



A.4 – Reações Químicas

A vida quotidiana e a vida no seu sentido biológico, assim como o mundo que habitamos, são um palco permanente onde se desenrolam múltiplas e diversas transformações a que se dá o nome de **reações químicas**. De algumas delas, temos perceção imediata, como quando queimamos, voluntariamente ou não, qualquer material, por exemplo nas queimadas e na incineração, ou seja, quando fazemos uma combustão. A formação de produtos e o consumo de reagentes são imediatamente detetadas pela visão, pelo cheiro...

De outras, nem temos consciência. É o caso das reações que têm lugar nas células dos organismos vivos. Para os seres humanos, a saúde e o bem-estar dependem de uma interação complexa entre essas reações. Num corpo saudável essas reações ocorrem num lugar certo, num tempo certo e com uma velocidade adequada, controlada pelas enzimas, os catalisadores químicos. A **cinética química** estuda a velocidade com que ocorrem estas e outras reações e como fazer o seu controlo. Pode usar-se conhecimento de cinética química para estudar coisas tão simples como a conservação e a degradação de alimentos, ou outras, mais complexas, como o metabolismo nos seres vivos, a atuação dos medicamentos, o controlo dos poluentes na atmosfera e a procura do melhor catalisador para rentabilizar o fabrico de materiais.

Sendo o campo de intervenção das reações químicas tão vasto, progressivamente, no decorrer dos tempos, foram sendo criadas e inovadas as formas de as representar, de forma prática e universal: as **equações químicas**. Apesar da sua forma simples e aplicação direta, a escrita de equações químicas rege-se por princípios inabaláveis relativos às reações químicas que representam: a conservação da massa e a indestrutibilidade de elementos.

Pela sua relevância para a sustentabilidade da vida e do planeta, é pois importante o estudo das reações químicas, por exemplo:

- As transformações dos materiais para os tornar úteis e para promoverem melhoria na qualidade de vida de populações humanas;
- O tratamento de resíduos e gestão de riscos;
- O controlo dos produtos perigosos que a humanidade lança para a atmosfera, como os gases que causam efeito de estufa ou os elementos ditos tóxicos.

Neste subtema procuraremos responder às seguintes questões.

- *Como se representam as reações químicas?*
- *Que fatores afetam a velocidade das reações químicas?*
- *O que é a ignição?*
- *Como podemos conservar melhor os nossos alimentos?*
- *O que é uma combustão, do ponto de vista químico?*
- *Quais são as diferenças entre uma queimada e uma incineração?*
- *Por que é que queimar determinados resíduos é perigoso?*

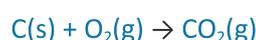
A.4.1 Reações químicas e equações químicas

Numa reação química existem os reagentes, as substâncias originais, e os produtos da reação, as substâncias que se obtêm na reação.

Por exemplo: na combustão de carvão, o carbono existente no carvão e o oxigênio da atmosfera reagem para originar o dióxido de carbono.

Reação: combustão de carvão	Reagentes: carbono, C(s); oxigênio, O ₂ (g)
	Produtos da reação: dióxido de carbono, CO ₂ (g)

As reações químicas representam-se por **equações químicas**. Para o caso anterior podemos escrever a equação química:



As fórmulas químicas representam as substâncias envolvidas na reação química, separadas pelo sinal +. Uma seta indica o percurso da reação, dos reagentes para os produtos da reação.

Também se pode escrever: $\text{O}_2\text{(g)} + \text{C(s)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$

Uma vez que não existe uma ordem preferencial para apresentar os reagentes (ou os produtos) da reação.

Os símbolos (s), (l), (g) e (aq) usam-se para descrever os estados de agregação.

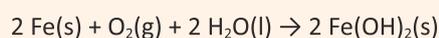
(s) – estado sólido **(l)** – estado líquido **(g)** – estado gasoso **(aq)** – aquoso (dissolvido em água)

Repara que os elementos presentes nos reagentes são os mesmos que os dos produtos da reação: C e O, na reação cuja equação se apresentou.

Questão



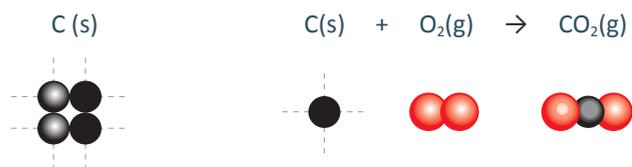
Faz a leitura da equação que traduz uma reação que ocorre na formação da ferrugem:



Resposta: O ferro, no estado sólido, o oxigênio, no estado gasoso, e a água, no estado líquido, reagem originando hidróxido de ferro(II) no estado sólido.

A.4.2 A Lei da Conservação da Massa

A equação química que traduz a formação de CO₂(g) por combustão do carvão respeita a **Lei da Conservação da Massa** também chamada de **Lei de Lavoisier**. De acordo com esta lei, numa reação química o número de átomos



de cada elemento deve ser igual nos reagentes e nos produtos da reação.

O carvão pode ser representado como um agregado extenso de átomos de carbono. As linhas a tracejado representam esse agregado extenso de átomos.

Numa reação química nunca se destroem os elementos químicos que existem nos reagentes; os elementos químicos apenas passam a estar ligados de formas diferentes.

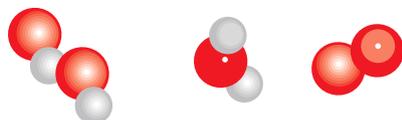
Por exemplo: o peróxido de hidrogénio, um componente de água oxigenada utilizada na desinfeção de ferimentos, decompõe-se originando água e oxigénio.

Reação: Decomposição de H_2O_2

Reagentes: peróxido de hidrogénio (H_2O_2)

Produtos da reação: água (H_2O); gás oxigénio (O_2)

Para escrever a equação química que traduz esta reação começamos por usar as fórmulas químicas dos reagentes e dos produtos da reação:



Logo se vê que esta representação não está correta, pois o número de átomos de oxigénio não é o mesmo nos reagentes e nos produtos da reação. Para acertar a equação é necessário aumentar a quantidade de peróxido de hidrogénio na equação química, o que implica aumentar também a quantidade de água nos produtos:



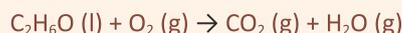
Ou seja, as quantidades de reagentes e de produtos devem ser ajustadas para que as quantidades de cada elemento sejam iguais nos reagentes e nos produtos. A equação química assim acertada traduz a proporção correta em que os reagentes reagem e os produtos se formam.

