



**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**



# **MÔN HỌC ỨNG DỤNG HẠT NHÂN TRONG CÔNG NGHIỆP**

**CBPT: Trần Thiện Thanh**

**ĐT : 09 08 57 58 51**

**Email : [ttthanh@hcmus.edu.vn](mailto:ttthanh@hcmus.edu.vn)**

**<https://sites.google.com/a/hcmus.edu.vn/tranthienthanh/home/tai-lieu-hoc-tap/unhn>**

**TpHCM, 9-2018**

**HÃY NÓI NHỮNG GÌ CÁC EM  
ĐÃ BIẾT VỀ MÔN HỌC NÀY??**



**EM NGHĨ MÌNH SẼ BIẾT THÊM ĐIỀU GÌ SAU  
KHI EM HỌC MÔN HỌC NÀY ?**



## MỤC TIÊU MÔN HỌC

- Học phần này trình bày các kiến thức cơ bản và chuyên sâu về nguyên lý, quy trình thực hiện, cách bố trí thí nghiệm, hệ đo, thu nhận số liệu.
- Ứng dụng trong thực tế của phương pháp truyền qua, tán xạ, đánh dấu đồng vị phóng xạ, chiếu xạ và chụp ảnh phóng xạ

# CHUẨN ĐẦU RA MÔN HỌC

Chuẩn đầu ra	Mô tả (Mức chi tiết – hành động)	Mức độ (I/T/U)
<b>G1.1</b>	Thực hiện đi học đúng giờ, tập trung nghe bài giảng, thực hiện seminar, tìm kiếm tài liệu trên mạng internet	U
<b>G1.2</b>	Thực hiện việc dịch và đọc tài liệu tiếng Anh chuyên ngành liên quan đến nội dung môn học	T
<b>G2.1</b>	Nắm được quy trình bố trí thí nghiệm , thu thập	T
<b>G2.2</b>	Biểu diễn được số liệu và công thức truyền sai số trong phân tích	U
<b>G3.1</b>	Phân tích được bộ số liệu để xác định nguyên nhân	U, T
<b>G3.2</b>	Thao tác được các thiết bị thí nghiệm	U, T

# CHUẨN ĐẦU RA MÔN HỌC

Chuẩn đầu ra	Mô tả (Mức chi tiết – hành động)	Mức độ (I/T/U)
<b>G4.1</b>	Hiểu được các nguyên nhân sai hỏng	T
<b>G4.2</b>	Giải đoán được các nguyên nhân sai hỏng	T
<b>G5.1</b>	Phác thảo được các bước tiến hành thí nghiệm của phương pháp NDT	T
<b>G5.2</b>	Phác thảo được các bước tiến hành thí nghiệm của phương pháp NCS	T
<b>G5.3</b>	Phác thảo được các bước tiến hành thí nghiệm của phương pháp RT	T
<b>G5.4</b>	Phác thảo được các bước tiến hành thí nghiệm của phương pháp IR	T

# NỘI DUNG MÔN HỌC

1. Giới thiệu môn học-Tương tác của bức xạ với vật chất
2. Thiết bị ghi nhận bức xạ-An toàn phóng xạ và liều lượng
3. Kiểm tra không phá hủy (NDT)
4. Hệ thống kiểm định hạt nhân (NCS)
5. Đánh dấu đồng vị phóng xạ (RT)
6. Chiếu xạ trong công nghiệp (IR)

# LÀM SAO ĐỂ HỌC TỐT QUA MÔN HỌC NÀY?





# ĐÁNH GIÁ

**BTVN#1: (10%)**

**BTVN#2: (10%)**

**Thi giữa kỳ: Tự luận (20%)**

**Thi cuối kỳ: seminar + vấn đáp (60%)**

# TÀI NGUYÊN MÔN HỌC

1. Radioisotope techniques for problem solving in industrial process plants, J.S. Charlton, Leonard Hill, Glasgow and London, 1986.
2. Radioisotope Gauges for Industrial Process Measurements, Geir Anton Johansen and Peter Jackson, John Wiley & Sons, 2004
3. An toàn bức xạ ion hóa, Châu Văn Tạo, NXB Đại học quốc gia TpHCM, 2004.
4. Technical data on nucleonic gauges, IAEA-TECDOC-1459, 2005.
5. Radiotracer Applications in Industry — A Guidebook, IAEA-TECDOC 423, 2004
6. Radiotracer applications for troubleshooting and optimizing industrial processes, IAEA/RCA in India, 2002.

## **CÁC QUY ĐỊNH CHUNG**

- 1. Sinh viên cần tuân thủ nghiêm túc các nội quy và quy định của Khoa và Trường.**
- 2. Sinh viên không được vắng quá 3 buổi trên tổng số các buổi học lý thuyết và thực hành.**
- 3. Đối với bất kỳ sự gian lận nào trong quá trình làm bài tập hay bài thi, sinh viên phải chịu mọi hình thức kỷ luật của Khoa/Trường và bị 0 điểm cho môn học này.**

# Phân biệt giữa Teamwork và Group discussion ?

## Group Discussion



## **BÀI TẬP 1:**

**Hình thành 5 nhóm học tập (Đặt tên nhóm, thiết kế logo của nhóm và bầu trưởng nhóm)**



## CÔNG CỤ 5W-1H-2C-5M

5W-1H-2C-5M: Phương cách định hướng công việc hoàn hảo

Định hướng nội dung cho một công việc (5W 1H 2C 5M)

- **Xác định mục tiêu, yêu cầu công việc 1W (why)**
- **Xác định nội dung công việc 1W (what)**
- **Xác định 3W: where, when, who**
- **Xác định cách thức thực hiện 1H (how)**
- **Xác định phương pháp kiểm soát – 1C (control)**
- **Xác định phương pháp kiểm tra – 1C (check)**
- **Xác định nguồn lực thực hiện 5M (man, money, material, machine, method)**

## CÔNG CỤ 5W-1H-2C-5M

### Why:

Nghĩa là vì sao bạn làm điều đó, làm điều đó thì sẽ được lợi ích gì. Đây chính là bước bạn xác định mục đích, mục tiêu việc làm của bạn.

### Who:

Cần những ai làm điều đó, bạn sẽ làm một mình hay cần ai đó làm cùng, những người đó có thích hợp không

### When:

Làm việc đó vào khi nào thích hợp nhất, làm việc đó thì mất bao nhiêu thời gian, bạn có đủ thời gian không



## CÔNG CỤ 5W-1H-2C-5M

### Where:

Làm việc đó ở đâu, cần bố trí không gian như thế nào

### What:

Làm việc đó thì chúng ta cần những gì

### How:

Làm điều đó thì bạn sẽ làm thế nào để dễ dàng thực hiện nhất

### How much, how many:

Bạn sẽ mất gì được gì

## CÔNG CỤ 5W-1H-2C-5M

### Control:

Có bao nhiêu điểm kiểm soát và điểm kiểm soát trọng yếu

### Check:

Có những bước công việc nào cần phải kiểm tra. Thông thường thì có bao nhiêu công việc thì cũng cần số lượng tương tự các bước phải kiểm tra

### Man, Money, Material, Machine, Method:

Những ai sẽ thực hiện công việc, họ có đủ trình độ, kinh nghiệm, kỹ năng, phẩm chất, tính cách phù hợp

## **BÀI TẬP 2:**

**Tìm hiểu về phương pháp lập kế hoạch??**

# TỔNG QUAN



**Kiểm tra không phá hủy  
(Non-Destructive Testing)**

**Hệ thống điều khiển hạt nhân  
(Nucleonic Control System)**

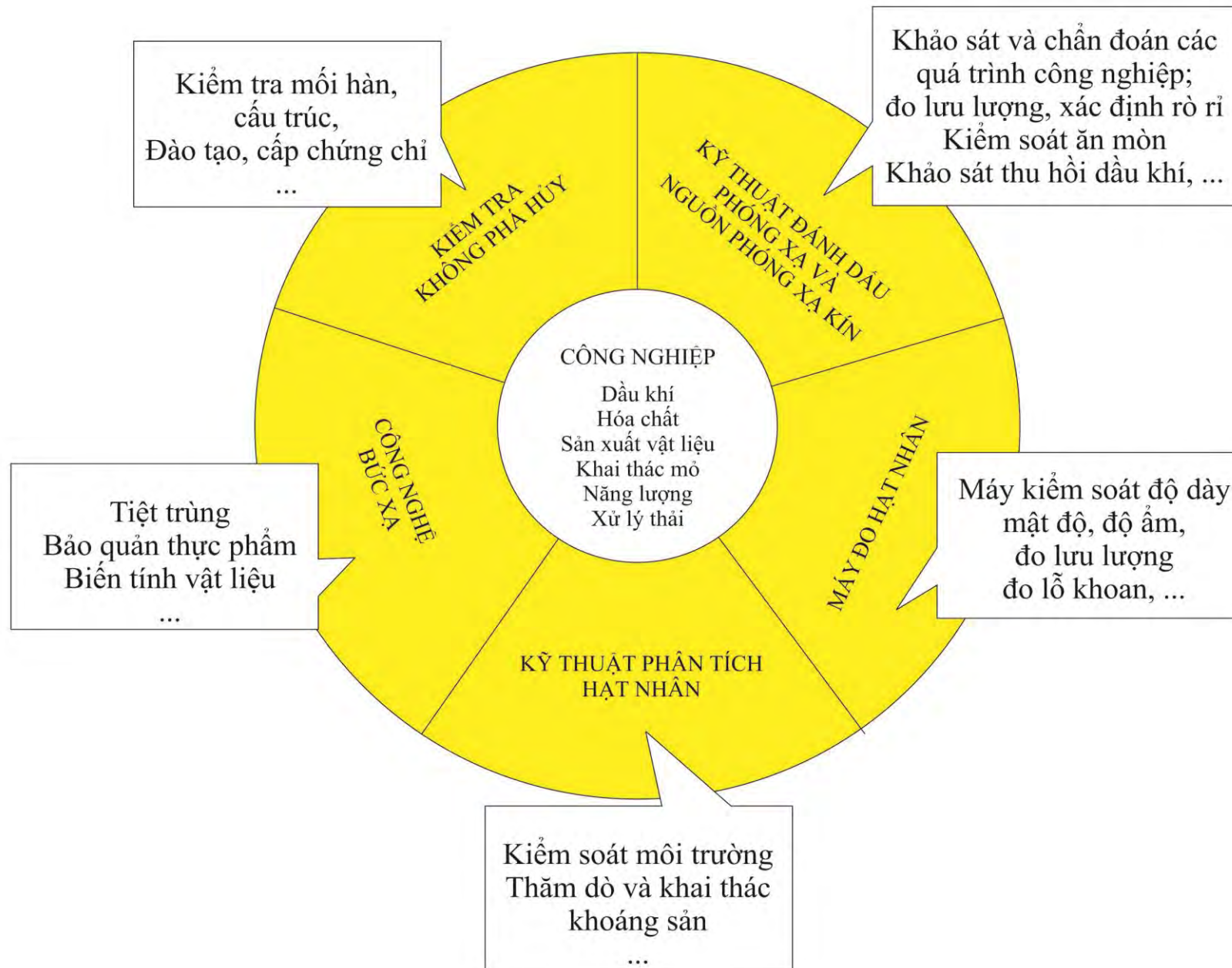


**Đánh dấu đồng vị phóng xạ  
(Radioactive Tracer)**

**Chiếu xạ công nghiệp  
(Irradiation)**

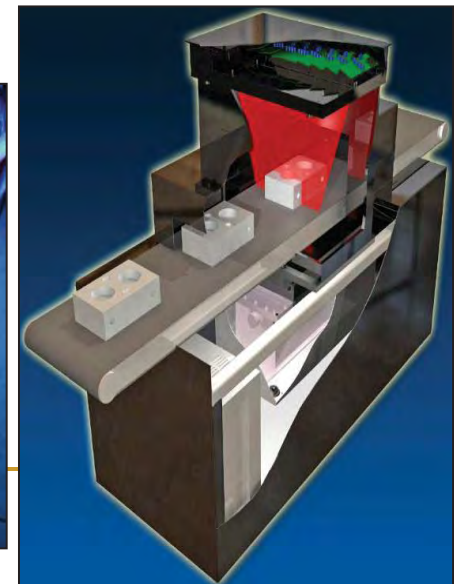


# MỘT SỐ ỨNG DỤNG KỸ THUẬT HẠT NHÂN TRONG CÔNG NGHIỆP



# 1. Kiểm tra không phá hủy (Non-Destructive Testing)

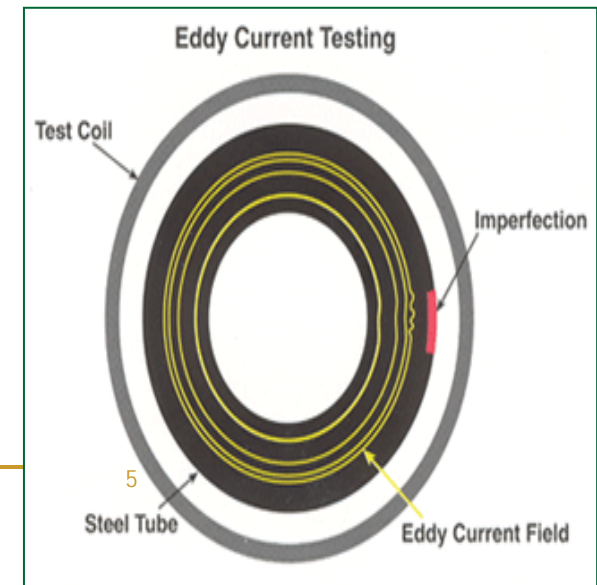
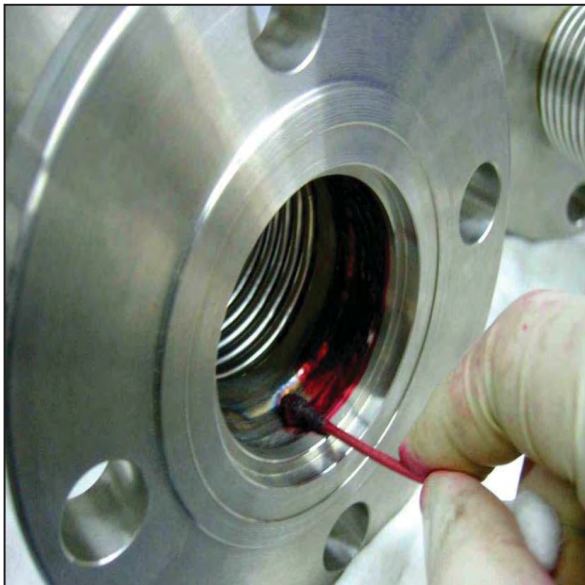
- ❖ **Mục đích:** Kiểm tra, phát hiện các khuyết tật bên trong hoặc ở bề mặt kiểm tra của vật thể mà không làm tổn hại đến khả năng sử dụng của chúng
- ❖ **Các kỹ thuật chính**
  - Kiểm tra siêu âm (Ultrasound Testing – UT)
  - Kiểm tra chụp ảnh phóng xạ (Radiographic Testing – RT)
  - Kiểm tra trực quan từ xa (Remote Visual Inspection – RVI)



