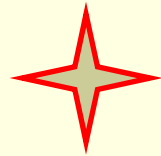


**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HCM
TRƯỜNG ĐH KHOA HỌC TỰ NHIÊN**



Bài giảng

**VẬT LÝ HIỆN ĐẠI
(PHY00004)**



HUỲNH TRÚC PHƯƠNG

Email: htphuong.oarai@gmail.com

GIÁO TRÌNH

□ LÝ THUYẾT:

LƯỢNG TỬ - NGUYÊN TỬ - HẠT NHÂN

Tác giả: Huỳnh Trúc Phương – Trương Thị Hồng Loan –
Châu Văn Tạo

□ BÀI TẬP:

LƯỢNG TỬ - NGUYÊN TỬ - HẠT NHÂN

Tác giả: Huỳnh Trúc Phương

ĐÁNH GIÁ

Mã	Tên	Mô tả (gợi ý)	Các chuẩn đầu ra được đánh giá	Tỉ lệ (%)
BTTL	Bài tập tại lớp			15%
BTTL#1	Giải bài tập quang lượng tử	Thực hiện các câu hỏi, các bài tập do giáo viên đề ra	G5.1, G5.2, G6.1	2,5%
BTTL#2	Giải bài tập vật lý nguyên tử	Thực hiện các câu hỏi, các bài tập do giáo viên đề ra	G4.1, G7.1	2,5%
BTTL#3	Giải bài tập vật lý hạt nhân	Thực hiện các câu hỏi, các bài tập do giáo viên đề ra	G4.2, G7.2	2,5%
BTVN	Bài tập về nhà			15%
BTVN#1	Giải bài tập quang lượng tử	Thực hiện các câu hỏi, các bài tập do giáo viên đề ra	G5.1, G5.2, G6.1	2,5%
BTVN#2	Giải bài tập vật lý nguyên tử	Thực hiện các câu hỏi, các bài tập do giáo viên đề ra	G4.1, G7.1	2,5%
BTVN#3	Giải bài tập vật lý hạt nhân	Thực hiện các câu hỏi, các bài tập do giáo viên đề ra	G4.2, G7.2	2,5%
LTGK	Thi lý thuyết giữa kỳ	Tự luận		25%
LTCK	Thi lý thuyết cuối kỳ	Tự luận	G5.1, G6.1, G6.4, G7.1	60%

NỘI DUNG

- ❑ **CHƯƠNG 1: TÍNH CHẤT HẠT CỦA ÁNH SÁNG**
- ❑ **CHƯƠNG 2: TÍNH CHẤT SÓNG CỦA VẬT CHẤT**
- ❑ **CHƯƠNG 3: PHƯƠNG TRÌNH SCHRODINGER**
- ❑ **CHƯƠNG 4: VẬT LÝ NGUYÊN TỬ**
- ❑ **CHƯƠNG 5: VẬT LÝ HẠT NHÂN**

KHỞI ĐẦU CHO SỰ KHÁM PHÁ

CHƯƠNG 1

TÍNH CHẤT HẠT CỦA ÁNH SÁNG

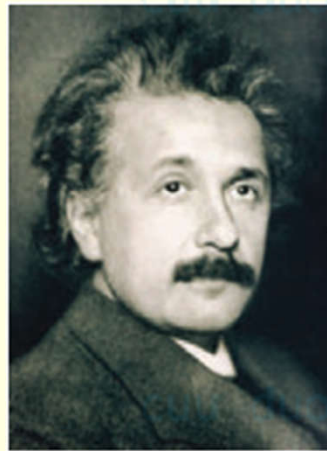
1.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN TUYỆT ĐỐI

1.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

1.3. TÁN XẠ COMPTON



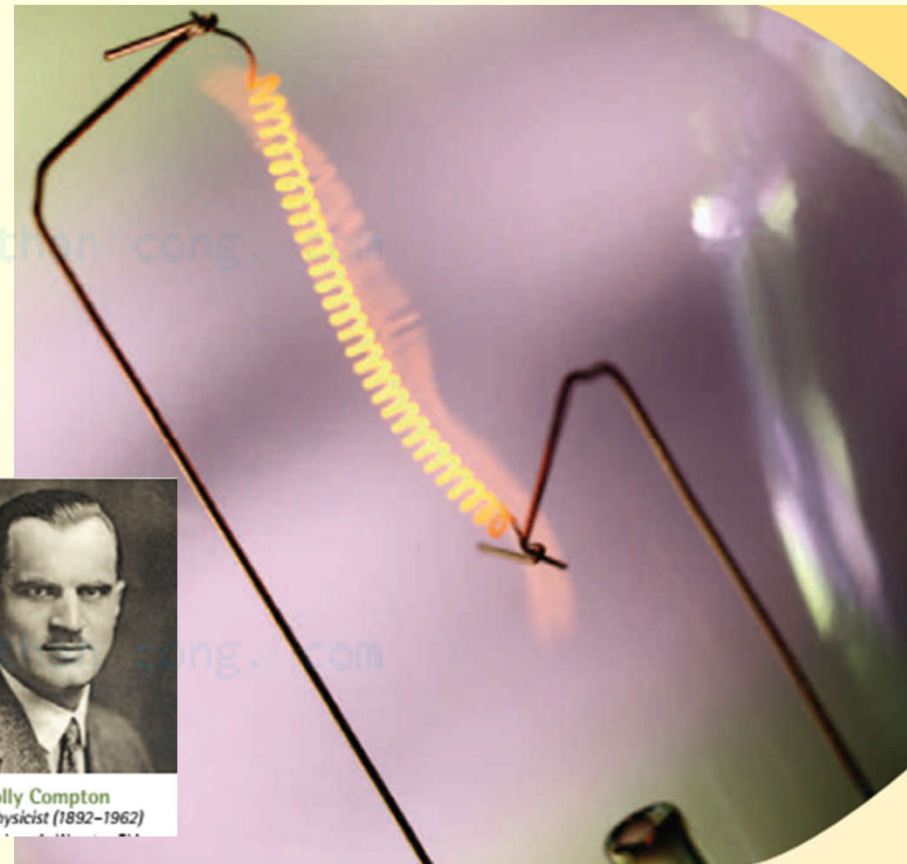
Max Planck
German Physicist (1858–1947)



Albert Einstein
German-American Physicist
(1879–1955)



