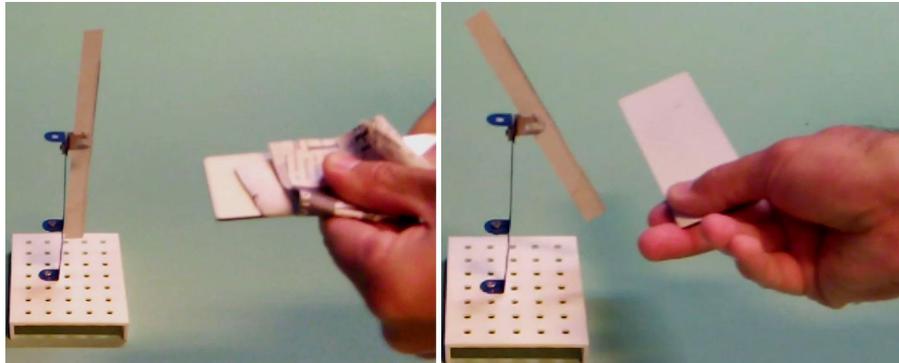


Campo Eléctrico

Conocimiento previo _____

Recordarán de la demostración que se hizo (vía ZOOM), que cuando al frotar una plaqueta de plástico con papel de diario (foto izquierda), ambos cuerpos adquirirían cierta carga eléctrica^a, y que al acercar la plaqueta a una tira de papel “pivotante”, esta se inclinaba hacia la plaqueta (foto derecha).



Esta simple demostración, pone en evidencia la existencia de un tipo de fuerza, de lo que llamamos en su momento, fuerza eléctrica. Más aun, estas fuerzas para su existencia necesitan de cuerpos o partículas portadoras de carga eléctrica, **pero no necesitan para existir del contacto físico entre cuerpos y/o partículas, tal como se ponen en evidencia en la demostración experimental**: la plaqueta no necesitaba estar en contacto con la tira de papel, para que ésta comenzara a pivotar hacia la plaqueta.

Comparando esta experiencia con situaciones conocidas por ustedes, como lo son las fuerzas de gravedad, o las fuerzas magnéticas (¿quien de ustedes no jugó alguna vez con imanes?!), estas dos fuerzas para actuar a distancia necesitan de la mediación respectiva de los **campos de gravedad** y de los **campos magnéticos**^b. Similarmente podemos intuir, que para que cuerpos y/o partículas cargadas puedan actuar a distancia, lo consigan por la mediación de los **campos eléctricos**: es decir: *los campos eléctricos originados en las cargas eléctricas de los cuerpos y partículas, hacen posible la existencia de las fuerzas eléctricas capaces de actuar a distancia*, una característica distintiva de las fuerzas fundamentales de la naturaleza.

^aCon signos contrarios.

^bSeguramente ya escucharon hablar de ellos.

Antes de seguir, una aclaración: campos electromagnéticos _____

En la naturaleza existen los campos electromagnéticos (campos EM), y como indica su nombre, *tiene dos componentes inseparables: el campo eléctrico y el campo magnético... ison una unidad!*, “son las dos caras de una misma moneda”.

