



# NATURALIS

## BOLETÍN DE LA COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA



No. 17 octubre de 2011  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS

### CONTENIDO

#### 1 ¡Las Lámparas Eternas!

Isaac Emmanuel Carvajal Flores  
Alfredo Rafael Reza Chami  
Uriel Alejandro Yrena Arzate

#### 6 Momento Dipolar y Estructura Molecular

Rogelio Soto Ayala

#### 12 Problemario. Problema de Termodinámica

Rogelio Soto Ayala

## ¡Las Lámparas Eternas!

### Introducción:

La antigua civilización Egipcia tiene una gran fama debido a todos sus logros y hazañas descritas en la historia. Actualmente, son de gran interés (por cuestiones turísticas), todas las construcciones que realizaron, en especial, las tumbas que crearon para los faraones que gobernaron durante ciertos periodos de su historia.



Varios arqueólogos e historiadores han considerado a esta civilización como de las más avanzadas en métodos arquitectónicos y artísticos, pero cabe mencionar que dentro de esta sociedad existieron también algunos otros aspectos misteriosos que aún no están totalmente resueltos, pese a la tecnología de investigación de nuestros tiempos.

### Las lámparas egipcias:

Uno de esos aspectos, es el método con que estos individuos se alumbraban durante la construcción

de las tumbas subterráneas donde yacía el cuerpo momificado de los faraones, contruidos a gran profundidad y con varios tipos de adornos bastante opulentos. Se sabe que la gente común de la civilización usaba para su iluminación personal unas lámparas de aceite que dejaban muchos residuos grasientos en las paredes y techos; de manera similar, las antorchas no eran herramientas útiles, así que, bajo estas circunstancias es que podemos descartar la posibilidad de que se hayan usado esos elementos para alumbrarse. Otra hipótesis que formularon algunos investigadores, fue la de usar espejos para reflejar la luz del sol al interior de las tumbas y así alumbrar su camino.



Pese a que suena lógico, este sistema era completamente inútil en la arquitectura de sus construcciones, ya que en las

mejores condiciones sólo podrían reflejar el 40% de la luz solar, sin mencionar que cabe la gran posibilidad de que los egipcios hayan trabajado durante la noche. A pesar de todas estas especulaciones quizá un poco convincentes, existe otra de singular interés.

### **Lámparas Perennes:**

Existen ciertos rumores de lámparas elaboradas por los sacerdotes egipcios con cierta sustancia característica que funcionaba como combustible interminable, con lo que creaban unas lámparas fluorescentes que les servían para iluminarse.

Curiosamente se encontraron bajorrelieves de 4 200 años que nos recuerdan las ¡bombillas eléctricas!





Conforme a los historiadores, la antigua civilización egipcia data aproximadamente de los años 3150 a.C. al año 31 a.C., lo que nos hace pensar que mínimo hace dos mil años una civilización ya estaba elaborando lámparas de tecnología moderna. Y no sólo es eso, también, según algunas fuentes provenientes de arqueólogos que se dedicaron a excavar la zona de Egipto, se encontraron algunas lámparas aún encendidas que se extinguieron al momento de abrir los sarcófagos. ¿Acaso es posible que hayan estado encendidas durante más de dos mil años?, ¿o fuese acaso una ilusión óptica?. Quizá fue imaginación, o simplemente rumores inventados para llamar la atención.

El jesuita Athanasius Kircher al investigar sobre el asunto concluyó que los sacerdotes de Egipto hacían funcionar estos artefactos ingeniosos conectándolos a un depósito de aceite por un conducto

secreto a una o más lámparas con mechas de asbesto, pero, ¿cómo es que nunca se mencionaron estos depósitos de asfalto y petróleo en la historia?. Además, siendo así, estas lámparas debieron haberse extinguido en el instante en que se cerraron las tumbas, ya que a falta de oxígeno el combustible no funcionaría y el fuego no se mantendría encendido.

Pues resulta que no sólo existieron estas lámparas en Egipto, sino que otras civilizaciones crearon también sus propios artilugios de iluminación capaces de iluminar una sala durante un tiempo extremadamente largo, ¡mayor a un siglo!, las lámparas fueron halladas en templos griegos e incluso templos de la India y en otros lugares como en China e incluso Latinoamérica.

