



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα **ΠΠ**

**ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ
ΕΝΟΤΗΤΑ: ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ
ΝΕΡΟΥ**

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ : Ι. ΖΑΧΑΡΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών
Πόρων**

ΑΓΡΙΝΙΟ

Άδειες Χρήσης

- ▶ Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- ▶ Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- ▶ Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- ▶ Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- ▶ Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

ΙΕΡΟΘΕΟΣ ΖΑΧΑΡΙΑΣ

Καθηγητής Παν/μίου Πατρών

Επικοινωνία: +30 264107-4131

Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο: izachari@upatras.gr

▶ <https://sites.google.com/site/zachariasierotheos/>

Ομάδα μαθήματος: <https://www.facebook.com/groups/oceanography.dpfp/>



- Η θερμοκρασία χαρακτηρίζει τη κινητική ενέργεια των μορίων ενός σώματος.
- Το νερό έχει μεγάλη ειδική θερμότητα $1 \text{ cal}/(\text{g})(^{\circ}\text{C})$.
- Απαιτείται μεγάλη ποσότητα ενέργειας ($540 \text{ cal}/\text{g}/^{\circ}\text{C}$) για την απελευθέρωση των μορίων νερού απ την υδάτινη επιφάνεια και τη μετάβαση τους στην αέρια φάση.
- Τα υδάτινα μόρια που εξατμίζονται μεταφέρουν την ενέργεια τους στην ατμόσφαιρα ως λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης.
- Η θερμότητα που δεσμεύεται από τα μόρια νερού που εξατμίζονται απελευθερώνεται και πάλι όταν αυτά συμπυκνώνονται ως λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης.

Θαλάσσιος πάγος-Παγόβουνα

Θαλάσσιος πάγος

- Πολύ δύσκολα σχηματίζεται.
- Το θαλάσσιο νερό όταν ψύχεται γίνεται πυκνότερο+ βυθίζεται η πυκνότητα μέχρι σημείου πήξης -1.91°C .
- Όταν η υδάτινη στήλη αποτελείται από 2 στρώματα, το επιφανειακό έχει μικρό πάχος και μικρότερη αλατότητα σε σχέση με το υποκείμενο στρώμα τότε το ψυχόμενο επιφανειακό βυθίζεται μέχρι να συναντήσει το πυκνότερο και μεγαλύτερης αλατότητας.
- Όσο μεγαλύτερο το πάχος του επιφανειακού στρώματος τόσο πιο δύσκολα σχηματίζεται θαλάσσιος πάγος.
- Είναι θερμομονωτικό υλικό και επιπλέει λόγω της μικρότερης πυκνότητας.

Παγόβουνα

- Μεγάλο πάχος.
- Προέρχονται απ' την ξηρά - Ογκώδεις παγετώνες
- από παράκτια βουνά φτάνουν μέχρι την ακτή και
- διασπώνται σε παγόβουνα



Φυσικές διεργασίες παγκόσμιου ωκεανού

Θέρμανση Παγκόσμιου Ωκεανού

- Πηγές : η ηλιακή ακτινοβολία , η ροή θερμότητας απ' το εσωτερικό της Γής.
- Ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με το μήκος κύματος
 - i) υπεριώδη ($<0.4 \mu\text{m}$:~9%), μεγαλύτερο μέρος απορροφάται απ' το όζον στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.
 - ii) φωτεινή ($0.4- 0.7 \mu\text{m}$:~43%)
 - iii) υπέρυθρη ($>0.7 \mu\text{m}$:~48%), απορροφάται απ το CO_2 κ τους υδρατμούς της κατώτερης ατμόσφαιρας.

Διακύμανση θέρμανσης ή και της ψύξης στην επιφάνεια της Γης λόγω ακτινοβολίας σε συνάρτηση με το $\gamma.\pi$

- Κατανομή ηλιακής ακτινοβολίας σε άξονες $\gamma.\pi$ (μεγάλες τιμές στα μικρά $\gamma.\pi$).
- Η επανεκπεμπόμενη απ τη Γή στο διάστημα ακτινοβολία μικρή διακύμανση με $\gamma.\pi$.
- Μεταξύ 38°B και 38°N περί τον Ισημερινό τετραπλάσια ποσότητα προσλαμβάνεται απ ότι στα μεγαλύτερα $\gamma.\pi$.
- Η συσσώρευση θερμότητας στα μικρά $\gamma.\pi$ δεν προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας υποδηλώνει οριζόντια μεταφορά θερμότητας απ' τα μικρά προς τα μεγάλα $\gamma.\pi$.

