



Tercera ley de la termodinámica y otros conceptos relacionados con el calor

## Indicadores de Desempeño:

### Conceptuales:

- Identifica los conceptos relacionados con la tercera ley de la termodinámica.
- Expresa claramente los conceptos de calor y equivalente mecánico, calor específico y calor latente.
- Comprende el comportamiento de la energía calorífica y sus transformaciones en calor.

### Procedimental:

- Analiza la tercera ley de la termodinámica a la luz de actividades cotidianas.

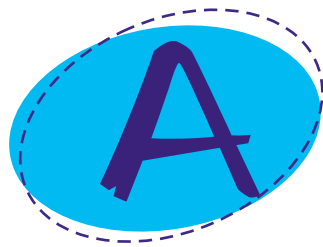
### Actitudinal:

- Respetar las posturas y formas de pensar de sus compañeros.

## ¿CUÁLES SERÁN NUESTROS APRENDIZAJES EN ESTA GUÍA?

Durante el estudio de esta guía aprenderemos que la tercera ley de la termodinámica es una extensión de la segunda ley, también comprenderemos que ninguna máquina es 100% eficiente y por qué no es posible alcanzar una temperatura igual al cero absoluto.

Además de lo anterior, estudiaremos algunos conceptos importantes que nos ayudarán a profundizar un poco acerca de la termodinámica y a entender la relación del calor en procesos tales como los cambios de estado.



## Vivencia

### TRABAJO INDIVIDUAL

Teniendo en cuenta las comprensiones alcanzadas durante el estudio de esta unidad y mis conocimientos cotidianos voy a elaborar algunas actividades que darán cuenta de mis saberes.

1. Leo y analizo el siguiente párrafo:

“Los diseñadores de maquinaria compiten por crear máquinas con la mayor eficiencia posible, pero las pérdidas de energía por fricción (roce) y calor son inevitables”.

2. Teniendo en cuenta el párrafo anterior, respondo en mi cuaderno las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué considero que le puede suceder a una máquina si pierde energía? Explico.
- b. ¿Cómo será una máquina 100% eficiente?
- c. ¿Qué relación podrá tener la eficiencia de una máquina con la termodinámica?

### TRABAJO EN EQUIPO

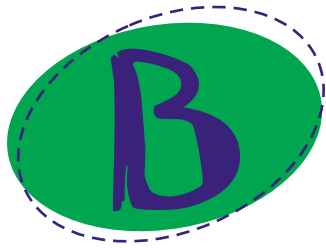
3. Socializamos con nuestros compañeros y el profesor las actividades realizadas anteriormente e intercambiamos nuevas ideas para complementar nuestras respuestas.



4. El calor latente es un concepto que se utiliza en fenómeno del cambio de estado de la materia. Escribimos en nuestros cuadernos qué consideramos que es el calor latente y de qué manera creemos que se relaciona con la termodinámica.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

5. Invitamos a nuestro profesor a dirigir una plenaria para exponer nuestros argumentos y complementarlos, si es necesario.



## Fundamentación Científica

### TRABAJO EN EQUIPO

1. Leemos con atención el siguiente texto. Para ello identificamos a un compañero que hará la lectura y el resto del equipo tomará nota de las ideas relevantes e inquietudes sobre el tema.

**NOTA:** Solicitamos a nuestro profesor estar presente en los momentos que necesitemos resolver nuestras inquietudes.

## Tercera ley de la termodinámica

La segunda ley de la termodinámica establece que en todas las máquinas térmicas hay pérdida de energía calorífica, lo que afecta su eficiencia; es decir, estas nunca alcanzan el 100% de la eficiencia, esto último es lo que establece la tercera ley de la termodinámica y por esa razón se considera una extensión de la segunda ley.

Además de lo anterior, esta establece que es imposible lograr una temperatura de  $0^{\circ}\text{K}$  ( $-273,15^{\circ}\text{C}$ ) ya que esto violaría la segunda ley de la termodinámica, pues si un sistema alcanzara el cero absoluto se detendría; es decir, la tercera ley mide el valor de la entropía de un sistema. En el cero absoluto el sistema tiene la mínima energía posible.

