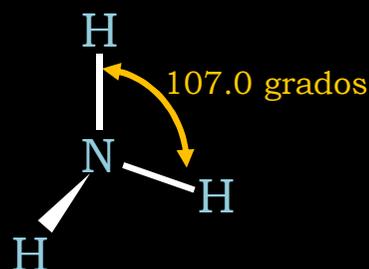


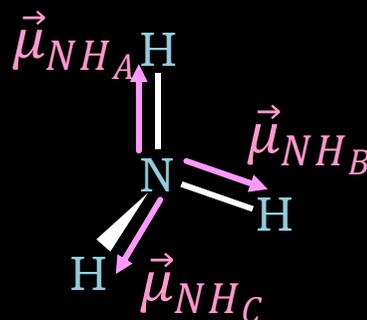
Solución a NH_3

Considera la molécula NH_3 , la cual tiene una geometría molecular piramidal en donde el ángulo de enlace H–N–H es 107.0 grados. Si la magnitud del vector momento dipolar eléctrico de enlace entre N–H es 1.3 D, determina el vector momento dipolar eléctrico de la molécula. Considera que N es más electronegativo que H.

Primero representemos la estructura molecular.



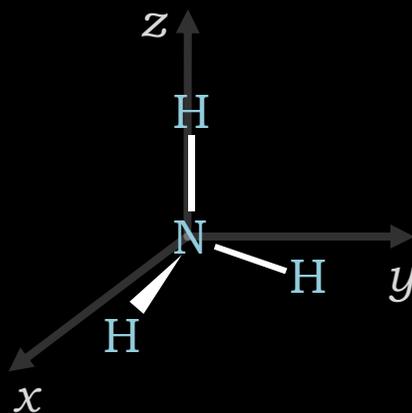
A cada enlace le asociamos el vector momento dipolar eléctrico de enlace que le corresponde respetando que dicho vector debe apuntar hacia el átomo menos electronegativo.



Solución a NH_3

Lo que prosigue es colocar un espacio euclidiano que sea adecuado para obtener las componentes coordenadas de cada vector y dado que la molécula es piramidal, en esta ocasión necesitamos un espacio tridimensional con el origen en el átomo de nitrógeno.

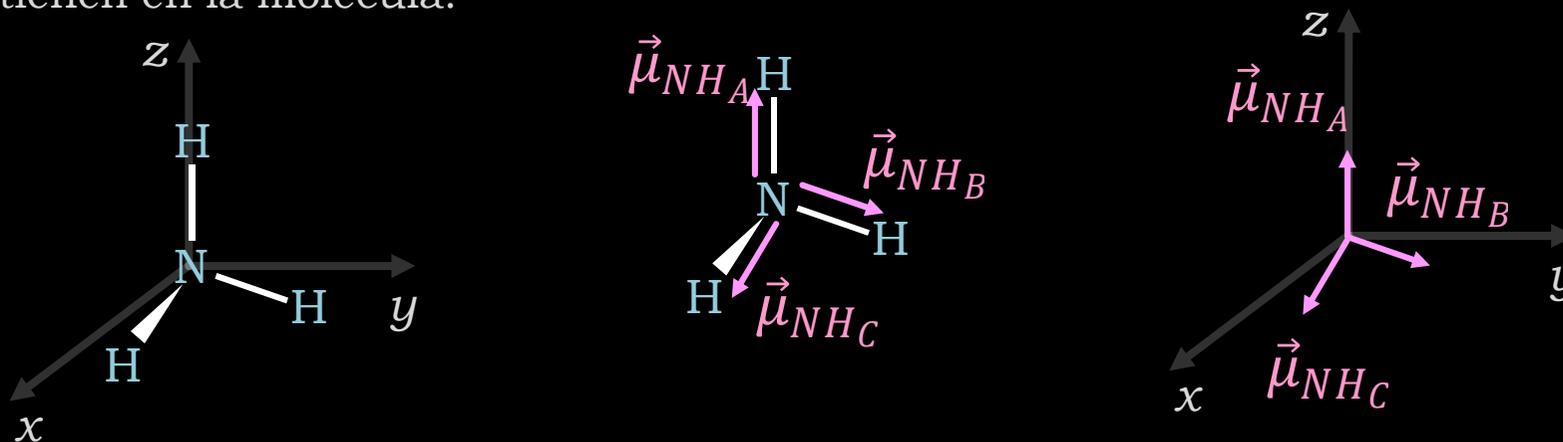
Ahora elegiremos que el eje coordenado z es creciente hacia arriba, el eje coordenado y será creciente a la derecha mientras que el eje coordenado x es creciente hacia afuera de la pantalla.



