Δραστηριότητα 1

ΠΑΓΟΣ

9 Μαΐου 2017

EUSO COPENHAGEN 2017

Εισαγωγή

Καλωσορίσατε στο Εργαστήριο Πάγου. Αυτό θα είναι το μέρος της εργασίας σας στις επόμενες ώρες. Θα ερευνήσετε το κλίμα και τις συνθήκες ζωής κατά τους παρελθοντικούς χρόνους.

Το αυξανόμενο ποσό των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αλλάζει το κλίμα της γης με ένα αποφασιστικό τρόπο. Οι ειδικοί αντιπαρατίθενται σχετικά με την αναμενόμενη αύξηση στην παγκόσμια μέση θερμοκρασία και εάν αυτή πρόκειται να οδηγήσει σε μια βίαιη τήξη του στρώματος πάγων των πόλων. Ανάμεσά σε αυτούς τους πάγους είναι και ο πάγος της ενδοχώρας της Γροιλανδίας. Μια τέτοια τήξη θα οδηγούσε στην άνοδο του επιπέδου των ωκεανών κατά αρκετά μέτρα

Εάν είμαστε σε θέση να προβλέψουμε το μελλοντικό κλίμα, υπάρχει επιτακτική ανάγκη να βελτιώσουμε τη γνώση και την κατανόησή μας για το κλίμα του παρελθόντος. Ένα από τα εργαλεία για αυτό είναι η έρευνα στις στήλες πάγου – δείγματα από τους πάγους των πόλων – που εξορύσσονται με τρυπανισμό από την επιφάνεια των πάγων μέχρι τον συμπαγή βράχο που βρίσκεται από κάτω. Στη Γροιλανδία το πάχος του πάγου που έχει επικαθίσει είναι σε μερικά μέρη μεγαλύτερο από 3000 m. Οι στήλες πάγου εκπροσωπούν μια πηγή γνώσης για να αντιληφθούμε το κλίμα του παρελθόντος. Μετρήσεις των ιδιοτήτων του πάγου και το περιεχόμενό του σε προσμίξεις και φυσαλίδες αέρα μας επιτρέπουν να διερευνήσουμε την ατμόσφαιρα, τις θάλασσες και τις επικαλύψεις πάγου του παρελθόντος με μια πληθώρα πληροφοριών.

Εικόνα 1.0. Η Γροιλανδία, η οποία βρίσκεται κοντά στον Βόρειο Πόλο. Οι τοποθεσίες των σημείων διάτρησης NEEM και Dye-3 φαίνονται στην εικόνα.

Εσείς θα διερευνήσετε δείγματα από στήλες πάγου από το σταθμό ελέγχου NEEM στη Γροιλανδία και θα αναλύσετε τμήματα DNA σε δείγματα από την περιοχή Dye-3. Επιπρόσθετα, θα προσδιορίσετε οργανισμούς που έχουν ζήσει πρόσφατα από τις ονομαζόμενες τρύπες κρυοκονίτη στον αρκτικό πάγο. Θα χαρακτηρίσετε το κλίμα σε προγενέστερες περιόδους από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς ελέγχους. Με αυτό τον τρόπο θα συνεισφέρετε αποφασιστικά στην κατανόηση του

κλίματος, τόσο του παρόντος όσο και της μεσοπαγετώδους περιόδου και έτσι να βελτιώσετε τη κατανόηση της δυναμικής του κλιματικού συστήματος και της δυνατότητας να προβλέψουμε την αντίδραση των επικαλύψεων πάγου σε μελλοντικές κλιματικές αλλαγές.

Πείραμα 1 32 μονάδες

Εισαγωγή

Οι στήλες πάγου των πολικών περιοχών μπορούν να μας δώσουν πολύτιμες πληροφορίες για το κλίμα παρελθόντων εποχών. Ο Willi Dansgaard, ένας πρωτοπόρος στην έρευνα των στηλών πάγου των πολικών περιοχών, πρότεινε το 1952 ότι ο λόγος των βαρέων προς τα ελαφρά ισότοπα οξυγόνου στα μόρια νερού των πολικών περιοχών δείχνει μία ισχυρή συσχέτιση με τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας την περίοδο της χιονόπτωσης. Ως αποτέλεσμα, η μελέτη του πάγου από τα βαθύτερα στρώματα της Γροιλανδίας και των στρωμάτων χιονιού της Ανταρκτικής δίνει πληροφορίες για το κλίμα προηγούμενων περιόδων που πηγαίνουν πίσω στο χρόνο δεκάδες μέχρι εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια.

Εδώ θα έχετε μία μοναδική ευκαιρία να πάρετε μετρήσεις και να κάνετε υπολογισμούς χρησιμοποιώντας ένα πραγματικό δείγμα στήλης πάγου από τα στρώματα χιονιού της Γροιλανδίας. Πρώτα, θα πάρετε μετρήσεις της πυκνότητας του πάγου και αργότερα θα αποφανθείτε για θερμοκρασίες της Γροιλανδίας παρελθόντων ετών, χρησιμοποιώντας μετρήσεις φασματογράφου λέιζερ τελευταίας τεχνολογίας.

Υλικά

- 1 κυλινδρικό δείγμα στήλης πάγου, πάχους 2 cm
- 1 ποτήρι ζέσεως, 1000 mL
- 1 μπουκάλι κρύο, απιονισμένο νερό
- 1 εργαστηριακή ζυγαριά ακριβείας (+/- 0.1 g)
- 1 πιρούνι για πατάτες
- 1 θερμόμετρο
- 1 πλαστικό διαστημόμετρο (παχύμετρο)
- Χιλιοστομετρικό (μιλιμετρέ) χαρτί
- 2 μπουκάλια με δείγματα νερού από στήλη πάγου – θα μοιραστούν
- 2 πλαστικές πιπέττες (pipettes)
- 2 φιαλίδια

1.1 Η πυκνότητα του πάγου

Το πάνω στρώμα του πάγου της Γροιλανδίας αποτελείται από μαλακό χιόνι (firn). Με τον όρο «μαλακό χιόνι» (στα Γερμανικά «firn» κυριολεκτικά σημαίνει περσινό χιόνι) αναφερόμαστε στο υλικό που υπόκειται σε διαδικασία συμπύκνωσης από χιόνι σε στερεό πάγο. Το πρώτο μέρος αυτής της εργασίας είναι η πειραματική εξακρίβωση της πυκνότητας ενός πραγματικού δείγματος στήλης πάγου από τη Γροιλανδία.

Παρακαλώ προσέξτε τα ακόλουθα:

Το ακόλουθο πείραμα απαιτεί να εργαστείτε με ένα κομμάτι πάγου σε ένα περιβάλλον με θερμοκρασία πάνω από °C. Ως αποτέλεσμα, συνιστάται να προετοιμάσετε τα όργανα που θα χρησιμοποιήσετε, να διαβάσετε προσεκτικά τα βήματα της εργασίας και να ετοιμάσετε ένα σχέδιο δράσης ως ομάδα πριν να φέρετε το δείγμα στήλης πάγου από το ψυγείο. **Εκτεταμένες καθυστερήσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος μπορεί να οδηγήσουν σε αχρείαστη τήξη του δείγματος και συνεπώς κακές μετρήσεις**.

Ερώτηση 1.1

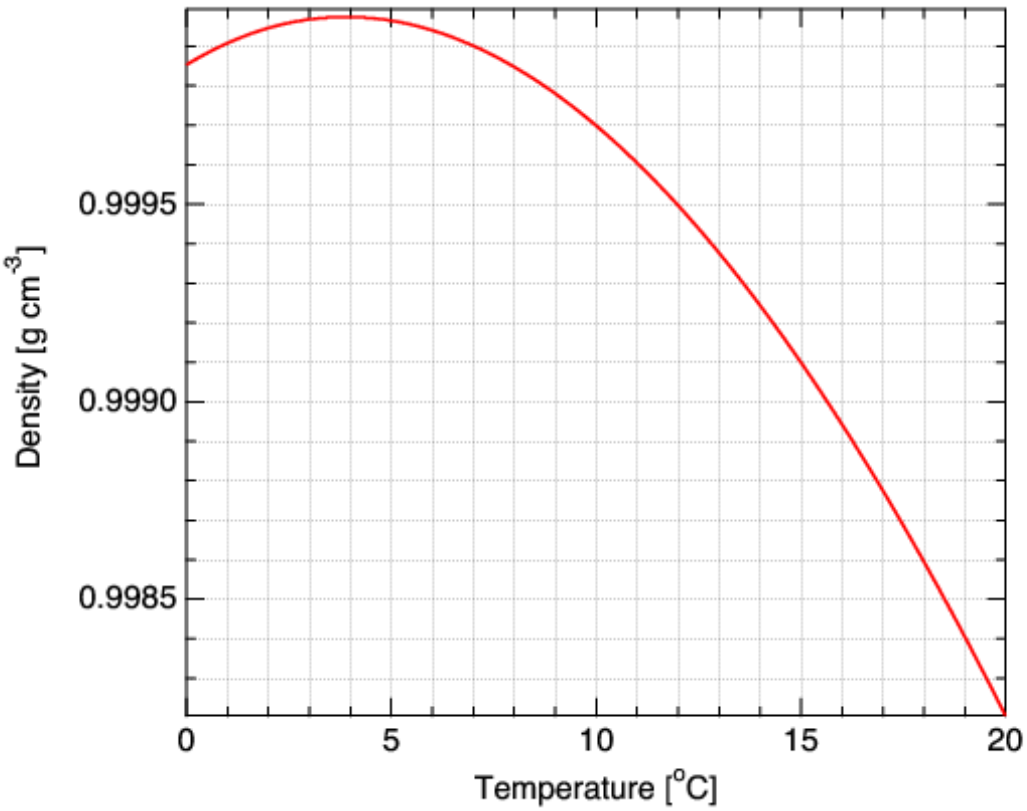
Να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα.

Ερώτηση 1.1.1

a. Να παραλάβετε το ποτήρι ζέσεως και το κρύο απιονισμένο νερό από το ψυγείο και να γεμίσετε το ποτήρι ζέσεως με 0,5 L νερού. Να μετρήσετε τη θερμοκρασία του νερού (σε °C).

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.1 του φύλλου απαντήσεων.*

b. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα που δίνεται στην **Εικόνα 1.1**, να βρείτε την πυκνότητα του νερού για τη θερμοκρασία που μετρήσατε.



Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.1 του φύλλου απαντήσεων.*

Εικόνα 1.1. Η πυκνότητα του νερού σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία.

Ερώτηση 1.1.2

c. Να τοποθετήσετε το ποτήρι ζέσεως πάνω στη ζυγαριά και να μετρήσετε τη μάζα του ποτηριού ζέσεως και του νερού .

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.2 του φύλλου απαντήσεων.*

d. Να παραλάβετε το δείγμα του πυρήνα πάγου από το ψυγείο.

e. Χρησιμοποιώντας το πλαστικό διαστημόμετρο (παχύμετρο), να μετρήσετε τη διάμετρο και το πάχος του δείγματός σας.

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.2 του φύλλου απαντήσεων.*

f. Να τοποθετήσετε το δείγμα πάγου στο νερό. Να μετρήσετε τη νέα μάζα .

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.2 του φύλλου απαντήσεων.*

g. Να ασκήσετε δύναμη με το πηρούνι, έτσι ώστε ο πάγος μόλις να βυθιστεί ολόκληρος. Να καταγράψετε τη νέα ένδειξη . (Να κρατήσετε σταθερό το πιρούνι κατά τη διάρκεια της μέτρησης, χωρίς αυτό να βυθίζεται στο νερό.)

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.2 του φύλλου απαντήσεων.*

Ερώτηση 1.1.3

h. Να υπολογίσετε τον όγκο του δείγματός σας.

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.3 του φύλλου απαντήσεων.*

i. Να υπολογίσετε τη μάζα του δείγματος πυρήνα πάγου.

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.3 του φύλλου απαντήσεων.*

j. Να χρησιμοποιήσετε τα αποτελέσματα των βημάτων h και i για να υπολογίσετε την πυκνότητα του πάγου .

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.3 του φύλλου απαντήσεων.*

k. Να χρησιμοποιήσετε τα αποτελέσματα των βημάτων g και i για να δώσετε μία δεύτερη εκτίμηση της πυκνότητας του πάγου . Να δείξετε τα ενδιάμεσα βήματα του υπολογισμού σας.

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.3 του φύλλου απαντήσεων.*

Ερώτηση 1.1.4

Σε αυτήν την ερώτηση οι αβεβαιότητες (σφάλματα) σε κάποιες από τις μετρήσεις θα εκτιμηθούν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ελάχιστης – μέγιστης τιμής (min – max method).

l. Να υπολογίσετε τη διαφορά .

Ø *Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.4 του φύλλου απαντήσεων.*

m. Πιθανότατα θα έχετε παρατηρήσει ότι η ένδειξη που διαβάζετε για όταν ο πάγος είναι βυθισμένος είναι κάπως ασταθής. Να δώσετε μία εκτίμηση για την αβεβαιότητα .

Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.4 του φύλλου απαντήσεων.

n. Βασιζόμενοι στην απάντησή σας στο βήμα m, να δώσετε μία εκτίμηση του σφάλματος .

