

## APRESENTAÇÃO

### Olá, Estudante!

Como você está? Esperamos que você esteja bem! Lembre-se que, mesmo diante dos impactos da COVID-19, preparamos mais um material, bem especial, para auxiliá-lo neste momento de distanciamento social e assim mantermos a rotina de seus estudos em casa.

Então, aceite as “**Pílulas de Aprendizagem**”, um material especialmente preparado para você! Tome em doses diárias, pois, sem dúvida, elas irão contribuir para seu fortalecimento, adquirindo e produzindo novos saberes.

Aqui você encontrará atividades elaboradas com base na seleção de conteúdos prioritários e indispensáveis para sua formação. Assim, serão aqui apresentados novos textos de apoio, relação de exercícios com gabaritos comentados, bem como dicas de videoaulas, sites, jogos, documentários, dentre outros recursos pedagógicos, visando, cada vez mais, à ampliação do seu conhecimento.

As “**Pílulas de Aprendizagem**” estão organizadas, nesta **sétima semana**, com os componentes curriculares: **Língua Portuguesa, Física, Filosofia, Sociologia, História, Projeto de Vida e Educação Física**. Vamos lá!?

Como neste ano estamos comemorando o **Aniversário de 120 anos de Anísio Teixeira**, você também conhecerá um pouco da grande contribuição que este baiano deu à educação brasileira. A cada semana apresentaremos um pouco de sua história de vida e legado educacional, evidenciando frases emblemáticas deste grande educador.

Está preparado para continuar conhecendo um pouco sobre a vida de **Anísio Teixeira**? Agora, você já sabe que ele era do sertão baiano de Caetité. Foi um grande jurista, intelectual, educador e escritor brasileiro.

Anísio Teixeira foi o primeiro a implantar as escolas públicas de todos os níveis, no Brasil, cujo objetivo era oferecer educação gratuita para todos, sendo o principal idealizador das grandes mudanças que marcaram a educação brasileira no século 20.

Agora, vamos a mais uma “pílula anisiana” para você refletir um pouco:

**“Como a medicina, a educação é uma arte. E arte é algo de muito mais complexo e de muito mais completo que uma ciência.” (ANÍSIO TEIXEIRA).**

Você curtiu conhecer um pouco da vida de Anísio Teixeira? Semana que vem, traremos outras curiosidades.

Agora, procure um espaço sossegado para realizar suas atividades. Embarque neste novo desafio e bons estudos!

Modalidade/oferta: Regular

Semana: VII

Componente Curricular: Física

Tema: A Segunda Lei da Termodinâmica

Objetivo(s): Reconhecer os enunciados da 2ª Lei da termodinâmica aplicada ao funcionamento de uma máquina térmica.

Autores: Dilcléia Oliveira e Rachel Aranha

## I. VAMOS AO MOMENTO DA LEITURA!

### TEXTO

#### A Segunda Lei da Termodinâmica

A segunda lei da Termodinâmica tem diferentes enunciados. Vamos apresentar dois deles.

Enunciado de Kelvin-Planck (em alusão a lorde Kelvin e Max Planck (1858-1947), físico alemão:

*É impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, retirar calor de uma fonte e transformá-lo integralmente em trabalho.*

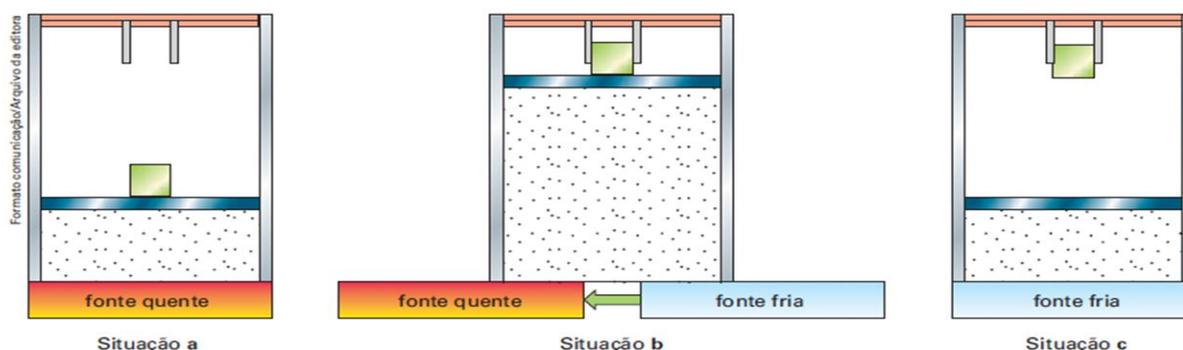
Em síntese, o enunciado de Kelvin e Planck, diz é que o calor é uma forma de energia que nunca pode ser integralmente aproveitada; parte dela sempre se perde.

