

Un dúo dinámico: Física y Química



Óscar Ocampo Cervantes

Docente en la Escuela Nacional Preparatoria - UNAM
Distrito Federal

Ganador del 5o. Concurso de Cuadernos de Experimentos
categoría Bachillerato

Índice

Presentación	002
Experimentos de Física	
Espacio que voy de prisa	004
5, 4, 3, 2, 1, ¡despegue!	006
No se crea, ni se destruye, sólo se...	008
Prende un foco... con tu cuerpo	010
Midiendo átomos	012
Experimentos de Química	
Peces y oxígeno	014
Al infinito y más allá	016
El bote que explota	018
Medición indirecta	020
Determinemos cantidades	022
Bibliografía	024

Cuaderno de experimentos para Bachillerato

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Dirección de Comunicación Social

Av. Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor
México 03940, D.F.

© Derechos reservados

Diseño: Autoría / arte + comunicación
Ilustración: Víctor Ávila Chombo
Impresión: Impresora y encuadernadora Progreso

ISBN: 968-823-264-5

Impreso y hecho en México

Jurado de la categoría Bachillerato:

René Anaya Sarmiento

Periodista y divulgador de la ciencia

Horacio García Fernández

Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia
y la Técnica 1996

Paulino Sabugal Fernández

Gerente de Comunicación Social del Instituto
Mexicano del Petróleo

Introducción

002/bachillerato

Maestro:

Sin duda alguna, existe una gran variedad de manuales de actividades para la enseñanza de las ciencias experimentales, pero la mayoría no considera la limitación de recursos disponibles por parte de quien desea aprender lo relacionado con estas materias, e incluso de quien pretende enseñarlas pues, aun en el ámbito institucional, a menudo se carece de recursos.

Afortunadamente, el aprendizaje por medio de la experimentación no forzosamente requiere de instalaciones especiales o de experimentos complicados y, por supuesto, no existe una ley que obligue a la utilización de un lenguaje demasiado técnico.

En ciencias experimentales, el trabajo práctico es una parte inseparable de la enseñanza teórica, pues no se puede concebir el quehacer científico sin la experimentación. Si deseamos que nuestros estudiantes se interesen realmente en el estudio de la ciencia, debemos proporcionarles un medio de fácil acceso a la comprensión de los fenómenos naturales. A este objetivo responde esta propuesta que pretende facilitar el acercamiento a la experimentación y a algunos conceptos fundamentales de la física y la química, tomando como eje las acciones de observación, reflexión y análisis de resultados en la elaboración de conclusiones para superar algunos desafíos.

Estudiante:

Este cuaderno es para que lo disfrutes. No lo veas como un trabajo obligatorio del que después debes entregar un reporte; hazlo tuyo y aprende sólo por el placer que brinda investigar y experimentar realizando actividades casi como un juego. Compruébalo.

Sugerencias

- Si tienes dudas consulta con tus maestros.
- Lee con mucha atención las instrucciones antes de realizar el experimento.
- En ciencias experimentales está demostrado que dos cabezas piensan mejor que una; por ello, para obtener resultados satisfactorios es recomendable trabajar en equipo.
- Siempre que puedas recicla materiales.
- Cuando lo consideres necesario, utiliza algún equipo de protección.
- Si quieres, puedes ponerte en contacto mediante la siguiente dirección:

ocampo@teacher.com

- Si tienes oportunidad consulta y compara los resultados obtenidos en tus experimentos, además de las respuestas a los *desafíos* de las prácticas en la siguiente dirección:

www.prodigyweb.net.mx/oscarocampo

* Los desechos químicos de los experimentos aquí propuestos se pueden desechar sin mayor riesgo.

Despacio, que voy de prisa

¿De qué se trata?

De acuerdo con la Primera Ley de Newton: "un cuerpo conservará su estado de reposo o de movimiento con rapidez constante, si no existe una fuerza externa que modifique esa condición". En la naturaleza y a nuestro alrededor, es difícil encontrar objetos que se desplacen con rapidez constante; sin embargo, sí los hay, por ejemplo: las manecillas de un reloj o la Tierra al girar alrededor del Sol o sobre su propio eje. Un objeto en caída libre alcanzará una rapidez máxima y a partir de ese momento no cambiará.

Supón que nos desplazamos por una carretera y el "velocímetro" indica siempre la misma lectura. No podríamos afirmar que la velocidad es constante ya que, si existen curvas, al cambiar de dirección el movimiento no será constante en velocidad, aunque sí en rapidez. Recuerda que la rapidez es la magnitud del vector velocidad. Si nos moviéramos en línea recta y el velocímetro no indicara cambio en su lectura, entonces podríamos afirmar que el movimiento supone una velocidad



constante. En realidad el velocímetro no indica la velocidad, sino la rapidez, entonces debería llamarse *rapidómetro*, suena rarísimo, ¿no?

¿Para qué?

El análisis del movimiento de una canica dentro de un tubo lleno de aceite nos llevará a comprender qué es un movimiento con velocidad constante.

¿Qué se necesita?

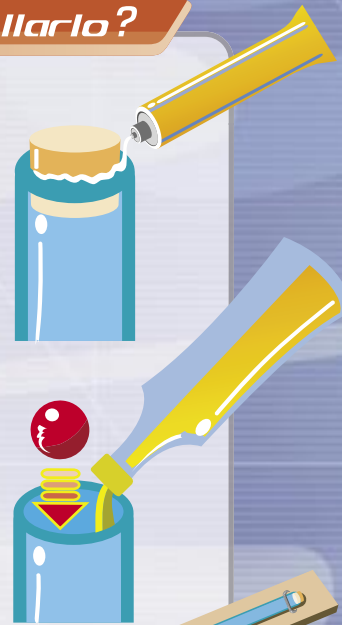
- Una canica
- 1.4 metros de manguera transparente con un diámetro adecuado para que la canica corra libremente dentro de ella
- Tabla de 1.5 m de largo por 10 cm de ancho
- Metro
- Dos tapones de caucho que ajusten en los extremos de la manguera
- Cronómetro
- Cinta adhesiva
- Aceite de cocina
- Pegamento de contacto o silicón o dos abrazaderas
- Cinco grapas de electricista

¿Cómo desarrollarlo?

Coloca uno de los tapones en un extremo de la manguera y asegúrate de que entre a presión para que no se salga. Puedes usar algún pegamento de contacto, silicón o una abrazadera.

Una vez sellado uno de los extremos, coloca la canica en la manguera y llénala completamente de aceite ¡Procura no derramarlo! Considera la longitud del tapón que colocarás en el extremo abierto y asegúrate de que quede bien fijo.

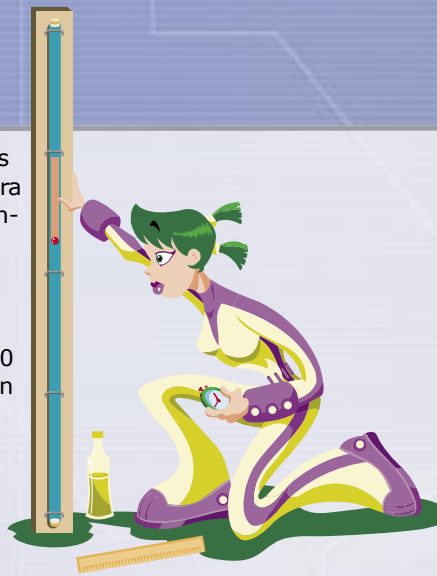
Ahora sujeta la manguera sobre la tabla con las grapas de electricista bien distribuidas; céntrala a lo largo y ancho. Procura que quede bien estirada para que no se curve, ya que esto podría causar algunos problemas.



A 20 cm de uno de los extremos de la manguera traza una línea a lo ancho de la tabla e indica con un cero el punto inicial para la toma de distancia recorrida y realiza marcas cada 20 cm hasta completar un metro.

Una vez terminada la construcción del aparato, medirás el tiempo que tarda la canica en recorrer distancias de 20 cm, para lo cual colocarás la tabla verticalmente, formando un ángulo de 90° respecto de una superficie horizontal.

Debes desplazarte de forma paralela a la tabla para seguir la canica y tomar adecuadamente el tiempo de todo el recorrido (de 20 en 20 cm, hasta completar un metro). Define, además, si detendrás el cronómetro justo cuando el frente o la parte media de la canica pase por la marca de los 20 cm. Realiza la toma de tiempo por triplicado para cada distancia. Observa y registra los datos obtenidos.