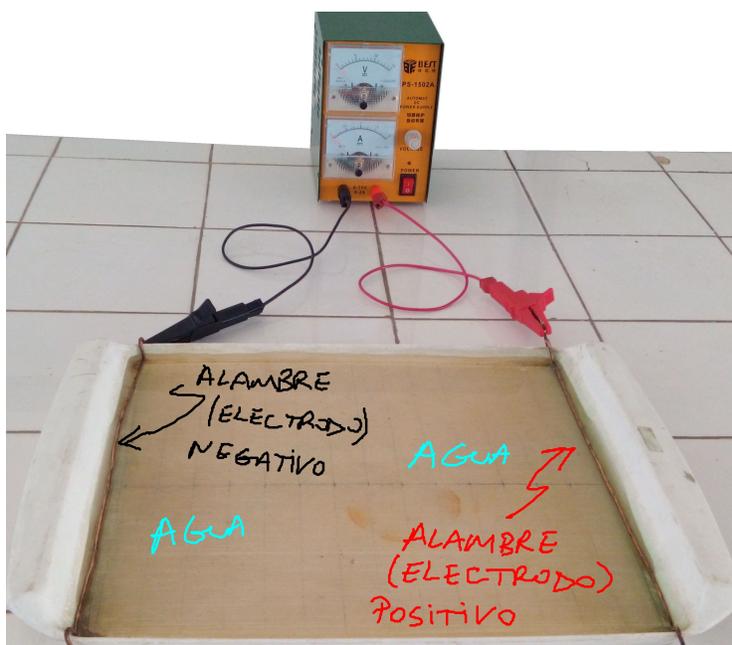
Cuando hablamos del campo eléctrico o del campo magnético, nos estamos refiriendo a un campo EM “rengo”: una de sus componentes en intensidad es casi nula o nula. En los cursos dedicados a la Teoría Electromagnética, se refieren al campo eléctrico o magnético, **como estados de excitación particular del campo EM**.

El campo EM, que se relaciona con la **radiación electromagnética** (una forma de transmisión de energía), puede existir en el vacío, y se propaga en él a máxima velocidad: 300.000 km/s; y además es capaz de interactuar con la materia común (conocida por todos), y casi nada con la **materia oscura** (desconocida por todos).

El campo eléctrico más simple de todos: el campo electrostático uniforme _____

De todos los campos eléctricos que existen y existirán en todo el Universo, el campo electrostático uniforme es el más simple de todos. El hecho de que un campo sea electrostático implica que **no cambia en el tiempo**: si pudiéramos verlo veríamos el mismo “paisaje” siempre que no cambien las condiciones lo generan. Si además es **uniforme¹**, **implica que las características que lo definen en cada punto del espacio donde existe son siempre las mismas**. De esto último se puede intuir que los campos eléctricos en general, tienen características propias de los vectores: dirección, sentido, intensidad. Más concretamente, matemáticamente hablando, el campo eléctrico ahí donde existe, a cada punto del espacio le “asigna” un **vector campo eléctrico \vec{E}** . *En un campo electrostático uniforme, en cada punto del espacio donde existe, todos los vectores campo eléctrico tienen la misma dirección, sentido, e intensidad, y no varían en el tiempo.*

En el laboratorio, una forma de generar un campo electrostático uniforme fácilmente, es disponer dos alambres de cobre (electrodos) a lo ancho de una bandeja de plástico, y conectarlos cada uno a los bornes positivo y negativo de la fuente de voltaje, para luego cubrir la bandeja con agua de canilla hasta sus bordes (ver foto). Al encender la fuente de voltaje, casi a la velocidad de la luz, en el agua se instalará un campo electrostático uniforme².



¹Parejo.

²En realidad es bastante uniforme en una franja central de la bandeja.

Lineas de campo eléctrico y vector campo eléctrico

Los Físicos para “visualizar” los campos eléctricos³ inventaron el concepto de **lineas de campo eléctrico**. Estas líneas siempre están dirigidas desde los cuerpos (partículas) cargadas positivamente hacia los cuerpos (partículas) cargados negativamente, es decir: salen del “positivo” y se meten en el “negativo”. Otra particularidad de las líneas del campo eléctrico, es que las líneas originadas por el mismo cuerpo (partícula) cargado(a) **nunca se cortan**. En la siguiente foto se ilustra la idea anterior.

