aire recoge en su superficie una cierta cantidad de electricidad libre. Entonces, como las gotas de vapor se funden en gotas más grandes con la correspondiente disminución de la superficie total expuesta, el potencial eléctrico aumenta hasta que se sobrepasa la resistencia del aire. Esta observación puede ser entendida más claramente cuando se considera que con una determinada carga eléctrica su potencial aumenta cuando la capacidad eléctrica del objeto disminuye, como es el caso que ocurre cuando las diminutas gotas de vapor se unen en grandes gotas. La similitud del rayo con la electricidad desarrollada por una máquina eléctrica fue demostrada por Franklin en sus memorables experimentos con cometas.

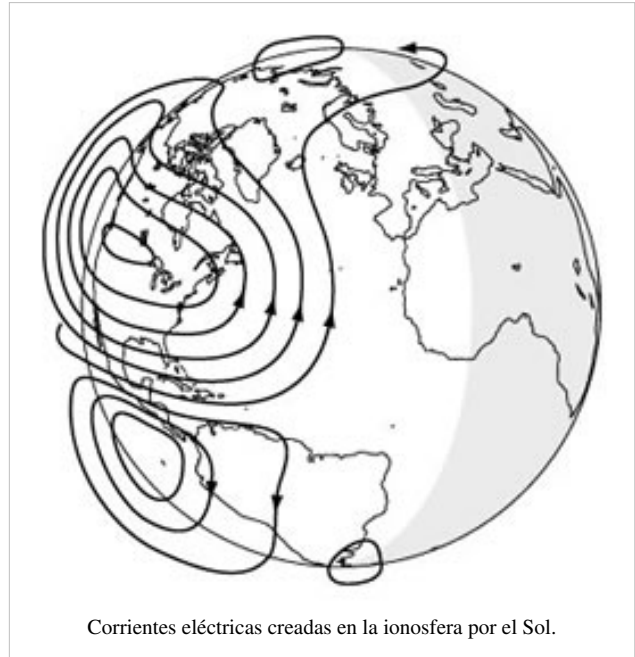


Relámpago de nube a tierra en el circuito eléctrico global de la atmósfera. Este es un ejemplo de plasma presente en la superficie de la Tierra. Normalmente, los relámpagos descargan sobre 30.000 amperios, hasta unos 100 millones de V s, y emiten luz, ondas de radio, rayos X, e incluso rayos gamma. Las temperaturas del plasma en un rayo pueden acercarse a los 28.000 kelvin y las densidades electrónicas pueden superar el $10^{24}/m^3$.

Espacio exterior y espacio cercano

En el espacio exterior, la magnetopausa fluye a lo largo de la frontera entre la región alrededor de un objeto astronómico (denominada "magnetosfera") y alrededor del plasma, en la que predominan los fenómenos eléctricos u organizados por este campo magnético. La Tierra está rodeada de una magnetosfera, así como los planetas magnetizados Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Mercurio está magnetizado, pero muy débilmente para atrapar el plasma. Marte tiene magnetización superficial irregular. La magnetosfera es el lugar donde la presión magnética hacia el exterior del campo magnético de la Tierra se ve compensada por el viento solar, un plasma. La mayoría de las partículas solares son desviadas a cada lado de la magnetopausa. Sin embargo, algunas partículas quedan atrapadas dentro del campo magnético de la Tierra y forman cinturones de radiación. El cinturón de radiación de Van Allen es un toro de partículas cargadas de energía (es decir, un plasma) alrededor de la Tierra, atrapadas por el campo magnético de la Tierra.

En altitudes superiores a las nubes, la electricidad atmosférica forma un continuo y diferenciado elemento (llamado Electrosfera) que rodea la Tierra. La capa Electrosfera (de decenas de kilómetros desde la superficie de la tierra a la ionosfera) tiene una alta conductividad eléctrica y está esencialmente a un potencial eléctrico constante. La ionosfera es el borde interior de la magnetosfera y es la parte de la atmósfera que está ionizada por la radiación solar. (La Fotoionización es un proceso físico en el que un fotón incide sobre un átomo, ion o molécula, dando lugar a la expulsión de uno o más electrones).



