

# Energía Potencial y Cinética

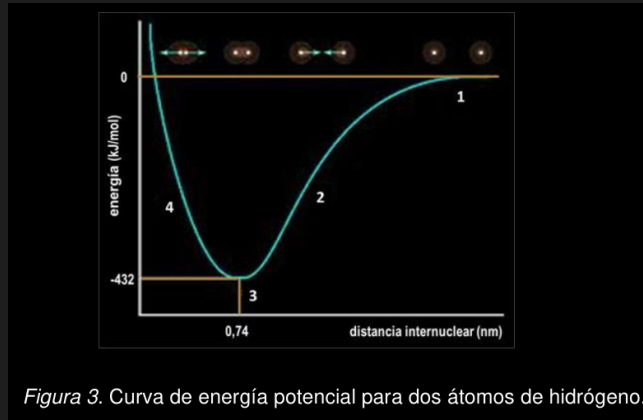


Figura 3. Curva de energía potencial para dos átomos de hidrógeno.

1. Interacción tiende a cero
2. Interacción atractiva (disminuye la energía potencial)
3. Mínima energía potencial.  
Energía de unión = 432 kJ/mol (módulo, no negativo)
4. Interacción REPULSIVA. Aumenta energía potencial.

En pdf: Descripción de cada tipo de unión

- 1) Enlace o Unión Covalente
- 2) Enlace Iónico o Unión Iónica
- 3) Enlace Metálico
- 4) Interacciones Intermoleculares
- 5) Enlace de Coordinación

Interacción es fuerte cuando:  
 $E_{\text{potencial}} \gg RT$

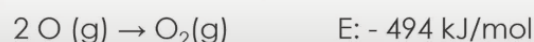
Energía de unión

Mínima energía necesaria para separar los átomos que componen una unión química.

La **energía de unión** es la mínima energía necesaria para separar los átomos que componen una unión química. Es decir, la energía de unión es la energía asociada a este **proceso**:



La energía asociada al proceso inverso que corresponde a la unión de dos átomos de oxígeno para formar una molécula de  $\text{O}_2$ , tiene el mismo valor y signo contrario:



El proceso de unir dos átomos de oxígeno para formar una molécula de  $\text{O}_2$  es un proceso que libera energía. Por ello el valor posee un signo negativo (convención egoísta). **I**

### 1.2.4 Energía potencial y cinética. Órdenes de magnitud

#### Problema 13 (Puede requerir alguna guía extra, en clase)

i) Busque en tablas, o en internet, el valor de la energía de unión H-H en la molécula de H<sub>2</sub>.

ii) Suponga que la temperatura ambiente en la Tierra es de 25 °C. La temperatura en el Sol se ha estimado entre 6000 °C en la superficie hasta 15.000.000 °C en el núcleo. Calcule el valor de RT en esas situaciones. Compare el valor de energía de unión con los valores de RT y explique por qué el H<sub>2</sub> es una molécula estable en la Tierra y no en el núcleo del Sol. Esquematícelo en un diagrama de energía potencial.

Rta: ii) 25 °C, RT = 2,45 kJ/mol; 6.000 °C, RT = 52,15 kJ/mol; 15.000.000 °C, RT = 1,24\*10<sup>5</sup> kJ/mol

Link Video Explicación:

[https://drive.google.com/file/d/1DK7LOI8rdqsawMV6xnS7\\_Nbg4bU0KM2y/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1DK7LOI8rdqsawMV6xnS7_Nbg4bU0KM2y/view?usp=share_link)

i) Wiki:  $436 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

en unidades de energía!

ii)  $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$

Tierra:

$$T = 25^{\circ}\text{C} = 298,15 \text{ K}$$

$$RT = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 298,15 \text{ K}$$
$$= 2478,8191 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

$$RT = 2,48 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Sup. Sol:

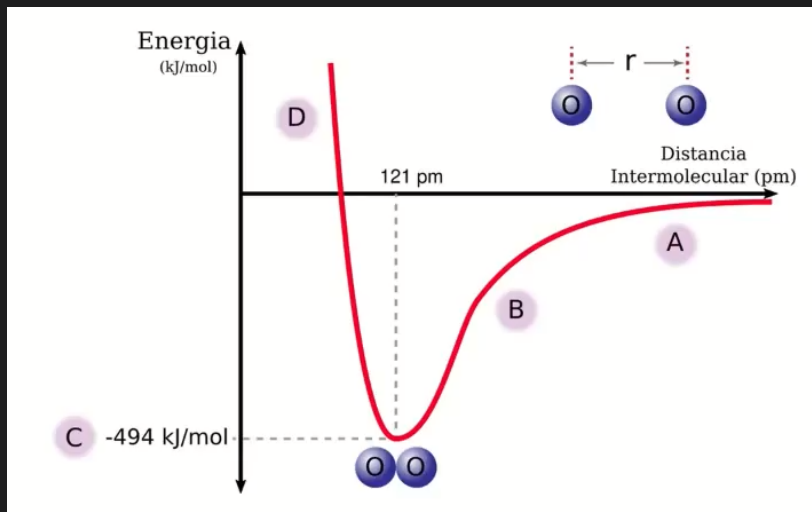
$$RT = 52,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Centro Sol

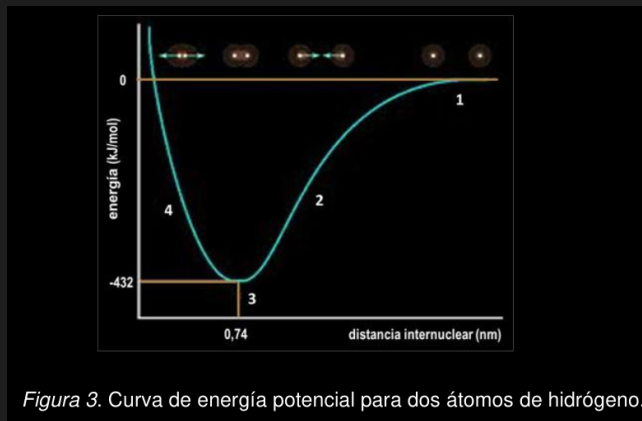
$$RT = 1,25 \cdot 10^5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

!

Oxígeno  
O<sub>2</sub>



Hidrógeno  
H<sub>2</sub>



Como la energía de unión del H<sub>2</sub> es 432 kJ/mol, tanto en la tierra como en la superficie del sol, la unión se mantiene, mientras que en el centro del Sol, la unión se rompe, pues se supera esa cantidad de energía.

**Eu >> RT** → unión fuerte, no se disocia a esa T°

**Eu << RT** → "unión" es tan débil que se disocia la molécula = no es estable la molécula = no existe la molécula a esa T°

**Eu ≈ RT** → unión débil, la molécula puede existir pero la unión es fácil de romper. En un mol de moléculas, algunas se disocian, otras permanecen.

► Comparamos los tres RT con la E<sub>u</sub> del O<sub>2</sub>: **Eu: 494 kJ/mol**

