



## EXAME PRÁTICO

### PROVA DE LABORATÓRIO

O Vinho do Porto é mais do que um produto português e, com legitimidade, muito mais que um vinho. É também um produto cultural e um impulsionador do desenvolvimento técnico-científico e económico da sua região de origem, o Douro, e, em particular, da cidade do Porto que lhe dá o nome.

Pela história que encerram e portugalidade que ostentam, a vinha do Douro e o vinho do Porto são os temas aglutinadores da XXIV edição das Olimpíadas Ibero-Americanas de Química.

### Instruções do Exame

- 1 Este documento contém as instruções do exame, uma descrição das soluções, reagentes e materiais utilizados, os pictogramas de indicação de perigo e precaução, uma tabela periódica dos elementos e as 3 tarefas a executar com os espaços para inserir as respectivas respostas (28 folhas);
- 2 Todos os resultados devem ser apresentados no quadros existentes em cada página para este fim. Nada do que for escrito fora dos mesmos será pontuado;
- 3 Durante o período em que permanecer no interior do laboratório, você deverá manter-se equipado com jaleco e óculos de segurança. Se for portador de óculos de correção, pergunte ao assistente de laboratório se os óculos de correção poderão substituir os óculos de proteção. Use luvas sempre que necessário. Se tiver cabelo comprido, prenda-o durante a prova de laboratório;
- 4 Espera-se que o estudante trabalhe de forma segura, respeitosa e em silêncio, mantendo limpo o material e o lugar de trabalho. Pergunte ao assistente de laboratório se tiver alguma dúvida relativa às normas de segurança;
- 5 É proibido comer ou beber no laboratório. São permitidas saídas temporárias para ir ao banheiro e para beber ou comer, mas somente depois de solicitada e autorizada pelo assistente de laboratório.

- 6 Trate os resíduos químicos como se indica no procedimento de cada tarefa. Antes do início da prova de laboratório, serão dadas instruções precisas quanto ao modo como os resíduos químicos são descartados;
- 7 Os vidros quebrados devem ser colocados no recipiente para resíduos de vidro quebrado.
- 8 Verifique se o seu código se encontra em todas as folhas da prova;
- 9 O exame tem duração de 5 horas sem tolerância. Inicie a prova quando for dado o sinal de INICIO e você deve PARAR seu trabalho imediatamente depois do sinal de “TERMINADO”; Se não parar de trabalhar imediatamente o problema que você está realizando será anulado. Uma vez terminado o exame, deixe todo seu material sobre sua bancada de trabalho;
- 10 Após o fim da prova, deverá seguir as instruções dadas pelo assistente de laboratório Não saia do laboratório sem autorização prévia.
- 11 Será dado um aviso 15 minutos antes do final do tempo previsto para a prova.
- 12 Antes de iniciar o trabalho experimental, leia cuidadosamente a prova de laboratório e verifique onde está todo material e soluções que irá utilizar;
- 13 Se necessitar de mais reagentes ou se tiver que repor algum material, peça-o ao assistente de laboratório. O primeiro pedido não será penalizado. A partir do segundo pedido, será penalizado com 1 (um) ponto por cada pedido;
- 14 As respostas só serão pontuadas se utilizar uma caneta esferográfica azul ou preta como material de escrita. Não é permitido o uso de corretivo, mas ao erra você pode riscar.
- 15 Não haverá papel de rascunho de suporte à prova. Pode usar o verso das folhas da prova como papel de rascunho;
- 16 Explícite todos os cálculos que efetuar nos espaços destinados à resposta. Só poderá receber a pontuação máxima se apresentar explicitamente todos os passos e cálculos necessários à obtenção do resultado final;
- 17 Os cálculos devem ser efetuados com o auxílio da calculadora científica que lhe for fornecida;
- 18 Sempre que necessitar da massa atômica de um elemento deve usar o correspondente valor referido na tabela periódica que acompanha a prova;

