

Ficha — Troposfera, poluentes e efeito de estufa

10.º Ano Física e Química A 4 páginas 12 exercícios

Objetivo: Interpretar a composição da troposfera, identificar os principais gases poluentes e as suas origens, explicar o efeito de estufa (natural e reforçado) e reconhecer as alternativas à queima de combustíveis fósseis.

Revisão rápida

Composição da troposfera — o ar é uma mistura de gases. Fala-se em **ar seco** porque o teor em vapor de água é variável (cerca de 0 a 4 %). Composição do ar seco, em percentagem volumétrica:

Gás	Fórmula	% no ar seco
Azoto	N ₂	78 %
Oxigénio	O ₂	21 %
Argónio	Ar	0,9 %
Dióxido de carbono	CO ₂	0,04 % (≈ 400 ppm)
Outros gases (traços)	—	0,06 %

Poluentes atmosféricos — substâncias presentes no ar em concentração prejudicial. Os principais: **CO** (combustão incompleta, venenoso e inodoro), **SO₂** (queima de combustíveis com enxofre — chuvas ácidas), **NO_x** (motores a altas temperaturas — smog) e **partículas** (indústria e trânsito — problemas respiratórios).

Efeito de estufa — processo **natural** pelos gases de efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O, vapor de água, O₃) que retêm infravermelhos e mantêm a temperatura média da Terra perto dos 15 °C (sem ele, cerca de -18 °C). A queima de combustíveis fósseis **reforça** este efeito. **Alternativas:** energias renováveis, eficiência energética e redução de emissões.

Estratégia: identificar o que é dado → converter **ppm ↔ %** (1 % = 10 000 ppm) → relacionar sempre **origem → poluente → efeito** → verificar que as percentagens somam 100 %.

Exercícios

1. Completar: o gás mais abundante na troposfera é o _____ (_____ %) e o segundo é o _____ (_____ %). O dióxido de carbono representa apenas _____ % do ar seco, mas é expresso frequentemente em _____ (partes por milhão).

2. Expressa 400 ppm de CO₂ em percentagem e em fração (recorda: 1 % = 10 000 ppm).

3. Calcula o volume de CO_2 contido em $5,0 \text{ m}^3$ de ar cuja concentração é $0,04 \%$, dando o resultado em litros.

4. Ligar: associa cada poluente à sua origem principal e ao efeito indicado.

- a) CO — queima de combustíveis com enxofre — chuvas ácidas
 b) SO_2 — motores a altas temperaturas — smog e problemas respiratórios
 c) NO_x — combustão incompleta — asfixia (liga-se à hemoglobina)
 d) Partículas — indústria e trânsito — irritação das vias respiratórias

5. A queima incompleta de $24,0 \text{ g}$ de carbono ($\text{C} + \text{O}_2 \text{ insuficiente} \rightarrow 2 \text{ CO}$) produz monóxido de carbono. Calcula a massa de CO obtida ($M(\text{C}) = 12,0 \text{ g/mol}$; $M(\text{CO}) = 28,0 \text{ g/mol}$) e indica por que é perigoso.

6. Calcula a massa de SO_2 produzida pela queima de $32,0 \text{ g}$ de enxofre ($\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$; $M(\text{S}) = 32,0 \text{ g/mol}$; $M(\text{SO}_2) = 64,0 \text{ g/mol}$) e explica como este gás contribui para as chuvas ácidas.

7. Completar: o efeito de estufa é um fenómeno _____ que mantém a temperatura média da Terra perto dos _____ $^\circ\text{C}$ — sem ele, a temperatura média seria cerca de _____ $^\circ\text{C}$. A queima de combustíveis fósseis _____ este efeito ao aumentar a concentração de _____.

8. Indica dois gases de efeito de estufa de origem natural e dois de origem humana, indicando para cada um um exemplo de atividade responsável pela sua emissão.

9. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) O azoto é o gás mais abundante na troposfera. (V/F)
- b) O monóxido de carbono é um gás inodoro e venenoso, o que torna perigoso o seu acúmulo em espaços fechados. (V/F)
- c) O dióxido de enxofre é sobretudo emitido pelos motores a gasolina em funcionamento normal. (V/F)
- d) O efeito de estufa é um fenómeno artificial criado pela indústria. (V/F)
- e) As energias renováveis são uma alternativa à queima de combustíveis fósseis. (V/F)

10. Uma sala com concentração de 2 ppm de monóxido de carbono ocupa 10,0 m³ de ar. Que volume de CO isto representa, em centímetros cúbicos (1 ppm = 1 cm³ por m³)?

11. Descreve duas alternativas à queima de combustíveis fósseis e explica, para cada uma, como contribui para reduzir as emissões.