Existen historias muy interesantes sobre el descubrimiento de las lámparas perennes. Una de las más curiosas de ellas es la siguiente: en el siglo XVI se descubrió la tumba de Tulia, hija de Cicerón, y hallaron una lámpara prendida que no se extinguía ni con agua ni con el viento, pero los descubridores en su

asombro rompieron la lámpara; además, se dice que el cuerpo de Tulia permaneció durante más de 1500 años en perfecto estado flotando sobre un líquido misterioso.

Así pues, es muy probable que estas lámparas hayan sido utilizadas por los astutos egipcios, pero, ¿cómo lograron esto? ¿acaso los sacerdotes egipcios poseían conocimientos increíblemente elevados sobre la estructura de los materiales? Su alquimia debió haber sido bastante avanzada para esto, y ¿con qué elementos formaron estas dichas lámparas misteriosas?

### **El Misterio del Material de las Lámparas:**

No faltaron las afirmaciones ignorantes de los religiosos, que exponían sin basarse en nada concreto que las lámparas eran dispositivos diabólicos, los cuales, habían sido colocados allí por el mismo diablo para desviar al ingenuo a una falsa creencia.

Ahora se cree que las mechas de las lámparas perennes fueron creadas con trenzas tejidas de

asbesto, llamado también “piel de salamandra” por los alquimistas. “Kircher además de proponer el funcionamiento antes planteado, intentó crear las lámparas basado en estas creencias y extrayendo aceite del asbesto, pensando que si dicha sustancia era inmune al fuego, el aceite extraído de ella podría crear un combustible indestructible; trabajó durante más de dos años en esto sin ningún resultado, y dio por hecho que la tarea era imposible de lograr.

Hasta en la Biblia se menciona la existencia de las lámparas perpetuas. El Libro del Éxodo (27:20), describe al tabernáculo con una lámpara eterna: “Da orden a los hijos de Israel que te traigan aceite de olivas, el más puro, y exprimido en mortero, para que arda siempre la lámpara”.

Roger Bacon fue un monje y alquimista medieval al cual se le tachaba de tener tratos con Belcebú y así haber conseguido el fuego del infierno. Para el alquimista Fulcanelli las lámparas inextinguibles constituían uno de los inventos más sorprendentes de la

ciencia hermética, y su descripción del funcionamiento de estas fue el siguiente: “Están fabricadas con el elixir líquido puesto en estado radiante, y manteniéndolas en un vacío lo más completo posible”. Curiosa su descripción porque ésta nos recuerda los “tubos al vacío” que usamos en la actualidad.

Según el libro “The Secret Teachings of All Ages” en su capítulo “Maravillas de la Antigüedad” nos describe que en Isis sin Velo, H. P. Blavatsky reimprime dos de estas fórmulas, de los antiguos autores Tritenheim y Bartolomeo Korndorf, donde nos explica que una de las varias fórmulas preservadas para la fabricación del combustible usado en las lámparas sería suficiente para comprender el proceso: “Se toman cuatro onzas de sulfuro y alumbre y se subliman en flores hasta dos onzas. Añádase una onza de polvo de bórax cristalino de Venecia y sobre estos ingredientes se vierte espíritu de vino muy rectificado, para que se dirigieran en él. Se evapora después en frío y se repite la operación hasta que puesto el sulfuro sobre un plato de

bronce se ablande como cera sin despedir humo. Así se obtendrá el pábulo (de acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, pábulo es aquello que sirve para mantener la existencia de algunas cosas o acciones). En cuanto al pabulo se preparará como sigue: tómense hebras de amianto tan gruesas como el dedo del corazón y tan largas como el meñique y póngase en un vaso de Venecia recubriéndolas con el pábulo. Déjese el vaso durante 24 horas dentro de arena lo bastante caliente para que el pábulo hierva todo este tiempo, y una vez embadurnado así el pabulo se pone en un vaso de forma de concha, de manera que el extremo de las hebras sobresalga de la masa del pábulo. Colóquese entonces el vaso sobre arena caliente para que, derretido el pábulo, se impregne el pabulo y una vez encendido éste arderá con llama perpetua que se podrá llevar a cualquier sitio.”