## Instruções do Exame

Material	Tarefa
1 suporte universal	1, 2 e 3
1 garra para bureta	1, 2 e 3
1 bureta de 25 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
1 funil de polietileno para bureta	1, 2 e 3
2 Erlenmeyers de 250 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
1 pipeta volumétrica de 10,00 cm <sup>3</sup>	1 e 2
1 pipeta volumétrica de 25,00 cm <sup>3</sup>	3
1 pipeta graduada de 5 cm <sup>3</sup>	2 e 3
1 proveta de polietileno de 50 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
3 pipetas de Pasteur	1, 2 e 3
1 béquer de 250 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
1 pera de borracha	1, 2 e 3
1 pisseta de água deionizada de 500 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
1 folha de papel branco	1, 2 e 3
1 rolo de papel higiênico	1, 2 e 3
1 suporte de pipetas (uso partilhado)	1, 2 e 3

---

### TAREFA 1 | TITULAÇÃO VOLUMÉTRICA DE UMA SOLUÇÃO DE NaOH 0,1 MOL · DM<sup>-3</sup>

---

Questão	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	Total
Pontos	10	2	20	50	20	40	142
Pontuação							

## Introdução

A análise da qualidade do vinho do Porto inclui a determinação acidez total e volátil. Isso requer o uso de uma solução padrão de NaOH. Não sendo

o NaOH sólido um padrão primário, as soluções padrão de NaOH não podem ser preparadas por pesagem exata daquele sólido. Um procedimento correto é preparar uma solução de NaOH com concentração próxima da requerida e depois determinar sua concentração utilizando uma solução padrão de um ácido. Todavia, as soluções padrão de NaOH não mantêm a concentração durante muito tempo, razão pela qual devem ser tituladas antes da sua utilização como solução padrão.

O objetivo desta tarefa consiste em determinar a concentração exata de uma solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  usando a fenolftaleína como indicador.

**1.1** Indique por que é que a concentração das soluções de NaOH varia ao longo do tempo.

## Procedimento

- 1 Prepare a bureta com a solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  a ser titulada. Preste atenção para não derramar solução de NaOH durante o enchimento da bureta.
- 2 A um Erlenmeyer, boca larga, de  $250 \text{ cm}^3$ , previamente lavado, adicione  $10,00 \text{ cm}^3$  de uma solução padrão de HCl  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , cuja concentração exata está assinalada no rótulo do frasco que contém a solução. Adicione, ainda,  $50 \text{ cm}^3$  de água deionizada e 4 gotas da solução de fenolftaleína.
- 3 Agite suavemente o Erlenmeyer para homogeneizar a solução, que deverá permanecer incolor.
- 4 Inicie a titulação, prolongando-a até atingir o ponto final, que é assinalado pelo aparecimento da primeira cor rósea persistente à agitação.
- 5 Repita a titulação usando o segundo Erlenmeyer.
- 6 Verifique se a diferença dos volumes utilizados da solução de NaOH obtidos nos dois ensaios,  $\Delta V$ , satisfaz o seguinte critério de concordância:  $|\Delta V| \leq 0,10 \text{ cm}^3$ .
- 7 Se o critério de concordância não for satisfeito, repita a titulação, até um máximo de mais dois ensaios, de modo a encontrar um par de ensaios que cumpra o critério de concordância.
- 8 A tarefa 1 estará concluída quando encontrar um par de ensaios que

cumpra o critério de concordância ou quando concluir o limite máximo de 4 ensaios.

9 As soluções residuais que permanecem nos Erlenmeyers devem ser descartadas no coletor de resíduos que se encontra no laboratório.

10 Mantenha a bureta com a solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

## Registo dos Resultados Experimentais

1.2 Escreva no quadro abaixo a concentração exata da solução de HCl usada na titulação volumétrica da solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

--

1.3 Complete a tabela abaixo com os resultados dos ensaios da titulação da solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Ensaio	Leitura da bureta / $\text{cm}^3$		Sol. NaOH $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
	inicial	final	Volume gasto / $\text{cm}^3$
Ensaio 1			
Ensaio 2			
Ensaio 3			
Ensaio 4			

1.4 Escreva o par de ensaios que cumpre com o critério de concordância ou o que mais se aproxima do critério de concordância e complete a tabela de resultados.

Ensaio	Solução NaOH $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$		
	Volume gasto / $\text{cm}^3$	Diferença / $\text{cm}^3$	Volume médio / $\text{cm}^3$
nº:			
nº:			

**1.5** Escreva a equação química que representa a reação de titulação da solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  com a solução padrão de HCl.

**1.6** Calcule a concentração exata da solução de NaOH, expressa em  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Apresente todos os cálculos que efetuar.

