

Código

**XXIV OLIMPÍADA  
IBERO-AMERICANA  
DE QUÍMICA  
Porto, Portugal, 2019**



## **EXAMEN PRÁCTICO**

**SOCIEDADE PORTUGUESA  
DE QUÍMICA**



**UNIVERSIDADE DO PORTO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE  
QUÍMICA E BIOQUÍMICA**



## Tema

El vino de Oporto es más que un producto portugués y, con legitimidad, mucho más que un vino. Es también un producto cultural y un intensificador del desenvolvimiento técnico-científico y económico de su región de origen, el Duero, y, en particular, de la ciudad de Oporto que le da nombre. Tiene singularidades, manifestaciones y rituales que despiertan una fascinación contagiosa empezando por el local de origen, clasificado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como patrimonio de la humanidad, desde 2001, y primera región demarcada del mundo, desde 1756. En las últimas décadas ha sido objeto de intensa investigación científica en las Universidades Portuguesas lo que ha contribuido mucho para la afirmación del vino de Oporto en el mundo.

Por la historia que encierran y la portugalidad que ostentan, la viña del Duero y el vino de Oporto son los temas aglutinadores de la XXIV edición de las Olimpiadas Iberoamericanas de Química.

## Enunciado del Examen

El enunciado del examen incluye:

- 1 una hoja de presentación y una nota introductoria (5 hojas);
- 2 Disoluciones, reactivos y muestras (1 hoja);
- 3 Datos de seguridad: Indicaciones de peligro y advertencia de precaución (1 hoja);
- 4 Materiales proporcionados (1 hoja);
- 5 una tabla periódica de los elementos químicos (1 hoja);
- 6 el examen práctico (25 hojas).

## Caracterización del Examen

- 1 El examen es puntuado para 1000 puntos y representa 40% de la clasificación final;
- 2 Durante todo el tiempo en que se encuentre en el laboratorio, deberá siempre estar equipado con mandil/bata y gafas de seguridad. Si usa gafas, pregunte al asistente de laboratorio si las gafas pueden reemplazar las de seguridad. Use guantes cuando sea necesario. Debes sostener tu cabello si lo tienes largo;
- 3 Se espera que los estudiantes trabajen de forma segura, respetuosa y en silencio, manteniendo limpio el material y el lugar de trabajo. Pregunte al asistente de laboratorio si tiene alguna duda relativa a las normas de seguridad;
- 4 Verifique que su código se encuentre en todas las hojas del examen;
- 5 El examen tiene una duración de 270 minutos, a la que se suma una tolerancia de 30 minutos. Empiece la prueba cuando sea dada la señal de inicio y debe parar su trabajo inmediatamente después de darse la señal de final;
- 6 Se dará un aviso 15 minutos antes del final del tiempo previsto para la prueba. Cuando se dé la señal de final, deberá dejar de trabajar inmediatamente. En caso contrario, el problema que se encuentre realizando será anulado. Una vez terminado el examen, deje todo su material sobre su mesa de trabajo;

- 7 Antes de iniciar su trabajo experimental lea cuidadosamente todo el examen práctico y revise los espacios para las respuestas. Identifique donde está todo el material y disoluciones que va a utilizar;
- 8 Está prohibido comer o beber en el laboratorio. Son permitidas salidas temporales para ir al cuarto de baño (WC) y para beber o comer, pero solo después de solicitada y autorizada por el asistente de laboratorio. El tiempo consumido en las salidas temporales no será compensado;
- 9 La prueba consta de 3 problemas prácticos, que se pueden realizar en el orden que desee. Debe escribir todos sus resultados en los recuadros apropiados en cada página. Nada escrito en otros lugares será considerado para la puntuación;
- 10 Si necesita más reactivos o tiene que reponer algún material diríjase al asistente de laboratorio. La primera solicitud no será penalizada. A partir de la segunda solicitud, será penalizado con 1 (un) punto por cada solicitud;
- 11 No habrá papel de borrador. Puede usar el verso de las hojas del cuaderno de examen como papel de borrador;
- 12 Realice los cálculos relevantes en los espacios apropiados cuando sea necesario. Recibirá la más alta puntuación solo si el procedimiento para obtener el resultado final correcto está explícito;
- 13 Los cálculos deben ser efectuados con el auxilio de la calculadora científica que les será proporcionada;
- 14 Siempre que necesite la masa atómica de un elemento debe usar el correspondiente valor referido en la tabla periódica que acompaña el examen;
- 15 La puntuación de cada problema y de las respectivas cuestiones se encuentran en el inicio de cada pregunta;
- 16 Solo puede ser usado bolígrafo o esferográfica de tinta azul o negra como material de escrita. No es permitido el uso de corrector;
- 17 Después de finalizar el examen, deberá seguir las instrucciones dadas por el asistente de laboratorio. No salga de la sala sin autorización previa.

### **Criterios Generales de Clasificación**

- 1 El texto o los cálculos que se encuentren fuera del área de respuesta serán ignorados en la evaluación de la cuestión;
- 2 La clasificación a atribuir a cada respuesta resulta de la aplicación de los criterios generales y de los criterios específicos presentados para cada pregunta;
- 3 Las respuestas ilegibles son clasificadas con cero puntos en todo o en la parte donde es ilegible;
- 4 Si se presenta más que una respuesta para la misma pregunta, se atribuye la clasificación de cero puntos a menos que las respuestas sean idénticas.

### **Preguntas de Desarrollo**

- 5 En las preguntas de desarrollo, pueden ser atribuidas puntuaciones a respuestas parcialmente correctas, de acuerdo con los criterios específicos;
- 6 La clasificación de las respuestas a las preguntas cuyos criterios se presentan organizados por etapas resulta de la suma de las puntuaciones atribuidas a las etapas presentadas, a los que pueden ser abstraídos puntos en función de los errores cometidos;

- 7 Las respuestas que no presenten exactamente las etapas previstas en los criterios de evaluación son clasificadas en igualdad de circunstancias con aquellas que los presenten, desde que su contenido sea científicamente válido;
- 8 Las etapas que evidencien contradicciones deben ser puntuadas con cero puntos.

