



# NATURALIS

BOLETÍN DE LA COORDINACIÓN DE  
FÍSICA Y QUÍMICA

No. 21

mayo de 2013

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS



## Contenido

### 1 ¿Qué es la Energía?

Rigel Gámez Leal

### 6 Problemario. Problema de Termodinámica con Resolución

Rogelio Soto Ayala

## ¿Qué es la Energía?

La contestación a esta pregunta puede representar un verdadero dolor de cabeza para un estudiante, o bien, lo más simple de contestar: es aquello que se conserva.

Ante una interrogante como esta, solemos acercarnos a alguna persona con experiencia, por ejemplo un profesor quien quizá nos diga: - es aquello que es capaz de producir trabajo-. Por otra parte, si consultamos alguna fuente bibliográfica especializada nos puede comentar que la temperatura es una medida de la energía que posee un cuerpo. Ante estas ideas se me viene a la mente una taza con agua caliente<sup>a</sup> para preparar un café y antes de

echarle café la dejo reposando para que pueda obtener trabajo.



Pasa el tiempo, se enfría el agua, desisto de mi antojo de saborear un café y me quedo pensando: si el agua estaba a una temperatura alta es que tenía mucha energía y por lo tanto de ahí habría podido obtener mucho trabajo (genial puesto que no tenía muchas ganas de trabajar ese día), sin embargo, me quedo esperando y no sucede lo que yo esperaba.

<sup>a</sup> por cierto, es igualmente correcto una taza de agua o una taza con agua ya que el prefijo “de” no sólo sirve para indicar de qué están hechas las cosas.

Todos estamos familiarizados con el asunto de la crisis energética. Como ingenieros es un concepto importante que debemos tener bien claro ya que nuestro trabajo se apoya fuertemente en las transformaciones de eso que llamamos energía. Pero ¿qué es? ¿Por qué tenemos problemas de energía si es algo que se conserva en el universo? ¿Por qué pareciera que, dependiendo del contexto, la energía es diferente? ¿Por qué pareciera haber inclusive contradicciones en los conceptos de energía?

Es una palabra común en nuestro vocabulario. El científico (dicen que son los que saben de estas cosas) la usa para referirse a aquello que unifica el Universo como un todo comprensible y viviente. Pero, ¿qué es en realidad?

Los físicos se dijeron: aceptemos, porque es operativamente útil, sin preguntarnos por las consecuencias filosóficas, que existe una cantidad que se conserva, llamémosla *energía* y permitámosle cambiar, reformulémosla a cada paso para que nuestro principio de conservación de la energía se sostenga<sup>b</sup>.

La energía no aumenta ni disminuye, se conserva. El universo está determinado por una cantidad finita de energía en incesante transformación. En este universo la energía no

<sup>b</sup> Alinovi, Matías. *Historia universal de la infamia científica*.

puede crearse. Así pues, para no dejar a un lado el gusto de los ingenieros por expresar las cosas con modelos matemáticos (fórmulas, como las llaman algunos) podemos escribir:

$$\Delta E_{\text{universo}} = 0$$

donde **E** es la energía, como seguramente está suponiendo el amable lector.

El empleo científico del término puede datarse en 1807, año en que Thomas Young (1773 – 1829) capturó el término para



beneficio de la ciencia. Por cierto, él decía que la energía puede aplicarse al producto de la masa de un cuerpo por el cuadrado del número que expresa su velocidad<sup>c</sup>.

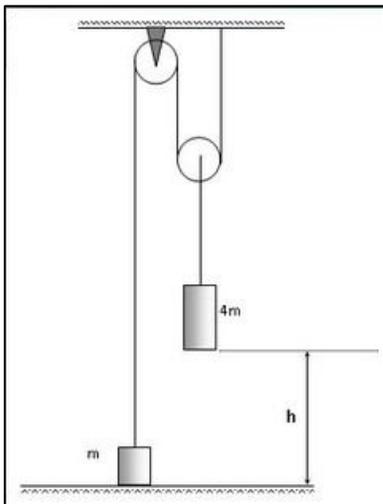
Para entender el concepto de energía, tenemos que asociarlo a dos cuestiones básicas en la física: el movimiento de los cuerpos en el espacio, por un lado, y por el otro la naturaleza del calor.