### ¿Cómo se comprende esto?

Suponiendo que se tuviera un gas en el que las moléculas se encontraran en desorden, pero a

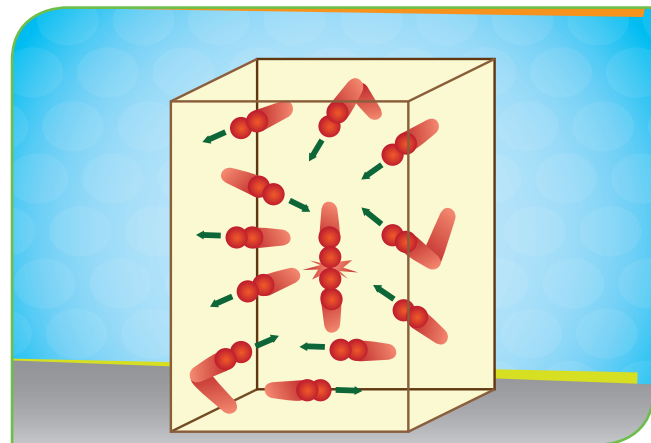


Figura 1. Moléculas de un gas en desorden.

medida que se enfriara sus moléculas se fueran uniendo u organizando; es decir, fueran perdiendo entropía y si llegaran al cero absoluto se detendrían, no se moverían mas y la entropía sería igual a cero.

En el caso anterior el calor que se recibe del exterior impide que se alcancen temperaturas más bajas.

### ¿Qué es el cero absoluto?

Teóricamente hablando, el cero absoluto es la temperatura más baja posible, la cual se caracteriza por la ausencia de calor. Esta temperatura no se ha alcanzado y la termodinámica establece que nunca se alcanzará.

### La tercera ley de la termodinámica y la eficiencia

Las máquinas térmicas como el motor de un automóvil, una locomotora, un cohete, entre otros, son máquinas que pierden eficiencia debido a la fricción o roce que sufren interna o externamente; este produce una pérdida inevitable de calor que no hace 100% eficiente las máquinas.

Por último, cabe resaltar que las leyes de la termodinámica son aplicables a sistemas macroscópicos pero no a nivel microscópico. Además, la ley de la conservación de la energía es de las más sólidas que existe en la naturaleza.

### ¡Otros conceptos!...

Como ya se dijo, la termodinámica es una rama de la física que estudia los fenómenos relacionados con el calor.



Figura 2. Termodinámica.

Las nociones más relevantes de la termodinámica ya se abordaron en guías anteriores, ahora sólo queda estudiar tres conceptos más: El equivalente mecánico del calor, calor específico y calor latente.

- Equivalente mecánico del calor<sup>1</sup>**: “Históricamente se tardó bastante tiempo en comprender cuál es la naturaleza del calor. En un primer momento se pensaba que este era un fluido (denominado calórico) que impregnaba los

<sup>1</sup> Tomado de: Martín, Teresa y Serrano, Ana. Equivalente mecánico del calor. Termodinámica. Primer principio. Universidad Politécnica de Madrid (UPM). [En línea]. Recuperado de <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1p/joule.html>

cuerpos y era responsable del calor que estos intercambiaban al ser puestos en contacto.

En el siglo XIX, Joule ideó un experimento para demostrar que el calor no era más que una forma de energía, y que se podía obtener a partir de la energía mecánica. Este se conoce como experimento de Joule para determinar el equivalente mecánico del calor.

Antes de este experimento se pensaba que calor y energía eran dos magnitudes diferentes, por lo que las unidades en que se medían ambas eran también distintas. La unidad de calor que se empleaba era la caloría”.

Fue Joule quien estableció la relación precisa entre energía mecánica y calor; para ello utilizó una rueda con paletas conectada a un conjunto de poleas con pesos en sus extremos y así pudo mostrar una relación precisa entre la energía mecánica de los pesos en las poleas y el aumento de temperatura del agua en el recipiente, debido a la rotación de las paletas.

