

meSalva!



GASES E TERMODINÂMICA



MESOPOTÂMIA
ASPECTOS CULTURAIS

AFIXOS

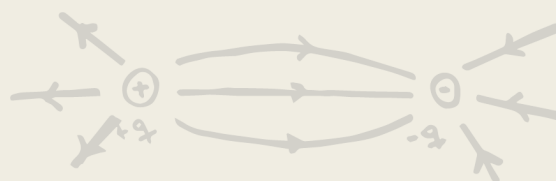
CONTROLADO

MENTE

SUFIXO

SINAL DE
REGISTRAÇÃO

CAFETERIA



MÓDULOS CONTEMPLADOS

- ✓ IGAS - Introdução aos gases
- ✓ TGAA - Transformações gasosas I
- ✓ TETM - Trabalho e energia em termodinâmica
- ✓ PLTM - Lei zero e primeira lei da termodinâmica
- ✓ TGBA - Transformações Gasosas II
- ✓ MTSL - Máquinas Térmicas e 2ª Lei da Termodinâmica
- ✓ ETMD - Exercícios de Termodinâmica
- ✓ TTMD - Tópicos especiais e deduções em termodinâmica
- ✓ HTMD - Exercícios nível hard de termodinâmica
- ✓ PTMD - Termodinâmica na prática



meSalva!



CURSO

EXTENSIVO 2017

DISCIPLINA

FÍSICA

CAPÍTULO

GASES E TERMODINÂMICA

PROFESSORES

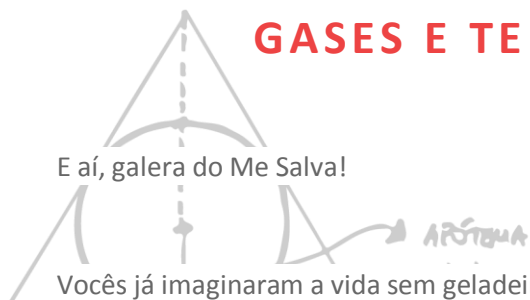
EDUARDO GRABIN



mesalva.com

Todos os direitos reservados © Me Salva! 2017.

GASES E TERMODINÂMICA



E aí, galera do Me Salva!

Vocês já imaginaram a vida sem geladeira? Sem carro, avião ou ar-condicionado? Não? Nós também não! Pois então, vamos começar esta apostila com um questionamento: vocês sabem o que todas essas coisas citadas têm em comum? Como estamos começando com uma apostila de Termodinâmica, a resposta fica fácil! São as leis da Termodinâmica que regem a troca de calor na geladeira e no ar-condicionado, assim como o funcionamento da combustão nas turbinas dos aviões e nos motores dos carros. Mas como isso é possível? É justamente isso que vamos descobrir aqui nesta apostila. Sensacional, não é?

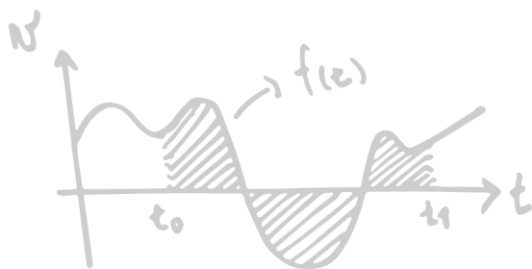


Parece algo complicado? Não se preocupe! A única coisa necessária é a vontade de aprender como tudo isso funciona! E aí, pilhado para aprender tudo isso? Espero que sim, porque vamos começar agora!

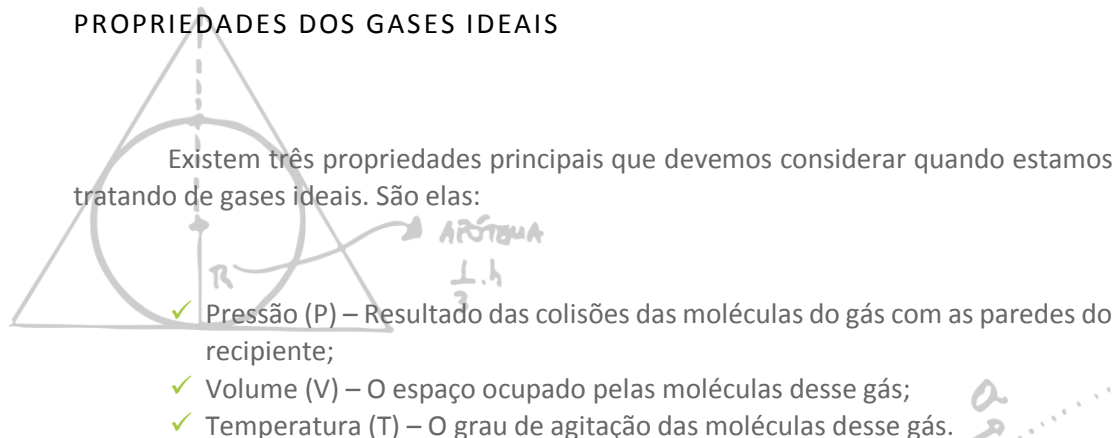
ESTUDO DOS GASES IDEAIS

Antes de entrarmos propriamente no estudo da Termodinâmica, precisamos estudar o conceito de gás ideal. Entender isso é fundamental, pois praticamente todos os problemas que iremos analisar utilizarão este conceito.

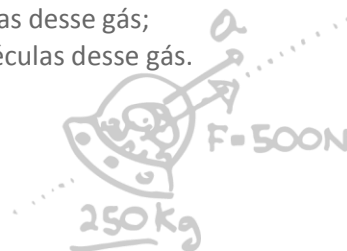
Você lembra o que é um gás? É um dos estados físicos que estudamos em nossa última apostila! Até aí tudo bem, mas agora você pode estar se perguntando: o que é um gás ideal? É justamente isso que vamos entender agora: gás ideal é um nome dado a um modelo de estudo, em que são feitas algumas aproximações no comportamento dos gases para facilitar o estudo. Mas que aproximações são essas? Consideramos que as moléculas desse gás possuem tamanho desprezível e que não existe interação química entre elas. Desta forma, pensamos que elas estão tão afastadas umas das outras que podem se movimentar livremente e preencher todo o espaço disponível. Mas espera aí... Essas aproximações não fogem da realidade? O que adianta estudar algo diferente do que acontece de verdade? É aqui que vem a grande jogada! Esse modelo de gás ideal facilita muito nossos cálculos e ainda nos permite encontrar resultados muito próximos dos gases reais!



PROPRIEDADES DOS GASES IDEAIS



LEI DOS GASES IDEAIS



Dando continuidade ao assunto que acabamos de ver, uma pergunta bem importante deve ser feita: será que existe alguma relação entre essas três propriedades? Será que uma depende da outra? A resposta disso é sim! A prova disso é que muitas vezes conseguimos deduzir intuitivamente como os gases se comportam. Quer ver isso? Imagine um gás dentro de um pote de vidro lacrado. Não entra e nem sai ar dele, ou seja, o volume e o número de mols é constante! Intuitivamente conseguimos imaginar que, se a temperatura do ar aumenta, a pressão que ele faz também aumenta, certo? Sim! E sabe o que é mais impressionante? Vamos conseguir provar isso justamente através da Lei que veremos agora!

A Lei dos Gases Ideais expressa a relação matemática entre as três propriedades dos gases que acabamos de ver. Ela é muito simples e nos permite determinar o valor de uma das variáveis de estado de um gás se conhecermos as outras duas.

$$P.V = n.R.T$$

Em que P é a pressão, V é o volume e T é a temperatura. O outro termo (n) representa o número de mols. E o R? Ele é a constante universal dos gases ideais, cujo valor no SI é de 8.31 J/mol.K . Como normalmente n também é constante, ficamos apenas em função das três propriedades vistas anteriormente!

E agora, consegui entender como estávamos certos no exemplo anterior? A equação que acabamos de ver nos diz que a pressão e a temperatura são diretamente proporcionais. Assim, quando todos os outros termos são constantes, ao aumentar uma destas variáveis, a outra aumenta também!



