

# **MÔN HỌC: ỨNG DỤNG HẠT NHÂN TRONG MÔI TRƯỜNG**

**CBPT: Trần Thiện Thanh**

**ĐT : 09 08 57 58 51**

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

# MỤC TIÊU MÔN HỌC

Mục tiêu	Mô tả (mức tổng quát)	CĐR CDIO của chương trình
<b>G1</b>	Đáp ứng và thực hiện các yêu cầu của giáo viên giảng dạy về môn học	3.1.1, 3.1.2, 4.2, 4.3
<b>G2</b>	Nắm bắt kiến thức cơ bản về nguồn gốc của phóng xạ	1.3.1, 3.1.1, 5.1.2
<b>G3</b>	Hiểu biết các quy trình chuẩn bị mẫu môi trường	1.3.1, 3.1.1 5.1.2
<b>G4</b>	Vận dụng các thiết bị hạt nhân trong quá trình phân tích mẫu môi trường	1.3.1, 3.2.2 5.1.1
<b>G5</b>	Phân tích được các đồng vị phóng xạ và xác định được hoạt độ của các đồng vị này	1.3.1, 3.2.2 5.1.1

# CHUẨN ĐẦU RA MÔN HỌC

Chuẩn đầu ra	Mô tả (Mức chi tiết – hành động)	Mức độ (I/T/U)
<b>G1.1</b>	Sẵn sàng đi học đúng giờ, tập trung nghe bài giảng, thực hiện seminar, tìm kiếm tài liệu trên mạng internet	T
<b>G1.2</b>	Sẵn sàng thực hiện đọc tài liệu tiếng Anh chuyên ngành liên quan đến nội dung môn học	T
<b>G2.1</b>	Phân loại được các vấn đề an toàn hạt nhân	T
<b>G2.2</b>	So sánh được sự khác biệt của an toàn hạt nhân và an toàn phóng xạ	T
<b>G3.1</b>	Phân biệt được phương pháp phòng thủ theo chiều sâu	T
<b>G3.2</b>	Phân loại được các cấp độ trong hệ thống an toàn nhà máy điện nguyên tử	T
<b>G4.1</b>	Phân loại được các nguyên nhân gây ra sự cố hạt nhân	T
<b>G4.2</b>	Làm rõ được các phương pháp xử lý sự cố hạt nhân	I/T
<b>G5.1</b>	Đánh giá được sự cố hạt nhân theo thang đo INES	I/T
<b>G5.2</b>	Phác thảo được kế hoạch ứng phó sự cố hạt nhân	I/T

# NỘI DUNG MÔN HỌC

1. Giới thiệu môn học- Tổng quan về phóng xạ môi trường.
2. Quy trình lấy mẫu môi trường
3. Phương pháp phân tích hạt nhân trong ghi đo bức xạ môi trường
4. Ứng dụng của đồng vị phóng xạ trong môi trường

# ĐÁNH GIÁ

1. **BTVN#1: Chuẩn năng lượng và FWHM (10%)**
2. **BTVN#2: Đo đạc và phân tích mẫu (10%)**
3. **Thi giữa kỳ: Thuyết trình (50%)**
4. **Thi cuối kỳ: Vấn đáp (30%)**

# TÀI NGUYÊN MÔN HỌC

1. Phạm Duy Hiền, Phóng xạ trong môi trường và các nguồn gốc thải, NXB KHKT, 2014.
2. Đặng Đức Nhận, Ngô Quang Huy, Nguyễn Hào Quang, Kỹ thuật ghi đo phóng xạ ứng dụng trong nghiên cứu môi trường, NXB KHKT, 2014.
3. C. Zhang, Fundamentals of environmental sampling and analysis, John Wiley & Sons, 2007.
4. M. F. L'Annunziata, 2<sup>nd</sup>, A Handbook of radioactivity analysis, Academic Press, New York, USA, 2003.
5. Merrill Eisenbud, Thomas Gesell, Environmental radioactivity from natural, industrial and military sources, Academic press, 1997.

# **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.**

# CÁC BẠN ĐÃ BIẾT GÌ VỀ MÔN HỌC NÀY??







# 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

**Lập kế hoạch là gì?**

**Tại sao phải lập kế hoạch trong học tập?**



# Lập kế hoạch và triển khai công việc.

Phương pháp SMART là một trong những công cụ phổ biến và hiệu quả nhất để đặt ra mục tiêu thực tế và có khả năng hoàn thành.

SMART là từ viết tắt cho khuôn khổ tạo mục tiêu hiệu quả. Nó là viết tắt của 5 tính chất mà một mục tiêu phải có: cụ thể (**Specific**), tính toán được (**Measurable**), có khả năng thực hiện (**Achievable-Atainable**), phù hợp (**Relevant-Realistic**) và kiểm soát thời gian (**Time-bound**)

# BÀI TẬP 1:

**Hình thành 3 nhóm học tập (Đặt tên nhóm, thiết kế logo của nhóm và bầu trưởng nhóm)**



**Chương 1**  
**TỔNG QUAN VỀ ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ**  
**TRONG MÔI TRƯỜNG**

# NỘI DUNG

- ♦ Khái niệm về vật lý phóng xạ
- ♦ Năng lượng hạt nhân trong công nghiệp
- ♦ Nhiễm bẩn phóng xạ trong môi trường

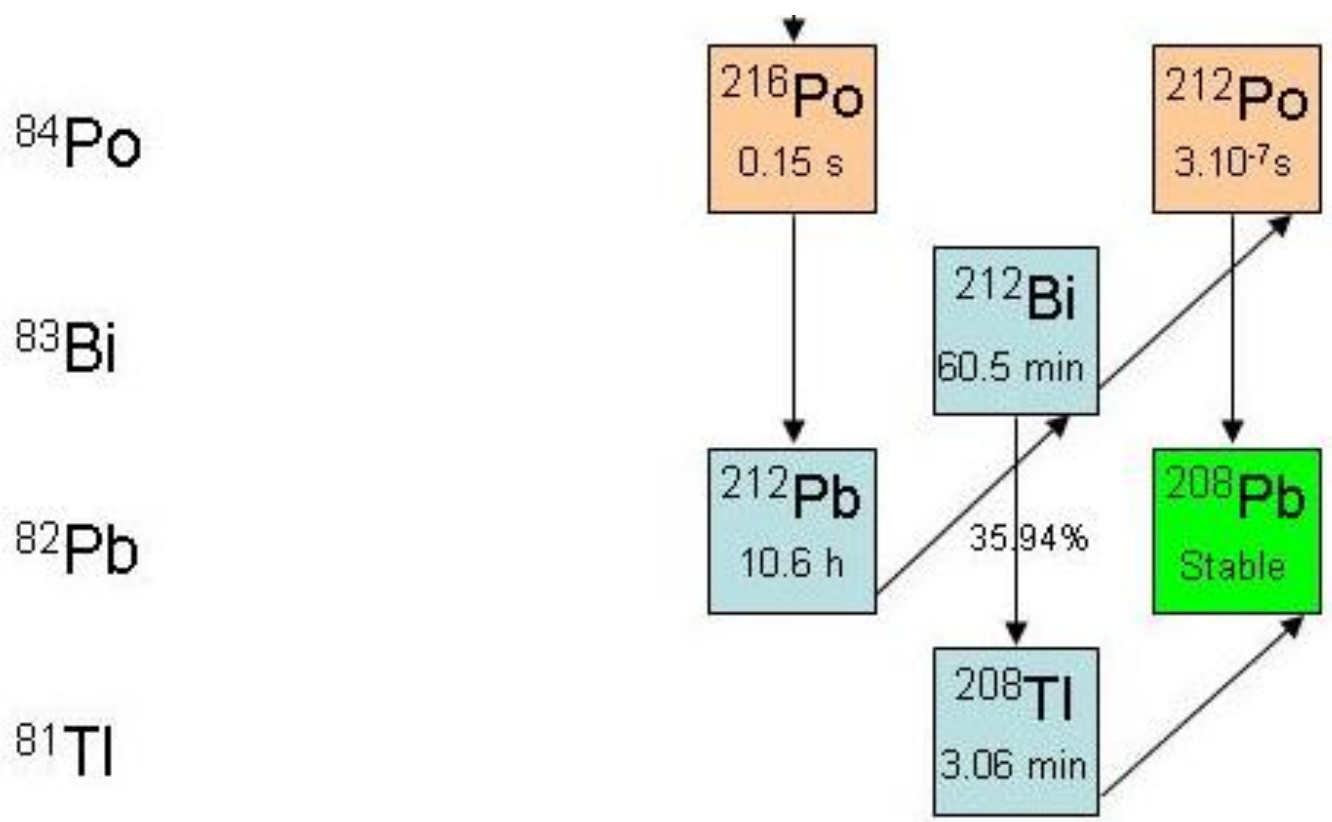
# Khái niệm về vật lý phóng xạ

- ♦ Phóng xạ đơn?
- ♦ Chu kỳ bán rã?

