

## Η ραδιοχρονολόγηση με $^{14}\text{C}$ - Φύλλο εργασίας



Τάξη	A' Λυκείου	Ονοματεπώνυμο	
Μάθημα	Χημεία		.....
Γνωστικό αντικείμενο	Πυρηνική Χημεία		..
Διδακτική ενότητα	Εφαρμογές των ραδιοϊσοτόπων	Τμήμα	.....
Απαιτούμενος χρόνος	2 διδακτικές ώρες	Ημερομηνία	.....

### Ειδικοί διδακτικοί στόχοι

Το λογισμικό αυτό θα σας βοηθήσει:

- Να ορίζετε τι είναι μια πυρηνική αντίδραση και να διατυπώνετε τα διάφορα είδη μιας ραδιενεργού διάσπασης.
- Να ορίζετε τις έννοιες ενεργότητα, ειδική ενεργότητα, χρόνος ημιζωής και να διατυπώνετε τις μαθηματικές σχέσεις που συνδέουν τις έννοιες αυτές.
- Να μπορείτε να ορίζετε τη μονάδα ενεργότητας **1 Becquerel (1 Bq)**.
- Να μπορείτε να εξηγήσετε γιατί το ποσοστό του  $^{14}\text{C}$  σε σχέση με τον  $^{12}\text{C}$  παραμένει σταθερό σε ζώντες οργανισμούς καθώς και τον λόγο που το ποσοστό αυτό μειώνεται σε νεκρούς οργανισμούς.
- Να υπολογίζετε την ενεργότητα, την ειδική ενεργότητα και την ηλικία ενός δείγματος που περιέχει  $^{14}\text{C}$ .

### Αναλυτική περιγραφή

Η εκκίνηση της εφαρμογής «Η ραδιοχρονολόγηση με  $^{14}\text{C}$ » γίνεται με διπλό κλικ στο αρχείο «C14.html». Η εφαρμογή περιλαμβάνει έξι ενότητες. Η 1<sup>η</sup> 2<sup>η</sup> 3<sup>η</sup> και 5<sup>η</sup> ενότητα καλύπτουν το θεωρητικό μέρος, ενώ η 4<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> ενότητα καλύπτουν τα υπολογιστικά μέρη της εφαρμογής.

**Η ραδιοχρονολόγηση με  $^{14}\text{C}$**

**Η ραδιενεργός διάσπαση**

Η ραδιενεργός διάσπαση είναι μια πυρηνική αντίδραση κατά την οποία ένας πυρήνας διασπάται αυθόρμητα εκπέμποντας ακτινοβολία. Στον επόμενο πίνακα δίνονται πληροφορίες για τα είδη ραδιενεργού διάσπασης και τις ακτινοβολίες που εκπέμπονται.

Όνομα	Περιγραφή	Παράδειγμα
Διάσπαση α	Διάσπαση πυρήνα και εκπομπή πυρήνα He ή σωματιδίου αλφα (ακτινοβολία α)	$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$
Διάσπαση $\beta^+$	Διάσπαση πυρήνα και εκπομπή ποζιτρονίου ή σωματιδίου $\beta^+$	$^{90}_{43}\text{Tc} \rightarrow ^{90}_{42}\text{Mo} + ^0_{+1}\text{e}$
Διάσπαση $\beta^-$	Διάσπαση πυρήνα και εκπομπή ηλεκτρονίου ή σωματιδίου $\beta^-$	$^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + ^0_{-1}\text{e}$
Διάσπαση γ	Διάσπαση διεγερμένου πυρήνα και εκπομπή σωματιδίου γ (ακτινοβολία γ)	$^{222}_{86}\text{Rn}^* \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + \gamma$

Στην αρχή είναι ενεργοποιημένη η ενότητα «Ραδιενεργός διάσπαση» και εμφανίζεται η παραπάνω οθόνη όπου μπορείτε να μελετήσετε τις διάφορες μορφές της ραδιενεργού διάσπασης.

Κατόπιν πρέπει να μελετήσετε την θεωρία που υπάρχει στην 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ενότητα και μετά να επιλέξετε την 4<sup>η</sup> ενότητα. Η ενότητα αυτή που έχει την παρακάτω μορφή, έχει τον τίτλο «Μελέτη ρυθμού διάσπασης του  $^{14}\text{C}$ » και χωρίζεται σε τέσσερις τομείς.

Στον πρώτο τομέα αυτής της ενότητας που έχει τίτλο «Δεδομένα», εμφανίζεται ο χρόνος ημιζωής του  $^{14}\text{C}$  που είναι 5730 χρόνια.

