

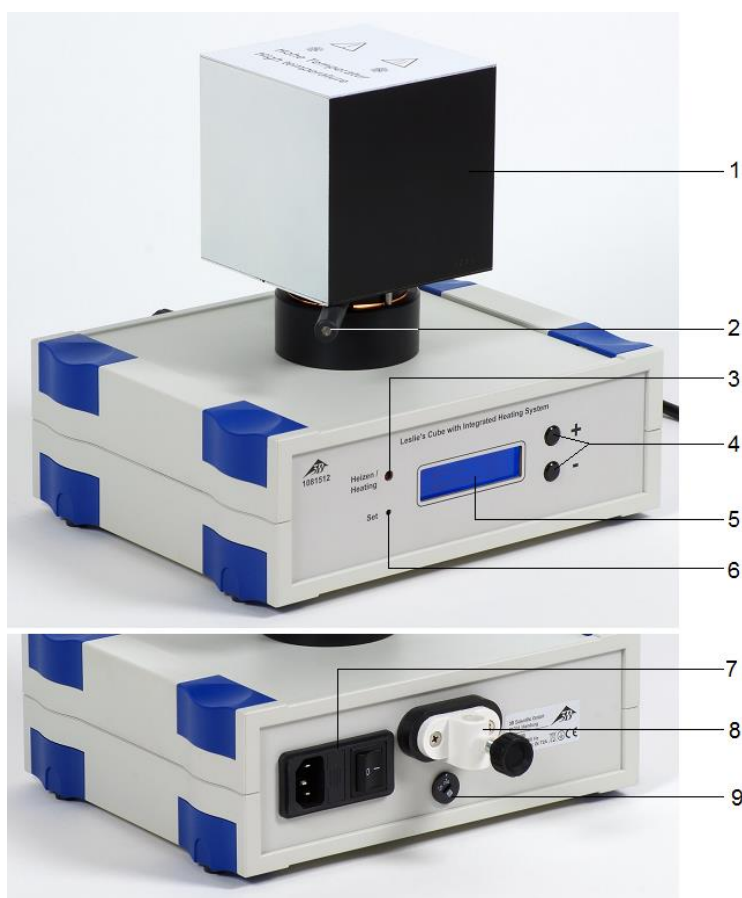
Cubo de Leslie com aquecimento

230 V, 50/60 Hz: 1017730 / U8498299-230

115 V, 50/60 Hz: 1017729 / U8498299-115

Instruções de uso

12/16 SD/UD



- 1 Cubo de Leslie giratório
- 2 Cabo
- 3 LED indicador de operação
- 4 Teclas de ajuste "+/-"
- 5 Tela
- 6 Tecla de ajuste "SET"
- 7 Conector de cabo de rede com interruptor e suporte para fusível
- 8 Suporte para coluna térmica
- 9 Chave seletora de tensão 115 / 230 V

1. Instruções de segurança

O aparelho cubo de Leslie com aquecimento é conforme às regulamentações de segurança segundo DIN EN 61010 Parte 1 e é construído conforme à classe de segurança I. Está previsto para ser operado em ambiente seco e é apropriado para meios de operação elétricos.

Caso utilizado conforme às indicações operacionais de segurança, está garantida a operação segura do aparelho. Esta segurança não estará garantida caso o aparelho seja

operado de modo incorreto ou sem os necessários cuidados.

Caso seja determinado que um funcionamento sem perigo não é mais possível (por exemplo, em caso de danificação do aparelho), deve-se imediatamente deixar de utilizar o mesmo.

Em escolas ou centros de formação a operação do aparelho deve ocorrer sob a responsabilidade de pessoas preparadas para a operação do aparelho.

- Antes da primeira utilização deve-se verificar se a tensão de rede impressa na parte posterior do aparelho coincide com a tensão de rede e condições de fornecimento locais.
- Antes de conectar o aparelho à rede elétrica, controlar se este e a conexão à rede estão livres de danos ou defeitos funcionais, e caso sejam observados disfunções ou danos visíveis, desligar imediatamente o aparelho e garantir que não seja operado por acidente.
- Só conectar o aparelho em tomada com condutor de proteção aterrado.
- Substituir os fusíveis defeituosos só com um fusível correspondente ao valor do fusível original (ver parte posterior do aparelho).
- Desconectar da tomada antes trocar o fusível.
- Nunca provocar curto-circuito com o fusível ou com o suporte do fusível.
- Só permitir a abertura do aparelho por pessoal especializado em eletricidade.



O cubo de Leslie pode atingir temperaturas de até 120°C.

- Não tocar diretamente o cubo de Leslie, em especial durante o aquecimento e esfriamento. Perigo de queimadura! Para girar, utilizar somente o cabo.