# 1. Kiểm tra không phá hủy (Non-Destructive Testing)

## ❖ Các kỹ thuật chính (tiếp)

- Kiểm tra thẩm thấu chất lỏng (liquid Penetrant Testing – PT)
- Kiểm tra bột từ (Magnetic Particle Testing – MT)
- Kiểm tra dòng xoáy (providing Eddy current Testing – ET)

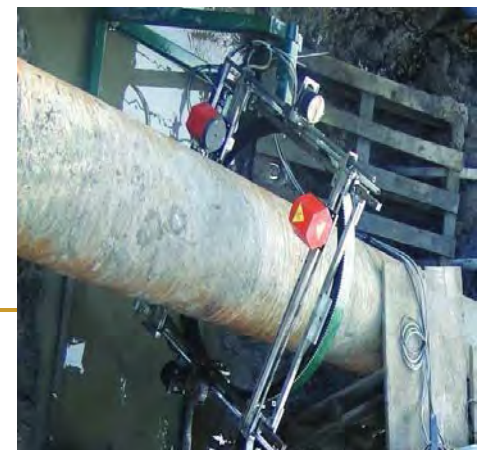




# 1. Kiểm tra không phá hủy (Non-Destructive Testing)

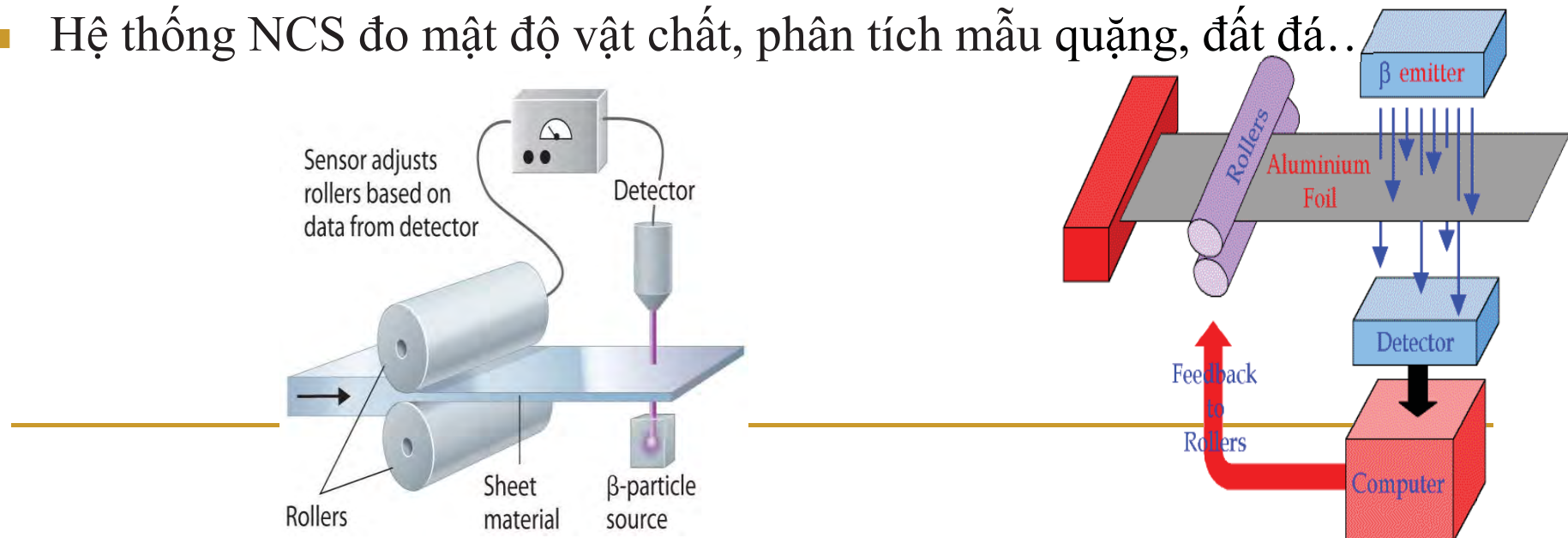
## ❖ Ứng dụng

- Khảo sát mật độ vật chất, tình trạng bên trong thiết bị, vật thể
- Xác định vị trí khuyết tật bên trong vật thể
- Kiểm tra chất lượng mối hàn, bề mặt vật đúc
- Khảo sát đường ống: rò rỉ, tắc nghẽn, tạo bọt khí, đóng cặn, tắc nghẽn bên trong đường ống
- Khảo sát phân bố các pha trong thiết bị (đặc biệt là thiết bị nhiệt)



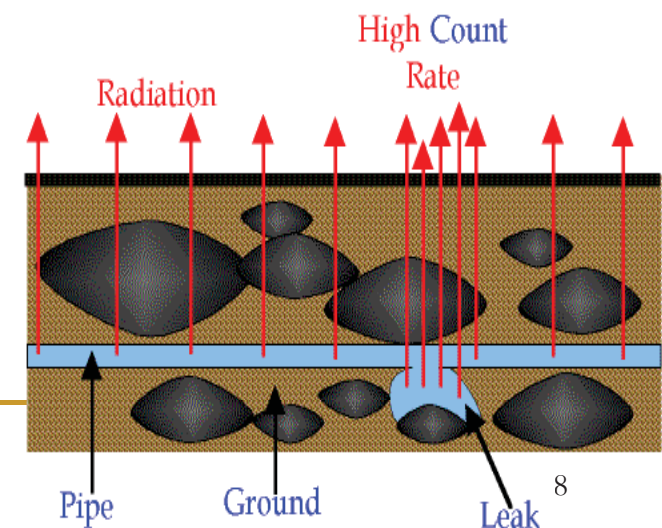
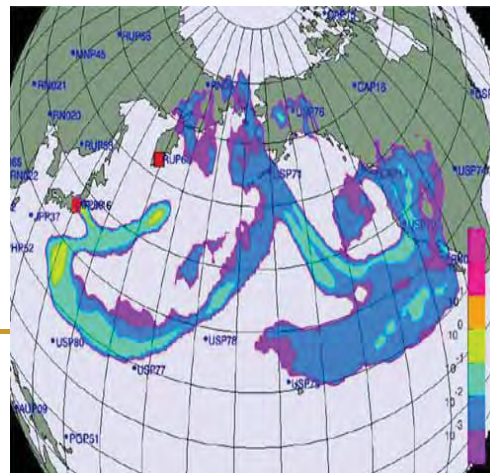
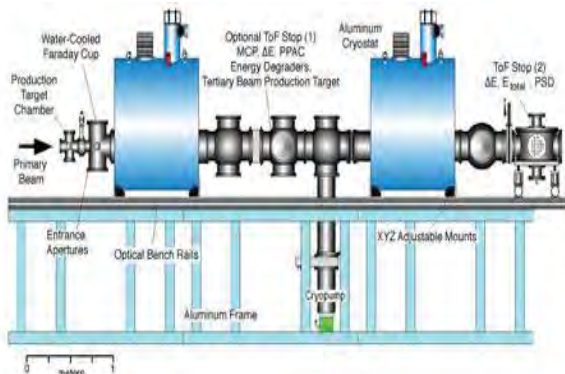
## 2. Hệ thống điều khiển hạt nhân (Nucleonic Control System)

- ❖ **Mục đích:** Sử dụng như một hệ thống đo (độc lập hoặc tích hợp) trong hệ thống điều khiển để kiểm soát dây truyền sản xuất.
- ❖ **Các ứng dụng chính:** sử dụng trong các ngành như dầu khí, hóa chất, giao thông, xây dựng, năng lượng, xử lý chất thải:
  - Hệ thống NCS đo mức (nhà máy bia, nhà máy nước, nhà máy lọc dầu...)
  - Hệ thống NCS đo bề dày (nhà máy giấy, nhà máy sản xuất tấm lợp, cửa kính...)
  - Hệ thống NCS đo mật độ vật chất, phân tích mẫu quặng, đất đá..



### 3. Đánh dấu đồng vị phóng xạ (Radioactive Tracer)

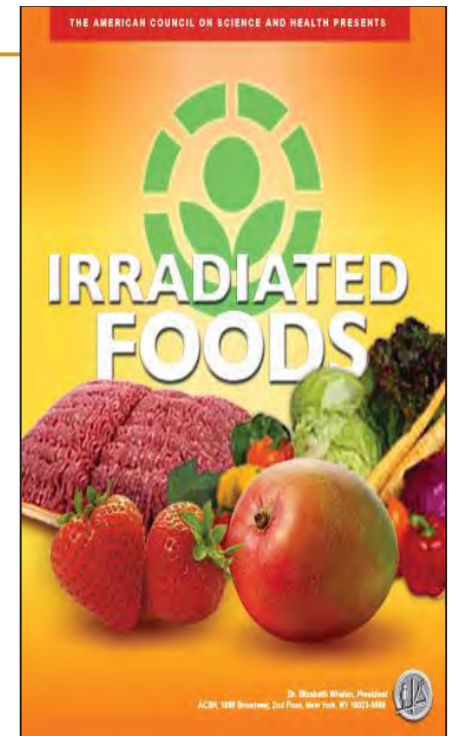
- ❖ **Mục đích:** Đưa và theo dõi sự lưu chuyển của chất đánh dấu (đồng vị phóng xạ) trong dòng chảy, trong các quá trình công nghệ, hoặc trong môi trường, giúp phát hiện tính liên tục của dòng chảy, đặc điểm của quá trình công nghệ, đặc điểm của môi trường và các đặc điểm khác.
- ❖ **Các kỹ thuật, ứng dụng chính:**
  - Kỹ thuật đánh dấu phóng xạ trong khai thác dầu khí
  - Kỹ thuật đánh dấu phóng xạ trong dây truyền công nghệ trong công nghiệp
  - Kỹ thuật đánh dấu phóng xạ trong nghiên cứu thủy văn, môi trường, kiểm tra chất lượng đập thủy điện



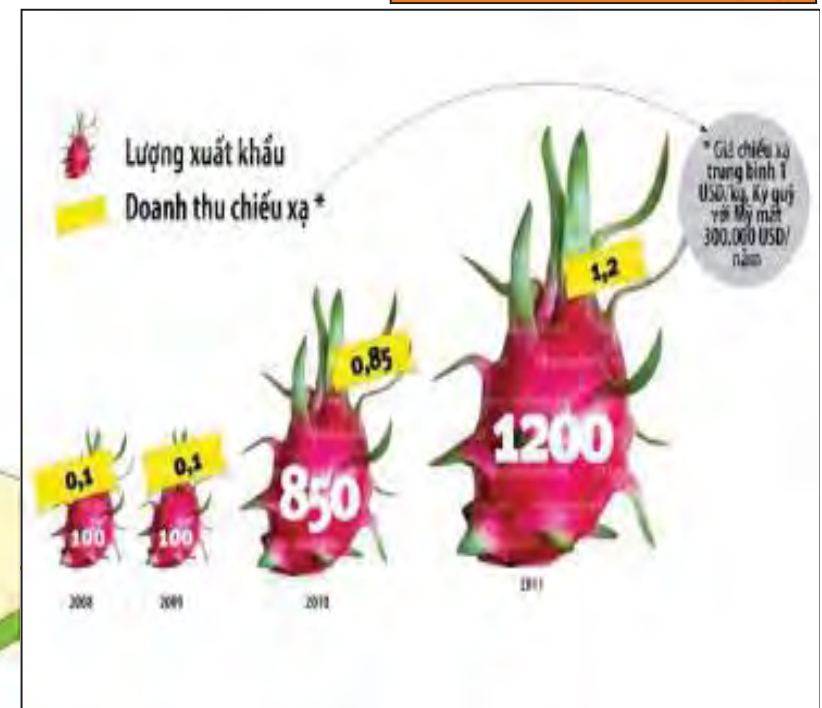
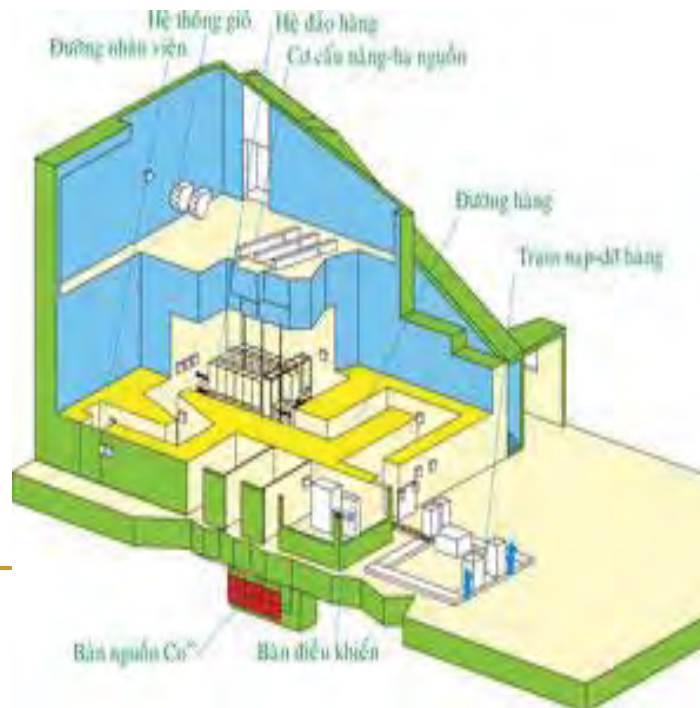


## 4. Chiếu xạ công nghiệp (IR)

- ❖ **Các kỹ thuật, ứng dụng chính:** Khử trùng các sản phẩm y tế chăm sóc sức khỏe, các loại thuốc, chiếu xạ bảo quản thực phẩm và các sản phẩm nông nghiệp (với các mục đích khác nhau diệt côn trùng, làm chậm chín, ức chế nảy mầm, kiểm soát sâu bọ và khử trùng), và làm biến tính vật liệu (polyme hóa, nối mạch polyme, tạo màu cho đá quý...).