♦ Hoạt độ phóng xạ?

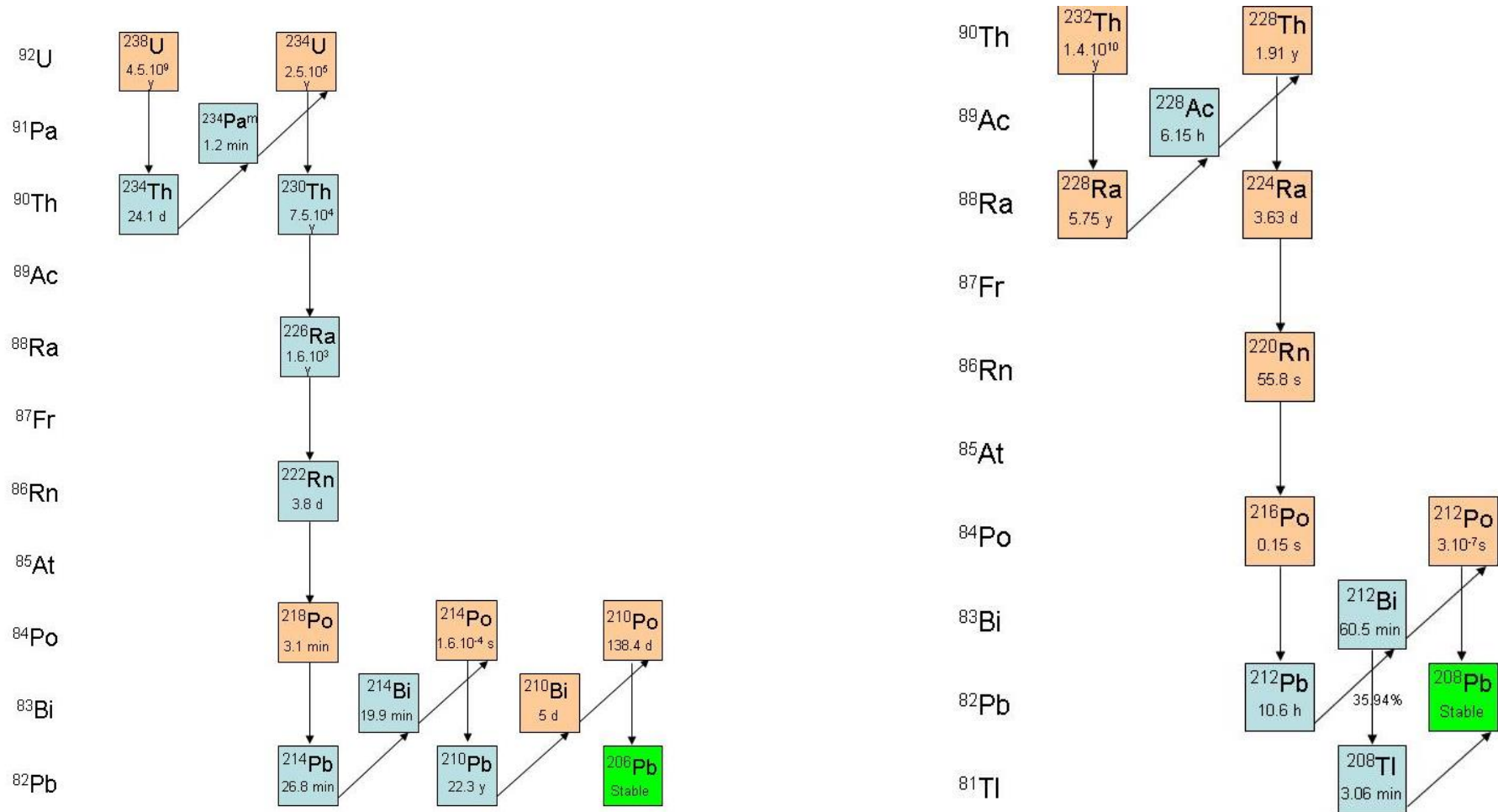
Radionuclide	Half-life (10 <sup>9</sup> years)	Specific activity/ Ci (g of element) <sup>-1</sup>	Radioactivity
<sup>40</sup> K	1.27	8.3×10 <sup>-10</sup>	β

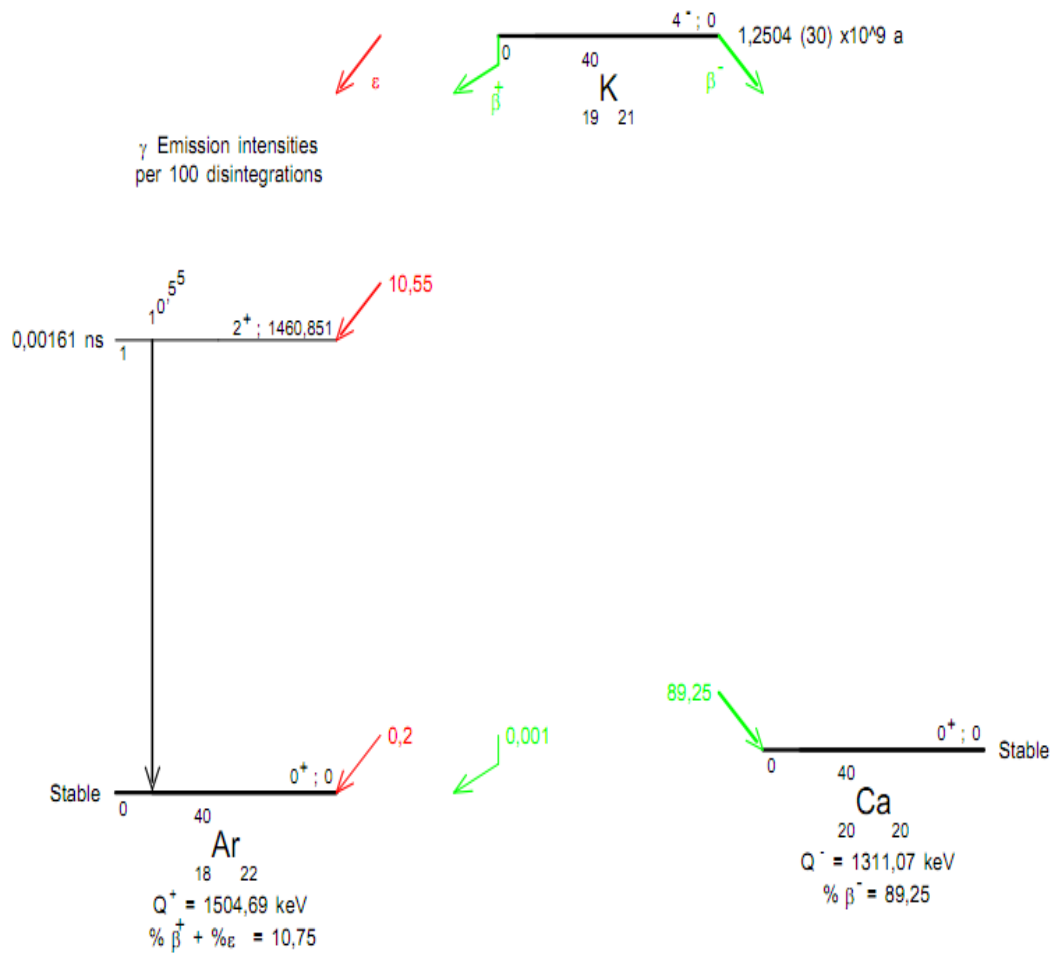
♦ Phóng xạ kép?