Ο δεύτερος τομέας έχει τίτλο «Περιγραφή προβλήματος». Στον τομέα μπορείτε να ορίσετε την αρχική ενεργότητα του δείγματος και τον χρόνο που πέρασε. Για τον ορισμό των δεκαδικών ψηφίων πρέπει να χρησιμοποιήσετε την τελεία (.) και όχι το κόμμα (,).

Στον τρίτο τομέα που έχει τίτλο «Υπολογισμός», μπορείτε, πιέζοντας το κουμπί «Υπολογισμός ενεργότητας» να βρείτε την ενεργότητα του δείγματος.

Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στον τελευταίο τομέα της ενότητας αυτής που έχει τίτλο «Αποτέλεσμα».

Την παραπάνω διαδικασία μπορείτε να την επαναλάβετε όσες φορές θέλετε, αλλάζοντας τα δεδομένα.

## Δραστηριότητες

### A. Εισαγωγική δραστηριότητα

Γνωριμία με την εφαρμογή «Η ραδιοχρονολόγηση με  $^{14}\text{C}$ ».

1. Εκκινήστε την εφαρμογή «Η ραδιοχρονολόγηση με  $^{14}\text{C}$ » κάνοντας διπλό κλικ στο αρχείο «C14.html» και κατόπιν επιλέξτε την ενότητα με τίτλο «Μελέτη ρυθμού διάσπασης του  $^{14}\text{C}$ ».
2. Εισάγετε στο κελί με την ένδειξη αρχική ενεργότητα δείγματος τον αριθμό 800 και κατόπιν στο κελί που σχετίζεται με τον χρόνο που πέρασε εισάγετε 5730 έτη.
3. Πατήστε το κουμπί «Υπολογισμός ενεργότητας».
4. Παρατηρήστε ότι στο τομέα της ενότητας με τίτλο «Αποτέλεσμα» η εφαρμογή απάντησε: «Η ενεργότητα του δείγματος μετά από 5730 έτη θα είναι 400 Bq».
5. Συζητήστε με τους συμμαθητές σας το αποτέλεσμα.

Επαναλάβετε τα στάδια 2, 3, 4, και 5 για αρχική ενεργότητα 160 Bq και χρόνο που πέρασε 11460 έτη και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

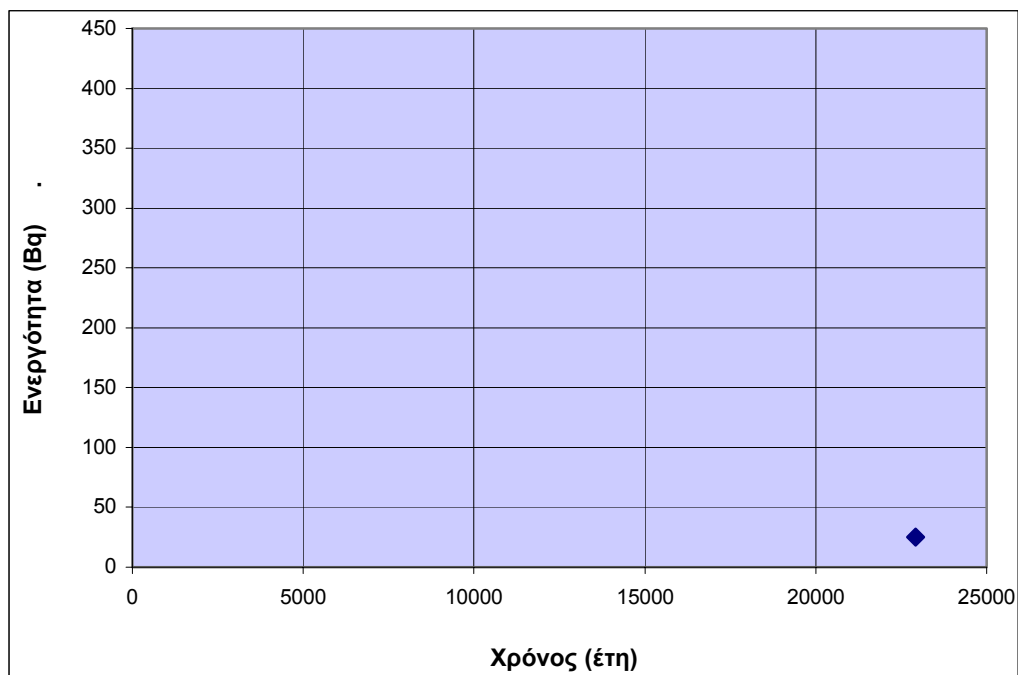
Πίνακας τιμών τελικής ενεργότητας δείγματος με σταθερή αρχική ενεργότητα δείγματος.		
ΑΡΧΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Bq)	ΧΡΟΝΟΣ ΠΟΥ ΠΕΡΑΣΕ (έτη)	ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Bq)
800	5730	...
160	11460	...