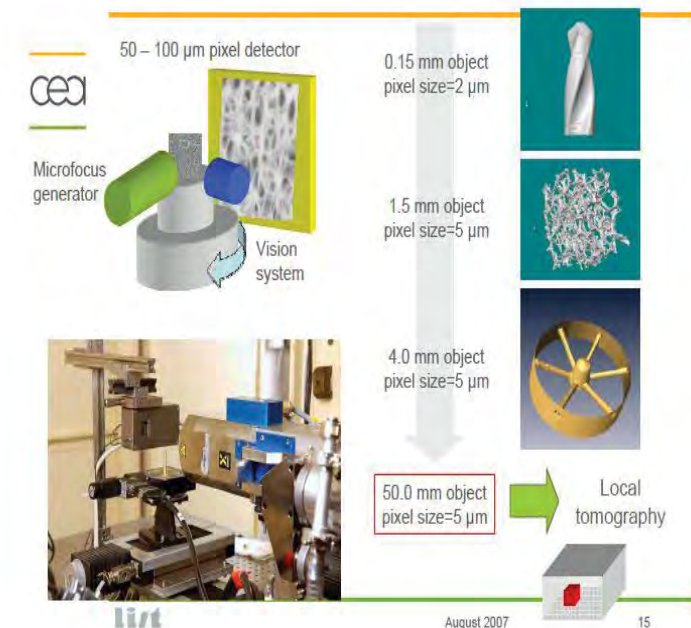
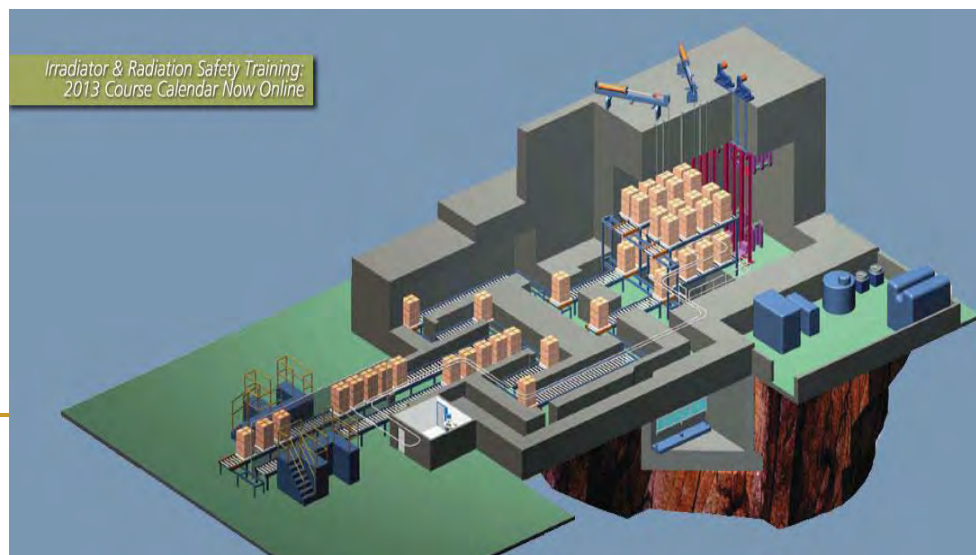


**Thiết bị chiếu  
xạ Cobalt-60**



## Lợi ích của các ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp

- ▶ Đối với các dây chuyền sản xuất, có thể tiến hành kiểm tra khi đang tiến hành sản xuất nên chi phí thấp hơn rất nhiều so với việc dừng cả hệ thống.
- ▶ Việc ứng dụng NDT để kiểm tra các công trình xây dựng được không làm ảnh hưởng tới giá trị sử dụng của chúng.
- ▶ Lợi ích kinh tế lớn từ các dịch vụ chiếu xạ công nghiệp.
- ▶ Ứng dụng cho nghiên cứu cấu trúc, công nghiệp vật liệu.



---

## Các ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp

- Có mặt trong hầu hết các lĩnh vực công nghiệp, đặc biệt là trong các ngành công nghiệp nặng, xây dựng, giao thông – vận tải, khai thác khoáng sản...
- Là quy trình bắt buộc trong việc nghiệm thu, kiểm tra chất lượng các công trình xây dựng, kiểm tra chất lượng sản phẩm công nghiệp...
- Nhu cầu đối với các dịch vụ kỹ thuật hạt nhân ngày càng mở rộng, có tiềm năng phát triển to lớn.

---

## **BÀI TẬP 3:**

- Tương tác của hạt nặng mang điện với vật chất ?
  - Tương tác của hạt mang điện nhẹ với vật chất ?
  - Tương tác của photon với vật chất ?
  - Tương tác của neutron với vật chất ?
  - Detector ghi bức xạ hạt nhân ?
  - Các thiết bị hạt nhân cho ứng dụng ?
-

---

**Ra trường sẽ làm gì??**

---



## THỬ NGHIỆM KHÔNG PHÁ HỦY NON DESTRUCTIVE TESTING



### Trang chủ

Công ty APAVE Châu Á - Thái Bình Dương

"THÀNH CÔNG VÀ RỘNG MỞ"

**1993:** APAVE có mặt tại Đông Nam Á

**1996:** được Bộ Thương mại cấp giấy phép mở Văn phòng đại diện tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh ngày 25/11

**1997:** được Bộ Kế hoạch & Đầu tư cấp giấy phép thành lập Công ty 100% vốn nước ngoài – APAVE Việt Nam & Đông Nam Á

### Danh mục dịch vụ

-  Tư vấn xây dựng
-  Giám định công nghiệp
-  Thử nghiệm không phá hủy

#### A. CÁC DỊCH VỤ

1. Kiểm tra bằng phương pháp chụp ảnh phóng xạ tia X, tia Gamma (RT)



AWS



Corporate Partner

- DỊCH VỤ**
- Kiểm tra không phá hủy
  - Advanced NDT
  - Tubular inspection
  - Giám sát độc lập
  - Xử lý nhiệt (Preheat and PWHT)
  - Đào tạo
  - Purchasing



- Phương pháp kiểm tra chụp ảnh phóng xạ (RT)
- Phương pháp kiểm tra siêu âm (UT)
- Phương pháp kiểm tra thẩm thấu chất lỏng (PT)
- Phương pháp kiểm tra hạt từ (MT)
- Vacuum Test (VT)



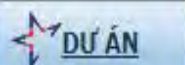
Your safety and success are Our happiness and pride



- Phương pháp kiểm tra dòng xoáy - ECT
- Phương pháp đo độ cứng (HAT)
- Phân tích thành phần hợp kim (PMI)

TUYỂN DỤNG

Xem tiếp

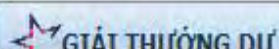


- Painting inspection
- Kiểm tra lớp phủ (HT)
- Visual Inspection

Tỉnh



Dự án Biển Đông 1 gồm nhiều hạng mục: Chân đế & Giàn công nghệ trung tâm Hải Thạch, Chân đế & Giàn Mộc Tinh 1, cầu dẫn với khoảng 70km đường ống, 20km cáp ngầm.



CHỨNG NHẬN



LIÊN HỆ

Add(1): 18A Đường 19, Phường Hiệp Bình Chánh, Quận Thủ Đức Tp HCM  
Add(2): Số 520, D5 Khu Dân Cư Kiến



**CÔNG TY TNHH TƯ VẤN  
KỸ THUẬT GTC**

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập – Tự do – Hạnh phúc**

Số: 087/17/TBTD-GTC

*Tp.HCM ngày 10 tháng 07 năm 2017*

### **THÔNG BÁO TUYỂN DỤNG**

Công ty TNHH Tư vấn Kỹ thuật GTC là tổ chức hàng đầu trong việc cung cấp các dịch vụ cung ứng nhân sự và thiết bị, tư vấn kỹ thuật, giám định - thử nghiệm, quản lý dự án, đào tạo và chuyển giao công nghệ. Do nhu cầu triển khai các dự án mới, công ty chúng tôi cần tuyển nhân sự mới:

Thông tin tuyển dụng như sau:

- **Vị trí tuyển dụng:** Kỹ thuật viên & Kỹ sư Kiểm tra không phá hủy (NDT)
- **Số lượng tuyển dụng:** 05 người **Giới tính:** Nam
- **Trình độ:** Đại học, Cao đẳng chuyên ngành liên quan đến Cơ khí, Cơ kỹ thuật, Vật lý hạt nhân, Vật lý ứng dụng.
- **Kinh nghiệm:** Sinh viên tốt nghiệp mới ra trường, ưu tiên có kinh nghiệm
- **Ngoại ngữ:** Thành thạo tiếng anh là một lợi thế.
- **Thời gian tuyển dụng:** đến hết ngày 30/12/2017
- **Địa điểm làm việc:** thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh thành trong cả nước
- **Mức lương:** Tùy theo năng lực, sẽ thỏa thuận trực tiếp
- **Mô tả công việc:** Trao đổi cụ thể khi phỏng vấn
- **Chế độ:**
  - Chế độ đối với người lao động đóng BHXH, BHYT, BHTN: theo quy định của nhà nước,



**TRUNG TÂM ỨNG DỤNG KỸ THUẬT  
HẠT NHÂN TRONG CÔNG NGHIỆP**

[TRANG CHỦ](#)
[DỊCH VỤ](#)
[SẢN PHẨM](#)
[R & D](#)
[CÔNG NGHỆ](#)
[KHÁCH HÀNG](#)


**RADIOISOTOPE ANALYSIS**



**TRACER IN THE OIL FIELD**



**RADIOISOTOPIC TECHNIQUE**



**GAMMA SCANNING**

Trang chủ

Trung tâm ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp (CANTI) là Trung tâm tiên tiến cung cấp các giải pháp kỹ thuật nhằm kiểm tra, phát hiện và chẩn đoán quá trình công nghệ trong sản xuất và đời sống.

### ***CANTI - The Industrial Insight***

Mục tiêu của chúng tôi là đem đến cho khách hàng những giải pháp kỹ thuật trong vận hành, bảo dưỡng, khắc phục sự cố và nâng cấp (OMM) nhằm tăng doanh thu, giảm chi phí và tiết kiệm thời gian

## **TIN TỨC & SỰ KIỆN**

### Hội nghị tổng kết công tác năm 2013

Trung tâm vẫn duy trì được sự phát triển, đạt thêm nhiều thành tích mới, trong đó có những tiến bộ mang tính bước ngoặt, có tiến bộ theo hướng chuyên nghiệp hóa...





VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM  
**TRUNG TÂM ĐÁNH GIÁ KHÔNG PHÁ HỦY**  
Center for Non-Destructive Evaluation

Từ khóa tìm kiếm...



TRANG CHỦ  
Home Page

GIỚI THIỆU  
About NDE

TIN TỨC - SỰ KIỆN  
News - Events

DỊCH VỤ  
Our Services

**NGHIÊN CỨU**  
Research

ĐÀO TẠO  
Training Courses

SẢN PHẨM  
Products

LIÊN HỆ  
Contact Us

DIỄN ĐÀN  
Forum

You are here: [Trang chủ](#) \ [Nghiên cứu](#)



Từ khóa tìm kiếm...

Go

## SITE MAP

- > [Trang chủ](#)
- > [Giới thiệu](#)
- > [Tin tức - Sự kiện](#)
- > [Dịch vụ](#)
- > [Nghiên cứu](#)
  - > [Đề tài khoa học](#)
  - > [Hoạt động nghiên cứu triển khai](#)

11

Jun 2014

## KIỂM TRA KHÔNG PHÁ HỦY (NDT) CÁC BỒN THÉP CHẾ TẠO BẰNG HÀN

Published in [Bài báo khoa học](#) | Đăng bởi [admin](#)



# TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI CÔNG NGHỆ BỨC XẠ

## RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER FOR RADIATION TECHNOLOGY





Trang chủ

Giới thiệu

Sản phẩm

Liên hệ

Tiếng việt - English

- ➔ THIẾT BỊ CHIẾU XẠ
- ➔ DỊCH VỤ
- ➔ NGHIÊN CỨU, ĐÀO TẠO
- ➔ SẢN PHẨM
- ➔ KIẾN THỨC
- ➔ TIN TỨC & SỰ KIỆN
- ➔ THÔNG TIN NỘI BỘ
- ➔ LIÊN KẾT WEBSITE
- ➔ LOGO ĐỐI TÁC

### GIỚI THIỆU


**ISO 9001:2008**

Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ, tên viết tắt là VINAGAMMA, được thành lập theo quyết định số 159/QĐ-BKHCNMT, ngày 14 tháng 2 năm 2000 của Bộ Khoa học và Công nghệ. Việc quản lý tổ chức và hoạt động của Trung tâm được thực hiện theo Nghị định 115/2005/NĐ-CP. Trung tâm là đơn vị trực thuộc Viện Năng lượng Nguyên tử Việt nam.

[▶ Xem tiếp.](#)

### THIẾT BỊ CHIẾU XẠ

Thiết bị UELR-10-15S2

**Bộ Khoa học  
và Công nghệ**



Thiết bị chiếu xạ UELR-10-15S2 được thiết kế chế tạo bởi CORAD Service Ltd, Nga. Là thiết bị chiếu xạ bằng chùm electron 10 MeV..

[▶ Xem tiếp...](#)

### DỊCH VỤ

Bảng giá chiếu xạ áp dụng từ ngày 01/10/2013


[▶ Xem tiếp.](#)

- ▶ Xử lý thanh trùng thực phẩm
- ▶ Chiếu xạ khử trùng sản phẩm chăm sóc sức khỏe



chiếu xạ Cobalt-60





VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM

# TRUNG TÂM CHIẾU XẠ HÀ NỘI

Hanoi Irradiation Center

[Trang chủ](#)

[Giới thiệu](#)

[Dịch vụ](#)

[Nghiên cứu khoa học](#)

[Văn bản - Biểu mẫu](#)

[Hỏi đáp](#)

[Hợp tác](#)

[Tin tức](#)

[Liên hệ](#)



## DỊCH VỤ

- Chiếu xạ thực phẩm
- Chiếu xạ sản phẩm y tế
- Chiếu xạ nghiên cứu
- Sản xuất được chất phóng xạ

Quy định đăng ký, quy cách bao bì và giá chiếu xạ, kiểm dịch hoa quả

Quy định đăng ký, quy cách bao bì và giá chiếu xạ, kiểm dịch hoa quả ... [Đọc tiếp](#)

## TIN TRONG NƯỚC

## TIÊU ĐIỂM

LỄ KÝ HỢP ĐỒNG CUNG CẤP SẢN PHẨM NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

TT CHIẾU XẠ HÀ NỘI TIẾP ĐOÀN CHUYÊN GIA VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ ẮN ĐỘ



LÀM SẠCH SẢN PHẨM

TRANG CHỦ

GIỚI THIỆU

THÔNG BÁO TUYỂN DỤNG

DỊCH VỤ & SẢN PHẨM

THÔNG TIN CỔ ĐÔNG

HỖ TRỢ KHÁCH HÀNG

GIẤY CHỨNG NHẬN

TIN TỨC & SỰ KIỆN

LIÊN HỆ



CHIẾU XẠ TRÁI CÂY TƯƠI

No Image  
Available

DỊCH VỤ  
CHO THUÊ  
KHO LẠNH

DỊCH VỤ  
CHIẾU XẠ



TRÁI CÂY TƯƠI



TRÁI CÂY  
ĐÔNG LẠNH



THỦY HẢI SẢN  
ĐÔNG LẠNH



THỰC PHẨM



NÔNG SẢN



MỸ PHẨM



DỤNG CỤ Y TẾ



BỘT GIA VỊ



# BỘ MÔN VẬT LÝ HẠT NHÂN – KỸ THUẬT HẠT NHÂN

DEPARTMENT OF NUCLEAR PHYSICS – NUCLEAR ENGINEERING

TRANG CHỦ

NHÂN SỰ

ĐÀO TẠO

NGHIÊN CỨU

PHÒNG THÍ NGHIỆM

HỢP TÁC

THÔNG

SINH VIÊN

THƯ VIỆN

LIÊN HỆ

## Thông báo

### Tuyển dụng của trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch

Trường ĐH Y Khoa Phạm Ngọc Thạch cần tuyển hai giảng viên (02) và một (01) kỹ thuật viên với các nội dung như sau:

#### MỤC ĐÍCH

- Giảng dạy Vật lý đại cương và Vật lý Y Sinh cho SV năm nhất khối ĐH Y.
- Nghiên cứu Vật lý hướng đến ứng dụng trong Y Sinh học và Khoa học sự sống.

