

# Roteiro Aula Prática



**TERMODINÂMICA**

# ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

**NOME DA DISCIPLINA:** TERMODINÂMICA

**Unidade:** U1\_INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA TERMODINÂMICA

**Aula:** A1\_ CONCEITOS INTRODUTÓRIOS E DEFINIÇÕES EM TERMODINÂMICA

**Tempo previsto de execução de aula prática:** 2h

## OBJETIVOS

### Definição dos objetivos da aula prática:

A temperatura é uma grandeza que representa a medida do grau de agitação térmica das moléculas de um corpo, e sua medição precisa é fundamental em diversas aplicações científicas e industriais. Esta prática tem por objetivo que você aprenda a estabelecer a relação entre um termômetro a álcool e um termoscópio, utilizar diferentes escalas termométricas, e aplicar esses conceitos na calibração de termômetros. Além disso, você será capaz de coletar e interpretar dados experimentais, construir gráficos que representem a relação entre temperatura e altura da coluna líquida, e entender a importância dessas medições em contextos reais de engenharia e ciências aplicadas.

## SOLUÇÃO DIGITAL (OBRIGATÓRIO SE HOVER - APARECER PARA TODOS)

### Infraestrutura mínima necessária para execução.

O Laboratório Virtual é acessado via AVA do aluno. Recomenda-se utilizar o Google Chrome para Windows 10 e o Mozilla Firefox para Windows 7, ambos atualizados. Além disso, é essencial uma conexão de internet estável, com um bom teste de velocidade.

## EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) (CAMPO OBRIGATÓRIO – APARECER PARA TODOS)

Por se tratar de uma prática simulada, não são necessários equipamentos de proteção individual para o uso do ambiente virtual. Entretanto, durante os procedimentos práticos dentro do laboratório virtual, o aluno precisará equipar os EPIs.

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS (OBRIGATÓRIO – TODOS)

### Procedimento/Atividade

**Atividade proposta:** Determinação da Equação Termométrica

**Procedimentos para a realização da atividade:**

#### Segurança do Experimento:

- **Equipar EPIs virtuais (jaleco, óculos, máscara e luvas).**

#### Marcando a Altura da Coluna Líquida I

- **Coloque o termoscópio na posição vertical, com o bulbo para baixo, ao lado da régua.**
- **Marque com a caneta a altura da coluna líquida.**
- **Anote a altura  $h_1$  na Tabela 1**

#### Medindo a Altura $h_2$

- **Use a régua milimétrica para medir a altura  $h_2$ , da parte superior do bulbo até a primeira marcação.**
- **Anote o valor na Tabela 1 para o estado térmico ambiente.**

#### Medindo a Temperatura Ambiente

- **Utilize o termômetro a álcool para medir a temperatura ambiente.**
- **Anote o valor na Tabela 1.**
- **Use o altímetro para encontrar a altitude do ambiente e anote.**

#### Marcando a Altura da Coluna Líquida II

- **Insira o bulbo do termoscópio no banho de gelo e aguarde até que a coluna líquida estabilize (equilíbrio térmico).**
- **Retire o termoscópio e marque a altura da coluna líquida com a caneta.**
- **Meça a altura  $h_1$  da segunda marcação e anote na Tabela 1 para o ponto do gelo.**

#### Marcando a Altura da Coluna Líquida III

- **Mantenha o bulbo do termoscópio no vapor da água em ebulição até atingir o equilíbrio térmico.**
- **Retire o termoscópio do vapor e marque a altura da coluna líquida.**
- **Meça a altura  $h_3$  da terceira marcação e anote na Tabela 1 para o ponto do vapor.**

#### Medindo a Temperatura do Ponto do Vapor

- **Utilize o termômetro a álcool para medir a temperatura do ponto do vapor.**
- **Anote o valor na Tabela 1.**

#### Analisando os Resultados

- **Complete a Tabela 1 com os dados obtidos.**
- **Verifique se as marcas feitas coincidem com as marcas de fábrica do termoscópio.**
- **Construa um gráfico da altura (h) em função da temperatura (°C) utilizando o Teorema de Tales.**
- **Determine o coeficiente linear e angular da equação que representa essa relação.**
- **Ferva a água sem atingir a ebulição, insira o termoscópio na água, marque e meça a altura da coluna.**

- Utilize a equação obtida para calcular a temperatura da água e compare com a medida do termômetro a álcool, identificando possíveis discrepâncias.