### Preguntas de Desarrollo que Requieren la Realización de Cálculos

- 9 Errores de tipo 1: a) errores de cálculo numérico;
- b) transcripción incorrecta de valores numéricos en la resolución;
  - c) conversión incorrecta de unidades, desde que coherentes con la grandeza calculada;
  - d) presentación de unidades incorrectas en el resultado final, también desde que coherentes con la grandeza calculada;
  - e) resultado final con un número incorrecto de dígitos significativos.
- 10 Errores de tipo 2: a) errores de cálculo analítico;
- b) ausencia de conversión de unidades;
  - c) ausencia de unidades en el resultado final;
  - d) presentación de unidades incorrectas en el resultado final no coherentes con la grandeza calculada;
  - e) Lectura incorrecta del volumen de una bureta;
  - f) otros errores que no puedan ser considerados de tipo 1.
- 11 A la suma de las puntuaciones atribuidas a las etapas presentadas debe(n) ser substraído(s):
- a) 15% de la puntuación de la pregunta si son cometidos apenas errores de tipo 1, cualquiera que sea el número;
  - b) 30% de la puntuación de la pregunta si cometido apenas un error del tipo 2, cualquiera que sea el número de errores de tipo 1 cometidos;
  - c) 70% de la puntuación de la pregunta si cometidos más que un error del tipo 2, cualquiera que sea el número de errores de tipo 1 cometidos.
- 12 Las preguntas de determinación de la concentración de una o más especies químicas de los problemas 2 y 3 también se evaluarán con respecto a la calidad del resultado obtenido.
- a) Cuando la respuesta tiene uno o más errores tipo 1 o tipo 2, la calidad del resultado es clasificada con cero puntos;
  - b) Cuando la respuesta no tiene errores de tipo 1 y tipo 2, pero el resultado final es descartado por los criterios estadísticos de Cochran o Grubs, la calidad del resultado es clasificada con cero puntos;
  - c) Cuando la respuesta no tiene errores de tipo 1 y tipo 2, ni el resultado final es descartado por el los criterios estadísticos de Cochran o Grubs, la calidad del resultado es clasificada por el término Zscore (Figura 0.1):
    - i) 100 (%); cuando  $|Zscore| \leq 1$
    - ii)  $-50 |Zscore| + 150$  (%); cuando  $1 \leq |Zscore| \leq 3$
    - iii) 0 (%); cuando  $|Zscore| \geq 3$

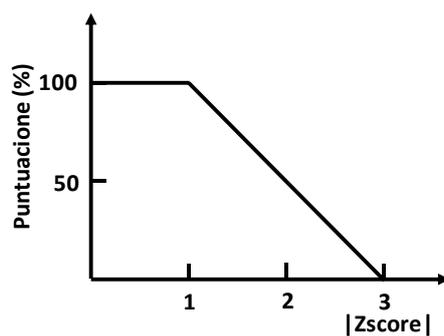


Figura 0.1

### Resíduos Químicos y Material de Vidrio.

- 1 Trate los residuos químicos según se indique en cada problema práctico. Antes de iniciar el examen, se le darán también las instrucciones correspondientes a los desechos peligrosos;
- 2 El material de vidrio roto debe ser colocado en el recipiente para descarte de vidrio.

## Soluciones y Muestras

Soluciones y Muestras	Problema	Identificación de los peligros Reglamento (CE) 1272/2008		
		Pictograma	Códigos de indicaciones de peligro	Códigos de indicaciones de prudencia
100 cm <sup>3</sup> de muestra de vino de Oporto	2			
150 cm <sup>3</sup> de fracción destilada de vino de Oporto	3			
175 cm <sup>3</sup> de solución NaOH 0,1 mol·dm <sup>-3</sup>	1, 2 e 3		H290; H314	P280; P303+P361+P353 P304+P340+P310 P305+P351+P338
75 cm <sup>3</sup> de solución valorada de HCl aprox. 0,1 mol·dm <sup>-3</sup>	1	 	H280; H314; H331	P305+P351+P338
40 cm <sup>3</sup> de solución de HCl 1 mol·dm <sup>-3</sup>	3			
15 cm <sup>3</sup> de solución indicadora de fenoltaleína	1 e 3		H341; H350; H361f	P201 P280 P308 + P313
15 cm <sup>3</sup> de solución indicadora de azul de bromothymol	2	No es una sustancia peligrosa		
25 cm <sup>3</sup> de solución reguladora de pH 7,0 (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	2	No es una sustancia peligrosa		
30 cm <sup>3</sup> de solución indicadora de almidón	3	No es una sustancia peligrosa		
25 cm <sup>3</sup> de solución de KI 5%	3		H372	P260; P264; P270; P314; P501
40 cm <sup>3</sup> de solución de bórax 55 g·dm <sup>-3</sup>	3		H360FD	P201 P308 + P313
140 cm <sup>3</sup> de solución valorada de KIO <sub>3</sub> aprox. 2x10 <sup>-3</sup> mol·dm <sup>-3</sup>	3	  	H272; H302; H317; H334	P220; P261 P305+P351+P338

<b>Reglamento (CE) 1272/2008</b>	
<b>Indicaciones de peligro</b>	
<b>Código</b>	<b>Declaración</b>
H272	Puede agravar un incendio; comburente.
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.
H290	Puede ser corrosivo para los metales.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H315	Provoca irritación cutánea.
H319	Provoca irritación ocular grave
H331	Tóxico en caso de inhalación. .
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos
H350	Puede provocar cáncer
H360FD	Puede perjudicar a la fertilidad. Puede dañar al feto.
H361f	Se sospecha que puede perjudicar la fertilidad
H372	Perjudica a determinados órganos (Tiroides) por exposición prolongada o repetida en caso de ingestión.

