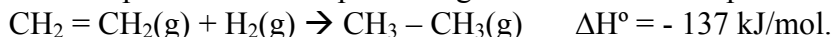


TEMA 3. TERMOQUÍMICA

PROBLEMAS Y CUESTIONES PAU

PROBLEMA 1 (JUNIO 01)

El etano puede obtenerse por hidrogenación del eteno a partir de la reacción:

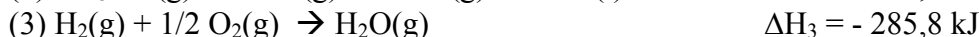
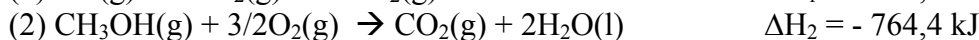


- Calcula la energía del enlace C=C teniendo en cuenta que las energías de los enlaces C-C, H-H y C-H son respectivamente 346, 391 y 413 kJ/mol
- Razona cuales serían las condiciones de presión y temperatura mas adecuadas para obtener un elevado rendimiento en la producción de etano.

PROBLEMA 2 (SEPT 01)

El metanol se obtiene industrialmente a partir de monóxido de carbono e hidrógeno de acuerdo con la reacción: $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$

Teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones termoquímicas:



Calcula:

- El cambio de entalpía para la reacción de obtención de metanol a partir de $\text{CO}(\text{g})$ y $\text{H}_2(\text{g})$, indicando si la reacción absorbe o cede calor.
- ¿Qué cantidad de energía en forma de calor absorberá o cederá la síntesis de 1 kg de metanol?

DATOS: Masas atómicas: H=1; C= 2; O=16;

PROBLEMA 3 (JUNIO 02)

El ácido acético (CH_3COOH) se obtiene industrialmente por reacción del metanol (CH_3OH) con monóxido de carbono.

- Razona si la reacción es exotérmica o endotérmica.
- Calcule la cantidad de energía intercambiada al hacer reaccionar 50 kg de metanol con 30 kg de monóxido de carbono, siendo el rendimiento de la reacción del 80%.

DATOS: Entalpía de formación: (metanol)=- 238 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (ácido acético)=- 485 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(monóxido de carbono) = - 110 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ Masas atómicas: H=1; C= 12; O=16

PROBLEMA 4 (SEPT 02)

Las entalpías de combustión en condiciones estándar, ΔH° , del eteno $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$, y del etanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ valen: -1411 kJ/mol y -764 kJ/mol, respectivamente. Calcula:

- La entalpía en condiciones estándar de la reacción: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$
- Indica si la reacción es exotérmica o endotérmica.
- La energía absorbida o cedida al sintetizar 75 g de etanol a partir de eteno y agua.

DATOS: Masas atómicas: H:1 ; C: 12 ; O:16

PROBLEMA 5 (JUNIO 03)

El butano (C_4H_{10}) es un compuesto gaseoso que puede experimentar una reacción de combustión.

- Formula la reacción y ajústela estequiométricamente.
- Calcula el calor (en kcal) que puede suministrar una bombona que contiene 4kg de butano.
- Calcula el volumen de oxígeno, medido en condiciones normales, que será necesario para la combustión de todo el butano contenido en la bombona.

DATOS: Masas atómicas C:12 ; O:16 ; H:1 $\Delta H_f^\circ[\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})] = -1125 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -286 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \text{ kJ/mol}$ 1 kcal = 4,18 kJ

CUESTIÓN 1 (SEPT 03)

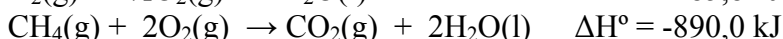
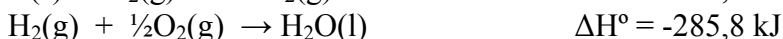
El óxido de calcio, CaO, se transforma en hidróxido de calcio, Ca(OH)₂, tras reaccionar con agua. Calcula:

- El cambio de entalpía molar, en condiciones estándar, de la reacción anterior. Indica si se trata de una reacción exotérmica o endotérmica.
- La cantidad de energía en forma de calor que es absorbida o cedida cuando 0,25 g de óxido de calcio se disuelven en agua.

