

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ:

«Fukushima – Αθήνα: Το μπουφάν της δεσποινίδας Αίμι»

Παρουσίαση:

Ευγενία Ποτηριάδου
Φυσικός



ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές θα πρέπει:

1. Να γνωρίζουν τα είδη των ραδιενεργών διασπάσεων
2. Να γράφουν τις πυρηνικές εξισώσεις των ραδιενεργών διασπάσεων
3. Να γνωρίζουν πώς ένας πυρήνας μετατρέπεται σε έναν άλλον μετά από βομβαρδισμό σωματιδίων
4. Να γνωρίζουν για τα όργανα ανίχνευσης της ραδιενέργειας
5. Να εξηγούν το χρόνο ημιζωής



Ανασκόπηση των ατομικών όρων



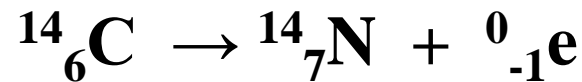
- **Νουκλεόνια** – σωματίδια που βρίσκονται μέσα στον πυρήνα του ατόμου
 - νετρόνια
 - πρωτόνια
- **Ατομικός Αριθμός (Z)** – αριθμός πρωτονίων του πυρήνα
- **Μαζικός Αριθμός (A)** – το άθροισμα του αριθμού των πρωτονίων και των νετρονίων
- **Ισότοπα** – άτομα με ίδιους ατομικούς αριθμούς αλλά διαφορετικούς μαζικούς αριθμούς
- **Νουκλίδιο** – κάθε μοναδικό άτομο



Ραδιενεργές Διασπάσεις



- **Ραδιενέργεια** – η αυθόρμητη διάσπαση ενός πυρήνα κατά την οποία σχηματίζεται ένας νέος πυρήνας και παράγονται ένα ή περισσότερα σωματίδια.
- **Πυρηνική Εξίσωση** – δείχνει τη ραδιενεργή διάσπαση ενός πυρήνα.

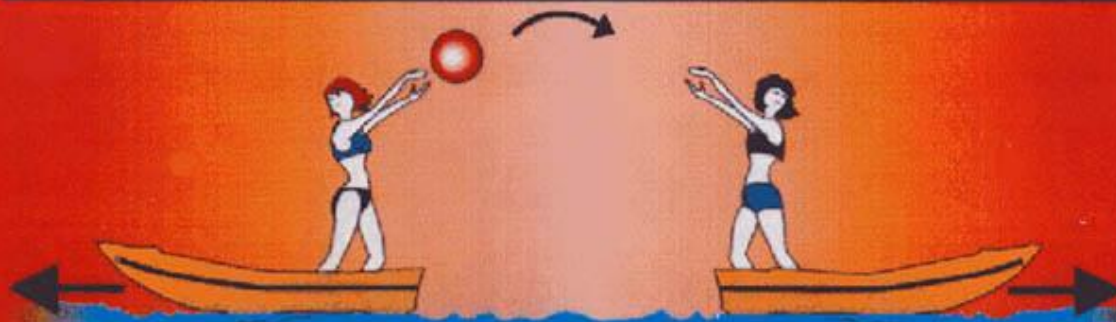


- **Πυρηνικές Δυνάμεις** – Η ισχυρή πυρηνική δύναμη συγκρατεί τα πρωτόνια και τα νετρόνια μέσα στον πυρήνα.
Η ασθενής πυρηνική δύναμη δρα σε συγκεκριμένα νουκλεόνια προκαλώντας κάποιες μορφές ραδιενέργειας.

Το Καθιερωμένο Πρότυπο – Οι Θεμελιώδεις Αλληλεπιδράσεις



ΟΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ			
ΕΙΔΟΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΣΥΝΔΕΤΙΚΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ (ΚΒΑΝΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ)	ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΙΣΧΥΡΗ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	~ 1	8 ΓΚΛΟΥΟΝΙΑ (ΑΜΑΖΑ)	ΑΤΟΜΙΚΟΥΣ ΠΥΡΗΝΕΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	$\sim 10^{-3}$	ΦΩΤΟΝΙΟ (ΑΜΑΖΟ)	ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΣΤΙΒΑΔΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ
ΑΣΘΕΝΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	$\sim 10^{-5}$	ΜΠΟΖΟΝΙΑ Z, W^+, W^- (ΒΑΡΙΑ)	ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟ ΔΙΑΣΠΑΣΗ Β
ΒΑΡΥΤΗΤΑ	$\sim 10^{-38}$	ΓΚΡΑΒΙΤΟΝΙΑ (;)	ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΩΜΑΤΑ



Η ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΕΙΝΑΙ ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ

CERN

Το Καθιερωμένο Πρότυπο – Τα Στοιχειώδη Σωματίδια

Leptons

e, μ, τ
 ν_e, ν_μ, ν_τ

l

Quarks

u, c, t
 d, s, b

q

γ

Photon

W

W^+/W^-

Z

Z^0

g

Gluons

H

Higgs Boson



Η Ανακάλυψη της Ραδιενέργειας



- **Antoine Henri Becquerel (1852-1908)**
 - Παρατήρησε το μαύρισμα φωτογραφικής πλάκας από κρυστάλλους ουρανίου
- **Pierre Curie (1859-1906), Marie Curie (1867-1934)**
 - Περεταίρω μελέτες πάνω στο ουράνιο. Ανακάλυψη πολωνίου και ραδίου. Η Marie Curie κέρδισε δύο βραβεία Nobel. Πέθανε από τις συνέπειες της ραδιενεργού δόσης που έλαβε στη διάρκεια των πειραμάτων της.
- **Ernest Rutherford (1871-1937)**
 - Αποσαφήνισε τη δομή του πυρήνα και μας βοήθησε να κατανοήσουμε το ρόλο του. Εισήγαγε πολλούς από τους όρους που χρησιμοποιούμε σήμερα στη μελέτη της ραδιενέργειας.

Α. Ραδιενεργές Διασπάσεις

Είδη ραδιενεργών διασπάσεων



- **Άλφα Διάσπαση**

- ☞ Σωματίδιο άλφα – Πυρήνας Ηλίου
– Παραδείγματα



- ☞ Στον τελικό πυρήνα παρατηρούμε μείωση του μαζικού αριθμού κατά 4 και μείωση του ατομικού αριθμού κατά 2.

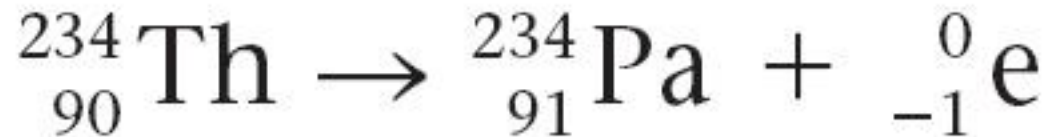
Α. Ραδιενεργές Διασπάσεις

Είδη ραδιενεργών διασπάσεων



- **Βήτα Διάσπαση**

- ☞ Σωματίδιο βήτα – ηλεκτρόνιο
- Παραδείγματα



☞ Πρόκειται για μετατροπή ενός νετρονίου σε πρωτόνιο

Α. Ραδιενεργές Διασπάσεις

Είδη ραδιενεργών διασπάσεων

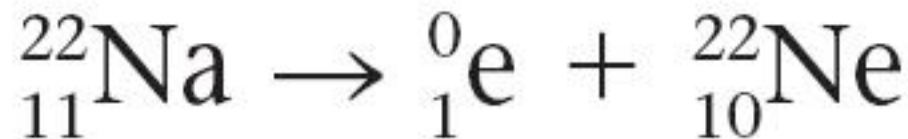


- **Βήτα Διάσπαση**

- ☞ Σωματίδιο βήτα – ποζιτρόνιο

- ☞ Ποζιτρόνιο – έχει ίδια μάζα με το ηλεκτρόνιο αλλά αντίθετο φορτίο (αντιϋλή του ηλεκτρονίου)

- Παράδειγμα



☞ Πρόκειται για μετατροπή ενός πρωτονίου σε νετρόνιο

Α. Ραδιενεργές Διασπάσεις

Είδη ραδιενεργών διασπάσεων



- **Γάμμα Διάσπαση**

- ☞ Εκπομπή ακτινοβολίας γάμμα
- ☞ Ακτινοβολία γάμμα – φωτόνιο υψηλής ενέργειας
– Παράδειγμα



- ☞ Δεν υπάρχει μεταβολή ούτε στον ατομικό αριθμό ούτε στο μαζικό αριθμό.

