

1ª SÉRIE

ENSINO MÉDIO
Caderno do Aluno
Volume 1

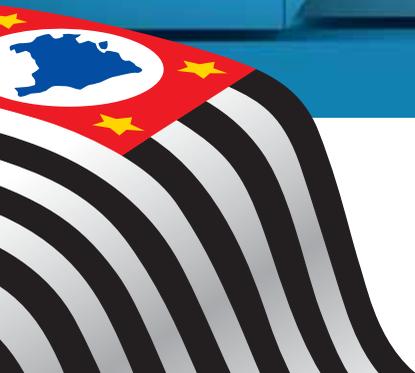
QUÍMICA

Ciências da Natureza

Nome: _____

Escola: _____

Distribuição gratuita,
venda proibida





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

MATERIAL DE APOIO AO
CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CADERNO DO ALUNO

QUÍMICA

ENSINO MÉDIO

1ª SÉRIE

VOLUME 1

Nova edição

2014-2017

São Paulo

Governo do Estado de São Paulo

Governador

Geraldo Alckmin

Vice-Governador

Guilherme Afif Domingos

Secretário da Educação

Herman Voorwald

Secretário-Adjunto

João Cardoso Palma Filho

Chefe de Gabinete

Fernando Padula Novaes

Subsecretária de Articulação Regional

Rosania Morales Morrone

**Coordenadora da Escola de Formação e
Aperfeiçoamento dos Professores – EFAP**

Silvia Andrade da Cunha Galletta

**Coordenadora de Gestão da
Educação Básica**

Maria Elizabete da Costa

**Coordenadora de Gestão de
Recursos Humanos**

Cleide Bauab Eid Bochixio

**Coordenadora de Informação,
Monitoramento e Avaliação
Educativa**

Ione Cristina Ribeiro de Assunção

**Coordenadora de Infraestrutura e
Serviços Escolares**

Ana Leonor Sala Alonso

**Coordenadora de Orçamento e
Finanças**

Claudia Chiaroni Afuso

**Presidente da Fundação para o
Desenvolvimento da Educação – FDE**

Barjas Negri

Caro(a) aluno(a),

Este é seu primeiro Caderno de Química. Ele será seu passaporte para a compreensão de um mundo instigante, o das transformações químicas. A partir de agora, você perceberá que vivemos em um mundo em constante processo de transformação.

Com o auxílio de seu professor, você entenderá, por exemplo, por que uma fruta amadurece mais rapidamente quando colocada em uma estufa ou por que as grades e os portões de uma casa vão enferrujando com o tempo, entre outros episódios de seu cotidiano.

As respostas a essas questões foram preciosas para o desenvolvimento de uma série de substâncias, equipamentos e técnicas que permitiram ao homem melhorar sua condição de vida.

Você verá que algumas dessas transformações químicas deixam evidências que nos permitem observá-las sem a necessidade de qualquer tipo de equipamento; basta olhar com atenção. Saberá também que a energia é fundamental no decorrer das transformações químicas e como o fator tempo toma parte nesse processo.

Temas importantes relacionados ao modo de viver das pessoas também serão abordados. Sabemos, por exemplo, o quanto é difícil pensar em nosso dia a dia sem o uso de combustíveis; por isso, conhecer mais profundamente esse assunto permitirá que se compreenda melhor questões que desafiam o mundo atualmente, como a necessidade de obter energia por processos cada vez mais limpos e de controlar as emissões de carbono na atmosfera.

Você estudará as relações que ocorrem entre os materiais durante as transformações e constatará que a frase de Lavoisier – “na natureza nada se cria, tudo se transforma” – tem tudo a ver com o estudo de Química.

Por que o efeito estufa e a chuva ácida são problemas enfrentados pelo homem contemporâneo? Por que esses fenômenos não ocorreram na época das Cruzadas ou das Grandes Navegações? São realmente problemas de difícil solução? Ao estudar as implicações socioambientais da produção e do uso de combustíveis, você poderá compreender melhor o complexo desafio que esse processo apresenta, além de poder refletir sobre as medidas que devem ser tomadas urgentemente.

Outros desafios e questões o esperam; por exemplo, de que forma explicar algo que não podemos ver, como os átomos? O último assunto deste Caderno abordará a maneira que os cientistas encontraram para explicar, no século XIX, como todos os materiais eram formados. Você verá como as ideias de um cientista podem ser utilizadas por outros e como essas ideias vão sofrendo modificações com o passar do tempo. Essa visão será importante para perceber que a Ciência é um conjunto de conhecimentos elaborados pelos homens e que, portanto, pode ser modificada e aperfeiçoada. Os modelos explicativos mostram que, além de esforço e estudo, a Ciência demanda criatividade.

Bom estudo!

Equipe Curricular de Química

Área de Ciências da Natureza
Coordenadoria de Gestão da Educação Básica – CGEB
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 PRODUÇÃO E USO DA CAL

Muitas transformações químicas são realizadas pelo ser humano na busca por materiais que atendam às suas necessidades. Um bom exemplo disso é a obtenção de materiais de construção a partir de materiais extraídos da natureza. A produção da cal ilustra bem esse fato. No Brasil, apenas no ano de 2007, foram produzidos cerca de 7 milhões de toneladas desse material. É muito provável que você já tenha visto um saco de cal de construção, mas será que você saberia dizer como ela foi produzida ou para que mais ela serve, além da construção civil? Essas e outras questões serão respondidas ao longo desta Situação de Aprendizagem.

Atividade – Produção e uso da cal

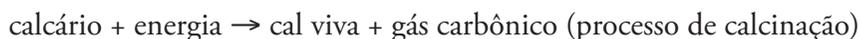


Leitura e análise de texto

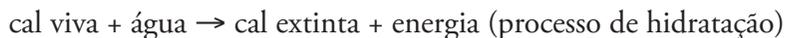
Produção e uso da cal

A cal é um dos materiais de maior importância para a sociedade atual. Poucas substâncias possuem tantas aplicações quanto ela. Embora seja conhecida pelas civilizações (egípcia, grega e romana) desde há muito tempo, sua produção e seu uso foram deixados de lado por alguns séculos, sendo redescobertos no fim da Idade Média. Na América colonial, por exemplo, havia produção de cal por meio de processos primitivos de calcinação do calcário em fornos escavados em barrancos e revestidos de tijolos ou pedras, onde se queimava carvão ou madeira. Esses processos eram, entretanto, muito demorados, levando cerca de três dias para que a cal fosse produzida. Esse período é muito superior ao tempo médio nos fornos modernos, onde a produção da cal consome algumas poucas horas.

Em geral, fornos modernos consomem 1,0 kg de carvão na produção de 3,2 kg de cal. A energia obtida pela queima do carvão é necessária para secagem, aquecimento e decomposição térmica do calcário (CaCO_3). Esse processo, conforme a representação a seguir, necessita de energia e ocorre em temperaturas superiores a 900 °C:



A cal viva (CaO) pode ser assim comercializada ou passar por uma segunda etapa, na qual é adicionada água. Enquanto na calcinação há consumo de energia e diminuição de massa e de volume de material sólido, na hidratação há liberação de energia e aumento de massa e de volume de material sólido. Nesse último processo, forma-se como produto a cal extinta ou cal apagada, Ca(OH)_2 :



Dependendo do tipo de calcário empregado, a cal obtida poderá ter diferentes aplicações. Entre as mais comuns e importantes, podemos citar: a) agricultura (correção da acidez do solo);

b) siderurgia (fundente e escorificante); c) fabricação de papel (agente branqueador e correção da acidez); d) tratamento de água (correção da acidez e agente floculante); e) construção civil (agente cimentante). Assim, pode-se perceber que a cal é um material versátil e, por isso, importante em diversos setores da sociedade.

Vocabulário

- **Fundente:** material que facilita a fusão de outro sólido, nesse caso, fusão da sílica (areia) presente nos minérios de ferro.
- **Escorificante:** material que auxilia na purificação de um produto, nesse caso, o ferro.

Elaborado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi especialmente para o São Paulo faz escola.

Questões para análise do texto

1. Quais as matérias-primas empregadas na produção da cal? Quais materiais podem ser formados?

2. Proponha uma explicação para a diminuição e o aumento da massa de material sólido durante os processos de calcinação e hidratação, respectivamente.

3. Comente a importância, em termos de custos, de controlar o tempo de produção nas transformações que ocorrem na indústria e em nosso dia a dia.

4. Na indústria, o tempo de produção é um fator importante a ser considerado. De acordo com o texto, além desse fator, quais outros devem ser levados em conta na produção da cal?



LIÇÃO DE CASA



1. Além da cal, são utilizados muitos outros materiais na construção civil. Elabore uma lista com, pelo menos, cinco materiais que são utilizados na construção de uma casa.

2. Quais desses materiais você considera que só puderam ser obtidos a partir do desenvolvimento científico e tecnológico do ser humano? Quais desses materiais já eram utilizados desde a Antiguidade?



APRENDENDO A APRENDER

Uma visita a uma loja de jardinagem ou de materiais de construção pode ser uma ótima oportunidade de aprender alguns usos da cal. Se você for a uma loja de jardinagem, pergunte a um vendedor para que serve a cal no cultivo de plantas; se for a uma loja de materiais de construção, pode se informar sobre os usos da cal na construção civil.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES

Atividade 1 – Transformações químicas

A interação entre a energia térmica e o calcário, discutida anteriormente, provoca a transformação do calcário em cal viva e gás carbônico. Além desse exemplo, o ser humano realiza muitos outros processos de transformação de materiais que extrai da natureza. Algumas dessas transformações levam à produção de materiais diferentes dos iniciais, enquanto outras apenas modificam a aparência deles, tornando-os mais adequados às nossas necessidades. Nesta atividade, você vai conhecer mais sobre as transformações químicas.

Exercícios em sala de aula

- Complete a primeira coluna da tabela a seguir com mais três materiais que são muito utilizados pelo ser humano e que podem ser extraídos diretamente da natureza. A segunda coluna deve ser preenchida com mais três materiais igualmente importantes, mas que só podem ser obtidos mediante processos de transformação de matérias-primas.

Materiais obtidos diretamente da natureza	Materiais obtidos por transformações de matérias-primas
Ouro	Cal

- Faça um resumo das ideias principais que apareceram durante a discussão da tabela.

3. Comente de que forma, na Antiguidade, o domínio do fogo proporcionou ao ser humano melhores condições de:

a) segurança;

b) alimentação;

c) conforto.

4. Muitas pessoas confundem mudanças de estado físico com a ocorrência de transformações químicas. Analise os fenômenos a seguir e comente essa ideia.

a) Queima do gás de cozinha.

b) Evaporação do álcool em contato com a pele.

5. Uma ideia muito comum é a de que são necessárias, pelo menos, duas substâncias interagindo para que ocorra uma transformação química.

a) Você concorda com essa ideia? Justifique.

b) Considere os casos de transformações químicas a seguir:

Calcinação do calcário	calcário \rightarrow cal viva + gás carbônico
Efervescência da água oxigenada	água oxigenada \rightarrow água + gás oxigênio
Formação do gás ozônio	gás oxigênio \rightarrow gás ozônio

A análise desses casos confirma ou contraria a ideia de que são necessárias, pelo menos, duas substâncias para que ocorra uma transformação química? Explique.

Atividade 2 – Como reconhecer a ocorrência de transformações químicas?



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Evidências de transformações químicas



Antes de iniciar qualquer atividade experimental, é preciso prestar atenção em algumas orientações sobre segurança em laboratório para que a atividade (mesmo se for feita de maneira demonstrativa) não ofereça nenhum risco à saúde. Alguns cuidados básicos são:

1. prender os cabelos ao trabalhar com fogo (lâmparina, bico de Bunsen);
2. usar aventais e óculos de segurança;
3. não tocar em vidros quentes;
4. evitar contato da pele e dos olhos com qualquer reagente (principalmente ácidos e bases; por exemplo, nunca agite um tubo de ensaio tampando-o com o polegar);
5. não aquecer substâncias com a boca do frasco voltada para o próprio rosto ou na direção de algum colega;
6. não inalar vapores de forma direta ao tentar identificar cheiros característicos;
7. não ingerir nenhum alimento enquanto estiver realizando o experimento;
8. seguir sempre as orientações.

Materiais e reagentes

- 5 tubos de ensaio;
- 2 béqueres de 100 mL ou de 250 mL, ou copos de vidro;
- 1 canudinho de refrigerante;
- 1 bastão de vidro ou colher de plástico;
- 1 espátula ou palito de sorvete;
- 1 pisseta com água;
- sulfato de cobre pentaidratado;
- hidróxido de sódio;
- água de cal ou solução de hidróxido de cálcio filtrada (preparada antecipadamente);
- raspa de magnésio ou zinco;
- palha de aço (½ esponja);
- solução de ácido clorídrico (aproximadamente $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) ou vinagre;
- carbonato de cálcio (ou mármore triturado ou qualquer carbonato ou bicarbonato).

Preparo da água de cal: adicione 1 colher (café) de cal em 100 mL de água, agite a mistura e filtre-a.

Procedimento experimental

As observações deverão ser anotadas na tabela que se encontra no final do roteiro. Na coluna “Estado inicial”, descreva os aspectos gerais das substâncias presentes no sistema antes da interação; na coluna “Estado final”, descreva os aspectos gerais das substâncias depois da interação; em “Evidências de transformações químicas”, descreva os sinais observados nas transformações.

1ª parte – Solução de ácido clorídrico (ou vinagre) e carbonato de cálcio

1. Coloque cerca de 2 mL da solução de ácido clorídrico ($\text{HCl}(\text{aq})$) em um tubo de ensaio.
2. Adicione uma quantidade de carbonato de cálcio (CaCO_3) equivalente a um grão de feijão (uma ponta de espátula) no tubo contendo a solução ácida.
3. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

2ª parte – Solução de sulfato de cobre e solução de hidróxido de sódio

1. Coloque uma ponta de espátula de sulfato de cobre pentaidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) em um tubo de ensaio.
2. Adicione cerca de 4 mL de água no tubo de ensaio contendo o sulfato de cobre. Agite-o até dissolver completamente o sólido.

3. Coloque duas pontas de espátula de hidróxido de sódio (NaOH) em outro tubo de ensaio. Tenha cuidado ao manusear o hidróxido de sódio, pois é extremamente perigoso se entrar em contato com a pele e os olhos ou se ingerido.
4. Adicione cerca de 4 mL de água no tubo de ensaio contendo o hidróxido de sódio. Agite-o até dissolver completamente o hidróxido. Envolve o fundo do tubo de ensaio com uma das mãos e observe.
5. Transfira a solução de sulfato de cobre para o tubo de ensaio contendo a solução de hidróxido de sódio.
6. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

3ª parte – Solução de sulfato de cobre e palha de aço

1. Coloque uma quantidade equivalente a ½ colher (café) de sulfato de cobre pentaidratado em um béquer.
2. Adicione água até a metade da capacidade do béquer. Agite-o até dissolver completamente o sulfato.
3. Coloque a palha de aço na solução de sulfato de cobre contida no béquer. Agite levemente por alguns minutos (o aço é, na verdade, uma liga formada principalmente por ferro e carbono).
4. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

4ª parte – Solução de ácido clorídrico e magnésio ou zinco

1. Coloque cerca de 2 mL da solução de ácido clorídrico em um tubo de ensaio.
2. Adicione uma raspa de metal – magnésio (Mg) ou zinco (Zn) – na solução ácida do tubo de ensaio. Agite levemente.
3. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

5ª parte – Solução de ácido clorídrico e hidróxido de sódio

1. Coloque cerca de 2 mL da solução de ácido clorídrico em um tubo de ensaio.
2. Adicione cuidadosamente uma ponta de espátula de hidróxido de sódio no tubo de ensaio contendo o ácido. Agite com cuidado.
3. Envolve o tubo de ensaio com uma das mãos.
4. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

6ª parte – Gás carbônico e água de cal

1. Coloque água de cal filtrada no outro béquer até metade de sua capacidade.
2. Com o canudinho, sopre vigorosamente na água de cal de modo a fazer bolhas de ar. Faça isso por cerca de um minuto.

3. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela a seguir.

	Sistema	Estado inicial	Estado final	Evidências de transformações químicas
1ª parte				
2ª parte				
3ª parte				
4ª parte				
5ª parte				
6ª parte				

Questões para análise do experimento

1. Analisando as anotações da tabela de registro de observações do experimento, em quais das interações você considera que houve a formação de novas substâncias?

