

Volume 1 • Módulo 4 • Química • Unidade 12

# Termoquímica

*Carmelita Portela Figueiredo, Esteban Lopez Moreno, Heleonora de Paula Belmino, Leonardo Pages Pereira, Marco Antônio Malta Moure, Mauro Braga França, Valéria de Jesus Pereira.*

## Introdução

Caro Professor,

na Unidade 12 do Módulo 4, trabalharemos com conceitos que envolvem o tema Termoquímica, que é fundamental por abordar a troca de energia em todos os fenômenos que conhecemos, físicos ou químicos. Conceitos como o de Entalpia, variações de temperatura que ocorrem nos processos físicos e químicos e a energia envolvida nas reações de combustão serão trabalhados nesta unidade. Avaliaremos graficamente as equações termoquímicas e também o conceito de Energia de Ativação, além de calcular as variações de energias envolvidas nas reações químicas.

O material do aluno está repleto de boas sugestões para serem realizados em sala de aula. Aqui você encontrará outras boas ideias de atividades, para que os alunos tenham a oportunidade de perceber que este tema está profundamente relacionado ao nosso cotidiano, através dos alimentos, dos combustíveis e até mesmo da energia que envolve nossas atividades físicas.

Indicamos, para cada seção, duas propostas de atividades, que nada mais são que um complemento ao já explicitado no material do aluno. Esperamos que você, professor(a), escolha as atividades que estejam mais de acordo com a realidade de sua escola e de sua sala de aula. Em cada uma delas, incentivamos a promoção de uma maior participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Use, ouse, mude e crie atividades novas ou as que aqui sugerimos. E uma boa aula pra você!

## Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Química	1	4	12	3 aulas de 2 tempos

Titulo da unidade	Tema
Termoquímica	Termoquímica
Objetivos da unidade	
Identificar as principais características da reação de combustão, incluindo o conceito de entalpia.	
Calcular o poder calorífico dos combustíveis.	
A partir do conceito de energia de ativação, avaliar graficamente sua variação em reações químicas.	
Identificar o tipo de variação de entalpia presente nas mudanças de estados físicos.	
Reconhecer as mudanças de estado físico das matérias e sua relação com a liberação ou absorção de calor (fenômenos endotérmicos e exotérmicos).	
Seções	Páginas no material do aluno
Seção 1 - A Entalpia de Combustão.	331 a 333
Seção 2 - Cálculo do calor liberado por um combustível.	334 a 339
Seção 3 - A importância da energia de ativação nas reações químicas.	340 a 342
Seção 4 - A variação de entalpia nos fenômenos físicos.	342 a 347
Seção 5 - A entalpia das reações químicas. Aplicação prática da lei de Hess.	348 a 352

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

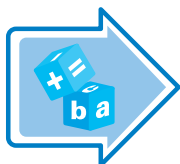
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

## Recursos e ideias para o Professor

### Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



#### **Atividades em grupo ou individuais**

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



#### **Ferramentas**

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.



#### **Avaliação**

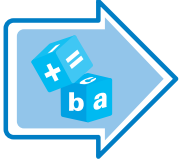
Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.



#### **Exercícios**

Proposições de exercícios complementares


## Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Energia e reações químicas.	Cópia impressa do material para distribuir aos alunos.	A partir da leitura de um texto, a atividade tem por objetivo gerar uma discussão sobre a utilização e a procedência da energia em nosso dia a dia.–	Grupos de três ou quatro alunos.	40 minutos

## Seção 1 – A Entalpia da Combustão

*Páginas no material do aluno*

**331 a 333**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Um exemplo de fuligem	Duas lamparinas, dois pires de fundo branco, 30 mL de gasolina, 30 mL de álcool combustível, uma caixa de fósforos e papel toalha.	Este experimento visa demonstrar a formação da fuligem durante a combustão do álcool e da gasolina. A discussão sobre essas fontes de energia e os problemas decorrentes de suas combustões incompletas tem como objetivo levar os alunos a perceber que estes combustíveis funcionam como agentes poluidores.	Turma toda, pois é uma atividade experimental demonstrativa.	30 minutos.



Luz à moda antiga.	Uma lata de leite em pó ou outro achocolatado em lata com tampa de metal, um prego, um martelo, uma pedra de carbureto de cálcio (encontrada em lojas de material de construção ou em casas de ferragens), água, uma caixa de fósforos e um copo de vidro de geleia.	Esta atividade é um experimento que visa demonstrar a reação de combustão parcial do carbureto de cálcio, indicando a inflamabilidade do gás acetileno produzido.	Atividade envolvendo toda a turma.	30 minutos.
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	-------------

## Seção 2 – Cálculo do calor liberado por um combustível.

Páginas no material do aluno



**334 a 339**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Energia dos átomos de carbono.	Papel milimetrado, lápis e borracha..	Esta atividade visa despertar nos alunos as relações entre a quantidade de matéria envolvida na combustão e sua energia liberada, através da construção de gráficos.	Dividir a turma em duplas.	40 minutos.
	A combustão da vela.	Uma vela, um pires, uma colher grande, um copo grande transparente, água oxigenada, permanganato de potássio, fósforos e lamparina.	Esta atividade visa relacionar a combustão ao seu tempo de ocorrência e também pode ser aproveitada para abordar o assunto: velocidades das reações.	Atividade envolvendo toda a turma.	40 minutos.

### Seção 3 – A importância da energia de ativação nas reações químicas.

Páginas no material do aluno


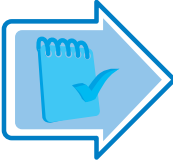
**340 a 342**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A velha vela.	Um copo médio, uma vela, fósforo ou isqueiro, água e um pires.	Esta atividade é um experimento que visa demonstrar os fenômenos ocorridos durante uma reação de combustão e a influência da Energia de Ativação.	Três grupos.	20 a 30 minutos
	O experimento da vela, SEM A VELA!	Um recipiente alto de vidro (pode ser um vidro de azeitonas ou até mesmo um copo), uma vela (ou um bico de Bunsen ou uma lamparina), fósforos, água, um prato maior que a boca do vidro alto e um funil de vidro.	Esta atividade visa mostrar aos alunos que um mesmo experimento (estamos comparando com a sugestão de atividade anterior) pode ser feito de formas diferentes, despertando sempre a curiosidade que trará novas avaliações dos fenômenos envolvidos. A intenção aqui é fazer com que os alunos observem as ocorrências, em seguida argumentem e opinem sobre as possibilidades das ocorrências fenomenológicas dos experimentos.	Aula experimental demonstrativa para a turma toda.	40 minutos.

## Seção 4 – A variação da entalpia nos fenômenos físicos

Páginas no material do aluno

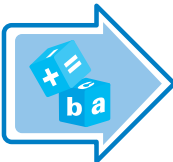
**342 a 347**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Quanto se gasta para quanto se come?	Rótulos de alimentos industrializados, folhas de papel A4, lápis e caneta.	Construir com a turma uma tabela que correlacione a quantidade de energia absorvida durante a ingestão de alguns alimentos e a relação de atividades necessárias, por hora, para liberar estas mesmas energias absorvidas pelo corpo.	Seis grupos	40 minutos.
	PET energia!	40 mL de poli-ol e 40 mL de isocianato, para formar um litro de poliuretano; duas garrafas de PET de dois litros; duas garrafas de PET de meio litro; um suporte universal com garra; cola; tesoura; régua; um palito de churras-co; um pincel de ponta fina para passar a cola; 100 mL de solução de ácido clorídri-co 1,0 mol/L; 100 mL de solução NaOH 1,0 mol/L; e um termôme-tro digital.	Esta atividade visa construir um calorímetro com garrafas PET, para demonstrar aos alunos sua utilização e as variações de entalpia que envolvem as reações.	Atividade com toda a turma.	50 minutos

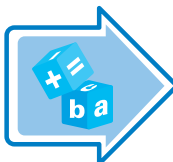
## Seção 5 – A variação da entalpia nos fenômenos físicos

Páginas no material do aluno

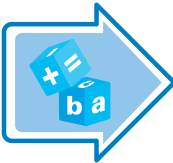
**348 a 352**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Game Hess.	Cópia do material impresso sugerido.	Esta atividade simula um jogo em que os alunos deverão chegar às equações globais a partir das semi reações disponibilizadas por você, professor(a). O objetivo é ampliar o raciocínio dos alunos, facilitando também o processo de ensino e aprendizagem de forma prazerosa e leve.	Cinco grupos.	40 minutos.

## Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Exercícios para avaliação.	Material impresso a ser distribuído aos alunos.	Os alunos deverão realizar os exercícios propostos a fim de que o(a) professor (a) avalie o aprendizado sobre o conteúdo trabalhado.	Individual ou em duplas.	50 minutos

## Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Energia e reações químicas.	Cópia impressa do material para distribuir aos alunos.	A partir da leitura de um texto, a atividade tem por objetivo gerar uma discussão sobre a utilização e a procedência da energia em nosso dia a dia.	Grupos de três ou quatro alunos.	40 minutos

## Aspectos operacionais

Professor(a), distribua cópia do texto “Energia e Reações Químicas” para cada um dos grupos formados, incentive a leitura do texto entre os grupos e, ao final da discussão, em cada um deles, abra um momento para debate com toda a turma, abordando os pontos principais do texto.

## Aspectos pedagógicos

Professor(a), vemos este texto como um “pontapé” inicial para as aulas sobre termoquímica. Ele, se devidamente apresentado aos alunos, desperta a curiosidade para o tema estimulando assim a participação de toda a turma na discussão sobre as energias envolvidas no nosso dia a dia. Primeiramente, sugerimos que você anote no quadro as questões mais interessantes sobre o texto. Seguem algumas sugestões afim de organizar as ideias dos alunos durante a leitura. Ao final, anote os principais apontamentos relatados por eles.

### Sugestões de questões

1. Como você definiria energia? (Professor, observe que esta questão ainda é complexa, mesmo para a Ciência. Vale consultar um texto em: <http://bit.ly/1mheyW4>)
2. Você acha que a energia pode ser perdida ou ganha por um sistema? Por quê?
3. Mencione três atividades do seu dia a dia que envolvam energia.
4. O que você entende por reação de combustão?
5. Por que, nas reações de combustão, há sempre liberação de energia em forma de calor?

6. Cite dois exemplos que ocorrem na cozinha de sua casa que caracterizam reações do tipo endotérmicas e justifique sua escolha.

7. Cite dois exemplos de reações exotérmicas que ocorrem em sua cozinha, justificando sua escolha.

Professor(a), estas são apenas algumas sugestões que podem ser complementadas ou modificadas da forma que você julgar mais conveniente.

Tenha um ótimo trabalho!

Nome da Escola: \_\_\_\_\_

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

## Energia e reações químicas

Há uma lei fundamental do Universo, a lei da conservação de energia, que diz que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Isto quer dizer que, quando nos divertimos andando de montanha russa, transformamos a energia potencial adquirida pelo carrinho ao ser colocado no ponto mais alto do brinquedo, em energia cinética. Essa, por sua vez, é responsável pelo ganho de velocidade que descarrega tanta adrenalina e emoção ao longo das curvas e descidas da montanha russa.

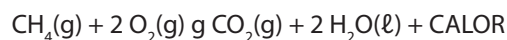
Quando utilizamos um aparelho elétrico, como a torradeira, a televisão, ou mesmo o computador, estamos transformando a energia potencial acumulada na queda d'água de uma usina hidrelétrica em energia elétrica que é transportada até nós, através de fios e condutores. Do mesmo modo, quando utilizamos a torradeira para fazer uma torrada, estamos transformando a energia elétrica da tomada em calor que esquento o pão até o ponto desejado para obter uma torrada crocante. Estes exemplos mostram como diferentes tipos de energia, potencial, cinética, elétrica, calorífica, dentre outras, podem ser transformadas.

Do mesmo modo, quando utilizamos um aparelho de MP3, estamos transformando a energia química contida na pilha em energia elétrica, que faz funcionar os circuitos e os demais componentes eletrônicos do sistema. Um veículo movido à gasolina, álcool ou diesel transforma a energia química, contida nas moléculas desses combustíveis, em calor e energia mecânica, responsáveis pela movimentação do automóvel. Portanto, a geração de energia a partir de compostos químicos é de extrema importância para a sociedade moderna. Sem os combustíveis, não poderíamos nos locomover com eficiência e rapidez; sem as pilhas e baterias, muito das facilidades e conforto da vida moderna, como aparelhos de MP3 e telefone celular, não estariam disponíveis.

Mas como e por que a energia química é convertida em outras formas de energia?

Compostos químicos são formados por átomos que se ligam uns aos outros. É o que chamamos ligação química. De modo bem simples, podemos entender uma reação química como a quebra das ligações entre os átomos dos reagentes e a formação de novas ligações químicas nos átomos que compõem os produtos. Por exemplo, o gás natural utilizado nas indústrias, residências e automóveis é composto basicamente de metano, uma molécula formada por um átomo de carbono e quatro átomos de hidrogênio. No metano, o átomo de carbono realiza quatro ligações, uma com cada átomo de hidrogênio. Ao queimá-lo, ocorre uma reação chamada combustão. Ou seja, o metano reage com

a molécula de oxigênio (O<sub>2</sub>) do ar para produzir dióxido de carbono ou gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e vapor d'água.




Do ponto de vista químico, a combustão do metano envolve a quebra de várias ligações, como as do carbono e do hidrogênio e das ligações na molécula de oxigênio. Formam-se, em seguida, ligações entre o carbono e o oxigênio na molécula de gás carbônico, e ligações entre hidrogênio e oxigênio, gerando a água. Acontece que a energia contida numa ligação química depende, sobretudo, do tipo de átomos envolvidos. Ou seja, as ligações químicas entre os átomos possuem energias diferentes e, dessa forma, reagentes e produtos vão estar em patamares de energia distintos, sendo a diferença, nesse caso, transformada em calor, que usamos para cozinhar, aquecer um ambiente ou mesmo movimentar o automóvel, quando queimamos o gás natural.

Texto Disponível em: <[http://quimica2011.org.br/images/stories/AIQ2011\\_Energia.pdf](http://quimica2011.org.br/images/stories/AIQ2011_Energia.pdf)>. Acesso em 13 de jun. de 2013.

## Seção 1 – A Entalpia da Combustão

Páginas no material do aluno

**331 a 333**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Um exemplo de fuligem.	<i>Duas lamparinas, dois pires de fundo branco, 30 mL de gasolina, 30 mL de álcool combustível, uma caixa de fósforos e papel toalha.</i>	Este experimento visa demonstrar a formação da fuligem durante a combustão do álcool e da gasolina. A discussão sobre essas fontes de energia e os problemas decorrentes de suas combustões incompletas tem como objetivo levar os alunos a perceber que estes combustíveis funcionam como agentes poluidores.	Turma toda, pois é uma atividade experimental demonstrativa.	30 minutos.