DATOS: Masas atómicas: H:1; O:16; Ca:40. $\Delta H_f^\circ[\text{CaO}(s)] = -634,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\Delta H_f^\circ[\text{Ca}(\text{OH})_2(s)] = -986,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(l)] = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

PROBLEMA 6 (JUNIO 04)

Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas



- Calcular la variación de entalpía en la reacción de formación del metano.
- Calcular los litros de dióxido de carbono medidos a 25 °C y 1 atm de presión, que se produce al quemar 100 gramos de metano ¿Qué cantidad de calor se intercambia en esta reacción?

DATOS: Masas atómicas: C = 12, H = 1 R = 0,082 atm.L.mol⁻¹. K⁻¹

PROBLEMA 7 (JUNIO 04)

Considere la reacción de descomposición del SO₃(g), en SO₂(g) y oxígeno molecular.

- Calcular la variación de entalpía de la reacción de descomposición, indicando si esta absorbe o cede calor.
- Si la variación de entropía de la reacción (por mol de SO₃(g) descompuesto) vale 94,8 J.K⁻¹. mol⁻¹, predecir si la reacción es espontánea a 25 °C y 1 atm de presión
- Calcular la temperatura a la cual $\Delta G^\circ = 0$

DATOS: $\Delta H_f^\circ[\text{SO}_3(g)] = -395,18 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\Delta H_f^\circ[\text{SO}_2(g)] = -296,05 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

CUESTION 2 (SEPT 04)

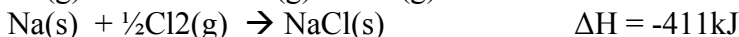
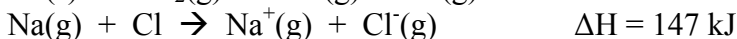
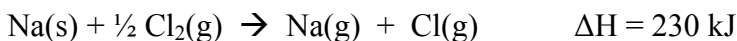
En la siguiente tabla se dan los signos de ΔH y ΔS para cuatro procesos diferentes.

Proceso	(I)	(II)	(III)	(IV)
Signo de ΔH	-	+	-	+
Signo de ΔS	+	-	-	+

Razonar, en cada caso, si el proceso será o no espontáneo. (0,5 por proceso)

PROBLEMA 8 (JUNIO 05)

Dadas las reacciones



- Calcular la variación de entalpía para la reacción: $\text{Na}^+(g) + \text{Cl}^-(g) \rightarrow \text{NaCl}(s)$
- Calcula la cantidad de energía intercambiada en forma de calor al formarse 100 g de NaCl(s) según la reacción del apartado a)
- Calcula la entalpía de formación del NaCl y expresala en kJ/mol y en J/g

DATOS: Masas atómicas: Na=23; Cl=35,5

CUESTIÓN 3 (JUNIO 05)

La variación de entalpía de la reacción $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ es $\Delta H^0 = 30,60 \text{ kJ}$. Sabiendo que la variación de entropía de esta reacción vale $\Delta S^0 = 66,04 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$, y suponiendo que ΔH^0 y ΔS^0 permanecen constantes con la temperatura, calcular:

- La variación de energía libre de Gibbs a 25 °C. Indica si la reacción será o no espontánea.
- La temperatura a partir de la cual la reacción es espontánea.

PROBLEMA 9 (SEPT 05)

Bajo ciertas condiciones el cloruro amónico $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ se disocia completamente en amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$ y cloruro de hidrógeno, $\text{HCl}(\text{g})$. Calcular:

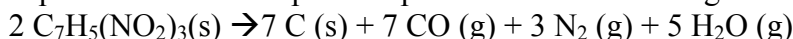
- La variación de entalpía de la reacción de descomposición del cloruro amónico en condiciones estándar, indicando si la reacción absorbe o cede energía en forma de calor.
- ¿Qué cantidad de energía en forma de calor absorberá o cederá la descomposición de una muestra de 87g de $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ de una pureza del 79%?
- Si la reacción del apartado anterior se lleva a cabo a 1000 K en un horno eléctrico de 25 litros de volumen, ¿cuál será la presión en su interior al finalizar la reacción?