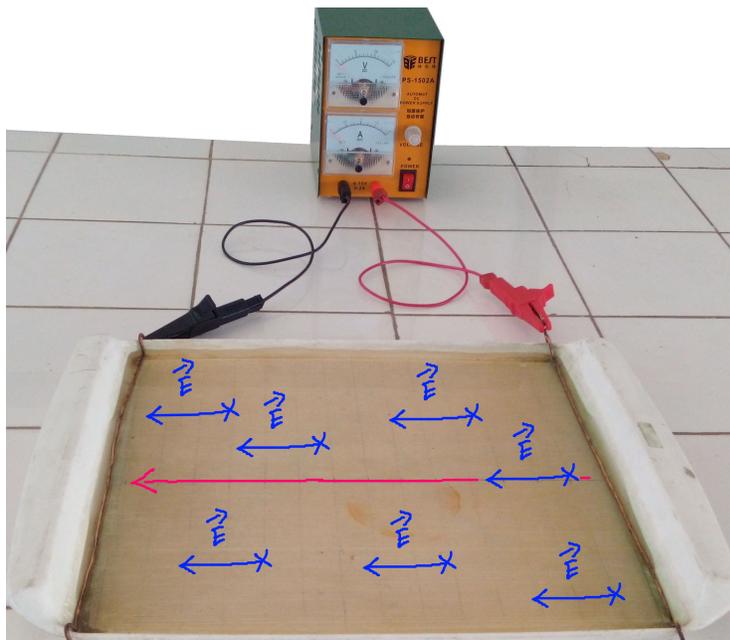


Notar que las líneas del campo electrostático uniforme son **paralelas** entre sí, y como se mencionó más arriba, salen del alambre (electrodo) cargado positivamente, y se dirigen hacia el alambre (electrodo) cargado negativamente.

Ahora, no confundir línea de campo eléctrico con el **vector** campo eléctrico, que lo simbolizaremos así: \vec{E} . Una línea del campo eléctrico nos indica cual sería la dirección y el sentido del vector campo eléctrico en cierto punto del espacio (o del plano), ya que por cada punto del espacio solo puede pasar una única línea del campo generado por el mismo cuerpo (partícula) cargado(a). Pero esa línea del campo eléctrico nada nos dice sobre la intensidad del campo en ese punto del espacio, de aquí que necesitemos del vector campo eléctrico.

³y magnéticos.

En la siguiente foto se muestra en azul distintos vectores campo eléctrico en distintos puntos⁴ del agua: todos paralelos a la línea del campo eléctrico⁵ (en fucsia) señalando para el mismo lado, y todos con igual largo (=intensidad), pues el campo electrostático es **uniforme**.



Intensidad del campo electrostático uniforme _____

La intensidad del campo electrostático **uniforme**, que simbolizaremos así: E (sin la flechita), en cualquier parte del agua, estará dado por la ecuación:

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

siendo ΔV el voltaje entre los alambres, y d la distancia entre los alambres paralelos. Así por ejemplo, si el voltaje entre los alambres es $\Delta V = 10 \text{ V}$, y la distancia entre estos alambres es $d = 0,40 \text{ m}$, entonces la intensidad de este campo electrostático en cualquier parte del agua es:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{10 \text{ V}}{0,40 \text{ m}} = 25 \text{ V/m}$$

o sea, 25 voltios por metro.