---

## TAREFA 2 | DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL DO VINHO DO PORTO

---

Questão	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	Total
Pontos	30	30	2	2	80	30	50	30	254
Pontuação									

### Introdução

Segundo a Organização Internacional da Vinha e do Vinho, OIV, designa-se por acidez total de um vinho a acidez titulável com uma base forte até pH 7. Do somatório dos ácidos tituláveis exclui-se o dióxido de carbono.

Os ácidos são constituintes fundamentais do vinho, ajudando a promover não apenas o aroma e o sabor, mas também a cor, a estabilidade e a longevidade do vinho. Na análise sensorial, a acidez dá uma sensação de frescura ao vinho quando o nível de concentração ácida é moderado ou de manifesta agressividade quando é exageradamente elevado.

Os ácidos que se encontram no vinho têm várias proveniências. Uns provêm da uva, como por exemplo o ácido málico, o ácido cítrico e o ácido tartárico, que além de ser o ácido mais forte e mais importante, é o ácido predominante. Enquanto outros resultam da atividade de leveduras e bactérias, de processos químicos naturais que ocorrem durante a evolução do mosto ou vinho e de práticas enológicas. Os ácidos acético, láctico, succínico, glucónico, pirúvico e fórmico são alguns dos ácidos formados em consequência da atividade de leveduras, bactérias e de reações de envelhecimento.

A acidez total de um vinho é vulgarmente expressa em unidades de “miliequivalentes (meq) por unidade de volume de vinho” para expressar a contribuição dos vários ácidos para a acidez total. **O nº de miliequivalentes ácidos é numericamente igual ao nº total de milimols de H<sup>+</sup> cedidos pelos diferentes ácidos e tituláveis com uma base forte até pH 7.**

A acidez total dos vinhos do Porto, de acordo com o caderno de especificações da Denominação de Origem Porto, deve apresentar um teor superior a 34,6 meq · dm<sup>-3</sup> (2,6 g · dm<sup>-3</sup>, expresso em massa de ácido tartárico) e 40 meq · dm<sup>-3</sup> (3,0 g · dm<sup>-3</sup>, expresso em massa de ácido tartárico), para os vinhos brancos e tintos respetivamente.

**2.1** De acordo com a definição de acidez total de um vinho, os ácidos mais fracos têm apenas uma contribuição parcial para a acidez total, podendo mesmo ser nula, dependendo do respetivo valor de pK<sub>a</sub>. Classifique as afirmações seguintes em verdadeiras (VE) ou falsas (FA).

	Um ácido com um pK <sub>a</sub> = 5,5 contribui totalmente para a acidez total
	Um ácido com um pK <sub>a</sub> = 8,0 tem uma contribuição nula para a acidez total
	Um ácido com um pK <sub>a</sub> = 6,0 contribui totalmente para a acidez total
	Um ácido com um pK <sub>a</sub> = 9,5 tem uma contribuição nula para a acidez total
	Um ácido com um pK <sub>a</sub> = 4,5 contribui totalmente para a acidez total
	Um ácido com um pK <sub>a</sub> = 7,0 contribui parcialmente para a acidez total

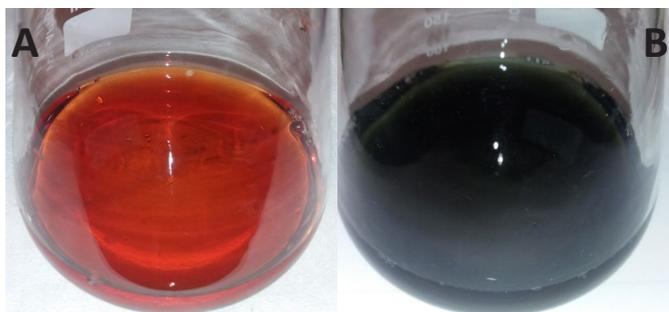
## Procedimento

Complete o enchimento da bureta com a solução de NaOH 0,1 mol · dm<sup>-3</sup>. Tenha atenção para não derramar solução de NaOH durante o enchimento da bureta.

