

# Κατεύθυνση Φυσικής Περιβάλλοντος (Κ3)

<http://env.phys.uoa.gr>

Τομέας Φυσικής Περιβάλλοντος-Μετεωρολογίας

# Τομέας Φυσικής Περιβάλλοντος- Μετεωρολογίας

9 μέλη ΔΕΠ

1 Επιστημονικός Συνεργάτης

5 μέλη Ειδικού Ερευνητικού και Διδακτικού προσωπικού (ΕΔΙΠ)

Διευθυντής (2021-2025): Καθ. Ε. Φλόκα

Εργαστήριο Φυσικής Περιβάλλοντος-Μετεωρολογίας

Διευθυντής (2021-2024): Καθ. Κ. Καρτάλης

# Ακαδημαϊκό προσωπικό

Καρτάλης Κωνσταντίνος, Καθηγητής

Φλόκα Ελενα, Καθηγήτρια

Ασημακοπούλου Μαργαρίτα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Σοφιανός Σαράντης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Γιαννακάκη Ελένη, Επίκουρη Καθηγήτρια

Μποσιώλη Ελισάβετ, Επίκουρη Καθηγήτρια

Τζάνης Χρήστος, Επίκουρος Καθηγητής

Τυρλής Ευάγγελος, Επίκουρος Καθηγητής

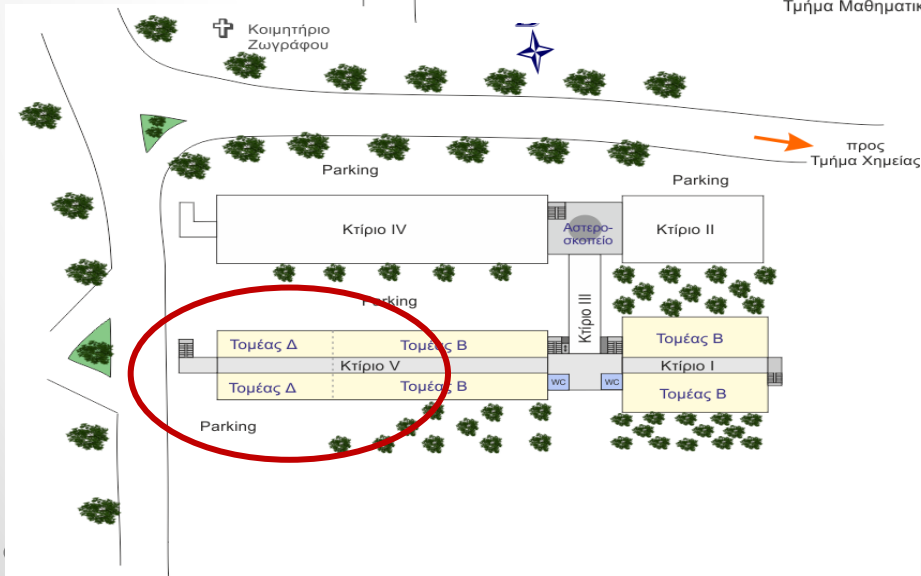
Σωτηροπούλου Γεωργία, Επίκουρη Καθηγήτρια

Καλτσουνίδης Νίκος, Επιστημονικός συνεργάτης

# Εγκαταστάσεις

3<sup>ος</sup> όροφος

Γραφεία μελών ΔΕΠ



1<sup>ος</sup> όροφος

Αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και ερευνητικοί χώροι

Ισόγειο

Αίθουσες διδασκαλίας



# Αντικείμενο της κατεύθυνσης



Ατμόσφαιρα

- Κλίμα
- Μετεωρολογία
- Ατμοσφαιρική Ρύπανση



Θάλασσα

- Φυσική και Δυναμική των Ωκεανών



Αστικό Περιβάλλον

- Αστική θερμική νησίδα
- Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων
- Ενέργεια
- Μικροκλίμα

Μετρήσεις

Δορυφορικά δεδομένα

Ατμοσφαιρικά μοντέλα

# Εισαγωγή στις κατευθύνσεις

## Δ' Εξάμηνο

		Ώρες/εβδ	ECTS
10 ΕΚΑ 03	Εισαγωγή στη Φυσική Ατμόσφαιρας	50+1Ε	7

προτείνεται στο **4<sup>ο</sup> εξάμηνο (εαρινό)**,  
αλλά μπορεί να δηλωθεί και στο 6<sup>ο</sup> ή 8<sup>ο</sup> εξάμηνο