2. Quais das interações realizadas no experimento você considera que são transformações químicas? Explique.



LIÇÃO DE CASA



1. Considere os fenômenos a seguir, cite as evidências de interações e diga se são transformações químicas ou não:

a) água sanitária em roupa colorida;

b) ferver água;

c) obtenção de sal a partir da água do mar;

d) enferrujamento de um portão de ferro;

e) amadurecimento de uma fruta;

f) evaporação da acetona.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

FATORES QUE PODEM SER ANALISADOS NAS INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Nesta Situação de Aprendizagem serão analisados três diferentes fatores envolvidos nas interações entre materiais e entre materiais e energia: o tempo gasto; a absorção e a liberação de energia; e a possibilidade de se reverterem algumas transformações químicas.

Atividade 1 – O fator tempo nas interações e transformações químicas

O tempo envolvido em uma transformação química pode ser analisado considerando-se, por exemplo, o tempo necessário para observarmos o aparecimento de algum sinal perceptível de transformação no material ou o tempo necessário para que ela se complete.

Exercícios em sala de aula

1. Analise as transformações químicas a seguir, classificando-as, quando possível, como instantâneas (percebem-se sinais de transformação imediatamente, ou seja, em até um segundo após o início da transformação) ou não instantâneas. Complete a tabela com os “Sinais perceptíveis” e a “Classificação” para cada fenômeno.

Transformação química	Sinais perceptíveis	Classificação
Calcinação do calcário		
Interação entre carbonato de cálcio e ácido clorídrico		
Queima do álcool		
Apodrecimento de uma fruta		
Formação de sólido gelatinoso (hidróxido de cobre) na interação entre soluções de sulfato de cobre e de hidróxido de sódio		
Enferrujamento de um portão de ferro		
Cozimento de um ovo		



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Aquecimento e hidratação do sulfato de cobre

Materiais e reagentes

- 1 lamparina a álcool;
- 1 tripé;
- 1 tela de amianto;
- 1 béquer de 100 mL;
- 1 colher (café);
- 1 espátula de madeira;
- 1 pisseta ou conta-gotas com água;
- 1 pinça de madeira;
- sulfato de cobre pentaidratado.

Procedimento experimental

1. Coloque o béquer sobre o tripé e a tela de amianto.
2. Adicione cerca de $\frac{1}{2}$ colher (café) de sulfato de cobre pentaidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) no béquer.
3. Aqueça o sulfato de cobre pentaidratado sobre a chama da lamparina misturando-o com a espátula de madeira até que a transformação observada seja completada. Se necessário, segure o béquer com a pinça de madeira.
4. Apague o fogo, anote suas observações e deixe o béquer esfriar por alguns minutos.
5. Depois que o béquer estiver frio, coloque-o sobre a palma de uma das mãos e solicite a um colega que adicione algumas gotas de água sobre o sólido do béquer até que o sólido fique úmido.
6. Anote suas observações.

Questões para análise do experimento

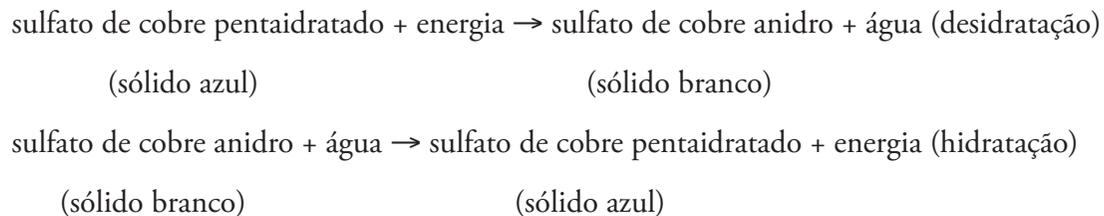
1. Comparando o estado final com o estado inicial da transformação em que foi aquecido o sulfato de cobre pentaidratado, você considera que houve uma transformação química? Explique sua resposta e, em caso afirmativo, quais materiais seriam reagentes e quais seriam produtos?

2. O que você observou ao adicionar água ao sólido contido no béquer? Como você explica o que aconteceu?

3. A interação da água com o sólido do béquer pode ser considerada uma transformação química? Explique sua resposta e, em caso afirmativo, quais materiais seriam reagentes e quais seriam produtos?

4. Classifique o aquecimento do sulfato de cobre pentaidratado e a hidratação do sólido resultante desse aquecimento como fenômenos endotérmicos ou exotérmicos. Justifique.

5. Os fenômenos observados nesse experimento podem ser apresentados, em linguagem esquemática, pelas representações a seguir.



- a) Explique o que essas representações significam.

- b) Reescreva essas equações substituindo os nomes das substâncias pelas suas respectivas fórmulas químicas (sulfato de cobre pentaidratado = $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; sulfato de cobre anidro = CuSO_4 ; água = H_2O).

Atividade 3 – Revertibilidade das interações e transformações químicas

Nesta atividade, vamos estudar a possibilidade de reverter ou não uma transformação química.

Exercícios em sala de aula

1. Escreva com suas palavras o significado de transformação reversível.

2. Escreva com suas palavras o significado de transformação irreversível.

3. Classifique os fenômenos a seguir como reversíveis ou irreversíveis.

Fenômeno	Classificação
Queima de uma vela	
Amadurecimento de legumes	
Hidratação da cal viva	
Corrosão do magnésio ou zinco por ácido	
Cozimento de um ovo	



LIÇÃO DE CASA



1. Cite três exemplos de transformações que você considera instantâneas e três exemplos de transformações não instantâneas.

2. Complete a tabela a seguir.

Etapa	Formas de energia envolvidas	Classificação quanto à absorção ou à liberação de energia	É uma transformação química?
Queima do carvão			
Secagem do calcário			
Aquecimento do calcário			
Decomposição do calcário			
Hidratação da cal viva			

3. Dos fenômenos citados na tabela, quais deles você indicaria como revertíveis e quais seriam irrevertíveis?



APRENDENDO A APRENDER

Observamos diversas transformações que ocorrem em nosso dia a dia, como amadurecimento de frutos, decomposição de alimentos, corrosão de portões etc. Podemos relacionar esses fenômenos com o que estudamos até o momento, ou seja, se são transformações químicas, quais as evidências dessas transformações e como os fatores tempo, energia e reversibilidade afetam essas transformações?



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4

A PRODUÇÃO DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E DO FERRO

Nesta Situação de Aprendizagem, ampliaremos os conhecimentos sobre as transformações químicas, abordando dois importantes processos industriais – a fermentação alcoólica e a siderurgia – que levam à obtenção, respectivamente, do etanol e do ferro. Para isso, leia os textos a seguir.

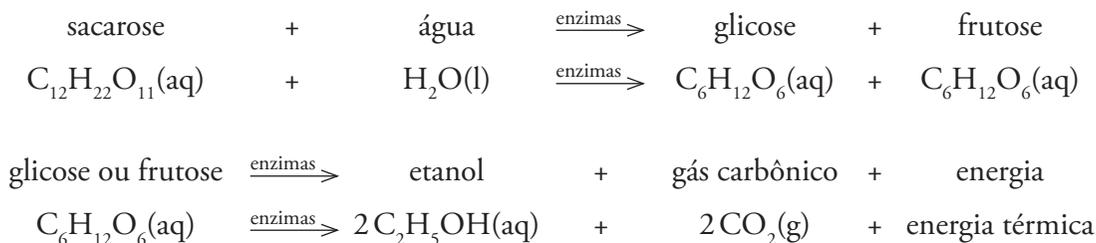


Leitura e análise de texto

Texto 1 – Fermentação alcoólica na produção do etanol

O Brasil é um dos poucos países do mundo que utilizam álcool (etanol) como combustível automotivo. Esse fato garante ao país não apenas a posição de um dos maiores produtores de etanol do mundo, mas também de detentor da melhor tecnologia de produção de álcool a partir da cana-de-açúcar. Mas você sabe como é produzido o álcool a partir da cana-de-açúcar?

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima usada na produção de álcool no Brasil. A partir de 1 ha (um hectare, ou seja, 10 000 m²) de plantação, pode-se obter cerca de 3 mil litros de etanol. A cana-de-açúcar passa inicialmente pelo processo de moagem, em que o suco da cana, a garapa, é separado do bagaço, que pode ser queimado como combustível ou usado na alimentação do gado. Em seguida, a garapa é aquecida até que boa parte da água evapore e se forme um líquido viscoso e rico em açúcares, chamado melaço. Esse material é acidificado para que esteja em condições ideais para o desenvolvimento das leveduras (micro-organismos que possuem substâncias denominadas enzimas, capazes de acelerar a transformação de açúcares em álcool etílico e gás carbônico). É na presença das leveduras que o melaço passará pelo processo de fermentação alcoólica, que dura cerca de 50 horas, ocorrendo a formação do etanol.



A mistura obtida na fermentação apresenta cerca de 14% em volume de álcool, mas, após o processo de destilação, obtém-se álcool com 96° GL (4% de água e 96% de etanol). Para obter etanol puro (100%) pode-se adicionar cal viva ao álcool 96° GL. Nesse caso, haverá interação entre a cal e a água, formando um composto pouco solúvel em água e em etanol, o hidróxido de cálcio ou cal extinta, conforme as representações a seguir:

óxido de cálcio + água → hidróxido de cálcio + energia



Embora tenhamos tratado aqui da produção do álcool a partir da cana-de-açúcar, essa não é a única matéria-prima da qual se pode obtê-lo. Além disso, o uso do álcool etanol não se restringe ao mercado de combustíveis, pois ele apresenta inúmeras outras aplicações na indústria e no dia a dia.¹

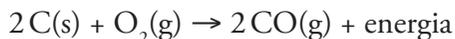
Texto 2 – A produção do ferro nas siderúrgicas

O ferro é o metal mais utilizado no mundo, principalmente por seu baixo custo de produção e resistência à tração. Quando misturado a pequenas quantidades de carbono e outros metais, produz-se o aço.

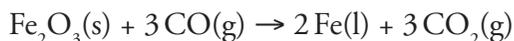
O ferro raramente é encontrado na natureza na forma metálica. Em geral, ele está presente na composição química de outras substâncias. A hematita, por exemplo, é formada basicamente de óxido de ferro (Fe_2O_3) e é um minério relativamente abundante na natureza. O Brasil possui uma das maiores reservas desse minério no mundo.

Nas siderúrgicas, a hematita é misturada ao carvão, que é um reagente e também o combustível que fornece a energia necessária para que ocorra a transformação química para a produção do ferro metálico (Fe):

carvão + gás oxigênio do ar → gás monóxido de carbono + energia



óxido de ferro III + gás monóxido de carbono → ferro + gás carbônico



Além do oxigênio do ar e do carvão, para a produção de ferro mistura-se calcário ou cal viva, que tem a função de retirar impurezas, principalmente areia, presentes no minério. O calcário decompõe-se e forma cal viva, que reage com as impurezas, resultando em escória derretida (silicato de cálcio, CaSiO_3). Essa escória líquida é depois facilmente separada do ferro – que também sai do forno na forma líquida.

¹ O teor alcoólico do álcool comercial é atualmente expresso em °INPM (porcentagem em massa de álcool).

Elaborado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi especialmente para o São Paulo faz escola.

Questões para análise dos textos

1. Leia os textos, destacando as ideias principais abordadas para participar das discussões e responder às questões propostas por seu professor. Anote também os termos desconhecidos para procurar seu significado.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5

COMO RECONHECER QUE HOUE UMA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA QUANDO NÃO HÁ EVIDÊNCIAS?

Reconhecendo a formação da cal

Sabemos que a cal (CaO) pode ser obtida por meio do aquecimento do calcário (CaCO₃), mas como reconhecer que houve formação de cal após o aquecimento, ou seja, como saber se ocorreu transformação química se a cal e o calcário são dois sólidos brancos?

Para ajudar a responder a essa pergunta, vamos observar algumas características dos materiais envolvidos no processo de calcinação do calcário.

	CaCO ₃ (s) (calcário sólido)	$\xrightarrow[\text{aquecimento}]{\Delta (900\text{ }^\circ\text{C})}$	CaO(s) (cal viva sólida)	+	CO ₂ (g) (gás carbônico)
Cor	Branco		Branco		Incolor
Estado físico a temperatura e pressão ambientes (25 °C e 1 atm)	Sólido		Sólido		Gasoso
Como as substâncias se comportam durante mudanças de temperatura	Decompõe-se a 900 °C, formando cal e gás carbônico		Funde a 2 624 °C e vaporiza a 2 850 °C		Sublima ¹ a -78,5 °C
Massa de 1 cm³ dessa substância (25 °C e 1 atm)	2,7 g		3,3 g		0,002 g
Quanto é possível dissolver dessa substância em 100 mL de água à temperatura ambiente (25 °C)	0,0014 g		0,12 g		0,15 g

¹ Sublimação é a mudança do estado sólido para o gasoso sem passar pela fase líquida.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

Fonte dos dados: LIDE, David R. (editor-in-chief). *Handbook of Chemistry and Physics*. 73. ed. Boca Raton: CRC Press, 1992-1993.

A partir da análise da tabela, responda:

1. Quais são as características semelhantes e diferentes entre o calcário e a cal?

2. A partir dessas características, é possível diferenciar uma amostra de calcário de uma amostra de cal? Como você faria?

3. Você pode dizer que ocorreu transformação química no processo de calcinação do calcário? Justifique.

Atividade 1 – Pode-se identificar uma substância por suas temperaturas de ebulição e de fusão?

1. A água, como outras substâncias, pode ser encontrada nos estados sólido (gelo), líquido ou gasoso, dependendo das condições experimentais. Você saberia dizer o que é necessário para uma substância mudar de estado físico?

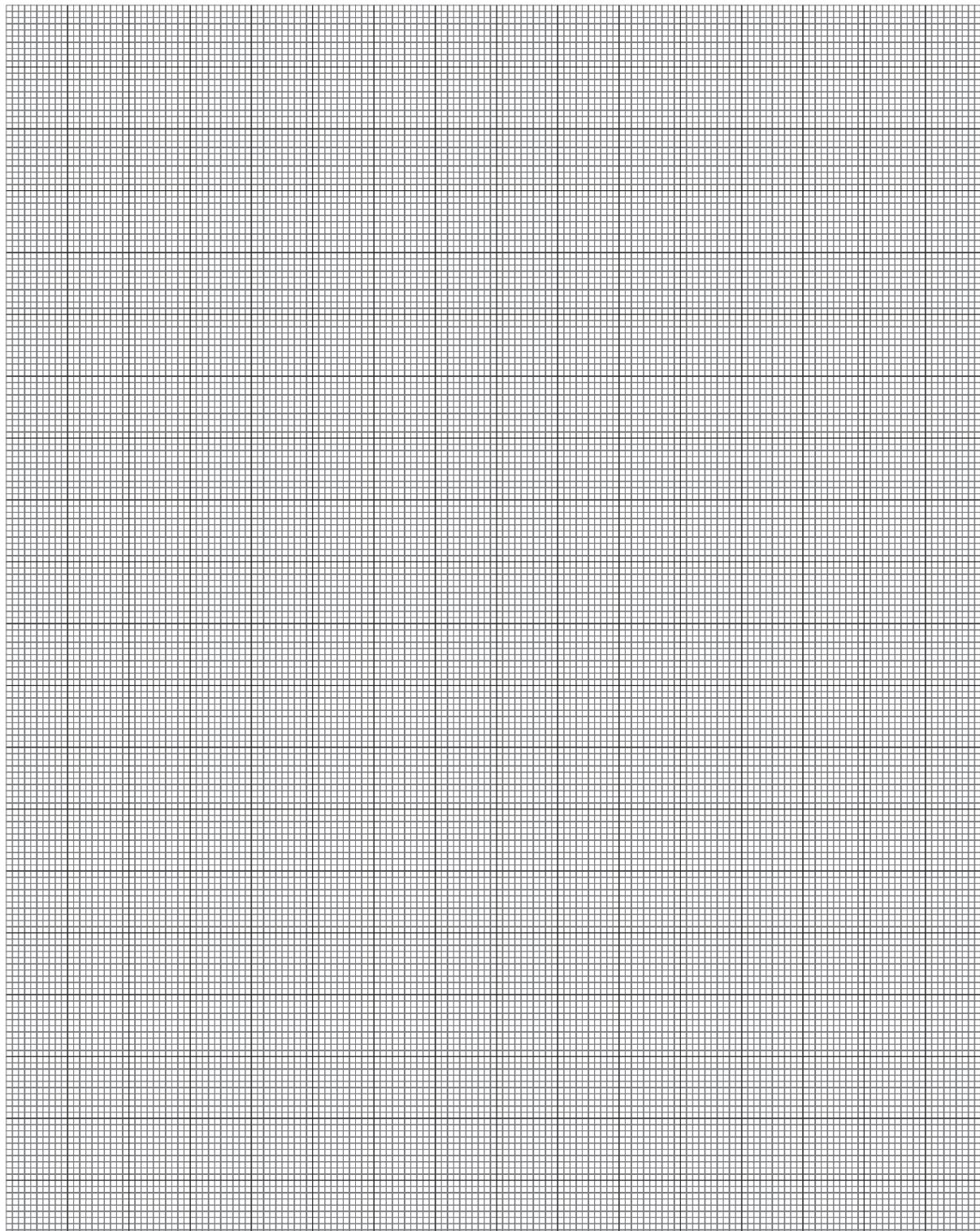
Dê o nome das seguintes mudanças de estado.