Corrientes eléctricas creadas en la ionosfera por el Sol.



Aurora Boreal vista sobre Canadá a 11,000m de altura.

Aurora Polar

La Tierra está constantemente inmersa en el viento solar, un flujo enrarecido de plasma caliente (gas de electrones libres e iones positivos) emitida por el Sol en todas direcciones, a consecuencia de los millones de grados de calor de la capa más externa del Sol, la Corona solar. El viento solar por lo general llega a la Tierra con una velocidad de unos 400 km/s, una densidad de alrededor de 5 iones/cc y una intensidad del campo magnético de alrededor de 2.5 nT (nanoteslas; el campo magnético de la superficie terrestre es típicamente de unos 30,000-50,000 nT). Estos son valores típicos. Durante las tormentas magnéticas en particular, los flujos pueden ser de varias veces más rápidos; el campo magnético interplanetario (FMI) también puede ser mucho más fuerte.

El FMI se origina en el Sol, relacionada con el campo de las manchas solares, y sus líneas de campo (líneas de fuerza) son arrastrados por el viento solar. Eso por sí solo tiende a alinearlos en la dirección Sol-Tierra, pero la rotación del Sol los distorsiona (en la Tierra) alrededor de 45 grados, de modo que las líneas de campo que pasan la Tierra pueden comenzar cerca del borde occidental (el "limbo") del sol visible.

Cuando el viento solar se perturba, transfiere fácilmente energía y material a la magnetosfera. Los electrones y los iones en la magnetosfera que está de este modo energizados se mueven a lo largo de las líneas del campo magnético hacia las regiones polares de la atmósfera.

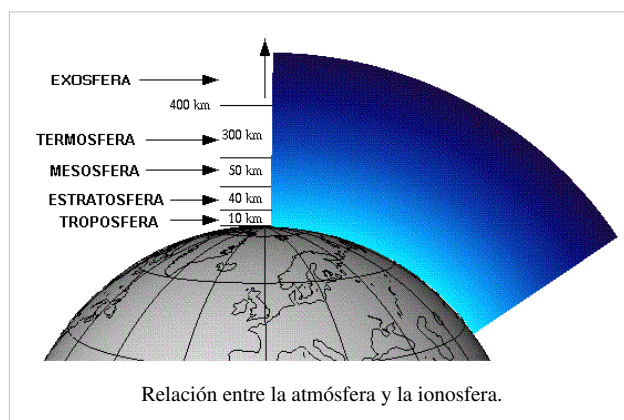
Cavidad ionosfera-Tierra

La diferencia de potencial entre el ionosfera y la de la Tierra se mantiene por la acción de bombeo de las descargas de los rayos de las tormentas. En la cavidad ionosfera-Tierra, el campo eléctrico y la conducción de la corriente en la atmósfera inferior están controladas principalmente por iones. Los iones tienen parámetros característicos tales como la movilidad, el tiempo de vida, y la tasa de generación que varían con la altitud.

El Resonancia Schumann es un conjunto de picos espectrales en la parte de ELF del espectro del campo electromagnético de la Tierra. La resonancia Schumann se debe a que el espacio entre la superficie de la Tierra y la ionosfera conductora actúa como una guía de ondas. Las reducidas dimensiones de la tierra causan que esta guía de ondas actúe como una cavidad resonante para las ondas electromagnéticas. La cavidad es, naturalmente, excitada por la energía de los rayos.

Capas de la atmósfera

La conductividad de la atmósfera aumenta exponencialmente con la altitud. Las amplitudes de los componentes eléctricos y magnéticos dependen de la estación del año, de la latitud, y de la altura sobre el nivel del mar. Al aumentar la altitud la electricidad atmosférica se hace más abundante. El exosfera es la capa más superficial de la atmósfera y se estima que ocupa de 500 a 1000 km sobre la superficie de la Tierra, y su límite superior en alrededor de 10.000 km. La termosfera (atmósfera superior) es la capa de la atmósfera de la Tierra que está directamente encima de



la mesosfera y directamente debajo de la exosfera. Dentro de esta capa, la radiación ultravioleta causa la ionización. Muchas teorías se han propuesto para explicar el fenómeno de la Aurora polar, pero se ha demostrado por experimentos que se debe a corrientes de electricidad positiva al pasar de las regiones más altas de la la atmósfera a la tierra.