#### YÊU CẦU:

- Thạc sĩ chuyên ngành thích hợp hoặc vừa bảo vệ ThS.
- Cử nhân Vật lý hoặc Vật lý Kỹ thuật loại khá trở lên (giành cho giảng viên).
- Ngoại ngữ tối thiểu: Toefl ITP 500 – IELTS 5.0 – C hoặc trình độ tương đương.
- Tin học: thành thạo MS Office.
- Có kinh nghiệm giảng dạy, nghiên cứu và hộ khẩu Tp.HCM là một ưu tiên.
- Sức khỏe tốt
- Tốt nghiệp ĐH từ các trường sau:

Trường ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐHQG Tp HCM hoặc ĐHQG HN

Trường ĐH Bách khoa – ĐHQG Tp HCM hoặc ĐHQG HN

Trường ĐH Sư Phạm Tp HCM hoặc ĐHQG HN

Trường ĐH Công Nghệ - ĐHQG HN

Hồ sơ gồm có: đơn xin việc (Job letter), sơ yếu lý lịch (CV), hộ khẩu, CMND, bằng cấp, chứng chỉ, giấy khám sức khỏe, 01 hình 4x6.

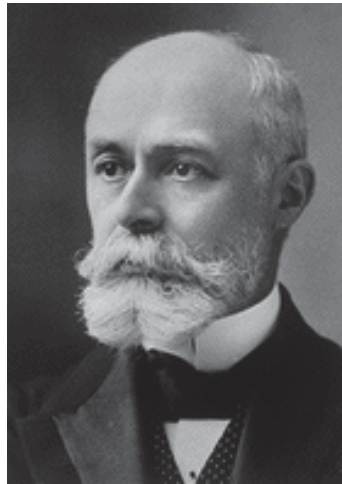
# Phát hiện ra phóng xạ



**Röntgen**

1895

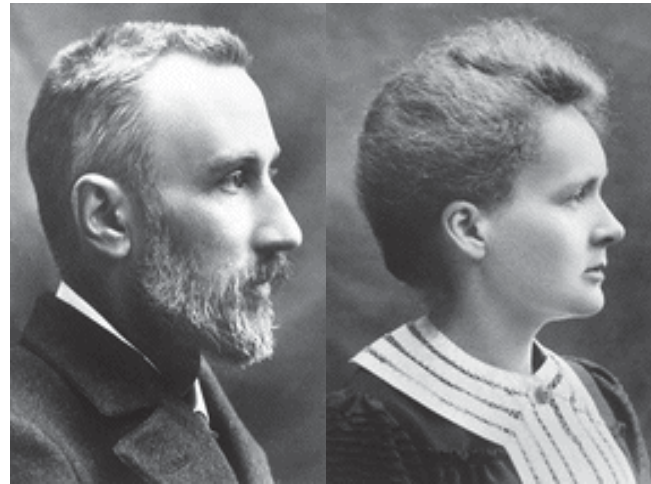
Discovery  
of X-ray



**Becquerel**

1896

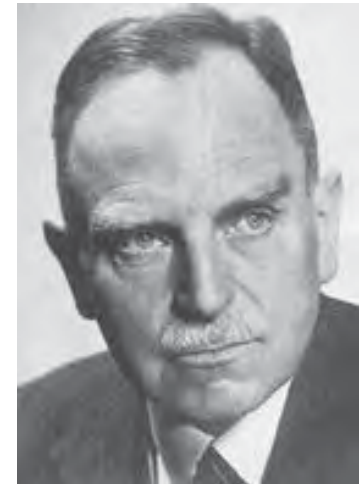
Spontaneous  
radioactivity



**Pierre & Marie  
Curie**

1898

Discovery of Ra, Po



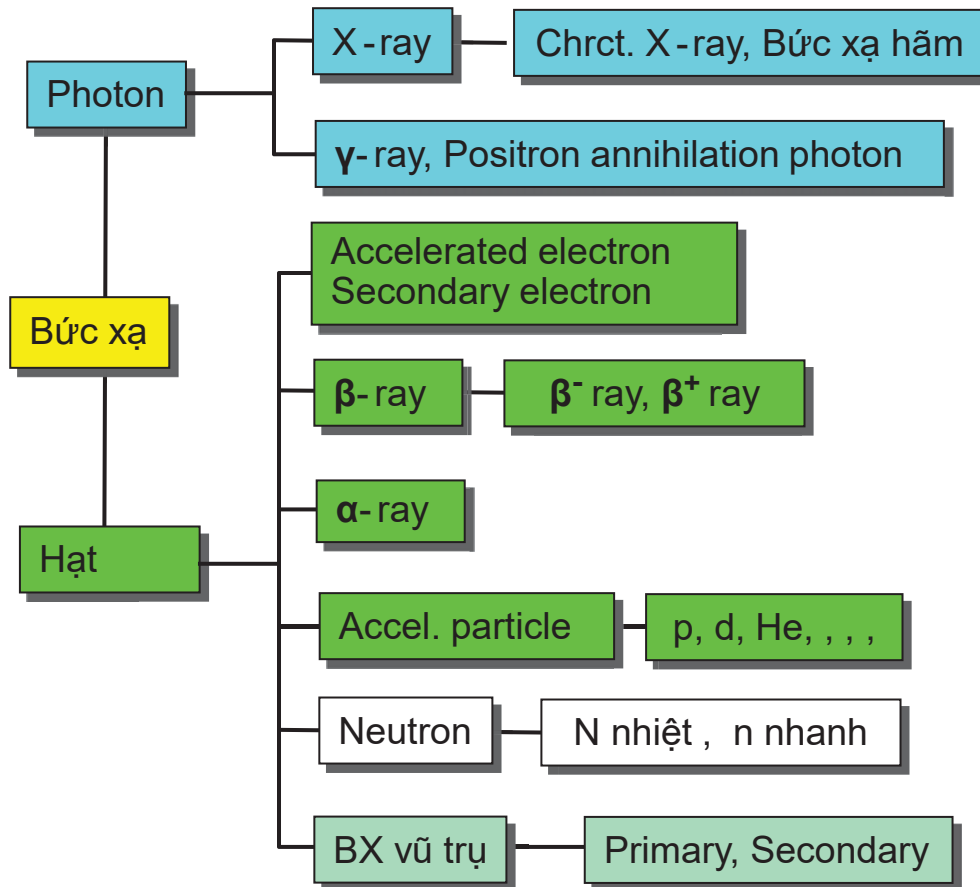
**Hahn**

1938

Discovery of  
fission







Điện tích và Khối lượng nghỉ

Loại	ký hiệu	điện tích	khối lượng
X - ray	X	0	0
γ- ray	γ	0	0
Electron	e <sup>-</sup>	-1	0.00054858
β <sup>-</sup> ray	β <sup>-</sup>	-1	ditto
β <sup>+</sup> ray	β <sup>+</sup>	+1	ditto
Proton	p	+1	1.0072765
Deuteron	d	+1	2.013553
α- ray	α	+2	4.0015061
Neutron	n	0	1.0086650
Fission fragment	FP		80 ~ 108 128 ~ 155

1) Điện tích  $1e = 1.60219 \times 10^{-19}$  Coulomb

2) Đơn vị (u)

$1u = 1.66056 \times 10^{-27}$  kg



# Tương tác của bx với vật chất

Ion hóa và kích thích bởi  $\alpha$ - hoặc  $\beta$ -rays

Đặc trưng hấp thụ của  $\alpha$ -rays

Năng suất hãm và quãng chạy của hạt mang điện

Đặc trưng hấp thụ của  $\beta$ -rays

Năng suất hãm và quãng chạy

Hủy positron, hiệu ứng Cherenkov

Tương tác của photon với vật chất

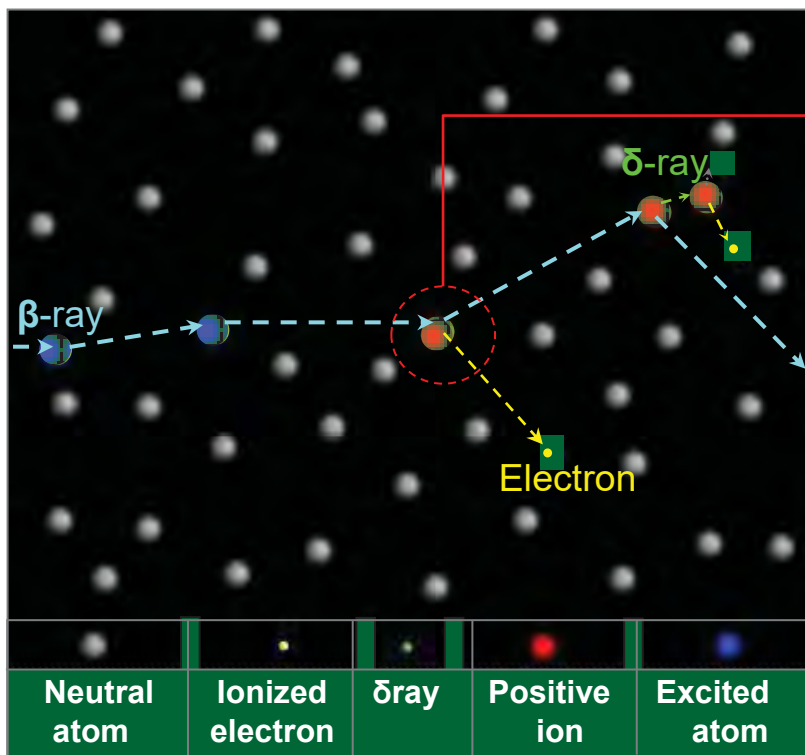
Phân bố năng lượng của electron thứ cấp

Tương tác của neutron với vật chất

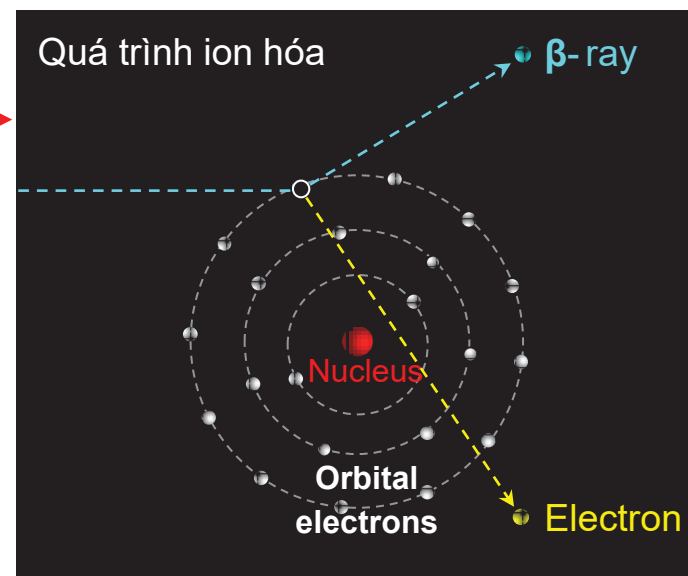
## Ion hóa và kích thích bởi $\alpha$ - hoặc $\beta$ -rays

7

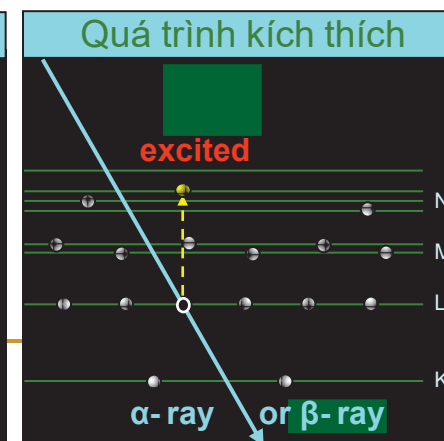
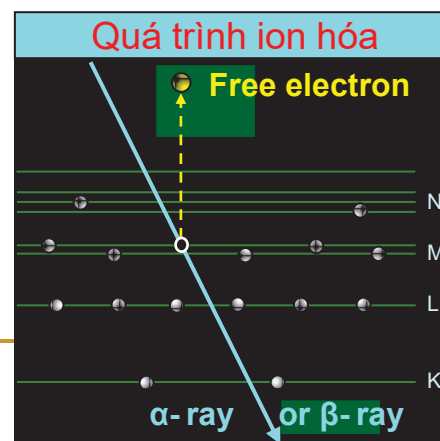
$\alpha$ -ray hoặc  $\beta$ -ray mất một phần năng lượng do ion hóa và kích thích vật liệu, và tạo ra các electron và ion dương. Năng lượng trung bình để sinh ra a electron & ion là 25 ~ 40 eV trong khí, và 3 ~ 5 eV trong vật liệu rắn.



$\delta$ - ray là electron mang năng lượng có khả năng ion hóa nguyên tử khác. Nếu nt trung hòa bắt electron sẽ trở thành ion âm. Cuối cùngm toàn bộ năng lượng bức xạ chuyển thành nhiệt năng.

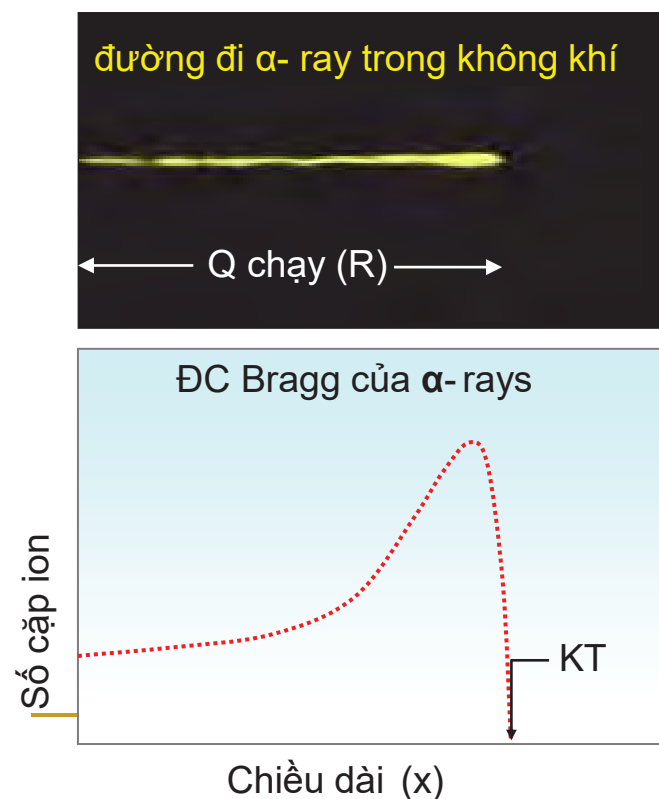


Ion hóa và kích thích trong mức nl của electron



KL của hạt  $\alpha$  thì nặng hơn 7,300 lần electron. Do đó, đường đi trong vật chất gần như là đường thẳng vì ít khi giạt lui khi va chạm với các electron.

Số cặp electron-ion được tạo ra do sự ion hóa dọc đường đi được gọi là đường cong Bragg, như trong hình.