Να καταγράψετε την εκτίμηση στο κουτί 1.1.4 του φύλλου απαντήσεων.

o. Θεωρώντας ότι η ποιότητα της κοπής του δείγματος και της μέτρησης με το διαστημόμετρο (παχύμετρο) οδηγούν σε μία αβεβαιότητα 0,2 mm, τόσο για το όσο και το , να υπολογίσετε την αβεβαιότητα της εκτίμησης για το και το (,).

Να καταγράψετε το αποτέλεσμα στο κουτί 1.1.4 του φύλλου απαντήσεων.

1.2 Συμπύκνωση (συμπίεση) του χιονιού σε πάγο και πίεση του πάγου

Η (πιεστική) δύναμη που χρειάζεται για να επιτευχθεί η συμπύκνωση του μαλακού χιονιού προέρχεται από το ίδιο το βάρος του υλικού. Ως αποτέλεσμα, η πυκνότητα αυξάνεται με την αύξηση του βάθους , όπως φαίνεται στην **Εικόνα 1.2**. Η πίεση σε ένα βάθος δίνεται από τη συνάρτηση:

όπου είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 ms^{-2}) και είναι η μάζα της στήλης του υπερκείμενου πάγου στο βάθος με εμβαδόν διατομής .

Ερώτηση 1.2.1

Βασιζόμενοι στη συνάρτηση για την πίεση και την **Εικόνα 1.2**, να αποφανθείτε αν οι επόμενες προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες.

Πρόταση	**Σωστή**	**Λάθος**
Η εξαρτάται μόνο από το βάθος .		
Σε πολύ μεγάλα βάθη, η πίεση είναι χονδρικά γραμμική συνάρτηση του βάθους.		
Η εξαρτάται από το βάθος και την πυκνότητα .		
Η είναι ανεξάρτητη του βάθους .		
Η είναι ανεξάρτητη από το εμβαδόν διατομής της στήλης.		

Να μαρκάρετε (τσεκάρετε) τις απαντήσεις σας στο κουτάκι 1.2.1 του φύλλου απαντήσεων.

Ερώτηση 1.2.2

Να εκτιμήσετε την πίεση και την πυκνότητα του πάγου στα ακόλουθα βάθη, χρησιμοποιώντας την Εικόνα 1.2.

Βάθος [m]	Πυκνότητα [kgm^{-3}]	Πίεση [kPa]
0		
80		
160		
1000		

Να δώσετε τις απαντήσεις σας στο κουτί 1.2.2 του φύλλου απαντήσεων.

Το μικρό μας τρυπάνι μπορεί να αποσπάσει στήλες πάγου (ice cores) με διάμετρο 74 mm και μήκος 1 m από βάθη μέχρι 350 m.

Ερώτηση 1.2.3

Να υπολογίσετε τη μάζα μίας στήλης πάγου που αποσπάστηκε με τρυπάνι από τα ακόλουθα βάθη.

Να δώσετε τις απαντήσεις σας στο κουτί 1.2.3 του φύλλου απαντήσεων.

Βάθος [m]	Μάζα [kg]
80	
160	

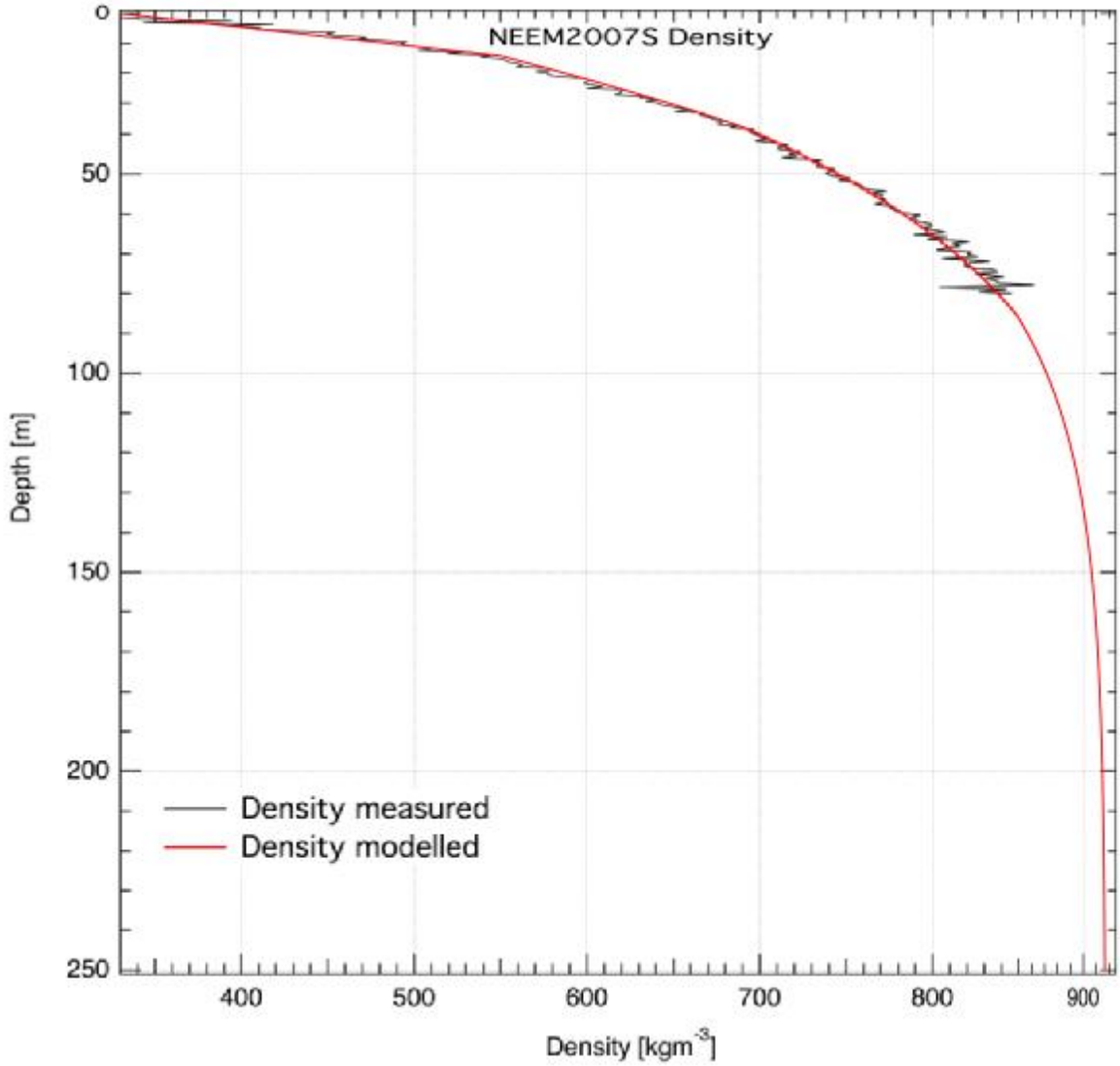
Το μεγάλο τρυπάνι μπορεί να αποσπάσει στήλες πάγου με διάμετρο 98 mm και μήκος 4 m από βάθη που φτάνουν στη βάση του στρώματος πάγου.

Ερώτηση 1.2.4

Να υπολογίσετε τη μάζα στήλης πάγου που εξορύχθηκε με το μεγάλο τρυπάνι από τα ακόλουθα βάθη.

Να δώσετε τις απαντήσεις σας στο κουτί 1.2.4 του φύλλου απαντήσεων.

Βάθος [m]	Μάζα [kg]
1000	
2000	



Εικόνα 1.2. Πυκνότητα πάγου από την ενδοχώρα της Γροιλανδίας σε συνάρτηση με το βάθος (να προσέξετε τον προσανατολισμό των αξόνων).

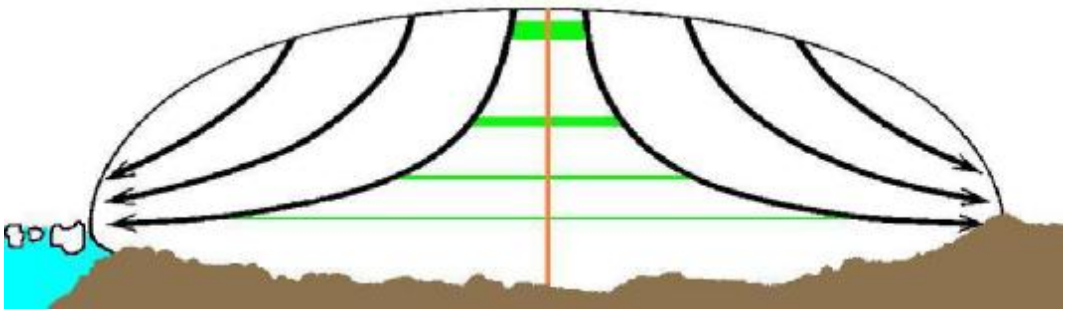
1.3 Χρονολόγηση πάγου και ισότοπων.

Για το επόμενο κομμάτι αυτού του πειράματος θα εργαστείτε με δείγματα από στήλες πάγου από το βαθύτερο κομμάτι της NEEM στήλης πάγου. Η στήλη πάγου NEEM εξορύχτηκε με τρυπάνι στη Βόρειο-ανατολική Γροιλανδία μεταξύ 2007 και 2012 και περιείχε πάγο από την προηγούμενη θερμή μεσοπαγετώδη περίοδο (διάστημα ανάμεσα σε περιόδους παγετώνων).

Θα σας δοθούν δυο φιάλες με πραγματικό δείγμα από στήλες πάγου από δυο διαφορικά βάθη του στρώματος πάγου. Θα σας ζητηθεί να εκτιμήσετε την ηλικία και των δυο δειγμάτων, να υπολογίσετε τη θερμοκρασία πάνω από το στρώμα πάγου και στο τέλος θα σας ζητηθεί να παρασκευάσετε δείγματα σε φιαλίδια με σκοπό να πραγματοποιήσετε ανάλυση για ισότοπα σε φασματόμετρο λέιζερ (laser spectrometer).

Ροή πάγου

Συνήθως θεωρούμε τον πάγο ως στερεό. Στη πραγματικότητα, ο πάγος είναι ένα υλικό το οποίο υπό πίεση συμπεριφέρεται ως ρευστό και καμία άλλη περιοχή στον κόσμο δεν είναι καλύτερο παράδειγμα αυτής της συμπεριφοράς από τα στρώματα πάγου της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής. Κάθε χρόνο ένα νέο στρώμα χιονιού πέφτει πάνω στο ήδη υπάρχον στρώμα πάγου. Μετά την διαδικασία συμπύκνωσης που έχει υποστεί ένα ετήσιο στρώμα χιονιού, το βάρος του υπερκείμενου πάγου έχει ως αποτέλεσμα μία συνεχή διάταση (τράβηγμα) και λέπτυνση των στρωμάτων πάγου. Όπως φαίνεται στη Εικόνα 1.3, ένα στρώμα πάγου με αρχικό πάχος 20 cm (τυπικό στη περίπτωση του NEEM για παρούσες συνθήκες) υπόκειται μια διαδικασία λέπτυνσης που έχει ως αποτέλεσμα στο βάθος των 1000 m το ίδιο στρώμα να έχει πάχος περίπου 10 cm (50% της αρχικής τιμής)



Εικόνα 1.3. Ροή του πάγου

Χρησιμοποιώντας πολύ ακριβείς και μεγάλης ανάλυσης μετρήσεις ισοτόπων και προσμίξεων στο νερό, είμαστε σε θέση να μετρήσουμε το πάχος των ετήσιων στρωμάτων στη στήλη του πάγου. Στον παρακάτω πίνακα μπορείτε να δείτε πώς φαίνεται το πάχος του ετήσιου στρώματος (**στο εξής ας το ονομάζουμε λ και ας το εκφράζουμε σε μέτρα ανά έτος**), βασισμένοι σε πραγματικές μετρήσεις σε πάγο από στήλες πάγου από το NEEM.

Ερώτηση 1.3.1

Βασιζόμενοι στα δεδομένα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, να κατασκευάσετε ένα διάγραμμα του λ ως συνάρτηση του βάθους z στο χαρτί μιλιμετρέ που σας δόθηκε. Να ονομάσετε το γράφημα «Graph 1.3.1" και να το επισυνάψετε στο φύλλο απαντήσεων.