Dados experimentais

Estado térmico	Temperatura indicada no termômetro a álcool T (°C)	Altura da coluna líquida h (cm)
Ponto do gelo		
Ambiente		
Ponto do vapor		

### Checklist:

#### Preparação Inicial

- Acessar o Laboratório Virtual (VirtuaLab).
- Equipar EPIs virtuais (jaleco, óculos, máscara e luvas).

#### Altura da Coluna Líquida I

- Colocar termoscópio na vertical.
- Marcar altura da coluna líquida.

#### Medir Altura $h_2$

- Medir altura  $h_2$  com régua.
- Anotar valor na Tabela 1.

#### Temperatura Ambiente

- Medir temperatura ambiente.
- Anotar valor na Tabela 1.
- Medir altitude com altímetro.

#### Altura da Coluna Líquida II

- Colocar termoscópio no banho de gelo.
- Marcar altura da coluna líquida.
- Medir altura  $h_1$  e anotar na Tabela 1.

#### Temperatura do Ponto do Gelo

- Medir temperatura do ponto do gelo.
- Anotar valor na Tabela 1.

#### Despejar Água no Béquero

- Adicionar 50 mL de água ao béquer.
- Aquecer até ebulição.

#### Altura da Coluna Líquida III

- Colocar termoscópio no vapor.

- Marcar altura da coluna líquida.
- Medir altura  $h_3$  e anotar na Tabela 1.

Temperatura do Ponto do Vapor

- Medir temperatura do ponto do vapor.
- Anotar valor na Tabela 1.

Avaliação dos Resultados

- Completar Tabela 1.
- Verificar marcas feitas com marcas de fábrica.
- Construir gráfico  $h \times T$ .
- Determinar coeficientes linear e angular.
- Fervura parcial da água, marcar altura, calcular temperatura, e comparar com termômetro a álcool.

## RESULTADOS (obrigatório – aparecer para todos)

### Resultados de Aprendizagem:

Ao final da prática, você deverá compreender os conceitos de equação termométrica e a relação entre diferentes escalas de temperatura. Você será capaz de executar procedimentos experimentais no simulador, realizando medições precisas, coletando e registrando dados, e analisando esses dados para construir gráficos que representem a relação entre temperatura e altura da coluna líquida. Além disso, aprenderá a aplicar esses conceitos na calibração de termômetros, identificar possíveis fontes de erro e discutir a precisão dos resultados. A prática também reforçará a importância do uso de EPIs para garantir a segurança em laboratório.

## ESTUDANTE, VOCÊ DEVERÁ ENTREGAR (não obrigatório – aparecer para todos)

### Descrição orientativa sobre a entrega da comprovação da aula prática:

Você deverá elaborar um relatório detalhado sobre a prática de determinação da equação termométrica. O relatório deve incluir uma introdução, explicando o objetivo da prática e a importância da equação termométrica na calibração de termômetros e em processos industriais. Na seção de materiais e métodos, liste os equipamentos e materiais utilizados no simulador, como termoscópio, termômetro a álcool, régua milimétrica e banho de gelo, e descreva os procedimentos realizados, desde a marcação da altura da coluna líquida até a medição das temperaturas nos diferentes pontos. Na parte de resultados, apresente os dados coletados em tabelas, incluindo as alturas das colunas líquidas e as temperaturas medidas. Na discussão, analise os resultados obtidos, construindo gráficos que representem a relação entre temperatura e altura da coluna líquida, e discuta as possíveis causas das diferenças. Na conclusão, faça uma

síntese dos aprendizados obtidos e uma reflexão sobre a importância do experimento e sua aplicação em contextos profissionais.