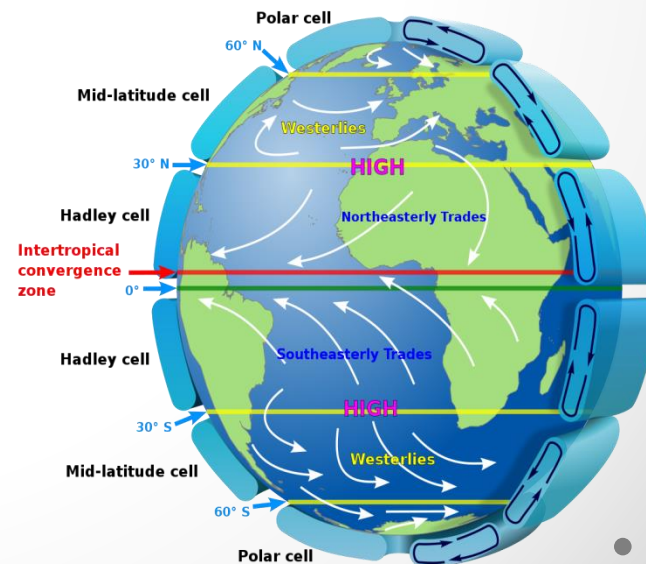
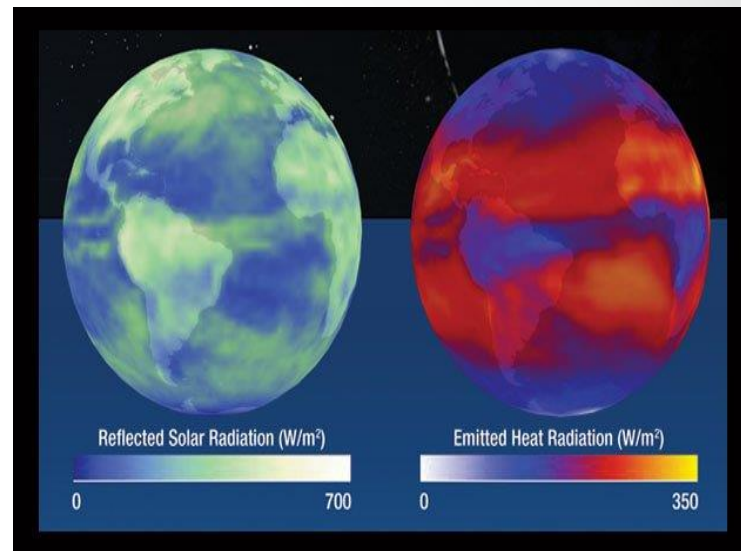
# Εισαγωγή στη Φυσική Ατμόσφαιρας

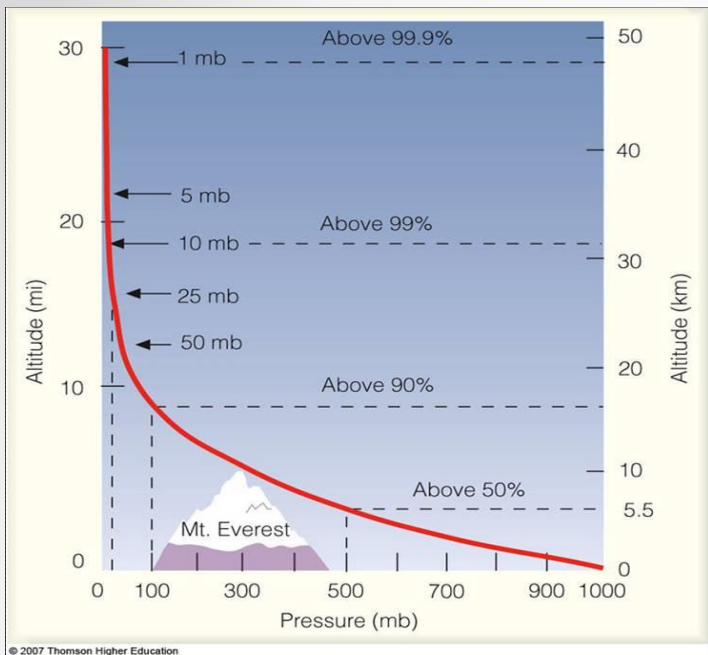
**ΕΝΟΤΗΤΑ Α.** Δομή και σύσταση της ατμόσφαιρας. Θερμοδυναμική της ατμόσφαιρας. Φυσικοχημικές διεργασίες στην ατμόσφαιρα.

**ΕΝΟΤΗΤΑ Β.** Μαθηματική προσομοίωση της ατμόσφαιρας: Ισοζύγιο ακτινοβολίας, ισοζύγιο υδρατμών, ενεργειακό ισοζύγιο, ατμοσφαιρικές κινήσεις.

