

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

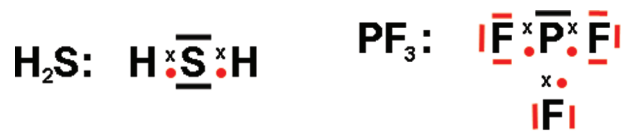
15 de julio de 2017

1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. Dadas las especies químicas H_2S y PF_3 : a) Representarlas mediante estructuras de Lewis. b) Predecir la geometría de las especies anteriores según la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia. c) Razonar si cada una de las moléculas es polar o apolar.

Respuesta:

- a) Las respectivas representaciones de Lewis serán:



- b) Aunque en ambos casos, la hibridación del elemento central es del tipo sp^3 , para el H_2S , la estructura será angular, debido a la presencia de dos pares de electrones no compartidos. Para el PF_3 , la estructura será piramidal, debido a la presencia de un par de electrones no compartido.
- c) Debido a la polaridad, tanto del enlace H-S, como del enlace P-F, así como las respectivas geometrías, ambas moléculas serán polares.
2. Dados los elementos A ($Z = 20$) y B ($Z = 17$), responder, razonando, a las siguientes cuestiones: a) Indicar las configuraciones electrónicas de dichos elementos. b) Indicar la opción correcta que muestra los números cuánticos del electrón más energético del elemento de $Z = 20$: 1- (4, 1, -1, 1/2), 2- (4, 0, -1, -1/2), 3- (3, 2, -2, 1/2), 4- (4, 0, 0, -1/2). c) Indicar a qué grupo y periodo pertenecen los elementos. d) Indicar cuál de ellos tendrá mayor potencial de ionización. e) Razonar qué tipo de enlace se podrá formar entre A y B y cuál será la fórmula del compuesto resultante.

Respuesta:

- a) Las respectivas configuraciones electrónicas serán: A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$. B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- b) Al tratarse del electrón más energético, su número cuántico n tendrá el valor 4. Al encontrarse en un orbital s, su número cuántico l valdrá 0, así como su número cuántico m . El número cuántico s puede tomar los valores $+1/2$ y $-1/2$, por lo que la opción correcta es la **4**.
- c) A: **grupo 2, periodo 4 (Ca)**. B: **grupo 17, periodo 3 (Cl)**
- d) Los elementos de más a la izquierda de la tabla periódica tienen tendencia a adquirir la configuración de gas noble cediendo electrones (energía de ionización baja, por tanto), mientras que los elementos de más a la derecha tienden a adquirir dicha configuración captando electrones (energía de ionización alta). Por tanto, el elemento de mayor potencial de ionización de los indicados es el **cloro**.
- e) dada la situación de los elementos en la tabla periódica, y su diferencia de electronegatividades, cabe esperar la formación entre ellos de un compuesto iónico, que tendrá la fórmula $\text{Ca Cl}_2 (\text{Ca}^{2+} 2 \text{Cl}^-)$
3. Considerando los elementos de números atómicos respectivos 9, 11, 15 y 17. a) Escribir sus configuraciones electrónicas e indicar la posición de los mismos en la tabla periódica (periodo y grupo). b) Ordenar, en orden creciente, los elementos según su radio atómico. Razonar la respuesta. c) Ordenar razonadamente los elementos en orden creciente en función de su energía de ionización.

