



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ANIMACIONES VIRTUALES 3D DE ELECTROMAGNETISMO

Marcos H. Giménez Valentín
Alberto López Castellón
Juan Antonio Monsoriu Serra

EDITORIAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DEL DISEÑO

ISBN: 978-84-09-01655-6

ÍNDICE

Introducción	5
Guía de Utilización	7
Electrostática	9
Condensadores	17
Electrocinética	21
Campo Magnético	25
Inducción Electromagnética . .	31
Corriente Alterna	35

INTRODUCCIÓN

En los últimos años hemos comprobado cómo las herramientas multimedia han ido cobrando cada vez más importancia como complemento y ayuda en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Estas herramientas facilitan en gran medida la labor de los docentes para hacer llegar a los estudiantes los conceptos de las diferentes materias. En concreto, los entornos virtuales tridimensionales son una herramienta didáctica que ofrece grandes ventajas para poder comprender diferentes fenómenos físicos.

Gracias a los entornos 3D podemos representar estos fenómenos físicos simulando su comportamiento y viéndolo desde una posición más ventajosa en cada momento.

En este documento en formato PDF interactivo vamos a tratar conceptos básicos del electromagnetismo presentes en diversas asignaturas de la mayoría de las ingenierías.

GUÍA DE UTILIZACIÓN

Este PDF interactivo está estructurado en seis temas diferenciados por unas guías de diferentes colores en el borde de cada página y en su interior se indica el tema al que corresponde y el número de página del documento.

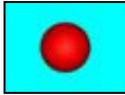
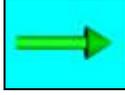
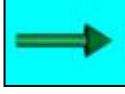
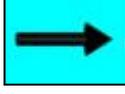
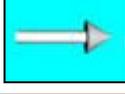
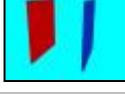
Cada tema está compuesto por una serie de cuadros grises en cuyo interior podemos ver el título del vídeo, un fotograma del propio vídeo para que éste sea fácilmente identificable, y una breve descripción del mismo.

Para visualizar la animación hay que pinchar sobre la región en la que está la imagen del fotograma.

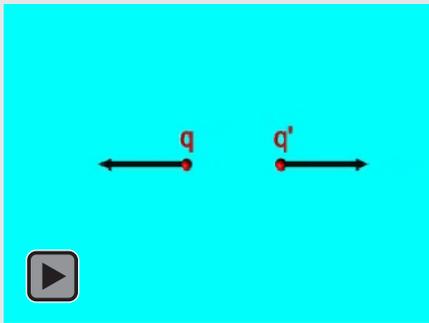
En la realización del documento se ha tenido en cuenta la posibilidad de su uso no interactivo, lo que permite que su transferencia a papel sea igualmente útil.

ELECTROSTÁTICA

SIMBOLOGÍA

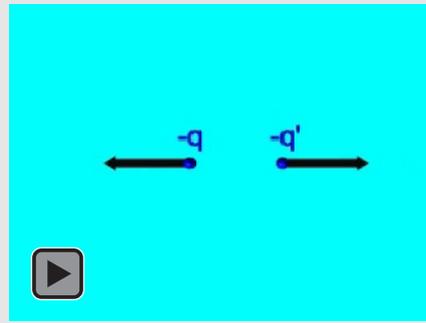
	Carga positiva
	Carga negativa
	Campo eléctrico total
	Componente del campo eléctrico
	Fuerza
	Vector diferencial de superficie
	Placas cargadas

Coulomb_1



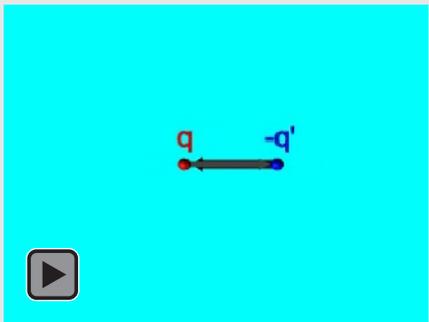
Fuerza de repulsión entre dos cargas positivas en función de su valor y de la distancia entre ellas.

Coulomb_2



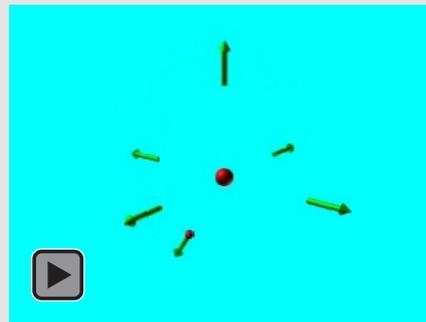
Fuerza de repulsión entre dos cargas negativas en función de su valor y de la distancia entre ellas.

Coulomb_3



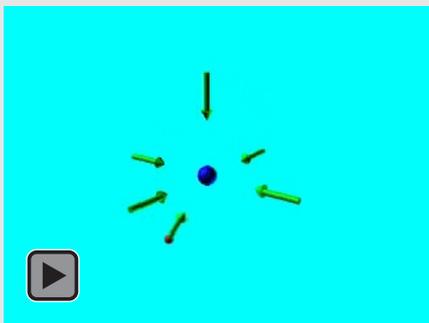
Fuerza de atracción entre dos cargas de signo opuesto en función de su valor y de la distancia entre ellas.

CampoE_1



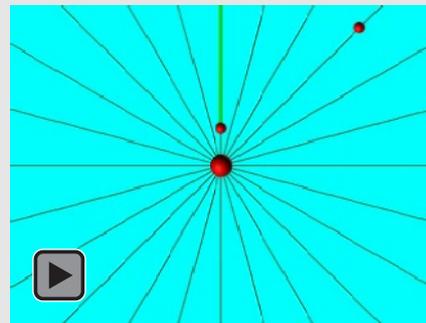
Campo eléctrico creado en diferentes puntos del espacio por una carga positiva.

CampoE_2



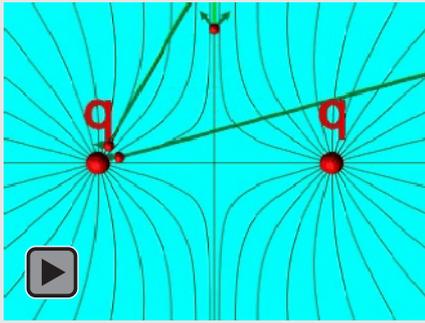
Campo eléctrico creado en diferentes puntos del espacio por una carga negativa.

Lineas_1



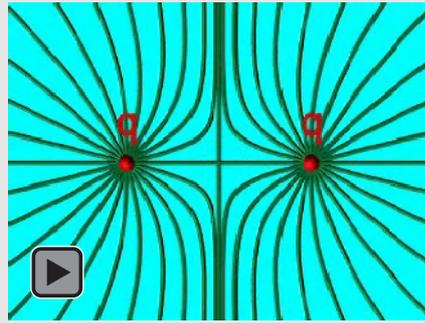
Distribución de las líneas del campo eléctrico creado por una carga positiva. Se muestra como varía el campo eléctrico a lo largo de algunas líneas de campo.

Lineas_2



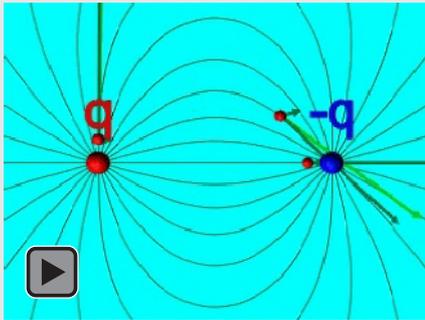
Distribución de las líneas del campo eléctrico creado por dos cargas positivas idénticas. Se muestra como varía el campo creado por cada una de las cargas y el campo total a lo largo de algunas líneas de campo.