Lembre-se! Em todas as equações que envolvem gases, a temperatura que entra na equação é medida em Kelvin! Ou seja, se a temperatura aparecer em Graus Celsius, não esqueça de transformar para Kelvin, somando 273!

Agora é sua vez de praticar! Aproveite estes exercícios para testar o que você aprendeu sobre os gases ideais:

Exercício 1: Quais das características a seguir definem um gás ideal?

I – Partículas diferentes umas das outras;

II- Partículas de tamanho desprezível;

III – Partículas livres, sem interação intermolecular;

IV – Gases da família de gás nobre na tabela periódica.

a) I e II

b) II e III

c) I e IV

d) I, II, III e IV

e) II e IV

Correta: B

Exercício 2: Considere um mol de gás ideal nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Determine qual o seu volume, sabendo que a constante R é dada em J/mol K. (Dados: $R=8,31$ e $1\text{atm} = 101325$ Pa)

a) 22,7 L

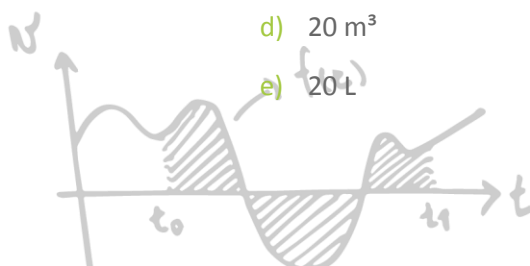
b) 22,4 L

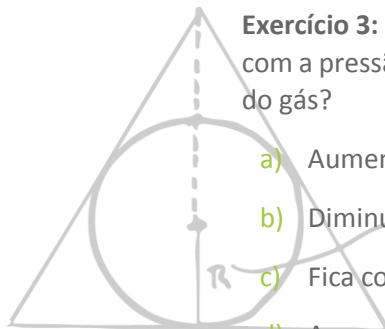
c) 22,4 m³

d) 20 m³

e) 20 L

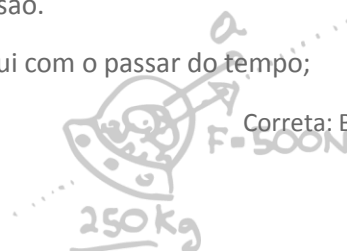
Correta: B





Exercício 3: Dado um gás ideal em um recipiente vedado, o que acontece com a pressão do sistema quando temos uma diminuição da temperatura do gás?

- a) Aumenta, pois é inversamente proporcional à temperatura.
- b) Diminui, pois é diretamente proporcional à temperatura.
- c) Fica constante, pois só varia com a alteração do volume.
- d) Aumenta, pois, com uma temperatura menor, as partículas estão mais próximas, o que gera maior pressão.
- e) Diminui, pois a pressão sempre diminui com o passar do tempo;



TRANSFORMAÇÕES GASOSAS

Lembra daquele exemplo do vidro lacrado cheio de ar sendo aquecido? Pois então, quando esquentamos um gás, ele sofre uma transformação. Neste caso, aumentamos sua temperatura e mantivemos o volume constante, o que resultou em um aumento de pressão. São justamente estas transformações que os gases sofrem que estudaremos agora! Irado, não é?

Antes de começarmos, precisamos lembrar de algumas coisas básicas. Já vimos que a Lei dos Gases Ideais envolve basicamente três variáveis muito importantes: a temperatura, a pressão e o volume. Lembra disso? Para facilitar nosso estudo, iremos dividir as transformações em três tipos distintos, em que cada uma dessas propriedades é constante. Começaremos analisando a transformação isotérmica, quando a temperatura é constante; em seguida, veremos a isovolumétrica, quando o volume é constante; e, por último, estudaremos a transformação isobárica, quando a pressão é constante. Preparado?

ISOTÉRMICA

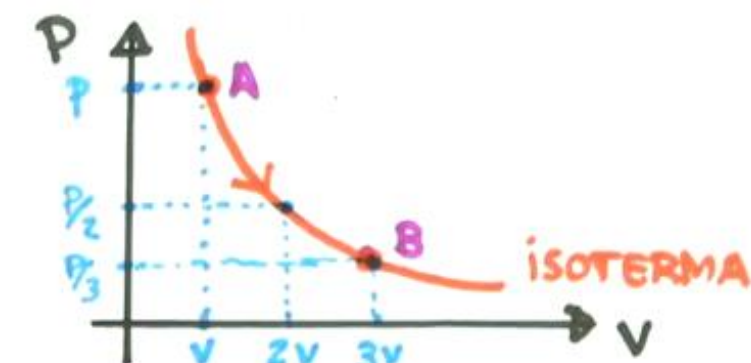
Esse é o caso em que a temperatura fica constante! Se pensarmos em um mesmo gás ideal sofrendo transformação de um estado 1 para um estado 2, a temperatura dele não irá se alterar. Sendo assim, analisaremos qual é a relação entre o volume e a pressão desse gás nos dois estados. Matematicamente, essa relação pode ser deduzida da Lei dos Gases Ideais e é escrita pela seguinte equação:



$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Em outras palavras, podemos dizer que, se aumentarmos a pressão sobre o gás, o seu volume diminuirá, e vice-versa.

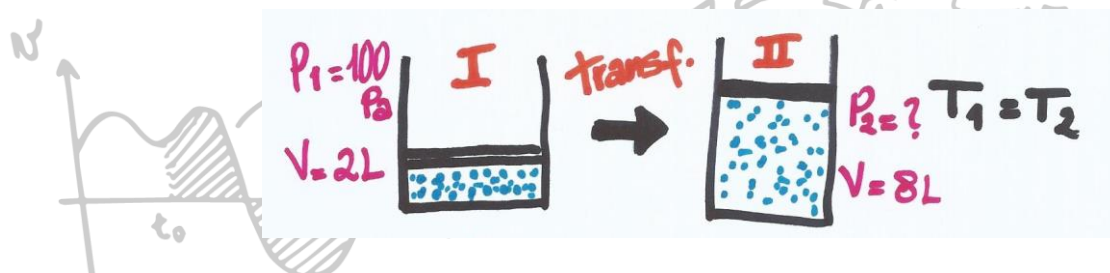
Outra informação muito importante nessa transformação é o gráfico! Sabendo que o produto pressão por volume é constante, este gráfico forma um tipo de hipérbole muito importante, chamada de isoterma. Se liga no gráfico abaixo, ele representa exatamente o que foi descrito!

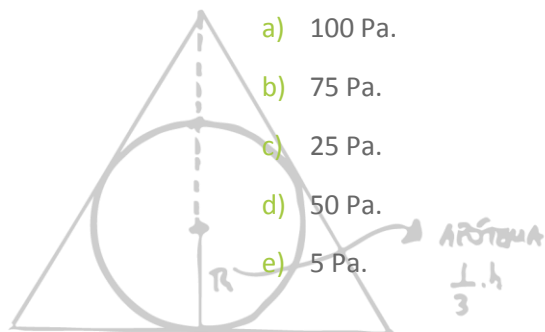


Relembrando a Matemática! Duas grandezas são inversamente proporcionais quando o produto entre elas origina uma constante.

Vamos colocar isso na prática! Aqui tem um exercício sobre uma transformação isotérmica para você testar o que estudamos:

Exercício 4: De I para II ocorre uma transformação isotérmica. Determine, a partir dos dados iniciais, qual o valor da pressão do gás ideal no segundo momento.