Respuesta:

- a) Las respectivas configuraciones electrónicas son: $Z = 9$: $1s^2 2s^2 2p^5$; **periodo 2, grupo 17**. (F); $Z = 11$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$; **periodo 3, grupo 1** (Na); $Z = 15$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ (P) **periodo 3, grupo 15**; $Z = 17$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; **periodo 3, grupo 17** (Cl)
- b) A lo largo de un periodo, aumenta el radio atómico al desplazarnos de derecha a izquierda, por lo el radio atómico de los elementos pertenecientes a este periodo (Na, P y Cl) se ordenará, de la forma:

$r_{Cl} < r_P < r_{Na}$. Por otra parte, a lo largo de un grupo, el radio atómico disminuye al subir a lo largo de dicho grupo, por lo que el radio atómico del F será menor que el del Cl.. Con todo esto, la ordenación creciente de radios atómicos quedará así: $r_F < r_{Cl} < r_P < r_{Na}$

c) La energía de ionización aumenta al desplazarnos en un periodo de izquierda a derecha, y en un grupo de abajo hacia arriba, por lo que el orden creciente de energías de ionización es: $r_{Na} < r_P < r_{Cl} < r_F$.

4. El dióxido de carbono es una molécula apolar, mientras que el agua es una molécula polar. a) Explicar la polaridad a partir de la geometría molecular. b) Confirmar estas geometrías empleando las estructuras de Lewis y aplicando la teoría de repulsión de pares de electrones de valencia.

Respuesta:

a) La molécula de dióxido de carbono es lineal, de forma que, aunque los dos enlaces carbono-hidrógeno son polares, el momento dipolar de la molécula es nulo. En el caso del agua, la molécula es angular, con lo que su momento dipolar neto no es nulo.

b) Las estructuras de Lewis son las siguientes:



Para la molécula de agua, la repulsión entre los dos pares de electrones no compartidos sobre el átomo de oxígeno hace que los enlaces O - H se separen del ángulo de 180° , convirtiendo la molécula en angular.

2. ESTEQUIOMETRÍA.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

4. TERMOQUÍMICA.

1. Indicar, razonando la respuesta, si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones: a) La energía libre depende de la temperatura. b) Todas las reacciones exotérmicas son espontáneas. c) La variación de entropía de una reacción espontánea es siempre negativa.

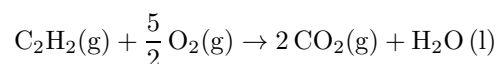
Respuesta:

a) Verdadera. La energía libre es; $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

b) Falsa: una reacción exotérmica ($\Delta H < 0$) puede ser compensada por un valor de $T\Delta S$ negativo, de forma que se cumpla: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$.

c) Falsa: la espontaneidad de una reacción viene expresada por el incremento negativo de su energía libre.

2. En la combustión de 1 mol de acetileno, C_2H_2 , en condiciones estándar y según la reacción indicada:



Se desprenden 1299,4 kJ. Calcular: a) La entalpía de formación estándar del acetileno. b) Sabiendo que la variación de entropía de la reacción es $\Delta S^0 = -216,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, ¿podemos afirmar que la reacción es espontánea en esas condiciones? c) ¿Qué cantidad de calor se desprenderá al quemar 40 g de acetileno? Datos: ΔH_f^0 (kJ · mol⁻¹): $\text{CO}_2(\text{g})$: -393,8; $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$: -285,8.

Respuesta:

a) La entalpía de formación estándar del acetileno se deduce de la igualdad:

$$\Delta H_{\text{reacción}}^0 = -1299,4 = 2 \Delta H_{\text{CO}_2}^0 + \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta H_{\text{C}_2\text{H}_2}^0 = 2(-393,8) + (-285,8) - \Delta H_{\text{C}_2\text{H}_2}^0,$$

Despejando, se obtiene:

$$\Delta H_{\text{C}_2\text{H}_2}^0 = 226 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

b) la variación de energía libre es:

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = -1299,4 + 298 \cdot 0,2163 = -1234,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$$

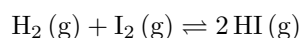
Al ser $\Delta G^0 < 0$, la reacción es **espontánea**.

c) A partir de la igualdad:

$$\frac{26 \text{ g C}_2\text{H}_2}{-1299,4 \text{ kJ}} = \frac{40 \text{ g C}_2\text{H}_2}{x \text{ kJ}} \quad x = -1999,1 \text{ kJ}$$

