

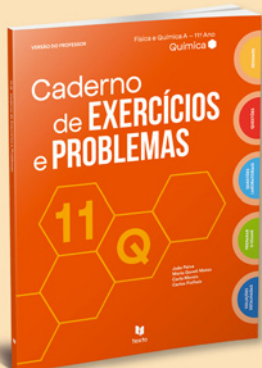


FÍSICA E QUÍMICA A - QUÍMICA 11.º ANO

Para o Aluno



Manual



Caderno de Exercícios e Problemas

Simulador de exames – ferramenta de apoio à preparação para o Exame Nacional.

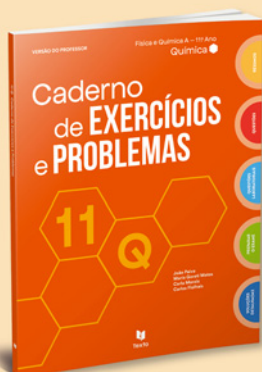
Destaques

- Texto com forte **articulação CTSA**
- **Preparação eficaz para o Exame Nacional**, com reforço da quantidade de exercícios, da sua frequência, diversidade e tipologia
- Forte apoio ao trabalho laboratorial, com **vídeos detalhados para todas as atividades experimentais**
- **Recursos digitais inovadores**, disponíveis para todos os conteúdos

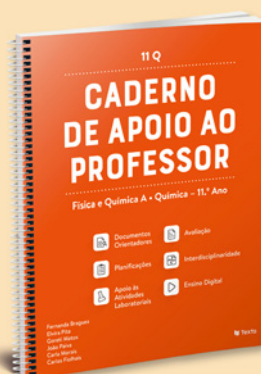
Para o Professor



Manual
(Edição do Professor)



Caderno de Exercícios
e Problemas
(Edição do Professor)



Caderno de Apoio
ao Professor



Avaliar e Aprender
numa Cultura Pedagógica

www.11q.te.pt



auladigital



ONLINE



OFFLINE



DOWNLOAD



Texto

Manual

Abertura de domínio



Vídeo de introdução ao tema.



Equilíbrio químico



pp. 6/7

A Química no dia a dia

A QUÍMICA NO DIA A DIA

A indústria produz em larga escala materiais úteis para o ser humano. Os setores farmacêutico, alimentar, energético e da produção de tintas e cosméticos são bons exemplos da indústria onde a química desempenha um papel fundamental. Difícilmente conseguimos imaginar a vida humana sem produtos como medicamentos ou tintas e sem produção energética renovável. Um destaque fundamental é devido à importância da química na preparação de vacinas e medicamentos para situações pandêmicas.

É impressionante como atualmente se produzem novas substâncias, continuando o trabalho iniciado em 1828 com a primeira síntese orgânica da ureia.

Foi o cientista Friedrich Wöhler que imitou a Natureza, produzindo em laboratório diâminometanal, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, presente na urina e no suor dos seres vivos.

Em muitos casos a indústria utiliza processos que podem agredir a Natureza e fragilizar a vida, mas é a química que no seu uso ético pode e deve promover a qualidade da vida humana. A avaliação dos riscos não é simples, devendo não só basear-se no melhor conhecimento científico, mas também ponderar fatores econômicos, sociais e ambientais. A «química verde» permite encontrar os melhores caminhos para a sustentabilidade do planeta.

Qualquer transformação química, seja de combustível, de síntese ou de análise, poderá e deverá ser explorada, também, do ponto de vista quantitativo. A química e a sustentabilidade importa muito o «qual», mas também o «quanto». É esta perspectiva que aprofundaremos a partir daqui.

AL 1 A química na indústria farmacêutica (A), na indústria das tintas (B) e na cosmética (C).

AL 1 Friedrich Wöhler (1800-1882) químico alemão responsável pela síntese artificial de diâminometanal (ureia).

pp. 8/9

Abertura de subdomínio

1.1 ASPECTOS QUANTITATIVOS DAS REAÇÕES QUÍMICAS

1.1.1 Reações químicas

1.1.2 Reagente limitante

1.1.3 Rendimento de uma reação química

1.1.4 Química verde

AL 1 Síntese do ácido acetilsalicílico

Conceitos-chave

- Cálculos estequiométricos
- Coefficientes estequiométricos
- Proporções estequiométricas
- Reação completa
- Reação incompleta
- Reagente limitante
- Rendimento
- Química verde

Recursos multimédia de apoio no estado deste subdomínio disponíveis em

- Animações
- Apresentações
- Simulações
- Testes
- Vídeos



Recursos digitais disponíveis para o Aluno na Aula Digital.



Indicação dos conceitos-chave.

Remoção dos produtos da reação

A remoção do produto da reação, NH_3 , favorece a reação direta. A remoção ocorre por liquefação de NH_3 quando a mistura reacional passa por um condensador à saída do reator. Isso é possível porque o ponto de ebulição do NH_3 (-33°C) é muito mais elevado do que o do H_2 (-253°C) e o do N_2 (-196°C).



Diagrama do processo de produção industrial do amoníaco.

O amoníaco produzido pelo processo de Haber-Bosch é usado como matéria-prima para a produção industrial do ácido nítrico, HNO_3 , pelo processo de Ostwald. A primeira etapa deste processo envolve a reação descrita por



Pelo Princípio de Le Châtelier, prevê-se que a conversão de NH_3 seja:

- favorecida por pressões baixas, pois $n_{\text{produtos}} > n_{\text{reagentes}}$;
- desfavorecida por temperaturas elevadas, pois a reação é exotérmica.

A combinação dos fatores temperatura e pressão que otimizam a conversão de NH_3 está expressa na NH_4 : pressão baixa e temperatura próxima de 580°C , sendo que temperaturas superiores a esse valor desfavorecem a conversão.

Apesar de a reação ser exotérmica, há um intervalo de aumento de temperatura, entre 620°C e 800°C , favorável à conversão de NH_3 .

Na realidade, fatores como, por exemplo, a percentagem de cada metal no catalisador, de NH_3 na mistura de reagentes para evitar explosões, o controle da velocidade das reações e a prevenção da ocorrência de reações secundárias são determinantes na seleção dos intervalos de pressão e temperatura que permitem otimizar todo o processo de produção.

PROFESSOR

Aprendizagem Essencial

Aplicar o Princípio de Le Châtelier à análise de sistemas químicos homogêneos quanto a estado de equilíbrio e perturbações termodinâmicas em sistemas gasosos, de temperatura e de concentração, com base no Princípio de Le Châtelier.

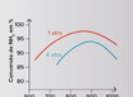
aula digital

Link Equilíbrio químico e Princípio de Le Châtelier: a reação química que alimenta a vida - Filipe Nogueira (2019)

PROFESSOR - ALUNO

aula digital

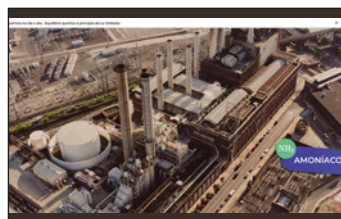
Vídeo Química na prática - Equilíbrio químico e princípios de Le Châtelier



Conversão de NH_3 em NO em função da temperatura, a 1 atm e a 4 atm, com catalisador de platina e ródio.



Vídeos Química no dia a dia que relacionam os conteúdos abordados com o cotidiano.



Equilíbrio químico e princípio de Le Châtelier

Ilustrações rigorosas e de grande qualidade.

Identificação para o Professor das Aprendizagens Essenciais trabalhadas.

NOVIDADE

Simulador com questões de exploração integradas.

1 EQUILÍBRIO QUÍMICO

PROFESSOR

Aprendizagem Essencial

Prever o estado de equilíbrio em sistemas químicos homogêneos quanto a estado de equilíbrio e perturbações termodinâmicas em sistemas gasosos, de temperatura e de concentração, com base no Princípio de Le Châtelier.

PROFESSOR - ALUNO

aula digital

Atividade Princípio de Le Châtelier e fatores que alteram o equilíbrio químico

Simulador Equilíbrio químico

Fatores que podem alterar um equilíbrio químico

- pressão (em sistemas gasosos);
- temperatura;
- concentração.

K_c só varia com a temperatura, T :

$$K_c = f(T)$$

Princípio de Le Châtelier permite prever a evolução de um sistema químico cujo estado de equilíbrio seja perturbado.

Fatores que alteram o equilíbrio químico

Um equilíbrio químico pode ser perturbado não só por alterações de concentração dos componentes do sistema reacional mas também de pressão (em sistemas gasosos) e de temperatura. Na NH_4 identificam-se os efeitos dessas alterações na constante de equilíbrio K_c .

Alteração	Efeito sobre K_c
Aumento ou diminuição da concentração de reagentes ou de produtos da reação de um sistema	Não altera K_c
Aumento ou diminuição da pressão de um sistema	Não altera K_c
Aumento da temperatura	Reação exotérmica: diminui K_c Reação endotérmica: aumenta K_c
Diminuição da temperatura	Reação exotérmica: aumenta K_c Reação endotérmica: diminui K_c

Princípio de Le Châtelier

Nos sistemas químicos em equilíbrio, as consequências de alterações de concentração, pressão e temperatura podem ser previstas com base no Princípio de Le Châtelier.

O químico francês Henry Le Châtelier trabalhou na indústria metalúrgica, e foi com base em investigações destinadas a otimizar a produção de metais que estabeleceu, em 1888, o princípio que hoje tem o seu nome.

Princípio de Le Châtelier

Perturbações no estado de equilíbrio de um sistema químico, por alterações de concentração, pressão ou temperatura, fazem evoluir o sistema de forma a contrariá-las, até que seja atingido um novo estado de equilíbrio.

Concentração

A produção industrial de eteno, C_2H_4 , de forma mais sustentável, faz-se a partir de bioetanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, de acordo com a equação:

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$

Vejamos o efeito da **diminuição da concentração** de C_2H_4 no equilíbrio Eq. 1 por remoção desse gás. O sistema vai evoluir de modo a contrariar essa perturbação, ou seja, no sentido de aumentar a concentração de C_2H_4 até atingir um novo equilíbrio Eq. 2.