Lineas_3



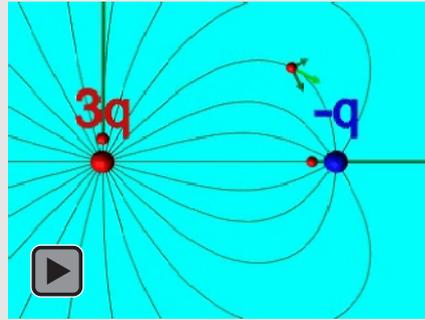
Vista alejada de las líneas mostradas en la animación *Lineas_2*. Con ello se puede observar que a grandes distancias las líneas de campo tienden a configurarse como las de una carga puntual.

Lineas_4



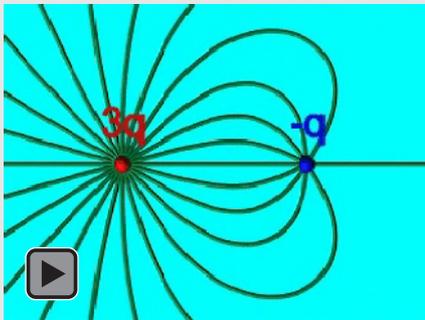
Distribución de las líneas del campo eléctrico creado por dos cargas idénticas pero de signo opuesto. Se muestra como varía el campo creado por cada una de las cargas y el campo total a lo largo de algunas líneas de campo.

Lineas_5



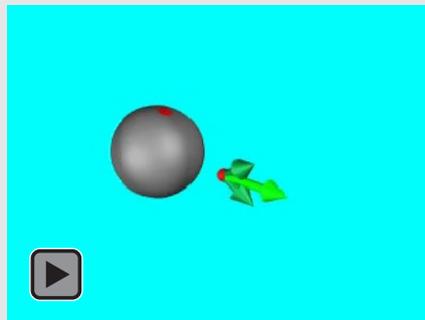
Distribución de las líneas del campo eléctrico creado por dos cargas de distinto signo y valor. Se muestra como varía el campo creado por cada una de las cargas y el campo total a lo largo de algunas líneas de campo.

Lineas_6



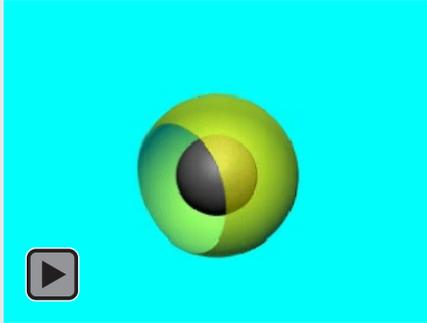
Vista alejada de las líneas mostradas en la animación *Lineas_5*. Con ello se puede observar que a grandes distancias las líneas de campo tienden a configurarse como las de una carga puntual.

GaussE_1



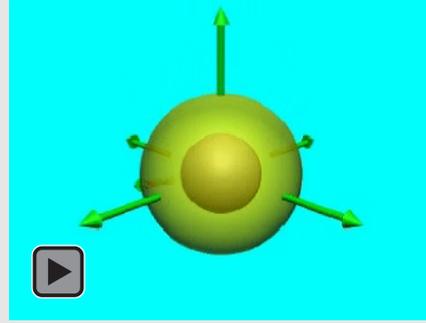
Demostración de la dirección y el sentido del campo eléctrico creado por una esfera conductora. Se muestra el campo creado por dos elementos de carga superficiales simétricos y el campo eléctrico total que crean.

GaussE_2



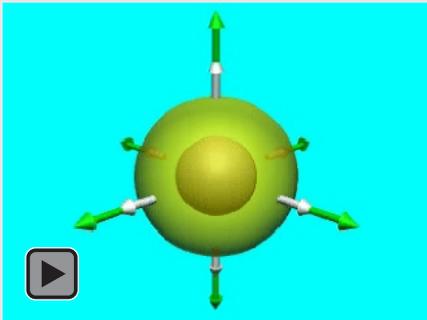
Superficie esférica exterior concéntrica a un conductor esférico sobre la que se aplicará el teorema de Gauss.

GaussE_3



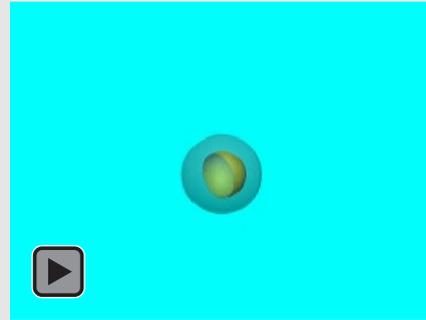
Campo eléctrico sobre la superficie esférica mostrada en la animación *GaussE_2*.

GaussE_4



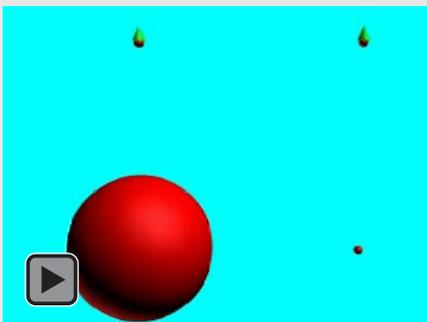
Vector diferencial de superficie en los puntos sobre la superficie esférica en los que se mostraba el campo eléctrico en la animación *GaussE_3*.

GaussE_5



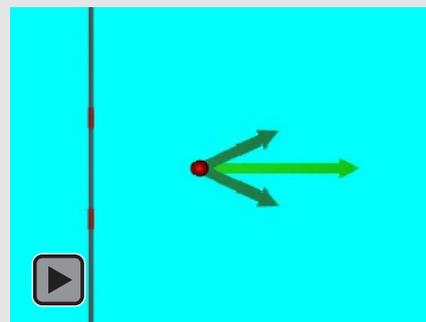
Superficie esférica interior concéntrica a un conductor esférico sobre la que se aplicara el teorema de Gauss.

Comparacion_1



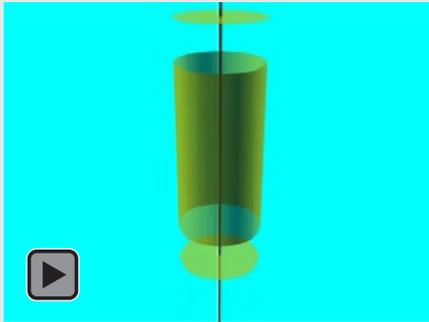
Comparación de los campos eléctricos creados por una carga puntual y una esfera conductora de la misma carga.

GaussH_1



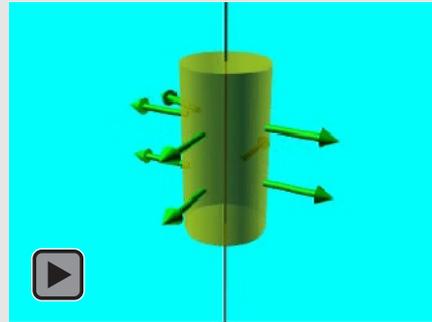
Demostración de la dirección y el sentido del campo eléctrico creado por un hilo conductor infinito. Se muestra el campo creado por dos elementos de carga lineales simétricos y el campo eléctrico total que crean.

GaussH_2



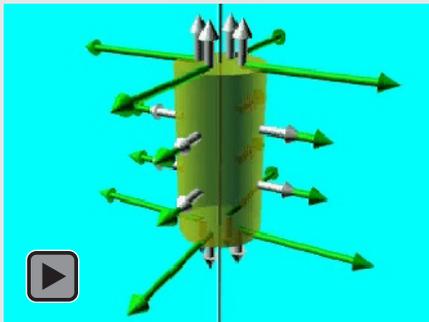
Superficie de un cilindro coaxial a un hilo conductor infinito sobre la que se aplicará el teorema de Gauss.