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1. En un recipiente de 10 L se hacen reaccionar, a 450^o C, 0,75 moles de H₂ y 0,75 moles de I₂, según la ecuación:



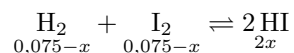
Sabiendo que a esa temperatura $K_c = 50$, calcular: a) El número de moles en el equilibrio de H₂, I₂ y HI. b) El valor de K_p . c) La presión total en el recipiente. d) ¿Qué le ocurre al equilibrio si el volumen se reduce a la mitad, manteniendo constante la temperatura de 450^o C?

Respuesta:

a) la concentración inicial de H₂ e I₂ será:

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = \frac{0,75}{10} = 0,075$$

El equilibrio puede ser expresado por:



Siendo K_c :

$$K_c = 50 = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{4x^2}{(0,075-x)^2}$$

resolviendo la ecuación, se obtiene $x = 0,059$, con lo que el número de moles de H₂ y de I₂ que desaparecen, será: $n_d = 0,059 \cdot 10 = 0,59$ El número de moles en el equilibrio será:

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{I}_2} = 0,75 - 0,59 = 0,16 \text{ moles} \quad n_{\text{HI}} = 2 \cdot 0,59 = 1,18 \text{ moles}$$

b) La constante K_p está relacionada con K_c de la forma:

$$K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = K_c(\text{RT})^0 = 50$$

c) Aplicando la ecuación de los gases perfectos:

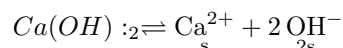
$$P \cdot 10 = (0,16 + 0,16 + 1,18) 0,082 \cdot 723 = 88,93 \text{ atm}$$

d) Al no haber variación en el número de moles gaseosos, no se producirá ningún desplazamiento del equilibrio.

2. El producto de solubilidad K_{ps} del hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, en agua a 25°C es $6,5 \cdot 10^{-6}$. a) Escribir el equilibrio de solubilidad del hidróxido de calcio en agua. b) Calcular su solubilidad molar. c) Indicar la verdad o falsedad de la siguiente afirmación: «El desplazamiento de un equilibrio de solubilidad de un compuesto insoluble hacia la solubilización del precipitado puede hacerse retirando uno de los iones que forman la sal insoluble».

Respuesta:

- a) El equilibrio es el siguiente:



- b) A partir del producto de solubilidad, podemos escribir:

$$K_{ps} = 6,5 \cdot 10^{-6} = s(2s)^2 = 4s^3 \quad \text{Despejando: } s = 0,0118 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

c) La afirmación es **correcta** pues, según el Principio de Le Chatelier, una disminución en la concentración de alguno de los productos de la reacción tiende a desplazar el equilibrio hacia donde se produzca dicha disminución.

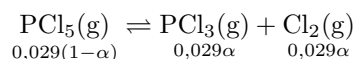
3. En un recipiente de 1 L al que se le hace el vacío, se introducen 6 g de PCl_5 y se calienta a 250°C . El PCl_5 se vaporiza y se disocia parcialmente según la reacción:



Sabiendo que cuando se alcanza el equilibrio, la presión es de 2 atm, calcular: a) El grado de disociación del PCl_5 . b) El valor de las constantes K_c y K_p a 250°C . c) Si se redujera la presión, ¿hacia donde se desplazaría el equilibrio? ¿Qué efecto tendría en el grado de disociación del PCl_5 ? Masas atómicas: P: 31; Cl: 35,5.