Este princípio geral de acerto das equações químicas é válido independentemente das entidades constituintes (moléculas, iões, átomos) de reagentes e de produtos. O que importa é verificar-se a conservação de entidades do mesmo elemento químico.

Questão



A reação de combustão do álcool etílico pode representar-se pela equação química:



- Identifica os reagentes e os produtos da reação.
- Acerta esta equação química.

Resposta: a) Reagentes são $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (álcool etílico) e O_2 e os produtos da reação são CO_2 e H_2O .

b) Começa por acertar-se C, o que obriga a considerar 2 CO_2 : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} (\text{l}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$

Depois acerta-se H. Existem 6 átomos de H nos reagentes. Então nos produtos fica 3 H_2O : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} (\text{l}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$

Por fim, acerta-se O. Nos produtos da reação estão 7 átomos de O, pelo que deve ficar 3 O_2 : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} (\text{l}) + 3 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$

O nome «*Lei da Conservação da Massa*» sugere que existe conservação da massa durante uma reação química, isto é, que a massa não varia. Com efeito, no decurso de uma reação química a massa dos reagentes transformados é igual à massa dos produtos da reação obtidos.

Algumas vezes parece que há perda de matéria. Por exemplo, quando queimamos carvão ele desaparece quase por completo deixando apenas algumas cinzas.

Analisemos a equação química que traduz essa reação: $\text{C} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g})$

Podemos verificar que o carvão «desaparece» porque o carbono, nele existente, se combina com o oxigénio, originando dióxido de carbono. Sendo esta última substância um gás, liberta-se para a atmosfera.

Na verdade, não há perda de massa: se existirem, por exemplo, 12 kg de carbono eles reagirão com 32 kg de oxigénio e originarão 44 kg de dióxido de carbono. A massa de 12 kg de carbono fica incluída na massa de dióxido de carbono formado.

Atividade



Para ilustrar a lei da conservação da massa é necessário usar uma balança. Ela serve para medir a massa do sistema nas situações em estudo: antes e depois da reação ocorrer.

Os esquemas seguintes representam situações em que ocorre uma reação em sistema fechado.

Equação da reação: $\text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{HCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$

Procedimento:

- Colocar um pouco de carbonato de cálcio, CaCO_3 , dentro de um balão de Erlenmeyer;
- Colocar ácido clorídrico num tubo de ensaio, até metade;
- Inserir o tubo de ensaio dentro do balão de Erlenmeyer e tapar com uma rolha;
- Inclinar o balão de Erlenmeyer até que CaCO_3 e HCl se misturem.

Observações: Quando os dois reagentes se misturam nota-se efervescência e formação de espuma. Ao fim de algum tempo a rolha salta.

Interpretação:

- A que se deve a efervescência e formação de espuma?
- Porque salta a rolha?
- Descreve o que observaste com a massa do sistema ao longo da experiência.

Discussão: Indica os procedimentos que permitiram que se pudesse verificar a Lei da Conservação da Massa.



A.4.3 Velocidade das reações químicas

As reações não ocorrem todas com a mesma velocidade. Por exemplo, a combustão de um fósforo é uma reação rápida, mas a explosão da pólvora é uma reação ainda mais rápida. Por outro lado, a decomposição de vegetais ou animais mortos envolve reações químicas que são lentas, as envolvidas na corrosão de um prego são, em geral, mais lentas e a formação de petróleo, que ocorre no subsolo, também a partir de vegetais e animais mortos, são ainda muitíssimo mais lentas.



Figura 2 – Duração aproximada de algumas reações químicas.

A velocidade das reações químicas varia muito!

A mesma reação pode ser mais rápida ou mais lenta conforme as condições em que ocorre. Por exemplo, os alimentos estragam-se rapidamente à temperatura ambiente, mas não dentro do frigorífico, onde a temperatura é mais baixa.

4.3.1 Teoria das colisões

As reações químicas podem explicar-se através da **Teoria das Colisões**. Esta teoria também permite explicar, em parte, por que motivo diferentes reações ocorrem com velocidades diferentes e prever fatores que afetam a velocidade das reações químicas.

Em primeiro lugar, é necessário reconhecer que:

- Para qualquer estado físico (gasoso, líquido ou sólido) em que os materiais se encontrem, os átomos, moléculas ou iões que os constituem estão em incessantes movimentos de vários tipos;
- Para um mesmo estado físico e para cada tipo de movimento, quanto maior for a temperatura mais rápido é esse movimento.

A teoria das colisões explica, a nível sub-microscópico, como ocorrem as reações e assenta em três ideias-chave. Para simplificar, consideremos reagentes e produtos constituídos apenas por moléculas.

1 - As reações químicas ocorrem porque há **choques** (ou colisões) entre moléculas dos reagentes. A velocidade da reação depende da frequência das colisões.

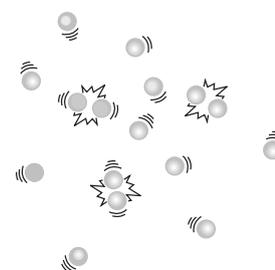


Figura 3 – Para que ocorra reação tem de haver colisões entre as espécies químicas dos reagentes.

2 - Para que haja reação química é necessário que os choques originem novas moléculas: **colisões eficazes**.

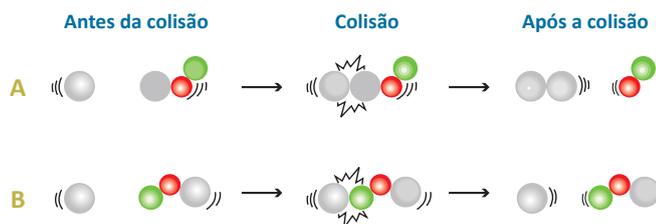


Figura 4 – Colisão eficaz (A) e não-eficaz (B). A colisão é ou não eficaz dependendo, neste caso, da orientação das moléculas quando colidem.

3 - Para que ocorra reação é necessário que a colisão entre moléculas se dê com uma determinada energia: **energia de ativação**.

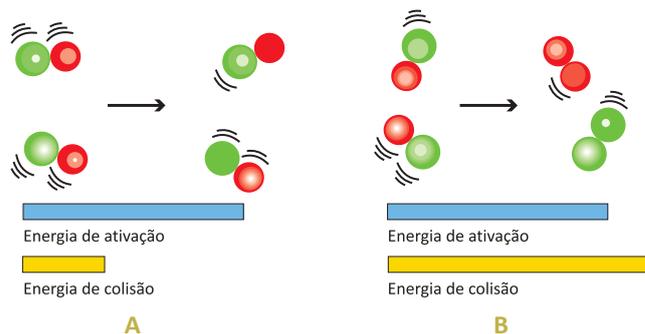


Figura 5 – Se as moléculas de reagentes colidem com velocidade reduzida, a energia das colisões não é suficiente para originar novas moléculas (A). Se colidem com velocidade elevada podem originar novas moléculas (B).

