

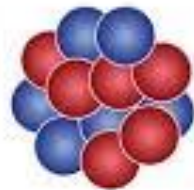
Ραδιοχρονολόγηση με το ραδιενεργό ισότοπο ^{14}C



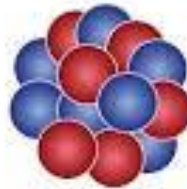
carbon-14
<0.1%
6 protons
8 neutrons

Πετσινάρη Δήμητρα
Κόλλια Θεοδότα
Τμήμα Α₂

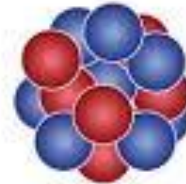
Ισότοπα C στη φύση:



carbon-12
98.9%
6 protons
6 neutrons

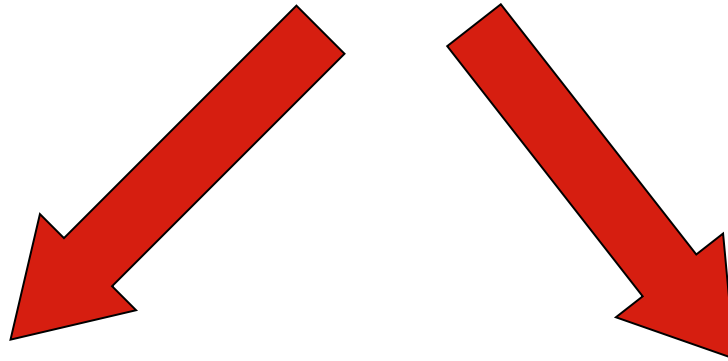


carbon-13
1.1%
6 protons
7 neutrons



carbon-14
<0.1%
6 protons
8 neutrons

Ισότοπα



Σταθερά:

δεν παθαίνουν
ραδιενεργό διάσπαση

Ασταθή:

διασπάται ραδιενεργά και
μεταπίπτει σε ένα
σταθερό ισότοπο,
συνήθως άλλου στοιχείου

Ραδιενέργεια

Είναι μία μορφή ενέργειας. Είναι το φαινόμενο της εκπομπής σωματιδίων ή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τους πυρήνες ορισμένων χημικών στοιχείων, που ονομάζονται ραδιενεργά.





Η φυσική ραδιενέργεια
ανακαλύφθηκε
τυχαία το 1895 από
τον Henry
Becquerel.

- Μελετώντας φαινόμενα *φθορισμού*, παρατήρησε ότι ένα ορυκτό του *ουρανίου* εκπέμπει μία ακτινοβολία η οποία διαπερνά το περικάλυμμα μιας φωτογραφικής πλάκας.

Στη συνέχεια το ζεύγος
Curie, το οποίο έδωσε το
όνομα στο φαινόμενο,
ανακάλυψαν δύο ακόμη,
πέρα από το ουράνιο,
ραδιενεργά στοιχεία,
το ράδιο και το πολώνιο.