Α. Ραδιενεργές Διασπάσεις

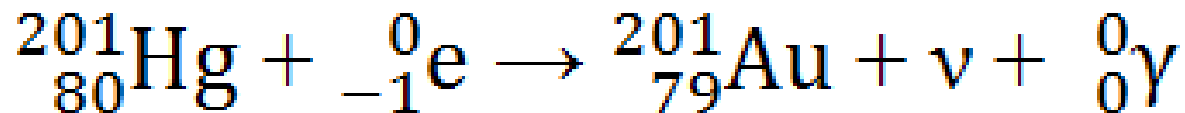
Είδη ραδιενεργών διασπάσεων



- **Σύλληψη ηλεκτρονίου**

☞ Πραγματοποιείται σύλληψη ηλεκτρονίου σε εσωτερική τροχιά. Σχηματίζεται νέος πυρήνας. Παράγεται νεutrino και γάμμα ακτινοβολία.

– Παράδειγμα



☞ Πραγματοποιείται μετατροπή ενός πρωτονίου σε νεutrino.

Α. Ραδιενεργές Διασπάσεις

Διατήρηση του Ατομικού και του Μαζικού Αριθμού



Πίνακας 1: Είδη Ραδιενεργών Διασπάσεων

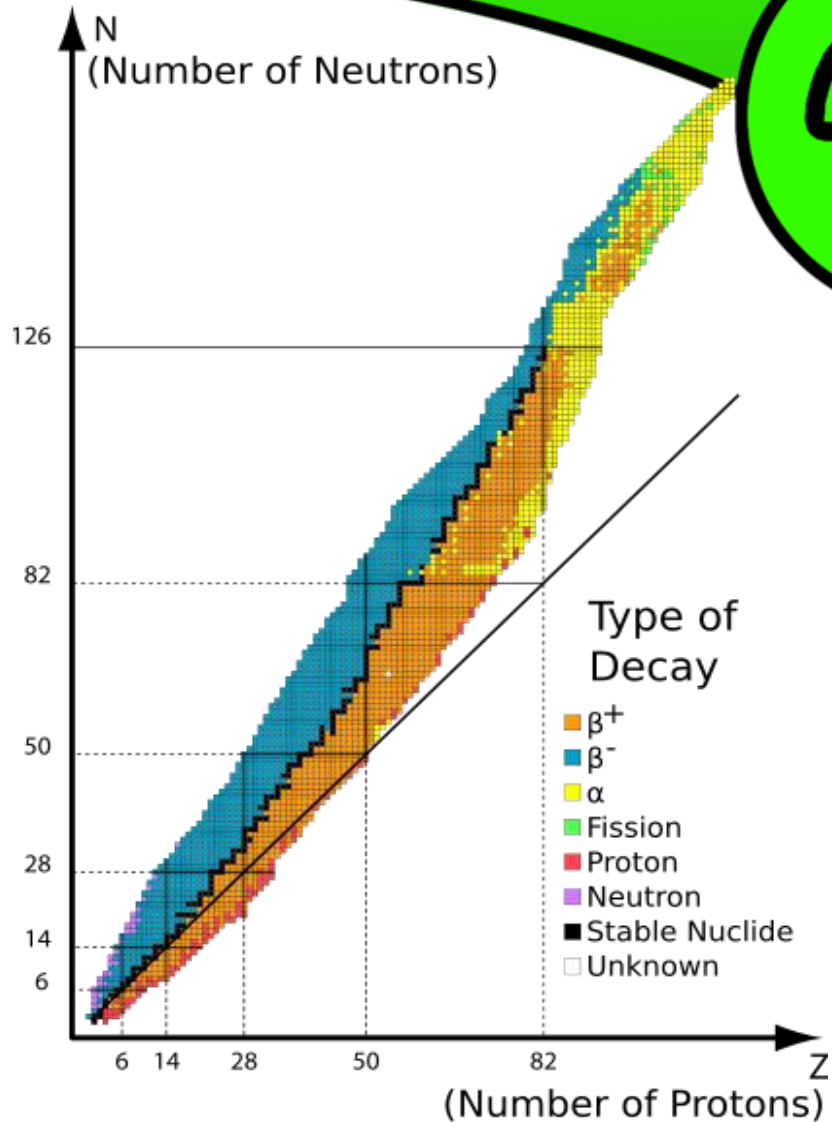
Various Types of Radioactive Processes

Process	Example
β -particle (electron) production	${}_{89}^{227}\text{Ac} \rightarrow {}_{90}^{227}\text{Th} + {}_{-1}^0\text{e}$
positron production	${}_{7}^{13}\text{N} \rightarrow {}_{6}^{13}\text{C} + {}_{1}^0\text{e}$
electron capture	${}_{33}^{73}\text{As} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow {}_{32}^{73}\text{Ge}$
α -particle production	${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_{2}^4\text{He}$
γ -ray production	excited nucleus \rightarrow ground-state nucleus + ${}_{0}^0\gamma$ excess energy lower energy