Estado sólido → estado líquido: _____

Estado líquido → estado gasoso: _____

Para melhor entender uma das propriedades das substâncias, a temperatura de ebulição, pode ser realizado um experimento no qual se aquece certa porção de água e mede-se sua temperatura a cada minuto.

3. A partir dos dados da tabela “Aquecimento de água”, construa um gráfico de temperatura em função do tempo e responda aos itens a seguir.



a) Depois de quanto tempo a água começa a ferver, ou seja, a entrar em ebulição? Qual é essa temperatura?

b) Depois desse tempo, o que ocorre com a água? E com a temperatura?

c) Com base nesses dados, qual é a temperatura de ebulição da água? Como você pode observar isso no gráfico?

d) Se após meia hora aquecendo não ocorrer a vaporização total da água, qual seria sua temperatura? Por quê?

4. Quais informações esse tipo de gráfico pode fornecer? Quais as vantagens do uso de gráficos?

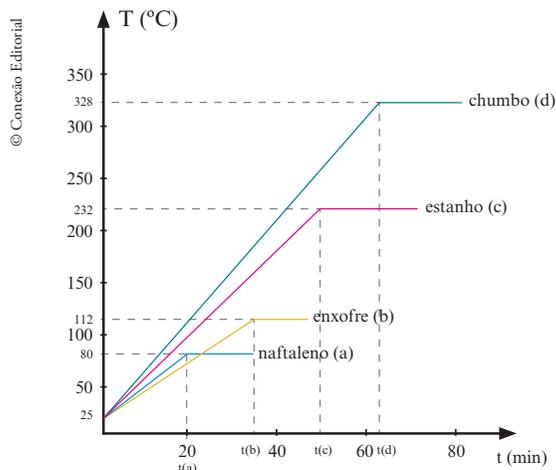
Exercícios em sala de aula

1. Imagine que estamos aquecendo água com sal em uma chaleira e, ao fazer isso, obtivemos os dados mostrados ao lado. Observando esses dados, qual você diria que é a temperatura de ebulição dessa mistura de água e sal?

Aquecimento da mistura de água e sal	
Tempo (± 0,1min)	Temperatura (± 1 °C)
0	24
1,0	29
2,0	45
3,0	60
4,0	78
5,0	92
6,0	99 (início da ebulição)
7,0	102
8,0	103
9,0	105
10,0	106

2. Você diria que as variações de temperatura de uma substância e de uma mistura de substâncias a partir do momento que se inicia a ebulição são similares? Justifique sua resposta.

3. Analise o gráfico a seguir, que mostra como a temperatura de alguns sólidos varia com o aquecimento, e responda às questões.



Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

Fonte dos dados: LIDE, David R. (editor-in-chief). *Handbook of Chemistry and Physics*. 73. ed. Boca Raton: CRC Press, 1992-1993.

- a) Sabendo-se que à temperatura ambiente (25 °C) o naftaleno, o enxofre, o estanho e o chumbo estão no estado sólido, indique o estado físico de cada substância, quando possível, nos seguintes casos:

		Naftaleno	Enxofre	Estanho	Chumbo
I	À temperatura de 70 °C				
II	Após 30 minutos de aquecimento				
III	Após 55 minutos de aquecimento				

- b) Em quais intervalos de tempo podemos encontrar cada substância nos estados sólido e líquido ao mesmo tempo?

- c) Qual é a temperatura de fusão de cada uma dessas substâncias? Como você obteve essa informação?

4. Duas amostras de materiais de origem desconhecida foram aquecidas até a fusão, que ocorreu à temperatura de 180 °C no primeiro caso e de 232 °C no segundo. Essas amostras podem ser de algumas das substâncias mostradas no gráfico? Justifique.
-
-



LIÇÃO DE CASA



1. Construa, no mesmo espaço utilizado para a questão 2 (Questões para análise do experimento), um gráfico de temperatura em função do tempo de aquecimento com os dados apresentados para a mistura de água e sal. Compare-os e explique as diferenças.
-
-
2. A tabela a seguir apresenta as temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias. Analisando os dados apresentados, responda às questões.

Temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias à pressão de 1 atm

Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Água	0,0	100,0
Álcool etílico (etanol)	-117,3	78,5
Acetona	-95,4	56,2
Carbonato de cálcio	decompõe a 900 °C	-
Cloreto de sódio	801	1 413
Cobre	1 083,4	2 567
Enxofre	112,8	444,7
Éter	-116,2	34,5
Ferro	1 535	2 750
Hidrogênio	-259,3	-252,8
Óxido de cálcio	2 624	2 850
Oxigênio	-218,4	-182,9

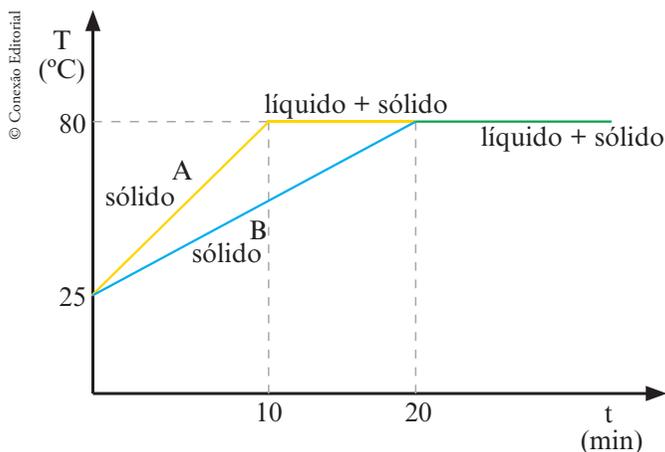
Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

Fonte dos dados: LIDE, David R. (editor-in-chief). *Handbook of Chemistry and Physics*. 73. ed. Boca Raton: CRC Press, 1992-1993.

- a) Água, etanol, acetona e éter são líquidos incolores à temperatura de 25 °C. No laboratório, encontramos quatro frascos não identificados contendo esses quatro líquidos. Como podemos identificá-los utilizando suas temperaturas de ebulição e de fusão?

- b) Considere as seguintes substâncias: água, oxigênio, ferro, éter e enxofre. Construa uma tabela que mostre os estados físicos dessas substâncias às seguintes temperaturas: 5 °C, 50 °C e 150 °C.

3. O gráfico a seguir mostra o que acontece durante o aquecimento de duas amostras A e B, isentas de impurezas.



Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

- a) De acordo com esse esboço, as amostras A e B estão sendo aquecidas ou resfriadas? Justifique sua resposta.

b) As amostras A e B são de materiais diferentes ou do mesmo material? Explique.

c) As frases a seguir foram ditas por dois alunos ao explicarem o motivo da amostra B demorar 10 minutos a mais do que a amostra A para fundir.

Frase 1: “A massa da amostra A é menor do que a da amostra B”.

Frase 2: “A intensidade da fonte de aquecimento foi maior na amostra A”.

Você concorda com os alunos? Justifique.

Atividade 2 – Densidade: pode-se identificar uma substância por sua densidade?

A propriedade que relaciona massa (m) e volume (V) de um dado material é a densidade. Nesta atividade, você vai estudar essa relação e entender sua possível utilidade para identificar um material.

Exercícios em sala de aula

1. Foram determinados os volumes ocupados por certas quantidades de água, álcool e alumínio, à temperatura de 25 °C, conforme os dados a seguir.

Substância	Água		Álcool		Alumínio	
Massa (g)	27	80	8	16	27	54
Volume (cm ³) ou mL	27	80	10	20	10	20
Massa contida em 1 cm ³ (g)						

a) Calcule a massa contida em 1 cm³ dessas substâncias e anote na última linha da tabela.

b) Qual é a densidade da água, do álcool e do alumínio à temperatura de 25 °C?

c) Se você encontrasse um frasco fechado contendo 60 mL de um líquido incolor, e a massa do líquido fosse de 48 g, esse líquido poderia ser água? E álcool? Explique.

d) Escreva o significado de densidade.

Atividade 3 – Solubilidade: pode-se identificar uma substância por sua solubilidade?

A solubilidade também é uma propriedade característica das substâncias, que pode ser utilizada para identificá-las.

Exercícios em sala de aula

1. De acordo com o que você aprendeu, explique o significado da propriedade solubilidade.

2. Analise a tabela a seguir e responda.

Temperatura (°C)	Solubilidade do sal de cozinha (g · 100 g ⁻¹ H ₂ O)
0	35,7
25	36,0
50	37,0
100	39,8

a) A solubilidade do sal de cozinha em água depende da temperatura?

b) Em uma solução de água e sal, qual substância pode ser chamada de solvente? E qual seria o soluto?

3. Escreva o que significa soluto, solvente, solução, mistura homogênea e mistura heterogênea.



LIÇÃO DE CASA

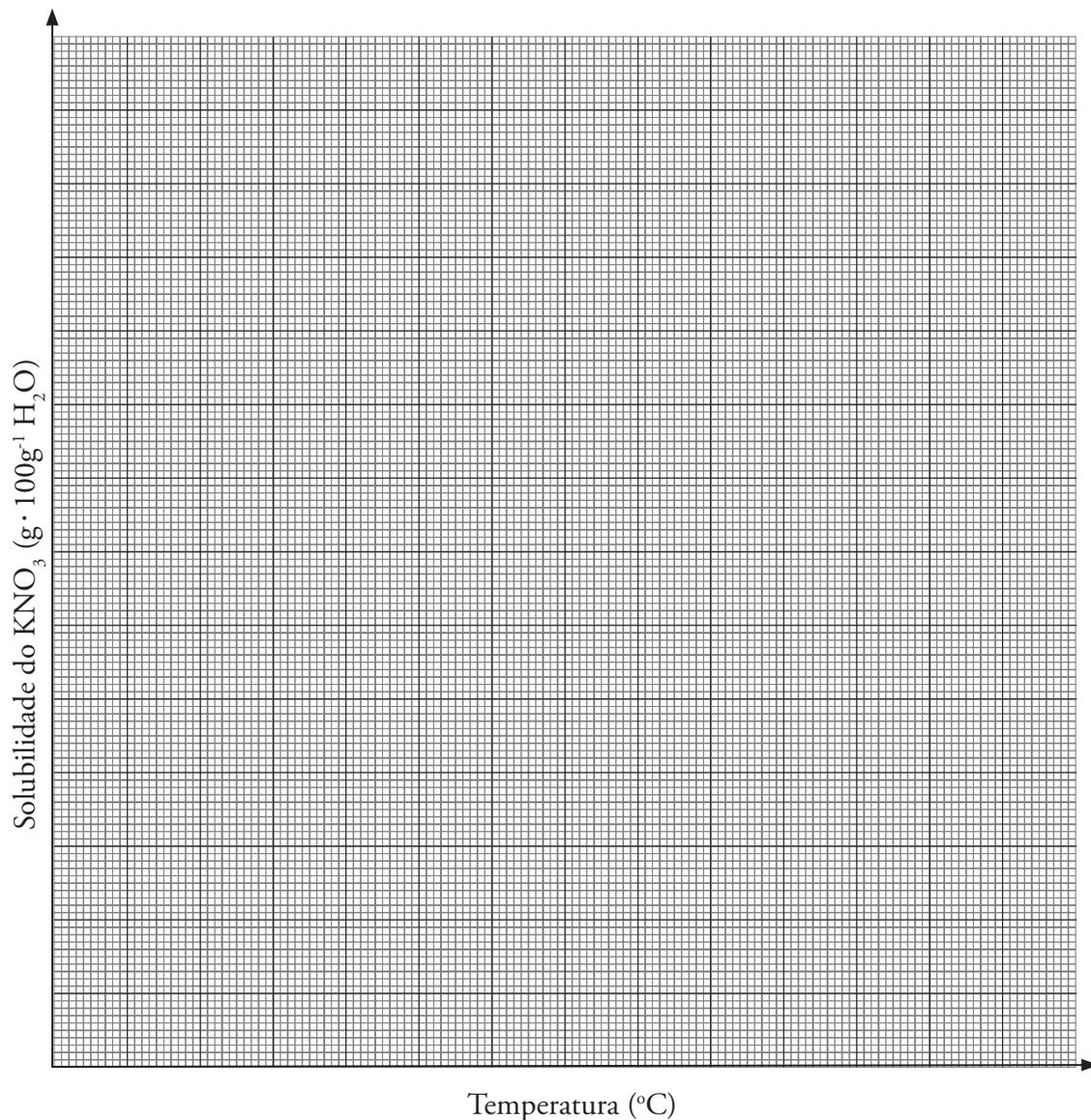


1. Com base na tabela que mostra a solubilidade do nitrato de potássio (KNO_3) em água, a diferentes temperaturas, resolva as questões.

Temperatura (°C)	Solubilidade ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$)
0	13
10	17
20	30
35	65
40	70
60	112

a) Pode-se afirmar que a temperatura é um dos fatores que afetam a solubilidade? Justifique.

b) Com esses dados, construa um gráfico da solubilidade em função da temperatura.



Observando o gráfico construído, responda:

c) Qual a massa de nitrato de potássio capaz de se dissolver em 100 g de água a 50 °C?

d) É possível, utilizando o gráfico, determinar a massa de nitrato de potássio que se dissolve em 100 g de água a 70 °C? Justifique.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6

A NECESSIDADE DE SEPARAR MISTURAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O SISTEMA PRODUTIVO

Você sabe como a indústria separa o álcool produzido pela fermentação do caldo de cana e como uma siderúrgica separa o ferro de suas impurezas?

Para compreender, leia os textos a seguir, sobre a produção do álcool e a separação de ferro e escória no alto-forno, e responda às questões.



Leitura e análise de texto

A produção de álcool

Na produção do álcool por fermentação alcoólica, o produto obtido tem baixo teor alcoólico (14% em volume). Para aumentar esse teor, é necessário utilizar o processo de destilação, no qual o fermentado é aquecido até a ebulição em sistema fechado, e os vapores produzidos são condensados e recolhidos em outro recipiente. Dessa forma, o líquido obtido tem maior teor alcoólico, podendo chegar a 96%. Esse processo de separação só é possível porque o álcool apresenta temperatura de ebulição menor que a da água. Assim, no aquecimento de uma mistura de diferentes líquidos, o vapor produzido apresenta um aumento no teor do líquido mais volátil.

Na indústria, para obter o álcool puro (anidro), realiza-se a desidratação do álcool. Um dos meios utilizados nesse processo era adicionar cal virgem (CaO – óxido de cálcio) ao álcool (hoje, a indústria não utiliza mais esse recurso por ter encontrado um método economicamente melhor). A cal interage com a água contida no álcool, formando hidróxido de cálcio – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ –, de baixa solubilidade, tanto na água quanto no álcool:



Como a solubilidade da cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) é baixa, no final teremos uma mistura de álcool puro e de cal hidratada sólida. A etapa final consiste na separação do hidróxido de cálcio pela destilação.

No caso do álcool comercial (96%), para sua desidratação e obtenção em elevado grau de pureza, são utilizados alguns métodos de separação que levam em conta algumas propriedades específicas das substâncias, como temperatura de ebulição do álcool e da água; solubilidade da cal hidratada em álcool após a interação entre a cal e a água presente no álcool 96%; e o fato do hidróxido de cálcio ser sólido à temperatura de ebulição do álcool.

Portanto, é importante conhecer as propriedades específicas das substâncias, como temperatura de ebulição e solubilidade, para que se possa entender processos industriais de separação e também para poder desenvolver novos processos conforme as necessidades sociais e pessoais.

Elaborado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi especialmente para o São Paulo faz escola.

Questões para análise do texto

1. Se tivermos 100 mL de solução de álcool 14% em volume, quantos mililitros teremos de álcool?

2. Em 100 mL de álcool 96% em volume, quantos mililitros teremos de álcool? E de água?

3. Você compraria um álcool 14%? Por quê?

4. Quais propriedades e quais processos de separação foram usados para obter álcool 96% a partir de álcool 14%?

5. Quais propriedades da cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e do álcool foram usadas para obter álcool anidro? Quais os processos utilizados nessa obtenção?