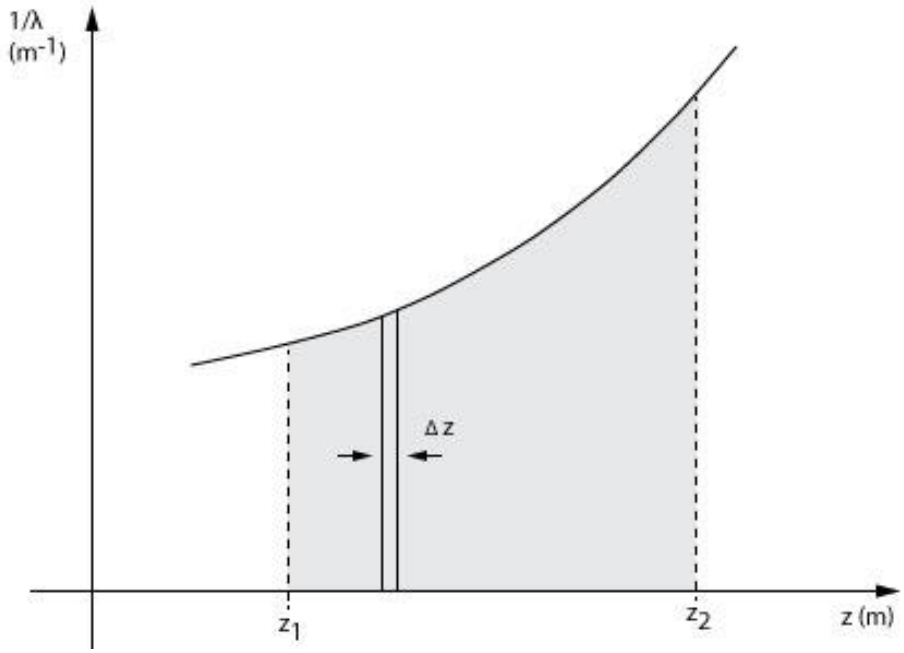
Να επισυνάψετε το "Graph 1.3.1" στο Φύλλο Απαντήσεων.

Πίνακας 1

Βάθος [m]	Πάχος ετήσιου στρώματος [m/yr]
0	0,25
500	0,20
1200	0,10
1400	0,04
1500	0,0125

Ηλικία του πάγου

Το μέγεθος λ είναι εξαιρετικά χρήσιμο, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό της ηλικίας ενός στρώματος πάγου. Εάν γνωρίζουμε το ως συνάρτηση του βάθους και μπορούμε να υποθέσουμε ένα λεπτό στρώμα με πάχος , τότε ο αριθμός των ετών που περιέχονται σε αυτό το στρώμα δίνεται από την εξίσωση:



Για ένα παχύτερο στρώμα, για παράδειγμα ανάμεσα στα βάθη και , ο αριθμός των ετών θα δίνεται από το εμβαδόν της περιοχής κάτω από την καμπύλη όπως φαίνεται στην **Εικόνα 1.4**.

Εικόνα 1.4

Ερώτηση 1.3.2

Να χρησιμοποιήσετε τον **Πίνακα 1** για να υπολογίσετε το μέγεθος στα βάθη 0, 500, 1200, 1400 και 1500 m. Να σχεδιάσετε το μέγεθος ως συνάρτηση του . Να συνδέσετε τα σημεία με ευθύγραμμα τμήματα, ώστε να διευκολυνθείτε στους επόμενους υπολογισμούς. Να ονομάσετε το γράφημα "Graph 1.3.2" και να το επισυνάψετε στο φύλλο απαντήσεων.

Να επισυνάψετε το γράφημα "Graph 1.3.2" στο φύλλο απαντήσεων.

Ερώτηση 1.3.3

Το γράφημα που κατασκευάσατε στο 1.3.2 μπορεί να σας βοηθήσει να υπολογίσετε την ηλικία του πάγου σε δεδομένα βάθη. Να υπολογίσετε την ηλικία του πάγου για 0, 500, 1200, 1400 και 1500 m (με τον όρο ηλικία εννοούμε τον ολικό αριθμό των ετών από την επιφάνεια έως το βάθος που μας ενδιαφέρει). Να κατασκευάσετε ένα καινούργιο γράφημα ("Graph 1.3.3") όπου να παρουσιάζετε την ηλικία ως συνάρτηση του βάθους .

Να επισυνάψετε το "Graph 1.3.3" στο φύλλο απαντήσεων.

Λόγοι (αναλογίες) ισότοπων στο νερό στον πολικό πάγο.

Χημικά στοιχεία με τον ίδιο αριθμό πρωτονίων αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων ονομάζονται ισότοπα. Το μόριο του νερού H_2O μπορεί να βρεθεί στη φύση σε διαφορετικές παραλλαγές που περιέχουν διαφορετικά ισότοπα. Το πιο κοινό μόριο νερού περιέχει ^{1}H and ^{16}O (όπου οι εκθέτες 1 και 16 που προηγούνται του συμβόλου του στοιχείου δείχνουν τον αριθμό των νουκλεονίων στο άτομο του στοιχείου), ενώ οι δυο επόμενες πιο συχνές παραλλαγές είναι $^{1}H^{16}O^{2}H$ and $^{1}H_2{}^{18}O$. Αυτές οι μοριακές παραλλαγές ονομάζονται ισοτοπόλογα. Τα ισοτοπόλογα συμπεριφέρονται ακριβώς το ίδιο όσον αφορά τις χημικές τους ιδιότητες, αλλά εξαιτίας της διαφορετικής μάζα τους, διαφέρουν στις φυσικές τους ιδιότητες, όπως εξάτμιση και διάχυση. Έχει δειχθεί ότι οι μικρές διακυμάνσεις στην ισοτοπική σύνθεση των μορίων του νερού στο χιόνι που πέφτει στη Γροιλανδία σχετίζονται με αλλαγές στη θερμοκρασία πάνω στις περιοχές των στρωμάτων πάγου. Με άλλα λόγια, εάν μπορέσουμε να μετρήσουμε την ισοτοπική σύνθεση των στηλών πάγου από την κορυφή έως το πυθμένα, θα είμαστε σε θέση να πάρουμε μια ιδέα για τη χρονολογική διακύμανση της θερμοκρασίας της Γροιλανδίας από το παρόν έως πίσω σε δεκάδες χιλιάδες χρόνια στο παρελθόν .

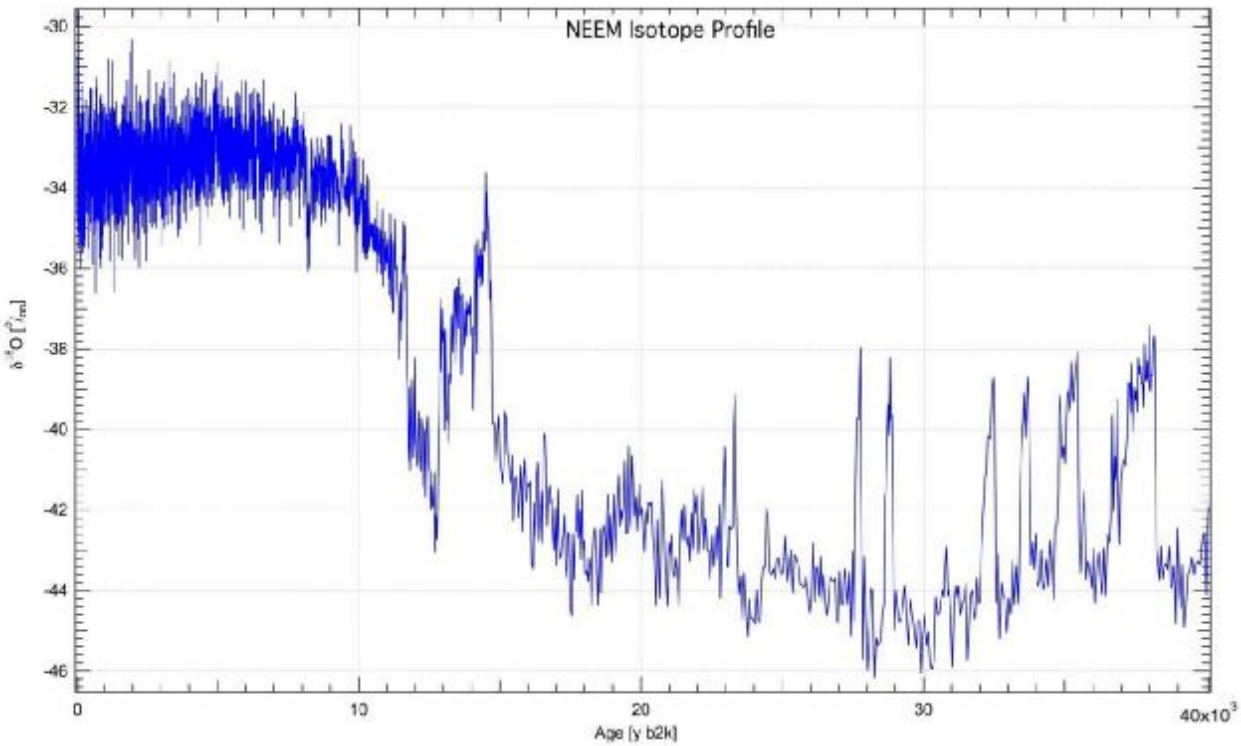
Στη γεωχημεία ισοτόπων, η σύνδεση του νερού σε ισότοπα εκφράζεται σε συνάρτηση με ένα διεθνές πρότυπο νερό, το οποίο ονομάζεται Vienna Mean Ocean Water (VSMOW) και το σύμβολο που χρησιμοποιείται διεθνώς είναι το (το ^{18}O σχετίζεται με διαφορές στον αριθμό των ατόμων οξυγόνου και το ^{2}H σχετίζεται με διαφορές στον αριθμό των ατόμων υδρογόνου). Ως κανόνας: όσο πιο αρνητική είναι η τιμή του ^{18}O στον πάγο της Γροιλανδίας, τόσο ψυχρότερο ήταν το κλίμα την εποχή που αυτό το κομμάτι του πάγου εναποτέθηκε ως χιόνι στη Γροιλανδία. Εξαιτίας του ότι η ποσότητα είναι σχετική ποσότητα, είναι καθαρός αριθμός (αδιάστατο μέγεθος) και τυπικά εκφράζεται ανά χιλιάδα.

Θα σας δοθούν δύο πλαστικά μπουκάλια που περιέχουν δείγματα στήλης πάγου σε υγρή μορφή. Τα δείγματα έχουν συλλεχθεί από δύο διαφορετικά βάθη, τα οποία αναγράφονται σε κάθε μπουκάλι. Μαζί με τα μπουκάλια, θα σας δοθεί ένα διάγραμμα που δίνει το ισοτοπικό προφίλ του νερού από τη στήλη πάγου NEEM (**Εικόνα 1.5**) και ένα άλλο που δίνει τη σχέση βάθους-ηλικίας για τα πάνω 1700 m της στήλης πάγου NEEM (**Εικόνα 1.6**).

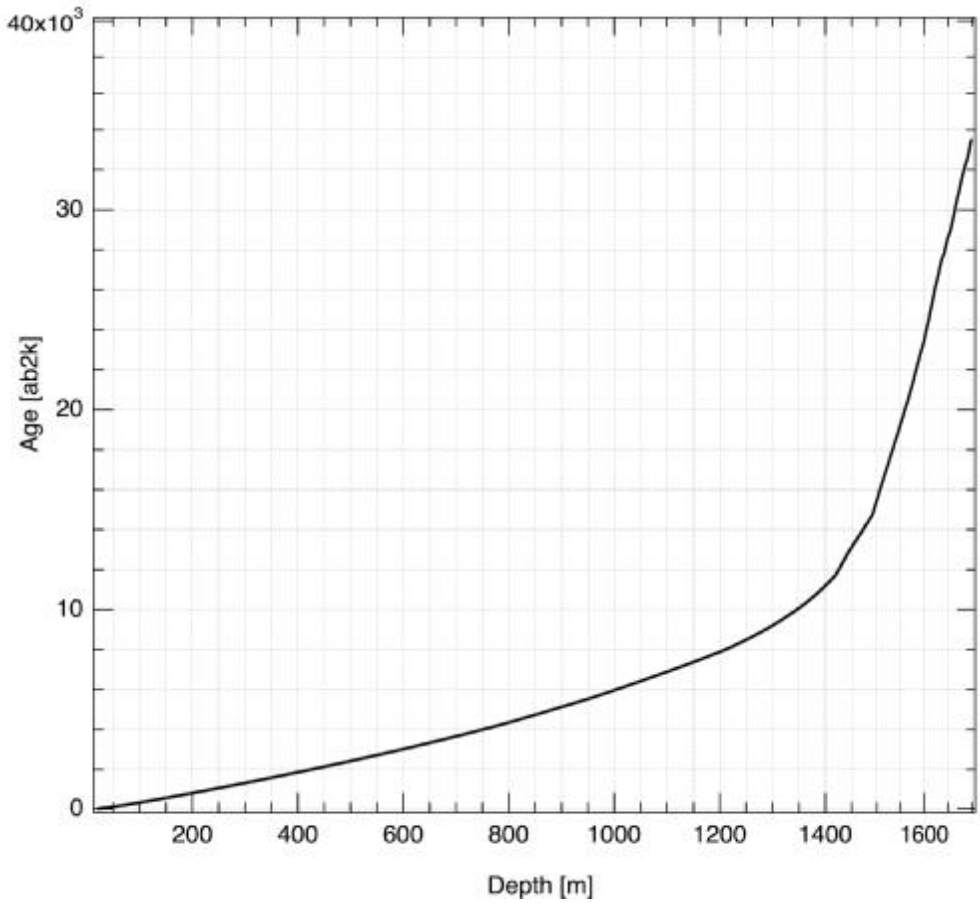
Ερώτηση 1.3.4

Να εκτιμήσετε την ηλικία και των δύο δειγμάτων και να τα σημειώσετε ξεκάθαρα ως κάθετες γραμμές στην **Εικόνα 1.5** και την **Εικόνα 1.6**. Κατόπιν, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα ισοτοπικής σύνθεσης που σας δόθηκε, να εκτιμήσετε περίπου το ισοτοπικό περιεχόμενο ^{18}O που αναμένετε για το καθένα από τα δείγματα.
Ποιο από τα δύο δείγματα νομίζετε ότι προέρχεται από μία εποχή στην οποία το κλίμα ήταν σημαντικά πιο κρύο από την τωρινή;

Δώστε τις απαντήσεις σας στο κουτί 1.3.4 του φύλλου απαντήσεων.