Γήινο θερμικό ισοζύγιο

- Επανεκπομπή στο διάστημα τόσης θερμικής ενέργειας όσης προσλαμβάνει από ήλιο αλλιώς η γη θερμή.
- Το $\frac{1}{2}$ της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας φτάνει στην επιφάνεια της Γης.
- Μεταβολή της ποσότητας εισερχόμενης ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή, το γ.π, ώρα ημέρας .
- Διαφανής ατμόσφαιρα για ορατά μήκη κύματος.
- Επιστροφή γήινης ακτινοβολίας στο διάστημα : δύσκολη.
- Θερμότητα που φεύγει απ την επιφάνεια της Γης εξέρχεται απ την ανώτερη ατμόσφαιρα ως ηλεκτρομαγνητικά κύματα και πάει στο διάστημα.
- Στους τροπικούς θερμοκρασίες υψηλότερες, ατμόσφαιρα υδρατμούς, η θερμότητα απομακρύνεται ως εξάτμιση απ τους ωκεανούς.
- Κοντά στον ισημερινό η Γη δέχεται περισσότερη θερμότητα απ' αυτή που αποδίδει , αντίθετα στους πόλους.

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα

- Απ' την επιταχυνόμενη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων.
- Θερμά σώματα εκπέμπουν μικρού κύματος κ μεγάλης ενέργειας, αντίθετο τα ψυχρά.
- Όταν συναντήσουν άλλα σώματα τότε τα θέτουν σε ταλάντωση .
- Όλα μεταδίδονται με την ίδια ταχύτητα 300.000km/s .
 - i. Ραδιοκύματα
 - ii. Κοσμικές ακτίνες
 - iii. Ακτίνες γ
 - iv. Μικροκύματα
 - v. Υπέρυθρα κύματα
 - vi. Ορατό φώς
 - vii. Υπεριώδεις
 - viii. Ακτίνες χ