DATOS: Masas atómicas: $H=1$ $N=14$ $Cl=35,5$ $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$\Delta H_f^\circ[\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})] = -315,4 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ[\text{NH}_3(\text{g})] = -46,3 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ[\text{HCl}(\text{g})] = -92,3 \text{ kJ/mol}$

PROBLEMA 10 (JUNIO 06)

El trinitrotolueno (TNT), $\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$, es un explosivo muy potente que presenta como ventaja frente a lanitroglicerina su mayor estabilidad en caso de impacto. La descomposición explosiva del TNT se puede representar mediante la siguiente ecuación:



- Calcule el calor producido al "explotar" 2,27 kilogramos de TNT.
- Calcule el volumen total (en litros) ocupado por los gases liberados en dicha explosión a 500°C y 740 mm Hg.

DATOS: Masas atómicas: $H:1$, $C:12$, $O:16$, $N:14$. $R 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$;

$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$. Entalpías de formación estándar: $\Delta H_f^\circ[\text{TNT}(\text{s})] = -364,1 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ[\text{CO}(\text{g})] = -110,3 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -241,6 \text{ kJ/mol}$

PROBLEMA 11 (SEP 06)

La mezcla constituida por hidracina, N_2H_4 , y tetraóxido de dinitrógeno N_2O_4 , se utiliza en la propulsión de cohetes espaciales, ya que el extraordinario volumen gaseoso generado en la reacción genera el impulso al expeler los gases desde la cámara del cohete. La reacción ajustada es la siguiente: $3 \text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 4 \text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

- Calcule la variación de entalpía estándar ΔH° reacción para la reacción anterior, indicando si la reacción absorbe o cede energía en forma de calor.
- ¿Qué cantidad de energía en forma de calor se absorberá o cederá cuando reaccionen 4500 g de hidracina con la cantidad adecuada de N_2O_4 ?
- Si la reacción del apartado b) se lleva a cabo a 800 °C y 740 mmHg, ¿cuál será el volumen que ocuparían los gases producto de la reacción?

DATOS: Masas atómicas.- $H: 1$, $N: 14$, $O: 16$. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\Delta H_f^\circ(\text{kJ mol}^{-1})$: $\Delta H_f^\circ[\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})] = 50,63$; $\Delta H_f^\circ[\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})] = 9,16$; $\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -241,82$

CUESTIÓN 4 (SEPT 06)

El proceso de vaporización de un cierto compuesto A puede expresarse mediante la reacción química: $\text{A}(\text{l}) \leftrightarrow \text{A}(\text{g})$ $\Delta H^\circ = +38,0 \text{ kJ/mol}$ y $\Delta S^\circ = +112,9 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

- Indique si la reacción de vaporización del compuesto A es espontánea a 25 °C.
- Calcule la temperatura a la cual el A (l) se encuentra en equilibrio con el A (g).

PROBLEMA 12 (JUNIO 07)

El propano, C_3H_8 (g), es un hidrocarburo que se utiliza habitualmente como combustible gaseoso. En un reactor de 25 L de volumen mantenido a una temperatura constante de $150^\circ C$ se introducen 17,6 g de propano, C_3H_8 (g), y 72 g de oxígeno, O_2 (g). La reacción de combustión se inicia mediante una chispa eléctrica. Calcule:

- La cantidad (en gramos) de vapor de agua, H_2O (g), obtenida tras finalizar la reacción de combustión del propano. **(0,7 puntos)**
- La cantidad de energía en forma de calor que se libera como consecuencia de la reacción de combustión anterior. **(0,7 puntos)**
- La presión total en el interior del reactor una vez ha finalizado la reacción. **(0,6 puntos)**

DATOS: $\Delta H_f^\circ[C_3H_8(g)] = -103,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ[CO_2(g)] = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ[H_2O(g)] = -241,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Masas atómicas: H: 1; C: 12; O: 16 $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

PROBLEMA 13 (SEPT 07)

El octano, $C_8H_{18}(l)$, es un hidrocarburo líquido de densidad $0,79 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$ y es el componente mayoritario de la gasolina. Teniendo en cuenta las entalpías de formación estándar que se dan al final del enunciado, calcule:

- La entalpía molar de combustión del octano, $C_8H_{18}(l)$, en condiciones estándar. **(0,6 puntos)**
- Si 1 L de octano cuesta 0,97 €, ¿cuál será el coste de combustible (octano) necesario para producir 106 J de energía en forma de calor? **(0,8 puntos)**
- ¿Cuál será el volumen de octano que debe quemarse para fundir 1 kg de hielo si la entalpía de fusión del hielo es $+6,01 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$? **(0,6 puntos)**

DATOS: Masas atómicas.- H: 1 ; C: 12 ; O: 16.