Notas laterais com **definição de conceitos**.



Simulador Atividade interativa

2 REAÇÕES EM SISTEMAS AQUOSOS

QUESTÃO PROPOSTA 12

Numa titulação foram usadas duas soluções aquosas: $\text{NH}_3(\text{aq})$ e $\text{HCl}(\text{aq})$.

a) Interprete a neutralização que ocorre com base na reação entre H_3O^+ e OH^- .

b) Proveja, justificando, o caráter químico da solução no ponto de equivalência.

Deteção do ponto de equivalência

Experimentalmente pode detetar-se a proximidade do ponto de equivalência adicionando ao titulado um **indicador ácido-base**, que confere uma cor à solução de acordo com o pH dessa solução.

A adição gradual do titulante ao titulado faz variar a concentração de OH^- e H_3O^+ na mistura resultante. Na proximidade do ponto de equivalência, uma mudança brusca de pH desencadeia uma mudança súbita de cor.

A atuação do indicador ácido-base interpreta-se com base no par conjugado ácido-base, genericamente representado por HInd/Ind^- , em que a forma ácida, HInd , e a forma básica, Ind^- , são responsáveis por cores diferentes da solução aquosa. A cor depende do pH do meio em que o indicador, um ácido (ou base) fraco, se encontra e não é igual para todos os indicadores.

Sequência de cores, de esquerda para a direita, em meio ácido, neutro e básico para os indicadores ácido-base azul de bromotolueno (AB) e alaranjado de metila (M).

Para melhor compreensão do funcionamento de um indicador recomenda-se ao exemplo do indicador vermelho de fenol: este apresenta cor amarela em meio ácido e vermelho em meio básico.

A reação de ionização pode representar-se através da equação química

$$\text{HInd}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Ind}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$$

PROFESSOR - ALUNO

aula digital

Simulador Titulação ácido-base

Atividade Pontuação de equivalência

QUESTÃO RESOLVIDA 13

Uma amostra de água de um aquário ficou azul com a adição de algumas gotas do indicador azul de bromotolueno (ponto de viragem para $\text{pH} \approx 6,8$ a azul para $\text{pH} \approx 7,8$ a 25 $^\circ\text{C}$).

a) Qual das formas do par conjugado HInd/Ind^- foi responsável pela coloração apresentada?

b) A razão entre as concentrações de HInd e Ind^- na água do aquário é:

(A) $\frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]} > 1$.

(B) $\frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]} = 1$.

(C) $\frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]} < 1$.

(D) $\frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]} = 0$.

RESOLUÇÃO

a) Ind^- , pois o indicador toma a cor azul para valores de pH superiores a 7,8 (ponto de viragem).

b) Opção (B). (Presença a forma Ind^- .)

QUESTÃO PROPOSTA 13

Numa titulação partiu-se de uma solução de $\text{NaOH}(\text{aq})$, com umas gotas de azul de bromotolueno, a qual se foi adicionando gota a gota uma solução de $\text{HCl}(\text{aq})$. Des 23 gotas adicionadas, a última provocou a alteração brusca e irreversível da cor da solução para amarelo. Consulte a NH_4 da página 10.

a) Identifique o titulante e o titulado.

b) Discuta a validade da afirmação: «A cor final da solução é coerente com a que deveria conservar-se no ponto de equivalência».

c) Durante a titulação, como evoluíram as concentrações dos íons H_3O^+ e OH^- na solução titulada, assim como o pH?

d) O uso de microgotas permitia maior rigor na deteção colorimétrica do ponto de equivalência. Que sequência de cores seria observada?

PROFESSOR

Soluções

a) Titulante: $\text{NaOH}(\text{aq})$
Titulado: $\text{HCl}(\text{aq})$
Método: pág. 216

b) A concentração de H_3O^+ aumentou e a de OH^- diminuiu e o pH diminuiu.

c) No azul, na solução básica de NaOH em verde na solução neutra de NaCl .

PROFESSOR - ALUNO

aula digital

Atividade Titulação ácido-base

Questões Pág. 108

Exercícios Pág. 116

Remissão para a **Atividade Laboratorial**.

Articulação CTSA

1 equilíbrio químico



Medalha de prata comemorativa da missão Apollo 12



Célula de combustível do programa Apollo. As células de combustível permitem obter energia elétrica a partir da reação entre $O_2(g)$ e $H_2(g)$.

PROFESSOR:
aula digital

representação: imagens químicas



Missão Apollo 12: a explosão de um tanque de O_2 obrigou a tripulação a refugiar-se no ML (A). Ligação do filtro de CO_2 ao sistema purificador do ar e à bolsa de coleta de água (B).

1.1.1 Reações químicas

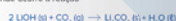
Aproximadamente a 330 000 km da Terra, cerca de 56 h após o lançamento da nave espacial *Saturno V*, em abril de 1970, um curto-circuito provocou a explosão de um tanque de dioxigênio, O_2 . Os três astronautas da missão *Apollo 13* tiveram de abandonar o módulo de comando *Odyssey* (MC), passando a ocupar o módulo lunar *Aquarius* (ML).

Além de ser essencial para respirar, o dioxigênio, O_2 , juntamente com o di-hidrogênio, H_2 , era a principal fonte de energia da nave. A energia elétrica era obtida em células de combustível **Fig. 2** por reação entre aqueles dois gases:



O produto da reação, a água, também era usado pelos astronautas. A nave transportava dioxigênio e di-hidrogênio em quantidades e proporções adequadas às necessidades de uma viagem de ida à Lua e regresso à Terra. A perda de um tanque de dioxigênio tornava impossível concretizar a missão, colocando em risco a sobrevivência da tripulação.

Para produzir energia, pediu-se à tripulação que ocupasse apenas uma parte da nave, o ML. Em condições normais este módulo seria usado apenas por dois astronautas, durante poucas horas. Com três astronautas, o dióxido de carbono, CO_2 , exalado fez elevar a concentração deste gás, obrigando a substituir o filtro do sistema de purificação do ar. Em sistemas fechados, como naves espaciais ou submarinos, o CO_2 é removido do ar, forçando-o a circular por filtros que contêm hidróxido de lítio. Lítio, $LiOH$, onde ocorre a reação:

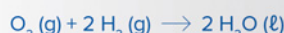


Os astronautas tiveram de recorrer a um desses filtros de CO_2 , proveniente do MC, e improvisaram a sua ligação ao sistema purificador do ar e também a uma bolsa de coleta de água. Uma vez estabelecida a ligação, os níveis de CO_2 começaram a baixar e a tripulação pôde, finalmente, respirar de alívio.



Aproximadamente a 330 000 km da Terra, cerca de 56 h após o lançamento da nave espacial *Saturno V*, em abril de 1970, um curto-circuito provocou a explosão de um tanque de dioxigênio, O_2 . Os três astronautas da missão *Apollo 13* tiveram de abandonar o módulo de comando *Odyssey* (MC), passando a ocupar o módulo lunar *Aquarius* (ML).

Além de ser essencial para respirar, o dioxigênio, O_2 , juntamente com o di-hidrogênio, H_2 , era a principal fonte de energia da nave. A energia elétrica era obtida em células de combustível **Fig. 2** por reação entre aqueles dois gases:



p. 10



Vídeos documentais relacionados com os conteúdos abordados.

Atividades com propostas de pesquisa, análise de textos e dados experimentais, etc. Mobilizam diferentes áreas de competências do Perfil dos Alunos.



ATIVIDADE CTSA

CUIDAR DA ÁGUA É CUIDAR DA SAÚDE

2 REAÇÕES EM SISTEMAS AQUÍFOS

PROFESSOR:
Soluções
a) Determinar a concentração de uma solução de $NaCl$ em água.
b) Determinar a concentração de uma solução de $NaCl$ em água.
c) Determinar a concentração de uma solução de $NaCl$ em água.
d) Determinar a concentração de uma solução de $NaCl$ em água.

PROFESSOR - ALUNO:
aula digital
Atividade de laboratório em sala
Atividade de laboratório em sala
Atividade de laboratório em sala

QUESTÃO PROPOSTA 9
Investigou-se experimentalmente a solubilidade do óxido de cálcio, CaO , no intervalo de temperatura (25-50 °C). O resultado obtido foi apresentado na forma $y = -0,37x + 3705$, com x expresso em gramas de CaO por 100 mL de H_2O a 7 °C e y em gramas de CaO por 100 mL de H_2O a 50 °C.

De acordo com a informação disponível, responda às seguintes questões.

- Como varia a solubilidade do CaO com a temperatura entre 0 °C e 50 °C? Justifique.
- A dissolução do CaO é favorecida ou desfavorecida para diminuição da temperatura? Classifique a como endotérmica ou exotérmica.
- Prepara-se uma solução aquosa de CaO e obtém-se uma solução saturada com depósito de sal no fundo. Prevê-se o que acontece à massa de sal depositado se mergulhar o recipiente que contém a mistura num banho de gelo.
- Qual é a solubilidade do sal à temperatura de 0 °C?

ATIVIDADE CTSA: CUIDAR DA ÁGUA É CUIDAR DA SAÚDE
A grafite é matéria-prima para obtenção de grafeno e materiais relacionados com o grafeno. GMRs, como, por exemplo, duto de grafeno, GO, e duto de grafeno reduzido, rGO, este último mais eficiente em muitas das aplicações dos GMRs. Por outro lado, a maior eficiência do rGO tem incentivado o desenvolvimento de processos eco-friendly de redução de GO a rGO, que incluem recursos naturais como, por exemplo, café e limão, e aplicações que utilizam a luz solar como fonte de energia.

Os GMRs têm despertado particular atenção em ciência e tecnologia pela possibilidade de sua aplicação em áreas e tecnologia no controle da propagação epidemiológica da COVID-19, com extensão a calamidades futuras, e no desenvolvimento de sensores ambientais, etc.

