

1. Gases Ideales

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Verificar y analizar mediante los conceptos aprendidos en clase la ley de gases ideales, desarrollando experimentos para llegar a un análisis mediante la teoría vista.

1.1.2 Específicos

- Observar el comportamiento de los gases con diferentes configuraciones de presión, volumen y temperatura
- Comprender las leyes de Charles, Gay-Lussac, Boyle, y su relación con la ecuación de estado de los gases ideales.

1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Los gases ideales es una simplificación de los gases reales que se realiza para estudiarlos de manera más sencilla. En sí es un gas hipotético que considera:

- Formado por partículas puntuales sin efectos electromagnéticos.
- Las colisiones entre las moléculas y entre las moléculas y las paredes es de tipo elástica, es decir, se conserva el momento y la energía cinética.
- La energía cinética es directamente proporcional a la temperatura.
- Los gases se aproximan a un gas ideal cuando son un gas mono atómico, está a presión y temperatura ambiente.

La ecuación del gas ideal se basa condensa la **ley de Boyle, la de Gay-Lussac, la de Charles y la ley de Avogadro.**

$$PV = nRT \quad (1.1)$$

Donde:

- P= es la presión del gas

- V = el volumen del gas
- n= el número de moles
- T= la temperatura del gas medida en Kelvin
- R= la constante de los gases ideales

$$R = \begin{cases} = 0,08205746 \left[\frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \\ = 62,36367 \left[\frac{\text{mmHg}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \\ = 1,987207 \left[\frac{\text{cal}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \\ = 8,314472 \left[\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \end{cases}$$

Figura 1.1: Valor de R

1.2.1 Ley de Charles

Corresponden a las transformaciones que experimenta un gas cuando la presión es constante. Así tenemos que:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (1.2)$$

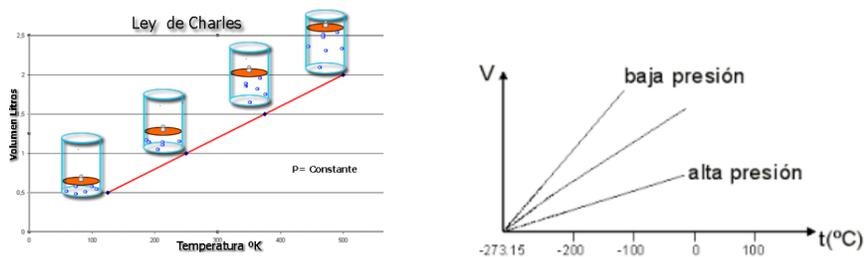


Figura 1.2: Ley general

Cuando la temperatura se acerca al cero absoluto, todos los gases tienden al mismo comportamiento.

1.2.2 Ley de Gay-Lussac

Corresponde a las transformaciones que sufre un gas ideal cuando el volumen permanece constante.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (1.3)$$

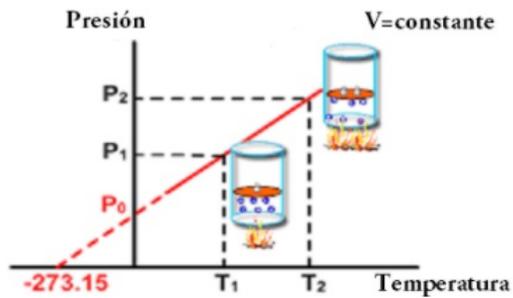


Figura 1.3: Ley de Gay-Lussac

Al aumentar la temperatura las moléculas del gas se mueven más rápidamente y por tanto aumenta el número de choques contra las paredes, es decir aumenta la presión ya que el recipiente es de paredes fijas y su volumen no puede cambiar.

1.2.3 Ley de Boyle

Corresponde a las transformaciones que experimenta un gas cuando su temperatura permanece constante.

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad (1.4)$$

La curva que describe el gráfico P Vs Volumen, corresponde a una isotérmica, es decir a todos los puntos donde la temperatura es la misma.

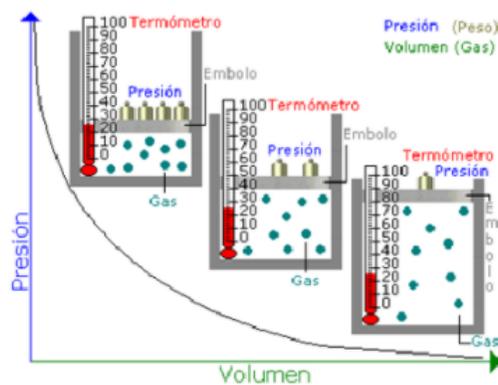


Figura 1.4: Ley de Boyle

Al aumentar el volumen, las partículas (átomos o moléculas) del gas tardan más en llegar a las paredes del recipiente y por lo tanto chocan menos veces por unidad de tiempo contra ellas. Esto significa que la presión será menor ya que ésta representa la frecuencia de choques del gas contra las paredes.