Correta: C

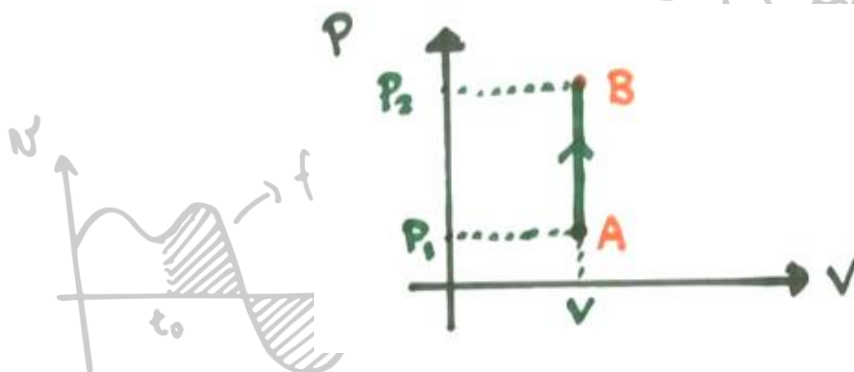
ISOCÓRICA OU ISOVOLUMÉTRICA

Esse é o caso em que o volume fica constante! Podemos continuar com o exemplo que vimos antes para entendermos essa transformação: vamos pensar naquele gás sofrendo uma transformação de um estado 1, em ele está à temperatura ambiente, para um estado 2, no qual ele está muito quente. Como o volume é constante, estamos interessados na relação entre a temperatura e a pressão. Assim, se conhecermos a pressão inicial, podemos utilizar uma relação proveniente da Lei dos Gases Ideais para encontrar a pressão após a transformação. Essa relação é dada por:

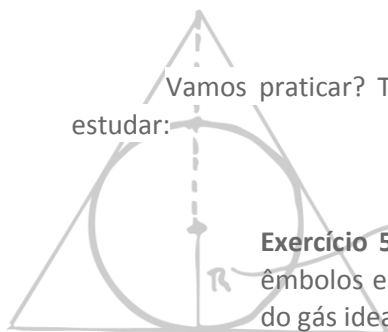
$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Em outras palavras, podemos dizer que, se aumentarmos a temperatura do gás, sua pressão também irá aumentar.

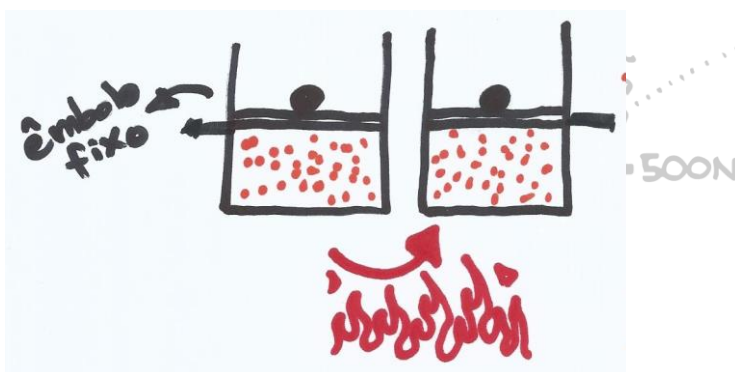
Pensando novamente em um gráfico pressão por volume, a representação dessa transformação será apenas uma linha vertical reta. Se liga no gráfico a seguir, ele representa exatamente isso!



Vamos praticar? Temos um exercício para você aplicar o que acabamos de estudar:



Exercício 5: Duas panelas estão com as tampas vedadas, ou seja, os êmbolos estão fixos no recipiente. Quando triplicamos a temperatura do gás ideal dentro da panela, o que ocorre com a sua pressão?

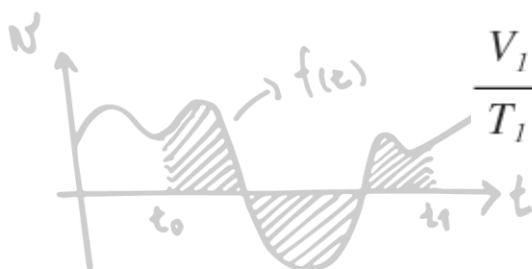


- a) $P_1 = 3P_2$.
- b) $P_1 = 6P_2$.
- c) $P_2 = P_1^3$.
- d) $P_2 = P_1$.
- e) $P_2 = 3P_1$.

Correta: E

ISOBÁRICA

Aqui a pressão é constante! Nesse último caso, analisaremos a relação entre o volume e a temperatura. Podemos pensar novamente em um gás ideal sofrendo uma transformação de um estado 1 para um estado 2. A relação entre as propriedades desse gás nos dois estados se mantém pela seguinte equação:

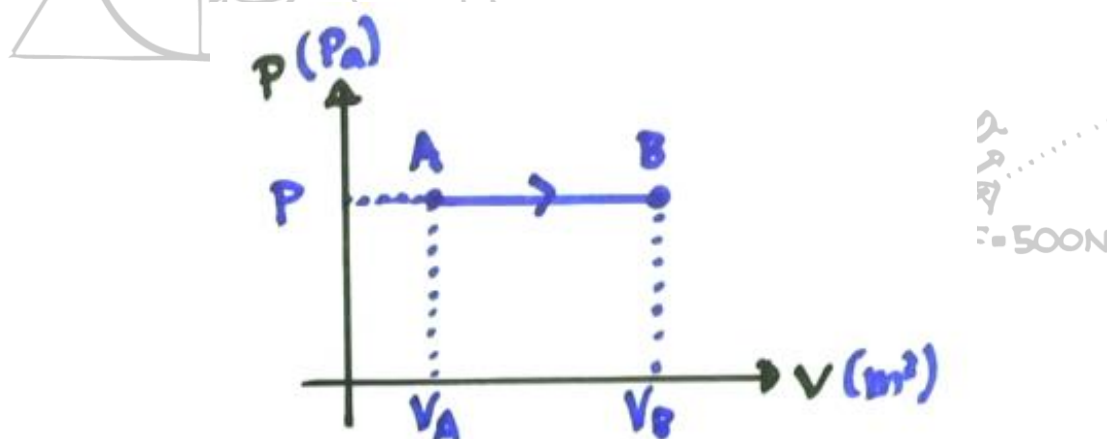


$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



Em outras palavras, podemos dizer que, se aumentarmos a temperatura do sistema, o volume ocupado pelo gás também aumentará. Por outro lado, com a diminuição da temperatura, o gás ocupará um volume menor.

Pensando novamente em um gráfico pressão por volume, ao contrário do caso anterior, aqui a representação será apenas uma linha horizontal reta. Se liga nesse gráfico aqui embaixo, ele representa exatamente isso!



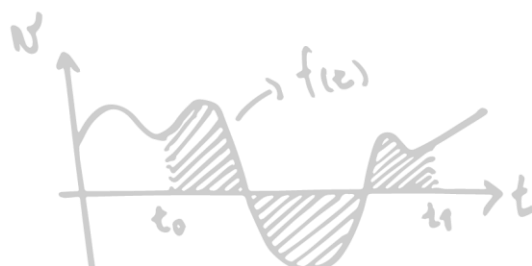
Vamos colocar isso em prática! Temos mais dois exercícios sobre transformações gasosas para você aplicar o que estudamos.

Exercício 6: Um gás ideal sofre uma transformação isobárica. Sabendo que o volume do gás aumentou 25% no processo, determine quanto a temperatura subiu de T_1 para T_2 .

- a) 1.
- b) 0,5.
- c) 0,25.
- d) 0,75.
- e) 0,3.

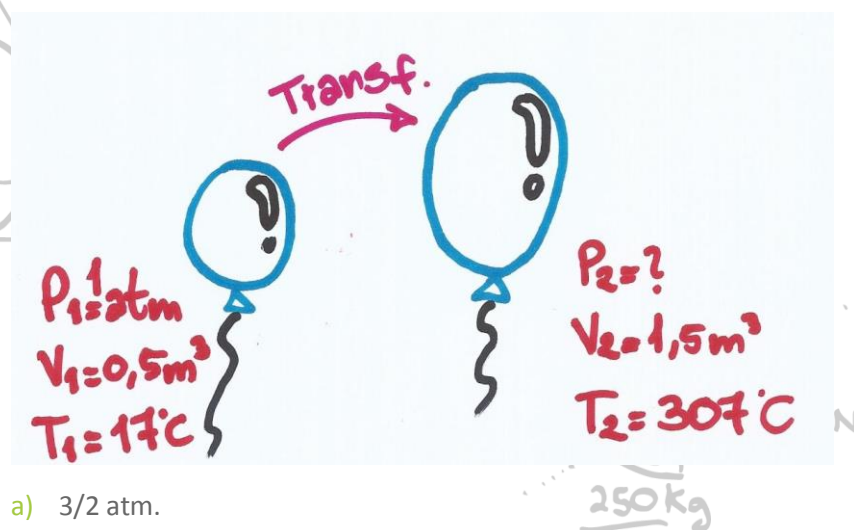


Correta: C





Exercício 7: Dada a transformação apresentada na imagem com gás ideal, determine, a partir dos dados, qual a pressão no segundo balão.