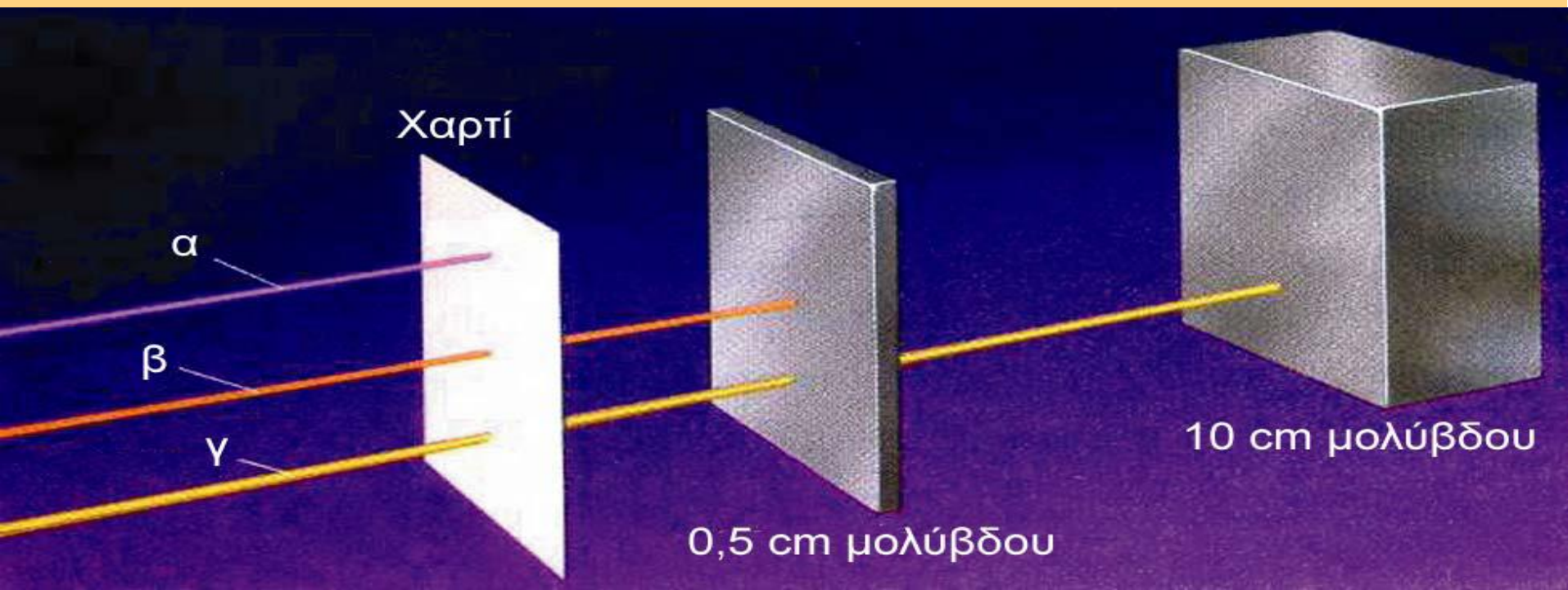


Ernest Rutherford
(1871-1937)

Οι πρώτες μελέτες του Rutherford το 1899, έδειξαν ότι η ραδιενέργεια η οποία εκπέμπεται από το ουράνιο ή το φθόριο διαχωρίζεται σε τρεις διαφορετικούς τύπους ακτίνων.

Ο Rutherford τις ονόμασε ακτίνες α , β και γ , αντίστοιχα.

Όνομα	Σύμβολο	Σχετική Μάζα	Φορτίο	Φύση	Διεισδυτικότητα
άλφα	α	4	+2	πυρήνες	μικρή
βήτα	β	1/1837	-1	ηλεκτρόνια	μέτρια
γάμα	γ	0	0	ακτινοβολία	μεγάλη