Outro enunciado, proposto pelo físico alemão Rudolf Clausius (1822-1888), consagra uma observação experimental simples e rotineira. O calor sempre passa dos corpos mais quentes para os mais frios; o contrário é espontaneamente impossível ou “proibido”:

*É impossível realizar um processo cujo único efeito seja retirar calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente.*

A máquina térmica, como a maior parte das máquinas ou motores, funciona em ciclos\*, ou seja, executa etapas que se repetem periodicamente. A primeira etapa do ciclo de funcionamento das máquinas térmicas, correspondente à transformação do calor em trabalho, abordada no estudo da primeira lei da Termodinâmica. As demais etapas que completam o ciclo são apresentadas agora. Veja a figura:

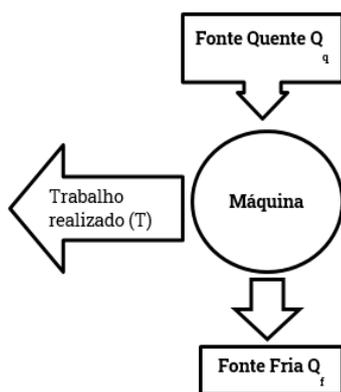
Figura 1 – Etapas.



A figura anterior mostra um exemplo esquemático do ciclo de uma máquina térmica. O gás contido no cilindro absorve calor da fonte quente (a). O êmbolo sobe elevando o bloco, que se prende a um encaixe — a máquina realiza trabalho — e a fonte quente é substituída pela fonte fria (b). O gás cede calor à fonte fria e a máquina volta ao estado inicial (c) — a elevação do bloco é o trabalho realizado pela máquina nesse ciclo; em um ciclo seguinte, o bloco pode ser levado a outro lugar e outro bloco pode ser colocado sobre o êmbolo.

\* Em Termodinâmica, ciclo é uma série de transformações sucessivas que recolocam o sistema no seu estado inicial com a realização de trabalho positivo ou negativo.

**Figura 2** – Diagrama de Fluxo.



O funcionamento da máquina térmica costuma ser representado também esquematicamente pelo diagrama de fluxo, apresentado a seguir. O diagrama de fluxo procura tornar evidente que a máquina térmica só transforma em trabalho parte do calor que recebe da fonte quente. A outra parte ela dissipa ou cede à fonte fria. Assim, o rendimento de uma máquina térmica é sempre inferior a 100%.

### Rendimento das máquinas térmicas

$\eta = \frac{T}{|Q_1|}$  ou  $\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$ , onde  $\eta$  = rendimento;  $Q_1$ =quantidade de calor fornecida pela fonte de aquecimento;  $Q_2$ =quantidade de calor cedido para fonte fria.

Fonte: (EMITec/SEC/BA - 2020)

### Rendimento na máquina de Carnot

Princípio de Carnot: "Nenhuma máquina térmica real, operando entre 2 reservatórios térmicos  $T_1$  e  $T_2$ , pode ser mais eficiente que a "máquina de Carnot" operando entre os mesmos reservatórios." As quantidades de calor trocadas com as fontes são proporcionais às respectivas temperaturas absolutas:

$\frac{|Q_2|}{|Q_1|} = \frac{T_2}{T_1}$ . daí  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$  ou  $\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$ , onde  $T_1$  - Temperatura da fonte quente (K);  $T_2$  - Temperatura da fonte fria (K);  $Q_1$  - Energia térmica recebida da fonte quente (J);  $Q_2$  - Energia térmica recebida da fonte fria (J).

Portanto o rendimento nunca pode chegar a 100%, sendo no máximo, igual ao da máquina de Carnot. A máquina e/ou o ciclo de Carnot não existe, trata-se do modelo teórico de uma máquina térmica perfeita, idealizado por Carnot.