### **Entre el cuento y la realidad:**

Este es uno de varios temas controversiales donde quizá mucho parezca fantasía y poca información esté apegada totalmente a la

realidad. Claramente en esta cuestión nos podemos dar cuenta que la mejor manera de hacer una investigación es apoyándose con un equipo completo de científicos, donde los historiadores necesitan de expertos en las materias que no son de su entorno, expertos como los químicos, los físicos y los matemáticos. A veces la historia se queda incompleta porque quienes la descubren y la descifran no tienen un conocimiento total de lo que existe, y lo suyo es precisamente dedicarse a saber lo que pasó en las sociedades antiguas más que nada en el aspecto social. Como sugerencia a todos los compañeros que les guste el área de la investigación y quieran dedicar su vida a ello, se debe aprender a trabajar en conjunto. Uno solo no puede tener el conocimiento absoluto de todo lo

existente en el universo; por eso mismo, nos dedicamos a profesiones específicas: trabajar en equipo siempre funcionará mejor para lograr un objetivo, y en concreto, una investigación completa y totalmente resuelta.

## Referencias

1. [http://www.lidi5.com/e/arqueo/e\\_lamp2.php](http://www.lidi5.com/e/arqueo/e_lamp2.php)
2. [http://www.paleoastronautica.com/157\\_lamparas\\_perennes.html](http://www.paleoastronautica.com/157_lamparas_perennes.html)
3. <http://blog.pucp.edu.pe/archive/788/2009-04>
4. [http://es.wikipedia.org/wiki/Maldici%C3%B3n\\_del\\_fara%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Maldici%C3%B3n_del_fara%C3%B3n)
5. <http://www.upasika.com/docs/hall%20manly/Hall%20Manly%20-%20Lamparas%20perennes.pdf>
6. Torres Amat. Imo. Sr. Félix; *Sagrada Biblia, Versión Castellana*; Edición de la Familia Católica, Editorial: Grolier Incorporated; Nueva York

**Isaac Emmanuel Carvajal Flores**

*isaac-carvajal@hotmail.co.uk*

**Alfredo Rafael Reza Chami**

*alfred7289@hotmail.com*

**Uriel Alejandro Yrena Arzate**

*urielyrena@hotmail.com*

**Alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.**

---

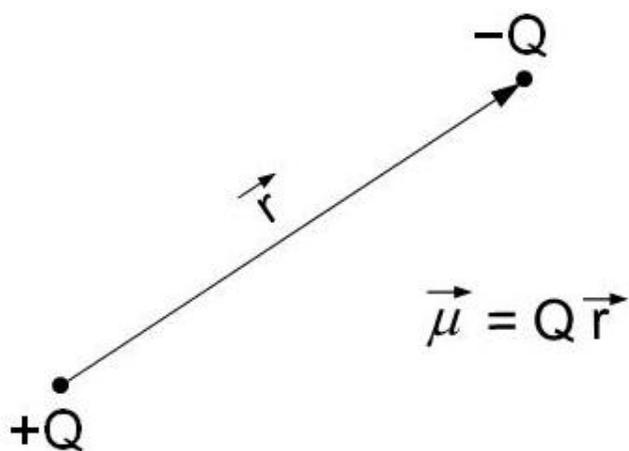
---

*¡Actúa en vez de suplicar.  
Sacrificate sin esperanza de gloria ni recompensa!  
Si quieres conocer los milagros, hazlos tú antes.  
Sólo así podrá cumplirse tu peculiar destino.*

Ludwig van Beethoven

## Momento Dipolar y Estructura Molecular.

Un par de cargas eléctricas de signo opuesto  $\pm Q$ , separadas por una distancia  $r$ , recibe el nombre de dipolo eléctrico. Éste se caracteriza por su **momento dipolar**,  $\mu$ , que es un vector de magnitud  $Qr$  y cuya dirección va de la carga positiva a la negativa.



