**CHUYÊN ĐỀ: LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG**

**TÓM TẮT LÝ THUYẾT**

***I. Hiện tượng quang điện(ngoài) - Thuyết lượng tử ánh sáng.***

***a. Hiện tượng quang điện:*** Hiện tượng ánh sáng làm bật các electron ra khỏi mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện ngoài (gọi tắt là hiện tượng quang điện).

***b. Định luật quang điện*** *(định luật về giới hạn quang điện):*

Đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điệnλ0 của kim loại đó, mới gây ra được hiện tượng quang điện: λ≤λ0.

***c. Thuyết lượng tử ánh sáng***

\* Để giải thích được các định luật quang điện người ta đưa ra nhiều giả thuyết, Giả thuyết của Plank và Anhxtanh phát biểu thành thuyết lượng tử. Nội dung căn bản là giống nhau, chỉ khác nhau Plank gọi các hạt là lượng tử năng lượng còn Anhxtanh gọi là các phôtôn

+ Chùm ánh sáng là chùm các phôtôn (các lượng tử ánh sáng). Mỗi phôtôn có năng lượng xác định (năng lượng của 1 phô tôn ε = hf (J). Nếu trong chân không thì ****

c =3.108 m/s : vận tốc ánh sáng trong chân không;

f :là tần số của sóng ánh sáng đơn sắc tương ứng.

h=6,625.10-34 J.s : hằng số Plank;

+ Cường độ chùm sáng tỉ lệ với số phôtôn phát ra trong 1 giây.

+ Phân tử, nguyên tử, electron phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ phôtôn.

+ Các phôtôn bay dọc theo tia sáng với tốc độ c = 3.108 m/s trong chân không.

+ Năng lượng của mỗi phôtôn rất nhỏ. Một chùm sáng dù yếu cũng chứa rất nhiều phôtôn do rất nhiều nguyên tử, phân tử phát ra. Vì vậy ta nhìn thấy chùm sáng liên tục.

+Phôtôn chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động. Không có phôtôn đứng yên.

***d. Giải thích các định luật quang điện***

+ Công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện: hf = = A + Wđomax.

-với λ0 là giới hạn quang điện của kim loại: λ0 = 

-Công thoát của e ra khỏi kim loại : 

-Tần số sóng ánh sáng giới hạn quang điện : 

với : v0max là vận tốc ban đầu cực đại của quang e (Đơn vị của v0 là m/s)

 là giới hạn quang điện của kim loại làm catot (Đơn vị của λ0 là m; μm; nm;pm)

m (hay me ) = 9,1.10-31 kg là khối lượng của e;

e = 1,6.10-19 C là điện tích nguyên tố ;

1eV=1,6.10-19J.

+ Chú ý các electron quang điện thoát ra khỏi ca tốt của tế bào quang điện có vận tốc biến thiên từ v0 tới vmax, tương tự động năng của các electron quang điện cũng biến thiên từ Wđ0 đến Wđ0max

+Bảng giá trị giới hạn quang điện

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Chất kim loại** | **λo(μm)** | **Chất kim loại** | **λo(μm)** | **Chất bán dẫn** | **λo(μm)** |
| Bạc | 0,26 | Natri | 0,50 | Ge | 1,88 |
| Đồng | 0,30 | Kali | 0,55 | Si | 1,11 |
| Kẽm | 0,35 | Xesi | 0,66 | PbS | 4,14 |
| Nhôm | 0,36 | Canxi | 0,75 | CdS | 0,90 |

***e. Lưỡng tính sóng - hạt của ánh sáng***

+Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Ta nói ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt.

+Trong mỗi hiện tượng quang học, ánh sáng thường thể hiện rỏ một trong hai tính chất trên. Khi tính chất sóng thể hiện rỏ thì tính chất hạt lại mờ nhạt, và ngược lại.

+Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn, phôtôn có năng lượng càng lớn thì tính chất hạt thể hiện càng rõ, như ở hiện tượng quang điện, ở khả năng đâm xuyên, khả năng phát quang…,còn tính chất sóng càng mờ nhạt.

+Trái lại sóng điện từ có bước sóng càng dài, phôtôn ứng với nó có năng lượng càng nhỏ, thì tính chất sóng lại thể hiện rỏ hơn như ở hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, tán sắc, …, còn tính chất hạt thì mờ nhạt.