<b>Reglamento (CE) 1272/2008</b>	
<b>Advertencia de precaución</b>	
<b>Código</b>	<b>Declaración</b>
P201	Solicitar instrucciones especiales antes del uso.
P220	Mantener o almacenar alejado de la ropa/materiales combustibles.
P260	No respirar polvos/ humos/ gases/ nieblas/ vapores/ aerosoles
P261	Evitar respirar el polvo
P264	Lavarse la piel concienzudamente tras la manipulación
P270	No comer, beber ni fumar durante su utilización
P280	Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.
P314	Consultar a un médico en caso de malestar
P501	Eliminar el contenido/el recipiente en una planta de eliminación de residuos autorizada
P308 + P313	En caso de exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.
P303 + P361 + P353	En caso de contacto con la piel (o el pelo): quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse.
P304 + P340 + P310	En caso de inhalación: transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Llamar inmediatamente a un centro de toxicología o a un médico.
P305 + P351 + P338	En caso de contacto con los ojos: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando .

## Materiales Proporcionados

Material	Problema
1 soporte universal	1, 2 e 3
1 pinza de bureta	1, 2 e 3
1 bureta de 25 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
1 embudo de polietileno para bureta	1, 2 e 3
2 matraces Erlenmeyer 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 aforada de 5 cm <sup>3</sup>	2 e 3
1 probeta de polietileno de 50 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
3 pipetas de Pasteur	1, 2 e 3
1 vaso de precipitados de 250 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
1 propipeta (pera de hule, pipeteador)	1, 2 e 3
1 piseta (frasco lavador) con agua desmineralizada de 500 cm <sup>3</sup>	1, 2 e 3
1 hoja de papel blanco	1, 2 e 3
1 papel de enrollado	1, 2 e 3
1 porta pipetas (uso compartido entre dos estudiantes)	1, 2 e 3

## Tabla periódica de los elementos químicos

### TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Número atómico		Elemento		Massa atómica relativa													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> 1,01	2 <b>He</b> 4,00	3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01	5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 16,00	9 <b>F</b> 19,00	10 <b>Ne</b> 20,18	11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31	13 <b>Al</b> 26,98	14 <b>Si</b> 28,09	15 <b>P</b> 30,97	16 <b>S</b> 32,06	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,97	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,95	43 <b>Tc</b>	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,71	51 <b>Sb</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,29
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57-71 Lantanídeos	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,84	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,23	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,08	79 <b>Au</b> 196,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,38	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>
87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b>	89-103 Actínidos	104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Ds</b>	111 <b>Rg</b>	112 <b>Cn</b>	113 <b>Nh</b>	114 <b>Fl</b>	115 <b>Mc</b>	116 <b>Lv</b>	117 <b>Ts</b>	118 <b>Og</b>
57 <b>La</b> 138,91	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b>	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,05	71 <b>Lu</b> 174,97			
89 <b>Ac</b>	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b>	94 <b>Pu</b>	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>			

### Trabajo 1: Titulación Volumétrica de una Solución de NaOH 0,1 mol·dm<sup>-3</sup>

Pregunta	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	Total
Puntuación	10	10	20	2	28	50	10	50	180
Clasificación									

#### Encuadramiento

La determinación de la acidez total y volátil del vino de Oporto requiere el uso de una solución patrón de NaOH. Como el NaOH sólido no es una sustancia primaria, las soluciones patrón de NaOH no pueden ser preparadas por pesado riguroso de aquel sólido. El procedimiento alternativo es preparar una solución de NaOH con concentración próxima de la requerida y que después se titula con una solución patrón de un ácido. Todavía, las soluciones patrón de NaOH no mantienen la concentración durante mucho tiempo, razón por la que deben ser tituladas antes de su utilización como solución patrón.

El objetivo de esta trabajo consiste en titular una solución de NaOH 0,1 mol·dm<sup>-3</sup> con una solución patrón de HCl 0,1 mol·dm<sup>-3</sup>, usando la fenolftaleína como indicador.

1.1 Indique por que varía la concentración de las soluciones de NaOH a lo largo del tiempo.

Respuesta 1.1

#### Procedimiento

- 1 Todas las fases del procedimiento experimental deben ser ejecutadas en conformidad con los principios de las buenas prácticas de laboratorio.
- 2 Debe proceder al registro de todos los datos necesarios para rellenar las tablas de resultados obtenidos que se encuentran disponibles en el tópico siguiente.
- 3 Prepare la bureta con la solución de NaOH 0,1 mol·dm<sup>-3</sup> a titular. Tenga atención para no derramar solución de NaOH durante el llenado de la bureta.
- 4 Para un Erlenmeyer, de boca ancha, de 250 cm<sup>3</sup>, previamente lavado, adicione 10,00 cm<sup>3</sup> de una solución patrón de HCl 0,1 mol·dm<sup>-3</sup>, cuya concentración rigurosa está indicada en el rótulo del frasco que contiene la solución. Adicione, también, 50 cm<sup>3</sup> de agua desmineralizada y 4 gotas de la solución de fenolftaleína.
- 5 Agite suavemente el Erlenmeyer para homogeneizar la solución, que deberá permanecer incolora.