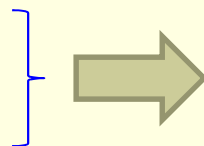
Arthur Holly Compton
American Physicist (1892–1962)



CHƯƠNG 1

TÍNH CHẤT HẠT CỦA ÁNH SÁNG

- Giao thoa ánh sáng
- Nhiễu xạ ánh sáng



Ánh sáng có tính chất sóng

Tồn tại một số bài toán mà dùng các định luật vật lý cổ điển không thể giải thích được



1. Bức xạ nhiệt của vật đen

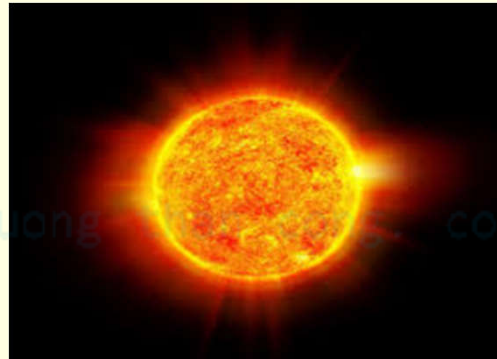
*Bức xạ điện từ phát ra
khi vật bị nung nóng*

2. Hiệu ứng quang điện

*Electron phát ra khi vật
bị chiếu sáng*

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

1. Bức xạ nhiệt là gì?



Hiện tượng các vật thể phát ra các sóng điện từ do chuyển động nhiệt được gọi là hiện tượng bức xạ nhiệt. Các sóng điện từ phát ra từ vật được gọi là các bức xạ.

Tính chất

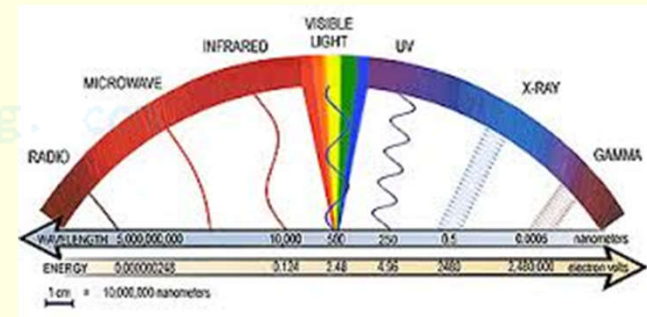
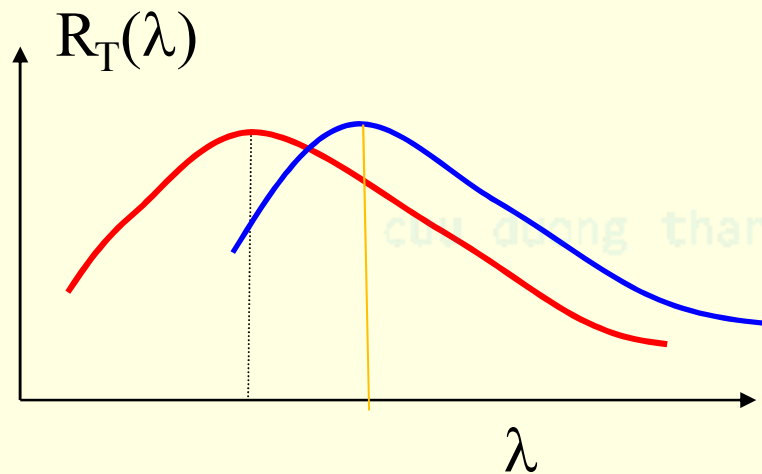
- Phụ thuộc vào tính chất bề mặt và nhiệt độ của vật.
- Bước sóng phân bố liên tục trong phổ điện từ
- Ở nhiệt độ phòng, bước sóng của bức xạ nhiệt nằm trong vùng hồng ngoại.
- Khi tăng nhiệt độ, bước sóng chuyển sang màu đỏ và thậm chí là màu trắng.

15-Sep-17

7

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

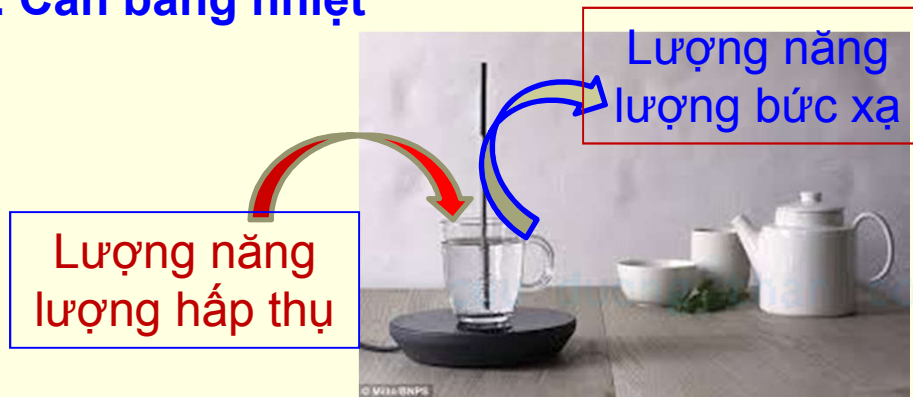
2. Phổ bức xạ nhiệt



Là sự phân bố cường độ của bức xạ theo bước sóng tương ứng.

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

3. Cân bằng nhiệt

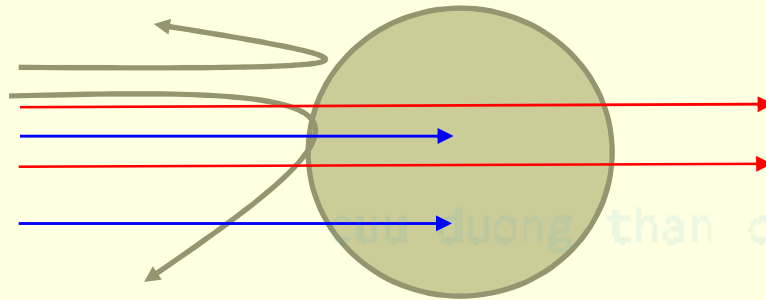


Trong trạng thái cân bằng nhiệt, lượng năng lượng mà vật hấp thụ và phát ra dưới dạng bức xạ nhiệt trong một đơn vị thời gian là bằng nhau.

vật nào có khả năng hấp thụ càng mạnh thì khả năng phát ra bức xạ cũng mạnh.