- a) $3/2$ atm.
- b) $2/3$ atm.
- c) 1 atm.
- d) $1/2$ atm.
- e) $1/4$ atm.

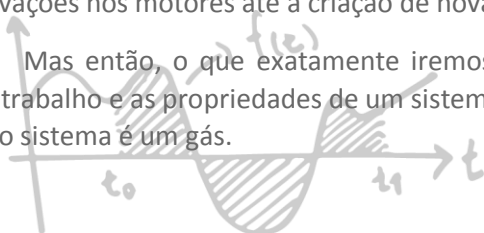
Correta: B

TERMODINÂMICA

Já ouviu falar em Revolução Industrial? Sim, aquela mesma das aulas de História e Geografia, lembra? Muito provavelmente você conhece o lado histórico dela, mas e o lado físico? Sim, existe Física por trás dela e você vai entender isso agora! A Termodinâmica foi um pilar fundamental para que as máquinas a vapor fossem criadas! Trens, navios e as indústrias de produção têxtil foram totalmente modernizadas, algo fundamental para que a revolução ganhasse forma.

Mas não pense que a pesquisa sobre a Termodinâmica ficou no passado! Atualmente o estudo da Termodinâmica procura meios de utilizar a energia da melhor forma possível, desde as inovações nos motores até a criação de novas tecnologias.

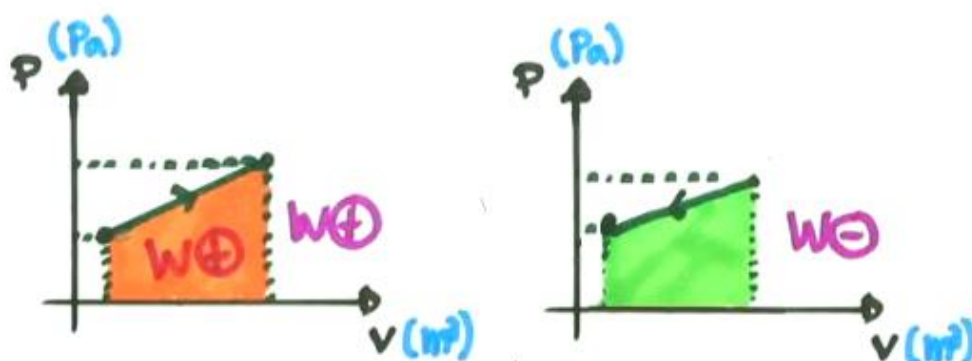
Mas então, o que exatamente iremos estudar aqui? Estudaremos as relações entre calor, trabalho e as propriedades de um sistema. Focaremos principalmente em problemas nos quais o sistema é um gás.



TRABALHO TERMODINÂMICO (W)

Já conhecemos o conceito de trabalho de apostilas anteriores, lembra? Aqui nesta apostila definiremos trabalho como sendo uma medida da energia que um gás gasta ao se expandir ou a energia que ele recebe ao ser comprimido. Esse é um conceito fundamental para nosso estudo, por isso é interessante que você dê uma atenção especial a ele. Como estamos tratando de energia, a unidade desta grandeza é o Joule [J]!

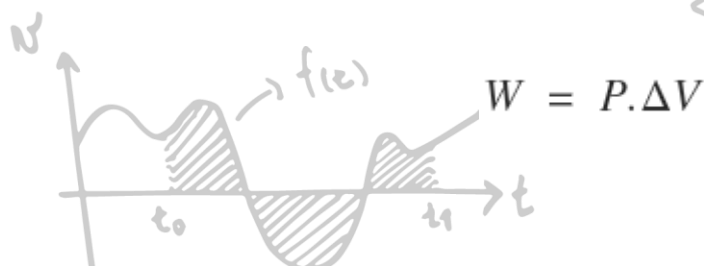
Aqui é muito importante que saibamos interpretar os gráficos! Assim como foi feito nas transformações gasosas, novamente utilizaremos um gráfico de pressão por volume. A ideia fundamental que você precisa lembrar é que o trabalho que um gás realiza é definido pela área embaixo do gráfico Pressão x Volume! Se liga nos gráficos a seguir, eles vão te ajudar a entender isso.



Através destes gráficos conseguimos perceber que o trabalho realizado pelo gás depende da variação de volume! Se o volume aumenta, o trabalho realizado é positivo, ou seja, o gás se expande e perde energia; se o volume diminui, o gás realiza um trabalho negativo. Ele se comprime e ganha energia. Mas e se não há variação de volume? Então o gás não realiza trabalho! É exatamente o caso das transformações isovolumétricas que vimos anteriormente!

$$W = 0$$

Em transformações isobáricas, nas quais a pressão é constante, existe uma equação que nos permite encontrar o trabalho realizado pelo sistema.



Lembra do gráfico desta transformação? Podemos deduzir esta equação dele.
Se liga!



Agora é sua vez de praticar. Aproveite este exercício para testar o que você estudou sobre o trabalho termodinâmico!

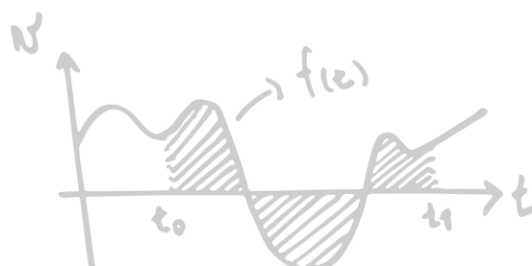
Exercício 8: Qual das afirmações a seguir, sobre o trabalho termodinâmico, estão corretas?

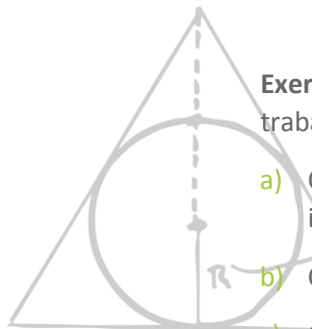
- I - Na transformação Isocórica, não é realizado trabalho;
- II - Em uma expansão, o gás realiza trabalho termodinâmico;
- III - Em uma compressão, o gás recebe energia na forma de trabalho;
- IV - Dado um gráfico $P \times V$, o trabalho pode ser calculado a partir da área sob a linha que define a transformação até o eixo do volume;

- a) I e IV
- b) I, II e IV
- c) I, III e IV
- d) II e III
- e) I, II, III e IV



Correta: E





Exercício 9: Determine qual afirmação está correta a respeito do trabalho termodinâmico.

- a) O trabalho está diretamente ligado à pressão no sistema de gás ideal.
- b) O trabalho termodinâmico mede a energia no interior do gás.
- c) O trabalho termodinâmico mede a energia que o gás gasta, ou recebe, para variar de volume.
- d) O trabalho termodinâmico é determinado pela temperatura do gás: quanto maior a temperatura, maior será o seu trabalho.
- e) O trabalho termodinâmico precisa ser constante em uma transformação gasosa, ou seja, nunca muda, independente do que aconteça.

Correta: C

ENERGIA INTERNA (U)

Um bom modo de começarmos a entender o que é a Energia Interna é lembrarmos de algumas definições que vimos lá na nossa última apostila. Lembra quando discutimos a Calorimetria e concluímos que um corpo não pode possuir calor? Naquele momento falamos muito sobre a energia das moléculas dos corpos, mas não nos aprofundamos nisso. Pois então, vamos justamente entender mais sobre aquela energia!

