



UNIDAD DIDÁCTICA CUARTO PERIODO

FISICA

GRADO ONCE

Docente: Sylvia María Cagua Ortiz
Electromagnetismo y comunicación celular

Nombre: _____ Curso: 11°
Fecha: _____

Instrucciones generales:

El taller se propone como estrategia metodológica para reafirmar los conceptos básicos de biología adquiridos en años anteriores y así poder continuar desarrollando las actividades académicas de las ciencias naturales propuestas para el grado noveno de educación básica secundaria

Objetivo general

Comprender los principios fundamentales de la electricidad y el magnetismo (cargas eléctricas, asociación de resistencias, campo magnético e inducción electromagnética) y relacionarlos con el funcionamiento del sistema nervioso y el sistema endocrino, mediante el análisis conceptual, la ejemplificación contextualizada y la experimentación de laboratorio.

Objetivos específicos

- Explicar el concepto de carga eléctrica, sus formas de manifestación y su papel en fenómenos cotidianos y biológicos.
- Analizar la asociación de resistencias en serie, en paralelo y mixta, y calcular la resistencia equivalente de un circuito.
- Describir el campo magnético, sus fuentes y su aplicación en tecnologías cotidianas y en el diagnóstico médico.
- Explicar la inducción electromagnética y su relación con la generación de corriente eléctrica y con la propagación de señales.
- Diferenciar la estructura y el funcionamiento de las neuronas y de las hormonas como sistemas de comunicación celular.
- Relacionar los conceptos físicos de electricidad y magnetismo con los mecanismos de comunicación del cuerpo humano.
- Diseñar y ejecutar procedimientos experimentales sencillos que permitan verificar los conceptos estudiados.



Unidad 1 · Física — Electricidad y magnetismo 1.1 Cargas eléctricas

Conceptualización

Toda la materia está formada por átomos, y estos, a su vez, por protones (carga positiva), electrones (carga negativa) y neutrones (sin carga). La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia que determina la fuerza de atracción o repulsión que un cuerpo ejerce sobre otro. La unidad de carga en el Sistema Internacional es el culombio (C), y la carga más pequeña que existe libre en la naturaleza es la del electrón, conocida como carga elemental: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Un cuerpo está eléctricamente neutro cuando posee igual número de protones que de electrones. Se electriza (adquiere carga neta) cuando gana o pierde electrones: si pierde electrones queda cargado positivamente y si gana electrones queda cargado negativamente. La interacción entre cargas se rige por la Ley de Coulomb, que establece que la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de sus magnitudes e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa:

$$F = k \cdot (q_1 \cdot q_2) / r^2$$

donde k es la constante de Coulomb ($9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$), q_1 y q_2 son las cargas y r la distancia entre ellas. Cargas de igual signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen.

Clasificación y formas de electrización

- Según el signo: carga positiva (déficit de electrones) y carga negativa (exceso de electrones).
- Según la capacidad de conducir: materiales conductores (permiten el flujo de cargas, como los metales), aislantes o dieléctricos (dificultan ese flujo, como el vidrio o el caucho) y semiconductores (comportamiento intermedio, como el silicio).
- Formas de electrización: por frotamiento (transferencia de electrones al frotar dos materiales, como un globo con un paño de lana), por contacto (un cuerpo cargado transfiere parte de su carga a otro neutro al tocarlo) y por inducción (un cuerpo cargado reordena las cargas de otro cercano sin necesidad de contacto directo).
-



Ejemplo cotidiano

Cuando usted se peina con un peine plástico en un día seco, el peine se frota contra el cabello y arrastra electrones desde este; el peine queda cargado negativamente y el cabello, positivamente, por lo que los cabellos terminan repeliéndose entre sí y "se paran". El mismo principio explica por qué, al quitarse un suéter de lana, a veces se escuchan pequeños chasquidos y chispas: es la descarga de electrones acumulados por fricción. A gran escala, este fenómeno también explica la formación del rayo durante una tormenta eléctrica.



