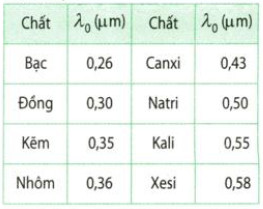
## CHƯƠNG 6 : LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

## BÀI 30: HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN. THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

## 1. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

**a. Thí nghiệm của Héc về hiện tượng quang điện (1887)**

|  |  |
| --- | --- |
| Gắn một tấm kẽm tích điện âm vào cần của một tĩnh điện kế, kim điện kế lệch đi một góc nào đó.  - Chiếu chùm ánh sáng hồ quang vào tấm kẽm thì góc lệch của kim điện kế giảm đi.  - Thay kẽm bằng kim loại khác, ta cũng thấy hiện tượng tương tự.  **Kết luận**: Ánh sáng hồ quang đã làm bật êlectron khỏi mặt tấm kẽm.  **b. Định nghĩa**  Hiện tượng ánh sáng (hoặc bức xạ điện từ: tia tử ngoại, tia X, tia gama) làm bật các êlectron ra khỏi mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện (ngoài).  **Mở rộng thí nghiệm**:  - Chắn chum hồ quang điện bằng tấm thùy tinh dày : không xảy ra hiện tượng quang điện vì hồ quang điện bị thủy tinh hấp thụ  - Thí nghiệm trên thay tấm Zn mang điện tích dương: kim điện kế không bị lệch vì electron bức ra khỏi kim loại bị điện tích dương tấm Zn hút lại. |  |

**2. ĐỊNH LUẬT VỀ GIỚI HẠN QUANG ĐIỆN**

- Đối với mỗi kim loại, ánh sáng kích thích chiếu vào làm loại có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện λ0 của kim loại đó mới gây ra được hiện tượng quang điện

λ  λ0

**Lưu ý:**

+ Giới hạn quang điện là bước sóng lớn nhất gây ra hiện tượng quang điện.

+ Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là đặc trưng riêng của kim loại đó. Phụ thuộc vào bản chất kim loại.

- Thuyết sóng điện từ về ánh sáng không giải thích được **định luật về giới hạn quang điện** mà chỉ có thể giải thích được bằng thuyết lượng tử.

## 3. THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

**a. Giả thuyết Plăng**

Lượng năng lượng mà mỗi làn một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định và hằng hf; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay phát ra; còn h là một hằng số.

**b. Lượng tử năng lượng**:  , h gọi là hằng số Plăng: h = 6,625.10−34J.s

**c. Thuyết lượng tử ánh sáng**

+ Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là phôtôn.

+ Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f, các phôtôn đều giống nhau, mỗi phôtôn mang năng lượng bằng hf.

+ Trong chân không, phôtôn bay với tốc độ c = 3.108m/s dọc theo các tia sáng.

+ Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử phát xạ hay hấp thụ ánh sáng thì chúng phát ra hay hấp thụ một phôtôn.

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

**c. Giải thích định luật giới hạn quang điện bằng thuyết lượng tử ánh sáng**

Anh−xtanh cho rằng, hiện tượng quang điện xảy ra do êlectron trong kim loại hấp thụ phôtôn của ánh sáng kích thích bởi electron trong kim loại. Mỗi Phôtôn bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng của nó cho một êlectron. Muốn cho electron bứt khỏi bề mặt kim loại phải cung cấp một công để “ thắng” các lực liên kết. Công này được gọi là *công thoát* (A).

→ Hiện tượng quang điện xảy ra thì năng lượng của photon ánh sáng kích thích phải lớn hơn hoặc bằng công thoát



## 4. LƯỠNG TÍNH SÓNG − HẠT CỦA ÁNH SÁNG

- Có nhiều hiện tượng quang học chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng (như giao thoa, nhiễu xạ...); lại cũng có nhiều hiện tượng quang học khác chứng tỏ ánh sáng có tính chất hạt. Điều đó chứng tỏ: Ánh sáng có lưỡng tính sóng − hạt.

- Dù tính chất nào của ánh sáng hiện ra thì ánh sáng vẫn có bản chất là sóng điện từ.