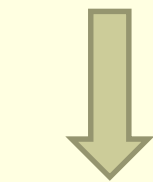
I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

4. Hệ số hấp thụ đơn sắc



phần năng lượng mà vật hấp thụ được

$$a(\lambda) = \frac{\text{Tổng lượng năng lượng đến vật}}{\text{Tổng lượng năng lượng đến vật}}$$



Phụ thuộc

- Bước sóng
- Nhiệt độ
- Vật liệu
- Tính chất bề mặt của vật

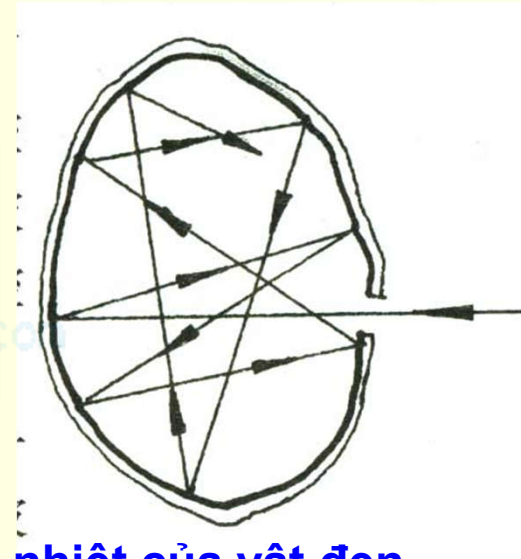


Vật màu đen hấp thụ và phát xạ mạnh hơn vật màu trắng

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

5. Vật đen tuyệt đối

Vật đen tuyệt đối là một vật lý tưởng, có khả năng hấp thụ mọi bức xạ điện từ chiếu vào nó, nghĩa là nó có hệ số hấp thụ đơn sắc $a(\lambda) = 1$ đối với mọi bước sóng λ .



Bức xạ phát ra từ vật đen gọi là **bức xạ nhiệt của vật đen**



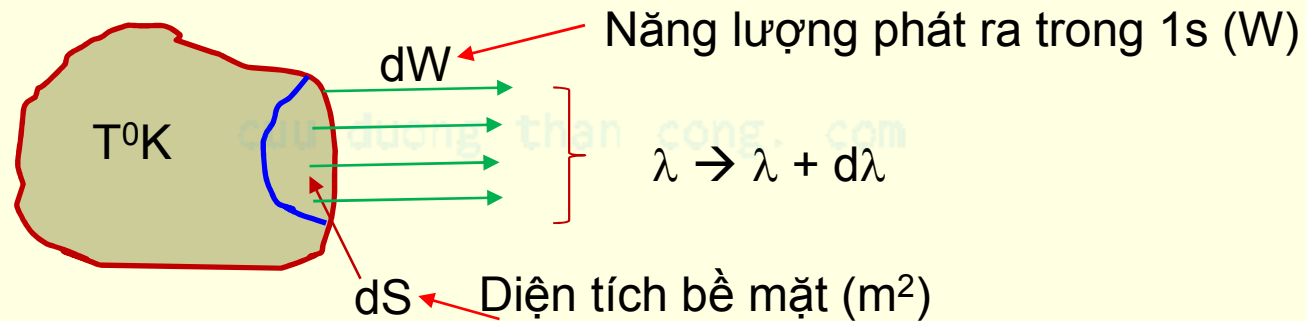
Vật đen tuyệt đối có khả năng hấp thụ mạnh nhất nên nó cũng bức xạ mạnh nhất.



I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

6. Năng suất bức xạ nhiệt của VẬT ĐEN

Là đại lượng đặc trưng cho khả năng bức xạ của VẬT ĐEN.



Năng suất bức xạ được định nghĩa:

$$R_T(\lambda) = \frac{dW}{dS \cdot d\lambda} \quad (W \cdot m^{-2} \cdot m^{-1})$$



$R_T(\lambda) \cdot d\lambda$ là lượng năng lượng mà bức xạ phát ra trên một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

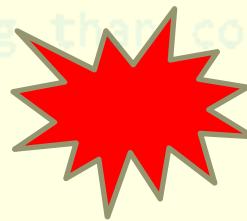
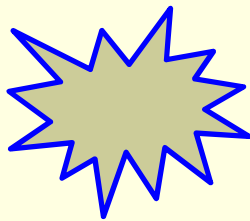
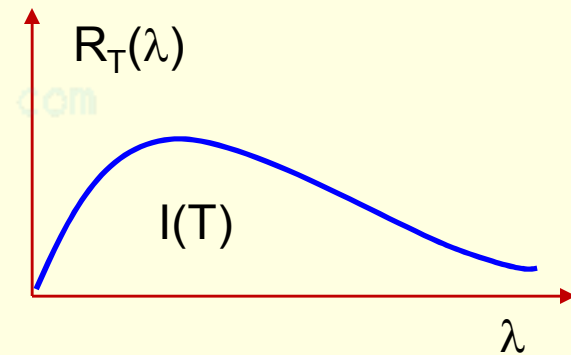
6. Năng suất bức xạ nhiệt của VẬT ĐEN

Năng suất bức xạ toàn phần (cường độ bức xạ của VẬT ĐEN)