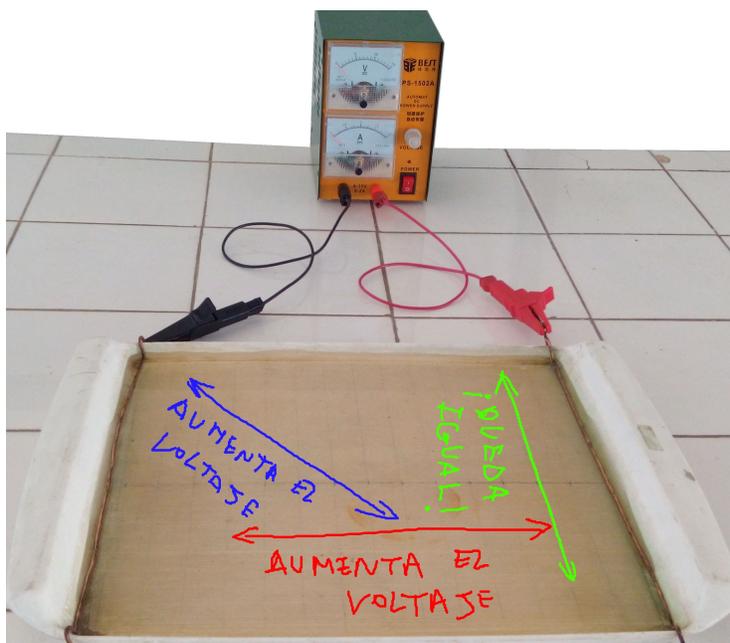
Líneas equipotenciales _____

Imaginen que medimos el voltaje entre dos puntos de la bandeja. Si separamos (ver siguiente foto) las puntas⁶ del voltímetro a lo largo de la bandeja (en rojo) o sesgado (en azul), veremos como el voltaje crece, pero si lo hacemos a lo ancho el voltaje no cambia. Mas aun, si las puntas se acercan o alejan siguiendo una línea recta paralela a los electrodos (en verde), ¡¡¡el voltaje en todo momento vale cero!!!

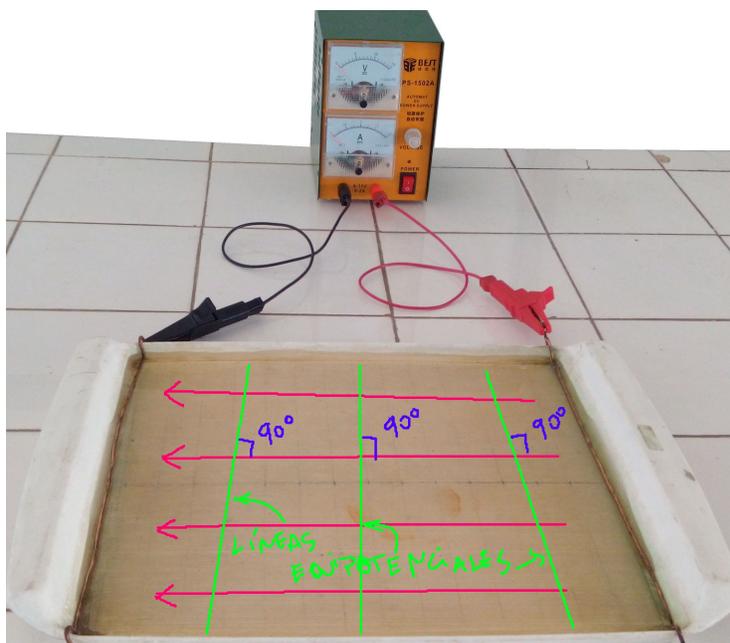
⁴señalados con cruces.

⁵Por simplicidad se representa una sola, ¡pero hay infinitas!

⁶Sondas, o clavijas.



En tal caso, si el voltaje entre dos puntos es cero ($\Delta V = 0$), los potenciales eléctricos de ese par de puntos son iguales. En ese mismo segmento (verde) hay infinitos pares de puntos que están al mismo potencial, digamos 5 voltios, y como todos sabemos: $\Delta V = 5 \text{ V} - 5 \text{ V} = 0$. Así, *todos los puntos que están a un mismo potencial eléctrico definen una **línea equipotencial***⁷, que en el caso de un campo electrostático uniforme representan segmentos rectos paralelos a los electrodos, tal como se representan en segmentos verdes en la siguiente foto.



Las líneas equipotenciales tienen dos características importantes a saber:

1. cualquier línea equipotencial se corta con las líneas del campo eléctrico formando ángulos de 90° , y por lo tanto: *conocida la líneas equipotenciales de cierto campo eléctrico, se pueden deducir (**mapear**) las líneas del campo eléctrico, y viceversa;* y
2. cuanto más “apretadas” están, más intenso es el campo eléctrico en esa zona. En el caso de un campo electrostático uniforme, las líneas equipotenciales están igualmente espaciadas.

⁷En el plano (2D) como en este caso. En el espacio (3D) se forman las **superficies equipotenciales**.