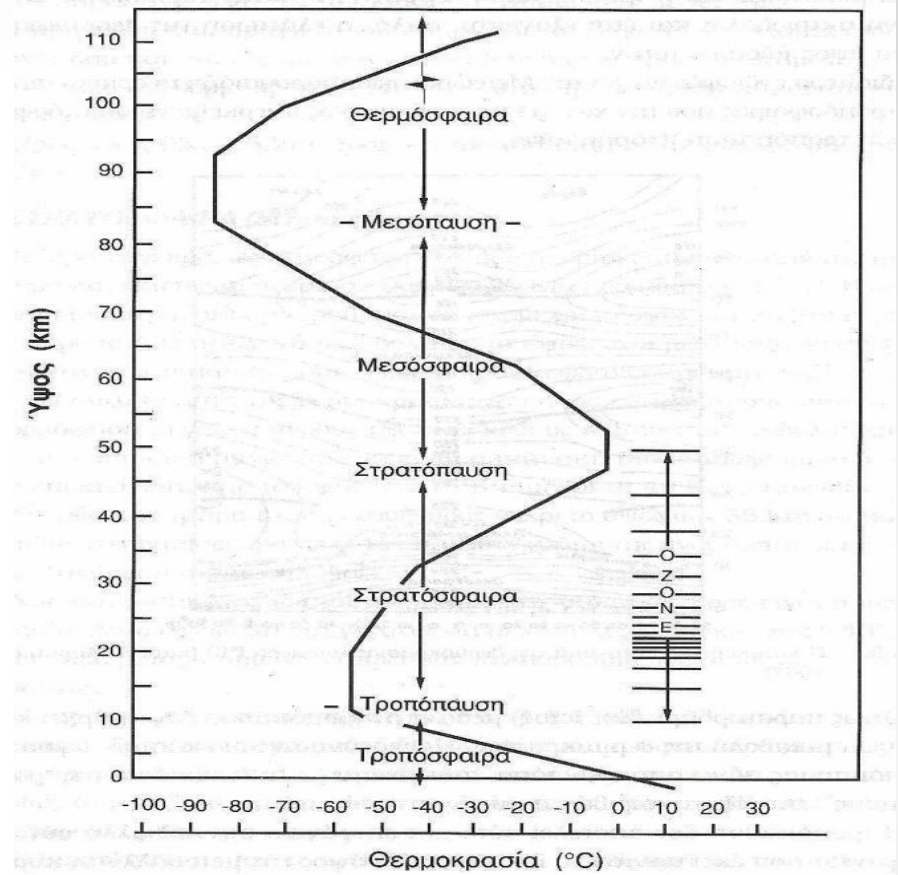
**ΕΝΟΤΗΤΑ Γ.** Φύση και χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας του ήλιου, της γης και της ατμόσφαιρας. Η έννοια της φασματικής υπογραφής. Βασικές αρχές και μηχανισμοί διάδοσης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα. Ισοζύγιο ακτινοβολίας στην κορυφή της ατμόσφαιρας και το έδαφος. Φαινόμενο θερμοκηπίου.

**ΕΝΟΤΗΤΑ Δ.** Δυνάμεις επί αερίων μαζών. Είδη ανέμων. Κινήσεις πλανητικής κλίμακας και κύτταρα ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας.