6. Você reconhece alguma transformação química na obtenção de álcool anidro? Justifique sua resposta.



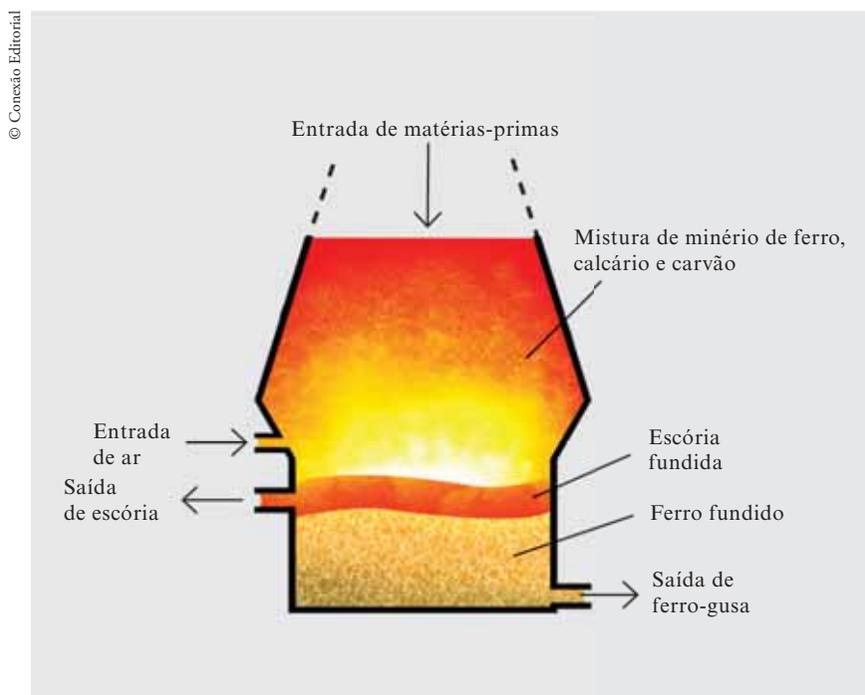
Leitura e análise de texto

Separação de ferro e escória no alto-forno

O ferro é um metal dificilmente encontrado na natureza na forma de substância metálica. Para ser produzido nas siderúrgicas (ferro-gusa), o minério de ferro, ou seja, um mineral do qual se pode obter ferro de maneira economicamente viável, é misturado a carvão mineral ou vegetal e calcário, e essa mistura é aquecida em alto-forno.

Na produção de ferro-gusa é formada a escória como subproduto. Esses dois produtos saem do alto-forno no estado líquido a uma temperatura de 1 600 °C. Os dois líquidos, ferro e escória, apresentam baixa miscibilidade, ou seja, um não se dissolve bem no outro. O ferro fundido, por ser mais denso do que a escória fundida, fica no fundo do alto-forno, e a escória fundida fica logo acima dele.

Observe o esquema de funcionamento do alto-forno de uma usina siderúrgica:



No fundo do alto-forno existem saídas independentes por onde escorrem separadamente o ferro e a escória. Essa técnica de separação dos componentes da mistura de ferro e escória formada no alto-forno possibilita a obtenção de um produto com maior grau de pureza e qualidade.

Elaborado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi especialmente para o São Paulo faz escola.



PESQUISA EM GRUPO

Existem vários processos de separação de misturas utilizados em nosso cotidiano e na indústria, como a destilação, filtração, decantação e cristalização. Para a realização desta pesquisa complementar em grupo, procure em livros didáticos um dos processos de separação de misturas, descreva-o, destacando a propriedade física que possibilita a separação dos componentes da mistura, e dê exemplos de sua utilização. Prepare uma apresentação para a classe.

Com os dados apresentados em classe pelos grupos, construa uma tabela, indicando o nome do processo de separação de misturas, a descrição do processo, as propriedades envolvidas e os exemplos de aplicação.

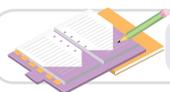


APRENDENDO A APRENDER

Quando for a um supermercado, observe rótulos de embalagens de alimentos (água mineral, sucos etc.) e de outros produtos (água sanitária, desinfetantes, xampus etc.). Procure informações sobre a composição dos produtos escolhidos.

Observe em especial rótulos de garrafas de água mineral e verifique quais os componentes descritos e quais propriedades aparecem nesses rótulos.

Realizamos algumas atividades em nossas casas como coar café; filtrar ou coar o óleo depois de ser utilizado para frituras; adicionar sal na água que está fervendo, cessando por alguns instantes a ebulição, no preparo da macarronada. Que relação você faz entre essas atividades e os assuntos estudados até agora?



VOCÊ APRENDEU?



1. Complete a tabela a seguir com as informações solicitadas.

Transformação química	Evidências observáveis	Instantânea ou não instantânea?	Formas de energia envolvida	Revertível ou irrevertível?
Queima de carvão				
Calcinação do calcário				
Hidratação do sulfato de cobre				

2. (Comvest/Vestibular Unicamp – 1992) Têm-se as seguintes misturas:

- I. areia e água;
- II. álcool (etanol) e água;
- III. água e sal de cozinha (NaCl); nesse caso, uma mistura homogênea.

Cada uma dessas misturas foi submetida a uma filtração em funil com papel, e o líquido resultante (filtrado) foi aquecido até sua total evaporação. Pergunta-se:

a) Qual mistura deixou um resíduo sólido no papel? Qual era esse resíduo?

b) Em qual caso apareceu um resíduo sólido após a evaporação do líquido? O que era esse resíduo?

3. (GEPEQ. *Interações e transformações*: Química para o Ensino Médio: livro de exercícios. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2003, v. 1, p. 68 – Adaptado.)

Na tentativa de identificar cinco materiais sólidos (A, B, C, D e E) existentes no laboratório, um aluno resolveu determinar a densidade de cada um medindo suas massas e os volumes que deslocaram ao ser imersos em líquidos nos quais são insolúveis. Também determinou, para cada um dos materiais, o intervalo de tempo desde o aquecimento até a fusão e a temperatura na qual ocorreu a mudança de estado. Os dados obtidos foram:

Sólido	Massa (g)	Volume inicial (cm ³)	Volume final (cm ³)	Dados referentes ao aquecimento
A	62,1	60,0	65,5	Foi o terceiro a fundir; temperatura de fusão: 327 °C.
B	71,2	60,0	68,0	Não fundiu durante o tempo observado.
C	33,4	60,0	63,0	Foi o segundo a fundir; temperatura de fusão: 328 °C.
D	29,1	60,0	64,0	Foi o primeiro a fundir; temperatura de fusão: 232 °C.
E	14,3	60,0	62,0	Não fundiu durante o tempo observado.

- a) Monte uma tabela com apenas três colunas: uma para os sólidos, outra para as densidades e a terceira para as temperaturas de fusão.

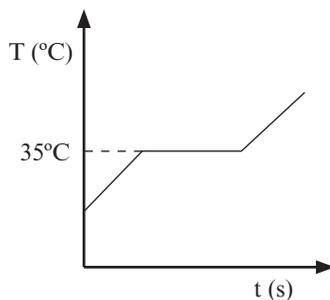
b) Com base nos dados obtidos, é possível identificar amostras de um mesmo material? Justifique.

c) Sabendo que os sólidos A, B, C, D e E estão entre os materiais a seguir, procure identificá-los.

Material	Densidade ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	Temperatura de fusão ($^{\circ}\text{C}$)
Alumínio	2,702	660,2
Antimônio	6,684	630,5
Chumbo	11,344	327,5
Cobre	8,92	1 083,0
Estanho	7,28	231,9
Ferro	7,86	1 535,0
Mercúrio	13,594	-38,9
Zinco	7,14	419,4

4. (GEPEQ. *Interações e transformações: Química para o Ensino Médio: livro de exercícios*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2003, v. 1, p. 63.)

A curva de aquecimento em função do tempo de 5 g de uma substância pura sólida está esboçada a seguir:



Analise cada uma das afirmações a seguir e decida se estão certas ou erradas, justificando suas respostas.

- a) Nas mesmas condições experimentais, a curva de aquecimento de 50 g da mesma substância pura tem a mesma forma apresentada.

- b) O ponto de solidificação da mesma substância é maior que seu ponto de fusão.

- c) A substância em questão é líquida à temperatura ambiente (20 °C).

5. Um aluno desejava identificar uma substância sólida desconhecida. Para isso, ele precisou analisar as seguintes propriedades da substância:

- a) dureza e densidade;
- b) cor e densidade;
- c) temperatura de fusão e densidade;
- d) massa e temperatura de fusão;
- e) reatividade e cor.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 COMBUSTÍVEIS: COMBUSTÃO NO DIA A DIA E NO SISTEMA PRODUTIVO

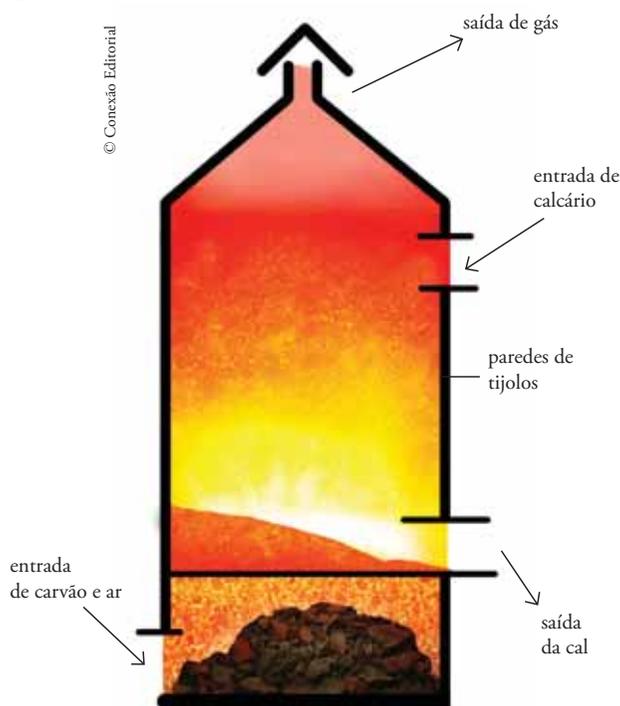
A combustão é um tipo de transformação química muito importante para a humanidade. Há tempos queimamos madeira, carvão e óleos para obter energia térmica e luminosa para as mais diversas tarefas. Usamos a combustão para preparar alimentos, aquecer e iluminar ambientes e também nos motores dos automóveis.

Atividade 1 – Combustão do carvão na produção da cal e do ferro

Se você parar para pensar um instante em quais atividades do dia a dia queimamos combustíveis, perceberá a importância das combustões. Além dessas aplicações mais comuns, podemos considerar também a importância da combustão na indústria. Um exemplo disso foi visto quando estudamos a produção da cal pelo aquecimento do calcário.

Exercícios em sala de aula

1. A partir das discussões feitas em sala de aula, elabore um pequeno resumo explicando para que serve o carvão usado na produção de cal e na produção de ferro.



2. Analise a tabela e responda às questões.

Massa de carvão consumida	
Na produção de 1000 g (1 kg) de cal	Na produção de 1000 g (1 kg) de ferro
312 g	910 g

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Cal (ABPC), a produção de cal no Brasil, em 2006, foi de 7 milhões de toneladas. A partir desse dado e das informações da tabela:

a) Expresse a massa, em gramas, de cal produzida em 2006, levando em conta que $1 \text{ t} = 10^6 \text{ g} = 1\,000\,000 \text{ g}$.

b) Calcule a quantidade de carvão, em toneladas, consumida no Brasil apenas na produção de cal durante o ano de 2006.

c) O que consome mais carvão, a produção de 1 kg de cal ou de 1 kg de ferro?

Atividade 2 – O poder calorífico dos combustíveis

Um dos fatores que devem ser considerados na escolha de um combustível é o seu poder calorífico. A tabela a seguir apresenta o poder calorífico de diversos combustíveis.

Combustível	Energia térmica liberada na combustão de 1,0 kg de combustível	
	Em kJ · kg ⁻¹	Em kcal · kg ⁻¹
Gás de cozinha (GLP) ¹	49 030	11 730
Gasolina (sem álcool)	46 900	11 220
Gasolina (com 20% de álcool)	40 546	9 700
Óleo diesel	44 851	10 730
Carvão	28 424	6 800
Lenha	10 550	2 524
Etanol	29 636	7 090
Álcool combustível	27 200	6 507
Biogás	25 000	6 000
Gás natural	37 800	9 054

¹ GLP: gás liquefeito de petróleo, uma mistura de propano (C₃H₈) e butano (C₄H₁₀).

Tabela baseada em: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 218.

Esses dados representam valores médios, já que a maioria dos combustíveis é formada por misturas de substâncias e pode haver variações na composição das amostras de um mesmo material. Um exemplo disso é o carvão mineral. A tabela a seguir apresenta dados referentes à composição e à quantidade de energia térmica liberada na queima de 1 kg de diferentes tipos de carvão mineral.

Tipos de carvão	Turfa	Linhito	Hulha	Antracito
Teor de carbono (%)	50-60	60-75	75-90	90-95
Poder calorífico (kJ · g ⁻¹)	25	25-30	30-35	35-38

Exercícios em sala de aula

1. Analise a tabela de poder calorífico de diversos combustíveis e responda:

a) Qual dos combustíveis apresenta maior poder calorífico?

b) Qual dos combustíveis apresenta menor poder calorífico?

2. Que quantidade de energia térmica pode ser liberada na combustão de 5,0 kg de lenha?

3. Que massa de carvão é necessário queimar para liberar 17 000 kcal?

4. A queima de 1,0 kg de gás natural gera em torno de $9,1 \cdot 10^3$ kcal de energia. Responda:

a) Que quantidade de energia térmica pode ser liberada na queima de 30 kg de gás natural?

b) Que massa de biogás deve ser queimada para gerar a mesma quantidade de energia que 1,0 kg de gás natural?



LIÇÃO DE CASA



1. Em qual das situações há maior liberação de energia térmica: na combustão de 30 kg de gasolina com 20% de álcool ou na combustão de 40 kg de álcool combustível? Justifique sua resposta mostrando seus cálculos e suas conclusões.

2. Um alto-forno produz, em média, $4,0 \cdot 10^4$ kg de ferro de uma vez, consumindo cerca de 0,91 kg de carvão para cada 1,0 kg de ferro produzido. Nessas condições, que quantidade de energia pode ser liberada no alto-forno por meio da queima do carvão?



PESQUISA INDIVIDUAL

Busque informações que o auxiliem a responder às questões apresentadas a seguir. Elabore um pequeno texto com cerca de dez linhas supondo que você vai expor sua pesquisa aos colegas de classe.

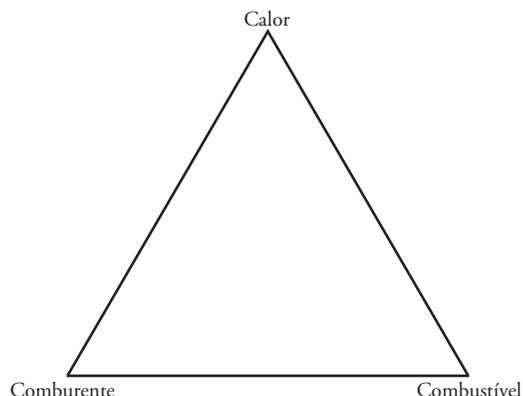
1. Além do preço, da disponibilidade e do poder calorífico, que outros fatores podem ser considerados na escolha de um combustível?

2. Por que a gasolina comercializada no Brasil apresenta cerca de 20% de etanol, se a gasolina isenta de álcool tem poder calorífico maior?

Atividade 3 – A combustão

Além dos aspectos quantitativos (relação entre massa de combustível queimado e energia liberada), é preciso entender também como ocorre o processo de combustão, quais são os materiais envolvidos e as condições necessárias para que ela ocorra.

A partir das discussões feitas em sala de aula e de seus conhecimentos anteriores, explique o que significa o “triângulo da combustão” apresentado ao lado.



Exercícios em sala de aula

1. Considere as combustões a seguir e complete a tabela.

I. queima de carvão (C) para churrasco;

II. queima de etanol (C₂H₅OH);

III. queima de palha de aço (constituída basicamente de ferro, Fe) com formação apenas de óxido de ferro III (Fe₂O₃).

Combustão	Reagentes	Produtos	Manifestações de energia liberada	Apresenta chama?
I				
II				
III				

2. Descreva os processos que ocorrem nas três combustões apresentadas na questão anterior e proponha equações químicas que as representem.

I: _____

II: _____

III: _____

3. Um aluno definiu combustão da seguinte forma: “Combustão é uma reação química que forma gás carbônico e água”. Analise a definição do aluno e diga o que está correto e o que está errado nela. Proponha outra definição para o termo “combustão”.



LIÇÃO DE CASA



1. O enxofre (S) é um sólido amarelo que pode ser queimado facilmente, formando dióxido de enxofre gasoso (SO₂). Proponha uma equação química que represente essa combustão.