Além disso, responda aos seguintes questionamentos:

1. **Por que é importante marcar a altura da coluna líquida do termoscópio em diferentes pontos de temperatura?**
2. **Explique a razão para usar o banho de gelo no experimento.**
3. **Como a medição da altura da coluna líquida pode influenciar nos resultados do experimento?**
4. **Qual é a fórmula utilizada para determinar a relação entre a altura da coluna líquida e a temperatura, e como os dados experimentais são aplicados nessa fórmula?**
5. **Qual foi a diferença entre as temperaturas medidas pelo termômetro a álcool e pela equação obtida? Explique possíveis causas para essa diferença.**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (não obrigatório – aparecer para todos)**

### **Descrição (em abnt) das referências utilizadas**

BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard E. **Fundamentos da termodinâmica**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. Porto Alegre: Grupo A, 2013

FILHO, Washington B. **Termodinâmica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020.

**Unidade:** U1\_INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA TERMODINÂMICA

**Aula:** A2\_ OBTENÇÃO DAS PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS

**Tempo previsto de execução de aula prática:** 2h

## **OBJETIVOS**

### **Definição dos objetivos da aula prática:**

A pressão de vapor indica o comportamento do líquido em diferentes temperaturas, e a entalpia de vaporização quantifica a energia necessária para transformar o líquido em vapor, ambos são fundamentais para aplicações industriais como destilação e refrigeração. Esta prática simulada tem por objetivo que os alunos aprendam a executar procedimentos experimentais, coletar e interpretar dados, calcular a pressão de vapor e a entalpia de vaporização, e compreender a importância dessas medições em contextos reais de engenharia.

## SOLUÇÃO DIGITAL (OBRIGATÓRIO SE HOVER - APARECER PARA TODOS)

### Infraestrutura mínima necessária para execução.

O Laboratório Virtual é acessado via AVA do aluno. Recomenda-se utilizar o Google Chrome para Windows 10 e o Mozilla Firefox para Windows 7, ambos atualizados. Além disso, é essencial uma conexão de internet estável, com um bom teste de velocidade.

## EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) (CAMPO OBRIGATÓRIO – APARECER PARA TODOS)

Por se tratar de uma prática simulada, não são necessários equipamentos de proteção individual para o uso do ambiente virtual. Entretanto, durante os procedimentos práticos dentro do laboratório virtual, o aluno precisará equipar os EPIs.

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS (OBRIGATÓRIO – TODOS)

### Procedimento/Atividade

**Atividade proposta:** Determinação da Pressão de Vapor e da Entalpia de Vaporização da Água

### Procedimentos para a realização da atividade:

Segurança do Experimento:

- **No ambiente virtual, o aluno deve equipar o jaleco e os óculos de proteção acessando o armário de EPIs.**

Preenchendo o Béquer e o Condensador

- **Preencher o béquer e o condensador adaptado com água destilada.**
- **Conectar o condensador ao banho termostático.**

Aguardando o Resfriamento

- **Adicionar gelo ao banho termostático e esperar que a temperatura atinja 0 °C.**
- **Observar a redução da temperatura no painel de controle do simulador.**

Posicionando a Régua Graduada

- **Posicionar a régua graduada próximo ao condensador para visualizar o nível da água dentro do condensador e a altura marcada na régua.**

Aquecendo o Banho Termostático

- **Aumentar a temperatura do banho termostático gradualmente e observar a variação do volume do condensador adaptado à medida que a temperatura aumenta.**
- **Registrar os dados de temperatura e altura do líquido ( $\Delta h_{liq}$ ) e altura do gás ( $\Delta h_{gas}$ ) em diferentes temperaturas.**

Medindo a Pressão Atmosférica

- **Utilizar o barômetro digital para medir a pressão atmosférica e registrar o valor.**

### Calculando os Resultados

- Utilizar a equação  $V = \pi r^2 \Delta h_{gás}$  para calcular o volume do gás em cada temperatura.