- 6 Dé inicio a la titulación, prolongándola hasta atingir el ponto final, que es señalado por el aparecimiento de la primera coloración rosa persistente a la agitación.
- 7 Repita a titulación usando el segundo Erlenmeyer.
- 8 Verifique si la diferencia de los volúmenes equivalentes de la solución de NaOH obtenidos en los dos ensayos,  $\Delta V$ , satisfacen el criterio de concordancia siguiente:  $|\Delta V| \leq 0,10 \text{ cm}^3$ .
- 9 Si el criterio de concordancia no es satisfecho, repita la titulación, hasta un máximo de más dos ensayos, de modo a encontrar un par de ensayos que cumplan el criterio de concordancia.
- 10 El trabajo 1 estará concluido cuando encuentre un par de ensayos que cumplan el criterio de concordancia o cuando concluya el límite máximo de 4 ensayos.
- 11 Las soluciones residuales que permanecen en los Erlenmeyers deben ser eliminadas para o colector de residuos que se encuentra en el laboratorio.
- 12 Mantenga la bureta con la solución de NaOH  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

**1.2** En las titulaciones ácido/base, se recomienda que la solución de NaOH sea colocada en la bureta. Explique la ventaja de esta recomendación.

**Respuesta 1. 2**

**1.3** Establezca la diferencia entre punto de equivalencia y punto final de una titulación. Indique dos razones por las cuales los 2 puntos no coincide.

**Respuesta 1.3**

## Registro de los Resultados Experimentales

1.4 Indique la concentración rigurosa de la solución de HCl usada en la titulación volumétrica de la solución de NaOH  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

### Respuesta 1.4

1.5 Complete la tabla siguiente con los resultados de los ensayos de la titulación de la solución de NaOH  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

### Respuesta 1.5

Ensayo	Lectura en la bureta / $\text{cm}^3$		Sol. NaOH $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$
	inicial	final	Volumen gastado $\text{cm}^3$
Ensayo 1			
Ensayo 2			
Ensayo 3			
Ensayo 4			

1.6 Indique el par de ensayos que cumplan con el criterio de concordancia o el par más cercano al criterio de concordancia.

### Respuesta 1.6

Ensayo	Solución NaOH $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	Volumen gastado $\text{cm}^3$	Amplitud / $\text{cm}^3$	Volumen medio $\text{cm}^3$
nº:			
nº:			

Puntuacione:

- i) 100 (%); cuando  $|\Delta V| \leq 0,10 \text{ cm}^3$
- ii) -1000  $|\Delta V| + 200$  (%); cuando  $0,10 \leq |\Delta V| \leq 0,20 \text{ cm}^3$
- iii) 0 (%); cuando  $|\Delta V| \geq 0,20 \text{ cm}^3$

## Tratamiento de los Resultados Experimentales

**1.7** Escriba la ecuación química correspondiente a la reacción de titulación de la solución de NaOH 0,1 mol·dm<sup>-3</sup> con la solución patrón de HCl.

**Respuesta 1.7**

**1.8** Calcule la concentración rigurosa de la solución de NaOH, expresada en mol·dm<sup>-3</sup>. Presente todos los cálculos que efectúe.

**Respuesta 1.8**

## Trabajo 2: Determinación de la Acidez Total del Vino de Oporto

Pregunta	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	Total
Puntuación	10	60	20	2	28	60	20	50	50	300
Clasificación										

### Enquadramiento

Según la Organización Internacional de la Viña y del Vino, OIV, se designa por acidez total de un vino la acidez titulable con una base fuerte hasta pH 7. De la suma de los ácidos titulables se excluye el dióxido de carbono.

Los ácidos son constituyentes fundamentales del vino, ayudando a promover no solo el aroma y el sabor, pero también el color, la estabilidad y la longevidad del vino. En el análisis sensorial, la acidez da una sensación de frescura al vino cuando el nivel de concentración ácida es moderado o de manifiesta agresividad cuando es exageradamente elevado.

Los ácidos que se encuentran en el vino tiene varias proveniencias. Unos proviene de la uva, como por ejemplo el ácido málico, el ácido cítrico y el ácido tartárico, que además de ser el ácido más fuerte y más importante, es el ácido predominante. Mientras que otros resultan de la actividad de levaduras y bacterias, de procesos químicos naturales que ocurren durante la evolución del mosto o vino y de prácticas enológicas. Los ácidos acético, láctico, succínico, glucónico, pirúvico y fórmico son algunos de los ácidos formados en consecuencia de la actividad de levaduras, bacterias y de reacciones de envejecimiento.

La acidez total de un vino se expresa comúnmente en unidades de "miliequivalentes (meq) por unidad de volumen de vino" para expresar la contribución de los diversos ácidos a la acidez total, siendo el número de miliequivalentes ácidos numéricamente igual al número de milimoles de H<sup>+</sup> cedido por los diferentes ácidos y valorable con una base fuerte hasta pH 7,0.

La acidez total de los vinos de Oporto, de acuerdo con el cuaderno de especificaciones de la Denominación de Origen Oporto, debe presentar un teor superior a 34,6 meq·dm<sup>-3</sup> (2,6 g·dm<sup>-3</sup>, expresada en masa de ácido tartárico) y 40 meq·dm<sup>-3</sup> (3,0 g·dm<sup>-3</sup>, expresada en masa de ácido tartárico), para los vinos blancos y tintos respetivamente.

### 2.1 Cual es la principal característica organoléptica de los ácidos?

Respuesta 2.1

2.2 De acuerdo con la definición de acidez total de un vino, los ácidos más débiles tienen apenas una contribución parcial (< 95%) para la acidez total, pudiendo hasta ser nula, dependiendo del respectivo valor de  $pK_a$ . Clasifique las afirmaciones siguientes en verdaderas (VE) o falsas (FA).