Relación con las Ciencias Naturales: las cargas eléctricas en la neurona

El mismo principio de carga eléctrica que gobierna la atracción entre un peine y el cabello es el que permite que una neurona genere y transmita señales. La membrana de la neurona separa cargas: en reposo, el interior de la célula es más negativo que el exterior debido a la distribución desigual de iones como el sodio (Na^+), el potasio (K^+) y el cloro (Cl^-), lo que se conoce como potencial de membrana. Este fenómeno es, en esencia, un problema de cargas eléctricas separadas por una membrana que actúa como un dieléctrico (aislante), de forma análoga a como dos placas separadas por un material aislante almacenan carga en un capacitor.

1.2 Asociación de resistencias

Conceptualización

La resistencia eléctrica (R) es la oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica; se mide en ohmios (Ω). Su relación con el voltaje (V) y la corriente (I) está dada por la Ley de Ohm: $V = I \cdot R$. Cuando en un circuito existen varias resistencias, estas pueden combinarse de distintas formas, y el efecto conjunto puede calcularse mediante una resistencia equivalente (R_{eq}), que produce el mismo efecto sobre el circuito que todas las resistencias originales combinadas.

Clasificación

- Asociación en serie: las resistencias se conectan una a continuación de la otra, de modo que la corriente que las atraviesa es la misma en todas. La resistencia equivalente es la suma de todas: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$. Si una resistencia falla o se interrumpe, todo el circuito se abre.
- Asociación en paralelo: las resistencias se conectan compartiendo los mismos dos nodos, de modo que el voltaje es igual en todas, pero la corriente se reparte entre ellas. El inverso de la resistencia equivalente es la suma de los inversos: $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$. Si una rama falla, las demás continúan funcionando.
- Asociación mixta: combina tramos en serie y tramos en paralelo dentro de un mismo circuito; se resuelve simplificando primero los grupos en paralelo o en serie más simples, hasta obtener una sola resistencia equivalente.



•

Característica	Serie	Paralelo
Corriente (I)	Igual en todas las resistencias	Se distribuye entre las ramas
Voltaje (V)	Se distribuye entre las resistencias	Igual en todas las ramas
Resistencia equivalente	$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (aumenta)	$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$ (disminuye)
Si un elemento falla	Se interrumpe todo el circuito	Los demás elementos siguen funcionando

💡 Ejemplo cotidiano

Las series de luces navideñas antiguas se conectaban en serie: si un bombillo se fundía, toda la guirnalda se apagaba, porque el circuito quedaba abierto. Las instalaciones eléctricas modernas de una vivienda, en cambio, conectan los tomacorrientes y las bombillas en paralelo: si un bombillo de la sala se funde, la nevera y las luces de las demás habitaciones siguen funcionando con normalidad, porque cada aparato recibe el mismo voltaje de forma independiente.

Relación con las Ciencias Naturales: la resistencia del axón y la vaina de mielina

El axón de una neurona puede modelarse, desde el punto de vista físico, como un cable conductor rodeado de un material aislante: el citoplasma axonal ofrece una resistencia interna al paso de la corriente iónica (resistencia axoplasmática), mientras que la vaina de mielina que envuelve a muchos axones actúa como un aislante que reduce las pérdidas de corriente hacia el exterior, de forma semejante al forro plástico de un cable eléctrico. Cuando la mielina se pierde o se daña —como ocurre en enfermedades como la esclerosis múltiple— la resistencia efectiva del axón cambia y la señal nerviosa se propaga con mayor lentitud o se pierde, tal como sucedería en un circuito si se alterara el valor de sus resistencias.

1.3 Magnetismo y campo magnético

Conceptualización

El magnetismo es la propiedad que presentan ciertos materiales para atraer al hierro y a otros metales, y para ejercer fuerzas de atracción o repulsión sobre otros imanes. Todo imán posee dos polos, denominados norte y sur, que no pueden separarse (no existen monopolos magnéticos aislados). El espacio que rodea a un imán o a una corriente eléctrica, en el cual se manifiestan estas fuerzas, se denomina campo magnético, representado mediante líneas de campo que salen del polo norte y entran al polo sur. La unidad de campo magnético en el Sistema Internacional es el tesla (T).

Un aspecto central es que toda corriente eléctrica genera, a su alrededor, un campo magnético (descubrimiento de Hans Christian Ørsted en 1820); este es el principio detrás del electroimán, que consiste en una bobina de alambre conductor que, al circular corriente por ella, genera un campo magnético igual al de un imán permanente.