1.2.4 Ley de Avogadro

Volúmenes iguales de distintas sustancias gaseosas, medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de partículas.

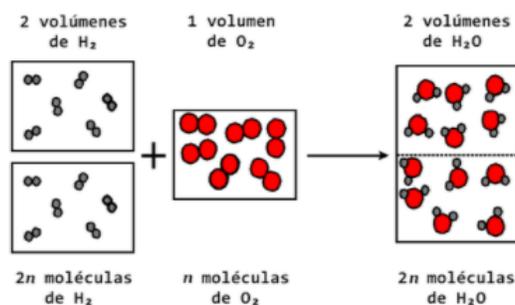


Figura 1.5: Ley de Avogadro

Esto quiere decir que al haber mayor número de moléculas aumentará la frecuencia de los choques con las paredes del recipiente lo que implica (por un instante) que la presión dentro del recipiente es mayor que la exterior y esto provoca que el émbolo se desplace hacia arriba inmediatamente. Al haber ahora mayor distancia entre las paredes (es decir, mayor volumen del recipiente) el número de choques de las moléculas contra las paredes disminuye y la presión vuelve a su valor original.

1.3 Actividades Previas al Laboratorio

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones relacionadas con el Ondas Estacionarias, propuestas a continuación:

1. ¿Que es un mol? ¿Que es el numero de Avogadro? Sabiendo esto, ¿que tiene mas particulas/átomos, 1kg. de Hidrógeno o 1kg. de Carbono?
2. Describa algunas razones por las cuales no se puede utilizar la escala Celsius de temperatura para estudiar la ecuación de estado.
3. Si tenemos un recipiente rígido lleno de gas, y le aumentamos la temperatura este sufre un aumento en su presión, ¿A que se debe esto? Similarmente, si no alteramos la temperatura de un gas dentro de un recipiente, pero comprimimos al gas, este sufrira un aumento en su temperatura. ¿Por que sucede esto? Utilice la teoria cinética para responder las preguntas.
4. Antes de realizar los apartados correspondientes a este sección, se recomienda ver el siguiente video, <https://www.youtube.com/watch?v=kWTgtWwZXms&t=573s> dentro de el cual se explica el funcionamiento del simulador y como se realiza la toma de datos.

1.4 Herramienta Virtual

Para la práctica virtual se hará uso de un simulador desarrollado en Java que puede descargar del siguiente link:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_es.html



Figura 1.6: Simulador

Si no puede correr la simulación al descargarla, asegúrese que su computador tenga instalada la última versión de Java Runtime Environment. Para descargar o actualizar una versión Windows, Mac o Linux visite el siguiente link:

<https://www.java.com/es/download/>

1.5 Toma y Análisis de Datos

Para los apartados siguientes, se va a estudiar la relación entre la presión, el volumen y la temperatura en un gas ideal. Por lo tanto se va a trabajar con tres magnitudes que se pueden variar; que son la Temperatura (K), el Volumen (m^3) y la Presión (atm).

1.5.1 PARTE I: Actividad Cualitativa

Procedimiento Experimental

EJERCICIO 1:

1. Abrir el applet en la casilla Laws(Leyes)

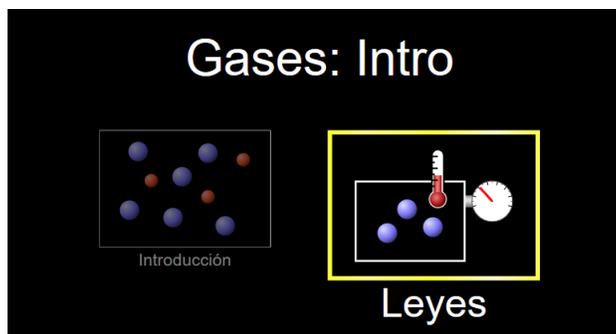


Figura 1.7: aplicativo phet

2. Apretar el botón width (Ancho). Deslizar el ancho del recipiente hasta obtener 15nm.

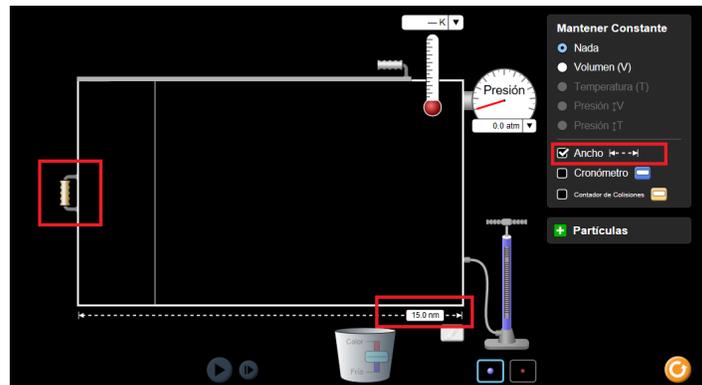


Figura 1.8: phet gases

3. Introducir 100 partículas pesadas al recipiente.

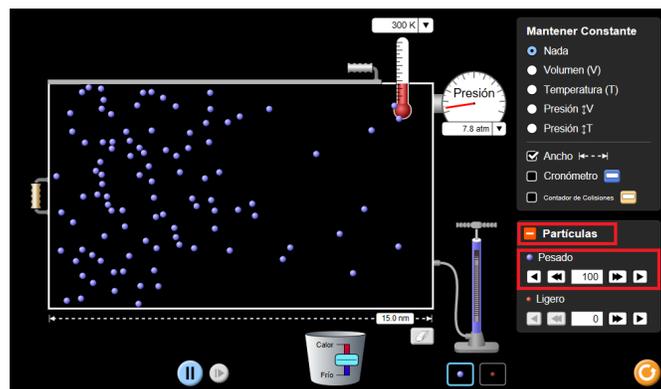


Figura 1.9: aumento de partículas

4. Escribir el dato de presión obtenido y la cantidad de partículas.

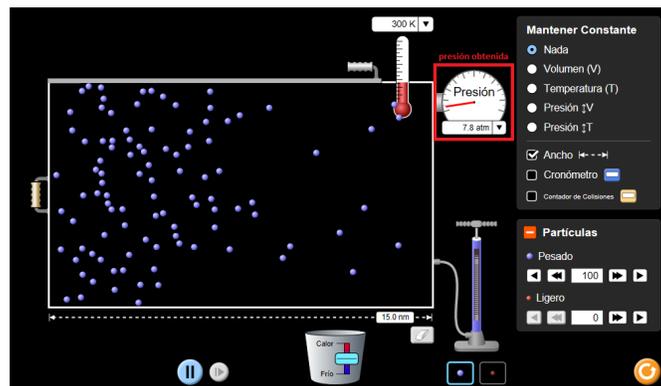


Figura 1.10: presión del sistema

5. Incrementar la cantidad de partículas de 100 en 100. Y repetir los pasos hasta llegar a 1000 partículas.

Ejercicio 2:

1. Añadir 500 partículas pesadas al recipiente
2. Deslizar el ancho del recipiente hasta obtener 5nm.
3. Anotar el dato de presión obtenido y el dato de anchura.
4. Incrementar la anchura de 2nm en 2nm y anotar los datos obtenidos de presión.
5. Repetir los pasos hasta llegar a 15nm.

Ejercicio 3:

1. Introducir 300 partículas al recipiente.
2. Deslizar el ancho del recipiente hasta obtener 15nm.
3. Anotar la temperatura y la presión del recipiente.
4. Incrementar la temperatura del recipiente una vez y escribir nuevamente los datos de presión.
5. Repetir los pasos hasta obtener 10 datos.

Tablas

No.	Longitud (nm)	Profundidad (nm)	ancho (nm)	Cantidad de partículas	presión (atm)
1	8.75	4	15		
2					
3					
4					
4					
6					
7					
8					
9					
10					

Tabla 1.1: Tabla de Registro de Datos Ejercicio 1

No.	Cantidad de partículas	Longitud (nm)	Profundidad (nm)	ancho (nm)	presión (atm)
1	500	8.75	4	5	
2				7	
3				9	
4				11	
4				13	
6				15	

Tabla 1.2: Tabla de Registro de Datos Ejercicio 2

No.	Cantidad de partículas	Profundidad (nm)	ancho (nm)	presión (atm)
1	300	15		
2				
3				
4				
4				
6				
7				
8				
9				
10				

Tabla 1.3: Tabla de Registro de Datos Ejercicio 3

Preguntas

- Describa por medio de teoría cinética los tres procesos diferentes por los cuales se puede incrementar la presión del recipiente ;de acuerdo a sus datos obtenidos.
- ¿Pueden existir procesos similares para incrementar temperatura y el volumen en la vida real? De ser así, descríbalos.

