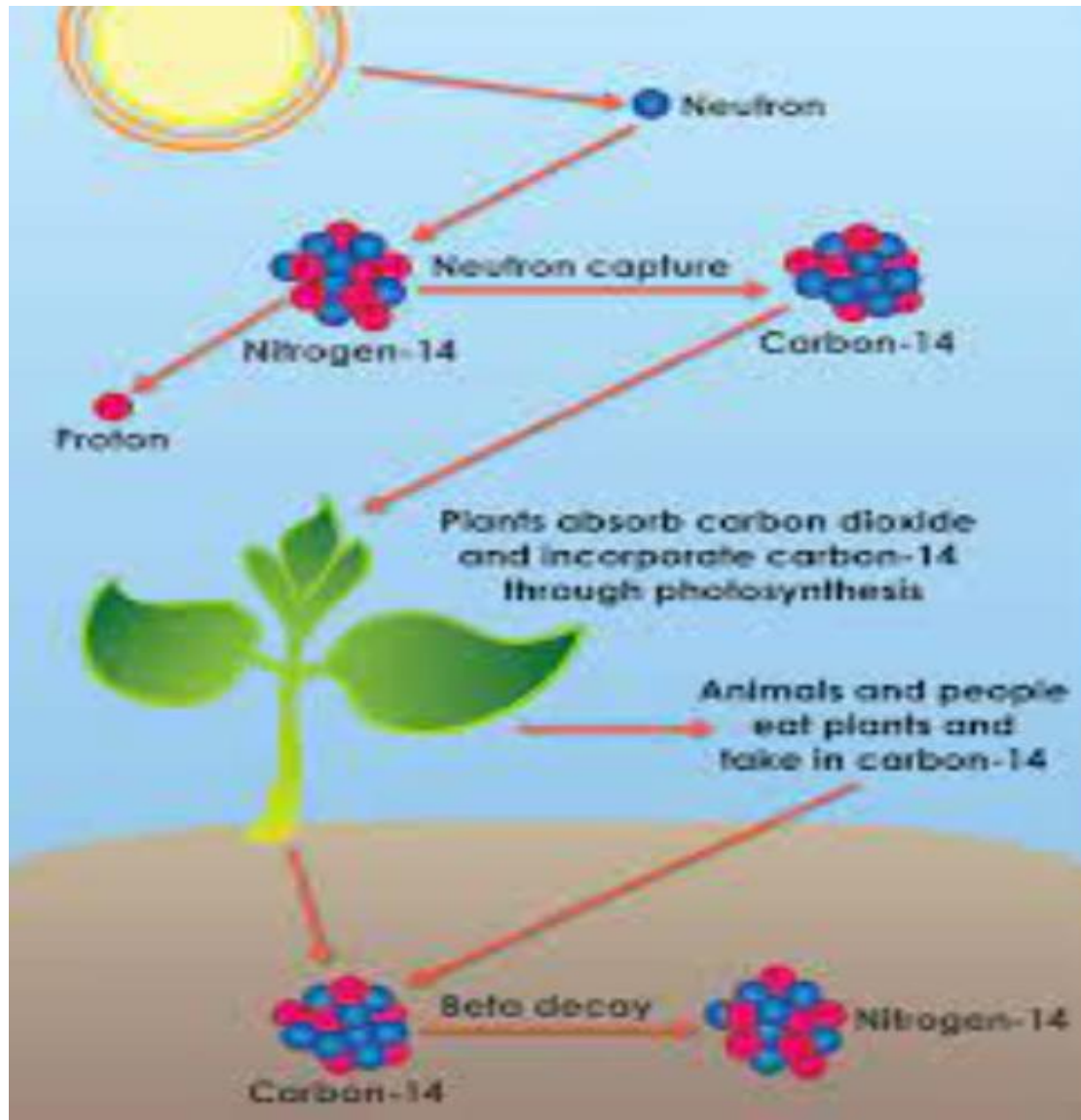


Ραδιοχρονολόγηση



Πριν από 12000 χρόνια ο άνθρωπος
πάτησε το πόδι του στην Αμερική



Πριν από **10.000 χρόνια** ο άνθρωπος ασχολήθηκε συστηματικά με την καλλιέργεια της γης (γεωργία)



Πώς κατάφερε
η Επιστήμη να προσδιορίσει την ηλικία
των ευρημάτων από τις αρχαιολογικές
ανασκαφές;