Sin embargo, lo que definió Young como energía no es del todo correcto; el error se reconoció en 1820, cuando se cayó en la cuenta de que el concepto de trabajo puede combinarse con la segunda ley de Newton para

<sup>c</sup> Atkins, Peter. *El dedo de Galileo*.

deducir que la energía procedente del movimiento se expresa mejor como la mitad de su cantidad. Durante algún tiempo, la cantidad resultante se denominó *energía verdadera*, pero pronto pasó a denominarse energía cinética. Aquí aparece otro término no menos importante: trabajo. En ciencia, el trabajo se realiza siempre que un objeto se mueve contra una fuerza opuesta. Así pues, al desplazar un bloque en una superficie resbaladiza que no ofrece fricción alguna, el bloque se acelera mientras lo vamos empujando. Como resultado, su energía cinética se va incrementando; en otras palabras estamos convirtiendo trabajo en energía cinética. Por ello es absolutamente correcto decir que la energía es la capacidad de realizar un trabajo.

Supongamos ahora que levantamos un bloque hasta una altura determinada y que lo enganchamos a una serie de poleas capaces de levantar otro bloque. Cuando liberamos el primer bloque, levanta el segundo, es decir, realiza un trabajo.



Así pues el bloque posee más energía cuando está en su punto más alto. A la energía que tiene un objeto dependiendo de su ubicación dentro de un campo le llamamos energía potencial.

El término energía potencial, fue acuñado en 1853 por el ingeniero escocés William Macquorn Rankine (1820 – 1872), el cual además propuso un ciclo termodinámico



que actualmente se sigue utilizando en la “producción” o “generación” de energía eléctrica. Se habla también de otros tipos de energía como: eléctrica, química, interna, nuclear, eólica, etc. Algunos autores sostienen que estos últimos términos no son más que maneras prácticas de nombrar combinaciones especiales y particulares de la energía cinética y potencial anteriormente descritas.

Se sabe que la energía potencial y la energía cinética se convierten la una en la otra con total libertad, además que la energía total, o sea, la suma de ambas siempre es constante; es decir, se cumple el principio de conservación de la energía.

Durante el siglo XIX se demostró, destacando el experimento de James Joule (1818 – 1889), que el calor es una forma de energía, que no se produce más



trabajo que calor absorbido, y que no se producía más calor que trabajo realizado.

Algunos dicen que esto fue una “pérdida de tiempo” porque ahora reconocemos trabajo y calor como dos aspectos de una sola entidad: la energía.

Al respecto, el aspecto crucial es que los dos son medios para transferir energía de un lugar a otro; el trabajo es una manera de transferir energía y el calor es otra. No hay una cosa llamada “trabajo” almacenada en un motor que se vaya liberando cuando lo ponemos en funcionamiento. Del mismo modo (aunque esto contradiga nuestra manera de emplear el término en el habla coloquial) no existe algo llamado “calor” almacenado en un objeto, por mucho que podamos decir que el objeto está caliente. En otras palabras: ni el calor ni el trabajo son energías propias de algo, ambas son energía en tránsito.

Podemos decir que el calor es una energía transmitida como resultado de una diferencia de temperatura. No hay calor almacenado en la fuente antes del suceso ni calor almacenado en el objeto receptor después del evento. Lo que sí había almacenado en la fuente antes del evento es energía y el objeto receptor gana energía. Dado que la energía se conserva, a la energía que tenía el cuerpo que actúa como fuente, y que “pierde”, y a la energía que “gana” el objeto receptor, se le llama energía interna.

