Guía docente: práctica de laboratorio «Ley de Gay-Lussac»

Ficha rápida

Práctica de laboratorio simulada en la que el alumnado encierra aire en un matraz con una llave de tres vías, lo enfría en agua con hielo y lo calienta con una placa calefactora hasta unos 80 °C. Lee la temperatura en un termómetro y la presión en un manómetro digital, comprueba que, a volumen constante, P / T no cambia si la temperatura está en kelvin y, al alargar la recta de P frente a t hasta P = 0, llega al cero absoluto. No es una explicación proyectada, sino una práctica que hace cada alumno o cada pareja: la temperatura nunca aparece escrita y hay que leerla en el termómetro, y los errores de procedimiento tienen las mismas consecuencias que en el laboratorio. Su uso principal es 3.º ESO, con aplicación en 4.º ESO.

Dato	Detalle
Enlace	simulaciencia.es/simulaciones/practica-gay-lussac
Guion del alumnado	simulaciencia.es/guiones/practica-gay-lussac, en Word y LibreOffice para adaptarlo, y en PDF
Cursos	3.º ESO (uso principal), 4.º ESO
Materia	Física y Química
Duración orientativa	Una sesión de 50 minutos: 20 con el nivel guiado y 20 con el nivel libre y el guion
Agrupamiento	Individual o por parejas, con un ordenador, tableta o móvil por grupo
Material	Navegador, sin instalar nada. El guion impreso o en digital para el nivel libre, papel milimetrado y una regla
Conocimientos previos	Presión y sus unidades (kPa), temperatura en °C, modelo de partículas de un gas. La escala Kelvin se puede introducir con la propia práctica
Accesibilidad	Tema oscuro, claro y de alto contraste (botón del engranaje). Se maneja con ratón, con el dedo o con el teclado, y «Describir los instrumentos» dice entre qué rayas está el líquido del termómetro, qué marca el manómetro y cómo están la placa y el elevador

Cómo funciona la práctica

En la mesa hay un manómetro digital, una llave de tres vías, un matraz de 250 mL cerrado con un tapón y sujeto a un soporte, un termómetro y un vaso de 600 mL con agua y hielo sobre una placa calefactora con agitador. La placa está encima de un elevador. La lupa se arrastra con el ratón o con el dedo; la palanca de la llave, las flechas del elevador y los botones de la placa se pulsan. En el móvil, unos botones bajo la mesa hacen lo mismo que los mandos.

- **La llave** apunta a la salida que cierra. **Hacia arriba**, el matraz está abierto al aire de la sala; **hacia abajo**, el aire del matraz queda encerrado y, desde ese momento, siempre es el mismo aire, en el mismo volumen.
- **El elevador** tiene tres alturas: abajo (el agua no toca el matraz), a media altura (solo cubre el fondo) y arriba (cubre el matraz entero).

- **La placa** tiene tres botones: encendido, con un piloto rojo; potencia (baja, media o alta), y agitador. Al apagarla sigue caliente y el agua aún sube 2 o 3 °C. Se apaga sola a 90 °C, para que el agua no hierva.
- **El tiempo va diez veces más deprisa,** y un reloj dice cuánto tiempo de laboratorio habría pasado. El recorrido guiado completo son unos 30 minutos de laboratorio.

Dos niveles

Nivel	Qué hace el alumnado	Qué comprueba la simulación
Guiada (paso a paso)	Sigue nueve pasos numerados y apunta seis medidas en un cuaderno de laboratorio en pantalla: la sala, el agua con hielo y cerca de 20, 40, 60 y 80 °C. Calcula P / t en °C y ve que no se repite; pasa a kelvin y calcula P / T. Coloca una regla sobre sus puntos para llegar a P = 0, mira la gráfica en kelvin y responde una pregunta de partículas	Cada lectura y cada cálculo al apuntarlo, el corte de la regla con P = 0 y la respuesta. El agitador se enciende solo con la placa y la potencia es media
Libre (con guion)	Sigue el guion del alumnado, maneja los cinco mandos (llave, elevador, encendido, potencia y agitador), decide a qué temperaturas mide y hace los cálculos y la gráfica en la hoja	Nada. Solo pone los instrumentos y el número del montaje. Corrige el profesorado con la clave de esta guía

Los nueve pasos del nivel guiado son: con la llave abierta, leer la temperatura y la presión de la sala; cerrar la llave; subir el agua con hielo hasta cubrir el matraz y leer; calentar, apagar cerca de 20, 40, 60 y 80 °C y leer; probar P / t con la temperatura en °C; pasar a kelvin y calcular P / T; alargar la recta de P frente a t hasta P = 0; mirar la gráfica P frente a T en kelvin, y explicarlo con partículas.