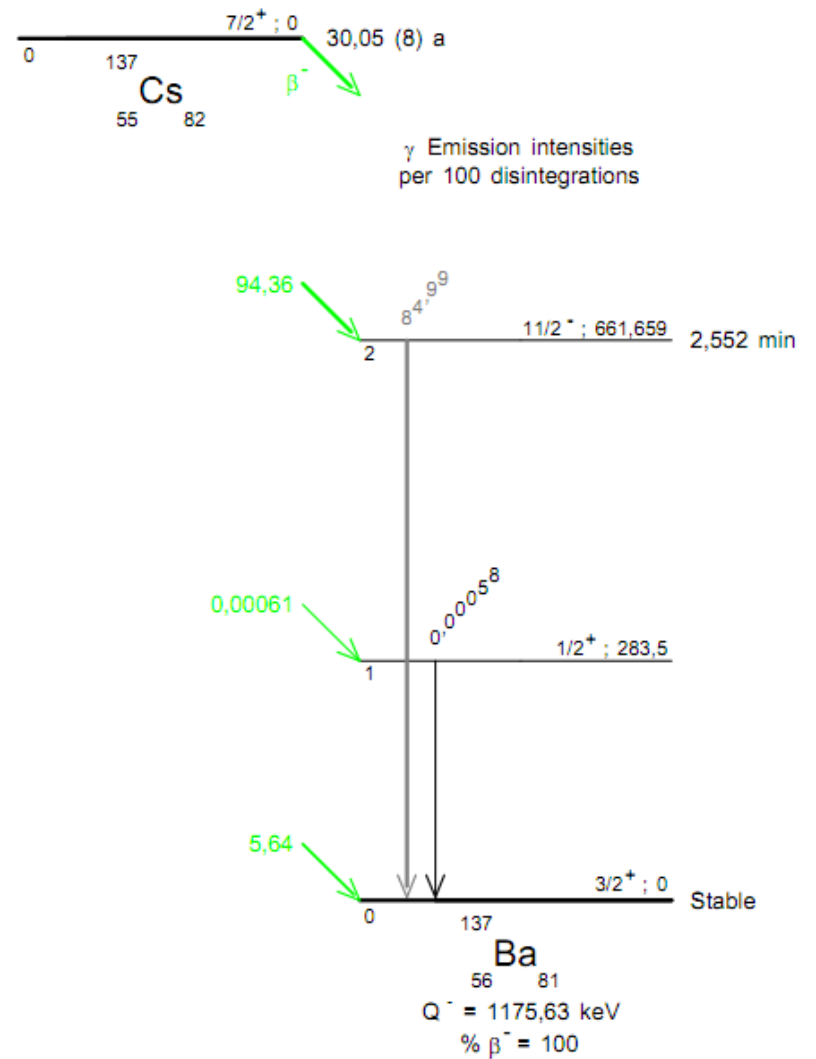
# Khái niệm về vật lý phóng xạ (tt)

## ♦ Phóng xạ chuỗi? Cân bằng phóng xạ





**<sup>40</sup>K**



**<sup>137</sup>Cs**

♦ Bài tập: Hạt nhân phóng xạ  $A_1$  tạo ra đồng vị phóng xạ  $A_2$  sau đó  $A_2$  tạo ra đồng vị bền  $A_3$ . Hằng số phân rã tương ứng của chúng là  $\lambda_1, \lambda_2$ . Giả sử ở thời điểm ban đầu chỉ có đồng vị  $A_1$  là  $N_{01}$ . Hãy xác định:

- Số hạt nhân  $A_2$  tại thời điểm  $t$ .
- Khoảng thời gian mà qua đó số lượng hạt nhân của đồng vị  $A_2$  đạt cực đại.
- Trong trường hợp nào xuất hiện trạng thái cân bằng thế kỷ. Tìm tỉ số này

## ♦ Nguồn gốc của đồng vị phóng xạ?

### ■ Đồng vị sống dài

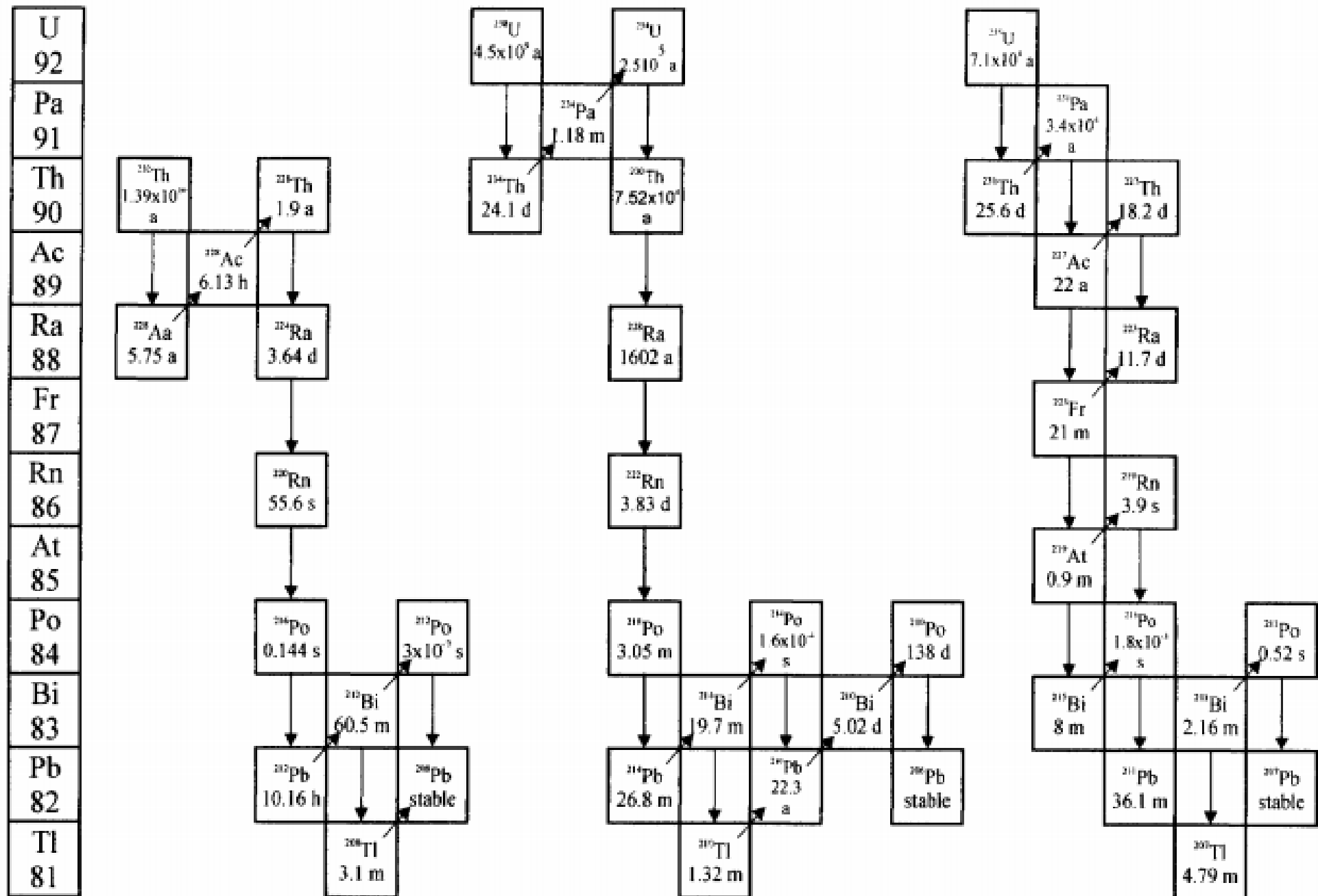
Radionuclide	Half-life ( $10^9$ years)	Specific activity/ Ci (g of element) $^{-1}$	Radioactivity
$^{40}\text{K}$	1.27	$8.3 \times 10^{-10}$	$\beta$
$^{50}\text{V}$	$6 \times 10^5$	$2.8 \times 10^{-14}$	$\beta$
$^{87}\text{Rb}$	47	$2.5 \times 10^{-8}$	$\beta$
$^{115}\text{In}$	$6 \times 10^5$	$5 \times 10^{-12}$	$\beta$
$^{138}\text{La}$	110	$2.1 \times 10^{-12}$	$\beta$
$^{142}\text{Ce}$	$6 \times 10^6$	$5.7 \times 10^{-14}$	$\alpha$
$^{147}\text{Sm}$	110	$3.4 \times 10^{-9}$	$\alpha$
$^{148}\text{Sm}$	$1.2 \times 10^4$	$2.2 \times 10^{-11}$	$\alpha$
$^{149}\text{Sm}$	$4 \times 10^5$	$8.2 \times 10^{-13}$	$\alpha$
$^{152}\text{Gd}$	$1.1 \times 10^5$	$4.1 \times 10^{-12}$	$\alpha$
$^{174}\text{Hf}$	$4.3 \times 10^6$	$8.4 \times 10^{-14}$	$\alpha$
$^{144}\text{Nd}$	$5 \times 10^6$	$1.2 \times 10^{-13}$	$\alpha$
$^{190}\text{Pt}$	700	$3.3 \times 10^{-13}$	$\alpha$
$^{192}\text{Pt}$	$10^6$	$1.4 \times 10^{-14}$	$\alpha$
$^{204}\text{Pb}$	$1.4 \times 10^8$	$1.8 \times 10^{-16}$	$\alpha$
$^{232}\text{Th}$	14	$1.1 \times 10^{-7}$	$\alpha$
$^{235}\text{U}$	0.71	$1.5 \times 10^{-8}$	$\alpha$
$^{238}\text{U}$	4.5	$3.3 \times 10^{-7}$	$\alpha$