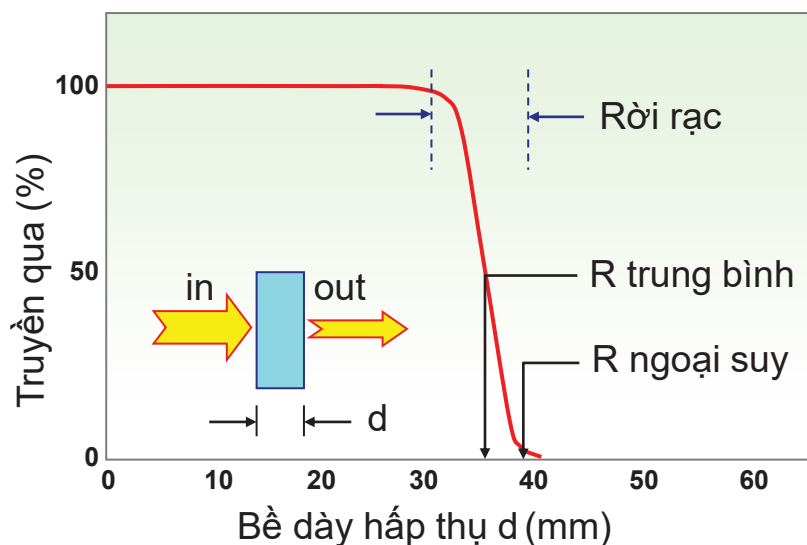
Đặc trưng hấp thụ của  $\alpha$ -rays trong vật chất được chỉ ra bên dưới và quãng chạy ( $R$ ) trong không khí là một hàm của năng lượng ( $E$ ) được cho bởi pt thực nghiệm sau.

$$R = 0.318 E^{3/2}$$

Ví dụ

$R = 3.88 \text{ cm}$  (tại 1atm, KK) cho  $E = 5.3 \text{ MeV}$ .

Quãng chạy của  $\alpha$ -rays với NL 5~8 MeV trong Si là 25 ~ 50  $\mu\text{m}$ .

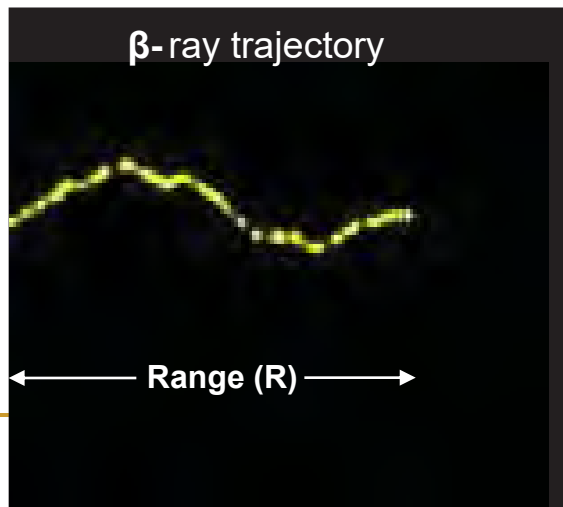


Đường cong hấp thụ và quãng chạy của chùm  $\alpha$ -rays hẹp



$\beta$ -ray mất một phần năng lượng trong quá trình va chạm với electrons trong nguyên tử và bức xạ hãm (Bremsstrahlung) (phát ra X-ray) khi bay gần trường hạt nhân.

Hướng bay của hạt  $\beta$  sẽ thay đổi sau một va chạm. Đường đi sẽ bị uốn lượn. Thêm vào đó, do phân bố năng lượng là liên tục của  $\beta$ -rays, rất khó khăn để xác định chính xác quãng chạy bằng phương pháp đo trực tiếp.



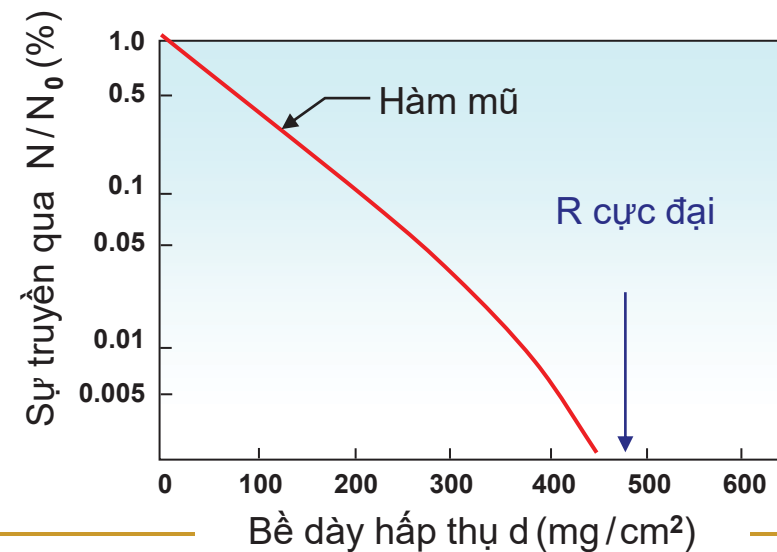
## Đặc trưng hấp thụ và quãng chạy của $\beta$ -rays

Đường cong hấp thụ của  $\beta$ -ray xấp xỉ hàm mũ trong bề dày vật liệu ở đó sự truyền qua không quá nhỏ. Hệ số hấp thụ khối  $\mu_m$  ( $\text{cm}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$ ) và quãng chạy  $R$  ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) cho năng lượng cực đại  $E$  (MeV) được tính từ nhiều pt thực nghiệm.

$$N/N_0 = \exp(-\mu_m d) \quad \mu_m = 0.017 E^{-1.43} \quad \text{for Al}$$

$$R = 542 E - 133 \quad \text{cho } E > 0.8 \text{ MeV}$$

$$R = 407 E^{1.38} \quad \text{cho } 0.15 \text{ MeV} < E < 0.8 \text{ MeV}$$

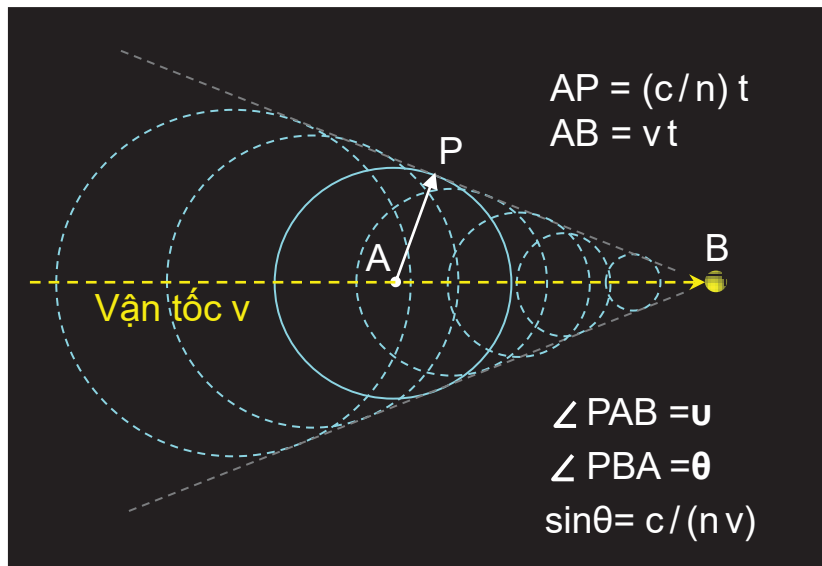
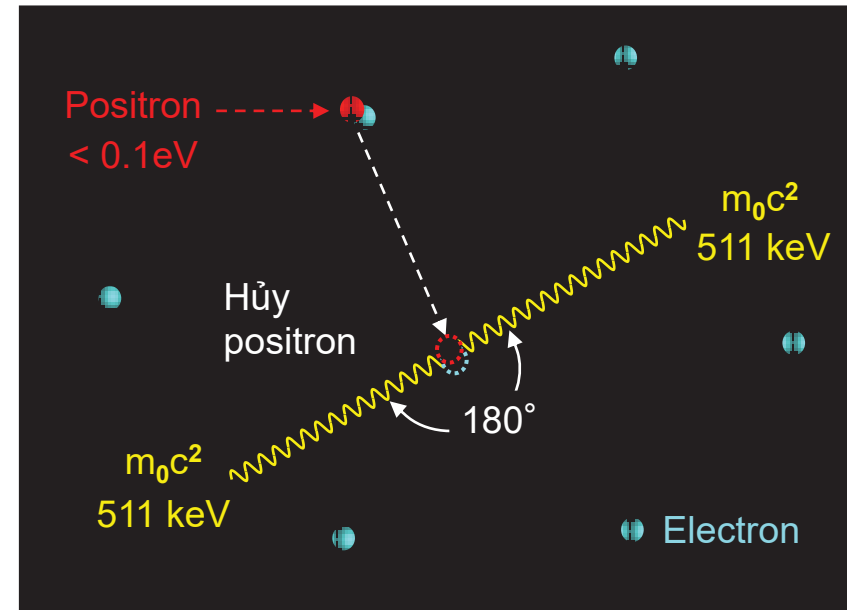


Đường cong hấp thụ và  $R$  cực đại của  $\beta$ -ray<sub>29</sub>

### Hủy positron

Khi một **positron** mất năng lượng trong vật liệu, nó kết hợp với electron kế cận, thế thì hai hạt bị hủy và biến thành hai photon, tuân theo định luật bảo toàn động lượng và năng lượng.

- 1) Hai photon thì bay ra ngược chiều nhau.
- 2) Năng lượng của photon tương ứng với KL nghỉ của electron ( $m_0c^2 = 511 \text{ keV}$ ).
- 3) Hai photon có sự khác biệt khoảng 10 eV, thế thì 1) và 2) sẽ khác nhau chút ít do hiệu ứng Doppler effect.



### Hiệu ứng Cherenkov

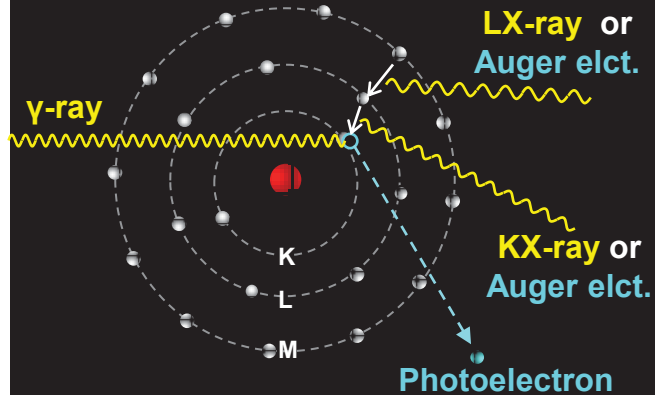
Khi electron mang NL cao với vận tốc  $v$  bay qua các chất điện môi (nước, kính, etc) và bị khúc xạ trong môi trường có chiết suất  $n$ , và ánh sáng rất yếu được phát ra, nếu  $v$  có vận tốc lớn hơn vận tốc ánh sáng ( $c/n$ ) trong vật chất.

Ví dụ: nước ( $n=1.33$ ), có năng lượng trung bình \*) do hiệu ứng Cherenkov là 275 keV.

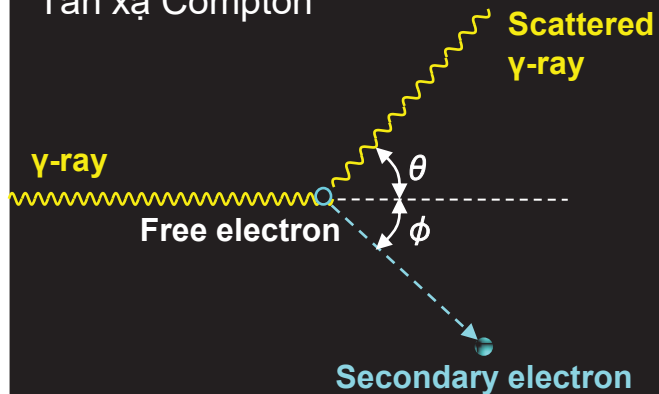
\*)  $E(\text{keV}) = 511 \{ (1 - \beta^2)^{-1/2} - 1 \}$  với,  $\beta = v/c = 1/n$

$\beta$ -ray năng lượng cao (e.g. 2.28 MeV từ  $^{90}\text{Y}$ ) được ghi nhận ánh sáng yếu được phát ra hiệu ứng Cherenkov với PMT độ nhạy cao.

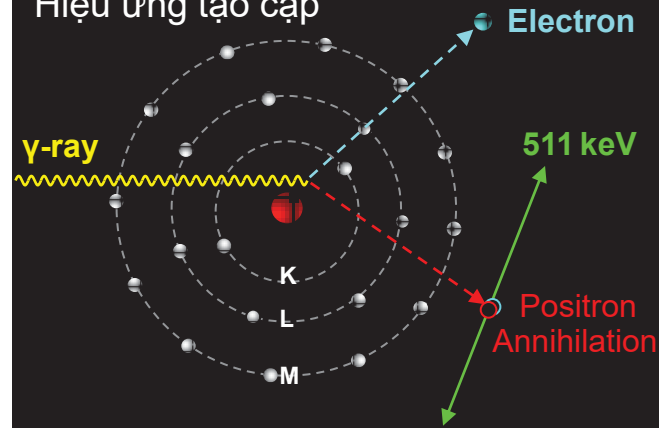
### Hiệu ứng quang điện



### Tán xạ Compton



### Hiệu ứng tạo cặp



## Tương tác của photon và electron thứ cấp

γ-ray để toàn bộ năng lượng trong electron lớp trong cùng,  $E_e$  được giải phóng.  $E_e = hv - B$  Một electron khác sẽ lấp đầy lỗ trống, khi đó X-ray đặc trưng hoặc electron Auger được sinh ra, e.g.  $E_{K-Auger} = (B_K - B_L) - B_M$   
 Tiết diện  $\zeta_K$  cho electron lớp K tỉ lệ với ;  
 $Z^5(hv)^{-3.5}$  với,  $Z$  là số điện tích.

Khi γ-ray để lại một phần NL  $E_e$  cho electron và tán xạ với góc  $\theta$  với NL của γ-ray sau tán xạ  $hv'$ .

NL sau tán xạ được tính theo công thức.

$$hv' = hv / \{1 + \alpha(1 - \cos\theta)\}$$

$$\text{với, } \alpha = hv / m_0c^2 \quad m_0c^2 = 511 \text{ keV}$$

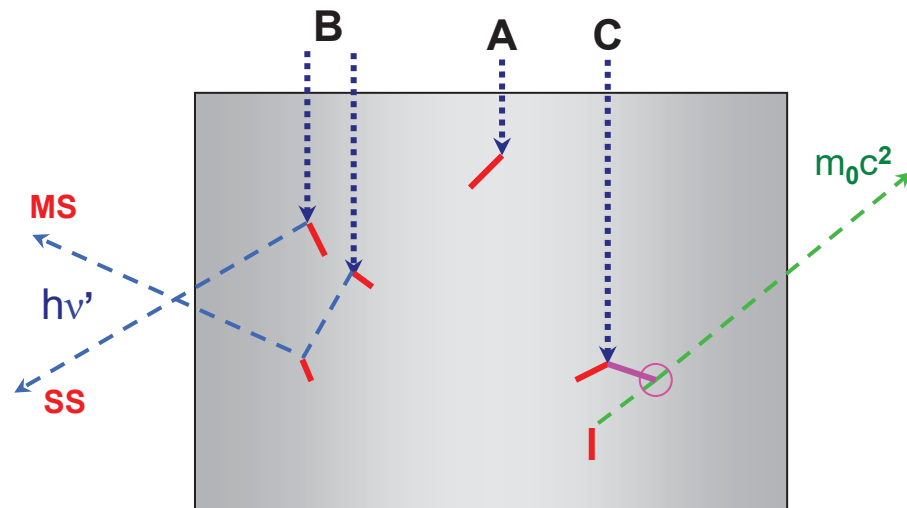
$$E_e = hv - hv'$$

Nếu γ-ray có năng lượng lớn hơn  $2m_0c^2$  thì cặp electron và positron được sinh ra trong trường hạt nhân.

