

Aumento da energia interna através de trabalho mecânico

VERIFICAÇÃO DO 1. ENUNCIADO DA TERMODINÂMICA

- Medição da temperatura do corpo de alumínio em relação ao número de rotações debaixo do fio de fricção.
- Verificação da proporcionalidade entre modificações da temperatura e do trabalho de fricção e confirmação do 1º enunciado.
- Determinação da capacidade específica de calor do alumínio.

UE2030300

04/16 JS

FUNDAMENTOS GERAIS

A modificação ΔE da energia interna de um sistema é, segundo o 1º enunciado da termodinâmica igual à soma do trabalho executado ΔW e calor transposto ΔQ . Ela pode ser verificada pela modificação proporcional ΔT da temperatura do sistema, caso nenhuma alteração da condição do agregado e nenhuma reação química tenham ocorrido.

Durante a experiência o aumento da energia interna de um corpo de alumínio é examinado através de trabalho mecânico. Para tanto, o corpo cilíndrico é girado com uma manivela manual sobre seu próprio eixo e aquecido através da fricção sobre sua superfície com o deslizamento de um fio. A força de fricção F corresponde ao peso de uma massa afixada numa das pontas do fio de fricção, que através da força de fricção é mantida na posição oscilante. Em n voltas do corpo, portanto, o trabalho de fricção ocorre.

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

d : Diâmetro do corpo

Através do trabalho de fricção a temperatura do corpo será elevada do valor inicial T_0 para o valor final T_n . Ao mesmo tempo, a energia interna e o valor aumentam.

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

m : Massa do corpo

c_{Al} : Capacidade específica de calor do alumínio.

Para se evitar o tanto quanto possível uma troca de calor com o ambiente, o corpo deverá ser resfriado antes do início da medição numa temperatura inicial de T_0 , que deverá estar apenas um pouco abaixo da temperatura ambiente. Além disso, a medição deverá ser encerrada assim que a temperatura final T_n seja atingida, que deverá estar na mesma medida ou apenas um pouco acima da temperatura ambiente.

Com isso será assegurado que a modificação da energia interna com o trabalho executado está compatível. Por isso é válido

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



Fig. 1: Arranjo de medição

LISTA DE APARELHOS

- 1 Aparelho para o equivalente térmico 1002658 (U10365)
 1 Multímetro digital P1035 1002781 (U11806)
 1 Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm
 1017718 (U13812)

MONTAGEM

- Segurar o aparelho para o equivalente térmico firmemente na borda de uma mesa estável.
- Deixar esfriar o cilindro de alumínio em uma sacola de plástico dentro da geladeira a 5-10°.

EXECUÇÃO

- Montar a cilindro de alumínio esfriado no aparelho base.
- Molhar o sensor térmico com uma gota de óleo e deixar que se acomode dentro do cilindro de alumínio.
- Conectar o multímetro digital com metro de Ohm ao sensor térmico.
- Encher o balde de água até cerca da borda.
- Amarar o fio de fricção firme na alça com um nó, enrolá-lo começando na frente cerca de cinco vezes em volta do cilindro de alumínio e deixar pendurando o contrapeso no lado de atrás.
- Com cuidado, levantar o balde um pouco, girar lentamente à manivela e verificar, se o balde se mantém pairando ao acionar a manivela.
- No caso que o balde afunda, enrolar mais uma rotação, caso ele sobe, desenrolar uma rotação.
- Colocar o contador em zero e anotar a resistência R do sensor térmico.
- Continuar dando à manivela, até que a temperatura chega a aproximadamente 5-10° sobre a temperatura de ambiente e a cada 10 rotações anotar a resistência.
- Segundo a equação 1 calcular o trabalho de fricção ΔW_n a partir do número n de rotações.
- Da resistência R do sensor térmico segundo a formula $T = \frac{217}{R^{0,13}} - 151$ calcular a temperatura T em °C.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO

Massa do balde cheio: 5 kg

Peso do balde cheio: 49,05 N

Diâmetro eficiente do cilindro de alumínio: 46 mm

Tabela 1:

n	$\Delta W_n / J$	$R / k\Omega$	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

ANÁLISE

da equação 2 e 3 podemos concluir dessa relação:

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

É importante, assim, relacionar as temperaturas medidas T_n com o trabalho executado ΔW_n (ver fig. 2). Os valores medidos nas proximidades da temperatura ambiente estão localizados numa reta, cujo aumento deverá determinar a capacidade de calor do alumínio. Abaixo da temperatura ambiente as temperaturas medidas aumentam mais rapidamente do que aquelas que correspondem à subida em relação a uma reta, pois o corpo de alumínio absorve calor do ambiente. Acima da temperatura ambiente acontece o contrário, doa-se calor a temperatura ambiente.

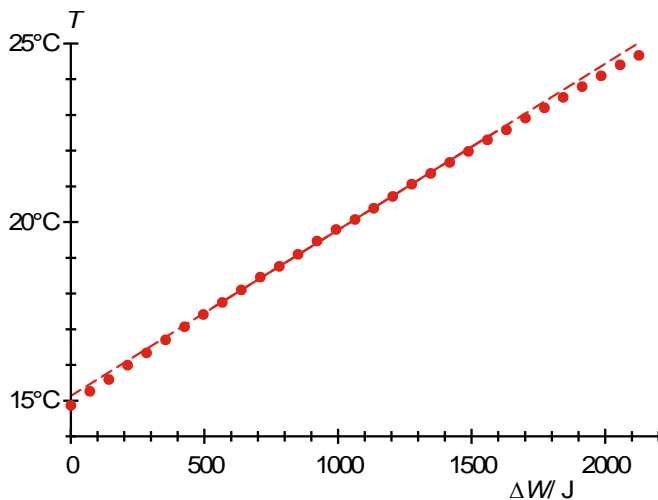


Fig. 2: Temperatura do corpo de alumínio em relação ao trabalho de fricção executado.

