

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO

Caro (a) professor (a),

Elaboramos esse material como instrumento de apoio direcionado para o ensino de Termodinâmica para turmas de ensino médio, visando a compreensão dos conceitos utilizados ao longo do aprendizado do conteúdo para tanto, priorizamos atividades que permitem um aprendizado ativo e interativo, onde o professor cria um ambiente próspero de aprendizagem que permite a comunicação, debates em grupos, construção de modelos, linhas de argumentação.

Atividades que desafiam ou instigam, valorizam as ideias prévias dos alunos acerca dos temas tratados em sala.

Este material pretende por meio das atividades apresentadas:

- contribuir como fonte de referência e de informação
- apoiar com propostas para o desenvolvimento do tema Termodinâmica
- conferir ao aluno o papel de agente principal no processo de ensino aprendizagem, o convidando a responder perguntas e confrontar soluções.

A educação transita hoje por momentos de mudanças, tanto no que diz respeito a recursos didáticos, currículo, como também no que tange ao aspecto cognitivo dos alunos. Temos como consequência, efeitos diretos na nossa forma de abordar nosso conteúdo em sala de aula.

Um dos norteadores para definição de objetivos de ensino da Física, são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN/2000). De acordo com o PCN, a Física consiste em:

- desenvolver a linguagem científica, a aprendizagem de conceitos e procedimentos e uso de modelos.
- entender a relação entre a Física e o contexto histórico em que estava inserida com as mudanças naturais e humanas e com o mundo atual.

Entendemos a busca por novas práticas como um movimento conjunto em busca de melhorias na qualidade da aprendizagem e do ensino de Física. De certo que, ao atualizarmos e buscarmos uma forma de aperfeiçoar a maneira de transmitirmos o conhecimento, nos sentiremos mais motivados a continuar nessa difícil, mas gratificante tarefa de ensinar Física de forma prazerosa e significativa.

Desejamos a todos um bom uso do material e que este lhe sirva de inspiração na adoção de novas praticas de ensino de Física. Tenhamos todos, um bom trabalho!

Aula 1: Apresentação do trabalho e definição dos organizadores prévios dos alunos

Ausubel destaca a importância de se levantar os conhecimentos prévios dos alunos, tanto nas suas concepções baseadas no senso comum como conceitos aprendidos em momentos anteriores e que se tornaram ancoras dos novos conhecimentos. É de extrema importância, levantar e discutir os conceitos que iremos tratar em Termodinâmica. Elaboramos dois questionários para essa aula.

A aula foi dividida em dois momentos:

1º Momento:

A termodinâmica tomou forma basicamente no século 19, tanto como interesse científico quanto como necessidade tecnológica. Foi a base da Revolução Industrial, sob a forma de máquinas a vapor, alimentadas pelo carvão, na determinação de substituir músculos humanos e de animais pelo poder mecânico das máquinas. A termodinâmica, ao permitir a transformação da energia e produzir trabalho, foi fundamental para libertar a humanidade do horror da escravidão, que, por séculos, fez de milhões de seres humanos criaturas degradadas aos olhos de um senhor. A primeira revolução industrial que começou na Inglaterra em meados do século XVIII, foi marcada pela invenção da máquina a vapor, que substituiu grande parte das máquinas manuais ou movidas a tração animal. A segunda revolução industrial, no fim do século XIX e início do século XX, foi marcada pela substituição das máquinas a vapor por máquinas elétricas ou movidas a petróleo.

1) Qual é o papel de uma máquina? Ela pode gerar energia?

2) Indique o tipo de energia que é transformada em trabalho na máquina a vapor.

Qual é a fonte de energia utilizada?

Ainda em grupos, os alunos leram para os colegas da sala as respostas dadas às duas primeiras perguntas. Anotamos no quadro algumas das respostas como levantamento prévio do tema.

No 2º momento, os alunos responderam mais duas perguntas:

2º Momento:

3) Iremos estudar Termodinâmica, parte da Física que trata dos processos de transferência de calor e de trabalho entre um sistema e o ambiente. O estudo das

máquinas térmicas faz parte da Termodinâmica. O que você entende por “máquina térmica”?

4) Cite alguns exemplos de máquinas térmicas que você conhece.

Em meados do século XVIII, um conjunto de mudanças foram introduzidas na Inglaterra e logo se difundiram para outros países da Europa.

A principal mudança foi a invenção da máquina a vapor, que utilizava a energia produzida pela queima do carvão mineral, recurso abundante em vários países da Europa. Com o uso de máquinas a vapor, as fábricas tornaram-se mais eficientes na produção de mercadorias e puderam ser instaladas perto das cidades. Antes, as pequenas fábricas existentes, encontravam dispersas, pois utilizavam energia hidráulica e precisavam ser instaladas próximas de rios.

O uso de energia a vapor foi idealizado em 1712 por Thomas Newcomen, para bombear água das minas de extração de carvão. Em 1769, James Watt descobriu uma forma de melhorar seu rendimento: Watt levou a temperatura do vapor, resfriando-o depois bruscamente. Com essas inovações na máquina a vapor, Watt ampliou o uso das máquinas térmicas, permitindo seu uso em outras máquinas industriais e em moinhos.

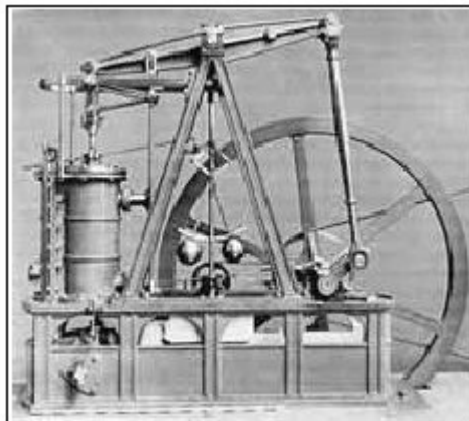


Figura 1 – Máquina a vapor de James Watt

Em termodinâmica, máquinas térmicas são dispositivos que convertem calor em trabalho. Podemos citar como exemplos de máquinas térmicas: locomotiva a vapor, motor a combustão, turbinas a vapor e máquinas refrigeradoras.

Aula 2: Calor x Temperatura

Objetivo da aula:

- ✓ Comparar os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica.

A proposta da 1ª Atividade Experimental é verificar se o tato é um bom medidor de temperatura.

Peça para os alunos que formem seis grupos e distribua para cada grupo: um roteiro da atividade experimental para cada componente do grupo, gelo, água de torneira, três recipientes plásticos, um ebulidor (quer pode ser desprezado, caso o professor opte por já colocar a água aquecida em um dos recipientes distribuídos)

“Usamos o nosso corpo como termômetro em várias situações. O tato é um bom método de se medir a temperatura de alguém? Explique”.

Peça aos alunos que após discussão em grupo, respondam a pergunta proposta no próprio roteiro.

Essa é uma atividade simples para ser realizada pelos alunos em sala de aula e que envolve a discussão dos conceitos de calor, temperatura e sensação térmica.

Baseado nesse experimento, o aluno poderá concluir que a sensação térmica não é suficiente para definir a temperatura de um corpo.

No final da aula, peça para cada grupo escolher um dos roteiros para ser entregue ao professor para posterior avaliação das respostas dadas pelos grupos. Os roteiros recolhidos devem ser devolvidos aos alunos após a correção.