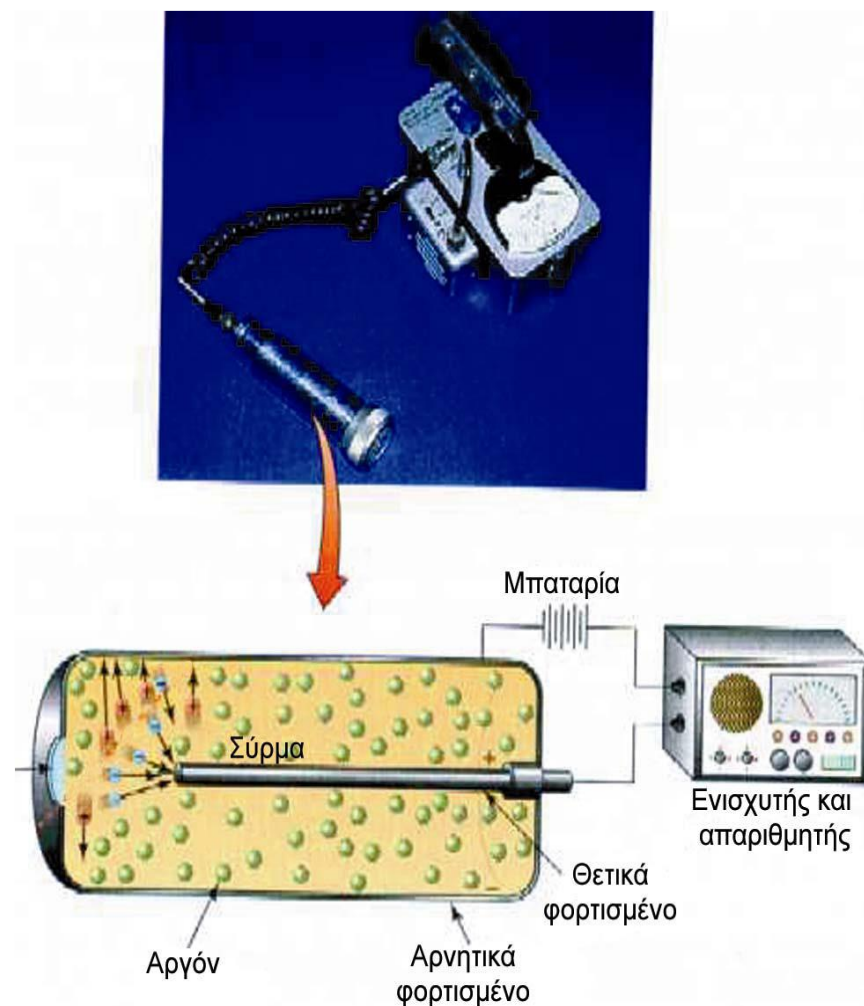


- Ένας τρόπος για να εκφράσει κανείς την ταχύτητα με την οποία ένα ραδιενεργό ισότοπο διασπάται, άρα έμμεσα και την **σχετική σταθερότητά** του, είναι ο λεγόμενος **χρόνος υποδιπλασιασμού**.

- **Χρόνος υποδιπλασιασμού** (ημιζωή), $t_{1/2}$, είναι ο χρόνος ο οποίος απαιτείται, ώστε να διασπαστεί η μισή από την αρχική ποσότητα του ραδιενεργού υλικού.

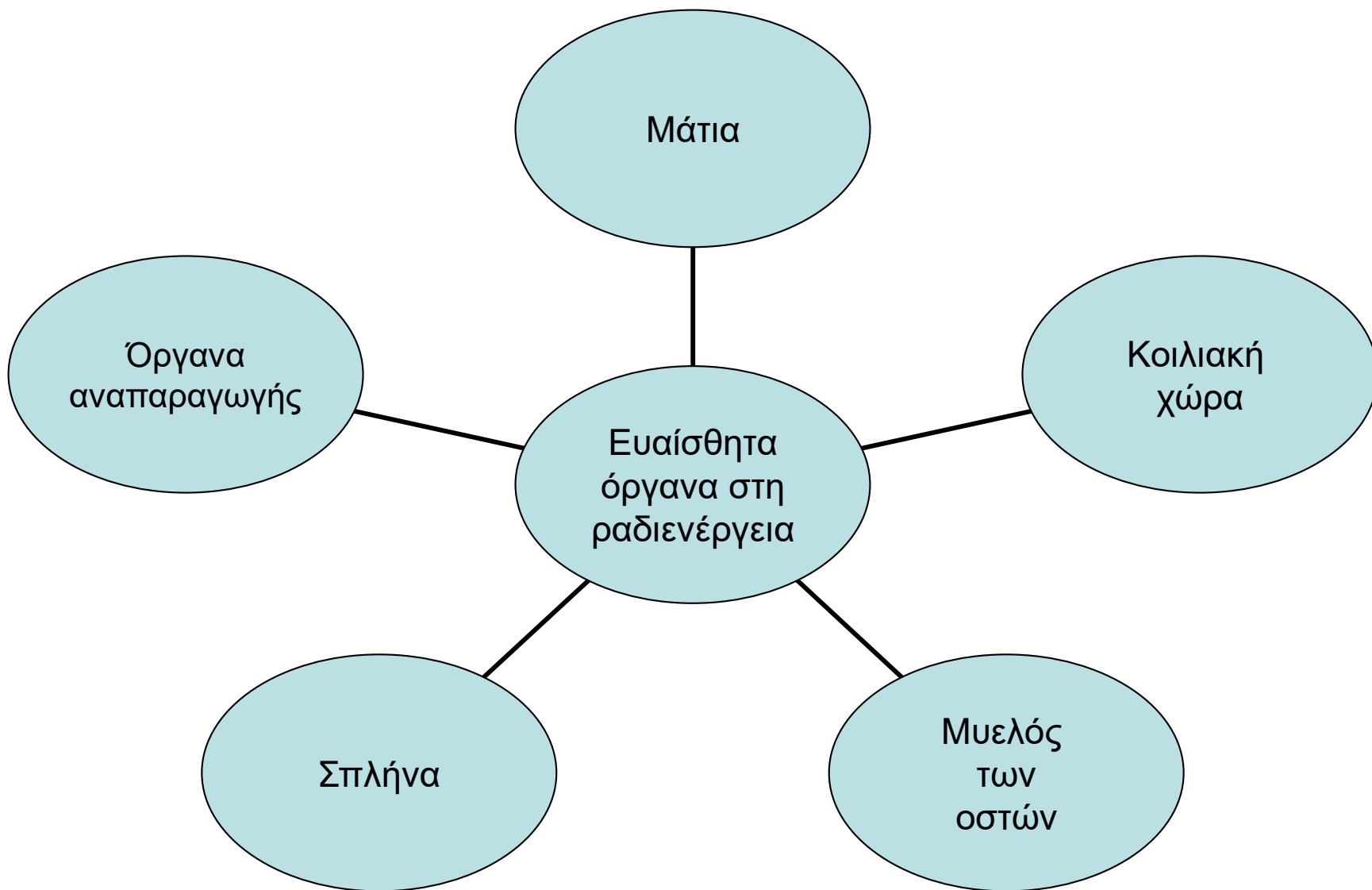
Αρχή λειτουργίας του μετρητή Geiger – Muller