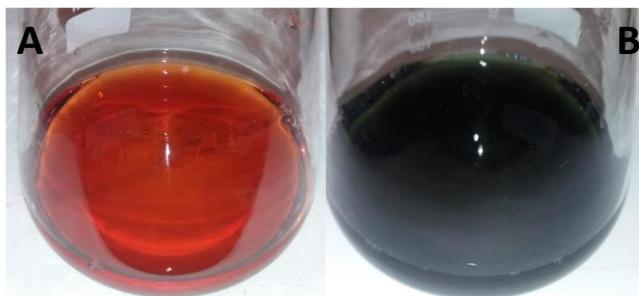
	Un ácido con un $pK_a = 5,5$ contribuye totalmente para la acidez total
	Un ácido con un $pK_a = 8,0$ tiene una contribución nula para la acidez total
	Un ácido con un $pK_a = 6,0$ contribuye totalmente para la acidez total
	Un ácido con un $pK_a = 9,5$ tiene una contribución nula para la acidez total
	Un ácido con un $pK_a = 4,5$ contribuye totalmente para la acidez total
	Un ácido con un $pK_a = 7,0$ contribuye parcialmente para la acidez total

### Procedimiento

- 1 Todas las fases del procedimiento experimental deben ser ejecutadas en conformidad con los principios de las buenas prácticas de laboratorio.
- 2 Debe proceder al registro de todos los datos necesarios para rellenar las tablas de resultados obtenidos que se encuentran disponibles en el tópico "Registro de los Resultados Experimentales".
- 3 Llene la bureta con la solución de NaOH  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Tenga atención para no derramar solución de NaOH durante el llenado de la bureta.

### Ensayo Previo para Definición del Color de la Solución en el Punto Final de la Titulación

- 4 En un Erlenmeyer, de boca ancha, de  $250 \text{ cm}^3$ , previamente lavado, adicione  $10,00 \text{ cm}^3$  de muestra de vino de Oporto. Adicione, también,  $50 \text{ cm}^3$  de agua desmineralizada y 10 gotas de la solución de azul de bromotimol.
- 5 Agite el Erlenmeyer para homogeneizar la solución, que deberá desenvolver un color amarillo-rojizo (Figura 2.1).
- 6 Dé inicio a la titulación, interrumpiéndola en el momento en que el color de la solución cambie para azul-verduzca.
- 7 En el Erlenmeyer, adicione  $5 \text{ cm}^3$  de la solución tampón pH 7,0. Agite el Erlenmeyer y observe atentamente el color de la solución (Figura 2.1). Reserve el Erlenmeyer hasta la conclusión de la determinación de la acidez total del vino, ya que el color de la solución final tamponada a pH 7,0 servirá de referencia (solución de referencia) para la detección del punto final del análisis volumétrico de la acidez total del vino de Oporto.



**Figura 2.1:** **A)** Color de la solución titulada al principio de la titulación del vino de Oporto y después de la adición del indicador azul de bromotimol. **B)** Color de la solución titulada a pH 7,0.

### Titulación volumétrica del vino de Oporto

- 8 Para el segundo Erlenmeyer, de boca ancha, de 250 cm<sup>3</sup>, previamente lavado, adicione sucesivamente 10,00 cm<sup>3</sup> de muestra de vino de Oporto, 50 cm<sup>3</sup> de agua desmineralizada y 10 gotas de la solución de azul de bromotimol.
- 9 Dé inicio a la titulación, prolongándola hasta que la solución titulada adquiera el color de la solución de referencia.
- 10 Despeje el contenido del segundo Erlenmeyer para el colector de residuos que se encuentra en el laboratorio.
- 11 Repita la titulación del vino de Oporto después de lavar el Erlenmeyer.
- 12 Si necesario, repita la titulación hasta un máximo de más dos ensayos.
- 13 El trabajo 2 estará concluido cuando encontrar un par de ensayos con los que esté satisfecho o cuando alcanzas el máximo de 4 ensayos.
- 14 Las soluciones residuales que permanecen en los Erlenmeyers deven ser despejadas en el colector de residuos que se encuentra en el laboratorio.
- 15 Mantenga la bureta con la solución de NaOH 0,1 mol·dm<sup>-3</sup>.

**2.3** Atendiendo a las características dos indicadores presentado en la Tabla siguiente, indique, justificando, los que podrían ser usados en la titulación volumétrica da acidez total del vino de Oporto.

Indicador	Intervalo de viraje	Cambio de color
Tornesol	5,0 – 8,0	rojo - azul
Alizarina	5,9 – 6,9	Amarillo - rojo
α-Naftoltaleína	7,3 – 8,7	Amarillo - azul
Fnoftaleína	8,2 – 9,8	Incoloro - rosa

**Resposta 2.3**

**Registro de los Resultados Experimentales**

2.4 Indique la concentración rigurosa de la solución padrón de NaOH usada en la titulación.

**Resposta 2.4**

2.5 Rellene la Tabla siguiente con los resultados de los ensayos de la determinación de la acidez total del vino de Oporto.

**Resposta 2.5**

Ensayos	Lectura en la bureta / cm <sup>3</sup>		Sol. NaOH 0,1 mol·dm <sup>-3</sup>
	inicial	final	Volumen gastado cm <sup>3</sup>
Ensayo 1			
Ensayo 2			
Ensayo 3			
Ensayo 4			

2.6 Indique el par de ensayos que seleccionó para proceder a la determinación de la acidez total del vino de Oporto y complete la tabla de respuestas.

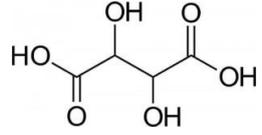
**Respuesta 2.6**

Ensayo	Solución NaOH 0,1 mol·dm <sup>-3</sup>		
	Volumen gastado cm <sup>3</sup>	Amplitud / cm <sup>3</sup>	Volumen medio cm <sup>3</sup>
nº:			
nº:			

### Tratamiento de los Resultados Experimentales

2.7 Admitiendo que la acidez total del vino es atribuida al ácido tartárico (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>), escriba la ecuación química de la reacción de titulación.