Si aceptamos que la energía tiene múltiples formas de manifestarse, cuando hacemos un balance contable de dicha energía, sabemos que se conserva. Así pues, podemos afirmar que la energía puede manifestarse como energía en tránsito (calor y trabajo) o bien como propiedad del sistema y aquí pueden entrar todas las que uno quiera diferenciar como son: cinética, potencial gravitatoria, interna, química, potencial eléctrica, térmica, elástica, radiante, nuclear, etc., (y todas aquellas que se nos pueda ocurrir).

La energía puede manifestarse de diferentes maneras y puede transferirse de varias maneras. La ley completa de la conservación diría así:

**Energía cinética + energía potencial + calor + trabajo + ... + ... +... = constante**

La ley de la conservación de la energía es, pues, un bicho muy especial; nos proporciona una relación cuantitativa entre cierto número de cantidades al parecer sin relación entre sí, mecánicas unas y otras no.

Es importante darse cuenta de que en la física actual no tenemos conocimiento de qué es la energía<sup>d</sup>. Sin embargo, sabemos que es algo que se conserva. Algunos autores importantes dicen con simpleza que la respuesta al título de este escrito es muy fácil de responder: energía es simplemente aquello que se conserva.

Con respecto a la conservación de la energía deberíamos advertir que la energía disponible es otra cuestión. Por ejemplo hay un motón de agitación en los átomos del agua de mar, porque el mar tiene cierta temperatura (como el agua para café del inicio de este escrito), pero es imposible encauzarlos en un movimiento definido sin tomar energía de alguna otra parte. Es decir, aunque sabemos y damos por hecho que la energía se conserva, la energía disponible para utilización humana (aquí es justamente donde el papel del ingeniero se hace notablemente importante) no se conserva tan fácilmente. Las leyes que gobiernan cuánta energía hay disponible se denominan *leyes de la termodinámica* e implican un concepto denominado entropía (tal vez más o igual de fácil o difícil, según se vea, que el de energía).

Se dice que la primera ley de la termodinámica indica que calor y trabajo es lo mismo; la segunda dice que ni tanto. Me parece que el concepto de entropía convendría dejarlo para otra ocasión.

## Referencias

1. Feynman, Richard. *Seis piezas fáciles. La física explicada por un genio*. Editorial Crítica, Barcelona. España, 1ª reimpresión, 2007.
2. Atkins, Peter. *El dedo de Galileo. Las diez grandes ideas de la ciencia*. Espasa Calpe. España, 3ª edición, 2004.
3. March, Robert. *Física para poetas*. Siglo XXI editores. México, décimo cuarta edición, 2008.

Las imágenes se tomaron de:

<http://ciudaddelostechosrojos.blogspot.mx/>

<http://www.ojocientifico.com/2011/05/25/el-experimento-de-la-doble-rendija-de-thomas-young>

<http://grupoquark.jimdo.com/problema-de-f%C3%ADsica-de-la-semana/anteriores/>

<http://gdl.cdlr.strath.ac.uk/mlemen/mlemen078.htm>

[http://pioneros.puj.edu.co/biografias/edad\\_contemporanea/1800\\_1820/james\\_prescott\\_joule.html](http://pioneros.puj.edu.co/biografias/edad_contemporanea/1800_1820/james_prescott_joule.html)

**Rigel Gámez Leal**

*ing\_galeri@yahoo.com.mx*

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

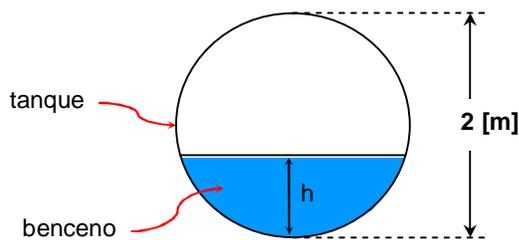
<sup>d</sup> Feynman, Richard. *Seis piezas fáciles*.

# Problematario

## Problema de Termodinámica

Un carro tanque transportará benceno\* ( $\rho = 0.879 \text{ [g /cm}^3\text{]}$ ) de un sitio a otro. El tanque tiene una forma cilíndrica, con un diámetro de 2 [m] y una longitud de 4 [m].