1.5.2 PARTE II: Actividad Cuantitativa/Temperatura Constante

Procedimiento experimental

1. Primeramente nos posicionamos dentro del Phet Simulator y damos click donde dice Laws(Leyes), para introducirnos dentro del simulador.

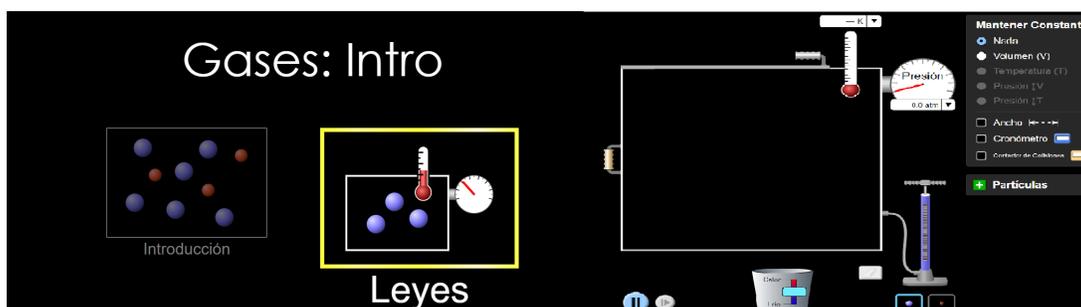


Figura 1.11: interfaz del simulador

2. Seguidamente buscamos el apartado Partículas y observamos que aparecen dos tipos de partículas de gas, las pesadas y las ligeras.

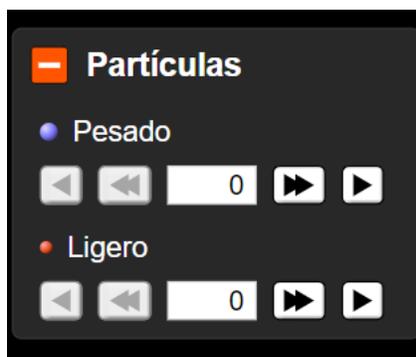


Figura 1.12: tipo de partículas

- Empezaremos con las partículas de gas pesadas, y vemos que debajo del nombre Heavy, hay una barra blanca que contiene el numero cero y a su lado unas flechas, estas flechas nos van a permitir aumentar y disminuir la cantidad de partículas, presentes en el recipiente, se presiona la flecha mas cercana al recuadro e introducimos 50 partículas, que es la cantidad con que trabajaremos.

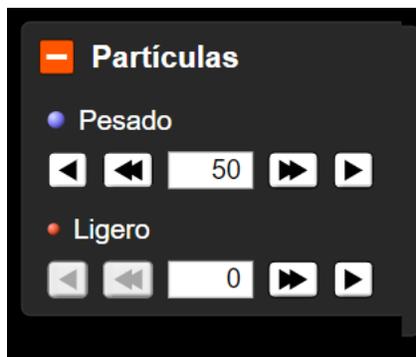


Figura 1.13: aumentar y disminuir partículas

- Para realizar las mediciones es necesario tener activo la opción ancho dentro del phet, la cual pondrá una regla debajo del recipiente, como se ilustra a continuación:

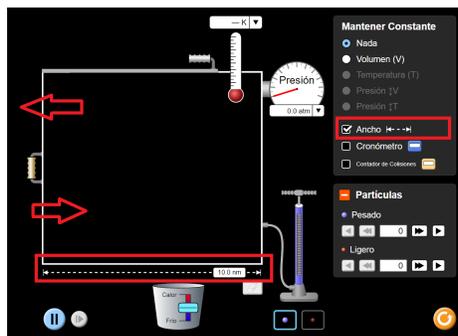


Figura 1.14: herramienta cambio de tamaño

- Una vez teniendo las partículas en el Recipiente, nos movemos al apartado que dice Mantener constante, y seleccionamos la opción Temperatura, que es la variable que mantendremos constante.