As aplicações de grafeno e GMRs:

- Sensores ambientais
- Purificação de água
- Sensores de saúde
- Sensores de segurança
- Sensores de energia
- Sensores de transporte
- Sensores de comunicação
- Sensores de armazenamento
- Sensores de processamento
- Sensores de armazenamento
- Sensores de processamento

As aplicações de grafeno e GMRs:

1.1 SOLUÇÕES E EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE

As misturas focais NP95, com pesos de ~300 nm, bloqueiam cerca de 95% de partículas contaminantes, sendo importante notar que o tamanho do SARS-CoV-2 é ~100 nm. Conseguir filtros à base de grafeno para aplicação às misturas focais é um objetivo da engenharia de materiais.

O problema da água contaminada, uma calamidade atual que importa eliminar com celeridade, necessita de misturas bem mais eficientes. Recentemente conseguiram-se folhas de grafeno com pesos de tamanho (0,40±0,24) nm e os raios dos átomos Mg^{2+} e Ca^{2+} dos dois cátions mais abundantes na água do mar, são 86 pm e 114 pm, respetivamente. A água do mar contém 1200 mg/L de Mg^{2+} e 400 mg/L de Ca^{2+} .

Má multa que a remoção de metais tóxicos de águas contaminadas por reações de precipitação vem sendo ultrapassada por técnicas que usam sistemas à base de grafite e de GMRs. Desde a década de 60 do séc. XX que a grafite tem sido usada como matéria-prima em tecnologias de tratamento e purificação da água.

Com referência a 2015, 1 g de GMRs revelou uma capacidade de adsorção (aproximadamente à sua superfície) de 842 mg de Pb^{2+} de uma água contaminada. 1 g de GMRs adsorveu 1194 mg de Cd^{2+} proveniente também parte desta água e Ca^{2+} e uma equipa de investigadores portugueses conseguiu remover 95% de mercúrio(II), um metal extremamente tóxico para o sistema nervoso, de uma água contaminada com 50 µg/L, utilizando apenas 10 mg de GO.

A. K. Sivasankar, et al., "Potential of graphene-based materials to combat COVID-19: properties, perspectives, and prospects," *Materials Today*, vol. 38, pp. 1000-1010, December 2020 (disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468519420301042>), doi:10.1016/j.mat.2020.100000.

QUESTÕES

- Qual é a vantagem da incorporação de estruturas como a de $NaCl$ na mistura focais NP95?
- Os átomos Mg^{2+} e Ca^{2+} são essenciais para o bom funcionamento do sistema cardiovascular. Contudo, no organismo humano ocorre toxicidade para valores de Mg^{2+} superiores a 1,2 mmol/L e de Ca^{2+} superiores a 2,2 mmol/L. Mostre que o duto de grafeno (GO) na água do mar e superior aos limites de toxicidade dos metais tóxicos no corpo humano.
- Purificação das folhas de grafeno com pesos de tamanho (0,40±0,24) nm ajudar no tratamento da água do mar para obtenção de água para consumo humano, mas sua remoção com a dureza da água?
- De acordo com a informação disponível, a remoção de Pb^{2+} e Cd^{2+} de águas contaminadas através de GMRs ocorre por ... dentro deste a conversão de Cd^{2+} e Pb^{2+} é uma ...
- precipitação ... oxidação
- precipitação ... redução
- adsorção ... oxidação
- adsorção ... redução
- Determine a massa de mercúrio(II) removida de um litro de água, em mg/L de GO.
- Calcule a dureza da água do mar, expressa em mg/L de $CaCO_3$, sabendo que pode ser determinada através da expressão:
Dureza total = $2,497 [Ca^{2+}] + 4,124 [Mg^{2+}]$
- Perquirir sobre critérios de classificação da dureza da água com base na massa equivalente de $CaCO_3$ e classificar a água do mar e duas águas engarrafadas diferentes, por si selecionadas, com base nesse critério.



ATIVIDADE CTSA

MARTE, VIDA À CUSTA DE CO_2 ... UM DESAFIO!

1 equilíbrio químico

PROFESSOR:
Soluções
a) Aumento da pressão.
b) Diminuição da temperatura.
c) Diminuição da pressão.
d) Remoção de água.

QUESTÃO PROPOSTA 6
O etanol, C_2H_5OH , conhecido por álcool etílico, pode obter-se na indústria petroquímica a partir da reação entre o eteno e a água:
 $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$ $\Delta H = -45,3 \text{ kJ mol}^{-1}$

Prevê-se, com base no Princípio de Le Chatelier, se aumenta ou diminui a produção de etanol quando há:

- aumento de pressão;
- diminuição da temperatura;
- diminuição da pressão;
- remoção de água.

ATIVIDADE CTSA: MARTE, VIDA À CUSTA DE CO_2 ... UM DESAFIO!
O dioxigênio, O_2 , e a água, H_2O , são suporte básico de vida, e não se encontram na atmosfera de Marte, que possui 96% de CO_2 . Em julho de 2020 foi lançado o rover *Perseverance* equipado com uma unidade *MOXIE* (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment) para produção de O_2 a partir do CO_2 da atmosfera de Marte. Com uma alimentação de 30 a 40 g de CO_2 por hora, e concebido para gerar até 10 g de O_2 por hora, em abril de 2021 a MOXIE produziu pela primeira vez 5,37 g de O_2 . É necessário para a respiração de um astronauta durante 10 minutos, é a primeira experiência de utilização de um recurso natural de outro planeta para uso de seres humanos. A reação global pode representar-se por:

$$2CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + O_2(g) \quad \Delta H = +566 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Não menos importante do que o O_2 em missões espaciais tripuladas, é a produção de água e de propelente para foguetes. A reação de Paul Sabatier (Prêmio Nobel da Química, em 1902) tem sido estudada como uma proposta interessante na redução dos custos da exploração de Marte. Reatores revisíveis à níquel, que atua como catalisador, operando num intervalo de temperatura de 200 a 550 °C e de pressão de 1 a 100 atm, permitem a produção de água, de acordo com a reação de Sabatier, descrita globalmente por:

$$CO_2(g) + 4H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H = -165 \text{ kJ mol}^{-1} \quad K_{800} = 13 \text{ a } 47^\circ$$

QUESTÕES

- Qual é a vantagem da incorporação de estruturas como a de $NaCl$ na mistura focais NP95?
- Os átomos Mg^{2+} e Ca^{2+} são essenciais para o bom funcionamento do sistema cardiovascular. Contudo, no organismo humano ocorre toxicidade para valores de Mg^{2+} superiores a 1,2 mmol/L e de Ca^{2+} superiores a 2,2 mmol/L. Mostre que o duto de grafeno (GO) na água do mar e superior aos limites de toxicidade dos metais tóxicos no corpo humano.
- Purificação das folhas de grafeno com pesos de tamanho (0,40±0,24) nm ajudar no tratamento da água do mar para obtenção de água para consumo humano, mas sua remoção com a dureza da água?
- De acordo com a informação disponível, a remoção de Pb^{2+} e Cd^{2+} de águas contaminadas através de GMRs ocorre por ... dentro deste a conversão de Cd^{2+} e Pb^{2+} é uma ...
- precipitação ... oxidação
- precipitação ... redução
- adsorção ... oxidação
- adsorção ... redução
- Determine a massa de mercúrio(II) removida de um litro de água, em mg/L de GO.
- Calcule a dureza da água do mar, expressa em mg/L de $CaCO_3$, sabendo que pode ser determinada através da expressão:
Dureza total = $2,497 [Ca^{2+}] + 4,124 [Mg^{2+}]$
- Perquirir sobre critérios de classificação da dureza da água com base na massa equivalente de $CaCO_3$ e classificar a água do mar e duas águas engarrafadas diferentes, por si selecionadas, com base nesse critério.

p. 58

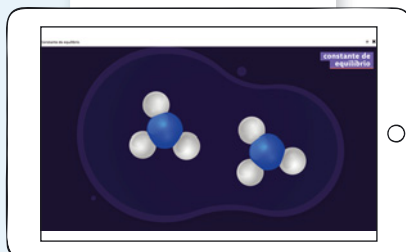
pp. 182/183

Verificação das aprendizagens ao longo da explicação

A seguir a cada questão resolvida é apresentada uma questão proposta.

Animação

Constante de equilíbrio



QUESTÕES PROPOSTAS

pp. 46/47

QUESTÃO RESOLVIDA 3

Um processo importante na indústria química, chamado metanolização, envolve a conversão de CO e de H₂ em CH₃OH.

(1) $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$

(2) $\text{CO(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$

A temperatura relativamente baixa, estas reações são praticamente completas, ao contrário do que acontece a temperaturas elevadas. Por exemplo, a temperatura de 360 °C a constante de equilíbrio da primeira reação é 10³, mas a 500 °C é apenas 15.

a) Escreva a expressão da constante de equilíbrio para cada uma destas reações.

b) Calcule a concentração de H₂ que está em equilíbrio, a 360 °C, com 0,507 mol dm⁻³ de CO, 0,028 mol dm⁻³ de CH₃OH e 0,020 mol dm⁻³ de H₂O.

c) Calcule a constante de equilíbrio para a reação (2), a temperatura de 1500 °C, sabendo que num reator de 50 dm³ existem, em equilíbrio, 2,4 mol de CO, 2,0 mol de H₂, 0,03 mol de CH₃OH e 0,01 mol de H₂O.

QUESTÃO PROPOSTA 3

Uma das etapas do processo de produção industrial do ácido sulfúrico é a produção prevista de SO₂.

$2\text{SO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_3\text{(g)}$

A temperatura de 527 °C, uma mistura com 0,53 mol dm⁻³ de SO₂ e 0,028 mol dm⁻³ de O₂ evolui para um estado de equilíbrio, obtendo-se 0,050 mol dm⁻³ de SO₃.

a) Organize, na forma de tabela, informação sobre a evolução da concentração de cada substância.

b) Determine a constante de equilíbrio, K_c. Comece por escrever a respetiva expressão.

c) Esboce o gráfico que representa a evolução no tempo da quantidade de cada substância na mistura reacional, em sistema fechado, se inicialmente apenas existe SO₂.