Clasificación

- Según su origen: imanes naturales (como la magnetita) e imanes artificiales (imanes permanentes fabricados o electroimanes generados por corriente eléctrica).
- Según su comportamiento ante un campo externo: materiales ferromagnéticos (se magnetizan fuertemente y conservan la magnetización, como el hierro, el níquel y el cobalto), paramagnéticos (se magnetizan débilmente y solo en presencia del campo, como el aluminio) y diamagnéticos (son débilmente repelidos por el campo magnético, como el cobre o el agua).



Ejemplo cotidiano

La Tierra se comporta como un enorme imán, con un campo magnético que se origina en el movimiento del hierro fundido de su núcleo externo; gracias a este campo funciona la brújula, cuya aguja imantada se alinea con las líneas del campo magnético terrestre señalando aproximadamente el norte geográfico. Este mismo campo protege a los seres vivos de gran parte de la radiación cósmica y del viento solar, y es responsable de fenómenos como las auroras boreales y australes.

Relación con las Ciencias Naturales: el magnetismo aplicado al cuerpo humano

Los principios del campo magnético tienen una aplicación médica directa: la resonancia magnética nuclear (RMN o MRI, por su sigla en inglés) utiliza campos magnéticos intensos, generados por electroimanes superconductores, para alinear los núcleos de hidrógeno presentes en el agua de los tejidos del cuerpo humano y así obtener imágenes detalladas del cerebro, el sistema nervioso y otros órganos, sin necesidad de radiación ionizante. Además, la actividad eléctrica de millones de neuronas activándose simultáneamente genera campos magnéticos extremadamente débiles que pueden registrarse mediante magnetoencefalografía (MEG), una técnica que permite estudiar, en tiempo real, qué zonas del cerebro se activan durante una tarea, precisamente porque toda corriente eléctrica —también la de origen neuronal— genera un campo magnético asociado.

1.4 Inducción electromagnética

Conceptualización

La inducción electromagnética es el fenómeno por el cual se genera una corriente eléctrica en un conductor debido a la variación de un campo magnético a través de él. Fue descubierta por Michael Faraday en 1831 y se resume en la Ley de Faraday: la fuerza electromotriz (fem) inducida en un circuito es proporcional a la rapidez con que cambia el flujo magnético que lo atraviesa. En otras palabras, no es un campo magnético estático el que genera corriente, sino un campo magnético que cambia con el tiempo (por ejemplo, al acercar o alejar un imán de una bobina, o al hacer girar una bobina dentro de un campo magnético).

Clasificación

- Autoinducción: la fem inducida en un mismo circuito se debe a la variación de la corriente que circula por él mismo (presente, por ejemplo, en bobinas o inductores).



- Inducción mutua: la variación de corriente en un circuito primario induce una fem en un circuito secundario cercano, sin que exista conexión eléctrica directa entre ambos (principio de funcionamiento del transformador eléctrico).
- Corrientes de Foucault (o corrientes parásitas): corrientes inducidas que circulan en el interior de un material conductor macizo cuando este se somete a un campo magnético variable, generando calor (principio de las cocinas de inducción).

Ejemplo cotidiano

El dinamo de una bicicleta antigua genera electricidad para encender su bombillo gracias a la inducción electromagnética: al girar la rueda, hace girar un imán en el interior de una bobina, y el cambio constante del campo magnético a través de la bobina induce una corriente eléctrica. El mismo principio, a mayor escala, es el que emplean las plantas hidroeléctricas y térmicas para generar la electricidad que llega a los hogares: el agua o el vapor hacen girar una turbina conectada a un generador, dentro del cual bobinas giran en presencia de campos magnéticos.