Respuesta:

- a) El mol de PCl_5 tiene una masa de: $31 + 5 \cdot 35,5 = 208,5$ g, por lo que el número de moles iniciales de PCl_5 será: $n_0 = 6/208,5 = 0,029$, En el equilibrio tendremos, entonces:



En el equilibrio, la suma de las concentraciones será: $c = 0,029(1-\alpha) + 0,029\alpha + 0,029\alpha = 0,029(1+\alpha)$. Aplicando la ecuación de los gases, tendremos:

$$2 = 0,029(1+\alpha) \cdot 0,082 \cdot 523$$

De donde se obtiene $\alpha = 0,608$

- b) Los valores de K_c y K_p son, respectivamente:

$$K_c = \frac{(0,029\alpha)^2}{0,029(1-\alpha)} = \frac{0,029 \cdot 0,608^2}{(1-0,608)} = 0,027$$

$$K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = 0,027(0,082 \cdot 523)^1 = 1,16$$

c) Al reducirse la presión, el equilibrio tiende a desplazarse hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea mayor, por lo que, en este caso, el desplazamiento se produciría hacia la derecha (formación de productos). Esto daría lugar a un **aumento** en el grado de disociación del PCl_5 .

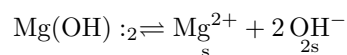
4. La solubilidad del $\text{Mg}(\text{OH})_2$ a 25°C es de 0,009 g/L. Calcular: a) Las concentraciones de Mg^{2+} y OH^- en la disolución saturada. b) El producto de solubilidad a esa temperatura. Masas atómicas: Mg: 24,3; H:1; O: 16.

Respuesta:

a) La solubilidad, expresada en mol/L será:

$$s = \frac{0,009}{58,5} = 1,54 \cdot 10^{-4} \text{M}$$

El equilibrio de disociación será el siguiente:

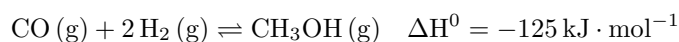


Con lo que las respectivas concentraciones serán: $[\text{Mg}^{2+}] = s = 1,54 \cdot 10^{-4}$ y $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 1,54 \cdot 10^{-4} = 3,08 \cdot 10^{-4}$

b) El producto de solubilidad tendrá el valor:

$$K_{ps} = s(2)^2 = 4 \cdot (1,54 \cdot 10^{-4})^3 = 1,46 \cdot 10^{-11}$$

5. El metanol se obtiene a escala industrial por hidrogenación del monóxido de carbono, según la reacción siguiente:



Razonar si la concentración de metanol aumentará en los siguientes casos: a) Al aumentar la temperatura. b) Al adicionar un catalizador. c) Al aumentar la concentración de hidrógeno.

Respuesta:

a) Al ser exotérmica la reacción, el equilibrio se desplazará hacia la izquierda. La concentración de metanol **disminuye**.

b) La adición de un catalizador **no influye** en la concentración de reactivos y productos, sino que aumenta la velocidad de la reacción (directa e inversa)

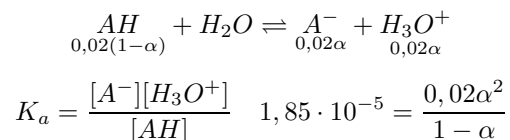
c) Un aumento en la concentración de alguno de los reactivos implica un desplazamiento del equilibrio hacia la formación de productos, esto es, la concentración de metanol **aumenta**.

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. Se dispone de un ácido monoprótico débil, HA, con una constante $K_a = 1,85 \cdot 10^{-5}$. a) Calcular el grado de disociación de una disolución 0,02 M de dicho ácido. b) Calcular el pH de la disolución 0,02 M de ese ácido. c) Se valora este ácido con una base fuerte, NaOH. ¿Cómo será la disolución en el punto de equivalencia de la valoración del ácido HA: neutra, ácida o básica? Razonar.

Respuesta:

a) El equilibrio para el ácido puede ser expresado de la forma:

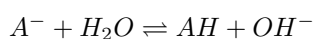


Resolviendo la ecuación, se obtiene: $\alpha = 0,03$

b) El pH será:

$$\text{pH} = -\log C\alpha = -\log(0,02 \cdot 0,03) = 3,22$$

c) Al neutralizar el ácido con NaOH, se forma una sal de ácido débil y base fuerte. El anión experimentará el siguiente proceso de hidrólisis:

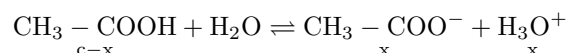


Con lo que el pH en el punto de equivalencia será **básico**.

