

Transiciones radiativas y colisionales

Transición radiativa: es una transición electrónica originada en la interacción de un **átomo con uno o varios fotones**.

Transición colisional: es una transición provocada por la **colisión inelástica de una o varias partículas libres con el átomo**.
No involucra fotones.

Transiciones radiativas y colisionales

Transición radiativa: es una transición electrónica originada en la interacción de un **átomo con uno o varios fotones**.

Transición colisional: es una transición provocada por la **colisión inelástica de una o varias partículas libres con el átomo**.
No involucra fotones.

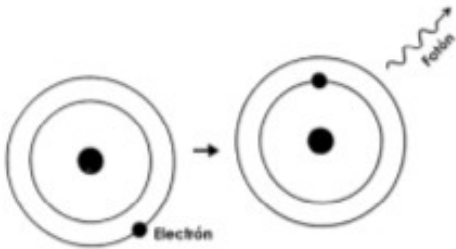
Los átomos pueden ser:
Excitados/desexcitados
Ionizados/recombinados
(Radiativamente/colisionalmente)

Transiciones radiativas

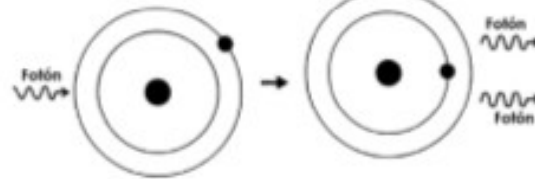
Emisión espontánea

Emisión estimulada

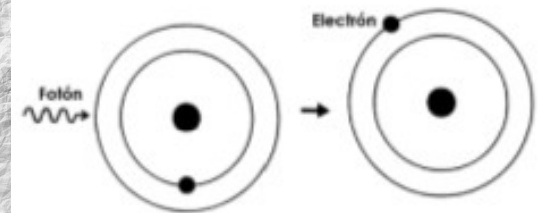
Absorción estimulada



Emisión Espontánea



Emisión Estimulada

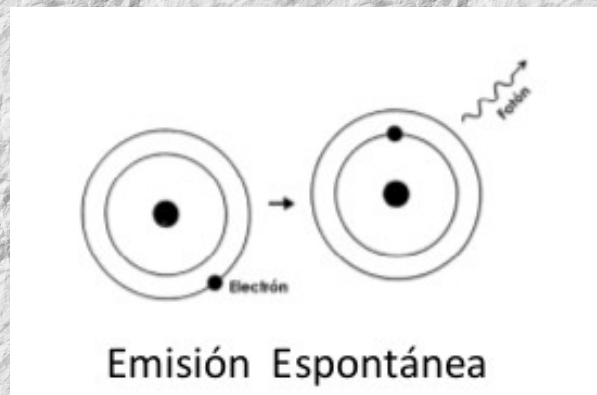


Absorción

Transiciones radiativas

Emisión espontánea

Si un átomo en algún estado excitado pudiera liberarse completamente de toda perturbación exterior tendería naturalmente a desexcitarse, cayendo al nivel fundamental, mediante la emisión de uno o más fotones. Cuando este fenómeno no es provocado por ningún factor externo se denomina emisión espontánea.

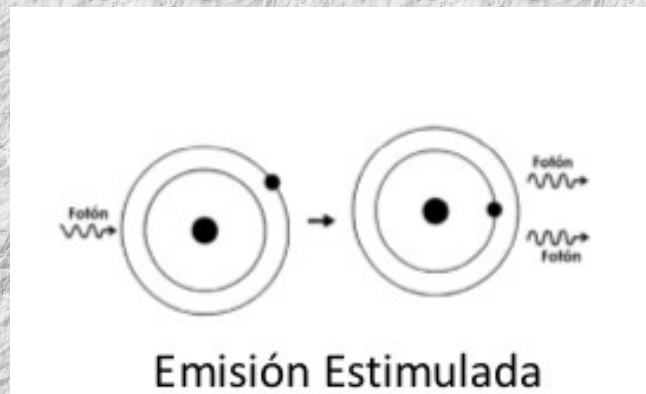


Transiciones radiativas

Emisión estimulada

Puede ocurrir que un fotón del campo radiante con una frecuencia apropiada estimule a un átomo a emitir otro fotón de igual frecuencia. Este fenómeno se conoce como emisión estimulada o inducida (o absorción negativa). Ej. máser.