Εικόνα 1.5. ^{18}O σε συνάρτηση με την ηλικία (σε χρόνια πριν το έτος 2000) για την περιοχή γεώτρησης NEEM.



Εικόνα 1.6. Η σχέση βάθους-ηλικίας για τα πάνω 1700 m του στρώματος πάγου NEEM.

Ερώτηση 1.3.5

Δύο διαφορετικές εκδοχές μιας σχέσης θερμοκρασίας – ^{18}O δίνονται με τις παρακάτω εξισώσεις (σε °C and ^{18}O σε per mille). Η πρώτη είναι γραμμική και η δεύτερη δευτεροβάθμια. Να χρησιμοποιήσετε και τις δύο αυτές εξισώσεις για να υπολογίσετε τη θερμοκρασία πάνω από το στρώμα πάγου τη στιγμή (περίοδο) της απόθεσης για τα δύο δείγματα που σας δίνονται. Ποια είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο δειγμάτων;

Να δώσετε την απάντησή σας στο κουτί 1.3.5 του φύλλου απαντήσεων.

Προετοιμασία δείγματος

Θα προχωρήσετε τώρα στη μεταφορά του δείγματος στήλης πάγου σε γυάλινα φιαλίδια μετρήσεων. Για τον σκοπό αυτόν, σας δίνονται δύο πιπέττες, που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για αυτό το πείραμα. Χρειάζεστε περίπου 1,5 mL νερού που πρέπει να μεταφερθεί από το μπουκάλι με το δείγμα στο φιαλίδιο με το δείγμα. Η προετοιμασία του δείγματος είναι ένα σημαντικό βήμα στη διαδικασία μέτρησης των λόγων ισοτόπων και αν δεν γίνει σωστά μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα μετρήσεων.

Κρατήστε στο μυαλό σας τα ακόλουθα σημεία όσο εργάζεστε:

- Η εξάτμιση του δείγματος μπορεί να μεταβάλλει την ισοτοπική του σύνθεση.
- Η ανάμιξη διαφορετικών νερών με το δείγμα θα προκαλέσει ισοτοπική «μόλυνση».

Ερώτηση 1.3.6

Να συνεχίσετε με τη μεταφορά των δειγμάτων. Να βάλετε προσεκτικά ετικέτες στα φιαλίδια με τα δείγματα και να τα τοποθετήσετε στον δίσκο που σας δόθηκε. Τα δείγματά σας θα αναλυθούν με το Cavity Ring Down Laser Spectrometer κατά τη διάρκεια της νύχτας με σκοπό την αξιολόγηση της ποιότητας της εργασίας σας στην προετοιμασία του κάθε δείγματος.

Να καλέσετε έναν βοηθό εργαστηρίου για να παραλάβει και να πιστοποιήσει το κάθε δείγμα σας.

Ερώτηση 1.3.7

Να χαρακτηρίσετε με Σωστό / Λάθος τις τέσσερις προτάσεις που δίνονται παρακάτω.

Πρόταση	**Σωστό**	**Λάθος**
Ο χρόνος για τον οποίο ένα δείγμα εκτίθεται στον αέρα του εργαστηρίου μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα της μέτρησης.		
Μόνο μία πιπέττα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά και των δύο δειγμάτων.		
Διατηρώντας τα δείγματα όσο πιο κρύα είναι δυνατόν βοηθά στην ελαχιστοποίηση του ισοτοπικού διαχωρισμού.		

Η ακριβής ποσότητα του νερού που μεταφέρεται στα φιαλίδια με τα δείγματα είναι κρίσιμη (σημαντική) για την ποιότητα της ισοτοπικής ανάλυσης.		

Να δώσετε τις απαντήσεις σας στο κουτί 1.3.7 στο φύλλο απαντήσεων.

Πείραμα 2 32 μονάδες

Περιεκτικότητα στήλης πάγου σε χαλκό και ψευδάργυρο

Κατά την έκρηξη του ηφαιστείου Laki στην Ισλανδία στις 8 Ιουνίου του 1783 και η οποία διήρκεσε μέχρι τον Φεβρουάριο του 1784, εκπέμφθηκαν στην ατμόσφαιρα ποσότητες αερίων και τέφρας που επηρέασε το κλίμα στην Ευρώπη. Οι χημικές αναλύσεις στηλών πάγου που λαμβάνονται από γεωτρήσεις στη Γροιλανδία παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τέτοια περιστατικά. Ο πάγος έχει σχηματιστεί από συμπιεσμένο χιόνι αλλεπάλληλων ετήσιων χιονοπτώσεων. Κάθε ετήσιο στρώμα μπορεί να δώσει πληροφορίες σχετικά με τη θερμοκρασία και τη σύνθεση της ατμόσφαιρας, συμπεριλαμβανομένης μιας πιθανής περιεκτικότητας σε ηφαιστειακή τέφρα κατά το έτος της χιονόπτωσης. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η ηφαιστειακή τέφρα περιέχει μέταλλα.

Στο πείραμα που ακολουθεί, γίνεται ανάλυση μιας ετήσιας στρώσης στήλης πάγου όσον αφορά στην περιεκτικότητάς της σε χαλκό και ψευδάργυρο. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από άλλες γεωτρήσεις, μπορεί να δει κανείς εάν η περιεκτικότητα του χαλκού και ψευδαργύρου μπορεί να συσχετιστεί με την έκρηξη του Laki.

Υλικά και όργανα

- Χωνί
- Προχοΐδα, 25 mL
- Κωνική φιάλη, 100 mL
- 3× ποτήρια ζέσεως, 250 mL
- 3× Ογκομετρικός κύλινδρος, 10 mL
- Σιφώνια, 5, 10 (3×), 15, 20 (2×), 25 (2×) mL
- Πουάρ 3 βαλβίδων
- 6× Ογκομετρικές φιάλες, 100 mL
- Ογκομετρική φιάλη, 50 mL
- 10× πλαστικές κυψελίδες, 10 mm
- Δοκιμαστικός σωλήνας, 20 mL
- 10× πλαστικά σταγονόμετρα, 1 mL
- 50 mL ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH 0.20
- 10 mL 0.50 % διάλυμα δείκτη Xylenol Orange
- 50 mL διαλύματος $Na_2S_2O_3$ 0.20 M
- 250 mL ρυθμιστικού διαλύματος NH_4Cl 1.3 M / NH_3 7.0 M, pH = 10
- 100 mL διαλύματος $Cu(ClO_4)_2$ 0.0360 M
- 250 mL διαλύματος EDTA 0.0170 M
- 150 mL (**Cu/Zn**) διαλύματος προς ανάλυση
- Φασματοφωτόμετρο Vernier SpectroVis Plus
- Υπολογιστής
- Υδροβολέας
- Δοχείο αποβλήτων με ένδειξη “X”
- Τετραγωνισμένο χαρτί (Millimetre)

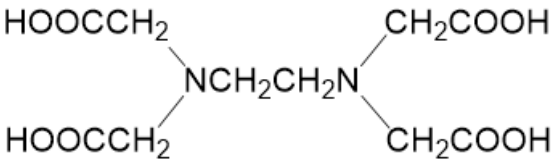
M / $NaCH_3CO_2$ 1.7 M

Για την προετοιμασία του δείγματος, λιώσαμε 180,6 g στήλης πάγου και το υγρό μεταφέρθηκε ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 2000 ml. Στη συνέχεια η φιάλη πληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό. Το διάλυμα που σας δίνεται, με ένδειξη (Cu/Zn), είναι συμπυκνωμένο κατά 10^9 φορές σε σχέση με το αρχικό.

Σε αυτό το πείραμα, πρέπει να προσδιοριστεί η συγκέντρωση του Cu^{2+} και του Zn^{2+} στο προς ανάλυση διάλυμα (Cu /Zn). Η συγκέντρωση του Zn^{2+} προσδιορίζεται με τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα EDTA και η συγκέντρωση του Cu^{2+} με φασματοφωτομετρία.

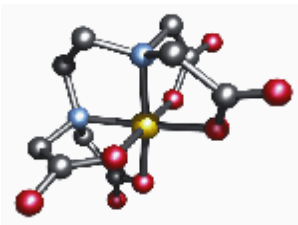
Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να υπολογιστεί η συγκέντρωση των Cu^{2+} και Zn^{2+} στη στήλη πάγου.

A. Τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα EDTA



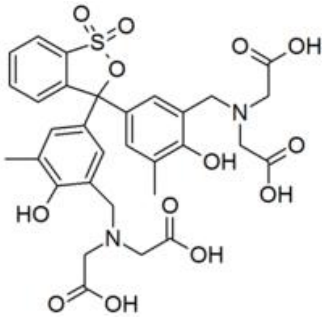
= H_4edta

Το H_4edta (συντομογραφία EDTA), σχηματίζει πολύ σταθερά σύμπλοκα με μεταλλικά ιόντα του τύπου μετά από αποβολή κατιόντων υδρογόνου :



Πολλά μεταλλικά ιόντα σε ένα όχι πολύ όξινο διάλυμα μπορούν να τιτλοδοτηθούν με πρότυπο διάλυμα EDTA (τιτλοδότηση συμπλοκομετρίας).

Το ισοδύναμο σημείο της τιτλοδότησης προσδιορίζεται με τη χρήση του δείκτη Xylenol Orange, ο οποίος συνδέεται με το μεταλλικό ιόν και έχει χρώμα (κόκκινο) πριν από το ισοδύναμο σημείο, ενώ μετά το ισοδύναμο σημείο ο δείκτης αποδεσμεύεται και αποκτά άλλο χρώμα (κίτρινο) στο συγκεκριμένο pH. Ως πρότυπο διάλυμα χρησιμοποιείται ένα διάλυμα (στο εξής θα αναφέρεται ως διάλυμα EDTA).



Xylenol Orange (δείκτης)

Στην τιτλοδότηση με το EDTA, τα ιόντα του Cu^{2+} «καμουφλάρονται» καθώς αντιδρούν με περίσσεια θειοθειικών ιόντων:

Το σύμπλοκο ιόν που δημιουργείται δεν αντιδρά με . Τα ιόντα δε σχηματίζουν ανάλογο σύμπλοκο με τα θειοθειικά ιόντα, οπότε κατά την τιτλοδότηση με το EDTA προσδιορίζονται μόνο τα ιόντα :

Η προχοΐδα που σας δίνεται είναι γεμάτη με απιονισμένο νερό. Αδειάστε πρώτα το περιεχόμενο της προχοΐδας, στη συνέχεια ξεπλύνετέ την και γεμίστε την με το διάλυμα EDTA 0.0170 M. Μεταφέρετε στην κωνική φιάλη των 100 mL, 10.00 mL του διαλύματος προς ανάλυση (Cu / Zn) χρησιμοποιώντας το κατάλληλο σιφώνιο. Κατόπιν, προσθέστε 5 mL ρυθμιστικού διαλύματος αιθανικού οξέος / αιθανικού νατρίου (CH_3COOH 0.20 M / $NaCH_3CO_2$ 1.7M) και 5 mL διαλύματος $Na_2S_2O_3$ 0,20 M. Στο άχρωμο διάλυμα προσθέστε 6 σταγόνες διαλύματος δείκτη Xylenol Orange 0.5 % και τιτλοδοτείστε με το πρότυπο διάλυμα EDTA μέχρις ότου το χρώμα του διαλύματος να αλλάξει από κόκκινο σε έντονο κίτρινο (lemon yellow).

Ερώτηση 2.1

Σημειώστε τον όγκο του προτύπου διαλύματος V_1 στον πίνακα 2.1. του φύλλου απαντήσεων.

Αδειάστε το τιτλοδοτημένο μείγμα στο δοχείο απορριμμάτων που φέρει την ένδειξη Χ. Επαναλάβετε την τιτλοδότηση ακόμα δύο φορές και σημειώστε τις τιμές των όγκων V_1 στον πίνακα 2.1 του φύλλου απαντήσεων.

Υπολογίστε τη μέση τιμή του όγκου και σημειώστε το αποτέλεσμα στον πίνακα 2.1 του φύλλου απαντήσεων.

Ερώτηση 2.2

Υπολογίστε τη συγκέντρωση στο διάλυμα προς ανάλυση **Cu/Zn**) από την τιμή του

Παρουσιάστε τους υπολογισμούς σας και γράψτε το αποτέλεσμα στον πίνακα 2.2. του φύλλου απαντήσεων

Ερώτηση 2.3

Γιατί το ιόν δεν αντιδρά με το ιόν ;

Σημειώστε τη σωστή απάντηση στον πίνακα 2.3. του φύλλου απαντήσεων

Ερώτηση 2.4

Το αιθανικό οξύ, , είναι ένα ασθενές οξύ με σταθερά ιοντισμού , της οποίας η έκφραση είναι:

Λύστε την εξίσωση ως προς [H_3O^+] και σημειώστε την στον πίνακα 2.4 του φύλλου απαντήσεων.