Lo que encontró Joule fue que, para elevar la temperatura de 1 kilogramo de agua hasta 15.5°C (es decir, para conseguir una energía de 1000 calorías), la energía potencial de la masa debía disminuir en 4180 Julios. Por tanto, la equivalencia entre unidades de calor y energía es:

$$4180 \text{ J} = 1000 \text{ cal} = 1 \text{ kcal} \rightarrow 1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J.}$$

- b. **Calor específico:** Es la cantidad de calor que se necesita para elevar en 1°C una unidad de masa o un gramo de sustancia. El calor específico de una sustancia depende de la naturaleza del cuerpo. En otras palabras, la capacidad calorífica representa la resistencia de una sustancia a cambiar su temperatura.
- c. **Calor latente:** Cuando se produce un cambio de fase las sustancias absorben o ceden calor. Cuando este se absorbe se referencia como positivo y negativo cuando se cede.

El calor absorbido o cedido en un cambio de fase no implica necesariamente un cambio de temperatura, pues la energía suministrada o extraída de la sustancia se emplea para cambiar el estado de agregación de la materia. Esta energía necesaria se denomina calor latente.

Latente en latín quiere decir escondido, y se llama así porque, al no cambiar la temperatura durante el cambio de estado, a pesar de añadir calor, este se queda escondido sin traducirse en un cambio de temperatura.

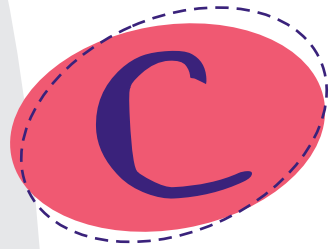
“Calor latente (L) o calor de cambio de estado, es la energía absorbida o cedida por unidad de masa de sustancia al cambiar de estado. De sólido a líquido este <sup>2</sup> Ibid



Figura 3. El experimento que Joule utilizó para determinar el equivalente mecánico del calor.

calor se denomina calor latente de fusión, de líquido a vapor calor latente de vaporización y de sólido a vapor calor latente de sublimación”.<sup>2</sup>

2. Compartimos con nuestro profesor las comprensiones alcanzadas durante la lectura y manifestamos nuestras inquietudes para que sean resueltas en conjunto.



## Ejercitación

### TRABAJO EN PAREJAS

Teniendo en cuenta la lectura de la fundamentación científica, elaboramos las siguientes actividades:

1. Elaboramos un cuadro comparativo estableciendo las diferencias entre calor latente, calor específico y equivalente mecánico del calor:

Calor latente	Calor específico	Equivalente mecánico del calor
No se produce un cambio de temperatura.	Depende de las características de la sustancia.	

2. Escribimos en nuestros cuadernos cómo afecta el cero absoluto el funcionamiento de las máquinas térmicas.
3. Explicamos con nuestras propias palabras qué significa una máquina 100% eficiente.

### TRABAJO INDIVIDUAL

4. Leo y explico en mi cuaderno el significado de la siguiente afirmación:  
“Una máquina térmica no es 100% eficiente debido a las pérdidas de calor”.

5. Leo y analizo la siguiente afirmación:

El agua pura se solidifica o congela a 0 °C, pero la tercera ley de la termodinámica dice que el cero absoluto no se ha alcanzado ni se alcanzará.

6. Teniendo en cuenta las comprensiones alcanzadas durante la lectura de la fundamentación científica, explico si la afirmación del párrafo anterior es falsa o verdadera y expongo mis razones.

7. Explico en mi cuaderno por qué el cero absoluto no se puede alcanzar.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

8. Comparto con mi profesor las actividades desarrolladas y le solicito evaluar los aprendizajes adquiridos.

## TRABAJO EN EQUIPO

9. Si en la institución contamos con Internet, nos dirigimos a ella y buscamos los siguientes videos sobre calor específico:

a. <https://www.youtube.com/watch?v=FPuZw-WI-4>

b. [https://www.youtube.com/watch?v=eDXw\\_e3Mv0U](https://www.youtube.com/watch?v=eDXw_e3Mv0U)

c. <https://www.youtube.com/watch?v=43RtPftsHoc>

10. Escribimos en nuestros cuadernos algunas conclusiones sobre los experimentos.

11. En compañía del profesor, realizamos alguno de estos experimentos para comprender mejor el concepto de calor específico.



## TRABAJO INDIVIDUAL

1. Cuando los motores de los autos se recalientan dejan de funcionar y se detienen. Explico en mi cuaderno qué relación tiene esto con la termodinámica, principalmente con la tercera ley.