# Mass Number $A=4n$

# Mass Number $A=4n+2$

# Mass Number $A=4n+3$

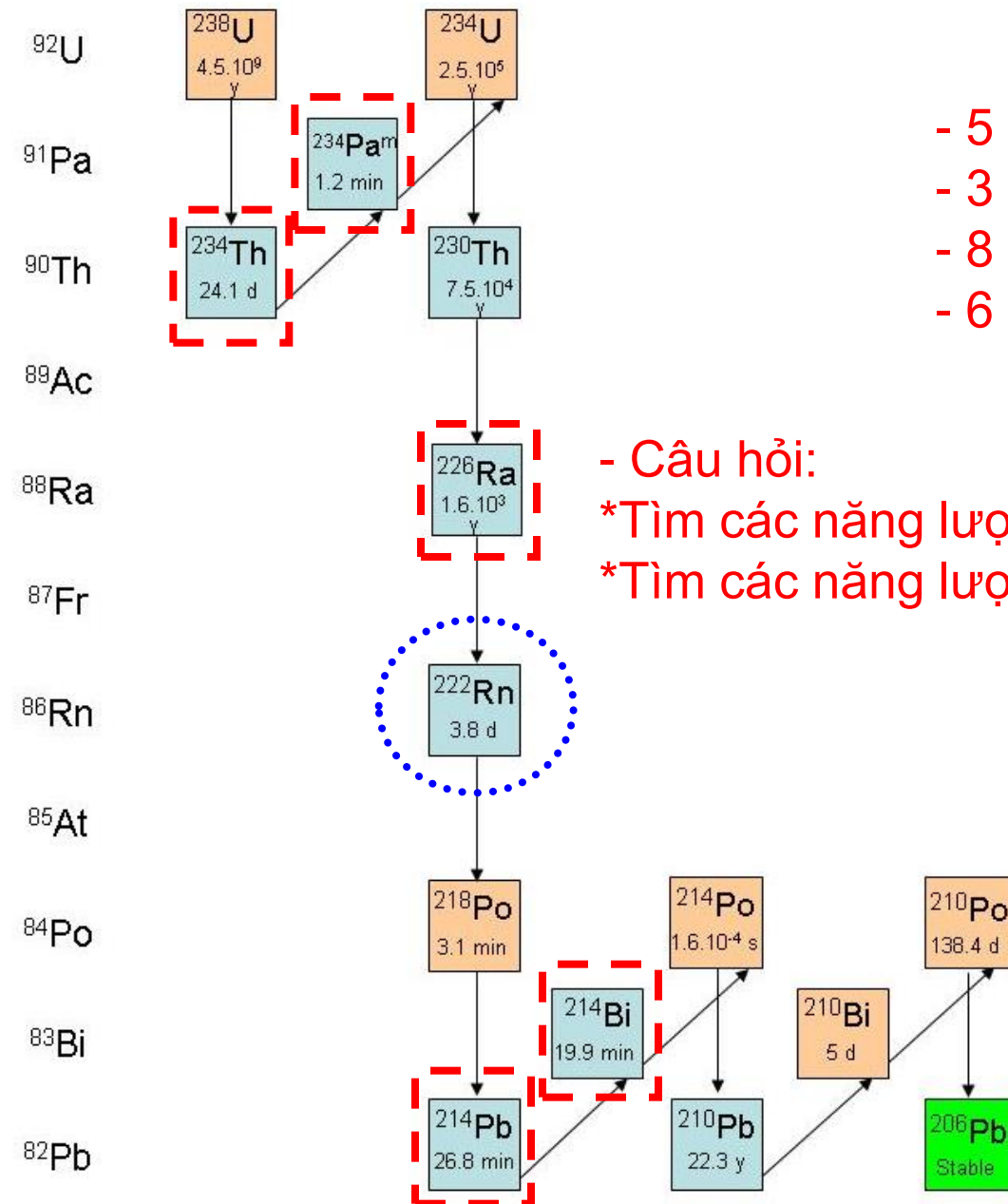


- ◆ Nếu tính từ lúc Trái đất được tạo thành, các hạt nhân đã trải qua khoảng vài chục chu kì bán rã thì hầu như không còn tồn tại nữa.
- ◆ Chỉ những hạt nhân có chu kì bán rã lớn, so sánh được với tuổi của Trái đất thì vẫn còn tồn tại như  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  và  $^{40}\text{K}$ . Ngoại trừ  $^{40}\text{K}$ , các sản phẩm phân rã của các hạt nhân này cũng không bền nên chúng tiếp tục phân rã tạo thành ba chuỗi phóng xạ trong tự nhiên.
- ◆ Ba chuỗi phóng xạ này có đặc điểm chung là nguyên tố bắt đầu đều là những đồng vị sống lâu hơn bất kỳ nguyên tố nào trong chuỗi, thứ hai là cả 3 chuỗi đều có đồng vị phóng xạ dưới dạng khí, là các đồng vị của radon. Đặc điểm chung thứ ba là cả 3 chuỗi đều được kết thúc bằng hạt nhân bền là chì.

# Hoạt độ phóng xạ của một số hạt nhân

Đồng vị	Độ giàu trong tự nhiên	Hoạt độ
$^{238}\text{U}$	Chiếm 99,2745% uranium trong tự nhiên, trong đá vôi thông thường	$\sim 0,7 \text{ pCi/g (25 Bq/kg)}$
$^{235}\text{U}$	0,72% uranium trong tự nhiên	
$^{235}\text{Th}$	Chiếm trong đá thông thường trên bề mặt Trái đất	$\sim 1,1 \text{ pCi/g (40 Bq/kg)}$
$^{226}\text{Ra}$	Có trong đá vôi và đá phun trào	$0,42 \text{ pCi/g (16 Bq/kg)}$ trong đá vôi và $1,3 \text{ pCi/g (48 Bq/kg)}$ trong đá phun trào
$^{222}\text{Rn}$	Là đồng vị phóng xạ dưới dạng khí	$0,016 \text{ pCi/l (0,6 Bq/m}^3\text{)}$ đến $0,75 \text{ pCi/l (28 Bq/m}^3\text{)}$ (giá trị trung bình hằng năm tính ở Hoa Kỳ)
$^{40}\text{K}$	Có trong đất	$1\text{-}30 \text{ pCi/g (0,037-1,1 Bq/kg)}$

## Chuỗi $^{238}\text{U}$

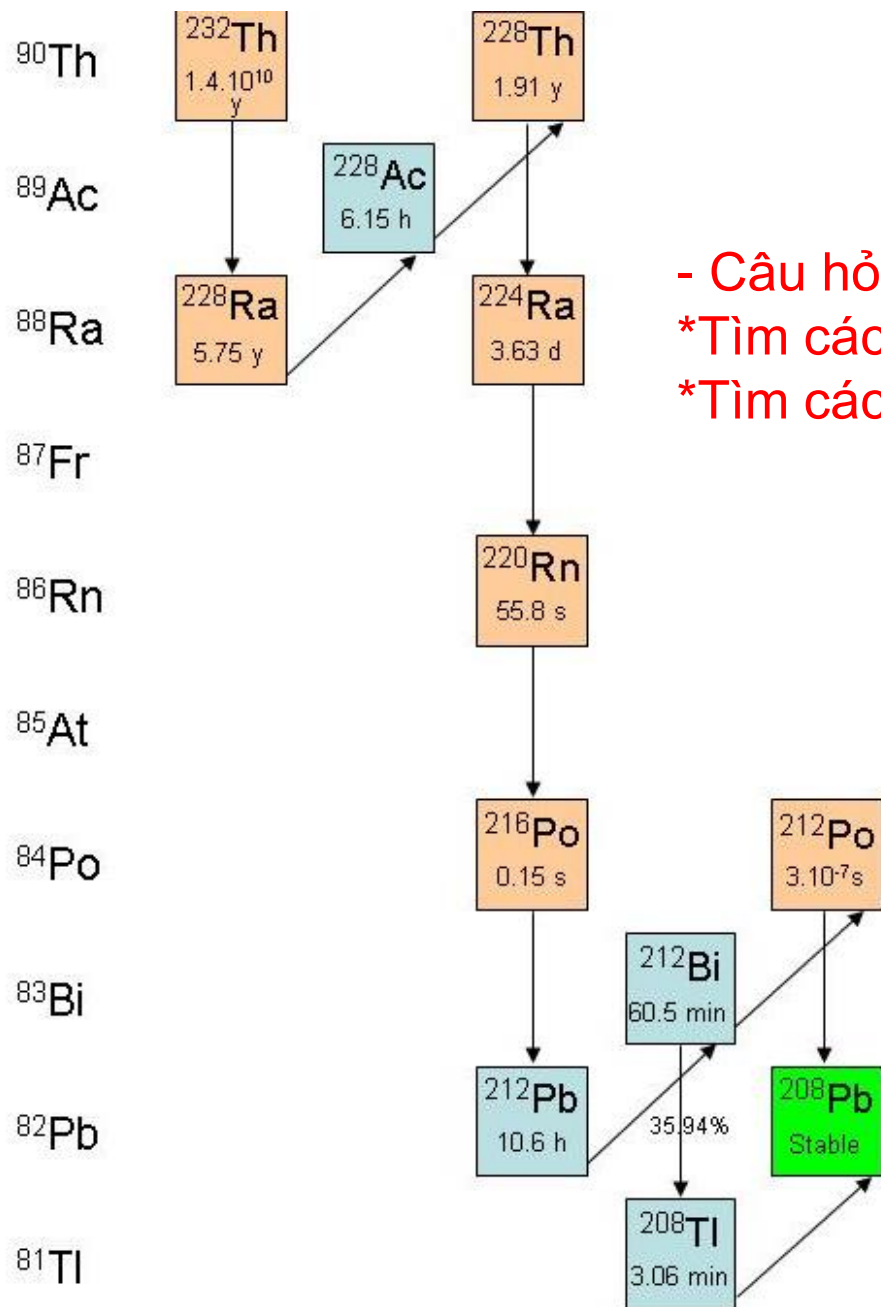


- 5 đồng vị chu kỳ bán rã dài hơn 1 năm
- 3 đồng vị chu kỳ bán rã dài hơn 30 phút
- 8 đồng vị phát Alpha
- 6 đồng vị phát beta

- Câu hỏi:

- \*Tìm các năng lượng Alpha của các đồng vị phát Alpha?
- \*Tìm các năng lượng gamma của các đồng vị?