GaussH_3



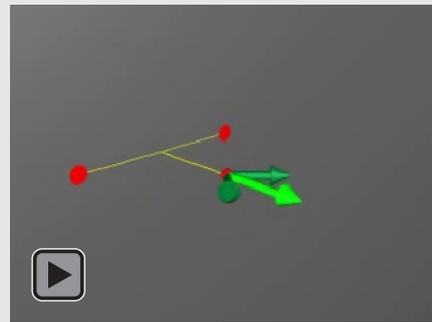
Campo eléctrico sobre la superficie mostrada en la animación *GaussH_2*.

GaussH_4



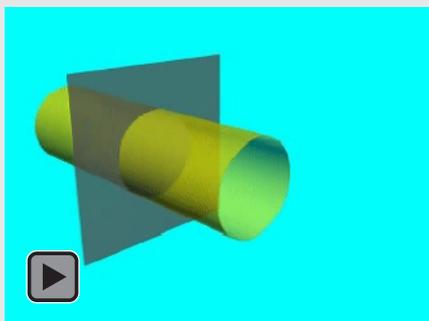
Vector diferencial de superficie en los puntos sobre la superficie en los que se mostraba el campo eléctrico en la animación *GaussH_3*.

GaussS_1



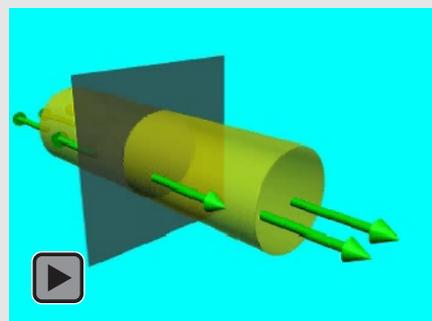
Demostración de la dirección y el sentido del campo eléctrico creado por una superficie plana conductora infinita. Se muestra el campo creado por dos elementos de carga superficiales simétricos y el campo eléctrico total que crean.

GaussS_2



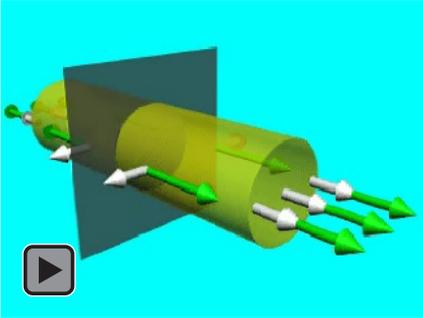
Superficie de un cilindro de eje perpendicular al plano conductor sobre la que se aplicará el teorema de Gauss.

GaussS_3



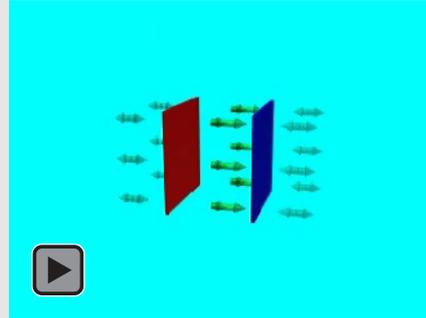
Campo eléctrico sobre la superficie mostrada en la animación *GaussS_2*.

GaussS_4



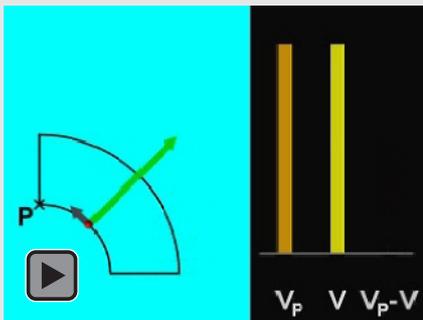
Vector diferencial de superficie en los puntos sobre la superficie en los que se mostraba el campo eléctrico en la animación *GaussS_3*.

Placas



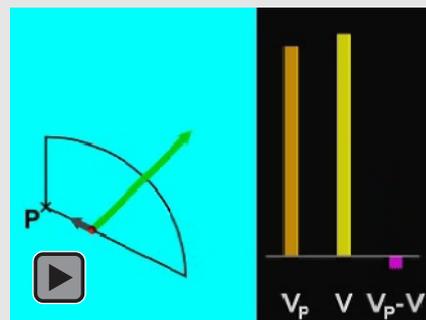
Campo eléctrico creado por dos placas conductoras idénticas pero de signo opuesto. Se muestra el campo creado por cada una de las placas y el campo total del conjunto.

Potencial_1



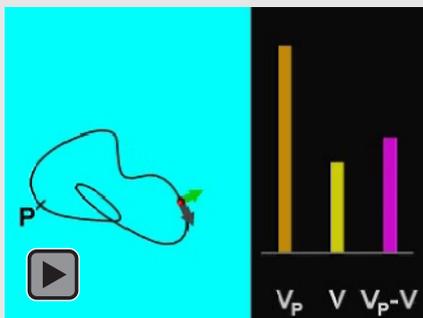
Variación del potencial eléctrico creado por una carga puntual a lo largo de una trayectoria cerrada.

Potencial_2



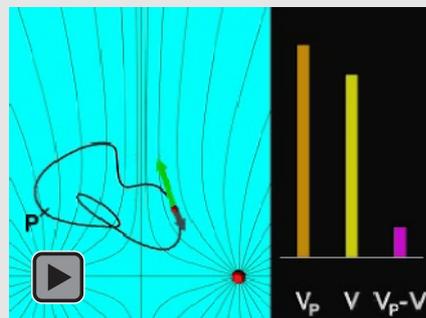
Variación del potencial eléctrico creado por una carga puntual a lo largo de una trayectoria cerrada.

Potencial_3



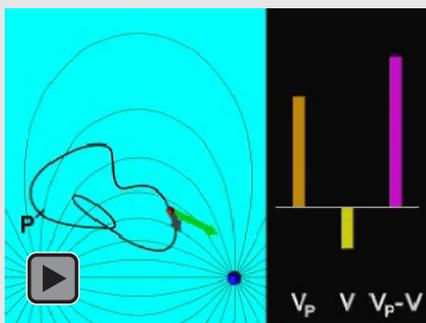
Variación del potencial eléctrico creado por una carga puntual a lo largo de una trayectoria cerrada.

Potencial_4



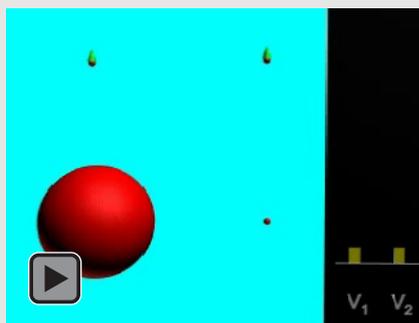
Variación del potencial eléctrico creado por dos cargas puntuales idénticas a lo largo de una trayectoria cerrada. Adicionalmente se muestra la distribución de las líneas de campo.

Potencial_5



Variación del potencial eléctrico creado por dos cargas puntuales idénticas pero de signo opuesto a lo largo de una trayectoria cerrada. Adicionalmente se muestra la distribución de las líneas de campo.

Comparacion_2



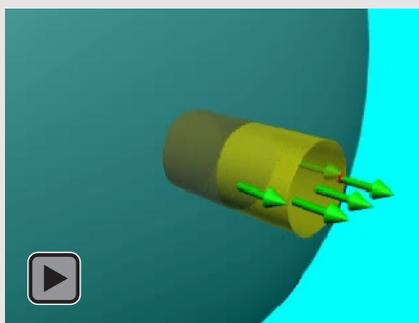
Comparación de los potenciales eléctricos creados por una carga puntual y por una esfera conductora de la misma carga.