A **energia de ativação** é a energia mínima que as moléculas de reagentes devem ter para que a colisão seja eficaz havendo, assim, formação de novas moléculas.

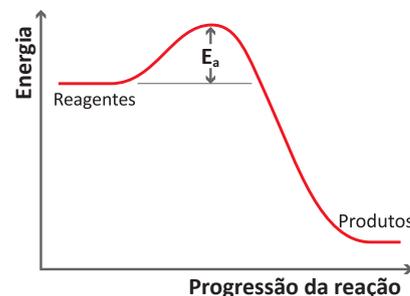


Figura 6 – As moléculas dos reagentes devem chocar com energia suficiente para atingir a energia de ativação (E_a).

A energia das moléculas depende principalmente da temperatura da amostra, ou seja, a temperatura mais alta:

Há mais moléculas movendo-se a maior velocidade;
↓
Há mais moléculas com energia cinética elevada;
↓
As moléculas dos reagentes colidem com maior energia;
↓
Há mais colisões eficazes;
↓
Formam-se mais moléculas.

4.3.2 O porquê da ignição

Existem reações químicas tão lentas, que é como se não existissem. Essas reações só terão velocidade apreciável se forem criadas condições para que ocorram mais rapidamente. Muitas vezes isso consegue-se provocando uma **ignição**.

Por exemplo:

- Para acender um fósforo é preciso riscá-lo;
- Para iniciar a combustão de lenha ou carvão (acender o lume, como vulgarmente se diz) é necessário usar uma chama.

Quando se risca o fósforo, é a energia fornecida pela fricção que desencadeia a reação. Esta energia inicial permite ultrapassar a barreira da energia de ativação e iniciar a reação química com uma velocidade apreciável. Depois, a energia libertada no decurso da reação eleva a temperatura do sistema, o que permite que haja mais colisões eficazes e que a reação ocorra sem que seja necessário fornecer energia adicional.

A ignição serve, assim, para desencadear reações. Em alguns casos a ignição pode ser prejudicial ou mesmo perigosa. Por exemplo, quando lidamos com combustíveis, devemos evitar fazê-lo na proximidade de fontes de ignição, que podem provocar incêndios ou explosões!



Figura 7 – Manter afastado de fontes de ignição.

Atividade



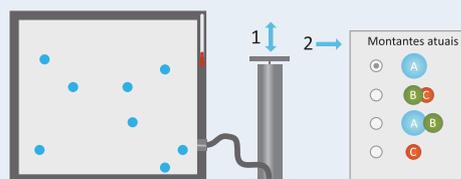
Aceder ao sítio: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/reactions-and-rates>

Trata-se de uma simulação computacional sobre a velocidade de reações químicas que representa um sistema reacional a nível sub-microscópico. Inclui controlo de condições reacionais: temperatura; concentração; energia de ativação.



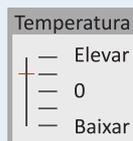
- Abrir o ficheiro **reactions-and-rates_pt.jar**
- Selecionar o separador **Muitas colisões**.
- Acionar o manípulo da **bomba** com o rato para adicionar 6 átomos A ao sistema.
- Selecionar com o rato a **molécula BC** e usar a bomba para adicionar 6 moléculas BC ao sistema.

Caso pretendas voltar ao início usa o botão **Reiniciar tudo**.



Questão 1: Observa as colisões que ocorrem entre átomos e moléculas. Serão estas colisões eficazes (há formação de produtos da reação)?

- Eleva a temperatura do sistema usando a fonte de aquecimento.



- Verifica que ocorrem mais colisões eficazes e, portanto, a transformação:
 $A + BC \rightarrow AB + C$ (nota que também ocorre a transformação inversa: $AB + C \rightarrow A + BC$).
Acompanha a evolução no quadro do lado direito **montantes atuais**.



Questão 2: Para além do aumento da temperatura, como podemos aumentar o número de colisões eficazes?

- Usa livremente as várias opções disponíveis para testar a tua hipótese.

A.4.4 Fatores que afetam a velocidade das reações e a conservação de alimentos

Se conseguirmos conhecer e controlar a velocidade com que se degradam os alimentos, podemos melhorar a sua conservação. Na indústria alimentar, técnicos especializados estudam a velocidade das reações químicas que ocorrem durante a degradação dos alimentos para poderem estabelecer um **prazo de validade**. Este indica uma data limite até à qual a qualidade do alimento se mantém, permitindo que possa ser consumido com segurança, isto é, sem aumento de riscos para a saúde.



Figura 8 – Informação sobre prazos de validade.

O prazo de validade de um alimento é uma informação

importante, pois quando é ultrapassado já não se pode garantir a sua qualidade e segurança.

São vários os fatores que podem afetar a velocidade das reações químicas: a **temperatura**, a **concentração de reagentes**, o **grau de divisão** de reagentes, a **luz** e os **catalisadores**.

4.4.1 Efeito da temperatura

Já foi referido anteriormente que a maior temperatura, as moléculas se movem, em média, com maior velocidade. Nesse caso:

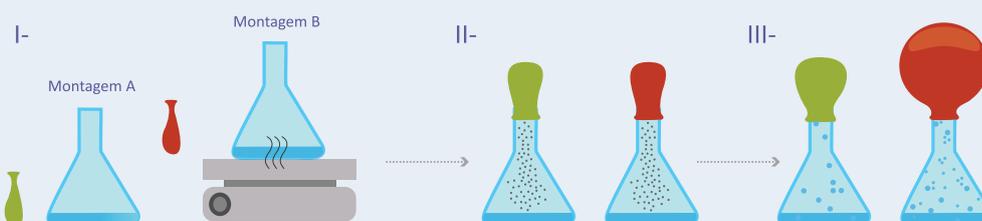
- O número de colisões é maior;
- As colisões ocorrem com maior energia.

Assim, é provável que ocorram mais colisões eficazes. Por isso, de uma forma geral, **as reações químicas são mais rápidas a temperatura mais altas**.

Atividade



Para estudar o efeito da temperatura na velocidade de uma reação química propõe-se uma atividade de acordo com os esquemas e a sequência seguintes.