QUESTÕES RESOLVIDAS



Vídeo resolução
passo a passo de questão tipo Exame.

3.3 Num determinado instante, a 350 °C, as concentrações são de 0,757 mol dm⁻³ de N₂, 5,61 mol dm⁻³ de H₂ e 1,35 mol dm⁻³ de NH₃. Verifique se o sistema reacional está em equilíbrio.

$3\text{H}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)} \quad \Delta H^\circ = -92,4 \text{ kJ mol}^{-1}$

Dados:

- $K_{eq} = 1,35 \text{ mol dm}^{-3}$
- $C_{\text{H}_2} = 5,61 \text{ mol dm}^{-3}$
- $C_{\text{N}_2} = 0,757 \text{ mol dm}^{-3}$
- $T = 350^\circ\text{C}$

$Q_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3}$

$Q_c = \frac{1,35^2}{0,756 \times 5,61^3}$

$\Rightarrow Q_c = 1,36 \times 10^{-2}$

$K_c = Q_c \Rightarrow$ O sistema está em equilíbrio

Cálculo da constante de equilíbrio

Soluções na margem para o Professor.

NOVIDADE



Vídeo Dicas para o Exame.

Equilíbrio químico

QUESTÃO RESOLVIDA 7

É necessário controlar a produção de amoníaco, que, pelo processo de Haber-Bosch, se obtém através da reação:

$\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$

O gráfico mostra a percentagem molar de NH₃ na mistura, obtida a partir de N₂ e H₂, entre 400 e 600 °C a diferentes pressões.

a) A informação apresentada permite afirmar que:

- comprimindo a mistura, a temperatura constante, a percentagem molar de NH₃ diminui;
- a reação de síntese do amoníaco é endotérmica;
- diminuindo a temperatura, a pressão constante, a percentagem molar de NH₃ aumenta;
- o aumento de pressão da mistura, a temperatura constante, favorece a reação inversa.

b) Indique como poderia obter-se a produção de amoníaco, considerando a influência da temperatura, da pressão e a utilização de um catalisador.

RESOLUÇÃO

a) Deich (C).

b) De acordo com o gráfico, conclui-se que a formação de NH₃ é favorecida por temperaturas baixas e pressões elevadas. No entanto, a temperatura demasiado baixa a velocidade da reação diminui, sendo importante o uso de um catalisador para aumentar a velocidade da reação direta. A temperatura de cerca de 450 °C e a pressão de 500 atm são os valores que otimizam a produção.

QUESTÃO PROPOSTA 7

O CO, considerado um resíduo de valor acrescentado usado na produção de H₂, um recurso energético livre de emissões de CO₂, A reação correspondente é descrita por (P):

$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{(g)} + \text{CO(g)} \quad \Delta H^\circ = -247 \text{ kJ mol}^{-1}$

A atividade do catalisador é comprometida pela formação de carbono sólido através de reações secundárias, sendo uma delas descrita por (Q):

$\text{H}_2\text{(g)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{C(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta H^\circ = -13 \text{ kJ mol}^{-1}$

O gráfico mostra a evolução da quantidade de C(s) com a temperatura e a pressão.

a) Prevê-se, com base no Princípio de Le Chatelier, as condições gerais de pressão e de temperatura que otimizam a produção de H₂.

b) Indique o interesse na utilização do catalisador e, infra, do gráfico, o valor de pressão que otimiza o seu funcionamento, assim como um intervalo de temperatura associado.

c) Identifique as afirmações corretas. A eficácia do catalisador:

- diminui com o aumento de pressão, a temperatura constante;
- diminui com o aumento de pressão e temperatura;
- aumenta com o aumento de temperatura, a pressão constante;
- aumenta com a diminuição de pressão e temperatura.

d) Que outras consequências, além das já identificadas, pode ter a reação (Q) no contexto da produção de H₂, através da reação (P)?

p. 62

Remissões para **+Questões** e para o **Caderno de Exercícios e Problemas**.

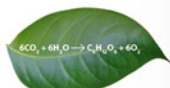
No fim de cada subdomínio

O ESSENCIAL



O ESSENCIAL Aspectos quantitativos das reações químicas

- As reações químicas representam-se por equações químicas.
- Os coeficientes estequiométricos são os números que indicam as proporções entre reagentes e produtos numa reação química. Expressam-se em quantidade de matéria (mol).



- As proporções estequiométricas são as que correspondem aos coeficientes estequiométricos na equação química.
- Os cálculos estequiométricos são feitos a partir de equações químicas, tendo por base os coeficientes estequiométricos.

Numa reação química:

- há conservação de massa (Lei de Lavoisier), o que significa que para cada um dos elementos químicos presentes, o número de átomos nos reagentes é igual ao número de átomos nos produtos da reação;
- se se esgotar pelo menos um reagente diz-se que a reação é completa;
- se nenhum dos reagentes se esgotar diz-se que a reação é incompleta.

- O reagente limitante é o reagente que se esgota numa reação química – que condiciona a quantidade de produto a obter.



- O reagente em excesso é o reagente que não se esgota numa reação, ou seja, é o reagente que sobra no final da reação.

- O rendimento de uma reação, η , informa sobre a relação quantitativa entre o produto obtido experimentalmente e o que seria previsto obter em condições ideais (a partir do reagente limitante), ou seja, pela estequiometria da reação. Pode determinar-se usando, por exemplo, quantidade de matéria, n , massa, m , ou volume, V :

$$\eta = \frac{n_{\text{obtido}}}{n_{\text{teórico}}} = \frac{m_{\text{obtido}}}{m_{\text{teórico}}} = \frac{V_{\text{obtido}}}{V_{\text{teórico}}}$$

O rendimento pode ser expresso em percentagem, por exemplo:

$$\eta(\%) = \frac{n_{\text{obtido}}}{n_{\text{teórico}}} \times 100$$

- A comparação de reações químicas pode ser feita do ponto de vista da química verde.

- A química verde está associada ao desenvolvimento sustentável. Promove, da concepção ao produto final, a produção de substâncias de forma sustentável, com base em 12 princípios no sentido de:
 - reduzir resíduos;
 - usar recursos renováveis;
 - escolher processos menos poluentes;
 - aumentar a economia atómica.

- A química verde recomenda um elevado grau de incorporação dos átomos dos reagentes no produto desejado.



p. 31

O ESSENCIAL Soluções e equilíbrio de solubilidade

- As características das águas naturais e tratadas relacionam-se com a dissolução de sais minerais e do dióxido de carbono da atmosfera.

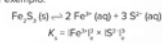


- Na dissolução de sais em água um sal dissocia-se nos seus iões constituintes, o cátion e o anião. Por exemplo:



- O equilíbrio de solubilidade é um equilíbrio químico heterogéneo que se estabelece entre um sal e os iões desse sal numa solução aquosa saturada.

- O produto de solubilidade, K_s , é a constante de equilíbrio para um equilíbrio de solubilidade. Por exemplo:



- para cada sal só depende da temperatura, $K_s = f(T)$;

- relaciona-se com a solubilidade de um sal, que depende da estequiometria da dissociação do sal;

- a sua comparação com o Q_s permite classificar soluções quanto à saturação.

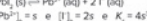
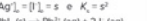
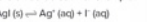
- A solubilidade, s , relaciona-se com a porção de soluto dissolvido numa solução saturada:

$$s = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} \quad \text{ou} \quad s = \frac{m}{100 \text{ g de solvente}}$$

- depende do sal e de vários fatores;

- a sua variação pode ser prevista com base no Princípio de Le Chatelier.

- K_s e a concentração de iões do sal relacionam-se com a proporção estequiométrica entre cátion e anião do sal. Por exemplo:



- Solução não saturada – $C_{\text{soluto}} < s$, dissolve mais soluto; $K_s > Q_s$, não forma precipitados. Situação de não equilíbrio.

- Solução saturada – $C_{\text{soluto}} = s$, não dissolve mais soluto; $K_s = Q_s$, não forma precipitados. Há equilíbrio sal (s) = sal (aq).

- Solução supersaturada – $C_{\text{soluto}} > s$, não dissolve mais soluto; $K_s < Q_s$, forma precipitados. Situação de não equilíbrio.

- Devido ao efeito do ião comum, a solubilidade de um sal é menor numa solução que contenha algum dos seus iões, relativamente à sua solubilidade em água. O produto de solubilidade K_s não é alterado.

- A solubilidade e o produto de solubilidade K_s dependem da temperatura:

- aumentam com o aumento de temperatura numa dissolução endotérmica;

- diminuem com o aumento de temperatura numa dissolução exotérmica.

- A dureza total da água relaciona-se com a concentração total de cátions cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). É tanto maior quanto maior é a concentração destes iões e pode ser expressa em mg/L de CaCO_3 .

- A remoção de poluentes de águas contaminadas, como por exemplo metais pesados (Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{6+} ...), pode efetuar-se através de reações de precipitação de sais pouco solúveis do poluente a remover.



Água:
falta dura
falta
moderadamente dura
muito

p. 186

QUESTÕES

Remissões para o Caderno de Apoio ao Professor.