Entalpías de formación estándar: $\Delta H_f^\circ[C_8H_{18}(l)] = -249,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ[CO_2(g)] = -395,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $\Delta H_f^\circ[H_2O(l)] = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

PROBLEMA 14 (JUNIO 08)

El etanol, $CH_3CH_2OH(l)$, está siendo considerado como un posible sustituto de los combustibles fósiles tales como el octano, $C_8H_{18}(l)$, componente mayoritario de la gasolina. Teniendo en cuenta que la combustión, tanto del etanol como del octano, da lugar a $CO_2(g)$ y $H_2O(l)$, calcule:

- La entalpía correspondiente a la combustión de 1 mol de etanol y la correspondiente a la combustión de 1 mol de octano. **(0,6 puntos)**
- La cantidad de energía en forma de calor que desprenderá al quemarse 1 gramo de etanol y compárela con la que desprende la combustión de 1 gramo de octano. **(0,7 puntos)**
- La cantidad de energía en forma de calor que se desprende en cada una de las reacciones de combustión (de etanol y de octano) por cada mol de CO_2 que se produce. **(0,7 puntos)**

Datos: $\Delta H_f^\circ[CH_3CH_2OH(l)] = -277,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ[C_8H_{18}(l)] = -250,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ[CO_2(g)] = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ[H_2O(l)] = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; Masas atómicas: H: 1; C: 12; O: 16.

PROBLEMA 15 (SEPT 08)

En la combustión de 9,2 g de etanol, $C_2H_6O(l)$, a $25^\circ C$ se desprenden 274,1 kJ, mientras que en la combustión de 8,8 g de etanal, $C_2H_4O(l)$, a $25^\circ C$ se desprenden 234,5 kJ. En estos procesos de combustión se forman $CO_2(g)$ y $H_2O(l)$ como productos.

- Escriba las ecuaciones ajustadas correspondientes a la combustión del etanol y a la del etanal. **(0,6 puntos)**
- Calcule el calor desprendido en la combustión de 1 mol de etanol así como en la combustión de 1 mol de etanal. **(0,6 puntos)**
- Mediante reacción con oxígeno (g) el etanol (l) se transforma en etanal(l) y $H_2O(l)$. Calcule ΔH° para la transformación de 1 mol de etanol (l) en etanal (l). **(0,8 puntos)**

DATOS: Masas atómicas.- H: 1 , C: 12 , O: 16.

PROBLEMA 16 (JUNIO 09)

En 1947 un barco cargado de fertilizante a base de nitrato amónico, NH_4NO_3 , estalló en Texas City (Texas, USA) al provocarse un incendio. La reacción de descomposición explosiva del nitrato amónico se puede escribir según: $2 \text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$

Calcule:

- el volumen total en litros de los gases formados por la descomposición de 1000 kg de nitrato amónico, a la temperatura de 819°C y 740 mmHg . **(1 punto)**
- la cantidad de energía en forma de calor que se desprende en la descomposición de 1000 kg de nitrato amónico. **(1 punto)**

DATOS: Masas atómicas.- $H=1$; $N=14$; $O=16$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. $1 \text{ atmósfera} = 760 \text{ mmHg}$
 $\Delta H_f^\circ [\text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{s})] = -366,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{g})] = -241,82 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

PROBLEMA 17 (SEPT 09)

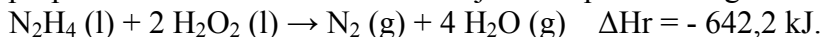
La gasolina es una mezcla compleja de hidrocarburos que a efectos prácticos consideraremos que está constituida únicamente por octano, $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$. La combustión de un hidrocarburo produce agua y dióxido de carbono. Se queman completamente 60 L de octano. Calcule:

- El volumen de aire, en m^3 , que se necesitará, medido a 765 mmHg y 25°C , para llevar a cabo esta combustión. **(1 punto)**
- La masa de agua, en kg, producida en dicha combustión. **(0,5 puntos)**
- El calor que se desprende. **(0,5 puntos)**

DATOS: El aire contiene un 21% en volumen de oxígeno. Densidad del octano: $0,8 \text{ g/mL}$. $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$.
 $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ Masas atómicas: $H: 1$; $C: 12$; $O: 16$.
 Entalpías de formación estándar, ΔH_f° : $\text{CO}_2 (\text{g}) = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l}) = -249,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

PROBLEMA 18 (JUNIO 10)

La reacción de la hidracina, N_2H_4 , con el peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , se usa en la propulsión de cohetes. La reacción ajustada que tiene lugar es:



- Calcula la entalpía de formación estándar de la hidracina.
- Calcula el volumen total, en litros, de los gases formados al reaccionar 320 g de hidracina con la cantidad adecuada de peróxido de hidrógeno a 600°C y 650 mmHg .

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{l})] = -187,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{g})] = -241,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $Ar(\text{H}) = 1$; $Ar(\text{O}) = 16$; $Ar(\text{N}) = 14$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$.

PROBLEMA 19 (SEPT 10)

Las mezclas de termita se utilizan en algunas soldaduras debido al carácter fuertemente exotérmico de la siguiente reacción no ajustada: $\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) + \text{Al} (\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 (\text{s}) + \text{Fe} (\text{s})$.

- Ajusta la reacción anterior y calcula la cantidad de energía en forma de calor que se libera al reaccionar 2 g de Fe_2O_3 con la cantidad adecuada de Al.
- ¿Qué cantidad de Al, en gramos, será necesaria que reaccione con la cantidad adecuada de Fe_2O_3 para que se liberen 106 J de energía en forma de calor?

DATOS: $Ar(\text{Al}) = 27$; $Ar(\text{O}) = 16$; $Ar(\text{Fe}) = 55,8$;
 $\Delta H_f^\circ [\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s})] = -824 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ [\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{s})] = -1676 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

PROBLEMA 20. (JUNIO 2011)

El metanol se puede obtener a partir de la reacción: **(1 punto cada apartado)**



- Si la entalpía de formación del monóxido de carbono, $\text{CO} (\text{g})$, vale $-110,5 \text{ kJ/mol}$, calcule la entalpía molar de formación del metanol líquido.
- Si la entalpía de vaporización del metanol es de $35,2 \text{ kJ/mol}$, calcule la entalpía formación del metanol gas.

CUESTION 5 (JUNIO 2011)

Conteste razonadamente y justifique la respuesta.

a) ¿Cuál de los siguientes procesos es siempre espontáneo y cuál no lo será nunca? (1 punto)

Proceso	ΔH	ΔS
1	$\Delta H < 0$	$\Delta S > 0$
2	$\Delta H > 0$	$\Delta S < 0$
3	$\Delta H < 0$	$\Delta S < 0$
4	$\Delta H > 0$	$\Delta S > 0$

b) ¿Por encima de qué temperatura será espontánea una reacción con $\Delta H = 98 \text{ kJ}$ y $\Delta S = 125 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$? (1 punto)

PROBLEMA 21 (SEPT 2011)

En una fábrica de cemento se requiere aportar al horno 3300 kJ por cada kilogramo de cemento producido. La energía se obtiene por combustión de gas metano, CH_4 , con oxígeno del aire de acuerdo con la reacción **no** ajustada: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$;

Calcule:

a) La cantidad de gas metano consumido, expresada en kg, para obtener 1000 kg de cemento. (1,2 puntos)

b) La cantidad de aire, en metros cúbicos, medido a 1 atmósfera y 25°C necesario para la combustión completa del metano del apartado a). (0,8 puntos)

DATOS.- Masas atómicas: $H = 1$; $C = 12$; $O = 16$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{mol}\cdot\text{K}$; el aire contiene 21% (volumen) de O_2 ;

$\Delta H_f^\circ(\text{kJ}/\text{mol})$: $\text{CH}_4(\text{g}) = -74,8$; $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8$.