¿Qué observar y cómo analizar el proceso?

Registra en el siguiente cuadro los resultados obtenidos en el desarrollo experimental.

tiempo (s)					
distancia (m)	0	20	40	60	80

La rapidez queda definida por la relación de cambio de la distancia recorrida y el tiempo, es decir:

$$V = \Delta d / \Delta t, \text{ donde:}$$

$$V = \text{rapidez (m/s)}$$

$$\Delta d = \text{variación de distancia (m)}$$

$$\Delta t = \text{variación de tiempo (s)}$$

Para no olvidar

El símbolo Δ es la letra griega *delta* y significa cambio o variación, y se define como la diferencia entre la condición final y la inicial, en otras palabras:

$$\Delta d = d_f - d_i \quad \text{y} \quad \Delta t = t_f - t_i$$

Con esta información, calcula la rapidez instantánea para cada intervalo. Estos valores te servirán para conocer también la rapidez promedio con los valores de las cinco velocidades instantáneas calculadas.

Construye la gráfica de la relación *distancia recorrida* en función del tiempo promedio. Usa preferentemente una hoja de papel milimétrico, o bien algún paquete de computación para realizar gráficas, como hoja de cálculo.

Como puedes observar, los puntos tienden a alinearse sobre una recta, lo cual no significa que el movimiento sea rectilíneo, sino que la razón de cambio se mantiene constante; en otras palabras, recorre distancias iguales en tiempos iguales. ¿Qué significa esto? ¡Pues que la rapidez es constante y, al no cambiar de dirección, la velocidad también lo es!

Observa cuál es el valor de la distancia cuando el tiempo es igual a cero (d_i), y conociendo el valor de la rapidez promedio ($\Delta d/\Delta t$) sustituye estos valores en la siguiente ecuación:

$$d_f = d_i + (\Delta d/\Delta t) t$$

Como recordarás, esta ecuación es parecida a la utilizada en matemáticas para representar una línea recta ($y = a + mx$). ¡Felicidades, has obtenido la ecuación que describe el movimiento de la canica dentro del tubo! Bajo las condiciones de realización del experimento, esto es una Ley Física.

Preguntas para reflexionar

¿Por qué es necesario realizar tres lecturas de tiempo para la distancia recorrida?

¿Sería recomendable realizar un número menor o mayor de lecturas? ¿Por qué?

El comportamiento lineal de la gráfica obtenida ¿muestra que el movimiento es lineal o que la rapidez es constante? Explica.

Si cambiáramos la canica por un cubito de la misma masa y el mismo volumen, ¿afectaría esto la velocidad de desplazamiento? ¿De qué forma?

Desafío

Supón que existe un tubo infinitamente largo y que la canica se desplaza a través de él, ¿cómo calcularías la distancia que recorrería en una semana?, y ¿cómo calcularías el tiempo que tarda en recorrer 1000 km?

5, 4, 3, 2, 1... Despegue

¿De qué se trata?

Los cohetes espaciales requieren combustible suficiente para alcanzar la aceleración que les permita escapar a las fuerzas de atracción gravitacional. Un problema que debió ser resuelto por los científicos y los ingenieros que participaron en el diseño y construcción de estos vehículos fue la relación entre el peso de la nave y la fuerza de empuje. Esta última debe ser mayor para que la nave se pueda elevar. Podríamos pensar en cargar más combustible, pero esto aumentaría el peso también; por lo tanto, se debe estudiar la relación entre el peso y el combustible necesario para que la nave espacial salga de la Tierra y vuelva a ella con seguridad.

El análisis de algunas de las variables que intervienen en un proceso es determinante para obtener los resultados que deseamos; por ejemplo, en el caso planteado anteriormente nos interesa conocer cuál es la potencia máxima alcanzada con el mínimo de combustible. En estos momentos quizá no seas un físico ni un ingeniero, pero tal vez

en el futuro sí lo seas; y aunque tampoco tenemos una nave espacial para experimentar y resolver el problema, sin embargo, sí podemos construir un cohete hidrodinámico y experimentar con él. Así podríamos saber cuál es el mínimo requerido de combustible para alcanzar la altura máxima.

¿Para qué?

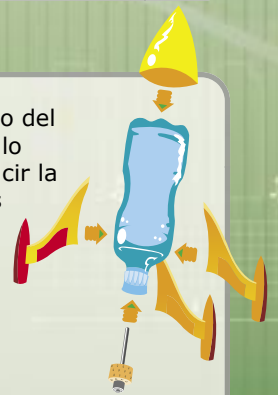
Para analizar el comportamiento de dos variables determinantes en el vuelo de un cohete hidrodinámico.



¿Qué se necesita?

- Botella plástica de refresco con capacidad máxima de dos litros
- Tapón de caucho o corcho que embone perfectamente en la boca de la botella
- Cartón o plástico rígido
- Pegamento o cinta adhesiva
- Válvula para inflar balones
- Agua
- Bomba de aire (como las que se utilizan para inflar balones)
- Probeta de 1000 ml, graduada
- Cronómetro

La botella se convertirá en el cuerpo del cohete; su base será el frente, por lo que debes modificarla a fin de reducir la resistencia al aire. Para ello puedes construir un cono de cartulina o mica que embone perfectamente en el diámetro de la base. Usa pegamento o cinta adhesiva para pegar las piezas.



Después, deberás construir la base del cohete, utilizando mica o cartón, con lo que se formarán las alas que le darán estabilidad a la nave durante el vuelo; éstas irán pegadas a los costados de la boca de la botella. Puedes optar por cualquier diseño ¡Sólo asegúrate de que queden bien pegadas! Toma en cuenta que debajo debe quedar un espacio de 10 cm para conectar la manguera de la bomba a la válvula introducida en el tapón.

Ahora que has terminado de armar el cohete píntalo o decóralo a tu gusto.



¿Cómo desarrollarlo?

Lo primero es verificar que el tapón se ajuste perfectamente a la boca de la botella. Luego perforalo clavando en él la válvula



Para iniciar la cuenta regresiva, lo primero que debes hacer es colocarte en un área más o menos despejada; en seguida, poner 200 ml de agua en la botella. A continuación, coloca firmemente el tapón con la válvula puesta. Es importante que quede lo más apretada posible, pues mientras más presión soporte el cohete la altura alcanzada será mayor. Ahora sólo necesitamos conectar la válvula de la base del cohete a la bomba de aire para comenzar a bombear hasta que la presión expulse el tapón de caucho y el cohete salga disparado. Asegúrate de que esté dirigido verticalmente hacia arriba y... ¡Aguas con el agua!

Debes tomar el tiempo que el cohete permanece en el aire para después calcular la altura alcanzada. Hay que poner mucha atención para activar el cronómetro justo cuando el cohete salga disparado y detenerlo al momento en que éste toque el piso. Después irás aumentando en 200 ml el volumen de agua para determinar el tiempo de vuelo.



Preguntas para reflexionar

¿Cuál es el volumen de agua que permite al cohete alcanzar la máxima altura?

¿Qué es lo que impulsa al cohete a subir?

¿Por qué debemos considerar como negativo el valor de la aceleración gravitacional cuando el movimiento es de subida?

¿Qué debo registrar y cómo lo analizo?

Anota los datos obtenidos en el cuadro siguiente.

Volumen de agua (ml)	Tiempo de vuelo (s)	Altura alcanzada (m)
0		
200		
400		
600		
800		
1000		
1200		
1400		

El cálculo de la altura es muy sencillo. Ni modo, de nuevo las matemáticas. Este movimiento se realiza con aceleración constante y su valor es igual a 9.81 m/s^2 , ¿te suena familiar? Supondremos que el rozamiento del aire no afecta y que el movimiento es un tiro vertical.

Aplica la ecuación de movimiento con aceleración constante, es decir:

$$h = v_i \cdot t \pm g \cdot t^2$$

donde:

h = altura (m)

v_i = velocidad inicial (m/s)

t = tiempo (s)

g = aceleración gravitacional (m/s^2)

Como ya te habrás dado cuenta, no podemos calcular la altura alcanzada porque no conocemos la velocidad inicial; sin embargo, si dividimos en dos partes el movimiento: el ascenso y el descenso, tenemos una alternativa, pues en el punto de altura máxima la velocidad final —al subir— es igual a cero, pero si consideramos el movimiento al bajar, la velocidad inicial será cero. Para no confundirnos consideremos

sólo el movimiento de ascenso, entonces:

$$v_f = -g t$$

(ojo: en este caso $g = -9.81 \text{ m/s}^2$)

Una vez realizados todos los cálculos, completa la tabla de datos.