$$I(T) = \int_0^{\infty} R_T(\lambda) d\lambda \quad (\text{W/m}^2)$$

Công suất bức xạ

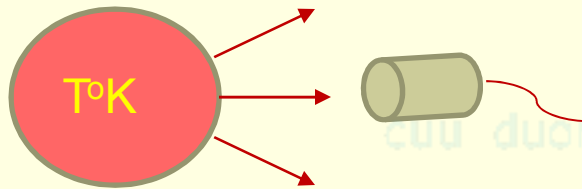
$$P = I.S \quad (\text{W})$$



I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

6. Năng suất bức xạ nhiệt của VẬT ĐEN

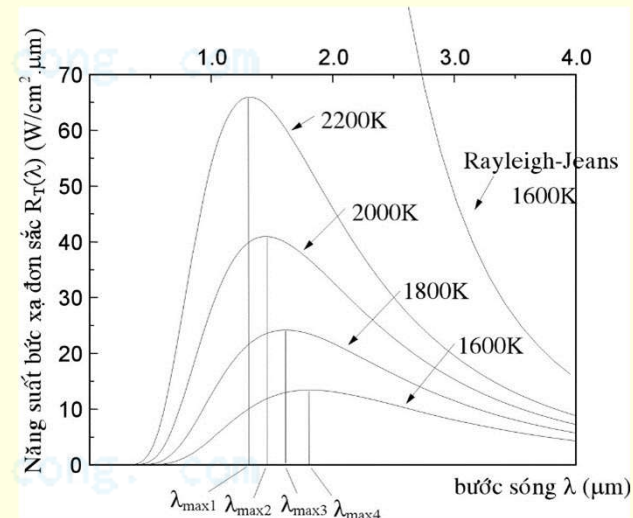
THÍ NGHIỆM



NHẬN XÉT

- Khi T càng cao, diện tích của miền nằm dưới đường cong $R_T(\lambda)$ càng lớn, nghĩa là $I(T)$ càng lớn
- Ứng với mỗi nhiệt độ, có một bước sóng λ_{\max} mà ứng với bước sóng này năng suất bức xạ $R_T(\lambda)$ của vật đạt cực đại, nhiệt độ càng cao, λ_{\max} càng dịch về phía sóng ngắn.

KẾT QUẢ



I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN



6. Năng suất bức xạ nhiệt của VẬT ĐEN

Định luật Stefan-Boltzmann (S-B)

« Năng suất phát xạ toàn phần của vật đen tuyệt đối ở trạng thái cân bằng nhiệt ứng với nhiệt độ tuyệt đối T tỉ lệ với lũy thừa bậc bốn của nhiệt độ »

$$I(T) = \sigma \cdot T^4$$

$\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ (W.m}^{-2}\text{.K}^{-4}\text{)}$ được gọi là hằng số Stefan-Boltzmann.

Định luật Wien

« Khi nhiệt độ thay đổi, bước sóng λ_{\max} ứng với sự phát xạ cực đại cũng thay đổi, nhưng tích số của nhiệt độ tuyệt đối T và bước sóng λ_{\max} tương ứng là không đổi »

$$\lambda_{\max} \cdot T = b$$

$b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ (m.K)}$ được gọi là hằng số Wien

15-Sep-17

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

MỘT SỐ VÍ DỤ ÁP DỤNG

Ví dụ 1.1: Một vật đen tuyệt đối có năng suất bức xạ toàn phần $I = 100 \text{ W.m}^{-2}$ tại nhiệt độ $T = 3000 \text{ K}$. Khi tăng nhiệt độ lên 2 lần thì năng suất bức xạ tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Ví dụ 1.2: Một vật đen tuyệt đối có công suất bức xạ P phát ra từ một cửa lò diện tích S . Hỏi,

- Để tăng công suất bức xạ nhiệt lên gấp 16 lần thì cần tăng hay giảm nhiệt độ bao nhiêu?
- Bước sóng ứng với năng suất bức xạ cực đại lúc này tăng hay giảm?

Ví dụ 1.3: Hãy tính nhiệt độ bề mặt của Mặt Trời nếu biết các thông tin như sau: bán kính Mặt Trời $R = 7.10^8 \text{ m}$, khoảng cách trung bình từ Mặt Trời đến Trái Đất $r = 1,5.10^{11} \text{ m}$. Năng suất bức xạ toàn phần phát ra từ Mặt Trời được đo tại bề mặt Trái Đất là 1400 W/m^2 . Giả sử Mặt Trời là vật đen tuyệt đối.

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

7. Giải thích kết quả thí nghiệm

Để giải thích đúng kết quả thí nghiệm về sự phân bố phổ bức xạ nhiệt, người ta cố gắng tìm một biểu thức toán học đúng cho $R_T(\lambda)$, tức là:

$$R_T(\lambda) = (\text{Số lượng bức xạ ra từ lỗ}) \times (\text{Năng lượng trung bình của bức xạ})$$

A. CÔNG THỨC RAYLEIGH - JEANS

Bằng lý thuyết sóng điện từ của Maxwell, Rayleigh và Jeans tìm được

$$\text{Số lượng bức xạ phát ra từ lỗ} = \frac{2\pi c}{\lambda^4}$$



I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

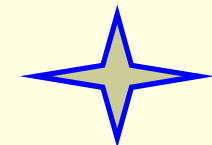
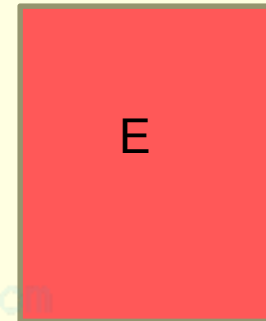
7. Giải thích kết quả thí nghiệm

A. CÔNG THỨC RAYLEIGH - JEANS

Bằng lý thuyết cổ điển về năng lượng, cho rằng năng lượng do vật bức ra là liên tục có giá trị từ 0 đến ∞

Năng lượng trung bình được tính:

$$\begin{aligned}\bar{E} &= \frac{\int_0^{\infty} E \cdot \exp(-E / k_B T) dE}{\int_0^{\infty} \exp(-E / k_B T) dE} = \frac{\int_0^{\infty} E \cdot \exp(-\beta E) dE}{\int_0^{\infty} \exp(-\beta E) dE}, \\ &= -\frac{d}{d\beta} \ln\left(\int_0^{\infty} \exp(-\beta E) dE\right) = -\frac{d}{d\beta} \ln\left(\frac{1}{\beta}\right) = \frac{1}{\beta} = k_B T\end{aligned}$$



I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

7. Giải thích kết quả thí nghiệm

A. CÔNG THỨC RAYLEIGH - JEANS



Cuối cùng, năng suất bức xạ tính được:

$$R_T(\lambda) = \frac{2\pi c}{\lambda^4} k_B T$$

← Công thức Rayleigh - Jeans

$k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$ là hằng số Boltzmann.

- Đúng trong vùng bước sóng dài của vùng hồng ngoại.
- Không đúng cho vùng bước sóng ánh sáng nhìn thấy và tử ngoại



Lý thuyết sóng điện từ của Maxwell và thuyết động học là ĐÚNG



15-Sep-17

TẠI SAO không giải thích được trong vùng sóng ngắn?