### Ensaio Prévio para Definição da Cor da Solução Titulada no Ponto Final da Titulação

- 1 A um Erlenmeyer, boca larga, de 250 cm<sup>3</sup>, previamente lavado, adicione 10,00 cm<sup>3</sup> de amostra de vinho do Porto. Adicione, ainda, 50 cm<sup>3</sup> de água desionizada e 10 gotas da solução de azul de bromotimol.
- 2 Agite o Erlenmeyer para homogeneizar a solução, que deverá desenvolver uma cor amarelo-avermelhado (Figura 2.1).
- 3 Inicie a titulação, interrompendo-a no momento em que a cor da solução mude para azul-esverdeada.
- 4 Ao Erlenmeyer, adicione 5 cm<sup>3</sup> da solução tampão pH 7,0. Agite o Erlenmeyer e observe atentamente a cor da solução (Figura 2.1). Re-

serve o Erlenmeyer até à conclusão da determinação da acidez total do vinho, pois a cor da solução final tamponada a pH 7,0 vai servir de referência (solução de referência) para a detecção do ponto final da análise volumétrica da acidez total do vinho do Porto.



**Figura 2.1** A) Cor da solução titulada no início da titulação do vinho do Porto e após a adição do indicador azul de bromotimol. B) Cor da solução titulada a pH 7,0.

## Titulação Volumétrica do Vinho do Porto

- 1 Ao segundo Erlenmeyer, boca larga, de 250 cm<sup>3</sup>, previamente lavado, adicione sucessivamente 10,00 cm<sup>3</sup> de amostra de vinho do Porto, 50 cm<sup>3</sup> de água desionizada e 10 gotas da solução de azul de bromotimol.
- 2 Inicie a titulação, prolongando-a até que a solução titulada adquira a cor da solução de referência.
- 3 Descarte o conteúdo do segundo Erlenmeyer para o coletor de resíduos que se encontra no laboratório.
- 4 Repita a titulação do vinho do Porto após a lavagem do Erlenmeyer.
- 5 Se necessário, repita a titulação até um máximo de mais dois ensaios.
- 6 A tarefa 2 estará concluída quando encontrar um par de ensaios que o satisfaça ou quando atingir o nº máximo de 4 ensaios.
- 7 As soluções residuais que permanecem nos Erlenmeyers devem ser descartadas para o coletor de resíduos que se encontra no laboratório.
- 8 Mantenha a bureta com a solução de NaOH 0,1 mol · dm<sup>-3</sup>.

**2.2** Atendendo às características dos indicadores assinalados na Tabela abaixo, indique no quadro abaixo da tabela, os que poderiam ser usados na titulação volumétrica da acidez total do vinho do Porto.

Indicador	Zona de viragem	Mudança de cor
Tornassol	5,0 – 8,0	vermelho - azul
Alizarina	5,9 – 6,9	Amarelo - vermelho
$\alpha$ -Naftolftaleína	7,3 – 8,7	Amarelo - azul
Fenolftaleína	8,2 – 9,8	Incolor - rosa

--

## Registro dos Resultados Experimentais

**2.3** Escreva a concentração exata da solução padrão de NaOH usada na titulação.

--

**2.4** Complete a Tabela abaixo com os resultados dos ensaios da determinação da acidez total do vinho do Porto.

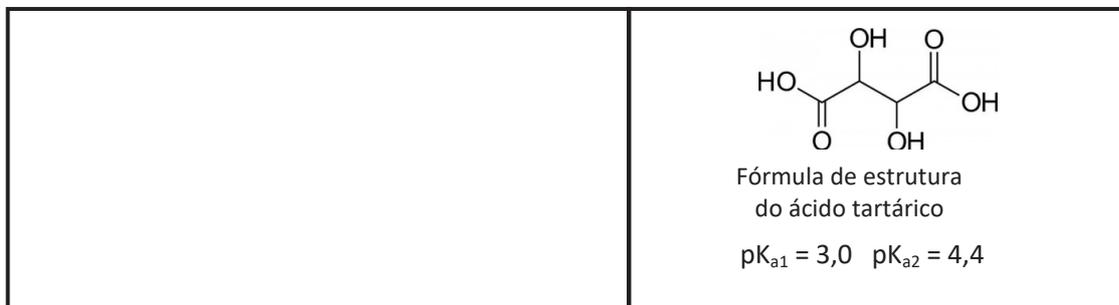
Ensaio	Leitura da bureta / cm <sup>3</sup>		Sol. NaOH
	inicial	final	Volume gasto / cm <sup>3</sup>
Ensaio 1			
Ensaio 2			
Ensaio 3			
Ensaio 4			

**2.5** Escreva o par de ensaios que selecionou para proceder à determinação da acidez total do vinho do Porto e complete a tabela de resposta.

