

# Tarea Examen 2: Física Atómica y Materia Condensada

Tomás Ricardo Basile Álvarez  
316617194

June 12, 2022

## Problema 7.1

Ya resuelto correctamente en la tarea.

## Problema 8.2

Ya resuelto correctamente en la tarea.

## Problema 9.1, 9.2, 9.4

Ya resueltos correctamente en la tarea.

## Problema 10.3

**La constante de Madelung para la estructura cúbica de  $ZnS$  es 1.638. Calcular la energía de enlace para el  $ZnS$  para el que  $r_0 = 0.235nm$  y para el  $CuCl$  que tiene la misma estructura con  $r_0 = 0.234nm$ . Los valores experimentales son  $37.9eV$  / molécula para  $ZnS$  y  $9.81eV$  / molécula para  $CuCl$ .**

Según vimos en clase, la energía de enlace por molécula en equilibrio es de:

$$U = -\frac{\alpha e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0} \left(1 - \frac{1}{n}\right),$$

donde  $\alpha$  es la constante de Madelung,  $r_0$  es la separación y  $n$  es el parámetro asociado a la fuerza repulsiva propuesta por Born. Como vimos en clase, el parámetro  $n$  en general toma un valor de aproximadamente  $n = 9$ . Por lo tanto, calculamos directamente la energía para cada una de las moléculas:

- $CuCl$ :

En este caso, el problema nos dice nuevamente que  $\alpha = 1.638$  y que  $r_0 = 0.234nm$ , además que usamos  $n = 9$ , por lo que nos queda que:

$$\begin{aligned} U &= -\frac{\alpha e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0} \left(1 - \frac{1}{n}\right) \\ &= -\frac{(1.638)(1.6 \times 10^{-19}C)^2}{4\pi(8.85 \times 10^{-12}Fm^{-1})(0.234 \times 10^{-9}m)} \left(1 - \frac{1}{9}\right) \\ &= -1.4355 \times 10^{-18}J \\ &= -8.9605eV \end{aligned}$$

---

- *ZnS*:

En este caso, el problema nos dice que  $\alpha = 1.638$  y que  $r_0 = 0.235nm$ , además que usamos nuevamente que  $n = 9$ . Sin embargo, este caso es diferente al anterior ya que en la molécula *ZnS* los átomos están doblemente ionizados, es decir, el Zinc tiene carga  $+2e$  y el azufre tiene  $-2e$ . Entonces, la energía de atracción entre dos de estas partículas ya no es proporcional a  $e^2$ , sino a  $(2e)(2e) = 4e^2$ . Entonces, en la fórmula hay que usar  $4e^2$  en lugar de  $e^2$ .

$$\begin{aligned}
 U &= -\frac{\alpha 4e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0} \left(1 - \frac{1}{n}\right) \\
 &= -\frac{4(1.638)(1.6 \times 10^{-19}C)^2}{4\pi(8.85 \times 10^{-12}Fm^{-1})(0.235 \times 10^{-9}m)} \left(1 - \frac{1}{9}\right) \\
 &= 4(-1.42941) \times 10^{-18}J \\
 &= 4(-8.92235)eV \\
 &= -35.68eV
 \end{aligned}$$

Notar que en *CuCl* del inciso anterior, no hace falta hacer esta corrección de agregar un factor de 4, ya que en esta molécula los átomos están ionizados una sola vez.

Vemos que el resultado da una buena predicción para *CuCl* (en la que el valor real es  $9.81eV$  y da un resultado de  $8.922eV$ , que tiene un error de alrededor de un 10% ) y también es buena para el *ZnS*, en la que el valor es  $37.9eV$  pero nuestro resultado es  $35.6894eV$ , por lo que hay un error de 6.2%.

---

## **Ejercicio 11.2**

Ya resuelto correctamente en tarea.