



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES**

|   |  |
|---|--|
| Año: 2017   | Período: Primer Término                    |
| Materia: QUÍMICA GENERAL  | Coordinador: QF. Marianita Pazmiño, Mgter. |
| Evaluación: Segundo   | Fecha: 1 de septiembre de 2017             |
| <b>COMPROMISO DE HONOR</b>  |  |
| Yo, ..... al firmar este compromiso, reconozco que el presente examen está diseñado para ser resuelto de manera individual, que puedo usar una calculadora <i>ordinaria</i> para cálculos aritméticos, un lápiz o esferográfico; que solo puedo comunicarme con la persona responsable de la recepción del examen; y, cualquier instrumento de comunicación que hubiere traído, debo apagarlo y depositarlo en la parte anterior del aula, junto con algún otro material que se encuentre acompañándolo. No debo además, consultar libros, notas, ni apuntes adicionales a las que se entreguen en esta evaluación. Los temas debo desarrollarlos de manera ordenada. |  |
| <b>Firmo al pie del presente compromiso, como constancia de haber leído y aceptar la declaración anterior.</b>  |  |
| "Como estudiante de ESPOL me comprometo a combatir la mediocridad y actuar con honestidad, por eso no copio ni dejo copiar".  |  |
| Firma _____   | NÚMERO DE MATRÍCULA:..... PARALELO:.....   |

**1. DISOLUCIONES (5 PUNTOS)**

Se toman 40 mL de ácido clorhídrico concentrado (36% en peso y 1.18 g/cm<sup>3</sup> de densidad) y se añade agua hasta completar 500 mL de disolución. Calcule:

- La concentración normal (N) de la disolución.
- La concentración molar (M) de la disolución.
- Si se desea preparar 250 mL de una disolución 0.100 M de HCl a partir de la solución obtenida en el paso anterior, ¿Cuántos mL de la disolución se deben utilizar? (PM HCl = 36.5 g/ mol)

- a) Normalidad de la disolución resultante

$$N = \frac{\text{Equivalentes} - \text{gramos de soluto}}{\text{Volumen de disolución (L)}}$$

$$\text{Equivalentes} - \text{gramos soluto} = \frac{g \text{ de soluto}}{\text{Peso Equivalente}}$$



$$\text{Peso equivalente} = \text{Peso molecular} = 36.5 \text{ g/mol}$$

$$\text{gramos HCl} = 40 \text{ mL disolución} \times \frac{1.18 \text{ g disolución}}{1 \text{ mL disolución}} \times \frac{36 \text{ g HCl}}{100 \text{ g disolución}} = 16.99 \text{ g HCl}$$

$$\text{Equivalentes} - \text{gramos HCl} = \frac{16.99 \text{ g HCl}}{36.5} = 0.4655 \text{ equivalentes} - \text{gramos HCl}$$

$$\text{Volumen de la disolución (L)} = 500 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.5 \text{ L}$$

$$\text{Normalidad} = \frac{0.4655 \text{ equivalentes} - \text{gramos HCl}}{0.5 \text{ L}} = 0.93 \text{ N}$$

b) Como es un ácido monoprótico la Normalidad = Molaridad = 0.93 N

c) Volumen necesario para preparar 250 mL de disolución 0.100 M

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

$$V1 = \frac{0.1 \text{ M} \times 250 \text{ mL}}{0.93 \text{ M}} = 26.88 \text{ mL}$$

| <b>TEMA 1: DISOLUCIONES (5 PUNTOS)</b>   |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <b>Conductas y Niveles de desempeño (inicial/En desarrollo/ Desarrollado/Excelente)</b>              |   |  |  |  |
| <b>NIVELES DE EJECUCIÓN</b>  | <b>INICIAL</b>  | <b>EN DESARROLLO</b>   | <b>DESARROLLADO</b>  | <b>EXCELENTE</b>   |
| Desempeño en calcular la concentración Normal de una disolución y realizar una dilución de la misma. | El estudiante calcula los gramos de HCl en la disolución. | El estudiante calcula los gramos de HCl en la disolución y el volumen en L de la disolución. | El estudiante calcula los moles de HCl en la disolución, la concentración normal (N) de la disolución y la Molaridad que en este caso es igual que la Normalidad por ser un ácido monoprótico. | El estudiante calcula los moles de HCl en la disolución, el volumen en L, la concentración normal (N) de la disolución y el volumen necesario para preparar la nueva disolución. |
| Puntaje  | 0-1   | 1.1-2  | 2.1-3  | 3.1-5  |