- Calcular a pressão parcial do ar ( $p_{ar}$ ) utilizando a equação:

$$p_{ar} = p_{atm} - \rho g \Delta h_{gás}$$

- Calcular a quantidade de ar constante durante o experimento com a equação:

$$n_{ar} = \frac{p_{ar} \cdot V_{ar}}{RT}$$

- Determinar a pressão de vapor usando a equação:

$$p_v = p_{atm} - p_{ar} - \rho g \Delta h_{líq}$$

### Analisando os Resultados

- Preencher a tabela de dados experimentais com as medições realizadas.
- Traçar um gráfico de  $\ln(p_v)$  em função de  $T^{-1}$  e encontrar a equação da reta para determinar a entalpia de vaporização experimental ( $\Delta H_v$ )

Dados experimentais

T (°C)	T (K)	$\Delta h_{líq}$ (cm)	$\Delta h_{gás}$ (cm)	$V_{ar}/10^{-5}$ (m <sup>3</sup> )	$p_{ar}$ (Pa)	$p_v$ (Pa)	$T^{-1}$ (K <sup>-1</sup> )	$\ln(p_v)$
0						-	-	-
50								
55								
60								
65								
70								
75								
80								

## Conclusão

- Analisar e comparar os resultados experimentais com valores teóricos.
- Discutir possíveis fontes de erro e a relevância dos resultados obtidos para aplicações industriais.

Densidade da água em diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Densidade água (kg.m <sup>-3</sup> )	Temperatura (°C)	Densidade água (kg.m <sup>-3</sup> )
0	999,8	65	980,55
50	988,04	70	977,76
55	985,69	75	974,84
60	983,2	80	971,79

## Checklist:

### Preparação Inicial

- Acessar o Laboratório Virtual (VirtuaLab).
- Equipar EPIs virtuais (jaleco, óculos, máscara e luvas).

### Preenchimento

- Preencher bquer e condensador com água destilada.
- Conectar condensador ao banho termostático.

### Resfriamento

- Adicionar gelo ao banho termostático.
- Atingir 0 °C no banho termostático.

### Posicionamento

- Posicionar régua graduada próximo ao condensador.

### Aquecimento e Observação

- Aumentar a temperatura do banho termostático.
- Registrar altura do líquido e altura do gás
- em diferentes temperaturas.

### Medida de Pressão

- Medir pressão atmosférica com barômetro digital.

### Cálculos

- Calcular volume do gás.
- Calcular pressão parcial do ar.
- Determinar quantidade de ar.
- Calcular pressão de vapor.

## Análise de Resultados

- Preencher tabela de dados experimentais.
- Traçar gráfico da relação entre a pressão de vapor e a temperatura.
- Determinar a entalpia de vaporização experimental.

## RESULTADOS (obrigatório – aparecer para todos)

### Resultados de Aprendizagem:

Ao final da prática, você deverá compreender os conceitos de pressão de vapor e entalpia de vaporização, entendendo como a pressão de vapor varia com a temperatura e a energia necessária para a vaporização. Você será capaz de executar procedimentos experimentais no simulador, realizando medições precisas, coletando e registrando dados, analisando esses dados para calcular a pressão de vapor e a entalpia de vaporização, e interpretando os resultados. Além disso, aprenderá a aplicar os resultados em processos industriais como destilação e refrigeração, identificando possíveis fontes de erro e discutindo a precisão dos resultados. A prática também reforçará a importância do uso de EPIs para garantir a segurança em laboratório.

## ESTUDANTE, VOCÊ DEVERÁ ENTREGAR (não obrigatório – aparecer para todos)

### Descrição orientativa sobre a entrega da comprovação da aula prática:

Você deverá elaborar um relatório detalhado sobre a prática de determinação da pressão de vapor e da entalpia de vaporização. O relatório deve incluir uma introdução, explicando o objetivo da prática e a importância da pressão de vapor e da entalpia de vaporização em processos industriais. Na seção de materiais e métodos, liste os equipamentos e materiais utilizados no simulador, como banho termostático, barômetro e condensador, e descreva os procedimentos realizados, desde o preenchimento dos béqueres até a medição da pressão atmosférica. Na parte de resultados, apresente os dados coletados em tabelas, incluindo temperaturas, alturas dos líquidos e gases, e valores calculados de pressão e volume. Na discussão, analise os resultados obtidos, comparando-os com os valores teóricos, calcule a entalpia de vaporização e discuta as possíveis causas das diferenças. Na conclusão, faça uma síntese dos aprendizados obtidos e uma reflexão sobre a importância do experimento e sua aplicação em contextos profissionais.

Além disso, responda aos seguintes questionamentos:

1. Qual é a importância de medir a pressão atmosférica antes de iniciar os cálculos?
2. Explique por que é necessário resfriar a água a 0 °C antes de iniciar o aquecimento.
3. Como a posição da régua graduada influencia na coleta dos dados experimentais?