El momento dipolar es una medida cuantitativa de la polaridad de un enlace. Sus unidades en el Sistema Internacional, de acuerdo con su definición, son [C·m]; no obstante, en honor del científico Peter Debye, quien realizó aportaciones importantes en este campo, se suele expresar también en **debyes**.

$$1 \text{ [debye]} = 1 \text{ [D]} = 3,336 \times 10^{-30} \text{ [C·m]}$$

Para lograr mantener la neutralidad, las cargas en ambos extremos de una molécula diatómica eléctricamente neutra deben ser iguales en magnitud y de signo opuesto. Sin embargo,  $Q$ , en la

ecuación del momento dipolar se refiere sólo a su magnitud y no a su signo, por lo que  $\mu$  es siempre positiva.

Las moléculas diatómicas que contienen átomos de elementos diferentes presentan un momento dipolar diferente de cero, y se dice que son moléculas polares, tal es el caso del HCl, CO y NO. Por otra parte, las moléculas diatómicas que contienen átomos del mismo elemento, tales como el F<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, no son polares y, en consecuencia, su momento dipolar es igual a cero. Los momentos dipolares proporcionan dos clases de información sobre la estructura molecular: distribución de las cargas y geometría molecular.

Considere una distribución de cargas positivas y negativas, la cual es eléctricamente neutra en su conjunto. Para especificar las posiciones de cada una de las cargas  $Q_i$ , es conveniente elegir un sistema de coordenadas cartesiano de tres dimensiones y trazar desde el origen de este sistema hasta

donde se encuentran las cargas  $Q_i$ , los vectores de posición,  $r_i$ , correspondientes. El momento dipolar asociado a toda la distribución de cargas, se define entonces por la suma vectorial

$$\mu = \sum Q_i r_i$$

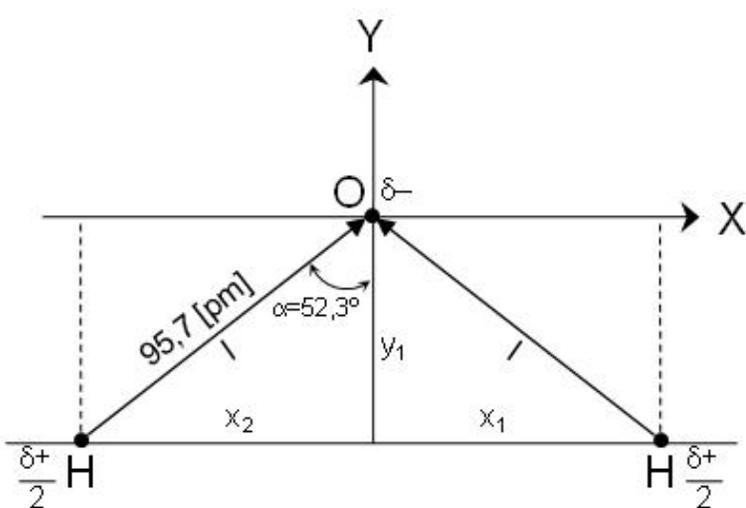
Las componentes individuales del vector momento dipolar son:

$$\mu_x = \sum Q_i x_i$$

$$\mu_y = \sum Q_i y_i$$

$$\mu_z = \sum Q_i z_i$$

La molécula de agua representa un buen ejemplo para la aplicación de este concepto. Esta molécula es plana, la longitud del enlace O-H es de 95,7 (pm), y presenta un ángulo de enlace de 104,6 ( $^\circ$ ). Si se elige el sistema de ejes coordenados, como se indica a continuación:



el cálculo del momento dipolar de la molécula se simplifica notablemente (observe que la molécula se

polariza, ya que el oxígeno y los hidrógenos presentan electronegatividades diferentes, pero en conjunto, la molécula es eléctricamente neutra).