Υπολογίστε την στο ρυθμιστικό διάλυμα αιθανικού οξέος / αιθανικού νατρίου.

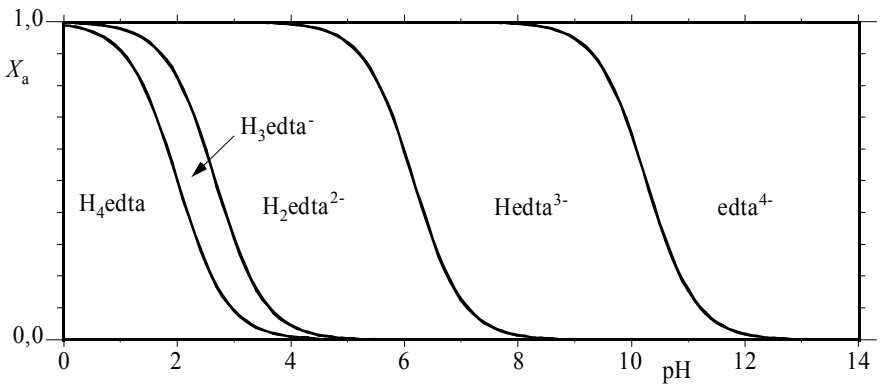
Σημειώστε το αποτέλεσμα στον πίνακα 2.4 του φύλλου απαντήσεων.

Υπολογίστε το pH του ρυθμιστικού διαλύματος.

Σημειώστε την έκφραση και την τιμή του pH στον πίνακα 2.4 του φύλλου απαντήσεων

Σε ένα διάλυμα που περιέχει ένα ζεύγος οξέος-βάσης, το γραμμομοριακό κλάσμα του οξέος, X_α, δηλώνει τη σχετική αναλογία οξέως – βάσεως που υπάρχει στο διάλυμα. Το γραμμομοριακό κλάσμα του οξέος, X_α, εξαρτάται από το pH του διαλύματος. Αυτή η συσχέτιση μεταξύ του pH και του X_α για ένα ζεύγος οξέος-βάσης μπορεί να εκφραστεί γραφικά σε μια γραφική παράσταση Bjerrum.

Το H_4edta είναι ένα τετραπρωτικό οξύ με τιμές : , , , . Από τις πιο πάνω τιμές, μπορεί να κατασκευαστεί η γραφική παράσταση Bjerrum για το σύστημα του EDTA:



Γραφική παράσταση Bjerrum για το σύστημα του EDTA

Ερώτηση 2.5

Από τη γραφική παράσταση Bjerrum, εκτιμήστε κατά πόσον ένα υδατικό διάλυμα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο. Δικαιολογήστε την απάντησή σας υποδεικνύοντας μια περιοχή στον άξονα pH στη γραφική παράσταση Bjerrum.

Γράψτε την απάντησή σας στον πίνακα 2.5 του φύλλου απαντήσεων.

Β. Φασματοφωτομετρία

Οι έγχρωμες ενώσεις απορροφούν φως στην ορατή περιοχή (λ = 400-700 nm). Σε μια κυψελίδα που περιέχει ένα διάλυμα μίας ένωσης S, η απορρόφηση (A) εξαρτάται από το μήκος διαδρομής (), τη συγκέντρωση της S ([S]) και τον συντελεστή μοριακής απορρόφησης (ε) σύμφωνα με την εξίσωση:

Η εξίσωση αυτή καλείται νόμος Beer-Lambert.

Τα μεταλλικά ιόντα και αντιδρούν ποσοτικά με την αμμωνία σε υδατικό διάλυμα και σχηματίζουν τα σύμπλοκα ιόντα και :

( )

Σε δεδομένο μήκος κύματος, η απορρόφηση ενός τέτοιου διαλύματος ισούται με το άθροισμα των επιμέρους απορροφήσεων όλων των ενώσεων στο διάλυμα:

Αυτή θα μπορούσε να ξαναγραφεί ως εξής:

Επειδή στην ορατή περιοχή, το , η απορρόφηση ενός υδατικού διαλύματος που περιέχει ιόντα , και περίσσεια γίνεται:

Η απορρόφηση μπορεί να προσδιοριστεί χρησιμοποιώντας ένα φασματοφωτόμετρο Vernier SpectroVis Plus συνδεδεμένο με έναν υπολογιστή και κυψελίδες με μήκος διαδρομής . Ως πηγή αμμωνίας χρησιμοποιείται το ρυθμιστικό διάλυμα (/ 7 M, pH = 10 και ως πηγή ιόντων χρησιμοποιείται το διάλυμα υπερχλωρικού χαλκού (II), 0.0360 M.

Παρασκευάστε έξι διαλύματα (**1**-**6**) γνωστής συγκέντρωσης ως προς , μεταφέροντας αντίστοιχα 0, 5.00, 10.00, 15.00, 20.00 και 25.00 mL του διαλύματος σε έξι διαφορετικές ογκομετρικές φιάλες των 100 mL. Στη συνέχεια, προσθέστε σε κάθε φιάλη 20.00 mL ρυθμιστικού διαλύματος 1.3 M / , pH = 10. Γεμίστε τις φιάλες με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή και ανακινείστε σχολαστικά.

Ερώτηση 2.6

Για καθένα από τα διαλύματα **2**-**6** υπολογίστε τη συγκέντρωση των ιόντων .

Γράψτε τις απαντήσεις σας στον πίνακα 2.6 του φύλλου απαντήσεων.

Χρησιμοποιώντας το διάλυμα **1** ως τυφλό, μετρήστε την απορρόφηση των διαλυμάτων **2**-**6** στο μήκος κύματος (). (Θα βρείτε οδηγίες χρήσης του φασματοφωτομέτρου στο Παράρτημα Γ).

Γράψτε τα αποτελέσματά σας στον πίνακα 2.6 του φύλλου απαντήσεων

Μεταφέρετε 25.00 mL του προς ανάλυση διαλύματος (**Cu/Zn**) σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL χρησιμοποιώντας το κατάλληλο σιφώνιο. Στη συνέχεια, προσθέστε 10.00 mL ρυθμιστικού διαλύματος 1.3 M / , pH = 10, με κατάλληλο σιφώνιο. Γεμίστε την ογκομετρική φιάλη με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή και ανακινείστε σχολαστικά. Το διάλυμα αυτό φέρει την ένδειξη **7**.

Ερώτηση 2.7.

Μετρήστε την απορρόφηση του διαλύματος **7** στο μήκος κύματος ().

Γράψτε το αποτέλεσμά σας στον πίνακα 2.7 του φύλλου απαντήσεων

Τοποθετήστε τις τιμές σε συνάρτηση με για τα διαλύματα **2**-**6** στο τετραγωνισμένο χαρτί (ονομάστε το διάγραμμα "*Graph 2.7*"). Σχεδιάστε μια γραμμή που να ταιριάζει καλύτερα στα σημεία σας.

Προσθέστε το "Graph 2.7" στο φύλλο απαντήσεων.

Ερώτηση 2.8

Υπολογίστε την κλίση της γραφικής παράστασης και το σημείο τομής της με τον άξονα y

Παρουσιάστε τα δεδομένα σας στο τετραγωνισμένο χαρτί και δείξτε τους υπολογισμούς και τα αποτελέσματά σας στον πίνακα 2.8 του φύλλου απαντήσεων.

Ερώτηση 2.9

Υπολογίστε το συντελεστή μοριακής απορρόφησης, ε, για στο μήκος κύματος .

Γράψτε τους υπολογισμούς και το αποτέλεσμά σας στον πίνακα 2.9 του φύλλου απαντήσεων

Ερώτηση 2.10

Χρησιμοποιώντας την τιμή της απορρόφησης για το διάλυμα 7, να υπολογίσετε την στο διάλυμα προς ανάλυση (**Cu/Zn**).

Γράψτε τους υπολογισμούς και το αποτέλεσμά σας στον πίνακα 2.10 του φύλλου απαντήσεων

Χρησιμοποιώντας έναν βαθμονομημένο ογκομετρικό κύλινδρο, μεταφέρετε 10 mL του διαλύματος προς ανάλυση (Cu /Zn) σε δοκιμαστικό σωλήνα. Προσθέστε στάγδην το ρυθμιστικό διάλυμα 1.3 M / , pH = 10. Μετά την προσθήκη μερικών σταγόνων του ρυθμιστικού διαλύματος, σχηματίζεται

ένα ίζημα. Προσθέστε επιπλέον ρυθμιστικό διάλυμα στάγδην με ανάδευση μέχρις ότου το ίζημα να διαλυθεί πλήρως.

Ερώτηση 2.11

Να γράψετε το χημικό τύπο του ιζήματος που δημιουργήθηκε.

Γράψτε την απάντησή σας στον πίνακα 2.11 του φύλλου απαντήσεων

Γράψτε την ισοσταθμισμένη χημική αντίδραση του σχηματισμού του ιζήματος στον πίνακα 2.11 του φύλλου απαντήσεων.

Γ. Στήλη πάγου

Ερώτηση 2.12

Υπολογίστε την περιεκτικότητα ιόντων και της στήλης πάγου σε pg/g (1 pg = 10^{-12} g). Σχετικές ατομικές μάζες: : 63.54 g/mol, : 65.38 g/mol.

Γράψτε τους υπολογισμούς και τα αποτελέσματά σας στον πίνακα 2.10 του φύλλου απαντήσεων

Οκτώ στήλες πάγου που ανακτήθηκαν από μια άλλη γεώτρηση στη Γροιλανδία βάθους 67.155 - 67.785 m, οι οποίες περιείχαν ετήσιες στρώσεις από την περίοδο 1782-1785, αναλύθηκαν ως προς την περιεκτικότητα σε χαλκό και ψευδάργυρο δίνοντας τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Βάθος (m)	**Αριθμός δείγματος**	**Cu (pg/g)**	**Zn (pg/g)**
67.155–67.23	1	0.46	35
67.23 –67.305	2	1.6	26
67.315–67.40	3	2.9	42
67.74 –67.485	4	6.4	35
67.485–67.555	5	2.0	11
67.555–67.625	6	20.5	490
67.645–67.745	7	3.2	21
67.745–67.785	8	1.2	24

Συμπερασματικά, η σχετικά υψηλή περιεκτικότητα του δείγματος 6 σε χαλκό και ψευδαργύρο θα μπορούσε να συσχετιστεί με την έκρηξη του Laki. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματά σας, εκτιμήστε αν η περιεκτικότητα σε χαλκό και ψευδάργυρο στη στήλη πάγου που σας δόθηκε, μπορεί να συσχετιστεί με την έκρηξη του Laki.

Σημειώστε τη σωστή απάντηση στον πίνακα 2.13 του φύλλου απαντήσεων.

Πείραμα 3 20 μονάδες

Η ζωή των μεταζώων σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι ακραίων οικοτόπων (habitats) σε όλο τον κόσμο. Σε τέτοιους οικοτόπους, οι ζωντανοί οργανισμοί δοκιμάζονται από ακραίους φυσικοχημικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα σε νερό, η αλατότητα, το pH και η συγκέντρωση του οξυγόνου. Για να αντιμετωπίσουν αυτά τα εχθρικά περιβάλλοντα, οι οργανισμοί χρειάζονται ειδικές προσαρμογές και μόνο οι πιο ανθεκτικοί επιβιώνουν. Οι οργανισμοί που ζουν στην Αρκτική είναι προφανώς προσαρμοσμένοι σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Οι τρύπες κρυοκονίτη (Cryoconite holes) που δημιουργήθηκαν, περιέχουν σκόνη βυθισμένη μέσα στο χιόνι ή τον πάγο και προσφέρουν οικοθέση (niche) για ορισμένα φύκη, βακτήρια και μετάζωα. Σε αυτή την άσκηση, σας παρέχεται ένα δείγμα που μιμείται το υλικό που βρίσκεται σε μια τρύπα κρυοκονίτη.

Εικόνα 3.1. Τρύπα Κρυοκονίτη.

Υλικά

- τρυβλίο /δοχείο με δείγμα ιζήματος (Petri dish with sediment sample)
- Στερεοσκόπιο
- βελόνα τομής (Dissecting needle)
- Κλείδες (Identification Key, Παράρτημα Α1)
- Εικόνες (Image Key , Παράρτημα Α2)

Να βρείτε και να αναγνωρίσετε τα διαφορετικά μετάζωα

Ερώτηση 3.1

Στο δείγμα ιζημάτος, χρησιμοποιώντας το στερεοσκόπιο και την "Κλείδα αναγνώρισης", να βρείτε και να αναγνωρίσετε/ ταυτοποιήσετε τα ενεργά και κινούμενα μικροσκοπικά μετάζωα (μήκους έως

1 mm) (*Παράρτημα Α1*).

➢ Να συμπληρώσετε τις απαντήσεις σας στο φύλλο απαντήσεων.

Σας επισημαίνετε ότι:

1. Παρέχονται εικόνες (Παράρτημα Α2) των ζώων που βρίσκονται στο δείγμα αλλά ΚΑΙ ζώων που ΔΕΝ είναι μικροσκοπικά ή / και ΔΕΝ υπάρχουν στο δείγμα ιζήματος. Οι αριθμοί που σημειώνονται με έναν αστερίσκο (*) στην "Κλείδα αναγνώρισης" (Παράρτημα Α1) αναφέρονται σε μια συγκεκριμένη εικόνα στο Παράρτημα Α2.