4. Qual é a fórmula utilizada para calcular o volume do gás e como os dados experimentais são aplicados nessa fórmula?

5. Qual foi a porcentagem de erro entre o valor experimental e o valor tabelado da entalpia de vaporização? Explique possíveis causas para essa diferença.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (não obrigatório – aparecer para todos)

### Descrição (em abnt) das referências utilizadas

BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard E. **Fundamentos da termodinâmica**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. Porto Alegre: Grupo A, 2013

FILHO, Washington B. **Termodinâmica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020.

**Unidade:** U1\_INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA TERMODINÂMICA

**Aula:** A3\_ AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS

**Tempo previsto de execução de aula prática:** 2h

## OBJETIVOS

### Definição dos objetivos da aula prática:

A determinação do calor específico de líquidos é essencial em diversas aplicações industriais e de engenharia, como o desenvolvimento de sistemas de aquecimento e a fabricação de produtos químicos. Este experimento, realizado em um simulador, oferece aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos de termodinâmica na prática, utilizando instrumentos virtuais como balança, termômetro e calorímetro. O objetivo é desenvolver habilidades práticas de manuseio de equipamentos, calcular o calor específico de água e álcool, coletar e interpretar dados experimentais, e contextualizar a importância dessa propriedade em processos reais, preparando-os para a prática profissional com foco na eficiência energética e otimização de processos térmicos.

## SOLUÇÃO DIGITAL (OBRIGATÓRIO SE HOVER - APARECER PARA TODOS)

### Infraestrutura mínima necessária para execução.

O Laboratório Virtual é acessado via AVA do aluno. Recomenda-se utilizar o Google Chrome para Windows 10 e o Mozilla Firefox para Windows 7, ambos atualizados. Além disso, é essencial uma conexão de internet estável, com um bom teste de velocidade.

## EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) (CAMPO OBRIGATÓRIO – APARECER PARA TODOS)

Por se tratar de uma prática simulada, não são necessários equipamentos de proteção individual para o uso do ambiente virtual. Entretanto, durante os procedimentos práticos dentro do laboratório virtual, o aluno precisará equipar os EPIs.

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS (OBRIGATÓRIO – TODOS)

### Procedimento/Atividade nº 1

**Atividade proposta:** Determinação do Calor Específico da Água

#### Procedimentos para a realização da atividade:

Segurança do Experimento:

- No ambiente virtual, o aluno deve equipar o jaleco e os óculos de proteção acessando o armário de EPIs.

Pesando o Volume de Água Fria:

- Colocar o béquer vazio na balança e tarar.
- Adicionar 50 mL de água ao béquer e anotar a massa da água na Tabela 1.

Adicionando a Água Fria ao Calorímetro:

- Anotar a capacidade calorífica do calorímetro.
- Despejar a água do béquer no calorímetro, agitar por 30 segundos, medir e anotar a temperatura inicial da água (T1).

Preparando a Água Quente:

- Adicionar 70 mL de água ao béquer, medir e anotar a massa na Tabela 1.
- Aquecer a água até aproximadamente 70 °C e anotar a temperatura (T2).

Executando a Troca Térmica:

- Despejar a água quente no calorímetro, agitar e inserir o termômetro.
- Medir e anotar a temperatura final (TF) quando estabilizada.

Finalizando a Atividade 1:

- Descartar a água do calorímetro e repetir os passos de 2 a 5 mais duas vezes, completando a coleta de dados na Tabela 1.

### Procedimento/Atividade nº 2

**Atividade proposta:** Determinação do Calor Específico do Álcool

#### Procedimentos para a realização da atividade:

Pesando o Volume de Álcool:

- Colocar o béquer vazio na balança e tarar.
- Adicionar 60 mL de álcool ao béquer e anotar a massa na Tabela 2.

Adicionando o Álcool no Calorímetro:

- Anotar a capacidade calorífica do calorímetro.
- Despejar o álcool no calorímetro, agitar por 30 segundos, medir e anotar a temperatura inicial do álcool (T1).

