

Ley de Boyle-Mariotte

Material de Apoyo



Introducción

- Los historiadores de la ciencia, han puesto de manifiesto como precedentes los trabajos de otros científicos, entre ellos: Evangelista Torricelli, Edme Mariotte, Blaise Pascal, Henry Power, Richard Townley y William Croone, que contribuyeron, e incluso predijeron, la formulación de la conocida ley de Boyle. Sin embargo, ninguno de ellos fue capaz de anticiparse a la publicación de la misma, menos aún con la precisión, meticulosidad experimental, detalle y exactitud que la conseguida por Boyle, quien adquirió desde entonces merecido prestigio como investigador científico y experimentador, constituyéndose en el más reputado de su época. Discípulo de Francis Bacon, aplicó con fidelidad la metodología inductiva de este filósofo. Por otra parte, los experimentos descritos por Boyle en sus obras encierran un elevado valor didáctico en cuanto a la formulación del conocimiento científico.

Robert Boyle

- Químico inglés. Pionero de la experimentación en el campo de la química, en particular en lo que respecta a las propiedades de los gases, los razonamientos de Robert Boyle sobre el comportamiento de la materia a nivel corpuscular fueron los precursores de la moderna teoría de los elementos químicos. Fue también uno de los miembros fundadores de la Royal Society de Londres.



Nacido en Irlanda en el seno de una familia de la nobleza, Robert Boyle estudió en los mejores colegios ingleses y europeos. De 1656 a 1668 trabajó en la Universidad de Oxford como asistente de Robert Hooke, con cuya colaboración contó en la realización de una serie de experimentos que establecieron las características físicas del aire, así como el papel que éste desempeña en los procesos de combustión, respiración y transmisión del sonido.

Los resultados de estas aportaciones fueron recogidos en su “Nuevos experimentos físico-mecánicos acerca de la elasticidad del aire y sus efectos” (1660). En la segunda edición de esta obra (1662) expuso la famosa propiedad de los gases conocida con el nombre de ley de Boyle-Mariotte, que establece que el volumen ocupado por un gas, a temperatura constante, es inversamente proporcional a su presión. Hoy se sabe que esta ley se cumple únicamente aceptando un teórico comportamiento ideal del gas.

Edme Mariotte

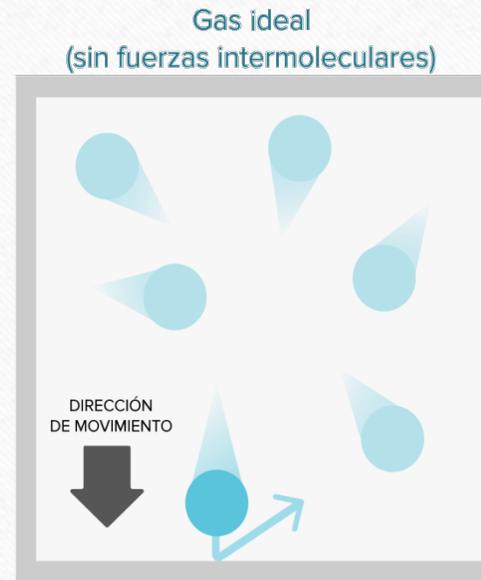
- (Dijon, Francia, 1620-París, 1684) Físico francés. Padre prior del monasterio de Saint-Martin-sous-Beaune, fue miembro fundador en 1666 de la Academia de las Ciencias de París.



En su obra “Discurso sobre la naturaleza del aire” introdujo la posibilidad de pronosticar el tiempo atmosférico basándose en las variaciones barométricas. En 1676 formuló la ley de Boyle de forma independiente y más completa que éste, al establecer que la presión y el volumen de un gas son inversamente proporcionales si se mantiene constante su temperatura, principio que actualmente se conoce como ley de Boyle-Mariotte. En sus estudios acerca de la fisiología de las plantas, observó que en éstas la presión de la savia podría compararse a la de la sangre en los animales.