Kahoot®
Teste Interativo

QUESTÕES

PROFESSOR

Respostas: 1. B; 2. A; 3. A; 4. C; 5. D; 6. B; 7. A; 8. A; 9. A; 10. A; 11. A; 12. A; 13. A; 14. A; 15. A; 16. A; 17. A; 18. A; 19. A; 20. A; 21. A; 22. A; 23. A; 24. A; 25. A; 26. A; 27. A; 28. A; 29. A; 30. A; 31. A; 32. A; 33. A; 34. A; 35. A; 36. A; 37. A; 38. A; 39. A; 40. A; 41. A; 42. A; 43. A; 44. A; 45. A; 46. A; 47. A; 48. A; 49. A; 50. A; 51. A; 52. A; 53. A; 54. A; 55. A; 56. A; 57. A; 58. A; 59. A; 60. A; 61. A; 62. A; 63. A; 64. A; 65. A; 66. A; 67. A; 68. A; 69. A; 70. A; 71. A; 72. A; 73. A; 74. A; 75. A; 76. A; 77. A; 78. A; 79. A; 80. A; 81. A; 82. A; 83. A; 84. A; 85. A; 86. A; 87. A; 88. A; 89. A; 90. A; 91. A; 92. A; 93. A; 94. A; 95. A; 96. A; 97. A; 98. A; 99. A; 100. A; 101. A; 102. A; 103. A; 104. A; 105. A; 106. A; 107. A; 108. A; 109. A; 110. A; 111. A; 112. A; 113. A; 114. A; 115. A; 116. A; 117. A; 118. A; 119. A; 120. A; 121. A; 122. A; 123. A; 124. A; 125. A; 126. A; 127. A; 128. A; 129. A; 130. A; 131. A; 132. A; 133. A; 134. A; 135. A; 136. A; 137. A; 138. A; 139. A; 140. A; 141. A; 142. A; 143. A; 144. A; 145. A; 146. A; 147. A; 148. A; 149. A; 150. A; 151. A; 152. A; 153. A; 154. A; 155. A; 156. A; 157. A; 158. A; 159. A; 160. A; 161. A; 162. A; 163. A; 164. A; 165. A; 166. A; 167. A; 168. A; 169. A; 170. A; 171. A; 172. A; 173. A; 174. A; 175. A; 176. A; 177. A; 178. A; 179. A; 180. A; 181. A; 182. A; 183. A; 184. A; 185. A; 186. A; 187. A; 188. A; 189. A; 190. A; 191. A; 192. A; 193. A; 194. A; 195. A; 196. A; 197. A; 198. A; 199. A; 200. A; 201. A; 202. A; 203. A; 204. A; 205. A; 206. A; 207. A; 208. A; 209. A; 210. A; 211. A; 212. A; 213. A; 214. A; 215. A; 216. A; 217. A; 218. A; 219. A; 220. A; 221. A; 222. A; 223. A; 224. A; 225. A; 226. A; 227. A; 228. A; 229. A; 230. A; 231. A; 232. A; 233. A; 234. A; 235. A; 236. A; 237. A; 238. A; 239. A; 240. A; 241. A; 242. A; 243. A; 244. A; 245. A; 246. A; 247. A; 248. A; 249. A; 250. A; 251. A; 252. A; 253. A; 254. A; 255. A; 256. A; 257. A; 258. A; 259. A; 260. A; 261. A; 262. A; 263. A; 264. A; 265. A; 266. A; 267. A; 268. A; 269. A; 270. A; 271. A; 272. A; 273. A; 274. A; 275. A; 276. A; 277. A; 278. A; 279. A; 280. A; 281. A; 282. A; 283. A; 284. A; 285. A; 286. A; 287. A; 288. A; 289. A; 290. A; 291. A; 292. A; 293. A; 294. A; 295. A; 296. A; 297. A; 298. A; 299. A; 300. A; 301. A; 302. A; 303. A; 304. A; 305. A; 306. A; 307. A; 308. A; 309. A; 310. A; 311. A; 312. A; 313. A; 314. A; 315. A; 316. A; 317. A; 318. A; 319. A; 320. A; 321. A; 322. A; 323. A; 324. A; 325. A; 326. A; 327. A; 328. A; 329. A; 330. A; 331. A; 332. A; 333. A; 334. A; 335. A; 336. A; 337. A; 338. A; 339. A; 340. A; 341. A; 342. A; 343. A; 344. A; 345. A; 346. A; 347. A; 348. A; 349. A; 350. A; 351. A; 352. A; 353. A; 354. A; 355. A; 356. A; 357. A; 358. A; 359. A; 360. A; 361. A; 362. A; 363. A; 364. A; 365. A; 366. A; 367. A; 368. A; 369. A; 370. A; 371. A; 372. A; 373. A; 374. A; 375. A; 376. A; 377. A; 378. A; 379. A; 380. A; 381. A; 382. A; 383. A; 384. A; 385. A; 386. A; 387. A; 388. A; 389. A; 390. A; 391. A; 392. A; 393. A; 394. A; 395. A; 396. A; 397. A; 398. A; 399. A; 400. A; 401. A; 402. A; 403. A; 404. A; 405. A; 406. A; 407. A; 408. A; 409. A; 410. A; 411. A; 412. A; 413. A; 414. A; 415. A; 416. A; 417. A; 418. A; 419. A; 420. A; 421. A; 422. A; 423. A; 424. A; 425. A; 426. A; 427. A; 428. A; 429. A; 430. A; 431. A; 432. A; 433. A; 434. A; 435. A; 436. A; 437. A; 438. A; 439. A; 440. A; 441. A; 442. A; 443. A; 444. A; 445. A; 446. A; 447. A; 448. A; 449. A; 450. A; 451. A; 452. A; 453. A; 454. A; 455. A; 456. A; 457. A; 458. A; 459. A; 460. A; 461. A; 462. A; 463. A; 464. A; 465. A; 466. A; 467. A; 468. A; 469. A; 470. A; 471. A; 472. A; 473. A; 474. A; 475. A; 476. A; 477. A; 478. A; 479. A; 480. A; 481. A; 482. A; 483. A; 484. A; 485. A; 486. A; 487. A; 488. A; 489. A; 490. A; 491. A; 492. A; 493. A; 494. A; 495. A; 496. A; 497. A; 498. A; 499. A; 500. A; 501. A; 502. A; 503. A; 504. A; 505. A; 506. A; 507. A; 508. A; 509. A; 510. A; 511. A; 512. A; 513. A; 514. A; 515. A; 516. A; 517. A; 518. A; 519. A; 520. A; 521. A; 522. A; 523. A; 524. A; 525. A; 526. A; 527. A; 528. A; 529. A; 530. A; 531. A; 532. A; 533. A; 534. A; 535. A; 536. A; 537. A; 538. A; 539. A; 540. A; 541. A; 542. A; 543. A; 544. A; 545. A; 546. A; 547. A; 548. A; 549. A; 550. A; 551. A; 552. A; 553. A; 554. A; 555. A; 556. A; 557. A; 558. A; 559. A; 560. A; 561. A; 562. A; 563. A; 564. A; 565. A; 566. A; 567. A; 568. A; 569. A; 570. A; 571. A; 572. A; 573. A; 574. A; 575. A; 576. A; 577. A; 578. A; 579. A; 580. A; 581. A; 582. A; 583. A; 584. A; 585. A; 586. A; 587. A; 588. A; 589. A; 590. A; 591. A; 592. A; 593. A; 594. A; 595. A; 596. A; 597. A; 598. A; 599. A; 600. A; 601. A; 602. A; 603. A; 604. A; 605. A; 606. A; 607. A; 608. A; 609. A; 610. A; 611. A; 612. A; 613. A; 614. A; 615. A; 616. A; 617. A; 618. A; 619. A; 620. A; 621. A; 622. A; 623. A; 624. A; 625. A; 626. A; 627. A; 628. A; 629. A; 630. A; 631. A; 632. A; 633. A; 634. A; 635. A; 636. A; 637. A; 638. A; 639. A; 640. A; 641. A; 642. A; 643. A; 644. A; 645. A; 646. A; 647. A; 648. A; 649. A; 650. A; 651. A; 652. A; 653. A; 654. A; 655. A; 656. A; 657. A; 658. A; 659. A; 660. A; 661. A; 662. A; 663. A; 664. A; 665. A; 666. A; 667. A; 668. A; 669. A; 670. A; 671. A; 672. A; 673. A; 674. A; 675. A; 676. A; 677. A; 678. A; 679. A; 680. A; 681. A; 682. A; 683. A; 684. A; 685. A; 686. A; 687. A; 688. A; 689. A; 690. A; 691. A; 692. A; 693. A; 694. A; 695. A; 696. A; 697. A; 698. A; 699. A; 700. A; 701. A; 702. A; 703. A; 704. A; 705. A; 706. A; 707. A; 708. A; 709. A; 710. A; 711. A; 712. A; 713. A; 714. A; 715. A; 716. A; 717. A; 718. A; 719. A; 720. A; 721. A; 722. A; 723. A; 724. A; 725. A; 726. A; 727. A; 728. A; 729. A; 730. A; 731. A; 732. A; 733. A; 734. A; 735. A; 736. A; 737. A; 738. A; 739. A; 740. A; 741. A; 742. A; 743. A; 744. A; 745. A; 746. A; 747. A; 748. A; 749. A; 750. A; 751. A; 752. A; 753. A; 754. A; 755. A; 756. A; 757. A; 758. A; 759. A; 760. A; 761. A; 762. A; 763. A; 764. A; 765. A; 766. A; 767. A; 768. A; 769. A; 770. A; 771. A; 772. A; 773. A; 774. A; 775. A; 776. A; 777. A; 778. A; 779. A; 780. A; 781. A; 782. A; 783. A; 784. A; 785. A; 786. A; 787. A; 788. A; 789. A; 790. A; 791. A; 792. A; 793. A; 794. A; 795. A; 796. A; 797. A; 798. A; 799. A; 800. A; 801. A; 802. A; 803. A; 804. A; 805. A; 806. A; 807. A; 808. A; 809. A; 810. A; 811. A; 812. A; 813. A; 814. A; 815. A; 816. A; 817. A; 818. A; 819. A; 820. A; 821. A; 822. A; 823. A; 824. A; 825. A; 826. A; 827. A; 828. A; 829. A; 830. A; 831. A; 832. A; 833. A; 834. A; 835. A; 836. A; 837. A; 838. A; 839. A; 840. A; 841. A; 842. A; 843. A; 844. A; 845. A; 846. A; 847. A; 848. A; 849. A; 850. A; 851. A; 852. A; 853. A; 854. A; 855. A; 856. A; 857. A; 858. A; 859. A; 860. A; 861. A; 862. A; 863. A; 864. A; 865. A; 866. A; 867. A; 868. A; 869. A; 870. A; 871. A; 872. A; 873. A; 874. A; 875. A; 876. A; 877. A; 878. A; 879. A; 880. A; 881. A; 882. A; 883. A; 884. A; 885. A; 886. A; 887. A; 888. A; 889. A; 890. A; 891. A; 892. A; 893. A; 894. A; 895. A; 896. A; 897. A; 898. A; 899. A; 900. A; 901. A; 902. A; 903. A; 904. A; 905. A; 906. A; 907. A; 908. A; 909. A; 910. A; 911. A; 912. A; 913. A; 914. A; 915. A; 916. A; 917. A; 918. A; 919. A; 920. A; 921. A; 922. A; 923. A; 924. A; 925. A; 926. A; 927. A; 928. A; 929. A; 930. A; 931. A; 932. A; 933. A; 934. A; 935. A; 936. A; 937. A; 938. A; 939. A; 940. A; 941. A; 942. A; 943. A; 944. A; 945. A; 946. A; 947. A; 948. A; 949. A; 950. A; 951. A; 952. A; 953. A; 954. A; 955. A; 956. A; 957. A; 958. A; 959. A; 960. A; 961. A; 962. A; 963. A; 964. A; 965. A; 966. A; 967. A; 968. A; 969. A; 970. A; 971. A; 972. A; 973. A; 974. A; 975. A; 976. A; 977. A; 978. A; 979. A; 980. A; 981. A; 982. A; 983. A; 984. A; 985. A; 986. A; 987. A; 988. A; 989. A; 990. A; 991. A; 992. A; 993. A; 994. A; 995. A; 996. A; 997. A; 998. A; 999. A; 1000. A; 1001. A; 1002. A; 1003. A; 1004. A; 1005. A; 1006. A; 1007. A; 1008. A; 1009. A; 1010. A; 1011. A; 1012. A; 1013. A; 1014. A; 1015. A; 1016. A; 1017. A; 1018. A; 1019. A; 1020. A; 1021. A; 1022. A; 1023. A; 1024. A; 1025. A; 1026. A; 1027. A; 1028. A; 1029. A; 1030. A; 1031. A; 1032. A; 1033. A; 1034. A; 1035. A; 1036. A; 1037. A; 1038. A; 1039. A; 1040. A; 1041. A; 1042. A; 1043. A; 1044. A; 1045. A; 1046. A; 1047. A; 1048. A; 1049. A; 1050. A; 1051. A; 1052. A; 1053. A; 1054. A; 1055. A; 1056. A; 1057. A; 1058. A; 1059. A; 1060. A; 1061. A; 1062. A; 1063. A; 1064. A; 1065. A; 1066. A; 1067. A; 1068. A; 1069. A; 1070. A; 1071. A; 1072. A; 1073. A; 1074. A; 1075. A; 1076. A; 1077. A; 1078. A; 1079. A; 1080. A; 1081. A; 1082. A; 1083. A; 1084. A; 1085. A; 1086. A; 1087. A; 1088. A; 1089. A; 1090. A; 1091. A; 1092. A; 1093. A; 1094. A; 1095. A; 1096. A; 1097. A; 1098. A; 1099. A; 1100. A; 1101. A; 1102. A; 1103. A; 1104. A; 1105. A; 1106. A; 1107. A; 1108. A; 1109. A; 1110. A; 1111. A; 1112. A; 1113. A; 1114. A; 1115. A; 1116. A; 1117. A; 1118. A; 1119. A; 1120. A; 1121. A; 1122. A; 1123. A; 1124. A; 1125. A; 1126. A; 1127. A; 1128. A; 1129. A; 1130. A; 1131. A; 1132. A; 1133. A; 1134. A; 1135. A; 1136. A; 1137. A; 1138. A; 1139. A; 1140. A;