• **T = 20°C** **RT: 2.44 kJ/mol**

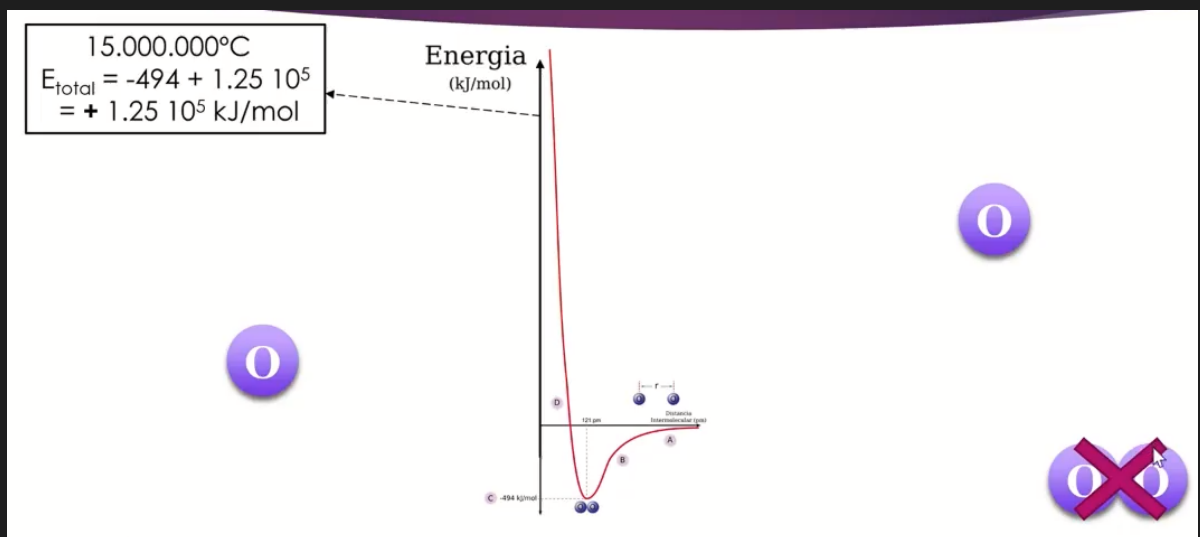
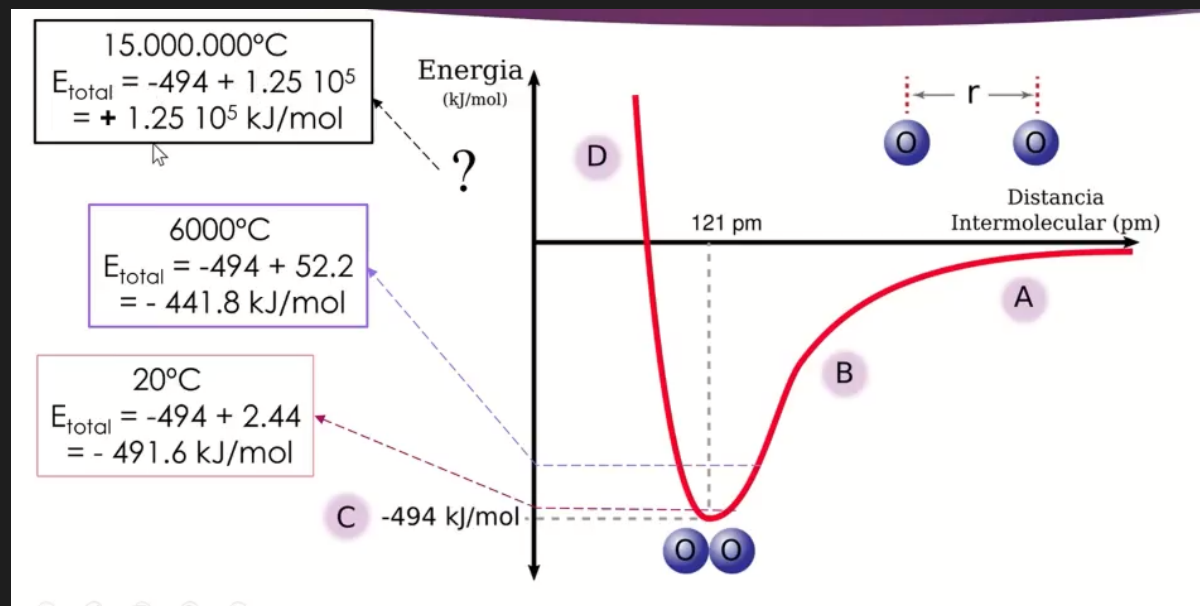
**Eu >> RT** → unión fuerte, no se disocia a esa T°, O<sub>2</sub> es estable

• **T = 6.000°C** **RT: 52.2 kJ/mol**

**Eu < RT** → unión débil, O<sub>2</sub> es estable pero la unión es fácil de romper. En un mol de O<sub>2</sub>, la mayoría permanecen unidas pero algunas se disocian

• **T = 15.000.000°C** **RT: 1,25 10<sup>5</sup> kJ/mol**

**Eu << RT** → la "unión" es tan débil que O<sub>2</sub> se disocia = O<sub>2</sub> no es estable = no existe la molécula de O<sub>2</sub> a esa T°



**Problema 14 (Desafíos Adicionales)**

Las energías de sublimación de los halógenos, F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, y I<sub>2</sub>, son 3,3, 10,2, 14,8, y 20,9 kJ/mol, respectivamente. Las energías de la unión covalente de los halógenos F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, y I<sub>2</sub>, son 158,78, 242,58, 192,81 y 151,09 kJ/mol, respectivamente. Indique a qué proceso corresponden la energía de sublimación y la energía de unión, y analice comparativamente los órdenes de magnitud de cada una.