Preparando o Álcool Aquecido:

- Adicionar 80 mL de álcool ao béquer, medir e anotar a massa na Tabela 2.
- Aquecer o álcool até aproximadamente 70 °C e anotar a temperatura (T2).

Executando a Troca Térmica:

- Despejar o álcool quente no calorímetro, agitar e inserir o termômetro.
- Medir e anotar a temperatura final (TF) quando estabilizada.

Finalizando a Atividade 2

- Descartar o álcool do calorímetro e repetir os passos de 8 a 11 mais duas vezes, completando a coleta de dados na Tabela 2.

### Procedimento/Atividade nº 3

**Atividade proposta:** Avaliação dos Resultados

**Procedimentos para a realização da atividade:**

Análise dos Dados:

- Utilizar os dados coletados nas Tabelas 1 e 2 para calcular o calor específico da água e do álcool – fórmula:  $Q = m c \Delta T$
- Comparar os valores obtidos com os valores tabelados e calcular a porcentagem de erro.

Tabela 1 – Calor Específico da Água – Valor Tabelado:  $c_{\text{água}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Massa da água fria ( $m_1$ ) (g)			
Massa da água quente ( $m_2$ ) (g)			
Temperatura da água fria ( $T_1$ ) (°C)			
Temperatura da água quente ( $T_2$ ) (°C)			
Temperatura de equilíbrio ( $T_F$ ) (°C)			
Calor específico da água (cal/g.°C)			
Calor específico médio da água (cal/g.°C)			

Tabela 2 – Calor Específico do Álcool – Valor Tabelado:  $c_{\text{álcool}} = 0,58 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Massa do álcool ( $m_1$ ) (g)			
Massa da água ( $m_2$ ) (g)			
Temperatura do álcool ( $T_1$ ) (°C)			
Temperatura da água quente ( $T_2$ ) (°C)			
Temperatura de equilíbrio ( $T_f$ ) (°C)			
Calor específico do álcool (cal/g.°C)			
Calor específico médio do álcool (cal/g.°C)			

### Checklist:

#### Preparação

- Acessar o Laboratório Virtual
- Equipar EPIs (jaleco e óculos de proteção) no ambiente virtual

#### Procedimentos

##### Pesagem de Líquidos

- Tarar a balança com o béquer vazio
- Adicionar o líquido (água ou álcool) ao béquer e anotar a massa

##### Medição de Temperatura Inicial

- Medir e anotar a temperatura inicial do líquido frio

##### Aquecimento do Líquido

- Adicionar e aquecer o líquido até a temperatura desejada
- Medir e anotar a temperatura do líquido aquecido

##### Troca Térmica no Calorímetro

- Transferir o líquido aquecido para o calorímetro contendo o líquido frio
- Agitar, medir e anotar a temperatura final

##### Repetição e Coleta de Dados

- Repetir os procedimentos para completar os dados experimentais

##### Avaliação dos Resultados

- Calcular o calor específico dos líquidos
- Comparar os valores obtidos com os valores tabelados
- Calcular a porcentagem de erro

## RESULTADOS (obrigatório – aparecer para todos)

### Resultados de Aprendizagem:

Ao final da aula prática, espera-se que você tenha aprendido a manusear corretamente os equipamentos de laboratório virtual, como balanças, termômetros e calorímetros, e a aplicar os princípios de termodinâmica no cálculo do calor específico de líquidos. Você deve ser capaz de

coletar, registrar e analisar dados experimentais de forma organizada, compreendendo a importância do calor específico em processos industriais e de engenharia. Além disso, você entenderá a relevância do uso de EPIs mesmo em simulações virtuais, preparando-se para práticas laboratoriais reais. Essas habilidades são essenciais para sua formação.

## **ESTUDANTE, VOCÊ DEVERÁ ENTREGAR (não obrigatório – aparecer para todos)**

### **Descrição orientativa sobre a entrega da comprovação da aula prática:**

Você deverá elaborar um relatório detalhado sobre a prática simulada de determinação do calor específico de líquidos. O relatório deve incluir uma introdução, explicando o objetivo da prática e a importância do calor específico em processos industriais e de engenharia. Na seção de materiais e métodos, liste os equipamentos e materiais utilizados no simulador, como balança, termômetro e calorímetro, e descreva os procedimentos realizados, desde a pesagem dos líquidos até a troca térmica no calorímetro. Na parte de resultados, apresente os dados coletados em tabelas, incluindo massas, temperaturas e capacidades caloríficas, e calcule o calor específico dos líquidos com base nos dados experimentais. Na discussão, analise os resultados obtidos, comparando-os com os valores tabelados, calcule a porcentagem de erro e discuta as possíveis causas das diferenças. Na conclusão, faça uma síntese dos aprendizados obtidos e uma reflexão sobre a importância do experimento e sua aplicação em contextos profissionais.