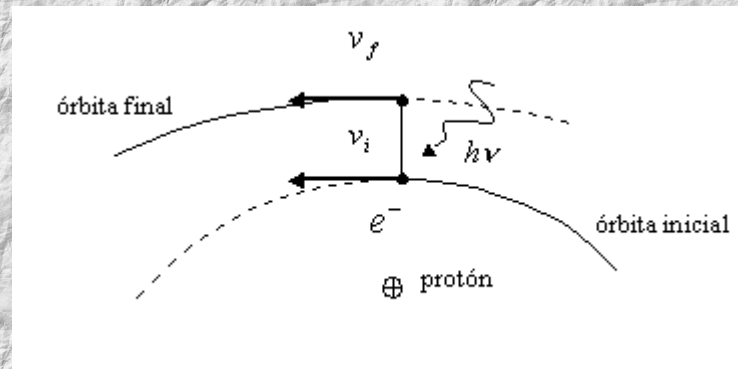
Constituye el proceso inverso a la absorción.



Transiciones radiativas

Absorción estimulada

Cuando un fotón del campo radiante, en el cual se encuentra el átomo, tiene una energía igual a la diferencia de niveles de energía del átomo, el fotón puede ser absorbido por el átomo, resultando este último excitado radiativamente. Se llama absorción estimulada porque el fotón estimula al átomo a realizar la transición hacia un nivel superior. El fotón “desaparece del campo de radiación”.



Ionización y recombinación

- **Ionización:** proceso por el cual se libera el electrón del átomo.

Puede ser radiativa o colisional. Cuando es radiativa se denomina fotoionización.

- **Recombinación:** El ión captura un electrón libre.

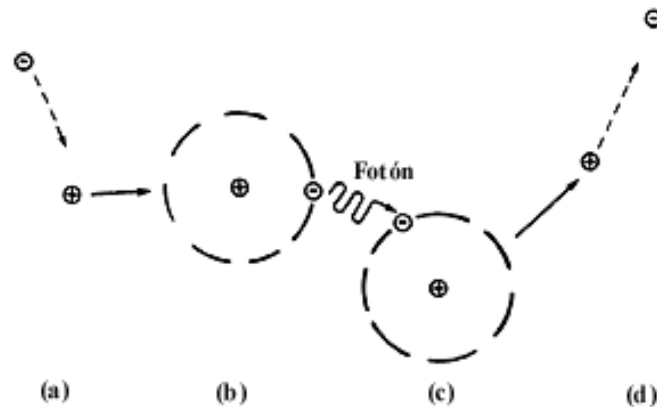
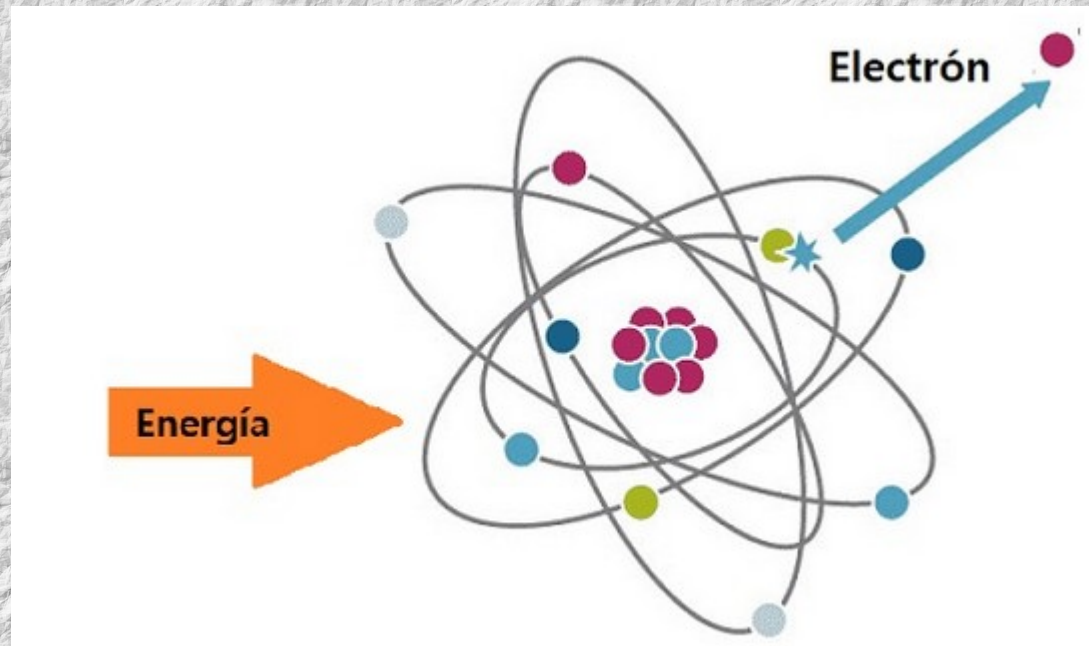