Η ραδιενεργός ακτινοβολία εισέρχεται στο θάλαμο και ιοντίζει τα άτομα ενός ευγενούς αερίου. Έτσι, παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο αφού ενισχυθεί καταγράφεται.



Το **rem** (radiation equivalent man) είναι μία μονάδα ραδιενέργειας που εκφράζει τις βιολογικές καταστροφές που προκαλούνται στον άνθρωπο από την απορρόφηση των διαφόρων ακτινοβολιών.

Δόση (rem)	κλινικό αποτέλεσμα
25	μείωση των λευκών αιμοσφαιρίων
25-100	ναυτία, κόπωση, αιματολογικές αλλοιώσεις
100-200	ναυτία, εμετοί, κόπωση , πιθανός θάνατος από μολύνσεις λόγω μείωσης λευκών αιμοσφαιρίων
200-400	θανατηφόρα δόση για το 50% των εκτεθέντων, ιδιαίτερα αν μείνουν χωρίς θεραπεία. Βλάβες στη σπλήνα και το μυελό των οστών.
> 600	θανατηφόρα έστω και με θεραπεία.



Το πλέον σαφές αποτέλεσμα της έκθεσης
είναι η *λευχαιμία*.

Όσον αφορά στις γενετικές βλάβες, αυτές,
επηρεάζοντας τα DNA και RNA,
καταλήγουν σε *μετάλλαξη*.

Πώς χρονολογείται ο ραδιενεργός άνθρακας-14

Πιθανώς να έχετε δει ή διαβάσει ιστορίες για
συναρπαστικά αρχαία αντικείμενα.

Για παράδειγμα:



*Η ηλικία του «Ευρωπαίου της
Κίνας» βρέθηκε περίπου 3000
χρόνων με τη βοήθεια της
ραδιοχρονολόγησης με
άνθρακα.*

Για τα οργανικά ευρήματα
ηλικίας όχι μεγαλύτερης
των σαράντα χιλιάδων
χρόνων χρησιμοποιείται η
μέθοδος του ραδιενεργού
ισοτόπου του άνθρακα
(^{14}C), την οποία επινόησε
το 1949 ο Γουίλαρντ
Φρανκ Λίμπι.