5. **ỨNG DỤNG HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN:** c¸c tÕ bµo quang ®iÖn, c¸c dông cô ®Ó biÕn ®æi c¸c tÝn hiÖu ¸nh s¸ng thµnh tÝn hiÖu ®iÖn...

**BÀI TẬP**

1/ Lượng tử năng lượng: 

2/ Điều kiện xảy ra hiện tượng quang điện : 

3/ Công thức Anhxtanh: ;;;.

4/ Công suất photon: Với n là số phôtôn

Hiệu suất lượng tử: 

Cường độ dòng điện bảo hòa: 

5/ Truyền trong môi trường có chiết suất n là λ’ thì 

6/ Tia X: 

*Lưu ý*: h = 6,625.10-34J.s; c = 3.108m/s; me = 9,1.10-31kg; e = 1,6.10-19C ; 1eV = 1,6.10-19J.

## BÀI 31: HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

## I. CHẤT QUANG DẪN VÀ HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

**a. Chất quang dẫn** là chất bán dẫn có tính dẫn điện kém khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện tốt khi bị chiếu ánh sáng thích hợp.

**b. Hiện tượng quang điện trong**

-Khi không bị chiếu sáng, các electron ở trong chất quang dẫn đều ở trạng thái liên kết với các nút mạng tinh thể và hầu như không có electron tự do → Chất dẫn điện kém

- Khi bị chiếu sáng, mỗi phô tôn của ánh sáng kích thích sẽ truyền toàn bộ năng lượng cho một electron liên kết. Nếu năng lượng mà electron nhận được đủ lớn thì electron đó có thể được giải phóng mối liên kết trở thành electron dẫn và tham gia vào quá trình dẫn điện. Mặt khác khi electron liên kết được giải phóng thì nó sẽ để lại một lỗ trống. Lỗ trống tham gia vào quá trình dẫn điện. Kết quả khối chất nói trên trở thành chất dẫn điện tốt.

**Năng lượng kích hoạt** là năng lượng cần thiết để giải phóng một electron liên kết thành electron dẫn.

**Hiện tượng ánh sáng** (hoặc bức xạ điện từ) giải phóng các êlectron liên kết để chúng trở thành các êlectron dẫn đồng thời tạo ra các lỗ trống cùng tham gia vào quá trình dẫn điện gọi là hiện tượng quang điện trong.

**Hiện tượng quang dẫn** là hiện tượng điện trở của một chất bán dẫn giảm khi được chiếu sáng

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **HiÖn t­îng quang ®iÖn ngoµi** | **HiÖn t­îng quang ®iÖn trong** |
| **Giống nhau** | | Đều có giới hạn quang điện | |
| **Khác nhau** | Năng lượng  Vật liệu | - Electron bật ra khỏi bề mặt kim loại, năng lượng giải phóng electron lớn.  - kim loại | - Giải phóng các êlectron liên kết để chúng trở thành các êlectron dẫn đồng thời tạo ra các lỗ trống cùng tham gia vào quá trình dẫn điện (vẫn còn nằm trong kim loại), năng lượng giải phóng electron nhỏ.  - Chất bán dẫn |

**II/ QUANG ĐIỆN TRỞ** là một điện trở làm bằng chất quang dẫn

(Đó là tấm bán dẫn có giá trị điện trở thay đổi khi cường độ chum sáng chiếu vào nó thích hợp)

**Lưu ý:** Hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện trong**.** Điện trở của quang điện trở có thể thay đổi từ vài chục megaôm khi không được chiếu sáng xuống vài chục ôm khi được chiếu sáng thích hợp

**III/ PIN QUANG ĐIỆN**

**- Pin Quang điện ( pin mặt trời )** Là một nguồn điện chạy bằng năng lượng ánh sáng. Nó biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng.