Lo que hay que saber de la medida

- **La temperatura nunca aparece escrita.** El termómetro va de −10 a 110 °C con divisiones de 1 °C. Se lee con la lupa, cuya línea amarilla marca la altura de los ojos y se pone en el final de la columna roja.
- **El manómetro es digital,** de 0,1 kPa, y marca la presión absoluta. Con uno de aguja, el cero absoluto saldría desviado varias decenas de grados.
- **Hay que esperar a que todo se pare.** El aire del matraz tarda unos segundos en llegar a la temperatura del agua, y el termómetro también. Por eso se apaga la placa unos grados antes de la temperatura buscada y se lee cuando ni el termómetro ni el manómetro cambian.
- **Mientras queda hielo, el agua no pasa de 0 °C.** Los cubitos menguan y un aviso explica que el calor se gasta en fundirlos.
- **Cada número de montaje es siempre el mismo día de laboratorio:** la presión atmosférica (la habitual en Madrid, de 93 a 96 kPa), la temperatura de la sala y la cantidad de hielo. Al abrir la práctica sale un montaje al azar; se puede elegir otro en el desplegable o con «Otro al azar».
- **En el nivel guiado** se da por buena la temperatura a menos de medio grado de lo que marca el termómetro, y la presión que enseña la pantalla. Las filas calientes se aceptan en un margen (la de 20 °C, entre 15 y 30 °C), y si el agua pasa de largo una fila, esa fila se salta. T vale con t + 273 o con t + 273,15. P / T se da por constante con menos de un 2 % de diferencia, y el corte de la regla con P = 0, a menos de 15 °C del de la recta de los datos del alumno.

Errores con consecuencias

La ley se cumple exactamente en la simulación: lo que aleja el resultado son los errores de procedimiento, cada uno por una razón física que se puede explicar en clase.

Error	Qué pasa en la simulación
Abrir la llave después de cerrarla, con el aire más caliente o más frío que al cerrar	Sale o entra aire y ya no es el mismo gas. En el nivel guiado aparece un aviso rojo y hay que empezar de nuevo con el mismo montaje. En el libre, la presión vuelve a la de la sala sin avisar
Leer con la placa encendida o sin esperar	El aire va por detrás del agua y el termómetro también: temperatura y presión no corresponden al mismo instante, y P / T no se repite
Dejar el elevador a media altura	El agua solo cubre el fondo del matraz y el aire no llega a la temperatura del agua. La presión sale baja
Leer el termómetro sin poner los ojos a la altura del líquido	Se lee un grado de más o de menos. En el nivel guiado, la pista lo explica
Calentar sin remover (nivel libre)	El agua de abajo se calienta antes que la de arriba, donde está el termómetro, y la temperatura leída no es la del agua que rodea el matraz
Apagar la placa justo en la temperatura buscada	La placa guarda calor y el agua sigue subiendo 2 o 3 °C

Repartir la práctica ya preparada

La dirección de la práctica admite dos parámetros, que se pueden combinar y pegar en Classroom, Moodle o Teams:

Parámetro	Efecto	Ejemplo
`nivel=libre`	Abre el nivel libre	simulaciencia.es/simulaciones/practica-gay-lussac/?nivel=libre
`montaje=N`	Empieza con el montaje N (de 1 a 12)	.../practica-gay-lussac/?nivel=libre&montaje=7

Clave de los montajes

Para corregir. Si se cierra la llave a la temperatura de la sala, en todas las medidas se cumple **$P / T = P_{atm} / (t_{sala} + 273{,}15)$**, con T en kelvin. La tabla da esa constante y la presión que marca el manómetro a algunas temperaturas.