Relación con las Ciencias Naturales: propagación de la señal nerviosa

Aunque la propagación del impulso nervioso no es, en sentido estricto, un fenómeno de inducción electromagnética, comparte con él una idea física central: una perturbación eléctrica que se desplaza en el tiempo y en el espacio a lo largo de un conductor. En el axón, la entrada masiva de iones Na^+ despolariza un segmento de membrana, y esta variación de carga (análoga a una variación de campo en el espacio) desencadena la despolarización del segmento vecino, propagando así el potencial de acción a lo largo de toda la fibra nerviosa. En los axones mielinizados, esta propagación ocurre "a saltos" entre los nódulos de Ranvier (conducción saltatoria), lo que aumenta notablemente la velocidad de transmisión de la señal, del mismo modo en que un buen diseño de bobinado y de núcleo magnético mejora la eficiencia de la inducción en un transformador o en un generador eléctrico.

Unidad 2 · Ciencias Naturales — Las hormonas y las neuronas

El cuerpo humano coordina sus funciones mediante dos grandes sistemas de comunicación que se complementan: el sistema nervioso, que emplea señales eléctricas rápidas transmitidas por neuronas, y el sistema endocrino, que emplea mensajeros químicos (hormonas) transportados por la sangre. Ambos sistemas comparten un objetivo común —mantener la homeostasis y coordinar la respuesta del organismo— pero difieren radicalmente en la velocidad, la duración y el alcance de sus señales, tal como puede compararse la comunicación instantánea de un circuito eléctrico con la propagación más lenta de una señal química.

2.1 Conceptualización

La neurona

La neurona es la célula especializada del sistema nervioso encargada de recibir, procesar, generar y transmitir señales eléctricas y químicas denominadas impulsos nerviosos. Es una célula excitable, es decir, capaz de generar



cambios rápidos en su potencial de membrana como respuesta a un estímulo, y de transmitir esa señal a gran velocidad (hasta más de 100 m/s en fibras mielinizadas) a distancias que, en el caso del nervio ciático, pueden superar el metro de longitud.

La hormona

La hormona es una molécula mensajera producida y secretada por células o glándulas endocrinas especializadas, que viaja por el torrente sanguíneo hasta alcanzar células u órganos distantes —llamados órganos diana o blanco— sobre los cuales ejerce un efecto regulador específico, siempre que estas células posean el receptor adecuado para reconocerla. A diferencia del impulso nervioso, la señal hormonal es más lenta (segundos, minutos o incluso horas) pero de efectos más prolongados y, con frecuencia, más generalizados en el organismo.

Criterio	Sistema nervioso (neuronas)	Sistema endocrino (hormonas)
Tipo de señal	Eléctrica (potencial de acción) y química (neurotransmisor) en la sinapsis	Química (molécula hormonal) transportada por la sangre
Velocidad	Muy rápida (milisegundos)	Lenta a intermedia (segundos a horas)
Duración del efecto	Breve	Prolongada
Alcance	Específico y localizado (una célula diana concreta)	Amplio; puede afectar varios órganos a la vez
Vía de transporte	Axón / sinapsis	Torrente sanguíneo

2.2 Clasificación y estructura

Estructura de la neurona

- Soma o cuerpo celular: contiene el núcleo y los principales organelos; es el centro metabólico de la neurona.
- Dendritas: prolongaciones cortas y ramificadas que reciben los estímulos de otras neuronas y los conducen hacia el soma.
- Axón: prolongación única y alargada que conduce el impulso nervioso desde el soma hacia otras células; puede medir desde fracciones de milímetro hasta más de un metro.
- Vaina de mielina: cubierta lipídica que envuelve muchos axones, producida por células de Schwann (en el sistema nervioso periférico) o por oligodendrocitos (en el sistema nervioso central); actúa como aislante eléctrico.
- Nódulos de Ranvier: interrupciones periódicas de la vaina de mielina donde se concentran los canales iónicos y donde efectivamente se regenera el impulso durante la conducción saltatoria.
- Botones o terminales sinápticos: extremos del axón donde se almacenan y liberan los neurotransmisores hacia la siguiente neurona o célula efectora.

Clasificación de las neuronas

- Según su función: neuronas sensitivas o aferentes (llevan información desde los receptores sensoriales hacia el sistema nervioso central), neuronas motoras o eferentes (llevan órdenes desde el sistema nervioso central hacia músculos y glándulas) e interneuronas o neuronas de asociación (conectan neuronas entre sí, principalmente dentro del sistema nervioso central).