**Lưu ý:**  Hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chặn.Suất điện động của pin quang điện từ 0,5 V → 0,8 V.Hiệu suất trên dưới 10%

**- Cấu tạo:**

|  |  |
| --- | --- |
| - Pin có 1 tấm bán dẫn loại n, bên trên có phủ một lớp mỏng bán dẫn loại p. Có thể tạo ra lớp này bằng cách cấy một tạp chất thích hợp vào lớp bề mặt của tấm bán dẫn loại n. Trên cùng là một lóp kim loại rất mỏng. Dưới cùng là một đế kim loại. Các kim loại này đóng vai trò các điện cực trơ.  - Giữa bán dẫn loại p và bán dẫn loại n hình thành một lớp chuyển tiếp p − n. Lớp này ngăn không cho e khuếch tán từ n sang p và lỗ trống khuyếch tán từ p sang n → Lớp chuyển tiếp như vậy gọi là lớp chặn. |  |

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng ngắn hơn giới hạn quang điện vào lớp kim loại mỏng ở trên cùng thì ánh sáng sẽ xuyển qua lớp này vào lớp loại p,gây ra hiện tượng quang điện trong và giải phóng electron và lỗ trống.Electron dễ dàng đi qua lớp chặn xuống bán dẫn loại n. Còn lỗ trống thì bị giữ lại trong lớp p. Kết quả là Điện cực kim loại mỏng ở trên nhiễm điện (+) → điện cực (+), còn đế kim loại nhiễm điện (−) → điện cực (−).

Nếu nối hai điện cực bằng một dây dẫn thông qua một ampe kế thì ta sẽ thấy có dòng quang điện chạy từ cực dương sang cực âm.

**- Ứng dụng:** Các máy đo ánh sáng, vệ tinh nhân tạo, máy tính bỏ túi …Ngày nay người ta đã chế tạo thừ thành công ô tô và cả máy bay chạy bằng pin quang điện.

**BÀI 32 HIỆN TƯỢNG QUANG – PHÁT QUANG**

- **Hiện tượng quang – phát quang:** Một số chất có khả năng hấp thụ ánh sáng có bước sóng này để phát ra ánh sáng có bước sóng khác. Hiện tượng đó gọi là **hiện tượng quang – phát quang**. Chất có khả năng phát quang là chất phát quang.

**Ví dụ**: Chiếu bức xạ tử ngoại vào dd fluorexein: phát ra ánh sáng màu xanh lục. Thành trong của các đèn ống thông dụng có phủ một lớp bột phát quang : phát ra ánh sáng trắng khi bị kích thích bởi ánh sáng giàu tia tử ngoại do hơi thủy ngân trong đèn phát ra lúc có sự phóng điện qua nó.

**Đặc điểm:** Nó còn kéo dài thời gian sau khi tắt ánh sáng kích thích. Thời gian dài ngắn khác nhau phụ thuộc vào chất phát quang.

**Ngoài ra** còn có hiện tượng phát quang khác như: hóa – phát quang (đom đóm); điện – phát quang (đèn LED); phát quang catot (màn hình vô tuyến)…

- **Huỳnh quang và lân quang**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Sự huỳnh quang | Sự lân quang |
| **Định nghĩa** | Sự phát quang của các **chất lỏng và khí** có đặc điểm là phát quang bị tắt **rất nhanh** sau khi tắt ánh sáng kích thích. | Sự phát quang của nhiều **chất rắn** lại có đặc điểm là ánh sáng phát quang có thể **kéo dài** một thời gian nào đó sau khi tắt ánh sáng kích thích. |
| **Đặc điểm – Ứng dụng** | Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng dài hơn bước sóng ánh sáng kích thích  Dùng trong đèn ống | Sơn quét trên biển báo giao thông hoặc trên đầu các cọc chỉ giới |

**BÀI 33 – MẪU NGUYÊN TỬ BO**

## MÔ HÌNH HÀNH TINH NGUYÊN TỬ

- Năm 1911, sau nhiều công trình nghiên cứu công phu Rutherford đã đề xứơng mẫu hành tinh nguyên tử, có nội dung như sau: Ở tâm nguyên tử cỏ một hạt nhân mang điện dương, xung quanh hạt nhân có các eelectron mang điện âm chuyển động giống như các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời. Tuy nhiên mẫu này đã không giải thích được tính bền vững của nguyên tử và sự tạo thành quang phổ vạch của các nguyên tử.

- Năm 1913, Bo đã vận dụng thuyết lượng tử ánh sáng vào hệ thống nguyên tử và đề ra mẫu mới gọi là mẫu nguyên tử Bo, mẫu này giải thích được sự tạo thành quang phổ của nguyên tử, đặc biệt là nguyên tử hidro.