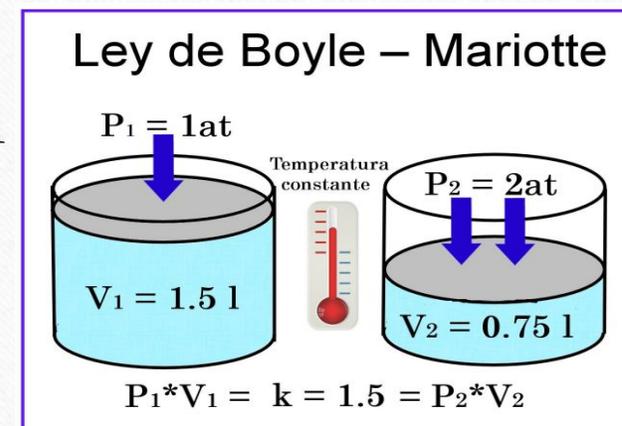
Gas Ideal

- Un gas ideal es un gas teórico compuesto de un conjunto de partículas puntuales con desplazamiento aleatorio que no interactúan entre sí. El concepto de gas ideal es útil porque el mismo se comporta según la ley de los gases ideales, una ecuación de estado simplificada, y que puede ser analizada mediante la mecánica estadística.



La Ley de Boyle :

- Históricamente es la primera de las leyes de los gases ideales.
- La presión ejercida es inversamente proporcional al volumen del gas, siempre y cuando su temperatura se mantenga constante.
- Cuando aumenta la presión, el volumen baja, mientras que si la presión disminuye el volumen aumenta.



Matemáticamente

- **PV = k**, donde **k** es constante si la temperatura del gas permanece constante. Cuando aumenta la presión, el volumen baja, mientras que si la presión disminuye el volumen aumenta. No es necesario conocer el valor exacto de la constante **k**, para poder hacer uso de la ley.
- Si consideramos las dos situaciones, manteniendo constante la cantidad de gas y la temperatura, deberá cumplirse la relación:

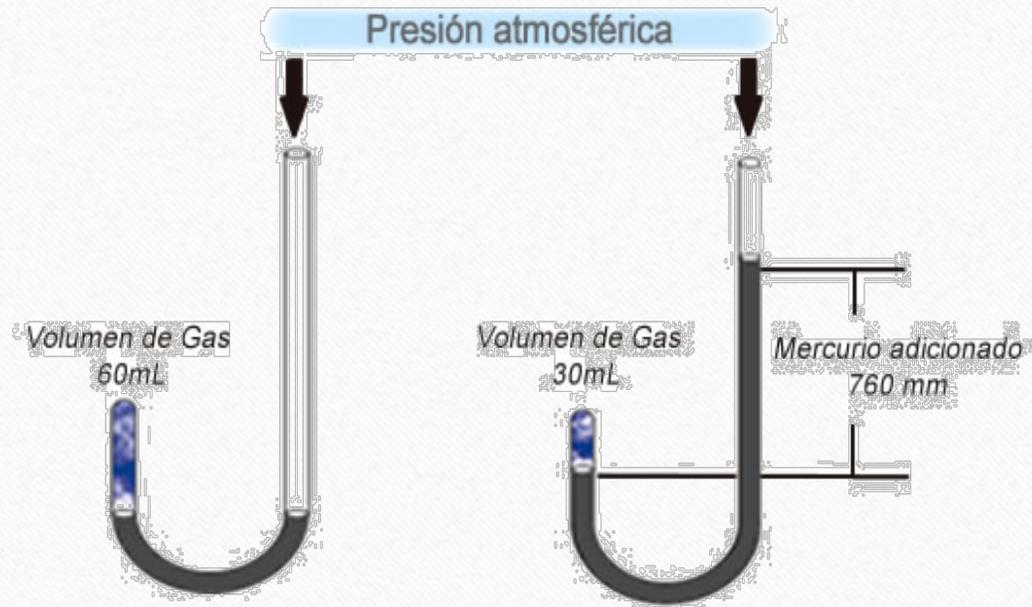
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Experimento de Boyle

- Robert Boyle llevó a cabo experimentos con el aire para encontrar la relación que existe entre el volumen y la presión. Empleó un tubo en forma de “U” y vertió mercurio hasta que los niveles en ambas ramas fuesen iguales. Bajo estas condiciones el aire ocupa un volumen V a la presión ambiente P ya que las ramas del mercurio tienen el mismo nivel.