2. Se prepara una disolución añadiendo agua al ácido acético hasta que el pH sea 3. Teniendo en cuenta que el volumen final de la disolución es 0,4 L, calcular: a) La concentración molar inicial de ácido acético en la disolución. b) El grado de ionización del ácido acético. c) El volumen de disolución 1 M de NaOH necesario para neutralizar la disolución de ácido acético. Dato: K_a ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$): $1,8 \cdot 10^{-5}$

Respuesta:

- a) A partir del equilibrio:



Y sabiendo que $[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-3}$, al aplicar la constante K_a tendremos:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{c-x} = \frac{10^{-6}}{c-10^{-3}} \quad c = 0,0566 \text{ M}$$

- b) El grado de ionización será:

$$\alpha = \frac{x}{c} = \frac{10^{-3}}{0,0566} = 0,018$$

- c) Dado que el número de moles de ácido y de base son iguales en esta reacción de neutralización:

$$1 \cdot V = 0,4 \cdot 0,0566 \quad V = 0,0226 \text{ L}$$

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

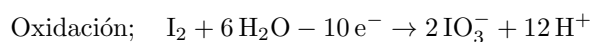
1. Dada la siguiente ecuación química:



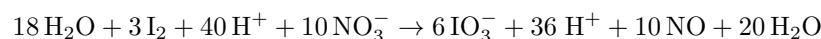
- a) Escribir y ajustar las semirreacciones de oxidación y de reducción por el método del ion-electrón.
b) Escribir la ecuación molecular ajustada. c) Indicar, justificando la respuesta, el agente oxidante y el agente reductor.

Respuesta:

- a) Las respectivas semirreacciones de oxidación y de reducción son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por 3, la segunda por 10, y sumando algebraicamente, nos queda:



- b) Pasando a un solo miembro los elementos que se repitan en ambos, y poniendo en forma molecular, nos quedará finalmente:

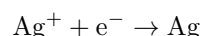
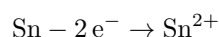


- c) El I_2 es el reductor, puesto que se oxida a IO_3^- , mientras que el HNO_3 es el oxidante, al reducirse a NO .

2. Los potenciales de reducción estándar de los electrodos Sn^{2+}/Sn y Ag^+/Ag son, respectivamente, $\varepsilon^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ V}$ y $\varepsilon^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$. Si se monta una pila utilizando láminas de dichos metales y disoluciones 1 M de sus iones, indicar: a) Las reacciones que se producen en los electrodos de esta pila. b) Identificar el ánodo y el cátodo de la pila. c) Calcular el potencial estándar de la pila formada con estos dos electrodos.

Respuesta:

- a) las reacciones que tienen lugar son las siguientes:

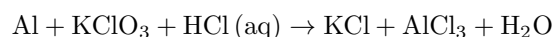


- b) En el ánodo se produce la oxidación, por lo que corresponde al electrodo Sn^{2+}/Sn , mientras que el cátodo, donde se produce la reducción, corresponde al electrodo Ag^+/Ag .

- c) El potencial estándar será:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - (-0,14) = 0,94 \text{ V}$$

3. Considerando la siguiente ecuación:



- a) Escribir y ajustar las semirreacciones de oxidación y de reducción por el método del ion-electrón. b) Indicar razonadamente el agente oxidante y el reductor. c) Escribir la ecuación molecular ajustada. d) ¿Cuántos gramos de Al reaccionarán con 300 mL de una disolución de clorato potásico 0,2 M? Masas atómicas: Al: 27 ; Cl: 35,5; O: 16.

