

Nombre:	País	Código
---------	------	--------

### Problema 3. La recuperación de oro, plata y platino en un taller de platería.

16 PUNTOS

En la mesa de trabajo de los plateros se acumula un residuo que, entre los profesionales, se denomina “escobilla”. Está constituida por limaduras de hierro, cobre, plata, oro, platino, resinas y otros productos sólidos.

Una muestra de 97,58 g de escobilla se calcinó con el fin de eliminar todos los componentes no metálicos, después se trató con un exceso de disolución de ácido nítrico 2 M con lo que se disolvió todo el hierro, cobre y plata en forma de  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{Ag}^+$ . El residuo sólido se separó de la disolución por decantación. El residuo sólido, constituido exclusivamente por limaduras de oro y platino, se disolvió en su totalidad en agua regia, que es una mezcla de disoluciones de ácidos nítrico y clorhídrico concentrados en la proporción de 1:3 en volumen.

La disolución nítrica que contenía los metales Cu, Ag y Fe se calentó a ebullición y se diluyó con agua hasta formar un litro de disolución (disolución A). Se tomaron 10,0 mL de la disolución A, se trasladaron a un erlenmeyer de 250 mL y se añadieron 50 mL de agua destilada. Para precipitar toda la plata como AgCl se necesitan 14,0 mL de disolución 0,10 M de NaCl. Otra muestra de 25,0 mL de la disolución A se sometió a electrólisis en condiciones adecuadas. Para conseguir el depósito total de los metales presentes se utilizó corriente de 1,5 Amperios durante 537 segundos. En estas condiciones se depositó la totalidad de los metales presentes en la disolución. La masa del depósito metálico fue de 0,510 gramos.

La disolución de agua regia se trató con una corriente gaseosa de  $\text{SO}_2$  en exceso con lo que se produjo un precipitado marrón, esponjoso, de aspecto de barro, que se separó por filtración. El precipitado, conjuntamente con el papel de filtro, se fundió en un crisol, originando un botón de 15,48 g de oro metálico.

Al añadir cloruro amónico en exceso sobre el filtrado, se produjo un precipitado de 5,76 gramos de hexacloroplatinato (IV) de amonio, que se transformó en platino metálico por calcinación.

1.- Calcula el contenido de cada metal en la escobilla expresado en % en masa.

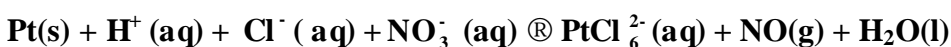
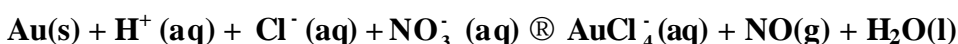
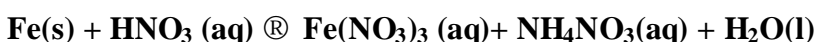
2.- Escribe las configuraciones electrónicas del Fe, Cu, Ag y Au. Indica los estados de oxidación más frecuentes de cada uno de estos metales

3.1 ¿Por qué se utiliza el ácido nítrico para disolver el Cu y la Ag?

3.2 ¿Se podría haber utilizado el ácido clorhídrico en vez de ácido nítrico para disolver el Cu y la Ag?

3.3 ¿Qué función desempeña el  $\text{SO}_2$ ?

4.- Escribe las reacciones ajustadas de los procesos de disolución de cada metal:



5.- Explica la causa del distinto comportamiento químico que presentan los elementos K, Rb y Cs respecto de los elementos Cu, Ag y Au.

Nombre:	País	Código
---------	------	--------

### Hoja de respuestas. Problema 3.

1.- Calcula el contenido de cada metal en la escobilla expresado en % en masa.  
(6 puntos)

Cálculos

$$\frac{15,48 \text{ g de oro}}{97,58 \text{ g de muestra}} = 0,1586 \text{ g de oro/g de muestra} = 15,86 \% \text{ de oro (0,5 puntos)}$$

$$5,76 \text{ g de } (\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6] \quad M = 443,886 \text{ g/mol}$$

$$5,76 \text{ g de } (\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6] \times 1 \text{ mol}/443,886 \text{ g} \times 195,09 \text{ g Pt /mol} = 2,53 \text{ g Pt}$$

$$\frac{2,53 \text{ g de Pt}}{97,58 \text{ g de muestra}} = 0,0259 \text{ g de Pt/g de muestra} = 2,59 \% \text{ de platino (1 punto)}$$