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

7. Giải thích kết quả thí nghiệm

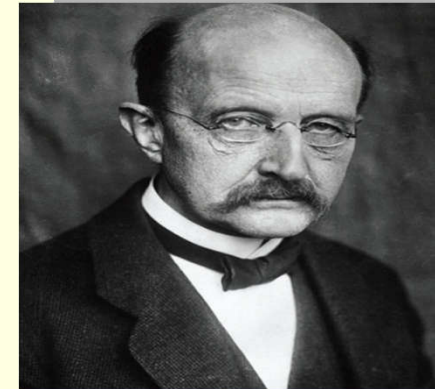
B. CÔNG THỨC PLANCK

Sau khi nghiên cứu kỹ công thức và luận điểm của Rayleigh – Jeans, Planck cho rằng:

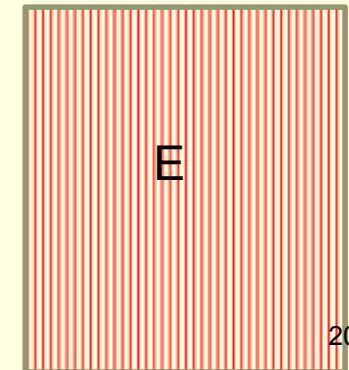
“Các nguyên tử, phân tử phát xạ (hoặc hấp thụ) năng lượng dưới dạng bức xạ một cách gián đoạn, tùy ý. Phần năng lượng phát xạ (hay hấp thụ) dưới dạng bức xạ có tần số f là một số nguyên lần của tích số hf :”

$$E = nhf \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$: Hằng số Planck



1858 – 1947



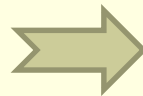
I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

7. Giải thích kết quả thí nghiệm

B. CÔNG THỨC PLANCK

Năng lượng trung bình được tính:

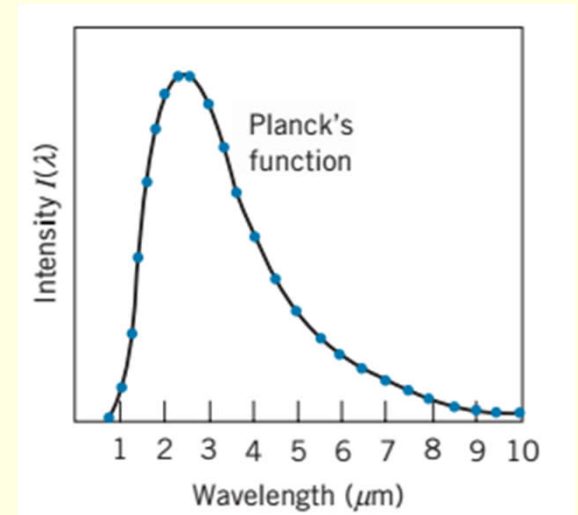
$$\bar{E} = \frac{\sum_n E_n \exp(-E_n / k_B T)}{\sum_n \exp(-E_n / k_B T)}$$



$$\bar{E} = \frac{hc / \lambda}{e^{hc / \lambda k_B T} - 1}$$

Năng suất bức xạ tìm được:

$$R_T(\lambda) = \frac{2\pi c}{\lambda^4} \left(\frac{hc / \lambda}{e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1} \right)$$



Công thức Planck



Thật ngạc nhiên, công thức Planck mô tả đúng cho đường cong thực nghiệm đối với mọi bước sóng

15-Sep-17



Planck nhận giải Nobel vào năm 1918 cho khám phá này.

21

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

8. Một số kết quả không thể tin khác từ công thức Planck

(1) Đối với bước sóng rất dài: $\Rightarrow \frac{hc}{k\lambda T} \ll 1$

$$\Rightarrow e^{\frac{hc}{k\lambda T}} = 1 + \frac{hc}{k\lambda T} + \frac{1}{2} \left(\frac{hc}{k\lambda T} \right)^2 + \dots$$

← Loại bỏ

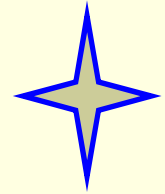
Thu được công thức Rayleigh - Jeans

(2) Lấy tích phân công thức Planck:

$$I(T) = \int_0^{\infty} R_{\lambda}(T) d\lambda = \sigma T^4$$

Thu được định luật Stefan-Boltzmann.

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN



8. Một số kết quả không thể tin khác từ công thức Planck

(3) Đạo hàm công thức Planck theo bước sóng để tìm bước sóng ứng với năng suất bức xạ cực đại:

$$\frac{dR_{\lambda}(T)}{d\lambda} = 0 \Rightarrow \lambda_{\max} T = b \quad \leftarrow \text{Định luật Wien}$$

Chính bản thân Planck cũng không tin nổi giả thuyết tuyệt vời của mình có được kết quả như vậy, và ông phải mất 10 năm để giải bài toán dựa trên vật lý cổ điển, dĩ nhiên là vô vọng.

Cũng giống như Newton, Planck đã tiêu tốn phần đời còn lại của mình để chứng minh rằng **Chúa Trời tồn tại trên thế giới này.**



15-Sep-17 **Lý thuyết lượng tử và vật lý hiện đại khởi đầu từ giả thuyết này.**

23

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

BÀI TẬP VỀ NHÀ

Sách Bài tập: Lượng tử - Nguyên tử - Hạt nhân

TG: Huỳnh Trúc Phương

1) Phần bài tập có lời giải

Đọc các bài: 5.1 -> 5.18 , 5.26

2) Phần bài tập tự giải

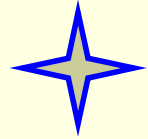
Làm các bài: 5.1 -> 5.7, 5.38 -> 5.41

I.1. BỨC XẠ NHIỆT CỦA VẬT ĐEN

THẢO LUẬN

- 1) Bóng đèn ở nhiệt độ 2500 K có tạo ra ánh sáng màu trắng như Mặt Trời ở nhiệt độ 6000 K?
- 2) Mọi vật đều bức xạ nhiệt, vậy tại sao ta không thể nhìn thấy vật trong bóng tối?
- 3) Hiệu ứng nhà kính? Bạn đã nghe nói đến?