La mesosfera (parte media de la atmósfera) es la capa de la atmósfera de la Tierra que está directamente sobre la estratosfera y directamente debajo de la termosfera. La mesosfera se encuentra a unos 50-80/85 km sobre la superficie de la Tierra. El estratosfera (parte media de la atmósfera) es una capa de la atmósfera terrestre que se estratifica por temperaturas y que se encuentra situada entre unos 10 y 50 km de altitud sobre la superficie a latitudes moderadas, mientras que en los polos empieza a unos 8 km de altitud . La estratosfera se encuentra directamente sobre la troposfera y directamente debajo de la mesosfera. La troposfera (parte inferior de la atmósfera) es la capa más densa de la atmósfera.

La capa límite planetaria (CLP), también conocida como la capa límite atmosférica (CLA), es la parte más baja de la atmósfera y su comportamiento está directamente influido por su contacto con la superficie planetaria. También se conoce como la "capa de intercambio".

Hay un gradiente de potencial a nivel del suelo, que corresponde a la carga negativa en y cerca de la superficie de la Tierra. Este gradiente de potencial negativo disminuye rápidamente a medida que aumenta la altitud. La mayor parte de este gradiente de potencial se encuentra en los primeros kilómetros. Por el contrario, el gradiente de potencial positivo aumenta rápidamente a medida que aumenta la altitud.

Tormentas eléctricas y rayos

Si se conoce la cantidad de agua que se condensa y, posteriormente, precipita de una nube, entonces se puede calcular la energía total de una tormenta. Por término medio, en una tormenta, la energía liberada asciende a cerca de 10.000.000 kilovatios-hora (3,6 ((e l 13)) joule), lo que es equivalente a unos 20 kilotones. Una gran tormenta eléctrica podría llegar a tener de 10 a 100 veces más energía.

Como se forman inicialmente los rayos sigue siendo un tema de debate: Los científicos han estudiado causas que van desde las perturbaciones atmosféricas (viento, humedad y presión atmosférica) al impacto del viento solar y a la acumulación de partículas solares cargadas. El hielo en el interior de una nube se piensa que es un elemento clave en el desarrollo de los rayos, y puede causar una separación forzosa de las cargas positivas y negativas dentro de la nube, ayudando así a la formación del rayo.

Un relámpago medio transporta una corriente eléctrica negativa de 40 kiloamperios (kA) (aunque para algunos relámpagos puede ser de hasta 120 kA), y las transferencias de carga de 5 coulombios y 500 MJ, o la energía suficiente para alimentar a una bombilla de 100 vatios durante dos meses. La tensión depende del relámpago, con una ruptura dieléctrico del aire de tres millones de voltios por metro, esto supone aproximadamente un gigavoltio (mil millones de voltios) para un relámpago de 300 m. Con una corriente eléctrica de 100 kA, esto supone una potencia de 100 teravatios. Sin embargo, el desarrollo del rayo principal no es una simple cuestión de ruptura dieléctrica, y los campos eléctricos del ambiente requeridos para la propagación del rayo principal puede ser algunos órdenes de magnitud menor que la fuerza de ruptura dieléctrica. Además, el gradiente de potencial dentro de un canal de regreso bien desarrollado es del orden de cientos de voltios por metro o menor debido a la intensa ionización del canal, resultando en una potencia verdadera del orden de megavatios por metro para una corriente de retorno vigorosa de unos 100 kA.



Secuencia de un rayo(Duración: 0.32 seconds)

Electrificación en el aire

La Electrostática consiste en la acumulación de carga en la superficie de los objetos debido al contacto con otras superficies. A pesar de que el intercambio de carga ocurre siempre que dos superficies contactan y se separan, los efectos del intercambio de carga en general sólo se nota cuando al menos una de las superficies tiene una alta resistencia a la corriente eléctrica. Esto se debe a las cargas que se transfieren hacia o desde la superficie de alta resistencia, son más o menos atrapados allí durante un tiempo suficientemente largo para que sus efectos se observen. Estas cargas permanecen entonces en el objeto hasta que sean descargadas a tierra o sean rápidamente neutralizadas por una descarga: por ejemplo, el familiar fenómeno de la 'chispa' estática es causada por la neutralización de la carga acumulada en el cuerpo en contacto con superficies no conductoras .