Montaje	P_{atm} (kPa)	Sala (°C)	P / T (kPa/K)	P a 0 °C (kPa)	P a 40 °C (kPa)	P a 80 °C (kPa)
1	94,6	21	0,322	87,8	100,7	113,6
2	93,4	22	0,316	86,4	99,1	111,8
3	95,2	20	0,325	88,7	101,7	114,7
4	94,1	23	0,318	86,8	99,5	112,2
5	94,2	21	0,320	87,5	100,3	113,1
6	93,0	24	0,313	85,5	98,0	110,5
7	94,9	22	0,322	87,8	100,7	113,5
8	93,7	20	0,320	87,3	100,1	112,9
9	95,5	22	0,324	88,4	101,3	114,3
10	94,3	19	0,323	88,2	101,1	114,0
11	96,0	23	0,324	88,5	101,5	114,5

Montaje	P_{atm} (kPa)	Sala (°C)	P / T (kPa/K)	P a 0 °C (kPa)	P a 40 °C (kPa)	P a 80 °C (kPa)
12	93,9	21	0,319	87,2	100,0	112,7

Con lecturas bien hechas, P / T se repite con menos de un 1 % de diferencia y la recta de P frente a t corta el eje de P = 0 cerca de −273 °C. Un resultado entre −250 y −300 °C es razonable trazando la recta a mano; si sale muy lejos, lo habitual es que se haya leído sin esperar o con el matraz sin cubrir. Si un alumno cierra la llave a otra temperatura, su constante es P_{atm} dividida entre la temperatura del aire al cerrar, en kelvin.

Uso en cada curso

En 3.º ESO la práctica sirve para descubrir la ley de Gay-Lussac y la necesidad de la escala Kelvin a partir de medidas propias; en 4.º ESO, para trabajar la extrapolación, el error y la ley general de los gases. Los saberes citados son los del currículo LOMLOE de la Comunidad de Madrid para Física y Química.

3.º ESO: descubrir la ley de Gay-Lussac y el cero absoluto

14–15 años · 9th grade en EE. UU. · Year 10 en Reino Unido

Saberes básicos. Bloque A: «Empleo de diversos entornos y recursos de aprendizaje científico, como el laboratorio o los entornos virtuales» y «Registro de datos y resultados empleando tablas, gráficos y expresiones matemáticas». Bloque B: «Profundización en el modelo cinético-molecular de la materia [...]. Leyes de los gases. Modelo cinético-molecular de la materia» y «Realización de experimentos de forma guiada relacionados con los sistemas materiales».

Objetivos. Seguir un procedimiento de laboratorio en el orden correcto. Leer un termómetro con los ojos a la altura del líquido. Comprobar que, a volumen constante, la presión de un gas sube al subir la temperatura. Ver que P / t no se repite con la temperatura en °C y sí P / T en kelvin. Llegar al cero absoluto alargando una recta. Explicar la ley con el modelo de partículas.

Propuesta de sesión (50 min).

1. **Pregunta inicial (5 min).** «¿Por qué no se debe dejar un bote de spray al sol?» y «¿qué pasa con un balón de fútbol que se deja fuera en una noche de helada?». Recoger ideas previas.
2. **Nivel guiado, por parejas (20 min).** Cada pareja con el montaje que le salga. El paso 5 (P / t en °C) suele sorprender: si la presión sube con la temperatura, ¿por qué no sale lo mismo? El paso 7, con la regla, da una temperatura por debajo de la cual no se puede bajar.
3. **Nivel libre con el guion (15 min).** Repartir montajes distintos con el parámetro `montaje=N`. Cada pareja elige sus temperaturas y hace la gráfica P–t en papel milimetrado, con el eje de temperaturas desde −300 °C.
4. **Puesta en común (10 min).** Cada pareja dice dónde corta su recta. Con montajes distintos las presiones no coinciden, pero todos los cortes caen cerca de −273 °C. De ahí sale la escala Kelvin: empezar a contar desde ese punto.

4.º ESO: extrapolación, error y ley general

15–16 años · 10th grade en EE. UU. · Year 11 en Reino Unido

Saberes básicos. Bloque A: «La medida y su error», «Análisis de datos experimentales» y «Utilización adecuada del material de laboratorio e instrumentos de medida». Bloque B: «Los gases. Ley general de los

gases».

Objetivos. Planificar las medidas y controlar las variables que estropean la medida (agitación, tiempo de espera, inmersión del matraz). Calcular el cero absoluto a partir de la recta de los datos. Estimar cómo influye el error de la lectura en una extrapolación larga. Relacionar esta práctica con la de Boyle-Mariotte para construir la ley general.

Propuesta de sesión (50 min).