Cada molécula dentro dos corpos está em movimento e, conseqüentemente, possui energia. A energia interna é justamente a soma da energia de todas as moléculas de um corpo. Quando um corpo recebe calor, sua energia interna aumenta. Quando ele transfere calor para outro corpo ou para o meio, a agitação de suas moléculas diminui e sua energia interna também diminui.

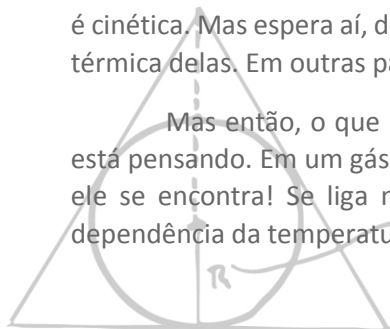
ENERGIA INTERNA DOS GASES

Assim como discutimos antes, no casos dos gases, a energia interna também representa a energia total que um gás possui. Mas o mais importante vem agora! Lembra quando estudamos o que é um gás ideal? Vimos que não há forças intermoleculares neste tipo de gás, a única forma de energia que as moléculas possuem



é cinética. Mas espera aí, de onde vem a energia cinética dessas moléculas? Da agitação térmica delas. Em outras palavras, da temperatura em que o gás se encontra!

Mas então, o que podemos concluir de tudo isso? Sim! Isso mesmo que você está pensando. Em um gás ideal, a energia interna só depende da temperatura em que ele se encontra! Se liga nessa equação aqui embaixo, ela mostra exatamente essa dependência da temperatura e nos permite encontrar a energia interna de um gás!



$$U = \frac{3}{2} nRT$$

Bem importante! A energia interna não é propriedade de uma substância, mas de um corpo! Podemos pensar nisso comparando a quantidade de energia que um balde cheio de água possui em relação a uma xícara cheia de água: por mais que nos dois casos a substância seja a água, o balde cheio possui muito mais energia interna.

Chegou a hora de colocarmos isso em prática! Temos alguns exercícios para você aplicar o conceito de energia interna.

Exercício 10: Assinale a alternativa que traz apenas as afirmações corretas sobre a energia interna de um gás ideal.

I – Para calcular a energia interna de qualquer gás ideal, basta usar a expressão $U = \frac{2}{3} nRT$;

II – A energia interna do gás ideal é diretamente proporcional à temperatura do gás ideal;

III – Quando tratamos de um gás ideal, por não considerarmos interações entre as moléculas do gás, dizemos que sua energia é expressão direta de sua energia cinética.

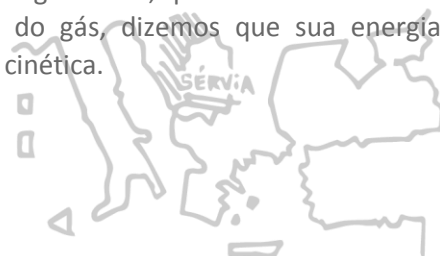
a) I

b) II

c) III

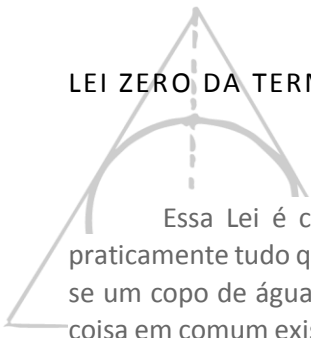
d) I e II

e) II e III



Correta: E

LEI ZERO DA TERMODINÂMICA



Essa Lei é chamada de Lei Zero justamente porque ela serve de base para praticamente tudo que estudaremos na Termodinâmica. Bom, vamos lá: essa Lei diz que se um copo de água e um pedaço de ferro estão em equilíbrio térmico, então alguma coisa em comum existe entre eles. Em outras palavras, ela diz que, independentemente de quais sejam os materiais ou as formas de dois objetos, se eles estiverem em equilíbrio térmico, então alguma coisa deve ser igual entre eles. E muito provavelmente você sabe o que é essa “coisa”, não é? Se você pensou que é a temperatura, você está completamente certo!



“Considere três corpos A, B e C. Se A está em equilíbrio térmico com B, e B está em equilíbrio térmico com C, então A está em equilíbrio térmico com C.”

Você pode achar que a afirmação da Lei Zero não faz muito sentido, afinal, conseguimos deduzir o que ela diz intuitivamente. Mas essa é justamente o propósito dela! Além disso, é esta Lei que nos permite usar um termômetro. Ela garante que, se você checar a temperatura de uma piscina com um termômetro e depois checar a sua temperatura e o resultado for o mesmo, a sua temperatura é igual à da piscina.

E aí, pronto para praticar o que acabamos de estudar? Temos dois exercícios para você fazer o teste!

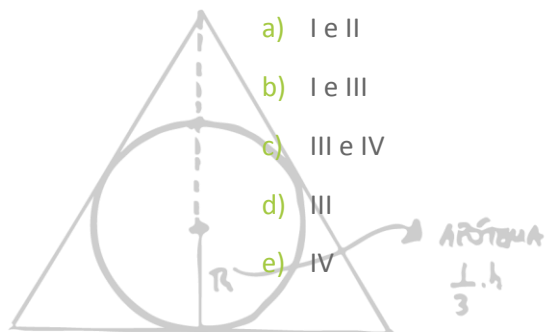
Exercício 11: Qual(is) das afirmações trata da Lei Zero da Termodinâmica?

I - O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor para um outro corpo de temperatura mais alta.

II - É impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho.

III - Se dois corpos estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro, então estão em equilíbrio térmico entre si.

IV - É possível determinar a temperatura de um corpo A, em equilíbrio térmico com um corpo B, sabendo que o termômetro está em equilíbrio térmico com B.



Correta: C

Exercício 12: Qual das alternativas apresenta um uso direto da Lei Zero da Termodinâmica?

- a) Uma máquina térmica realiza trabalho a partir do calor Q recebido.
- b) Um termômetro mede a temperatura interna do corpo humano a partir do contato com a pele.
- c) Uma máquina térmica converte toda o calor recebido em trabalho.
- d) Uma geladeira realiza trabalho para esfriar os alimentos.
- e) Uma geladeira converte calor em frio.

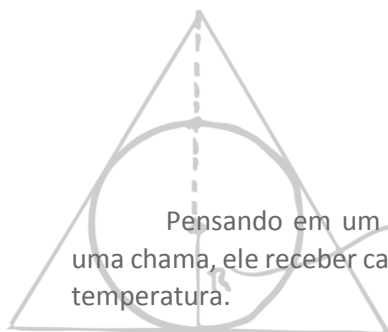
Correta: B

PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

Lembra lá em Mecânica, quando vimos que a energia total era conservada em sistema isolados? Pois então, a Primeira Lei da Termodinâmica trata exatamente disso! A grande diferença é aqui faremos uma análise para sistemas termodinâmicos que podem receber calor e realizar trabalho. Partiremos do princípio de que um sistema não pode criar ou consumir energia, apenas trocar com o meio em que está inserido. Pronto para entender esta Lei? Vamos lá!

A Primeira Lei da Termodinâmica diz que podem acontecer duas coisas quando um sistema recebe uma quantidade de calor (Q). A primeira coisa que pode acontecer é uma variação da energia interna. Lembra com o que a energia interna está diretamente relacionada? Isso aí! Com a temperatura! Então podemos concluir que, se um sistema recebe calor, sua temperatura pode aumentar. A outra coisa que pode acontecer é esse gás realizar trabalho. Lembra com o que o trabalho está relacionado? Com a variação de volume! Então concluímos que, ao receber calor, um gás pode se expandir. As duas coisas juntas podem acontecer também! Assim, a soma dessas duas parcelas é igual ao calor recebido. Isso é descrito matematicamente através da seguinte equação:





$$Q = W + \Delta U$$

Pensando em um exemplo, quando colocamos um recipiente com gás sobre uma chama, ele recebe calor dela e se expande, realizando trabalho e aumentando sua temperatura.