## Aspectos operacionais

Professor(a), pegue a lamparina e preencha com aproximadamente dois centímetros de altura de álcool combustível. Não se esqueça de tomar o cuidado de enxugá-la por fora, de forma a evitarmos possíveis acidentes.

Agora, acenda cautelosamente a lamparina já com o álcool e coloque sobre a mesma, a uma distância de aproximadamente 5 cm, o pires branco e segure o pires por aproximadamente uns 10 segundos. Repita o mesmo procedimento, só que desta vez usando a gasolina na outra lamparina (tenha muito cuidado no uso da lamparina com gasolina, ela é mais calórica do que o álcool!)

## Aspectos pedagógicos

Professor(a), depois de mostrar aos alunos o que ocorreu com o pires branco na queima dos dois combustíveis, solicite que escrevam suas próprias observações a respeito dos fenômenos ocorridos e que sugiram explicações para o ocorrido, a partir de suas ideias.

Listamos a seguir, algumas questões que podem ser discutidas com os alunos. Você pode anotá-las no quadro a fim de organizar as ideias para o bate papo com a turma e pedir para que os alunos as copiem no caderno. No momento da discussão, você pode aproveitar para pontuar diversos tópicos da Química e relembrar alguns conceitos, tais como reações químicas e funções inorgânicas.


1. Como se chama o que foi depositado no fundo do pires?
2. Por que um dos combustíveis deixou o pires mais escuro que o outro?
3. E no carro, o que vocês acham que ocorre durante o processo da combustão?
4. Qual seriam as diferenças das “queimas” onde há produção de CO e CO<sub>2</sub>?
5. Quais podem ser as desvantagens de uma combustão incompleta?
6. Existe alguma outra situação, no dia a dia, onde você pode observar a formação de fuligem? Qual?
7. Os carros com o motor desregulado conseguem percorrer a mesma distância que os carros regulados? Considere para isso um mesmo volume de gasolina.
8. Por que, em alguns túneis, encontramos placas escritas com “em caso de congestionamento desligue o motor do veículo”?

Professor(a) tenha um excelente trabalho e uma boa aula!

## Seção 1 – A Entalpia da Combustão

Páginas no material do aluno

**331 a 333**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Luz à moda antiga.	Uma lata de leite em pó ou outro achocolatado em lata com tampa de metal, um prego, um martelo, uma pedra de carbureto de cálcio (encontrada em lojas de material de construção ou em casas de ferreiros), água, uma caixa de fósforos e um copo de vidro de geleia.	Esta atividade é um experimento que visa demonstrar a reação de combustão parcial do carbureto de cálcio, indicando a inflamabilidade do gás acetileno produzido.	Atividade envolvendo toda a turma.	30 minutos.

### Aspectos operacionais

Professor(a), esta atividade deve ser apresentada à turma, não sendo aconselhável que os alunos coloquem a “mão na massa”, devendo ser apenas uma prática demonstrativa. No máximo, chame um ou dois alunos para auxiliarem você na atividade!

Usando o prego, faça um furo na tampa da lata. Coloque o copo com água dentro da lata, fechando-a com a tampa e adicione, pelo furo feito na tampa, uma pequena pedra de carbureto. Imediatamente tampe o furo, pode ser com qualquer objeto, inclusive o dedo, e espere a efervescência acontecer. Com MUITO CUIDADO, aproxime do furo da tampa um palito de fósforos aceso e solicite aos alunos que observem o ocorrido.

### Aspectos pedagógicos

Professor(a), inicie a apresentação do experimento pontuando que o uso do carbureto é uma grande fonte geradora de energia e em algumas regiões de mineração ainda é usado em lanternas de carbureto, que é um meio de iluminação prático e barato.

Professor(a), revele aos alunos que o carbureto, ao reagir com a água, forma acetileno (segundo reação a se-

guir), que é inflamável e reage com o oxigênio do ar, realizando a reação de combustão, que neste caso é incompleta, e por isso forma a fuligem que poderá ser perfeitamente observada.




Pode-se lembrar também, que a energia liberada na reação exotérmica se apresentará sob a forma de calor e luz.

Esperamos que a curiosidade do aluno seja despertada pela luminosidade emitida e que sua aula seja um sucesso. Bom trabalho!

## Seção 2 – Cálculo do calor liberado por um combustível.

Páginas no material do aluno

**334 a 339**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Energia dos átomos de carbono.	Papel milimetrado, lápis e borracha..	Esta atividade visa despertar nos alunos as relações entre a quantidade de matéria envolvida na combustão e sua energia liberada, através da construção de gráficos.	Dividir a turma em duplas.	40 minutos.

## Aspectos operacionais

Professor(a), faça uma pesquisa prévia sobre os valores de energia de combustão de algumas substâncias orgânicas, anotando estes valores no quadro para que toda a turma possa copiá-los. Solicite aos alunos que façam um gráfico onde o eixo X represente a substância a ser utilizada, e o eixo Y, a energia envolvida por mol de cada uma dessas substâncias. Você pode usar papel milimetrado e distribuí-lo a cada um dos grupos.

## Aspectos pedagógicos


Professor(a), procure utilizar os valores da energia de combustão por mol, de substâncias orgânicas fáceis de serem visualizadas, pelos alunos, em suas proporções em mols de átomos de carbono, tais como:  $\text{CH}_4$  (890 KJ/mol),  $\text{C}_2\text{H}_6$  (927 KJ/mol),  $\text{C}_3\text{H}_8$  (2220 KJ/mol),  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  (5430 KJ/mol), etc. Ao orientar os alunos sobre a construção do gráfico, solicite que os mesmos o façam relacionando a quantidade de carbonos na molécula com a energia liberada na quei-

ma da substância. Quando os alunos terminarem a construção do gráfico, observe a tendência de curva do mesmo, discutindo os resultados com os alunos. Esta discussão pode ser explorada em alguns aspectos, tais como: a construção dos eixos das ordenadas e das abscissas, e qual a relação que estas estabelecem entre si. É interessante notar que os alunos não estão acostumados com formatos gráficos e apresentam bastante dificuldade em correlacioná-los, mesmo que o tópico já tenha sido muito trabalhado por nossos colegas da Matemática. Por isso achamos a atividade enriquecedora, pois familiariza nossos alunos com mais esta competência.

## Seção 2 – Cálculo do calor liberado por um combustível.

*Páginas no material do aluno*

**334 a 339**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A combustão da vela.	Uma vela, um pires, uma colher grande, um copo grande transparente, água oxigenada, permanganato de potássio, fósforos e lamparina.	Esta atividade visa relacionar a combustão ao seu tempo de ocorrência e também pode ser aproveitada para abordar o assunto: velocidades das reações.	Atividade envolvendo toda a turma.	40 minutos.

## Aspectos operacionais

Professor(a), separe um pequeno pedaço da vela (parafina) e coloque-o na colher, depois aproxime a colher da lamparina acesa, apresentando aos alunos a combustão da parafina.

Posteriormente fixe a vela em um pires e após acendê-la, tampe-a com um copo e sugira aos alunos que anotem o tempo que a vela demora para apagar.

Depois da vela apagada, acrescente um pouco de peróxido de hidrogênio no pires e acenda novamente a vela, acrescente uma pitada de permanganato de potássio na água oxigenada e tampe o sistema com um copo. Solicite aos alunos que anotem o tempo que a vela demorou para apagar.