A reação em estudo é entre o carbonato de cálcio e ácido clorídrico e pode ser traduzida pela equação química:



A solução de ácido clorídrico fica dentro dos balões de Erlenmeyer. A reação inicia-se quando o carbonato de cálcio, que está dentro dos balões, é vertido para dentro dos balões de Erlenmeyer.

Para realizar uma atividade experimental é necessário controlar variáveis. Neste caso é preciso fixar os vários fatores que podem alterar a velocidade das reações químicas e alterar apenas aquele que se quer estudar.

1. Qual é, neste caso, o fator que altera a velocidade da reação química? De que forma ele se modifica nas duas montagens?
2. Indica alguns dos fatores que se mantêm inalterados nas duas montagens.
3. Os balões devem ser invertidos ao mesmo tempo. Porquê?
4. Qual das reações foi mais rápida? Como se deteta a diferença de velocidade? Como se explica?

Então, guardam-se alimentos no frigorífico, ou numa arca congeladora, porque ficam a temperaturas mais baixas e, por isso, as reações de degradação dos alimentos são mais lentas. Os alimentos conservam-se durante mais tempo.

Por outro lado, os alimentos cozinham mais rapidamente a temperaturas mais elevadas. Durante a cozedura ocorrem reações químicas cuja velocidade aumenta se a temperatura for mais elevada.

4.4.2 Efeito da concentração dos reagentes

A concentração dos reagentes também influencia a velocidade de uma reação. Quanto maior for a concentração de um reagente, maior será o número de moléculas no volume considerado. Deste modo, as colisões são mais frequentes, sendo mais provável que ocorram colisões eficazes.

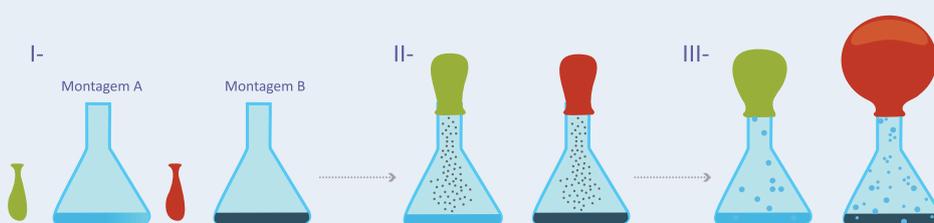


Figura 9 – Mais concentrado significa que há mais moléculas no mesmo espaço. Nesse caso há mais colisões e a velocidade da reação aumenta.

Atividade



Para estudar o efeito da concentração dos reagentes na velocidade de uma reação química pode fazer-se uma atividade experimental de acordo com as representações da figura seguinte.



A reação que ocorre pode traduzir-se pela equação química:



A solução de ácido clorídrico fica dentro dos balões de Erlenmeyer. A reação inicia-se quando o carbonato de cálcio, que está dentro dos balões, é vertido para dentro dos balões de Erlenmeyer.

Discussão:



Para realizar uma atividade experimental é necessário controlar variáveis. Neste caso é preciso fixar os vários fatores que podem alterar a velocidade das reações químicas e alterar apenas aquele que se quer estudar.

1. Qual é, neste caso, o fator que altera a velocidade da reação química? De que forma é modificado nas duas montagens?
2. Indica alguns dos fatores que se mantêm inalterados nas duas montagens.
3. Em qual das montagens foi mais rápida a reação? Explica.

4.4.3 Efeito do grau de divisão dos reagentes

A velocidade das reações também aumenta se aumentar o grau de divisão de um reagente no estado sólido. Isto porque quanto mais dividido estiver, maior será a superfície do sólido em contacto com o outro reagente. Assim, ocorrerão mais colisões e a velocidade da reação será maior.

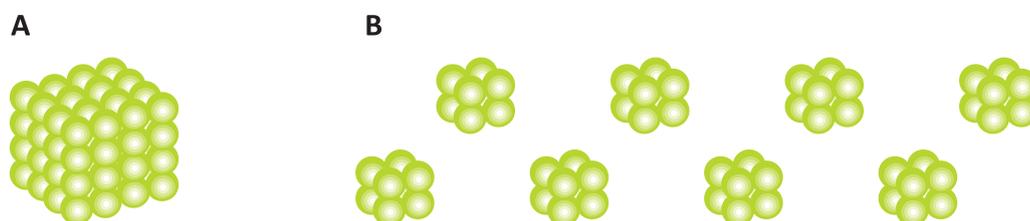
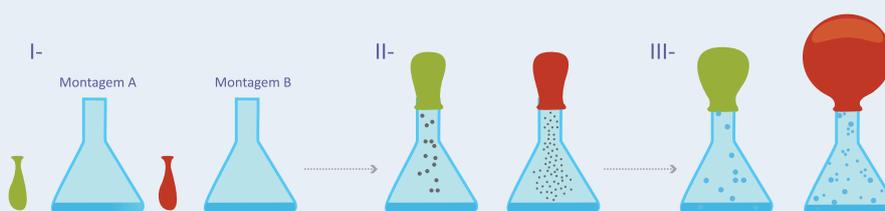


Figura 10 – Maior grau de divisão de um reagente sólido torna maior a superfície de contacto entre os reagentes. O número de moléculas à superfície aumenta se o bloco maior for dividido em blocos mais pequenos.

Atividade



Para estudar o efeito do grau de divisão dos reagentes na velocidade de uma reação química pode fazer-se uma atividade experimental de acordo com as representações da figura seguinte.



A reação que ocorre pode traduzir-se pela equação química:



Discussão:

Para realizar uma atividade experimental é necessário controlar variáveis. Neste caso é preciso fixar os vários fatores que podem alterar a velocidade das reações químicas e alterar apenas aquele que se quer estudar.

1. Qual é, neste caso, o fator que altera a velocidade da reação química? De que forma é modificado nas duas montagens?
2. Indica alguns dos fatores que se mantêm inalterados nas duas montagens.
3. Em qual das montagens foi mais rápida a reação? Explica.

Este efeito pode verificar-se, por exemplo, com alimentos cuja conservação é condicionada pelo grau de divisão. Com efeito, a carne picada deteriora-se mais rapidamente que a carne em peças maiores. O mesmo sucede com os alimentos depois de cortados: aumenta a velocidade das reações de degradação, por exemplo oxidações, devido ao aumento das superfícies de contacto com o oxigénio presente no ar.

4.4.4 Efeito da luz

É necessário recordar que as reações químicas ocorrem por quebra de ligações nos reagentes e formação de novas ligações, que originam os produtos da reação. A luz é uma radiação eletromagnética e, como tal, possui energia. Em certas ocasiões, essa energia pode provocar quebra de ligações, tornando as reações químicas de degradação mais rápidas.