Realiza la gráfica de la altura alcanzada en función del volumen de agua y observa el comportamiento. Traza, además, una línea de tendencia, utilizando preferentemente papel milimétrico, o bien algún paquete de computación para realizar gráficas.

Desafío

Si construyéramos una nave espacial con una masa de 2000 kg e intentáramos lanzarla al espacio ¿cuál sería el valor mínimo de aceleración para que la nave pudiera abandonar la Tierra?, ¿a qué velocidad saldría disparada? Supón que no hay fuerzas de rozamiento por el aire.

No se crea, ni se destruye, sólo se...

¿De qué se trata?

La energía es aquello que se requiere para poder producir trabajo físico, y para manejarla como mejor nos convenga, utilizaremos un dispositivo cuya principal función es transformar la energía eléctrica en energía mecánica (la que más nos interesa), y en otras diferentes formas de energía difíciles de recuperar. El dispositivo adecuado para este fin es el motor eléctrico, conocido por casi todo mundo.

La Ley de Conservación de la Energía se expresa de maneras tan diferentes que a veces es difícil darnos cuenta de que efectivamente se cumple. La energía no es visible, por tanto, generalmente, sólo percibimos sus efectos; a pesar de lo cual, contamos con algunos dispositivos para detectarla y cuantificarla. Entre las manifestaciones más comunes de la energía se encuentran la electricidad y el calor, sin duda alguna, las más usadas en la sociedad actual.

Un motor eléctrico es un convertidor de energía; al suministrarle energía eléctrica podremos obtener energía mecánica, y en sentido inverso; es decir, al suministrar energía mecánica obtendremos energía eléctrica, de esta forma el motor eléctrico se convierte en un generador de energía eléctrica. Si pudiéramos medir la cantidad de energía que se suministra o un valor, directa o indirectamente relacionado con ésta, y la



cantidad de energía que se obtiene a la salida, podríamos calcular –aproximadamente– la eficiencia del dispositivo, y ello lleva implícita la posibilidad de analizar desde otra perspectiva qué sucede con la energía total del sistema.

¿Para qué?

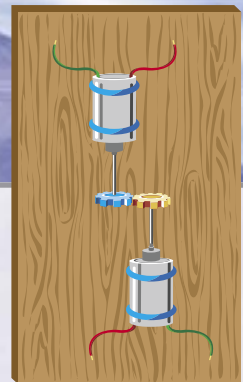
Para observar que, mediante un dispositivo, la energía que impulsa un motor puede ser convertida en otra forma de energía y recuperada nuevamente, aunque en el proceso siempre existirán “pérdidas” de energía.

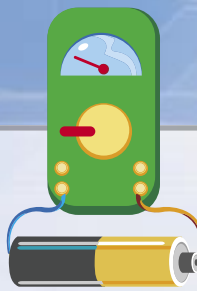
¿Qué se necesita?

- Dos motores pequeños de 1.5 voltios aproximadamente (como los que se emplean para los juguetes eléctricos)
- Dos pilas “AA” de 1.5 voltios
- Multímetro digital
- Dos engranes para el eje del motor o una banda
- Tabla para montar los motores
- Cuatro cables delgados con caimanes pequeños en los extremos
- Cuatro abrazaderas plásticas
- Portapilas (opcional)

¿Cómo desarrollarlo?

Haz cuatro perforaciones en la tabla para fijar los motores y aprieta lo más posible la abrazadera plástica para evitar que tengan cambio de posición. Deberás colocarlos de tal forma que queden uno frente al otro y puedan transferir movimiento al poner los engranes en contacto. Si usas una banda en lugar de engranes, separa los motores de forma que se tense la banda y pueda también transferir movimiento.

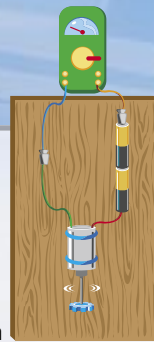




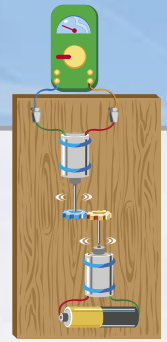
Una vez fijos los motores, procede a medir el voltaje de las pilas. La lectura debería ser de 1.5 voltios; no obstante, sólo obtendrás cantidades aproximadas.

Esto es debido a que el valor indicado es de referencia, pues siempre habrá diferencias en las cantidades de sustancias utilizadas al construir las pilas. Para poder medir el voltaje, coloca la perilla del multímetro en la opción voltaje de corriente directa (DVC) en una escala que corresponda a un valor apenas por arriba de los 1.5 voltios y sujeta las terminales del multímetro a cada una de las terminales de la pila. Registra las lecturas.

Ahora, mediante dos cables con caimán, conecta el multímetro a las terminales de uno de los motores como si quisieras registrar nuevamente el voltaje de una pila; el otro motor deberá conectarse a una pila. Asegúrate de que haya transferencia de movimiento del motor enchufado a la fuente de voltaje hacia el otro. Registra la lectura que indica el multímetro; si hay variación, toma el valor que consideres más estable. Estarás midiendo ahora el voltaje a la salida de un generador de electricidad. Repite el paso anterior, pero ahora utiliza dos pilas y una vez más registra los datos. Será necesario tam-



bién medir la intensidad de corriente; para ello debes girar la perilla del multímetro hacia la posición de medición de corriente directa (DCA) y conectarlo en serie entre los elementos del circuito en que se requiera hacer la medición, para lo cual será necesario conectar, mediante un alambre con caimán, una de las terminales de la pila a una de las del multímetro.



La otra terminal del aparato irá conectada al motor, de tal forma que el circuito se cierra al conectar la otra terminal del motor a la terminal libre de la pila. Registra la lectura para una y dos pilas.

Para no olvidar: Si aún no sabes usar el multímetro, revisa el manual del aparato o pide a un profesor que te asesore, pues es importante saber a qué salidas deben conectarse los cables del multímetro, ya que deben cambiar de posición dependiendo de la medida que se desea tomar.

Si no tienes idea del valor del voltaje o de la corriente que puede haber en un circuito, elige el valor más alto de la escala con la perilla selectora y reduce poco a poco el valor de la escala hasta tener la mejor lectura.

¡Nunca bajes de escala a un valor inferior al que indican los primeros registros de lectura!

Aunque no estamos midiendo la cantidad de energía eléctrica, mediante estos valores podemos calcular la potencia eléctrica, para ello aplicaremos la siguiente ecuación:

$$P_e = V \cdot I$$

donde: P_e = potencia eléctrica (W)
 V = voltaje (V),
 I = intensidad de corriente (A)

La potencia equivale también al cociente del trabajo realizado por unidad de tiempo, de tal forma que si consideramos que:

$$P_e = T / t$$

donde: T = trabajo (J),
 t = tiempo (s)

Si de esta última ecuación despejas T , y suponemos que todo el trabajo es equivalente al valor de la energía en el sistema, tendremos entonces una lectura aproximada de ésta.

Ahora que conoces el procedimiento de cálculo, completa la siguiente tabla.

¿Qué observar y cómo analizarlo?

Registra los resultados obtenidos en la siguiente tabla de datos.

Número de pilas	Voltaje suministrado (V)	Voltaje a la salida del motor (V)	Intensidad de corriente con la pila (A)	Intensidad de corriente con el generador (A)
1				
2				

Preguntas para reflexionar

¿Por qué la energía calculada a la salida del generador es inferior a la calculada para la pila eléctrica?

¿Por qué al aumentar el número de pilas aumenta también el valor de la energía calculada?

¿En qué otras formas de energía se estará convirtiendo la energía eléctrica?

Investiga cómo se calcula la eficiencia de un motor y determina la eficiencia de conversión de energía eléctrica en mecánica, de acuerdo con el sistema utilizado en el experimento anterior.

No. de Pilas	Pila		Generador	
	P_e (W)	Trabajo (J)	P_e (W)	Trabajo (J)
1				
2				

Desafío

Intenta calcular el consumo diario que de la energía se hace en tu casa, para ello considera la información que te proporciona el recibo de luz, así como el voltaje suministrado y la intensidad de corriente. Determina, además, el costo de un Joule de energía.

