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

Ficha rápida

Práctica de laboratorio simulada na que o alumnado pecha aire nun matraz cunha chave de tres vías, arrefríao en auga con xeo e quéntao cunha placa calefactora ata uns 80 °C. Le a temperatura nun termómetro e a presión nun manómetro dixital, comproba que, a volume constante, P / T non cambia se a temperatura está en kelvin e, ao alongar a recta de P fronte a t ata P = 0, chega ao cero absoluto. Non é unha explicación proxectada, senón unha práctica que fai cada alumno ou cada parella: a temperatura nunca aparece escrita e hai que lela no termómetro, e os erros de procedemento teñen as mesmas consecuencias que no laboratorio. En Galicia o seu uso principal é 4.º de ESO, con aplicación en 1.º de Bacharelato.

Dato	Detalle
Ligazón	simulaciencia.es/gl/simulacions/practica-gay-lussac
Guión do alumnado	simulaciencia.es/gl/guions/practica-gay-lussac, en Word e LibreOffice para adaptalo, e en PDF
Cursos	4.º de ESO (uso principal), 1.º de Bacharelato
Materia	Física e Química
Duración orientativa	Unha sesión de 50 minutos: 20 co nivel guiado e 20 co nivel libre e o guión. En 4.º pode estenderse a dúas sesións
Agrupamento	Individual ou por parellas, cun ordenador, tableta ou móbil por grupo
Material	Navegador, sen instalar nada. O guión impreso ou en dixital para o nivel libre, papel milimetrado e unha regra
Coñecementos previos	Presión e as súas unidades (kPa), temperatura en °C, modelo de partículas dun gas. A escala Kelvin pódese introducir coa propia práctica
Accesibilidade	Tema escuro, claro e de alto contraste (botón da engrenaxe). Manéxase co rato, co dedo ou co teclado, e «Describir os instrumentos» di entre que raias está o líquido do termómetro, que marca o manómetro e como están a placa e o elevador

Como funciona a práctica

Na mesa hai un manómetro dixital, unha chave de tres vías, un matraz de 250 mL pechado cun tapón e suxeito a un soporte, un termómetro e un vaso de 600 mL con auga e xeo sobre unha placa calefactora con axitador. A placa está enriba dun elevador. A lupa arrástrase co rato ou co dedo; a panca da chave, as frechas do elevador e os botóns da placa prémense. No móbil, uns botóns debaixo da mesa fan o mesmo que os mandos.

- **A chave** apunta á saída que pecha. **Cara arriba**, o matraz está aberto ao aire da sala; **cara abaixo**, o aire do matraz queda pechado e, desde ese momento, sempre é o mesmo aire, no mesmo volume.
- **O elevador** ten tres alturas: abaixo (a auga non toca o matraz), a media altura (só cobre o fondo) e arriba (cobre o matraz enteiro).

- **A placa** ten tres botóns: acendido, cun piloto vermello; potencia (baixa, media ou alta), e axitador. Ao apagala segue quente e a auga aínda sobe 2 ou 3 °C. Apágase soa a 90 °C, para que a auga non ferva.
- **O tempo vai dez veces máis rápido,** e un reloxo di canto tempo de laboratorio pasaría. O percorrido guiado completo son uns 30 minutos de laboratorio.

Dous niveis

Nivel	Que fai o alumnado	Que comproba a simulación
Guiada (paso a paso)	Segue nove pasos numerados e anota seis medidas nun caderno de laboratorio na pantalla: a sala, a auga con xeo e preto de 20, 40, 60 e 80 °C. Calcula P / t en °C e ve que non se repite; pasa a kelvin e calcula P / T. Coloca unha regra sobre os seus puntos para chegar a P = 0, mira a gráfica en kelvin e responde unha pregunta de partículas	Cada lectura e cada cálculo ao anotalo, o corte da regra con P = 0 e a resposta. O axitador acéndese só coa placa e a potencia é media
Libre (con guión)	Segue o guión do alumnado, manexa os cinco mandos (chave, elevador, acendido, potencia e axitador), decide a que temperaturas mide e fai os cálculos e a gráfica na folla	Nada. Só pon os instrumentos e o número da montaxe. Corrixe o profesorado coa clave desta guía

Os nove pasos do nivel guiado son: coa chave aberta, ler a temperatura e a presión da sala; pechar a chave; subir a auga con xeo ata cubrir o matraz e ler; quentar, apagar preto de 20, 40, 60 e 80 °C e ler; probar P / t coa temperatura en °C; pasar a kelvin e calcular P / T; alongar a recta de P fronte a t ata P = 0; mirar a gráfica P fronte a T en kelvin, e explicalo con partículas.