2. Descrição

O cubo de Leslie com aquecimento é um cubo oco de alumínio para análise quantitativa da radiação térmica de um corpo quente em dependência da temperatura e das características da superfície. Ele permite, em especial, a confirmação qualitativa da Lei de Stefan-Boltzmann.

O cubo é giratório com lâmpada aquecedora e sensor de temperatura integrados para aquecimento controlado das superfícies a uma temperatura ajustável. As laterais são polidas, opacas, pintadas de preto e branco. O aparelho permite ajuste confortável por meio de teclas de ajustes da temperatura teórica e real em tela de duas linhas. Para a indicação da temperatura, pode-se selecionar entre °C e °F. Um LED mostra a operação do aquecimento. Um suporte montado diretamente ao aparelho destina-se à fixação de uma coluna térmica. Durante toda a experiência, a mesma distância de todas as superfícies em relação à coluna térmica é garantida.

O aparelho cubo de Leslie com aquecimento 1017729 está equipado para trabalhar com uma

tensão de rede de 115 V ($\pm 10\%$) 1017730 para 230 V ($\pm 10\%$).

3. Dados técnicos

Tensão operacional:	115 / 230 V AC $\pm 10\%$, veja costas do aparelho
Frequência de rede:	50 / 60 Hz
Tomada de potência:	150 W
Fusível:	115 V: 2x 4 A inerte, 230 V: 2x 2 A inerte
Lâmpada:	150 W, Soquete: BA15d, forma: T4 115 V: Artigo N°: 5008450 230 V: Artigo N°: 5009078
Faixa de temperatura:	40 - 120°C
Resolução:	1°C
Indicação de temperatura:	tela LCD de 2 linhas para temperatura teórica e real
Precisão de indicação:	5%
Temperatura ambiente:	5°C a 40°C
Umidade relativa do ar máx.:	80%
Grau de poluição:	2
Tipo de proteção:	IP20
Diâmetro interno suporte:	10 mm
Dimensões:	250 x 250 x 220 mm ³
Massa:	1,8 kg

4. Utilização

Para a realização de experiências são necessários adicionalmente os seguintes aparelhos:

1 Coluna térmica	1000824
1 Amplificador de medição @230 V	1001022
ou	
1 Amplificador de medição @115 V	1001021
1 Multímetro digital P3320	1002784
1 Cabo HF, BNC / conector de 4 mm	1002748

- Através da tecla de ajuste "SET", selecionar a indicação da temperatura em °C ou °F.
- Com as teclas de ajuste "+/-", ajustar a temperatura teórica desejada.
- Outro acionamento da tecla menos a uma temperatura teórica de 40 °C desliga o aquecimento completamente. Na tela, aparece a indicação "Heating off".

4.1 Troca de fusíveis

- Desligue a alimentação elétrica e retire em todo caso o fio da tomada.
- Retirar o suporte de fusível na parte traseira da fonte de alimentação com chave de fenda (Fig. 1). Inserir a chave de fenda no lado da tomada de energia do aparelho.



Fig. 1 Troca de fusíveis

- Retirar fusível queimado e substituí-lo por um novo com a especificação correta. Recolocar o suporte de fusível.

4.2 Troca da lâmpada de aquecimento

- Desligar o aparelho e não deixar de retirá-lo da tomada.
- Deixar o cubo de Leslie esfriar até a temperatura ambiente.
- Abrir a tampa do cubo de Leslie. Para isto, retirar os parafusos da parte superior.
- Inicialmente, apertar a lâmpada de aquecimento defeituosa para dentro e girar levemente para a esquerda e, então, retirá-la.
- Segurar a lâmpada nova de aquecimento com um tecido pelo bulbo de vidro e colocar no soquete. Atentar para que o bulbo de vidro não seja contaminado, por exemplo, por digitais.
- Fixar novamente a tampa.

5. Exemplo de experiência

Dependência da radiação térmica da temperatura e das características da superfície

- Fixar a coluna térmica de tal forma no suporte que esteja centrada e perpendicular relativamente à respectiva lateral do cubo de Leslie.
- Conectar a saída de medição da coluna térmica por meio do cabo HF com a entrada de voltagem do amplificador de medição e ajustar a faixa de medição 10 mV.
- Conectar o multímetro digital nos conectores para voltímetro do amplificador de medição e ajustar a faixa de medição de corrente contínua.
- Ligar o aparelho. Quando a temperatura real T_0 tiver estabilizado, ler e anotar o valor.
- Ajustar a temperatura teórica para $T = 40^\circ\text{C}$ e registrar os valores de medição, por exemplo, em intervalos de 10° na faixa $40^\circ\text{C} \leq T \leq 120^\circ\text{C}$. No multímetro digital, ler a tensão U para cada temperatura T ajustada e anotar ambos os valores, assim que a temperatura real tiver alcançado a temperatura teórica. Observar as orientações.
- Executar a série de medições em todas as quatro superfícies.
- Aplicar as tensões medidas de todas as quatro séries de medições contra $T^4 - T_0^4$ em um diagrama (Fig. 2).