Prende un foco... con tu cuerpo

¿De qué se trata?

La energía puede sufrir diversas transformaciones. Una de las más comunes es la conversión de la energía eléctrica en mecánica, calorífica, luminosa, sonora, etc. Casi todos los aparatos en casa funcionan con energía eléctrica. Pueden existir transformaciones inversas, por ejemplo, la de energía mecánica a eléctrica, ésta se lleva a cabo todos los días en las plantas generadoras de electricidad.

De acuerdo con la Ley de Conservación de la Energía, ésta "no se crea ni se destruye, sólo se transforma"; no obstante, a veces nos hace pensar que realmente desaparece, pero no es así, siempre estará por ahí, aunque sea en una forma menos familiar.

Todos los días, nuestro cuerpo libera grandes cantidades de energía en forma de calor. Si pudiéramos recuperar la energía liberada en un día y transformarla en electricidad ¿seríamos capaces de prender un foco?

¿Para qué?

Para calcular la cantidad de energía liberada en forma de calor a través de tu mano y determinar si ésta es suficiente para encender un foco.



¿Qué se necesita?

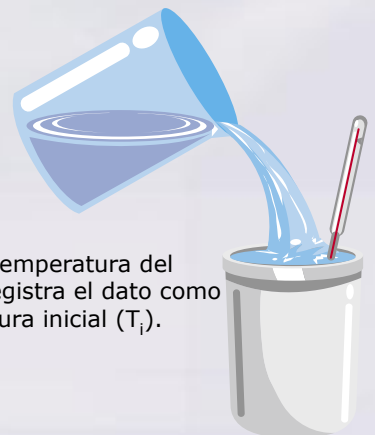
- Vaso de unisel con capacidad de 1 l y tapa del mismo material
- Termómetro
- Probeta de 250 ml
- Cronómetro
- Cúter
- Agua

¿Cómo desarrollarlo?

El experimento es muy sencillo; primero, con mucho cuidado haz un corte circular, con un diámetro aproximado al de la muñeca de tu mano, en el centro de la tapa del vaso, utilizando para ello el cúter. A continuación realiza un corte en línea recta que vaya del círculo central hasta la orilla, para que posteriormente puedas introducir tu mano.



Mide el volumen de una cierta cantidad de agua y colócala en el vaso. Asegúrate de que sea suficiente para cubrir tu mano, obviamente sin que el líquido llegue a derramarse.



Toma la temperatura del agua y registra el dato como temperatura inicial (T_i).

Colócate la tapa del vaso en la muñeca, sin romperla, para ello, flexiona ligeramente la tapa e introduce la muñeca por el corte recto que va del círculo central hacia la orilla. Introduce tu mano en el agua y tapa el vaso. Haz un pequeño orificio en la tapa empujando el termómetro y acomoda el bulbo de mercurio en una posición



intermedia entre la pared del vaso y tu mano, y a una profundidad media.

Agita de vez en cuando el vaso y registra la temperatura del agua cada dos minutos, hasta llegar a 20 minutos de observación.



¿Qué observar y cómo analizarlo?

Registra los datos obtenidos experimentalmente en el siguiente cuadro.

Tiempo (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Temperatura (°C)											

Traza la gráfica de la temperatura en función del tiempo y observa su tendencia, utilizando preferentemente papel milimétrico o algún paquete de computación para realizar gráficas.

Calcula la cantidad de calor transferida desde tu mano hacia el agua, empleando para ello la siguiente ecuación:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T_i$$

donde: m = Masa del agua (g).
 C_e = Calor específico del agua (4.2 J/g · °C)
 ΔT = Variación de la temperatura (°C).

Ahora que has calculado la cantidad de calor transferido en 20 minutos, supón que la totalidad de esta energía se transforma en trabajo mecánico (¡algo imposible en la realidad!); con este dato calcula la potencia desarrollada, ¿cómo?, pues con la siguiente ecuación:

$$P = W / t$$

donde: W = Trabajo (J)
 t = Tiempo (s)

Para recordar:

$$\Delta T = T_f - T_i$$

donde: T_f = Temperatura final (°C).
 T_i = Temperatura inicial (°C).

¿Y la masa? Mediste el volumen de agua y aunque no conoces la masa sí conoces el valor de la densidad del agua ¿lo recuerdas?

$$D_{\text{agua}} = 1 \text{ g / ml}$$

Preguntas para reflexionar

¿Por qué es necesario agitar de vez en cuando el vaso?

¿Qué observas en la tabla de datos respecto de las lecturas de temperatura?

Observa la gráfica obtenida, ¿qué sucede con la temperatura cuando transcurre el tiempo?

¿Podríamos hacer hervir cierta cantidad de agua con el solo hecho de introducir la mano en ella? ¿A qué crees que se deba esto?

¿Cómo es la potencia calculada para el trabajo realizado por la mano respecto de la potencia de un foco de 60 W? ¿Podríamos encender el foco si todo el calor transferido se convirtiera en energía eléctrica?

Compara tus resultados con los de otros compañeros ¿Todos disiparon la misma cantidad de calor? En caso contrario, ¿a qué podría deberse esto?

¡No olvides que la unidad de potencia es el Watt!

Con base en los resultados obtenidos, reflexiona: ¿es posible prender un foco de 60W? Ahora calcula la energía disipada y la potencia generada en un día (24 horas).

Desafío

¿Cuántos focos podrías encender con la energía liberada por todo tu cuerpo en un día? ¿Cómo demostrarías que esto es teóricamente posible?

Midiendo átomos

¿De qué se trata?

Uno de los problemas que se presenta en todo laboratorio de investigación y en nuestras propias casas, es la dificultad para medir con exactitud, incluso objetos que podemos manipular, ahora imagínate qué pasa con todo aquello que no podemos ver, como los átomos.

Demócrito, filósofo griego que vivió hacia el año 400 antes de Cristo, creía que toda la materia estaba formada por pequeñas partículas indivisibles e invisibles al ojo humano, a las cuales llamó átomos. Pasaron miles de años hasta que fue posible confirmar su existencia, incluso se demostró que básicamente están constituidas por un núcleo que contiene protones (cargados positivamente), neutrones (sin carga eléctrica), y que girando alrededor de este núcleo se encuentran electrones (con carga negativa). Además, se comprobó que sí se pueden dividir.

En la actualidad se tiene mucha información acerca de la naturaleza del átomo; se conoce la masa de las tres partículas fundamentales que lo constituyen, así como su tamaño. ¿Cómo podríamos medir algo que no podemos manipular directamente? Experimentaremos como lo hizo Rutherford para estudiar el núcleo atómico,



sólo que nosotros mediremos indirectamente el diámetro de círculos que representarán núcleos de átomos, y en lugar de rayos alfa utilizaremos una moneda.

¿Para qué?

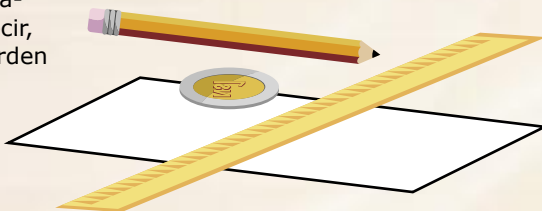
Para demostrar que puedes obtener mediciones con cierta precisión por métodos indirectos apoyándote en herramientas matemáticas.

¿Qué se necesita?

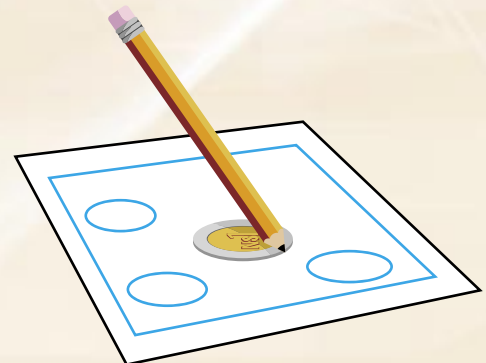
- Cartulina blanca
- Moneda
- Metro
- Lápiz

¿Cómo desarrollarlo?

Comienza por trazar un cuadrado de 60 x 60 cm sobre la cartulina blanca. A continuación, con apoyo de tu moneda, dibuja diez círculos distribuidos de manera aleatoria, es decir, sin algún orden específico.



