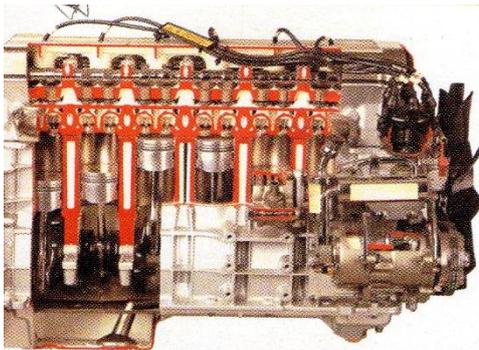


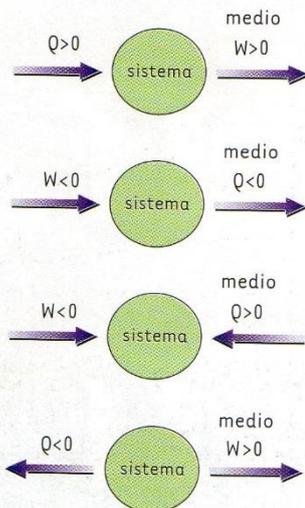
Asignatura: Física II
Profesor: Verdún Alcides
Tema: Termodinámica

Transformaciones de la energía

La energía mecánica puede transformarse en calor a través, por ejemplo, del trabajo de la fuerza de rozamiento, pero, ¿será posible el proceso inverso? La respuesta es sí, y esto puede observarse claramente en una máquina de vapor, en un motor de combustión interna o en una turbina. ¿Cuáles son las limitaciones de esta transformación?



Motor de combustión interna.



APUNTES

Un sistema puede intercambiar energía con el medio de dos formas: a través de la realización de trabajo o por medio del intercambio de calor. En el fondo, la única diferencia entre el calor y el trabajo es que el trabajo es un intercambio de energía organizado de manera que puede aprovecharse y el calor, en cambio, es un intercambio de energía desordenado y no siempre será aprovechable.

Al llegar al estado final, el sistema puede haber ganado energía, puede haberla perdido o haber quedado en condiciones iguales a las iniciales. Esta energía es la "energía interna" del sistema.

Sistema y medio

Cuando se estudian las transformaciones de la energía, es necesario distinguir el sistema de lo que se llama el medio. El **sistema** es la porción de Universo cuya evolución se analiza en detalle y el medio está constituido por el resto del Universo. Durante la interacción del sistema con el medio, el primero puede recibir o cederle calor al segundo. Lo mismo ocurre con el trabajo: puede que realice trabajo contra el medio o puede que el medio realice trabajo contra el sistema. Para diferenciar una cosa de la otra, se adopta una convención de signos:

- Si el sistema recibe calor del medio, el signo del calor es positivo. El calor es negativo si el sistema cede calor al medio.
- Si el sistema realiza trabajo contra el medio, se dice que el trabajo es positivo; en este caso, el sistema se expande. Si el medio realiza trabajo contra el sistema, entonces es negativo, el sistema se contrae.

Sistema conformado por un cuerpo gaseoso

Considérese un sistema formado por un gas ideal que, al recibir calor del medio, evoluciona de un estado inicial hasta otro estado final. Pueden suceder dos cosas:

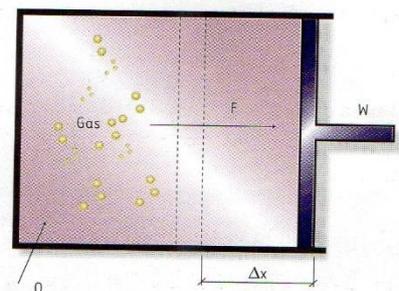
- El sistema aumenta su volumen, se expande.
- El sistema aumenta su temperatura, o sea, aumenta la energía cinética media de sus moléculas.

Cuando el sistema aumenta su volumen, es decir se expande, realiza trabajo contra el medio, pues aplica contra él una fuerza a lo largo de un camino. Esta fuerza es la originada por la presión del gas sobre las paredes móviles del recipiente; en el de la figura es:

$$W = F \cdot \Delta x$$

Sin embargo, no siempre todo el calor se transforma en trabajo. Por ejemplo, si el gas aumenta la temperatura, parte del calor entregado se habrá invertido en aumentar la energía cinética de las moléculas, que se denomina **energía interna (U)** del gas. En un gas ideal, el aumento de esta magnitud se relaciona directamente con el aumento de la temperatura.

En una sustancia más compleja que un gas ideal, cuyas moléculas ejercen fuerza entre sí, la energía interna está formada por la cinética de todas las moléculas más la energía que alojan los enlaces entre las moléculas.