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

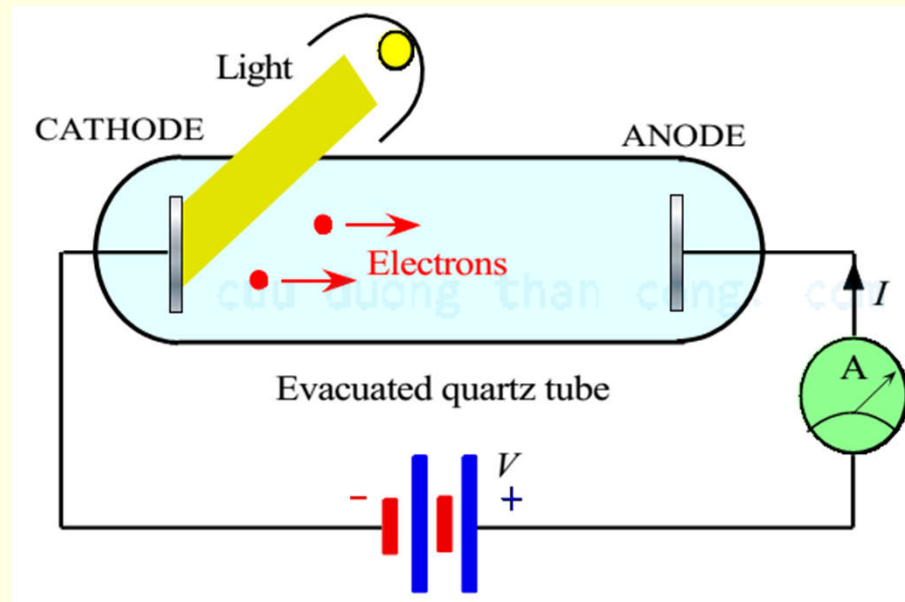


1. Khái niệm

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng (tần số) thích hợp vào một kim loại thì có electron bật ra gọi là hiệu ứng quang điện. Các electron bật ra gọi là các quang electron.

2. Thí nghiệm và kết quả

THÍ NGHIỆM



15-Sep-17

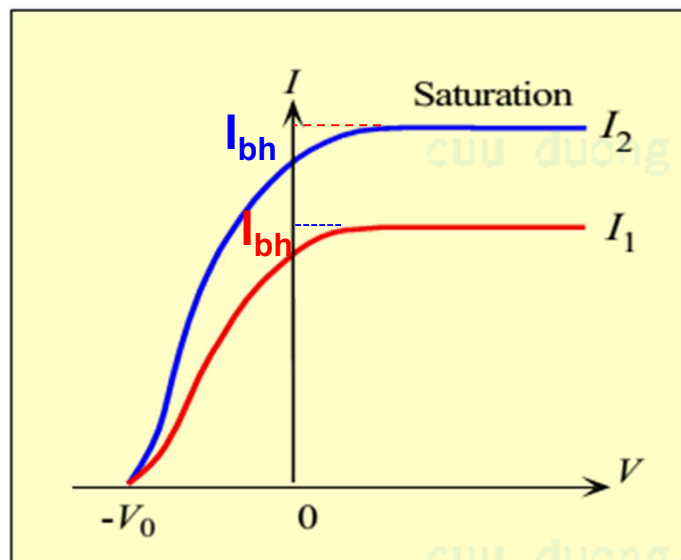
26

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN



2. Thí nghiệm và kết quả

KẾT QUẢ



- Khi V tăng thì I_e tăng, khi V tiếp tục tăng thì $I_e = I_{bh}$.
- Khi I_{as} tăng gấp đôi thì I_{bh} cũng tăng gấp đôi.
- Khi $V < 0$ thì I_e giảm.
- Khi $V = -V_0 = -U_h$ thì $I_e = 0$.

$$K_{0\max} = eU_h$$

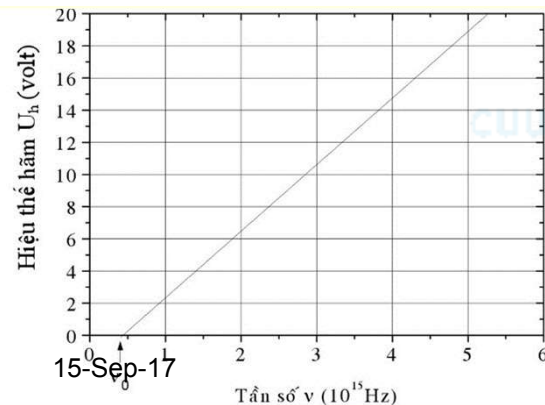
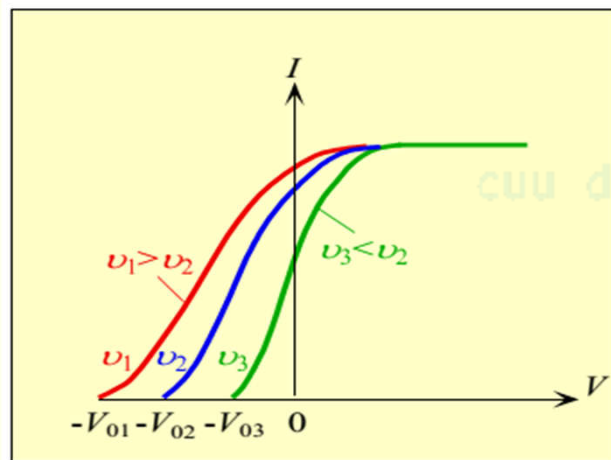
Đo được U_h sẽ biết được động năng của e^- .

- $I_e \sim I_{as}$
- U_h không phụ thuộc vào I_{as} .

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

2. Thí nghiệm và kết quả

KẾT QUẢ



- Khi tăng tần số ánh sáng thì U_h tăng

$$U_h \sim f$$

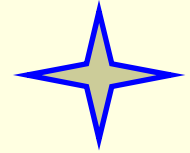
- K_{\max} phụ thuộc vào f
- K_{\max} không phụ thuộc vào I_{as}

Khi $f < f_0$ ($\lambda > \lambda_0$) thì không có e^- bật ra


Hiệu ứng quang điện xảy ra khi $f \geq f_0$ hay $\lambda \leq \lambda_0$.


f_0 : ngưỡng quang điện; λ_0 : giới hạn quang điện

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN



3. Các định luật về hiệu ứng quang điện

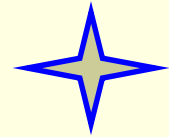
 **Định luật thứ nhất** (định luật về giới hạn quang điện): *Hiệu ứng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích có bước sóng nhỏ hơn hay bằng giới hạn quang điện ($\lambda \leq \lambda_0$)*

 **Định luật thứ hai** (định luật về cường độ dòng quang điện bão hòa): *Khi xảy ra hiệu ứng quang điện, cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích ($I_{bh} \sim I_{as}$)*

Định luật thứ ba (định luật về động năng ban đầu cực đại): *Khi xảy ra hiệu ứng quang điện, động năng ban đầu cực đại của các quang electron không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất kim loại dùng làm catod.*