2. A tabela mostra as temperaturas de ebulição e de fulgor de alguns combustíveis.

Combustível	Temperatura de ebulição (°C)	Temperatura de fulgor (°C)
Etanol	78	13
Gasolina	40-200	- 43
Querosene	175-320	45

a) Explique por que a gasolina e o querosene apresentam uma faixa de temperatura de ebulição, enquanto o etanol apresenta temperatura de ebulição bem determinada.

b) Qual é a temperatura mínima da gasolina para que ocorra combustão quando uma chama se aproxima dela? E a do querosene?

c) A partir desses dados, proponha uma explicação para o fato de os carros a álcool mais antigos apresentarem problema para dar partida em dias frios.



APRENDENDO A APRENDER

A adulteração de combustíveis é um crime grave, mas, infelizmente, muito comum. Quando passar por um posto de gasolina, converse sobre esse assunto com um dos frentistas ou, se possível, com o gerente. Pergunte a eles quais são as formas de adulteração mais comuns e como a gasolina é testada no posto para comprovar que é de boa qualidade.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8

RELAÇÕES EM MASSA NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: CONSERVAÇÃO E PROPORÇÃO EM MASSA

Nesta Situação de Aprendizagem, estudaremos as relações entre as massas de reagentes e produtos envolvidas nas transformações químicas. Vamos analisar os resultados de experimentos nos quais foram realizadas as combustões do papel e da palha de aço.

Atividade 1 – Análise dos resultados experimentais obtidos na queima do papel e da palha de aço



Leitura e análise de texto

Queima do papel e da palha de aço

Um aluno do Ensino Médio, que gostava muito de estudar História da Ciência, leu um texto que apresentava observações experimentais realizadas por Lavoisier, um cientista que muito colaborou para o desenvolvimento da Química. Lavoisier observou que, na combustão, o enxofre e o fósforo ganhavam massa, em vez de perdê-la, e concluiu que o aumento de massa ocorreria porque, na combustão, uma grande quantidade de ar seria "fixada".

Isso deixou o aluno intrigado. Ele procurou então seu professor, para que este o auxiliasse a compreender melhor o que aquilo queria dizer.

O professor propôs que a turma realizasse, no laboratório da escola, experimentos envolvendo a queima do papel e da palha de aço. Os alunos realizaram as queimas em cadinhos de porcelana, medindo as massas dos materiais antes e depois de cada processo.

No caso da queima do papel, constataram que a massa inicial (cadinho + papel) era maior que a massa final (cadinho + cinzas). Ou seja, perceberam que a massa medida diminuiu, em decorrência do processo da queima.

No caso da queima da palha de aço, constataram que a massa inicial (cadinho + palha de aço) era menor que a massa final (cadinho + óxido de ferro). Ou seja, perceberam que a massa medida aumentou, em decorrência do processo da queima.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

Questão para análise do texto

1. Como você explica essas observações relacionadas às mudanças de massa após a queima do papel e da palha de aço?



LIÇÃO DE CASA



- Os alunos de uma sala de aula, ao analisarem o que ocorreu no experimento descrito na Leitura e análise de texto, explicaram a queima do papel e da palha de aço da seguinte maneira:
 - Queima do papel:** a massa final diminuiu porque algum material produzido foi liberado do sistema.
 - Queima da palha de aço:** a massa final aumentou porque algum material envolvido na transformação química não foi contabilizado pela balança.

Você acha que essas ideias são coerentes? Explique.

- Se a queima do papel e a queima da palha de aço fossem realizadas em um sistema fechado, isto é, que não permite troca de materiais com o meio, o que você acha que teria ocorrido com o nível da balança?

Atividade 2 – Conservação da massa e proporção em massa entre as espécies participantes da transformação química

Três experimentos de combustão do carvão foram realizados em recipiente fechado. As massas foram medidas e anotadas na tabela a seguir. Analise a tabela e responda às questões propostas.

Amostra	Massas iniciais dos reagentes (valores em gramas)		Massas finais dos produtos (valores em gramas)		Energia liberada (kcal)
	Carvão (C(s))	Gás oxigênio (O ₂ (g))	Dióxido de carbono (CO ₂ (g))	Cinzas	
I	150	320	442	31	1 020
II	60	128	172	12	410
III	23	48	66	5	156

Tabela baseada em: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 59.

1. Some as massas dos reagentes da amostra I. Some as massas dos produtos da amostra I. Comparando os dois resultados, é possível dizer que a massa do sistema inicial permaneceu a mesma depois da combustão do carvão? Se não, a que pode ser atribuída essa diferença?

2. Compare a soma das massas dos reagentes com a soma das massas dos produtos na amostra II. Compare também as massas de reagentes e de produtos na amostra III. É possível dizer que a massa se conservou após a combustão das amostras II e III? Justifique sua resposta.

Será que em outras transformações químicas a massa também se conserva? Vamos analisar mais duas transformações químicas realizando um experimento.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Transformações químicas e conservação de massa

Materiais e reagentes

- garrafa de plástico incolor de 600 mL com tampa (seca);
- cerca de 50 mL de solução aquosa de ácido clorídrico (quantidade equivalente ao volume de um copo descartável de café);
- 1 tubo de ensaio de 15 mm × 100 mm;
- 2 g de hidrogenocarbonato de sódio (bicarbonato de sódio) ou carbonato de cálcio;
- estante para tubos de ensaio;
- balança;
- 2 tubos de ensaio de 15 mm × 150 mm;
- espátula ou palito de sorvete;
- cerca de 5 mL de solução de sulfato de cobre II;
- cerca de 5 mL de solução de hidróxido de sódio. (Obs.: evite contato direto com a pele ao manusear hidróxido de sódio. Siga as orientações de seu professor ao agitar o tubo de ensaio.)

Registre os dados nas tabelas apresentadas no final de cada experimento.

Procedimento experimental

Interação entre ácido clorídrico e hidrogenocarbonato de sódio

1. Coloque cuidadosamente 50 mL da solução de ácido clorídrico na garrafa.
2. Usando a espátula, adicione cerca de 2 g de hidrogenocarbonato de sódio ou de carbonato de cálcio ao tubo de ensaio pequeno.
3. Transfira com cuidado o tubo de ensaio para dentro da garrafa, conforme a figura a seguir. Não deixe que a solução de ácido entre em contato com o hidrogenocarbonato de sódio nesse momento.



Montagem do experimento usando garrafa de plástico ou frasco de boca larga.

4. Pese todo o conjunto na balança: a garrafa com a solução de ácido, o tubo de ensaio contendo hidrogenocarbonato ou carbonato e a tampa da garrafa (não se esqueça de pesar a tampa). Anote a massa de todo o sistema.
5. Assegure-se de que a garrafa esteja bem fechada.
6. Vire a garrafa para que o ácido entre em contato com o hidrogenocarbonato ou o carbonato. Deixe ocorrer a reação até cessar a efervescência.
7. Com a garrafa ainda tampada, meça a massa do conjunto novamente. Anote o valor.

8. Destampe a garrafa e meça a massa do conjunto sem se esquecer de medir também a massa da tampa da garrafa. Anote o valor.

Sistema no estado inicial		Sistema no estado final		
Descrição (aspecto visual)	Massa	Descrição (aspecto visual)	Massa	
			Fechado	Aberto

Interação entre sulfato de cobre II e hidróxido de sódio

- Coloque cerca de 5 mL de solução aquosa de sulfato de cobre II em um dos tubos de ensaio maiores e cerca de 5 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio no outro tubo.
- Coloque os tubos com as soluções na estante para tubos de ensaio. Pese todo esse sistema (os tubos com as soluções e a estante). Anote o valor da massa na tabela a seguir.
- Transfira a solução de sulfato de cobre II para o tubo de ensaio que contém a solução de hidróxido de sódio.

Você acha que a massa do sistema vai variar?

- Pese todo o sistema novamente, incluindo o tubo de ensaio que continha a solução de sulfato de cobre II. Anote na tabela o valor da massa.

O valor de massa encontrado corresponde às suas previsões?

Sistema no estado inicial		Sistema no estado final	
Descrição (aspecto visual)	Massa	Descrição (aspecto visual)	Massa

Experimento adaptado de: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, pp. 47-50.

Questões para análise do experimento

1. Você considera que os dois fenômenos observados nesse experimento são transformações químicas? Por quê?

2. Em relação ao sistema ácido clorídrico e hidrogenocarbonato de sódio, calcule a diferença de massa entre:

- a) a massa inicial e a massa final com a garrafa fechada. Houve diferença entre as massas? Como você explica esse resultado?

- b) a massa inicial e a massa final com a garrafa aberta. Houve diferença entre as massas? Como você explica esse resultado?

3. Caso tenha sido usado hidrogenocarbonato de sódio nessa experiência, o fenômeno observado pode ser representado pela equação química:

ácido clorídrico + hidrogenocarbonato de sódio → água + gás carbônico + cloreto de sódio



O termo (aq) indica que o material está dissolvido em água, formando o que se chama de solução aquosa. Os termos (s), (l) e (g) representam os estados físicos sólido, líquido e gasoso, respectivamente. Qual é a relação existente entre os estados físicos dos materiais envolvidos nesse fenômeno e as diferenças de massa calculadas na questão 2?

4. É possível dizer que as massas inicial e final na interação entre o ácido clorídrico e o hidrogenocarbonato de sódio foram iguais? Justifique sua resposta com base nos dados experimentais.

5. Compare as massas inicial e final na interação entre a solução de sulfato de cobre II e a solução de hidróxido de sódio. Houve conservação da massa nessa interação? Explique.

Como escolher as quantidades de reagentes para que não haja desperdício?

Nas transformações químicas, para que não haja desperdício, é necessário que os reagentes sejam adicionados em uma proporção ideal. Vamos aprender, nesta atividade, como calcular as massas de reagentes que podem ser empregadas sem perda de material.

Exercícios em sala de aula

Analise novamente a tabela a seguir e responda às questões propostas.

Amostra	Massas iniciais dos reagentes (valores em gramas)		Massas finais dos produtos (valores em gramas)		Energia liberada (kcal)
	Carvão (C(s))	Gás oxigênio (O ₂ (g))	Dióxido de carbono (CO ₂ (g))	Cinzas	
I	150	320	442	31	1 020
II	60	128	172	12	410
III	23	48	66	5	156

Tabela baseada em: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 59.

1. Calcule a razão entre a massa de carvão que reagiu e a massa de cinzas formada para cada uma das três amostras. Quantas vezes a massa de carvão é maior que a massa de cinzas em cada amostra? Os valores encontrados são próximos?

2. Analise novamente a tabela. Considerando as três amostras, responda às questões a seguir.

a) Aproximadamente, quantas vezes a massa de oxigênio é maior que a massa de carvão?

b) Aproximadamente, quantas vezes a massa de oxigênio é maior que a massa de cinzas?

3. Para cada um dos materiais, calcule a razão entre as massas da amostra I e as massas da amostra II. O que você pode concluir?

$\frac{\text{Amostra I}}{\text{Amostra II}} \rightarrow$	Carvão	Oxigênio	Dióxido de carbono	Cinzas
--	--------	----------	--------------------	--------

4. Para cada uma das amostras, calcule a razão entre a massa do carvão que reagiu e a quantidade de energia liberada nessa combustão. O que você pode dizer sobre o valor obtido? Consulte a tabela da página anterior.



LIÇÃO DE CASA



1. Sabendo-se que a combustão de 60 g de carvão requer 128 g de gás oxigênio e produz 12 g de cinzas, que massa de cinzas é formada quando se queimam 90 g de carvão? Que massa de oxigênio será consumida na combustão dessa massa de carvão?

2. O responsável técnico de um forno de calcinação de calcário elaborou um relatório sobre as três últimas tiragens da produção de cal. O relatório apresenta a seguinte tabela:

Data	Massa de calcário (t) (CaCO ₃)	Massa de cal (t) (CaO)	Massa de dióxido de carbono (t) (CO ₂)
12/7	10,0	5,6	4,4
15/7		11,2	
18/7	12,0	6,7	

Como se pode perceber, faltaram dados da massa de calcário usada no dia 15/7 e da massa de dióxido de carbono formada nos dias 15 e 18/7.

- a) Identifique quais são os reagentes e produtos nesse processo.

- b) Sabendo que a calcinação do calcário envolve o consumo de energia, proponha uma equação química que represente a calcinação do calcário e inclua o termo “energia” na equação.

- c) Determine os valores que faltam na tabela e complete-a. Mostre todos os cálculos realizados.

3. A combustão do etanol foi estudada em laboratório e as massas de reagentes e produtos da combustão de duas amostras desse material foram registradas em uma tabela.

Massas no estado inicial (g)		Massas no estado final (g)			
Etanol adicionado	Oxigênio adicionado	Gás carbônico produzido	Água produzida	Etanol em excesso	Oxigênio em excesso
50	96	88	54	4	–
23	50				

- a) Analise a tabela e mostre que a massa se conservou na combustão da primeira amostra de etanol. Apresente os cálculos e as conclusões.

- b) Há excesso de oxigênio na combustão da segunda amostra de etanol? Mostre os cálculos e as conclusões.

- c) Calcule a massa de gás carbônico (CO_2) e água formada na combustão da segunda amostra de etanol.

4. Sabe-se que 0,50 g de magnésio metálico (Mg) e 0,33 g de oxigênio (O_2) reagem completamente, formando exclusivamente óxido de magnésio (MgO).

- a) Que massa de MgO espera-se nesta experiência?

- b) Que massa de O_2 é necessária para reagir totalmente com 1,0 g de Mg?

- c) O que se espera que aconteça se 2,0 g de Mg reagirem com 2,0 g de O_2 ?

Atividade 3 – Releitura do problema inicial

Exercícios em sala de aula

1. Retome a análise de resultados experimentais obtidos na queima do papel e da palha de aço e preencha a tabela a seguir, com ajuda de seu professor.

Combustão	Reagentes	Produtos
Papel		
Palha de aço		

Explique por que a massa medida diminui na queima do papel e aumenta na queima da palha de aço.

2. A massa se conservou nas duas combustões? Explique sua resposta.



APRENDENDO A APRENDER

Observe, na escola ou em outros locais, alguns extintores de incêndio. Anote a classe do extintor e para que tipo de material inflamável ele pode ser usado. Procure saber:

- qual é a substância contida em cada tipo de extintor;
- a que material inflamável cada tipo de extintor é adequado e como se apaga a chama produzida por esse material.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 9 IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DA PRODUÇÃO E DO USO DE COMBUSTÍVEIS

Nesta Situação de Aprendizagem serão discutidos problemas sociais e ambientais ligados à produção e ao uso de combustíveis, principalmente os relacionados à produção de carvão vegetal, à extração de carvão mineral e à emissão de gases provenientes da combustão (tais como CO_2 e SO_2).

Atividade 1 – Produção e uso de carvão vegetal e carvão mineral e seus impactos ambientais

Nesta atividade, vamos conhecer como são obtidos o carvão mineral e o carvão vegetal e alguns problemas relacionados a essa obtenção. Para isso, leia o texto a seguir e, conforme orientação de seu professor, tente responder às perguntas propostas.



Leitura e análise de texto

Carvão vegetal e carvão mineral

Existem basicamente dois tipos de carvão, o vegetal e o mineral. Embora ambos sejam formados a partir da madeira, o carvão mineral só se forma por processo de fossilização da madeira ao longo de milhares de anos.

O carvão vegetal, usado no Brasil como combustível na calcinação do calcário e na produção de ferro, além de muitas outras aplicações, pode ser obtido por meio da carbonização da madeira. Nesse processo, a madeira é queimada parcialmente, de forma controlada e na presença de pouco oxigênio, ocorrendo um processo de decomposição térmica de substâncias, como celulose, lignina¹, sais minerais, água e outras. Como resultado, obtêm-se carvão vegetal e uma mistura de gases e vapores. Parte desses vapores pode ser condensada obtendo-se metanol (CH_3OH), ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) e alcatrão². A fração gasosa restante é formada por monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), hidrogênio (H_2) e hidrocarbonetos³, principalmente metano (CH_4).

O carvão vegetal, por ser obtido a partir da carbonização da madeira, pode ser considerado um recurso renovável, pois, por meio do replantio da madeira, pode-se obtê-lo facilmente. O inconveniente é que muitas carvoarias não são fiscalizadas e acabam utilizando madeira de regiões de mata nativa, degradando o meio ambiente.

¹ Lignina: polímero semelhante à celulose. Ela confere maior resistência à madeira, na qual está misturada à celulose.

² Alcatrão: líquido escuro, espesso e oleoso formado por dezenas de substâncias orgânicas (compostos de carbono). É obtido na destilação de vários materiais, tais como hulha (tipo de carvão) e madeira.

³ Hidrocarbonetos: substâncias formadas por carbono (C) e hidrogênio (H).