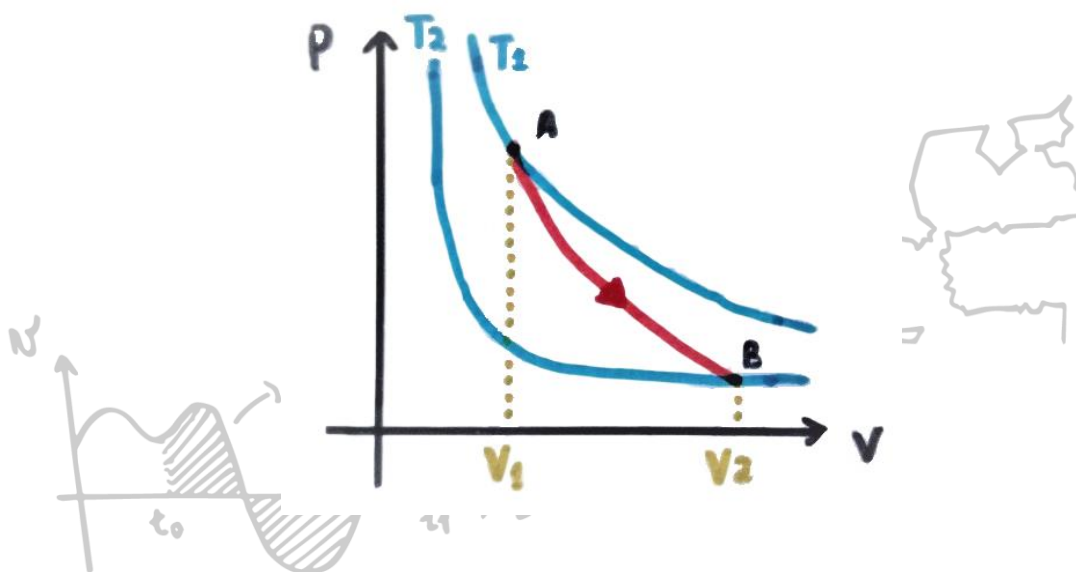
TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA

Este é um tipo de transformação diferente das que vimos anteriormente. Aqui não tratamos uma variável como constante, mas como nula. Fica tranquilo que é fácil. Transformação Adiabática é aquela que acontece sem troca de calor ($Q = 0$).

Mas espera aí, o que acontece se o sistema não recebe calor? Como o calor recebido por este gás é nulo, ele terá que gastar sua energia interna ao se expandir. Matematicamente, isso pode ser escrito como:

$$W = -\Delta U$$

Ou seja, numa transformação adiabática, o gás esfria quando expande e esquenta quando é comprimido. O gráfico dessa transformação também é muito importante e representa exatamente o que foi descrito! Se liga!



Muito interessante! O gráfico da adiabática fica entre duas isotermas.

Vamos colocar isso na prática! Aqui tem um exercício sobre uma transformação adiabática para você testar o que estudou.

Exercício 13: Um gás ideal realiza uma expansão de maneira praticamente instantânea. Dito isso, considere as afirmações a seguir e determine quais estão corretas.

I – Como ocorreu uma expansão, o gás ideal realizou trabalho e, assim, perdeu energia interna;

II – Como ocorreu uma expansão, o gás ideal recebeu calor e, assim, aumentou sua energia interna;

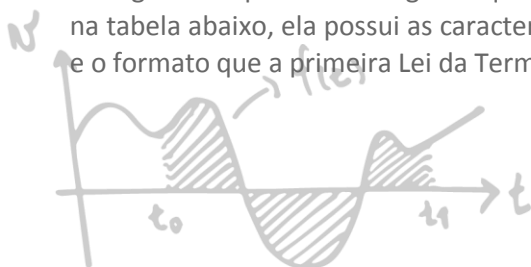
III – Como a transformação foi de maneira praticamente instantânea, não houve variação na energia interna do gás.

- a) I
- b) II
- c) I e II
- d) I e III
- e) II e III

Correta: A

RESUMO DAS TRANSFORMAÇÕES

Tudo certo com as quatro transformações que vimos durante a apostila? Agora que já estudamos a última delas, a transformação adiabática, é fundamental que consigamos separar e distinguir o que cada transformação tem de importante. Se liga na tabela abaixo, ela possui as características mais importantes de cada transformação e o formato que a primeira Lei da Termodinâmica assume em cada caso.



Transformação	Observação	1ª Lei
Isotérmica	$\Delta U = 0$	$Q = W$
Isovolútrica	$W = 0$	$Q = \Delta U$
Isobárica	$ Q > W $	$\Delta U = Q - W$
Adiabática	$Q = 0$	$\Delta U = -W$

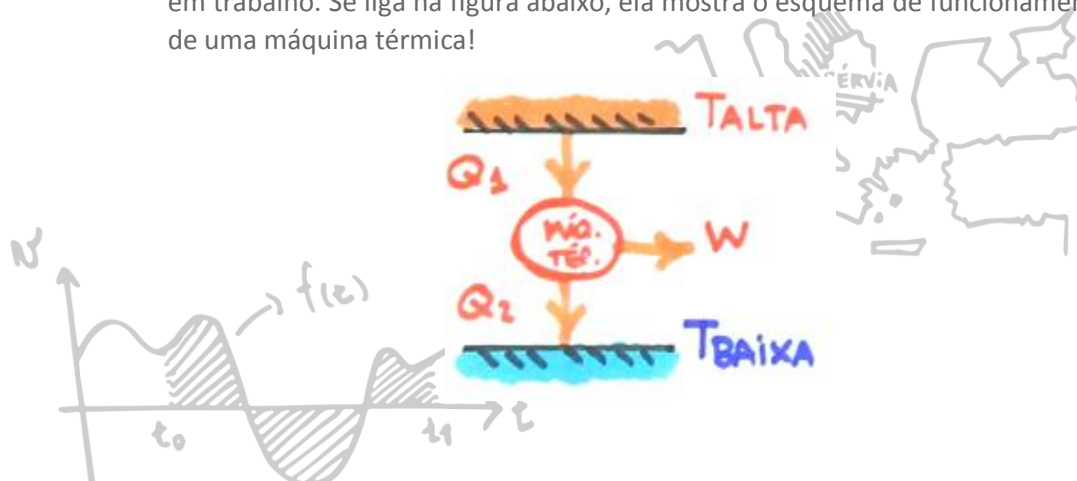
MÁQUINA TÉRMICA

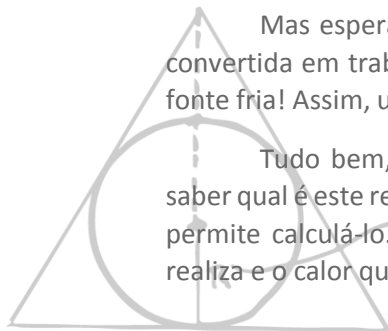
Lembra da geladeira, do ar-condicionado e dos motores dos carros que discutimos no início desta apostila? Pois então, eles são exemplos de máquinas térmicas! Mas espera aí... Você deve estar se perguntando: “afinal o que é uma máquina térmica?”.

Máquina térmica é um dispositivo que recebe calor e o transforma em trabalho! Também podemos dizer que ela transforma a energia interna de um combustível em energia mecânica.

FUNCIONAMENTO DAS MÁQUINAS TÉRMICAS

Basicamente, uma máquina térmica funciona através de dois reservatórios. O calor flui do reservatório onde a temperatura é mais elevada, chamado de fonte quente, para o reservatório onde a temperatura é mais baixa, chamado de fonte fria. Parte do calor que sai da fonte quente é transformado em trabalho. Se liga na figura abaixo, ela mostra o esquema de funcionamento de uma máquina térmica!