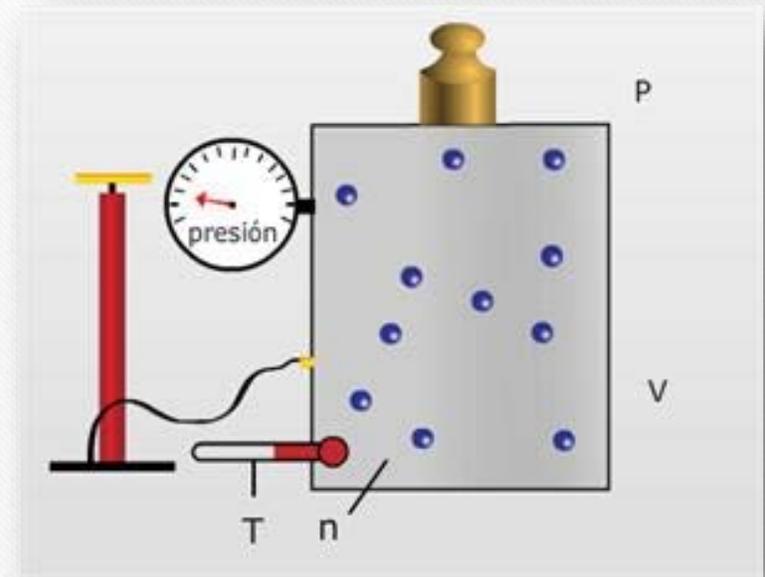


Enseguida vertió más mercurio en una rama hasta lograr un desnivel y midió la columna de aire encerrado obteniendo el nuevo volumen V_1 y la nueva presión P_1 . Debido a que el proceso se realiza casi estáticamente, se asume que el proceso transcurre en forma isotérmica. Después de llevar a cabo varias mediciones como las descritas anteriormente, Robert Boyle encontró que el volumen de un gas varía inversamente con la presión ejercida sobre él, si la temperatura permanece constante.

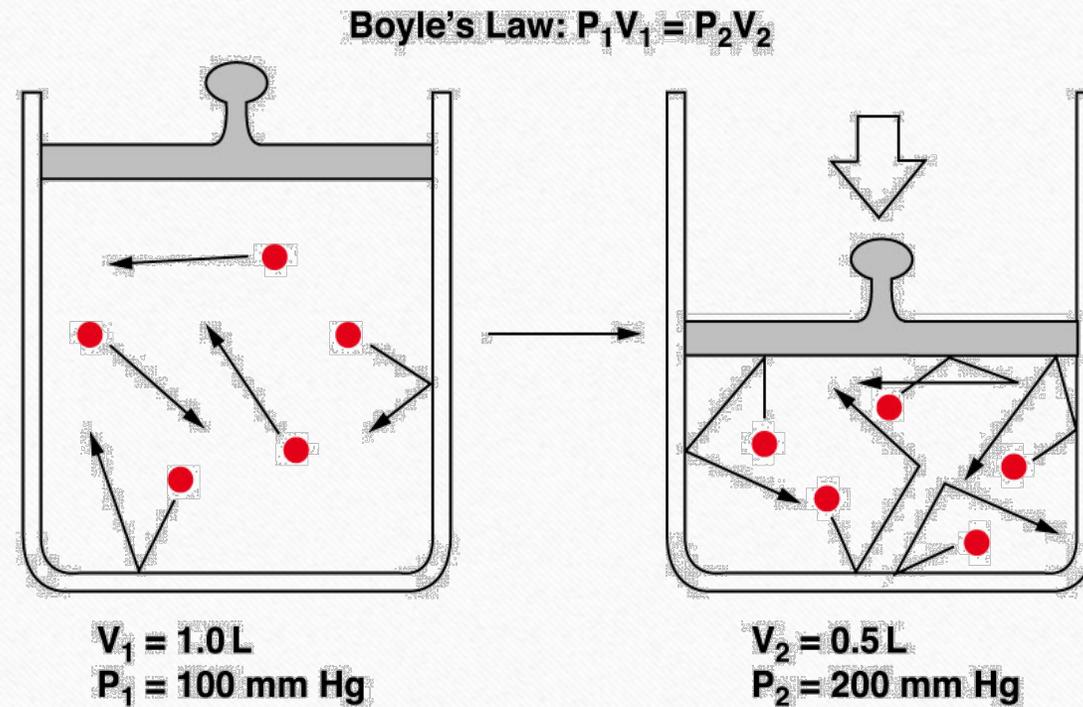


¿Porqué ocurre esto?