El "Fuego de San Telmo" es un fenómeno eléctrico en el que se crea un plasma luminoso por una descarga en corona procedente de un objeto con conexión a tierra. El rayo en bola es a menudo erróneamente identificado como fuego de San Telmo. Son fenómenos separados y distintos. Aunque se denomina "fuego", el Fuego de San Telmo es, de hecho, un plasma. El Fuego de San Telmo es otra fase de la electricidad atmosférica a ser considerada en este contexto. Es también conocido como fuego de San Elías, de Santa Clara, de San Nicolás y [[fuego de Helena | de Helena]]. El fenómeno se observa, por lo general durante una tormenta, en las copas de los árboles, torres, etc, o en las cabezas de los animales, como un cepillo o estrella de luz.

El campo eléctrico alrededor del objeto en cuestión causa la ionización de las moléculas de aire, produciendo un débil resplandor visible en condiciones de poca luz. Se requieren aproximadamente 1.000 - 30.000 kV por

centímetro para inducir St. Elmo's Fire, sin embargo, este número depende mucho de la geometría del objeto en cuestión. Las puntas tienden a exigir menores niveles de voltaje para producir el mismo resultado ya que los campos eléctricos están más concentradas en las zonas de alta curvatura, por lo que las descargas son más intensas en el extremo de los objetos con puntas. El fuego de San Telmo y las chispas normales pueden aparecer cuando un voltaje eléctrico alto afecta a un gas. El fuego de San Telmo se observa durante las tormentas eléctricas, cuando el suelo debajo de la tormenta está eléctricamente cargado, y hay un alto voltaje en el aire entre la nube y el suelo. Las lágrimas de tensión apartan las moléculas de aire y el gas comienza a brillar. El nitrógeno y el oxígeno en la atmósfera terrestre hace que el fuego de San Telmo flurezca con luz azul o violeta; lo que es similar al mecanismo que hace brillar las luces de neón.

Investigación

Para detectar la presencia de la electricidad libre en el aire, una varilla puntiaguada de metal se levantó en el aire varios metros y se conectó su extremo inferior con un electroscopio de láminas de oro. Cuando esta varilla se proyecta en el aire unos pocos metros de las hojas divergen. Las cometas y los globos se han utilizado también para detectar y, por así decir, descargar la electricidad libre del aire. El origen de la electricidad atmosférica es aún desconocido. Algunos físicos la han atribuido a la fricción del aire con el suelo, otros a la oxidación gradual de la vida vegetal y animal, otros de nuevo a la evaporación, a la inducción del sol, y las diferencias de temperatura.

Baja altitud

Para comprobar el estado eléctrico de la atmósfera cerca de la superficie de la tierra, es suficiente el electrómetro de Volta. Un electrómetro es un instrumento que sirve para indicar y medir la electricidad. El que acabamos de mencionar se compone de un tarro de cristal, coronado por una varilla metálica puntiaguada, y en el extremo inferior de la varilla, que entra en el tarro, están unidas débilmente dos finas láminas. La varilla puntiaguada, recoge la electricidad del aire, los dos láminas quedan entonces igualmente electrificadas y se repelen una de otra, la amplitud de la divergencia, mide la intensidad del fluido.

