

Calor y Primera ley de la Termodinámica

1. Una forma sencilla de demostrar que el calor es una forma de energía consiste en coger una bolsa con perdigones de plomo en su interior y dejarla caer repetidas veces sobre una superficie rígida desde una pequeña altura. La temperatura de la bolsa subirá permitiendo estimar la capacidad calorífica del plomo.

a) Estimar el incremento de temperatura de una bolsa que contiene 1kg de perdigones después de dejarlo caer 50 veces desde una altura de 1 m.

b) En principio el cambio de temperatura es independiente de la masa de cada perdigón, sin embargo en la práctica resulta puede comprobarse que es más conveniente usar masas grandes en lugar de pequeñas, ¿por qué?

La capacidad calorífica del plomo es $c = 128 \text{ J/kg K}$. Suponiendo que el trabajo realizado levantando la bolsa 1 m se empleará en aumentar la temperatura de los perdigones de forma que usando el principio de conservación de la energía, podemos relacionar el número de caídas de la bolsa y la altura de las mismas, con la capacidad calorífica e incremento de temperatura de los perdigones.

a) De acuerdo con el principio de conservación de la energía, la energía potencial de los perdigones se relaciona con el cambio de temperatura del siguiente modo:

$$Nmgh = mc\Delta T$$

donde N es el número de veces que se deja caer la bolsa.

Así pues, despejando ΔT de la ecuación anterior nos queda que:

$$\Delta T = \frac{Ngh}{c} = 3.83 \text{ K}$$

b) Es mejor usar masas más grandes porque el incremento de calor cedido por los perdigones es proporcional a su superficie mientras que el incremento de calor ganado es proporcional a su masa. Por tanto la pérdida de calor decrece conforme aumenta la masa de los perdigones.

2. Un horno convencional de microondas consume una potencia de unos 1200 W. Estimar el tiempo que tardaría en hervir una taza de agua en el microondas suponiendo que el 50% de la potencia consumida se emplea en calentar el agua y que inicialmente ésta posee una temperatura de 30° C ¿Concuera esta estimación con la experiencia cotidiana?

Nota: Usar valores razonables para la masa y la temperatura inicial del agua



Suponiendo que tenemos 200 mg de agua a 30°C , podemos usar la definición de potencia para relacionar el incremento de temperatura por el agua con el tiempo que tarda en hervir:

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{mc\Delta T}{\Delta t}$$

De esta forma el resultado es $\Delta t = 97.5 \text{ s}$.

Este resultado, parece concordar con el experimentamos de manera cotidiana.

3. Una prueba del calentamiento que experimenta un gas durante una compresión adiabática consiste en meter unos trocitos de papel en un gran tubo de ensayo y posteriormente cerrarlo con un pistón. Si el pistón se comprime muy rápidamente, el aire arderá. Suponiendo que el punto de ignición del papel es de 451°F , estimar en qué factor se ha de reducir el volumen del aire encerrado por el pistón para que funcione esta experiencia.

Suponiendo partimos de una temperatura de 300 K y aplicando la expresión de procesos adiabáticos cuasi-estáticos con $\gamma_{\text{aire}} = 1.4$, tenemos que $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$, de donde:

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{1/\gamma-1} = 3.69$$

4. Una molécula posee diferentes modos de vibración caracterizados por valores de energía equiespaciados de 0.15 eV. Encontrar la temperatura crítica T_c tal que para $T \gg T_c$ se cumple el teorema de equipartición, mientras que para $T \ll T_c$, el teorema falla.

Aplicando la condición de validez del teorema de equipartición: $\Delta E \approx kT_c$ se puede estimar el valor de $T_c = 1740 \text{ K}$.