Διακυμάνσεις θερμοκρασίας παγκόσμιου ωκεανού

Θέρμανση επιφανειακού στρώματος προκαλείται από

Απορρόφηση ηλιακ. Ακτινοβολίας

επιφ. Θερμικές ανταλλαγές

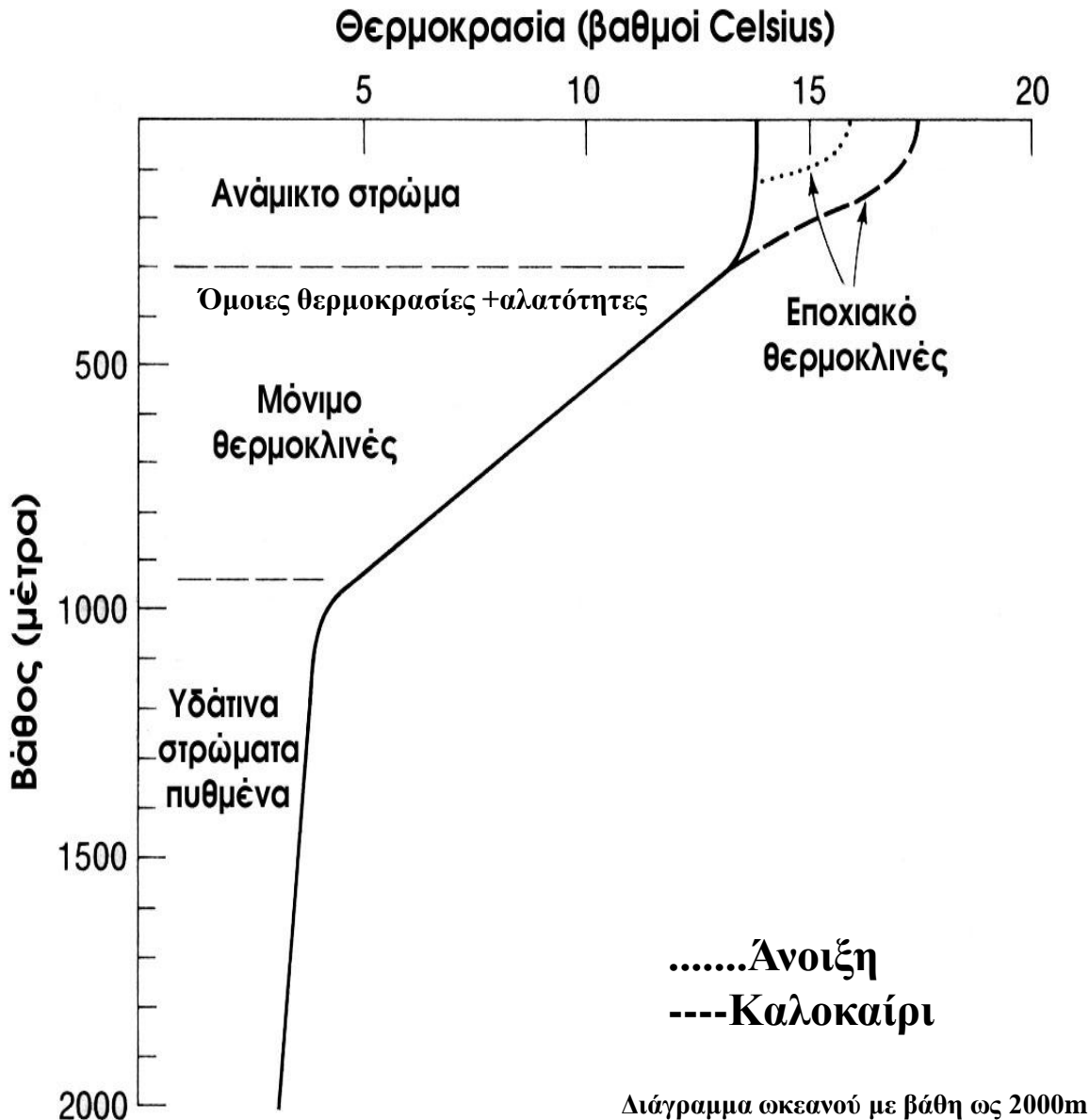


Κατανομή θερμότητας στα βαθύτερα στρώματα μέσω τυρβώδους ανεμογενούς ανάμειξης.

Επιφανειακές Θερμοκρασιακές διακυμάνσεις

- Ζωνική κατανομή (28 έως -2°C).
- Ισόθερμες ... ενώνουν σημεία ίδιων θερμοκρασιών.
- Τείνουν να παραμορφωθούν προς τον ισημερινό στις ανατολικές πλευρές των ωκεανών κ προς τους πόλους στις δυτικές πλευρές.
- Αυτό είναι αποτέλεσμα της μεταφοράς στρώματος θερμού νερού από ισημερινό προς πόλους στις δυτικές πλευρές κ ψυχρότερο υδάτινο στρώμα απ τις υποαρκτικές περιοχές προς ισημερινό στις ανατολικές περιοχές.

Κατακόρυφες θερμοκρασιακές Μεταβολές



- Επιφανειακό αναμεμιγμένο στρώμα (κάτω απ' την επίδραση της ηλιακής ενέργειας, των θερμικών ανταλλαγών με την ατμόσφαιρα κ την ανάμιξη που προκαλούν οι άνεμοι) : επιφάνεια θάλασσας έως 300 m.
- Μόνιμο θερμοκλινές (300-1000m). Θερμοκρασία μειώνεται απότομα με το βάθος. Μόνιμο καθ όλη τη διάρκεια του έτους.
- Εποχιακό θερμοκλινές όπου η θερμοκρασία ανώτερου στρώματος έχει εποχ. μεταβολές. Άνοιξη και καλοκαίρι λόγω εισροής ηλιακής ακτινοβολίας και απουσίας ανέμων.
- Εποχιακό + μόνιμο θερμοκλινές φυσικό όριο διαχωρισμού και φυσικό εμπόδιο ανάμιξης των στρωμάτων.
- Ένα βαθύτερο στρώμα κάτω απ' το κύριο θερμοκλινές σε βάθη μεγαλύτερα των 1000m. Το νερό στα μεγάλα βάθη ομοιόμορφα ψυχρό.