Figura 16. Cuando un electrón libre se reincorpora a un átomo con un electrón faltante, se dice que se produce una recombinación (a). Un fotón emitido por recombinación (b), al ser absorbido por otro átomo (c), produce ionización (d).

Ionización y recombinación

Ionización: proceso por el cual se libera el electrón del átomo. Un átomo podrá ionizarse tantas veces como electrones posea.

La ionización será **radiativa** (fotoionización) cuando el átomo absorbe del campo de radiación un fotón $h\nu$, cuya energía sea suficiente para desprender un electrón que estaba ligado al átomo. En la ionización **colisional**, el electrón es liberado como resultado de la colisión de un electrón libre de alta energía con el átomo.



Ionización y recombinación

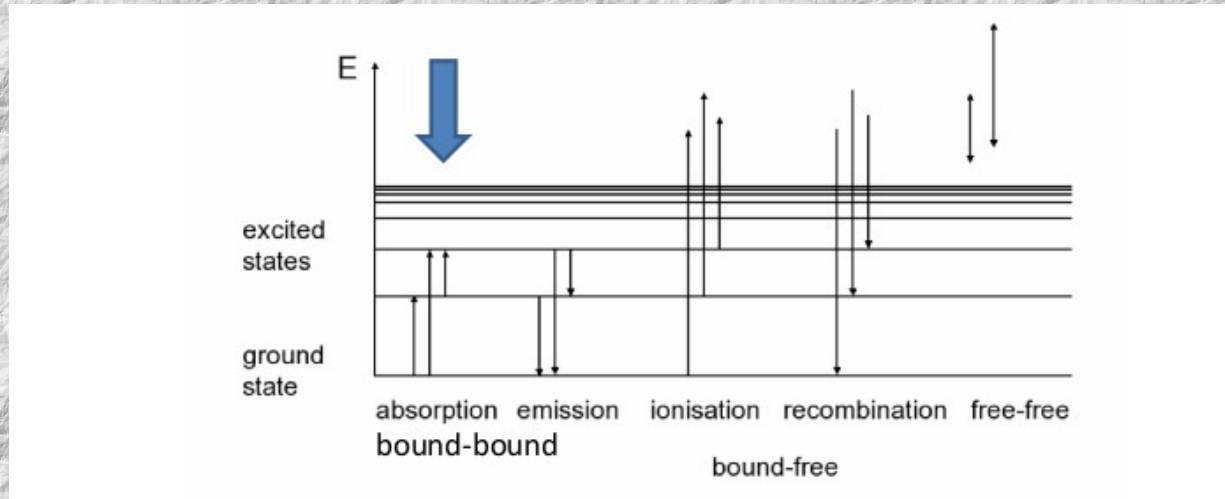
Recombinación: constituye el proceso inverso a la ionización y puede involucrar fotones o no.

En la recombinación radiativa un ión captura un electrón libre en un cierto nivel de energía y libera un fotón de energía $h\nu$.

En la recombinación colisional, un ión captura un electrón libre en un cierto nivel y entrega la cantidad de energía ΔE a una tercera partícula (un electrón próximo, por ejemplo).

En el primer caso se produce una interacción entre un electrón y un átomo, liberándose un fotón; en el segundo por el contrario, no hay fotones liberados y se produce la interacción de dos partículas con un átomo.