O que hai que saber da medida

- **A temperatura nunca aparece escrita.** O termómetro vai de −10 a 110 °C con divisións de 1 °C. Lese coa lupa, cuxa liña amarela marca a altura dos ollos e ponse no final da columna vermella.
- **O manómetro é dixital,** de 0,1 kPa, e marca a presión absoluta. Cun de agulla, o cero absoluto sairía desviado varias decenas de graos.
- **Hai que esperar a que todo se pare.** O aire do matraz tarda uns segundos en chegar á temperatura da auga, e o termómetro tamén. Por iso apágase a placa uns graos antes da temperatura buscada e lese cando nin o termómetro nin o manómetro cambian.
- **Mentres queda xeo, a auga non pasa de 0 °C.** Os cubos de xeo minguan e un aviso explica que a calor se gasta en fundilos.
- **Cada número de montaxe é sempre o mesmo día de laboratorio:** a presión atmosférica (a habitual en Madrid, de 93 a 96 kPa), a temperatura da sala e a cantidade de xeo. Ao abrir a práctica sae unha montaxe ao chou; pódese elixir outra no despregable ou con «Outro ao chou».
- **No nivel guiado** dáse por boa a temperatura a menos de medio grao do que marca o termómetro, e a presión que amosa a pantalla. As filas quentes acéptanse nunha marxe (a de 20 °C, entre 15 e 30 °C), e se a auga pasa dunha fila, esa fila sáltase. T vale con t + 273 ou con t + 273,15. P / T dáse por constante con menos dun 2 % de diferenza, e o corte da regra con P = 0, a menos de 15 °C do da recta dos datos do alumno.

Erros con consecuencias

A lei cúmprese exactamente na simulación: o que afasta o resultado son os erros de procedemento, cada un por unha razón física que se pode explicar na aula.

Erro	Que pasa na simulación
Abrir a chave despois de pechala, co aire máis quente ou máis frío que ao pechar	Sae ou entra aire e xa non é o mesmo gas. No nivel guiado aparece un aviso vermello e hai que empezar de novo coa mesma montaxe. No libre, a presión volve á da sala sen avisar
Ler coa placa acendida ou sen esperar	O aire vai por detrás da auga e o termómetro tamén: temperatura e presión non corresponden ao mesmo instante, e P / T non se repite
Deixar o elevador a media altura	A auga só cobre o fondo do matraz e o aire non chega á temperatura da auga. A presión sae baixa
Ler o termómetro sen poñer os ollos á altura do líquido	Lese un grao de máis ou de menos. No nivel guiado, a pista explícao
Quentar sen remexer (nivel libre)	A auga de abaixo quéntase antes que a de arriba, onde está o termómetro, e a temperatura lida non é a da auga que rodea o matraz
Apagar a placa xusto na temperatura buscada	A placa garda calor e a auga segue subindo 2 ou 3 °C

Repartir a práctica xa preparada

O enderezo da práctica admite dous parámetros, que se poden combinar e pegar en Classroom, Moodle ou Teams:

Parámetro	Efecto	Exemplo
`nivel=libre`	Abre o nivel libre	simulaciencia.es/gl/simulacions/practica-gay-lussac/?nivel=libre
`montaje=N`	Empeza coa montaxe N (de 1 a 12)	.../practica-gay-lussac/?nivel=libre&montaje=7

Clave das montaxes

Para corrixir. Se se pecha a chave á temperatura da sala, en todas as medidas cúmprese **$P / T = P_{atm} / (t_{sala} + 273{,}15)$**, con T en kelvin. A táboa dá esa constante e a presión que marca o manómetro a algunhas temperaturas.

Montaxe	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

Montaxe	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 ben feitas, P / T repítese con menos dun 1 % de diferenza e a recta de P fronte a t corta o eixe de P = 0 preto de −273 °C. Un resultado entre −250 e −300 °C é razoable trazando a recta a man; se sae moi lonxe, o habitual é que se lese sen esperar ou co matraz sen cubrir. Se un alumno pecha a chave a outra temperatura, a súa constante é P_{atm} dividida entre a temperatura do aire ao pechar, en kelvin.

Uso en cada curso

En 4.º de ESO a práctica serve para descubrir a lei de Gay-Lussac e a necesidade da escala Kelvin a partir de medidas propias; en 1.º de Bacharelato, para traballar a extrapolación, o erro e a ecuación dos gases ideais.

Os contidos e os criterios de avaliación citados son os do currículo de Galicia: Decreto 156/2022 (DOG do 26 de setembro de 2022) para a ESO e Decreto 157/2022 (DOG núm. 183, do 26 de setembro de 2022) para o bacharelato, que organizan cada curso en bloques.