## Chuỗi $^{232}\text{Th}$



- 7 đồng vị phát Alpha
- 5 đồng vị phát beta

- Câu hỏi:

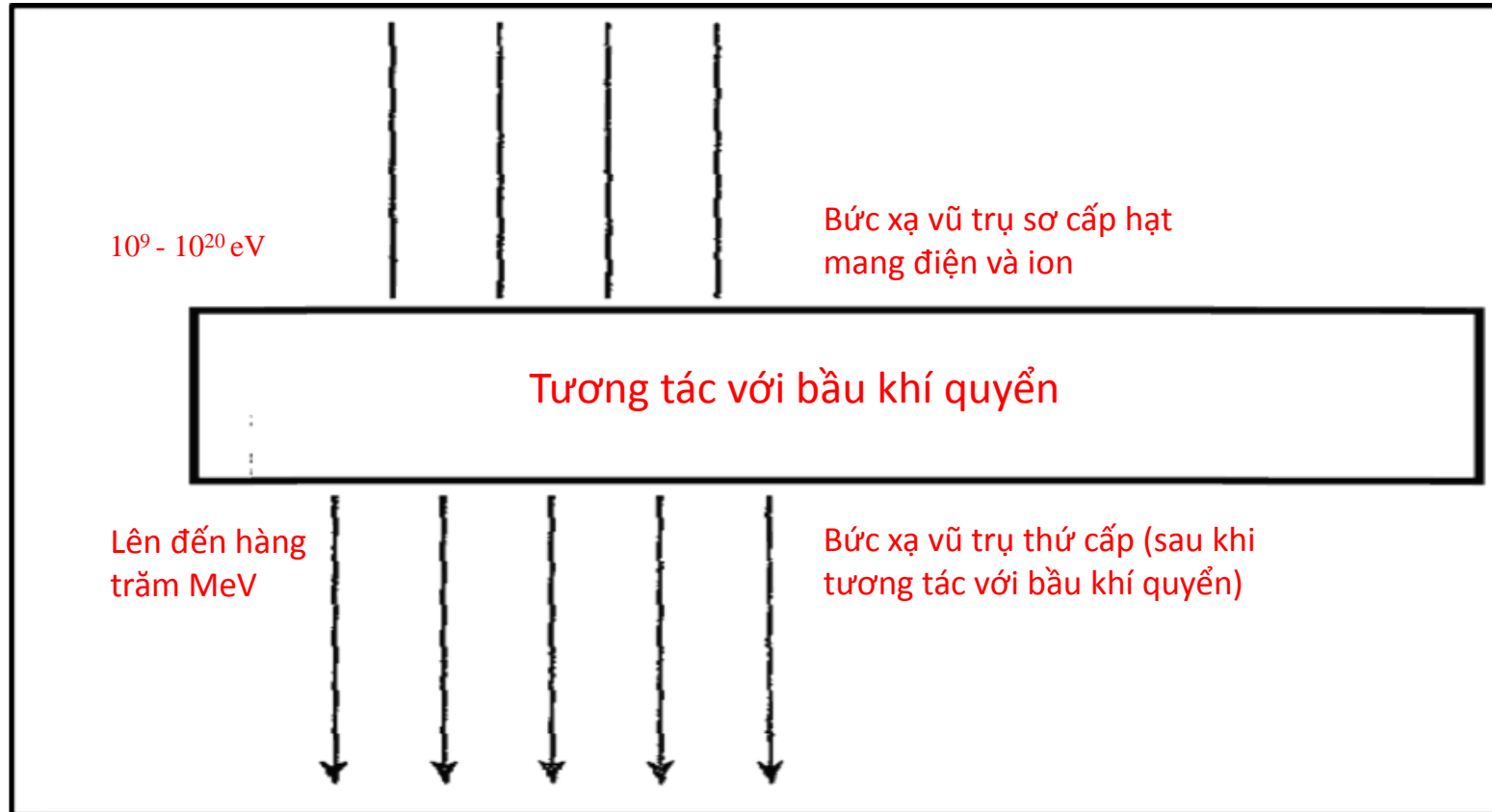
- \*Tìm các năng lượng Alpha của các đồng vị phát Alpha?
- \*Tìm các năng lượng gamma của các đồng vị?

## ◆ Nguồn gốc của đồng vị phóng xạ?

### ■ Bức xạ vũ trụ

Radionuclide	Half-life	Main radiation
<sup>10</sup> Be	1.6×10 <sup>6</sup> years	β 555 keV
<sup>26</sup> Al	7.2×10 <sup>5</sup> years	β <sup>+</sup> 1.17 MeV; γ 1.81 MeV, 511 keV
<sup>36</sup> Cl	3.00×10 <sup>5</sup> years	β 714 keV
<sup>80</sup> Kr	2.13×10 <sup>5</sup> years	K x-ray
<sup>14</sup> C	5730 years	β 156 keV
<sup>32</sup> Si	~650 years	β 210 keV
<sup>39</sup> Ar	269 years	β 565 keV
<sup>3</sup> H	12.33 years	β 18.6 keV
<sup>22</sup> Na	2.60 years	β <sup>+</sup> 0.545, 1.82 MeV; γ 1.275 MeV, 511 keV
<sup>36</sup> S	87.4 days	β 167 keV
<sup>7</sup> Be	53.3 days	E.C., γ 477 keV
<sup>37</sup> Ar	35.0 days	K-x-ray, Bremsstrahlung to 0.81 MeV
<sup>33</sup> P	25.3 days	β 248 keV
<sup>32</sup> P	14.28 days	β 1.710 MeV
<sup>28</sup> Mg	21.0 hours	β 0.459, γ 1.35, 0.31, 0.95, 0.40 MeV
<sup>24</sup> Na	15.02 hours	β 1.389 MeV; γ 1.369, 2.754 MeV
<sup>38</sup> S	2.83 hours	β 3.0, γ 1.88 MeV; γ 1.6, 2.17 MeV
<sup>31</sup> Si	2.62 hours	β 1.48 MeV; γ 1.26 MeV
<sup>16</sup> F	109.8 minutes	β <sup>+</sup> 0.635 MeV; 511 keV
<sup>39</sup> Cl	56.2 minutes	β 1.91 to 3.45 MeV; γ 0.246, 1.27, 1.52 MeV
<sup>38</sup> Cl	37.29 minutes	β <sup>+</sup> 4.91 MeV; γ 1.6, 2.17 MeV
<sup>34m</sup> Cl	31.99 minutes	β <sup>+</sup> 2.48 MeV; e <sup>-</sup> 0.142 MeV; γ 1.17, 2.12, 3.30 MeV; 511 keV

- ◆ Các bức xạ đến từ vũ trụ, chủ yếu là từ ngoài hệ Mặt trời, bao gồm tất cả nguyên tố trong bảng tuần hoàn khoảng 85% là proton, 12% là heli, 1% là các nguyên tố nặng. Electron chiếm khoảng 2% trong thành phần bức xạ vũ trụ.
- ◆ Các bức xạ này tương tác với bầu khí quyển của trái đất. Dựa vào năng lượng của chúng có thể chia thành hai loại: bức xạ vũ trụ sơ cấp và thứ cấp.