## Trong mẫu này, Bo vẫn giữ mô hình hành tinh nguyên tử của Rutherford, nhưng ông cho rằng hệ thống nguyên tử bị chi phối bởi những quy luật đặc biệt có tính lượng tử mà ông đề ra dưới dạng hai giả thuyết. Người ta gọi chúng là hai tiên đề của Bo về cấu tạo nguyên tử.

## II. CÁC TIÊN ĐỀ CỦA BO VỀ CẤU TẠO NGUYÊN TỬ

## a. Tiên đề về trạng thái dừng

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

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

- Bán kính của quỹ đạo dừng của êlectron trong nguyên tử hiđrô:

 Với ro = 5,3.10−11 m, gọi là bán kính B0.

“ Đối với nguyên tử hidro, bán kính các quỹ đạo dừng tăng tỉ lệ với bình phương của các số nguyên liên tiếp.”

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Qũy đạo | K | L | M | N | O | P |

***Lưu ý:*** Khi electron chuyển động trên quỹ đạo n, lực hút tĩnh điện Cu−lông đóng vai trò là lực hướng tâm:  (với )

\* Năng lượng ở trạng thái dừng bao gồm thế năng tưomg tác và động năng của electron: 

***- Trạng thái cơ bản*:** Bình thường nguyên tử ở trong trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất và electron chuyển động trên quỹ đạo gần hạt nhân nhất.

***- Trạng thái kích thích:*** Khi hấp thụ năng lượng thì nguyên tử chuyển lên các trạng thái dừng có năng lượng cao hơn và electron chuyển động trên quỹ đạo xa hạt nhân hơn

- 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 các trạng thái dừng có năng lượng cao hơn, gọi là trạng thái kích thích.

- Các trạng thái kích thích có năng lượng càng cao thì ứng với bán kính quỹ đạo của electron càng lớn và trạng thái đó càng kém bền vững .Thời gian sống trung bình của nguyên tử trong các trạng thái kích thích rất ngắn (chỉ vào cỡ 10−8 s). Sau đó nó chuyển về các trạng thái có năng lượng thấp hơn và cuối cùng về trạng thái cơ bản

**b. 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 có năng lượng Em thấp hơn thì nguyên tử phát ra một pho tôn có năng lượng đúng bằng hiệu: En – Em.    Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng Em mà hấp thụ được một phôtôn có năng lượng đúng bằng hiệu En – Em thì nó chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao En .  **Nhận xét:** Tiên đề này cho thấy nếu một chất hấp thụ được ánh sáng có bước sóng nào thì nó cũng có thể phát ra ánh sáng có bước sóng ấy | Hấp thụ Bức xạ |

## III. QUANG PHỔ VẠCH PHÁT XẠ VÀ HẤP THỤ CỦA NGUYÊN TỬ HIĐRÔ

Dùng mẫu nguyên tử Bo, người ta đã giải thích rất thành công các quy luật của quang phổ nguyên tử hidro.

- Năng lượng của electron trong nguyên tử hidro ở các trạng thái khác nhau thì khác nhau.

( Các mức năng lượng của electron trong nguyên tử hidro  )

- Khi electron chuyển từ mức năng lượng cao xuống mức năng lượng thấp hơn thì nó phát ra một photon có năng lượng hoàn toàn xác định: 

- Mỗi photon có tần số f ứng với một sóng ánh sáng đơn sắc có bước sóng , tức là ứng với một vạch quang phổ có một màu (hay một vị trí) nhất định  Quang phổ phát xạ của nguyên tử hidro là quang phổ vạch.

**Ngược lại**, nếu một nguyên tử hidro đang ở một mức năng lượng thấp nào đó ( nằm trong một chum ánh sáng trắng, trong đó tất cả các photon có năng lượng từ lớn đến nhỏ khác nhau) thì lập tức hấp thụ ngay một photon có năng lượng phù hợp để chuyển lên mức năng lượng cao  Một ánh sáng đơn sắc đã bị hấp thụ, làm cho trên quang phổ liên tục xuất hiện một vạch tối  Quang phổ hấp thụ của nguyên tử hidro củng lá quang phổ vạch