#### Β. Δημιουργία διαγράμματος ενεργότητας- χρόνου.

1. Στο κελί της αρχικής ενεργότητας πληκτρολογήστε 400 Bq, και κατόπιν κρατώντας πάντα σταθερή την επιλογή αυτή, πληκτρολογήστε στο κελί του χρόνου που πέρασε διαδοχικά τους παρακάτω αριθμούς που αφορούν τον χρόνο που πέρασε.
2. Υπολογίστε την τελική ενεργότητα πατώντας το κουμπί «Υπολογισμός ενεργότητας».
3. Συμπληρώστε τις τιμές της τελικής ενεργότητας του δείγματος στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας τιμών τελικής ενεργότητας δείγματος με σταθερή αρχική ενεργότητα δείγματος.		
ΑΡΧΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Bq)	ΧΡΟΝΟΣ ΠΟΥ ΠΕΡΑΣΕ (έτη)	ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Bq)
400	5730	...
400	11460	...
400	17190	...
400	22920	...

4. Κατόπιν να ολοκληρώσετε το παρακάτω διάγραμμα.
5. Με την βοήθεια του διαγράμματος να υπολογίσετε (περίπου) την τελική ενεργότητα ενός δείγματος που έχει αρχική ενεργότητα 400 Bq και έχουν περάσει 15000 έτη.



Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω δραστηριοτήτων μελετήστε καλά την 5<sup>η</sup> ενότητα που έχει τίτλο «Μέθοδος ραδιοχρονολόγησης με  $^{14}\text{C}$ » και κατόπιν επιλέξτε την τελευταία ενότητα που έχει τίτλο «Ραδιοχρονολόγηση με  $^{14}\text{C}$ ».

Η ενότητα αυτή έχει την παραπάνω μορφή και υπάρχουν τέσσερις τομείς. Στον πρώτο τομέα αυτής της ενότητας που έχει τίτλο «Δεδομένα», υπάρχουν τα δεδομένα της ραδιοχρονολόγησης, δηλ. ο χρόνος ημιζωής που για τον  $^{14}\text{C}$  είναι 5730 χρόνια και η ειδική ενεργότητα του ατμοσφαιρικού άνθρακα που είναι 0,255 Bq/g.

Ο δεύτερος τομέας έχει τίτλο «Περιγραφή δείγματος». Στον τομέα αυτό έχετε δύο επιλογές:

- Να ορίσετε εσείς την μάζα και την ενεργότητα του δείγματος, οπότε πατώντας το κουμπί «Υπολογισμός ειδικής ενεργότητας δείγματος», εμφανίζεται η ειδική ενεργότητα του δείγματος.
- Να αγνοήσετε τα κελιά της μάζας και της ενεργότητας του δείγματος, να αγνοήσετε επίσης και το κουμπί «Υπολογισμός ειδικής ενεργότητας δείγματος» και να τοποθετήσετε κατευθείαν την ειδική ενεργότητα του δείγματος.

Ανεξάρτητα του τρόπου που θα εισάγετε τα δεδομένα είναι αυτονόητο ότι το τελικό αποτέλεσμα της ειδικής ενεργότητας του δείγματος πρέπει να είναι μεγαλύτερο του μηδενός και μικρότερο του 0,255 Bq/g.

Επίσης για τον ορισμό δεκαδικών ψηφίων πρέπει να χρησιμοποιήσετε την τελεία (.) και όχι το κόμμα (,).

Στον τρίτο τομέα της ενότητας αυτή που έχει τίτλο «Υπολογισμός», μπορείτε, με δεδομένη την ενεργότητα του δείγματος, πιέζοντας το κουμπί «Υπολογισμός της ηλικίας του δείγματος» να δείτε την ηλικία του δείγματος. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στον τελευταίο τομέα της ενότητας αυτής που έχει τίτλο «Αποτελέσματα».

## Γ. Προσδιορισμός της ηλικίας διαφόρων ευρημάτων.

Να προσδιορίσετε αρχικά με την βοήθεια της μάζας και της ενεργότητας του δείγματος την ειδική ενεργότητα και κατόπιν να υπολογίσετε την ηλικία των παρακάτω δειγμάτων:

Υπολογισμός της ηλικίας δείγματος με την βοήθεια της ειδικής ενεργότητας.				
ΕΙΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΜΑΖΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (g)	ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Bq)	ΕΙΔΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Bq/g)	ΗΛΙΚΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (ΕΤΗ)
Οστό από λιοντάρι που ζούσε στην Ελλάδα.	4	0,012		
Αγγείο από προϊστορικό οικισμό.	0,8	0,0568		
Πάπυρος της αρχαίας Αιγύπτου.	0,1	0,011		
Αγγείο που βρέθηκε στην Ακρόπολη.	3,02	0,57		
Στολή σταυροφόρου.	2,2	0,508		