Coloca la cartulina en el suelo y ponte de pie junto a ella, luego deja caer la moneda dentro del cuadrado que trazaste sin dirigirla hacia alguno de los círculos. Puedes lanzarla como si jugaras rayuela para evitar que ruede, pero debe quedar dentro del cuadrado.



Repetirás 200 veces (formar equipos de cinco y cada integrante tirará 40 veces) y contarás cuántas de ellas la moneda quedó por encima de un círculo (choque) o aunque sea apenas tocando la orilla. También contarás cuántas veces no tocó algún círculo; si la moneda quedó fuera del cuadrado el tiro no cuenta.



¿Qué observar y cómo analizarlo?

Registra el número de choques que se producen con los 200 lanzamientos de moneda y anota tus datos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Total						
Choque																																															
No choque																																															

N. de cír. (n)	intentos	choques	Ancho del cuadrado (cm)	Diámetro calculado (cm)	Diámetro medido directamente (cm)
10	200				

La probabilidad de que una moneda al caer choque con un círculo en el área del blanco es:

$$P = \frac{2 \text{ veces el diámetro de una moneda}}{\text{Anchura del cuadro}}$$

Si el número de círculos marcados se incrementa a n , la probabilidad de choque aumenta por un factor de n . Por lo que la posibilidad de choque entre la moneda y uno de los círculos marcados es:

$$P = \frac{2n (R_1 + R_2)}{A}$$

donde: $R_1 = 1/2$ del diámetro de la moneda
 $R_2 = 1/2$ del diámetro del círculo marcado
 $A =$ ancho del cuadrado

Si consideramos que $R_1 + R_2 = d$, entonces:

$$P = \frac{2nd}{A}$$

Al conocer el número de choques y el número de tiros también podemos determinar la probabilidad de choque; en este caso:

$$P = \frac{C}{I}$$

donde: $C =$ número de choques
 $I =$ número de intentos

Si conjugamos las dos ecuaciones de probabilidad, tenemos que:

$$\frac{2nd}{A} = \frac{C}{I}$$

Y si despejamos el diámetro, entonces: $d = \frac{A C}{2 n I}$

Usa esta ecuación para medir el diámetro de la canica (práctica 9). Finalmente toma una regla y mide directamente el diámetro de la moneda.

Preguntas para reflexionar

¿Por qué es necesario lanzar 200 veces la moneda?

Comparativamente, ¿cómo es el diámetro de la moneda medido directamente respecto del medido indirectamente? ¿A qué podríamos atribuir esta diferencia?

Calcula la diferencia porcentual de los dos valores obtenidos y anótala:

Desafío

Averigua y explica cómo trabajan los investigadores para determinar las dimensiones de planetas o estrellas.

Peces y oxígeno

¿De qué se trata?

En química, diariamente se utiliza una gran cantidad de sustancias que nos ayudan a identificar los cambios que ocurren a nuestro alrededor. El uso de sustancias coloridas como fenolftaleína, azul de metileno, violeta de metilo, azul de bromotimol y rojo de metilo, nos permiten detectar estas modificaciones con mayor facilidad.

Apreciar, mediante un cambio de color, lo que sucede en los átomos y las moléculas nos ayuda a interpretar aquello que no podemos ver ni manipular de manera física, pues se requiere mucha imaginación y un poco de conocimiento. La mayoría de las veces no es necesario conocer a fondo el sistema de complicadas reacciones químicas para dar una explicación sencilla sobre lo ocurrido en un sistema bajo observación, pero casi siempre es necesario utilizar el sentido común y las experiencias vividas.

A tu alrededor, todos los días se llevan a cabo cambios químicos que, en ocasiones, nos parecen totalmente ajenos; sin embargo, pueden afectarnos de manera significativa y no sólo a nosotros sino también al medio ambiente.



Conocer cómo funciona la química puede, incluso, darnos tranquilidad, ¿no lo crees? Vamos a experimentar.

¿Para qué?

Para observar, analizar e interpretar un fenómeno químico sin necesidad de conocer el sistema de reacciones que se llevan a cabo en él.

¿Qué se necesita?

- 10 g de hidróxido de sodio (NaOH)
- 250 ml de agua (H₂O)
- 10 g de dextrosa
- Azul de metileno
- Matraz balón de fondo plano de 500 ml
- Tapón de caucho que embone en la boca del matraz

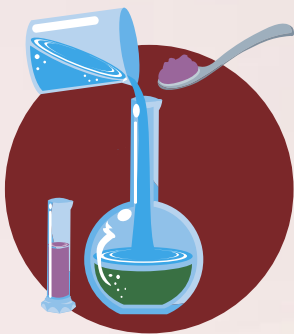
¿Cómo desarrollarlo?

Coloca 250 ml de agua en el matraz balón, agrega el hidróxido de sodio y agita lentamente hasta disolverlo.

Para no olvidar

Una base es una sustancia con un pH alcalino, de entre 8 y 14 unidades de pH. Las bases concentradas son muy corrosivas, ison capaces de destruir los tejidos corporales!

Para desechar la solución al final del experimento puedes neutralizar la base con un ácido o simplemente vacíala en la tarja y deja correr agua por un momento para diluirla.



Una vez disuelta la base, agrega la dextrosa (que es un azúcar) y continúa removiendo con mucho cuidado. Cuando se haya disuelto, agrega azul de metileno al tono de azul que más te guste, y sigue mezclando suavemente. Coloca el tapón de caucho lo más ajustado posible y agita enérgicamente, sosteniendo el tapón con el dedo pulgar.

Deja reposar y observa, puedes repetir la experiencia tantas veces como consideres necesario.

¿Qué observar y como analizarlo?

Pon mucha atención en el matraz, toma nota de lo que observas y realiza un dibujo que ilustre lo que sucede, para realizar posteriormente el análisis. Completa el cuadro de observaciones.

Color antes de agitar	Color después de agitar	Color después de reposar



Todas las aldohexosas, (caracterizadas por la presencia de seis átomos de carbono en su molécula y su fórmula condensada es $C_6H_{12}O_6$ –la dextrosa es una de ellas–, reaccionan con facilidad ante los agentes oxidantes suaves, y por esta razón se les conoce como azúcares reductores.

La dextrosa es conocida también como D-glucosa –un monosacárido muy importante– y resulta ser el *azúcar de la sangre* que en las personas constituye normalmente entre el 0.065 y el 0.11% de la sangre humana, la cual es fundamental para la vida, porque es el azúcar

principal que las células utilizan de manera directa para producir energía, debido precisamente a su capacidad reductora. Un medio alcalino facilita la oxidación de la molécula de glucosa.

El azul de metileno es el colorante que se utiliza en las peceras, el cual, recién adicionado en agua fresca puede verse muy azul, dependiendo de la cantidad del colorante aplicado; sin embargo, con el paso del tiempo el agua se decolora, y entonces es necesario activar la bomba de aire para burbujear más el agua, pero si no contamos con tal dispositivo se deberá cambiar el agua; de lo contrario los peces morirán ahogados!

Para tratar de entender qué sucede, procura imaginar qué cambios podrían estar ocurriendo en los átomos y las moléculas. Aunque nunca hemos visto unos ni otras, los cambios de color nos indican que algo sucede en estas partículas.

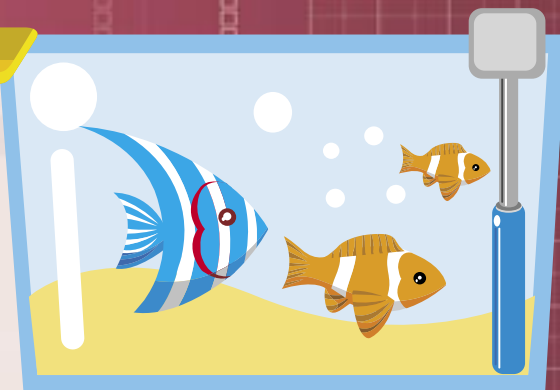
Preguntas para reflexionar

¿En la reacción química sólo intervienen las sustancias enlistadas como material a usar o estarán interviniendo otras sustancias que no hemos considerado? Piensa, ¿qué más hay dentro del matraz?

¿Por qué la solución se decolora después de agitar el matraz y al agitar nuevamente recupera su color azul?

¿Qué explicación darías a lo que sucede en el sistema?

¿Qué variables consideras importantes para tratar de explicar lo que sucede en el sistema bajo estudio?