GaussC_1



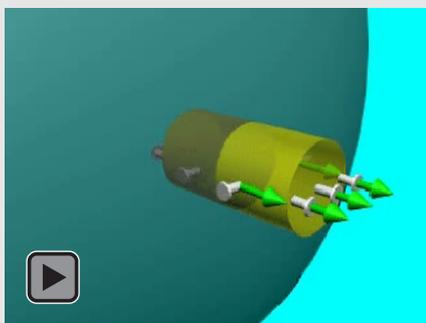
Superficie de un cilindro de eje perpendicular al plano tangente en un punto de la superficie de un conductor sobre la que se aplicará el teorema de Gauss para determinar el campo eléctrico en sus proximidades.

GaussC_2



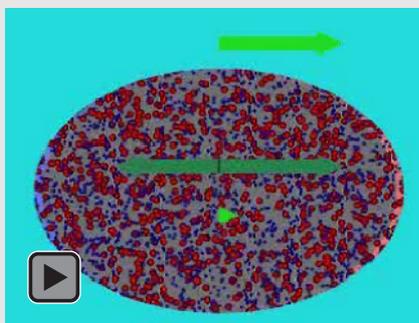
Campo eléctrico sobre la superficie mostrada en la animación *GaussC_1*.

GaussC_3



Vector diferencial de superficie en los puntos sobre la superficie en los que se mostraba el campo eléctrico en la animación *GaussC_2*.

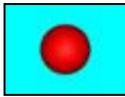
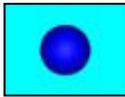
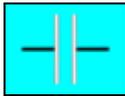
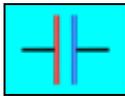
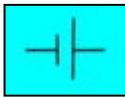
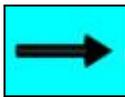
Conductor



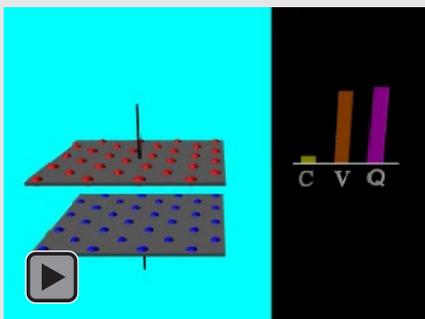
Desplazamiento de cargas en el interior de un conductor como consecuencia primero de la aplicación de un campo eléctrico externo, y después por el cese del mismo.

CONDENSADORES

SIMBOLOGÍA

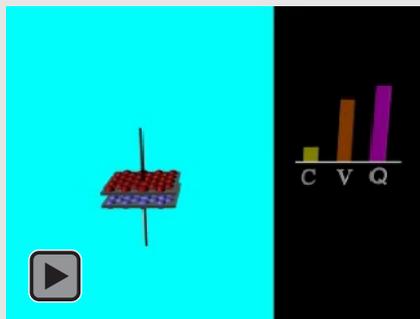
	Carga positiva
	Carga negativa
	Condensador
	Condensador cargado
	Fuente de corriente continua
	Fuerza

Condensador_1.avi



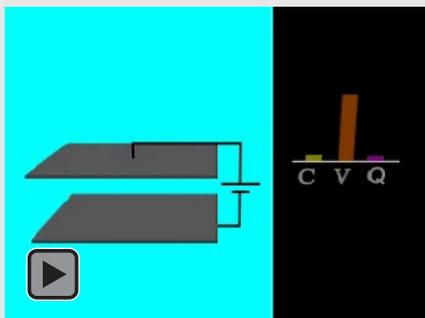
Variación de la capacidad y de la diferencia de potencial a carga constante en un condensador plano al modificar la distancia entre placas.

Condensador_2.avi



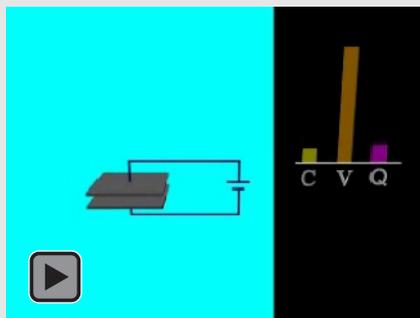
Variación de la capacidad y de la diferencia de potencial a carga constante en un condensador plano al modificar la superficie de las placas.

Condensador_3.avi



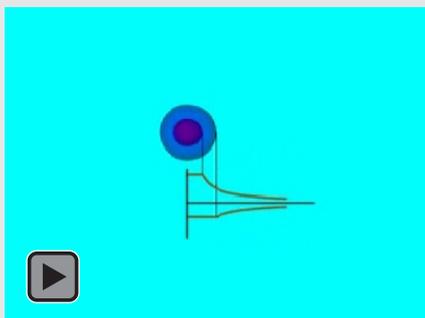
Variación de la capacidad y de la carga a diferencia de potencial constante en un condensador plano al modificar la distancia entre placas.

Condensador_4.avi



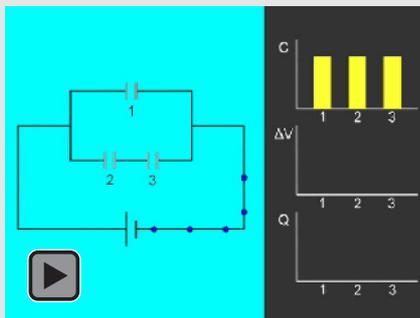
Variación de la capacidad y de la carga a diferencia de potencial constante en un condensador plano al modificar la superficie de las placas.

C_Esferico.avi



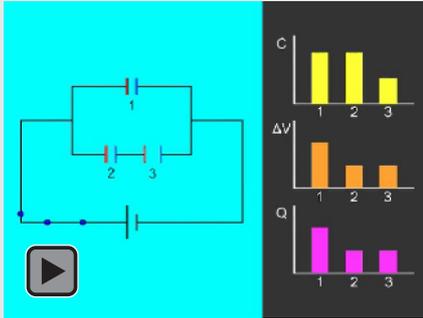
Potencial creado por un condensador esférico. Se muestra como superposición de los potenciales creados por las dos superficies esféricas de igual carga y signo opuesto que lo componen.

Asociacion_1.avi



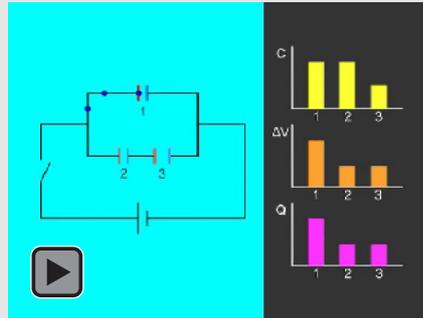
Proceso de carga de la asociación de tres condensadores de capacidades idénticas.

Asociacion_2.avi



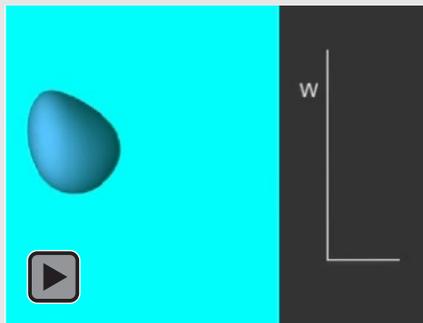
Transferencia de carga en la asociación de la animación *Asociacion_1* al duplicar la distancia entre placas de uno de ellos y manteniendo la fuente de tensión conectada.

Asociacion_3.avi



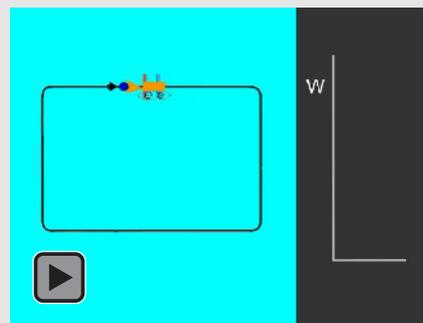
Transferencia de carga en la asociación de la animación *Asociacion_1* al duplicar la distancia entre placas de uno de ellos tras desconectar previamente la fuente de tensión.