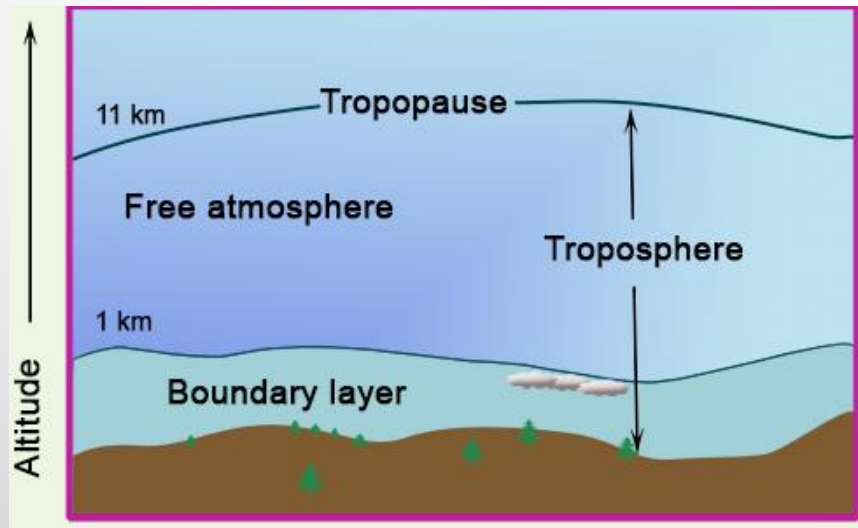




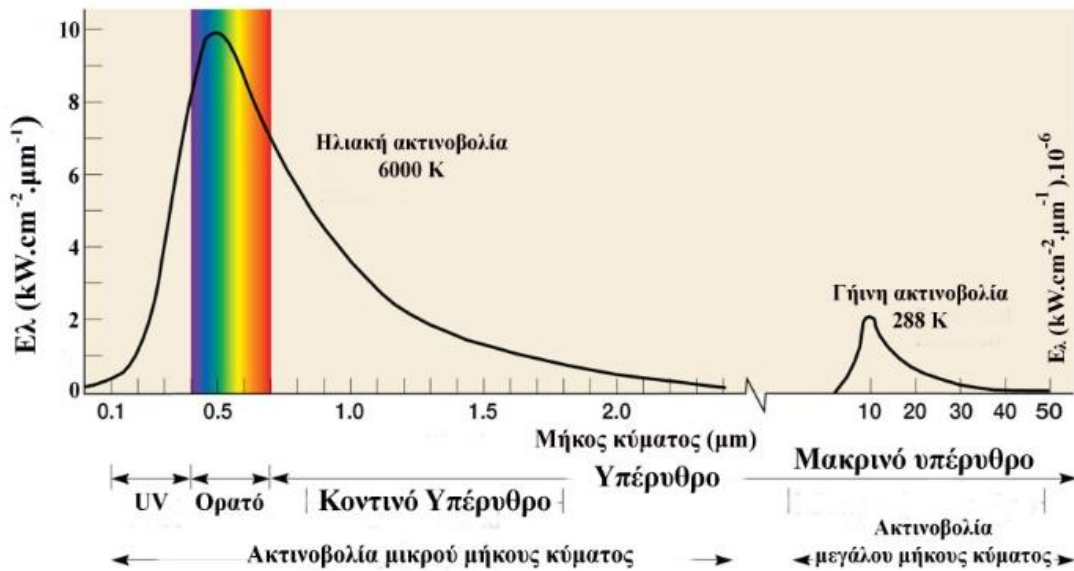
Μεταβολή της πίεσης με το ύψος



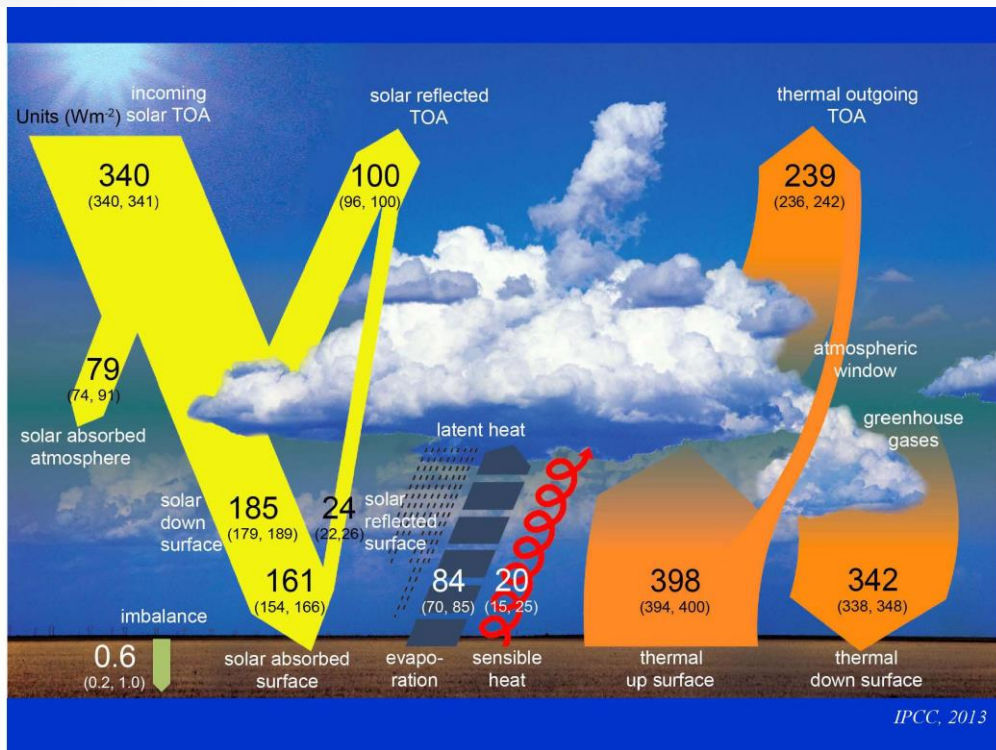
Μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος







Φασματική κατανομή της θεωρητικής ηλιακής και γήινης ακτινοβολίας



Το ενεργειακό ισοζύγιο στην επιφάνεια της γης

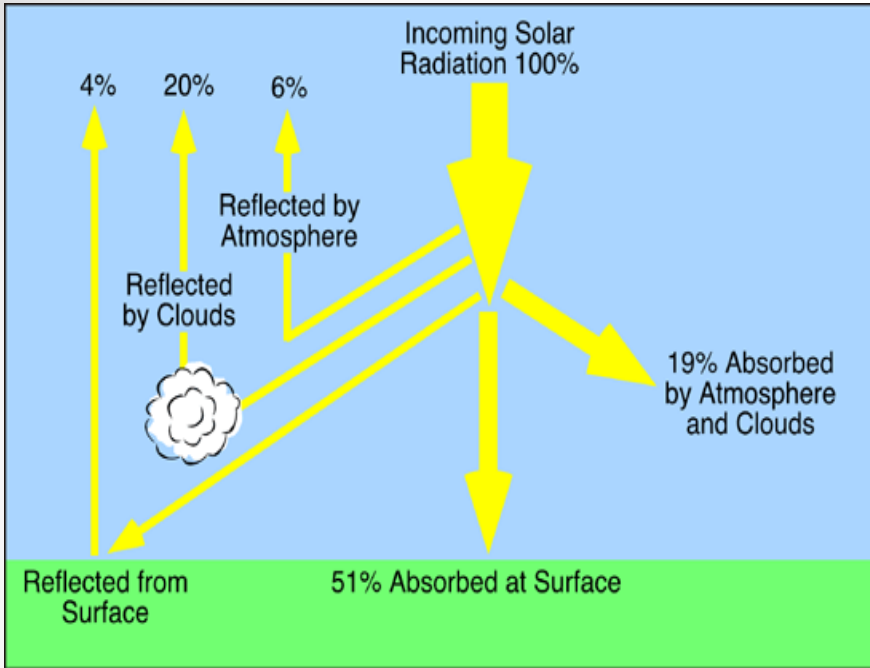
# Εισαγωγή στη Φυσική Ατμόσφαιρας

## Εργαστηριακές ασκήσεις:

- Ακτινοβολία μικρού και μεγάλου μήκους κύματος.
- Θερμοκρασία και υγρασία στην ατμόσφαιρα. Επιφανειακός άνεμος.
- Κατακόρυφη θερμοϋγρομετρική δομή και στατική της τροπόσφαιρας. Θερμοδυναμικά διαγράμματα

## Προσοχή:

Όπως σε όλες τις Εισαγωγές στην Κατεύθυνση, οι εργαστηριακές ασκήσεις αποτελούν μέρος του μαθήματος. Ο τελικός βαθμός διαμορφώνεται από το βαθμό του μαθήματος (κατά 75%) και το βαθμό του εργαστηρίου (κατά 25%). Επίσης οι φοιτητές πρέπει να λάβουν προβιβάσιμο βαθμό τόσο στο μάθημα όσο και στο εργαστήριο.



Πυρηλιόμετρο



Πυρανόμετρο

$$F_{\lambda} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} I_{\lambda}(\theta, \varphi) \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\varphi$$

