

Aumento de la energía interna por trabajo mecánico

COMPROBACIÓN DE LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

- Medición de la temperatura del cuerpo de aluminio debajo de la cuerda de fricción en dependencia con el número de vueltas.
- Verificación de la proporcionalidad entre la variación de la temperatura y el trabajo de fricción y comprobación de la primera ley de la termodinámica.
- Determinación de la capacidad calorífica específica del aluminio.

UE2030300

04/16 JS

FUNDAMENTOS GENERALES

Según la primera ley de la termodinámica, la variación ΔE de la energía interna de un sistema es igual a la suma del trabajo realizado ΔW y del calor transformado ΔQ . Ésta se puede observar en la correspondiente variación de la temperatura del sistema ΔT , en caso de que no tenga lugar ni una variación del estado físico ni se realice una reacción química

En el experimento se estudia el aumento de la energía interna de un cuerpo de aluminio producida por trabajo mecánico. Para ello se rota el cuerpo cilíndrico alrededor de su propio eje por medio de una manivela y se recalienta por la fricción que realiza una cuerda deslizándose por la superficie lateral. La fuerza de fricción F corresponde al peso de una masa colgada al extremo de la cuerda mantenida en suspensión por medio de la fuerza de fricción. En n revoluciones del cuerpo se realiza el trabajo de fricción

$$(1) \Delta W_n = F \cdot \pi \cdot d \cdot n$$

d : Diámetro del cuerpo.

Debido al trabajo de fricción la temperatura del cuerpo aumenta del valor inicial T_0 hasta el valor final T_n . Al mismo tiempo la energía interna aumenta en el valor

$$(2) \Delta E_n = m \cdot c_{Al} \cdot (T_n - T_0)$$

m : Masa del cuerpo

c_{Al} : Capacidad calorífica específica del aluminio

Para evitar en lo posible el intercambio de calor con el medio ambiente, antes de iniciar la medición en cuero se enfría a una temperatura T_0 que esté sólo un poco por debajo de la temperatura ambiente. Además, la medición se finaliza en el momento en que se haya logrado la temperatura final T_n , que en la misma forma quede un poco por encima de la temperatura ambiente.

En esta forma se asegura que el cambio de la energía interna concuerda con el trabajo realizado, es decir que se tiene

$$(3) \Delta E_n = \Delta W_n$$



Fig. 1: Montaje de medición

LISTA DE EQUIPOS

1 Equipo de equivalencia térmica	1002658 (U10365)
1 Multímetro digital P1035	1002781 (U11806)
1 Par de cables de experimentación de seguridad, 75 cm	1017718 (U13812)

MONTAJE

- El aparato de equivalencia térmica se enclava en el borde de una mesa estable.
- El cilindro de aluminio, en una bolsa plástica, se deja enfriar en un refrigerador a una temperatura de $5 - 10^{\circ}$ por debajo de la temperatura ambiental.

EJECUCIÓN

- El cilindro de aluminio enfriado de monta en el aparato base.
- El sensor de temperatura se recubre de humedece con un gota de aceite y se enclava en el cilindro de aluminio.
- El multímetro digital como ohmímetro se conecta en el sensor de temperatura.
- Un cubo se llena de agua casi hasta el borde.
- Se anuda la cuerda de fricción en el asa; empezando por delante se enrolla unas cinco veces alrededor del cilindro de aluminio y se deja colgar la contrapesa en la parte posterior.
- Se alza el cubo con cuidado, se gira lentamente en la manivela y se comprueba si el cubo permanece en suspensión.
- Si el cubo desciende se da una vuelta adicional a la cuerda, si sube se desenrolla una vuelta.
- Se pone en cero el contador de revoluciones y se anota el valor de la resistencia R del sensor de temperatura.
- Se sigue girando la manivela hasta que la temperatura esté de 5° a 10° por encima de la temperatura ambiental y se anota la resistencia cada 10 revoluciones.
- De acuerdo con la Ec. 1, a partir del número n de revoluciones se calcula el trabajo de fricción ΔW_n .
- De la resistencia R del sensor de temperatura, siguiendo la fórmula $T = \frac{217}{R^{0,13}} - 151$ calcule la temperatura T en $^{\circ}\text{C}$.