É por isso que certos alimentos e medicamentos devem ser conservados ao abrigo da luz. Por exemplo, o vinho tinto deve ser engarrafado em garrafas de vidro escuro e os xaropes e antibióticos são, em geral, armazenados em frascos de vidro escuro ou de plástico opaco.



Figura 11- Rótulo com indicação «proteger da luz».

Apesar de tudo, os vidros são translúcidos, bem como alguns plásticos, papel ou mesmo cartão. Uma forma prática e fácil de conservar alimentos ou medicamentos ao abrigo da luz é envolvê-los em folha de alumínio. É uma película fina totalmente opaca!

4.4.5 Efeito de catalisadores

A velocidade de uma reação química pode ser afetada pela presença de **catalisadores**. Estas substâncias alteram a velocidade das reações químicas e:

- Atuam mesmo quando presentes em pequenas quantidades;
- Regeneram-se no decurso da reação, de tal forma que parece não se consumirem;
- São específicos para cada reação.

Por exemplo:

- A presença de cinzas (uma mistura de sais) aumenta a velocidade da reação de combustão do açúcar;
- A presença de dióxido de magnésio aumenta a velocidade da decomposição do peróxido de hidrogénio, H_2O_2 , presente na água oxigenada;
- A batata possui uma substância chamada catalase que aumenta a velocidade da decomposição do peróxido de hidrogénio.

A catalase é uma enzima. As **enzimas** são catalisadores biológicos e têm grande importância nos processos biológicos. Sem elas, muitas das reações indispensáveis ao bom funcionamento dos organismos vivos não ocorreriam adequadamente, por serem demasiado lentas. Por exemplo, se não fossem as enzimas demoraríamos cerca de 50 anos a digerir uma refeição.

Existem outros catalisadores que também são importantes:

- Catalisadores nos automóveis, ou conversores catalíticos;
- Catalisadores na indústria, como na refinação do petróleo.

Os catalisadores podem ser:

Catalisadores positivos: quando aumentam a velocidade das reações químicas;

Catalisadores negativos: quando diminuem a velocidade das reações químicas.

Quando dizemos apenas catalisadores, referimo-nos aos catalisadores positivos. Os catalisadores negativos são mais conhecidos pelo nome de **inibidores**.

- A presença de glicerina diminui a velocidade da decomposição do peróxido de hidrogénio, presente na água oxigenada.

Os inibidores são muito usados na conservação de alimentos. Por exemplo, os antioxidantes e conservantes são substâncias adicionadas aos alimentos para retardar reações de deterioração.

Sobrevivência e qualidade de vida

Aditivos e a conservação de alimentos



Os aditivos alimentares são substâncias adicionadas intencionalmente aos alimentos para facilitar a preparação, prolongar a conservação ou dar-lhes um aspecto agradável.

Muitas pessoas receiam o uso de aditivos e questionam o seu grau de segurança. Com efeito, nunca se podem excluir riscos ligados à ingestão frequente de pequenas doses durante longos períodos de tempo. Certos aditivos, como os corantes ou os intensificadores de sabor, são desnecessários e, até, inconvenientes, mas outros são indispensáveis, pois prolongam a duração dos alimentos. É o caso de:

- Antioxidantes, que inibem ou retardam reacções químicas com o oxigénio do ar;
- Conservantes, que protegem os alimentos contra alterações provocadas por microrganismos.

Os aditivos são referenciados nos rótulos pelo seu nome ou por um código com a letra «E» seguida de um número com três algarismos:

- | | |
|---------------------|---|
| E 1 - corantes | E 4 - emulsionantes, estabilizantes e espessantes |
| E 2 - conservantes | E 6 - intensificadores de sabor |
| E 3 - antioxidantes | E 9 - adoçantes |

Códigos	Conservantes	Aplicações
E 210 a E 213	Ácido benzóico e seus sais	Usam-se em pickles, compotas, fruta cristalizada, peixes semi-preparados, molhos, etc. Têm vários efeitos adversos, incluindo alergias e irritações gástricas. Podem ser substituídos por outros aditivos menos nocivos.
E 249 a E 252	Nitratos e nitritos	Usam-se em conservas de carne e charcutaria, protegendo de intoxicações que, por vezes, são mortais. Têm vários efeitos adversos para a saúde, mas são os únicos que se podem usar.
E 300	Ácido ascórbico	Usa-se na conservação da generalidade dos alimentos: sumos, doces, frutos, carnes, etc. É a vitamina C que, embora assegure inúmeras funções vitais, não está isenta de efeitos adversos.
E 330	Ácido cítrico	É usado como antioxidante e regulador de acidez. Existe naturalmente nos citrinos. É o ácido mais usado na conservação de alimentos processados, incluindo comida para bebés e crianças.

Os catalisadores positivos atuam diminuindo a barreira da energia de ativação, isto é, diminuem a energia que as moléculas de reagentes devem atingir numa colisão para que esta seja eficaz.

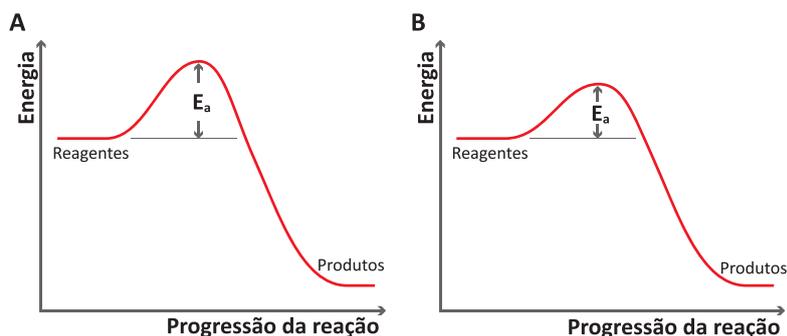


Figura 12 – As moléculas dos reagentes devem chocar com energia suficiente para atingirem a energia de ativação (E_a).

Questão



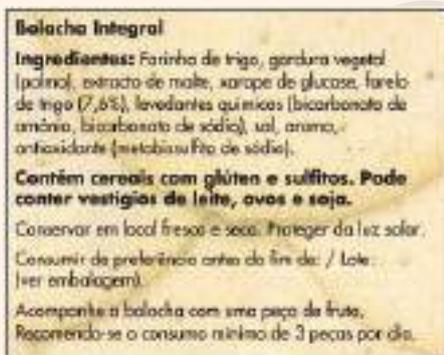
Considera o seguinte rótulo:

- Seleciona as informações relacionadas com a velocidade de degradação deste alimento.
- Dos seguintes procedimentos, quais os que melhoram a conservação deste alimento?