2. Leo con atención el siguiente texto:

“En los lugares más fríos del Universo la temperatura se sitúa a 3 grados por

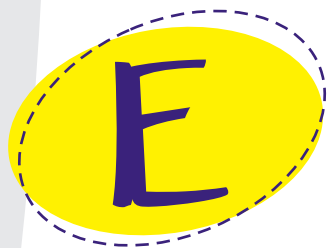


encima del cero absoluto. ¿Por qué no se llega hasta el cero? Parece que el calor que produjo el Big Bang, se encuentra difundido por todas partes y evita que la temperatura en el espacio sea inferior a los  $3^{\circ}\text{K}$ ”.

3. Teniendo en cuenta lo anterior, respondo en mi cuaderno las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué relación tiene esto con la tercera ley de la termodinámica? Explico.
  - b. ¿Por qué en el Universo no se alcanza el cero absoluto?
4. Si observo con atención una olla de agua hirviendo me doy cuenta que sale vapor de ella. Explico en mi cuaderno qué tipo de calor actúa en este caso y comparto mi escrito en una de las actividades de conjunto.
5. Al poner un recipiente de agua dentro del horno microondas esta se calienta. Teniendo en cuenta el concepto de equivalente mecánico del calor, explico en mi cuaderno cómo se puede producir energía eléctrica con el calor generado.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

6. Comparto con mi profesor el trabajo desarrollado y le solicito evaluar las respuestas dadas a las preguntas planteadas.



## Complementación

## TRABAJO EN EQUIPO

1. Nos distribuimos por mesas de trabajo y procedemos a leer el siguiente texto:

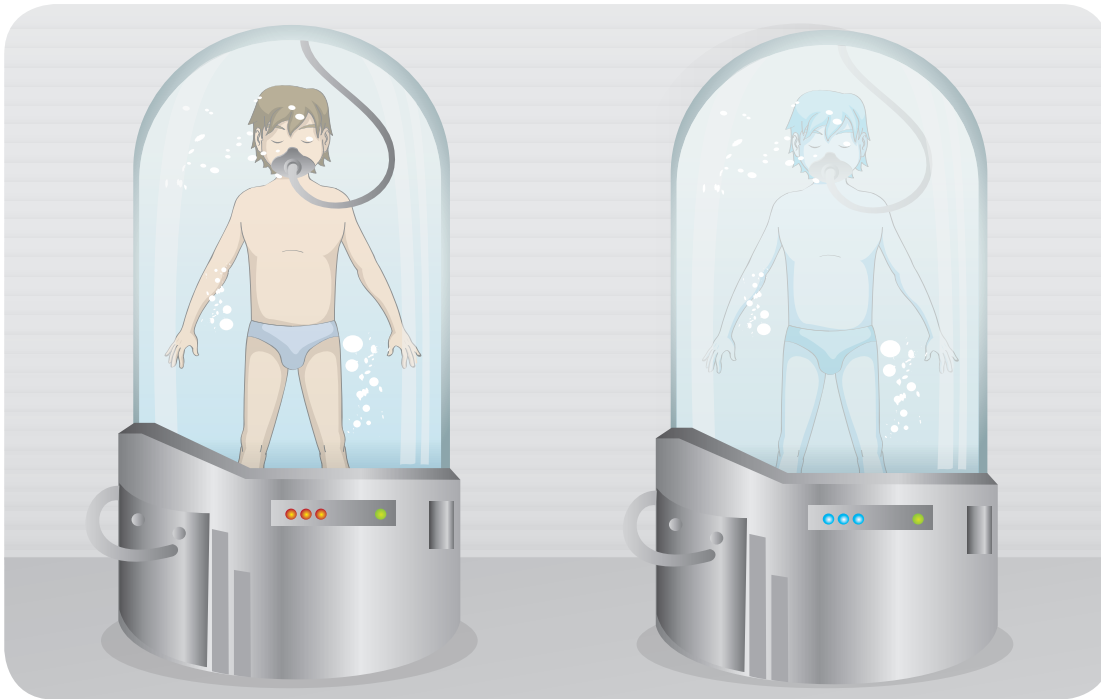
### La criogenia

La criogenia es un proceso científico por el cual se congelan objetos u organismos utilizando nitrógeno o helio líquido a muy bajas temperaturas, muy cercanas al cero absoluto.