Aula 3 e Aula 4: Termometria - Explorando termômetros e as escalas termométricas

Objetivo da aula:

- ✓ Conhecer o termômetro de álcool comum e aprender a utilizá-lo corretamente
- ✓ Elaborar uma escala termométrica apropriada para um termômetro em que a escala esteja apagada

- ✓ Estabelecer uma escala de conversão de temperatura utilizando um termômetro graduado na escala Celsius e um termômetro de escala desconhecida

Na aula 2, após constatarmos que o tato não é um bom método para verificarmos a temperatura de um corpo, apresentaremos aos alunos os termômetros e algumas escalas termométricas mais utilizadas.

No roteiro há uma introdução teórica que pode ser lido com os alunos em sala de aula.

Divida a sala em seis grupos e distribua para cada grupo seis roteiros da 2ª Atividade Experimental, um termômetro sem graduação, um termômetro graduado na escala Celsius, um copo de vidro, gelo e água de torneira.

Termômetro é o dispositivo usado para medir variação de temperatura. Esse instrumento é composto por uma coluna de líquido termométrico, que ao sofrer um aumento em sua temperatura, sofre uma dilatação quase linear (considerando o capilar preenchido pelo líquido, com um diâmetro muito pequeno). A partir da variação da altura da coluna do líquido termométrico, definimos uma escala termométrica.

O primeiro termômetro foi inventado por Galileu Galilei no início do século XVI. Esse termômetro de vidro era constituído por um bulbo redondo e um tubo fino. O ar era aprisionado no bulbo superior, ligado por um tubo a um recipiente aberto contendo um líquido colorido.

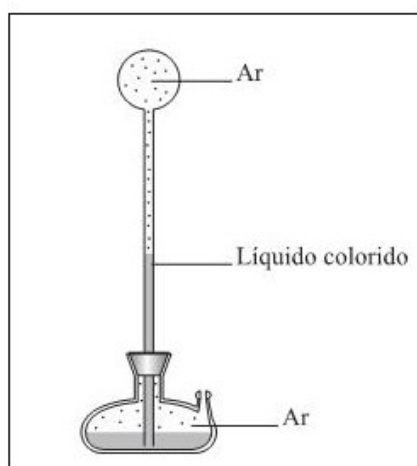


Figura 2 – Termoscópio de Galileu, um termômetro primitivo por ele construído no início do século XVI

Galileu aquecia o bulbo retirando parte do ar que estava dentro antes de virar o tubo dentro da água. Após mergulhar o tubo dentro da vasilha com água e corante, ocorria o equilíbrio térmico no sistema e a água subia através do tubo até certa altura. Desta forma, ele conseguia realizar comparações (medições indiretas) entre qualquer corpo que era colocado em contato com o bulbo de seu termômetro, pois ele observou que a altura da coluna de água dependia da temperatura do corpo: quanto maior a temperatura, mais alta ficaria a coluna de água. As variações de temperatura eram indicadas pela dilatação ou contração da massa de ar que empurrava a coluna do líquido. O funcionamento do termoscópio de Galileu tem seu funcionamento baseado na dilatação termométrica. Esse tópico pode ser desenvolvido com os alunos em uma aula com mais cuidado, dependendo do número de aulas disponíveis.

O termômetro mais comum, termômetro clínico, funciona por dilatação de líquidos, porém existem outros tipos que os alunos podem citar.

- termômetros de cristal líquido: utilizados para a medida da temperatura do corpo humano. São pequenas faixas plásticas transparentes com pequenos retângulos que contêm um cristal líquido que entram em contato com o corpo e, conforme o valor da temperatura, o cristal no seu interior, muda de cor.



Figura 3 – Termômetro de cristal líquido

Disponível em <https://www.aliexpress.com/cheap/cheap-forehead-baby-thermometer.html>.

Acesso em 10/08/2016

- termômetro a gás: medem a temperatura através da leitura da pressão do gás mantido a volume constante. Pode ser graduado fazendo com que cada volume corresponda a um valor de temperatura na escala Celsius, por exemplo. São utilizados

para a medida de baixas temperaturas, usando-se o gás hélio, cuja temperatura de condensação, sob pressão atmosférica, é de aproximadamente -269°C

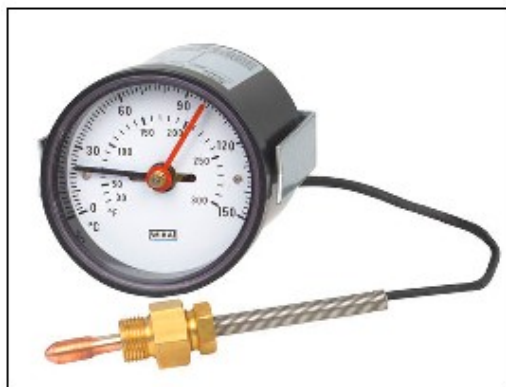


Figura 4 – Termômetro à gás

Disponível em <http://www.directindustry.com/pt/prod/wika-alexander-wiegand-se-co-kg/product-6196-1643713.html> . Acesso em 10/08/2016

- termômetro de radiação: atuam sem contato direto com o objeto. Pode ser utilizado para a medida de temperatura de qualquer sistema que emite radiação eletromagnética na forma de luz visível ou radiação infravermelha. Também são usados em equipamentos de visão noturna sendo possível identificar pessoas, animais e até vegetais mais quentes que outros em uma floresta.



Figura 5 – Termômetro de radiação

Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/raios-infravermelhos.htm>. Acesso em 10/08/2016

- termômetros digitais: baseados em propriedades elétricas. Podem ser encontrados em relógios de pulso e em equipamentos eletrônicos como computadores.

Os mais comuns utilizam um resistor que faz parte de um circuito elétrico que aciona o indicador de temperatura de acordo com o valor da resistência.



Figura 6 – Termômetro digital
Disponível em <http://www.lojatudo.com.br/termometros-digitais/termometro-digital-incoterm-7665-02-0-00.html>. Acesso em 10/08/2016

- termômetro de lâmina bimetálica: formado por duas lâminas de metais diferentes soldadas uma com a outra que quando aquecidas, dilatam-se. Como os metais são diferentes, com a variação de temperatura, um se dilata mais que o outro o que provoca um encurvamento da lâmina. Há também os que tem forma de espiral com uma extremidade fixa e a outra livre, com um ponteiro que gira com o aquecimento indicando a temperatura em um mostrador. São utilizados no controle de temperatura de fornos, ferros elétricos e saunas.

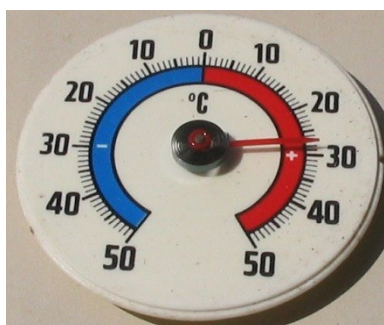


Figura 7 – Termômetro de lâmina bimetálica
Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B4metro#/media/File:20050501_1315_2558-Bimetall-Zeigerthermometer.jpg. Acesso em 10/08/2016

Aula 5, Aula 6 e Aula 7: Calorimetria

Objetivo da aula:

- ✓ Compreender e organizar dados experimentais em tabelas;
- ✓ Utilizar a lei zero da termodinâmica e verificar o princípio do equilíbrio térmico;
- ✓ Estudar qualitativamente o comportamento das trocas de calor com o ambiente;
- ✓ Formular hipóteses que permitam aplicar a equação da Lei Zero da Termodinâmica para explicar a expressão do calor específico a ser determinado em função dos valores das grandezas que podem ser medidas diretamente e/ou são dados conhecidos.
- ✓ Analisar os resultados obtidos experimentalmente e comparar com o resultado esperado

Divida a sala em seis grupos e distribua para cada grupo seis roteiros da 3ª Atividade Experimental, um béquer de 150 mL, uma lamparina com suporte e tela de amianto, álcool, água, óleo de soja, um dosador (recipiente graduado), um termômetro, um cronômetro (a maioria dos celulares possuem cronômetros) e papel milimetrado.