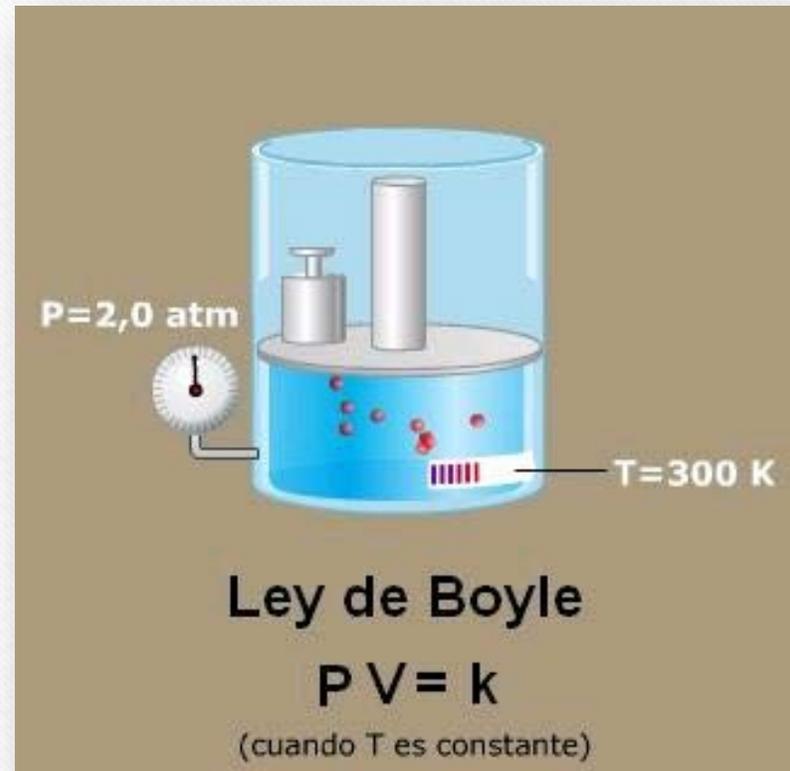
- Al aumentar el volumen, las partículas (átomos o moléculas) del gas tardan más en llegar a las paredes del recipiente y por lo tanto chocan menos veces por unidad de tiempo contra ellas. Esto significa que la presión será menor ya que ésta representa la frecuencia de choques del gas contra las paredes.



- Cuando disminuye el volumen la distancia que tienen que recorrer las partículas es menor y por tanto se producen más choques en cada unidad de tiempo: aumenta la presión.



- Lo que Boyle descubrió es que si la cantidad de gas y la temperatura permanecen constantes, el producto de la presión por el volumen siempre tiene el mismo valor.
-



Otras formas de representarla

Supongamos que tenemos un cierto volumen de gas V_1 que se encuentra a una presión P_1 al comienzo del experimento. Si variamos el volumen de gas hasta un nuevo valor V_2 , entonces la presión cambiará a P_2 , y se cumplirá:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Variables

- $P_1 = \text{Presión Inicial}$
- $P_2 = \text{Presión Final}$
- $V_1 = \text{Volumen Inicial}$
- $V_2 = \text{Volumen Final}$