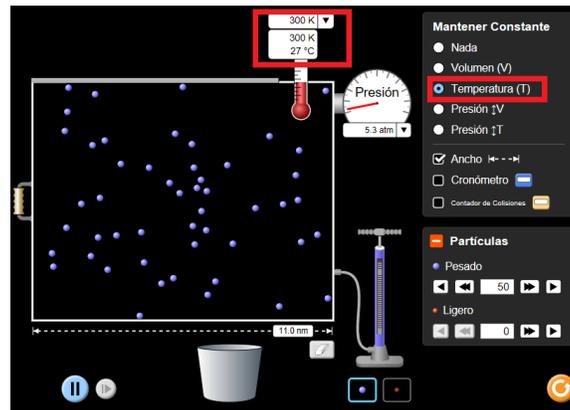


Figura 1.15: modo de simulación de temperatura

- Se tomarán 7 mediciones de los parámetros a variar que son el Volumen y la Presión, para ello el phet solo nos permite modificar la anchura (el valor de la profundidad y altura se brindara en la Tabla correspondiente a esta actividad y de esa forma realizar el respectivo calculo del Volumen); para variar la anchura nos situaremos sobre la manija que aparece en el recipiente,

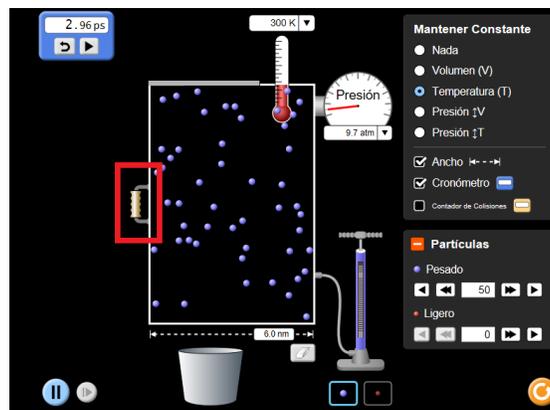


Figura 1.16: mediciones de temperatura.

- Reduciremos la longitud a su tamaño mínimo (5.0 nm), para ello moveremos la manija hacia la derecha, y luego se tomarán mediciones aumentando la anchura en intervalos 1.5 nm , para aumentar la longitud solo se mueve la manija hacia la izquierda.

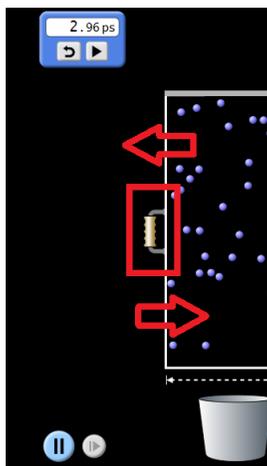


Figura 1.17: tamaño

8. Para el registro de la anchura se hará uso de la regla situada debajo del recipiente, para la presión se medirá de forma simultánea cada vez que aumentemos el tamaño, observando el registro de valores en el manómetro y la temperatura por medio del termómetro

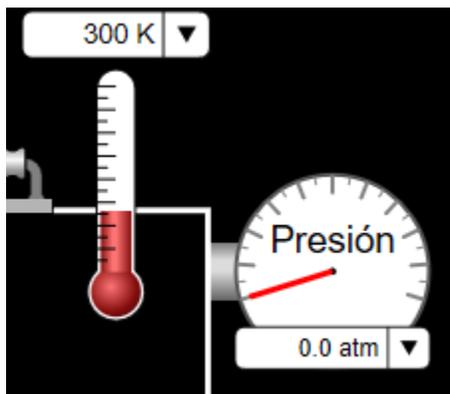


Figura 1.18: herramientas de medición

9. Finalizaremos registrando los valores en su respectiva Tabla de Datos (este procedimiento fue hecho para partículas pesadas, pero es el mismo procedimiento para partículas ligeras.)

Tabla de Datos

Instrucciones: A continuación apunte los valores que obtuvo con el applet para cada parámetro, en su correspondiente casilla.

Para el cálculo de N emplee la siguiente ecuación,

$$N = \frac{n}{N_a} \quad (1.5)$$

Donde, N_a es la constante de Avogadro ó numero de Avogadro. $N_a = 6,022140857 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

No.	n (partículas)	N (mol)	T (K)	Longitud (nm)	Profundidad (nm)	ancho (nm)	$V(m^3)$	P (atm)
1	50		300	8.75	4			
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Tabla 1.4: Tabla de Registro de Datos para partículas pesadas/livianas a temperatura constante

Nota: Las unidades correspondientes de cada variable, están entre paréntesis, recordando que (nm) es la abreviación de nanómetros, (atm) de atmósferas y (K) de kelvin.

Tratamiento de Datos Experimentales

- Haciendo uso de la ecuación (1.6) realizar una regresión lineal con el siguiente modelo de ajuste $y = ax$ donde:

$$P = \frac{NRT}{V} \quad (1.6)$$

$$y = P, x = \frac{1}{V} a = NRT \quad (1.7)$$

Si tiene dudas de como se realiza una regresión lineal sin intercepto, revise el siguiente link, <https://www.youtube.com/watch?v=AzPGQMZ2yh0&t=303s> como material de apoyo.