Ensaio	Solução NaOH 0,1 mol · dm <sup>-3</sup>		
	Volume gasto / cm <sup>3</sup>	Diferença / cm <sup>3</sup>	Volume médio / cm <sup>3</sup>
nº:			
nº:			

## Tratamento dos Resultados Experimentais

2.6 Admitindo que a acidez total do vinho é atribuída ao ácido tartárico ( $C_4H_6O_6$ ), escreva a equação química que representa a reação de titulação.



2.7 Calcule a acidez total do vinho do Porto, expressa em miliequivalentes ácidos por volume de vinho do Porto ( $dm^3$ ) para os dois ensaios selecionados na resposta 2.5. Apresente todos os cálculos que efetuar e complete a tabela de resposta.

Ensaio	Acidez total do vinho do Porto ( $A_{tot}$ ) / $meq \cdot dm^{-3}$		
	Atot	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos

2.8 Calcule a acidez total do vinho do Porto, expressa em massa (g) de ácido tartárico por volume de vinho do Porto ( $dm^3$ ) para os dois ensaios selecionados na resposta 2.5. Apresente todos os cálculos que efetuar e complete a Tabela de resposta.

Ensaio	Acidez total do vinho do Porto ( $A_{tot}(C_4H_6O_6)$ ) / $g \cdot dm^{-3}$		
	$A_{tot}(C_4H_6O_6)$	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos

---

## TAREFA 3 | DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ VOLÁTIL DO VINHO DO PORTO

---

Questão	Pontos	Pontuação	Questão	Pontos	Pontuação	Questão	Pontos	Pontuação
3.1	40		3.7	60		3.13	40	
3.2	2		3.8	2		3.14	40	
3.3	2		3.9	60		3.15	40	
3.4	60		3.10	20		3.16	40	
3.5	2		3.11	40		3.17	30	
3.6	2		3.12	40		Σ	190	
Σ	108		Σ	222		Total	520	

### Introdução

Segundo a definição da OIV, a acidez volátil de um vinho identifica-se com a acidez titulável da fração destilada do vinho com uma base forte, usando a fenolftaleína como indicador. Não se incluem neste parâmetro os ácidos salicílico, succínico, carbônico, sulfuroso e sórbico. Quando um ou mais destes ácidos está presente na fração destilada do vinho, é necessário proceder-se à respectiva correção da acidez volátil.

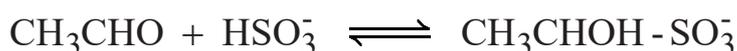
O ácido acético representa mais de 90% dos ácidos voláteis, forma-se durante a fermentação alcoólica e malolática. Podem ocorrer formação de teores anormalmente elevados por ação de bactérias lácticas por decomposição de açúcares, ácido tartárico ou glicerol ou simplesmente por ação de bactérias acéticas com oxidação do etanol. Durante o envelhecimento dos vinhos, o ácido acético pode ser originado por via química.

Quando a concentração da acidez volátil aumenta há o perigo do odor avinagrado se destacar do resto da matriz aromática, o que é indesejável que aconteça. Por esta razão, a acidez volátil admissível para o vinho do Porto está relacionada a concentrações que dependem da idade do vinho.

O procedimento de determinação da acidez volátil no vinho do Porto proposto nesta tarefa é uma adaptação do método OIV-MA-AS313-02 de modo a torná-lo exequível dentro das limitações temporais e materiais desta prova de laboratório. O vinho do Porto não será destilado durante a prova. Foi destilado previamente na presença de água, tendo-se recolhido 1,25 unidades de volume de fração destilada por cada unidade de volume de vinho do Porto submetido a destilação.

Os ensaios preliminares efetuados à fração destilada revelaram a presença de ácido sulfuroso sob a forma livre e ligada. Por esta razão, esta tarefa incluirá também a quantificação das formas livre e ligada do ácido sulfuroso na fração destilada para permitir a correção da acidez volátil obtida pela titulação ácido/base.