Alta altitud

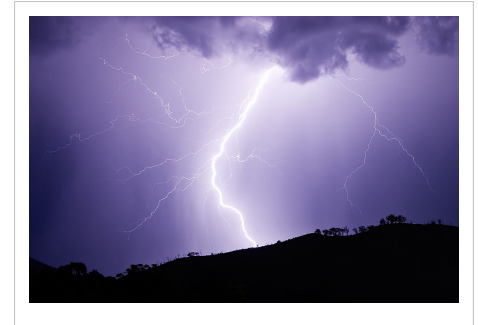
Los experimentos se realizan en las regiones más altas de la atmósfera con la ayuda de cometas y globos. La cadena de la cometa debe ser de un conductor fino, a fin de transmitir la electricidad desde el cielo, y también debe estar aislado, uniendo el extremo inferior, a un cordón de seda o una columna de vidrio. Pequeños globos estacionarios se emplean a veces, cuyas cadenas son acondicionadas y cerradas de la misma forma. Ocasionalmente los meteorólogos ascienden en globos a fin de hacer observaciones.

Rayo

Un cohete de rayos consiste en un lanzador de cohetes que está en comunicación con un dispositivo de detección que mide la presencia de los cambios electrostáticos y iónicos en las proximidades del lanzador de cohetes que también dispara el cohete lanzador. Este sistema está diseñado para controlar el tiempo y la ubicación de un rayo.

Rayo

El **rayo** es una poderosa descarga electrostática natural producida durante una tormenta eléctrica; generando un "pulso electromagnético". La descarga eléctrica precipitada del rayo es acompañada por la emisión de luz (el relámpago), causada por el paso de corriente eléctrica que ioniza las moléculas de aire, y por el sonido del trueno, desarrollado por la onda de choque. La electricidad (corriente eléctrica) que pasa a través de la atmósfera caliente y expande rápidamente el aire, produciendo el ruido característico del rayo; es decir, el trueno.



Generalmente, los rayos son producidos por partículas positivas por la tierra y negativas a partir de nubes de desarrollo vertical llamadas cumulonimbos. Cuando un cumulonimbo alcanza la tropopausa, las cargas positivas de la nube atraen a las cargas negativas, causando un relámpago o rayo. Esto produce un efecto de ida y vuelta; se refiere a que al subir las partículas instantáneamente regresan causando la visión de que los rayos bajan.

La disciplina que, dentro de la meteorología, estudia todo lo relacionado con los rayos se denomina ceraunología.

Formación del rayo

Cómo se inicia la descarga eléctrica sigue siendo un tema de debate.^[1] Los científicos han estudiado las causas fundamentales, que van desde las perturbaciones atmosféricas (viento, humedad y presión) hasta los efectos del viento solar y a la acumulación de partículas solares cargadas. Se cree que el hielo es el elemento clave en el desarrollo, propiciando una separación de las cargas positivas y negativas dentro de la nube.

El rayo no puede producirse en la nubes de cenizas de las erupciones volcánicas, o puede ser causado por violentos incendios forestales que generen polvo capaz de crear carga estática.



de la Madre Naturaleza. Este fenómeno es capaz de producir 1.176.000 relámpagos por año, produciendo el 10% de la capa de ozono del planeta.

Formación de líderes y el impacto de retorno



Ilustración de una corriente negativa (azul) encontrándose con su contraparte positiva (rojo) y formando el impacto de retorno. Haz clic para ver la animación.

En una nube de tormenta, una carga eléctrica igual pero opuesta a la carga de la base de la nube se induce en la tierra por debajo de la nube. El suelo con carga inducida sigue el movimiento de la nube manteniéndose por debajo de esta.

La descarga inicial bipolar, o ruta de aire ionizado, empieza con una combinación de agua con carga negativa y una región de hielo en la nube de tormenta. Los canales de descarga ionizados son conocidos como *líderes de paso*, la mayoría de los líderes superan los 45 metros de longitud. Los líderes cargados positiva y negativamente avanzan en direcciones opuestas. Los cargados negativamente avanzan hacia abajo en una serie de saltos rápidos (pasos). A medida que continúa el descenso, los *líderes de paso* pueden ramificarse en varios caminos.

La progresión de los *líderes de paso* toma un tiempo relativamente largo en llegar al suelo (cientos de milisegundos). Esta fase inicial necesita de una relativamente pequeña corriente eléctrica (decenas o cientos de amperios siendo esta casi invisible cuando se compara con el canal de rayos posterior).

