



APRENDE AQUI

## FICHA DE TRABALHO

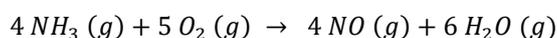
Disciplina: Físico-Química

Ano: 11º

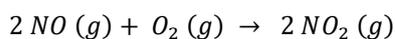
Tema: Aspetos quantitativos das reações químicas

1. O ácido nítrico,  $HNO_3$  (aq) ( $M = 63,02$  g/mol), é considerado um ácido forte, sendo bastante corrosivo. É um dos compostos químicos mais produzidos mundialmente. Desde 1902, é preparado industrialmente em três etapas sequenciais (processo de Ostwald):

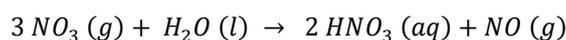
**Etapa I)** Combustão do amoníaco,  $NH_3$  ( $M = 17,04$  g/mol), para formar monóxido de nitrogénio,  $NO$ .



**Etapa II)** Oxidação do  $NO$  a dióxido de nitrogénio,  $NO_2$ .



**Etapa III)** Reação do  $NO_2$  com água, para formação de  $HNO_3$ .



**1.1** Considere que, nas duas primeiras etapas do processo de Ostwald, se dá a conversão completa dos reagentes em produtos que a terceira etapa tem um rendimento de 75%.

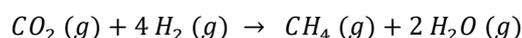
Determine a massa de  $NH_3$ , em kg, necessária pra produzir 1200 toneladas de  $HNO_3$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exercício de Exame Nacional 2023 1ª fase

2. As indústrias cimenteiras são grandes emissoras de dióxido de carbono,  $CO_2$ .

Uma das estratégias para a redução e valorização do  $CO_2$  ( $g$ ) consiste em fazê-lo reagir com di-hidrogénio,  $H_2$  ( $g$ ), formando metano,  $CH_4$  ( $g$ ), e água,  $H_2O$  ( $g$ ), o que permite armazenar energia na forma de  $CH_4$  (gás natural sintético). A reação pode ser traduzida por



2.1 Uma indústria cimenteira avalia a produção de gás natural sintético num teste-piloto. Neste teste, faz-se reagir 4,40 hg de  $CO_2$  ( $M = 44,01$  g/mol) com  $4,48 \times 10^5$  dm<sup>3</sup> de  $H_2$ , medido em condições PTN.

Considere que o rendimento da reação de formação de  $CH_4$  é 54%.

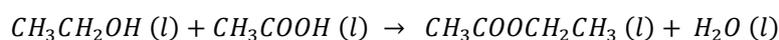
Qual é a quantidade de  $CH_4$  produzida?

- (A) 27 mol
- (B) 50 mol
- (C) 54 mol
- (D) 108 mol

Exercício de Exame Nacional 2023 2ª fase

3. O etanol,  $CH_3CH_2OH$ , faz parte da composição de bebidas alcoólicas e pode ser utilizado como combustível. O etanal,  $CH_3CHO$ , pode ser obtido a partir do etanol, e a sua principal utilização é a produção do ácido etanoico. O ácido etanoico,  $CH_3COOH$ , tem utilizações variadas, destacando-se o fabrico de essências artificiais.

3.1 Fazendo reagir etanol com ácido etanoico, obtém-se etanoato de etilo,  $CH_3COOCH_2CH_3$ , e água, num equilíbrio traduzido por



3.1.1 Num laboratório, juntaram-se 40,0g de  $CH_3COOH$  ( $M = 60,06$  g/mol) a etanol em excesso e obtiveram-se 40,0g de  $CH_3COOCH_2CH_3$  ( $M = 88,12$  g/mol).

Determine o rendimento da reação.

Apresente todos os cálculos efetuados

Exercício de Exame Nacional 2023 EE

4. A presença de etanol,  $CH_3CH_2OH$  ( $M = 46,08 \text{ g/mol}$ ), num indivíduo pode ser detetada por diferentes métodos.

4.1 Um dos métodos utilizados envolve um alcoolímetro. No alcoolímetro, o etanol presente no ar expirado reage com o dióxigénio,  $O_2$ , presente no ar, sendo convertido em ácido etanoico,  $CH_3COOH$ .

