



**Prueba Final**  
8ª Olimpiada de Química  
Septiembre 29 de 2016  
**GRADO 10**



Nombre: \_\_\_\_\_ D.I. \_\_\_\_\_

Colegio \_\_\_\_\_ Sede \_\_\_\_\_

- No comience a resolver el examen hasta que el docente lo autorice.
- El examen consta de tres (3) problemas, cada uno de los cuales debe resolver en forma clara y ordenada en hojas blancas.
- Debe mostrar todas las operaciones que justifiquen la respuesta final.
- Recuerde que todas las cantidades deben ir acompañadas de sus correspondientes unidades.
- Al final encontrará el valor de algunas constantes y ecuaciones que le pueden servir de ayuda para dar solución adecuada a los problemas propuestos (Anexo 1).

### 1. QUÍMICA: SOCIEDAD y ECONOMÍA

En Cerro Matoso, Córdoba, se encuentra la mina de ferroníquel más grande del continente y en los que se han extraído 50 mil toneladas en promedio anual durante los últimos 30 años. Esta aleación tiene un contenido de níquel entre el 15- 80% y se extrae de minerales serpentiniticos. Su obtención del mineral se da de la reducción de los metales en presencia de carbón dentro de un horno a 1500°C. El material fundido consta de dos fases, una pesada de Fe y Ni, y otra menos densa o escoria que constan de Si, Mg, Al entre otros. Finalmente, con el fin de eliminar la escoria y el carbono residual se inyecta oxígeno (O<sub>2</sub>) y en caso de que el mineral contenga compuestos con azufre se adiciona cal (CaO).

1. (5%) Según las últimas estadísticas, ¿alrededor de cuántos kilos de níquel se podrían extraer como máximo en un año de trabajo en la mina?
2. (5%) ¿Una aleación de ferroníquel (FeNi) se considera un elemento, compuesto o mezcla? Justifique su respuesta.
3. (5%) Escriba la configuración electrónica del Fe (Z=26) y el Ni (Z=28) y sus formas iónicas Fe(III) y Ni(II). ¿Qué se puede decir acerca del tamaño?
4. (5%) ¿Cuántas moles de la aleación Fe<sub>0.6</sub>Ni<sub>0.4</sub> se requieren para obtener 100g de níquel metálico

asumiendo un 60% de rendimiento de la reacción? (PM Ni= 58.7 g/mol)

5. (5%) Describa un experimento sencillo en el que le permita demostrar que efectivamente se obtuvo la aleación deseada sabiendo que su densidad relativa es de 3.8g/cm<sup>3</sup>.
6. (8%) La aleación de ferroníquel viene manufacturada en forma de lingotes. Suponga que un lingote de esta aleación es de 30 cm de largo, 10 cm de ancho y 10 cm de alto. Calcule el porcentaje de Ni y Fe en un lingote 24 kg sabiendo que las densidades del Ni y Fe son 8900 kg/m<sup>3</sup> y 7870 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.
7. (7%) Proponga reacciones químicas balanceadas que permitan describir el proceso de obtención general de una aleación de ferroníquel a partir de un mineral serpentinitico que tiene la siguiente formula general ((Ni,Fe)<sub>3</sub>(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>). Indique quien se oxida y quien se reduce. **(nota: represente el carbón con la letra C)**

### 2 QUÍMICA: TECNOLOGÍA E INDUSTRIA

La posibilidad de tener edificios o calles pavimentadas auto-limpiables es hoy en día una realidad. Esto se ha logrado con la incorporación de óxido de titanio como constituyente para la fabricación del cemento Portland (Tabla 1), de manera que una gran parte de contaminantes sean eliminados con la ayuda de la radiación solar. Una manera de obtener este

catalizador con una alta área superficial consiste en hacer reaccionar cloruro de titanio con una solución acuosa amoniacal a temperatura ambiente. Se estima que esta tecnología impactará a mediano plazo una industria que produce más de diez millones de toneladas al año en Colombia.