Além disso, responda aos seguintes questionamentos:

- 1. Qual é a importância de tarar a balança antes de medir a massa do líquido?**
- 2. Explique por que é necessário agitar o líquido no calorímetro antes de medir a temperatura final.**
- 3. Como a capacidade calorífica do calorímetro influencia nos resultados do experimento?**
- 4. Qual é a fórmula utilizada para calcular o calor específico de um líquido, e como os dados experimentais são aplicados nessa fórmula?**
- 5. Qual foi a porcentagem de erro entre o valor experimental e o valor tabelado do calor específico do líquido? Explique possíveis causas para essa diferença.**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (não obrigatório – aparecer para todos)**

### **Descrição (em abnt) das referências utilizadas**

BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard E. **Fundamentos da termodinâmica**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica. Porto Alegre: Grupo A, 2013**  
FILHO, Washington B. **Termodinâmica para Engenheiros.** Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020.

**Unidade:** U3\_ ANÁLISE DO VOLUME DE CONTROLE E A SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

**Aula:** A3\_ SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

**Tempo previsto de execução de aula prática:** 2h

## OBJETIVOS

### Definição dos objetivos da aula prática:

Reações exotérmicas liberam calor, enquanto reações endotérmicas absorvem calor. Este experimento visa determinar a quantidade de calor envolvida na decomposição do peróxido de hidrogênio usando um calorímetro à pressão constante. Compreender essas trocas de calor é fundamental em processos industriais e científicos. Os objetivos da prática são que você aprenda a medir o calor liberado ou absorvido em uma reação química, utilizar um calorímetro à pressão constante e calcular a variação de entalpia da reação. Você também deverá ser capaz de coletar e interpretar dados experimentais, distinguir entre processos endotérmicos e exotérmicos, e aplicar esses conceitos em contextos reais de engenharia e ciências aplicadas.

## SOLUÇÃO DIGITAL (OBRIGATÓRIO SE HOVER - APARECER PARA TODOS)

### Infraestrutura mínima necessária para execução.

O Laboratório Virtual é acessado via AVA do aluno. Recomenda-se utilizar o Google Chrome para Windows 10 e o Mozilla Firefox para Windows 7, ambos atualizados. Além disso, é essencial uma conexão de internet estável, com um bom teste de velocidade.

## EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) (CAMPO OBRIGATÓRIO – APARECER PARA TODOS)

Por se tratar de uma prática simulada, não são necessários equipamentos de proteção individual para o uso do ambiente virtual. Entretanto, durante os procedimentos práticos dentro do laboratório virtual, o aluno precisará equipar os EPIs.

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS (OBRIGATÓRIO – TODOS)

### Procedimento/Atividade

**Atividade proposta:** Determinação da Variação de Entalpia na Decomposição do Peróxido de Hidrogênio.

### Procedimentos para a realização da atividade:

Segurança do Experimento:

- Equipar EPIs virtuais (jaleco, óculos, máscara e luvas).

Preparando a Capela

- Abra a janela da capela, acenda a luz interna e ligue o exaustor.

Selecionando os Materiais

- Pegue um béquer de 50 mL, vidro de relógio, proveta, calorímetro e espátula metálica do armário.

Medindo o Peróxido de Hidrogênio

- Meça 40 mL de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) com a proveta e transfira para um béquer.

Adicionando o Dióxido de Manganês

- Meça 1 g de dióxido de manganês ( $MnO_2$ ) com a espátula e despeje no calorímetro.

Homogeneizando a Mistura

- Agite o calorímetro para misturar os reagentes e registre a temperatura final.