I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

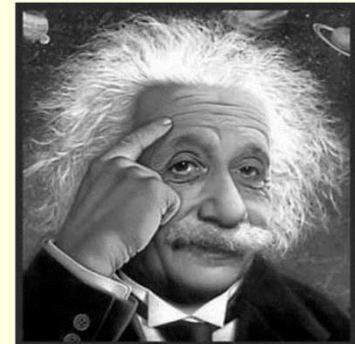


4. Thuyết lượng tử ánh sáng của Einstein

Năng lượng của ánh sáng tập trung thành những bó có kích thước rất nhỏ và lan truyền với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng trong chân không c , những bó này được gọi là photon (hay lượng tử ánh sáng), năng lượng của mỗi photon của ánh sáng đơn sắc tần số f tỉ lệ với tần số này qua hằng số Planck.

$$E = hf = hc/\lambda$$

$$\text{Cường độ ánh sáng: } I = nhf$$



(1879 – 1955)

Khi e^- nhận năng lượng hf từ photon thì e^- bật ra có động năng:

$$K_0 = hf - W$$

Công cần thiết để bứt e^- ra khỏi bề mặt kim loại



15-Sep-17

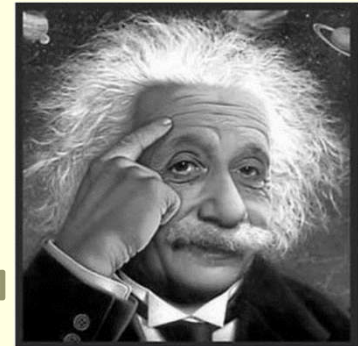
I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

4. Thuyết lượng tử ánh sáng của Einstein

Các electron ở mức ngoài cùng của các nguyên tử trên bề mặt kim loại có W bé nhất là W_0 , W_0 được gọi là công thoát.

$$\Rightarrow K_{0\max} = hf - W_0$$

hay $hf = \frac{hc}{\lambda} = W_0 + K_{0\max}$ ← Công thức Einstein



(1879 – 1955)

Nhận giải Nobel cho phát minh này vào 1905

- Giải thích được định luật 3: $K_{0\max} \in f(\lambda)$ và W_0 ; $K_{0\max} \notin I_{as}$

- Để e^- bật ra thì $hf \geq W_0$ hay $f \geq f_0$ ($f_0 = W_0/h$)

$$\lambda \leq \lambda_0$$

$$\lambda_0 = hc/W_0$$

Thỏa định luật 1

- Tăng cường độ ánh sáng tức là tăng số photon trong chùm → dòng quang điện tăng → Thỏa định luật 2

15-Sep-17

34

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

5. Khối lượng và động lượng của photon

Theo Einstein, PHOTON là HẠT và ÁNH SÁNG là CHÙM HẠT

Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt

Vậy, khối lượng? Động lượng của photon?

Theo thuyết tương đối của Einstein:

Năng lượng toàn phần của hạt:

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E^2 = c^2 p^2 + (m_0 c^2)^2$$

Động năng

Năng lượng nghỉ

Đối với photon: $v = c$

Khối lượng nghỉ:

$$m_0 = 0$$

Động lượng:

$$p = E/c = h/\lambda$$

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

CÁC VÍ DỤ:

5.10. Tính bước sóng và năng lượng (theo đơn vị eV) của photon có tần số (a) $5 \cdot 10^{14}$ Hz, (b) 10 GHz, (c) 30 MHz

Đáp số: (a) $\lambda = 600$ nm; $E = 2,07$ eV; (b) $\lambda = 0,03$ m; $E = 4,04 \cdot 10^{-5}$ eV; (c) $\lambda = 10$ m; $E = 1,24 \cdot 10^{-7}$ eV

5.11. Một máy phát radio công suất 1 kW hoạt động với tần số 880 Hz. Có bao nhiêu photon phát ra trong mỗi giây?

Đáp số: $n_f = 1,72 \cdot 10^{30}$ photon/s

5.14. Bước sóng cực đại làm phát electron quang điện từ kim loại tungsten là 230 nm. Tính bước sóng của ánh sáng kích thích để electron có động năng cực đại 1,5 eV được phát ra.

Đáp số: $\lambda = 180$ nm

5.15. Dòng quang điện của một tế bào quang điện bị biến mất bởi hiệu điện thế hãm 2,92 V đối với bức xạ chiếu vào có bước sóng 250 nm. Tính công thoát electron của kim loại dùng làm catod.

Đáp số: $A = 2,04$ eV

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

BÀI TẬP VỀ NHÀ

Sách Bài tập: Lượng tử - Nguyên tử - Hạt nhân

TG: Huỳnh Trúc Phương

1) Phần bài tập có lời giải

Đọc các bài: 5.19-> 5.25 , 5.27->5.39

2) Phần bài tập tự giải

Làm các bài: 5.8 -> 5.12, 5.14 -> 5.21, 5.36; 5.42;
5.43; 5.45.

I.2. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

THẢO LUẬN

- 1) Giải thích tại sao tồn tại tần số ngưỡng trong hiệu ứng quang điện bằng lý thuyết hạt của ánh sáng lại đúng hơn lý thuyết sóng của ánh sáng?
- 2) Tia tử ngoại làm sạm da của bạn, ngược lại ánh sáng nhìn thấy thì không. Bạn giải thích xem!
- 3) Trong siêu thị hoặc ở một cửa hiệu nào đó, khi bạn đến cửa kính thì cửa tự động mở, khi bạn qua khỏi cửa thì cửa đóng lại. Nguyên tắc này dựa vào hiệu ứng nào? Giải thích ngắn gọn.

