

Potências Térmicas

Por João Vitor Geiss

Nível do desafio: Difícil

Introdução: Transformações da energia

A energia está presente em todos os fenômenos da natureza e pode assumir diferentes formas, como energia mecânica, térmica, elétrica, química, luminosa e nuclear. Em todos os processos naturais, a energia não é criada nem destruída, mas apenas transformada de uma forma em outra, isso é chamado Princípio da Conservação da Energia e é provavelmente a lei mais fundamental da física. Assim, a natureza é marcada por um fluxo contínuo de transformações energéticas, nas quais a energia muda constantemente de forma, mas sua quantidade total permanece sempre conservada. Nessa prova, estudaremos transformações de energia em forma de calor (nome dado à energia térmica). Numa transformação completa, em que se transforma uma quantidade E de energia de outra forma, em calor Q , pela conservação da energia, é evidente que: $E = Q$

Medir energias diretamente não é uma tarefa fácil, por isso, utilizam-se grandezas auxiliares que podem ser medidas diretamente e se relacionam com a energia de sua respectiva natureza; como por exemplo a velocidade para a energia cinética, a distância para a gravitacional e eletromagnética, e a temperatura para a energia térmica.

Nesse sentido, relacionamos a temperatura Θ de um corpo com o calor Q recebido por ele, usando a seguinte fórmula:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\Theta$$

Onde a grandeza de proporcionalidade c é chamado calor específico e m é a massa do corpo. O calor específico de um corpo está relacionado a propriedades intensivas, principalmente de origem química.



Figura 1: Esquema explicativo sobre trocas de calor e relação com a temperatura

Agora é sua hora de estudar as transferências e transformações de energia na prática, portanto, proceda experimentalmente como indicado nas questões que seguem.

Materiais necessários

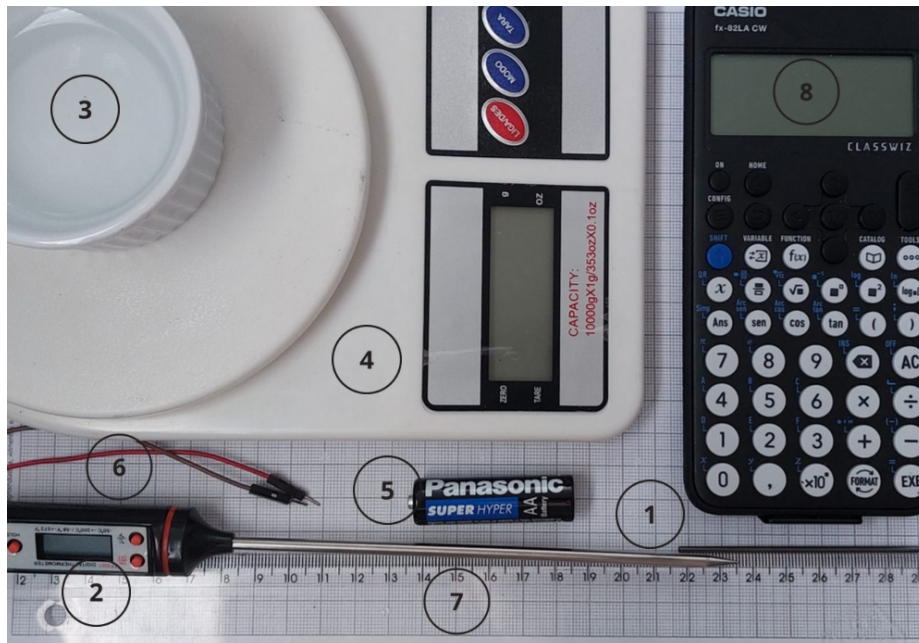


Figura 2: Exemplo de materiais

- 1. Um bastão de grafite para escrita
- 2. Um termômetro de cozinha
- 3. Um recipiente raso com água
- 4. Uma balança digital (para pesar a água)
- 5. Uma fonte de tensão (Pilhas ou baterias)
- 6. Cabos para conexão (Entre os polos da fonte de tensão e a extremidade do grafite)
- 7. Régua simples (precisão de 1mm)
- 8. Calculadora científica (ou qualquer outro meio de calcular regressões) ***NÃO use calculadoras capazes de produzir gráficos e/ou planilhas**
- 9. Papel milimetrado.
- 10. Cronômetro com precisão de 10ms (cronômetro digital ou do celular)

Tarefas experimentais

Valor total da prova: 20 pontos

ATENÇÃO! Nessa prova manusearemos água quente e circuitos com alta dissipação de calor.

Portanto tome muito cuidado no manuseio e **NUNCA** toque diretamente materiais aquecidos

Tempo sugerido para resolução das questões: 3 horas (destinado àqueles que pretendem tornar esse experimento um simulado de prova)

Agora é sua hora de colocar as mãos na massa! Siga o passo-a-passo das questões em cada uma das partes dessa prova. Nessa prova, não é requerido nenhuma estimativa de incerteza dos valores apresentados. Consideraremos: $C_{\text{água}} = 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$.

Parte A: Perdas para o ambiente (8 pontos)

Na Termodinâmica, concebe-se sistema isolado quando um objeto central não opera trocas de calor exceto com os objetos em sua vizinhança (os quais também fazem parte do sistema), ou seja, a energia (aqui chamada calor Q) que um perde é necessariamente igual à que o outro ganha.