- Según su estructura: neuronas unipolares (una sola prolongación), bipolares (dos prolongaciones, una dendrita y un axón, típicas de la retina) y multipolares (varias dendritas y un solo axón; son las más abundantes en el ser humano, como las neuronas motoras).

Clasificación química de las hormonas

- Hormonas peptídicas y proteicas: formadas por cadenas de aminoácidos (por ejemplo, la insulina y el glucagón, producidos por el páncreas); son hidrosolubles y actúan uniéndose a receptores en la membrana de la célula diana.
- Hormonas esteroideas: derivadas del colesterol (por ejemplo, el cortisol, producido por las glándulas suprarrenales, y las hormonas sexuales estrógeno, progesterona y testosterona); son liposolubles y pueden atravesar la membrana celular para unirse a receptores intracelulares.
- Hormonas derivadas de aminoácidos: sintetizadas a partir de un solo aminoácido (por ejemplo, las hormonas tiroideas T3 y T4, derivadas de la tirosina, y la adrenalina, producida por la médula suprarrenal).

Principales glándulas del sistema endocrino

Glándula	Hormona(s) representativa(s)	Función principal
Hipófisis (pituitaria)	GH, TSH, ACTH, oxitocina	Regula a otras glándulas; crecimiento
Tiroides	Tiroxina (T4), triyodotironina (T3)	Regula el metabolismo basal
Páncreas (islotos de Langerhans)	Insulina, glucagón	Regula la glucemia (azúcar en sangre)
Glándulas suprarrenales	Cortisol, adrenalina	Respuesta al estrés
Gónadas (ovarios / testículos)	Estrógeno, progesterona, testosterona	Desarrollo y función reproductiva

2.3 Funcionamiento de las hormonas y las neuronas

Funcionamiento de la neurona: del potencial de reposo al impulso nervioso

En estado de reposo, la neurona mantiene una diferencia de potencial eléctrico a través de su membrana de aproximadamente -70 milivoltios (el interior más negativo que el exterior), gracias a la acción de la bomba sodio-potasio (que expulsa 3 iones Na^+ e introduce 2 iones K^+ por cada ciclo, gastando energía en forma de ATP) y a la diferente permeabilidad de la membrana a distintos iones. Este valor se conoce como potencial de reposo.

Cuando un estímulo suficientemente intenso alcanza el umbral de excitación, se abren canales de sodio dependientes de voltaje y el Na^+ ingresa masivamente a la célula, invirtiendo momentáneamente la polaridad de la membrana (despolarización); a continuación se abren canales de potasio y este ion sale de la célula, devolviendo el potencial a valores negativos (repolarización), con frecuencia seguido de una breve hiperpolarización antes de recuperar el potencial de reposo. Este ciclo completo se denomina potencial de acción y obedece a la ley del todo o nada: si el estímulo alcanza el umbral, el potencial de acción se genera siempre con la misma magnitud; si no lo alcanza, no se genera ninguna respuesta.

El potencial de acción se propaga a lo largo del axón y, al llegar al botón sináptico, provoca la liberación de neurotransmisores (como la acetilcolina, la dopamina o la serotonina) hacia el espacio sináptico; estos se unen a



receptores específicos en la neurona (o célula muscular o glandular) siguiente, generando en ella una nueva señal eléctrica o una respuesta específica. Este proceso de comunicación entre neuronas se denomina sinapsis.

Funcionamiento de las hormonas: mecanismos de acción y regulación

Las hormonas actúan mediante dos grandes mecanismos, según su naturaleza química: las hormonas hidrosolubles (peptídicas y derivadas de aminoácidos, como la insulina) no pueden atravesar la membrana celular, por lo que se unen a receptores específicos situados en la superficie de la célula diana, activando una cascada de señalización interna (segundos mensajeros, como el AMP cíclico) que finalmente modifica la actividad de la célula. Las hormonas liposolubles (esteroideas, como el cortisol o los estrógenos) atraviesan libremente la membrana plasmática y se unen a receptores intracelulares (en el citoplasma o el núcleo), formando un complejo hormona-receptor que actúa directamente sobre el ADN, regulando la expresión de determinados genes.