La energía de sublimación corresponde al proceso:  $X_2 (s) \rightarrow X_2 (g)$

La energía de enlace corresponde al proceso:  $X_2 (g) \rightarrow 2 X (g)$

### Problema 15 (Desafíos Adicionales)

La siguiente reacción química de combustión del metano en fase gaseosa ocurre de manera espontánea, con un cambio de energía asociado de  $-890 \text{ kJ/mol}$ , es decir, liberando energía.



i) Balancee la ecuación.

ii) Identifique las uniones covalentes, y diga cuáles se forman y cuáles se rompen.

Por otro lado, la reacción siguiente, requiere de  $435 \text{ kJ/mol}$  para ocurrir:



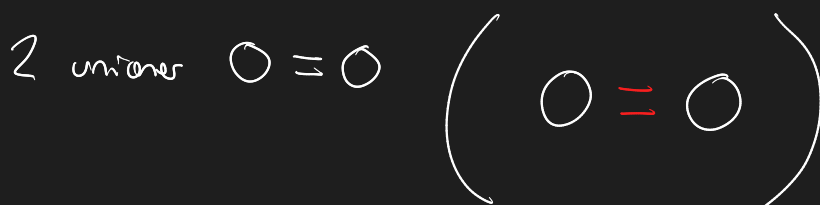
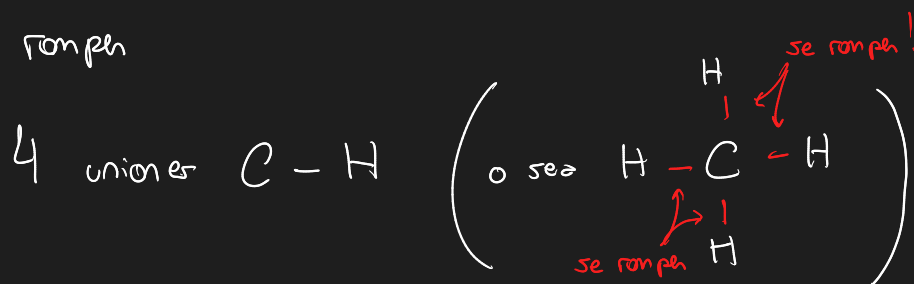
Trate de explicar las siguientes observaciones experimentales, en una primera aproximación, en base a los valores de energía citados (retomaremos la cuestión en la Unidad 5):

iii) El metano aislado a temperatura ambiente es estable. En cambio, en presencia de oxígeno (y con ayuda de una chispa), el metano no es estable a temperatura ambiente.

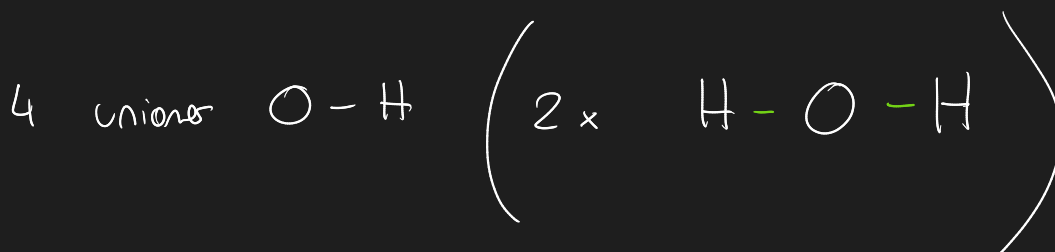
iv) Aproveche la ocasión, y discuta el significado químico de la palabra estabilidad.



ii) Se rompen



Se forman



¿Por qué se requiere de una chispa para que ocurra esto? En ocasiones, los procesos químicos favorables requieren de una inyección de energía inicial para comenzar; esto suele estar relacionado con que su velocidad es intrínsecamente lenta, por lo que no son apreciables por un observador externo. Un chispazo equivale a un impulso inicial en la velocidad del proceso para que ocurra apreciablemente.