- ◆ Các bức xạ vũ trụ sơ cấp có năng lượng rất lớn (từ  $10^{10}$  eV đến  $10^{20}$  eV). Khi đi vào bầu khí quyển trái đất, chúng sẽ tương tác với các hạt nhân của phân tử khí quyển chủ yếu là oxi và nito tạo thành các pion ( $\pi^0$ ,  $\pi^+$ ,  $\pi^-$ ), proton và neutron với năng lượng nhỏ hơn.
- ◆ Các pion trung hòa ( $\pi^0$ ) phân hủy tức thời và sinh ra hai bức xạ gamma, các pion mang điện ( $\pi^+$ ,  $\pi^-$ ) phân hủy thành muon và neutrino. Muon tiếp tục phân hủy thành electron, positron và neutron.
- ◆ Hạt muon chiếm thành phần cao nhất khi bức xạ vũ trụ đến được vị trí mực nước biển khoảng 60%, neutron chiếm 23%, electron chiếm 16%, proton chiếm 0,5%, các hạt pion dưới 0,5%.
- ◆ Thông thường muon được hình thành ở độ cao 15 km, do quá trình ion hóa muon mất gần khoảng 2 GeV trước khi tới được vị trí mực nước biển và phân hủy thành positron và neutrino hoặc electron và phản neutrino



## ◆ Nguồn gốc của đồng vị phóng xạ?

- Hoạt độ phóng xạ trong đất và đá. Trong đó (95%) do các đồng vị phóng xạ từ đất gây ra  $^{40}\text{K}$  (35%), chuỗi  $^{238}\text{U}$  (15%) và chuỗi  $^{232}\text{Th}$  (50%). Thông thường được tính từ độ sâu 30cm đất. Một số vùng có suất liều cao như: Ấn độ (vùng duyên hải Kerala và Tamil Nadu), Brazil, Iran.
- Hoạt độ phóng xạ trong nước
- Hoạt độ phóng xạ trong không khí

	Radiation Sources	Effective Dose equivalent per year/m Sv
Natural	Cosmic rays at sea level	0.37
	Radon ( $^{222}\text{Rn}$ and $^{220}\text{Rn}$ )	1.30
	Potassium ( $^{40}\text{K}$ )	0.30
	Other natural sources	0.40
Man-made	Medical use of radiation	0.4–1.0
	Nuclear explosives testing	0.01
	Nuclear power production	0.002

Isotope	Mode of Decay	Half-life	Energy/MeV
Radon-22 (Rn)	$\alpha$	3.823 d	5.4897
Polonium-218 (RaA)	$\alpha$	3.05 min	6.0026
Lead-214 (RaB)	$\beta$ $\gamma$	26.8 min	0.67, 0.73 0.35192, 0.29522, 0.24192
Bismuth-214 (RaC)	$\beta$ $\gamma$	19.8	1.54, 3.27, 1.51 0.60932, 1.7645, 1.12028
Polonium-214 (RaC)	$\alpha$	163	7.6871
Lead-210 (RaD)	$\beta$ $\gamma$	22.3 y	0.017, 0.061 0.046539
Bismuth-210 (RaE)	$\beta$ $\gamma$	5.01 d	1.161 0.2656, 0.3046
Polonium-210 (RaF)	$\alpha$	138.38 d	5.3044
Lead-206	–	Stable	–
Radon-220 (Tn)	$\alpha$	55.6 s	6.2883
Polonium-216 (ThA)	$\alpha$	0.15 s	6.7785
Lead-212 (ThB)	$\beta$ $\gamma$	10.64 h	0.331, 0.569 0.23863, 0.30009
Bismuth-212 (ThC)	$\beta$ (64%) $\gamma$ $\alpha$ (36%)	60.6 m	0.67, 0.93, 1.55, 2.27 0.7272 6.051, 6.090
Polonium-212 (ThD)	$\alpha$	0.298 $\mu$ s	8.7844
Thallium-208 (ThC)	$\beta$ $\gamma$	3.053 min	1.796, 1.28, 1.52 2.6146, 0.5831, 0.5107
Lead-207	–	Stable	–
Radon-219 (An)	$\alpha$ $\gamma$	3.96 s	6.8193, 6.553, 6.425 0.27120, 1.4017
Polonium-215 (Ac)	$\alpha$ $\gamma$	1.780 m	7.386 0.4048, 0.4270
Lead-211 (AcB)	$\beta$ $\gamma$	36.1 m	1.38 0.4048, 0.8318, 0.4270
Bismuth-211 (AcC)	$\alpha$ $\gamma$	2.14 m	6.623, 6.279 0.3510
Thallium-207 (AcD)	$\beta$ $\gamma$	4.77 m	1.43 0.8978

# NỘI DUNG

- ♦ Khái niệm về vật lý phóng xạ
- ♦ Năng lượng hạt nhân trong công nghiệp
- ♦ Nhiễm bẩn phóng xạ trong môi trường

# Nhiên liệu hạt nhân

## Vật liệu phân hạch chính

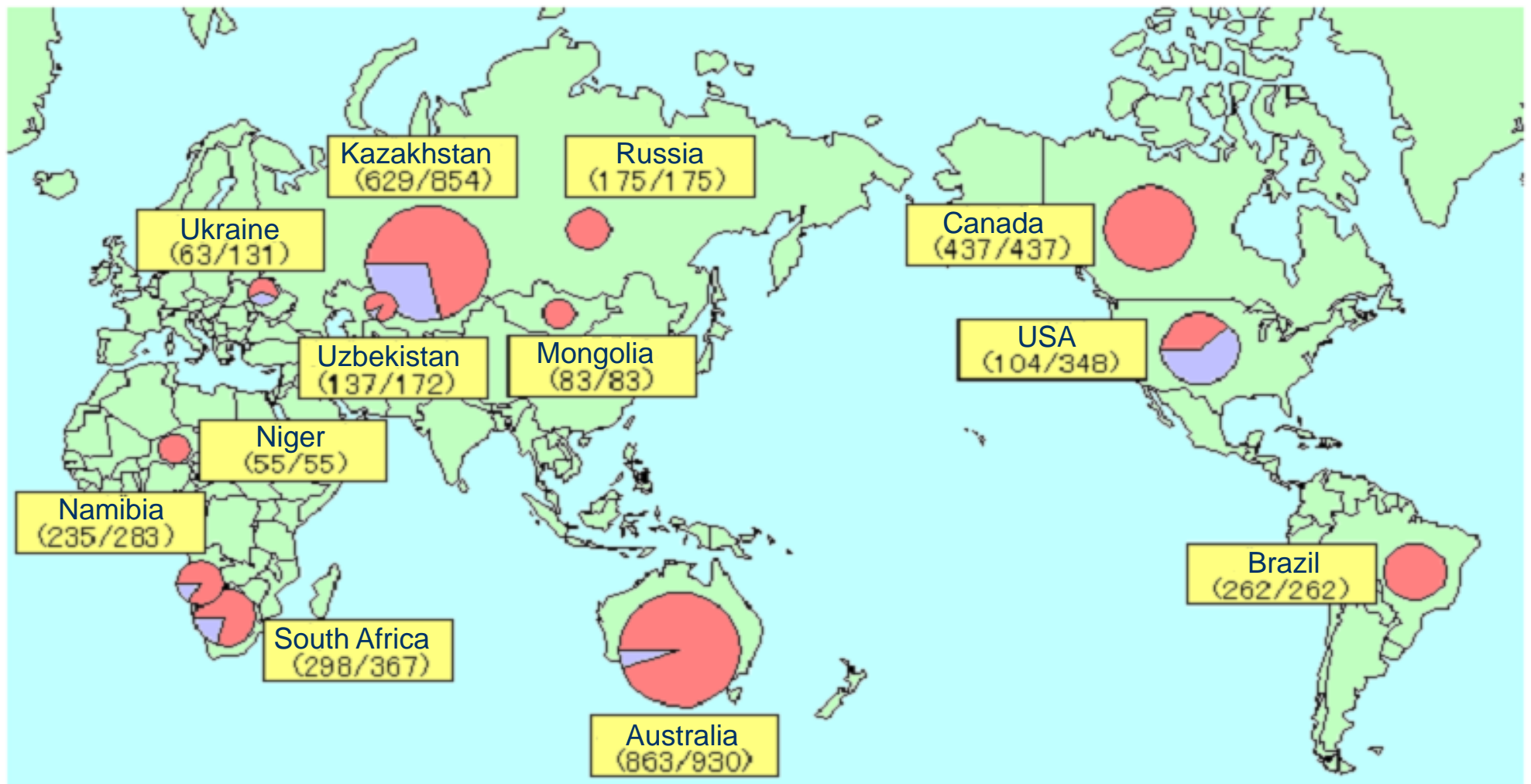
**$^{235}\text{U}$** : 0.7% của Uran tự nhiên

**$^{239}\text{Pu}$** : từ sự hấp thụ neutron của  $^{238}\text{U}$ .

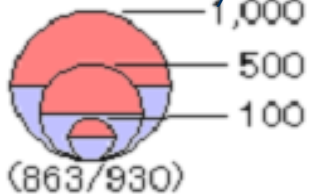


**$^{233}\text{U}$** : từ sự hấp thụ neutron của  $^{232}\text{Th}$ .





(1000 ton of U)