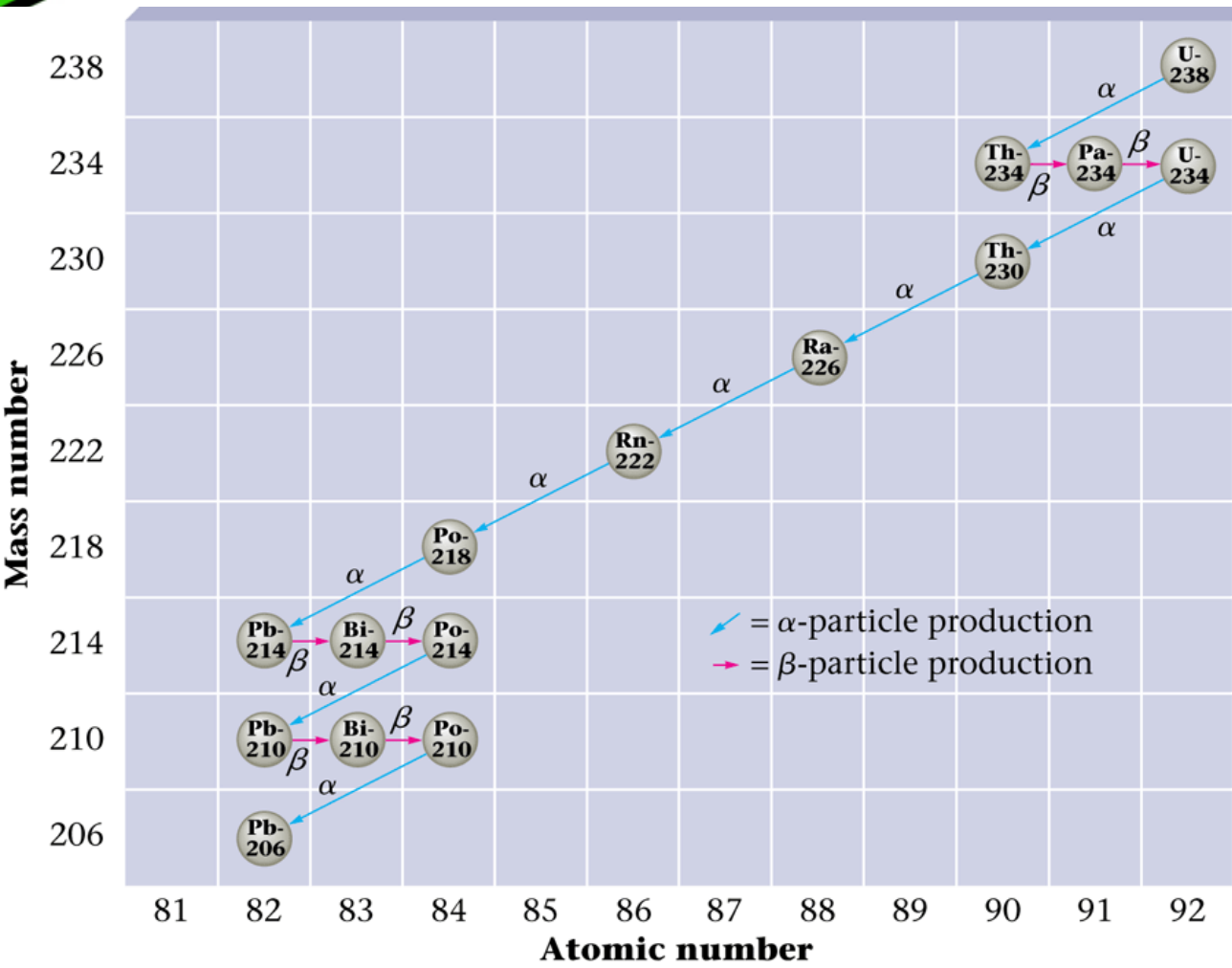
Η Ζώνη Σταθερότητας

Τα μαύρα τετράγωνα απεικονίζουν τους σταθερούς πυρήνες.