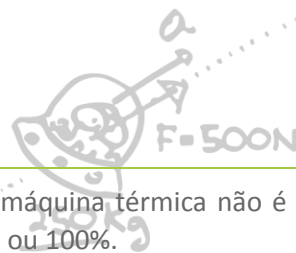




Mas espera aí! Você pode estar pensando: “se uma parte do calor foi convertida em trabalho, para onde foi o resto?”. A outra parte é dissipada na fonte fria! Assim, uma máquina térmica nunca possuirá o rendimento máximo.

Tudo bem, o rendimento não é máximo. Mas então como podemos saber qual é este rendimento? Essa resposta é fácil! Existe uma equação que nos permite calculá-lo. O rendimento é a razão entre o trabalho que a máquina realiza e o calor que entra nela.

$$\eta = \frac{W}{Q_1}$$



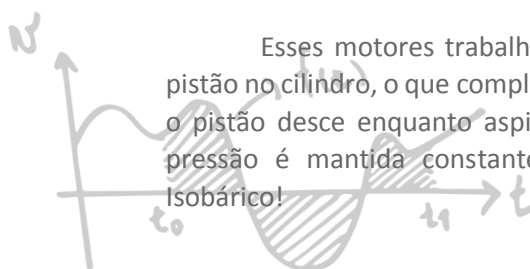
Muito Importante! Como o rendimento de uma máquina térmica não é máximo, ele sempre será um valor menor do que 1 ou 100%.

Mas e na prática? Como funcionam as máquinas térmicas mais comuns em nosso cotidiano? Vamos ver isso agora!

MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

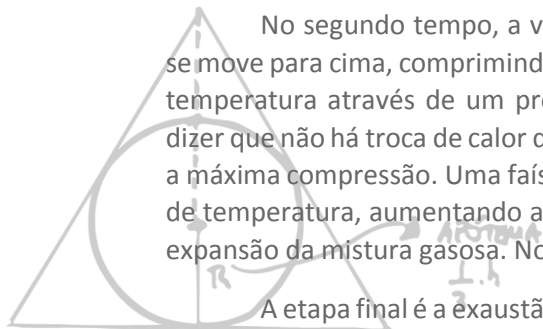
Os motores dos carros são máquinas térmicas! Mas espera aí, você sabia que o primeiros motores foram criados para utilização nas locomotivas? Sim, essa invenção foi muito importante, possibilitou não somente o transporte de cargas, mas também uma significativa diminuição no tempo das viagens de longo percurso. Com o passar do tempo, as locomotivas foram sendo aperfeiçoadas e, em 1924, os seus motores a vapor, de combustão externa, foram substituídos por motor diesel de combustão interna!

E os automóveis, onde entram nisso? Assim como os caminhões e os ônibus, seus motores também funcionam através da queima interna de combustível. E aí, achou interessante? Não terminou ainda. Está preparado para entender o funcionamento deles?



Esses motores trabalham numa sequência de quatro movimentos do pistão no cilindro, o que completa um ciclo. A primeira etapa é a admissão. Nela o pistão desce enquanto aspira uma mistura gasosa de ar e combustível. A pressão é mantida constante. Lembra como se chamava este processo? Isobárico!





No segundo tempo, a válvula de admissão se fecha enquanto o pistão se move para cima, comprimindo a mistura gasosa. Há aumento de pressão e de temperatura através de um processo adiabático. Lembra o que é isso? Quer dizer que não há troca de calor da mistura com o meio! Na próxima etapa ocorre a máxima compressão. Uma faísca provoca uma explosão que causa o aumento de temperatura, aumentando a pressão no interior do cilindro e resultando na expansão da mistura gasosa. Novamente ocorre um processo adiabático.

A etapa final é a exaustão! Após a expansão, a válvula de escape é aberta e o gás que se encontra no interior do cilindro escapa para a atmosfera. O ciclo termina quando o pistão sobe, retomando o volume mínimo e expulsando quase todo o gás restante para a atmosfera.



REFRIGERADOR

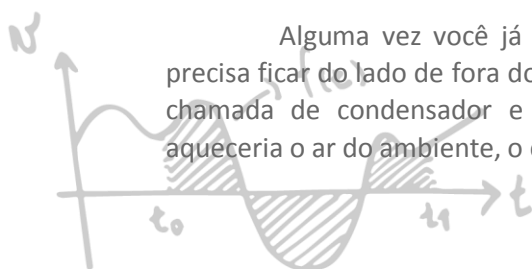
E o refrigerador, como funciona? Ele é uma máquina térmica invertida que também opera em ciclos! Como transfere calor da fonte fria para a fonte quente, é necessário fornecer trabalho para este processo! Mas o que são as fontes da geladeira? De onde vem este trabalho? Vamos explicar isso agora!

A fonte fria é justamente a parte interna, e a fonte quente é o ambiente externo. Já o trabalho é fornecido pelo compressor, que é acionado por um motor elétrico. A troca de calor se dá por convecção!

AR CONDICIONADO

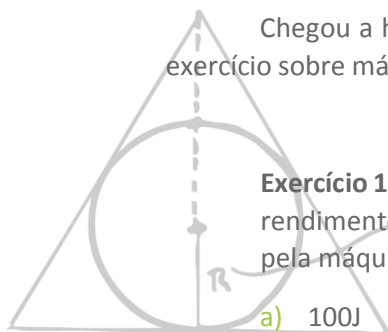
Os aparelhos de ar-condicionado funcionam de uma forma muito parecida com os refrigeradores: eles são considerados máquinas térmicas invertidas, pois transferem calor de uma região fria para uma mais quente.

Esses aparelhos são constituídos por um compressor, um condensador e um evaporador. Neles, o ar do ambiente passa por um filtro, onde o pó e a umidade são retidos. Em seguida, este ar entra em contato com a serpentina, onde é resfriado, retornando ao ambiente através de um ventilador.



Alguma vez você já pensou porque uma parte do ar-condicionado precisa ficar do lado de fora dos ambientes? A resposta é simples! Esta parte é chamada de condensador e aquece muito! Como esse excesso de calor aqueceria o ar do ambiente, o condensador é mantido na parte externa.

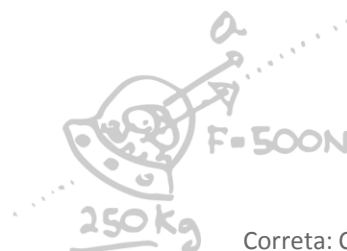




Chegou a hora de colocarmos esses conceitos em prática. Aqui vai um exercício sobre máquinas térmicas!

Exercício 14: Uma máquina térmica realiza um trabalho de 100J com um rendimento de 40%. Determine quantos joules de calor são liberados pela máquina térmica.

- a) 100J
- b) 200J
- c) 150J
- d) 50J
- e) 25J



Correta: C

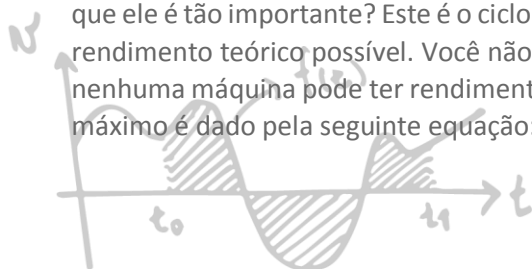
SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

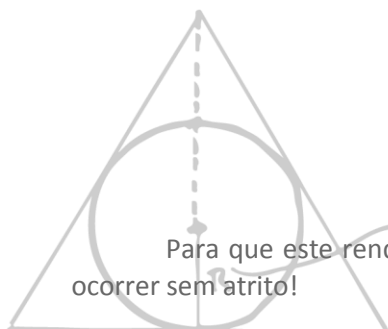
Enquanto a Primeira Lei fala sobre a conversão de uma forma de energia em outra, a Segunda Lei trata das limitações desse processo. É esta a lei que define quais processos podem ou não acontecer.

Esta lei basicamente expressa algo completamente intuitivo! Ela diz que o calor flui de maneira espontânea do corpo quente para o corpo frio. Notaram a palavra espontânea? Isso significa que o calor pode sim passar de um corpo frio para um corpo quente, mas só se for forçado a isso.