- Anotar sus datos en la siguiente tabla.

No.	y	x	a	Δa	Indice de corrección lineal
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Tabla 1.5: Tabla de Regresión Lineal a temperatura constante

- Calcular R por medio de:

$$R = \frac{a}{NT} \quad (1.8)$$

- Calcular el error de R por medio de:

$$\Delta R = R \frac{\Delta a}{a} \quad (1.9)$$

- Reportar el resultado de la forma.

$$R = \langle R \rangle \pm \Delta R \quad (1.10)$$

- Con ayuda de una hoja de calculo hacer un gráfico de los datos medidos junto con la curva de ajuste obtenida.
- Calcule la constante de Boltzmann (K_b) por medio del valor central de R obtenido, por medio de la siguiente relación:

$$R = K_b N_a \quad (1.11)$$

Preguntas

- Que sucede al disminuir ó aumentar la temperatura y como se ven afectadas las variables de Volumen y Presión?
- ¿Tiene un comportamiento lineal el problema, esto en casa al índice de correlación lineal?
- En este apartado se describe la ley de Gay-Lussac, Boyle ó Charles.
- De acuerdo a los últimos dos cálculos, podemos armar que el comportamiento descrito por las funciones de estado es correcto (Calculo de RyK_b)
- De que manera se podrían mejorar los cálculos

1.5.3 PARTE III: Actividad Cuantitativa/Volumen Constante

Procedimiento Experimental

1. Volvemos a repetir los primeros cuatro incisos de la **PARTE II**.
2. Teniendo las partículas en el Recipiente, nos movemos al apartado que dice Mantener constante, y seleccionamos la opción Volumen, que es la variable que mantendremos constante.

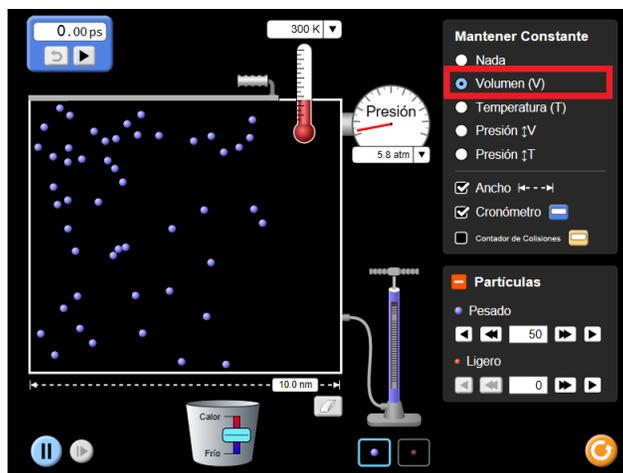


Figura 1.19: volumen

3. Se tomaran 8 mediciones de los parámetros a variar que son la Temperatura y la Presión, para ello nos situaremos en la parte inferior abajo de la regla, aparece un termostato.

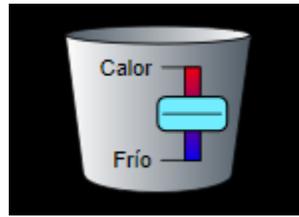


Figura 1.20: Temperatura

El termostato nos brinda dos opciones para modificar la Temperatura, una que nos permite disminuir y otra que nos permite aumentarle, como se ilustra a continuación.

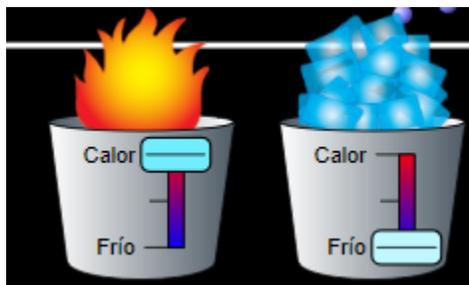


Figura 1.21: tipos de temperatura

4. Para variar la temperatura queda a decisión propia, si lo que se desea es reducir la temperatura o aumentarla, pero se recomienda hacerlo en intervalos de 10 o 15 kelvin, cada variación hasta lograr las 8 mediciones e iremos tomando los datos por medio del termómetro situado en la parte superior del Phet y la presión se mide simultáneamente con cada variación de temperatura por medio del manómetro situado al lado del termómetro.