Al entregarle calor, el gas se expande desplazando al pistón



Primer Principio de la Termodinámica

En cualquier transformación, la cantidad de calor Q que recibe un sistema se invierte parte en realizar trabajo (W) contra el medio exterior y el resto es absorbido por el sistema para aumentar su energía interna ΔU :

$$Q = W + \Delta U$$

El **Primer Principio de la Termodinámica** constituye la expresión más general del Principio de Conservación de la Energía, que establece que para un sistema cerrado, la energía permanece constante y es quizás una de las leyes más importantes de la Física.

Cálculo del trabajo realizado por un sistema

1. Evolución isobárica:

¿Qué trabajo realiza un gas que se expande a presión constante? Supóngase que el gas está contenido en un cilindro cerrado por un pistón que puede deslizarse sin rozamiento. Sobre el pistón se encuentra una pesa que mantiene la presión constante. Al entregarle calor, la temperatura del gas aumenta y se dilata desplazando el pistón, pasando del estado 1 al estado 2.

El trabajo realizado por la fuerza que la presión del gas aplica sobre el pistón es: $W = F \cdot \Delta x$

Pero como la fuerza es $F = p \cdot S$, queda: $W = p \cdot S \cdot \Delta x$

Como el cambio de volumen del cilindro es $\Delta V = S \cdot \Delta x$, se concluye entonces que: $W = p \cdot \Delta V$

Obsérvese que *el trabajo está representado por el área en el gráfico p-V.*

Si el gas hubiera cedido calor al medio disminuyendo su temperatura, se habría contraído. Entonces el medio ambiente habría empujado el pistón hacia adentro, resultando un trabajo negativo.

2. Evolución isotérmica

En esta evolución, la temperatura permanece constante y el gas ideal pasa del estado 1 al estado 2 siguiendo una hipérbola en el gráfico p-V.

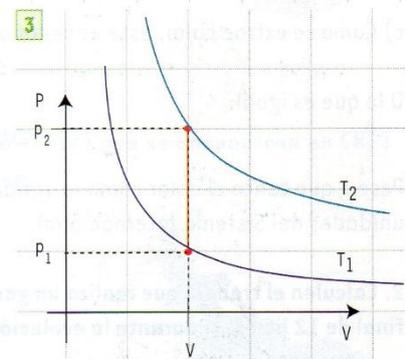
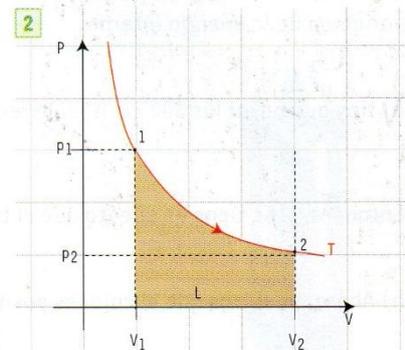
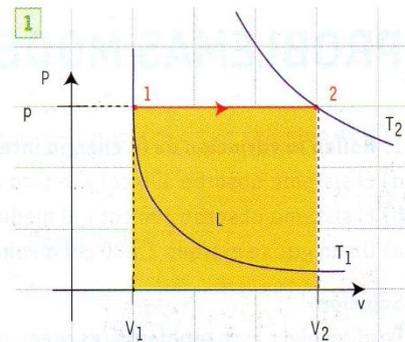
En estas condiciones se le entrega calor al sistema y el gas se expande a medida que disminuye su presión. Puede demostrarse que el trabajo en esta evolución se calcula según la siguiente expresión:

$$W = n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \text{o} \quad W = p_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

donde n es el número de moles, R es la constante universal de los gases, T es la temperatura absoluta a la que se produce la evolución, \ln es el logaritmo natural y V_1 , V_2 , los volúmenes inicial y final.

3. Evolución isocórica

Como sabemos, esta evolución se realiza a un volumen constante, es decir, se entrega calor a un gas encerrado en un recipiente que no se expande. En estas condiciones, al no haber variación del volumen el sistema no realiza trabajo. Desde el punto de vista gráfico, no hay área encerrada bajo la curva.



INSTANTÁNEAMENTE 15

1. Si a un sistema se le entregó un calor de 500 cal y realizó un trabajo de 700 J, ¿cuál fue su variación de energía interna? (1 cal = 4,18 J)

2. Un sistema realiza 1.200 J de trabajo contra el medio sin intercambiar calor con él. ¿Cuál fue la variación de su energía interna?

RELECTURA 30

1. ¿Cuál es la convención de signos utilizada para los calores cedidos y absorbidos por un sistema?
2. ¿Cuál es la convención de signos para el trabajo?
3. En un sistema conformado por un gas ideal ¿realizará trabajo el gas siempre que se le entregue calor?