QUESTÕES

Exercícios diversificados, que preparam para o exame

73. São neutras as soluções aquosas de:

(A) nitrato de potássio e de nitrato de amônio.
(B) cloreto de potássio e de cloreto de sódio.
(C) sulfato de potássio e de sulfato de sódio.
(D) nitrato de potássio e de nitrato de sódio.
(E) cloreto de potássio e de cloreto de sódio.

74. A seguinte afirmação: «A ligeira água do mar deve-se, essencialmente, à presença de carbonato de cálcio» é verdadeira ou falsa? Justifique a sua resposta.

75. O ácido acético, CH_3COOH , é mais fraco do que o ácido carbónico, H_2CO_3 . Condições aquosas de igual concentração de ácido acético e de ácido carbónico, a qual delas tem um pH mais baixo? Justifique a sua resposta.

76. A figura seguinte representa uma curva de titulação de um ácido fraco com uma base forte. O eixo das ordenadas representa o pH e o eixo das abscissas representa o volume de titulante adicionado.

77. A curva apresentada corresponde à titulação de:

(A) uma base forte com um ácido forte.
(B) uma base fraca com um ácido forte.
(C) um ácido forte com uma base forte.
(D) um ácido fraco com uma base forte.

78. Numa titulação atinge-se o ponto de equivalência quando a mistura resultante:

(A) a solução obtida for neutra.
(B) as quantidades de ácido e base forem iguais.
(C) não existir excesso de base nem de ácido.
(D) os volumes de solução ácida e básica forem iguais.

79. Gastaram-se 12,5 mL de HCl (aq), 0,10 mol/L, na titulação de 25,0 mL de uma solução aquosa de Mg(OH)_2 . Determine a concentração da solução de base.

2.1.7 Chuva normal e chuva ácida

71. Mediu-se o pH de uma amostra de água da chuva e o resultado obtido foi 5,6, medido à temperatura de 25 °C. Justifique a acidez da água da chuva com base na dissolução de CO_2 .

72. O íonido de enxofre, SO_4^{2-} , é responsável pela formação de ácido sulfúrico quando reage com a água da chuva.

a) Escreva a equação que traduz a reação.
b) Na água da chuva normal a $[\text{H}_3\text{O}^+]$ máxima é, a 25 °C, $2,51 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$. Este valor resulta da dissolução de CO_2 presente na atmosfera. Compare, justificando, a concentração de H_3O^+ na água da chuva, devido à dissolução de SO_2 , com a da chuva normal.

73. A maioria dos veículos automóveis está equipada com um conversor catalítico que transforma os gases dos escapamentos em gases menos nocivos para o ser humano e para o ambiente. A figura seguinte mostra alguns gases à entrada e à saída do conversor.

Gases que entram

Gases que saem

74. Com base na figura, descreva o modo como o conversor catalítico contribui para a eliminação de poluentes que contribuem para a formação da chuva ácida.

75. Uma das formas de reduzir a libertação de NO para a atmosfera consiste em provocar a sua decomposição nas substâncias elementares correspondentes. Escreva a equação que traduz essa transformação.

76. A eliminação do dióxido de enxofre, SO_2 , nas indústrias pode ser realizada fazendo passar este gás por um chuveiro de água de cal, Ca(OH)_2 (aq). Em contacto com o meio aquoso, SO_2 origina H_2SO_3 , que é neutralizado pela água de cal.

a) Escreva a equação química que traduz a neutralização.
b) Em que é que se fundamenta a neutralização que ocorre?

77. A preservação de estruturas vitais de alguns organismos marinhos, como as conchas, cujo principal componente é o carbonato de cálcio, CaCO_3 , depende do equilíbrio que se estabelece entre este sal sólido e os íons resultantes da sua dissolução em água. Esta reação pode ser traduzida por:

$\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{CO}_3^{2-}(aq)$

Preveja, fundamentando, se a diminuição do pH das águas dos oceanos contribui para a preservação das conchas ou, pelo contrário, para a sua dissolução. Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

Soluções na margem para o Professor.

pp. 128/129

EXAME

Identificação dos exercícios adaptados de Exame.

QUESTÕES

PROFESSOR

Soluções

76. a) Titulante: hidróxido de sódio. Titulado: ácido acético.
b) $\text{NaOH(aq)} + \text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
Acetato de sódio.
c) Titulação de ácido fraco com base forte.
d) $\text{pH} = 8,8$; $V_{\text{eq}} = 25 \text{ mL}$; $0,100 \text{ mol/L}$

Grupo I

1. Por conjugação ácido-base.
2. (C).
3. (C).

Grupo II

1. $v = 100\%$.
2. (C).
3. Ver pág. 223.

Grupo III

1. $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2^-\text{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+\text{(aq)}$
2. $8,0 \times 10^{-1}$; $1,0 \times 10^{-1}$
3. $3,98 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
4. $1,2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

Atividade laboratorial

76. Titularam-se, por potenciometria, 50,0 mL de solução aquosa de ácido acético com uma solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração 0,200 mol/L. Obtive-se a seguinte curva de titulação:

77. Dissolveram-se n moles de um ácido fraco, HA, em água destilada, obtendo-se um volume V de solução ácida. A medição do pH da solução permitiu verificar que apenas x moles de ácido se tinham ionizado. Representemos por α a relação x/n .

1. Qual é a percentagem de ácido ionizado?
2. Se o ácido dissolvido, HA, fosse mais fraco seria maior.
(A) α seria maior e K_a da sua base conjugada seria maior.
(B) α seria maior e K_a da sua base conjugada seria menor.
(C) α seria menor e K_a da sua base conjugada seria maior.
(D) α seria menor e K_a da sua base conjugada seria menor.
3. Mostre que a relação entre a constante de acidez, K_a , e o valor numérico da concentração inicial de ácido na solução, $[\text{HA}]_{\text{inicial}}$ (numericamente igual a $\frac{n}{V}$) é dada pela expressão $K_a = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha) \frac{n}{V}}$.
4. Se, à mesma temperatura, a quantidade de HA dissolvida aumentasse para o dobro, K_a aumentava para o dobro e $\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)}$ diminua.
(A) aumentava para o dobro e $\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)}$ diminua.
(B) aumentava para o dobro e $\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)}$ aumentava.
(C) não se alterava e $\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)}$ aumentava.
(D) não se alterava e $\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)}$ diminua.