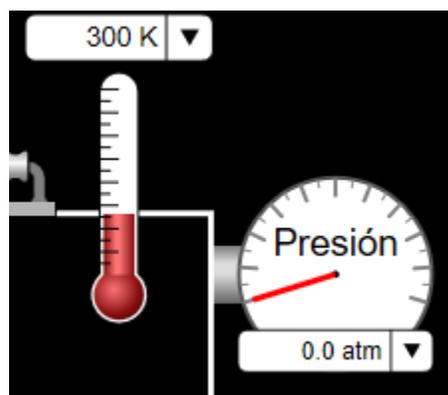


Figura 1.22: Herramientas

5. Finalizaremos registrando los valores en su respectiva Tabla de Datos (este procedimiento fue hecho para partículas pesadas, pero es el mismo procedimiento para partículas ligeras.)

Tabla de Datos

Instrucciones: A continuación apunte los valores que obtuvo con el applet para cada parámetro, en su correspondiente casilla.

Para el calculo de N emplee la siguiente ecuación,

$$N = \frac{n}{N_a} \quad (1.12)$$

Donde, N_a es la constante de Avogadro o numero de Avogadro. $N_a = 6,022140857 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

No.	n (Particulas)	N (mol)	V (m^3)	T (K)	P (atm)
1	50		$3,52 \times 10^{-25}$		
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Tabla 1.6: Tabla de Registro de Datos para particulas pesadas/livianas a volumen constante

Tratamiento de Datos Experimentales

- Haciendo uso de la ecuación (1.13) realizar una regresión lineal con el siguiente modelo de ajuste $y = ax$ donde:

$$P = \frac{NRT}{V} \quad (1.13)$$

$$y = P, x = T, a = \frac{NR}{V} \quad (1.14)$$

- Anotar sus datos en la siguiente tabla.

No.	y	x	a	Δa	Indice de corrección lineal
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Tabla 1.7: Tabla de Regresión Lineal a volumen constante

- Calcular R por medio de:

$$R = \frac{aV}{N} \quad (1.15)$$

- Calcular el error de R por medio de:

$$\Delta R = R \frac{\Delta a}{a} \quad (1.16)$$

- Reportar el resultado de la forma

$$R = \langle R \rangle \pm \Delta R \quad (1.17)$$

- Con ayuda de una hoja de calculo hacer un gráfico de los datos medidos junto con la curva de ajuste obtenida.
- Calcule la constante de Boltzmann (K_b) por medio del valor central de R obtenido, por medio de la siguiente relación:

$$R = K_b N_a \quad (1.18)$$

Preguntas de análisis

- Que sucede al disminuir ó aumentar el Volumen y como se ven afectadas las variables de Temperatura y Presión?
- De acuerdo a los datos de R y K_b obtenidos mediante la regresión lineal. Calcular el error relativo y porcentual con respecto al valor teórico.
- Tiene un comportamiento lineal el problema, esto en casa al índice de correlación lineal?
- De que manera se podrán mejorar los cálculos

1.5.4 PARTE VI: Actividad Cuantitativa/Presión Constante

Procedimiento Experimental

1. Volvemos a repetir los primeros cuatro incisos de la PARTE II.
2. Teniendo las partículas en el Recipiente, nos movemos al apartado que dice Mantener constante, y en este caso tendremos dos opciones cuando trabajamos con presión constante, una donde se cambia el volumen (pressure V) y otra donde se cambia la temperatura.

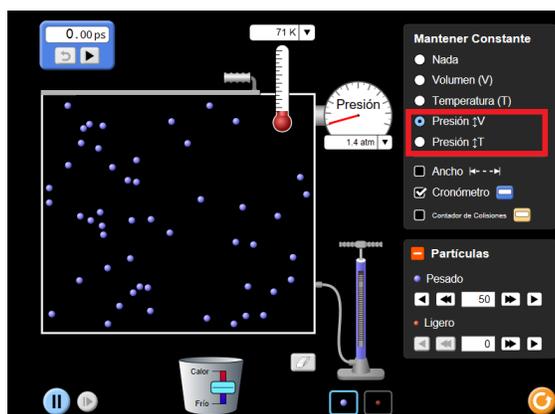


Figura 1.23: Volumen

3. Se tomaran 8 mediciones para cada caso
 - **Caso I: Presión Constante, variando el Volumen**

■ **Caso II: Presión Constante, variando la Temperatura**

para las mediciones, se realizara la variación del volumen y la temperatura de la misma forma que lo descrito en el procedimiento experimental de la PARTE II Y III.