Οι διασπάσεις που πραγματοποιούνται μετακινούν τα ισότοπα προς τη μαύρη γραμμή.



Ραδιενεργές Σειρές



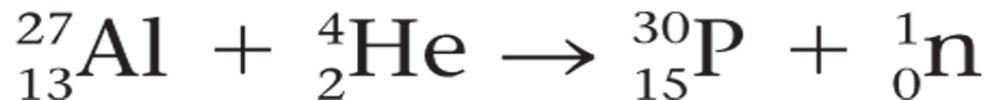
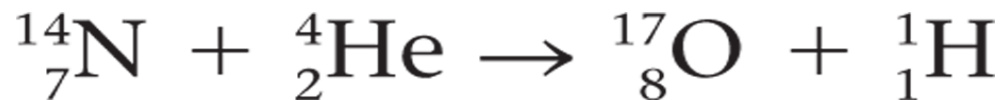
Οι ραδιενεργές σειρές από το $^{238}_{92}\text{U}$ έως το $^{206}_{82}\text{Pb}$. Κάθε νουκλίδιο της σειράς με εξαίρεση το $^{206}_{82}\text{Pb}$ είναι ραδιενεργό. Οι διαδοχικοί μετασχηματισμοί (παριστάνονται με βέλη) συνεχίζουν μέχρι τελικά να σχηματιστεί το $^{206}_{82}\text{Pb}$.

Β. Πυρηνικοί Μετασχηματισμοί



Πυρηνικοί Μετασχηματισμοί :

- ☛ Εξαναγκασμένη μετατροπή ενός στοιχείου σε ένα άλλο.
- ☛ Βομβαρδίζονται στοιχεία με σωματίδια.



Υπερουράνια Στοιχεία

- **Υπερουράνια Στοιχεία** – στοιχεία με ατομικούς αριθμούς μεγαλύτερους του 92 τα οποία έχουν συντεθεί

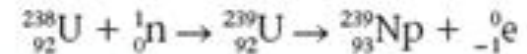
Πίνακας 2: Σύνθεση μερικών υπερουράνιων στοιχείων



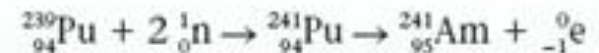
Syntheses of Some of the Transuranium Elements

Neutron Bombardment

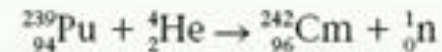
neptunium ($Z = 93$)



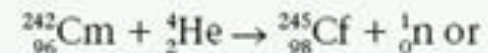
americium ($Z = 95$)



curium ($Z = 96$)

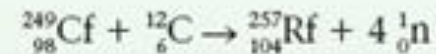


californium ($Z = 98$)



Positive-Ion Bombardment

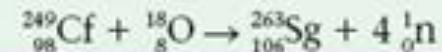
rutherfordium ($Z = 104$)



dubnium ($Z = 105$)