La producción hormonal está controlada, en la gran mayoría de los casos, por mecanismos de retroalimentación negativa: cuando la concentración de una hormona (o de la variable que regula, como la glucemia) alcanza el nivel adecuado, esta información inhibe a la glándula que la produce, deteniendo o reduciendo su secreción, de manera análoga a como un termostato apaga la calefacción al alcanzar la temperatura deseada. Un ejemplo característico es la regulación de la glucemia por el páncreas: tras una comida rica en carbohidratos, el aumento de glucosa en sangre estimula la secreción de insulina, que favorece la entrada de glucosa a las células y su almacenamiento como glucógeno; cuando la glucemia desciende, se reduce la secreción de insulina y aumenta la de glucagón, que estimula la liberación de glucosa almacenada.



Ejemplo cotidiano

Cuando usted se asusta repentinamente —por ejemplo, al escuchar un ruido fuerte e inesperado—, el sistema nervioso reacciona en fracciones de segundo (aceleración inmediata del ritmo cardíaco por vía nerviosa simpática), mientras que, casi al mismo tiempo, las glándulas suprarrenales liberan adrenalina hacia la sangre, cuyo efecto (aumento sostenido de la frecuencia cardíaca, dilatación de las pupilas, redirección del flujo sanguíneo hacia los músculos) se mantiene durante varios minutos después de que el susto inicial ya pasó. Este ejemplo ilustra con claridad la diferencia entre una señal nerviosa —rápida y breve— y una señal hormonal —más lenta de instaurar pero de efecto prolongado—, aun cuando ambos sistemas colaboran en una misma respuesta.

Síntesis integradora: la electricidad y el magnetismo como lenguaje común

Concepto físico	Equivalente o relación biológica
Carga eléctrica y Ley de Coulomb	Distribución de iones (Na^+ , K^+ , Cl^-) que genera el potencial de membrana de la neurona
Resistencia y asociación de resistencias	Resistencia axoplasmática del axón; la mielina como aislante que reduce fugas de corriente
Campo magnético	Campos magnéticos débiles generados por la actividad neuronal (base de la magnetoencefalografía) y uso de electroimanes en la resonancia magnética (MRI)
Inducción electromagnética / propagación de señales	Propagación del potencial de acción a lo largo del axón; conducción saltatoria en los nódulos de Ranvier



En conjunto, estos paralelismos muestran que los principios de la electricidad y el magnetismo no son exclusivos de los circuitos y los aparatos eléctricos: son el mismo lenguaje físico con el que la naturaleza construyó, a lo largo de la evolución, un sistema de comunicación tan eficiente como el sistema nervioso, y un sistema de coordinación química tan preciso como el sistema endocrino.

Unidad 3 · Prácticas de laboratorio

Las siguientes dos prácticas permiten aplicar de manera experimental los conceptos físicos y biológicos desarrollados en esta guía. Cada práctica incluye objetivos, marco teórico de referencia, materiales, procedimiento, preguntas de análisis y una rúbrica de evaluación. Trabaje en grupos de máximo cuatro estudiantes y registre todas sus observaciones en el formato de informe entregado por el docente.

PRÁCTICA DE LABORATORIO N.º 1

Electrostática y el modelo eléctrico del impulso nervioso

Objetivo general

Comprobar experimentalmente los fenómenos de electrización por frotamiento y por inducción, y relacionar el concepto de carga eléctrica y de umbral de descarga con la generación del potencial de acción en la neurona.

Marco teórico de referencia

Un cuerpo se electriza por frotamiento cuando la fricción entre dos materiales de distinta afinidad por los electrones provoca una transferencia neta de estos; el cuerpo que gana electrones queda cargado negativamente y el que los pierde, positivamente. Un electroscopio casero permite detectar la presencia de carga eléctrica en un objeto, ya que las cargas iguales que se transmiten a sus laminillas u hojas de aluminio hacen que estas se repelan y se separen. De forma análoga, una neurona solo genera un potencial de acción cuando el estímulo recibido supera un umbral determinado (ley del todo o nada); por debajo de ese umbral no ocurre ninguna respuesta visible, tal como el electroscopio solo mostrará una separación notoria de sus hojuelas cuando la carga acercada sea suficiente.