Tổng động năng của electron và positron ;  $E_e + E_p = hv - 2m_0c^2$

Positron, sau khi mất NL sẽ hủy với electron, và hai photons hủy với NL  $m_0c^2$  (511 keV) được sinh ra.

## Tương tác của gamma với vật chất



### A) Hiệu ứng quang điện (FEP)

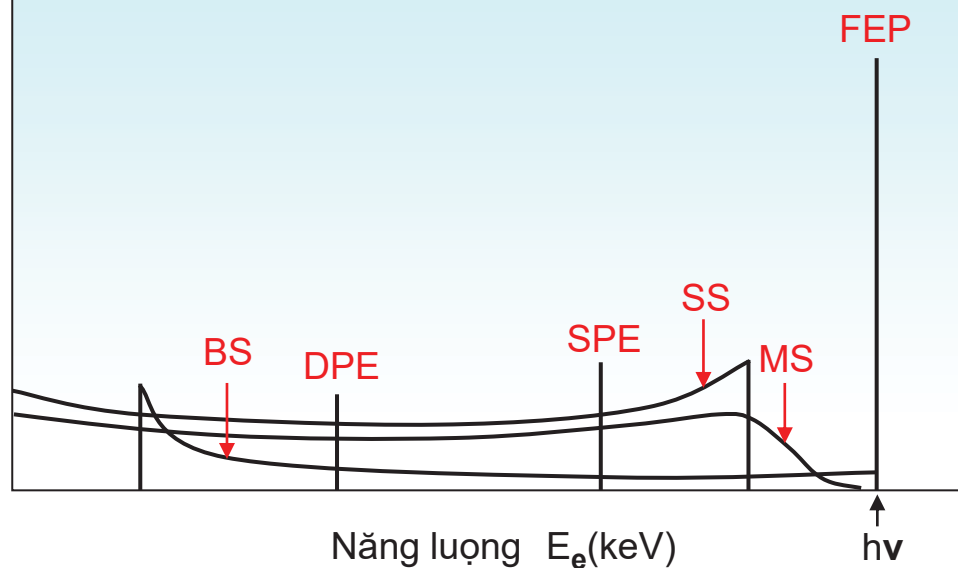
$$E_e = h\nu$$

### B) Tán xạ Compton

$$E_e = h\nu - h\nu'$$

**SS, MS, BS** : phân bố liên tục

Phân bố năng lượng của electron thứ cấp



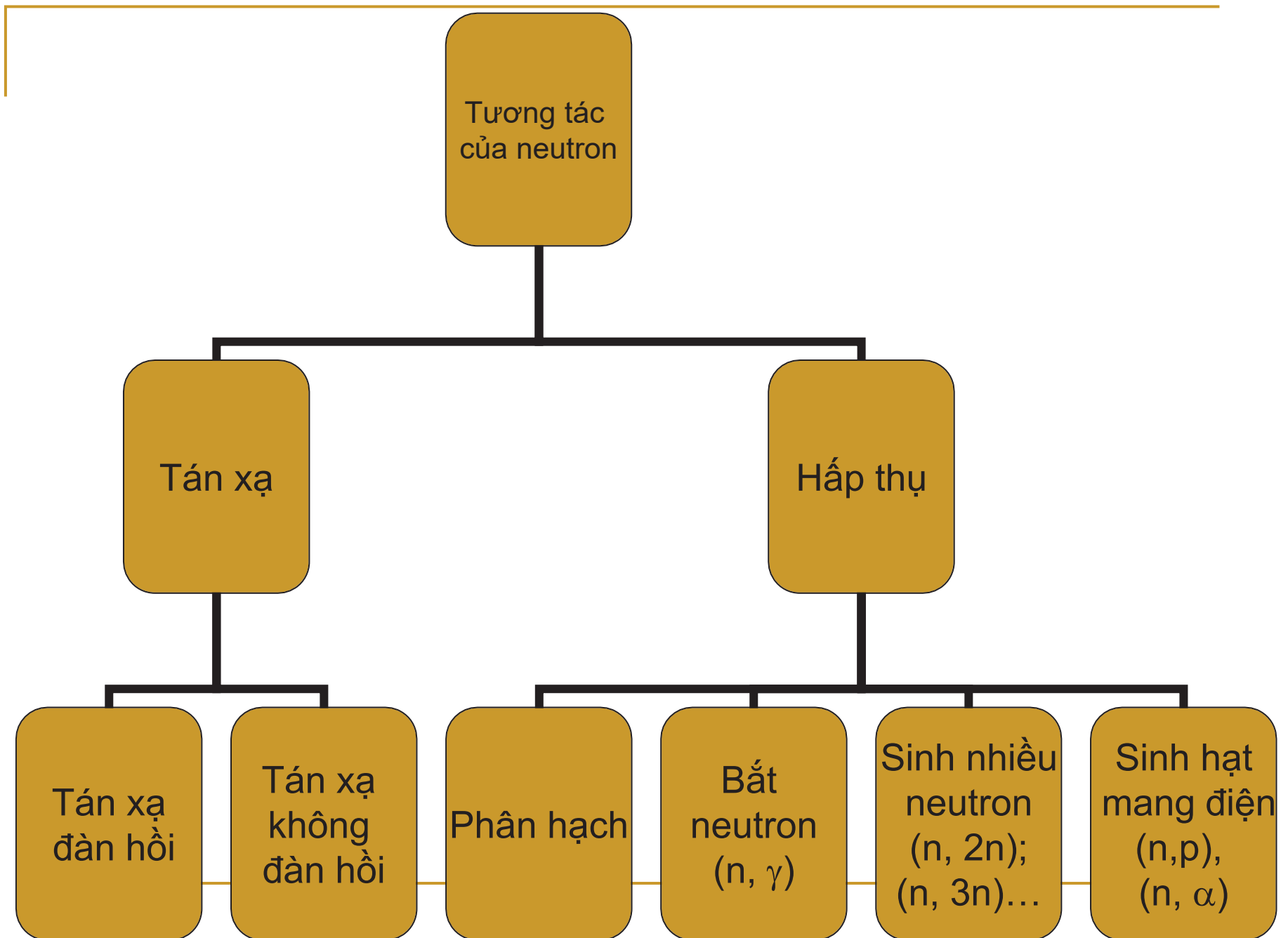
### C) Hiệu ứng tạo cặp

$$E_e + E_p = h\nu - 2m_0c^2 \quad (m_0c^2 = 511 \text{ keV})$$

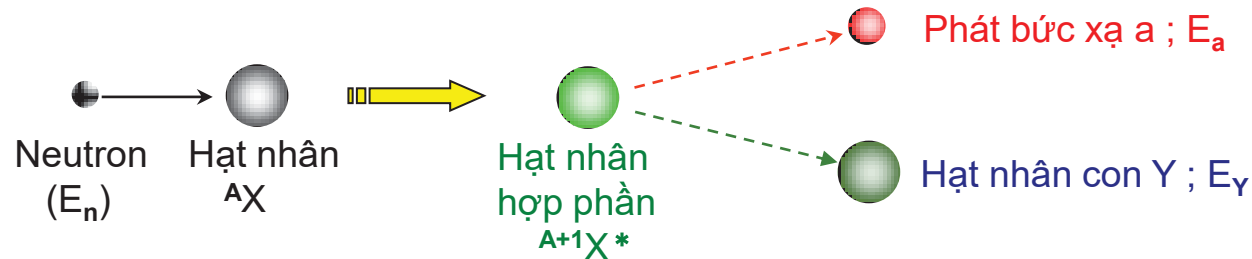
**FEP** =  $h\nu$  : Đỉnh gamma

**SPE** =  $h\nu - 511$  : Đỉnh thoát đơn

**DPE** =  $h\nu - 1022$  : Đỉnh thoát đôi



PUHN trên bia (X),  $X(n, a)Y$ , bức xạ (a) với động năng  $E_a$  được phát ra từ hạt nhân (Y) với động năng  $E_Y$  được sinh ra.



Loại phản ứng	Phản ứng	E(MeV)		$\zeta$ <sup>1)</sup> (barn)	Neutron detector
		$E_a$	$E_Y$		
Tán xạ đàn hồi	$^1\text{H}(n, n')p$	$0 \sim E_n$	$E_n \sim 0$	$20 \sim 1$ <sup>2)</sup>	proton detector <sup>3)</sup>
Phản ứng sinh ra hạt mang điện	$^3\text{He}(n, p)^3\text{H}$	0.574	0.191	5330	ống đếm He-3
	$^6\text{Li}(n, \alpha)^3\text{H}$	2.06	2.74	940	$^6\text{Li}$ - Si ống đếm sandwich
	$^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$	1.47	0.84	3840	ống đếm $\text{BF}_3$
Bắt neutron	$^AX(n, \gamma)^{A+1}X$	$3 \sim 8$	0	mb $\sim$ kb	Lá dò
Phân hạch	$^{235}\text{U}(n, f)FP$	$2 \text{ FPs} \sim 200$		583	Buồng phân hạch

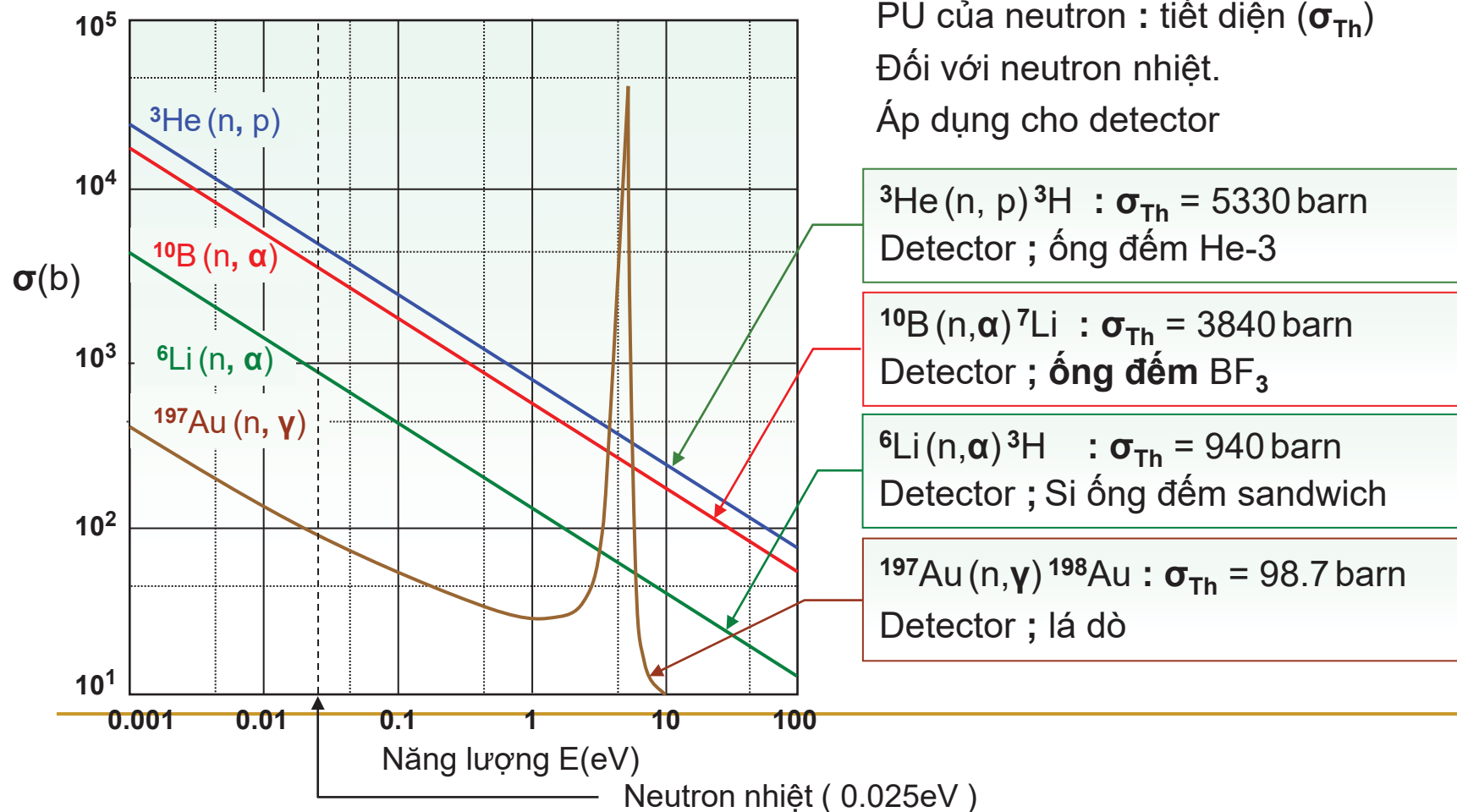
1) Ngoại trừ  $\text{H}(n, n')p$ , tiết diện đối với neutron nhiệt (0.025 eV).

2) Đối với  $E_n = 0.1 \sim 5 \text{ MeV}$ ,  $\zeta(E_n)$  có thể xấp xỉ  $4.2 E_n^{-0.55} (\pm 5\%)$ .

3) Ống đếm tỉ lệ, plastic hoặc nhấp nháy lỏng



Tiết diện tương tác của hạt nhân  $\sigma$  (đơn vị barn =  $10^{-24} \text{cm}^2$ ) là xác suất xảy ra tương tác trên một hạt nhân của bia Ví dụ., **Tốc độ phản ứng ( $\text{s}^{-1}$ ) =  $\sigma Nu$**   
 Ở đây, N số hạt nhân trong bia and  $u$  là mật độ thông lượng neutron ( $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).  
 Tiết diện phản ứng của neutron trong một số trường hợp tuân theo quy luật ( $1/v \sim 1/E^{1/2}$ ) cho vùng NL thấp.



PU bắt neutron,  ${}^AX(n,\gamma){}^{A+1}X$ , hạt nhân con ( ${}^{A+1}X$ ). Nếu hạt nhân con là đồng vị phóng xạ, thì PU trên dùng trong kích hoạt vật liệu.

### Ví dụ về PU bắt neutron

#### Đặc trưng của PU bắt neutron

- 1) Hạt nhân bia có tiết diện lớn, ngoại trừ một số đồng vị nhẹ, bởi vì rào thế Coulomb và năng lượng tỏa ra của PU ( $Q > 0$ )
- 2) Tiết diện tỉ lệ thuận với quy luật ( $\sigma \sim E^{-1/2}$ ), Do đó, neutron nhiệt được sử dụng trong nhà máy điện hạt nhân.
- 3)  $\gamma$ -ray năng lượng cao ( $3 \sim 8 \text{ MeV}$ ), được gọi là bắt  $\gamma$ -ray hoặc  $\gamma$ -ray tức thời.
- 4) Hạt nhân con thừa neutron sẽ phân rã bằng cách phát  $\beta^-$  ray.