Ressalte-se que a chamada forma ligada do ácido sulfuroso resulta da formação de adutos (produto formado pela combinação direta de duas substâncias A e B sem que se produzam mudanças estruturais nas porções A e B do aduto) entre o ânion hidrogenossulfito e vários compostos orgânicos, como por exemplo os compostos carbonílicos, açúcares, quinonas e antocianinas. Outras estequiometrias diferentes da proporção 1:1 são também possíveis de ocorrer, mas dado que a estequiometria do aduto é irrelevante para satisfazer o objetivo desta tarefa, pode considerar, sempre que necessitar, que a forma ligada do ácido sulfuroso ocorre na proporção de 1:1 com os vários compostos orgânicos. A reação de formação do aduto é exemplificada com a forma ligada do ácido sulfuroso ao etanal, cuja equação química é representada por:



Como se pode inferir da equação química, a forma ligada do ácido sulfuroso exibe comportamento ácido/base característico de uma partícula monoprótica.

As titulações das formas livre e ligada do ácido sulfuroso baseiam-se na reação do ácido sulfuroso com o ânion triiodeto. Neste trabalho, o ânion triiodeto é gerado no meio reacional da solução titulada por adição de uma solução padrão de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , em meio ácido e na presença de grande excesso de ânion iodeto. Nestas condições, os ânions iodato e iodeto reagem entre si quantitativamente, dando origem ao ânion triiodeto.

**3.1** Escreva as equações químicas das semi-reações e da reação global, devidamente balanceadas, que representam a formação do ânion triiodeto na solução titulada por adição de uma solução padrão de  $\text{KIO}_3$  nas condições acima referidas. Pares redox:  $(\text{IO}_3^-/\text{I}_3^-)$  e  $(\text{I}_3^-/\text{I}^-)$ .

## Procedimento

Complete o enchimento da bureta com a solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  previamente titulada. Preste atenção para não derramar solução de NaOH durante o enchimento da bureta.

## Titulação Volumétrica da Acidez da Fração Destilada do Vinho do Porto

- 1 A um Erlenmeyer, boca larga, de  $250 \text{ cm}^3$ , previamente lavado, adicione sucessivamente  $25,00 \text{ cm}^3$  da fração destilada do vinho do Porto,  $50 \text{ cm}^3$  de água desionizada e 4 gotas da solução de fenolftaleína.
- 2 Agite suavemente o Erlenmeyer para homogeneizar a solução, que deverá permanecer incolor.
- 3 Inicie a titulação, prolongando-a até atingir o ponto final, que é assinalado pelo aparecimento da primeira coloração rósea persistente à agitação. Reserve a solução final, conservando-a no Erlenmeyer.
- 4 Repita a titulação usando o segundo Erlenmeyer.
- 5 No fim da titulação, reserve e mantenha a solução final no interior dos Erlenmeyers.

## Titulação da Forma Livre de Ácido Sulfuroso na Fração Destilada do Vinho do Porto

- 6 Descarte a solução de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  que se encontra na bureta no coletor de resíduos que se encontra no laboratório.
- 7 Lave a bureta com água deionizada.
- 8 Prepare a bureta com uma solução padrão de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , cuja concentração exata está assinalada no rótulo do frasco que contém a solução.
- 9 Para cada Erlenmeyer, adicione sucessivamente  $1 \text{ cm}^3$  de solução de HCl  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,  $2 \text{ cm}^3$  de solução de cozimento (indicadora) de amido e  $2 \text{ cm}^3$  de solução de KI 5%. Agite suavemente. A solução final deve perder a cor rosa e manter-se incolor (Figura 3.1).
- 10 Inicie a titulação, prolongando-a até atingir o ponto final, que é assinalado pelo aparecimento da primeira coloração azul persistente à agitação (Figura 3.1). Reserve a solução final, conservando-a no Erlenmeyer.



**Figura 3.1:** A) Cor da solução titulada no início da titulação do ácido sulfuroso na fração destilada de vinho do Porto depois da adição de amido. B) Cor da solução titulada no ponto final da titulação.