Esta reação pode ser traduzida por



Considere que o ar contém 21%, em volume, de  $O_2$  e admita que o volume molar de um gás à temperatura e à pressão a que ocorre a reação é  $24,0 \text{ dm}^3/\text{mol}$ .

Qual das expressões seguintes permite calcular, em  $\text{dm}^3$ , o volume de ar necessário à reação completa de  $0,0275 \text{ g}$  de  $CH_3CH_2OH$ ?

(A)  $\frac{21 \times 0,0275 \times 24,0}{100 \times 46,08}$

(B)  $\frac{100 \times 0,0275 \times 24,0}{21 \times 46,08}$

(C)  $\frac{21 \times 0,0275}{100 \times 46,08 \times 24,0}$

(D)  $\frac{100 \times 0,0275}{21 \times 46,08 \times 24,0}$

4.2 Um condutor ingeriu duas canecas de cerveja contendo, cada uma,  $0,50 \text{ L}$  com 5,2%, em volume, de  $CH_3CH_2OH$ .

Uma hora depois, o condutor foi submetido a uma análise laboratorial, tendo sido detetados  $0,64 \text{ g}$  de  $CH_3CH_2OH$  por litro de sangue.

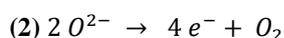
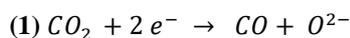
Considere que:

- Nem todo o etanol ingerido chega à corrente sanguínea;
- O condutor tem  $6,0 \text{ L}$  de sangue, e o seu organismo removeu, na primeira hora,  $8,5 \text{ g}$  de  $CH_3CH_2OH$ ;
- A massa volúmica do etanol é  $0,789 \text{ g/cm}^3$ , à temperatura e à pressão do organismo do condutor.

Mostre que 30%, em massa, do  $CH_3CH_2OH$  ingerido chegou à corrente sanguínea durante a primeira hora, após a ingestão das duas canecas de cerveja.

Exercícios de Exame Nacional 2023 EE

5. Para preparar uma futura expedição a Marte, na missão *Mars 2020* seguiu o módulo MOXIE. Este dispositivo foi concebido para testar, pela primeira vez, a produção local de dióxigénio,  $O_2$ , a partir do dióxido de carbono  $CO_2$ , existente na atmosfera marciana, de acordo com as semirreações traduzidas por



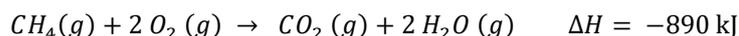
5.1 Calcule o número de módulos MOXIE necessários para produzir 1000 kg de  $O_2$  em 365 dias.

Considere que o módulo MOXIE consegue retirar, por hora, 16,70g de  $CO_2$  da atmosfera marciana e que a transformação de  $CO_2$  em  $O_2$  tem um rendimento de 50%. Admita que a duração de um dia em Marte é aproximadamente igual à de um dia terrestre. Apresente todos os cálculos efetuados.

Exercícios de Exame Nacional 2022 1ª fase

6. Um navio transporta metano,  $CH_4$  ( $M = 16,05$  g/mol), acondicionado em tanques. Um tanque na sua capacidade máxima contém  $1,17 \times 10^5$  kg de  $CH_4$  liquefeito. O  $CH_4$  liquefeito tem massa volúmica de  $0,4241$  g/cm<sup>3</sup>.

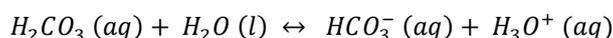
6.1. A reação do  $CH_4$  com dióxigénio,  $O_2$ , em fase gasosa, é traduzida por



6.1.1. Na reação completa do  $CH_4$  proveniente do tanque do navio de transporte, são

- (A) Libertados  $6,49 \times 10^{12}$  J de energia.
- (B) Libertados  $8,90 \times 10^5$  J de energia.
- (C) Consumidos  $8,90 \times 10^5$  J de energia.
- (D) Consumidos  $6,49 \times 10^{12}$  J de energia.