No roteiro há uma introdução teórica que pode ser lido com os alunos em sala de aula.

Peça para os alunos montarem o experimento e elegerem um dos componentes do grupo para cronometrar os eventos, outro colega deve ser escolhido para fazer as anotações e um terceiro será responsável pelas leituras no termômetro.

Após preencherem as tabelas, peça que façam os gráficos no papel milimetrado.

<p><u>Como construir gráficos em papel milimetrado a partir dos dados contidos em uma tabela</u></p>
--

Tomemos como exemplo, a Tabela 3.2 do roteiro da 3ª Atividade Experimental.

Cada par de valores (t_i, θ_i) , onde i é o índice que indica a ordem da medida ($i= 1, 2, 3,4$), deve ser representado por um ponto no gráfico cartesiano.

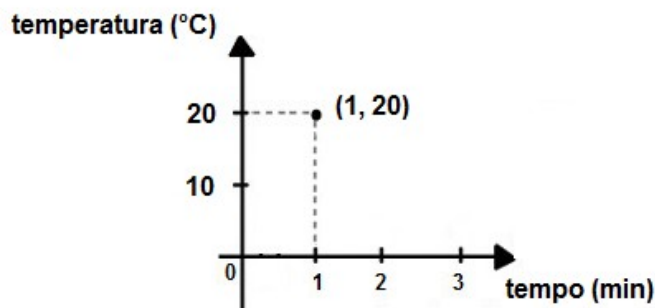


Figura 8 – Exemplo de gráfico cartesiano.

Dependendo do tipo de função associado ao comportamento físico observado, podemos escolher um tipo de papel diferente, por exemplo, o papel monolog é utilizado quando são apresentadas grandezas físicas que variam exponencialmente e precisamos obter uma linearização da curva. Quando essa curva é construída em papel milimetrado, temos a figura de uma curva exponencial. O papel de gráfico monolog é assim chamado porque a escala do eixo dos Y é logarítmica enquanto a escala do eixo dos X é decimal, como no caso do papel milimetrado. Quando ambos os eixos são escalas logarítmicas, usamos o papel log-log. Utilizaremos nesta atividade o papel milimetrado. Qualquer função de um variável pode ser traçada no papel milimetrado.

Temos que colocar no eixo horizontal (eixo das abcissas) a variável independente. No eixo vertical (eixo das ordenadas), registramos a função que depende da variável independente. Ou seja, na horizontal temos a variável x e na vertical, temos a função $f(x)$.

Para o caso que estamos considerando, a grandeza independente é o tempo e a função que varia com o tempo $f(x)$ é a temperatura. Devemos sempre lembrar os alunos a importância de se registrar entre parênteses a unidade de medida das variáveis.

A posição (retrato ou paisagem) do papel deve ser escolhida conforme verificamos a melhor ocupação do gráfico na folha, facilitando a leitura dos dados experimentais representados no gráfico. Escolha uma escala conveniente para a qual o gráfico represente bem o intervalo medido para cada variável. A regra prática para essa definição é dividir a faixa de cada variável pelo número de divisões principais disponíveis.

Não ligue os pontos simplesmente. É recomendável traçar a curva média dos pontos, ignorando alguns pontos que fogem demasiadamente do comportamento médio. A curva média deve ser traçada de modo a minimizar os deslocamentos da curva em relação aos pontos experimentais ao longo da curva.

Utilizando os gráficos traçados, os alunos deverão finalizar a aula respondendo o questionário no roteiro.

Recolha um roteiro de cada grupo para posterior avaliação das respostas dadas pelos alunos. Os roteiros recolhidos devem ser devolvidos aos alunos após a correção.

Aula 8: Lei Zero da Termodinâmica

Objetivo da aula:

- ✓ Elaborar um relatório após discussão dos resultados encontrados na aula 7.

Formalize os conceitos de calor específico, capacidade térmica e enuncie a lei zero da termodinâmica.

No final da aula, peça aos alunos para calcularem a quantidade de calor fornecida durante a atividade da aula anterior para a massa de água 1, a massa de água 2 e o óleo.

O professor pode usar como avaliação um relatório contendo os resultados obtidos na 3ª Atividade Experimental. O relatório deve conter as informações necessárias para o entendimento do experimento realizado.

Aula 9 e Aula 10: Mudança de estado físico

Objetivos da aula:

- ✓ diferenciar calor sensível de calor latente
- ✓ identificar situações nas quais aquecimento/resfriamentos provocam mudanças no estado físico de um corpo

Pergunte aos alunos se eles podem citar exemplos de situações cotidianas que apresentam mudança de estado da matéria.

Leve a turma para a sala de informática, caso exista em sua escola, ou usando um datashow, apresente a animação elaborada pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas, disponível em: http://www.lapeq.fe.usp.br/labdig/simulacoes/construtor_fase.php, acesso em 20/04/2016.

Abaixo segue a imagem da página da animação:

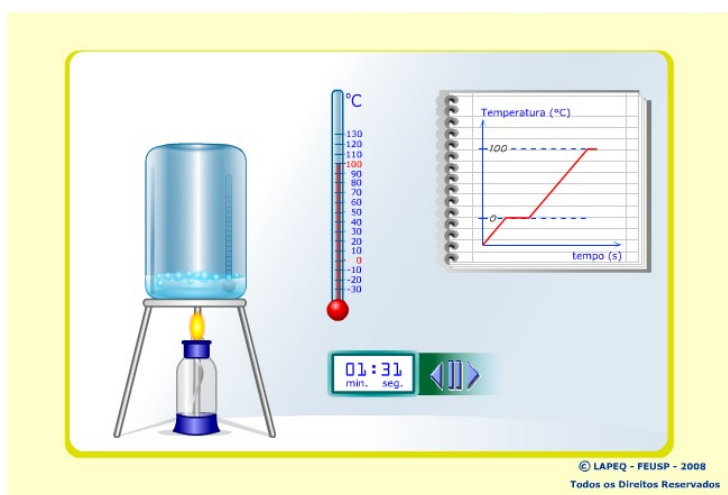


Figura 9 – Animação “Mudança de fase”

Disponível em http://www.lapeq.fe.usp.br/labdig/simulacoes/construtor_fase.php

Acesso em 22/08/2016

O LAPEQ é um grupo de pesquisa da Faculdade de Educação da USP que se interessa em estudar problemas e questões sobre o uso de tecnologias digitais na escola.

Simulações e animações funcionam como organizadores prévios, pois são recursos usados para auxiliar na estruturação cognitiva do aluno, possibilitando o desenvolvimento de subsunçores que facilitarão a aprendizagem significativa. Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados aos alunos que servirão de ponte de ligação entre o conhecimento já adquirido (subsunçores) e o novo conhecimento.

Apresente a teoria relacionada à mudança de fase. Destaca-se importante nesse momento a discussão sobre a permanência da mesma temperatura da substância durante a mudança de fase, evidenciado na animação.

Aula 11 e Aula 12: O calorímetro

Objetivo da aula:

- ✓ Analisar situações em que ocorrem trocas de calor em sistemas termicamente isolados

Divida a sala em seis grupos e distribua para cada grupo seis roteiros da 4ª Atividade Experimental, um calorímetro, água, 10 pregos de massa conhecida, álcool, termômetro, um béquer.

Peça para os alunos montarem o experimento. Recolha um roteiro de cada grupo para posterior avaliação das respostas dadas pelos alunos. Os roteiros recolhidos devem ser devolvidos aos alunos após a correção.