Na maioria dos sistemas, quando um dos objetos possui mais energia que outro, a equalização do sistema não ocorre espontaneamente, pelo contrário, a quantidade de energia trocada Q depende do tempo decorrido t . Ambas as grandezas se relacionam pela grandeza Φ , chamada potência, definida como:

$$\Phi = \frac{dQ}{dt}$$

Mas afinal, o que é um sistema fechado, o que é o objeto central e o que é a vizinhança? Na prática, quase nenhum sistema é totalmente isolado (exceto o próprio universo), portanto, temos que ampliar nossa visão de sistema para algo muito maior que dois objetos próximos, pois o ambiente que eles estão também é um objeto, capaz de trocar calor.

Nessa parte da prova, o próprio ambiente que nosso objeto está imerso será sua vizinhança e estudaremos propriedades da perda de calor para ele.

Para essa análise, nosso objeto central será a água no recipiente, a qual deve ser aquecida inicialmente até uma temperatura próxima à 60°C . Seu objetivo é estudar um modelo teórico para esse tipo de troca de energia, o chamado Resfriamento de Newton, descrito pela seguinte equação:

$$\frac{d\Theta}{dt} = -\kappa(\Theta - T_a)$$

Onde T_a é a temperatura do ambiente e κ é um parâmetro a ser determinado.

A1	Da fórmula do Resfriamento de Newton, derive a equação da temperatura Θ em função do tempo decorrido de interação entre o objeto e o ambiente	0,5pt
-----------	--	-------

Leve a água à fonte do calor e espere que atinja a temperatura desejada. Antes de retirá-la do contato com a fonte, faça suas primeiras medidas:

A2	Meça a temperatura do ambiente, a da água aquecida e sua massa	0,5pt
-----------	--	-------

Agora, leve a água aquecida no recipiente até a bancada, fora de contato com a fonte de calor e inicie o procedimento experimental propriamente dito:

A3	Construa uma tabela da temperatura da água Θ em função do tempo decorrido t	2,0pt
-----------	--	-------

A4	A partir da equação obtida em A1, proponha uma linearização para Θ e t e usando os dados obtidos em A3 construa uma nova tabela com os valores das variáveis linearizadas	2,0pt
-----------	--	-------

A5	A partir dos dados obtidos em A4, construa um gráfico das variáveis linearizadas	2,0pt
-----------	--	-------

A6	Determine o valor de κ	1,0pt
-----------	-------------------------------	-------

Parte B: Resistor de Grafite (12 pontos)

O fogo é a maneira mais usual, antiga e conhecida de se aquecer algo (e muito provavelmente foi a fonte de calor que você mesmo utilizou na *Parte A*). Todavia, nessa parte nós estudaremos um método um pouco mais "moderno" de aquecimento, a dissipação de calor em circuitos elétricos.

Em um circuito resistivo, seguindo a equação do Efeito Joule, a potência dissipada pela carga (resistor) é:

$$\Phi_R = \frac{V^2}{R}$$

Onde a V é a diferença de potencial elétrico fornecida pela fonte de tensão e R é sua resistência. Na prática, tudo tem uma certa resistência, na maioria dos materiais, ela é tão alta que a dissipação de potência é imperceptível. Todavia, nos materiais *condutores* é justamente o contrário, eles têm muita facilidade para conduzir corrente elétrica, por isso geralmente suas resistividades são muito baixas. A definição da resistividade ρ de um material é dada pela Segunda Lei de Ohm:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{L}$$

Onde S é a área cujo vetor \vec{S} é paralelo à direção em que flui a corrente elétrica e L é a distância entre o ponto de potencial V e o de potencial 0.

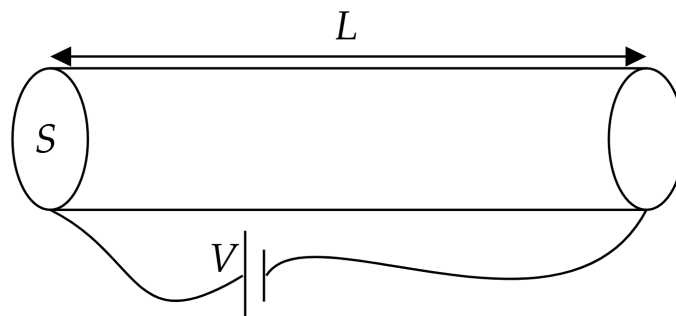


Figura 3: Esquema de um resistor cilíndrico ligado a uma fonte de tensão V

A maioria dos materiais condutores são metais, entretanto, devido à sua estrutura molecular cristalina, materiais como o grafite, por mais que seja formado essencialmente apenas de carbono, é um excelente condutor elétrico. Sua missão é determinar a resistividade do grafite ρ_g .

B1	Escreva a equação da temperatura Θ em função do tempo t decorrido de interação entre o circuito, a água e o ambiente.	1,0pt
B2	De acordo com as especificações de sua fonte de tensão, escreva a diferença de potencial V que ela fornece. Determine também o valor dos parâmetros S e L	0,5pt
Agora partiremos para a coleta de dados que nos permitirá determinar ρ_g . Imerja o grafite no recipiente com água e conecte a fonte de tensão às suas extremidades.		
B3	Construa uma tabela da temperatura da água Θ em função do tempo decorrido t	2,5pt
B4	A partir da equação encontrada em B1 proponha uma linearização adequada e usando os dados coletados em B3 construa uma nova tabela das variáveis linearizadas	2,5pt
B5	Usando os dados da linearização proposta em B4, construa um gráfico das variáveis linearizadas	2,5pt
B6	Usando os dados obtidos, determine ρ_g da maneira mais precisa possível	3,0pt