

28ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA

17 DE SEPTIEMBRE DE 2018

CERTAMEN ZONAL-NIVEL INICIAL - RESPUESTAS

(Utiliza solamente la tabla periódica suministrada por los docentes para resolver el examen)

Datos útiles:

Número de avogadro = $6,02 \times 10^{23}$

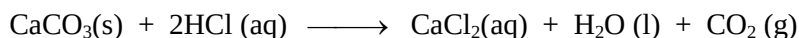
$R = 0,082 \text{ atm L / K mol}$

$P V = n R T$

$T (\text{K}) = T (^\circ\text{C}) + 273,15$

$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1,0131 \text{ bar} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$

1. En la siguiente reacción química:



Si se hacen reaccionar 20,0 g de carbonato de calcio con una cantidad suficiente de ácido clorhídrico, responde:

a) ¿Qué masa de cloruro de calcio se formará? (3 puntos)

(i) 44,4 g ☐

(ii) 22,2g ☒

(iii) 0,22Kg ☐

(iv) 20,0g ☐

b) ¿Qué volumen de dióxido de carbono, a 25° C y 1 atm de presión, se desprenderá? (3 puntos)

(i) 2,44 L ☐

(ii) 4,89 L ☒

(iii) 489mL ☐

(iv) 244mL ☐

2. Señala con una cruz la afirmación correcta: (3 puntos)

a) El número de átomos que hay en 5 g de O_2 es igual al número de moléculas que hay en 10 g de O_2 . ☒

b) La masa atómica de un elemento es la masa en gramos de un átomo de dicho elemento. ☐

c) Masas iguales de dos elementos distintos A y B contienen el mismo número de átomos. ☐

d) El número de moléculas de un gas en un volumen determinado depende del tamaño de las moléculas. ☐

e) Un mol de hierro ocupa un volumen de 22,4 L. ☐

3. Si se calientan 200 mL de un gas desde 10 °C a 20 °C manteniendo constantes el número de moléculas y la presión, el volumen que ocupará será aproximadamente: (4 puntos)

(a) 50mL ☐

(b) 200mL ☐

(c) 207,1mL ☒

(d) 414,2 mL ☐

4. Cierta volumen de un gas está sometido a una presión de 760 mmHg cuando su temperatura es de 25 °C. ¿A qué temperatura deberá estar para que su presión sea de 900 mm Hg? (4 puntos)

(a) -39,5 °C ☐

(b) 29,6 °C ☐

(c) 79,9 °C ☒

(d) 35,3 °C ☐

5. Un vendedor de globos tiene un tubo de 30 L lleno de hidrógeno a la temperatura de 25 °C y sometido a una presión de 8 atm. ¿Cuántos globos de 2 L, a 1 atm de presión y misma temperatura, podría llenar con todo el hidrógeno del tubo? (8 puntos)

Aplicamos la ley de gases ideales para calcular los moles de H_2 gaseoso que hay en el tubo:

$$PxV = nxRxT \rightarrow n = \frac{PxV}{RxT} = \frac{8 \text{ atm} \times 30 \text{ L}}{298,15 \text{ K} \times 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{Kmol}}} = 9,82 \text{ moles}$$

Luego, hacemos lo mismo para conocer los moles en cada globo:

$$n = \frac{PxV}{RxT} = \frac{1 \text{ atm} \times 2 \text{ L}}{298,15 \text{ K} \times 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{Kmol}}} = 0,082 \text{ moles}$$

Dividimos los moles totales por los de cada globo y tendremos la cantidad de globos que se pueden llenar:

Cantidad de globos= _____120_____

6. ¿Cuál es la densidad del $F_2(g)$ en una muestra que ejerce una presión de 95 mmHg a $0^\circ C$? (4 puntos)

- (a) 0,21 g/L ☒ (b) 1,6g/L ☐ (c) 0,16 g/L ☐ (d) 1,1 g/L ☐

7. La concentración del ion cloruro en una solución de cloruro de calcio es 2,0 M. Sería, entonces, correcto clasificar a esta solución como: (3 puntos)

- (a) 2,0 M de Ca^{2+} ☐ (b) 2,0 M de $CaCl_2$ ☐ (c) 4,0 M de $CaCl_2$ ☐
(d) 1,0M de $CaCl_2$ ☒ (e) 4,0 M de Cl^- ☐

8. Si se toman 100 mL de una solución de HCl 2 M y se llevan a 1 L de volumen final. ¿Cuál será la concentración molar de la solución resultante? (4 puntos)

- (a) 0,1 M ☐ (b) 0,2M ☒ (c) 2,0M ☐ (d) $10^{-2}M$ ☐

9. ¿Cuál es la concentración del ion sodio en una solución elaborada al mezclar 100 mL de Na_2SO_4 0,100 M, 100 mL de NaCl 0,250 M y 200 mL de Na_3PO_4 0,0250 M? Puedes suponer que los volúmenes son aditivos. (5 puntos)