Energia_Conductor.avi



Energía de un conductor como suma de los trabajos necesarios para los sucesivos incrementos de carga.

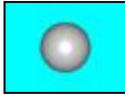
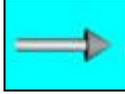
Energia_Condensador.avi

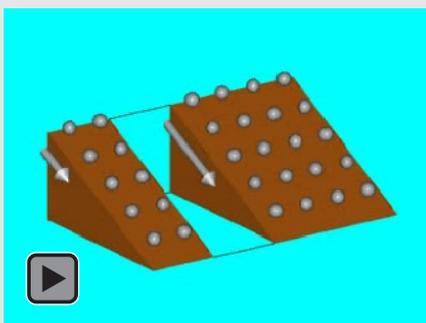


Energía de un condensador como suma de los trabajos necesarios para los sucesivos incrementos de carga.

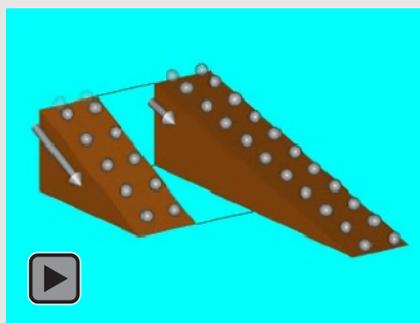
ELECTRODINÁMICA

SIMBOLOGÍA

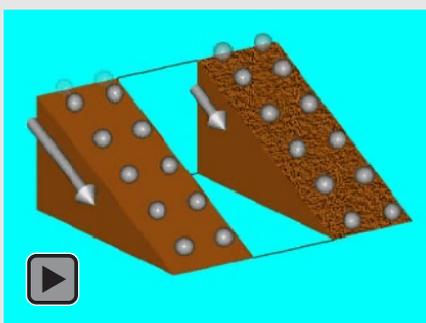
	Carga
	Intensidad de corriente
	Diferencia de potencial
	Sección
	Longitud
	Resistividad

Ohm_1.avi

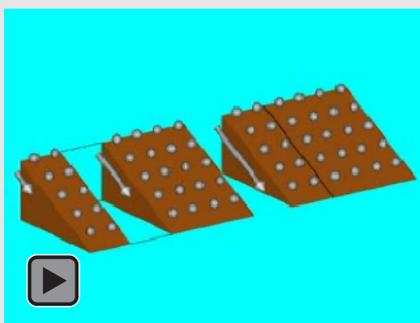
Analogía mecánica de la intensidad que circula por dos conductores de igual longitud y resistividad pero diferente sección (una el doble que la otra), cuando se les aplica la misma diferencia de potencial.

Ohm_2.avi

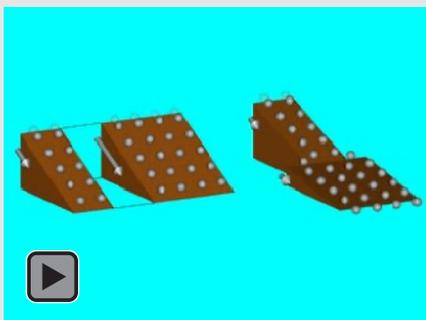
Analogía mecánica de la intensidad que circula por dos conductores de igual sección y resistividad pero diferente longitud (una el doble que la otra), cuando se les aplica la misma diferencia de potencial.

Ohm_3.avi

Analogía mecánica de la intensidad que circula por dos conductores de igual sección y longitud pero diferente resistividad (una el doble que la otra), cuando se les aplica la misma diferencia de potencial.

Paralelo.avi

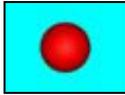
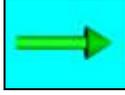
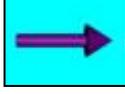
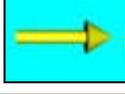
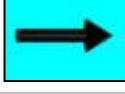
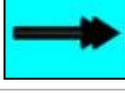
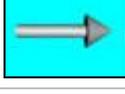
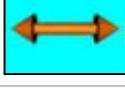
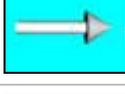
Analogía mecánica de la intensidad que circula por la asociación en paralelo de los dos conductores mostrados en la animación *Ohm_1* cuando se les aplica la misma diferencia de potencial.

Serie.avi

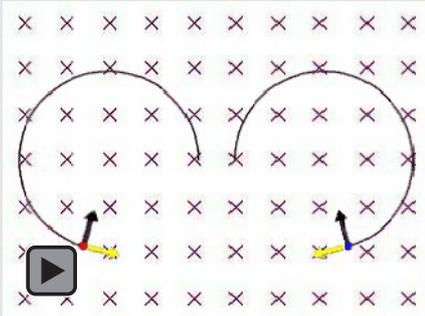
Analogía mecánica de la intensidad que circula por la asociación en serie de los dos conductores mostrados en la animación *Ohm_1* cuando se les aplica la misma diferencia de potencial.

CAMPO MAGNÉTICO

SIMBOLOGÍA

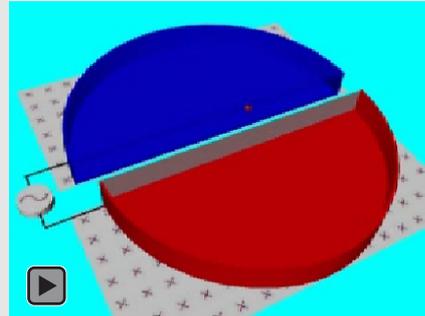
	Carga positiva
	Carga negativa
	Campo eléctrico
	Campo magnético
	Campo magnético hacia dentro
	Velocidad
	Fuerza
	Momento de fuerzas
	Intensidad de corriente
	Diferencia de potencial
	Vector diferencial de longitud Vector diferencial superficie
	Fuente de corriente alterna

Trayectoria.avi



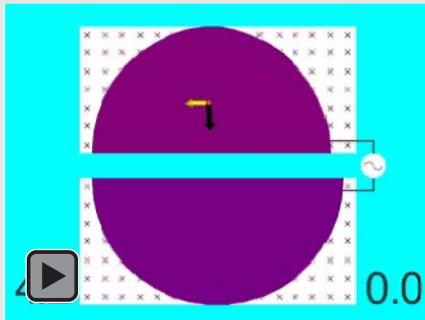
Trayectorias que siguen una carga positiva y una negativa, ambas con velocidad inicial perpendicular a un campo magnético uniforme.

Ciclotron_1.avi



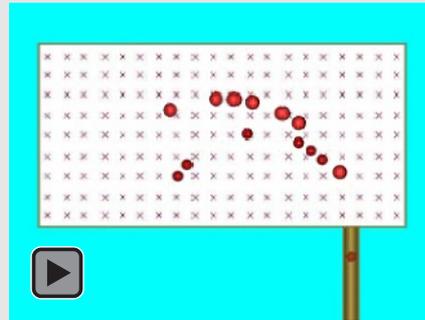
Movimiento de una carga positiva en un ciclotrón.

Ciclotron_2.avi



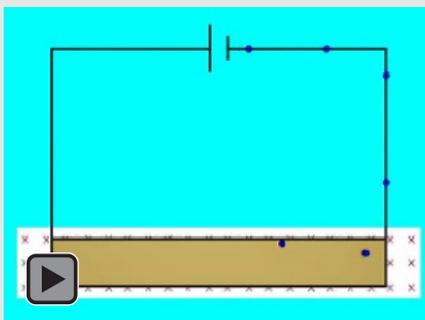
Representación vectorial de la velocidad y las fuerzas electromagnéticas que actúan sobre una partícula positiva en el interior de un ciclotrón. Se muestran el campo magnético uniforme y el campo eléctrico alterno.