En la representación que hemos usado debe notarse el uso de líneas continuas para describir que el enlace está en el plano yz mientras que la cuña representa que el enlace está hacia el frente del plano yz .

Solución a NH_3

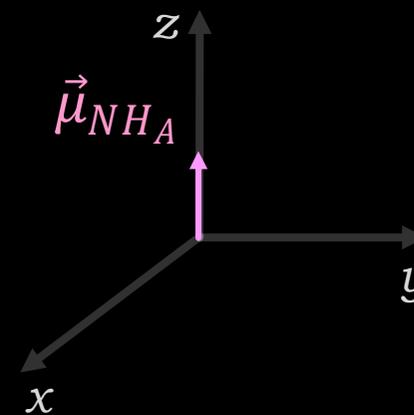
Ahora colocaremos los vectores previamente asociados respetando la dirección que tienen en la molécula.



Para facilitar la determinación de las coordenadas de los vectores implicados, realicemos un análisis individual de cada vector de momento dipolar eléctrico de enlace.

En el caso del vector momento dipolar eléctrico de enlace NH_A , cuya magnitud es 1.3 D, este vector se encuentra sobre el eje coordenado z así que sus componentes coordenadas son:

$$\vec{\mu}_{\text{NH}_A} (0, 0, 1.3)D$$



Solución a NH₃

En el caso del vector momento dipolar eléctrico de enlace NH_B, cuya magnitud es 1.3 D, este vector se encuentra sobre el plano *yz* por lo tanto la componente *x* será cero.

Para obtener las otras dos coordenadas, haremos uso del concepto cateto adyacente y cateto opuesto. Como el ángulo de 107.0 grados está siendo medido del eje coordenado *z*, entonces el valor del vector en el eje coordenado *z* es el cateto adyacente mientras que el valor en el eje coordenado *y* será el cateto opuesto.

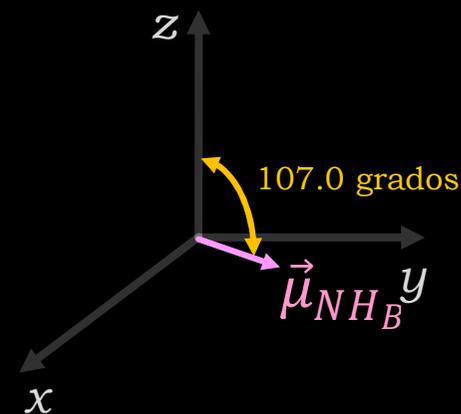
$$z = |\vec{\mu}_{NH_B}| \cos\theta \quad \dots \quad z = 1.3 \cos 107.0 \quad \dots \quad z = -0.38 D$$

$$y = |\vec{\mu}_{NH_B}| \sen\theta \quad \dots \quad y = 1.3 \sen 107.0 \quad \dots \quad y = 1.24 D$$

Por lo que el vector momento dipolar eléctrico de enlace NH_B es:

$$\vec{\mu}_{NH_B} (0, 1.24, -0.38)D$$

Veamos ahora cómo obtener las componentes del vector momento dipolar eléctrico de enlace NH_C, el cual ya tendrán valores diferentes de cero en sus tres coordenadas.



Solución a NH₃

Para encontrar las coordenadas del vector faltante existen varios métodos pero nosotros sólo analizaremos el método que implica al producto escalar entre dos vectores.