1. **Planificación (10 min).** Antes de medir, contestar las preguntas del guion: por qué se cierra la llave a temperatura ambiente, por qué hay que cubrir el matraz y remover, y cuándo hay que apagar la placa.
2. **Nivel libre con errores provocados (20 min).** La mitad de las parejas mide bien; la otra mitad, sin agitador o con el elevador a media altura. Cada grupo calcula su cero absoluto.
3. **Análisis (20 min).** Comparar los cortes. Calcular la pendiente de P frente a t y el corte con P = 0 como −P(0 °C) / pendiente. Discutir por qué un error de un grado en las lecturas mueve el corte decenas de grados: la recta se alarga unas tres veces el intervalo medido.

Evaluación

Cada montaje tiene su propia constante, y en el nivel libre el alumnado elige las temperaturas, así que se corrige el procedimiento y el cálculo con los datos de cada alumno y la constante con la clave. Una rúbrica sencilla:

Criterio	Qué se mira
Procedimiento	Cierra la llave a temperatura ambiente y no la vuelve a abrir, cubre el matraz, remueve, apaga la placa antes de la temperatura buscada y espera a que todo se pare. Si tuvo que empezar de nuevo por un error, que explique cuál fue
Medida	Temperaturas con la división del termómetro (1 °C) y presiones con la del manómetro (0,1 kPa), con unidades
Cálculo	Paso a kelvin bien hecho y P / T con tres decimales, con unidades
Gráfica	Ejes con magnitud y unidad, eje de temperaturas hasta −300 °C, recta bien trazada y corte con P = 0 leído
Conclusión	Enuncia la ley, explica por qué hace falta la escala Kelvin, da su cero absoluto y lo relaciona con el modelo de partículas

Concepciones alternativas que ayuda a corregir

Idea del alumnado	Idea correcta	Cómo mostrarlo
«Al calentar el aire, sus partículas se dilatan»	Las partículas no cambian de tamaño: se mueven más deprisa	La pregunta de partículas del nivel guiado, que explica cada respuesta errónea
«Al calentar aparecen más partículas»	El matraz está cerrado: hay las mismas partículas	La llave cerrada durante toda la práctica; al abrirla, sale aire
«El calor es una sustancia que entra y empuja»	El calor es energía que pasa del agua al aire y hace que sus partículas se muevan más deprisa	Al apagar la placa, la presión deja de subir cuando el aire llega a la temperatura del agua

Idea del alumnado	Idea correcta	Cómo mostrarlo
«La presión es proporcional a la temperatura en °C»	Es proporcional a la temperatura absoluta, en kelvin	El paso 5: P / t en °C no se repite. A 0 °C, P / t no tiene sentido y la presión no es cero
«Temperatura y calor son lo mismo»	La temperatura mide lo deprisa que se mueven las partículas; el calor es la energía que pasa	Mientras queda hielo, la placa da calor y la temperatura no sube de 0 °C
«Un termómetro marca al instante»	El termómetro y el aire tardan en llegar a la temperatura del agua	Leer justo al apagar la placa y leer al cabo de un rato: no coinciden
«Por debajo de −273 °C se puede seguir enfriando»	−273 °C es el cero absoluto: la presión del gas sería cero	La regla del paso 7 y las gráficas de toda la clase, que cortan en el mismo punto

Simplificaciones que conviene conocer

1. **Volumen constante perfecto.** No se tiene en cuenta la dilatación del vidrio del matraz.
2. **Sin volumen muerto.** El aire del tubo y del manómetro, que no se calienta, no cuenta. En el laboratorio, ese aire hace que el cero absoluto salga algo desplazado.
3. **Gas ideal.** El aire cumple la ley exactamente. En el intervalo de la práctica, el aire real lo hace con muy buena aproximación.
4. **Aire seco.** No hay vapor de agua dentro del matraz.
5. **Tiempo acelerado.** El tiempo va diez veces más deprisa y la placa calienta más rápido que una real, para que la práctica quepa en una sesión.
6. **Hielo y pérdidas simplificados.** El hielo se funde a ritmo constante, el baño pierde calor hacia la sala muy despacio y la placa nunca deja hervir el agua.
7. **Termómetro de alcohol perfecto.** La escala no tiene error de calibración y el líquido no se separa en la columna.

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Guía publicada bajo licencia CC BY-SA 4.0: puedes adaptarla y compartirla citando la autoría y con la misma licencia. Versión actualizada y simulación en simulaciencia.es/guias/practica-gay-lussac/.