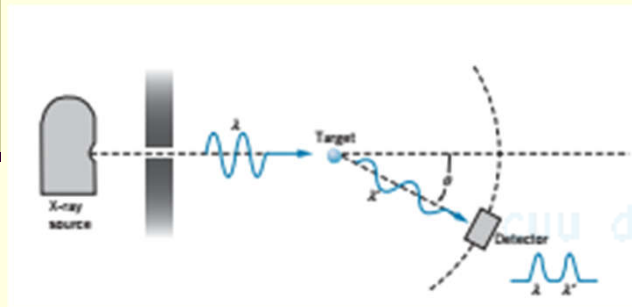
I.3. HIỆU ỨNG COMPTON (Tán xạ Compton)

1. Thực nghiệm

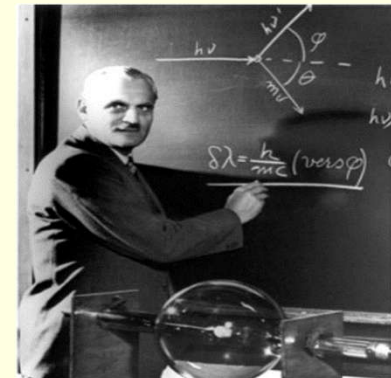
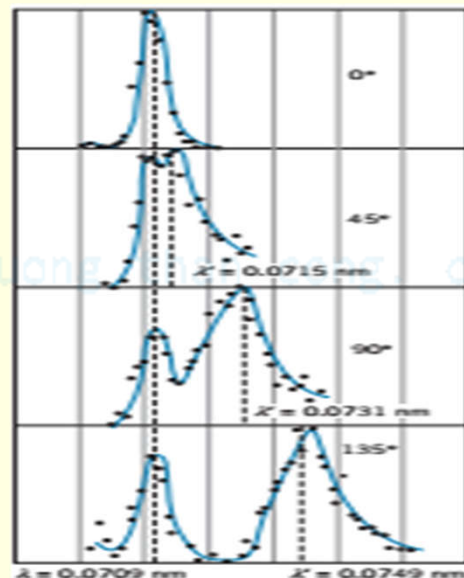
Hiệu ứng quang điện cho thấy ánh sáng là dòng hạt photon có năng lượng và động lượng xác định.

Nếu là hạt, liệu photon có va chạm được với electron không?

THỰC NGHIỆM

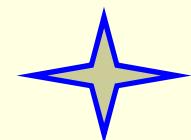


KẾT QUẢ



Arthur Holly Compton
(1892 – 1962)

15-Sep-17



36

I.3. HIỆU ỨNG COMPTON (Tán xạ Compton)

2. Tìm biểu thức độ dịch chuyển bước sóng

Định luật bảo toàn năng lượng:

$$h\nu + m_e c^2 = h\nu' + \frac{m_e c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Định luật bảo toàn động lượng:

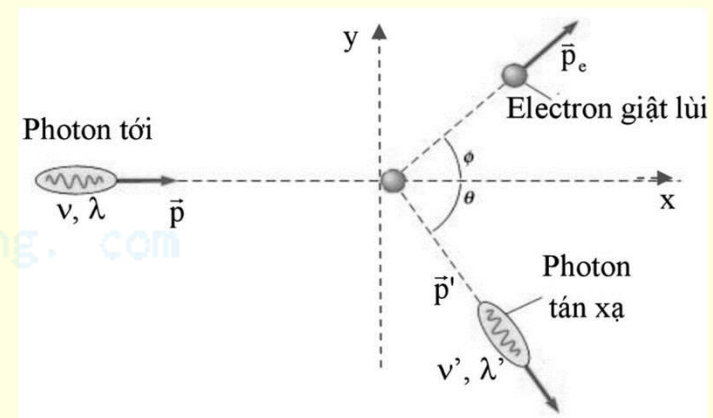
$$\vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_e$$

Chiếu xuống trục x và y, ta tìm được

Độ dời bước sóng:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta) = \frac{2h}{m_e c} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

15-Sep-17



Khi $\theta = 0$, $\Delta\lambda_{\min} = 0$

Khi $\theta = 180^\circ$, $\Delta\lambda_{\max} = 2h/m_e c$

Năng lượng photon sau tán xạ E' như thế nào nếu biết năng lượng photon trước tán xạ E ?

I.3. HIỆU ỨNG COMPTON (Tán xạ Compton)

2. Tìm biểu thức độ dịch chuyển bước sóng

Bước sóng Compton:

$$\Lambda_c = h/m_e c = 0,0243 \text{ \AA} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ (m)}$$



Photon tới có năng lượng lớn hơn nhiều so với năng lượng nghỉ của electron (~511 keV) thì có thể quan sát được hiệu ứng Compton?

KẾT LUẬN

Qua 03 hiệu ứng: Bức xạ nhiệt, hiệu ứng quang điện và hiệu ứng Compton chứng tỏ ánh sáng (bức xạ điện từ) có tính chất hạt.

I.3. HIỆU ỨNG COMPTON (Tán xạ Compton)

Ví dụ: Tia X có bước sóng 0,140 nm chịu tán xạ từ bản carbon mỏng. Tính bước sóng tia X sau tán xạ tại góc: a) 0° , b) 90° , c) 180°

Ví dụ: Tia X có năng lượng 300 keV chịu tán xạ Compton từ một bia. Tia X sau tán xạ được đo tại góc 30° so với tia tới. Tính độ dịch chuyển bước sóng, năng lượng tia X sau tán xạ và năng lượng electron giật lùi.



15-Sep-17



39

I.3. HIỆU ỨNG COMPTON (Tán xạ Compton)

Ví dụ: Chùm photon có bước sóng 0,680 nm chịu tán xạ với electron tự do. Tính năng lượng và động lượng của photon sau tán xạ tại góc 45° so với chùm tia tới.

Ví dụ: Tia X có bước sóng 0,240 nm chịu tán xạ Compton, và tia X sau tán xạ quan sát tại góc 60° so với chùm tia tới. Tìm:

- a) Bước sóng của tia X sau tán xạ
- b) Năng lượng tia X sau tán xạ
- c) Động năng của electron giật lùi

I.3. HIỆU ỨNG COMPTON (Tán xạ Compton)

BÀI TẬP VỀ NHÀ

Sách Bài tập: Lượng tử - Nguyên tử - Hạt nhân

TG: Huỳnh Trúc Phương

1) Phần bài tập có lời giải

Đọc các bài: 5.42-> 5.60

2) Phần bài tập tự giải

Làm các bài: 5.25 -> 5.35, 5.46 -> 5.50

I.3. HIỆU ỨNG COMPTON (Tán xạ Compton)

THẢO LUẬN

- 1) Nếu một photon tia X bị tán xạ bởi electron thì bước sóng của photon có thay đổi không? Nếu có, bước sóng tăng hay giảm? Giải thích
- 2) Trong cả hai H.Ú.Q.Đ và H.Ú.Compton, một photon va chạm với electron đều làm electron bay ra. Sự khác nhau giữa hai hiệu ứng này là gì?