Tipos de transiciones



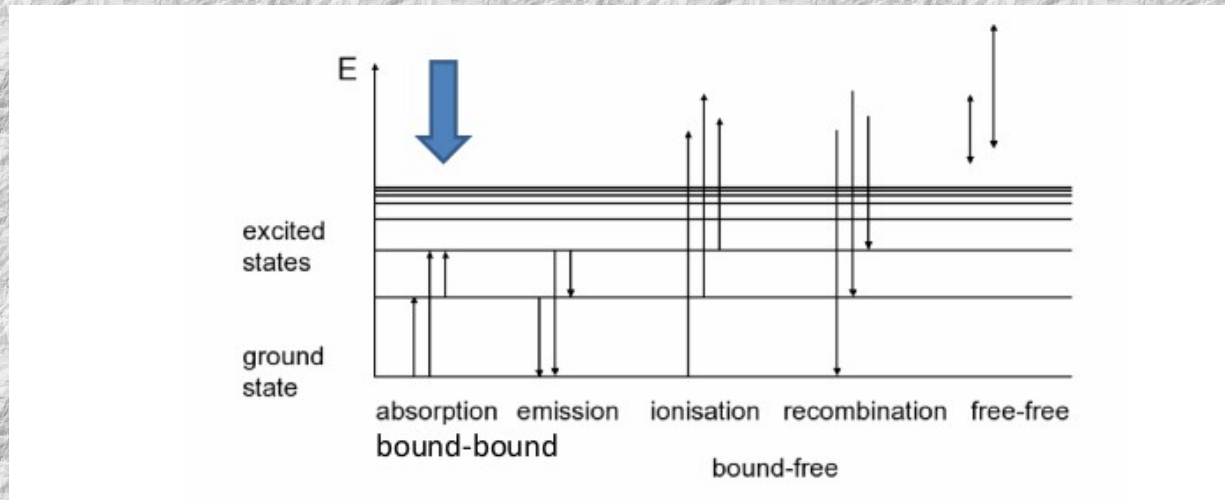
Ligado-ligado (bound-bound): transiciones de emisión o absorción del átomo (de H).

Ligado-libre (bound-free): Ionización del átomo (de H).

Libre-ligado: Recombinación del átomo (de H).

Libre-libre (free-free): Un electrón libre puede ganar energía absorbiendo un fotón y puede perder energía colisionado con un ión

Tipos de transiciones

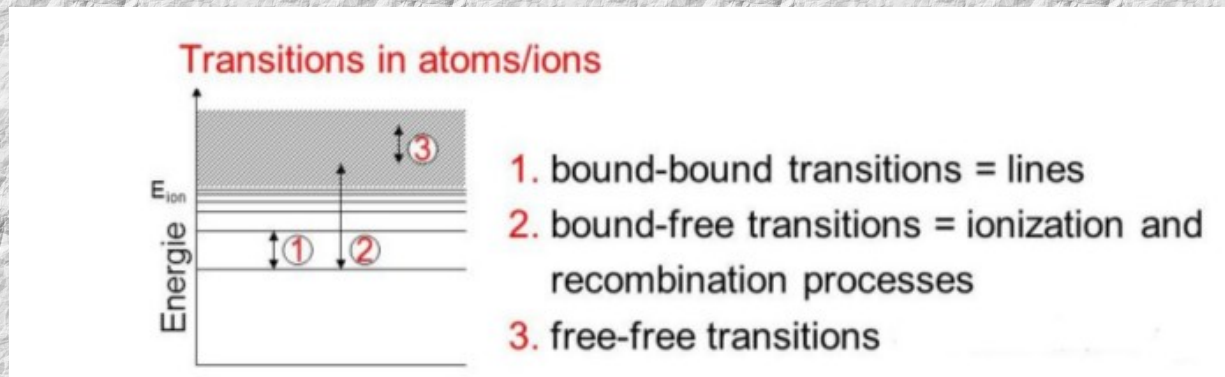


Ligado-ligado (bound-bound): transiciones de emisión o absorción del átomo (de H).

Ligado-libre (bound-free): Ionización del átomo (de H).

Libre-ligado: Recombinación del átomo (de H).

Libre-libre (free-free): Un electrón libre puede ganar energía absorbiendo un fotón y puede perder energía colisionado con un ión



Transiciones colisionales

Un átomo puede realizar transiciones sin que la radiación (los fotones) esté involucrada. Por ejemplo, un átomo vecino puede colisionar con el átomo en cuestión haciendo que éste pase a un nivel superior de energía. También puede ocurrir que el átomo en cuestión pase a un nivel inferior de energía o se ionice, como resultado de la colisión con otra partícula.

En estas transiciones colisionales, el cambio en el estado de excitación o de ionización del átomo es debido a la energía cinética que toma o cede a otra partícula.