En Galicia os gases non aparecen en 3.º de ESO: chegan en 4.º, no bloque da materia («disolucións e gases») e no da interacción («forzas e presión nos fluídos»). Por iso o uso principal vai a 4.º. Se en 4.º se dispón de dúas sesións, a segunda pode ser a proposta de 1.º de Bacharelato, sen o cálculo de moles.

4.º de ESO: descubrir a lei de Gay-Lussac e o cero absoluto

15–16 anos · 10th grade nos EUA · Year 11 no Reino Unido

Contidos. Bloque 1: «Traballo experimental e proxectos de investigación: estratexias na resolución de problemas e o tratamento do erro mediante a indagación, a dedución, a procura de evidencias e o razoamento lóxico-matemático...» e «Diversas contornas e recursos de aprendizaxe científica, como os laboratorios ou as contornas virtuais...». Bloque 2: «Sistemas materiais: resolución de problemas e outras situacións de aprendizaxe diversas sobre disolucións e gases...».

Criterios de avaliación. CA1.2 (predicir respostas que se poidan comprobar de forma experimental, aplicando o razoamento lóxico-matemático), CA1.4 (utilizar adecuadamente as regras básicas da física e da química, incluído o uso correcto de varios sistemas de unidades e as ferramentas matemáticas necesarias), CA2.1 (comprender fenómenos cotiáns relacionados cos sistemas materiais e explicalos con rigor en termos de leis e teorías) e CA2.2 (resolver problemas sobre sistemas materiais mediante as leis adecuadas, expresando os resultados con corrección e precisión).

O currículo non nomea a lei de Gay-Lussac nin a escala Kelvin; entran nos problemas sobre gases do bloque 2 e no tratamento do erro do bloque 1.

Obxectivos. Seguir un procedemento de laboratorio na orde correcta. Ler un termómetro cos ollos á altura do líquido. Comprobar que, a volume constante, a presión dun gas sobe ao subir a temperatura. Ver que P / t non se repite coa temperatura en °C e P / T en kelvin si. Chegar ao cero absoluto alongando unha recta. Explicar a lei co modelo de partículas.

Proposta de sesión (50 min).

1. **Pregunta inicial (5 min).** «Por que non se debe deixar un bote de spray ao sol?» e «que lle pasa a un balón de fútbol que se deixa fóra nunha noite de xeada?». Recoller ideas previas.

2. **Nivel guiado, por parellas (20 min).** Cada parella coa montaxe que lle saia. O paso 5 (P / t en °C) adoita sorprender: se a presión sobe coa temperatura, por que non sae o mesmo? O paso 7, coa regra, dá unha temperatura por debaixo da cal non se pode baixar.
3. **Nivel libre co guión (15 min).** Repartir montaxes distintas co parámetro `montaje=N`. Cada parella elixe as súas temperaturas e fai a gráfica P–t en papel milimetrado, co eixe de temperaturas desde −300 °C.
4. **Posta en común (10 min).** Cada parella di onde corta a súa recta. Con montaxes distintas as presións non coinciden, pero todos os cortes caen preto de −273 °C. De aí sae a escala Kelvin: empezar a contar desde ese punto.

Se antes se fixo a práctica de Boyle-Mariotte, pódese pechar a sesión comparando as dúas leis: nunha mantense a temperatura e na outra, o volume.

1.º de Bacharelato (Física e Química): extrapolación, erro e gases ideais

16–17 anos · 11th grade nos EUA · Year 12 no Reino Unido

Contidos. Bloque 1: «Deseño e execución de experimentos e de proxectos de investigación en condicións de seguridade, utilizando instrumental adecuado e razoamento lóxico-matemático e analizando os resultados obtidos...». Bloque 3: «Cálculo de cantidades de materia en sistemas fisicoquímicos concretos, como gases ideais ou disolucións, así como o estudo das súas propiedades e variables de estado en situacións da vida cotiá».

Criterios de avaliación. CA1.1 (formular e verificar hipóteses manexando con soltura o traballo experimental e o razoamento lóxico-matemático), CA1.3 (integrar as leis e teorías científicas na validación das hipóteses, aplicando relacións cualitativas e cuantitativas entre as variables) e CA3.2 (resolver problemas sobre as substancias que participan nas reaccións aplicando as leis adecuadas).

Obxectivos. Planificar as medidas e controlar as variables que estragan a medida (axitación, tempo de espera, inmersión do matraz). Calcular o cero absoluto a partir da recta dos datos. Estimar como inflúe o erro da lectura nunha extrapolación longa. Relacionar esta práctica coa de Boyle-Mariotte para construír a lei xeral e a ecuación dos gases ideais.