Μονοχρωματική  
πυκνότητα ροής

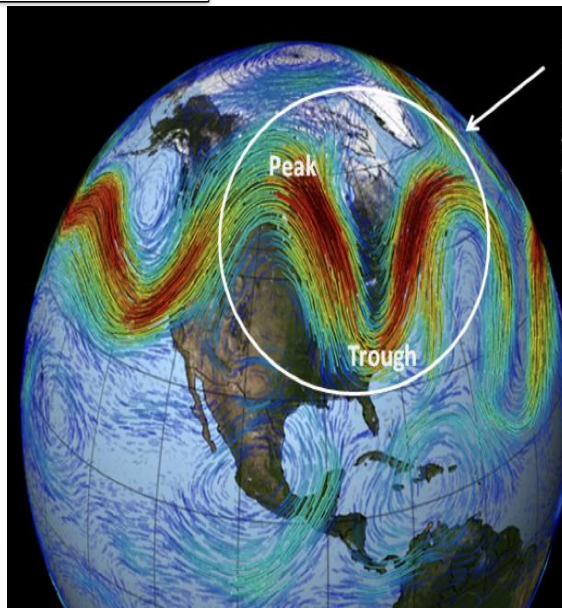
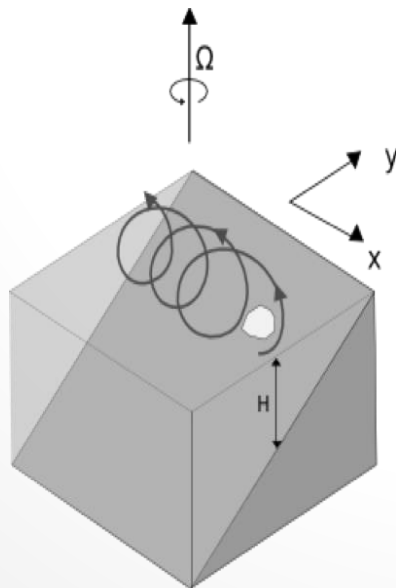
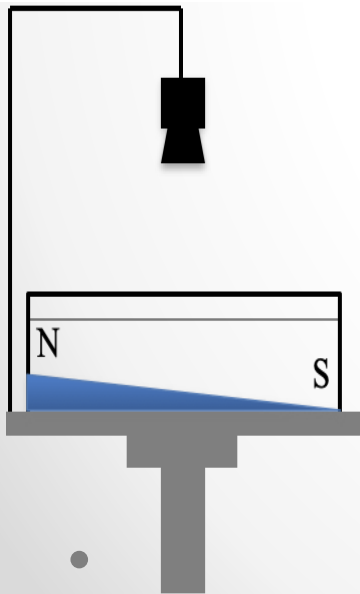
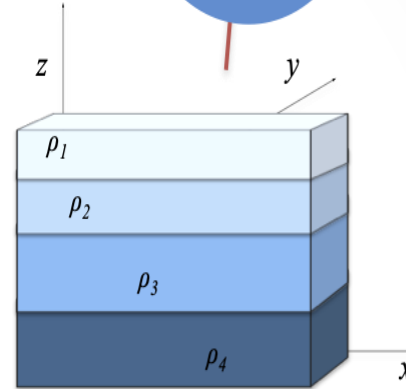
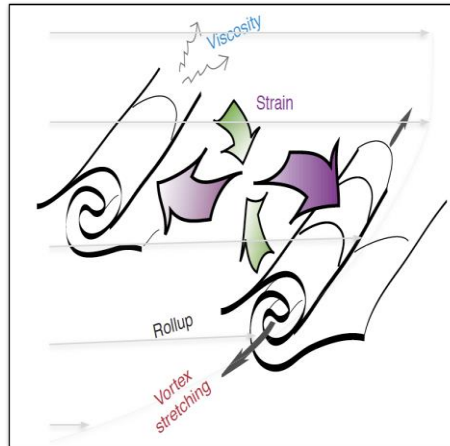
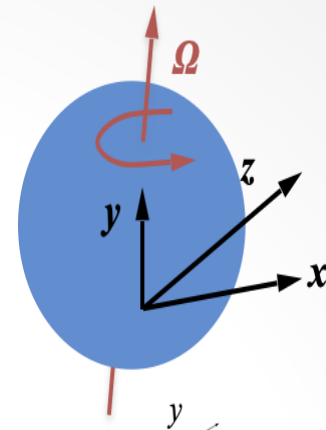
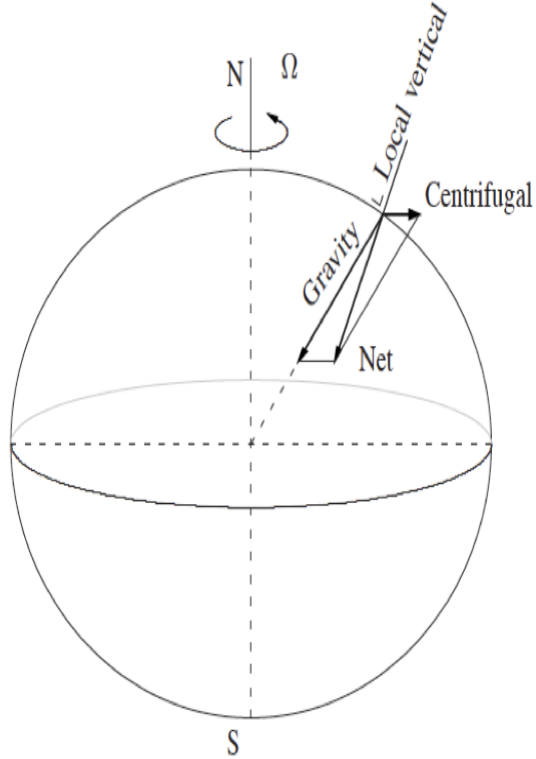
## Επιλογής κορμού (ανεξαρτήτως κατεύθυνσης)

		Ώρες/εβδ	ECTS
10 ΕΚΟ 01	Μηχανική II	5	7
10 ΕΚΟ 02	Ηλεκτρομαγνητισμός II	5	7
10 ΕΚΟ 03	Κβαντική Μηχανική II	5	7
10 ΕΚΟ 04	Στατιστική Φυσική II	5	7
10 ΕΚΟ 05	Δυναμική των Ρευστών (υποχρεωτικό για την κατεύθυνση Κ3)	5	7

Εξάμηνο εαρινό: προτείνεται στο **4<sup>ο</sup> εξάμηνο (εαρινό)**, αλλά μπορεί να δηλωθεί και στο 6<sup>ο</sup> ή 8<sup>ο</sup> εξάμηνο

## ΕΚΟ05. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

- Εισαγωγή. Κινηματική και νόμοι διατήρησης. Εξισώσεις Euler, Navier-Stokes.
- Εξίσωση Bernoulli. Υδροστατική ισορροπία. Κύματα υπό την επίδραση βαρύτητας.
- Η έννοια της αστάθειας. Αστάθεια Rayleigh–Taylor. Αστάθεια Kelvin-Helmholtz.
- Εισαγωγή στην τύρβη. Τυρβώδεις ροές και ο νόμος διατήρησης της τυρβώδους κινητικής ενέργειας.
- Γεωφυσικά ρευστά: Συστήματα συντεταγμένων και η επίδραση της περιστροφής της Γης. Ανάλυση κλίμακας. Διατήρηση του στροβιλισμού.
- Η κυκλοφορία στα γεωφυσικά ρευστά παρουσία περιστροφής: Γεωστροφική ροή. Στρώματα Ekman. Γραμμικά βαροτροπικά κύματα.
- Η επίδραση της στρωμάτωσης στα γεωστροφικά ρευστά: Γεωφυσικές ροές, κύματα και αστάθειες παρουσία στρωμάτωσης και περιστροφής.