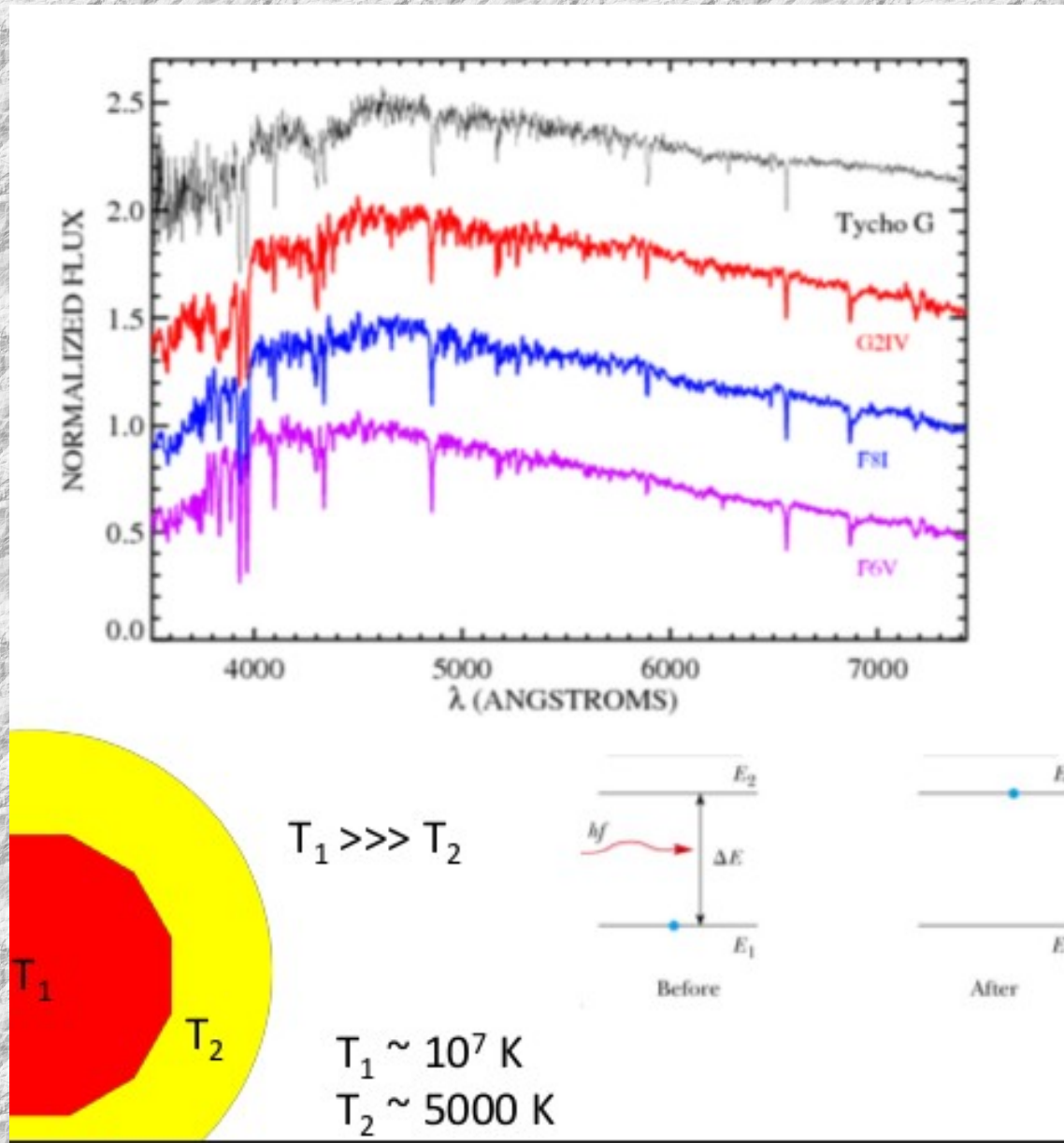
Transiciones colisionales

Puede suceder que un átomo colisione inelásticamente con un electrón libre y sea excitado de este modo. En este caso se transfiere al átomo parte de la energía cinética del electrón libre, resultando el átomo excitado por vía colisional.

La desexcitación colisional ocurre cuando un electrón libre colisiona inelásticamente con un átomo, cediéndole este último al electrón energía cinética.

Transiciones ligado-ligado

Líneas de absorción atmosféricas



V.7 TRANSICIONES RADIATIVAS Y COLISIONALES

Toda transición electrónica originada en la interacción de un átomo con uno o varios fotones se denomina *transición radiativa*. Por el contrario, una *transición colisional* no involucra fotones y es provocada por la colisión inelástica de una o varias partículas libres con el átomo.