A anemia é um nome genérico, isso significa que ela pode ser causada por vários problemas. Ela é caracterizada pela falta de hemoglobina ou hemácias no sangue. Isso provoca queda na pressão, fraqueza, palidez, falta de ar...

O tipo mais comum é a anemia ferropriva, causada pela falta de ferro no organismo. O ferro é um nutriente essencial para nós e é associado à produção de glóbulos vermelhos e ao transporte de oxigênio para as células do nosso corpo.

Para tratar a anemia, deve-se procurar um médico, pois será ele quem irá diagnosticar as causas desse problema e poderá prescrever o tratamento mais adequado. Vale a pena, também, buscar a orientação de um nutricionista: um cardápio balanceado irá ajudar a manutenção de um corpo saudável.

Optar por alimentos que contenham ferro é uma boa estratégia, mas existem ressalvas. Há duas formas em que o ferro aparece nos alimentos: a forma heme, que é derivada da hemoglobina e é encontrada em alimentos de origem animal (carnes) e a forma não-heme, encontrada em maior quantidade em alimentos de origem vegetal (feijão, agrião, rúcula...). Na

forma heme o ferro é mais facilmente absorvido pelo organismo, ao contrário da forma não-heme. Esta última precisa de uma pequena modificação química para que o corpo possa usá-la mais eficientemente. Essa transformação pode ser feita com as vitaminas A e C (laranja, espinafre e tomate podem ajudar por possuírem bastante vitamina C). Viu só a importância de se comer corretamente? Por isso, para prevenir a anemia, busque uma dieta balanceada. Consuma carnes, verduras, legumes e frutas. E, caso você tenha anemia, procure um médico.

O ferro presente no prego é não-heme, cuja absorção pelo nosso organismo não é tão eficiente. Outro ponto importante é que após os cálculos, os alunos irão obter um valor para o calor específico do material que compõe o prego diferente do valor do calor específico do ferro, evidenciando que o material que compõe o prego na verdade não é ferro, pode ser uma liga metálica, que inclusive, pode fazer muito mal a saúde.

O calorímetro é um dispositivo de simples construção e pode ser feito em sala de aula ou o professor pode optar por construí-los em casa e levar o experimento já montado.

Há no anexo deste material, um roteiro explicando a construção de um calorímetro.

Aula 13: Estudo dos gases

A aula consta de três atividades experimentais: “Fervendo água na seringa”, “Aquecendo garrafa com um balão” e “Enchendo um frasco de cabeça para baixo”.

Dividimos a sala em 6 grupos e distribuimos os materiais dos três experimentos: um roteiro para cada aluno, uma seringa descartável, um béquer, uma lamparina, 1 garrafa PET de 600mL, bola de soprar, duas bacias de aproximadamente 1L, 1 vela pequena, 1 frasco de vidro maior que a vela, fósforo.

A atividade está dividida em 3 experimentos. Peça para os alunos montarem os experimentos seguindo o roteiro e responderem as perguntas propostas.

Podemos considerar o experimento “Fervendo água na seringa” e “Aquecendo garrafa com um balão” como uma transformação isobárica e é o que acontece, aproximadamente, no pistão de um automóvel, quando ele realiza a admissão da mistura

de ar e combustível, à baixa pressão, para depois detoná-la com a centelha da vela. A pressão é praticamente constante devido à velocidade do movimento do pistão, por isso, o processo pode ser considerado isobárico.

Semelhante é o que acontece na expulsão dos gases resultantes após a queima do combustível. O movimento do pistão empurra os gases remanescentes, provocando diminuição do volume. Devido à velocidade com que ocorre a diminuição do volume esse processo é também considerado isobárico.

Na terceira experiência a medida que a vela queimava, consumia o ar aprisionamos dentro do copo. O ar quente, que envolve a vela, vai resfriar-se na medida que a vela apaga, então a pressão dentro do copo vai ser menor e a água é empurrada para dentro do copo pela pressão atmosférica. O efeito fica mais evidente se for colocado corante na água antes de acender a vela.

Aula 14: Máquina de Heron

No Anexo, há um roteiro contendo o procedimento experimental da montagem de um aparato que tem seu funcionamento similar à máquina de Heron de Alexandria.

Monte o aparato na sala de aula. Assim que iniciar o movimento da latinha, peça que observem e faça as seguintes perguntas:

- 1) Que transformação de energia está ocorrendo no funcionamento desse dispositivo?
- 2) O que aconteceu com o gás contido no embolo quando ele recebeu calor e se expande mas, sem que haja variação na sua pressão?

Após aguardar os alunos anotarem suas respostas, inicie a parte teórica da aula.

A energia total de um sistema é composta de duas parcelas: a energia externa e a energia interna.

A energia externa do sistema, composta pela energia cinética e pela energia potencial, resulta das relações que o gás mantém com o meio exterior, já a energia interna do sistema corresponde a energia térmica, energia potencial associada as forças internas e a energia cinética molecular. Nas transformações gasosas, a variação de energia interna (ΔU) é sempre acompanhada de variação de temperatura (ΔT).

Para um gás monoatômico e ideal:

$$\Delta U = \frac{3}{2} n R T$$

Podemos concluir então que a variação da energia interna de uma determinada quantidade de gás ideal depende somente da variação de temperatura sofrida pelo gás durante a transformação.

Voltando ao nosso experimento, podemos explicar que a água contida na lata ao receber calor da chama da vela, aumentou sua temperatura e conseqüentemente, aumentou a energia interna do sistema.

A água no estado de vapor, fez a pressão interna da lata aumentar, ocasionando a emissão do vapor pelos furos laterais. Quando o vapor sai, este realiza trabalho. O trabalho foi realizado pela força que as moléculas de vapor fizeram na parede da lata, provocando o giro.

Usando a conservação de energia, podemos enunciar a primeira lei da termodinâmica:

A variação da energia interna de um sistema é dada pela diferença entre o calor trocado com o meio exterior e o trabalho realizado no processo termodinâmico.

$$\Delta U = Q - \tau$$

Aula 15: Resolução de exercícios

Aula voltada para a resolução de problemas envolvendo o conteúdo apresentado até o momento.

Aula 16: Máquinas Térmicas

Objetivos da aula:

- ✓ Reconhecer a aplicação do conceito de trabalho nos sistemas que contenham gases.
- ✓ Compreender a relação entre as grandezas calor, trabalho e variação de energia interna como princípio de conservação de energia.
- ✓ Compreender a 1ª lei da termodinâmica como uma expressão do princípio da conservação de energia.

Divida a sala em seis grupos e distribua para cada grupo seis roteiros da 6ª Atividade Experimental, um frasco conta gotas de 20 mL, uma seringa sem agulha, tubo flexível, adesivo universal, fita adesiva, álcool, uma placa de madeira de aproximadamente 15 cm x 220 cm, uma tampinha metálica de garrafa, um pedaço

de metal e aproximadamente 3 cm x 8 cm, fósforo, dois bloquinhos de madeira de mesma altura e arame

Peça para os alunos montarem o experimento seguindo as informações do roteiro e a seguir, responda as perguntas.

Recolha um roteiro de cada grupo para posterior avaliação das respostas dadas pelos alunos. Os roteiros recolhidos devem ser devolvidos aos alunos após a correção.

1ª Atividade experimental: calor x temperatura

Componentes da Equipe:

Aluno (a)	Nº

Nesta atividade vocês vão:

- ✓ Comparar os conceitos de calor, temperatura e sensação térmica.

Usamos o nosso corpo como termômetro em várias situações. O tato é um bom método de se medir a temperatura de alguém? Explique.