Questões globais

A primetamina é um fármaco usado no tratamento da toxoplasmose e da malária. Como base fraca, deve a sua acção no organismo humano à possibilidade de existir em duas formas, (1) e (2), em meio aquoso:

1. Como se designa o par formado pelas duas formas da primetamina?
2. Identifique qual das formas, (1) ou (2), é a forma molecular da primetamina.
3. O pH do sangue é 7,4 e o da urina é 6,0. Após a absorção da primetamina pelo organismo humano, prevê-se que:
(A) no sangue predomine a forma ionizada.
(B) no sangue predomine a forma ácida.
(C) na urina predomine a forma ionizada.
(D) na urina predomine a forma básica.

p. 130



Questões relativas às Atividades laboratoriais

Questões globais

Os exercícios de resposta fechada das +Questões podem ser resolvidos de modo **interativo** na aula digital

Atividades laboratoriais

orientadas e com forte apoio à sua realização

ATIVIDADE LABORATORIAL 2

Efeito da concentração no equilíbrio químico

Objetivo desta atividade é:

Investigar alterações de equilíbrios químicos em sistemas aquosos por variação da concentração de reagentes e produtos.

As alterações podem ser previstas com base:

- no princípio de Le Chatelier;
- no quociente da reação, Q_c
- o equilíbrio químico que vamos estudar envolve a reação entre o íon ferro(III), Fe^{3+} , e o íon tiossulfato, $S_2O_3^{2-}$, para formar um íon complexo, o tiossulfato de ferro(III), $[Fe(S_2O_3)]^-$.
- O equilíbrio químico homogêneo que se estabelece em solução aquosa é representado por

$$Fe^{3+} (aq) + SCN^{-} (aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+} (aq) \quad \Delta H < 0$$

Amarelo Incolor Vermelho

As soluções de tiossulfato de ferro(III) têm cor vermelha e as soluções de ferro(III) têm cor amarela $\Rightarrow$ A cor da solução de ferro(III) pode ser amarelo-pálida, praticamente incolor, até a solução for diluída.

O equilíbrio referido pode ser obtido por mistura de solução de tiossulfato de potássio, $KSCN$, e de tratado de ferro, $Fe(NO_3)_3$. Estas soluções são preparadas por dissolução dos reagentes sólidos, ocorrendo, em cada caso, as dissoluções representadas por:

$$KSCN (s) \rightarrow K^{+} (aq) + SCN^{-} (aq)$$

$$Fe(NO_3)_3 (s) \rightarrow Fe^{3+} (aq) + 3 NO_3^{-} (aq)$$

As concentrações em equilíbrio podem ser alteradas por adição de soluções reagentes. Por exemplo:

- aumento da concentração de SCN^{-} , por adição de $Fe(NO_3)_3$ (aq);
- aumento da concentração de Fe^{3+} , por adição de $Fe(NO_3)_3$ (aq);
- diminuição da concentração de SCN^{-} , por adição de $AgNO_3$ (aq);
- diminuição da concentração de Fe^{3+} , por adição de $Na_2C_2O_4$ (aq).

O sistema homogêneo em estudo apresenta uma cor dependente das concentrações dos íons em solução. Assim, o efeito da alteração da concentração de cada íon em solução é facilmente observável através de alterações na cor das soluções.

PROFESSOR

Aprendizagens Essenciais

Investigar experimentalmente alterações de equilíbrios em sistemas homogêneos por variação da concentração de reagentes e produtos, formulando hipóteses, avaliando grandezas e comparando os resultados.

Informações complementares para o A-L2
Tema A-L2

Atividade 1

- Apresentação A-L2: Efeito da concentração no equilíbrio químico

A Solução de Fe^{3+} (aq)
B Solução de $Fe(SCN)^{2+}$ (aq)

63

p. 63

No Manual, para cada **Atividade Laboratorial**:

- Questões pré-laboratoriais
- Trabalho laboratorial
- Questões pós-laboratoriais

CAP

Informações complementares para a AL2
Teste AL2

Apoio às Atividades Laboratoriais no Caderno de Apoio ao Professor:

→ Respostas às questões pré e pós-laboratoriais do Manual

→ Grelhas de registo

→ Testes

→ Questões de Exame

A diminuição da concentração de SCN⁻ por reação com nitrato de prata, AgNO₃, explica-se pela formação do precipitado AgSCN (s), que remove SCN⁻ da solução:

$$\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{SCN}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AgSCN} (\text{s})$$

A diminuição da concentração de Fe³⁺ por reação com oxalato de dissódio, Na₂C₂O₄, explica-se pela formação do íon complexo [Fe(C₂O₄)₃]³⁻, que fixa o íon Fe³⁺:

$$\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{C}_2\text{O}_4^{2-} (\text{aq}) \rightarrow [\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} (\text{aq})$$

Para comparar alterações na solução de [Fe(SCN)]²⁺, por adição de outras soluções, deve usar-se como referência uma amostra em branco (ou amostra de controlo). Trata-se de uma amostra da solução original de [Fe(SCN)]²⁺.

Os testes laboratoriais devem realizar-se em pequena escala (mL), utilizando volumes pequenos de soluções reagentes, o que é vantajoso por:

- diminuir custos;
- facilitar a eliminação de resíduos;
- diminuir o risco associado à manipulação de reagentes perigosos.

TRABALHO LABORATORIAL PROCEDIMENTO

1. Numere as cavidades da placa de microanalise (ou os tubos de ensaio) da seguinte forma:

1	2	3
A	B1	A2
B	B1	B2
C	C1	C2
D	D1	D2
2. Adicione a cada uma das cavidades:
 - 1 gota de Fe(NO₃)₃ (aq)
 - 1 gota de KSCN (aq)
3. Adicione a cada uma das cavidades:
 - 1 gota de Fe(NO₃)₃ (aq)
 - 1 gota de KSCN (aq)
 - 1 gota de Na₂C₂O₄ (aq)
 - 2 gotas de Na₂C₂O₄ (aq)
4. Registe as cores observadas, incluindo tonalidades.

Reagentes e consumíveis:
KSCN (aq), de 0,20 mol dm⁻³
Fe(NO₃)₃ (aq), de 0,01 mol dm⁻³
Na₂C₂O₄ (aq), de 0,05 mol dm⁻³
Água destilada

Materiais:
Óculos de proteção
1 corja-gota
Placa de microanalise com 12 cavidades (ou 12 tubos de ensaio e suportes)
Microvarantes (ou pastilhas)

NA2 Preparation da solução de tiosulfato de ferro(III)
Fe³⁺ (aq) + SCN⁻ (aq) → [Fe(SCN)]²⁺ (aq)

PROFESSOR

Soluções

1. Ver Cat. Apoio ao Professor.
2. Para que no final o volume de cada uma das cavidades seja idêntico, emborra-se a água com o auxílio de uma pipeta.
3. Para se garantir a obtenção de uma alteração de cor, deva a adição de reagentes com a cor da solução inicial.
4. A Fe³⁺ é menor do que a quantidade de SCN⁻ menor do que a quantidade de Na₂C₂O₄ menor do que a quantidade de Na₂C₂O₄.

ALUNO

ALUNO
A. Adicione a cada uma das cavidades 1 gota de Fe(NO₃)₃ (aq) e 1 gota de KSCN (aq).

ALUNO
B. Adicione a cada uma das cavidades 1 gota de Fe(NO₃)₃ (aq) e 2 gotas de Na₂C₂O₄ (aq).

ALUNO
C. Registe as cores observadas, incluindo tonalidades.

QUESTÕES PÓS-LABORATORIAIS

1. Construa um quadro similar ao seguinte para registar as observações.

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
A	Fe(NO ₃) ₃ (aq)	vermelha (pale)	
B	KSCN (aq)	vermelha (pale)	
C	AgNO ₃ (aq)	vermelha (pale)	
D	Na ₂ C ₂ O ₄ (aq)	vermelha (pale)	

2. Porque se adiciona um número diferente de gotas de água em cada coluna?
3. Porque se adiciona reagentes às cavidades da coluna 1 no passo 1?
4. Transcreva quatro vezes a seguinte frase, selecionando de cada vez um conjunto diferente de palavras sublinhadas que a completem corretamente.
Quando se adiciona Fe³⁺ (aq) + SCN⁻ (aq) ao equilíbrio homogêneo Fe³⁺ (aq) + SCN⁻ (aq) ⇌ [Fe(SCN)]²⁺ (aq), o quociente da reação fica maior do que o constante de equilíbrio à mesma temperatura, sendo favorecida a reação direta, ou seja, o que corresponde ao aumento da diminuição da cor vermelha da solução.

QUESTÕES PRÉ-LABORATORIAIS

1. Preveja a alteração observada na cor de [Fe(SCN)]²⁺ (aq) por adição de:
 - a) solução aquosa de tiosulfato de potássio, KSCN;
 - b) solução aquosa de trinitrato de ferro, Fe(NO₃)₃;
 - c) solução aquosa de nitrato de prata, AgNO₃;
 - d) solução aquosa de oxalato de dissódio, Na₂C₂O₄.
2. O ferro(III) reage com o íon hidroxido, OH⁻, segundo:

$$\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 (\text{s})$$

Que alteração se observa na cor da solução de [Fe(SCN)]²⁺ por adição de NaOH (aq)?

3. O ferro(III) reage com o íon cloreto, Cl⁻, de acordo com:

$$\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 4 \text{Cl}^- (\text{aq}) \rightarrow [\text{FeCl}_4]^- (\text{aq})$$

Que alteração se observa na cor da solução de [Fe(SCN)]²⁺ por adição de NaCl (aq)?

4. O mercúrio(II), Hg²⁺, reage com o íon tiosulfato segundo:

$$\text{Hg}^{2+} (\text{aq}) + 4 \text{SCN}^- (\text{aq}) \rightarrow [\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-} (\text{aq})$$

Que alteração se observa na cor da solução de [Fe(SCN)]²⁺ por adição de HgCl₂ (aq)?

