

2.1.2: Cargas ligadas- hipótesis

Son sistemas de cargas con estructura interna. Por ejemplo, átomos, moléculas o agregados de moléculas. .

Para describir las cargas ligadas pensaremos en el ejemplo de un átomo. Tiene un tamaño característico de 0.1nm. Para tratarlo la teoría clásica se demuestra insuficiente. Rigurosamente, necesitaríamos de la Física Cuántica. Pero vamos en su lugar a usar la Física clásica "parcheada" para evitar las dificultades de las que somos conscientes ¹ . Basta con la teoría clásica completada con las hipótesis oportunas para describir los fenómenos de nuestro interés.

Primera hipótesis (no clásica): los átomos tienen un estado fundamental estable. Podemos imaginar una nube de carga alrededor del núcleo, una idea semicuántica del átomo. Esa nube de carga tendrá un centro de carga que puede coincidir o no con el núcleo. Pensaremos para simplificar el análisis en moléculas no polares, es decir, sin momento dipolar permanente. Para ellas, el centro de carga positiva y negativa está superpuesto.

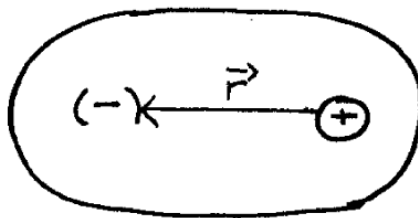


Figura 2.1.2.1: Molécula perturbada (centros de carga separados). El origen de coordenadas está en la carga positiva y el vector \mathbf{r} está dirigido hacia la carga negativa.

De todos modos, la única dificultad extra de tratar con momentos dipolares permanentes es meramente calculatoria.

Un campo electromagnético perturbará el átomo, cambiando la forma de la nube electrónica en el estado fundamental. El centro de carga negativa ya no estará sobre el núcleo: se ha creado un pequeño dipolo. Esto corresponde a excitar el átomo. El átomo se intentará oponer a esta perturbación; aparecerá una fuerza de recuperación para reunir de nuevo los centros de carga. Dentro de una teoría clásica diríamos que aparecen fuerzas internas en el átomo que intentan compensar el efecto de la perturbación de los agentes externos. Para encontrar una expresión explícita para estas fuerzas que nos permita incluirlas en la ecuación de movimiento vamos a hacer la suposición de que la separación inducida entre centros de carga es muy pequeña, lo que nos permitirá usar una expresión lineal en la separación ², el primer término del desarrollo en serie de \mathbf{F}_{int} :

$$\mathbf{F}_{int}(\mathbf{r}) \simeq m\omega_0^2\mathbf{r}$$

donde m es la masa del electrón y ω_0 es lo que llamaremos frecuencia de resonancia.

Hay casos, como es el del campo debido a la radiación de un láser en los que habría que tener en cuenta o (\mathbf{r}^2) , un término de orden superior, ya que la separación entre las cargas es grande (y la aproximación lineal imprecisa) cuando el campo es muy fuerte.

Revisemos las hipótesis:

- Existe un estado fundamental estable.
- No hay momento dipolar permanente.
- Para las fuerzas internas de compensación vale una aproximación lineal, porque la separación de centros de carga es pequeña.
-

². La óptica lineal es aquella para la que vale la aproximación lineal para las fuerzas internas. La mayoría de las fuentes de luz se pueden caracterizar con el desarrollo sólo lineal de la fuerza recuperadora.

Un medio (electromagnéticamente) isótropo es un medio en el que no se pueden distinguir unas direcciones de otras a efectos de propagación de campos electromagnéticos. El que se haga una aproximación lineal no implica que el medio sea isótropo o deje de serlo. De hecho se puede hacer óptica lineal anisótropa utilizando para la fuerza recuperadora un coeficiente no escalar, sino tensorial.