**Respuesta 2.7**



Fórmula de estrutura do ácido tartárico

**2.8** Calcule la acidez total del vino de Oporto, en miliequivalentes ácidos por volumen de vino de Oporto ( $\text{dm}^3$ ) para los dos ensayos seleccionados en la respuesta 2.6. Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 2.8**

Ensayo	Acidez total del vino de Oporto ( $A_{\text{tot}}$ ) / $\text{meq}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	$A_{\text{tot}}$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			

2.9 Calcule la acidez total del vino de Oporto, en masa (g) de ácido tartárico por volumen de vino de Oporto (dm<sup>3</sup>) para los dos ensayos seleccionados en la respuesta 2.6. Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 2.9**

Ensaio	Acidez total del vino de Oporto ( $A_{\text{tot}}(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6)$ ) / $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	$A_{\text{tot}}(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6)$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			

### Trabajo 3: Determinación de la Acidez Volátil del Vino de Oporto

Pregunta	Puntos	Clasificación
3.1	58	
3.2	2	
3.3	18	
3.4	35	
3.5	2	
3.6	20	
$\Sigma$	<b>135</b>	

Pregunta	Puntos	Clasificación
3.7	35	
3.8	20	
3.9	35	
3.10	10	
3.11	40	
3.12	40	
$\Sigma$	<b>180</b>	

Pregunta	Puntos	Clasificación
3.13	25	
3.14	40	
3.15	40	
3.16	50	
3.17	50	
$\Sigma$	<b>205</b>	
Total	<b>520</b>	

#### Encuadramiento

Según la definición de la OIV, la acidez volátil de un vino se identifica con la acidez titulable de la fracción destilada del vino con una base fuerte, usando la fenolftaleína como indicador. No se incluyen en este parámetro los ácidos salicílico, succínico, carbónico, sulfuroso y sórbico. Cuando uno o más de estos ácidos están presentes en la fracción destilada del vino, es necesario proceder a la respetiva corrección de la acidez volátil.

El ácido acético representa más de 90% de los ácidos volátiles, se forma durante la fermentación alcohólica y maloláctica. Pueden ocurrir formación de contenidos anormalmente elevados por acción de bacterias lácticas por descomposición de azúcares, ácido tartárico o glicerol o simplemente por acción de bacterias acéticas con oxidación del etanol. Durante el envejecimiento de los vinos, el ácido acético puede ser originado por vía química.

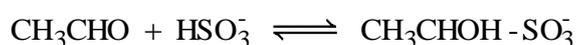
Cuando la concentración de la acidez volátil aumenta hay el peligro de que el olor avinagrado se destaque del resto de la matriz aromática, lo que es indeseable que ocurra. Por ese motivo, la acidez volátil admisible para el vino de Oporto está relacionada con concentraciones que dependen de la edad del vino.

- Los vinos con edad menor o igual a cinco años en el momento del embotellado deben presentar un contenido en acidez volátil menor o igual a  $6,5 \text{ meq}\cdot\text{dm}^{-3}$  ( $0,39 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ , expresado en masa de ácido acético por volumen de vino de Oporto);
- Los vinos con la denominación “Viejo o “Old” pueden presentar un contenido en acidez volátil menor o igual a  $20 \text{ meq}\cdot\text{dm}^{-3}$  ( $1,2 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ , expresado en masa de ácido acético por volumen de vino de Oporto);
- Los vinos con la denominación “Muy velho” o “Very Old” pueden presentar un contenido en acidez volátil menor o igual a  $30 \text{ meq}\cdot\text{dm}^{-3}$  ( $1,8 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ , expresado en masa de ácido acético por volumen de vino de Oporto).

El procedimiento de determinación de la acidez volátil en el vino de Oporto propuesto en este trabajo es una adaptación del método OIV-MA-AS313-02 de modo a tornarlo exequible dentro de las limitaciones temporales y materiales de esta prueba de laboratorio. El vino de Oporto no será destilado durante la prueba. Fue destilado previamente en la presencia de agua, recogiendo 1,25 unidades de volumen de fracción destilada por cada unidad de volumen de vino de Oporto sometido a la destilación.

Los ensayos preliminares efectuados a la fracción destilada revelaron la presencia de ácido sulfuroso en su forma libre y asociado. Por este motivo, este trabajo incluirá también la cuantificación de las formas libre y asociado del ácido sulfuroso en la fracción destilada para permitir la corrección de la acidez volátil obtenida por la titulación ácido/base.

De referir que la llamada forma asociada del ácido sulfuroso resulta de la formación de aductos (producto formado por la combinación directa de dos sustancias A y B sin que se produzcan cambios estructurales en A y B) entre el anión hidrogenosulfito y varios compuestos orgánicos, como por ejemplo los compuestos carbonílicos, azúcares, quinonas y antocianinas. Otras estequiometrias diferentes de la proporción 1:1 también pueden ocurrir, pero como la estequiometría del aducto es irrelevante para satisfacer el objetivo de este trabajo, puede considerarse, siempre que sea necesario, que la forma asociada del ácido sulfuroso tiene proporción de 1:1 con varios compuestos orgánicos. La reacción de formación del aducto es ejemplificada con la forma asociada del ácido sulfuroso al etanal, cuya ecuación química es:



Como se puede inferir de la ecuación química, la forma asociada del ácido sulfuroso exhibe comportamiento ácido/base característico de una partícula monoprótica.

Las titulaciones de las formas libre y asociada del ácido sulfuroso se basan en la reacción del ácido sulfuroso con el anión triyoduro. En este trabajo, el anión triyoduro se genera en el seno de la solución titulada por adición de una solución patrón de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , en medio ácido y en la presencia de gran exceso de anión yoduro. En estas condiciones, los aniones yodato y yoduro reaccionan entre sí cuantitativamente, dando origen al anión triyoduro.

**3.1** Escriba las semi-ecuaciones químicas y la ecuación global, debidamente acertadas, que traducen la formación del anión triyoduro en la solución titulada por adición de una solución patrón de  $\text{KIO}_3$  en las condiciones referidas anteriormente. Pares redox:  $(\text{IO}_3^-/\text{I}_3^-)$  e  $(\text{I}_3^-/\text{I}^-)$ .