Οικολογική σημασία εποχικού θερμοκλινούς

- Χειμώνας, ευφωτικό στρώμα μικρό πάχος αφθονία θρεπτικών αλλά μικρή παραγωγικότητα.
- Αρχή Άνοιξης, μόλις το πάχος της ευφωτικής ζώνης αυξηθεί ακολουθεί έκρηξη παραγωγικότητας. Δημιουργία εποχικού θερμοκλινούς απομονώνοντας τα θρεπτικά στο επιφανειακό στρώμα εμποδίζοντας ανανέωση τους.
- Αρχές Θέρους, αποθέματα θρεπτικών στο ευφωτικό στρώμα εξαντλούνται και με βόσκηση του ζωοπλαγκτόν τερματισμός της παραγωγικής έκρηξης.
- Αρχές Φθινοπώρου, καταστροφή εποχικού θερμοκλινούς, ανανέωση με θρεπτικά άλατα του ευφωτικού. Τέλος φθινοπώρου έκρηξη παραγωγικότητας.

Δυναμική θερμοκρασία

- Η θερμοκρασία ωκεάνιων υδάτων εκφράζεται με

Επιτόπια θερμοκρασία
(σε κάποιο βάθος)

Δυναμική θερμοκρασία

(ένα δείγμα αν μεταφερθεί αδιαβατικά-
χωρίς θερμικές ανταλλαγές με περιβάλλον)

- Υδραργυρικά θερμόμετρα σε
δειγματοληπτικές φιάλες
- Ηλεκτρονικά όργανα
- Επιφανειακά μέσω τηλεπισκόπησης

Μέσω πινάκων ή

Με κάποιο λογισμικό

- Στην επιφάνεια θάλασσας συμπίπτουν.
- Λόγω συμπίεσης η επιτόπια θερμοκρασία ενός δείγματος (βάθους) είναι μεγαλύτερη.

Πυκνότητα θαλάσσιου Νερού (gr/cm³ ή kg/m³)

- Καθοριστικοί παράγοντες πυκνότητας : θερμοκρασία / αλατότητα / πίεση.
- Συντελεστής πυκνότητας..... συσχετίζεται με τη θερμοκρασία κ την αλατότητα.

$$\sigma_t = (\text{πυκνότητα} - 1) \times 1000$$

Ένα δείγμα θαλασσινού νερού με πυκνότητα 1,02594 gr/cm³ θα έχει ένα συντελεστή πυκνότητας $\sigma_t = 25,94$.

- Προσδιορίζει συνθήκες κάτω απ τις οποίες επικρατεί ευσταθής, ασταθής ή ουδέτερη ισορροπία.
- Παλιά μέσω διαγραμμάτων T-S οι τιμές πυκνότητας καθορίζονταν απ' τις ισόπυκνες. Σήμερα μέσω λογισμικού.
- Για σταθερότητα στο θαλάσσιο περιβάλλον η πυκνότητα πρέπει να αυξάνεται με το βάθος.

Τυπικές κατακόρυφες κατανομές πυκνότητας με το βάθος στον παγκόσμιο ωκεανό

Σε βάθη $> 500-1000\text{m}$ θερμοκρασία, αλατότητα μικρές μεταβολές: μικρή αύξηση πυκνότητας με το βάθος κάτω απ τα 1000m .

Σε βάθη $< 500-1000\text{m}$ σε μεσαία γ.π η σ_t αυξάνεται με το βάθος και οι ισόπυκνες σχεδόν οριζόντιες.

Πυκνοκλινές : (στρώμα αύξησης πυκνότητας με το βάθος)

Ανοικτός ωκεανός το πυκνοκλινές \approx θερμοκλινές .

Πυκνοκλιτικό νερό : σταθερό, εμποδίζει την ανάμειξη.

Εποχιακό πυκνοκλινές

Φθινόπωρο + χειμώνα: απουσία στρωμάτων.