## Aspectos pedagógicos


Professor(a), sugerimos que antes de iniciar o experimento, seja lembrado aos alunos os conceitos de com-

bustível e comburente. Solicite aos alunos que, a cada etapa das práticas demonstradas, façam as anotações do que observaram e acreditam ter acontecido. Peça que anotem TUDO o que considerarem nos experimentos, pois os detalhes podem ser importantes para a compreensão dos conceitos e também podem funcionar como “gancho” para que você possa trabalhar ou relembrar outros conteúdos da Química.

### Seção 3 – A importância da energia de ativação nas reações químicas.

Páginas no material do aluno

**340 a 342**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A velha vela.	Um copo médio, uma vela, fósforo ou isqueiro, água e um pires.	Esta atividade é um experimento que visa demonstrar os fenômenos ocorridos durante uma reação de combustão e a influência da Energia de Ativação.	Três grupos.	20 a 30 minutos

## Aspectos operacionais

Professor, nós sugerimos que o experimento seja feito por cada um dos grupos, mas você deve avaliar, diante de sua realidade, qual a melhor opção. Ou seja, cada grupo faz o experimento e depois responde às questões ou um único experimento é realizado para a turma toda e, em seguida, você dividirá a turma em três grupos para que cada um tente responder às perguntas utilizando-se dos conhecimentos que já possuem de Química.

### O experimento

Fixe uma vela acesa em um pires e encha o mesmo com água. Emboque um copo sobre a vela pedindo para que os alunos observem e anotem todas as ocorrências. Anote as seguintes perguntas no quadro:

1. O que aconteceu com a cera da vela
2. O que aconteceu com o ar do recipiente?
3. Do que era feita a chama da vela?

4. Por que a vela apaga?
5. Por que, ao apagar a vela, o nível de água sobe dentro do copo?


## Aspectos pedagógicos

Professor(a), certamente aparecerão termos como “o líquido ocupou o lugar do ar”, “a cera parou de derreter”, “energia em forma de calor” ou ainda “energia em forma de luz”, entre outras. Caberá a você separá-las no quadro e tentar passar aos alunos conceitos mais detalhados no que se refere aos aspectos químicos. Apoiamos a ideia de pontuar principalmente a relação da Energia de Ativação envolvida no sistema, podendo até utilizar outros materiais, como folhas de papel e etc, para demonstrar a queima e até mesmo pontuar conceitos sobre a velocidade das reações.

### Seção 3 – A importância da energia de ativação nas reações químicas.

*Páginas no material do aluno*

**340 a 342**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O experimento da vela, SEM A VELA!	Um recipiente alto de vidro (pode ser um vidro de azeitonas ou até mesmo um copo), uma vela (ou um bico de Bunsen ou uma lamparina), fósforos, água, um prato maior que a boca do vidro alto e um funil de vidro.	Esta atividade visa mostrar aos alunos que um mesmo experimento (estamos comparando com a sugestão de atividade anterior) pode ser feito de formas diferentes, despertando sempre a curiosidade que trará novas avaliações dos fenômenos envolvidos. A intenção aqui é fazer com que os alunos observem as ocorrências, em seguida argumentem e opinem sobre as possibilidades das ocorrências fenomenológicas dos experimentos.	Aula experimental demonstrativa para a turma toda.	40 minutos.

## Aspectos operacionais

Professor(a), aqueça a parte superior do recipiente alto de vidro, com a chama da vela (também pode ser com

o Bico de Bunsen ou uma lamparina), até que a água condensada nas paredes evapore e então emborquese o recipiente sobre um prato com água (lembre-se de que a maioria dos vidros de conserva não suporta o contato direto com a chama, por isso o aquecimento deve ser feito a distância). Com o passar do tempo, os alunos observarão o deslocamento da água para dentro do copo.

Repita os mesmos procedimentos anteriores, só que substituindo o recipiente de vidro por um funil.

Após as trocas de informação que surgirão durante a aula, sugerimos que você solicite aos alunos que produzam um texto, individual ou em grupo, que sintetize suas justificativas para a extinção da chama quando a vela é tapada pelo frasco de vidro.

---

## Aspectos pedagógicos

Quando os alunos observarem o deslocamento da água para dentro do copo, naturalmente irão constatar a inexistência da chama. Lembrem-se de que eles já praticaram esta atividade com a presença da vela anteriormente (se não a fizeram, sugerimos que a utilize neste momento), assim eles questionarão o deslocamento da água sem a presença da chama e, então, deverá ser explicado ao grupo que a entrada de água no recipiente ocorre pela contração do volume do ar, resfriado pelo contato com o vidro.

Ao substituir o copo pelo funil pode-se trabalhar as ideias prévias dos alunos, abrindo-se questionamentos do tipo: se o recipiente estiver aberto, a vela se apagará? Por que a chama da vela é amarela? O que é fuligem? Estas questões são apenas para despertar a curiosidade dos alunos abrindo outras lacunas de entendimento do fenômeno. Isso permitirá uma continuidade de diálogo entre você e a turma, culminando com as informações sobre as reações de combustão.

Quando os alunos forem construir o texto, aproveite para instigar e fazê-los pensar mais sobre o tema, como por exemplo: E se o mesmo experimento fosse realizado com três velas acesas? Assim, você poderá perceber o conhecimento dos estudantes que poderão ser mais superficiais (as três velas apagarão quando acabar o oxigênio) ou mais complexos (as velas se apagarão porque necessitam do oxigênio; a energia liberada em forma de calor pela reação é absorvida pelas paredes do recipiente, o que diminui a energia no sistema, chegando a um determinado nível que a energia de ativação, para manter a chama acesa, não é alcançada e a chama apaga).

O principal aspecto é aprender que a água não entra no copo quando a vela apaga simplesmente porque o oxigênio é consumido e a água ocupa o espaço deixado. Durante a combustão, ocorre aumento de temperatura, o que leva ao rápido escape de gases. Depois, ocorre o resfriamento e contração do volume. Uma parte do oxigênio é de fato consumida, transforma-se em gás carbônico, água e energia, na forma de calor e luz. Porém ainda há oxigênio dentro do copo! No caso do funil, não há interrupção completa do fornecimento do oxigênio.

Vale consultar o artigo que consta em:

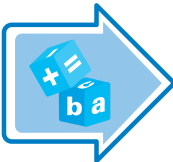
<http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc12/v12a10.pdf>

Boa aula, professor(a), e bom encantamento aos olhos dos alunos!

## Seção 4 – A variação de entalpia nos fenômenos físicos.

Páginas no material do aluno

**342 a 347**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Quanto se gasta para quanto se come?	Rótulos de alimentos industrializados, folhas de papel A4, lápis e caneta.	Construir com a turma uma tabela que correlacione a quantidade de energia absorvida durante a ingestão de alguns alimentos e a relação de atividades necessárias, por hora, para liberar estas mesmas energias absorvidas pelo corpo.	Seis grupos.	40 minutos.

## Aspectos operacionais

Professor(a), solicite, com uma semana de antecedência, que os alunos da turma tragam, em um dia a ser agendado, rótulos de alimentos que eles costumam consumir em casa. É importante que sejam alimentos por eles consumidos, ok?

Tendo por base a tabela de orientação que oferecemos a seguir (relação das atividades com calorias perdidas por hora), solicite a cada um dos seis grupos que preencha a terceira coluna da tabela com a quantidade de cada um dos alimentos que ingerem, e qual a necessidade de horas para queimar essas mesmas calorias dependendo da atividade (dormir, assistir TV). Nesse momento, será necessário que os alunos façam a relação, por regra de três, da quantidade de alimento que ingerem pela quantidade de calorias de cada porção no rótulo do alimento e, certamente, eles necessitarão da sua ajuda para isso.