Si se calculan las componentes en X y en Y del momento dipolar ( $\delta+ = \delta- = \delta$ )

se tendría lo siguiente:

$$\mu_x = \delta(0) + \frac{\delta}{2}(x_1) - \frac{\delta}{2}(x_2)$$

$$\mu_x = \frac{\delta}{2}(l \text{ sen } \alpha) - \frac{\delta}{2}(l \text{ sen } \alpha)$$

$$\mu_x = 0 \text{ [C}\cdot\text{m]}$$

$$\mu_y = \delta(0) + \frac{\delta}{2}(y_1) + \frac{\delta}{2}(y_1)$$

$$\mu_y = \delta(y_1) = \delta(l \text{ cos } \alpha)$$

$$\mu_y = \delta(95,7 \times 10^{-12} \text{ [m]}) (\text{cos } 52,3^\circ)$$

$$\mu_y = 5,86 \times 10^{-11} \delta \text{ [C}\cdot\text{m]}$$

De acuerdo con estos resultados, se puede observar que el vector momento dipolar está dirigido a lo largo del eje Y.

Por otra parte, se ha observado experimentalmente que el valor del momento dipolar del agua es de  $6,14 \times 10^{-30}$  [C·m], por lo cual, es posible calcular el valor de  $\delta$

$$5,86 \times 10^{-11} \delta = 6,14 \times 10^{-30}$$

$$\delta = 1,048 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

$$\delta = 0,654e$$

En donde,  $e$  representa la carga del electrón.

Este resultado muestra que el enlace O-H está parcialmente polarizado, como se comentó anteriormente.

La comparación del momento dipolar calculado con base en la separación completa de carga, con el que se observa experimentalmente, permite determinar el porcentaje de carácter iónico de un enlace covalente. Por ejemplo, considere la molécula de HCl, si el enlace estuviera formado por una transferencia completa del electrón del hidrógeno al cloro, se tendría como resultado un compuesto totalmente iónico. Para calcular el momento dipolar de las especies iónicas hipotéticas  $H^+ Cl^-$ , se puede suponer que la distancia internuclear conocida del HCl es la misma que va desde el centro de la carga positiva a la negativa ( $1,27 \times 10^{-10}$  [m]), por lo tanto,

$$\mu_{\text{iónico}} = (1,602 \times 10^{-19} [C])(1,27 \times 10^{-10} [m])$$

$$\mu_{\text{iónico}} = 2,0345 \times 10^{-29} [C \cdot m]$$

$$\mu_{\text{iónico}} = 6,1 [D]$$

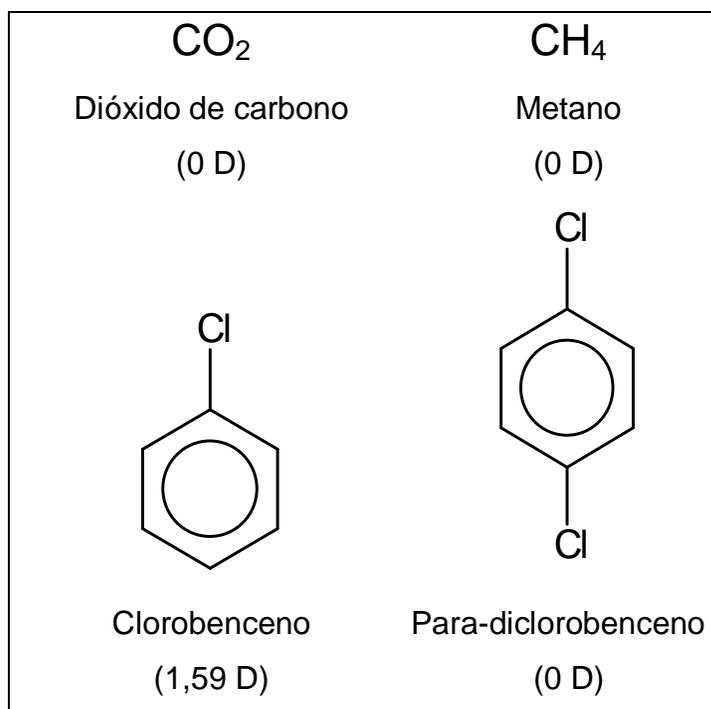
Mientras que el valor experimental observado corresponde a 1,03 [D]. En consecuencia, el porcentaje de carácter iónico que presenta el enlace HCl es:

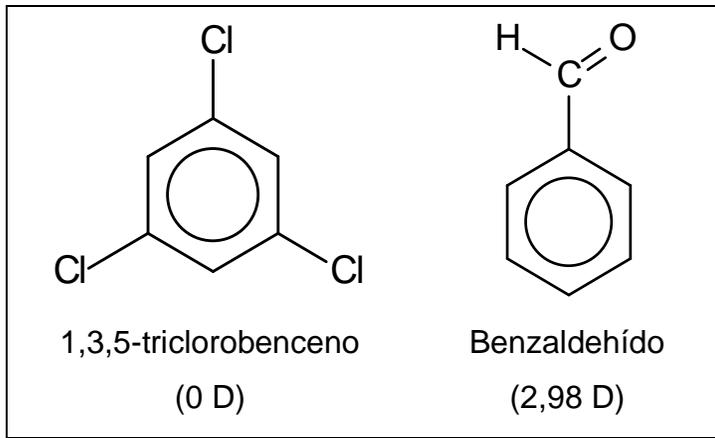
$$\frac{\mu_{\text{observado}}}{\mu_{\text{iónico}}} \times 100 = \frac{1,03 [D]}{6,1 [D]} \times 100 = 17\%$$

La ausencia de un momento dipolar permanente en una molécula se puede deber a dos razones:

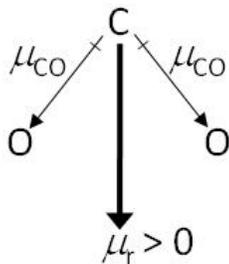
- 1.- Que ninguno de sus enlaces sea polar.
- 2.- Que la suma vectorial de los momentos dipolares sea igual a cero, a causa de la simetría de la molécula.

Observe, por ejemplo, los valores de los momentos dipolares de las moléculas siguientes:

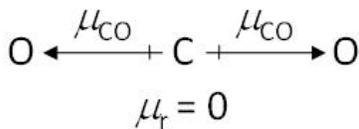




La ausencia de un momento dipolar en el  $\text{CO}_2$ , el  $\text{CH}_4$ , el para-diclorobenceno y el 1,3,5-triclorobenceno muestra que estas moléculas tienen un alto grado de simetría. De hecho, el valor nulo del momento dipolar en el dióxido de carbono, permitió concluir que esta molécula es lineal y no angular, como se muestra a continuación:



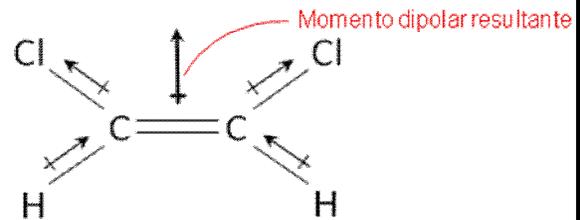
(Estructura incorrecta)



(Estructura correcta)

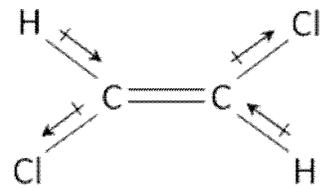
Los momentos dipolares se pueden utilizar para distinguir entre moléculas que tienen la misma fórmula condensada pero diferente estructura. Por ejemplo, el dicloroetileno presenta un tipo de

isomería llamada cis-trans, y tiene la particularidad de que los compuestos difieren en la posición que ocupan los átomos de cloro y de hidrógeno en la molécula, como se indica a continuación:



Cis-dicloroetileno

$$\mu = 1,89 \text{ D}$$



Trans-dicloroetileno

$$\mu = 0 \text{ D}$$

Se observa que el cis-dicloroetileno es una molécula polar (los momentos dipolares se refuerzan en esta molécula), mientras que el trans-dicloroetileno, no es polar, ya que los momentos dipolares se cancelan unos a otros.