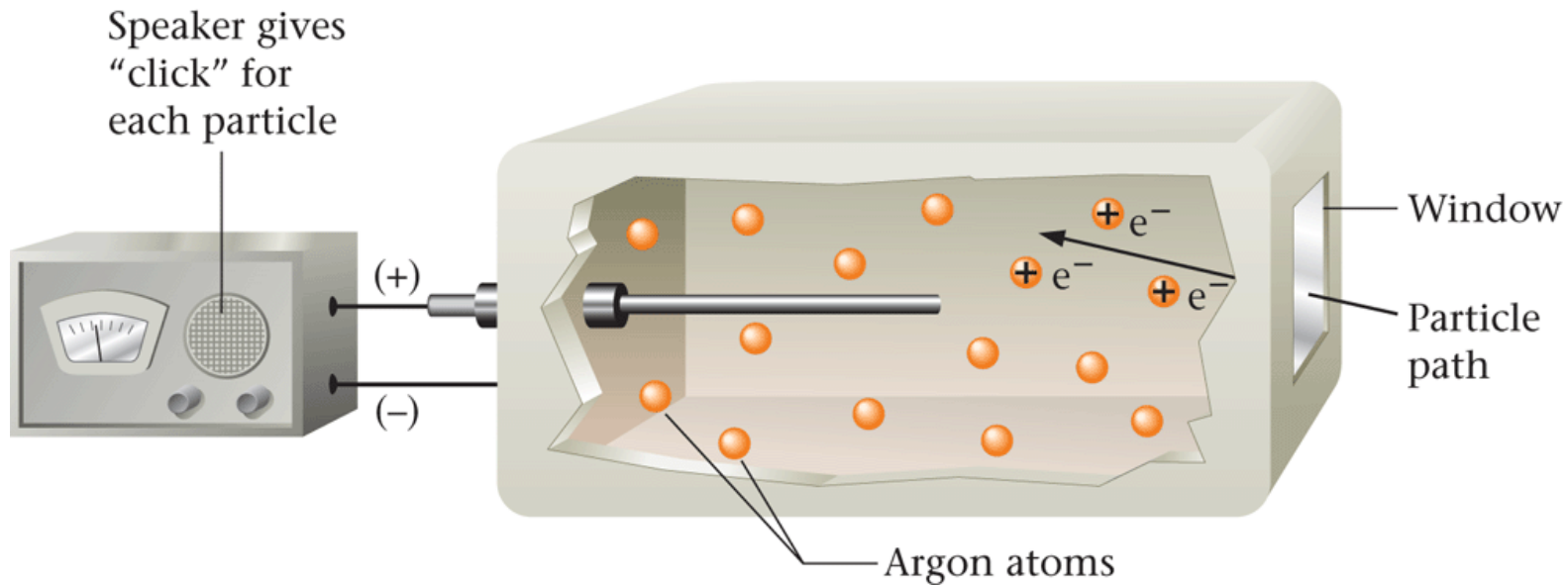
seaborgium ($Z = 106$)



Γ. Η ανίχνευση της Ραδιενέργειας και η έννοια του Χρόνου Ημιζωής



- **Μετρητής Geiger-Muller** – όργανο που μετρά τη ραδιενεργό διάσπαση καταγράφοντας τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια που παράγονται καθώς ένα ραδιενεργό σωματίδιο περνά μέσα από ένα θάλαμο γεμάτο με αέριο.



Γ. Η ανίχνευση της Ραδιενέργειας και η έννοια του Χρόνου Ημιζωής



- **Μετρητής Σπινθηρισμών** – όργανο που μετρά τον ρυθμό της ραδιενεργού διάσπασης ανιχνεύοντας λάμπσεις φωτός που παράγει η ακτινοβολία μέσα στον ανιχνευτή