Atividade	Calorias/hora	Calorias/gramas de alimento	Necessidade de horas da atividade para a queima do que foi ingerido
Dormir	65		
Usar o computador	100		
Tomar banho ou cozinhar	122		
Dirigir o carro	130		
Fazer compras no mercado	245		
Dançar em uma festa animada	300		

---

## Aspectos pedagógicos

Professor(a), você pode conduzir esta aula lembrando aos alunos que o excesso de peso da sociedade moderna está diretamente relacionado ao consumo abusivo de alimentos calóricos, que contêm grande quantidade de energia, aliado à falta de “queima” destas calorias ingeridas. Alerta-os para que a prática regular de exercícios físicos traz vários benefícios para a saúde, não só pela possibilidade de se alcançar um corpo mais vistoso, mas pela possibilidade de evitar o desenvolvimento de várias doenças, tais como: diabetes, obesidade mórbida, hipertensão arterial, entre tantas outras que, quando minimizadas, resultam em uma qualidade de vida melhor.

Tendo por base esta qualidade de vida, podemos utilizar a calorimetria (medida de quantidade de calor liberada ou absorvida durante um fenômeno) como ponto de estudo, afim de que nossos alunos possam fazer uso da mesma no seu dia a dia.

Você pode aproveitar para lembrar os conceitos matemáticos das proporções e também mostrar aos alunos que, se em atividades onde se consome tão pouca energia (atividades contidas na tabela), consegue-se a queima das calorias fornecidas pelos alimentos, imagine se eles (e nós é claro) disponibilizássem, ao menos, trinta minutos do dia para atividades mais dinâmicas!


Aqui, professor(a), você poderá mostrar à turma a relação de que andar a uma velocidade moderada gasta em média 200 cal/hora e que ao correr, o consumo é de 570 cal/hora, logo, andar meia hora diariamente certamente deixa as pessoas mais saudáveis.

Tenha uma ótima aula!

## Seção 4 – A variação de entalpia nos fenômenos físicos.

Páginas no material do aluno

**342 a 347**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	PET energia!	40 mL de poliol e 40 mL de isocianato, para formar um litro de poliuretano; duas garrafas de PET de dois litros; duas garrafas de PET de meio litro; um suporte universal com garra; cola; tesoura; régua; um palito de churrasco; um pincel de ponta fina para passar a cola; 100 mL de solução de ácido clorídrico 1,0 mol/L; 100 mL de solução NaOH 1,0 mol/L; e um termômetro digital.	Esta atividade visa construir um calorímetro com garrafas PET, para demonstrar aos alunos sua utilização e as variações de entalpia que envolvem as reações.	Atividade com toda a turma.	50 minutos

### Aspectos operacionais

Professor(a), faça um corte transversal a uma distância de aproximadamente 10 cm da tampade uma garrafa PET de 2 L e coloque, dentro da mesma, uma garrafa de 500 mL previamente cortada da mesma forma. Centre a garrafa menor dentro da maior, deixando aproximadamente dois centímetros entre as bases da garrafa para que a espuma (resultante da mistura do poliol com o isocianato) preencha o espaço vazio. Você poderá usar para este procedimento, o suporte universal com garra, prendendo a garrafa menor na garra do suporte ou, caso não haja disponibilidade deste material, peça a um dos alunos para que a segure com bastante firmeza de forma a mantê-la com os dois centímetros de distância. Coloque água dentro da garrafa menor para que ela fique mais pesada e não se desloque

quando a espuma crescer em volta dela.

Faça uma mistura de 20 mL de polioliol e de 20 mL de isocianato, despejando-a entre a garrafa de 500 mL e a de dois litros, afim de que a espuma formada ocupe o espaço vazio entre as garrafas. Espere, aproximadamente, cinco minutos e depois corte a parte superior das duas garrafas de forma que não sobre nenhuma aba das garrafas nem da espuma formada.

Usando a segunda garrafa de PET de 2 L, prepare a tampa do calorímetro, cortando a parte superior desta garrafa tal como foi feito na garrafa anterior. Faça uma nova mistura de 20 mL de polioliol e 20 mL de isocianato, despejando-a no fundo da garrafa e esperando que a mesma endureça. Corte agora a base da garrafa que contém a espuma e faça um disco de, aproximadamente, 4 cm de altura. Usando a segunda garrafa de 500 mL, corte a parte superior dela e encoste o gargalo na espuma do disco produzido anteriormente, fazendo uma leve pressão, até que o gargalo entre 1,5 cm dentro da espuma. Tenha o cuidado de fazer isso o mais centrado possível. Meça 1,5 cm na parte externa do que será a tampa, e corte a parte marcada sem tirar a garrafa da espuma. Feito isso, retire a garrafa da espuma e você terá a tampa (a ideia é fazer um molde de espuma com o gargalo).

Com a tampa já cortada, introduza o palito de churrasco no centro da espuma até que atravesse-a totalmente. Por fim, passe cola branca sobre a espuma para evitar que ela se esfarele. Agora, seu calorímetro está pronto para ser usado! Sabemos que deu um certo trabalho, mas fazer isso tudo na presença dos alunos tornará tudo mais estimulante e sempre há um aluno que gosta de participar desses processos.

---

## Aspectos pedagógicos

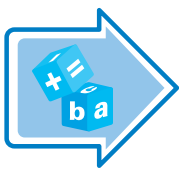
Professor(a), após ter despertado a curiosidade dos alunos com a formação da espuma, meça 100 mL de solução de ácido clorídrico 1,0 mol/L e 100 mL de solução NaOH 1,0 mol/L. Simultaneamente, despeje as duas soluções dentro do calorímetro, tampe-o rapidamente e introduza o termometro digital. Meça a variação de temperatura e trate os dados para calcular o calor da reação.

Aproveite este experimento para explicar aos alunos que se pode, com o calorímetro, determinar a variação de entalpia de várias outras reações. Esclareça que o calorímetro é um aparelho utilizado na medição da variação de energia em reações químicas, mudanças de estado e outras transformações que envolvam variação de temperatura; e que a espuma se torna um bom isolante térmico, dificultando a troca de calor com o ambiente, formando uma espécie de garrafa térmica. Incentive-os com perguntas. Nesta aula, há muito a ser explorado e aproveitado pelos alunos. Tenha um bom trabalho!

## Seção 5 – A entalpia das reações químicas. Aplicação prática da lei de Hess.

Páginas no material do aluno

348 a 352

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Game Hess.	Cópia do material impresso sugerido.	Esta atividade simula um jogo em que os alunos deverão chegar às equações globais a partir das semi reações disponibilizadas por você, professor(a). O objetivo é ampliar o raciocínio dos alunos, facilitando também o processo de ensino e aprendizagem de forma prazerosa e leve.	Cinco grupos.	40 minutos.

### Aspectos operacionais

Professor(a), copie as cinco equações da Lei de Hess (disponibilizadas mais à frente) em uma folha de papel e tire cinco cópias, ou seja, serão cinco folhas de papel, cada uma com as cinco equações. Em seguida, corte as semi-reações de cada equação, formando tiras, e distribua os cortes de cada folha por cada um dos cinco grupos. Ou seja, cada grupo terá as tiras das semi-reações das cinco reações globais iniciais. O objetivo desta fase do jogo é que cada grupo consiga agrupar cada uma das semi-reações, associando-as a cada uma das equações globais.