Variando o Volume de  $H_2O_2$

- Limpe o calorímetro e repita o experimento com 42 mL e 45 mL de  $H_2O_2$ .
- Anote a temperatura final para cada volume.

Analisando os Resultados

- Calcule a quantidade de calor liberada aplicando a fórmula:  $Q = m c \Delta T$ .
- Complete a tabela com os dados de temperatura inicial e final.

### Checklist:

Preparação Inicial

- Acessar o Laboratório Virtual (VirtuaLab).
- Equipar EPIs virtuais (jaleco, óculos, máscara e luvas).

Preparando a Capela

- Abrir capela e ligar exaustor

Selecionar Materiais

- Pegar béquer, vidro de relógio, proveta, calorímetro, espátula

Medir  $H_2O_2$

- Medir 40 mL de  $H_2O_2$
- Transferir para béquer

Preparar Calorímetro

- Transferir  $H_2O_2$  para calorímetro

Adicionar  $MnO_2$

- Medir 1 g de  $MnO_2$
- Adicionar ao calorímetro

Homogeneizar Mistura

- Agitar calorímetro
- Registrar temperatura final

Variar Volume  $H_2O_2$

- Repetir com 42 mL e 45 mL de  $H_2O_2$
- Anotar temperaturas

Analisar Resultados

- Calcular calor liberado ( $q = m c \Delta T$ )
- Completar tabela

Finalização

- Limpar e guardar materiais
- Encerre experimento

## RESULTADOS (obrigatório – aparecer para todos)

### Resultados de Aprendizagem:

Ao final da prática, você deverá compreender os conceitos de reações endotérmicas e exotérmicas, entendendo como a energia é transferida durante as reações químicas. Você será capaz de realizar procedimentos experimentais no simulador, medindo a quantidade de calor liberada ou absorvida em uma reação química. Além disso, aprenderá a utilizar um calorímetro à pressão constante, calcular a variação de entalpia da reação e interpretar os dados experimentais. Você também deverá distinguir entre processos endotérmicos e exotérmicos e aplicar esses conceitos em contextos reais de engenharia e ciências aplicadas. A prática reforçará a importância do uso de EPIs para garantir a segurança em laboratório.

## ESTUDANTE, VOCÊ DEVERÁ ENTREGAR (não obrigatório – aparecer para todos)

### Descrição orientativa sobre a entrega da comprovação da aula prática:

Você deverá elaborar um relatório detalhado sobre a prática de determinação da variação de entalpia na decomposição do peróxido de hidrogênio. O relatório deve incluir uma introdução, explicando o objetivo da prática e a importância das trocas de calor nas reações químicas para processos industriais e científicos. Na seção de materiais e métodos, liste os equipamentos e materiais utilizados no simulador, como calorímetro, termômetro, proveta, béquer e espátula metálica, e descreva os procedimentos realizados, desde a preparação da solução de peróxido de hidrogênio até a medição das temperaturas iniciais e finais. Na parte de resultados, apresente os dados coletados em tabelas, incluindo volumes de  $H_2O_2$ , temperaturas iniciais e finais, e quantidades de calor calculadas. Na discussão, analise os resultados obtidos, comparando-os com os valores teóricos, e discuta as possíveis causas das diferenças. Na conclusão, faça uma

síntese dos aprendizados obtidos e uma reflexão sobre a importância do experimento e sua aplicação em contextos profissionais.

Além disso, responda aos seguintes questionamentos:

1. **Por que é importante medir a temperatura inicial da solução no calorímetro antes de adicionar o catalisador?**
2. **Explique a razão para agitar o calorímetro após adicionar o dióxido de manganês.**
3. **Como a quantidade de dióxido de manganês adicionada pode influenciar nos resultados do experimento?**
4. **Qual é a fórmula utilizada para calcular a quantidade de calor liberada na reação, e como os dados experimentais são aplicados nessa fórmula?**
5. **Qual foi a porcentagem de erro entre o valor experimental e o valor tabelado da variação de entalpia? Explique possíveis causas para essa diferença.**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (não obrigatório – aparecer para todos)**

### **Descrição (em abnt) das referências utilizadas**

BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard E. **Fundamentos da termodinâmica**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. Porto Alegre: Grupo A, 2013

FILHO, Washington B. **Termodinâmica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020.