A carbonização da madeira ocorre por meio de seu aquecimento a elevadas temperaturas na presença de pouco oxigênio, resultando na produção de carvão e de compostos voláteis, que podem ser separados por destilação. As quantidades médias desses materiais obtidos a partir da destilação seca de uma tonelada de madeira são as seguintes: gases – 210 kg; água – 350 kg; ácido acético – 60 kg; metanol – 120 kg; alcatrão – 90 kg; e carvão – 270 kg. A soma das massas dos produtos obtidos a partir da combustão incompleta da madeira é 1 100 kg, pois nesses produtos foram incorporados átomos de oxigênio provenientes do ar, introduzido no sistema de forma controlada para que haja uma combustão incompleta da madeira. Assim, a soma da massa de madeira e de oxigênio do ar equivale à soma das massas dos produtos obtidos nesse processo.

No Brasil, o uso industrial do carvão vegetal continua sendo largamente praticado, o que torna nosso país o maior produtor mundial desse insumo energético. No setor industrial, que utiliza cerca de 85% do carvão, o ferro e o aço são os principais consumidores, uma vez que o carvão participa como reagente e como fonte de energia. O setor residencial consome cerca de 9%; a geração de energia em termoeletricas, 4,5%; e o setor comercial (pizzarias, padarias e churrascarias), 1,5%.

A carbonização de lenha é praticada de forma tradicional em fornos de alvenaria com ciclos de aquecimento e resfriamento que duram até vários dias. Os fornos retangulares equipados com sistemas de condensação de vapores e recuperadores de alcatrão são os mais avançados em uso atualmente no país. Os fornos cilíndricos com pequena capacidade de produção, sem mecanização e sem sistemas de recuperação de alcatrão, continuam sendo os mais usados nas carvoarias. A temperatura máxima média de carbonização é de 500 °C.

Não raras vezes, a atividade de produção do carvão vegetal tem sido associada a condições de trabalho de baixa remuneração, falta de segurança (risco de contaminação por gases tóxicos, queimaduras e explosões), falta de preparo técnico e de equipamentos apropriados. Geralmente, os trabalhadores não têm registro em carteira e é comum o emprego de crianças e adolescentes.

Além do carvão proveniente da queima da madeira, há também o carvão mineral, proveniente da fossilização de troncos, raízes, galhos e folhas de árvores gigantes que cresceram há 250 milhões de anos em pântanos rasos. Essas partes vegetais, após morrerem, ficaram depositadas no fundo lodoso e permaneceram encobertas. O tempo e a pressão da terra sobre esse material transformaram-no em uma massa negra – as jazidas de carvão.

Dependendo do teor de carbono, resultado do tempo de fossilização, têm-se tipos de carvão diferentes: turfa, linhito, hulha e antracito.

No Brasil, a hulha ocorre nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e sua extração é de cerca de 10 milhões de toneladas por ano (a produção não é maior em virtude do alto teor de cinzas e de enxofre que possui). É usada como combustível em usinas termoeletricas nas próprias regiões de onde é extraída e nos altos-fornos siderúrgicos, após aquecimento prévio para eliminar material orgânico (gases e alcatrão).

A exploração das jazidas de minério de carvão gera impactos ambientais causados pela degradação da fauna, da flora, do solo e de cursos d'água. Além disso, são muitos os riscos à saúde

dos operários das minas de carvão. Incêndios, desmoronamentos, inundações e exposição a agentes cancerígenos (gases tóxicos e material particulado) e a elevadas temperaturas são alguns desses problemas.

Embora o uso de carvão mineral apresente a conveniência de se extrair um combustível diretamente da natureza, é problemático o fato de ser um recurso não renovável, portanto, esgotável.

Atualmente, o principal uso da combustão do carvão vegetal ou mineral no mundo é para a geração de eletricidade, em usinas termoelétricas. Os impactos ambientais das usinas a carvão são grandes, não só pelas emissões atmosféricas que agravam o problema da chuva ácida e do efeito estufa, mas também pelo descarte de resíduos sólidos e pela poluição térmica. A melhoria no processo de combustão e o uso de carvão com baixo teor de enxofre poderiam reduzir as emissões de poluentes, como o dióxido de enxofre (SO_2), um dos causadores da chuva ácida. Na usina, a energia térmica residual proveniente desse processo também poderia ser aproveitada no próprio local para o aquecimento de caldeiras, movimentação de motores etc., minimizando as perdas energéticas.

Até a Segunda Guerra Mundial, o carvão ainda era o combustível mais utilizado no mundo. Mas, a partir do início do século XX, com o desenvolvimento dos motores a explosão, houve o crescente aumento do consumo de combustíveis derivados do petróleo e a conseqüente diminuição do uso de carvão como combustível. Com o uso da energia nuclear para a geração de energia elétrica, a partir da segunda metade do século XX, diminuiu ainda mais o uso de carvão. No entanto, a disponibilidade de grandes jazidas de carvão mineral e o baixo custo do carvão vegetal ainda conferem a esse combustível um certo grau de importância no cenário energético mundial.

Texto adaptado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi de: CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, <http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_carvao.asp>, e CEPA – Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada, <<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo1A/carvao.html>>. Acesso em: 24 maio 2013.

Questões para análise do texto

1. Como é produzido o carvão vegetal?

2. Quais são os problemas ambientais e sociais que podem ser causados por essa produção?

3. Como é extraído o carvão mineral?

4. Quais são os problemas ambientais e sociais que podem ser causados por essa extração?

5. Quais são os tipos de indústria que utilizam o carvão como combustível?

6. Quais problemas ambientais podem ser relacionados à queima do carvão?

7. Quais são as vantagens da utilização de cada tipo de carvão? E quais são as desvantagens?



VOCÊ APRENDEU?



Complete a tabela com as informações obtidas no texto, na discussão em sala ou em outras fontes de consulta, para obter uma síntese sobre os dois tipos de carvão, o vegetal e o mineral.

	Carvão vegetal	Carvão mineral
Forma de obtenção		
Problemas ambientais relacionados à produção/extração		
Problemas sociais relacionados à produção/extração		
Vantagens		
Desvantagens		
Onde é utilizado		
Problemas relacionados ao uso		



LIÇÃO DE CASA



Utilizando as informações obtidas nos textos a seguir ou em outras fontes de consulta, procure responder às questões propostas.



Leitura e análise de texto

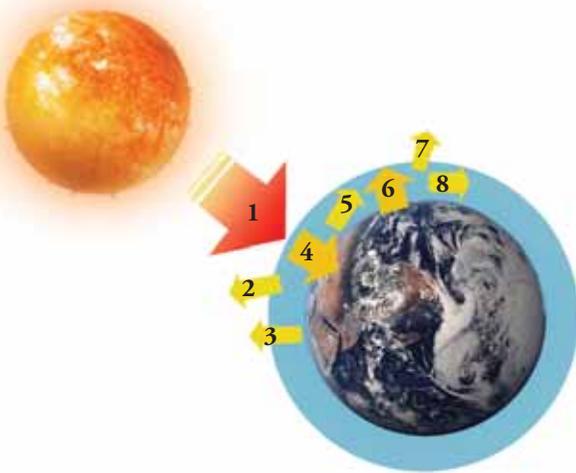
Efeito estufa

Efeito estufa é o aquecimento da camada gasosa (atmosfera) que envolve a Terra em razão da absorção de radiações eletromagnéticas. Os gases que compõem a atmosfera têm diferentes capacidades de absorção. Apesar do gás carbônico estar presente em pequena quantidade (0,033% em volume), possui uma grande capacidade de absorver essas radiações, sendo responsável por cerca de 60% do efeito estufa.

A retenção de calor provocada pelo efeito estufa é um fenômeno natural responsável por manter uma temperatura média de 15 °C na Terra, proporcionando condições ideais para a manutenção da vida no planeta. Entretanto, o aumento do efeito estufa em razão da crescente emissão de gases estufa pode contribuir para o aquecimento global, considerado por alguns cientistas um dos maiores problemas ambientais da atualidade.

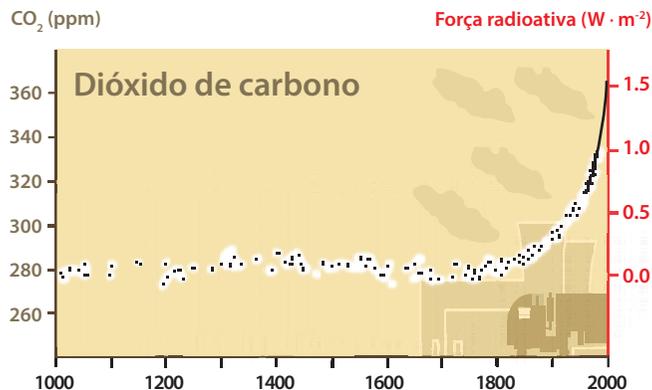
A figura a seguir representa os processos de absorção e emissão de radiações eletromagnéticas, e o gráfico, a emissão de CO₂ (dióxido de carbono) ao longo do último milênio.

© Jairo Souza Design



Efeito estufa.

- 1 – 100% da radiação solar que atinge a Terra.
- 2 – Cerca de 25% da radiação solar recebida é refletida pelas nuvens e se perde no espaço.
- 3 – Cerca de 5% da radiação solar que atinge a Terra é refletida por sua superfície e se perde no espaço.
- 4 – Cerca de 45% da radiação solar que chega à Terra (solo e oceanos) é absorvida, aquecendo-a.
- 5 – Cerca de 25% da radiação solar é absorvida pela atmosfera, provocando seu aquecimento (efeito estufa).
- 6 – Parte da radiação absorvida pela superfície da Terra é convertida em radiação infravermelha, que aquece o solo e a água, e o restante é emitido.
- 7 – Parte da radiação infravermelha emitida pela Terra se perde no espaço.
- 8 – Parte da radiação infravermelha emitida pela Terra é absorvida pela atmosfera (efeito estufa).



Concentração atmosférica mundial de dióxido de carbono (1000 - 2000 d.C).
 Fonte: IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001. Publicado na web por GRID-Arendal in 2003. Synthesis Report. Figura 2.1. Disponível em: <http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/vol4/spanish/021.htm#figspm21>. Acesso em: 24 maio 2013.

Observação: O parâmetro **força radioativa** que aparece no gráfico mede a influência exercida por um determinado fator na alteração do equilíbrio da energia que entra e sai do sistema atmosférico terrestre. Ele também mostra a importância desse fator como potencial mecanismo de mudança climática. Quando um fator (por exemplo, CO₂) tende a aquecer a superfície terrestre, diz-se que ele possui força radioativa positiva; quando tende a esfriar o sistema (por exemplo, aerossóis de longa permanência na estratosfera), força radioativa negativa. Esses valores são expressos em *watts* por metro quadrado (W · m⁻²). Você pode obter mais informações sobre esse conceito na internet.

Elaborado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi especialmente para o São Paulo faz escola.

Questões para análise do texto

Após ler o texto, analise o gráfico e a figura e responda às questões.

1. De que forma o homem contribui para o aumento das emissões de gás carbônico? E por que esse aumento se deu a partir do final do século XIX?

2. Qual é a relação entre a emissão de gás carbônico e o efeito estufa?

3. Por que o aumento do efeito estufa pode ser considerado um problema ambiental?



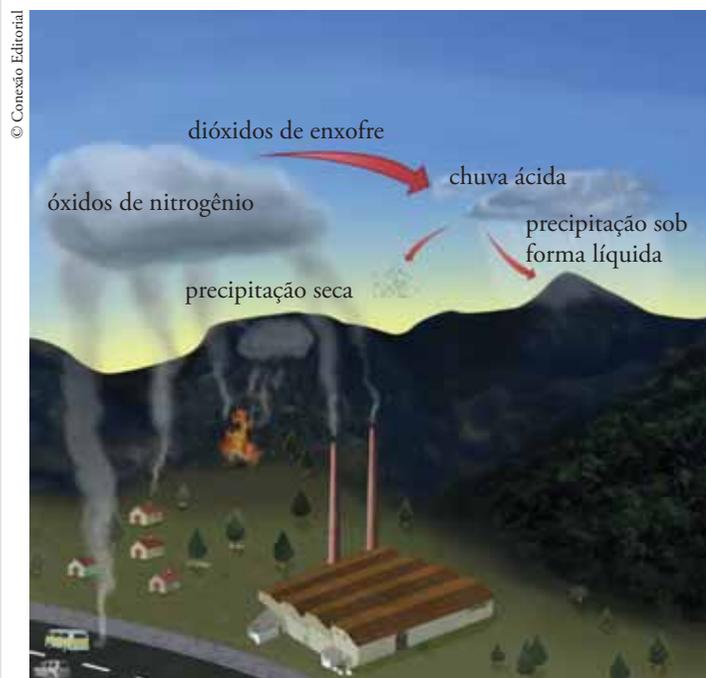
Leitura e análise de texto

Chuva ácida

A chuva é naturalmente ácida, mesmo em locais não poluídos. Isso ocorre por causa da presença do dióxido de carbono (CO_2), que reage com o vapor d'água da atmosfera formando o ácido carbônico (H_2CO_3), conferindo um pH¹ de 5,6 para essa chuva.

Entretanto, quando aumenta a quantidade de certos poluentes atmosféricos (dióxido de enxofre, SO_2 , e óxidos de nitrogênio), a chuva pode tornar-se excessivamente ácida em razão da reação desses gases com a água, produzindo principalmente ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido nítrico (HNO_3). Nesse caso, usa-se a expressão “chuva ácida”.

Esses poluentes são liberados principalmente na queima de combustíveis de origem fóssil – carvão e petróleo. O dióxido de enxofre pode ser produzido, por exemplo, na queima de carvão mineral, pois compostos de enxofre são encontrados como impurezas nesse combustível. Os óxidos de nitrogênio, porém, podem ser produzidos em combustões a altas temperaturas, como a que ocorre nos motores a explosão e em processos industriais. Nessas combustões, o próprio nitrogênio (N_2) e o oxigênio (O_2) do ar reagem para formar os óxidos de nitrogênio.



Fonte: <<http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2000/chuva/formacao.htm>>. Acesso em: 24 maio 2013.

A chuva ácida é considerada um problema de grande impacto ambiental, pois pode provocar a devastação de florestas, acidificando solos e matando plantas. Ela afeta também os ambientes aquáticos, provocando a morte de peixes e de outros animais. Outros problemas que ela causa são a transformação da superfície do mármore (carbonato de cálcio – CaCO_3) de monumentos em gesso (sulfato de cálcio – CaSO_4), provocando sua erosão, e a corrosão de materiais metálicos de edifícios e construções.

Elaborado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi especialmente para o São Paulo faz escola.

¹ pH: escala utilizada para indicar o grau de acidez ou de basicidade de um material. Essa escala varia de 0 a 14. A 25 °C, o valor de pH = 7 indica materiais de caráter neutro; abaixo desse valor, os materiais têm caráter ácido; e acima desse valor, têm caráter básico ou alcalino.

Questões para análise do texto

Após ler o texto, analise a figura e responda às questões.

1. Qual é a origem dos compostos que produzem a chuva ácida?

2. Quais são os efeitos da chuva ácida para o ambiente? E para o ser humano?

3. A chuva ácida cai sempre na região onde se formam os poluentes? Explique sua resposta.

Atividade 2 – Produção de carvão vegetal

Nesta atividade, vamos aprofundar o estudo sobre a produção de carvão vegetal.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Carbonização da madeira: produção de carvão vegetal

Nesse experimento, você vai simular a produção de carvão vegetal.

Materiais e reagentes:

- 2 tubos de ensaio;
- palitos de dente ou serragem;
- 1 rolha com um furo;
- água;
- 1 rolha com dois furos;
- bico de Bunsen ou lamparina;

- suportes universais, garras e mufas;
- cuba ou béquer grande;
- fósforo;
- 2 tubos de vidro recurvados;
- tripé e tela de amianto;
- papel de tornassol azul ou 1 tira de aproximadamente 2,5 cm de comprimento de papel de filtro umedecido com alaranjado de metila (papel indicador);
- pinça metálica.

Procedimento experimental

1. Colocar vários palitos (ou serragem) em um dos tubos de ensaio, sem preenchê-lo totalmente.
2. Montar o dispositivo representado na figura.



3. Acender o bico de Bunsen e aquecer o material do tubo de ensaio por alguns minutos. Observar.
4. Com a pinça metálica, prender a tira de papel indicador e umedecê-la com água. A partir do aparecimento de fumaças brancas, aproximar cuidadosamente a pinça (com o papel umedecido) dos gases que escapam pela extremidade livre do tubo de vidro. Retirá-lo dessa posição quando observar alguma mudança. Anotar o que se observa.
5. Aproximar a chama de um fósforo da extremidade livre do tubo de vidro, sempre que estiver saindo fumaça. Observar e anotar o que ocorre.
6. Manter o aquecimento até cessar o desprendimento de gás.
7. Examinar o tubo que foi mergulhado em água.