2. Θα πρέπει να συμβουλευτείτε την "Ορολογία" που δίνεται παρακάτω πριν συμπληρώσετε τις απαντήσεις.

3. Εάν συμπληρώσετε στο φύλλο απαντήσεων με ακρίβεια όλα τα μικροσκοπικά μετάζωα που υπάρχουν στο δείγμα θα όλες τις μονάδες.

Ορολογία

Μετάζωα	Ένα πολυκύτταρο ζώο με κύτταρα διαφοροποιημένα σε ιστούς.
Ακτινωτή συμμετρία	Το ζώο έχει έναν κεντρικό άξονα κατά μήκος του οποίου μπορεί να διαιρεθεί σε έναν αριθμό κατοπτρικών εικόνων. Το ζώο δεν έχει ούτε αριστερή ούτε δεξιά πλευρά.
Άκρα	Εξωτερικές προεξοχές/προσαρτήματα από το σώμα του ζώου, π.χ. Πόδια ή κεραίες.
Βλεφαρίδες	Λεπτή, τριχοειδής δομή που εκτείνεται από την επιφάνεια ενός κυττάρου. Οι βλεφαρίδες μπορεί να είναι κινητές ή μη κινητές.
Scalids	Ακανθώδη άκρα που λειτουργούν για μετακίνηση και τη λήψη χημικών και μηχανικών ερεθισμάτων.
Αρθρωτό	Αποτελείται από τμήματα ενωμένα με αρθρώσεις.

Πείραμα 4 26 Μονάδες

Αρχαία οικοτόπου (habitats) της Γροιλανδίας

Βαθιά κάτω από το ανώτερο στρώμα πάγου (ice cap) στον βυθό (bed rock), μπορεί να βρεθούν υπολείμματα ζωής που προέρχονται από οργανισμούς που ζούσαν πριν τους καλύψει ο πάγος. Τα δείγματα έχουν ληφθεί από τη στήλη πάγου (ice core) 2-3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια **(βλ. Σχήμα 4.1)** στη θέση της γεώτρησης Dye-3. Κοιτάζοντας/εξετάζοντας τον πάγο του βυθού (basal ice), που περιέχει σωματίδια εδάφους, είναι δυνατό να βρεθεί υλικό εδάφους που έχει αποτεθεί λόγω της κίνησης/τριβής του πάγου. Ως εκ τούτου, ο πάγος του βυθού μπορεί να περιέχει πολύ αρχαίο γενετικό υλικό, το οποίο μπορεί να μας δώσει μια ένδειξη για το κλίμα και την ποικιλία των φυτών που υπήρξαν πριν ο πάγος καλύψει την Γροιλανδία. Από αυτό το υλικό εδάφους έχει εξαχθεί αρχαίο DNA.

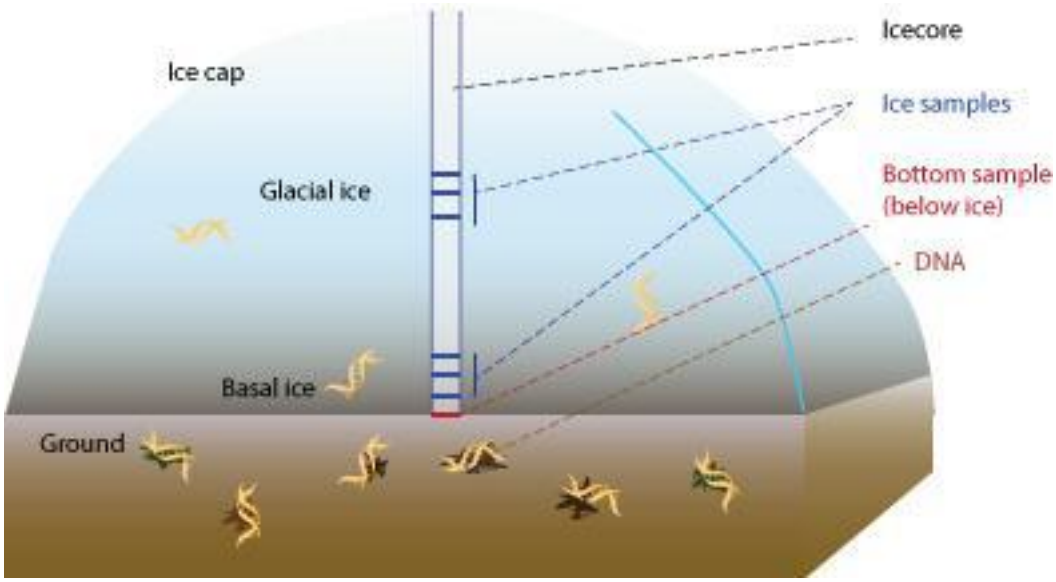


Figure 4.1. Illustrating the ice cap.

Σε αυτό το πείραμα, θα αναλύσετε το DNA από τέτοια δείγματα και θα καθορίσετε το τύπο του οικοτόπου (habitat) που υπήρχε στη Γροιλανδία πριν σχηματιστεί ο πάγος. Θα αναζητήσετε την παρουσία φυτών που είναι δείκτες, που ευδοκιμούν σε ορισμένες κλιματολογικές οικοθέσεις (niches) και έχουν ειδικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις για επιβίωση και ανάπτυξη. Οι διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης που χρειάζονται οι συγκεκριμένες οικογένειες φυτών μπορούν να μας πουν κάτι σχετικά με το θερμοκρασιακό εύρος του οικοτόπου τους, τη διάρκεια της καλοκαιρινής και της χειμερινής περιόδου και αν για παράδειγμα υπήρχαν δάση. Από αυτού του είδους τις πληροφορίες, θα μπορείτε να εξηγήσετε τον τύπο των οικοτόπων (habitats) που θα περιμένατε να δείτε στη Γροιλανδία πριν από τη δημιουργία του στρώματος πάγου (great ice cap).

Για να διαπιστωθεί η παρουσία μιας συγκεκριμένης οικογένειας φυτών, έχουν σχεδιαστεί εκκινητές (primers[1]) που στοχεύουν μια συγκεκριμένη περιοχή στο γονιδίωμα (DNA) για κάθε οικογένεια-δείκτη (indicator family) που μας ενδιαφέρει. Εάν υπάρχει μια οικογένεια-δείκτης στο δείγμα σας, θα δείτε μια ζώνη (band) στο gel σας.

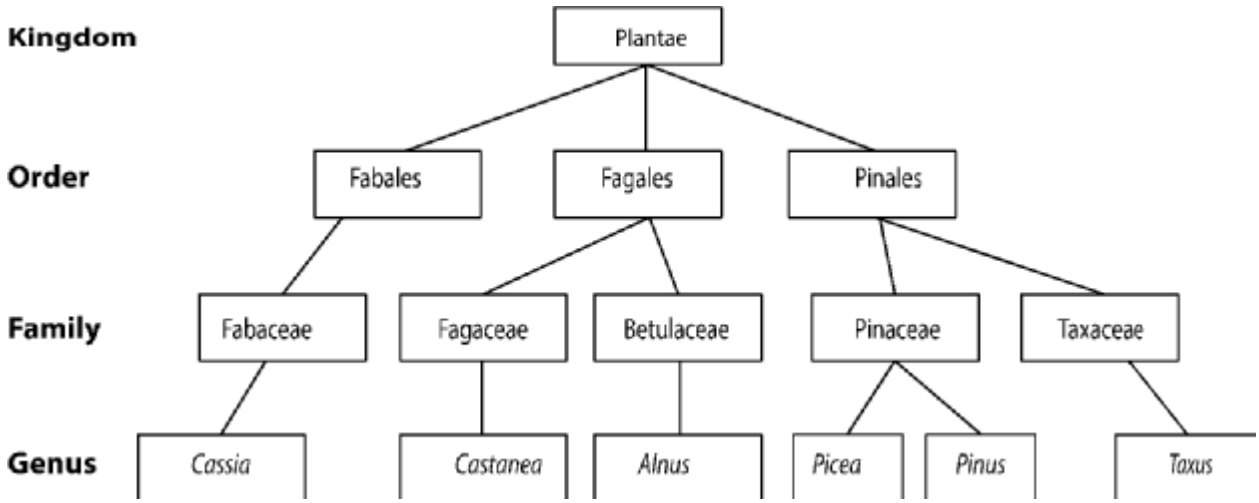
Υλικά

- 1 συσκευασία που περιέχει έτοιμο gel και buffer (gel cassette)
- 1 FlashGel® Dock συσκευή ηλεκτροφόρησης με καλώδια εικόνα 4.3 (FlashGel® Dock with cables and power supply)
- 1 Πηγή τροφοδοσίας (Power source)
- 1 δοκιμαστικός σωλήνας buffer (tube of buffer) με ένδειξη ”Buffer 4”
- 1 μικροπιπέττα 2-20 L /
- Μύτες μικροπιπέττας (Micropipette tips)
- Δείγματα DNA με ένδειξη «**families»** για το πείραμα 4A (DNA-samples with indicator **families** for Experiment 4A)
- Δείγματα DNA με ένδειξη «**genera**» γένη (για το πείραμα 4B **(**DNA-samples with indicator **genera** for Experiment 4B)
- Χαρτομάντηλα
- Σακούλα απορριμμάτων
- Παράρτημα B

Φυλογενετικό δέντρο (Taxonomic tree)

Θα αναζητήσετε συγκεκριμένες οικογένειες (families) και γένη (genera) φυτών στα δείγματά σας. Αυτές οι οικογένειες και τα γένη χρησιμοποιούνται ως δείκτες κλίματος, καθώς αυτές μπορούν να αναπτυχθούν μόνο εάν το κλίμα ταιριάζει στις ανάγκες τους. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων σας, θα χρειαστείτε το **Παράρτημα B**, το **Σχήμα 4.2** και το **Σχήμα 4.3**.

1 Τα primers (εκκινητές) είναι μικρά τμήματα μονόκλωνου DNA (20-30 νουκλεοτιδία) τα οποία έχουν δημιουργηθεί ώστε να συνδέονται με την συμπληρωματική τους αλυσίδα DNA. Κατά την διάρκεια της PCR ή DNA πολυμεράση θα ξεκινήσει να αντιγράφει την συμπληρωματική αλυσίδα DNA από τη θέσεις που υπάρχει primer. Κατά συνέπεια θα αποκτήσουμε πολλά αντίγραφα του DNA.



Εικόνα 4.2 Φυλογενετικό δέντρο με οικογένειες και γένη δείκτες. Να σημειωθεί ότι το παραπάνω δέντρο δεν είναι ολοκληρωμένο.

Ηλεκτροφόρηση (Electrophoresis)

Θα χρησιμοποιήσετε την τεχνική της ηλεκτροφόρησης στην έρευνά σας πάνω στα αρχαία δείγματα DNA από τον πάγο,

Ερώτηση 4.1

- *Να γράψετε τις σωστές λέξεις στο φύλλο απαντήσεων στο πλαίσιο (box) 4.1.*

Λέξεις

A Αμινοξέα	G Βάση	M Πηγαδάκια	S Μόρια δεσοξυριβόζης
B DNA ladder- γνωστού μήκους DNA	H Τμήματα DNA	N Λιπαρά οξέα	T Φωσφορικών ομάδων
C Μόρια γλυκόζης	I Τάφρος	O Κοντύτερο	U Υδατάνθρακες
D Φορτίο	J μέγεθος	P Μακρύτερο	V Loading dye
E Μόρια	K Αρνητικός πόλος	Q Καθαρό αρνητικό φορτίο	W Θετικό πόλο
F Καθαρό θετικό φορτίο	L Πρωτεΐνες	R Μέγεθός	X Μακρομόρια

Κείμενο

Η ηλεκτροφόρηση πραγματοποιείται σε συσκευασία με έτοιμο gel. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στα { Word 1 } του gel, το οποίο είναι καλυμμένο με buffer.

Όταν τοποθετηθούν σε ηλεκτρικό πεδίο, μακρομόρια όπως τα { Word 2 } και οι { Word 3 } μπορούν να διαχωριστούν. Ο διαχωρισμός εξαρτάται από το διαφορετικό { Word 4 } και το { Word 5 } των μορίων.