Espectrografo.avi



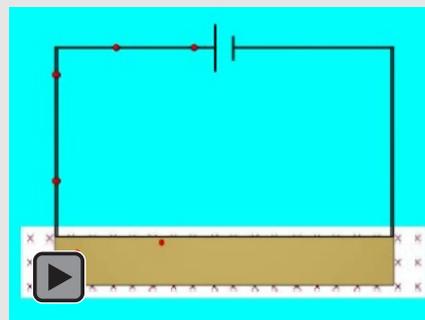
Trayectoria descrita por iones de diferentes isótopos de un mismo elemento químico (cargas iguales, masas diferentes), en el interior de un espectrógrafo de masas.

Hall_1.avi



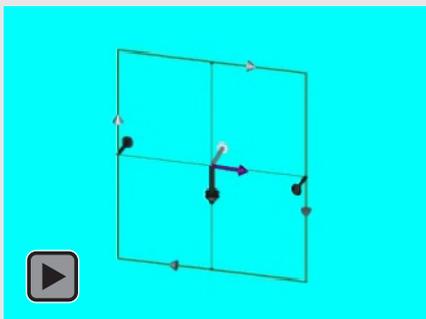
Efecto Hall sobre una corriente eléctrica de cargas negativas en un conductor sometido a un campo magnético dando lugar a una diferencia de potencial entre sus caras.

Hall_2.avi



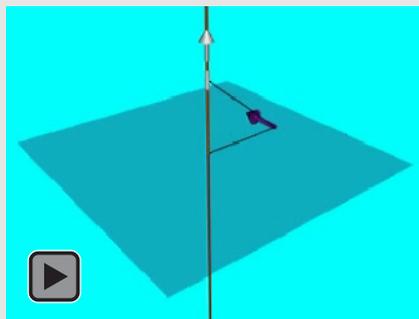
Efecto Hall sobre una corriente eléctrica de cargas positivas en un conductor sometido a un campo magnético dando lugar a una diferencia de potencial entre sus caras.

Momento.avi



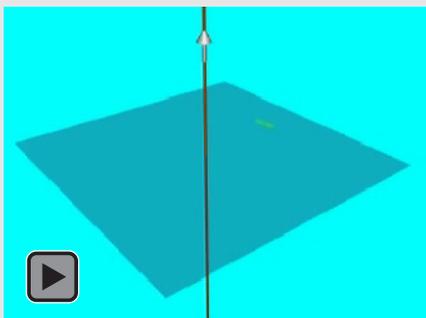
Momento de fuerzas debido a la acción de un campo magnético uniforme sobre un circuito plano.

AmpereHD_1.avi



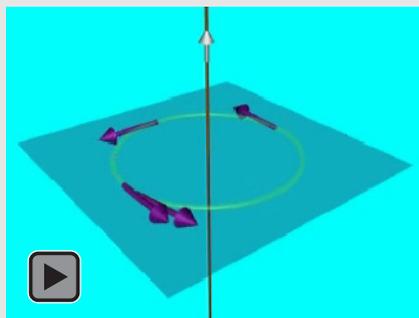
Demostración de la dirección y el sentido del campo magnético creado por un hilo conductor rectilíneo por el que circula una corriente.

AmpereHD_2.avi



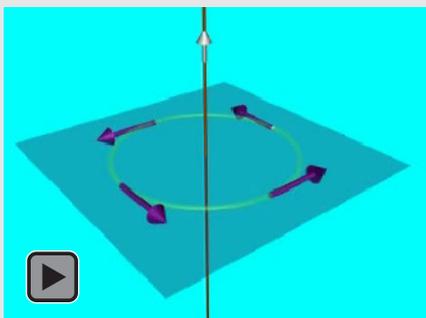
Circunferencia sobre la que se calculara la circulación del campo magnético al aplicar el teorema de Ampere a un hilo conductor rectilíneo por el que circula una corriente eléctrica.

AmpereHD_3.avi



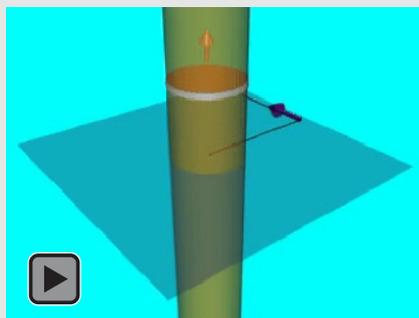
Campo magnético sobre la circunferencia mostrada en la animación *AmpereHD_2*.

AmpereHD_4.avi



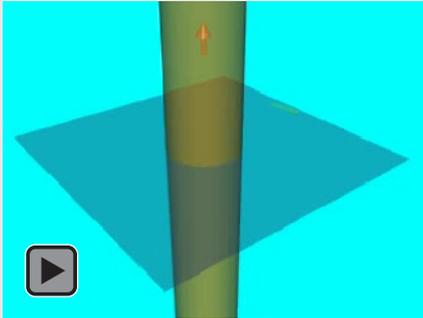
Vector diferencial de longitud en los puntos de la circunferencia sobre los que se mostraba el campo magnético en la animación *AmpereHD_3*.

AmpereHG_1.avi



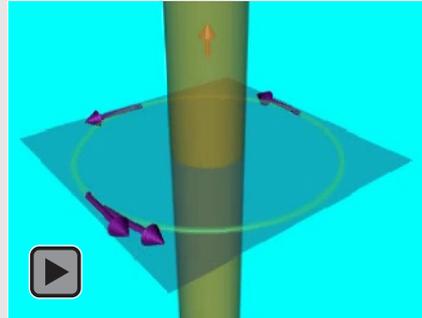
Demostración de la dirección y el sentido del campo magnético creado por un conductor rectilíneo grueso por el que circula una corriente.

AmpereHG_2.avi



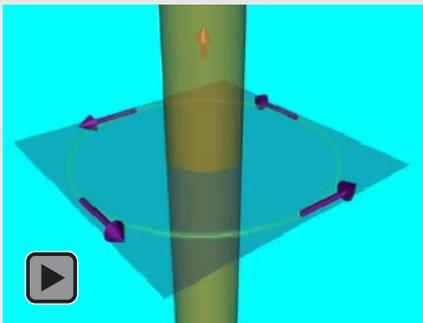
Circunferencia exterior sobre la que se calculará la circulación del campo magnético al aplicar el teorema de Ampere a un conductor rectilíneo grueso por el que circula una corriente eléctrica.

AmpereHG_3.avi



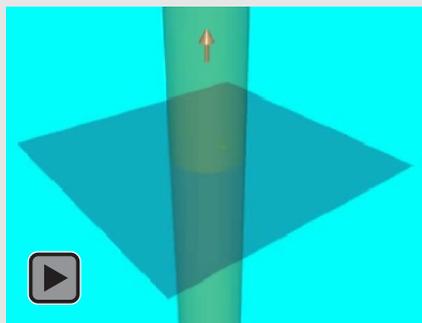
Campo magnético sobre la circunferencia exterior mostrada en la animación *AmpereHG_2*.

AmpereHG_4.avi



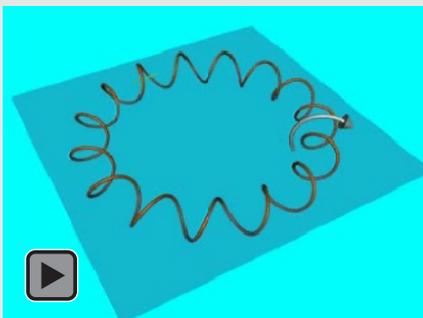
Vector diferencial de longitud en los puntos de la circunferencia exterior sobre los que se mostraba el campo magnético en la animación *AmpereHG_3*.