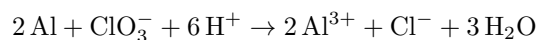
Respuesta:

- a) Las semirreacciones son las siguientes:



- b) La especie **oxidante** es aquella que se reduce, es decir, el ClO_3^- , mientras que la especie **reductora** es la que se oxida, en este caso el **Al**.

- c) Multiplicando la semirreacción de oxidación por 2, y sumándole la de reducción, tendremos:



Que, en forma molecular, quedará así:



- d) A partir de la igualdad:

$$\frac{2 \cdot 27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol KClO}_3} = \frac{x \text{ g Al}}{0,3 \cdot 0,2 \text{ mol KClO}_3}$$

Obteniéndose $x = 3,24 \text{ g de Al}$.

4. Se introduce un alambre de cobre en una disolución de AgNO_3 1M. a) Tendrá lugar la reacción: $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$? b) En la ecuación propuesta en el apartado anterior, ¿qué especie actuaría como agente oxidante? c) En caso de que el alambre fuese de oro, ¿tendría lugar la

reacción? Datos: ε^0 (V): Ag^+/Ag : +0,80; Cu^{2+}/Cu : +0,34; Au^{3+}/Au : +1,50

Respuesta:

a) **La reacción tendrá lugar**, al ser, según los valores de los respectivos potenciales de reducción, la plata un elemento más reductor que el cobre. El potencial de la pila formada sería: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - 0,34 = 0,46 \text{ V}$

b) Según lo dicho anteriormente, el ion Ag^+ actúa como agente oxidante, reduciéndose a Ag.

c) Si el alambre fuera de oro, el potencial de la pila sería: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - 1,50 = -0,70 \text{ V}$. La reacción **no tendría lugar**.

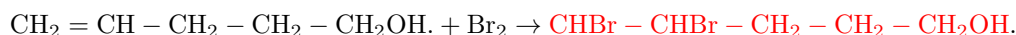
8. QUÍMICA ORGÁNICA.

1. dado el compuesto 4-penten-1-ol: a) Escribir su fórmula, b) Escribir la reacción de adición de Br_2 y nombrar el compuesto resultante. c) Escribir la reacción de deshidratación con H_2SO_4 (c) y nombrar el compuesto resultante.

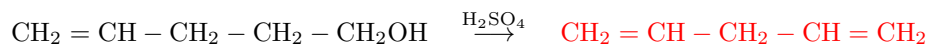
Respuesta:

a) La fórmula de este compuesto es la siguiente: **$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$** .

b) la reacción de adición es:



c) La reacción de deshidratación puede representarse de la forma:

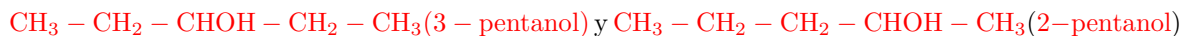


2. Indicar, razonando, a partir de qué compuestos de los siguientes puedes obtener un ácido por oxidación: a.1) 1-pentanol. b.1) 2-butanol. c.1) 1,1-dicloro-1 propanol. d.1) propanal e.1) propanona. b) Indicar un isómero de posición del 1-pentanol. c) Razonar si la propanona puede tener isómeros de posición.

Respuesta:

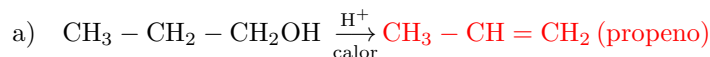
a) Sólo se puede obtener un ácido a partir de un alcohol primario o de un aldehído, es decir, **a.1** y **d.1**

b) Dos posibles isómeros podrían ser:



c) No es posible, pues el grupo -CO- de la propanona ($\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$) no puede encontrarse en un extremo de la cadena.

3. Completar las siguientes reacciones, nombrando los productos obtenidos e indicando de qué tipo de reacción se trata:



Reacción de **eliminación**



Reacción de **esterificación**



Reacción de **adición**