## 2. PROPIEDADES COLIGATIVAS (10 PUNTOS)

La resorcina es un derivado fenólico sintético que presenta propiedades queratoplásticas que favorece la regeneración de la epidermis. Al disolver 0.572 g de resorcina en 19.31 g de agua, el punto de ebullición de la disolución es de 100.14 °C. Datos:  $K_f = 1.36^\circ\text{C}/\text{m}$  y  $K_b = 0.52^\circ\text{C}/\text{m}$

Determine:

- La masa molar de la resorcina y,
- La cantidad de moléculas de resorcina existentes en 5 g de la misma

Resolución:

Datos:

Presorcina: 0.572 g

P disolvente: 19.31 g

Pebullición de la disolución: 100.14°C

$K_b$ : 0.52°C/m

Masa molar=?

$$T_{\text{disol.}} = 100 + \Delta T \quad \text{Despejar } \Delta T_b = T_{\text{disol.}} - 100 = 100.14 - 100 = 0.14^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_b = K_b \times m \quad \text{Despejar } m = \Delta T / K_b = 0.14^\circ\text{C} / 0.52^\circ\text{C}/\text{m} = 0.2692 \text{ m}$$

$$0.2692 \text{ m} = 0.2692 \text{ moles} / \text{kg disolvente} \times 0.01931 \text{ kg} = 0.005198 \text{ moles}$$

$$PM = \text{g}/\text{moles} = 0.572 \text{ g} / 0.005198 \text{ moles} = 110.04 \text{ g/mol}$$

$$5 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{110.04 \text{ g}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 2.74 \times 10^{22} \text{ moléculas de resorcina}$$

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Masa molar de la resorcina | 110.04 g/mol                                 |
| Número de moléculas        | $2.74 \times 10^{22}$ moléculas de resorcina |

### Rúbrica

| TEMA 2: PROPIEDADES COLIGATIVAS ( 10 PUNTOS)   |   |  |   |   |
|--|---|--|---|---|
| Conductas y Niveles de desempeño (inicial/En desarrollo/ Desarrollado/Excelente)                     |   |  |   |   |
| NIVELES DE EJECUCIÓN   | INICIAL   | EN DESARROLLO  | DESARROLLADO  | EXCELENTE   |
| Desempeño en determinar la masa molar de un compuesto mediante el uso de las propiedades coligativas | El estudiante calcula $\Delta T_b$ , utilizando el punto de ebullición del disolvente puro. | El estudiante calcula correctamente la molalidad de la disolución utilizando la ecuación de $\Delta T_b$ . | El estudiante calcula correctamente los moles del soluto utilizando los datos correspondientes. | El estudiante calcula correctamente la masa molar (PM) y la cantidad de moléculas existentes. |
| Puntaje  | 0 - 2   | 2.1 - 4  | 4.1 - 6   | 6.1 -10   |

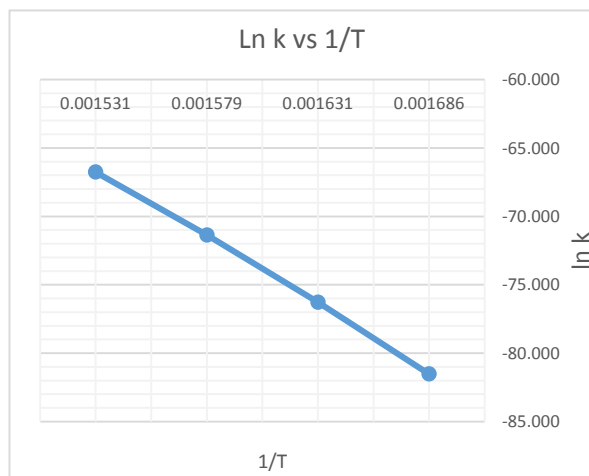
### 3. CINÉTICA QUÍMICA (ECUACIÓN DE ARRHENIUS) 10 PUNTOS

Para una reacción dada, se obtuvieron los siguientes datos:

| T (°C) | k (s <sup>-1</sup> )  |
|--------|-----------------------|
| 320    | $2.88 \times 10^{-4}$ |
| 340    | $4.87 \times 10^{-4}$ |
| 360    | $7.96 \times 10^{-4}$ |
| 380    | $1.26 \times 10^{-3}$ |