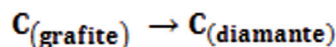
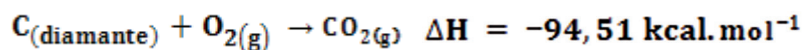
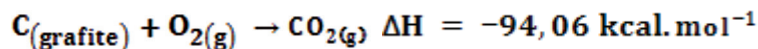
Caso você perceba que a turma está em um estágio avançado onde já possa ser aplicada a Lei de Hess, caberá a segunda fase do jogo, em que o objetivo agora é que os alunos adaptem as reações às necessidades da equação global e apliquem a lei de Hess. Seria interessante levar, caso seja viável, um saco de jujubas para distribuir um bocado destas a cada grupo que completar uma das fases. Isso torna a atividade mais dinâmica e saborosa, dando gosto e sabor à Química.

Sugerimos que, embora haja uma disputa por um grupo vencedor, todos os alunos ganhem as jujubas ou o reconhecimento pelos acertos. Pense nisso!

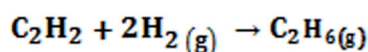
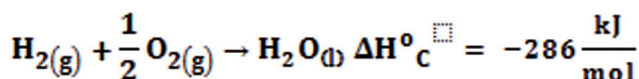
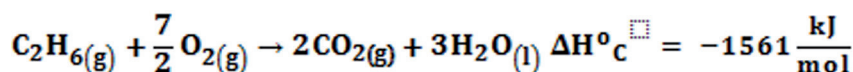
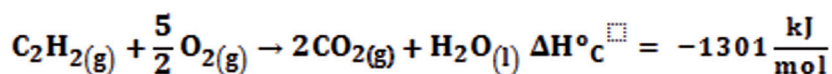
### Aspectos pedagógicos

Professor(a), após trabalhar em aula expositiva os conceitos sobre a Lei de Hess cabe a aplicação de uma atividade lúdica de forma que os alunos aprendam brincando, aliando o saber à diversão.

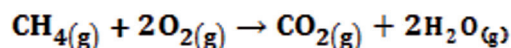
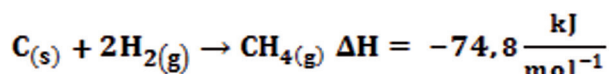
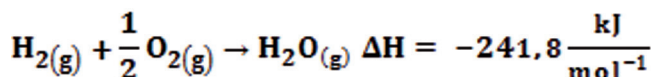
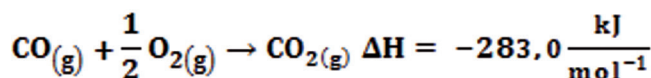
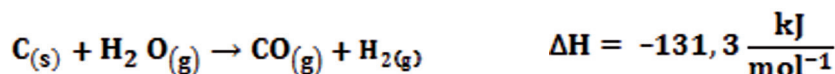
**Sugestão de cinco reações para serem copiadas e distribuídas aos grupos de alunos.**



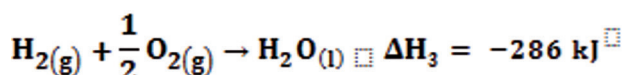
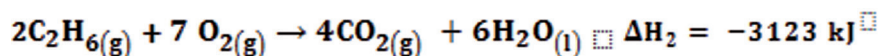
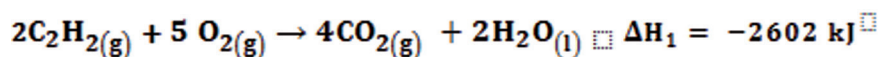
.....

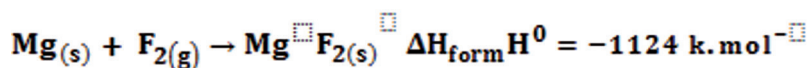
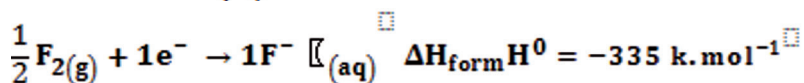
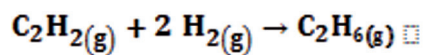


.....



.....






$$\Delta H_{\text{total}} = (+467 + 2(+335) - 1124 \text{ kJ}) = +13 \text{ kJ}$$

### Seção 5 – A entalpia das reações químicas. Aplicação prática da lei de Hess.

Páginas no material do aluno

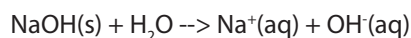
348 a 352

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Determinando calores pela Lei de Hess.	Três vidros médios, uma proveta graduada de 50 mL, um termômetro, uma espátula, um vidro de relógio, 100 mL de ácido clorídrico 1 mol/L e 10 g de hidróxido de sódio sólido e uma balança digital.	Este experimento visa determinar a entalpia de algumas reações, aplicando aos resultados obtidos da Lei de Hess.	A atividade envolverá toda a turma. a	40 minutos

## Aspectos Operacionais

Professor(a), este experimento será dividido em três etapas.

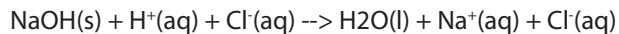
**1ª etapa: Hidróxido de sódio sólido dissolvendo-se em água, formando solução aquosa de íons.**



Coloque dentro do primeiro vidro 100 mL de água e anote a temperatura da mesma. Pese, utilizando o vidro de relógio, aproximadamente 4 g de NaOH e transfira-o para o vidro que já contém os 100 mL de água. Agite o vidro cuidadosamente com o termômetro, anote a temperatura da solução e guarde-a para a terceira etapa.

$$\Delta H_1 = -X \text{ calorias}$$

**2ª etapa: Hidróxido de sódio sólido reagindo com solução de ácido clorídrico, formando água e solução aquosa de cloreto de sódio. Aspectos pedagógicos**



Em um segundo vidro, coloque 100 mL de HCl 1,0 mol/L. Meça a temperatura da solução e anote-a. Pese, utilizando o vidro de relógio, 4 g de NaOH e o transfira para o vidro que contém o HCl. Agite cuidadosamente com o termômetro e anote a temperatura obtida na solução.

$$\Delta H_2 = -Y \text{ calorias}$$

**3ª etapa: Solução aquosa de hidróxido de sódio reagindo com solução de ácido clorídrico, formando água e solução aquosa de cloreto de sódio.**



Em um terceiro vidro, coloque 50 mL da solução da 1ª etapa. Meça a temperatura e anote-a. Adicione a esta solução, 50 mL do HCl preparado na 2ª etapa, agite cuidadosamente a mistura e anote a temperatura final.

$$\Delta H_3 = -Z \text{ calorias}$$

---

## Aspectos Pedagógicos


Professor(a), você vai usar um frasco de vidro que servirá como recipiente para a reação e como calorímetro simples para medir o calor envolvido nas reações. Pode, portanto, ser utilizado um frasco aberto e não isolado, como calorímetro. Sugerimos que você pontue com os alunos que o ideal seria utilizar um frasco de reação isolado termicamente do meio externo (frasco Dewar ou garrafa térmica). No entanto, como a medida ocorre em um intervalo de tempo muito curto, pode-se considerar que não ocorrem perdas significativas de calor para o meio externo.

Aproveite também para comentar com os grupos que o calor envolvido irá modificar a temperatura da solução e do frasco, considerando que são desprezíveis as perdas de calor para o ambiente.

Compare em cada um dos grupos, os valores de  $\Delta H_2$  com  $(\Delta H_1 + \Delta H_3)$  e procure explicar o que ocorre em todo o sistema, de forma bem simplificada, a fim de que os alunos tenham uma compreensão do ocorrido sem se preocuparem muito com os detalhes, mas que percebam a diferença de calor envolvida entre os três sistemas apresentados.

Tenha um excelente trabalho!

## Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Exercícios para avaliação.	Material impresso a ser distribuído aos alunos.	Os alunos deverão realizar os exercícios propostos a fim de que o(a) professor(a) avalie o aprendizado sobre o conteúdo trabalhado.	Individual ou em duplas.	50 minutos

## Aspectos operacionais

Professor(a), distribua o material copiado para os alunos e proponha como atividade individual ou em dupla.  
Texto:

## Aspectos pedagógicos

Cabe, neste momento, a sugestão de que esta atividade seja feita com consulta, visto a dificuldade que a termoquímica pode apresentar aos alunos, principalmente no que se refere à utilização das ferramentas da Matemática. Mas, sabemos que isso depende de cada turma, então você, professor(a), será o sujeito que irá mensurar esta necessidade. Se você achar que deve solicitar a consulta ao material utilize-se disso, caso contrário que seja sem consultas. Mãos à obra!

### Atividades Avaliativas

Nome da Escola: \_\_\_\_\_

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

1. Diariamente podemos observar que reações químicas e fenômenos físicos implicam em variações de energia. Analise cada um dos seguintes processos, sob pressão atmosférica.

I. A combustão completa do metano  $\text{CH}_4$  produzindo  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

II. O derretimento de um iceberg.

III. O impacto de um tijolo no solo ao cair de uma altura  $h$ .

Em relação aos processos analisados, pode-se afirmar que:

(A) I é exotérmico, II e III são endotérmicos.

(B) I e III são exotérmicos e II é endotérmico.

(C) I e II são exotérmicos e III é endotérmico.

(D) I, II e III são exotérmicos.

(E) I, II e III são endotérmicos.

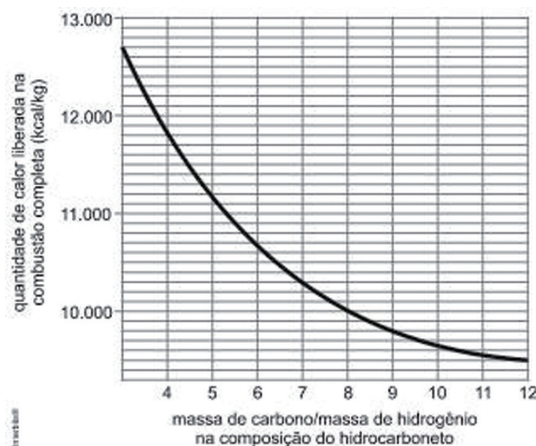
Resposta: B

I. Combustão completa do metano:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{calor}$  processo exotérmico.

II. O derretimento de um iceberg:  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})} + \text{calor} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$  processo endotérmico.

III. Parte da energia cinética é transformada em calor, portanto, processo exotérmico.

2. A partir de considerações teóricas, foi feita uma estimativa do poder calorífico (isto é, da quantidade de calor liberada na combustão completa de 1 kg de combustível) de grande número de hidrocarbonetos. Dessa maneira, foi obtido o seguinte gráfico de valores teóricos:



Com base no gráfico, um hidrocarboneto que libera 10.700 kcal/kg em sua combustão completa pode ser representado pela fórmula

Dados: Massas molares (g/mol),  $\text{C}=12$  ;  $\text{H}=1$ .

(A) CH<sub>4</sub>

(B) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

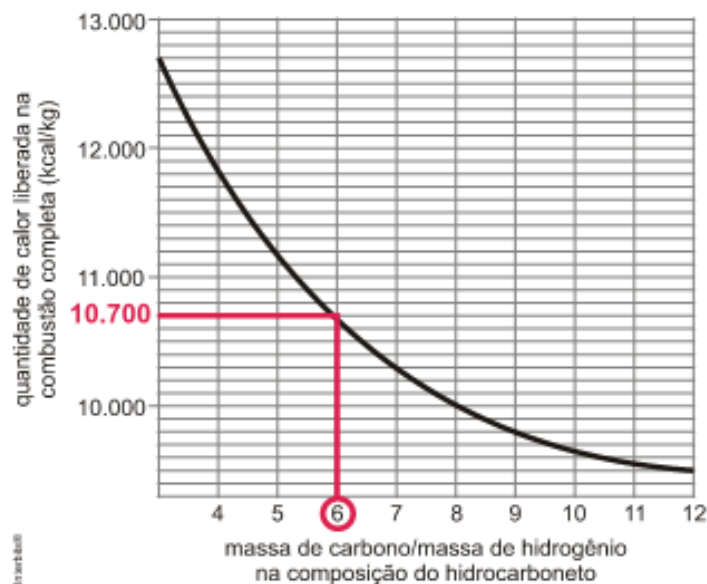
(C) C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

(D) C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>

(E) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Resposta: B

Com base no gráfico, para um hidrocarboneto que libera 10.700 kcal/kg, teremos:



$$\frac{\text{massa de carbono}}{\text{massa de hidrogênio}} = 6$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M, \text{ então:}$$

$$\frac{n_{\text{carbono}} \times M_{\text{carbono}}}{n_{\text{hidrogênio}} \times M_{\text{hidrogênio}}} = 6$$

$$\frac{n_{\text{carbono}} \times 12 \text{ g/mol}}{n_{\text{hidrogênio}} \times 1 \text{ g/mol}} = 6 \Rightarrow \frac{n_{\text{carbono}}}{n_{\text{hidrogênio}}} = \frac{6}{12} \Rightarrow \frac{n_{\text{hidrogênio}}}{n_{\text{carbono}}} = \frac{12}{6} = 2$$

$$n_{\text{hidrogênio}} = 2 \times n_{\text{carbono}} \Rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$$

3. Em relação à termoquímica de processos físicos e químicos, é **CORRETO** afirmar que:

- (A) a dissolução de ácidos fortes em água absorve calor;
- (B) a dissociação da molécula de nitrogênio em átomos libera energia;
- (C) a queima da gasolina é um processo endotérmico;
- (D) a condensação de vapor de água é um processo exotérmico.

Resposta: D

A condensação de vapor de água é um processo exotérmico:  $\text{H}_2\text{O}_{(v)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{calor}$ .

#### Texto para a próxima questão

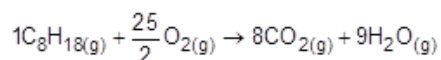
*Apesar de todos os esforços para se encontrar fontes alternativas de energia, estima-se que, em 2030, os combustíveis fósseis representarão cerca de 80% de toda a energia utilizada. Alguns combustíveis fósseis são: carvão, metano e petróleo, do qual a gasolina é um derivado.*

4. No funcionamento de um motor, a energia envolvida na combustão do n-octano promove a expansão dos gases e também o aquecimento do motor. Assim, conclui-se que a soma das energias envolvidas na formação de todas as ligações químicas é:

- (A) maior que a soma das energias envolvidas no rompimento de todas as ligações químicas, o que faz o processo ser endotérmico;
- (B) menor que a soma das energias envolvidas no rompimento de todas as ligações químicas, o que faz o processo ser exotérmico;
- (C) maior que a soma das energias envolvidas no rompimento de todas as ligações químicas, o que faz o processo ser exotérmico;
- (D) menor que a soma das energias envolvidas no rompimento de todas as ligações químicas, o que faz o processo ser endotérmico.

Resposta: C

Como a reação de combustão é exotérmica, conclui-se que a soma das energias envolvidas na formação de todas as ligações químicas (em módulo) dos produtos é maior do que a soma das energias envolvidas na quebra das ligações químicas (em módulo) dos reagentes.