Materiales

- 1 frasco de vidrio pequeño con tapa de corcho o caucho
- 1 varilla o alambre de cobre rígido, de unos 15 cm
- Papel aluminio (para recortar dos laminillas delgadas)
- 1 globo de caucho
- 1 lápiz de plástico o una regla de acrílico
- Un paño de lana o un trozo de tela sintética
- Trocitos de papel muy pequeños (confeti)
- Un chorro de agua (grifo)



Procedimiento

1. Construya un electroscopio casero: atraviese el corcho con la varilla de cobre, dejando un extremo curvado en forma de gancho en la parte superior (fuera del frasco) y suspenda de la parte inferior (dentro del frasco) dos tiras muy delgadas de papel aluminio, de modo que queden colgando libremente y puedan separarse entre sí.
2. Infle el globo y frótelos enérgicamente contra el cabello seco o contra el paño de lana durante unos 20 segundos.
3. Acerque lentamente el globo frotado (sin tocarlo) al gancho superior del electroscopio y observe qué sucede con las laminillas de aluminio. Registre sus observaciones.
4. Repita el frotamiento del globo y acérquelo, sin tocar, a un chorro delgado de agua que caiga de un grifo. Observe y registre lo que ocurre con el chorro de agua.
5. Frote el globo y acérquelo a los trocitos de papel esparcidos sobre la mesa, sin llegar a tocarlos. Observe a qué distancia máxima el globo logra atraer los papeles y registre ese valor como una medida cualitativa de "umbral de atracción".
6. Repita el procedimiento del paso 5 frotando el globo distintos tiempos (5, 10 y 20 segundos) y compare la distancia de atracción obtenida en cada caso.
7. Con base en sus datos, elabore una tabla que relacione el tiempo de frotamiento (como una medida indirecta de la cantidad de carga acumulada) con la intensidad de la respuesta observada (distancia de atracción de los papelitos).

Preguntas de análisis

1. ¿Por qué las laminillas del electroscopio se separan al acercar el globo cargado, si este nunca las toca directamente? Explique en términos de inducción electrostática.
2. ¿Qué signo de carga adquirió el globo al frotarlo con lana o cabello? Justifique con base en la serie triboeléctrica.
3. ¿Por qué el chorro de agua se desvía al acercar el globo cargado, si el agua es neutra?
4. Relacione sus resultados del paso 6 con el concepto de umbral en la neurona: ¿existió una cantidad mínima de frotamiento por debajo de la cual no se observó ningún efecto sobre los papelitos? Compare esta idea con la ley del todo o nada.
5. Si el potencial de acción de una neurona funciona bajo un principio de "todo o nada", ¿por qué entonces percibimos estímulos de distinta intensidad (por ejemplo, un pellizco suave frente a uno fuerte)? Investigue el concepto de frecuencia de disparo neuronal para responder.

Resultado esperado / criterio de éxito

El estudiante logra construir un electroscopio funcional, observa de forma consistente la repulsión de las laminillas y la desviación del chorro de agua ante un cuerpo cargado, y establece por escrito una analogía correcta y argumentada entre el umbral de carga necesario para producir un efecto observable y el umbral de excitación necesario para generar un potencial de acción neuronal.



PRÁCTICA DE LABORATORIO N.º 2

Circuitos con resistencias, electroimán e inducción: modelando la comunicación del cuerpo humano

Objetivo general

Construir y comparar circuitos con resistencias en serie y en paralelo, y construir un electroimán sencillo, para relacionar experimentalmente estos conceptos con la resistencia del axón, el papel aislante de la mielina y la generación de campos asociados a la actividad eléctrica del cuerpo.

Marco teórico de referencia

En un circuito en serie la corriente es la misma en todos sus elementos y la resistencia equivalente aumenta con cada resistencia añadida; en un circuito en paralelo el voltaje es igual en todas las ramas y la resistencia equivalente disminuye al añadir más ramas. Por otra parte, toda corriente eléctrica que circula por un conductor genera a su alrededor un campo magnético (principio de Ørsted); si el conductor se enrolla en forma de bobina alrededor de un núcleo de hierro, el campo magnético se intensifica y se obtiene un electroimán. Este mismo principio —corriente que genera campo magnético— es la base física por la cual la actividad eléctrica de las neuronas puede detectarse, en el ser humano, como un campo magnético extremadamente débil.