- Realice una gráfica  $\ln k$  vs  $1/T$
- Calcule el valor de  $E_a$  para esta reacción utilizando el valor de la pendiente.
- ¿Cuál es el valor de la constante de velocidad (k) cuando la temperatura es de 100°C?

|        | T (°C) | T (K) | 1/K      | k (s <sup>-1</sup> )  | Ln k    |
|--------|--------|-------|----------|-----------------------|---------|
| Punto1 | 100    | 373   | 0.002681 | X                     | X       |
| Punto2 | 320    | 593   | 0.001686 | $2.88 \times 10^{-4}$ | -8.1526 |
|        | 340    | 613   | 0.001631 | $4.87 \times 10^{-4}$ | -7.6272 |
|        | 360    | 633   | 0.001579 | $7.96 \times 10^{-4}$ | -7.1359 |
|        | 380    | 653   | 0.001531 | $1.26 \times 10^{-3}$ | -6.6766 |



$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{(-6.6766 - (-8.1526))}{0.001531 - 0.001686} = -9522.58 \text{ K}$$

$$m = \frac{-E_a}{R}$$

$$E_a = -(-9522.58 \text{ K}) \times 8.314 \text{ J/mol K} = 79100 \text{ J/mol} = 79.1 \text{ kJ/mol}$$

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

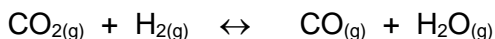
$$\ln \frac{k_1}{2.88 \times 10^{-4}} = \frac{79180}{8.314} \left( \frac{1}{593} - \frac{1}{373} \right) = -9.47$$

$$k_1 = e^{-9.47} \times 2.88 \times 10^{-4} = 2.22 \times 10^{-8}$$

| TEMA 3 : CINÉTICA QUÍMICA (10 PUNTOS)  |   |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
| Conductas y Niveles de desempeño (inicial/En desarrollo/ Desarrollado/Excelente)                         |   |   |  |   |
| NIVELES DE EJECUCIÓN   | INICIAL   | EN DESARROLLO   | DESARROLLADO   | EXCELENTE   |
| Desempeño en la utilización de la ecuación lineal de Arrhenius para determinar la energía de activación. | El estudiante calcula $1/T(K)$ y el logaritmo de la constante $k$ . | El estudiante con los datos obtenidos en el primer paso realiza la gráfica $\ln k$ vs $1/K$ | El estudiante además calcula la pendiente ( $m$ ) de la gráfica y calcula la $E_a$ | El estudiante además escribe y utiliza la ecuación de Arrhenius para obtener el valor de la constante $k$ a $100^\circ\text{C}$ |
| Puntaje  | 0 – 2   | 2.1 – 4   | 4.1 – 8  | 8.1–10  |

#### 4. EQUILIBRIO QUÍMICO (10 PUNTOS)

El dióxido de carbono reacciona con el hidrógeno a  $686^\circ\text{C}$ , de acuerdo al siguiente sistema en equilibrio



Las concentraciones en el equilibrio de las especies reactivas son:  $[\text{CO}] = 0.050 \text{ M}$ ,  $[\text{H}_2] = 0.045 \text{ M}$ ,  $[\text{CO}_2] = 0.086 \text{ M}$  y  $[\text{H}_2\text{O}] = 0.040 \text{ M}$ . Si se añadiera  $\text{CO}_2$  para aumentar la concentración a  $0.50 \text{ mol/L}$ . ¿cuáles serían las concentraciones de todos los componentes de la reacción una vez que se ha alcanzado nuevamente el equilibrio?