5. Identifique perigos associados às soluções que vão ser usadas, de modo a reduzir a possibilidade de contaminações ou acidentes.</

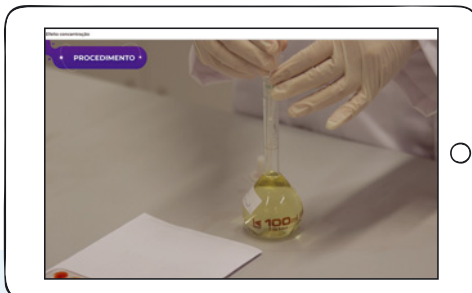
pp. 64/65

 Para todas as atividades laboratoriais:

- Apresentação
- Vídeo laboratorial com execução do procedimento
- Vídeo com resolução de um exercício sobre a AL
- Atividade
- Kahoot® e Quiz

Em exclusivo para o Professor

- ➔ **Vídeo laboratorial com tratamento de resultados**



Preparação eficaz para o Exame Nacional

→ **Vídeos Dicas para o Exame** com chamadas de atenção para aspetos relevantes. **NOVIDADE**

→ **Simulador de exames online**

 Apoio à preparação para o Exame

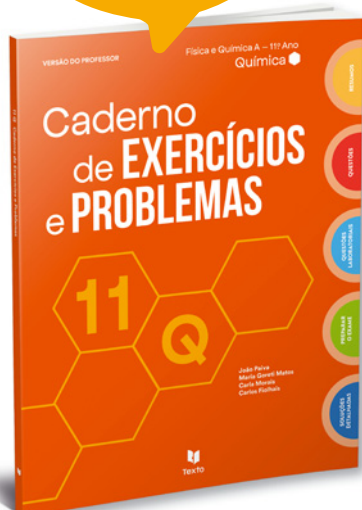


Ferramenta organizada por domínio que permite simular uma prova de Exame. Todas as questões apresentam cenários de resposta.

- **Questões tipo Exame** no Manual e no Caderno de Exercícios e Problemas.
- Secção **Preparar o Exame** no Caderno de Exercícios e Problemas, com resumos e provas de Química 10.º e 11.º anos.
- **Atividades interativas** de resposta fechada (tipo Exame) **com feedback/explicação**.

Caderno de Exercícios e Problemas

Inclui
3 provas
modelo
de Exame



Para cada subdomínio

→ **O Essencial**

→ **+ Questões**

- O 1.º exercício de cada tópico tem ajudas de apoio à sua resolução
- Incluem questões sobre as atividades laboratoriais

→ **Questões globais**

Preparar o Exame

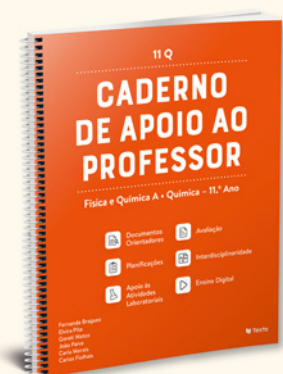
- Resumos
- 3 provas – Química 10.º e 11.º anos
- Cotações e critérios de correção

No final, **respostas** de todos os exercícios para o aluno.

Versão do Professor com soluções na margem.

Versão digital com soluções projetáveis (on/off) em  **auladigital**

Caderno de Apoio ao Professor



Planificações

Apoio à realização das atividades laboratoriais

- Respostas às questões do Manual
- Testes
- Grelhas de avaliação
- Questões de exame

Avaliação

Para cada subdomínio são disponibilizadas os seguintes materiais:

- 3 Fichas formativas: uma com as noções básicas, outra com as aprendizagens estruturantes e uma ficha com exercícios de exame adaptados
- 2 Questões de aula para 10 min
- 1 miniteste para 25 min

Disponibilizam-se ainda

- 2 fichas globais, uma para cada domínio
- 3 testes (incluem questões sobre AL)
- 1 teste global
- Rubricas de avaliação

Resoluções detalhadas de todos os materiais de avaliação disponibilizados

Interdisciplinaridade

- 4 Propostas de DACs que permitem o trabalho colaborativo interdisciplinar
- Respostas às Atividades CTSA do Manual

Ensino Digital

- Aplicações gratuitas úteis para o ensino da Química
- Roteiro de utilização da Aula Digital e guia de exploração dos recursos multimédia



DOMINGOS FERNANDES

Aprender e Avaliar numa Cultura de Inovação Pedagógica **NOVIDADE**

Avaliação baseada em critérios

Uma proposta de orientação prática, que apoia uma efetiva avaliação por rubricas na sala de aula.

Nesta publicação destacamos:

- Avaliação formativa e sumativa: conceitos, propósitos e práticas
- Critérios de avaliação e a sua utilização na avaliação e na classificação
- Diversificação dos processos de recolha de informação
- Participação dos alunos nos processos de avaliação

Para futuros utilizadores do projeto

Um apoio efetivo à implementação de uma avaliação baseada em critérios, com explicação detalhada sobre a operacionalização em sala de aula.



Consulte o webinar mais recente sobre a temática através do **código QR**

WEBINAR EXCLUSIVO



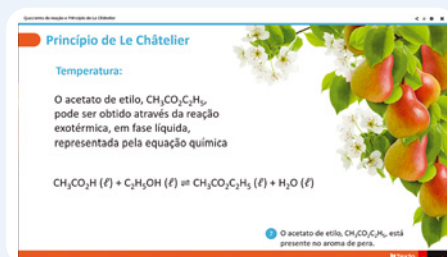
AVALIAÇÃO BASEADA EM CRITÉRIOS

Recursos digitais

Na Aula Digital pode comunicar com os alunos, partilhar recursos, enviar trabalhos e testes e ter *feedback* automático.



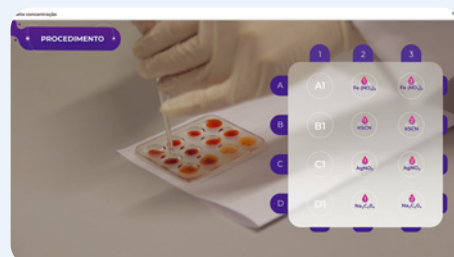
Recursos digitais de apoio à aprendizagem



Apresentações PowerPoint®



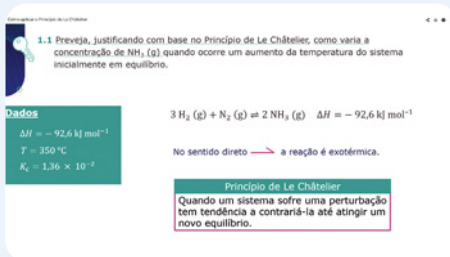
Vídeo de abertura de domínio



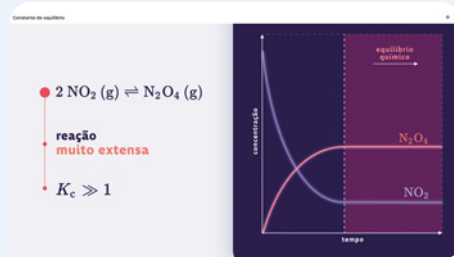
Vídeos para todas as AL



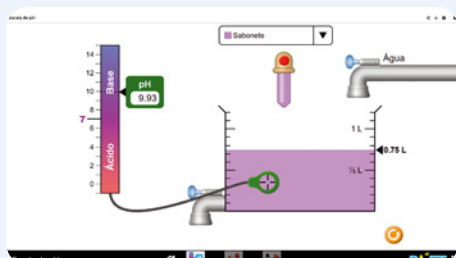
Vídeos Química no dia a dia



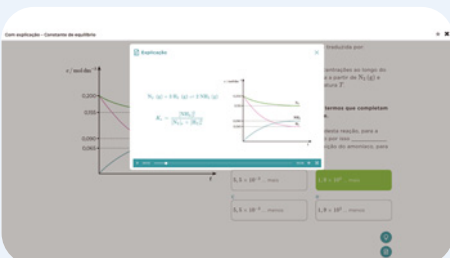
Vídeos com resolução de exercícios passo a passo



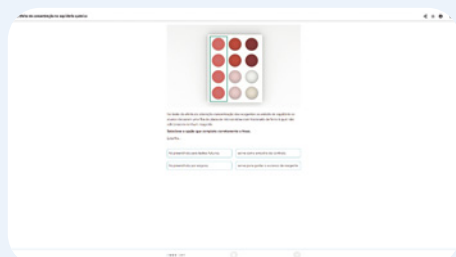
Animações para apresentação de conteúdos



Simuladores



Atividades interativas (com explicação)



Kahoots® e Quizzes



Testes interativos

11

Q

Responde às orientações curriculares atuais:



Abordagem contextualizada da Química

Explicação teórica com **forte articulação CTSA**.

As atividades propostas envolvem diferentes áreas de competências do **Perfil dos Alunos**.



auladigital

Recursos digitais

Recursos digitais de grande qualidade pedagógica disponíveis para todos os conteúdos.

No Manual do Professor estão identificados todos os recursos digitais do aluno e os exclusivos do Professor.



Prepara eficazmente para o Exame Nacional

Questões resolvidas passo a passo e uma grande **quantidade e diversidade de questões** ao longo do Manual.

Questões tipo Exame e vídeos explicativos com **dicas para o exame**.

Simulador de Exames.

Provas modelo no Caderno de Exercícios e Problemas.



Inclusão

Identificação das **questões com maior grau de dificuldade**.

No Caderno de Exercícios e Problemas o **1.º exercício tem uma ajuda útil** para o aluno estruturar o seu raciocínio.

Em exclusivo para o Professor há uma variedade de instrumentos de avaliação que podem ser adaptados a **alunos com diferentes ritmos de aprendizagem**.



Apoio ao trabalho laboratorial

O Manual orienta os alunos com um procedimento detalhado e no **registo de resultados**.

É dado **apoio adicional** na **Aula Digital** e no **Caderno de Apoio ao Professor**.

Saber mais:



www.11q.te.pt


Texto


www.leyaeducacao.com