Tabla 1. Constituyentes del cemento Portland

Nombre del Componente	Fórmulas		Mineral	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Conten. % peso
	Componente	Oxido equival.			
Silicato tricálcico	CaO-Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	3CaO-SiO <sub>2</sub>	Alita	3150	55
Silicato dicálcico	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	2CaO-SiO <sub>2</sub>	Belita	3280	20
Aluminato tricálcico	2CaO-Ca(AlO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	3CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Aluminato	3030	
Alumino ferrita tetracálcica	CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Ferrita	3770	
Sulfato de calcio hidratado	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	CaO-SO <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Yeso	2320	3.5
Oxidos alcalinos	K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, CaO				1.5

Datos tomados de [http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm14/pfcm14\\_3\\_1.html](http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm14/pfcm14_3_1.html)

- (5%) ¿Cuántas toneladas de óxidos alcalinos se han utilizado en promedio para la fabricación de este cemento en Colombia en la última década?
- (5%) Proponga un experimento para la obtención de 1 kg de yeso a partir de carbonato de calcio y una solución de ácido sulfúrico 1M. Escriba la reacción balanceada.
- (5%) ¿Cuál es el volumen de agua desplazada que se espera medir al sumergir 40 g de mineral ferrita en una probeta de 100mL?
- (5%) ¿Cuántas moles de óxido de calcio provenientes de la belita necesito para producir 100kg de cemento?
- (5%) Escriba la reacción química que permita describir el proceso de obtención de óxido de titanio (IV). Recuerde que la solución amoniacal es hidróxido de amonio (NH<sub>4</sub>OH).
- (5%) La solución anterior se prepara haciendo burbujear amoníaco gaseoso en agua. Suponga que 170g de amoníaco están contenidos en un tanque de 10L, ¿cuál es la presión a la que se encuentra este gas a 25°C?
- (5%) Dibuje la estructura de Lewis para el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y plantee una hipótesis del porqué de la fuerza básica de este compuesto en medio acuoso. Apóyese escribiendo la reacción de equilibrio en agua.
- (5%) La eficiencia del catalizador de titanio es del 5% de la radiación solar, y esto corresponde al rango de

radiación de mayor energía en el espectro UV-Vis. Indique según la longitud de onda la región que corresponde a dicha zona. Explique.

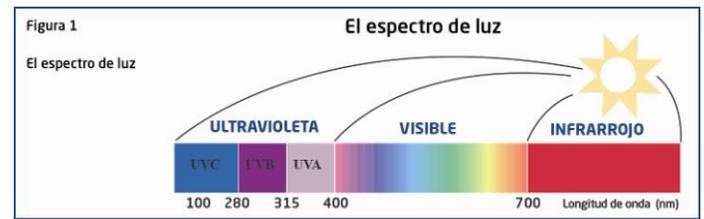
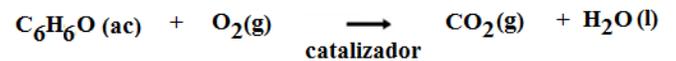


Imagen tomada de [www.jnjvisioncare.es](http://www.jnjvisioncare.es)

## 1. QUÍMICA: SALUD Y MEDIO AMBIENTE

La industria del café en Colombia ha impactado positivamente al país siendo en la actualidad un referente mundial por su calidad. Sin embargo, y durante su procesamiento, se ha hecho evidente la importancia de eliminar de los efluentes acuíferos algunos compuestos orgánicos que podrían alterar nocivamente el equilibrio ambiental y la salud de la población. Para ello se ha planteado el uso de arcillas modificadas con óxidos metálicos para llevar estos contaminantes (ie. fenol) a dióxido de carbono y agua (Fig. 1).



- (6%) Suponiendo que la ruta de oxidación catalítica del fenol condujo selectivamente a la formación de ácido acético en lugar de CO<sub>2</sub> y agua. ¿Qué experimento realizaría usted para cuantificarlo en el laboratorio? Explique.
- (7%) Si consigue exitosamente la oxidación de 1 L de una solución de fenol de 100ppm, ¿qué volumen de dióxido de carbono espera recoger después de terminada la reacción? Haga su cálculo bajo condiciones normales de reacción.
- (7%) Si al final del proceso quedó 10% de ácido oxálico como subproducto de la reacción, ¿qué volumen de efluente requiere tratar para obtener 0.1 g de oxalato de sodio en una reacción secundaria con NaOH?