***II. Hiện tượng quang điện trong.***

Hiện tượng tạo thành các electron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, do tác dụng của ánh sáng thích hợp, gọi là hiện tượng quang điện trong. Hiện tượng quang điện trong cũng cần có λ≤λ0 nhưng thường trong vùng nhìn thấy hoặc là vùng hồng ngoại

***a. Hiện tượng quang dẫn***

Hiện tượng giảm điện trở suất, tăng độ dẫn điện của bán dẫn khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào gọi là hiện tượng quang dẫn.

Trong hiện tượng quang dẫn mật độ hạt tải điện tăng, độ dẫn điện tăng, điện trở suất giảm. Cường độ chùm sáng thích hợp càng lớn thì điện trở suất càng nhỏ.

Trong hiện tượng quang dẫn, hạt tải điện là các electron và lỗ trống.

***b. Quang điện trở***

Quang điện trở được chế tạo dựa trên hiệu ứng quang điện trong.

Đó là một tấm bán dẫn có giá trị điện trở thay đổi khi cường độ chùm ánh sáng chiếu vào nó thay đổi. Cường độ chùm sáng chiếu vào càng lớn thì điện trở càng giảm và ngược lại.

Được ứng dụng trong các mạch khuếch đại của các thiết bị điều khiển bằng ánh sáng, trong các máy đo ánh sáng.

***c. Pin quang điện***

Pin quang điện là nguồn điện một chiều, trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Hoạt động của pin dựa trên hiện tượng quang điện bên trong của một số chất bán dẫn như đồng ôxit, sêlen, silic, … . Pin quang điện thường được cấu tạo từ một lớp tiếp xúc p – n với p là cực âm và n là cực dương. Suất điện động của pin thường có giá trị từ 0,5V đến 0,8V

Pin quang điện (pin mặt trời) đã trở thành nguồn cung cấp điện cho các vùng sâu vùng xa, trên các vệ tinh nhân tạo, con tàu vũ trụ, trong các máy đo ánh sáng, máy tính bỏ túi. …

***III. So sánh hiện tượng quang điện ngoài và quang điện trong:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **So sánh** | **Hiện tượng quang điện ngoài** | **Hiện tượng quang dẫn** |
| Vật liệu | Kim loại | Chất bán dẫn |
| Bước sóng as kích thích | Nhỏ, năng lượng lớn (như tia tử ngoại) | Vừa, năng lượng trung bình (as nhìn thấy..) |

Do ưu điểm chỉ cần as kích thích có năng lượng nhỏ (bước sóng dài như as nhìn thấy) nên hiện tượng quang điện trong được ứng dụng trong quang điện trở (điện trở thay đổi khi chiếu as kích thích, dùng trong các mạch điều khiển tự động) và pin quang điện (biến trực tiếp quang năng thành điện năng)

***IV. Hiện tượng quang–Phát quang ( đã bỏ).***

***a. Hấp thụ và phản xạ lọc lựa***

+ Một môi trường có thể hấp thụ hoặc phản xạ một số bức xạ gọi là hấp thụ hoặc phản xạ lọc lựa

+ Một môi trường có thể cho mọi ánh sáng truyền qua thì vật đó gọi là vật trong suốt

+ Nếu môi trưòng chỉ cho một bức xạ nào đó truyền qua ta có môi trường trong suốt với bức xạ đó

Vd: - Kính lọc sắc màu đỏ trong suốt với ánh sáng màu đỏ nên khi truyền ánh sáng trắng qua kính lọc sắc này ta thấy được màu đỏ. Nếu chiếu các ánh sáng không phải màu đỏ đi qua kính thì phía sau ta thấy màu đen

- Nếu chiếu bức xạ màu vàng vào áo màu xanh ta cũng thấy màu đen……..

***b. Sự phát quang***

+Có một số chất khi hấp thụ năng lượng dưới một dạng nào đó, thì có khả năng phát ra các bức xạ điện từ trong miền ánh sáng nhìn thấy. Các hiện tượng đó gọi là sự phát quang.

+ Mỗi chất phát quang có một quang phổ đặc trưng cho nó.

+ Sau khi ngừng kích thích, sự phát quang của một số chất còn tiếp tục kéo dài thêm một thời gian nào đó, rồi mới ngừng hẵn. Khoảng thời gian từ lúc ngừng kích thích cho đến lúc ngừng phát quang gọi là thời gian phát quang.