**Respuesta 3.1**

### Procedimiento

- 1 Todas las fases del procedimiento experimental deben ser ejecutadas en conformidad con los principios de las buenas prácticas de laboratorio.
- 2 Debe proceder al registro de todos los datos necesarios para rellenar las tablas de resultados obtenidos que se encuentran disponibles en el tópico siguiente.
- 3 Llene la bureta con la solución de NaOH 0,1 mol·dm<sup>-3</sup>. Tenga atención para no derramar solución de NaOH durante el llenado de la bureta

### Titulación Volumétrica de la Acidez de la Fracción Destilada de Vino de Oporto

- 4 Para un Erlenmeyer, de boca ancha, de 250 cm<sup>3</sup>, previamente lavado, adicione sucesivamente 25,00 cm<sup>3</sup> de la fracción destilada del vino de Oporto, 50 cm<sup>3</sup> de agua desmineralizada y 4 gotas de la solución de fenolftaleína.
- 5 Agite suavemente el Erlenmeyer para homogeneizar la solución, que deberá permanecer incolora.
- 6 Dé inicio a la titulación, prolongándola hasta atingir el ponto final, que es señalado por el aparecimiento de la primera coloración rosa persistente a la agitación. Reserve la solución final, conservándola en el Erlenmeyer.
- 7 Repita a titulación usando el segundo Erlenmeyer.
- 8 Al final de la titulación, reserve y mantenga la solución final en el interior del Erlenmeyer.

### Titulación de la Forma Libre de Ácido Sulfuroso en la Fracción Destilada del Vino de Oporto

- 9 Retire la solución de NaOH 0,1 mol·dm<sup>-3</sup> que se encuentra en la bureta para el colector de residuos que se encuentra en el laboratorio.
- 10 Lave la bureta con agua desmineralizada.
- 11 Prepare la bureta con una solución patrón de KIO<sub>3</sub> 2 mmol·dm<sup>-3</sup>, cuya concentración rigurosa está indicada en el rótulo del frasco que contiene la solución.
- 12 Para cada Erlenmeyer, adicione sucesivamente 1 cm<sup>3</sup> de solución de HCl 1 mol·dm<sup>-3</sup>, 2 cm<sup>3</sup> de solución de almidón y 2 cm<sup>3</sup> de solución de KI 5%. Agite suavemente. La solución final debe perder el color rosa y mantenerse incolora (Figura 2.2).
- 13 Dé inicio a la titulación, prolongándola hasta atingir el ponto final, que es señalado por el aparecimiento de la primera coloración azul persistente a la agitación (Figura 2.2). Reserve la solución final, conservándola en el Erlenmeyer.



**Figura 3.1:** **A)** Color de la solución titulada en el inicio de la titulación del ácido sulfuroso en la fracción destilada de vino de Oporto y después de la adición de almidón. **B)** Color de la solución titulada en el punto final de la titulación.

14 Repita a titulación usando el segundo Erlenmeyer. Al final de la titulación, reserve y mantenga la solución final en el interior del Erlenmeyer.

15 Mantenga la bureta con la solución patrón de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

### Titulación de la Forma Asociada de Ácido Sulfuroso en la Fracción Destilada do Vino de Oporto

16 En cada Erlenmeyer, adicione  $5 \text{ cm}^3$  de solución de borax  $55 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Agite suavemente durante cerca de 1 minuto. La solución final debe perder el color azul y adquirir de nuevo el color rosa.

17 Para apenas uno de los Erlenmeyer, adicione  $5 \text{ cm}^3$  de solución de  $\text{HCl}$   $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Agite suavemente por breves instantes. La solución final debe perder el color rosa y mantenerse incolora. Dé inicio, de inmediato, a la titulación.

18 Prolongue la titulación hasta atngir el punto final, que es indicado por el aparecimiento del primer color azul persistente a la agitación.

19 Para el segundo Erlenmeyer, adicione  $5 \text{ cm}^3$  de solución de  $\text{HCl}$   $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Agite suavemente por breves instantes e dé inicio, de inmediato, a la titulación.

20 Una vez concluida la titulación, las soluciones residuales que permanecen en los Erlenmeyer deben ser despejadas en el colector de residuos que se encuentra en el laboratorio.

21 Retire la solución patrón de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$  que se encuentra en la bureta para para el colector de residuos que se encuentra en el laboratorio.

22 Lave a bureta con agua desmineralizada.

23 Si necesario, repita el procedimiento integral de la determinación de la acidez de la fracción destilada de vino de Oporto hasta un máximo de más dos ensayos. Empiece por preparar la bureta con la solución patrón de  $\text{NaOH}$   $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  y repita el procedimiento experimental a partir del punto 4.

24 El trabajo 3 estará concluido cuando encontrar un par de ensayos que dé por buenos o cuando alcanza el número máximo de 4 ensayos.

**Registro de los Resultados Experimentales**

**Titulación Volumétrica de la Acidez de la Fracción Destilada del Vino de Oporto**

3.2 Indique la concentración rigurosa de la solución padrón de NaOH usada en la titulación.

**Respuesta 3.2**

3.3 Complete la tabla siguiente con los resultados de los ensayos de la titulación de la fracción destilada del vino de Oporto con la solución padrón de NaOH  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

**Respuesta 3.3**

Ensayos	Lectura en la bureta / $\text{cm}^3$		Sol. NaOH $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$
	inicial	final	Volumen gastado / $\text{cm}^3$
Ensayo 1			
Ensayo 2			
Ensayo 3			
Ensayo 4			

3.4 Señale el par de ensayos seleccionados y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.4**

Ensayos	Solución NaOH $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	Volumen gastado $\text{cm}^3$	Amplitud / $\text{cm}^3$	Volumen medio / $\text{cm}^3$
nº:			
nº:			

**Titulación de la Forma Libre de Ácido Sulfuroso de la Fracción Destilada del Vino de Oporto**

**3.5** Indique la concentración rigurosa de la solución patrón de  $\text{KIO}_3$   $2 \text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$  usada en la titulación de la forma libre de ácido sulfuroso de la fracción destilada del vino de Oporto.