- (a) 0,100 M ☐ (b) 0,120M ☐ (c) 0,150 M ☒ (d) 0,060M ☐ (e) 0,040M ☐

10. Una solución acuosa de ácido sulfúrico tiene una densidad de 1,25 g/mL y contiene un 34,0 % en peso de ácido sulfúrico. Determina la masa de ácido sulfúrico en 200 mL de solución. (7 puntos)

La solución de ácido sulfúrico contiene 34 g de H_2SO_4 en 100 g de solución. Para conocer la masa de H_2SO_4 en 200 mL de solución, conviene expresar a la cantidad de solución en gramos (es decir, en unidades de masa). Para ello, sabiendo que la densidad, d , es m/V y que vale 1,25 g/mL entonces:

$$d = 1,25 \text{ g/mL} = m / V = m / 200 \text{ mL. Por lo tanto, } m_{\text{solución}} = 250 \text{ g.}$$

Luego, por regla de 3 simple, sabiendo que en 100 g de solución hay 34 g de ácido sulfúrico, es posible obtener la masa de ácido sulfúrico en 250 g de solución.

$$\text{Masa de } \text{H}_2\text{SO}_4 = \underline{\quad 85 \quad} \text{ g}$$

11. Se prepara una solución disolviendo 85,0 g de NH_3 en suficiente agua para producir 1,00 L de solución. Se conoce, además, que esta solución tiene una densidad de 0,960 g/mL. ¿Cuál es la molalidad (m) del amoníaco en la solución? (5 puntos)

- (a) 5,21 ☐ (b) 5,00 ☐ (c) 5,71 ☒ (d) 4,61 ☐ (e) 4,78 ☐

12. ¿Qué masa de dicromato de potasio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ($M_r = 294 \text{ g/mol}$) deberá pesarse para preparar 500 mL de una solución acuosa que contenga 10 ppm de cromo? (8 puntos)

Se desea preparar una solución que sea 10 ppm en cromo, es decir, que contenga 10 mg de Cr por litro de solución. Como el volumen a preparar es de 500 mL, entonces se requerirán de 5 mg de Cr.

$$\text{Luego, moles de Cr} = \text{masa de Cr} / A_r \text{ Cr} = 9,62 \times 10^{-5} \text{ moles.}$$

Dado que por cada mol de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ hay 2 moles de Cr, entonces se requerirán de $4,81 \times 10^{-5}$ moles de la sal.

$$\text{Luego, la masa de } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ necesaria será } m = n_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times M_{r,\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 0,01414 \text{ g} = 14,14 \text{ mg}$$

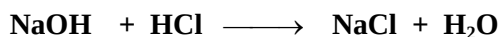
$$\text{Masa de } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \underline{\quad 14,14 \quad} \text{ mg}$$

13. ¿Qué volumen de una solución de hidróxido de sodio 0,30 M se necesita para neutralizar 10 mL de una solución H_2SO_4 0,15 M? (4 puntos)

- (a) 20 mL ☐ (b) 5 mL ☐ (c) 15 mL ☐ (d) 30 mL ☐ (e) 10 mL ☒

14. Una sosa cáustica comercial contiene hidróxido de sodio e impurezas que no tienen carácter ácido-base. Para determinar la pureza de esta muestra comercial se disuelven 25,06 g en agua hasta obtener un volumen total de 1 L de solución. 10 mL de esta solución se tratan con una solución de ácido clorhídrico 0,50 M, necesitándose para la completa reacción del hidróxido de sodio contenido en la muestra, 11,45 mL de dicha solución.

a) Escribe la ecuación química correspondiente a la reacción que tiene lugar. (1 punto)



b) Determina la concentración molar de NaOH en la solución valorada. (6 puntos)

Si la reacción es completa, entonces el número de moles de HCl tiene que ser el mismo que el número de moles de NaOH. Es decir, $n_{\text{NaOH}} = n_{\text{HCl}}$.

Entonces, también se va a cumplir que: $[\text{NaOH}] \times V_{\text{NaOH}} = [\text{HCl}] \times V_{\text{HCl}}$

La única incógnita en la expresión anterior, resulta ser justamente $[\text{NaOH}]$ que es lo que buscamos determinar. Reemplazando con $V_{\text{NaOH}} = 10 \text{ mL}$, $[\text{HCl}] = 0,50 \text{ M}$ y $V_{\text{HCl}} = 11,45 \text{ mL}$ se obtiene que $[\text{NaOH}] = 0,5725 \text{ M}$

$$[\text{NaOH}] = \underline{\hspace{1cm}} 0,5725 \underline{\hspace{1cm}} \text{ M}$$

c) Calcula el porcentaje en masa de hidróxido de sodio puro que contiene la sosa cáustica comercial. (6 puntos)

Del ítem anterior se obtuvo que la solución valorada contiene 0,5725 moles de NaOH por litro de solución. Como los 25,06 g de la muestra de sosa cáustica comercial se disolvieron hasta obtener 1 L de solución, entonces en dicha muestra se tienen justamente 0,5725 moles de NaOH. Sabiendo que el M_r del NaOH es 40 g/mol, entonces esos moles equivalen a 22,9 g de NaOH.