## Anexo 1.

Densidad: —  $m = \text{masa}, V = \text{volumen}$

Concentración: —  $n = \text{mol}, V = \text{volumen (L)}$

Ecuación de estado del gas ideal:  $PV = nRT$

$n = \text{mol}; R = 0.082$  —;  $T = \text{Temperatura (K)}; P = \text{presión (atm)}$

$Z = n^\circ \text{ atómico} = n^\circ \text{ de protones} = n^\circ \text{ electrones (átomo neutro)}$

1 tonelada = 1000 kg

$K = 273 + ^\circ\text{C}$

Elemento	Símbolo	Peso atómico	Elemento	Símbolo	Peso atómico
Actinio	Ac	(227)	Lawrencio	Lw	(257)
Aluminio	Al	26,9815	Litio	Li	6,939
Americio	Am	(243)	Lutecio	Lu	174,97
Antimonio	Sb	121,75	Magnesio	Mg	24,312
Argón	Ar	39,948	Manganeso	Mg	54,938
Arsénico	As	74,9216	Mendelevio	Md	(256)
Astato	At	(210)	Mercurio	Hg	200,59
Azufre	S	32,064	Molibdeno	Mo	95,94
Bario	Ba	137,34	Neodimio	Nd	144,24
Berilio	Be	9,0122	Neón	Ne	20,183
Berkelio	Bk	(247)	Neptunio	Np	(237)
Bismuto	Bi	208,98	Niobio	Nb	92,906
Boro	B	10,811	Níquel	Ni	58,71
Bromo	Br	79,909	Nitrógeno	N	14,0067
Cadmio	Cd	112,40	Nobelio	No	(254)
Calcio	Ca	40,08	Oro	Au	196,967
Californio	Cf	(251)	Osmio	Os	190,2
Carbono	C	12,0111	Oxígeno	O	15,999
Cerio	Ce	140,12	Paladio	Pd	106,4
Cesio	Cs	132,905	Plata	Ag	107,87
Cinc	Zn	65,37	Platino	Pt	195,09
Circonio	Zr	91,22	Plomo	Pb	207,19
Cloro	Cl	35,453	Plutonio	Pu	(242)
Cobalto	Co	58,9332	Polonio	Po	210
Cobre	Cu	63,54	Potasio	K	39,102
Cromo	Cr	51,996	Praseodimio	Pr	140,907
Curio	Cm	(247)	Promecio	Pm	(145)
Disproσιο	Dy	162,50	Protoactinio	Pa	231,04
Einstenio	Es	(254)	Radio	Ra	(226)
Erbio	Er	167,26	Radón	Rn	(222)
Escandio	Sc	44,956	Renio	Re	186,2
Estaño	Sn	118,69	Rodio	Rh	102,905
Estroncio	Sr	87,62	Rubidio	Rb	85,47
Europio	Eu	151,96	Rutenio	Ru	101,07
Fermio	Fm	(253)	Samario	Sm	150,35
Flúor	F	18,9984	Selenio	Se	78,96
Fósforo	P	30,974	Silicio	Si	28,086
Francio	Fr	(223)	Sodio	Na	22,9898
Gadolinio	Gd	157,25	Talio	Tl	204,37
Galio	Ga	69,72	Tántalo	Ta	180,948
Germanio	Ge	72,59	Tecnecio	Tc	97
Hafnio	Hf	178,49	Telurio	Te	127,60
Helio	He	4,0026	Terbio	Tb	158,924
Hidrógeno	H	1,0079	Titanio	Ti	47,90
Hierro	Fe	55,847	Torio	Th	232,038
Holmio	Ho	164,93	Tulio	Tm	168,934
Indio	In	114,82	Tungsteno	W	183,85
Iridio	Ir	192,2	Uranio	U	238,03
Iterbio	Yb	173,04	Vanadio	V	50,942
Itrio	Y	88,905	Xenón	Xe	131,30
Kriptón	Kr	83,80	Yodo	I	126,9044
Lantano	La	138,91			