AmpereHG_5.avi



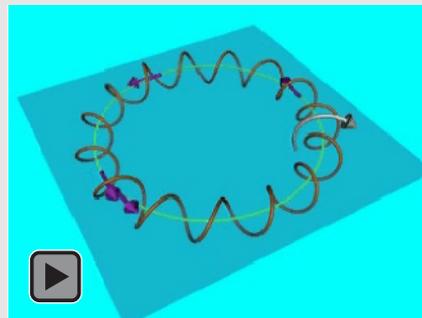
Circunferencia interior sobre la que se calculará la circulación del campo magnético al aplicar el teorema de Ampere a un conductor rectilíneo por el que circula una corriente eléctrica.

AmpereToroide_1.avi



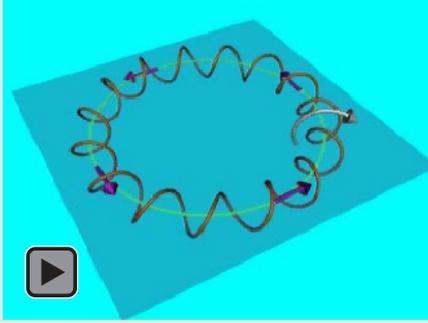
Circunferencia interior sobre la que se calculará la circulación del campo magnético al aplicar el teorema de Ampere a un solenoide toroidal por el que circula una corriente eléctrica.

AmpereToroide_2.avi



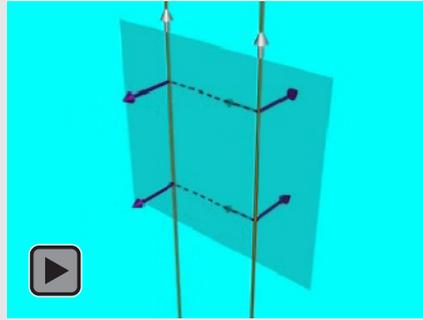
Campo magnético sobre la circunferencia interior mostrada en la animación *AmpereToroide_1*.

AmpereToroide_3.avi



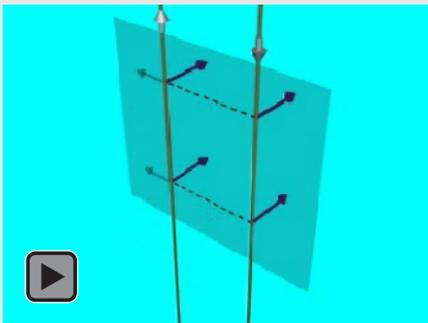
Vector diferencial de longitud en los puntos de la circunferencia interior sobre los que se mostraba el campo magnético en la animación *AmpereToroide_2*.

Hilos_Atraccion.avi



Fuerza de atracción entre dos hilos conductores rectilíneos paralelos por los que circulan sendas corrientes eléctricas en el mismo sentido.

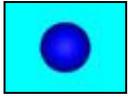
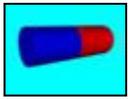
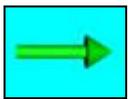
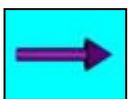
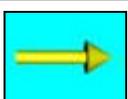
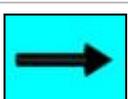
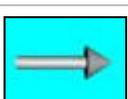
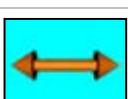
Hilos_Repulsion.avi

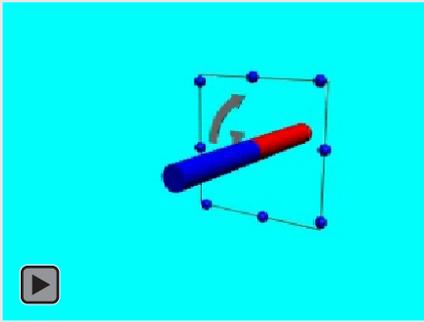


Fuerza de repulsión entre dos hilos conductores rectilíneos paralelos por los que circulan sendas corrientes eléctricas en sentidos contrarios.

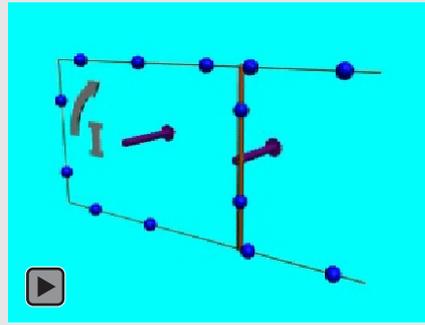
INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

SIMBOLOGÍA

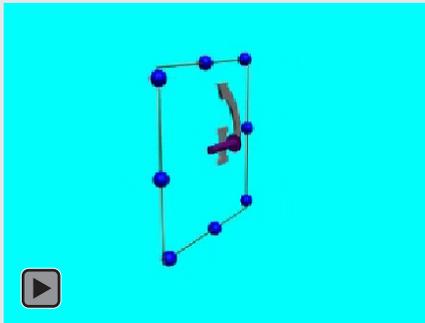
	Carga negativa
	Imán: Rojo, polo norte; Azul, polo sur
	Campo eléctrico
	Campo magnético
	Velocidad
	Fuerza
	Intensidad
	Diferencia de potencial

Induccion_1.avi

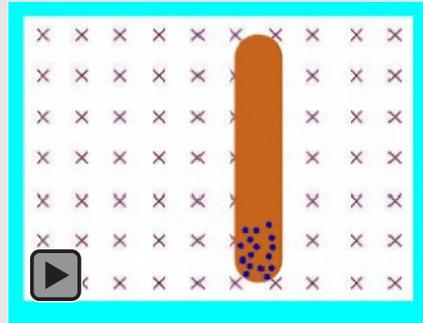
Corriente inducida en una espira rectangular cuando, al variar el campo magnético, varía el flujo del mismo a través de dicha espira.

Induccion_2.avi

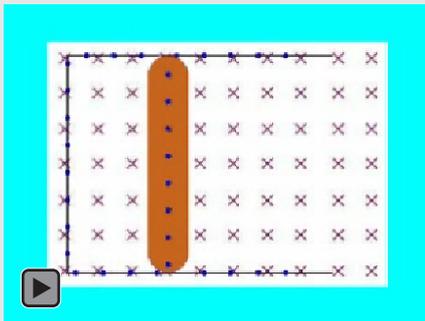
Corriente inducida en una espira rectangular cuando, al variar la superficie que encierra, varía el flujo del campo magnético a través de esta.

Induccion_3.avi

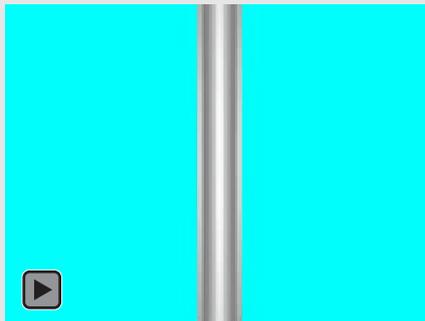
Corriente inducida en una espira rectangular cuando, al variar su orientación, varía el flujo del campo magnético a través de la misma.

Faraday_1.avi

Fuerza electromotriz inducida en una barra conductora. El campo magnético es uniforme, la barra es perpendicular a él y la velocidad perpendicular a ambos.

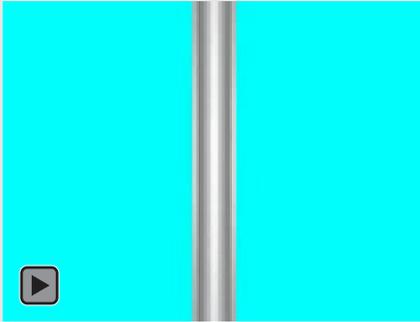
Faraday_2.avi

Corriente eléctrica inducida en una espira rectangular situada de forma perpendicular a un campo magnético uniforme. La espira se cierra con la barra conductora mostrada en la animación *Faraday_1*.