Cuando un *líder de paso* alcanza el suelo, la presencia de cargas opuestas en el suelo mejora la potencia del campo eléctrico. El campo eléctrico es más fuerte en objetos en contacto con el suelo cuyas partes más altas están cercanos a la base de la nube de tormenta, como árboles o edificios altos. Si el campo eléctrico es lo suficientemente fuerte, una descarga electrostática (denominada corriente positiva) puede desarrollarse a partir de estas condiciones. Esta fue teorizada por Heinz Kasemir.

A medida que el campo eléctrico aumenta, la corriente positiva puede convertirse en un líder más grande y caliente que el actual y finalmente llegar al *líder de paso* que desciende desde la nube. Es también posible que muchas corrientes se desarrollen a través de diferentes objetos simultáneamente, con solo uno haciendo contacto con el líder y formando la trayectoria de la descarga principal. Se han tomado fotografías de este proceso aún cuando ambas corrientes no estaban aún conectadas.

Una vez que el canal de aire ionizado se establece entre la nube y el suelo, se convierte en una *ruta de menos resistencia eléctrica* y permite que una mayor corriente sea propagada desde el suelo para luego regresar al líder de la nube. Este es el *impacto de retorno* y es el que más intensidad luminosa posee siendo una de las partes más notables de la descarga del rayo. Además es una liberación de energía.



Secuencia del relámpago, dura 0,32 s

Tipos de rayos

Algunos rayos presentan características particulares; los científicos y el público en general han dado nombres a estos diferentes tipos de rayos. El rayo que se observa más comúnmente es el rayo *streak*. Esto no es más que el trazo de retorno, la parte visible del trazo del rayo. La mayoría de los trazos se producen dentro de una nube, por lo que no vemos la mayoría de los trazos individuales de retorno durante una tormenta.

Rayo nube a tierra

Es el más conocido y el segundo tipo más común. De todos los tipos de rayos, éste representa la mayor amenaza para la vida y la propiedad, puesto que impacta contra la tierra. El rayo nube a tierra es una descarga entre una nube cumulonimbus y la tierra. Comienza con un trazo inicial que se mueve desde la nube hacia abajo.

Rayo perla

El Rayo perla es un tipo de rayo de nube a tierra que parece romper en una cadena de secciones cortas, brillantes, que duran más que una descarga habitual. Es relativamente raro. Se han propuesto varias teorías para explicarlo; una es que el observador ve porciones del final de canal de relámpago, y que estas partes parecen especialmente brillantes. Otra es que, en el rayo cordón, el ancho del canal varía; como el canal de relámpago se enfría y se desvanece, las secciones más amplias se enfrían más lentamente y permanecen aún visibles, pareciendo una *cadena de perlas* y raramente se elevan en el cielo espacionado una luz a lo largo del rayo .^{[13] [14]}

Rayo *Staccato*

Rayo *Staccato* es un rayo de nube a tierra, con un trazo de corta duración que aparece como un único flash muy brillante y a menudo tiene ramificaciones considerables.

Rayo bifurcado

Rayo bifurcado es un nombre, no uso formal, para rayos de nube a tierra que exhiben la ramificación de su ruta.

Rayo tierra a nube

El rayo tierra a nube es una descarga entre la tierra y una nube cumulonimbus, que es iniciado por un trazo inicial ascendente, es mucho más raro que el rayo nube a tierra. Éste tipo de rayo se forma cuando iones cargados negativamente, se elevan desde el suelo y se encuentran con iones cargados positivamente en una nube cumulonimbus. Entonces el rayo vuelve a tierra como trazo de retorno.



Rayo de nube a tierra

Rayo nube a nube

Este tipo de rayos pueden producirse entre las zonas de nube que no estén en contacto con el suelo. Cuando ocurre entre dos nubes separadas; es llamado *rayo inter-nube* y cuando se produce entre zonas de diferente potencial eléctrico, dentro de una sola nube, se denomina *rayo intra-nube*. El rayo Intra-nube es el tipo que ocurre con más frecuencia.



Impactos del rayo



Sabina hendida por un rayo.



Múltiples rutas de un rayo nube a nube, Swifts Creek, Australia



Cloud-to-cloud lightning, Victoria, Australia