### Resolución

Cálculo de  $K_c$  con las concentraciones dadas en el equilibrio de la reacción

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{[0.05][0.04]}{[0.086][0.045]} = 0.517$$

Si se aumenta la concentración de  $\text{CO}_2$  hasta  $0.5 \text{ M}$ , esta se convierte en la concentración inicial de  $\text{CO}_2$  y la concentración en el equilibrio se calcula de acuerdo al siguiente cuadro:

|            | $\text{CO}_{2(g)}$<br>$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ | + | $\text{H}_{2(g)}$ | $\leftrightarrow$ | $\text{CO}_{(g)}$ | +      |
|------------|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|--------|
| Inicio     | 0.5  |   | 0.045             |                   | 0.05              | 0.04   |
| Cambio     | -X   |   | -X                |                   | X                 | X      |
| Equilibrio | 0.5-X  |   | 0.045-X           |                   | 0.05+X            | 0.04+X |

Considerando que la constante en el equilibrio es la misma a  $686^\circ\text{C}$

$$0.517 = \frac{[0.05 + x][0.04 + x]}{[0.5 - x][0.045 - x]}$$

Resolviendo la ecuación el valor de  $X = 0.025$

Entonces las nuevas concentraciones en el equilibrio son:

$$[\text{CO}] = 0.075 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = 0.065 \text{ M}$$

$$[\text{CO}_2] = 0.475 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = 0.020 \text{ M}$$

| TEMA 4: EQUILIBRIO QUÍMICO (10 PUNTOS)                        |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
| Conductas y niveles de desempeño                              |  |  |  |   |
| NIVELES DE EJECUCIÓN  | INICIAL  | EN DESARROLLO  | DESARROLLADO   | EXCELENTE   |
| Reconocer los conceptos de Equilibrio químico y su aplicación | El estudiante reconoce que las concentraciones están en el equilibrio y calcula la constante $K_c$ | El estudiante reconoce que la nueva concentración se convierte en concentración inicial y realiza el cuadro. | El estudiante plantea la forma correcta de calcular concentraciones en el equilibrio y calcula $x$ | El estudiante utiliza el valor de $x$ en el cálculo de las concentraciones en el equilibrio |
|   | 0 - 4  | 4.1 - 6  | 6.1 - 8  | 8.1 - 10  |

### 5. PREDICCIÓN DEL EQUILIBRIO (5 PUNTOS)

En base al principio de Le Châtelier, identifique la veracidad de los siguientes enunciados y justifique los que considere falsos.

V: VERDADERA

F: FALSA

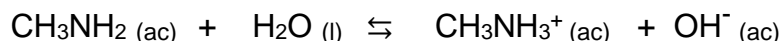
| ENUNCIADO   | V o F | JUSTIFICACIÓN  |
|---|-------|--|
| Dada la siguiente reacción<br>$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$<br>A una temperatura determinada, la constante de equilibrio ( $K_p$ ) es proporcional a la cantidad inicial de $\text{CO}_2(\text{g})$ . | F     | La constante $K_p$ sólo depende de la cantidad de $\text{CO}_2$ en el equilibrio<br>$K_p = P_{\text{CO}_2}$                      |
| En un sistema en equilibrio, un catalizador disminuye, en la misma magnitud, la energía de activación requerida para la reacción directa y para la inversa.   | V     | -----  |
| Se alcanza el equilibrio químico cuando la concentración de reactivos es igual a la concentración de productos  | F     | En el equilibrio, las concentraciones de los productos y reactivos no son iguales, sólo permanecen constantes.                   |
| En el equilibrio:<br>$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$<br>$K_p$ y $K_c$ son iguales   | F     | La relación de $K_c$ y $K_p$ está dada por la expresión: $K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n}$                                      |
| En un equilibrio $K_p = K_c$ si todas las especies son gases  | F     | La relación de $K_c$ y $K_p$ es la misma sólo si la variación entre el número de moles gaseoso de productos y reactivos es nula. |

| <b>TEMA 5: PRINCIPIO DE LE CHÂTELIER (5 PUNTOS)</b>                             |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
| Conductas y niveles de desempeño (Inicial/En desarrollo/Desarrollado/Excelente) |  |  |   |   |
| <b>NIVELES DE EJECUCIÓN</b>   | <b>INICIAL</b>   | <b>EN DESARROLLO</b>   | <b>DESARROLLADO</b>   | <b>EXCELENTE</b>  |
| Desempeño en predecir el desplazamiento del equilibrio ante una perturbación.   | El estudiante identifica correctamente un enunciado con su respectiva justificación. | El estudiante identifica correctamente al menos 2 enunciados con su justificación. | El estudiante identifica correctamente hasta 4 enunciados con su justificación. | El estudiante identifica correctamente todos los enunciados con su respectiva justificación |
| Puntaje   | <b>0 – 1</b>   | <b>1.1 – 2.1</b>   | <b>2.1 – 4</b>  | <b>4.1–5</b>  |