Fonte de dados: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Subsídios para a implementação da proposta curricular de Química para o 2º grau*. São Paulo: SE/CENP/FUNBEC, 1979.

Questões para análise do experimento

1. O que acontece com a cor do papel indicador?

2. Quais gases poderiam ser formados nesse experimento? E o resíduo? Retorne ao texto “Carvão vegetal e carvão mineral” e tente localizar informações que o auxiliem a responder essa questão.

3. Por que os gases puderam ser queimados?

4. Por que os gases modificaram a cor do papel indicador ao entrar em contato com ele?



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Como reconhecer o caráter ácido, básico ou neutro de um material

Neste experimento, você vai reconhecer e identificar o caráter ácido, básico ou neutro de diversos materiais. Para isso, siga as instruções de seu professor.

Materiais e reagentes

- 2 tubos de ensaio;
- 2 vidros de relógio;
- 2 conta-gotas;

- 1 estante para tubos de ensaio;
- sabão;
- açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$);
- leite;
- soda cáustica ou hidróxido de sódio (NaOH) em pastilhas;
- sal de cozinha (NaCl);
- cal de construção (CaO);
- água;
- vinagre branco;
- água sanitária;
- ácido clorídrico diluído (HCl);
- carbonato de cálcio ($CaCO_3$);
- tiras de papel de tornassol azul e vermelho.

Procedimento experimental

1. Identifique os tubos de ensaio, numerando-os como 1 e 2.
2. Coloque água nos tubos de ensaio até a altura de 2 cm, aproximadamente.
3. Ao tubo 1, adicione um dos seguintes materiais recebidos por seu grupo: sabão, leite, vinagre, água sanitária, açúcar, sal, cal, hidróxido de sódio ou ácido clorídrico. Se o material for líquido, utilize dez gotas. Se o material for sólido, utilize uma quantidade equivalente a um grão de arroz. Identifique o material utilizado, agite o tubo e anote suas observações.
4. Faça o mesmo no tubo 2, com o outro material. Se não houver outro material, os testes do experimento serão realizados com a água desse tubo.
5. Numere os vidros de relógio como 1 e 2. No vidro 1, coloque algumas gotas do líquido contido no tubo 1. No vidro 2, coloque algumas gotas do líquido contido no tubo 2. Ao fazer anotações sobre suas observações, cuidado para não confundir os materiais dos dois vidros de relógio.
6. Realize então os seguintes testes tanto no vidro de relógio 1 quanto no 2.
 - **Teste 1.** Coloque um pedaço de papel de tornassol azul em contato com o líquido, mantendo-o apoiado numa das bordas do vidro de relógio. Nesse mesmo vidro, repita a operação usando um pedaço de papel de tornassol vermelho. Anote suas observações.

- **Teste 2.** Ao líquido contido no vidro de relógio, adicione carbonato de cálcio em quantidade equivalente a um grão de arroz, espere alguns segundos e anote suas observações.

Complete a tabela com os dados experimentais obtidos por seu grupo ou pelos outros grupos da sala.

Interações	Ocorre dissolução?	Teste 1		Teste 2	Outras observações
		Cor adquirida pelo papel de tornassol azul	Cor adquirida pelo papel de tornassol vermelho	Ação sobre o carbonato de cálcio	
Água					
Água e sabão					
Água e açúcar					
Água e água sanitária					
Água e leite					
Água e vinagre					
Água e sal de cozinha					
Água e cal de construção					
Água e soda cáustica					
Água e ácido clorídrico					

Experimento adaptado de: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. 1, p. 24.

Questões para análise do experimento

1. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, quais critérios você utilizou ao propor essa classificação?

2. Os gases que você observou no experimento da carbonização da madeira, ao interagirem com a água no papel indicador umedecido, indicaram seu caráter ácido (presença de ácido acético, principalmente), evidenciado pela mudança de cor. Entre os materiais estudados no experimento “Como reconhecer o caráter ácido, básico ou neutro de um material”, quais têm caráter ácido? Esses materiais apresentam outras propriedades em comum? Quais?

3. Os materiais que, ao interagirem com a água, fazem com que ela se torne ácida são denominados ácidos. Considerando essa informação e as respostas dadas às questões anteriores, defina o que é um ácido.

4. Além dos ácidos, há materiais que são classificados como neutros e outros como básicos, usando-se como critério de classificação as propriedades que esses materiais conferem (ou não) à água, após interagirem com ela. Defina material neutro e material básico (alcalino).

Atividade 3 – Ciência e cidadania: aplicando as ideias estudadas para a tomada de decisões

Nesta atividade, você e seus colegas vão participar de um debate no qual, conforme orientação de seu professor, cada aluno ou grupo de alunos vai defender o ponto de vista de um dos setores da sociedade com diferentes interesses na instalação ou não de uma siderúrgica na cidade. Os interessados nessa questão podem ser indígenas, políticos, industriais, ambientalistas, mineradores (extraem o minério de ferro), comerciantes (donos de carvoaria e pequenos comerciantes), fazendeiros, trabalhadores do ecoturismo (proprietários de pousadas e guias) etc. A intenção de promover esse debate é informar a população da cidade sobre a instalação da usina e suas consequências, para que todos os cidadãos se posicionem a favor ou contra por meio de um plebiscito^a. Dessa maneira, será necessário criar argumentos que defendam o seu ponto de vista e divulgá-los para a população. Para isso, elabore textos para distribuir, que tenham um dos seguintes formatos: carta aberta, cartaz, folheto, página da internet, informativo em diversos meios de comunicação (jornal, rádio ou TV) ou qualquer outro que você considere adequado.

Situação-problema

Numa cidade interiorana, próxima a uma reserva indígena, foi descoberta uma jazida de minério de ferro que tem grande potencial para ser economicamente explorada, mas a região possui uma paisagem exuberante (mata nativa, corredeiras, cachoeiras e fauna diversificada) que é apreciada por muitos turistas. Foi proposto um projeto para a instalação de uma grande siderúrgica na cidade, que deve ser aprovado pelos habitantes da região por meio de um plebiscito. Para esclarecimento da população, está sendo promovida uma ampla campanha de divulgação dos diversos pontos de vista de todos os interessados na instalação ou não dessa indústria.



LIÇÃO DE CASA



1. Faça um resumo das principais ideias que surgiram durante a discussão dos problemas ambientais causados pela produção e pelo uso de carvão como combustível.

^a Voto popular, mediante sim ou não, sobre uma proposta que lhe seja apresentada.

2. Após ter participado do debate sobre a instalação ou não de uma siderúrgica e depois de todos os argumentos apresentados tanto por você quanto por seus colegas, qual posição você tomaria diante de um plebiscito sobre esse projeto? Apresente argumentos que sustentem sua posição.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 10

MODELO ATÔMICO DE JOHN DALTON: IDEIAS SOBRE A CONSTITUIÇÃO E A TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA

Sabemos que, nas transformações químicas, as massas se conservam, mas como podemos explicar esse fato?

Atividade 1 – Modelos explicativos

Para explicar os fenômenos observados, o ser humano elabora teorias e constrói modelos explicativos.

Discuta esse assunto com seus colegas e comente a seguinte frase: “Uma teoria experimentalmente testada não é uma verdade”.

Atividade 2 – Modelo atômico de Dalton



Leitura e análise de texto

Modelo atômico de Dalton

No fim do século XVIII, muitos conhecimentos sobre as transformações químicas tinham sido adquiridos, e cientistas buscavam explicações para os fenômenos que observavam, além de sentirem necessidade de representá-los.

John Dalton (1766-1844) foi um dos cientistas que buscou explicar os aspectos quantitativos relacionados às transformações químicas. O foco de seu estudo era a solubilidade de gases. Em suas pesquisas, ele decidiu aceitar a ideia defendida por Lavoisier de que os gases são formados por corpúsculos.

Dalton propôs, então, que, para diferenciar os corpúsculos dos gases, teria de ser levada em conta a massa, ou seja, que átomos de gases diferentes têm massas diferentes e átomos de gases iguais têm a mesma massa.

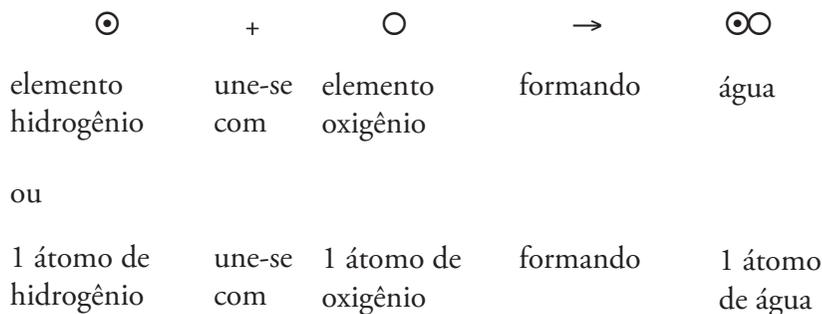
Assim, ele passou a estudar as quantidades envolvidas nas transformações químicas e usou a lei de Proust como base para sua hipótese atômica, formulada do seguinte modo:

- Toda matéria é formada por átomos, que são as menores partículas que a constituem.
- Os átomos são indestrutíveis e indivisíveis, mesmo quando participam de transformações químicas.
- As transformações da matéria são recombinações de átomos.
- Átomos de elementos iguais apresentam massas iguais e átomos de elementos diferentes apresentam massas diferentes.

Por elemento, Dalton assume a definição proposta por Lavoisier: elemento é toda substância que atingiu sua última fase da análise, ou seja, que não mais se decompõe.

Dalton representava os átomos utilizando símbolos; para o hidrogênio, por exemplo, usava \odot . Nessa representação, o símbolo de um elemento indicava não só o elemento, mas também um átomo dele com massa característica. Esse tipo de representação dos elementos químicos se mostrou pouco prático; por isso, outros químicos sugeriram novas formas de representação. O químico sueco Berzelius (1779-1848) propôs usar a primeira letra em maiúscula do nome do elemento em latim; com isso, o hidrogênio passou a ser simbolizado por H. Essa representação é utilizada até hoje. Quando há elementos cujos nomes começam com a mesma letra, acrescenta-se uma segunda (em minúscula), como o nitrogênio (*nitrogen*), símbolo N, e o sódio (*natrium*), símbolo Na.

Para Dalton, as fórmulas e as representações das transformações químicas (equações químicas) também indicavam quantidades. Por exemplo, a representação a seguir indicava a formação da água e seria interpretada como:



Um problema que se apresentava na época era a determinação das massas dos átomos. Como é impossível medir a massa de um átomo, Dalton analisou as relações entre as massas dos reagentes envolvidos na formação de substâncias hydrogenadas, ou seja, transformações químicas entre diferentes substâncias e o gás hidrogênio. Ele admitiu que o elemento hidrogênio tinha

massa atômica 1; com isso, pôde estimar as massas de outras substâncias. Por exemplo, na decomposição da água, Dalton obteve 98 partes de oxigênio para 14 de hidrogênio, dando uma proporção aproximada de 7 : 1. Dessa maneira, admitiu que a massa dos átomos de oxigênio era aproximadamente sete vezes maior que a massa dos átomos de hidrogênio, e fez o mesmo para outros compostos hidrogenados.

Contudo, experimentos e estudos do químico francês Gay-Lussac (1778-1850), do físico italiano Avogadro (1776-1856) e de Berzelius mostraram que a partícula de água era constituída por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio; portanto, a massa atômica deste último não seria 7, como propôs Dalton. Assim, as determinações das massas atômicas foram revistas e, atualmente, esses valores são determinados utilizando-se o carbono como padrão.

Algumas massas atômicas de Dalton			
Massa atômica	Nome atual em português	Massa atômica	Nome atual em português
1	Hidrogênio	56	Zinco
5	Nitrogênio	56	Cobre
5	Carbono	90	Chumbo
7	Oxigênio	167	Mercúrio
9	Fósforo	190	Ouro
13	Enxofre	190	Platina
50	Ferro	190	Prata

Texto adaptado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi de: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 109 a 113.

Questões para análise do texto

1. Para Dalton, o que era um átomo?

2. Segundo as ideias de Dalton, que característica diferenciava os átomos dos diversos elementos químicos?

3. Para Dalton, o que era um elemento químico?

4. Como Dalton representava os átomos? Como eles são representados atualmente?

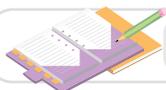


LIÇÃO DE CASA



1. Como as ideias de Dalton a respeito das transformações químicas explicam:

- a conservação da massa?
- a proporção entre as substâncias participantes da reação?



VOCÊ APRENDEU?



1. A tabela a seguir contém dados relativos à queima de um pedaço de palha de aço.

Experi- mentos	Massa dos reagentes (g)		Massa dos produtos (g)	Massa que não reagiu (g)	
	Palha (ferro)	Oxigênio	Óxido de ferro	Palha (ferro)	Oxigênio
I	22,4	11,7	32,0	—	2,1
II	22,4	8,6	28,5	2,6	—
III	22,4	9,6	32,1	—	—

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. *Interações e transformações.*
Livro de Exercícios. Módulos I e II. São Paulo: Edusp, 2003, v. 1, p. 26.

a) Qual é a massa de oxigênio (O_2) que reage nos experimentos I, II e III? Explique.

b) Verifique se houve conservação de massa em cada um dos experimentos. Mostre os cálculos e conclusões.

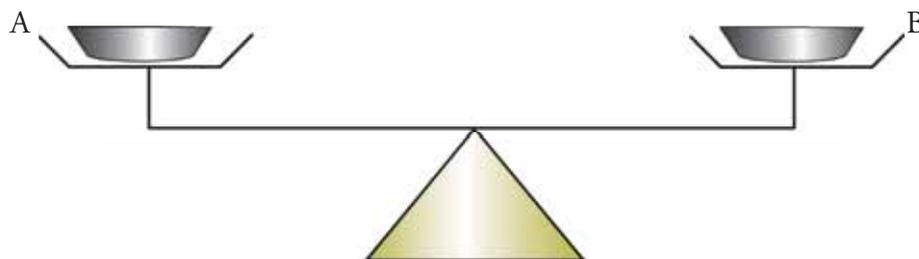
2. Analise as seguintes afirmações.

- I. Toda vez que ocorre uma transformação química em um sistema fechado e se forma um sólido, a massa final do sistema será maior que sua massa inicial.
- II. Na combustão da madeira, a massa inicial do sistema formado por madeira e gás oxigênio é igual à massa final do sistema formado por gás carbônico, vapor d'água e cinzas.
- III. Quando uma transformação química processada em um sistema fechado produz gás, as massas inicial e final do sistema serão iguais, pois os gases não têm massa.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

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

3. (Fuvest – 1997) Os pratos A e B de uma balança foram equilibrados com um pedaço de papel em cada prato e efetuou-se a combustão apenas do material contido no prato A. Esse procedimento foi repetido com palha de aço em lugar de papel. Após cada combustão, observou-se:



	Com papel	Com palha de aço
a)	A e B no mesmo nível	A e B no mesmo nível
b)	A abaixo de B	A abaixo de B
c)	A acima de B	A acima de B
d)	A acima de B	A abaixo de B
e)	A abaixo de B	A e B no mesmo nível

4. (Comvest/Vestibular Unicamp – 1990) Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), o iniciador da Química moderna, realizou, por volta de 1775, vários experimentos. Em um deles, aqueceu 100 g de mercúrio em presença de ar dentro de um recipiente de vidro fechado, obtendo 54 g de óxido vermelho de mercúrio, tendo ficado ainda sem reagir 50 g de mercúrio. Pergunta-se:

a) Qual é a razão entre a massa de oxigênio e a de mercúrio que reagiram?

b) Que massa de oxigênio seria necessária para reagir com todo o mercúrio inicial?

5. As ideias sobre a constituição da matéria propostas por John Dalton no início do século XIX podem explicar:

I. a produção de energia elétrica numa pilha;

II. o aumento de massa durante a queima da palha de aço;

III. o fato de os materiais se combinarem em proporções definidas nas transformações químicas.

A aplicação correta do modelo atômico de Dalton ocorre apenas em:

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

6. A corrosão de monumentos de mármore ou de metais e o derretimento das calotas polares estão relacionadas, respectivamente, aos seguintes problemas ambientais:

a) destruição da camada de ozônio e aquecimento global;

b) chuva ácida e aquecimento global;

c) efeito estufa e superaquecimento global;

d) chuva ácida e destruição da camada de ozônio;

e) superaquecimento global e chuva ácida.