- 11 Repita a titulação usando o segundo Erlenmeyer. No fim da titulação, reserve e mantenha a solução final no interior do Erlenmeyer.
- 12 Mantenha a bureta com a solução padrão de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

### **Titulação da Forma Ligada de Ácido Sulfuroso na Fração Destilada do Vinho do Porto**

- 13 A cada Erlenmeyer, adicione  $5 \text{ cm}^3$  de solução de borax  $55 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  (para separar o sulfito do aduto). Agite suavemente durante cerca de 1 minuto. A solução final deve perder a cor azul e adquirir de novo a cor rósea.
- 14 Para apenas um dos Erlenmeyers, adicione  $5 \text{ cm}^3$  de solução de  $\text{HCl}$   $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Agite suavemente por breves instantes. A solução final deve perder a cor rosa e manter-se incolor. Inicie, imediatamente, a titulação.
- 15 Prolongue a titulação até atingir o ponto final, que é assinalado pelo aparecimento da primeira coloração azul persistente à agitação.
- 16 Ao segundo Erlenmeyer, adicione  $5 \text{ cm}^3$  de solução de  $\text{HCl}$   $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Agite suavemente por breves instantes e inicie, imediatamente, a titulação.
- 17 Uma vez concluída a titulação, as soluções residuais que permanecem nos Erlenmeyers devem ser descartadas no coletor de resíduos que se encontra no laboratório.
- 18 Descarte a solução padrão de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$  que se encontra na bureta no coletor de resíduos que se encontra no laboratório.

19 Lave a bureta com água deionizada.

20 Se necessário, repita o procedimento integral da determinação da acidez da fração destilada do vinho do Porto até um máximo de mais dois ensaios. Comece por preparar a bureta com a solução padrão de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  e repita o procedimento experimental a partir do item 1.

21 A tarefa 3 estará concluída quando encontrar um par de ensaios que o satisfaça ou quando atingir o nº máximo de 4 ensaios.

### Registro dos Resultados Experimentais

#### Titulação Volumétrica da Acidez da Fração Destilada do Vinho do Porto

3.2 Escreva a concentração exata da solução padrão de NaOH usada na titulação.

--

3.3 Complete a Tabela abaixo com os resultados dos ensaios da titulação da fração destilada do vinho do Porto com a solução padrão de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Ensaio	Leitura da bureta / $\text{cm}^3$		Sol. NaOH $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
	inicial	final	Volume gasto / $\text{cm}^3$
Ensaio 1			
Ensaio 2			
Ensaio 3			
Ensaio 4			

3.4 Escreva o par de ensaios selecionado e complete a tabela de resposta.

Ensaio	Solução NaOH 0,1 mol · dm <sup>-3</sup>		
	Volume gasto / cm <sup>3</sup>	Diferença / cm <sup>3</sup>	Volume médio / cm <sup>3</sup>
n <sup>o</sup> :			
n <sup>o</sup> :			

### Titulação da Forma Livre de Ácido Sulfuroso da Fração Destilada do Vinho do Porto

3.5 Escreva a concentração exata da solução padrão de KIO<sub>3</sub> 2 mmol · dm<sup>-3</sup> usada na titulação da forma livre de ácido sulfuroso da fração destilada do vinho do Porto.

--

3.6 Complete a Tabela abaixo com os resultados dos ensaios da titulação da forma livre de ácido sulfuroso da fração destilada do vinho do Porto.

Ensaio	Leitura da bureta / cm <sup>3</sup>		Sol. Padrão KIO <sub>3</sub> 2 mmol · dm <sup>-3</sup>
	inicial	final	Volume gasto / cm <sup>3</sup>
Ensaio 1			
Ensaio 2			
Ensaio 3			
Ensaio 4			

3.7 Escreva o par de ensaios selecionado e complete a Tabela de resposta.

Ensaio	Solução Padrão KIO <sub>3</sub> 2 mmol · dm <sup>-3</sup>		
	Volume gasto / cm <sup>3</sup>	Diferença / cm <sup>3</sup>	Volume médio / cm <sup>3</sup>
n <sup>o</sup> :			
n <sup>o</sup> :			

## Titulação da Forma Ligada de Ácido Sulfuroso da Fração Destilada do Vinho do Porto

**3.8** Complete a tabela abaixo com os resultados dos ensaios da titulação da forma ligada de ácido sulfuroso da fração destilada do vinho do Porto.