Vùng hồng ngoại

|  |  |
| --- | --- |
| (ASNT và 1 phần  vùng tử ngoại)  (Vùng tử ngoại)  (ASNT và một phần  vùng tử ngoại) | - Nếu chỉ có một nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái kích thích En sau đó nó bức xạ tối đa (**n − 1) phôtôn.**  - Nếu khối khí hiđrô đang ở trạng thái kích thích En sau đó nó bức xạ tối đa là  **vạch quang phổ.**    (Vùng hồng ngoại) |

**BÀI 34: SƠ LƯỢC VỀ LAZE**

## 1. LAZE LÀ GÌ?

- **Laze** là một nguồn sáng phát ra một chùm sáng cường độ lớn dựa trên việc ứng dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.

Hay Laze là máy khuếch đại ánh sáng dựa vào sự phát xạ cảm ứng.  
- **Đặc điểm của tia laze**: có tính đơn sắc, tính kết hợp, tính định hướng cao và có cường độ lớn.

- **Sự phát xạ cảm ứng** ( Nguyên tắc quang trọng nhất)

+ Nếu một nguyên tử đang ở trong trạng thái kích thích, sẵn sàng phát ra một phôtôn có năng lượng ε = hf, bắt gặp một phôtôn có năng lượng ε’ đúng bằng hf, bay lướt qua nó, thì lập tức nguyên tử này cũng phát ra phôtôn ε. Phôtôn ε có cùng năng lượng và bay cùng phương với phôtôn ε’. Ngoài ra, sóng điện từ ứng với phôtôn e hoàn toàn cùng pha với sóng điện từ ứng với phôtôn ε’.

Như vậy, nếu có một phôtôn ban đầu bay qua một loạt nguyên tử đang ở trạng thái kích thích thì số phôtôn sẽ tăng lên theo cấp số nhân.

+ Các phôtôn này có cùng năng lượng (ứng với sóng điện từ có cùng bước sóng; do đó tính đơn sắc của chùm sáng rất cao); chúng bay theo cùng một phương (tính định hướng của chùm sáng rất cao); tất cả các sóng điện từ trong chùm sáng do các nguyên tử phát ra điều cùng pha (tính kết hợp của chùm sáng rất cao). Ngoài ra, vì số phôtôn bay theo cùng một hướng rất lớn nên cường độ của chùm sáng có cường độ rất mạnh.

**2. CẤU TẠO LAZE**

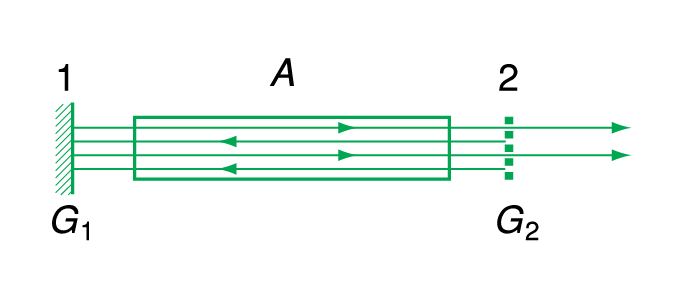
- Người ta chế tạo được các loại laze sau: laze khí, laze rắn và laze bán dẫn

- Xét Laze rắn: rubi (hồng ngọc) là Al2O3 có pha Cr2O3. Ánh đỏ của hồng ngọc do ion crom phát ra khi chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái cơ bản đó củng chính là màu của laze.

Laze rubi gồm một thanh rubi hình trụ (A). Hai mặt được mài nhẳn, vuông góc với trục của thanh.

Mặt (1) được mạ bạc trở thành một gương phẳng (G1) có mặt phản xạ quay vào phía trong.

Mặt (2) là mặt bán mạ, tức là mạ một lớp rất mỏng để cho khoảng 50% cường độ của chùm sáng chiếu tới bị phản xạ, còn khoảng 50% truyền qua. Mặt này trở thành một gương phẳng (G2) có mặt phản xạ quay về phía G1. Hai gương G1 và G2 song song với nhau.



Dùng một đèn ống xenon để chiếu sáng rất mạnh thanh rubi và đưa một số lớn ion crom lên trạng thái kích thích . Nếu có một ion crom bức xạ theo phương vuông góc với hai gương thì ánh sáng sẽ phản xạ đi lại nhiều lần giữa hai gương và sẽ làm cho một loạt ion crom phát xạ cảm ứng. Ánh sáng sẽ được khuếch đại lên nhiều lần. Chùm tia laze được lấy ra từ gương bán mạ G2.