12. Um automóvel em marcha lenta emite mais CO do que a plena carga, enquanto uma central a carvão emite sobretudo SO₂ e CO₂. Explica estas diferenças com base no tipo de combustão e do combustível.

Soluções — Troposfera, poluentes e efeito de estufa

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. O gás mais abundante é o **azoto (N₂)**, com **78 %**, seguido do **oxigénio (O₂)**, com **21 %**. O CO₂ representa cerca de **0,04 %** e exprime-se em **ppm** (partes por milhão).

Verificação: $78 + 21 + 0,9 + 0,04 + 0,06 = 100,00 \%$ ✓

2. $400 \text{ ppm} \div 10\,000 = 0,04 \%$. Em fração: $0,04 / 100 = 0,0004$ (ou seja, 4×10^{-4}). Confirma-se: $0,04 \% \times 10\,000 = 400 \text{ ppm}$ ✓

3. $V(\text{CO}_2) = 5,0 \text{ m}^3 \times 0,04 / 100 = 0,0020 \text{ m}^3$. Como $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$: $0,0020 \times 1000 = 2,0 \text{ L}$.

4. a) CO — **combustão incompleta** — asfixia (liga-se à hemoglobina). b) SO₂ — **queima de combustíveis com enxofre** — chuvas ácidas. c) NO_x — **motores a altas temperaturas** — smog e problemas respiratórios. d) Partículas — **indústria e trânsito** — irritação das vias respiratórias.

5. 24,0 g de C correspondem a $n = 24,0 \div 12,0 = 2,00 \text{ mol}$. A reação dá 2 mol de CO por 2 mol de C, logo $n(\text{CO}) = 2,00 \text{ mol}$ e $m = 2,00 \times 28,0 = 56,0 \text{ g}$. É perigoso porque é **inodoro** (não é sentido) e **venenoso**: liga-se à hemoglobina e impede o transporte de O₂ no sangue.

6. $n(\text{S}) = 32,0 \div 32,0 = 1,00 \text{ mol}$; a reação dá 1 mol de SO₂ por mol de S, logo $m(\text{SO}_2) = 1,00 \times 64,0 = 64,0 \text{ g}$. O SO₂ reage com a água da atmosfera formando ácidos (ácido sulfuroso/sulfúrico), que caem com a chuva como **chuvas ácidas**, danificando solos, florestas e construções.

7. O efeito de estufa é um fenómeno **natural** que mantém a temperatura média perto dos **15 °C** — sem ele, seria cerca de **-18 °C**. A queima de combustíveis fósseis **reforça** este efeito ao aumentar a concentração de **gases de efeito estufa (sobretudo CO₂)**.

8. Origem **natural**: vapor de água (evaporação) e CH₄ (digestão de animais, pântanos); N₂O (processos naturais do solo). Origem **humana**: CO₂ (queima de combustíveis fósseis na indústria e no transporte) e CH₄ (agricultura e pecuária, aterros).

9. a) V — 78 % do ar seco. b) V — é a combinação de inodoro e venenoso que o torna particularmente perigoso em espaços fechados. c) F — o SO₂ provém da queima de combustíveis que contêm enxofre (carvão, fuel) e de processos industriais; os motores a gasolina emitem sobretudo NO_x, CO e hidrocarbonetos. d) F — o efeito de estufa é natural e essencial à vida; o que a indústria e o trânsito fazem é **reforçá-lo**. e) V — renováveis (solar, eólica) não queimam fósseis e assim não emitem CO₂ de combustão.

10. $2 \text{ ppm} \times 10,0 \text{ m}^3 = 20 \text{ cm}^3$ (isto é, 20 mL) de CO — uma quantidade minúscula, suficiente ainda para ser tóxico, o que mostra o perigo de gases venenosos em concentrações baixas.

11. Exemplos: **energias renováveis** (solar e eólica produzem eletricidade sem combustão, eliminando as emissões de CO₂ associadas à queima) e **eficiência energética / transporte coletivo** (consumir menos energia e deslocar mais pessoas com o mesmo veículo reduz a quantidade de combustível queimada e, por conseguinte, as emissões por pessoa).

12. Na **marcha lenta** a combustão é **incompleta** (pouco oxigénio disponível), pelo que se forma sobretudo **CO**; a plena carga queima melhor e emite menos CO. O motor a gasolina trabalha a altas temperaturas, favorecendo a formação de **NO_x**. Já o **carvão** contém enxofre e muito carbono: a sua queima emite **SO₂** (do enxofre) e **CO₂** (do carbono) — é o combustível, e não apenas a combustão, que determina o poluente.

Nota: neste tema há duas famílias de questões: **cálculo** (ppm ↔ %, volumes e massas em reações de combustão) e **relações causais** (origem → poluente → efeito). Guarda sempre a terceira: cada poluente tem uma origem específica, e confundir origens é o erro mais comum nos testes.