Material Utilizado:

- gelo
- água de torneira
- três recipientes plásticos
- ebulidor

Procedimento Experimental:

- Coloque gelo em um dos recipientes, água a temperatura ambiente em outro e água aquecida a aproximadamente 50°C em outro.
- Coloque uma das mãos em água gelada e a outra mão em água quente durante um minuto, depois coloque as mãos na água à temperatura ambiente pelo mesmo tempo.

Responda:

- 1) O que aconteceu quando foram colocadas as duas mãos na água morna? O que foi sentido em cada mão?

2) A mão direita recebeu ou perdeu calor? E a esquerda?

3) Afinal, o tato é um bom método para se medir a temperatura de alguém? Explique.

Após as discussões e intervenções feitas pelo professor, responda:

1) Qual a diferença existente entre Calor e Temperatura?

2) O que acontece quando dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato?

2ª Atividade experimental: termometria – explorando os termômetros e as escalas termométricas

Aluno (a)	Nº

Nesta atividade vocês vão:

- ✓ Conhecer o termômetro de álcool comum e aprender a utilizá-lo corretamente
- ✓ Elaborar uma escala termométrica apropriada para um termômetro em que a escala esteja apagada
- ✓ Estabelecer uma escala de conversão de temperatura utilizando um termômetro graduado na escala Celsius e um termômetro de escala desconhecida

A temperatura mede a agitação das moléculas de um corpo, quanto maior essa agitação, maior será a sua temperatura. Mas como medir essa agitação de forma direta?

Existem algumas características em objetos que se alteram quando aquecemos ou resfriamos os mesmos. São exemplos disso o volume (que tende a aumentar com o aquecimento, na maioria das vezes), a pressão de um gás e o brilho de um objeto incandescente. Chamamos essas características de variáveis macroscópicas. Ao corpo utilizado para observarmos as variações dessas grandezas, chamaremos de termômetro.

O termômetro mais comum em nossa experiência diária é o termômetro de mercúrio, que utiliza a substância citada como substância termométrica, pois este é líquido em condições ambientes, o que nos permite avaliar o volume ocupado por ele.

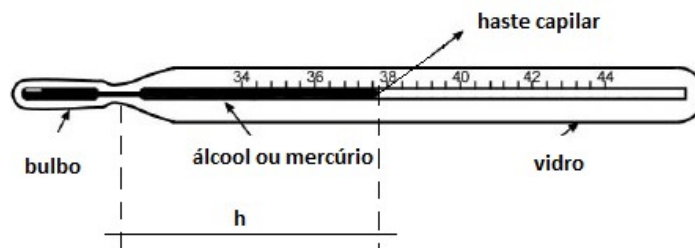


Figura 2.1 – Termômetro

Na extremidade inferior dele existe um reservatório chamado bulbo. No interior da haste, um vaso muito fino, chamado capilar. Quando aquecido, o volume de mercúrio aumenta, fazendo com que a altura da coluna de mercúrio cresça. Essa altura é o que chamamos de grandeza termométrica, ou seja, aquilo que será utilizado nas medições.

Para facilitar nossas medições, podemos criar uma escala numérica que permita comparar estados térmicos através da leitura dessa escala, ao invés de olharmos diretamente para a altura da coluna de mercúrio. Essa escala é chamada de escala termométrica. Essa escala possui valores arbitrários, o que significa que um mesmo estado térmico pode ser representado por valores diferentes em diferentes escalas. Por simplicidade, podemos criar essas escalas através da estipulação de dois valores de referência, chamados de pontos fixos.

As escalas termométricas estão presentes em nosso cotidiano, porém não são um padrão em todos os países, no Brasil utilizamos a escala Celsius, mas na Europa e Estado Unidos a escala utilizada é o Fahrenheit. Por outro lado, temos uma outra escala, chamada Kelvin, que é a mais utilizada nos meios científicos.

Conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit

Embora estabeleçam valores diferentes para uma dada temperatura, as Escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin podem ser relacionadas. Observe a figura que representa as três escalas em um termômetro. Note que existe uma proporção entre os intervalos nas escalas:

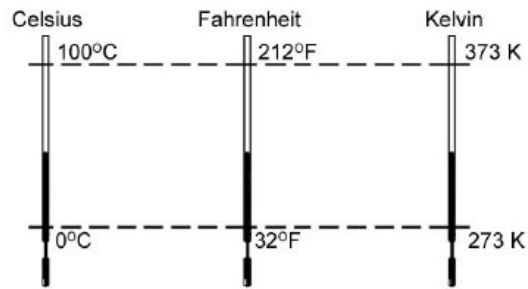


Figura 2.2 – Escalas Termométricas

Podemos relacionar matematicamente:

$$\frac{t_c}{5} = \frac{t_F - 32}{9} = \frac{T - 273}{5}$$

(2.1)

A variação de temperatura pode ser convertida usando a seguinte relação:

$$\frac{\Delta t_c}{5} = \frac{\Delta t_F}{9} = \frac{\Delta T}{5}$$

(2.2)

Material Utilizado:

- termômetro sem graduação
- termômetro graduado na escala Celsius
- copo de vidro
- gelo

- água de torneira

Procedimento Experimental:

- Coloque o bulbo do termômetro no copo com gelo. Aguarde alguns segundos e marque um traço com a canetinha no vidro do termômetro, indicando a altura atingida pelo líquido termométrico (primeiro ponto fixo)

- Coloque o bulbo do termômetro debaixo do braço de um dos componentes do grupo. Aguarde.

- Marque com a canetinha a altura atingida pelo líquido termométrico dentro da haste capilar (segundo ponto fixo).

- Meça a distância entre as duas marcações e divida esse intervalo em partes menores da forma que julgar conveniente.

- Marque no termômetro a escala escolhida pelo grupo.

- Insira o termômetro em um copo com água. Aguarde, faça a leitura e anote o resultado.

- Usando um termômetro graduado na escala Celsius, meça a temperatura do copo com água. Anote o resultado.

- Estabeleça uma fórmula de conversão entre as duas escalas baseada nas alturas de coluna do líquido termométrico para as temperaturas dos pontos fixos utilizados

	Temperatura (medida)		Temperatura (calculada)		
	Termômetro desconhecido (°X)	Termômetro graduado (°C)	(°C)	(°F)	(K)
Ponto fixo 1					
Ponto fixo 2					

Água da torneira					
Ambiente					

Tabela 1 – 2º Atividade experimental

Atividades:

- 1) No procedimento experimental é dada a seguinte instrução: “Aguarde alguns segundos e marque um traço com a canetinha no vidro do termômetro, indicando a altura atingida pelo líquido termométrico”. Porque devemos aguardar alguns segundos antes de fazer a marcação?
- 2) Meça a temperatura ambiente usando o termômetro graduado pelo grupo, anote o resultado. Usando a fórmula de conversão, calcule a temperatura ambiente na escala Celsius.
- 3) Usando o termômetro graduado na escala Celsius, meça a temperatura ambiente. Compare o valor obtido no item 2. A diferença é muito grande? A que você a atribui?
- 4) É possível melhorar a precisão da leitura da temperatura no termômetro graduado pelo grupo? Dê uma sugestão de como fazê-la.