A – refrigerar; B – triturar; C – embrulhar; D – arejar.

- Interpreta o efeito do procedimento referido em A, com base na teoria das colisões.

Resposta: a) Nos ingredientes: «Antioxidante»; nas recomendações de uso «Conservar em local fresco e seco. Proteger da luz solar»; data de validade «consumir de preferência antes do fim de:» b) A e C (refrigerar e embrulhar melhoram a conservação do alimento; triturar aumenta o grau de divisão e arejar facilita o contacto com o oxigénio do ar.) c) Refrigerar significa diminuir a temperatura. A menor temperatura, as moléculas dos alimentos movem-se com menor velocidade. Nesse caso, há menos colisões e elas ocorrem com menor energia. Assim, há menos colisões eficazes. Por isso, as reações de degradação são mais lentas, o que melhora a conservação do alimento.



A.4.5 Reações de combustão e eliminação de resíduos

A combustão é, provavelmente, o tipo de reação química mais importante e mais antigo usado pela humanidade. O controlo do fogo é um dos mais elementares atos de sobrevivência. De facto, quando o fogo está descontrolado, como no caso de um incêndio, pode resultar em inúmeros prejuízos e também em perdas de vidas humanas. As reações de combustão foram inicialmente usadas como fontes de calor, para aquecer, para cozinhar ou para fabricar utensílios, de metal, cerâmica ou vidro. Mais recentemente começaram a ser usados na desflorestação e na eliminação de resíduos.

4.5.1 Combustões

Do ponto de vista químico uma combustão pode ser entendida, de forma simplificada, como uma reação de combinação com o oxigénio. As combustões são acompanhadas da libertação de calor e luz. Em geral, necessitam de ignição e são reações rápidas.

Vejamos alguns exemplos de reações de combustão:

- Combustão do gás natural, principalmente constituído por metano, CH_4 : $\text{CH}_4 (\text{s}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

- Combustão do etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, também chamado álcool etílico, cada vez mais usado

como alternativa à gasolina: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

- Combustão do carvão, um material complexo em que predomina o carbono e que representamos por C (s):



- Combustão do acetileno, usada em maçaricos (Fig. 13) para soldar ou cortar metais, produzindo uma chama que atinge temperaturas muito elevadas: $2 \text{C}_2\text{H}_2\text{(g)} + 5 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 4 \text{CO}_2\text{(g)} + 2 \text{H}_2\text{O(g)}$



Figura 13 - Maçarico oxiacetilénico usado para soldar e cortar. O oxigénio utilizado provém de uma das botijas e o acetileno da outra.

4.5.2 Combustível e comburente

Numa reação de combustão existem o combustível e o comburente. Do ponto de vista químico, eles são igualmente importantes, pois a reação depende da existência de ambos.

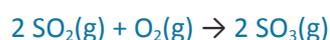
Combustíveis: Exemplos – gás natural, etanol, carvão e acetileno. O combustível é o reagente mais valorizado, porque é o mais difícil de obter e o mais caro.

Comburente: é quase sempre o oxigénio. Está disponível em todo o lado, pois é um dos principais componentes do ar. No caso da combustão do acetileno usa-se oxigénio sob pressão, proveniente de uma botija.

Se os combustíveis possuísem apenas os elementos carbono, hidrogénio e oxigénio, os produtos da reação seriam quase sempre dióxido de carbono e água. Mas quando as proporções de oxigénio são baixas, poderá formar-se também monóxido de carbono, que é um gás muito tóxico e perigoso: $2 \text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO(g)}$

Por isso, é necessário manter os locais onde se dá a combustão bem arejados, caso contrário poderá ocorrer a formação deste gás, perigoso para a saúde e sobrevivência das pessoas!

Mas, a maioria das vezes existem outros elementos no combustível. É o caso do enxofre, que também existe no carvão. Nesse caso, os produtos da reação incluem óxidos de enxofre que são poluentes atmosféricos:



As combustões, quer sejam na forma de queimadas ou de incineração, são muito usadas para eliminar resíduos porque permitem transformar reagentes sólidos em produtos de reação gasosos, que se espalham na atmosfera.

4.5.3 Queimadas e incineração

As **queimadas** são usadas para eliminar lixo ou para libertar os terrenos da sua vegetação. São combustões incontroladas do ponto de vista químico, pois, além de libertarem CO_2 e H_2O , normais numa combustão, originam muitas outras substâncias poluentes (Tab. 1). Tal tem a ver com as condições em que ocorre a reação, nomeadamente a presença de impurezas, temperatura, grau de divisão do combustível, concentração de oxigénio, entre outras.

Poluentes	Efeitos diretos no ser humano
Óxidos de enxofre Monóxido de Carbono PM ₁₀ (partículas sólidas com diâmetro inferior a 10 µm) Dioxinas COV (composto orgânicos voláteis)	Irritam as vias respiratórias e são nocivos ou tóxicos por inalação. Podem provocar inúmeras doenças respiratórias. Suspeita-se que alguns provocam cancro.

Tabela 1 – Principais poluentes atmosféricos originados por queimadas.

As queimadas são altamente lesivas do ponto de vista ambiental porque:

- Libertam CO_2 que está associado às alterações climáticas no nosso planeta;
- Libertam vários poluentes atmosféricos em proporções elevadas;
- Contribuem para destruir ecossistemas e diminuir a biodiversidade;
- Podem provocar incêndios florestais.

A **incineração** é uma forma de eliminar resíduos por combustão, tecnologicamente mais avançada, que ocorre sob controlo industrial. Neste processo, as condições reacionais são controladas para se conseguir uma combustão mais eficiente, isto é, reduzindo substancialmente a formação de produtos secundários. Isso consegue-se regulando a velocidade da reação para que seja elevada, significando que:

- A combustão deve ocorrer a temperatura elevada;
- O grau de divisão do combustível deve ser adequado;
- A concentração de oxigénio deve ser regulada.

Algumas vantagens da incineração:

- As emissões gasosas podem ser sujeitas a processos de purificação, de modo que sejam constituídas quase exclusivamente por $\text{CO}_2(\text{g})$ e $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$;
- Pode ser aproveitada para obter energia.

Algumas limitações:

- Há sempre emissão de $\text{CO}_2(\text{g})$, associado às alterações climáticas;
- É inevitável a libertação de alguns outros poluentes, por exemplo dioxinas, o que cria dúvidas e polémica sobre a segurança deste processo de eliminação de resíduos.