Γ. Η ανίχνευση της Ραδιενέργειας και η έννοια του Χρόνου Ημιζωής

Πίνακας 3

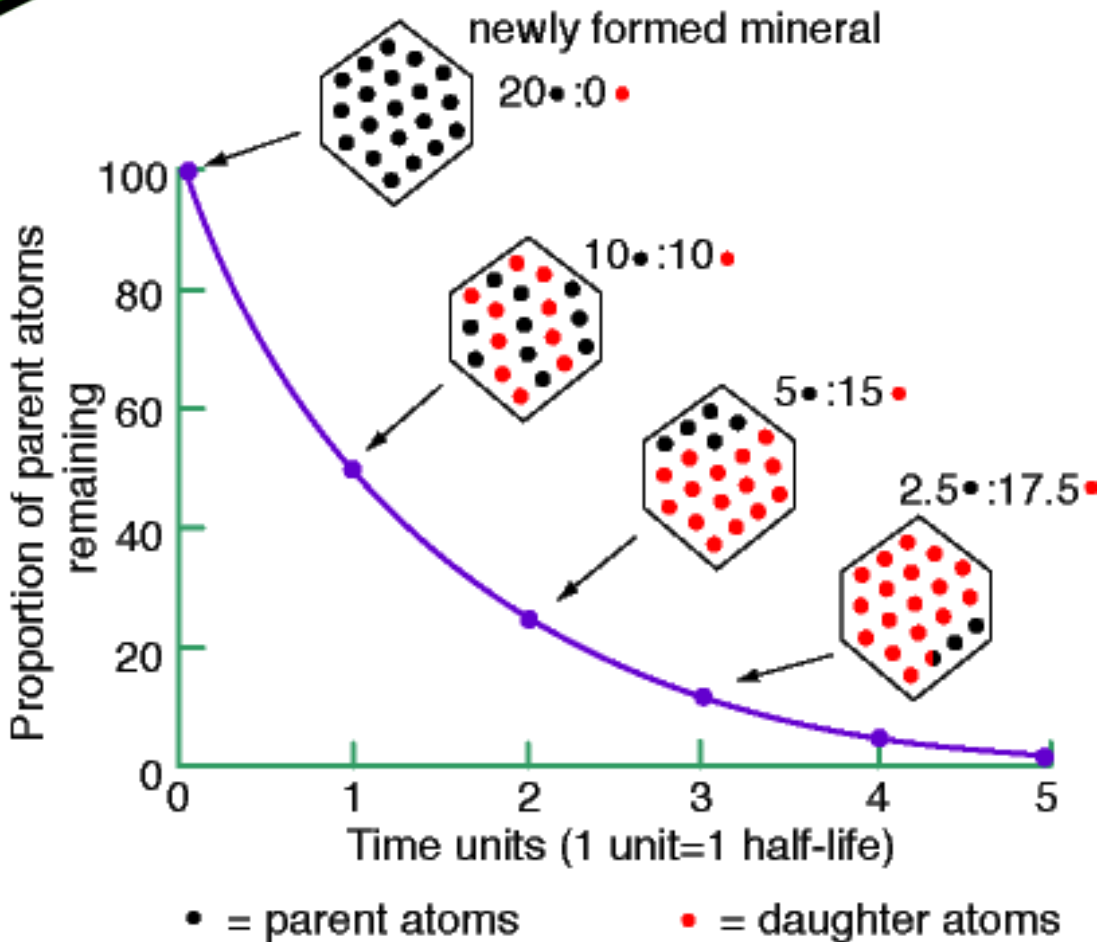
Οι Χρόνοι Ημιζωής μερικών Ραδιενεργών Νουκλιδίων του Ραδίου

Νουκλίδιο	Χρόνος Ημιζωής
$^{223}_{88}\text{Ra}$	12 days
$^{224}_{88}\text{Ra}$	3.6 days
$^{225}_{88}\text{Ra}$	15 days
$^{226}_{88}\text{Ra}$	1600 years
$^{228}_{88}\text{Ra}$	6.7 years

- **Χρόνος Ημιζωής** – ο χρόνος που απαιτείται για να διασπαστούν τα μισά από τα νουκλίδια που υπήρχαν στο αρχικό δείγμα.

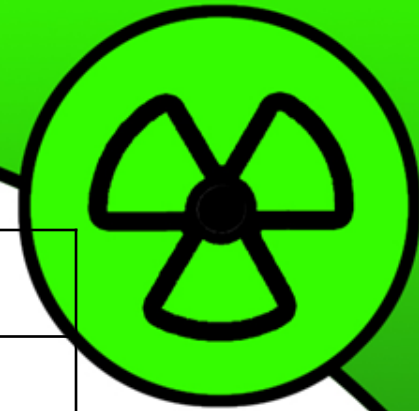


Διάσπαση ενός Ραδιενεργού Στοιχείου



Οι μισοί από τους μητρικούς πυρήνες διασπώνται μετά από ένα χρόνο ημιζωής. Οι μισοί από τους εναπομείναντες διασπώνται σε άλλον έναν χρόνο ημιζωής, κλπ...

Μονάδες Μέτρησης της Ραδιενέργειας



	Μονάδα	Ορισμός
Ενεργότητα	1 Ci (curie)	3.7×10^{10} διασπάσεις/s
Ενεργότητα	1 Bq	1 διάσπαση/s
Έκθεση	1 Roentgen (R)	2.58×10^{-4} Coulomb/Kg
Απορροφούμενη δόση	1 rad	0,01 J/Kg
Απορροφούμενη δόση	1 Gy (Gray)	1 J/Kg = 100 rad
Ισοδύναμη δόση	1 rem	1 rad x RBE
Ισοδύναμη δόση	1 Sv (Sievert)	1 Gy x RBE

Μονάδες Μέτρησης της Ραδιενέργειας

RBE (Σχετική Βιολογική Δραστικότητα)
για διάφορα είδη ακτινοβολίας

Ακτίνες X και γ	1
Ηλεκτρόνια	1.0 – 1,5
Βραδέα νετρόνια	3 – 5
Πρωτόνια	10
Σωματίδια α	20
Βαρέα ιόντα	20



T
E
Λ
O
Σ