Με τη μέθοδο του ραδιενεργού άνθρακα-14

- Οι Φυσικές Επιστήμες διαθέτουν σήμερα τη μέθοδο του Άνθρακα-14 που έφερε μία πραγματική επανάσταση στην αρχαιολογία γιατί:
- **άλλαξε** δραστικά τη γνώση μας για τη χρονική εξέλιξη του πολιτισμού και του περιβάλλοντος.
- **Μεταξύ άλλων** χρονολόγησε χιλιάδες αντικείμενα εντελώς άγνωστης ή αμφισβητούμενης ηλικίας

Η ραδιοχρονολόγηση με ^{14}C

Η μέθοδος αυτή **ανακαλύφθηκε** το 1949 από τον Αμερικανό πυρηνικό χημικό W.F. Libby, ο οποίος πήρε βραβείο Nobel για την ανακάλυψη του.

Η παραπάνω μέθοδος **εφαρμόζεται σε** οργανικά υλικά (άνθρακες, ξύλα, οστά κλπ), τα οποία είναι εύκολα διαθέσιμα στις πιο πολλές αρχαιολογικές ανασκαφές.

Μάλιστα, έχει **όριο εφαρμογής τα 50.000 χρόνια** καλύπτοντας έτσι τις πιο βασικές περιόδους στην εξέλιξη του πολιτισμού.

Πώς βρίσκουμε την ηλικία ενός σκελετού;



Ο σκελετός της
Τενέας στην
Κόρινθο

Ισότοπα του άνθρακα

- Στη φύση το στοιχείο άνθρακας C απαντάται σε τρεις (3) μορφές: ^{12}C , ^{13}C που οι πυρήνες τους είναι σταθεροί και ο ^{14}C που ο πυρήνας του είναι ραδιενεργός, δηλαδή διασπάται.



Άνθρακας 12
98.9%
6 πρωτόνια
6 νετρόνια



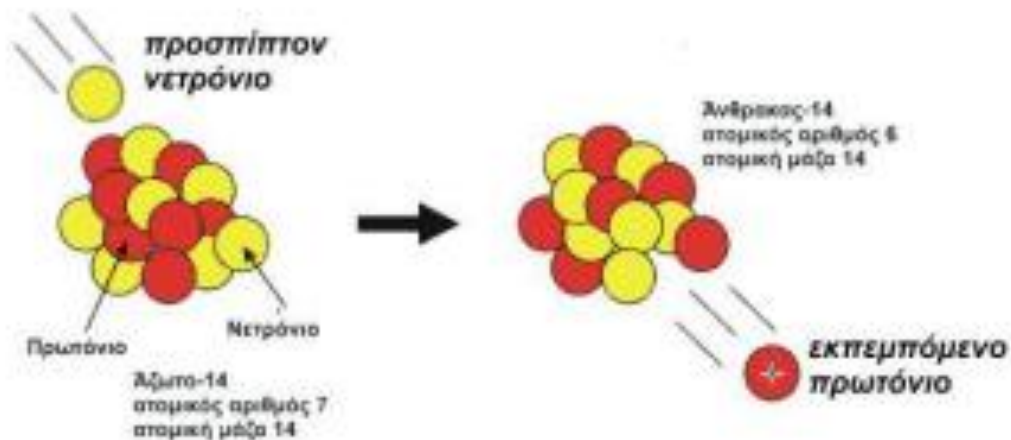
Άνθρακας 13
1.1%
6 πρωτόνια
7 νετρόνια



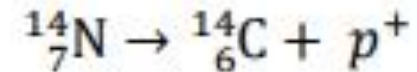
Άνθρακας 14
<0.1%
6 πρωτόνια
8 νετρόνια

Πώς δημιουργείται ο ραδιενεργός άνθρακας;

Ο ^{14}C δημιουργείται από την κοσμική
ακτινοβολία



Εικόνα 2
Σχηματισμός ^{14}C



^{14}C μέσω της τροφικής αλυσίδας περνά στους οργανισμούς

- Ο ^{14}C που παράγεται στην ανώτερης ατμόσφαιρας αντιδρά με το οξυγόνο και σχηματίζεται διοξείδιο του άνθρακα (CO_2).
- Ένα μέρος του διοξειδίου προσλαμβάνεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης και στη συνέχεια μέσω της τροφικής αλυσίδας περνάει σε όλα τα έμβια όντα και αποθηκεύεται στους ιστούς τους.



ο ^{14}C είναι ραδιενεργός, διασπάται δίνοντας ακτινοβολία (μετασχηματίζεται με διάσπαση β-σε άζωτο).