Χρήση ^{14}C για
χρονολόγηση σε
πράγματα όπως:

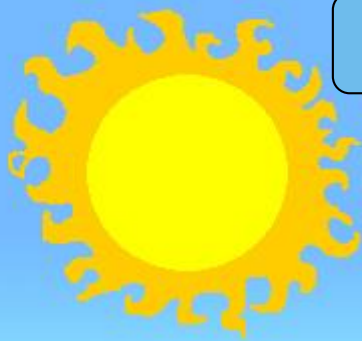
Κόκαλα

Ύφασμα

Ξύλο

Φυτικές ίνες

Παραγωγή ραδιενεργού άνθρακα-14



Cosmic radiation from space cause high-speed neutrons to collide with the nucleus of nitrogen atoms.

A neutron is captured and a proton is expelled converting nitrogen-14 [^{14}N] to the unstable nuclide of carbon-14 [^{14}C].

● neutron
● proton

^{14}C



The new carbon-14 atom reacts with oxygen [O_2] to form a new carbon dioxide [CO_2] molecule in the atmosphere.

^{14}N



● proton

CO_2 is absorbed by plants through photosynthesis. Plants are consumed by animals, allowing the radioactive C to pass through the food chain.

While living, organisms take on the same ratio of ^{12}C , ^{13}C , and ^{14}C in the same ratio that occurs in the atmosphere.



Once an organism dies (respiration stops) and the organic matter becomes isolated from the source of fresh ^{12}C from the atmosphere.



bone



^{14}C



The ^{14}C in preserved organic matter decays back to ^{14}N . However, the stable isotopes of ^{12}C and ^{13}C remain the same in the remaining organic matter. Organic matter can be preserved in any form, such as bone buried in sediments, or wood used in construction (such as in ancient ruins).

^{14}N

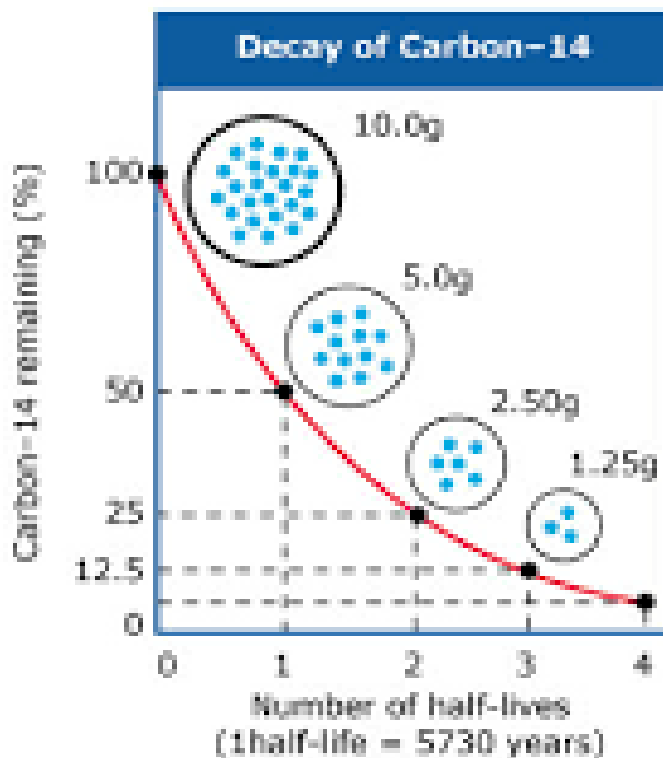


The unstable ^{14}C nucleus expels a beta particle and converts back to a stable ^{14}N nucleus.

With the half-life of ^{14}C being ~5,730 years, it is possible to compare the ^{14}C content to the remaining other stable carbon isotopes to determine the absolute age of the ancient organic matter.