Figura 14 – Queimada e incineração.

A alternativa à combustão dos resíduos é a deposição em terrenos, que pode ser feita em lixeiras ou em aterros sanitários.

4.5.4 Lixeiras e aterros sanitários

Nas **lixeiros**, a deposição é descontrolada. Os resíduos espalham-se pelo ambiente poluindo solos e alcançando cursos de água. Por lixiviação, vários poluentes infiltram-se nos solos contaminando as águas subterrâneas. Causam poluição atmosférica e desconforto em populações humanas, nomeadamente pelos cheiros desagradáveis.

Os aterros **sanitários** são locais de deposição vedados ao público cujo acesso é controlado, por exemplo para evitar a entrada de resíduos perigosos. O terreno é impermeabilizado com uma tela plástica para evitar infiltrações. Os lixos são cobertos com uma camada de solo todos os dias.



Figura 15 – Lixeira e aterro sanitário.

4.5.5 Combustões com elementos químicos perigosos

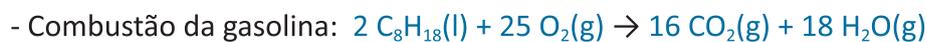
É importante ter em conta que os elementos químicos tóxicos que existam num determinado resíduo nunca poderão ser destruídos por combustão. Tal resulta da lei da conservação da massa. A combustão de resíduos contendo elementos tóxicos disseminará sempre poluentes, por exemplo na atmosfera.

Alguns equipamentos (pilhas, baterias, eletrodomésticos, lâmpadas) possuem um símbolo que indica que não devem ser deitados para o lixo comum. Esta indicação resulta de conterem elementos químicos tóxicos, como **metais pesados**, por exemplo mercúrio, chumbo, cádmio ou crómio, que facilmente se disseminarão no ambiente.



Figura 16 – Símbolo que identifica objetos que não devem ser deitados para o lixo porque contêm elementos químicos tóxicos.

Um outro exemplo é o do tetrametilchumbo, que era misturado na gasolina para regular a combustão no interior dos motores. Ora, a combustão do tetrametilchumbo, que ocorre em conjunto com a combustão da gasolina, origina partículas de chumbo que se espalham na atmosfera:

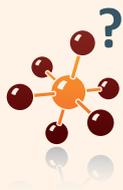


Atualmente usa-se a chamada «gasolina sem chumbo». O composto de chumbo tem vindo a ser banido dos combustíveis e substituído por álcoois ou éteres cuja combustão origina, em condições apropriadas, essencialmente dióxido de carbono e água.



Figura 17 - Folheto informativo. A gasolina com chumbo tem vindo a ser progressivamente substituída por gasolina sem chumbo.

Questão



Associa as várias letras da coluna da esquerda aos números da coluna da direita.

A – Incineração

B – Lixeira

C – Queimada

D – Aterro sanitário

1. Local de deposição controlado onde o lixo é guardado de forma a não poluir.

2. Combustão que ocorre sob condições controladas para que seja mais eficaz.

3. Local de deposição descontrolada de lixos.

4. Combustões incontroladas que originam muitos poluentes.

Resposta: A – 2; B – 3; C – 4; D – 1

Sobrevivência e qualidade de vida

Resíduos domésticos perigosos



Muitos resíduos domésticos contêm elementos químicos tóxicos.



Cd Cl
Alguns plásticos



P Zn Pb Ba
Óleos usados



Hg As Tl Cu
Alguns pesticidas



Cd Pb Hg P Cr
Equipamentos electrónicos



Ni Hg Cd Pb Li
Pilhas e Baterias



Cd Cr Pb
Algumas tintas



Hg Pb
Lâmpadas fluorescentes

Estes resíduos nunca devem ser queimados porque, nesse caso, os elementos químicos tóxicos serão inevitavelmente lançados na atmosfera ou depositados no solo.

A melhor solução é encaminhá-los para reciclagem. Se isso não for possível, é preferível guardá-los em local seguro até que possam ser eliminados convenientemente.

Atividade



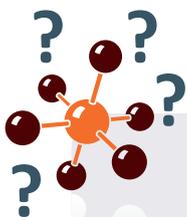
Lê as questões apresentadas no início deste subtema.

A quais pensas que sabes responder bem?

Para quais tens resposta mas não sabes se está correta?

A quais ainda não sabes responder?

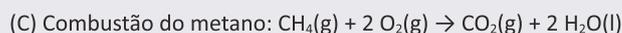
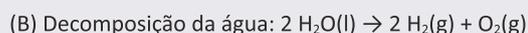
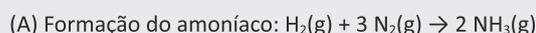
Que outras questões te surgiram neste subtema e para as quais ainda não encontraste resposta?



Mais Questões*



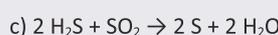
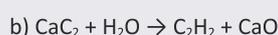
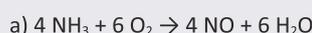
1. Considera as seguintes reações e respetivas equações químicas:



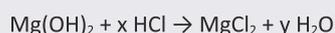
a) Indica o nome dos reagentes e dos produtos, em cada caso.

b) Faz a leitura destas equações químicas.

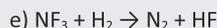
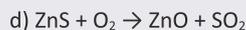
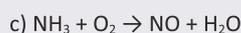
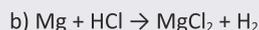
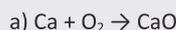
2. Verifica se a escrita das equações químicas seguintes respeita a Lei de Lavoisier.



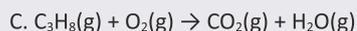
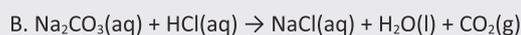
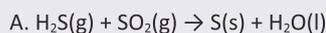
3. Que valores devem ter x e y para que a representação seguinte seja uma equação química?



4. Acerta as representações seguintes de forma a transformá-las em equações químicas:



5. Considera as seguintes representações de reações químicas:

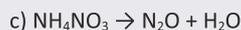
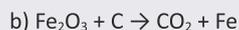
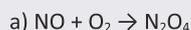


a) Acerta-as de modo que se possam considerar-se equações químicas.

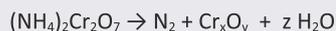
b) Qual é o nome da lei em que te baseaste para responder à alínea anterior?

c) Indica o significado das várias letras entre parêntesis.