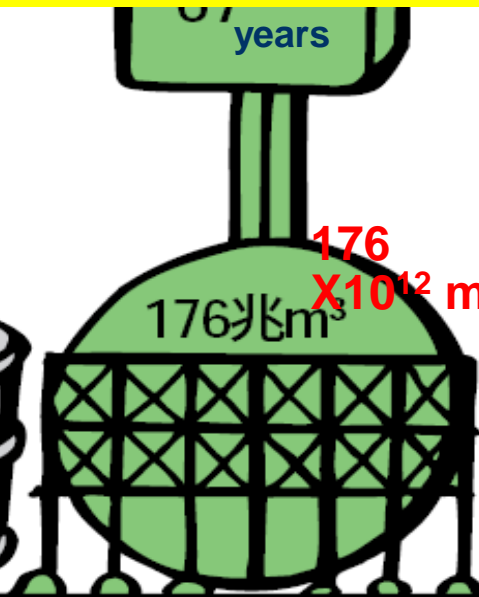
- Trữ lượng quặng Uran <130 US dollar / kg U (1000 ton of U)
- Trữ lượng quặng <80 US dollar / kg U (1000 ton of U)

## Nguồn Uran trên thế giới

# Chu trình nhiên liệu ←



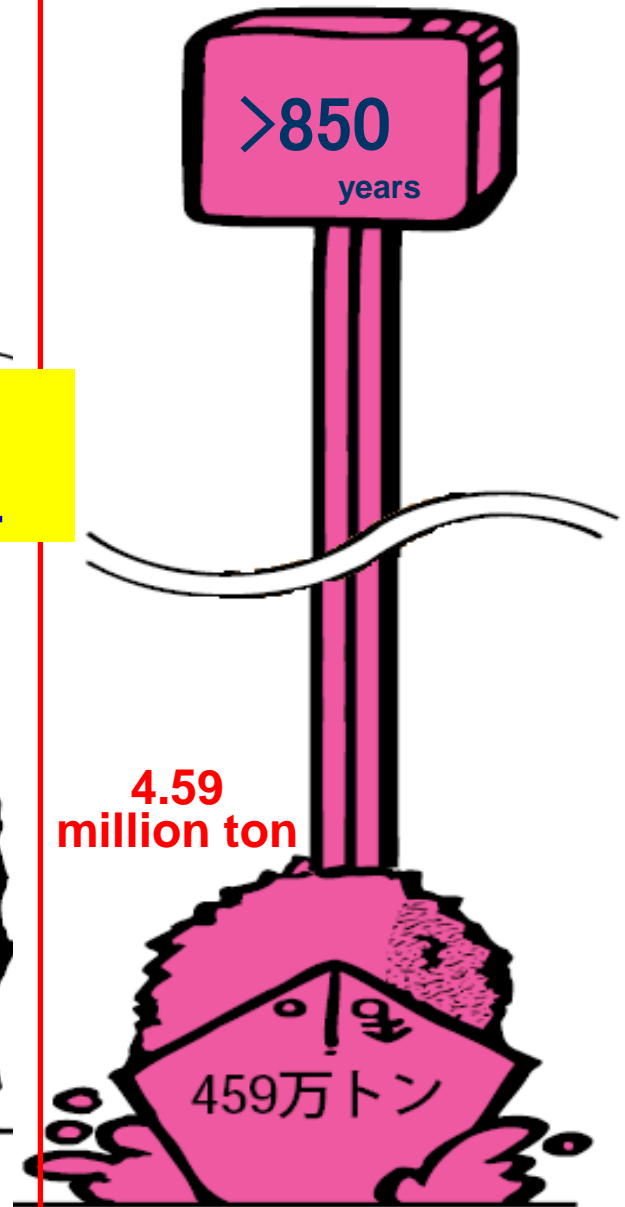
Dầu



Khí tự nhiên

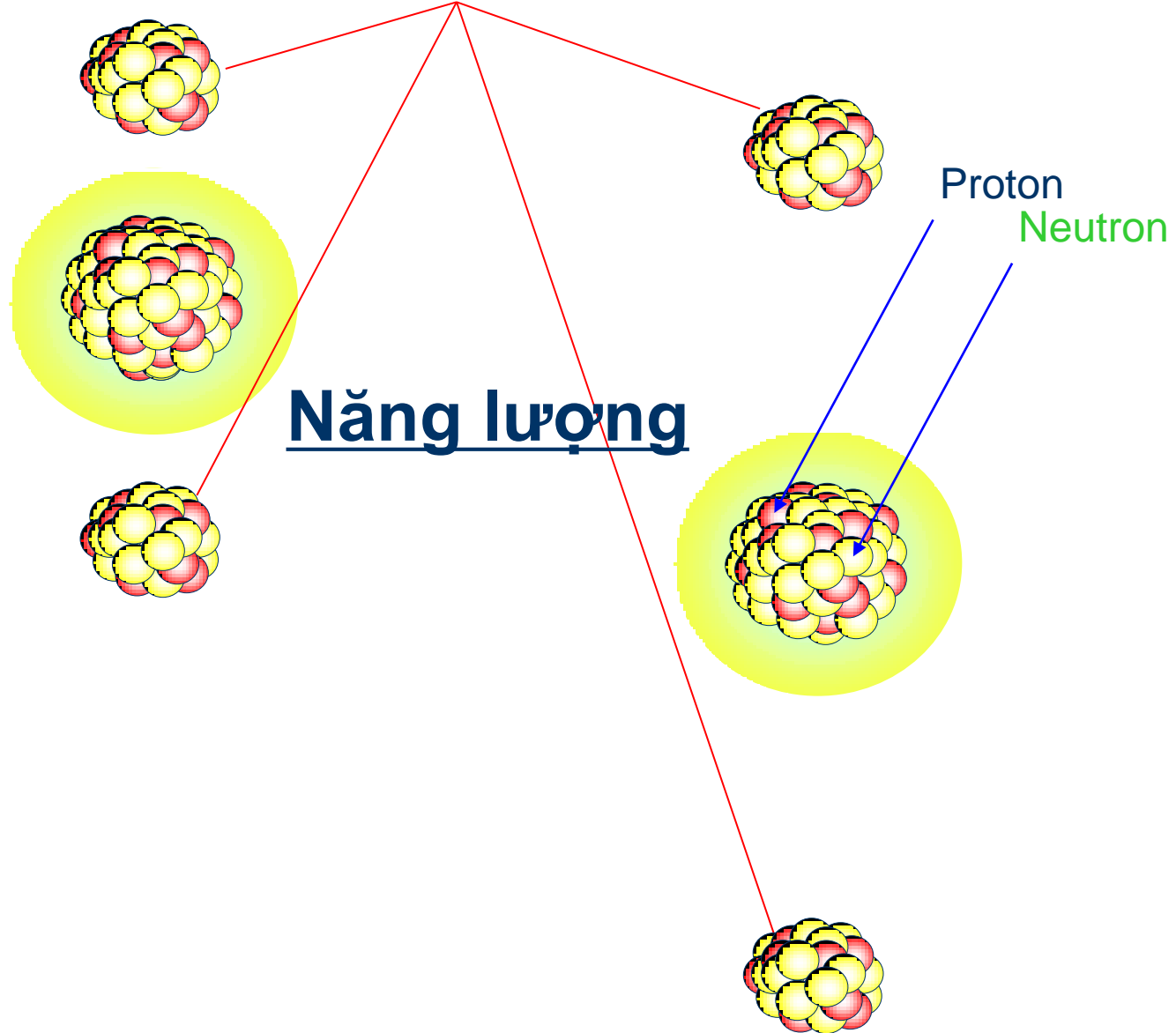


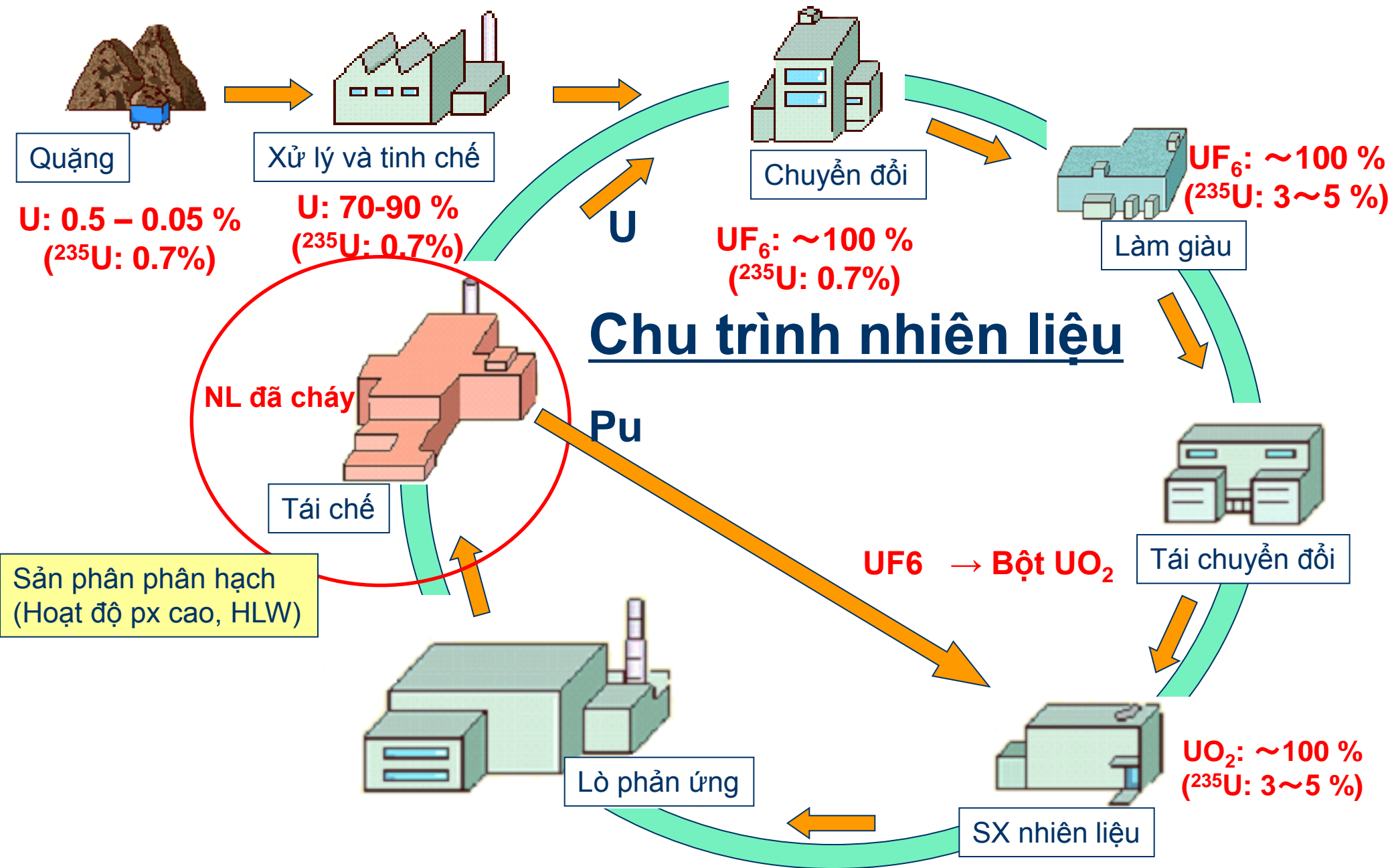
Than  
đá



U+Pu

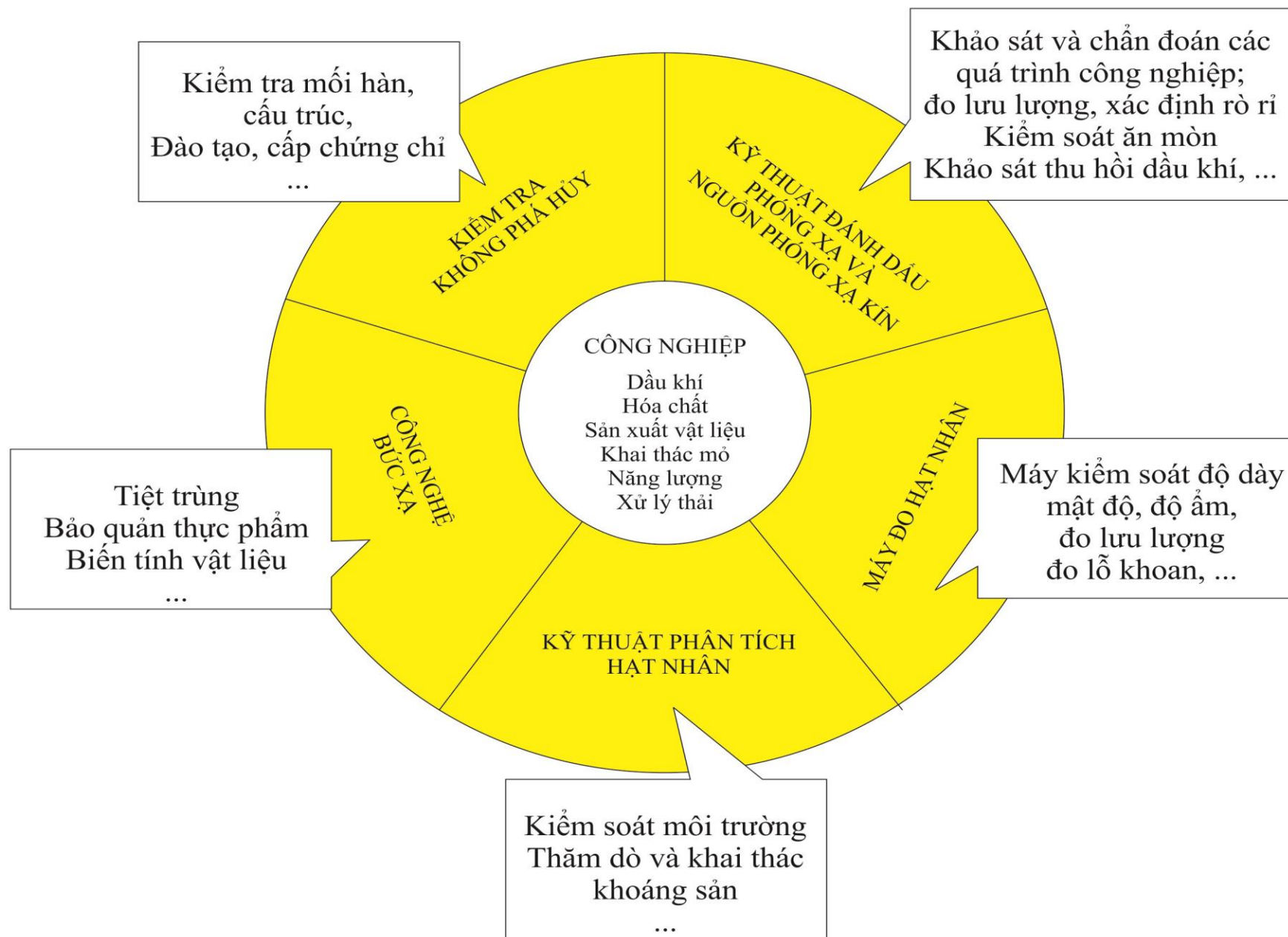
# SP phân hạch







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