CICLO DE CARNOT

Este ciclo termodinâmico é muito importante! Você precisa entendê-lo! Mas por que ele é tão importante? Este é o ciclo que uma máquina deve seguir para ter o máximo rendimento teórico possível. Você não pode esquecer que ele é um ciclo ideal, ou seja, nenhuma máquina pode ter rendimento melhor que o ciclo de Carnot. Este rendimento máximo é dado pela seguinte equação:

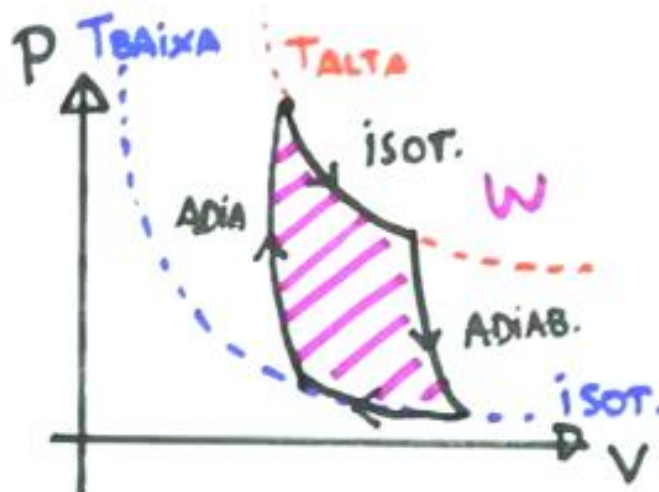




$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Para que este rendimento máximo seja alcançado, todos os processos devem ocorrer sem atrito!

Além disso, é necessário que você saiba reconhecer o gráfico de um ciclo de Carnot. Não se preocupe, ele possui uma característica específica que facilita muito o reconhecimento: é composto por duas adiabáticas entre duas isotermas. Se liga!



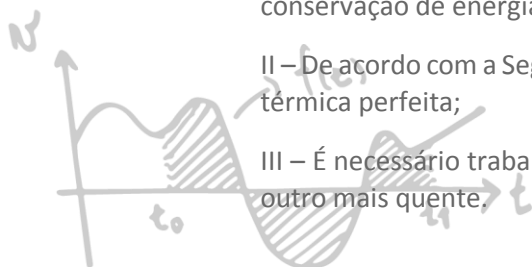
E aí, pronto para praticar o que estudamos? Temos cinco exercícios para você fazer o teste!

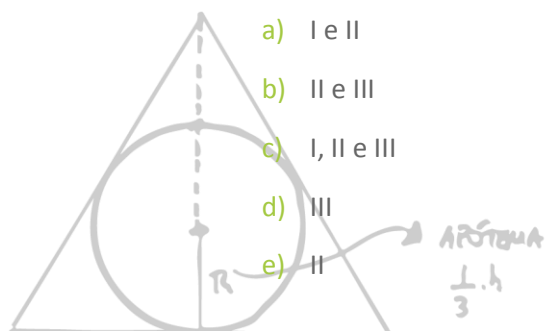
Exercício 15: Determine quais afirmações estão corretas em relação à Segunda Lei da Termodinâmica.

I – A Segunda Lei da Termodinâmica é baseada exclusivamente na conservação de energia;

II – De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, não existe máquina térmica perfeita;

III – É necessário trabalho para passar calor de um corpo mais frio para outro mais quente.





- a) I e II
- b) II e III
- c) I, II e III
- d) III
- e) II

Correta: B

Exercício 16: Dadas as afirmações a seguir, determine quais são referentes à Segunda Lei da Termodinâmica.

I - O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor para um outro corpo de temperatura mais alta.

II - É impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho.

III - Se dois corpos estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro, então estão em equilíbrio térmico entre si.

IV - É possível determinar a temperatura de um corpo A, em equilíbrio térmico com um corpo B, sabendo que o termômetro está em equilíbrio térmico com B.

- a) I e II
- b) III e IV
- c) II e III
- d) I e IV
- e) I, II, III e IV

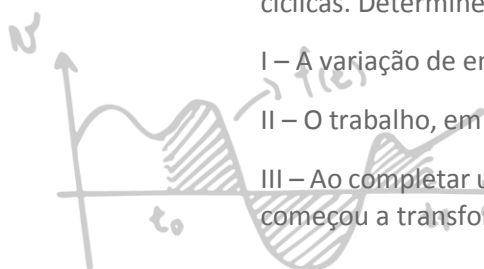
Correta: A

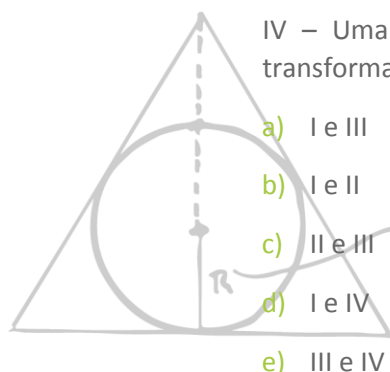
Exercício 17: São feitas algumas afirmações sobre transformações cíclicas. Determine quais estão erradas.

I - A variação de energia interna em uma transformação cíclica é nula.

II - O trabalho, em uma transformação cíclica, é sempre positivo.

III - Ao completar um ciclo, o gás tem a mesma temperatura com a qual começou a transformação.





IV – Uma transformação cíclica é, obrigatoriamente, composta de transformações conhecidas, como adiabática, isocórica, etc;

a) I e III

b) I e II

c) II e III

d) I e IV

e) III e IV

ARISTUA
 $\frac{1}{3} \cdot h$

Correta: A

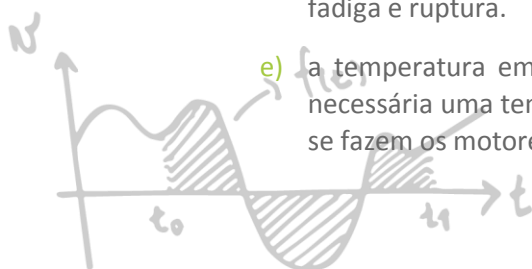
Exercício 18: (ENEM 2012) Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores a combustão e reduzir suas emissões de poluentes é a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma e provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante:

- a) o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- b) um dos princípios da Termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- c) o funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
- d) as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que, com o tempo, levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- e) a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

Correta: B





Exercício 19: (ENEM 2011) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso quer dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes da

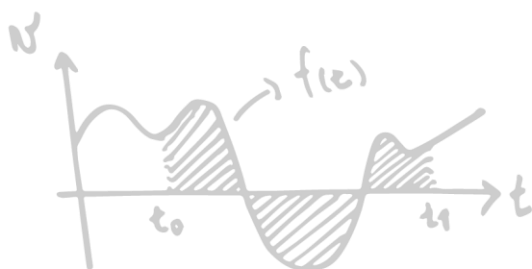
- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

Correta: C

CONCLUSÃO

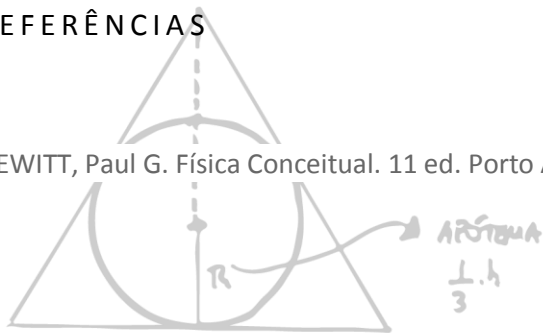
E aí, percebeu como a Termodinâmica explica diversas coisas do nosso cotidiano? Esperamos que sim! Nesta apostila aprendemos vários conceitos bem específicos, e justamente por isso é muito importante que você não deixe de fazer os exercícios e revisar o conteúdo. Só assim você vai mantê-lo na ponta da língua.

Fizemos o estudo completo das aplicações do calor e começaremos a aprender outra parte muito massa da Física em nossa próxima apostila: a Ondulatória! Esperamos vocês lá!



REFERÊNCIAS

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 11 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.



meSalva!