6. Atendendo à Lei da Conservação da Massa, escreve corretamente as seguintes representações:



7. A decomposição térmica do dicromato de amónio é representada pela equação:



Os valores de x, y e z são, respetivamente: a) 2, 7 e 4 b) 2, 7 e 8 c) 2, 3 e 4 d) 3, 2 e 8.

FUVEST, Brasil – Adaptado

8. Ordena as seguintes reações por ordem crescente de velocidade.

A – Decomposição de matéria orgânica.

B – Combustão de um fósforo.

C – Corrosão de um prego.

D – Explosão de pólvora.

9. Assinala as afirmações falsas, e reformula-as transformando-as em verdadeiras.

- A. A temperatura afeta a velocidade de uma reação porque altera a energia de ativação.
- B. A concentração dos reagentes afeta a velocidade de uma reação porque faz variar no número de colisões eficazes.
- C. Um mesmo catalisador aumenta a velocidade de todas as reações químicas.
- D. Uma reação ocorre quando há colisões eficazes entre as moléculas dos reagentes.

10. Quando aumenta a temperatura, em geral aumenta a velocidade das reações químicas porque...:

- 1. Aumenta número de colisões por unidade de tempo.
- 2. Aumenta o grau de divisão dos reagentes.
- 3. Aumenta a energia de cada colisão.
- 4. Aumenta a energia de ativação.

As alternativas corretas são: (A) 1 e 4 (B) 3 e 4 (C) 2 e 3 (D) 1 e 3

11. Quando soprmos sobre carvão em brasa a cor deste torna-se mais viva, indicando aumento da velocidade da reação de combustão do carvão. Qual o factor que, neste caso, provoca o aumento da velocidade da reação de combustão do carvão?

- A. A luz.
- B. A temperatura.
- C. A concentração dos reagentes.
- D. O grau de divisão dos reagentes.

12. A madeira de um tronco arde mais rapidamente se este for transformado em serradura, o que é devido ...

- A – ao aumento da temperatura.
- B – ao aumento da concentração do comburente.
- C – ao aumento do grau de divisão do combustível.
- D – à presença de catalisadores.

13. Os alimentos fechados dentro de um frigorífico duram mais tempo porque diminui a velocidade das reações que provocam a sua degradação.

- a) Indica o fator que determina a conservação dos alimentos nesta situação.
- b) Indica outro fator que influencie a conservação de alimentos nesta situação.

14. Quando se incendeia gasolina com um fósforo, o efeito que provoca a ignição é ...

- A – a presença de luz.
- B – o aumento da temperatura.
- C – o aumento da concentração dos reagentes.
- D – o aumento do grau de divisão dos reagentes.

15. Selecciona o único sinal que não tem relação com o perigo de ignição.



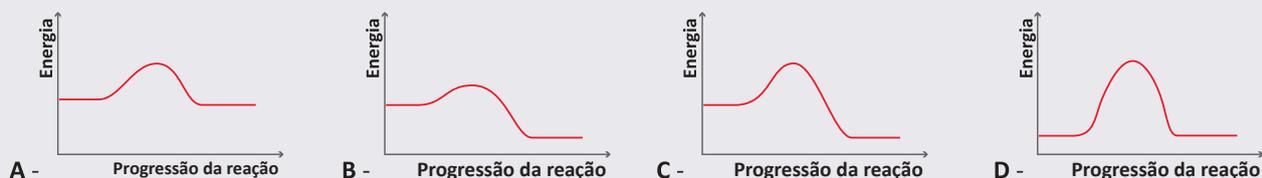
16. A energia mínima necessária para que a reação se inicie designa-se:

- A – energia de dissociação
- B – energia de ligação
- C – energia de ionização
- D – energia de ativação

17. Observa o diagrama seguinte relativo a uma determinada reação química.



Seleciona o diagrama que diz respeito à mesma reação ocorrendo na presença de um catalisador:



18. Das afirmações seguintes, assinala a única que é falsa.

- A. Um catalisador não intervém na reação química catalisada.
- B. O catalisador não é consumido no decurso da reação química.
- C. A quantidade de catalisador necessária é relativamente baixa.
- D. Há catalisadores que aumentam a velocidade das reações químicas e outros que a diminuem.

19. Mediu-se o tempo gasto na dissolução de comprimidos efervescentes

Testes	Estado do comprimido	Temperatura/°C	Tempo de dissolução /s
1	Inteiro	25	106
2	Inteiro	50	46
3	Triturado	5	52
4	Triturado	25	25

Analisa os resultados e indica os testes que devem ser comparados para avaliar o efeito:

- i) Da temperatura; ii) Do estado de divisão do comprimido.

20. Os queimadores são peças de maquinaria que regulam a mistura de combustível e comburente para que a combustão ocorra nas melhores condições.

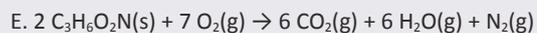
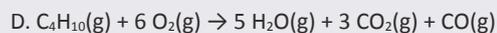
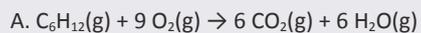
Quando se varia o fluxo de ar num queimador, qual é o efeito que determina a velocidade da combustão?

- A. Temperatura;
- B. Presença de catalisadores;
- C. Concentração dos reagentes;
- D. Grau de divisão dos reagentes.

21. Classifica cada umas das frases seguintes em verdadeira ou falsa.

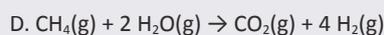
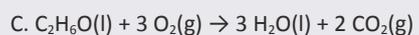
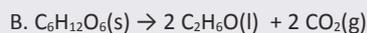
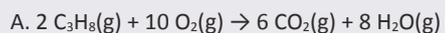
- A. A queimada e a incineração são ambas combustões.
- B. A incineração é uma combustão incontrolada.
- C. Uma combustão necessita de ignição.
- D. Os produtos das combustões incontroladas são apenas CO₂ e H₂O.
- E. Se um resíduo contiver mercúrio, pode destruir-se este por combustão.
- F. Queimar objetos como pilhas e tintas, não afeta a qualidade da atmosfera.

22. Considera as seguintes equações químicas de reações de combustão:



Indica em que casos são emitidos para a atmosfera poluentes perigosos.

23. Quais das equações químicas seguintes representam combustões?



24. Utilizando as palavras ou termos:

Alterações climáticas; poluentes atmosféricos; biodiversidade; dióxido de carbono; incêndios florestais.

Elabora um pequeno texto (cerca de 20 linhas) salientando os aspetos negativos das queimadas.

***Nota:** Nas questões de escolha múltipla, deves seleccionar a opção correta, exceto se te for pedido outro tipo de resposta.