14 mL de disolución de NaCl 0,1 M

$$0,014 \text{ L} \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,0014 \text{ moles de Cl} = 0,0014 \text{ moles de Ag}^+ \text{ en la alícuota de 10 mL.}$$

$$0,0014 \times 1000/10 = 0,14 \text{ moles de Ag}^+ \text{ totales ;}$$

$$0,14 \text{ moles} \times 107,8 \text{ g/mol} = 15,1 \text{ g de plata}$$

$$\frac{15,1 \text{ g de Plata}}{97,58 \text{ g de muestra}} = 0,1547 \text{ g de Ag /g de muestra} = 15,47 \% \text{ de plata (1,5 puntos)}$$

$$0,14 \text{ moles} \times 25/1000 = 0,0035 \text{ moles de plata en la alícuota de 25 mL}$$

$$0,0035 \text{ moles} \times 107,87 \text{ g/mol} = 0,3775 \text{ g de plata}$$

$$X \text{ g de cobre} + Y \text{ g de Fe} ; 0,3775 + X + Y = 0,510$$

$$0,0035 + (X/63,54) \cdot 2 + (Y/55,85) \cdot 3 = 1,5 \cdot 537 / 96500$$

$$X = 0,102 \text{ g de Cu} ; Y = 0,0305 \text{ g de Fe en la alícuota de 25 mL}$$

$$0,102(1000/25) = 4,08 \text{ g de Cu} ; 4,08/97,58 = 0,0418 ; 4,18 \% \text{ de Cu (1,5 puntos)}$$

$$0,0305(1000/25) = 1,22 \text{ g de Fe} ; 1,22/97,58 = 0,0125 ; 1,25 \% \text{ de Fe (1,5 puntos)}$$

% Au 15,86	% Pt 2,59	% Ag 15,47	% Cu 4,18	% Fe 1,25
------------	-----------	------------	-----------	-----------

### Hoja de respuestas. Problema 3

2.- Escribe las configuraciones electrónicas del Fe, Cu, Ag y Au. Indica los estados de oxidación más frecuentes de cada uno de estos metales. (2 puntos, 0,25 cada ítem)

Elemento	Configuración electrónica		E. de O. más frecuente	
Fe	$3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$		+2 ; +3	
Cu	$3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$		+1; +2	
Ag	$4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^1$		+1	
Au	$5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^1$		+1 ; +3	

#### 3.1 ¿Por qué se utiliza el ácido nítrico para disolver el Cu y la Ag? (1 punto)

- a) Por su carácter oxidante
- b) Porque es un ácido fuerte
- c) Por su carácter reductor
- d) Porque es un oxoácido

La respuesta correcta es la: \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

#### 3.2 ¿Se podría haber utilizado el ácido clorhídrico en vez de ácido nítrico para disolver el Cu y la Ag? (0,5 puntos)

- a) Sí, porque es un ácido fuerte
- b) Sí, porque tiene carácter oxidante
- c) No, porque no es un ácido suficientemente fuerte
- d) No, porque no es suficientemente oxidante

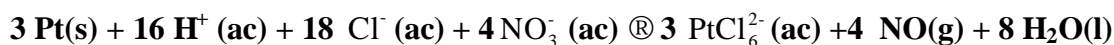
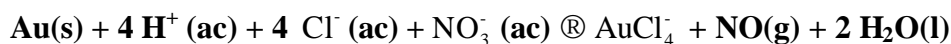
La respuesta correcta es la: \_\_\_\_\_ d \_\_\_\_\_

#### 3.3 ¿Qué función desempeña el SO<sub>2</sub>? (0,5 puntos)

Reductor

Nombre:	País	Código
---------	------	--------

**4.- Escribe las ecuaciones ajustadas (balanceadas) de los siguientes procesos: (5 puntos, 1 por reacción, totalmente bien, 0 puntos si no está totalmente bien)**



**Hoja de respuestas. Problema 3.**

**5.- Explica la causa del distinto comportamiento químico que presentan los elementos K, Rb y Cs respecto de los elementos Cu, Ag y Au. (1 punto)**

- a) K, Rb y Cs son mucho menos electronegativos que Cu, Ag y Au.
- b) K, Rb y Cs son mucho más electronegativos que Cu, Ag y Au.
- c) Porque Cu, Ag y Au tienen mayor radio atómico que K, Rb y Cs, respectivamente

La respuesta correcta es :   a