**Respuesta 3.5**

**3.6** Rellene la Tabla siguiente con los resultados de los ensayos de la titulación de la forma libre de ácido sulfuroso de la fracción destilada del vino de Oporto.

**Respuesta 3.6**

Ensayos	Lectura en la bureta / $\text{cm}^3$		Sol. valorada $\text{KIO}_3$ $2 \text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$
	inicial	final	Volumen gastado $\text{cm}^3$
Ensayo 1			
Ensayo 2			
Ensayo 3			
Ensayo 4			

**3.7** Señale el par de ensayos seleccionados y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.7**

Ensayos	Solución valorada de $\text{KIO}_3$ $2 \text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	Volumen gastado $\text{cm}^3$	Amplitud / $\text{cm}^3$	Volumen medio $\text{cm}^3$
nº:			
nº:			

**Titulación de la Forma Asociada de Ácido Sulfuroso de la Fracción Destilada del Vino de Oporto**

**3.8** Rellene la Tabla siguiente con los resultados de los ensayos de la titulación de la forma asociada de ácido sulfuroso de la fracción destilada del vino de Oporto.

**Respuesta 3.8**

Ensayos	Lectura en la bureta / cm <sup>3</sup>		Sol. valorada KIO <sub>3</sub> 2 mmol·dm <sup>-3</sup>
	inicial	final	Volumen gastado cm <sup>3</sup>
Ensayo 1			
Ensayo 2			
Ensayo 3			
Ensayo 4			

**3.9** Señale el par de ensayos seleccionados y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.9**

Ensayos	Solución valorada de KIO <sub>3</sub> 2 mmol·dm <sup>-3</sup>		
	Volumen gastado cm <sup>3</sup>	Amplitud / cm <sup>3</sup>	Volumen medio cm <sup>3</sup>
nº:			
nº:			

**Tratamiento de los Resultados Experimentales**

**Titulación Volumétrica de la Acidez da Fracción Destilada de Vino de Oporto**

**3.10** Admitiendo que la acidez volátil del vino de Oporto es atribuida al ácido acético, escriba la ecuación química que traduce la reacción de titulación.

**Respuesta 3.10**

**3.11** Calcule la acidez volátil del vino de Oporto, expresada en miliequivalentes ácidos por volumen de vino de Oporto ( $\text{dm}^3$ ) para los dos ensayos seleccionados en la respuesta 3.4. Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.11**

Ensayos	Acidez volátil del vino de Oporto ( $A_{\text{vol}}$ ) / $\text{meq}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	$A_{\text{vol}}$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			

**3.12** Calcule la acidez volátil del vino de Oporto, expresada en masa (mg) de ácido acético por volumen de vino de Oporto (dm<sup>3</sup>) para los dos ensayos seleccionados en la respuesta 3.4. Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.12**

Ensaio	Acidez volátil del vino de Oporto ( $A_{vol}(C_2H_4O_2)$ ) / mg·dm <sup>-3</sup>		
	$A_{vol}$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			

### Titulación de la Forma Libre de Ácido Sulfuroso en la Fracción Destilada de Vino de Oporto

**3.13** Escriba las semi-ecuaciones químicas y la ecuación global, debidamente acertadas, que traducen la reacción de titulación de la forma libre de ácido sulfuroso de la fracción destilada del vino de Oporto. Pares redox: ( $\text{SO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{SO}_3$ ) e ( $\text{I}_3^-/\text{I}^-$ ).

**Respuesta 3.13**

**3.14** Calcule la concentración de la forma libre de ácido sulfuroso en el vino de Oporto, expresada en  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , para los dos ensayos seleccionados en la respuesta 3.7. Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.14**

Ensayos	Concentración de la forma libre de $\text{H}_2\text{SO}_3$ en el vino de Oporto ( $C_{\text{livre}}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ ) / $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	$C_{\text{livre}}(\text{H}_2\text{SO}_3)$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			

**Titulación de la forma asociada de ácido sulfuroso en la fracción destilada del vino de Oporto.**

**3.15** Calcule la concentración de la forma asociada de ácido sulfuroso en el vino de Oporto, expresada en  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , para los dos ensayos seleccionados en la respuesta 3.9. Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.15**

Ensayos	Concentración de la forma asociada de $\text{H}_2\text{SO}_3$ en el vino de Oporto		
	$C_{\text{asociada}}(\text{H}_2\text{SO}_3) / \text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$		
	$C_{\text{asociada}}(\text{H}_2\text{SO}_3)$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			

**Corrección de la Acidez Volátil del Vino de Oporto**

**3.16** Calcule la acidez volátil corregida del vino de Oporto, expresada en miliequivalentes ácidos por volumen de vino de Oporto (dm<sup>3</sup>). Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.16**

Ensayos	Acidez volátil corregida del vino de Oporto ( $A_{volCorr}$ ) / meq·dm <sup>-3</sup>		
	$A_{volCorr}$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			

**3.17** Calcule la acidez volátil corregida del vino de Oporto, expresada en masa (mg) de ácido acético por volumen de vino de Oporto (dm<sup>3</sup>). Presente todos los cálculos que efectúe y complete la tabla de respuestas.

**Respuesta 3.17**

Ensayos	Acidez volátil corregida del vino de Oporto $A_{\text{voCorri}}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) / \text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$		
	$A_{\text{voCorri}}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$	Amplitud	Media
nº:			
nº:			