# Các ứng dụng của bức xạ ion hoá trong Y tế

## Chẩn đoán

Cấu trúc  
(X quang)

- X quang
- CT
- Chụp mạch

Chức năng  
(Y học hạt nhân)

- PET
- SPECT

## Điều trị

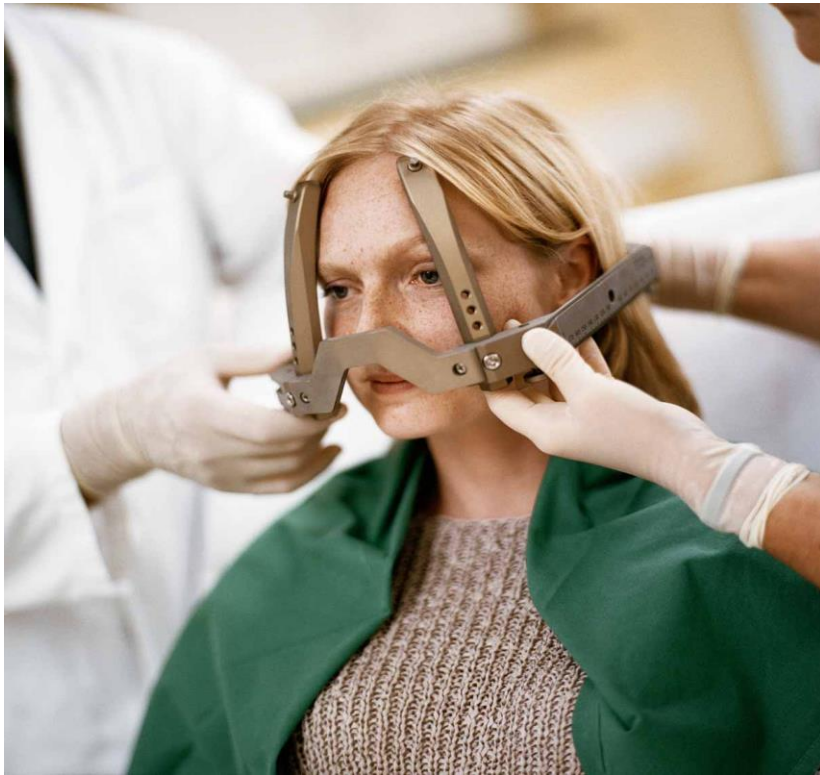
Xạ trị  
(radiotherapy)

- Xạ trị từ xa
- Xạ trị áp sát

Y học hạt nhân  
(nuclear medicine)

Xạ trị bằng nhân  
phóng xạ

# Gamma knife







Xạ trị máy gia tốc với chùm Photon



# NỘI DUNG

- ♦ Khái niệm về vật lý phóng xạ
- ♦ Năng lượng hạt nhân trong công nghiệp
- ♦ Nhiễm bẩn phóng xạ trong môi trường

- ◆ Phóng xạ tự nhiên
- ◆ Hoạt động của con người