Desafío

Investiga cuál es el mecanismo de reacción que se lleva a cabo en este sistema.

¿De qué se trata?

Para poder abandonar la superficie de la Tierra, una nave espacial necesita una fuerza que la impulse hacia arriba y le proporcione una aceleración suficiente para vencer la fuerza de atracción gravitacional. El diseño y construcción de estos vehículos requiere diversos estudios que permitan obtener un cohete económico, resistente y no contaminante.

Un cohete requiere combustible, oxígeno (recuerda que sin oxígeno no hay combustión) y energía para iniciar la combustión; un proceso de oxidación libera grandes cantidades de energía: es una reacción química, pero no sólo las reacciones oxidantes proporcionan energía para elevar una masa. Probaremos que mediante una reacción completamente diferente se puede ob-

tener la energía suficiente para elevar un cohete hecho con una botella de plástico, es decir, obtendremos el mismo efecto producido por causas distintas.



¿Para qué?

Para comprobar que la energía impulsora de un cohete hidrodinámico se puede obtener a partir de la transformación química de algunas sustancias.

¿Qué se necesita?

- Botella plástica de agua o de refresco, vacía, con capacidad de un litro
- Tapón de caucho o corcho que embone perfectamente en la boca de la botella
- Cartón o plástico rígido (acetato)
- Pegamento o cinta adhesiva
- Trozo de cartulina o de acetato
- Probeta de 1000 ml, graduada
- 1 litro de vinagre (ácido acético $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ al 5%), te servirá para tres vuelos.
- 300 g de bicarbonato de sodio (NaHCO_3)
- Cinta *masking tape*

¿Cómo desarrollarlo?

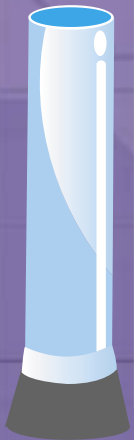
El proceso de construcción del cohete es similar al descrito en el experimento titulado: "5, 4, 3, 2, 1... ¡despegue!" (práctica 02), la diferencia radica en que ahora el tapón de caucho no lleva una válvula insertada; en cambio, emplearemos un tapón sellado que se ajuste a la boca de la botella. Con cartulina o acetato construye un cilindro de 10 cm de largo, cuyo diámetro sea igual a la base menor del tapón y fíjalo con cinta adhesiva a éste.

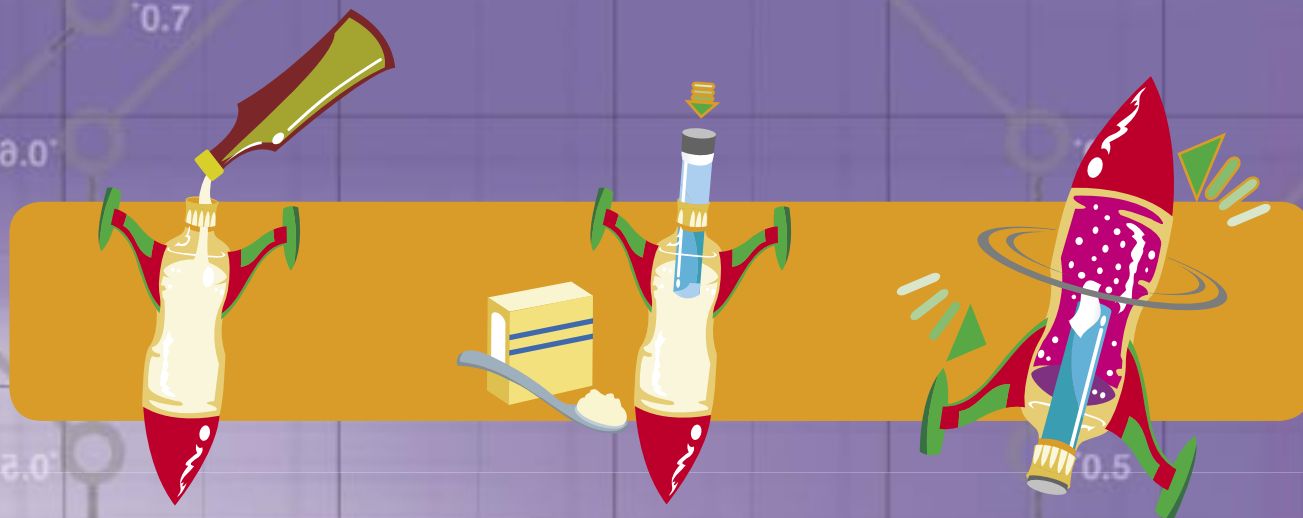
Para hacer volar el cohete vierte el CH_3COOH en la botella, llena el cilindro con NaHCO_3 hasta su máxima capacidad; con un pequeño trozo de cinta *masking tape* en el extremo abierto del tubo evitarás que el bicarbonato caiga sobre el vinagre y podrás sujetar firmemente el tapón a la boca

de la botella. Es importante que éste quede lo más apretado posible pues, mientras más presión soporta el cohete la altura alcanzada será mayor. Recuerda que debes ubicarte en un área más o menos despejada para llevar a cabo el lanzamiento.

Una vez colocado el tapón invierte la estructura y da un golpe en la botella para despegar el *masking tape*; mezcla el bicarbonato y el vinagre; entonces dará inicio la reacción que liberará gas carbónico, el cual elevará la presión al interior del cohete. Colócalo inmediatamente en el piso.

Asegúrate de que el cohete esté dirigido hacia arriba en forma vertical y... ¡Aguas con el vinagre!





¿Qué observar y como analizarlo?

En este caso se trata de analizar cómo es que de una reacción química, al haber una transformación de reactivos a productos, podemos obtener sustancias de características muy distintas a las originales. La reacción:



Originalmente los reactivos se encontraban en estado líquido y sólido, lo que queda indicado con el subíndice entre paréntesis. Además, los reactivos tienen distinto estado de agregación, y se han transformado en un gas y una mezcla en disolución acuosa de acetato de sodio.

Probablemente, después de caer el cohete, encuentres que hay un residuo sólido; éste es bicarbonato de sodio que no reaccionó y por lo tanto no se transformó en gas y acetato de sodio, es decir, existe como reactivo en exceso y la reacción se ve limitada por la cantidad de ácido acético en el vinagre.

Como ves, en comparación con el cohete del experimento titulado: "5, 4, 3, 2, 1... ¡despegue!", quizá la altura alcanzada sea menor, pero hemos logrado elevar una masa con un principio diferente. Toma en cuenta, además, que este cohete es de menor dimensión, sin embargo, lo interesante es que siempre hay más de una alternativa para lograr un mismo efecto.

Preguntas para reflexionar

¿Cuál es el agente propulsor de la nave construida?

¿Cómo explicarías brevemente el mecanismo de funcionamiento de nuestro cohete?

¿Si se usara un ácido diferente podríamos incrementar aún más la presión, a fin de alcanzar una altura mayor? ¿Por qué?



Desafío

Intenta balancear la reacción química y calcula la cantidad de masa precisa de bicarbonato de sodio que se requiere para que todo se convierta en producto.

El bote que explota

¿De qué se trata?

En la naturaleza, cotidianamente se llevan a cabo reacciones de óxido-reducción, se trata de una transferencia de electrones, en la que intervienen básicamente dos elementos: el que se oxida –y pierde electrones– y el que se reduce ganándolos. Un proceso de esta naturaleza lleva implícito un cambio en la estructura molecular.

Una explosión es una reacción de óxido-reducción y siempre va acompañada de la liberación de grandes cantidades de energía; se podría decir que es una oxidación muy rápida. Además, durante una explosión se producen gases que se expanden violentamente.

Los productos obtenidos después de una reacción oxidante son de naturaleza diferente a los reactivos que les dieron origen. Este reacomodo estructural requiere de variaciones en el contenido energético de las sustancias que intervienen en la reacción, incluidos los electrones de los niveles energéticos más externos.

En general, creemos que sólo materiales como la pólvora, la nitroglicerina, la dinamita o la gasolina



son explosivos, pero en sentido estricto sólo se requiere de un compuesto flamable disperso, de una fuente de calor y del comburente, que habitualmente es el oxígeno; tres componentes con los que se puede producir una explosión.

¿Para qué?

Para visualizar una reacción de óxido-reducción y la liberación de energía en la explosión de un compuesto aparentemente no explosivo.

¿Qué se necesita?

