

ARO VASO DE DEWAR: A PROPAGAÇÃO DE CALOR EM BUSCA DA CONSERVAÇÃO DA TEMPERATURA DE UM LÍQUIDO

Daniel de Azevedo Rodrigues Júnior, David Ferreira Brandão, Edgar Vitor Ribeiro de Oliveira, Gabriel Henrique Arantes Castro de Lima, Jádriel Dias Araújo, Jamesson Tenório Lima, Marlon Regis Amaral Pinto da Silva, Newton Luz Neto, Talita Moraes Ferreira e William David de Lima Mota

Resumo: O artigo presente busca demonstrar o funcionamento do experimento Vaso de Dewar, com base nos fundamentos aplicados atualmente em garrafas térmicas do Inmetro, pela ABNT NBR 13282. Propõe a implementação de um sistema que simule um vaso de Dewar, integrando conceitos de fenômeno de transporte, termodinâmica e programação, para interligar a teoria com a prática, facilitando assim os cálculos de conversão da temperatura para o usuário.

Palavras-chave: Calor. Garrafa Térmica. Programação. Temperatura.

Introdução

A física é uma ciência que ajuda comprovar e aprender sobre as leis naturais mundo. O frasco de Dewar ou como é comumente conhecido: garrafa térmica, foi criado pelo escocês James Dewar em 1892, o sistema de isolamento a vácuo, que é um aparelho que possui o simples objetivo de conservação de temperatura interna de um determinado recipiente fechado com auxílio de materiais que auxiliam na perpetuação da temperatura, buscando obter o máximo isolamento térmico para manutenção da temperatura dos líquidos ou alimentos contidos neste recipiente.

Em função do mencionado e como parte de exemplificação do abordado em sala de aula, a construção de um sistema que irá ratificar os efeitos e leis que envolvem as causas e os efeitos de mudanças na temperatura.

Objetivo:

Através dos conhecimentos adquiridos sobre os três meios de propagação de calor, esse projeto tem como finalidade, desenvolver uma aplicação em java que facilite a análise do processo de conservação de calor por condução, convecção e radiação.

Garrafa térmica certificada pela Inmetro

A Inmetro definiu a norma ABNT NBR 13282, de abril de 1995 - Garrafa Térmica com Ampola de Vidro, atendendo os requisitos:

- Eficiência Térmica;
- Resistência a Choque Térmico;
- Resistência ao Impacto;
- Aderência de Pintura ou Decoração;
- Capacidade Volumétrica Real;
- Estabilidade, Resistência da Alça;
- Volume Bombeado;
- Auto Bombeamento;
- Estanqueidade.

Esse recipiente é bastante usado utilizado até hoje, serve para preservar a temperatura alta ou baixa de líquidos, consiste essencialmente de um frasco de vidro de paredes duplas onde se faz um vácuo para reduzir a possibilidade de transferência de calor por condução.

As paredes são, também espelhadas para reduzir as trocas de calor por irradiação e há, ainda, uma boa vedação da tampa isolante tornando-o um sistema fechado.

1. CONDUÇÃO:

Mecanismo: movimento randômicos translacionais (difusão) de moléculas (fluidos) ou elétrons (sólidos).

Lei de Fourier: Fornece a taxa de transferência de calor por condução.

Lei de Fourier generalizada :

$$q'' = -k \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial x} i + \frac{\partial T}{\partial y} j + \frac{\partial T}{\partial z} k \right)$$

Para condução em uma única direção temos, por exemplo em x, temos:

$$q'' = \frac{qx}{A} = -k \frac{dT}{dx}$$

Onde o fluxo térmico (q'') é uma grandeza normal à área da seção transversal A.

Sua direção será sempre normal à superfície isotérmica.

2. CONVECÇÃO:

O calor transferido por convecção, na unidade de tempo, entre uma superfície e um fluido pode ser calculado através da relação proposta por Newton:

$$q'' = h \cdot A \cdot \Delta T = h \cdot A \cdot (T_s - T_\infty)$$

q'' = fluxo de calor transferido por convecção (kcal/h)

A = área de transferência de calor (m²).

T = diferença de temperatura entre superfície T_s e a do fluido em um local bastante afastado da superfície T_∞ (°C)

h = coeficiente de transferência de calor por convecção ou coeficiente de película (Sistema inglês -> Btu/(h.ft².°F) ou Sistema internacional -> W/(m².K) ou Sistema métrico -> kcal/(h.m².°C)).

O coeficiente h é uma função complexa de uma série de variáveis relacionadas:

-Dimensão característica (L): Dimensão que domina o fenômeno de convecção. Ex: diâmetro de um tubo, altura de uma placa, etc.

- Propriedades físicas do fluido:

μ : Viscosidade dinâmica do fluido:

ρ : densidade do fluido

cp : calor específico do fluido

k : condutividade térmica do fluido

δ : coeficiente de expansão volumétrica

- Estado de movimento do fluido

v : velocidade do fluido

g : aceleração da gravidade

ΔT : diferença de temperatura entre a superfície e o fluido.

Portanto h, é uma função do tipo:

$$(h = f(D, \mu, \rho, cp, k, \delta, v, g, \Delta T))$$

Mecanismo: difusão + energia transferida pelo movimento macroscópico do fluido(advecção).

Convecção forçada: movimento do fluido é causado por agentes externos (bombas, ventiladores, etc...).

Convecção natural: movimento do fluido ocorre devido a forças de empuxo, que surgem devido a diferenças de densidade, causadas por diferenças de temperatura.

Convecção mista: natural + forçada.