PARA SABER MAIS

- AGÊNCIA Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 24 maio 2013. Apresenta informações interessantes sobre a qualidade e adulteração de combustíveis.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira dos produtores de cal. Disponível em: <<http://www.abpc.org.br>>. Acesso em: 17 maio 2013. Nessa página da internet são apresentadas informações técnicas sobre a produção da cal, sua comercialização no Brasil e no mundo e suas aplicações.
- BELL, M. S. *Lavoisier no ano um*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. Tendo a Revolução Francesa como pano de fundo, esse livro narra a trajetória científica de Antoine Lavoisier, que estabeleceu algumas das bases do conhecimento químico, entre as quais a participação do oxigênio nas combustões e a Lei da Conservação da Massa nas transformações químicas.
- BRANCO, S. M. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Moderna, 1990. Nesse livro são discutidas tanto as fontes de energia mais amplamente utilizadas pelo ser humano quanto as novas alternativas energéticas que têm se destacado a partir das décadas finais do século XX. O texto apresenta uma reflexão crítica sobre o consumo excessivo de energia e seus impactos socioambientais.
- CANTO, Eduardo Leite. *Minérios, minerais, metais: de onde vêm, para onde vão?* São Paulo: Moderna, 1997. No livro, podem ser encontradas informações sobre a obtenção dos diferentes metais a partir de minérios, sua importância econômica e alguns impactos ambientais causados por sua exploração.
- CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*. São Paulo: SBQ, 28 maio 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/>>. Acesso em: 24 maio 2013. Nesse artigo são discutidos aspectos ambientais referentes à produção e aos usos de álcool e outros biocombustíveis. Discute-se a pertinência do termo “combustível limpo” geralmente atribuído a eles.
- ESPERIDIÃO, Yvone Mussa; NÓBREGA, Olimpio. *Os metais e o homem*. São Paulo: Ática, 2002. No livro, podem ser encontradas informações sobre a importância dos metais para o ser humano, alguns exemplos de sua utilização, exemplos e usos de ligas metálicas e sugestões de atividades.
- LABORATÓRIO Didático Virtual. Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br>>. Acesso em: 17 maio 2013. A página da internet contém diversas animações e simulações de Química e Física. Contém ainda uma simulação na qual você é convidado a descobrir qual é o metal usado na confecção de uma peça adquirida em uma joalheria.

**CONCEPÇÃO E COORDENAÇÃO GERAL
NOVA EDIÇÃO 2014-2017**

**COORDENADORIA DE GESTÃO DA
EDUCAÇÃO BÁSICA – CGEB**

Coordenadora
Maria Elizabete da Costa

**Diretor do Departamento de Desenvolvimento
Curricular de Gestão da Educação Básica**
João Freitas da Silva

**Diretora do Centro de Ensino Fundamental
dos Anos Finais, Ensino Médio e Educação
Profissional – CEFAF**
Valéria Tarantello de Georgel

**Coordenadora Geral do Programa São Paulo
faz escola**
Valéria Tarantello de Georgel

Coordenação Técnica
Roberto Canossa
Roberto Liberato
Suely Cristina de Albuquerque Bomfim

EQUIPES CURRICULARES

Área de Linguagens

Arte: Ana Cristina dos Santos Siqueira, Carlos Eduardo Povinha, Kátia Lucila Bueno e Roseli Ventrela.

Educação Física: Marcelo Ortega Amorim, Maria Elisa Kobs Zacarias, Mirna Leia Violin Brandt, Rosângela Aparecida de Paiva e Sergio Roberto Silveira.

Língua Estrangeira Moderna (Inglês e Espanhol): Ana Paula de Oliveira Lopes, Jucimeire de Souza Bispo, Marina Tsunokawa Shimabukuro, Neide Ferreira Gaspar e Sílvia Cristina Gomes Nogueira.

Língua Portuguesa e Literatura: Angela Maria Baltieri Souza, Clarícia Akemi Eguti, Idê Moraes dos Santos, João Mário Santana, Kátia Regina Pessoa, Mara Lúcia David, Marcos Rodrigues Ferreira, Roseli Cordeiro Cardoso e Rozeli Frasca Bueno Alves.

Área de Matemática

Matemática: Carlos Tadeu da Graça Barros, Ivan Castilho, João dos Santos, Otavio Yoshio Yamanaka, Rodrigo Soares de Sá, Rosana Jorge Monteiro, Sandra Maira Zen Zacarias e Vanderley Aparecido Cornatione.

Área de Ciências da Natureza

Biologia: Aparecida Kida Sanches, Elizabeth Reymi Rodrigues, Juliana Pavani de Paula Bueno e Rodrigo Ponce.

Ciências: Eleuza Vania Maria Lagos Guazzelli, Gisele Nanini Mathias, Herbert Gomes da Silva e Maria da Graça de Jesus Mendes.

Física: Carolina dos Santos Batista, Fábio Bresighello Beig, Renata Cristina de Andrade Oliveira e Tatiana Souza da Luz Stroeymeyte.

Química: Ana Joaquina Simões S. de Matos Carvalho, Jeronimo da Silva Barbosa Filho, João Batista Santos Junior e Natalina de Fátima Mateus.

Área de Ciências Humanas

Filosofia: Emerson Costa, Tânia Gonçalves e Teônia de Abreu Ferreira.

Geografia: Andréia Cristina Barroso Cardoso, Débora Regina Aversan e Sérgio Luiz Damiati.

História: Cynthia Moreira Marcucci, Maria Margarete dos Santos e Walter Nicolas Otheguy Fernandez.

Sociologia: Alan Vitor Corrêa, Carlos Fernando de Almeida e Tony Shigukei Nakatani.

**PROFESSORES COORDENADORES DO NÚCLEO
PEDAGÓGICO**

Área de Linguagens

Educação Física: Ana Lucia Steidle, Eliana Cristine Budisk de Lima, Fabiana Oliveira da Silva, Isabel Cristina Albergoni, Karina Xavier, Katia Mendes e Silva, Liliane Renata Tank Gullo, Marcia Magali Rodrigues dos Santos, Mônica Antonia Cucatto da Silva, Patrícia Pinto Santiago, Regina Maria Lopes, Sandra Pereira Mendes, Sebastiana Gonçalves Ferreira Viscardi, Silvana Alves Muniz.

Língua Estrangeira Moderna (Inglês): Célia Regina Teixeira da Costa, Cleide Antunes Silva, Ednéa Boso, Edney Couto de Souza, Elana Simone Schiavo Caramano, Eliane Graciela dos Santos Santana, Elisabeth Pacheco Lomba Kozokoski, Fabiola Maciel Saldão, Isabel Cristina dos Santos Dias, Juliana Munhoz dos Santos, Kátia Vitorian Gellers, Lídia Maria Batista Bomfim, Lindomar Alves de Oliveira, Lúcia Aparecida Arantes, Mauro Celso de Souza, Neusa A. Abrunhosa Tápias, Patrícia Helena Passos, Renata Motta Chicoli Belchior, Renato José de Souza, Sandra Regina Teixeira Batista de Campos e Silmara Santade Masiero.

Língua Portuguesa: Andrea Righeto, Edilene Bacheга R. Viveiros, Eliane Cristina Gonçalves Ramos, Graciana B. Ignacio Cunha, Letícia M. de Barros L. Viviani, Luciana de Paula Diniz, Márcia Regina Xavier Gardenal, Maria Cristina Cunha Riondet Costa, Maria José de Miranda Nascimento, Maria Márcia Zamprônio Pedroso, Patrícia Fernanda Morande Roveri, Ronaldo Cesar Alexandre Formici, Selma Rodrigues e Sílvia Regina Peres.

Área de Matemática

Matemática: Carlos Alexandre Emídio, Clóvis Antonio de Lima, Delizabeth Evanir Malavazzi, Edinei Pereira de Sousa, Eduardo Granado Garcia, Evaristo Glória, Everaldo José Machado de Lima, Fabio Augusto Trevisan, Inês Chiarelli Dias, Ivan Castilho, José Maria Sales Júnior, Luciana Moraes Funada, Luciana Vanessa de Almeida Buranello, Mário José Pagotto, Paula Pereira Guanais, Regina Helena de Oliveira Rodrigues, Robson Rossi, Rodrigo Soares de Sá, Rosana Jorge Monteiro,

Rosângela Teodoro Gonçalves, Roseli Soares Jacomini, Sílvia Ignês Perucquetti Bortolato e Zilda Meira de Aguiar Gomes.

Área de Ciências da Natureza

Biologia: Aureli Martins Sartori de Toledo, Evandro Rodrigues Vargas Silvério, Fernanda Rezende Pedroza, Regiani Braguim Chioderoli e Rosimara Santana da Silva Alves.

Ciências: Davi Andrade Pacheco, Franklin Julio de Melo, Liamara P. Rocha da Silva, Marceline de Lima, Paulo Garcez Fernandes, Paulo Roberto Orlandi Valdastris, Rosimeire da Cunha e Wilson Luís Prati.

Física: Ana Claudia Cossini Martins, Ana Paula Vieira Costa, André Henrique Ghelfi Rufino, Cristiane Gislene Bezerra, Fabiana Hernandez M. Garcia, Leandro dos Reis Marques, Marcio Bortoletto Fessel, Marta Ferreira Mafra, Rafael Plana Simões e Rui Buosi.

Química: Armenak Bolean, Cátia Lunardi, Cirila Tacconi, Daniel B. Nascimento, Elizandra C. S. Lopes, Gerson N. Silva, Idma A. C. Ferreira, Laura C. A. Xavier, Marcos Antônio Gimenes, Massuko S. Warigoda, Roza K. Morikawa, Sílvia H. M. Fernandes, Valdir P. Berti e William G. Jesus.

Área de Ciências Humanas

Filosofia: Alex Roberto Genelhu Soares, Anderson Gomes de Paiva, Anderson Luiz Pereira, Claudio Nitsch Medeiros e José Aparecido Vidal.

Geografia: Ana Helena Veneziani Vitor, Célio Batista da Silva, Edison Luiz Barbosa de Souza, Edivaldo Bezerra Viana, Elizete Buranello Perez, Márcio Luiz Verni, Milton Paulo dos Santos, Mônica Estevan, Regina Célia Batista, Rita de Cássia Araujo, Rosinei Aparecida Ribeiro Libório, Sandra Raquel Scassola Dias, Selma Marli Trivellato e Sonia Maria M. Romano.

História: Aparecida de Fátima dos Santos Pereira, Carla Flaitt Valentini, Claudia Elisabete Silva, Cristiane Gonçalves de Campos, Cristina de Lima Cardoso Leme, Ellen Claudia Cardoso Doretto, Ester Galesi Gryga, Karin Sant'Ana Kossling, Marcia Aparecida Ferrari Salgado de Barros, Mercia Albertina de Lima Camargo, Priscila Lourenço, Rogerio Sicchieri, Sandra Maria Fodra e Walter Garcia de Carvalho Vilas Boas.

Sociologia: Anselmo Luis Fernandes Gonçalves, Celso Francisco do Ó, Lucila Conceição Pereira e Tânia Fetchir.

Apoio:
Fundação para o Desenvolvimento da Educação - FDE

CTP, Impressão e acabamento
Gráfica e Editora Posigraf

GESTÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO EDITORIAL 2014-2017

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI

Presidente da Diretoria Executiva
Antonio Rafael Namur Muscat

Vice-presidente da Diretoria Executiva
Alberto Wunderler Ramos

GESTÃO DE TECNOLOGIAS APLICADAS À EDUCAÇÃO

Direção da Área
Guilherme Ary Plonski

Coordenação Executiva do Projeto
Angela Sprenger e Beatriz Scavazza

Gestão Editorial
Denise Blanes

Equipe de Produção

Editorial: Amarilis L. Maciel, Angélica dos Santos Angelo, Bóris Fatigati da Silva, Bruno Reis, Carina Carvalho, Carla Fernanda Nascimento, Carolina H. Mestriner, Carolina Pedro Soares, Cíntia Leitão, Eloiza Lopes, Érika Domingues do Nascimento, Flávia Medeiros, Gisele Manoel, Jean Xavier, Karinna Alessandra Carvalho Taddeo, Leandro Calbente Câmara, Leslie Sandes, Mainã Greeb Vicente, Marina Murphy, Michelangelo Russo, Natália S. Moreira, Olivia Frade Zambone, Paula Felix Palma, Priscila Risso, Regiane Monteiro Pimentel Barboza, Rodolfo Marinho, Stella Assumpção Mendes Mesquita, Tatiana F. Souza e Tiago Jonas de Almeida.

Direitos autorais e iconografia: Beatriz Fonseca Micsik, Érica Marques, José Carlos Augusto, Juliana Prado da Silva, Marcus Ecclissi, Maria Aparecida Acunzo Forli, Maria Magalhães de Alencastro e Vanessa Leite Rios.

Edição e Produção editorial: Jairo Souza Design Gráfico e Occy Design (projeto gráfico).

CONCEPÇÃO DO PROGRAMA E ELABORAÇÃO DOS CONTEÚDOS ORIGINAIS

COORDENAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS DOS CADERNOS DOS PROFESSORES E DOS CADERNOS DOS ALUNOS
Ghislaine Trigo Silveira

CONCEPÇÃO
Guiomar Namó de Mello, Lino de Macedo, Luis Carlos de Menezes, Maria Inês Fini (coordenadora) e Ruy Berger (em memória).

AUTORES

Linguagens
Coordenador de área: Alice Vieira.
Arte: Gisa Picosque, Mirian Celeste Martins, Geraldo de Oliveira Suzigan, Jéssica Mami Makino e Sayonara Pereira.

Educação Física: Adalberto dos Santos Souza, Carla de Meira Leite, Jocimar Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches Neto, Mauro Betti, Renata Elsa Stark e Sérgio Roberto Silveira.

LEM – Inglês: Adriana Ranelli Weigel Borges, Alzira da Silva Shimoura, Lívia de Araújo Donnini Rodrigues, Priscila Mayumi Hayama e Sueli Salles Fidalgo.

LEM – Espanhol: Ana Maria López Ramírez, Isabel Gretel María Eres Fernández, Ivan Rodrigues Martin, Margareth dos Santos e Neide T. Maia González.

Língua Portuguesa: Alice Vieira, Débora Mallet Pizarim de Angelo, Eliane Aparecida de Aguiar, José Luis Marques López Landeira e João Henrique Nogueira Mateos.

Matemática
Coordenador de área: Nilson José Machado.
Matemática: Nilson José Machado, Carlos Eduardo de Souza Campos Granja, José Luiz Pastore Mello, Roberto Perides Moisés, Rogério Ferreira da Fonseca, Ruy César Pietropaolo e Walter Spinelli.

Ciências Humanas

Coordenador de área: Paulo Miceli.
Filosofia: Paulo Miceli, Luiza Christov, Adilton Luis Martins e Renê José Trentin Silveira.

Geografia: Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Araujo e Sérgio Adas.

História: Paulo Miceli, Diego López Silva, Glaydson José da Silva, Mônica Lungov Bugelli e Raquel dos Santos Funari.

Sociologia: Heloisa Helena Teixeira de Souza Martins, Marcelo Santos Masset Lacombe, Melissa de Mattos Pimenta e Stella Christina Schrijnemaekers.

Ciências da Natureza

Coordenador de área: Luis Carlos de Menezes.
Biologia: Ghislaine Trigo Silveira, Fabiola Bovo Mendonça, Felipe Bandoni de Oliveira, Lucilene Aparecida Esperante Limp, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Olga Aguilar Santana, Paulo Roberto da Cunha, Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira e Solange Soares de Camargo.

Ciências: Ghislaine Trigo Silveira, Cristina Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto, Julio César Foschini Lisboa, Lucilene Aparecida Esperante Limp, Maira Batistoni e Silva, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro, Ricardo Rechi Aguiar, Rosana dos Santos Jordão, Simone Jaconetti Ydi e Yassuko Hosoume.

Física: Luis Carlos de Menezes, Estevam Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira, Sonia Salem e Yassuko Hosoume.

Química: Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Denilse Moraes Zambom, Fabio Luiz de Souza, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença de Sousa Santos, Luciane Hiromi Akahoshi, Maria Fernanda Penteado Lamas e Yvone Mussa Esperidião.

Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice Murrie.

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

* Nos Cadernos do Programa São Paulo faz escola são indicados sites para o aprofundamento de conhecimentos, como fonte de consulta dos conteúdos apresentados e como referências bibliográficas. Todos esses endereços eletrônicos foram checados. No entanto, como a internet é um meio dinâmico e sujeito a mudanças, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo não garante que os sites indicados permaneçam acessíveis ou inalterados.

* Os mapas reproduzidos no material são de autoria de terceiros e mantêm as características dos originais, no que diz respeito à grafia adotada e à inclusão e composição dos elementos cartográficos (escala, legenda e rosa dos ventos).