FrenoMagnetico_1.avi

Desplazamiento de un imán en el interior de un tubo conductor. La disminución del flujo magnético a través de las secciones de tubo situadas sobre el imán da lugar a corrientes inducidas cuyo campo atrae, y frena, al imán. El aumento de dicho flujo a través de las secciones situadas bajo el imán da lugar a corrientes inducidas cuyo campo repele, y por tanto también frena, al imán.

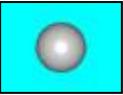
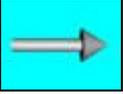
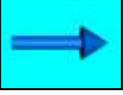
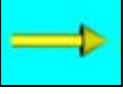
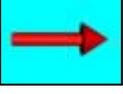
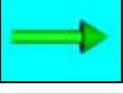
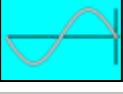
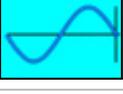
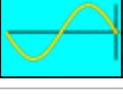
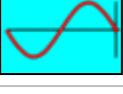
FrenoMagnetico_2.avi



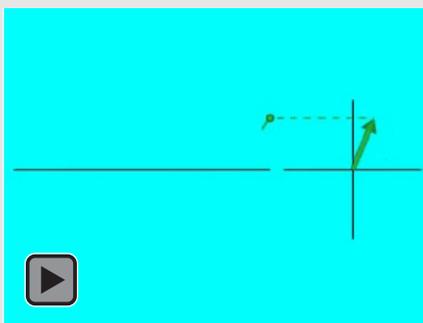
Experiencia análoga a la animación *FrenoMagnetico_1*. en la que se ha invertido la polaridad del imán.

CORRIENTE ALTERNA

SIMBOLOGÍA

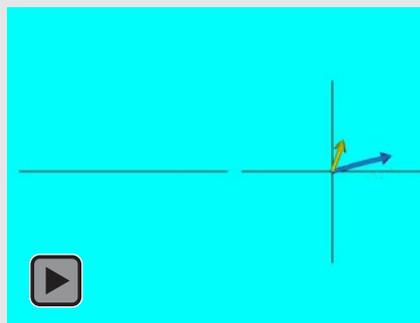
	Carga
	Fasor de la intensidad de corriente Intensidad de corriente
	Fasor de la diferencia de potencial en la resistencia Diferencia de potencial en la resistencia
	Fasor de la diferencia de potencial en la bobina Diferencia de potencial en la bobina
	Fasor de la diferencia de potencial en el condensador Diferencia de potencial en el condensador
	Fasor de $V_{RL} - V_{RC} - V_{RLC}$
	Intensidad de la corriente
	Diferencia de potencial en la resistencia
	Diferencia de potencial en la bobina
	Diferencia de potencial en el condensador

Fasor.avi



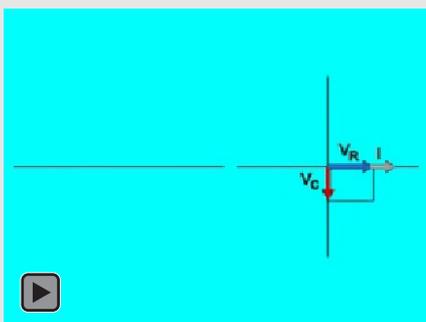
Señal armónica de amplitud A y fase inicial φ como proyección de un vector giratorio (fasor) cuyas componentes en coordenadas polares son A y φ .

Suma_Fasores.avi



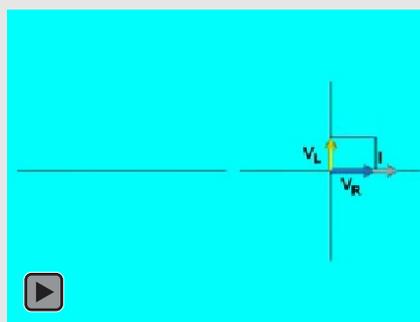
Suma de dos señales armónicas como proyección de la suma de sus fasores.

RC.avi



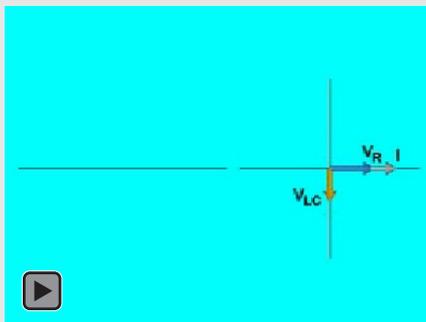
Suma de las caídas de tensión en la resistencia y el condensador en un circuito RC serie. Se muestra el desfase con la intensidad que circula por el circuito.

RL.avi



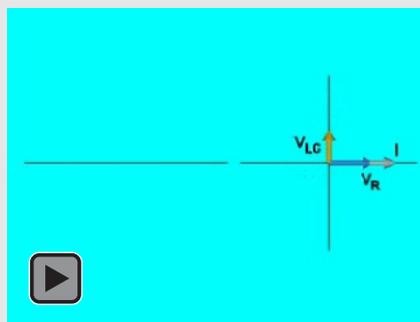
Suma de las caídas de tensión en la resistencia y la bobina en un circuito RL serie. Se muestra el desfase con la intensidad que circula por el circuito.

RLC_Capacitivo.avi



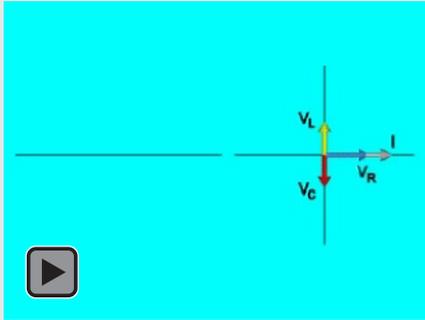
Suma de las caídas de tensión en la resistencia, la bobina y el condensador en un circuito RLC serie capacitivo. Se muestra el desfase con la intensidad que circula por el circuito.

RLC_Inductivo.avi



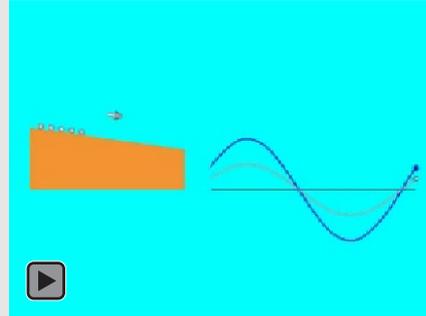
Suma de las caídas de tensión en la resistencia, la bobina y el condensador en un circuito RLC serie inductivo. Se muestra el desfase con la intensidad que circula por el circuito.

RLC_Resonante.avi



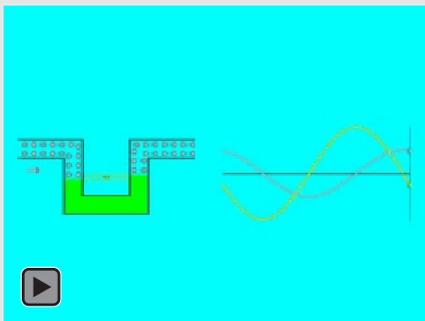
Suma de las caídas de tensión en la resistencia, la bobina y el condensador en un circuito RLC serie resonante. Se muestra el desfase con la intensidad que circula por el circuito.

Resistencia.avi



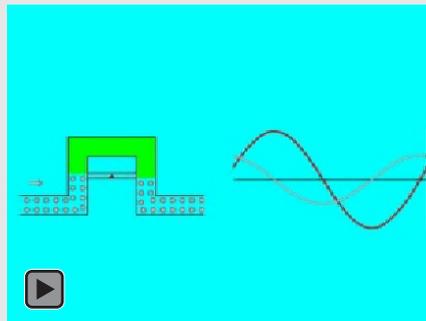
Analogía mecánica de una resistencia en corriente alterna.

Bobina.avi



Analogía mecánica de una bobina en corriente alterna.

Condensador.avi



Analogía mecánica de un condensador en corriente alterna.