Como primera aproximación, podemos decir se refiere a la capacidad de un compuesto químico de conservar su entidad, es decir, a su ausencia de reactividad en un determinado conjunto de condiciones. Por ejemplo, de muchas sustancias se dice que no son estables al aire (Na metálico, Mg en polvo), ya que pueden reaccionar con el  $O_2$  del aire o la humedad del ambiente.

**Problema 16 (Puede requerir alguna guía extra, en clase)**

Calcule la raíz cuadrada de la velocidad cuadrática media del  $H_2$  y del  $O_2$  a  $20^\circ C$  suponiendo válida la teoría cinética de los gases ideales. Calcule el tiempo necesario para que las moléculas recorran una trayectoria de 1 mm, y compare este tiempo con el tiempo característico de una vibración y de una rotación.

**Rta:**  $H_2 = 1905 \text{ m/s}$        $5,25 \cdot 10^{-7} \text{ s}$   
 $O_2 = 478 \text{ m/s}$        $2,09 \cdot 10^{-6} \text{ s}$

Link Video Explicación:

[https://drive.google.com/file/d/1nN4GYGbsCU1UoOzZPPwbAjLPOhie69oe/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1nN4GYGbsCU1UoOzZPPwbAjLPOhie69oe/view?usp=share_link)

$$E_c = N_A \cdot \frac{1}{2} \cdot m \cdot \langle v^2 \rangle$$

$$R \cdot T = N_A \cdot \frac{1}{3} \cdot m \cdot \langle v^2 \rangle$$

$H_2$ :

$$R \cdot 293,15 \text{ K} = \frac{1}{3} \cdot 2,1,00794 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \langle v_{H_2}^2 \rangle$$

$$\sqrt{\langle v_{H_2}^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 293,15 \text{ K} \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{2,1,00794 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

$$= 1904,49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1.00794	1
1312.0	2.20
<b>H</b>	+1 -1
Hidrógeno	
1s <sup>1</sup>	

15.9994	8
1313.9	3.44
<b>O</b>	+2 +1 -1 -2
Oxígeno	
1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	

Recordar !

$$J = N \cdot m$$

$$N = kg \cdot m \cdot \frac{1}{s^2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{J}{kg}} = \sqrt{\frac{1}{kg} \cdot kg \cdot m^2 \cdot \frac{1}{s^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{m^2}{s^2}}$$

$$\sqrt{\langle v_{O_2}^2 \rangle} = 477,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Para obtener el tiempo de 1 mm recorrido:

$$1904,49 \frac{\text{m}}{\text{s}} : 1904,49 \cdot 10^3 \text{ mm} \text{ — } 1 \text{ seg}$$

$$1 \text{ mm} \text{ — } x =$$

$$x = 5,2508 \cdot 10^{-7} \text{ seg.}$$

Los tiempos característicos de una vibración se encuentran en el orden de  $10^{-12}$  a  $10^{-14}$  s, y los de una rotación en  $10^{-9}$  a  $10^{-11}$  s.

Son tiempos extremadamente cortos

Suponiendo que tanto el  $\text{H}_2$  como el  $\text{O}_2$  no se encuentran con ninguna otra molécula en el intervalo de tiempo que les toma recorrer ese milímetro:

¿cuántas veces vibraron?; ¿cuántas veces rotaron?

$\text{H}_2$  : Vibraron entre  $10^5$  y  $10^7$  veces

Rotaron entre  $10^2$  y  $10^4$  veces

### Problema 17 (Desafíos Adicionales)

Compare el tamaño de un neutrón, un átomo, una molécula pequeña, la doble hélice del ADN y alguna célula. Puede usar como referencia el sitio web “Scale of the Universe 2” (<http://htwins.net/scale2/>; se puede pasar al español haciendo click en “Other languages” en la parte inferior de la página).