Rossby wave  
(indicated by the position of the jet stream)



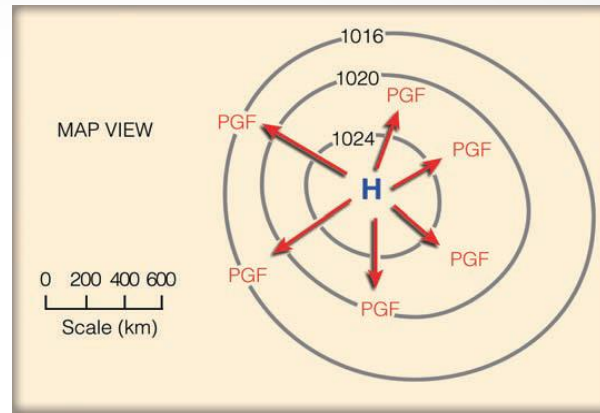
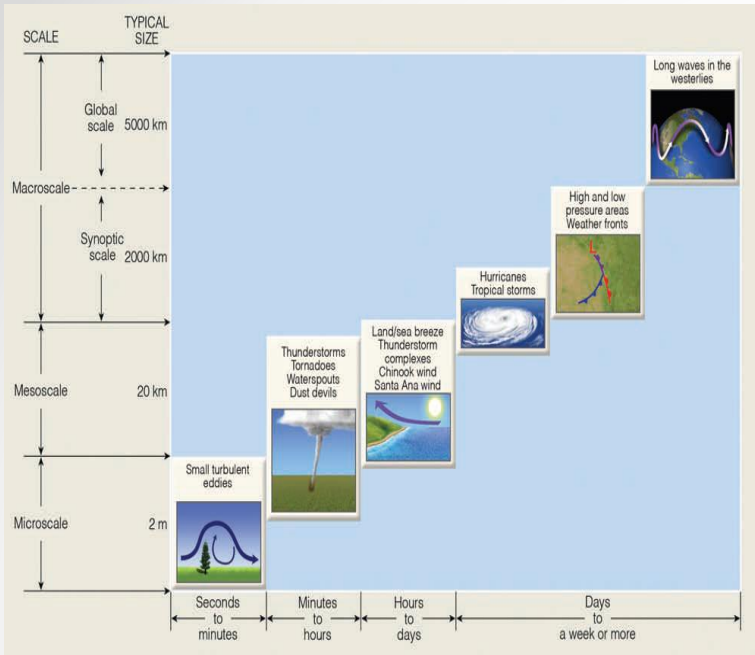
# Υποχρεωτικά κατεύθυνσης

		Ώρες/εβδ	ECTS	εξάμηνο
10 ΥΚ3 01	Δυναμική της Ατμόσφαιρας	4	6	8 <sup>ο</sup>
10 ΥΚ3 02	Φυσική Ατμοσφαιρικού Οριακού Στρώματος	4	6	7 <sup>ο</sup>
10 ΥΚ3 03	Εργαστήριο Κατεύθυνσης Φυσικής Περιβάλλοντος	4	6	8 <sup>ο</sup>

## ΥΚ3 01. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

- Βασικές έννοιες. Δυνάμεις. Εξισώσεις κίνησης, ενέργειας, συνέχειας και οι απλοποιημένες μορφές της: Ασυμπίεστη, ανελαστική, Boussinesq. Καταστατική εξίσωση.
- Σύστημα αναφοράς και συστήματα συντεταγμένων. Η πίεση και η δυναμική θερμοκρασία ως κατακόρυφη συντεταγμένη. Βαθμίδα της πίεσης.
- Χαρακτηριστικές κλίμακες ατμοσφαιρικών διαταραχών. Ανάλυση κλιμάκων. Απλές μορφές των βασικών εξισώσεων. Θερμικός άνεμος. Σπείρα Ekman.
- Στροβιλισμός. Διατήρηση στροβιλισμού (απόλυτου και σχετικού). Μεταφορά στροβιλισμού.
- Ευστάθεια/αστάθεια (θερμοδυναμική). Δυναμική ευστάθεια/αστάθεια. Μικρές διαταραχές. Κύματα Kelvin-Helmholtz, Rayleigh-Taylor, Rossby.
- Εξίσωση Taylor-Goldstein. Εσωτερικά/εξωτερικά κύματα βαρύτητας, ακουστικά και κύματα Lamb. Παγίδευση κυμάτων στην ατμόσφαιρα.