En el método de producto escalar emplearemos la característica de que el producto escalar entre dos vectores es:

$$(v_x)(a_x) + (v_y)(a_y) + (v_z)(a_z) = |\vec{V}||\vec{A}|\cos\theta$$

El cual puede interpretarse como “la suma del producto de las componentes de dos vectores es igual al producto de la magnitud de los vectores por el ángulo que forman”

Como en el caso de la molécula NH₃ ya conocemos la magnitud de los vectores, 1.3 D, así como el ángulo que forman los vectores, 107.0 grados, realizaremos el producto escalar entre los vectores conocidos, NH_A y NH_B, con el vector NH_C.

Empecemos suponiendo que las coordenadas del vector NH_C son:

$$\vec{\mu}_{NH_C} (x, y, z)D$$

Solución a NH₃

Ahora resolvamos el producto escalar entre los vectores NH_A y NH_C:

$$\vec{\mu}_{NH_A} \cdot \vec{\mu}_{NH_C} \quad \dots \quad (0, 0, 1.3) \cdot (x, y, z)$$

$$(0)(x) + (0)(y) + (1.3)(z) = (1.3)(1.3)\cos 107.0$$

De la ecuación anterior podemos determinar la componente z del vector momento dipolar eléctrico NH_C.

$$(1.3)(z) = (1.3)(1.3)\cos 107.0 \quad \dots \quad z = (1.3)\cos 107.0 \quad \dots \quad z = -0.38$$

Con esto sabemos que el vector NH_C es:

$$\vec{\mu}_{NH_C} (x, y, -0.38)D$$

Ahora resolvamos el producto escalar entre los vectores NH_B y NH_C:

$$\vec{\mu}_{NH_B} \cdot \vec{\mu}_{NH_C} \quad \dots \quad (0, 1.24, -0.38) \cdot (x, y, -0.38)$$

$$(0)(x) + (1.24)(y) + (-0.38)(-0.38) = (1.3)(1.3)\cos 107.0$$

De esta ecuación podremos despejar el valor de la coordenada y para el vector NH_C.

Solución a NH₃

$$(1.24)(y) + (-0.38)(-0.38) = (1.3)(1.3)\cos 107.0$$

$$y = \frac{(1.3)(1.3)\cos 107.0 - (-0.38)^2}{1.24} \quad \dots \quad y = -0.51 D$$

Con esto sabemos que el vector NH_C es:

$$\vec{\mu}_{NH_C} (x, -0.51, -0.38)D$$

Ahora recurriremos a que la magnitud del vector, 1.3 D, debe ser igual a la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de las componentes; por lo tanto aplicando al vector NH_C tenemos:

$$1.3 = \sqrt{x^2 + (-0.51)^2 + (-0.38)^2}$$

De aquí podemos despejar la coordenada x del vector NH_C.

$$(1.3)^2 = x^2 + (-0.51)^2 + (-0.38)^2 \quad \dots \quad x = \sqrt{(1.3)^2 - (-0.51)^2 - (-0.38)^2}$$

$$x = 1.13 D$$

Solución a NH₃

Con la información encontrada, podemos establecer las coordenadas del vector momento dipolar eléctrico NH_C son:

$$\vec{\mu}_{NH_C} (1.137, -0.51, -0.38)D$$

Para finalizar este ejercicio, nos falta sumar los vectores momento dipolar eléctrico de enlace para determinar el vector momento dipolar eléctrico molecular.

$$\vec{\mu}_{mol\acute{e}cula} = \sum \vec{\mu}_{enlace} \quad \dots \quad \vec{\mu}_{NH_3} = \vec{\mu}_{NH_A} + \vec{\mu}_{NH_B} + \vec{\mu}_{NH_C}$$

$$\vec{\mu}_{NH_3} = (0, 0, 1.3) + (0, 1.24, -0.38) + (1.137, -0.51, -0.38)$$

$$\vec{\mu}_{NH_3} = (1.137, 0.73, 0.54) D \quad |\vec{\mu}_{NH_3}| = 1.45 D$$