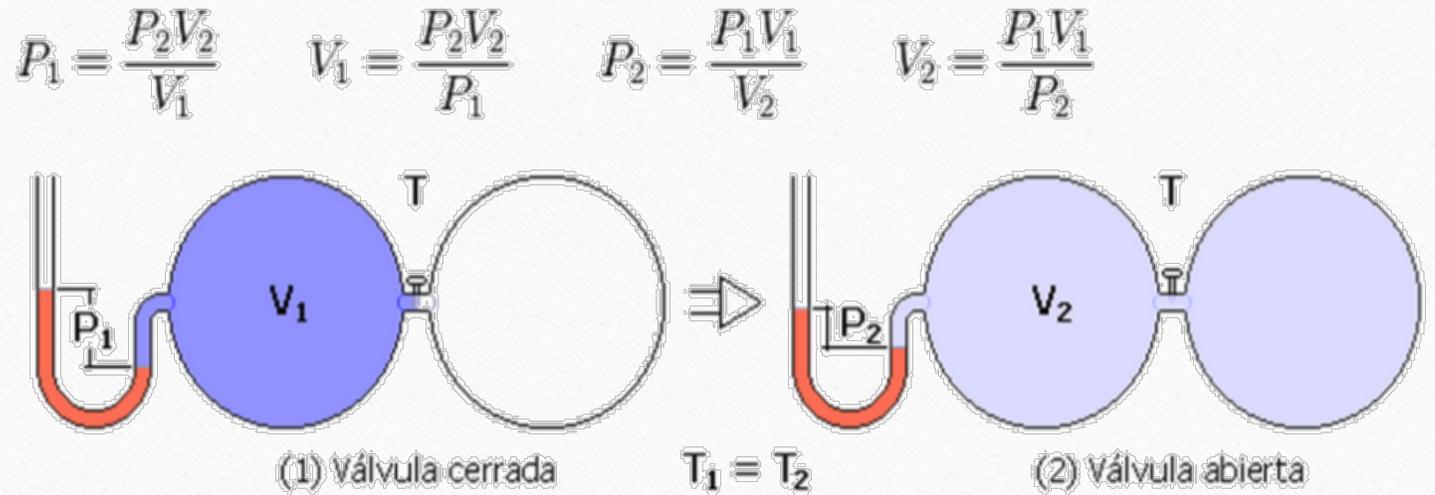
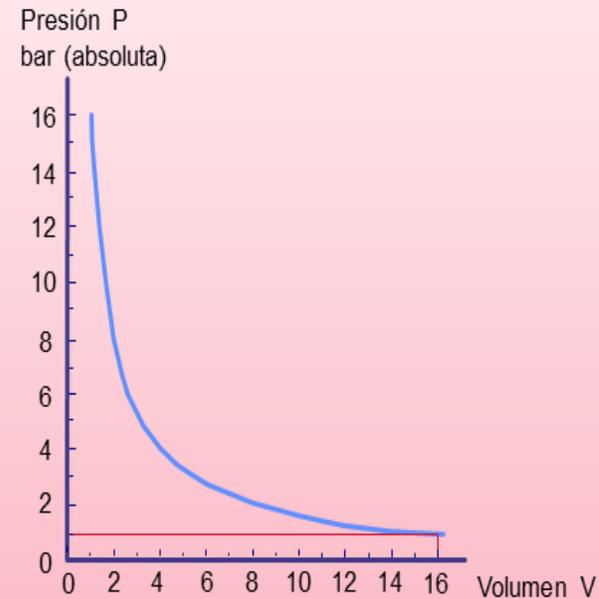
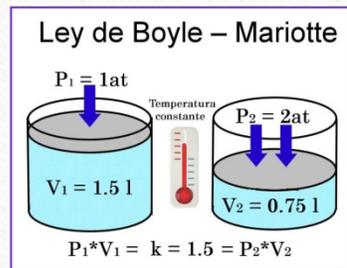


Tabla de compresión de un gas a temperatura constante.

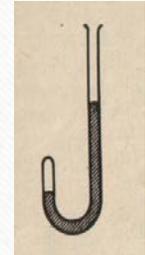
- **Ley de Boyle:** el producto de presión y volumen de una masa de gas se mantiene si la temperatura no se varía
- Este proceso se llama **Isotérmico**. Debe ser *lento* para que el calor fluya libremente y así la temperatura no cambie, cuando el gas es comprimido o expandido