Existen tres tipos de transiciones radiativas denominadas, respectivamente: emisión espontánea, absorción y emisión estimulada. Si un átomo excitado pudiera liberarse completamente de toda perturbación exterior, tendería naturalmente a desexcitarse mediante la emisión de uno o varios fotones. Cuando este fenómeno de desexcitación no es provocado por ningún factor externo se denomina *emisión espontánea*. Por el contrario, si un átomo se encuentra en un campo de radiación, puede ocurrir que un fotón del campo radiante tenga una frecuencia tal que corresponda exactamente a la diferencia de energía entre dos niveles ligados del átomo. Dicho fotón puede entonces ser *absorbido* por el átomo, resultando este último excitado radiativamente.

Puede ocurrir que un fotón del campo radiante con una frecuencia apropiada estimule al átomo a emitir un fotón de igual frecuencia, dirección y polarización que el fotón original. Este fenómeno se conoce como *emisión estimulada*. Evidentemente, la emisión estimulada constituye el proceso inverso de la absorción y, por esta razón, suele en ocasiones ser mencionada como *absorción negativa*.

La frecuencia con que ocurren transiciones radiativas tales como las mencionadas (emisión espontánea, absorción real y absorción negativa) depende esencialmente de cuán poblados se encuentren los respectivos niveles de energía, de ciertas propiedades intrínsecas de los mismos (probabilidades de transición) y, en los casos de la absorción real y de la absorción negativa, de la intensidad de la radiación electromagnética.

En general, un átomo puede ser excitado radiativamente o colisionalmente. Dijimos antes que cuando un átomo absorbe un fotón de energía $h\nu$ y uno de sus electrones pasa a un nivel superior, el átomo resulta excitado por vía radiativa. Puede suceder, sin embargo, que al colisionar inelásticamente un electrón libre con un átomo, se transfiera a este último parte de la energía cinética del electrón libre, resultando el átomo excitado por vía colisional. Si v_i y v_f son las velocidades inicial y final del electrón libre, la cantidad de energía cinética cedida al átomo durante la colisión será: $\Delta E_c = m(v_i^2 - v_f^2)/2$.

El fenómeno inverso de la excitación se llama desexcitación, pudiendo éste ocurrir por vía radiativa o colisional. En el primer caso, el átomo se desexcita al emitir un fotón de energía $h\nu$, ya sea espontáneamente o estimulado por el campo radiante. La desexcitación colisional ocurre cuando un electrón libre colisiona inelásticamente con un átomo, cediéndole este último al electrón energía cinética. Si v_i y v_f representan las velocidades inicial y final del electrón libre y el electrón ligado del átomo salta hacia un nivel más bajo, la energía cinética cedida por el átomo es: $\Delta E_c = m(v_i^2 - v_f^2)/2$.

Consideremos ahora el proceso mediante el cual se libera el electrón del átomo, esto es, la *ionización* del átomo. Es obvio que un átomo de un determinado elemento químico podrá ionizarse tantas veces como electrones disponga. La ionización será radiativa (fotoionización) cuando el átomo absorba del campo un fotón $h\nu$, cuya energía sea suficiente como para desprender un electrón que estaba ligado al átomo. En la ionización colisional, el electrón es liberado como resultado de la colisión de un electrón libre de alta energía con el átomo.

El proceso de *recombinación* constituye el fenómeno inverso al de la ionización y puede nuevamente involucrar o no fotones. En la recombinación radiativa, un ión captura un electrón libre en un cierto nivel de energía E_n y libera un fotón de energía $\Delta E = h\nu = (mv^2 / 2) - E_n$. En la recombinación colisional, un ión captura un electrón libre en un cierto nivel y entrega la cantidad de energía ΔE a una tercera partícula (un electrón próximo, por ejemplo). Como vemos, en el primer caso se produce una interacción entre un electrón y un átomo, liberándose un fotón; en el

segundo, por el contrario, no hay fotones liberados y se produce la interacción de dos partículas y un átomo. Debido a que los electrones libres pueden tener cualquier energía, el espectro de las recombinaciones radiativas aparece como una faja que comienza en el límite de la serie para la cual se da la recombinación. Gradualmente, el espectro se debilita en dirección a frecuencias más altas, precisamente porque la fracción de electrones libres disminuye con la energía.