- Bote metálico grande (con capacidad de 1 kg), con tapa, como los de leche en polvo
- Lata vacía (con capacidad de 300 a 400 g)
- Taladro con broca (que puede ser sustituido por desarmador o tijeras)
- 100 g de harina de maíz o maicena
- Vela y cerillos
- 1 m de manguera delgada de hule, (como la que usan los albañiles para trazar niveles) aproximadamente 1/8 de pulgada)
- Plastilina epóxica o silicón

¿Cómo desarrollarlo?

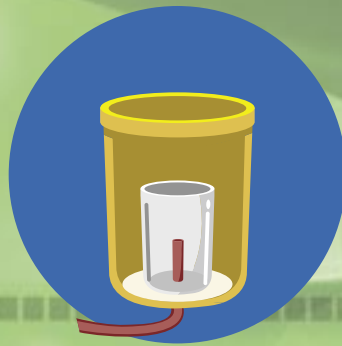
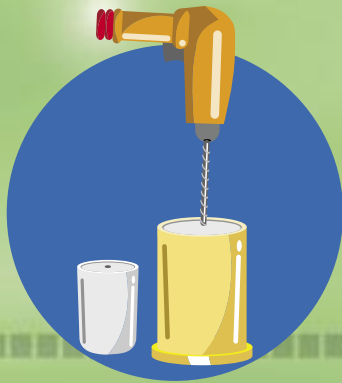
Calcula el centro del fondo de ambas latas, márcalo y, con el taladro, un desarmador o unas tijeras puntiagudas, realiza un hoyo, ¡con mucha precaución! El diámetro debe ser adecuado para que la manguera entre en el orificio.

Pega la lata chica dentro de la grande, con silicón o plastilina, haciendo coincidir los orificios para que a continuación puedas pasar la

manguera por ambos, hasta la parte central de la lata pequeña, y sállalos con silicón o plastilina.

Debes esperar a que seque perfectamente el silicón o la plastilina.

Cuando haya secado, coloca harina o maicena dentro de la lata chica, en cantidad suficiente para cubrir un poco por arriba del orificio.



Coloca la vela justo al lado del bote pequeño y enciéndela, tapando de inmediato el bote grande. Toma la manguera y sopla con fuerza a través de ella, tapándola en seguida. ¡Retírate lo más posible del bote!

Observa lo que sucede. Al fraccionar finamente cualquier sustancia aumentamos su superficie de contacto, es decir un área mayor queda expuesta al oxígeno. Si este material es combustible sólo faltará una pequeña cantidad de energía para que la explosión se lleve a cabo.

Tal vez has observado que está prohibido fumar cerca de los molinos de harina, las maderías y otros lugares donde se dispersan finas partículas de materia, esto se debe a que un cigarro puede ser el detonador de una explosión. Por esta misma razón, en ocasiones se prohíbe usar objetos metálicos en el cuerpo y en los zapatos, y se recomienda usar ropa y equipo especial para evitar cualquier chispa por contacto o acumulación de electricidad estática.

Preguntas para reflexionar

Si el bote grande no es tapado, ¿se llevaría a cabo la explosión? Explica que pasaría.

Si la harina puede ser un explosivo, ¿por qué no se utiliza para impulsar un automóvil? ¿Cómo es la energía liberada por una harina en una explosión, en comparación con la que libera una gasolina?

¿Por qué debes tapar o doblar la manguera justo después de soplar?

Desafío

¿De qué forma podrías realizar una medición de la energía liberada durante la explosión? Puedes proponer un método directo o indirecto.



Midiendo moléculas

¿De qué se trata?

A diferencia de la dificultad que representó en algún momento tratar de medir los átomos, la medición de moléculas resultó un poco menos complicada; de hecho sólo fue difícil al hacerlo por primera vez, pues un gran número de personas invirtieron mucho tiempo a lo largo de la historia. Sabemos que fue posible determinar primero el tamaño de algunas moléculas que el de los átomos de los diferentes elementos.

Antiguamente no se contaba con los recursos tecnológicos que ahora disfrutamos; sin embargo, los investigadores se las ingeniaban para superar obstáculos que parecían definitivos, en ello eran determinantes la imaginación y la creatividad. Así fue como Amadeo Avogadro logró medir el tamaño de algunas moléculas a partir de métodos indirectos. Él trabajó con aceites; medía su volumen y colocaba una gota sobre agua y, debido a que el aceite se extendía en su superficie, suponía que se formaba una monocapa; entonces medía la superficie que esta capa ocupaba, establecía relaciones entre sus mediciones y suponía diferentes formas volumétricas para las moléculas: por ejem-



plo, una esfera, un prisma cilíndrico o rectangular, etc. Esto le permitió obtener valores de volumen y dimensiones muy aproximadas a los que en la actualidad se determinan por medio de métodos más sofisticados.

¿Para qué?

Para comprobar la posibilidad de determinar medidas por un método indirecto.

¿Qué se necesita?

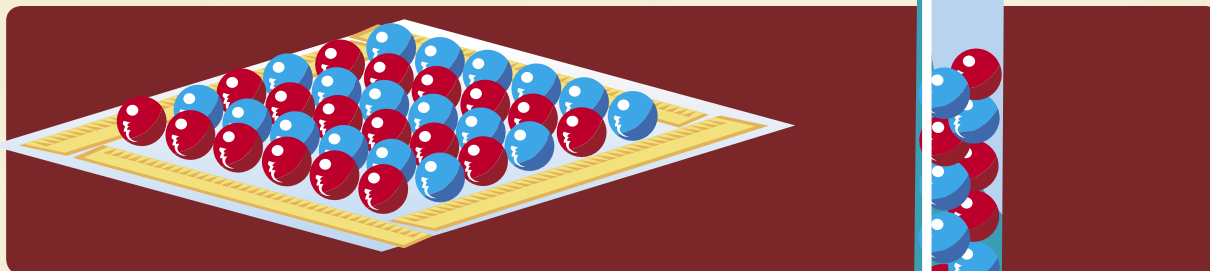
- 36 canicas del mismo tamaño
- Cuatro reglas de 30 cm
- Probeta de 250 ml
- Cinta adhesiva

¿Cómo desarrollarlo?

Acomoda las canicas de tal forma que puedas encerrarlas en un cuadrado formado por las reglas. Verifica que los lados del cuadrado midan lo mismo. Cada lado tendrá seis canicas alineadas.

A continuación toma las 36 canicas, colócalas en la probeta y determina qué volumen ocupan. Es obvio que parte del espacio dentro de la probeta es ocupado por aire; sin embargo,

en el ámbito molecular ocurre algo parecido; como sabes, las sustancias tienen diferentes densidades, para determinarlas se requiere conocer la relación entre la masa y el volumen de tales sustancias. También será necesario saber qué superficie ocupan las 36 canicas al acomodarse en una capa sobre una superficie.



¿Qué observar y como analizarlo?

Registra los datos obtenidos experimentalmente en el cuadro siguiente.

Volumen (ml)	Área (cm ²)	Número de canicas	Volumen calculado indirecto (cm ³)	Volumen calculado directo (cm ³)
		36		

Con esta información calcularemos el volumen que ocupa una canica sin medir directamente.

Sabemos que el volumen ocupado por las canicas extendidas en el cuadrado delimitado por las reglas es muy aproximado al que se determinó con la probeta. Por otra parte, al determinar la superficie del cuadrado podremos notar que tiene una cierta altitud, debida a la altura de cada una de las canicas. Entonces nos podemos aproximar a un cuerpo de tres dimensiones, es decir un prisma de base cuadrada. Si eres observador(a) te darás cuenta de que la altura del prisma corresponde al diámetro de las canicas. Por tanto:

$V = L^2 \times h$, donde:
V = volumen (cm³)
L = lado del cuadrado (cm)
h = altura del prisma (cm)

¡El volumen de un ml es exactamente igual a un cm³!

Con el volumen determinado, concluye el despeje de la altura, con lo cual calcularás un valor aproximado al diámetro de las canicas.

$h = \text{_____ cm}$

Sabemos que las canicas son esféricas y conocemos la ecuación que nos permite calcular su volumen. ¿Cuál es el volumen que ocupa una canica? Si tomas las 36 y mides su diámetro directamente podrás obtener un valor de diámetro promedio y calcular una vez más el volumen que ocupa una canica. ¿Cuál es el nuevo volumen?