Fonte: GASPARG, A. **Compreendendo a Física**. Ondas, Óptica, Termodinâmica. Vol. 2. 2ª. ed. São Paulo: Ática, 2013.

## II. AGORA, VAMOS AO MOMENTO DA RETOMADA DAS ATIVIDADES?

01. Em uma transformação isotérmica o trabalho realizado por uma máquina é igual à quantidade de calor por ela absorvido. Isso não contraria a segunda lei da Termodinâmica? Explique.

02. Uma máquina térmica absorve 6 000 J de calor de uma fonte quente.

- a) Qual o seu rendimento se ela cede 4 000 J à fonte fria a cada ciclo?  
b) Qual a quantidade de calor que ela cede à fonte fria se o seu rendimento é de 10%?

**Questões 01 e 02.** Fonte: GASPAR, A. **Compreendendo a Física.** Ondas, Óptica, Termodinâmica. Vol. 2. 2ª. ed. São Paulo: Ática, 2013.

03. (CEFET-PR) O 2º princípio da Termodinâmica pode ser enunciado da seguinte forma: “É impossível construir uma máquina térmica operando em ciclos, cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e convertê-lo integralmente em trabalho.” Por extensão, esse princípio nos leva a concluir que:

- a) sempre se pode construir máquinas térmicas cujo rendimento seja 100%.  
b) qualquer máquina térmica necessita apenas de uma fonte quente.  
c) calor e trabalho não são grandezas homogêneas.  
d) qualquer máquina térmica retira calor de uma fonte quente e rejeita parte desse calor para uma fonte fria.  
e) somente com uma fonte fria, mantida sempre a 0°C, seria possível a uma certa máquina térmica converter integralmente calor em trabalho.

04. Um ciclo de Carnot trabalha entre duas fontes térmicas: uma quente em temperatura de 227°C e uma fria em temperatura -73°C. O rendimento desta máquina, em percentual, é de:

- a) 10                      b) 25                      c) 35                      d) 50                      e) 60

Disponível em: <https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/termodinamica/segunda-lei-da-termodinamica/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-a-segunda-lei-da-termodinamica/>. Acesso em: 05 out. 2020.

### III. ONDE POSSO ENCONTRAR O CONTEÚDO?

- **Livro didático de Física adotado pela Unidade Escolar.**
- **Sugestão de vídeos sobre o conteúdo trabalhado:**  
**A Segunda Lei da Termodinâmica. Enunciados, Máquinas Térmicas e Rendimento de uma Máquina Térmica.** Disponível em: <http://pat.educacao.ba.gov.br/emitec/conteudo/exibir/8420>. Acesso em: 05 out. 2020.  
**Transformações Cíclicas e o Ciclo de Carnot.** Disponível em: <http://pat.educacao.ba.gov.br/emitec/disciplinas/exibir/id/2444>. Acesso em: 05 out. 2020.
- **Para saber mais acesse o link:**  
**Segunda Lei da Termodinâmica.** Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/segunda-lei-da-termodinamica/>. Acesso em: 05 out. 2020.

#### IV. GABARITO COMENTADO

#### GABARITO COMENTADO

**Questão 01.** Não, porque a segunda lei da Termodinâmica só é válida para ciclos, e uma transformação é apenas parte de um ciclo.

**Questão 02. a)** Sendo  $\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$ ,  $\eta = 1 - \frac{|4000|}{6000}$ ,  $\eta = 1 - 0,67 = 0,33 = 33\%$ . O rendimento dessa máquina é 33% (dois algarismos significativos). **b)** Sendo  $\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$ ,  $0,10 = 1 - \frac{|Q_2|}{6000}$ ,  $\frac{|Q_2|}{6000} = 1 - 0,10$ ,  $\frac{|Q_2|}{6000} = 0,90$ ,  $Q_2 = 5400 J$

**Questão 03.** Alternativa: d. O enunciado de Kelvin e Planck, diz é que o calor é uma forma de energia que nunca pode ser integralmente aproveitada; parte dela sempre se perde.

**Questão 04.** Alternativa: e. Sendo  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ ,  $\eta = 1 - (273 - 73)/(273 + 227) = 1 - 200/500 = 1 - 0,4 = 0,6 = 60\%$