Figura 1.24: presión

4. Finalizaremos registrando los valores en su respectiva Tabla de Datos (este procedimiento fue hecho para partículas pesadas, pero es el mismo procedimiento para partículas ligeras.)

Tabla de Datos

Instrucciones: A continuación apunte los valores que obtuvo con el applet para cada parámetro, en su correspondiente casilla.

Para el calculo de N emplee la siguiente ecuación:

$$N = \frac{n}{N_a} \quad (1.19)$$

Donde, N_a es la constante de Avogadro ó numero de Avogadro. $N_a = 6,02214085710^{23} mol^{-1}$

No.	n (particular)	N (mol)	P (atm)	Longitud (nm)	Profundidad (nm)	Ancho (nm)	V (m^3)	T (K)
1	50			8.75	4			
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Tabla 1.8: : Tabla de Registro de Datos para partículas pesadas/livianas a Presión constante variando el Volumen

No.	n (particular)	N (mol)	P (atm)	Longitud (nm)	Profundidad (nm)	T (K)	Ancho (nm)	V (m ³)
1	50			8.75	4			
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Tabla 1.9: Tabla de Registro de Datos para partículas pesadas/livianas a Presión constante variando la Temperatura

Tratamiento de Datos Experimentales

Caso I: Presión Constante, variando el volumen

- Haciendo uso de la ecuación (1.20) realizar una regresión lineal con el siguiente modelo de ajuste $y = ax$ donde:

$$T = \frac{PV}{NR} \quad (1.20)$$

$$y = T, x = V, a = \frac{P}{NR} \quad (1.21)$$

- Anotar sus datos en la siguiente tabla.

No.	y	x	a	Δa	Índice de corrección lineal
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Tabla 1.10: Tabla de Regresión Lineal a presión constante

- Calcular R por medio de:

$$R = \frac{P}{Na} \quad (1.22)$$

- Calcular el error de R por medio de:

$$\Delta R = R \frac{\Delta a}{a} \quad (1.23)$$

- Calcular el error de R por medio de:

$$R = \langle R \rangle \pm \Delta R \quad (1.24)$$

- Con ayuda de una hoja de calculo hacer un gráfico de los datos medidos junto con la curva de ajuste obtenida.
- Calcule la constante de Boltzmann (K_b) por medio del valor central de R obtenido, por medio de la siguiente relación:

$$R = K_b N_a \quad (1.25)$$

Caso II: Presión Constante, variando la Temperatura

- Haciendo uso de la ecuación (1.26) realizar una regresión lineal con el siguiente modelo de ajuste $y = ax$ donde:

$$V = \frac{NRT}{P} \quad (1.26)$$

$$y = v, x = T, a = \frac{NR}{P} \quad (1.27)$$

No.	y	x	a	Δa	Indice de corrección lineal
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Tabla 1.11: Tabla de Regresión Lineal a presión constante

- Calcular R por medio de:

$$R = \frac{aP}{N} \quad (1.28)$$

- Calcular el error de R por medio de:

$$\Delta R = R \frac{\Delta a}{a} \quad (1.29)$$

- Calcular el error de R por medio de:

$$R = \langle R \rangle \pm \Delta R \quad (1.30)$$

- Con ayuda de una hoja de calculo hacer un gráfico de los datos medidos junto con la curva de ajuste obtenida.
- Calcule la constante de Boltzmann (K_b) por medio del valor central de R obtenido, por medio de la siguiente relación:

$$R = K_b N_a \quad (1.31)$$

Preguntas de análisis

1. ¿Se obtienen los mismos resultados de R a presión constante en los dos casos descritos en el tratamiento de datos experimentales? (Justifique por medio de un gráfico de Discrepancia)
2. ¿ Tiene un comportamiento lineal el problema, esto en casa al índice de correlación lineal?
3. De acuerdo a los últimos dos cálculos, podemos afirmar que el comportamiento descrito por las funciones de estado es correcto (Calculo de R y K_b *En este apartado se describen la ley de Gay – Lussac, Boyle Charles.*
4. De que manera se podrian mejorar los cálculos

1.6 Referencias

1. Gutiérrez, Carlos (2005). «1». Introducción a la Metodología Experimental (1 edición). Editorial Limusa. p. 15. ISBN 968-18-5500-0.
2. Tipler, P.A. Física Vol 1. Ed Reverté, México, (1985)
3. Sears, F.- Zemansky, M. Física Universitaria I. Ed Pearson, México (1999)
4. Serway, R. Física I para ciencias e ingeniería. Ed Thomson, México (2005)