Esta técnica se utiliza ampliamente en investigación, especialmente en medicina.



Se usa para congelar embriones, óvulos y hasta tejidos.



La criogenia se utiliza en diferentes áreas, ya que permite la resistencia y la duración de los mismos. Esta idea se ha aplicado al cuerpo humano (la idea de conservar el cuerpo antes o después de la muerte) para buscar cura a enfermedades, prolongar la vida y remediar el envejecimiento.

2. Teniendo en cuenta la lectura anterior, respondemos en nuestros cuadernos las siguientes preguntas:
  - a. ¿Cuál es la relación entre la criogenia y la tercera ley de la termodinámica?
  - b. ¿Si se alcanzara el cero absoluto cuáles serían los impactos sobre la criogenia? Explicamos.
  - c. ¿Esta viola alguna ley de la termodinámica? Justificamos la respuesta.
3. Preparamos una exposición sobre las leyes de la termodinámica y elaboramos carteleras para ubicarlas en el periódico mural.
4. Nos dirigimos a la biblioteca o sala de Internet y consultamos las aplicaciones industriales de la termodinámica, el cero absoluto y la tercera ley de la termodinámica.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

5. En compañía del profesor exponemos los logros de aprendizaje alcanzados durante el estudio de esta guía para ser valorados y complementados por los demás compañeros del grupo.

## Evaluación por competencias

A continuación me proponen resolver un conjunto de preguntas o realizar algunas actividades, que tienen como propósito identificar aquellos aspectos que muestran mis fortalezas y aquellos en los que debo reforzar, posterior al estudio de la temática propuesta en la guía.

### Preguntas de selección múltiple con única respuesta

Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta, entre las cuales debo escoger la que considere correcta y escribirla en mi cuaderno.

1. La cantidad de calor que un cuerpo absorbe o cede se relaciona directamente con el calor específico que posee; por ejemplo, el calor específico del aire es  $0.033 \text{ cal}$  y el del aluminio es  $0,217 \text{ cal}$ ; esto significa que la cantidad de calor:

- A. Que absorbe  $1 \text{ g}$  de aluminio es mayor a la que absorbe  $1 \text{ g}$  de aire para elevar su temperatura en  $1^\circ\text{C}$ .
- B. Que absorbe  $1 \text{ g}$  de aire es mayor a la que absorbe  $1 \text{ g}$  de aluminio para elevar su temperatura en  $1^\circ\text{C}$ .
- C. Que cede  $1 \text{ g}$  de aluminio es mayor a la que absorbe  $1 \text{ g}$  de aire para elevar su temperatura en  $1^\circ\text{C}$ .
- D. Ninguna de las anteriores.

1

2. Se sabe que en los gases, las moléculas tienen mayor grado de desorden que en otro estado de la materia y que a medida que se aumenta la temperatura su entropía crece pues las moléculas se desordenan cada vez más.

Si un gas llegara a alcanzar el cero absoluto sus moléculas se:

- A. Detendrían.
- B. Enfriarían.
- C. Calentarían.
- D. Equilibrarían.

2

3. La tercera ley de la termodinámica establece que las máquinas térmicas no son 100% eficientes debido a:

- A. La pérdida de calor.
- B. La pérdida de temperatura.
- C. El cero absoluto.
- D. La pérdida del calor específico.

3

### Preguntas abiertas

A continuación se presentan unas preguntas abiertas, las cuales debo responder en mi cuaderno justificando bien mi respuesta.

Estas preguntas tienen como propósito fortalecer mi competencia argumentativa:

4. ¿Cómo puede el cero absoluto interferir en los fenómenos térmicos?
5. ¿Cómo se relacionan todas las leyes de la termodinámica para explicar los fenómenos térmicos que se observan en la cotidianidad?

## Glosario



- **Escape:** En los motores de explosión, salida de los gases quemados, y tubo metálico que los conduce al exterior.
- **Máquina térmica:** Conjunto de mecanismos dispuestos para producir, aprovechar o regular una energía motriz.
- **Pistón:** Elemento básico de un motor que se encarga de constituir la pared móvil de la cámara, transmitiendo la energía de los gases.
- **Sistema de enfriamiento:** Es un sistema que controla la temperatura de operación de un motor.