$$P_1.V_1 = P_2.V_2 = \text{constante}$$



Experimento de Boyle

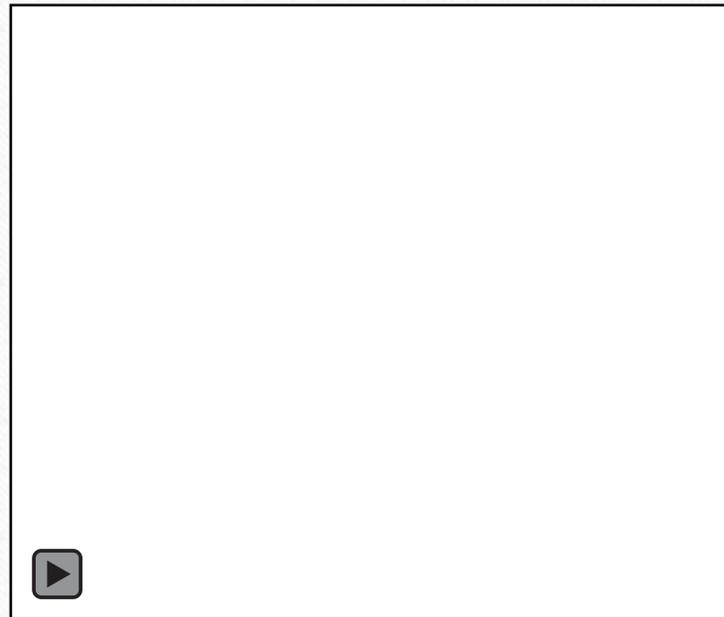


A continuación, podrán encontrar dos enlaces a vídeos de YouTube, uno nos explican perfectamente la ley de Boyle, y otro donde se lleva a cabo un experimento para que podamos ver la representación física.

<https://www.youtube.com/watch?v=vq3-tk1xDo0>

<https://www.youtube.com/watch?v=MsMsIsxEuaM>

Experimento de la ley de Boyle-Mariotte (vídeo)



<https://www.youtube.com/watch?v=QldLPbf7k8U>

Aplicaciones de la ley de Boyle

La ley de Boyle tiene muchas aplicaciones en la vida cotidiana, algunos ejemplos de estos son:

- Buceo
- Tocar instrumentos de Viento

A continuación vamos a profundizar en algunos de ellos.



Bolsas de Aire



¿Cómo se activa?

- La presión aumenta hasta un punto que se iguala con la presión del vehículo y eso hace que disminuya de forma muy rápida mientras que el volumen de la bolsa de aire aumenta (se infla) al activarse para así, protegernos del impacto.

Conclusiones

- Cómo pudimos apreciar en esta presentación, el buen entendimiento de la ley de Boyle nos sirve en cosas cotidianas de la vida, en la industria, los deportes, las artes, etc. Es realmente interesante el poder estudiar y analizar el mundo desde un punto de vista físico. Sólo nos queda esperar, o descubrir por nuestra cuenta, el sinfín de usos que pueden tener estas grandes aportaciones de nuestros antepasados.

Bibliografía

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley de Boyle-Mariotte](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Boyle-Mariotte)
- <http://fisicaleyboyle.blogspot.es/1391380647/ley-de-boyle-y-sus-principales-aplicaciones/>
- <https://prezi.com/yutpxsm62dbj/ley-de-boyle-y-su-aplicacion/>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Robert Boyle](https://es.wikipedia.org/wiki/Robert_Boyle)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Edme Mariotte](https://es.wikipedia.org/wiki/Edme_Mariotte)
- http://www.educaplus.org/gases/ley_boyle.html
- <http://galia.fc.uaslp.mx/~medellin/Antologiadefisica/experimentodeboyle.htm>

- <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mariotte.htm>
- <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/boyle.htm>
- <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/viewFile/3000/2569>
- <http://www.edu.xunta.gal/centros/iessansimon/system/files/Ley%20de%20Boyle%20-%20Mariotte.pdf>
- http://webs.um.es/gregomc/LabESO/BoyleMariotte/LeyBoyleMariotte_Guion.pdf
- https://previa.uclm.es/profesorado/ajbarbero/Practicas_farmacia/Ley%20de%20Boyle%202016.pdf
- <http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2007/5.pdf>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Gas_ideal
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Motor>
- <https://prezi.com/jlvygwuvxr2s/aplicacion-de-la-ley-de-boyle-en-el-automovil/>
- <https://ealvarezdecienfuegosibanez.wordpress.com/2017/01/12/comportamiento-de-los-gases-airbag/>
- <http://boylediesel.blogspot.mx/>

Elaborado por:

Ing. María Guadalupe Pérez Hernández

Revisado por:

Jefe de Academia de Termodinámica:

Ing. Martín Bárcenas Escobar

Jefa de Academia de Laboratorios:

Q. Antonia del Carmen Pérez León

Jefa de Departamento de Física y Química:

Q. Esther Flores Cruz

Responsable de Laboratorio de Termodinámica:

Ing. Alejandro Rojas Tapia

Profesores:

M. en I. Abraham Martínez Bautista

M. en I. Omar de Jesús Pérez

I.Q. Miriam Arenas Sáenz

Ayudante de profesor:

Miriam del Carmen Medina López