3ª Atividade experimental: calor x temperatura

Aluno (a)	Nº

Nesta atividade vocês vão:

- ✓ Compreender e organizar dados experimentais em tabelas;
- ✓ Utilizar a lei zero da termodinâmica e verificar o princípio do equilíbrio térmico;
- ✓ Estudar qualitativamente o comportamento das trocas de calor com o ambiente;
- ✓ Formular hipóteses que permitam aplicar a equação da Lei Zero da Termodinâmica para explicar a expressão do calor específico a ser determinado em função dos valores das grandezas que podem ser medidas diretamente e/ou são dados conhecidos.
- ✓ Analisar os resultados obtidos experimentalmente e comparar com o resultado esperado

O equilíbrio térmico entre corpos materiais só é atingido quando os mesmos se encontram na mesma temperatura. Dessa definição pode ser concluída a **Lei Zero da Termodinâmica**:

Se três sistemas apresentam-se isolados de qualquer outro universo externo, e, dois sistemas consecutivos estiverem em equilíbrio térmico com o terceiro, então os dois sistemas consecutivos estarão em equilíbrio térmico entre si.

Calor específico é uma grandeza que caracteriza a facilidade ou dificuldade de um determinado material variar sua temperatura quando troca energia na forma de calor.

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

(3.1)

Digamos que o calor específico de uma determinada substância seja expresso em cal/g.o C, isto significa que o calor específico informa a quantidade de energia, em calorias, que deve ser fornecida a cada 1 grama dessa substância para que a sua temperatura se eleve em 1o C. Por exemplo, fornecendo-se 1cal a 1g de água, sua temperatura se elevará de 1°C. Já no caso do alumínio, basta fornecer 0,22 cal a 1g do mesmo, para que sua temperatura aumente de 1° C.


Calor específico de algumas substâncias		
Substância (sólidos e líquidos)	Calor específico (a 25°C e pressão normal)	
	(J/kg . °C)	(cal/g . °C)
Água	4200	1,0
Álcool etílico	2400	0,58
Alumínio	900	0,22
Chumbo	130	0,031
Cobre	390	0,092
Concreto	840	0,20
Ferro	450	0,11
Gelo (a - 5°C)	2100	0,50
Mercúrio	140	0,033
Ouro	130	0,031
Prata	230	0,056

Tabela 3.1 – Calor específico de algumas substâncias

Se fornecermos a mesma quantidade de energia à água contida nos recipientes A e B veremos que, em A teremos um aumento de temperatura maior do que em B, embora a substância seja a mesma e ambos estejam a mesma temperatura inicial. Logo, observamos que a quantidade de energia que deve ser fornecida a um corpo para provocar uma determinada variação de temperatura depende também da quantidade de substância envolvida. A essa característica do corpo chamamos capacidade térmica. A equação abaixo mostra como calcular C, a capacidade térmica de um corpo:

$$C = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

(3.2)

 **CUIDADO!** Ao utilizar materiais aquecidos todo cuidado é pouco. Não toque diretamente com as mãos nada que esteja aquecido. Em caso de acidente comunique imediatamente ao professor. Ao transportar qualquer material aquecido ou perigoso, cuidado para não derrubá-lo.

Materiais utilizados

- Béquer de 150 mL
- Lamparina ou bico de Bunsen com suporte e tela de amianto
- Álcool
- Água
- Óleo de soja
- Dosador
- Termômetro

- Cronômetro
- Papel milimetrado

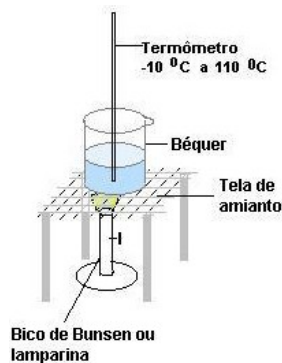


Figura 3.1 – 2ª Atividade experimental

Procedimento experimental

- Coloque álcool na lamparina, utilizando o dosador.
- Meça 100 mL de água que corresponde a 100g de água ($d_{\text{água}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$) e coloque-a no béquer.
- Meça a temperatura da água antes de começar o aquecimento. Anote este valor correspondente ao tempo de 0,0 min na tabela.
- Aqueça a água durante aproximadamente um minuto, antes de iniciar as medidas. Agite o líquido para que a temperatura fique a mesma em todo líquido. Coloque o termômetro no interior do Becker com água aquecida, aguarde alguns segundos e faça a primeira leitura de temperatura. Após este tempo, acione o cronômetro para começar a medidas do tempo de aquecimento e a temperatura.
- Faça as medidas do tempo em cada minuto e a correspondente temperatura, sempre agitando o líquido. Anote estes valores na tabela para um tempo total igual a 3,0 min. Apague a lamparina.

Tempo t (min)	Temperatura θ (°C)
0,0	
1,0	
2,0	
3,0	

Tabela 3.2 – 2ª Atividade experimental

- Retire a água do béquer, resfrie o béquer e o termômetro em água corrente. Reabasteça a lamparina com álcool. É importante este reabastecimento porque é necessário estar fornecendo a mesma quantidade de calor e também não apagar a chama durante o experimento. Repita o procedimento anterior, colocando 50 g de água.

Tempo t (min)	Temperatura θ (°C)
0,0	
1,0	
2,0	
3,0	

Tabela 3.3 – 2ª Atividade experimental

- Reabasteça a lamparina com álcool. Repita o procedimento acima, colocando 100 g de óleo de soja no béquer. Caso não tenha balança, sabendo que a densidade do óleo de soja é 0,9 g/cm³, calcule o volume correspondente a 100 g de óleo. Meça este volume de óleo na proveta.

Tempo	Temperatura
-------	-------------

t (min)	θ (°C)
0,0	
1,0	
2,0	
30,	

Tabela 3.4 – 2ª Atividade experimental

Determine:

1) A variação de temperatura para cada minuto de aquecimento da água₁(massa 100 g), da água₂ (massa 50 g) e do óleo de soja (massa 100 g).

2) Faça os gráficos, temperatura versus tempo, considerando os valores encontrados para as diferentes quantidades de água, e para o óleo, utilizando o mesmo papel milimetrado.

3) Calcule a taxa de aquecimento ($\Delta T/\Delta t$), de cada substância, determinando a inclinação de cada reta obtida.

Responda:

1) A variação de temperatura, para cada minuto de aquecimento, foi a mesma para cada uma das três situações (água₁, água₂, e óleo), dentro da precisão experimental?

2) As taxas de aquecimento obtidas a partir dos gráficos, foram as mesmas para:

a) Diferentes quantidades de água? Justificar a resposta.

b) Quantidades iguais de óleo e de água? Justificar a resposta.

3) Qual a relação entre as quantidades de calor fornecidas para que 200 g de água atinjam a mesma temperatura que 100 g de água, em um mesmo intervalo de tempo?

4) Para que quantidades diferentes de água tenham a mesma variação de temperatura em um mesmo intervalo de tempo, qual a relação entre as quantidades de calor fornecidas?

4ª Atividade experimental: calorímetro

Componentes da Equipe:

Aluno (a)	Nº

Nesta atividade vocês vão:

- ✓ analisar o funcionamento de um calorímetro e as trocas de calor entre corpos em seu interior.

O calorímetro é um recipiente fechado que impede a troca de calor entre o ambiente e seu interior, podemos utilizar o calorímetro para analisar as trocas de calor que acontecem entre dois ou mais corpos localizados em seu interior, e ainda determinar o calor específico de um determinado elemento. Como os corpos não trocam calor com o calorímetro e nem com o meio em que se encontram, toda energia térmica passa de um corpo ao outro. Assim, a quantidade de calor total ganhada por alguns corpos só pode ter origem dos corpos que cedem calor. Matematicamente, podemos dizer que:

$$|\sum Q_{recebido}| = |\sum Q_{cedido}| \quad (4.1)$$

Por convenção, podemos considerar a quantidade de calor recebido como positiva e a quantidade de calor cedido como negativa, portanto:

$$\sum Q_{recebido} + \sum Q_{cedido} = 0 \quad (4.2)$$

A (4.2) é conhecida como *Princípio da troca de calor*

O calor específico é uma grandeza que caracteriza a facilidade ou dificuldade de um determinado material variar sua temperatura quando troca energia na forma de calor

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

(4.3)

Digamos que o calor específico de uma substância seja expresso em cal/g°C; isto significa que deve ser fornecida 1 cal para 1g dessa substância para que sua temperatura varie em 1°C. Por exemplo, fornecendo 1 cal a 1g de água, a temperatura dessa amostra irá aumentar 1°C. Se a amostra for agora de 1g de alumínio e esta necessita receber 0,22 cal de calor para que sua temperatura se eleve em 1°C.