6.1.2 O dióxido de carbono,  $CO_2$ , ao reagir com a água da chuva, origina um ácido fraco, o ácido carbónico,  $H_2CO_3$ . A primeira ionização do ácido carbónico em água pode ser traduzida por



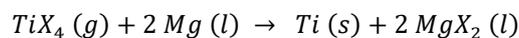
Quais são as duas espécies que resultam da segunda ionização do ácido carbónico em água?

- (A)  $CO_2$  e  $OH^-$
- (B)  $H_3O^+$  e  $CO_2$
- (C)  $CO_3^{2-}$  e  $OH^-$
- (D)  $H_3O^+$  e  $CO_3^{2-}$

Exercício de Exame Nacional 2022 1ª fase

7. Na construção de aviões a jato, é utilizado titânio,  $Ti (s)$ , que pode ser obtido pela reação entre o composto  $TiX_4$  (em que X representa genericamente um elemento não metálico) e o magnésio fundido,  $Mg (l)$ .

A reação é expressa por



7.1. Para obtenção de titânio, fez-se reagir  $1,85 \times 10^5$  mol de  $TiX_4$  com  $1,72 \times 10^3$  kg de  $Mg$ .

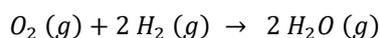
Determine o rendimento da reação ao obter-se  $1,21 \times 10^3$  kg de  $Ti (s)$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exercício de Exame Nacional 2022 2ª fase

8. A água,  $H_2O$ , é uma substância que apresenta propriedades físicas e químicas particulares.

8.1. A água pode ser obtida a partir da reação entre o dióxigênio,  $O_2$ , e o di-hidrogênio,  $H_2$ . Tal reação é traduzida por



Num recipiente fechado, introduziram-se 6 mol de  $O_2$  e 10 mol de  $H_2$ .

Após reação completa,

- (A) Foram obtidas 16 mol de  $H_2O (g)$
- (B) Ficou por reagir 1 mol de  $O_2 (g)$
- (C) Foram consumidas 6 mol de  $H_2 (g)$
- (D) Ficaram por reagir 2 mol de  $H_2 (g)$

Exercício de Exame Nacional 2022 EE

**SOLUÇÕES**

**1.1** Calcular a quantidade de  $HNO_3$  que seria obtida se o rendimento fosse de 100%:  $2,54 \times 10^7$  mol.

Calcular a quantidade de  $NO_2$  necessária na etapa III:  $3,81 \times 10^7$  mol.

Relacionar as quantidades de  $NO_2$ , de  $NO$  e de  $NH_3$ , obtendo a massa necessária de  $NH_3$ :  $6,5 \times 10^5$  kg.

**2.1 (A)**

**3.1.1** Calcular a massa de  $CH_3COOCH_2CH_3$  que se formaria a partir do reagente limitante se a reação fosse completa: 58,69g

Calcular o rendimento da reação: 68,2%

**4.1 (B)**

**4.2** Calcular a massa de  $CH_3CH_2OH$  inicialmente ingerido: 41,0g

Calcular a massa de  $CH_3CH_2OH$  em 6L de sangue do condutor, 1h após a ingestão das cervejas: 3,84g

Calcular a percentagem, em massa, de  $CH_3CH_2OH$  ingerido que chegou à corrente sanguínea durante a primeira hora, após a ingestão das duas canecas de cerveja: 30%

**5.1 1º PROCESSO:**

Calcular a quantidade de  $O_2$  que poderia ser obtida, por hora, se toda a massa de  $CO_2$  reagisse completamente: 0,190 mol.

Calcular a quantidade de  $O_2$  que é obtida por hora: 0,0950 mol.

Calcular o número de módulos MOXIE necessários: 38.

**2º PROCESSO:**

Calcular a massa de  $O_2$  que poderia ser obtida, por hora, se toda a massa de  $CO_2$  reagisse completamente: 6,07g.

Calcular a massa de  $O_2$  que é obtida por hora: 3,04g.

Calcular o número de módulos MOXIE necessários: 38.

**6.1.1 (A)**

**6.1.2 (D)**

**7.1** Identificar, recorrendo a cálculos, o  $Mg$  como reagente limitante.

Calcular a quantidade de  $Ti$  que se prevê formar, de acordo com a estequiometria:  $3,538 \times 10^4$  mol.

Calcular o rendimento da reação: 71,4%.

**8.1 (B)**