Materiales

- 1 batería o pila de 9 V (o 2 pilas AA en portapilas)
- 3 bombillos pequeños tipo linterna (o 3 LED de 5 mm con sus respectivas resistencias limitadoras)
- Cables conductores con caimanos (mínimo 6)
- 1 multímetro (o amperímetro y voltímetro escolar)
- 1 clavo de hierro grande (10 a 15 cm)
- Aproximadamente 3 metros de alambre de cobre esmaltado (calibre delgado)
- Alfileres o clips metálicos pequeños
- Lija fina (para retirar el esmalte de las puntas del alambre)

Procedimiento — Parte A: asociación de resistencias

1. Arme un circuito conectando los tres bombillos en serie con la batería. Encienda el circuito y observe el brillo de los bombillos.
2. Con el multímetro, mida el voltaje en los extremos de cada bombillo y la corriente total del circuito. Registre los datos en una tabla.
3. Desconecte (afloje) uno de los bombillos sin desarmar el circuito y observe qué sucede con los demás.
4. Arme ahora un circuito con los tres bombillos en paralelo, conectados a la misma batería. Encienda el circuito y observe el brillo de cada bombillo en comparación con el paso 1.
5. Mida nuevamente el voltaje en cada bombillo y la corriente total. Registre los datos.
6. Desconecte uno de los bombillos del circuito en paralelo y observe qué sucede con los otros dos. Compare este resultado con el obtenido en el paso 3.



Procedimiento — Parte B: electroimán e inducción

1. Lije aproximadamente 2 cm de esmalte en cada extremo del alambre de cobre para dejar el metal expuesto.
2. Enrolle el alambre de manera ordenada y apretada alrededor del clavo de hierro, dando al menos 40 vueltas en la misma dirección, dejando libres los dos extremos lijados.
3. Conecte los extremos del alambre a los terminales de la batería y acerque la punta del clavo a los alfileres o clips metálicos. Registre cuántos alfileres logra levantar.
4. Sin desconectar la batería, aumente el número de vueltas de alambre alrededor del clavo (por ejemplo, a 80 vueltas) y repita la prueba de atracción de alfileres. Compare los resultados.
5. Desconecte la batería y observe si el clavo conserva algo de magnetismo o si lo pierde inmediatamente (esto le permitirá diferenciar un electroimán de un imán permanente).
6. Como cierre conceptual, discuta en grupo (no requiere montaje adicional) cómo el mismo principio de "corriente que genera campo magnético", que acaban de comprobar con el electroimán, permite explicar por qué la actividad eléctrica del cerebro puede registrarse mediante técnicas como la magnetoencefalografía.

Preguntas de análisis

1. Con base en sus mediciones, calcule la resistencia equivalente teórica de cada circuito (serie y paralelo) suponiendo que cada bombillo tiene la misma resistencia individual, y compárela con el comportamiento observado.
2. ¿Por qué al desconectar un bombillo en el circuito en serie se apagaron los demás, mientras que en el circuito en paralelo no ocurrió lo mismo? Relacione su respuesta con la vaina de mielina: ¿qué pasaría con la conducción del impulso nervioso si, en un tramo del axón, la resistencia aumentara bruscamente por pérdida de mielina?
3. ¿Qué sucedió con la capacidad de atracción del electroimán al aumentar el número de vueltas de alambre? Explique la relación entre el número de espiras y la intensidad del campo magnético generado.
4. ¿El clavo se comportó como un imán permanente o como un electroimán? Justifique su respuesta con lo observado al desconectar la batería.
5. Explique, con sus propias palabras y apoyándose en lo observado en esta práctica, por qué la actividad eléctrica de las neuronas del cerebro puede generar un campo magnético detectable, aunque sea miles de veces más débil que el de su electroimán.

Resultado esperado / criterio de éxito

El estudiante diferencia experimentalmente el comportamiento de un circuito en serie y uno en paralelo ante la falla de un elemento, construye un electroimán funcional y relaciona correctamente el aumento del número de espiras con la intensidad del campo magnético, además de argumentar con coherencia la relación entre estos fenómenos físicos y los procesos de comunicación eléctrica y magnética del sistema nervioso.