Άνοιξη + θέρος: εποχ. πυκνοκλινές ισχυρό.

Ισχυρό πυκνοκλινές + απουσία ή παρουσία ασθενών
ρευμάτων.



επιπτώσεις θαλάσσιους οργανισμούς

- Κοίλες ισόπυκνες προς τα πάνω στα ανώτερα στρώματα λόγω αύξησης πυκνότητας από ισημερινό προς πόλους.
- Βαθιά νερά μεγάλη πυκνότητα η οποία υποδηλώνει προέλευση από μεγάλα γ.π.

Διάδοση φωτός στη θάλασσα

- Φως είναι το ορατό μέρος φάσματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.
Κατά τη διάδοση στο νερό εξασθενεί η ένταση λόγω
 - απορρόφησης
 - σκέδασης
- Θαλασσινό νερό με χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών = διαυγές.
- Μεγαλύτερη διείσδυση γαλάζιο, μικρότερη ερυθρό, ιώδες.
- Παράκτια νερά θολά, πράσινα + κίτρινα μήκη κύματος πιο διεισδυτικά.
- 50% ηλ. ακτιν. απορροφάται στο επιφ. στρώμα πάχους 10 cm.
- Μεγαλύτερο μέρος απορρόφ. στο ανώτερο στρώμα 10 m κ σε βάθος 100m.
- Μεγάλα μήκη κύματος απορρόφηση επιφ. στρώμα 1m, μικρότερα διεισδύουν βαθύτερα.
- Θέρμανση +φωτοσύνθεση : επιφ. στρώμα..

Ευφωτικό στρώμα

- Φωτιζόμενο επιφανειακό θαλάσσιο στρώμα.
- Όσο αυξάνεται η διαύγεια νερού τόσο υψηλότερα ο Ήλιος στον Ουρανό τόσο βαθύτερα διεισδύει το φως και τόσο μεγαλύτερο το βάθος όπου θα γίνεται η φωτοσύνθεση.

Αφωτική ζώνη

- Μεταξύ ευφωτικής ζώνης και ωκεάνιου πυθμένα.
- Τα φυτά δεν επιβιώνουν επί μακρόν.
- Κάτω απ' τα 1000 m το φως της ημέρας δε γίνεται αντιληπτό.

Διάδοση ήχου στη θάλασσα

- Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στη θάλασσα αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, αλατότητας και της πίεσης της υδάτινης στήλης.
- Ηχητικά κύματα δε μεταδίδονται με την ίδια ταχύτητα.
- Πάνω απ' το θερμοκλινές η ταχύτητα ήχου καθορίζεται από θερμοκρασία.
- Κάτω απ το θερμοκλινές μεγαλύτερη επίδραση πίεση τείνει να την αυξήσει.
- Θερμοκλινές, ηχητικές ακτίνες διαθλώνται, σκιερή ζώνη όπου δε φτάνει καμιά ακτίνα, αλατότητα μικρή επίδραση.
- Η τυπική θαλάσσια θερμοκρασιακή δομή μειώνει τη ταχύτητα του ήχου με το βάθος ενώ αύξηση πίεσης τείνει να την αυξήσει.

Ακουστική θερμογραφία

Δυνατή η μέτρηση θερμοκρασιακών διακυμάνσεων τάξης 0.001°C

Βασίζεται

- i) Ατμόσφαιρα + παγκόσμιος ωκεανός δύο συνιστώσες ενιαίου συστήματος.
- ii) Η ταχύτητα διάδοσης ήχου αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού.

Εφαρμογή ακουστικής θερμογραφίας

- Χρόνοι διαδρομής με ακρίβεια sec.
- Αύξηση μέσω ετήσιων χρόνων διαδρομής θα δείχνει αύξηση θερμοκρασίας θαλασσινού νερού παγκόσμια κλιματική μεταβολή.

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την 1^η έκδοση.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Ιερόθεος Ζαχαρίας, 2015.

Ιερόθεος Ζαχαρίας. «ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/modules/document/document.php?course=ENV114>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 1: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ekmanspirale1.jpg>

« Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις του καθηγητή **Ι. Ζαχαρία**».