Substância	Calor específico (cal/g°C)
Água	1,0
Álcool	0,59
Ferro	0,11
Alumínio	0,22
Chumbo	0,03
Cobre	0,09
Glicerina	0,58
Acetona	0,51

Tabela 4.1 – Calor específico de algumas substâncias

Nesta atividade experimental vamos calcular, utilizando o princípio das trocas de calor, o calor específico do álcool e do material que compõe um prego.

Material Utilizado:

- calorímetro
- água
- 10 pregos de massa conhecida
- álcool
- termômetro
- béquer

Procedimento Experimental:

- Coloque no béquer 100 mL de álcool. Meça a temperatura utilizando o termômetro
- Aqueça 150mL de água Meça a temperatura.
- No calorímetro, misture a água aquecida com o álcool. Feche bem o calorímetro. Utilize o agitador para facilitar a mistura das duas massas de líquido. Aguarde o equilíbrio térmico e meça a temperatura do sistema (água + álcool)
- Preencha a Tabela 4.2:

Massa	Temperatur	Temperatur	ΔT (°C)
-------	------------	------------	-----------------

	(g)	a inicial (°C)	a final (°C)	
Água				
Álcool				

Tabela 4.2 – Experimento 4

- Meça a temperatura ambiente e anote na tabela 4.3
- Coloque os 10 pregos dentro do calorímetro
- Aqueça 100 mL de água. Meça e anote a temperatura da água aquecida
- Coloque a água no calorímetro junto com os pregos. Feche bem e com o agitador, movimente o sistema até que ele entre em equilíbrio térmico.
- Anote a temperatura de equilíbrio térmico do sistema.

	Massa (g)	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)	ΔT (°C)
Água				
Pregos				

Tabela 4.3 – Experimento 4

Determine o calor específico do material que compõe os pregos

Responda:

1) O calor específico do álcool obtido experimentalmente é igual ao valor teórico listado na tabela 1?

2) Algumas pessoas cozinham feijão com alguns pregos para evitar a anemia. Comparando o calor específico do prego com a tabela 1, explique porque essa atitude não é válida.

5ª Atividade Experimental: transformações gasosas

Componentes da Equipe:

Aluno (a)	Nº

Fervendo água na seringa

Materiais utilizados

- seringa descartável
- béquer
- lamparina

Procedimento experimental

- Coloque um pouco de água no béquer e aqueça até observar o aparecimento das primeiras bolhas de ar (40°C a 50° C).
- Puxe 3 mL de água para dentro da seringa, tomando o cuidado de não deixar entrar bolha de ar. Caso entrem bolhas de ar dentro da seringa, coloque a seringa na posição vertical com o bico para cima, bata levemente nas paredes e aperte o êmbolo até que elas saiam completamente.
- Tampe a ponta da seringa com um dedo e puxe o êmbolo para trás, mas sem retirá-lo completamente da seringa. Observe.
- Solte o êmbolo e observe novamente.

Responda:

- 1) O que você observou?
- 2) Como vocês explicam o fenômeno observado? Que lei dos gases foi observada nesse experimento?

Aquecendo garrafa com um balão

Materiais utilizados

- Garrafa PET média (600mL)
- Bola de soprar
- Duas bacias de 1L

Procedimento experimental

- Coloque a bola de soprar na boca da garrafa.
- Pegue as bacias e encha uma com água quente e outra com água fria.
- Mergulhe a garrafa na água contida nas duas bacias.

Responda:

- 1) O que aconteceu com o balão da garrafa mergulhada na água quente? E com o balão da garrafa mergulhada na água fria?

- 2) Por que ocorrem essas mudanças nos balões?

Enchendo o frasco de cabeça para baixo

Materiais utilizados

- Vela pequena
- Bacia de 1L
- Frasco de vidro maior que a vela
- Fosforo ou isqueiro

Procedimento experimental

- Grude a vela no fundo da bacia usando a própria parafina derretida.
- Encha a bacia com água de modo que a vela fique dois dedos de sua altura mergulhada.
- Ascenda a vela
- Tampe com o frasco de vidro de modo a tampar toda a vela

Responda:

1) O que aconteceu quando tampamos a vela com o frasco?

2) Por que a água da bacia só entra no frasco de vidro virado para baixo quando a vela apaga?

3) Que lei dos gases foi observada nesse experimento?

6ª Atividade experimental: máquinas térmicas

Componentes da Equipe:

Aluno (a)	Nº

Nesta atividade vocês vão:

- ✓ Reconhecer a aplicação do conceito de trabalho nos sistemas que contenham gases
- ✓ Compreender a 1ª lei da termodinâmica como expressão do princípio da conservação de energia

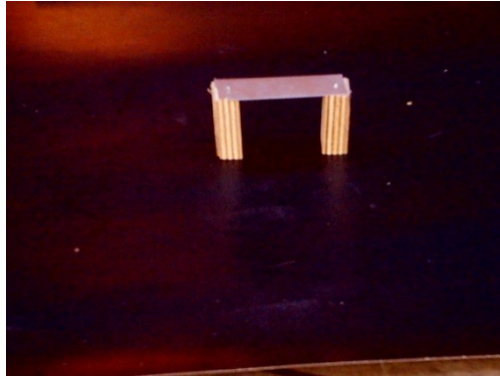
- ✓ Identificar o caráter de irreversibilidade de fenômenos e compreender a 2ª lei da termodinâmica

Materiais utilizados

- 1 frasco conta gotas âmbar de 20mL
- seringa sem agulha
- tubo flexível “tripa de mico”
- adesivo universal
- fita adesiva
- álcool 70%
- placa de madeira de aproximadamente 15 cm x 20 cm
- tampinha metálica de garrafa
- pedaço de metal de aproximadamente 3 cm x 8 cm
- fósforo
- 2 bloquinhos de madeira de mesma altura
- arame

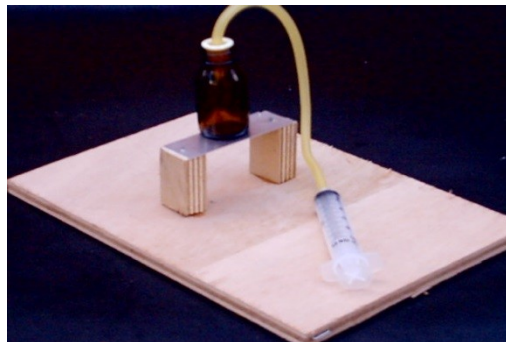
Procedimento experimental

- Corte 30 cm de arame, com uma das extremidades, enrole o pedaço de metal dando duas voltas em torno do pedaço de metal. Posicione o frasco em cima do metal e dê mais duas voltas em seu gargalho com o arame. Enrole o restante na outra extremidade da placa. Monte o artefato da Figura utilizando os dois bloquinhos de madeira, o pedaço de metal e o frasco preso com arame.



-Teste a seringa, verifique se o embolo não está emperrado ou demasiadamente duro, se for o caso, desmonte, coloque um pouco de vaselina ou óleo.