Para obtener el porcentaje de NaOH en masa en la muestra de sosa cáustica, aplicamos la siguiente ecuación:

$$\% \text{ NaOH} = (m_{\text{NaOH}} / m_{\text{muestra}}) \times 100$$

Se obtiene que $\% \text{NaOH} = 91,4 \%$.

$$\% \text{ NaOH} = \underline{\quad 91,4 \quad} \%$$

15. Una solución acuosa de etilenglicol ($\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$, $M_r = 62,07 \text{ g/mol}$) está compuesta por etilenglicol al 10,00 % en peso. ¿Qué porcentaje de las moléculas presentes son moléculas de agua? **(8 puntos)**

La solución contiene 10 g de etilenglicol (al que llamaremos EG) en 100 g de solución. Entonces, en esos 100 g de solución hay 10 g de EG y 90 g de H_2O . Con los M_r del EG y del agua, podemos conocer el número de moles de cada compuesto en la solución:

$$n_{\text{EG}} = m_{\text{EG}} / M_{r,\text{EG}} = 10\text{g} / 62,07\text{g/mol} = 0,161 \text{ moles}$$

$$n_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} / M_{r,\text{agua}} = 90\text{g} / 18\text{g/mol} = 5 \text{ moles}$$

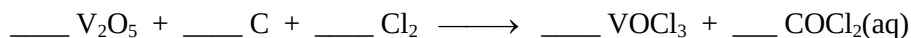
Luego, el número de moles totales, n_{total} , es igual a 5,161 moles.

Por último, el % de moléculas de agua será igual al % de moles de agua en la solución, por lo tanto:

$$\% \text{ moléculas de agua} = (n_{\text{agua}} / n_{\text{total}}) \times 100 = (5/5,161) \times 100 = 96,88 \%$$

$$\% \text{ de moléculas de agua} = \underline{\quad 96,88 \quad} \%$$

16. Considera la siguiente reacción (la ecuación NO está balanceada): **(4 puntos)**



Cuando la reacción está balanceada, muestra que por cada mol de VOCl_3 formado se requieren:

- (a) 1 mol de C ☐ (b) 1,5 moles de C ☒ (c) 0,667 moles de C ☐ (d) 3 moles de C ☐

17. 20,0 g de un cloruro de un metal desconocido M, MCl, se disuelven en 100 mL de agua. Si se requieren de 357 mL de AgNO_3 de concentración 0,750 M, para precipitar todo el cloruro de la solución como AgCl (s), ¿cuál es la identidad del metal desconocido M? **(10 puntos)**

La reacción de precipitación es la siguiente: $\text{MCl(aq)} + \text{AgNO}_3\text{(aq)} \longrightarrow \text{AgCl(s)} + \text{MNO}_3\text{(aq)}$

Muestra tus cálculos en el siguiente recuadro y marca la opción que consideres correcta al final.

Como se puede ver en la reacción, la estequiometría es 1 a 1, por lo que el número de moles de AgNO_3 será igual al número de moles de MCl. Para calcular el número de moles de AgNO_3 podemos recurrir a la siguiente expresión:

$$n_{\text{AgNO}_3} = [\text{AgNO}_3] \times V_{\text{AgNO}_3} \text{ (con el volumen en L)}$$
$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,750 \text{ M} \times 0,357 \text{ L} = 0,26775 \text{ moles}$$

$$\text{Luego, } n_{\text{MCl}} = n_{\text{AgNO}_3} = 0,26775 \text{ moles} = n_{\text{M}}$$

También se sabe que $m_{\text{MCl}} = 20,0 \text{ g}$, por lo tanto:

$$M_{\text{r,MCl}} = m_{\text{MCl}} / n_{\text{MCl}} = 20,0 \text{ g} / 0,26775 \text{ moles} = 74,697 \text{ g/mol}$$

$$\text{Por último: } M_{\text{r,MCl}} = A_{\text{r,M}} + A_{\text{r,Cl}} = A_{\text{r,M}} + 35,453 \text{ g/mol} = 74,697 \text{ g/mol}$$

$$\text{Despejando se obtiene que } A_{\text{r,M}} = 39,244 \text{ g/mol}$$

De la lista de abajo, y buscando los A_{r} respectivos en la tabla periódica, se deduce que M es potasio.

- (a) Ag ☐ (b) Na ☐ (c) Li ☐ (d) Tl ☐ (e) K ☒