- Το ισότοπο αυτό παράγεται συνεχώς στην ατμόσφαιρα από το «βομβαρδισμό» του N_2 από την κοσμική ακτινοβολία.
- Το ισότοπο αυτό ^{14}C δημιουργεί ραδιενεργό διοξείδιο του άνθρακα, $^{14}CO_2$, το οποίο αφομοιώνεται από τα φυτά και εισέρχεται έτσι στην τροφική αλυσίδα.
- Όταν ο οργανισμός πεθάνει, η αφομοίωση αυτή σταματά. Τότε ο λόγος $^{14}C/^{12}C$ μειώνεται σταθερά συναρτήσει του χρόνου που μεσολαβεί μετά το θάνατο.
- Ο χρόνος δηλαδή που έχει παρέλθει από το θάνατο ενός οργανισμού μπορεί να μετρηθεί μέσα από τον λόγο $^{14}C/^{12}C$.

Συγκεκριμένα, μετά από 5.730 χρόνια (**χρόνος υποδιπλασιασμού ή ημιζωής**) η ποσότητα του ^{14}C περιορίζεται στο μισό εκείνης που υπήρχε στον οργανισμό τη στιγμή του θανάτου, ύστερα από 11.460 χρόνια στο ένα τέταρτο κ.ο.κ.



Πως υπολογίζουμε την ηλικία ενός δείγματος με την χρήση ^{14}C :

Με την εξίσωση : $t = [\ln (N_f/N_o) / (-0.693)] \times t_{1/2}$

Για παράδειγμα αν είχαμε ένα απολίθωμα με 10% ^{14}C σε σύγκριση με ένα ζωντανό δείγμα, τότε το απολίθωμα θα είναι:

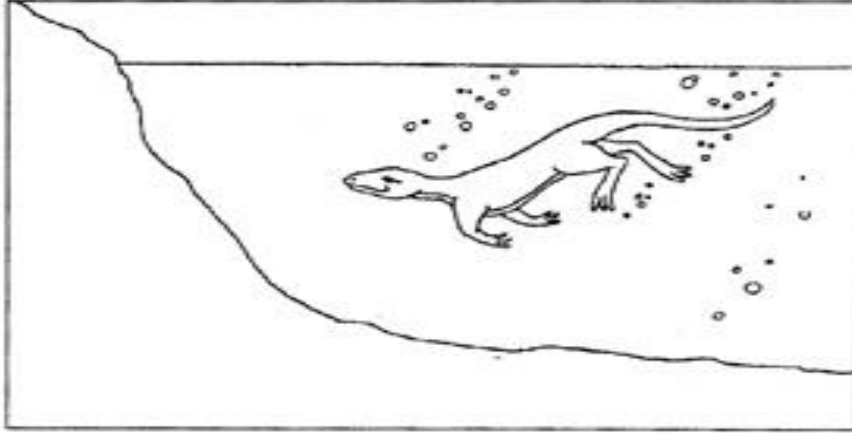
$$t = [\ln (0.10) / (-0.693)] \times 5,700 \text{ χρόνια}$$

$$t = [(-2.303) / (-0.693)] \times 5,700 \text{ χρόνια}$$

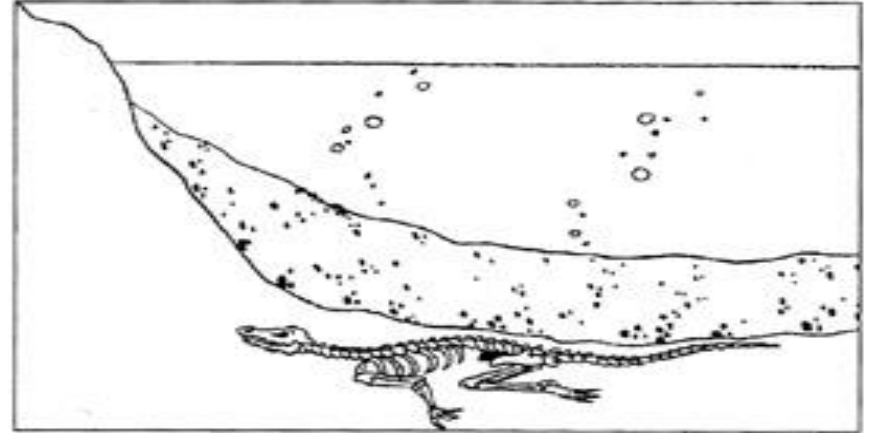
$$t = [3.323] \times 5,700 \text{ χρόνια}$$