EJEMPLO DE MEDICIÓN

Masa del cubo lleno: 5 kg

Peso del cubo lleno: 49,05 N

Diámetro efectivo del cilindro de aluminio: 46 mm

Tabla 1:

n	$\Delta W_n / \text{J}$	$R / \text{k}\Omega$	T
0	0,0	7,90	14,87°C
10	70,9	7,76	15,26°C
20	141,8	7,64	15,59°C
30	212,7	7,50	15,99°C
40	283,5	7,38	16,34°C
50	354,4	7,26	16,70°C
60	425,3	7,14	17,07°C
70	496,2	7,03	17,41°C
80	567,1	6,92	17,75°C
90	638,0	6,81	18,10°C
100	708,8	6,70	18,46°C
110	779,7	6,61	18,76°C
120	850,6	6,51	19,10°C
130	921,5	6,40	19,47°C
140	992,4	6,31	19,79°C
150	1063,3	6,23	20,07°C
160	1134,1	6,14	20,39°C
170	1205,0	6,05	20,72°C
180	1275,9	5,96	21,06°C
190	1346,8	5,88	21,36°C
200	1417,7	5,80	21,67°C
210	1488,6	5,72	21,98°C
220	1559,4	5,64	22,30°C
230	1630,3	5,57	22,58°C
240	1701,2	5,49	22,91°C
250	1772,1	5,42	23,20°C
260	1843,0	5,35	23,49°C
270	1913,9	5,28	23,79°C
280	1984,7	5,21	24,09°C
290	2055,6	5,14	24,40°C
300	2126,5	5,08	24,67°C

EVALUACIÓN

De las Ecs. 2 y 3 se puede deducir la relación

$$T_n = T_0 + \frac{1}{m \cdot c_{Al}} \cdot \Delta W_n.$$

Es de entender que se representen las temperaturas medidas T_n en dependencia con el trabajo realizado ΔW_n (ver fig. 2). Los valores medidos cerca de la temperatura ambiente se encuentran sobre una recta, de cuya pendiente se puede determinar la capacidad calorífica específica del aluminio. Por debajo de la temperatura ambiente los valores medidos aumentan más rápidamente que lo que corresponde a la pendiente de la recta, porque el cuerpo de aluminio absorbe calor del medio ambiente mientras que por encima de la temperatura ambiente éste entrega calor al medio ambiente.

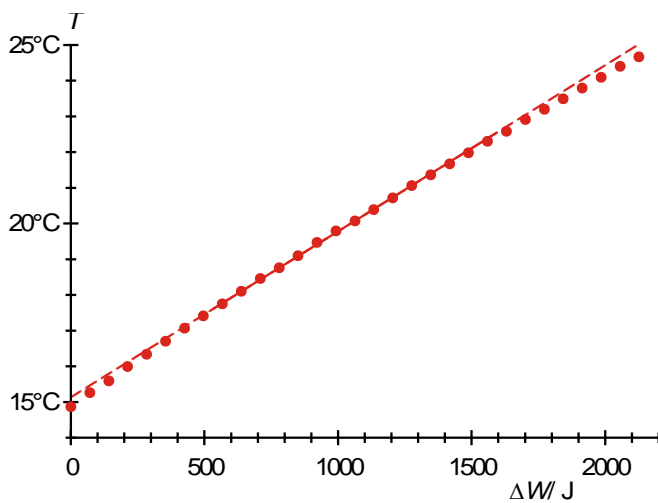


Fig. 2: Temperatura del cuerpo de aluminio en dependencia con el trabajo de fricción realizado