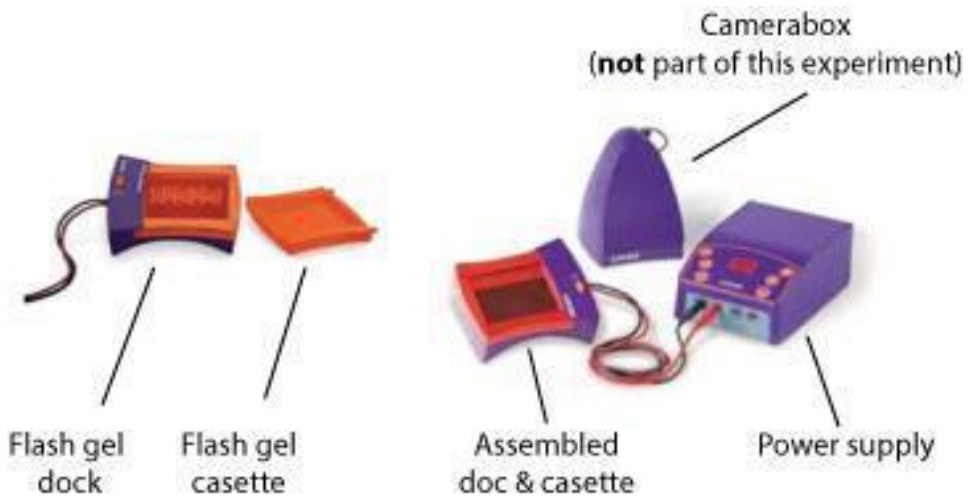
Τα νουκλεικά οξεα κινούνται προς τον { Word 6 } γιατί έχουν { Word 7 } λόγω των { Word 8 }. Οι πρωτεΐνες όμως μπορούν να κινηθούν είτε προς τον θετικό είτε προς τον αρνητικό πόλο επειδή το φορτίο τους εξαρτάται από την σύσταση τους σε { Word 9 } .

Πείραμα 4Α. Ανάλυση των δειγμάτων DNA χρησιμοποιώντας ηλεκτροφόρηση (gel-electrophoresis)

Το αρχαίο DNA που είναι δεσμευμένο στα σωματίδια του εδάφους και έχει διατηρηθεί στον πάγο του βυθού (basal ice) κάτω από το στρώμα πάγου (ice cap) είναι μια εικόνα της αρχαίας φυσικής ιστορίας. Δεδομένου ότι το υλικό είχε παγώσει και είχε διατηρηθεί απουσία οξυγόνου, η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων διατηρήθηκε, εντούτοις, σε υψηλά αλλοιωμένη αλληλουχία νουκλεοτιδίων. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα υπόλοιπα μικρά κομμάτια του DNA σαν ταξινομική βιβλιοθήκη των προηγούμενων γενών από αυτή τη γεωγραφική περιοχή της Γροιλανδίας. Δείτε την παρακάτω λίστα των διαφορετικών οικογενειών που ψάχνουμε, στα δείγματα DNA που έχουν ληφθεί με την μέθοδο PCR χρησιμοποιώντας ειδικούς primers:

A1 Taxaceae
A2 Pinaceae
A3 Betulaceae
A4 Fabaceae
A5 Fagaceae

Τα διαφορετικά δείγματα DNA υποδεικνύουν τις διαφορετικές οικογένειες-δείκτες που αναζητούμε.



Εικόνα 4.3 The Lonza Flash gel system

Οδηγίες

1. Να σχίσετε/ανοίξετε τη θήκη και να αφαιρέσετε τη συσκευασία που περιέχει έτοιμο gel και buffer (cassette).

2. Αφαιρέστε τις ταινίες που σφραγίζουν την συσκευασία που περιέχει έτοιμο gel και buffer

3. Να γεμίσετε τα πηγαδάκια με"Buffer 4". Βεβαιωθείτε ότι τα πηγαδάκια γεμίζουν εντελώς με "Buffer 4" . Σε περίπτωση που χυθεί "Buffer 4" έξω από τα πηγαδάκια, στεγνώστε κατάλληλα τη συσκευασία, αλλά μην αφαιρέσετε το buffer από τα πηγαδάκια. Αν έχετε απορία/αμφιβολία να ρωτήσετε τον υπεύθυνο τεχνικό. Δεν θα σας αφαιρεθούν μονάδες αν ρωτήσετε!!!!

4. Τοποθετήστε την συσκευασία (cassete) στην FlashGel® Dock συσκευή ηλεκτροφόρησης με καλώδια εικόνα 4.3

5. Load samples (5 L pr. sample) as shown in the **Figure 4.4** below. Remember to write down which samples are loaded where.

   Να φορτώσετε τα δείγματα από τα PCR σωληνάκια (5 μL σε κάθε πηγαδάκι) όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.4. Θυμηθείτε να σημειώσετε σε ποιο πηγαδάκι φορτώνετε το κάθε δείγμα.

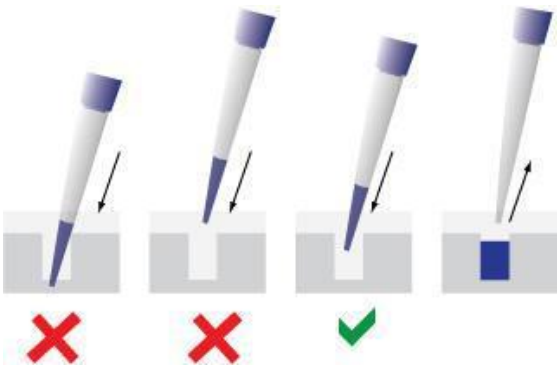
ΣΗΜ .: Χρησιμοποιήστε μόνο 5 πηγαδάκια, καθώς θα χρειαστούν και άλλα 6 πηγάδια αργότερα.

6. Συνδέστε τα καλώδια όπως υποδεικνύεται με τον κωδικό χρώματος στην πηγή τροφοδοσίας (Power source).

7. Ρυθμίστε την ισχύ σε: Τάση 195 V DC ή όπως φαίνεται στο τραπέζι εργαστηρίου, Ισχύς 15 W ή όπως φαίνεται στο τραπέζι εργαστηρίου, Ρεύμα: 25 mA και χρόνο 10 λεπτά.

8. Ξεκινήστε την πηγή τροφοδοσίας (run).

9. Παρατηρείτε κάθε λεπτό το πείραμα ενεργοποιώντας τον διακόπτη φωτισμού. Αφήστε το πείραμα να τρέξει για μέγιστο 9 λεπτά.



Εικόνα 4.4 Φόρτωση δείγματος στο gel

Αναλύοντας τα αποτελέσματα του πειράματος 4Α

Ερώτηση 4.2

Αν εμφανιστεί ζώνη DNA στο gel, η οικογένεια υπάρχει στο δείγμα. Να γράψετε τα ονόματα των οικογενειών που αναλύσατε στο gel boxes στο φύλλο απαντήσεων και να υποδείξετε αν η οικογένεια υπάρχει ή δεν υπάρχει στο δείγμα. Αυτό γίνεται γράφοντας + (υπάρχει) ή – (δεν υπάρχει) στο gel template στο φύλλο απαντήσεων κάτω από το όνομα της οικογένεια.

Να γράψετε τα ονόματα των οικογενειών που έχετε αναλύσει στο φύλλο απαντήσεων πλαίσιο 4.2

Ερώτηση 4.3

Βασιζόμενοι στα δεδομένα από το πείραμα Α και τις πληροφορίες του **Παράρτημα Β** να αποφασίσετε εάν καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις που αφορούν την χλωρίδα της Γροιλανδίας είναι σωστή ή λανθασμένη.

Πρόταση	**Σωστή**	**Λανθασμένη**
Δεν υπήρχαν φυτά εκείνο το χρονικό διάστημα		
Μόνο τέσσερις (4) οικογένειες υπήρχαν εκείνο το χρονικό διάστημα		
Η θερμοκρασία τους χειμώνες ήταν κάτω από -2 °C και τα καλοκαίρια ήταν πάνω από 10 °C		
Μόνο τρεις (3) οικογένειες υπήρχαν εκείνο το χρονικό διάστημα		
Τίποτα δεν μπορούμε να συμπεράνουμε για την θερμοκρασία βασιζόμενοι αποκλειστικά και μόνο σε πληροφορίες για τις οικογένειες		
Η Γροιλανδία είχε ένα δάσος εκείνο το χρονικό διάστημα.		

➢ *Να σημειώσετε με √ τις απαντήσεις, στο φύλλο απαντήσεων, πλαίσιο (box) 4.3*

Ερώτηση 4.4

Ποιες οικογένειες θα είχαν σχετικό ενδιαφέρον να μελετηθούν για περισσότερη ανάλυση; Taxaceae, Fagaceae, Pinaceae, Fabaceae and/or Betulaceae;

➢ *Να σημειώσετε την απάντησή σας κυκλώνοντας τα ονόματα στο φύλλο απαντήσεων, πλαίσιο (box) 4.4.*

Πείραμα 4Β. Ανάλυση δειγμάτων DNA χρησιμοποιώντας ηλεκτροφόρηση (gel-electrophoresis)

Τα διαφορετικά δείγματα DNA υποδεικνύουν τα διαφορετικά **γένη**-δείκτες που αναζητούμε.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα διαφορετικά γένη που αναζητούμε, στα δείγματα DNA που ελήφθησαν με την τεχνική PCR χρησιμοποιώντας primers για τα γένη-δείκτες:

Πίνακας:

B1. Alnus
B2. Picea
B3. Pinus
B4. Taxus
B5. Cassia
B6. Castanea

Οδηγίες

1. Να γεμίσετε τα πηγαδάκια με”Buffer 4”. Βεβαιωθείτε ότι τα πηγαδάκια γεμίζουν εντελώς με "Buffer 4" . Σε περίπτωση που χυθεί "Buffer 4" έξω από τα πηγαδάκια, στεγνώστε κατάλληλα τη

συσκευασία, αλλά μην αφαιρέσετε το buffer από τα πηγαδάκια.

2. Τοποθετήστε την συσκευασία στην FlashGel® Dock συσκευή ηλεκτροφόρησης με καλώδια

Να βεβαιωθείτε ότι δεν χρησιμοποιείτε τα πηγαδάκια που χρησιμοποιήσατε πριν.

3. Να φορτώσετε τα δείγματα από τα PCR tubes (5 μL σε κάθε πηγαδάκι). Θυμηθείτε να σημειώσετε σε ποιο πηγαδάκι φορτώνετε το κάθε δείγμα.

4. Συνδέστε τα καλώδια όπως υποδεικνύεται με τον κωδικό χρώματος στην πηγή τροφοδοσίας (Power source).

5. Ρυθμίστε την ισχύ σε: Τάση 195 V DC ή όπως φαίνεται στο τραπέζι εργαστηρίου, Ισχύς 15 W ή όπως φαίνεται στο τραπέζι εργαστηρίου, Ρεύμα: 25 mA και χρόνο 10 λεπτά.

6. Ξεκινήστε την πηγή τροφοδοσίας (run).

7. Κάθε λεπτό να παρατηρείτε το πείραμα ενεργοποιώντας τον διακόπτη φωτισμού. Αφήστε το πείραμα να τρέξει για μέγιστο 9 λεπτά.

Αναλύοντας τα αποτελέσματα του πειράματος 4B

Όπως και στο πείραμα 4A να χρησιμοποιήσετε το φυλογενετικό δέντρο εικόνα 4.2 και τον πίνακα με τα γένη-δείκτες

Ερώτηση 4.5

Να γράψετε τα ονόματα των γενών που αναλύσατε στα κουτιά του φύλλου απαντήσεων και να υποδείξετε αν το **γένος** υπάρχει ή δεν υπάρχει στο δείγμα.

- *Αυτό γίνεται γράφοντας + (υπάρχει) ή – (δεν υπάρχει) στο gel template στο φύλλο απαντήσεων , box 4.5.*

Ερώτηση 4.6

Βασιζόμενοι στο πείραμα 4B, Παράρτημα B, και τις παραπάνω απαντήσεις, τι τύπος οικοσυστήματος επικρατούσε στην περιοχή Dye-3;

Πρόταση	
Τροπικό δάσος	
Εύκρατο φυλλοβόλο δάσος	
Mire (υγρότοπος χωρίς δασική κάλυψη, που κυριαρχείται από ζωντανά φυτά που σχηματίζουν τύρφη / ορυκτός γαιάνθρακας)	
Λιβάδι (μια περιοχή με χορτάρι).	

Δάσος με μείγμα κωνοφόρων και φυλλοβόλων δένδρων.	

➢ *Να σημειώσετε με V την σωστή απάντηση, στο φύλλο απαντήσεων πλαίσιο (box) 4.6*

Ερώτηση 4.7

Θέλουμε να βεβαιωθούμε ότι τα δείγματα DNA από το πάγο βυθού (basal ice) πραγματικά αντιπροσωπεύουν τα αρχαία οικοσυστήματα και δεν είναι επιμόλυνση από τον αέρα που μεταφέρθηκε στη Γροιλανδία από άλλες περιοχές στο χρόνο.

Από πού θα πάρετε δείγματα ελέγχου **από τη στήλη πάγου** (βλέπετε εικόνα 4.1) για να ελέγξετε την ύπαρξη αερομεταφερόμενου ξένου (exotic) DNA;

Πρόταση	**Σωστή**	**Λανθασμένη**
Στο κέντρο της στήλης πάγου του παγετώνα και κοντά στο basal ice, όπου μπορεί να έχει ενσωματωθεί ξένο DNA από φυτά μαζί με αέρα, ατμοσφαιρικούς ρύπους και χιόνι.		
Στον καθαρό πάγο του παγετώνα πολύ πιο κοντά στην επιφάνεια από ότι βασικό πάγο (basal ice).		
Μόνο στην πάνω επιφάνεια του στρώματος πάγου καθώς είναι πιο πιθανό να έχει επιμολυνθεί.		
Δείγματα ατμοσφαιρικού αέρα καθώς σε αυτόν βρίσκονται οι ατμοσφαιρικοί ρύποι		
Δείγματα ατμοσφαιρικού αέρα στην επιφάνεια του ice cap καθώς και τα δύο περιέχουν ατμοσσφαιρικούς ρύπους		

➢ ***Να σημειώσετε με V τις απαντήσεις σας στο φύλλο απαντήσεων πλαίσιο (box) 4.7***

Ερώτηση 4.8

From the indicator genera, make an analysis on what the climate most likely looked like at the time these organisms were living in Greenland – what are the upper and lower temperature boundaries? Use Appendix B.