Soma das energias de rompimento das ligações dos reagentes  $> 0 = +R$

Soma das energias de formação das ligações dos produtos  $< 0 = -P$

$R - P < 0 \Rightarrow \Delta H < 0$  (reação exotérmica)

$|P| > |R|$

### Texto para a próxima questão

*Alquimia subterrânea transforma mina de carvão em mina de hidrogênio.*

*Em uma área de mineração de carvão localizada no sul da Polônia, um grupo de cientistas está usando uma mina de carvão para avaliar experimentalmente um método alternativo para a produção de energia limpa e, assim, oferecer uma utilização para pequenos depósitos de carvão ou minas exauridas, que são tradicionalmente deixados de lado, representando passivos ambientais.*

*Na teoria e no laboratório, a injeção de oxigênio e de vapor no carvão resulta na produção de hidrogênio. No processo, oxigênio líquido é colocado em um reservatório especial, localizado nas galerias da mina de carvão, onde se transforma em oxigênio gasoso, começando o processo denominado de gaseificação de carvão.*

Fonte: Adaptado de: [www.inovacaotecnologica.com.br](http://www.inovacaotecnologica.com.br)

5. A passagem do oxigênio líquido para oxigênio gasoso é uma transformação física:

- (A) exotérmica, classificada como fusão;
- (B) exotérmica, classificada como ebulição;
- (C) endotérmica, classificada como liquefação;
- (D) endotérmica, classificada como evaporação;
- (E) espontânea, classificada como sublimação.

Resposta: D

A transformação:  $O_2(l) + \text{calor} \rightleftharpoons O_2(g)$  é endotérmica, classificada como evaporação (mudança do estado líquido para o estado gasoso).

6. As mudanças de estado físico, classificadas como fenômenos físicos, ocorrem com a variação de entalpia ( $\Delta H$ ). Sobre esses processos, assinale o que for correto.

- 01) A fusão é um processo endotérmico com  $\Delta H > 0$ .
- 02) A produção de vapor, a partir do estado líquido, é um processo exotérmico.
- 04) A condensação é um processo exotérmico.
- 08) A variação de entalpia ( $\Delta H$ ) é menor do que zero apenas quando na mudança de estado ocorre absorção de calor.
- 16) Na sublimação, ocorre a passagem do estado sólido diretamente para o gasoso, com absorção de calor.

Resposta:

Análise das afirmações:

- (01) Correta. A fusão é um processo endotérmico com  $\Delta H > 0$ , ou seja, absorve energia.
- (02) Incorreta. A produção de vapor é um processo que ocorre com absorção de calor (endotérmico).

(04) Correta. A condensação é um processo exotérmico, ou seja, libera energia.

(08) Incorreta. A variação de entalpia é menor do que zero (negativa) quando ocorre liberação de calor.

(16) Correta. Na sublimação ocorre a passagem do estado sólido diretamente para o gasoso, com absorção de calor.

7. Do ponto de vista científico, quando se coloca um cubo de gelo num copo com água à temperatura ambiente, há resfriamento do sistema com derretimento do gelo porque:

(A) o sistema perde energia para o ambiente;

(B) o gelo se funde num processo exotérmico;

(C) a energia do gelo é liberada para a água em estado líquido;

(D) a transferência de calor ocorre da água líquida para o gelo.

8. É comum sentir arrepios de frio ao sair do mar ou piscina, mesmo em dias quentes. Esta sensação ocorre, pois a água, que possui calor específico alto:

(A) absorve calor do nosso corpo, ao evaporar;

(B) libera calor ao passar de líquido para vapor;

(C) absorve calor do sol e se liquefaz sobre a nossa pele;

(D) absorve calor do nosso corpo, sublimando;

(E) libera calor para o nosso corpo, que imediatamente sofre resfriamento.

Resposta: A

9. Em uma cozinha, estão ocorrendo os seguintes processos:

I. gás queimando em uma das "bocas" do fogão;

II. água fervendo em uma panela que se encontra sobre esta "boca" do fogão.

Com relação a esses processos, pode-se afirmar que:

(A) I e II são exotérmicos;

(B) I é exotérmico e II é endotérmico;

(C) I é endotérmico e II é exotérmico;

(D) I é isotérmico e II é exotérmico;

(E) I é endotérmico e II é isotérmico.

Resposta: B

10. Nas pizzarias, há cartazes dizendo "Forno à lenha". A reação que ocorre deste forno para assar a pizza é:

- (A) explosiva;
- (b) exotérmica;
- (C) endotérmica;
- (D) hidros cópica;
- (E) catalisada.

Resposta: B

### **Dicas de material para consulta:**

- Duas apresentações do CCEAD/PUC-Rio, focando na calorimetria e na demonstração sobre calor de neutralização:  
<http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/museu%20virtual/visualizacoes/calorimetria/index.html>  
<http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/museu%20virtual/visualizacoes/calor/index.html>
- Um quebra-cabeça termoquímico:  
<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=582&QUEBRACABECAS+TERMOQUIMICO>
- Aula hipertextual dos professores Márcio Nasser Medina e Moisés André Nisenbaum tratando a Primeira Lei da Termodinâmica:  
[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/A\\_primeira\\_lei\\_termodinamica.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/A_primeira_lei_termodinamica.pdf)
- Material didático do professor Washington Braga abordando a Segunda lei da Termodinâmica:  
[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_A\\_Segunda\\_Lei\\_Termodinamica.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_A_Segunda_Lei_Termodinamica.pdf)
- Artigo: Processos Endotérmicos e Exotérmicos: uma visão atômico - molecular do autor Haroldo Lúcio de Castro Barros:  
[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_4/04-CCD-7008.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_4/04-CCD-7008.pdf)
- Baixo Custo e Fácil Aquisição pelos autores Per Christian Braathen, Alexandre Alves Lustosa, Alzira Clemente Fontes e Karlaine Guimarães Severino:  
<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/10-EEQ-6106.pdf> Entalpia de Decomposição do Artigo: Peróxido de Hidrogênio: uma Experiência Simples de Calorimetria com Material de
- Livro de autoria de professores da rede pública do Paraná - disponível no site Portal do Professor do MEC: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>:  
[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/livro\\_e\\_diretrizes/livro/quimica/seed\\_quim\\_e\\_book.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/livro_e_diretrizes/livro/quimica/seed_quim_e_book.pdf)
- Caderno temático produzido pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais - disponível no site portal do

professor <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>:

[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/index.aspx?id\\_projeto=27&id\\_objeto=58475&id\\_pai=104083&tipo=li&n1=&n2=M%F3dulos%20Did%E1ticos&n3=Ensino%20M%E9dio&n4=Qu%EDmica&b=s&ordem=campo3&cp=ff9933&cb=mqu](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?id_projeto=27&id_objeto=58475&id_pai=104083&tipo=li&n1=&n2=M%F3dulos%20Did%E1ticos&n3=Ensino%20M%E9dio&n4=Qu%EDmica&b=s&ordem=campo3&cp=ff9933&cb=mqu)

- Animação que aborda conceitos da Primeira lei da Termodinâmica como diversos tipos de transformação e máquina a vapor:

<http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/museu%20virtual/curiosidades%20e%20descobertas/A%20primeira%20lei%20termodinamica/index.html>

- Site da UFRGS com links com Fundamentos Teóricos, exercícios de Fixação, Testes e Guia de Curiosos abordando vários temas do Ensino Médio:

<http://www.iq.ufrgs.br/ead/quimicageral/>

- Termo Trilha é uma animação que trata de temas relacionados à Termoquímica:

[http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_termotrilha.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_termotrilha.htm)