$$\mathbf{t = 18,940 \text{ χρονών}}$$

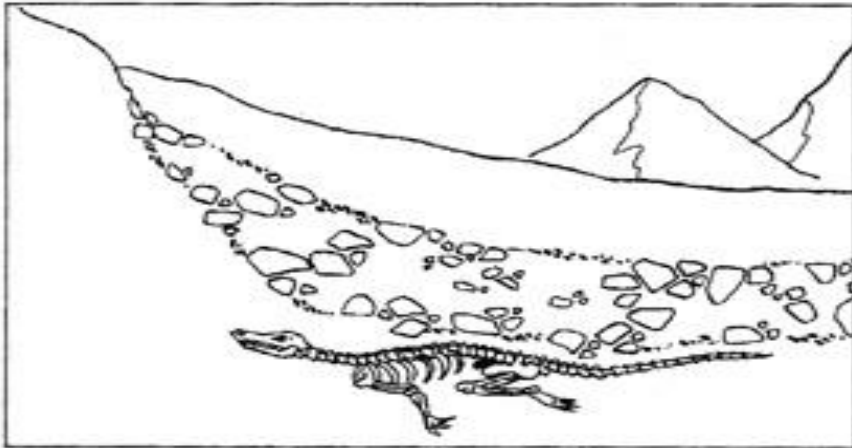
Απολίθωση



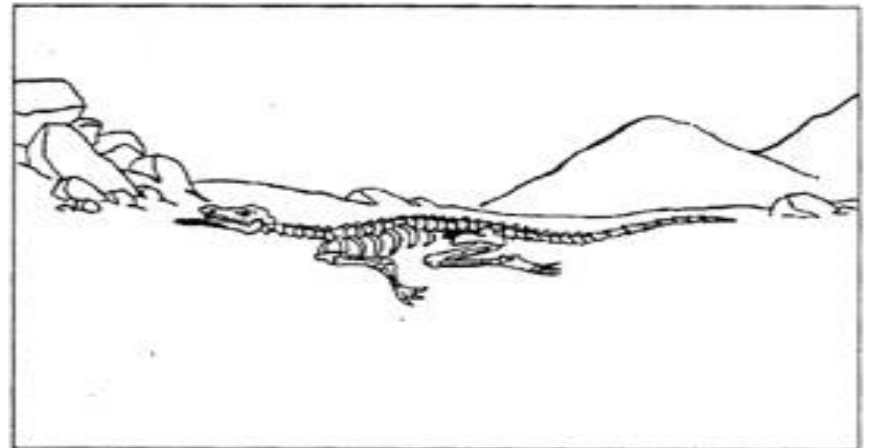
1. Το σώμα ενός νεκρού ζώου πέφτει ή μεταφέρεται στο βυθό μιας λίμνης ή ενός ποταμού.



2. Μετά από καιρό η σάρκα τρώγεται από άλλα ζώα ή σαπίζει και ο σκελετός καλύπτεται από άμμο ή λάσπη (ίζημα).



3. Μετά από μεγάλο διάστημα το ίζημα γίνεται ιζηματογενές πέτρωμα και η ύλη του σκελετού αντικαθίσταται από ανόργανη ύλη του ιζήματος.



4. Αργότερα μπορεί το ανάγλυφο να αλλάξει και ο πυθμένας να αναδυθεί. Το ιζηματογενές πέτρωμα μπορεί να διαβρωθεί και ο σκελετός να εμφανιστεί στην επιφάνεια.

Βιβλιογραφία

- 1) Διαδραστικά σχολικά βιβλία
- 2) Φωτόδεντρο
- 3) Βιβλίο Χημείας Α' Λυκείου
- 4) Διαδίκτυο
- 5) Phet : ραδιοχρονολόγηση με ^{14}C