PROBLEMAS MODELO

1. Hallen la variación de la energía interna de un sistema en los siguientes casos:

- El sistema absorbe 300 cal y realiza un trabajo de 400 J.
- El sistema absorbe 300 cal y el medio realiza un trabajo de 600 J sobre el sistema.
- De un gas se extraen 1.600 cal a volumen constante.

Solución

Para resolver este problema, es preciso tener en cuenta el Primer Principio de la Termodinámica y despejar de él la variación de la energía interna:

$$Q = W + \Delta U \Rightarrow \Delta U = Q - W$$

- a) Hay que pasar las 300 cal a Joule recordando que se tienen 4,18 J/cal

$$Q = 300 \text{ cal} \cdot 4,18 \frac{\text{J}}{\text{cal}} = 1.254$$

Entonces, si se tiene en cuenta que el trabajo realizado por el sistema es positivo y el calor absorbido también, queda:

$$\Delta U = Q - W = 1.254 \text{ J} - 400 \text{ J} = 854 \text{ J}$$

- b) Ahora, mientras que el calor es positivo el trabajo es negativo, pues el medio lo realiza contra el sistema:

$$\Delta U = Q - W = 1.254 \text{ J} - (-600 \text{ J}) = 1.854 \text{ J}$$

- c) Como se extrae calor, este es negativo y al realizarse a volumen constante, el sistema no realiza trabajo; por lo tanto:

$$\Delta U = Q - W = -1.600 \text{ cal} - 0 \text{ J} = -1.600 \text{ cal}$$

O lo que es igual:

$$\Delta U = Q - W = -1.600 \text{ cal} \cdot 4,18 \frac{\text{J}}{\text{cal}} = -6.688 \text{ J}$$

Pese a que tanto el calor como la variación de energía interna pueden expresarse en calorías, se adoptarán siempre las unidades del Sistema Internacional.

2. Calculen el trabajo que realiza un gas al expandirse desde un volumen inicial de 2 litros a 2.026 kPa hasta un volumen final de 12 litros, si durante la evolución la temperatura permanece constante.

Solución

Expresando todos los datos en unidades del Sistema Internacional: $V_0 = 0,002 \text{ m}^3$ y $V_f = 0,012 \text{ m}^3$

Aplicando la expresión que permite calcular el trabajo para una evolución isotérmica:

$$W = p_0 \cdot V_0 \cdot \ln \frac{V_f}{V_0} = 2.026.000 \text{ Pa} \cdot 0,002 \text{ m}^3 \cdot \ln \frac{0,012 \text{ m}^3}{0,002 \text{ m}^3} = 4.052 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 \ln 6 \cong 7.260 \text{ J}$$

Actividades: Responda en su carpeta

- ¿Qué es un sistema y cómo se comporta en el medio? En relación, a su estudio.
- ¿Qué características tiene un sistema formado por un cuerpo gaseoso?
- ¿Cómo puede un sistema intercambiar energía con el medio?
- Describa el primer principio de la termodinámica.
- ¿Cómo se realiza el cálculo del trabajo realizado por un sistema, de acuerdo a su **presión, temperatura y volumen**?



Teniendo en cuenta la teoría y problemas modelos Resuelve:

- 1- Calculen el trabajo que realiza un gas en contra de una presión constante de 2 atm, si evoluciona de un volumen de 4 litros a otro de 24 litros. (ver fórmula de la *Evolución Isobárica*).

Rta: 40 litros x atm = 4.052J (Para convertir atm x litros ingresa aquí):

<https://es.converterin.com/economia-de-combustible/atmosfera-litro-to-joule.html>

- 2- Se comprimen manteniendo la temperatura constante 44,8 litros de N₂ (MA = 14) que se encuentra en CNPT (P= 1 atm, T = 0° C = 273 K) hasta ocupar 8,96 litros de su volumen inicial. Calculen:

a- La presión Final. ($p_1.V_1 = p_2.V_2$) **Rta: 5 atm**

b- El trabajo realizado. **Rta: $\cong 7.304$ J.** *Observa el ejercicio modelo 2, sigan los pasos tengan cuidado que deben utilizar el ln (logaritmo natural) de la división entre el volumen final y el volumen inicial. (Recuerden que N.m es igual a Julios).*

Datos:

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$$

$$44,8 \text{ litros} = 0,0448 \text{ m}^3$$

$$8,96 \text{ litros} = 0,00896 \text{ m}^3$$

Fecha de entrega: viernes 16 de octubre. (Sólo envían la actividad) Dirección de entrega e-mail:

alcides_verdun@hotmail.com

Cualquier consulta al WhatsApp: 3454-480851

Nos_cuidamos_entre_todos

Saludos Alcides