Evaporação/Condensação: casos especiais de convecção onde a energia é transferida na forma de calor latente.

Lei de Newton de resfriamento: fornece a taxa de transferência de calor por convecção.

$$q'' = h(T_s - T_\infty)$$

H - coeficiente de troca de calor por convecção (W/m²K)

T_s - temperatura da superfície

T_∞ - Temperatura do fluido

Ordem de grandeza de h (W/m²K):

- Convecção natural: gases -2 a 25
líquidos -50 a 1000
- Convecção forçada: gases - 25 a 250
líquidos - 50 a 20000
- Convecção com mudança de fase:
20 a 100000

3. RADIAÇÃO:

Energia emitida pela matéria (sólido, líquido ou gás) a temperatura finita. O transporte ocorre por ondas eletromagnéticas. Não é necessário um meio material para a propagação de energia.

Lei de Steffan-Boltzman: Fluxo máximo de re radiação que pode ser emitida por uma superfície.

$$q'' = \sigma T_s^4$$
$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{K}^4 \rightarrow \text{cte Steffan Boltzman}$$

A superfície que emite radiação de acordo com esta relação é chamada de corpo negro.

Para uma superfície real:

$$q'' = \epsilon \sigma T_s^4$$

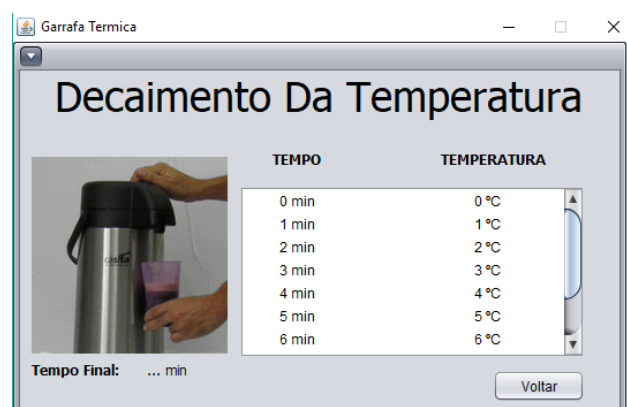
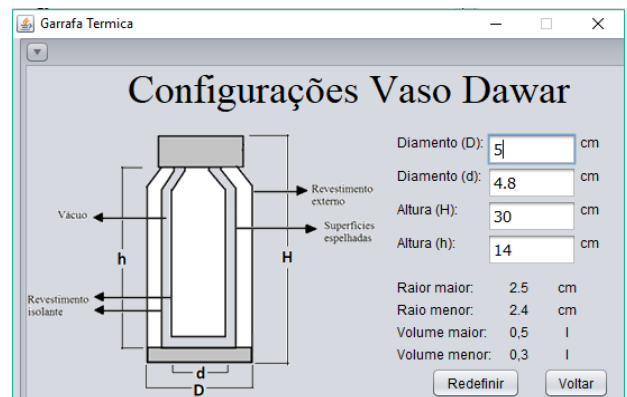
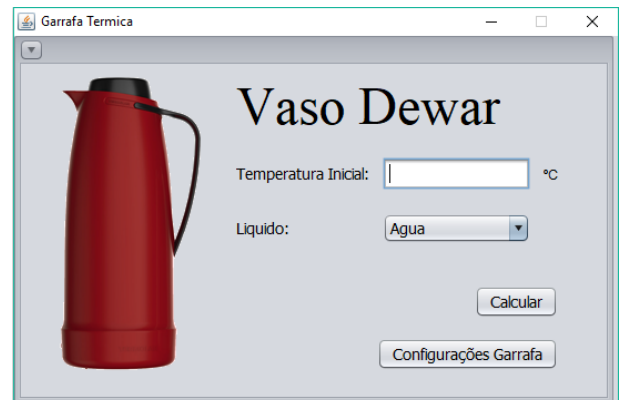
$\epsilon \rightarrow$ emissividade

$$0 \leq \epsilon \leq 1$$

Software

O sistema(o software) foi criado em duas versões tanto para desktop quanto para aparelhos mobile, a fim de alcançar o usuário

final. O sistema possui interface gráfica e foi implementado na linguagem Java nas plataforma NetBeans e Android Studio. Seguir as telas da interface:



DewarVase

Vaso de Dewar

Temperatura Inicial
Temperatura Final

Constante do Líquido
Constante Material 1

Constante Material 2

CALCULAR

VISUALIZAR DADOS

o-funciona-garrafa-termica.html.>. Acesso em 11 de novembro de 2018.

Inmetro - Garrafas Térmicas. Disponíveis em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pr odutos/garrafas.asp>>. Acesso em 05 de novembro de 2018.

Princípios das Trocas de Calor. Educação. Física. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/fisica/assunto/termica/principio-das-trocas-de-calor.html>> . Acesso em 26 de outubro de 2018

Conclusão

Notou-se uma certa dificuldade em conseguir informações concretas sobre a garrafa da Inmetro foi a instituição são divulga os dados dos cilindros internos.

Porém como o principal objetivo o software consegue através de sua interface gráfica, trazendo uma grande usabilidade para seus possíveis usuários, e com as aplicações da física .Mesmo com o preenchimento de todos esses requisitos levantados, a garrafa de Dewar é um sistema que não possui o estado 100%, ou seja, em nenhuma circunstância iria ocorrer uma preservação total da temperatura em função do tempo.

Referências Bibliográficas

ABNT NBR 13282. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=368477>>. Acesso em: 09 de novembro de 2018, 21:33.

Como funciona a garrafa térmica? Efeito Joule. Disponível em: <<https://www.efetojoule.com/2008/04/com>