## 6. EQUILIBRIO ÁCIDO –BASE: % DE IONIZACIÓN (8 PUNTOS)

Se prepara en el laboratorio una disolución acuosa de metilamina ( $CH_3NH_2$ ) en un recipiente, con un instrumento para medir el pH se encontró que a 25 °C es de 11.94 en el equilibrio y su porcentaje de ionización de 4.36 %. Escriba la reacción química y determine la  $K_b$  de la disolución.

La reacción química es la siguiente:



$$pOH = 14 - pH = 14 - 11.94 = 2.06$$

$$[OH^-] = 10^{-2.06} = 8.71 \times 10^{-3} M$$

$$\% I = \frac{[OH^-]}{[sustancia\ inicial]} \times 100$$

$$[CH_3NH_2] = \frac{[OH^-]}{\% I} \times 100 = \frac{8.71 \times 10^{-3} M}{4.36} \times 100 = 0.199 M$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{[CH_3NH_2]} = \frac{(8.71 \times 10^{-3} M)^2}{0.199 M} = 3.81 \times 10^{-4}$$

| TEMA 6: EQUILIBRIO ÁCIDO - BASE (8 PUNTOS)                                      |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
| Conductas y niveles de desempeño (Inicial/En desarrollo/Desarrollado/Excelente) |   |   |  |  |
| NIVELES DE EJECUCIÓN  | INICIAL   | EN DESARROLLO   | DESARROLLADO   | EXCELENTE  |
| Desempeño en calcular la constante de equilibrio básica de una disolución       | El estudiante escribe la reacción química y calcula el pOH de la disolución | El estudiante calcula la concentración de $OH^-$ en la disolución | El estudiante calcula la concentración de metilamina utilizando el porcentaje de ionización. | El estudiante calcula la constante de disociación básica ( $K_b$ ) de la disolución. |
| Puntaje   | 0 – 2   | 2.1 – 4.0   | 4.1 – 6  | 6.1–8  |

## 7. EQUILIBRIO ÁCIDO –BASE (2 PUNTOS)

Cuando las siguientes disoluciones acuosas de concentración  $0.10 \text{ mol dm}^{-3}$  se disponen de forma creciente respecto de su pH, cuál es el orden correcto? Justifique, indicando el grado de acidez de cada una.

| $\text{CH}_3\text{NH}_2$ (aq)   | $\text{NaOH}$ (aq) | $\text{HCl}$ (aq) | $\text{CH}_3\text{COOH}$ (aq) |
|---|--------------------|-------------------|-------------------------------|
| a) $\text{NaOH}$ , $\text{CH}_3\text{NH}_2$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$ , $\text{HCl}$   |                    |                   |                               |
| b) <b><math>\text{HCl}</math>, <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>, <math>\text{CH}_3\text{NH}_2</math>, <math>\text{NaOH}</math></b> |                    |                   |                               |
| c) $\text{HCl}$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{CH}_3\text{NH}_2$   |                    |                   |                               |
| d) $\text{NaOH}$ , $\text{CH}_3\text{NH}_2$ , $\text{HCl}$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$   |                    |                   |                               |

Respuesta : b

Justificación: Orden ascendente de pH: ácido fuerte ( $\text{HCl}$ ), ácido débil ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), base débil ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ), base fuerte ( $\text{NaOH}$ ).

| TEMA 7: ÁCIDOS Y BASES ( 2 PUNTOS)   |   |               |              |  |
|--|---|---------------|--------------|--|
| Conductas y niveles de desempeño(Inicial / En desarrollo / Desarrollado / Excelente) |   |               |              |  |
| NIVELES DE EJECUCIÓN   | INICIAL   | EN DESARROLLO | DESARROLLADO | EXCELENTE  |
| Desempeño en identificar el grado de acidez de ácidos y bases fuertes y débiles.     | El estudiante no identifica el grado de acidez de los ácidos y bases. | -             | -            | El estudiante identifica y justifica el grado de acidez de todos los ácidos y bases fuertes y débiles. |
| Puntaje  | 0   | 0             | 0            | 0.1-2  |