Ensaio	Leitura da bureta / cm <sup>3</sup>		Sol. Padrão KIO <sub>3</sub> 2 mmol · dm <sup>-3</sup>
	inicial	final	Volume gasto / cm <sup>3</sup>
Ensaio 1			
Ensaio 2			
Ensaio 3			
Ensaio 4			

**3.9** Escreva o par de ensaios selecionado e complete a tabela de resposta.

Ensaio	Solução Padrão KIO <sub>3</sub> 2 mmol · dm <sup>-3</sup>		
	Volume gasto / cm <sup>3</sup>	Diferença / cm <sup>3</sup>	Volume médio / cm <sup>3</sup>
n <sup>o</sup> :			
n <sup>o</sup> :			

## Tratamento dos Resultados Experimentais Titulação Volumétrica da Acidez da Fração Destilada do Vinho do Porto

**3.10** Admitindo que a acidez volátil do vinho do Porto é atribuída ao ácido acético, escreva a equação química que representa a reação de titulação.

--

**3.11** Calcule a acidez volátil do vinho do Porto, expressa em miliequivalentes ácidos por volume de vinho do Porto (dm<sup>3</sup>), para os dois ensaios selecionados na resposta 3.4. Apresente todos os cálculos que efetuar e preencha a Tabela de resposta.

Ensaio	Acidez volátil do vinho do Porto ( $A_{vol}$ ) / meq · dm <sup>-3</sup>		
	$A_{vol}$	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos

**3.12** Calcule a acidez volátil do vinho do Porto, expressa em massa (mg) de ácido acético por volume de vinho do Porto (dm<sup>3</sup>) para os dois ensaios selecionados na resposta 3.4. Apresente todos os cálculos que efetuar e preencha a Tabela de resposta.

Ensaio	Acidez volátil do vinho do Porto ( $A_{vol}(C_2H_4O_2)$ ) / mg · dm <sup>-3</sup>		
	$A_{vol}$	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos

### Titulação da Forma Livre de Ácido Sulfuroso na Fração Destilada do Vinho do Porto

**3.13** Escreva as equações químicas das semi-reações e da reação global, devidamente balanceadas, que representam a reação de titulação da forma livre de ácido sulfuroso na fração destilada do vinho do Porto. Pares redox: ( $SO_4^{2-}/H_2SO_3$ ) e ( $I_3^-/I^-$ ).

--

**3.14** Calcule a concentração da forma livre de ácido sulfuroso no vinho do Porto, expresso em mg · dm<sup>-3</sup> para os dois ensaios selecionados na resposta 3.7. Apresente todos os cálculos que efetuar e complete a Tabela de resposta.

Ensaio	Concentração livre de $H_2SO_3$ no vinho do Porto ( $C_{\text{livre}}(H_2SO_3)$ ) / $mg \cdot dm^{-3}$		
	$C_{\text{livre}}(H_2SO_3)$	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos

### Titulação da Forma Ligada de Ácido Sulfuroso na Fração Destilada do Vinho do Porto

**3.15** Calcule a concentração da forma ligada de ácido sulfuroso no vinho do Porto, expresso em  $mg \cdot dm^{-3}$ , para os dois ensaios selecionados na resposta 3.9. Apresente todos os cálculos que efetuar e preencha a Tabela de resposta.

Ensaio	Concentração ligada de $H_2SO_3$ no vinho do Porto ( $C_{\text{ligada}}(H_2SO_3)$ ) / $mg \cdot dm^{-3}$		
	$C_{\text{ligada}}(H_2SO_3)$	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos

### Correção da Acidez volátil do Vinho do Porto

**3.16** Calcule a acidez volátil corrigida do vinho do Porto, expressa em miliequivalentes ácidos por volume de vinho do Porto ( $dm^3$ ). Apresente todos os cálculos que efetuar e complete a Tabela de resposta.

Ensaio	Acidez volátil corrigida do vinho do Porto ( $A_{\text{voCorrl}}$ ) / $meq \cdot dm^{-3}$		
	$A_{\text{voCorrl}}$	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos

**3.17** Calcule a acidez volátil corrigida do vinho do Porto, expressa em massa (mg) de ácido acético por volume de vinho do Porto (dm<sup>3</sup>). Apresente todos os cálculos que efetuar e complete a Tabela de resposta.

Ensaio	Acidez volátil corrigida do vinho do Porto ( $A_{\text{voCorr}}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$ ) / mg · dm <sup>-3</sup>		
	$A_{\text{voCorr}}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$	Diferença	Média
n°:			
n°:			

Cálculos