HN bia	HN con CKBR <sup>1)</sup>	$\sigma_{Th}$ ( barn )
${}^1H$	${}^2H$ ( bền )	0.332
${}^2H$	${}^3H$ ( 12.33 y )	0.55 mb <sup>2)</sup>
${}^{13}C$	${}^{14}C$ ( 5730 y )	1.37 mb
${}^{23}Na$	${}^{24}Na$ ( 14.96 h )	0.531
${}^{59}Co$	${}^{60}Co$ ( 5.27 y )	37.2
${}^{98}Mo$	${}^{99}Mo$ ( 65.9 h )	0.13
${}^{133}Cs$	${}^{134}Cs$ ( 2.07 y )	29
${}^{151}Eu$	${}^{152}Eu$ ( 13.54 y )	5900
${}^{191}Ir$	${}^{192}Ir$ ( 73.83 d )	309
${}^{197}Au$	${}^{198}Au$ ( 2.694 d )	98.65

1) Đơn vị h : hour d : day y : year

2) Đây là chất làm chậm neutron tốt nhất

# Đặc điểm của detector đo bức xạ

Nguyên lý ghi nhận BX

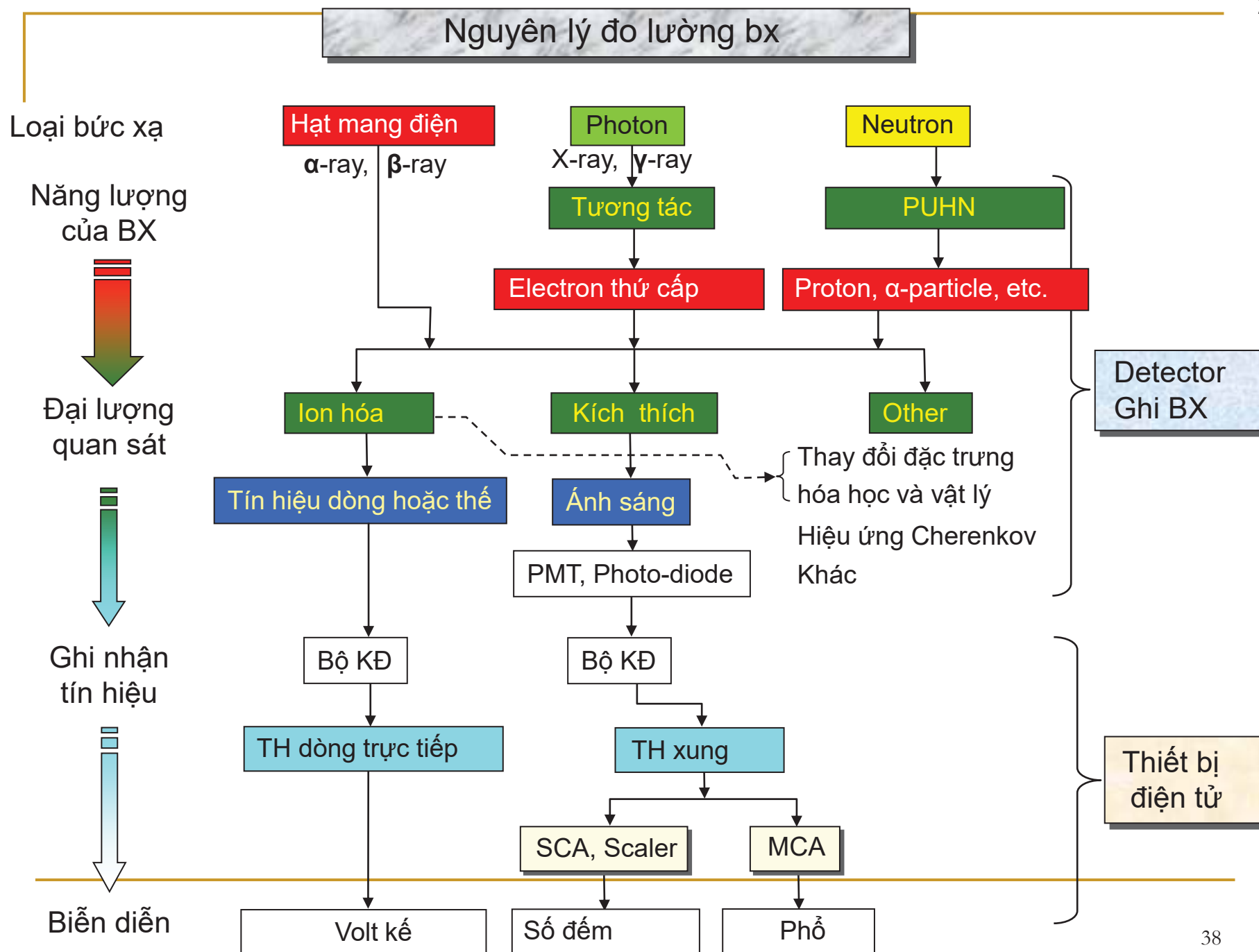
Đặc trưng của sự ion hóa chất khí

Buồng ion hóa, ống đếm tỉ lệ và ống đếm Geiger-Mueller (GM)

Nguyên lý của detector bán dẫn

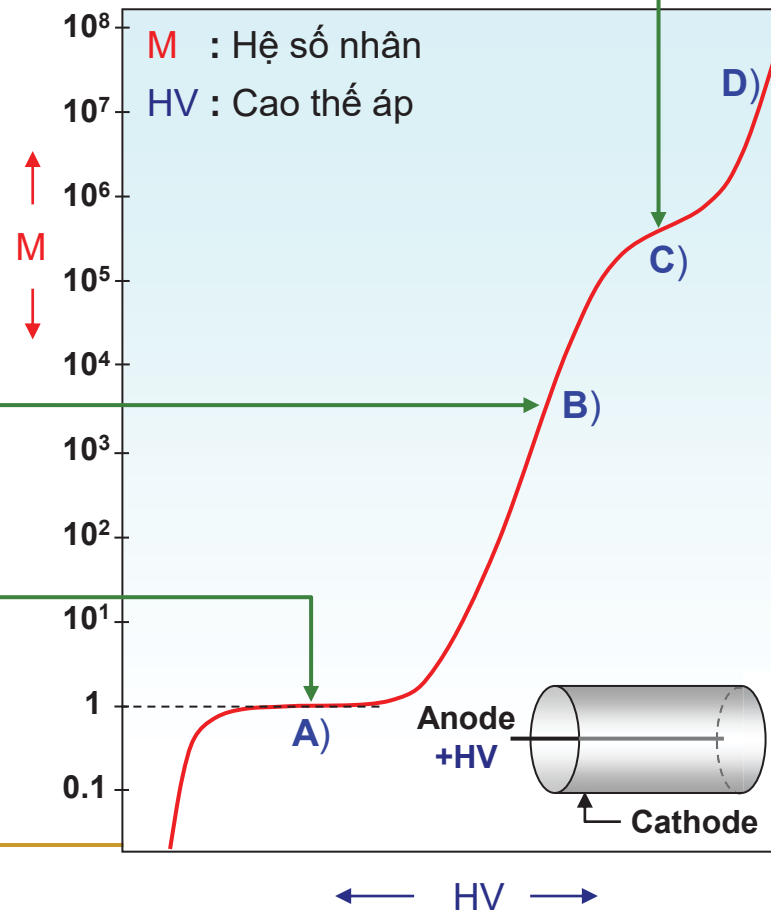
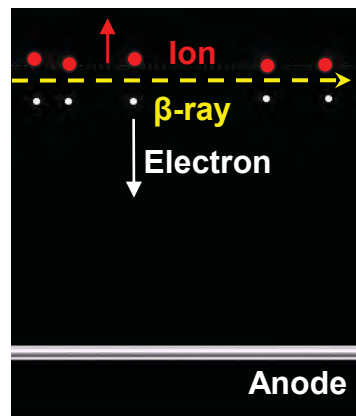
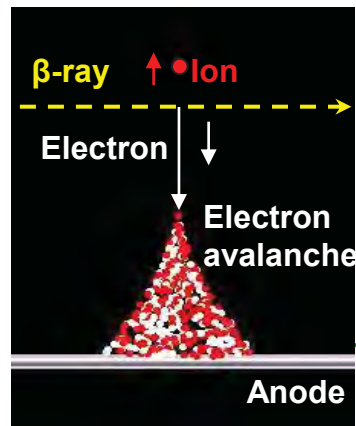
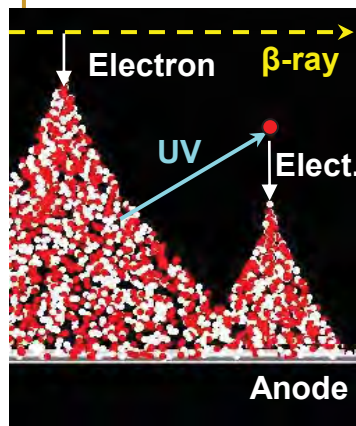
Nguyên lý nhấp nháy

Đặc trưng của chất nhấp nháy



## Đặc trưng của sự ion hóa chất khí

Cơ chế của ghi nhận BX bằng sự ion hóa chất khí (buồng ion hóa, ống đếm tỉ lệ và ống đếm GM) là đặc trưng của quá trình ion hóa như sau



### A) Miền buồng ion hóa

Các electron và ion dương sinh ra do quá trình ion hóa được kéo về mỗi điện cực mà không bị tái hợp. Thế thì, tín hiệu ra sẽ tỉ lệ với số cặp electron-ion bởi quá trình ion hóa ban đầu.

### B) Miền ống đếm tỉ lệ

Các electron được gia tốc trong điện trường ( $\sim 10^5$  V/cm) và ion hóa các nguyên tử trung hòa trong chất khí khi kéo về cực dương.

Quá trình này được gọi thác lũ **electron**. Tín hiệu ra được bổ sung từ vài trăm đến hàng ngàn lần

### C) Miền ống đếm GM

Tia cực tím (UV) từ nguyên tử bị kích thích, hiệu ứng thác lũ lại sinh ra cặp electron-ion một lần nữa, trên toàn bộ cực dương.

Trong ống đếm GM, có một số chất khí được gọi là khí dập tắt được đưa vào để triệt tiêu sự phóng điện liên tục.

### D) Miền phóng điện liên tục

Ống đếm không là việc hoặc bị đánh thủng.

**Detector bán dẫn Si** có thể vận hành ở nhiệt độ thường bởi vì độ rộng vùng năng lượng lớn. Do đó, thường được sử dụng cho đo các hạt mang điện, nhưng không phù hợp để đo photon có năng lượng lớn hơn 20keV.

**Detector bán dẫn Ge** phải làm lạnh ở nhiệt độ của N lỏng (77K = -196 °C), độ rộng vùng năng lượng nhỏ (0.665 eV), được dùng trong đo đặc photon có độ rộng từ (keV ~ MeV).

**Detector bán dẫn hợp chất** được dùng đo photon nhỏ hơn 100keV, bởi vì kích thước tinh thể nhỏ và giá trị  $\mu x \eta$  nhỏ.

Bán dẫn	Số Z	$E_g$ (eV)	$\epsilon$ (eV)	Độ dẫn $\mu(\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$		thời gian sống $\tau(\text{s})$	
				Electron	Pos. hole	Electron	Pos. hole
Si	14	1.12	3.61	1500	600	$3 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-3}$
Ge	32	0.67	2.96	3900	1800	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$
GaAs	31, 33	1.43	4.27	8500	420	$1 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-7}$
CdTe	48, 52	1.5	4.43	1000	80	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$
HgI <sub>2</sub>	80, 53	2.1	4.15	100	4	$1 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-8}$

Z : Có khả năng ghi nhận photon do hiệu ứng quang điện

$E_g$  : Độ rộng vùng nghèo, nhiên do nhiệt thấp và có thể đo ở nhiệt độ phòng

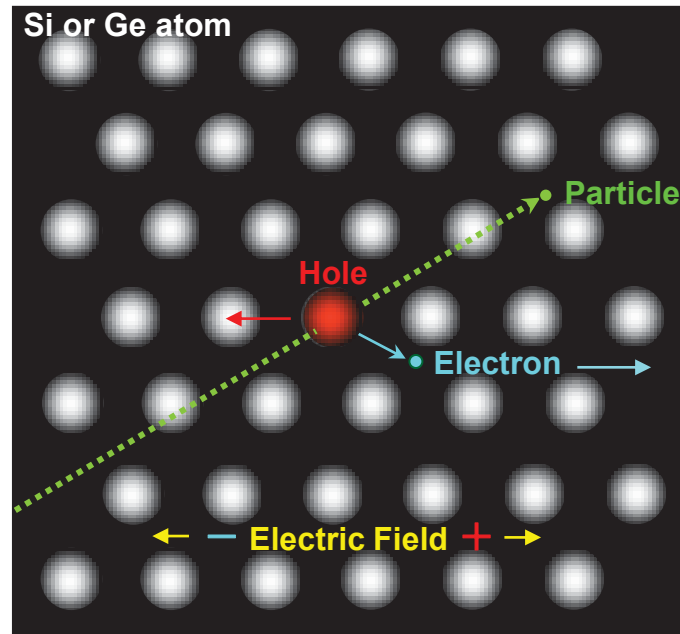
$\epsilon$ : Năng lượng trung bình tạo ra cặp electron & lỗ trống dương

$\mu x \eta$  : Giá trị càng lớn càng thuận lợi cho quá trình thu thập điện tích

Vận tốc thu thập :  $v (\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}) = \mu(\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}) \times F (\text{V} \cdot \text{cm}^{-1})$  với, F là lực điện.



## Quá trình ion hóa trong chất bán dẫn

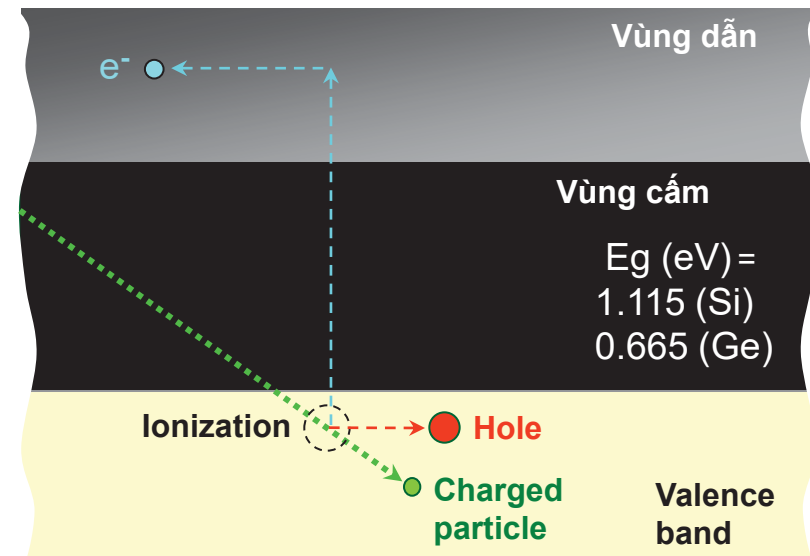


### Sinh electron và lỗ trống dương

Hạt mang điện (electron nhanh, etc) sinh ra nhiều cặp **electron-lỗ trống dương** bởi quá trình ion hóa nguyên tử Ge. **Electrons** được kéo về anode do lực điện trường, nhưng **dương ions** được giữ lại trong mạng tinh thể

Nếu áp điện trường vào bán dẫn thì electron của nguyên tử trung hòa kế cận sẽ lấp đầy và nguyên tử lại trở thành ion dương.