***c.Huỳnh quang và lân quang- So sánh hiện tượng huỳnh quang và lân quang:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **So sánh** | **Hiện tượng huỳnh quang** | **Hiện tượng lân quang** |
| Vật liệu phát quang | Chất khí hoặc chất lỏng | Chất rắn |
| Thời gian phát quang | Rất ngắn, tắt rất nhanh sau khi tắt as kích thích | Kéo dài một khoảng thời gian sau khi tắt as kích thích (vài phần ngàn giây đến vài giờ, tùy chất) |
| Đặc điểm - Ứng dụng | As huỳnh quang luôn có bước sóng dài hơn as kích thích (năng lượng bé hơn - tần số nhỏ hơn) . Dùng trong đèn ống | Biển báo giao thông, ... |

***d. Định luật Xtốc về sự phát quang( Đặc điểm của ánh sánghuỳnh quang )***

Ánh sáng phát quang có bước sóng λpq dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích λkt:

**hf pq< hfkt =>λpq>λkt.**

***e.Ứng dụng của hiện tượng phát quang:*** Sử dụng trong các đèn ống để thắp sáng, trong các màn hình của dao động kí điện tử, tivi, máy tính. Sử dụng sơn phát quang quét trên các biển báo giao thông.

***V. Mẫu nguyên tử Bo.***

***a. Mẫu nguyên tử của Bo***

+*Tiên đề về trạng thái dừng*

-Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định En, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng

thái dừng, nguyên tử không bức xạ.

-Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, electron chuyển động quanh hạt nhân trên những quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định gọi là quỹ đạo dừng.

-Công thức tính quỹ đạo dừng của electron trong nguyên tử hyđrô: **rn = n2r0**, với n là số nguyên và

r0 = 5,3.10-11 m, gọi là bán kính Bo (lúc e ở quỹ đạo K)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Trạng thái dừng n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Tên quỹ đạo dừng | K | L | M | N | O | P |
| Bán kính: **rn = n2r0** | r0 | 4r0 | 9r0 | 16r0 | 25r0 | 36r0 |
| Năng lượng e Hidro: |  |  |  |  |  |  |

Năng lượng electron trong nguyên tử hiđrô:  Với n ∈ N\*.

-Bình thường, nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất gọi là trạng thái cơ bản. Khi hấp thụ năng lượng thì nguyên tử chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao hơn, gọi là trạng thái kích thích. Thời gian nguyên tử ở trạng thái kích thích rất ngắn (cỡ 10-8 s). Sau đó nguyên tử chuyển về trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn và cuối cùng về trạng thái cơ bản.

+ *Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử*

-Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng En sang trạng thái dừng có năng lượng Em nhỏ hơn thì nguyên tử phát ra một phôtôn có năng lượng: **ε = hfnm = En – Em.**

-Ngược lại, nếu nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng Em mà hấp thụ được một phôtôn có năng lượng hf đúng bằng hiệu En – Em  thì nó chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng En lớn hơn.

-Sự chuyển từ trạng thái dừng Em sang trạng thái dừng En ứng với sự nhảy của electron từ quỹ đạo dừng có bán kính rm sang quỹ đạo dừng có bán kính rn và ngược lại.

hấp thụ

bức xạ

hfmn

***En***

***Em***

***hfnm***

***b. Quang phổ phát xạ và hấp thụ của nguyên tử hidrô***

-Nguyên tử hiđrô có các trạng thái dừng khác nhau EK, EL, EM, ... .

Khi đó electron chuyển động trên các quỹ đạo dừng K, L, M, ...

-Khi electron chuyển từ mức năng lượng cao (Ecao) xuống mức năng

lượng thấp hơn (Ethấp) thì nó phát ra một phôtôn có năng lượng xác định: **hf = Ecao – Ethấp.**

-Mỗi phôtôn có tần số f ứng với một sóng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ =, tức là một vạch quang phổ có một màu (hay một vị trí) nhất định. Điều đó lí giải ***quang phổ phát xạ của hiđrô là quang phổ vạch.***

-Ngược lại nếu một nguyên tử hiđrô đang ở một mức năng lượng **Ethấp**nào đó mà nằm trong một chùm ánh sáng trắng, trong đó có tất cả các phôtôn có năng lượng từ lớn đến nhỏ khác nhau, thì lập tức nguyên tử đó sẽ hấp thụ một phôtôn có năng lượng phù hợp **ε = Ecao – Ethấp** để chuyển lên mức năng lượng **Ecao.** Như vậy, một sóng ánh sáng đơn sắc đã bị hấp thụ, làm cho trên quang phổ liên tục xuất hiện một vạch tối. Do đó ***quang phổ hấp thụ*của nguyên tử hiđrô** cũng là ***quang phổ vạch.***

**-----------------------------------------------------**