Petrus (Peter) Josephus Wilhelmus Debye nació el 24 de marzo de 1884 en Maastricht, Holanda. Realizó sus estudios en el Instituto de Tecnología de Aachen y ahí obtuvo el grado en tecnología eléctrica, en 1905. En 1906, Debye trabajó como asistente en mecánica técnica en la Universidad de Munich, y en 1910, obtuvo su doctorado en dicha institución. En 1911, fungió como profesor de física teórica en la Universidad de Zurich, donde permaneció



por dos años. Regresó a Holanda en 1912, donde ingresó a la Universidad de Utrecht, con el mismo cargo. En 1914, se trasladó a la Universidad de Göttingen, para hacerse cargo del departamento de Física Teórica del Instituto de Física. Más tarde, fue director del Instituto hasta el año de 1920. En 1927 fue profesor de Física en Leipzig, y de 1934 a 1939, fue director del Instituto Max Planck, así como profesor de Física en la Universidad de Berlín. En 1940, fue profesor de Química y Jefe del Departamento de Química en la Universidad de Cornell, en Ithaca, New York, obteniendo la ciudadanía estadounidense en 1946. En esta Institución, obtuvo el nombramiento de Profesor Emérito. Al menos 15 Universidades e Institutos le confirieron el grado de Doctor Honorario. Fue galardonado con al menos 10 medallas por sus méritos en las áreas de Física y Química. Fue un profesor visitante de muchas de las principales Universidades, como por ejemplo: Columbia, París, Oxford, Cambridge, Hungría, Argentina, etc. En el año de 1936 ganó el Premio Nobel de Química. Peter Debye murió el 2 de noviembre de 1966, en la población de Ithaca.

### **Agradecimientos:**

Se agradece a los profesores I. Q. Félix Núñez Orozco y M. en C.

Alfredo Velásquez Márquez, la revisión del artículo y a la Ing. Ayesha Sagrario Román García, por la captura en formato digital de las figuras.

### **Referencias**

- 1.- Chang, Raymond; *Química*; 10ª edición, McGraw-Hill; México, 2010.
- 2.- Moore, Walter J.; *Fisicoquímica Básica*; 1ª edición, Prentice Hall, 1986.
- 3.- Glasstone, Samuel; *Tratado de Química Física*; 7ª edición, Aguilar, 1979.
- 4.- Ander, Paul y Sonnessa, Anthony J.; *Principios de Química. Introducción a los Conceptos Teóricos*; 1ª edición, Limusa Wiley, 1973.
- 5.- [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1936/debye-bio.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1936/debye-bio.html)

**Dr. Rogelio Soto Ayala**

*rsoto54@hotmail.com*

**Profesor de Carrera en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.**

---

---

## **Éxito**

*He fallado una y otra vez en mi vida, por eso he conseguido el éxito*  
Michael Jordan

*El éxito es aprender a ir de fracaso en fracaso sin desesperarse.*  
Winston Churchill

*No hay secretos para el éxito.  
Este se alcanza preparándose,  
trabajando arduamente y aprendiendo del fracaso*  
Collin Powell

---

---

# PROBLEMARIO

## Problema de Termodinámica

Una mol de un gas ideal diatómico, se encuentra en las condiciones normales de presión y temperatura:  $P_0 = 1 \text{ [atm]}$ ,  $T_0 = 273,15 \text{ [K]}$ .

Considerando que:

$W_1$ , es el trabajo necesario para comprimir isotérmicamente el gas hasta la presión  $P$ ,

$W_2$ , es el trabajo necesario para comprimirlo adiabática y reversiblemente hasta la misma presión  $P$ , y

$x$  es el cociente  $P/P_0$ .

- Hacer un análisis de las variaciones de  $W_1$ ,  $W_2$  y  $P/P_0$  en función de  $x$ ; para ello, dar a  $x$

los valores siguientes: *1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20*.

- Mostrar que existe un valor de  $x$  para el cual las compresiones requieren el mismo trabajo.
- ¿Cuál es este valor de  $x$ ?
- ¿A qué temperatura ocurre esto?

Favor de enviar su respuesta al profesor:

**Dr. Rogelio Soto Ayala**

*rsoto54@hotmail.com*

**Profesor de Carrera en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.**

---

Versión digital del boletín: <http://dcb.fi-c.unam.mx/Publicaciones/Naturalis/>

Dudas o comentarios: [velasquez777@yahoo.com.mx](mailto:velasquez777@yahoo.com.mx)