Orientações:

Os valores de medição podem ser alterados por influências externas (calor do corpo, insolação, corpos quentes).

- Aguardar com o registro de um valor de medição respectivamente o tempo necessário para que a temperatura real e a tensão tenham atingido valores finais estáveis.

A tensão medida U é diretamente proporcional à intensidade de radiação $I = P/A$, ou seja, à potência de radiação P por área A .

Todas as temperaturas precisam convertidas em Kelvin conforme

$$(1) K = ^\circ\text{C} + 273.15$$

$$(2) K = \frac{(^{\circ}\text{F} + 459.67)}{1.8}$$

Os pontos de medição para todas as quatro superfícies se alinham bem sobre uma reta, a Lei de Stefan-Boltzmann

$$(3) U \propto I = \frac{P}{A} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T^4 - T_0^4).$$

U : tensão medida
 I : intensidade de radiação
 P : potência de radiação
 A : área
 T : temperatura
 T_0 : temperatura ambiente
 ε : capacidade de emissão
 σ : constante de Stefan-Boltzmann:

$$(4) \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$$

é confirmada.

Orientações:

Para um agente de radiação de corpo negro ideal, $\varepsilon = 1$.

Um chamado corpo cinza não pode absorver completamente a radiação incidente sobre sua superfície, correspondentemente, também não pode emití-la, ou seja, vale: $\varepsilon < 1$.

Em geral, ε depende do comprimento de onda λ da radiação incidente, ou seja, $\varepsilon = \varepsilon(\lambda)$.

6. Armazenagem, limpeza, descarte

- Armazenar o aparelho em local limpo, seco e livre de pó.
- Antes da limpeza separar o aparelho da fonte de alimentação.
- Não utilize produtos de limpeza agressivos ou solventes para limpar o aparelho.
- Para a limpeza utilizar um pano suave e úmido.
- A embalagem deve ser descartada nas dependências locais de reciclagem.
- Em caso que o próprio aparelho deva ser descartado, então este não pertence ao lixo doméstico normal. É necessário cumprir com a regulamentação local para a eliminação de descarte eletrônico.

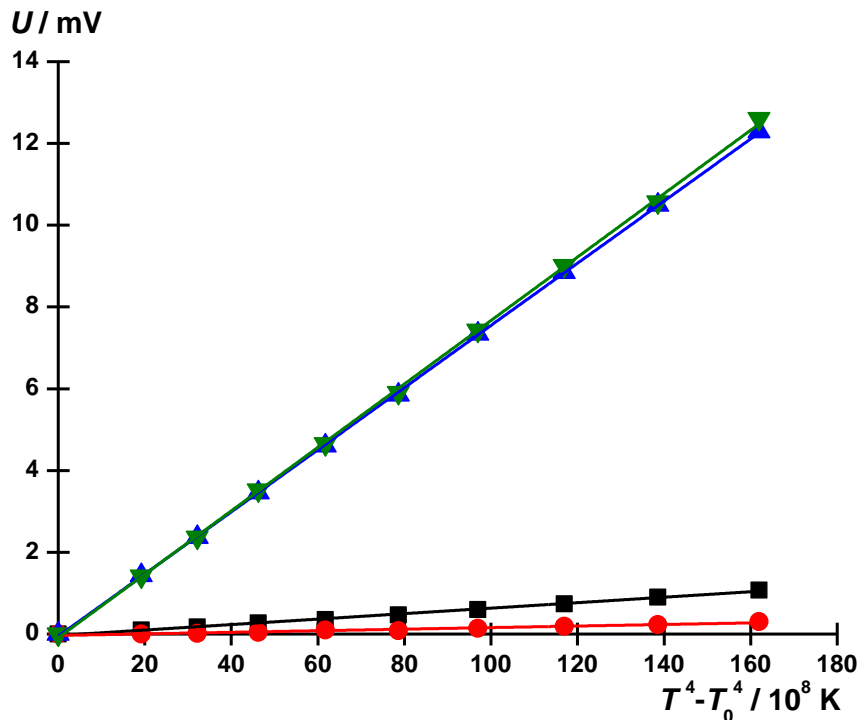
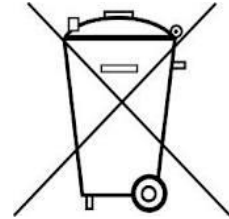


Fig. 2: Tensão U em dependência de $T^4 - T_0^4$ para a superfície opaca (quadrados pretos), polida (círculos vermelhos), branca (triângulos azuis) e preta (triângulos verde-oliva) do cubo de Leslie.