- Prenda uma extremidade do tubo de borracha no bico da seringa e a outra na boca do vidro.

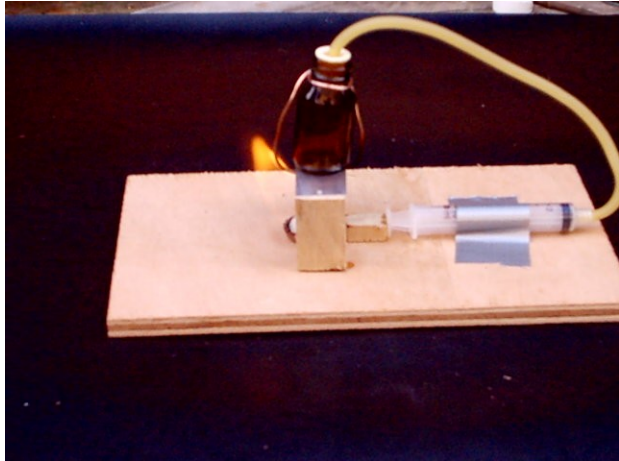


- Fixe a seringa na placa de madeira com uso da fita adesiva, esta deve ficar com o embolo voltado para o suporte do vidro.

- Coloque a tampinha de garrafa com um pouco de álcool sob o suporte.

- Entre a seringa e a tampinha de garrafa deve haver um isolante térmico, use um pedaço de madeira.

- Coloque fogo no álcool que está na tampinha e observe.



Responda:

1) Descreva o que foi observado com relação ao movimento do “embolo”. O que proporcionou tal movimento?

2) Discuta o que aconteceu com a pressão do gás enquanto a temperatura aumentava.

3) Houve realização de trabalho? Comente.

4) No resfriamento, o que acontece com o pistão? Explique fisicamente porque isso aconteceu.

5) Comente o que você pensa ter sido o comportamento das moléculas deste gás durante o processo de aquecimento e de resfriamento

6) Esse experimento pode ser considerado um processo reversível? Justifique.

7) Está máquina térmica não está completa, uma máquina térmica opera em ciclos, ou seja.....tente adaptar o projeto de forma que isso possa ocorrer.

8) Caso essa máquina passe a operar em ciclos, poderíamos considerá-la como um moto perpétuo? Explique

9) Se você precisasse aumentar a eficiência dessa máquina, como você faria?

Nome da Escola

--

Título da Experiência

Nome completo dos componentes.
Turma a que pertence o grupo.

Data em que realizou o experimento

Introdução:

Resumo dos conceitos teóricos usados.

Objetivos:

Quanto aos objetivos devem mostrar uma descrição sucinta do que se pretende obter com a experiência

Materiais utilizados:

Listar os materiais e aparelhos utilizados para a realização do experimento. Para auxiliar na descrição do material ou equipamento utilizado, faça uma figura (esboço ou esquema) indicando, se for o caso, partes do equipamento com números, letras ou palavras.

Procedimento Experimental: Descrever cada passo da realização do experimento. É importante descrever o que você fez e não necessariamente o que está proposto, justificando e discutindo a escolha. Toda a narrativa deve ser feita de forma impessoal e com o uso de termos técnicos pertinentes ao conteúdo. Segue no anexo um modelo de apresentação para esse relatório.

Dados experimentais: Apresentar os dados coletados através de tabelas.

Resultados: Apresentar os resultados obtidos: gráficos, tabelas e cálculos efetuados

Conclusões: Apresentar a comparação entre a teoria e o experimento. Mostrar uma explicação para os resultados obtidos baseada na teoria. Procurar explicar o motivo e a origem das possíveis discordância entre os resultados experimentais e os resultados teóricos.

Bibliografia: Todo relatório deve apresentar um número adequado de fontes bibliográficas. Seguir as normas ABNT para descrição da referência.

Questões: Quando houver deverão ser respondidas no final do relatório após a bibliografia.

Roteiro para construção do calorímetro

O calorímetro é um instrumento utilizado para medir a quantidade de calor, fazer análises das trocas de calor que acontecem entre dois corpos localizados em seu interior, e ainda determinar o calor específico de um determinado elemento, que pode ser, por exemplo, o cobre. Esse equipamento é muito

utilizado nos laboratórios de ensino quando se deseja realizar as análises citadas anteriormente. Ele pode ser comprado, como também confeccionado. Com materiais simples vamos confeccionar esse instrumento, a fim de fazer análises das quantidades de calor trocadas neste sistema isolado termicamente.

Material Utilizado:

- recipiente de isopor com tampa
- recipiente de metal (tem que se ajustar dentro do isopor)
- algodão
- termômetro
- haste metálica

Procedimento Experimental:

- coloque o recipiente de metal dentro do recipiente de isopor
- preencha a folga existente entre os recipientes com algodão
- na tampa da embalagem de isopor, faça dois furos, um para o termômetro e outro para o agitador.



Figura 1 - Esquema do calorímetro

Roteiro para construção da máquina de Heron

Muito antes da Revolução Industrial vários modelos de máquinas térmicas já eram conhecidas. A máquina de Heron da Alexandria era um artefato constituído de um cilindro oco com tubos curvados, por onde saia o vapor. O torque existente, faz com que o cilindro gire quando ocorre a expulsão do vapor. Na construção representada pela Figura 1, há uma bacia que contém água que é aquecida e transferida para o cilindro por meio dos tubos que ligam a bacia ao cilindro. Durante séculos a máquina de Heron não tinha serventia alguma. Somente no século XVIII, tempo em que inicia a 1ª Revolução Industrial, é que o invento de Heron começou a ter utilidade.



Figura 1 – Máquina de Heron

Material utilizado

- Uma latinha de refrigerante de 250 ml.
- Um prego fino.
- um metro de barbante ou linha forte.
- uma lamparina.

Procedimento experimental

- Com um prego fino faça um furo em um ponto médio na lateral da latinha.
- Faça um segundo furo diametralmente oposto ao primeiro, veja a Figura 1



Figura 2 – latinha com os dois furos laterais

- Deixe escoar todo o refrigerante de dentro da latinha.
- Recoloque o prego em cada furo e posicione-o o mais tangente possível á parede da lata, em sentidos opostos, de tal modo que ao serem empurrados pela saída do vapor forme torques como um binário.
- Amarre o barbante ou fio de nylon de forma que ao ser suspensa a latinha fique verticalmente como na Figura 2.



Figura 3 – latinha com os dois furos laterais suspensa por barbante

- Coloque cerca de 50 a 100ml de água na latinha.
- Pendure a latinha num suporte de modo a manter um comprimento de no mínimo 30 cm, entre a latinha e o ponto de fixação no suporte. Acenda a vela.



Figura 4 – Montagem final

http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar_aula&aula=36669&secao=espaco&request_locale=es

- 1) http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09544026082013/Fisica_basica_experimental_aula_02.pdf
- 2) Manual de Laboratório de Física II
<http://www.ufjf.br/fisica/files/2010/03/Lab2manual.pdf>
- 3) <http://www.if.ufrgs.br/~leila/termo.htm>
- 4) TAVARES, R.; SANTOS, J. N. D. Organizador prévio e animação interativa. IV International meeting on meaningful learning. Maragogi: [s.n.]. 2003.
<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/02aProjetosMovimento/site/organizador.pdf>
- 5) <http://www.pibid.ufsj.edu.br/quimica/enviados/estudandogases.pdf>
- 6) <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/termica/termometria.html> (adaptado). Pesquisado em 04/04/2016

[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?
midia=pmd&cod=_pmd2005_i4301](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2005_i4301)