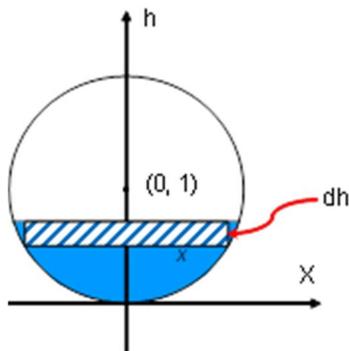
a) Encuentre una expresión que relacione el peso del benceno en el tanque como función de la altura  $h$  indicada en la figura.



b) Determine el peso del benceno transportado por el carro tanque, si  $h = 1.8 \text{ [m]}$  y  $g = 9.81 \text{ [m/s}^2\text{]}$ .

### Resolución:

a) Se elige el sistema de referencia indicado en la figura:



La ecuación de la circunferencia está dada por:

$$r^2 = (x - x_0)^2 + (h - h_0)^2$$

En  $(x - x_0) = (0, 1)$ , dicha ecuación es:

$$x^2 + (h - 1)^2 = 1$$

ya que el radio del tanque es 1 [m].

Si se considera el segmento rectangular indicado en la figura,  $dA$  estará dada por:

$$dA = 2x dh$$

Y la diferencial de volumen correspondiente por:

$$dV = L dA = 2xL dh$$

Donde  $L$  representa la longitud del tanque.

Ya que

$$x = \sqrt{1 - (h - 1)^2} \quad dV = 2L \sqrt{1 - (h - 1)^2} dh$$

El peso correspondiente a esta diferencial de volumen es:

$$dW = \rho g dV = 2L \rho g \sqrt{1 - (h - 1)^2} dh$$

Al integrar:

$$\int dW = W = 2L \rho g \int \sqrt{1 - (h - 1)^2} dh$$

$$W = 2L \rho g \left\{ \frac{1}{2} \left[ (h - 1) \sqrt{1 - (h - 1)^2} + \text{sen}^{-1}(h - 1) \right] + c \right\}$$

Para evaluar  $c$ , se considera que  $W = 0$  en  $h = 0$ :

$$c = -\frac{1}{2} \operatorname{sen}^{-1}(-1) = -\frac{1}{2} \left( -\frac{\pi}{2} \right) = \frac{\pi}{4}$$

$$W = L \rho g \left\{ \left( \frac{\pi}{2} \right) + (h-1) \sqrt{1-(h-1)^2} + \operatorname{sen}^{-1}(h-1) \right\}$$

que es la expresión buscada.

b) El peso del benceno cuando  $h = 1.8$  [m] es:

$$W = (4 \text{ [m]}) \left( 879 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \right) \left( 9.81 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \right) \left\{ \left( \frac{\pi}{2} \right) + (1.8-1) \sqrt{1-(1.8-1)^2} + \operatorname{sen}^{-1}(1.8-1) \right\} [\text{m}^2]$$

$$W = 102\,720.2 \text{ [N]}$$

\*El benceno es un líquido incoloro, tóxico, prototipo de los compuestos aromáticos. Estable y no muy reactivo, el benceno se usa como disolvente y como material de partida para la fabricación de una gran variedad de compuestos aromáticos, como el fenol, el estireno, la anilina, etc. Las temperaturas de fusión y de ebullición son 5 [°C] y 80 [°C], respectivamente.

**Rogelio soto Ayala**

rsoto54@hotmail.com

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

## La Energía

*La energía es verdaderamente la moneda de la contabilidad cósmica.*

*Peter Atkins (1940- )*

*Una de las satisfacciones de un genio es su energía y obstinación*

*Man Ray (1890-1976)*

*La energía y la perseverancia conquistan todas las cosas*

*Benjamin Franklin (1706-1790 )*

El contenido de los artículos publicados en éste boletín es responsabilidad exclusiva de los autores.

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