Quá trình này làm cho các hạt mang điện dương (lỗ trống) di chuyển về phía cực âm.



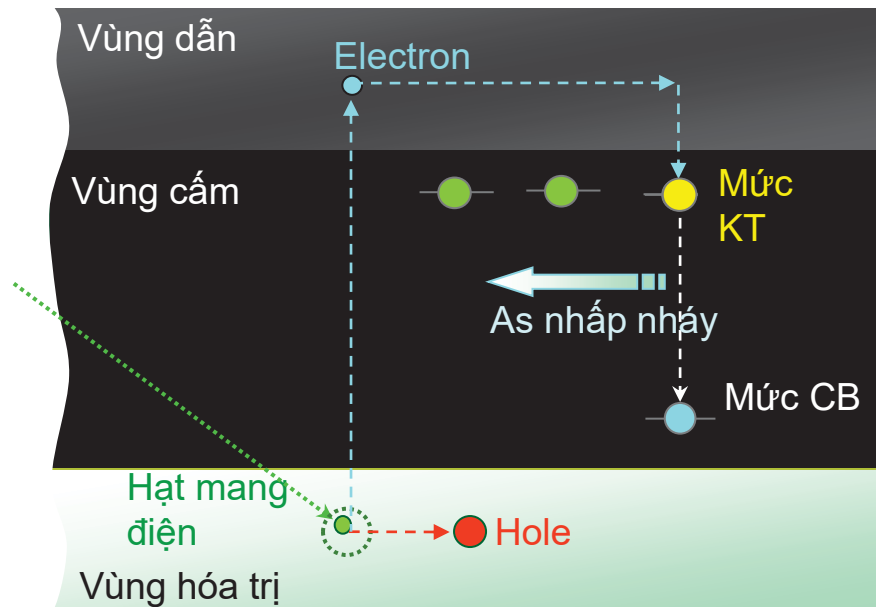
Do độ rộng vùng nghèo nhỏ Ge, tinh thể Ge phải được làm lạnh ở  $T = 77K$ .

Khi động năng ( $E$ ) của electron thứ cấp bị hấp thụ trong vùng nhạy của tinh thể Ge, Số cặp ( $N$ ) of electron-lỗ trống được sinh ra là  $N = E/\epsilon$ .

Với,  $\epsilon$  là 2.96 eV năng lượng trung bình sinh ra nhiều cặp **electron-lỗ trống dương** Ge.

Full width at half maximum (FWHM) bề rộng một nửa chiều cao ;  $FWHM = 2.355 (F\epsilon E)^{1/2}$

Ở đây,  $F$  là hệ số Fano ( $F \approx 0.1$ ).

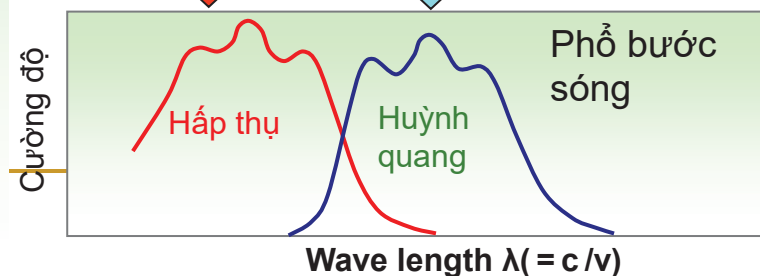
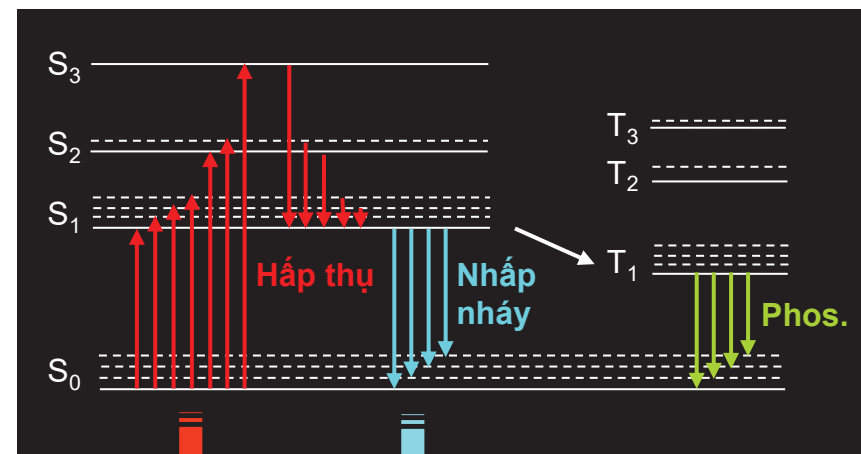


## Nhấp nháy vô cơ

- 1) Một số lượng lớn cặp **electron và lỗ trống** được tạo ra ở vùng hóa trị sau khi hấp thụ bức xạ.
- 2) **Lỗ trống dương** bắt các electron từ các nguyên tử hoạt động có mức năng lượng ion hóa thấp hơn và trở thành nguyên tử trung hòa.
- 3) **Các electron** trong vùng dẫn thì bắt các nguyên tử hoạt động trong trạng thái kích thích.
- 4) Các nguyên tử hoạt động quay về trạng thái cơ bản sau thời gian sống ở trạng thái kích thích và phát ra ánh sáng khả kiến

## Nhấp nháy hữu cơ

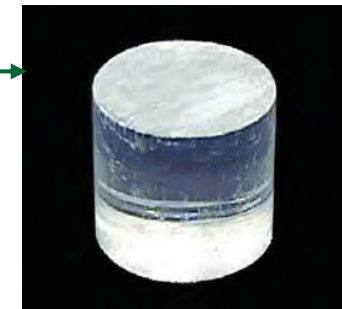
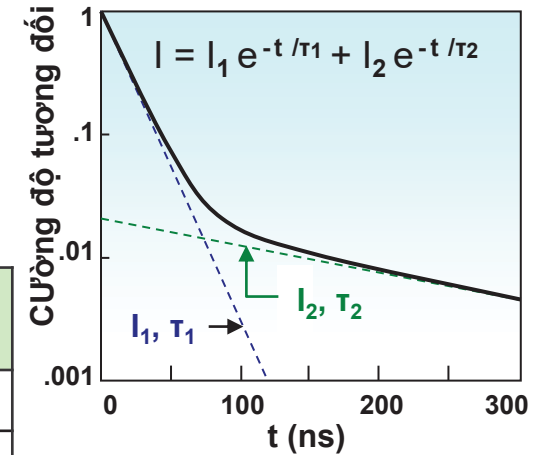
- 1) Các phân tử nhấp nháy sẽ dịch chuyển lên mức kích thích ( $S_1, S_2, S_3$ ), sau khi hấp thụ NL bức xạ.
- 2) Sau khi tồn tại cỡ ps, chúng sẽ dịch chuyển xuống mức NL thấp hơn.
- 3) Sau đó cỡ ns, Chúng dịch chuyển về mức cơ bản kèm theo phát as khả kiến.



# Đặc trưng của chất nhấp nháy

## Đặc trưng vật lý của chất nhấp nháy

Nhấp nháy	$\rho$ g/cc	Rel. SNS	$\lambda_{\max}$ (nm)	$\tau_1$ (ns)	HYG
Nhấp nháy hữu cơ					
Plastic	1.03	30 $\pm 3$	420 $\pm 10$	2.4 $\pm 0.5$	No
Lỏng	0.88	30 $\pm 3$	420 $\pm 10$	2.5 $\pm 0.5$	
Nhấp nháy vô cơ					
Nal(Tl)	3.67	100	415	230	Yes
CsI(Tl)	4.51	45	565	1000	Low
CsI(Na)	4.51	85	420	630	Yes
ZnS(Ag)	4.09	130	450	70	No
BGO	7.13	12	480	300	No
LSO	7.35	76	420	40	No
YAP	5.55	40	347	28	No
LaBr <sub>3</sub> (Ce)	5.29	166	380	16	Yes



BGO :  $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$  LSO :  $\text{Lu}_2\text{SiO}_5(\text{Ce})$  YAP :  $\text{YAlO}_3(\text{Ce})$

$\rho$ : mật độ ( $\text{g/cm}^3$ ) Rel.SNS : Độ nhạy tương đối Nal(Tl)  $\lambda_{\max}$  : bước sóng cực đại (nm)  $\tau_1$  : hằng số phân rã (ns) HYG : Hút ẩm tự nhiên

$\odot$  thường dùng     $\triangle$  dùng có điều kiện     $\times$  không thích hợp  
 $\odot$  ghi nhận phổ     $\bigcirc$  thích hợp     $\diamond$  đo liều

Nguyên lý	Detector	$\alpha$ -ray	$\beta$ -ray NL thấp	$\beta$ -ray	Photon NL thấp	Photon
Chất khí	Buồng ion hóa	$\triangle$	$\triangle$	$\triangle$	$\triangle$	$\diamond$
	OD tỉ lệ	$\bigcirc$	$\triangle$	$\bigcirc$	$\triangle$	$\triangle$
	OD GM	$\triangle \times$	$\triangle \times$	$\odot$	$\triangle$	$\diamond$
Bán dẫn	Detector Si	$\odot$	$\bigcirc$	$\triangle$	$\odot$	$\diamond$
	detector Ge	$\times$	$\times$	$\times$	$\odot$	$\odot$
Nhấp nháy	Plastic	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\odot$	$\triangle$	$\bigcirc$
	Lỏng	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\triangle$	$\triangle$
	NaI(Tl)	$\times$	$\times$	$\times$	$\bigcirc$	$\odot$
	ZnS(Ag)	$\odot$	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$
	BGO	$\triangle$	$\times$	$\times$	$\triangle$	$\bigcirc$



# Đại lượng đo liều

Liều hấp thụ



Liều tương đương

(Trọng số bức xạ,  $w_R$ )



Liều hiệu dụng

(Trọng số mô,  $w_T$ )

---

# ICRP

## International Commission on Radiological Protection

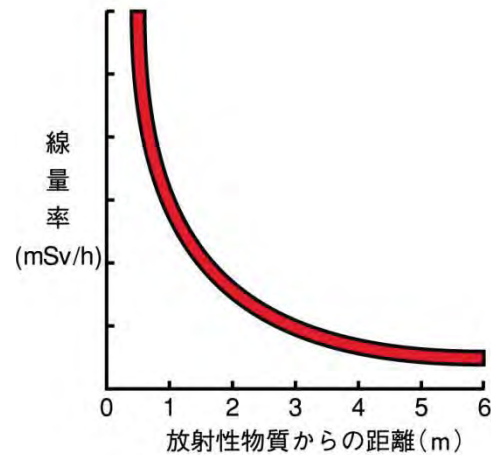
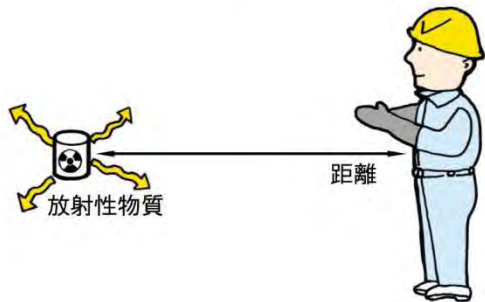
ICRP 60 (1990) và ICRP 103 (2011)

## The Three Key Points of the ICRP's Recommendations

- **Justification.** No practice should be adopted unless its introduction produces a positive net benefit.
- **Optimization.** All exposures should be kept As Low As Reasonably Achievable (ALARA), economic and social factors being taken into account.
- **Limitation.** The exposure of individuals should not exceed the limits recommended for the appropriate circumstances.

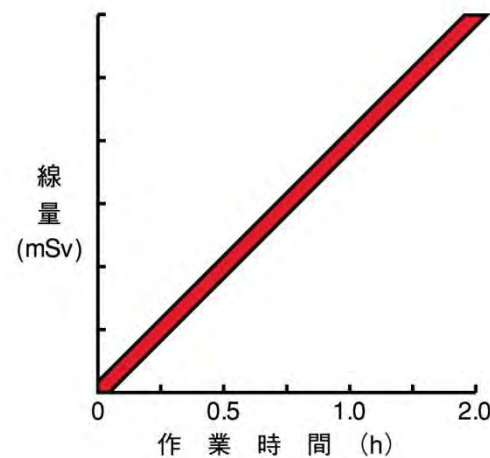
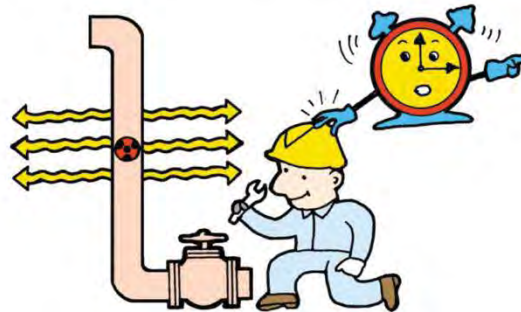
# An toàn phóng xạ

## Khoảng cách

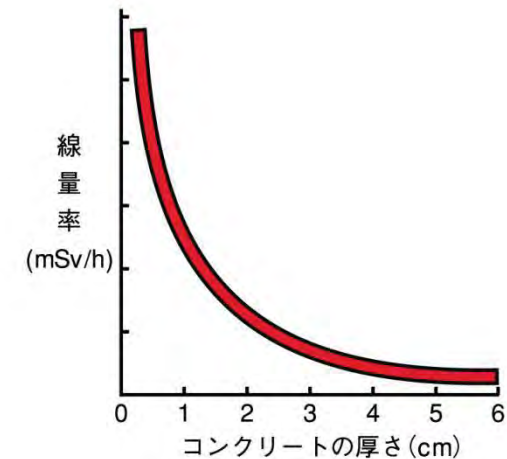
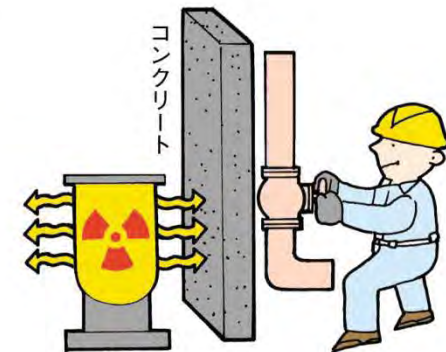


## Thời gian

〔線量〕＝〔作業場所の線量率〕×〔作業時間〕



## Che chắn







**Gamma ray scanning**

**Leak testing**

**Heat exchangers**

**Residence time measurements**

**Flow rate measurements**

**Gas**

**Steam**

**Liquid**

**Solids**

**Level and interface detection**

**NDT inspection**