***Các nguyên tắc khác:***

*- Phải làm sao cho số nguyên tử ở trạng thái kích thích nhiều hơn hẳn số nguyên tử ở trạng thái cơ bản. Nói khác đi, phải tạo ra sự đảo lộn mật độ giữa trạng thái kích thích và trạng thái cơ bản. Có như thế thì các photon truyền qua môi trường mới không bị hấp thụ hết. Môi trường trong đó có sự đảo lộn mật độ là môi trường hoạt tính.*

*- Phải cho ánh sáng truyền qua, lại môi trường hoạt tính nhiều lần mà những sóng ánh sáng này lại không triệt tiêu lẫn nhau, nghĩa là có sóng dừng thành lập giữa hai gương.*

*- Nếu dùng một đèn để kích thích các nguyên tử thì công suất của đèn phải đủ lớn mới đảm bảo được sự đảo lộn mật độ. Công suất tối thiểu của đèn này được gọi là ngưỡng phát.*

## 3. MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA TIA LAZE

Laze được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực:

- **Trong y học**: lợi dụng khả năng có thể tập trung năng lượng của chùm tia laze vào một vùng rất nhỏ , người ta đã dùng tia laze như một dao mổ trong các phẫu thuật tinh vi như mắt , mạch máu , ... Ngoài ra , người ta cũng sử dụng tác dụng nhiệt của tia laze để chữa một số bệnh như các bệnh ngoài da ...

- **Trong thông tin liên lạc** , do có tính định hướng và tần số rất cao nên tia laze có ưu thế đặc biệt trong liên lạc vô tuyến (Vô tuyến định vị , liên lạc vệ tinh , điều khiển các con tàu vũ trụ , ... ) . Do có tính kết hợp và cường độ cao nên các tia laze được sử dụng rất tốt trong việc truyền tin bằng cáp quang .

- **Trong công nghiệp** , vì tia laze có cường độ lớn và tính định hướng cao nên nó được dùng trong các Công việc như cắt , khoản , tôi , ... chính xác trên nhiều chất liệu như kim loại , compôzit , ... Người ta có thể khoan được những lỗ có đường kính rất nhỏ và rất sâu mà không thể thực hiện được bằng các phương pháp cơ học .

- **Trong trắc địa** , laze được dùng trong các công việc như đo khoảng cách , tam giác đạc , ngắm đường, ...

**Ngoài ra**, Laze còn ứng dụng trong các đầu lọc CD, trong các bút chỉ bảng, bản đồ, trong các thí nghiệm quang học ở trường phổ thông. Các laze này thuộc loại laze bán dẫn.

## CÂU HỎI ÔN TẬP - CHƯƠNG 6 : LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

**► HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN. THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG**

- Hiện tượng quang điện là gì?

- Trình bày định luật về giới hạn quang điện

- Nêu giả thuyết Plăng và công thức tính lượng tử năng lượng

- Trình bày thuyết lượng tử ánh sáng và Giải thích định luật giới hạn quang điện bằng thuyết lượng tử ánh sáng

- Ánh sáng có tính chất gì? Nêu ứng dụng của hiện tượng quang điện

**► HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG**

- Chất quang dẫn và hiện tượng quang điện trong là gì?

- Trình bày nội dung chính: Quang điện trở và pin quang điện

**► HIỆN TƯỢNG QUANG – PHÁT QUANG**

- Hiện tượng quang – phát quang là gì?

- So sánh huỳnh quang và lân quang?

**► MẪU NGUYÊN TỬ BO**

- Trình bày**:** Mô hình hành tinh nguyên tử của Rutherford và chỉ ra mặt hạn chế của mô hình này

- Nêu 2 tiên đề Bo khi nói về nguyên tử và áp dụng để giải thích quang phổ vạch của nguyên tử hidro.

**► SƠ LƯỢC VỀ LAZE**

- Laze là gì?

- Trình bày cấu tạo Laze rubi.

- Nêu một số ứng dụng Laze