- Ο άνθρωπος όσο είναι ζωντανός απορροφά μια συγκεκριμένη ποσότητα ραδιενεργού άνθρακα, άρα εκπέμπει συγκεκριμένη ακτινοβολία που τη μετράμε με τον ανιχνευτή.

Διάσπαση β^-



ή



Μέθοδος ραδιοχρονολόγησης

- Δηλαδή, ας πούμε όσο ζω με τη συγκεκριμένη ποσότητα ^{14}C που έχω απορροφήσει, βρήκα για παράδειγμα με τον ανιχνευτή ότι, εκπέμπω ακτινοβολία **4000rem**.
- Πεθαίνω.
- Μετά από χιλιάδες χρόνια βρίσκουν τον σκελετό μου και πέστε ότι με τον ανιχνευτή μέτρησαν ότι ο σκελετός μου εκπέμπει: **2000rem**.
- Δηλαδή υποδιπλασιάστηκε η ακτινοβολία.
- Άρα υποδιπλασιάστηκε η ποσότητα του ^{14}C .
- **Γιατί;**
- Γιατί ο νεκρός οργανισμός δεν απορροφά πλέον ^{14}C .

Χρόνος ημιζωής

- Ο χρόνος που πέρασε για να μειωθεί η ποσότητα του ^{14}C στη μισή ποσότητα, στο $\frac{1}{2}$ της αρχικής ποσότητας άρα και η ακτινοβολία στη μισή ποσότητα, λέγεται **χρόνος υποδιπλασιασμού ή χρόνος ημιζωής** και είναι γνωστός για κάθε στοιχείο (έχει βρεθεί με πειράματα και με ανώτερα μαθηματικά).
- Για τον ^{14}C ο χρόνος ημιζωής είναι 5.730 χρόνια, κατά προσέγγιση 6000 χρόνια.

Πόσος χρόνος πέρασε;

- Όταν ανιχνεύσουν στο σκελετό μου τη μισή ποσότητα ακτινοβολίας (2000rem) από τα 4000rem που εκπέμπω όταν ήμουν ζωντανός, το 1/2 της ακτινοβολίας που εκπέμπω όταν ήμουνα ζωντανός (4000rem) σημαίνει ότι η ποσότητά μου μειώθηκε στο 1/2, άρα πόσος χρόνος πέρασε;
- Όσο ο χρόνος ημιζωής του ^{14}C , δηλαδή πέρασαν 5730 χρόνια, ας πούμε 6000 χρόνια.

Δεύτερο παράδειγμα

- Αν για παράδειγμα με τον ανιχνευτή μέτρησαν ότι ο σκελετός μου **εκπέμπει ακτινοβολία 1000rem**, δηλαδή το $\frac{1}{4}$ της ακτινοβολίας που εκπέμπω όταν ήμουνα ζωντανός (4000rem).
- Τότε και **η ποσότητα του ^{14}C θα έχει μειωθεί στο $\frac{1}{4}$.**
- Το $\frac{1}{4}$ της αρχικής ποσότητας ^{14}C είναι η μισή της μισής ποσότητας.
- Για τη μισή ποσότητα είχαν περάσει 6000 χρόνια.
- Για να γίνει ξανά μισή η μισή ποσότητα πέρασαν και **άλλα 6000 χρόνια.**
- **Σύνολο: 6000 + 6000 = 12000 χρόνια.**
- (5730+5730=11460 περίπου 11000 χρόνια ο σκελετός της Τενέας, με ποσοστό σφάλματος 4,1%)

Τρίτο παράδειγμα

Αν για παράδειγμα με τον ανιχνευτή μέτρησαν ότι ο σκελετός μου εκπέμπει ακτινοβολία 500rem.

Πόση θα είναι η ηλικία του σκελετού μου;

- Τα 500rem = $1/8$ του 4000rem = $1/8$ της αρχικής ποσότητας ^{14}C
- $1/8 = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 =$ η μισή της μισής της μισής = $6000 + 6000 + 6000 = 18000$ χρόνια.

Τελευταίο παράδειγμα

Αν για παράδειγμα με τον ανιχνευτή
μέτρησαν ότι ο σκελετός μου
εκπέμπει ακτινοβολία 250rem.

**Πόση θα είναι η ηλικία του σκελετού
μου;** $250 = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 4000$

$= 6000 + 6000 + 6000 + 6000 = 24000$ χρόνια