Preguntas para reflexionar

¿A qué atribuirías la diferencia entre los dos volúmenes calculados?

Si en lugar de medir directamente el diámetro de las 36 canicas midieras sólo el de 10, ¿cómo esperarías que fuera el resultado obtenido, más o menos aproximado al valor real de volumen de las canicas? Explica.

¿Podrías aplicar el método descrito en la pregunta anterior para sustancias líquidas? Explica.

Desafío

Plantea un método alternativo que nos permita obtener un valor más exacto del volumen de una canica.

Práctica 10

Determinemos cantidades (estequiometría)



¿De qué se trata?

Determinar las cantidades correctas es una tarea indispensable en la mayor parte de las profesiones. Una modista, por ejemplo, calcula la cantidad de tela, forro y adornos que requerirá la confección de un traje; para ello usa un patrón o su experiencia. La Secretaría de Hacienda calcula la deducción del impuesto federal que debe aparecer en las nóminas, sobre la base del ingreso anual esperado por cada persona.

Los químicos calculan las cantidades indispensables de reactivos para llevar a cabo alguna reacción, así como las cantidades de productos que obtendrán después de dicha reacción. Para hacerlo se basan en las ecuaciones químicas balanceadas, y es a partir de sus resultados cálculos que determinan la cantidad de producto y escalan la reacción hacia arriba (para grandes volúmenes) o hacia abajo (para obtener cantidades mínimas), esto con el fin de ajustarse a las necesidades de sus investigaciones, y reducir al mínimo el desperdicio de materiales.

El término estequiometría se emplea para designar el cálculo de las cantidades de las sustancias que participan en las reacciones químicas.

Cuando se conoce la cantidad de una sustancia que toma parte en una reacción química, y se tiene la ecuación química balanceada, se pueden establecer las cantidades de reactivos y productos; estas cantidades pueden establecerse en moles, masa o volúmenes. Los cálculos de esta naturaleza ocupan un papel central en la química.

¿Para qué?

Para encontrar la relación estequiométrica entre dos reactivos utilizados en una reacción de precipitación y determinar gráficamente la dependencia entre la cantidad de precipitado que se forma, así como la variación en las proporciones de los reactivos.

¿Qué se necesita?

- Seis tubos de ensayo del mismo diámetro
- Dos pipetas graduadas de 5 ml
- Dos perillas o propipetas
- Papel milimétrico
- Regla de 30 cm
- Gradilla
- Dos vasos de precipitados de 100 ml
- 15 ml de cloruro de bario 0.5 M (BaCl_2)
- 15 ml de sulfato de sodio 0.5 M (Na_2SO_4)

¿Cómo desarrollarlo?

Prepara las soluciones de BaCl_2 y Na_2SO_4 . Para ello debes calcular primero la masa molecular con base en la fórmula, utilizando los valores de las masas atómicas de cada uno de los elementos que constituyen el compuesto y el número de átomos indicado en la propia fórmula, para el caso del cloruro de bario tendremos que:



$$\begin{aligned}\text{Ba} &= 137 \times 1 = 137 \text{ g/mol} \\ \text{Cl} &= 35 \times 2 = 70 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

$$\text{Masa molecular} = 207 \text{ g/mol}$$

¿Cómo desarrollarlo?

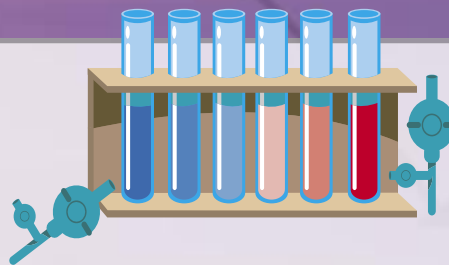
Esto significa que para tener una mol de BaCl_2 se requieren 207 g, y ahí habrá 6.022×10^{23} moléculas de este compuesto, de acuerdo con Avogadro. Pero requerimos de una concentración 0.5 M; por lo tanto debemos determinar la cantidad de masa necesaria para tener 0.5 moles, mediante la aplicación de una regla de tres:

$$X = \frac{(207 \text{ g})(0.5 \text{ mol})}{1 \text{ mol}} = 103.5 \text{ g}$$

Ahora hay que disolver esta masa en 1 litro de agua y tendrás una solución 0.5 M; para preparar sólo 15 ml de solución debes calcular la proporción en masa de BaCl_2 de acuerdo con el volumen requerido. A continuación:

Realiza los cálculos necesarios para preparar Na_2SO_4 . Utiliza el vaso de precipitados para preparar las soluciones. Numera los tubos de ensayo del uno al seis y colócalos en la gradilla. Con las pipetas y la propipeta, coloca en cada tubo las siguientes cantidades de reactivos y agita ligeramente.

Tubo Núm.	BaCl_2 0.5 M (ml)	Na_2SO_4 0.5M (ml)
1	0	5
2	1	4
3	2	3
4	3	2
5	4	1
6	5	0



Deja reposar unos 15 minutos los tubos y observa qué sucede. Mide la altura del precipitado que se ha depositado en el fondo del tubo.

¿Qué observar y como analizarlo?

Después de dejar reposar y medir la altura del precipitado anota los resultados obtenidos en la siguiente tabla.

Tubo	BaCl_2 (moles)	Na_2SO_4 (moles)	Precipitado (mm)	BaSO_4 (moles)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Investiga cómo es la reacción que se lleva a cabo y realiza el balanceo de la ecuación, para lo cual debes determinar el valor de los coeficientes de cada compuesto en la reacción. Posteriormente, con la información obtenida, construye la gráfica de la relación que existe entre los mililitros de reactivos y la altura del precipitado obtenido: Recuerda que la cantidad del precipitado depende de la cantidad de reactivos. Une los puntos trazando una curva de tendencia. Utiliza una hoja de papel milimétrico o algún paquete para realizar gráficas en computadora, como hoja de cálculo.

Preguntas para reflexionar

¿Por qué debemos agitar y posteriormente dejar reposar la mezcla de reactivos?

Observa la gráfica ¿Cuál es la relación proporcional de los reactivos en el punto más alto de la curva?

Considera ahora la ecuación balanceada y observa la relación entre BaCl_2 y Na_2SO_4 . Compara esta relación con la de los reactivos en el punto más alto de la gráfica ¿Qué puedes decir al respecto?

De acuerdo con la ecuación balanceada y lo que muestra la gráfica, ¿cuál de los reactivos limita la reacción antes y después del punto máximo?

Desafío

Calcula la cantidad de reactivos que se requieren para preparar una tonelada de sulfato de bario (BaSO_4).

Calcula la cantidad de reactivos que se requieren para preparar 10 g de cloruro de sodio (NaCl).

Alvarenga, M. *Física general*, 1998, Cuarta edición, Oxford, México.

Burns, R. *Fundamentos de química*, 1996, Segunda edición, Pearson Education, México.

Flores, Y. (coord.), *Prácticas de Química III*, 2002, Escuela Nacional Preparatoria-UNAM, México.

Hein, M. y S. Arena, *Fundamentos de química*, 2001, Quinta edición, Thomson Learning, México.

Hewitt, P., *Física conceptual*, 1999, Tercera edición, Pearson Education, México.

Hewitt, P. y P. Robinson, *Física, Manual de laboratorio*, 1998, Pearson Education, México.

Ondarza, A. (coord.), *Manual de experimentos de Física III*, 2001, Ciencia Bachiller. Escuela Nacional Preparatoria-UNAM. México.

Ondarza, A. (coord.), *Manual de prácticas de Física IV, área Ciencias Biológicas y de la Salud*, 2002, Ciencia Bachiller, Escuela Nacional Preparatoria-UNAM. México.

Ondarza, A. (coord.), *Manual de prácticas de Física IV, área Físico-Matemáticas y de las ingenierías*, 2002, Ciencia Bachiller, Escuela Nacional Preparatoria-UNAM. México.

Serway, R. Y J. Faughn, *Física*, 2001, Quinta edición, Prentice Hall, México.

Sitios en internet

<http://w3.clase.net>

<http://www.centros5.pntic.mec.es>

<http://www.cneq.unam.mx>

<http://www.conocimientos web.net>

<http://www.fisicarecreativa.com>

<http://www.tianguisdefisica.com>

**Para crecer...
hay que
saber**



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor
C. P. 03940, México, D. F.

Este cuaderno puedes encontrarlo también en internet:
www.conacyt.mx