Από τα γένη-δείκτες να αναλύσετε πως ήταν πιθανόν το κλίμα την εποχή που ζούσαν οι οργανισμοί στη Γροιλανδία - ποια ήταν τα ανώτερα και κατώτερα όρια θερμοκρασίας;

Να χρησιμοποιήσετε το **Παράρτημα Β**

Πρόταση	**Σωστή**	**Λανθασμένη**
Η θερμοκρασία τα καλοκαίρια ήταν μεγαλύτερη των 10 °C		
Η θερμοκρασία τους χειμώνες ήταν στους –40 °C.		
Η θερμοκρασία τους χειμώνες δεν ήταν χαμηλότερη από –17 °C.		

Η θερμοκρασία τους χειμώνες δεν έπεφτε κάτω από –1 °C.		

➢ *Να σημειώσετε με V τις σωστές απαντήσεις, στο φύλλο απαντήσεων πλαίσιο (box) 4.8*

Οπισθοανίχνευση (Backtracking) της αλληλουχίας των αμινοξέων στη πρωτείνη

Οι ερευνητές στην περιοχή Dye-3 βρήκαν ένα τμήμα πρωτεΐνης όταν μελέτησαν τα ευρήματά τους. Να βρείτε το mRNA που είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση αυτού του τμήματος πρωτεΐνης και να επιλέξετε έναν πιθανό ειδικό εκκινητή (primer) για να το ελέγξετε χρησιμοποιώντας την τεχνική PCR (αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης).

Η αλληλουχία των αμινοξέων της πρωτεΐνης είναι:

Met-Phe-Asp-Gln-Asp-Tyr-Trp

Ερώτηση 4.9

Χρησιμοποιώντας το γενετικό κώδικα (εικόνα 4.5) να υπολογίσετε το πιθανό αριθμό διαφορετικών mRNA που κωδικοποιούν τη παραπάνω αλληλουχία αμινοξέων της πρωτεΐνης.

Second Letter

1st letter	U	C	A	G	3rd letter
U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC UCA Ser UCG	UAU Tyr UAC UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC UGA Stop UGG Trp	U C A G
C	CUU CUC CUA Leu CUG	CCU CCC CCA Pro CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC CGA Arg CGG	U C A G
A	AUU AUC AUA Ile AUG Met	ACU ACC ACA Thr ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
G	GUU GUC GUA Val GUG	GCU GCC GCA Ala GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC GGA Gly GGG	U C A G

Εικόνα 4.5.

➢ *Να γράψετε την απάντηση σας στο φύλλο απαντήσεων πλαίσιο (box) 4.9*

Ερώτηση 4.10

Ποια από τις παρακάτω αλληλουχίες mRNA είναι μια από τις αλληλουχίες που ευθύνονται για την αλληλουχία των αμινοξέων της πρωτεΐνης;

- 5′-AUG UUU GAU GAG GAC UAU UGG-3′
- 5′-AUG UUC CCA CAG GAC UAC UGG-3′
- 5′-AUG UUC GAU CAG GAC UAC UGG-3′
- 5′-AUG UUU GAU GGA GAU UAU UGG-3′

- 5′-AUG GGA GAU CAG GAU UAU UGG-3′

➢ *Να γράψετε την απάντηση στο φύλλο απαντήσεων, πλαίσιο (box) 4.10*

Ερώτηση 4.11

Πρέπει να επιλέξετε έναν εκκινητή (Primer) μήκους 12 ζευγών βάσεων (παρόλο που αυτό δε συνηθίζεται όταν πρόκειται για την πραγματική ανάλυση DNA) .

Ποια από τις παρακάτω αλληλουχίες primer θα χρησιμοποιούσατε για περαιτέρω ανάλυση;

3′-CTC CTG ATA ACC-5′
3′-GTT CTG ATG ACC-5′
3′-GTC CTG ATG ACC-5′
3′-CTT CTA ATA ACC-5′
3′-GTC CTA TTA ACC-5′

➢ *Να γράψετε την απάντηση στο φύλλο απαντήσεων πλαίσιο (box) 4.11*

Τώρα που γνωρίζουμε κάποια από τα φυτά και τις συνθήκες της θερμοκρασίας που επικρατούσαν στην Γροιλανδία προτού σχηματιστεί ο μεγάλος πάγος επιφάνειας (great ice cap) κάλυψε το μεγαλύτερο μέρος της ξηράς, θέλουμε να μάθουμε πότε άρχισε ο σχηματισμός αυτού του πάγου στην περιοχή του Dye-3 core.
Ο πάγος βυθού (basal ice) έχει χρονολογηθεί με έναν συνδυασμό τεσσάρων τεχνικών χρονολόγησης. Δες παρακάτω. Δύο από τις μεθόδους βασίζονται στη φυσική και δύο βασίζονται στη βιολογία και η βασική θεωρία πίσω από αυτές θα περιγραφεί παρακάτω.

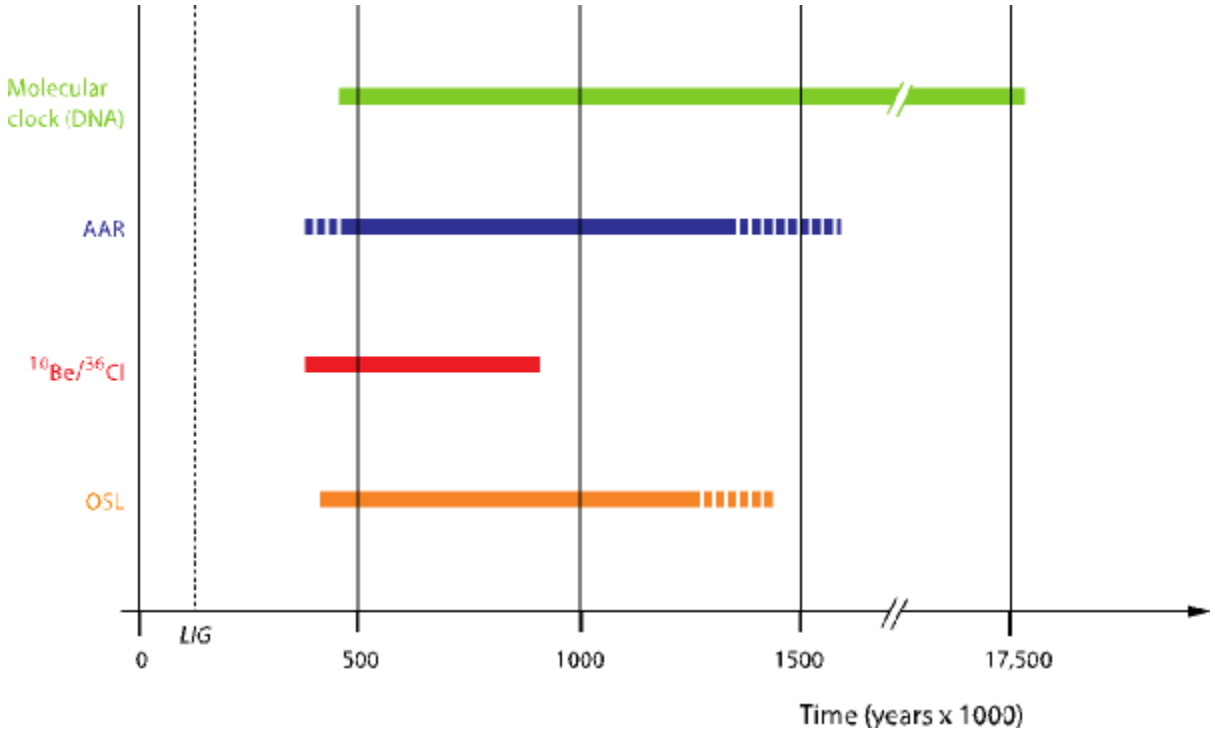
1. Η πρώτη μέθοδος Φυσικής για τη χρονολόγηση του πάγου βασίζεται στη διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων που περιέχονται στον πάγο, όπως το ^{10}Be και το ^{36}Cl. Αυτά τα δύο ισότοπα είναι παρόντα στην ατμόσφαιρα και ενσωματώνονται στο στρώμα πάγου μαζί με το χιόνι. Αυτή η μέθοδος εκτιμά τον λόγο διάσπασης ^{10}Be / ^{36}Cl των ισοτόπων, που συμβαίνει εκθετικά με τον χρόνο. Συνεπώς, από αυτή τη μέθοδο θα προκύψει μία εκτίμηση για την ηλικία βασισμένη στο πόσο χρόνο τα ισότοπα και ο αέρας έχουν ενσωματωθεί στον πάγο. Θεωρητικά αυτό ταυτίζεται με την ηλικία του πάγου.

2. Μία άλλη μέθοδος Φυσικής είναι χρονολόγηση με οπτικά διεγειρόμενη φωτοβολία (optical stimulated luminescence, OSL). Αυτή η μέθοδος εκτιμά τον χρόνο που έχιε περάσει από τότε που τα σωματίδια του χώματος έλαβαν φως ημέρας, συνεπώς τον χρόνο από τότε που ενσωματώθηκαν στον πάγο. Στέλνοντας μία ισχυρή δέσμη λέιζερ στα σωματίδια χώματος, μπορούμε να εκτιμήσουμε την ποσότητα του φωτός που επιστρέφει ανακλώμενη από τα σωματίδια των ορυκτών μετάλλων: αστριός (feldspar) ή χαλαζία. Η ποσότητα του φωτός που επιστρέφει ανακλώμενη είναι ανάλογη με το πότε για τελευταία φορά τα σωματίδια είχαν εκτεθεί στο φως. Αυτό επίσης μας δίνει θεωρητικά μία εκτίμηση του πότε σχηματίστηκε ο πάγος, άρα και της ηλικίας του.

3. Η πρώτη βιολογική μέθοδος ονομάζεται ρακεμοποίηση αμινοξέων (amino acid racemization, AAR). Μετρά την αποσύνθεση των αμινοξέων από βιολογικό ιστό των οργανισμών. Ο ρυθμός αποσύνθεσης σε ορισμένα αμινοξέα είναι σταθερός σε χαμηλές θερμοκρασίες. Επομένως, μπορούμε θεωρητικά να υπολογίσουμε την ηλικία του πάγου με βάση το επίπεδο αποσύνθεσης αυτών των αμινοξέων στα δείγματα του πάγου βυθουύ (basal ice).

4. Η δεύτερη βιολογική μέθοδος βασίζεται στο DNA και στη θεωρία του μοριακού ρολογιού. Δεδομένου ότι τα μόρια DNA αποικοδομούνται με το χρόνο και υφίστανται ορισμένες λανθασμένες μεταλλάξεις με ένα συγκεκριμένο ρυθμό, μπορούμε να συγκρίνουμε τις αρχαίες αλληλουχίες DNA με τις σύγχρονες αλληλουχίες σε συγκεκριμένες περιοχές γονιδίων. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε την ηλικία των αρχαίων αλληλουχιών DNA. Αυτό δείχνει πότε ο οργανισμός έζησε και κατά συνέπεια πότε ο πάγος άρχισε να δημιουργείται και να ενσωματώνει τις αλληλουχίες DNA.

Και οι τέσσερις τεχνικές χρονολόγησης έχουν αναπτυχθεί πρόσφατα για να εφαρμοστούν σε δείγματα από πάγο βυθού (basal ice), δεδομένου ότι δεν υπάρχουν άλλες καλά δοκιμασμένες μέθοδοι για αυτό το είδος υλικού. Καθεμία από τις τέσσερις αυτές μεθόδους παρουσιάζει κάποιο επίπεδο αβεβαιότητας. Ως εκ τούτου, αποφασίστηκε να συνδυαστούν οι τέσσερις διαφορετικές μέθοδοι για να επιτευχθεί μια συναινετική ηλικία.



Σχήμα 4.6. Τέσσερις μέθοδοι χρονολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της ηλικίας του αρχαίου DNA στο πάγο.
Οριζόντιο χρονοδιάγραμμα: Χρόνια πριν το παρόν x 1000. LIG: Τελευταία μεσοπαγετώδη περίοδος, περ. Πριν από 120.000 χρόνια.
Κάθετος άξονας: Οι τέσσερις μέθοδοι. Οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν την αβεβαιότητα της μέγιστης ή ελάχιστης ηλικίας.

Ερώτηση 4.12

Μπορείτε να προσδιορίσετε την τελευταία εποχή που υπήρχε δάσος στην περιοχή Dye-3 συνδυάζοντας τις τέσσερεις μεθόδους και χρησιμοποιώντας την εικόνα 4.6;

- *Να σημειώσετε με V τις απαντήσεις, στο φύλλο απαντήσεων, πλαίσιο (box) 4.12*

ΤΕΛΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ 1: ΠΑΓΟΣ