Proposta de sesión (50 min).

1. **Planificación (10 min).** Antes de medir, contestar as preguntas do guión: por que se pecha a chave a temperatura ambiente, por que hai que cubrir o matraz e remexer, e cando hai que apagar a placa.
2. **Nivel libre con erros provocados (20 min).** A metade das parellas mide ben; a outra metade, sen axitador ou co elevador a media altura. Cada grupo calcula o seu cero absoluto.
3. **Análise (20 min).** Comparar os cortes. Calcular a pendente de P fronte a t e o corte con P = 0 como −P(0 °C) / pendente. Discutir por que un erro dun grao nas lecturas move o corte decenas de graos: a recta alóngase unhas tres veces o intervalo medido. Coa constante P / T e o volume do matraz (250 mL), calcular cantos moles de aire hai pechados con P · V = n · R · T.

Avaliación

Cada montaxe ten a súa propia constante, e no nivel libre o alumnado elixe as temperaturas, así que se corrixen o procedemento e o cálculo cos datos de cada alumno e a constante coa clave. Unha rúbrica sinxela:

Criterio	Que se mira
Procedemento	Pecha a chave a temperatura ambiente e non a volve abrir, cobre o matraz, remexe, apaga a placa antes da temperatura buscada e espera a que todo se pare. Se tivo que empezar de novo por un erro, que explique cal foi
Medida	Temperaturas coa división do termómetro (1 °C) e presións coa do manómetro (0,1 kPa), con unidades
Cálculo	Paso a kelvin ben feito e P / T con tres decimais, con unidades
Gráfica	Eixes con magnitude e unidade, eixe de temperaturas ata −300 °C, recta ben trazada e corte con P = 0 lido
Conclusión	Enuncia a lei, explica por que fai falta a escala Kelvin, dá o seu cero absoluto e relaciónao co modelo de partículas

Concepcións alternativas que axuda a corrixir

Idea do alumnado	Idea correcta	Como mostralo
«Ao quentar o aire, as súas partículas dilátanse»	As partículas non cambian de tamaño: móvense máis rápido	A pregunta de partículas do nivel guiado, que explica cada resposta errónea
«Ao quentar aparecen máis partículas»	O matraz está pechado: hai as mesmas partículas	A chave pechada durante toda a práctica; ao abrila, sae aire
«A calor é unha substancia que entra e empurra»	A calor é enerxía que pasa da auga ao aire e fai que as súas partículas se movan máis rápido	Ao apagar a placa, a presión deixa de subir cando o aire chega á temperatura da auga
«A presión é proporcional á temperatura en °C»	É proporcional á temperatura absoluta, en kelvin	O paso 5: P / t en °C non se repite. A 0 °C, P / t non ten sentido e a presión non é cero
«Temperatura e calor son o mesmo»	A temperatura mide o rápido que se moven as partículas; a calor é a enerxía que pasa	Mentres queda xeo, a placa dá calor e a temperatura non sobe de 0 °C
«Un termómetro marca ao instante»	O termómetro e o aire tardan en chegar á temperatura da auga	Ler xusto ao apagar a placa e ler ao cabo dun anaco: non coinciden
«Por debaixo de −273 °C pódese seguir arrefriando»	−273 °C é o cero absoluto: a presión do gas sería cero	A regra do paso 7 e as gráficas de toda a clase, que cortan no mesmo punto

Simplificacións que convén coñecer

1. **Volume constante perfecto.** Non se ten en conta a dilatación do vidro do matraz.
2. **Sen volume morto.** O aire do tubo e do manómetro, que non se quenta, non conta. No laboratorio, ese aire fai que o cero absoluto saia algo desprazado.
3. **Gas ideal.** O aire cumpre a lei exactamente. No intervalo da práctica, o aire real faino con moi boa aproximación.
4. **Aire seco.** Non hai vapor de auga dentro do matraz.
5. **Tempo acelerado.** O tempo vai dez veces máis rápido e a placa quenta máis rápido ca unha real, para que a práctica caiba nunha sesión.
6. **Xeo e perdas simplificados.** O xeo fúndese a ritmo constante, o baño perde calor cara á sala moi amodo e a placa nunca deixa ferver a auga.

7. **Termómetro de alcol perfecto.** A escala non ten erro de calibración e o líquido non se separa na columna.

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Guía publicada baixo licenza CC BY-SA 4.0: podes adaptala e compartila citando a autoría e coa mesma licenza. Versión actualizada e simulación en simulaciencia.es/gl/guias/practica-gay-lussac/.