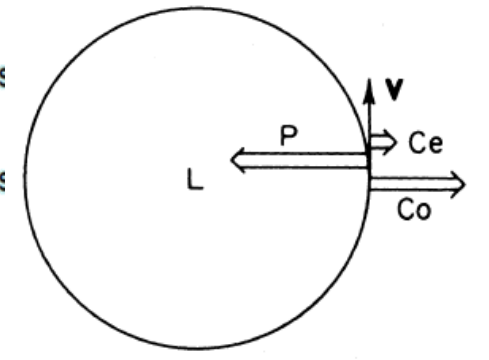
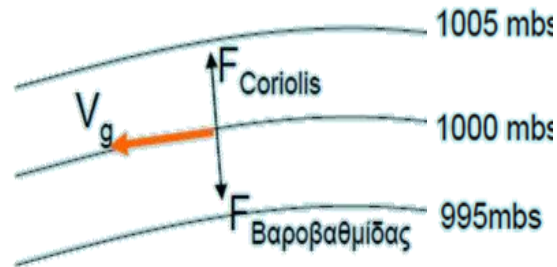
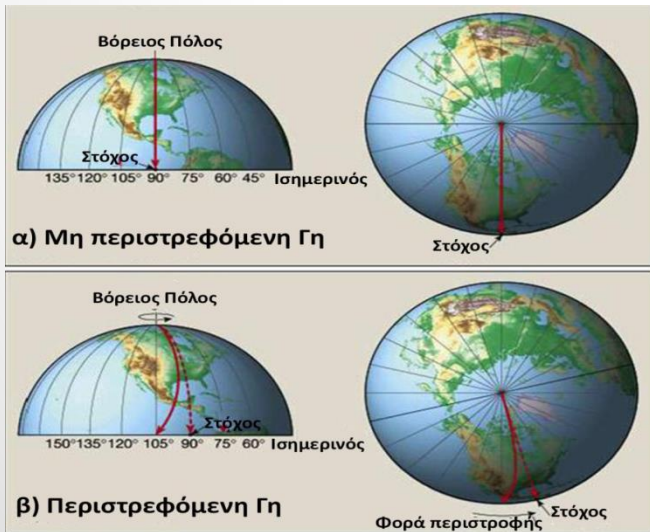


$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$$

Εξισώσεις της κίνησης

$$\frac{du}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + fv - 2w\Omega \sin\varphi + F_x$$

$$\frac{dw}{dt} - \frac{u^2 + v^2}{R} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + 2u\Omega \sin\varphi - g + F_{zR}$$



Άνεμος  
βαθμίδας

Δύναμη  
Coriolis

# Στροβιλισμός

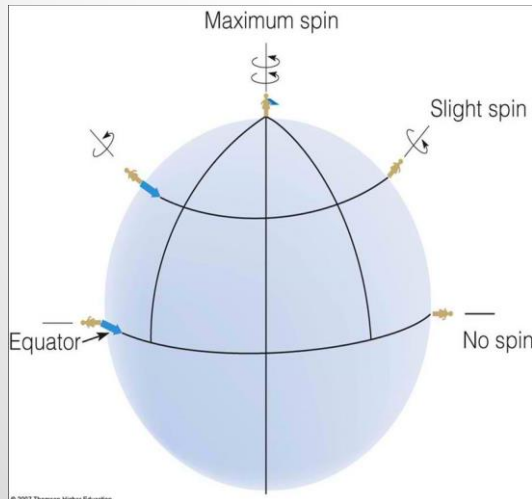
$$\vec{\zeta} = \nabla \times \vec{V} = \left( \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \hat{i} + \left( \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \hat{j} + \left( \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \hat{k}$$

Relative vorticity can be produced by:

(a) curvature



(b) shear



© 2007 Thomson Higher Education

## Wind Forecast Equations

$$1a. \frac{\partial u}{\partial t} = -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - \omega \frac{\partial u}{\partial p} + fv - g \frac{\partial z}{\partial x} + F_x$$

$$1b. \frac{\partial v}{\partial t} = -u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y} - \omega \frac{\partial v}{\partial p} - fu - g \frac{\partial z}{\partial y} + F_y$$

## Continuity Equation

$$2. \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0$$

## Temperature Forecast Equation

$$3. \frac{\partial T}{\partial t} = -u \frac{\partial T}{\partial x} - v \frac{\partial T}{\partial y} - \omega \left( \frac{\partial T}{\partial p} - \frac{RT}{c_p p} \right) + \frac{H}{c_p}$$

## Moisture Forecast Equation

$$4. \frac{\partial q}{\partial t} = -u \frac{\partial q}{\partial x} - v \frac{\partial q}{\partial y} - \omega \frac{\partial q}{\partial p} + E - P$$

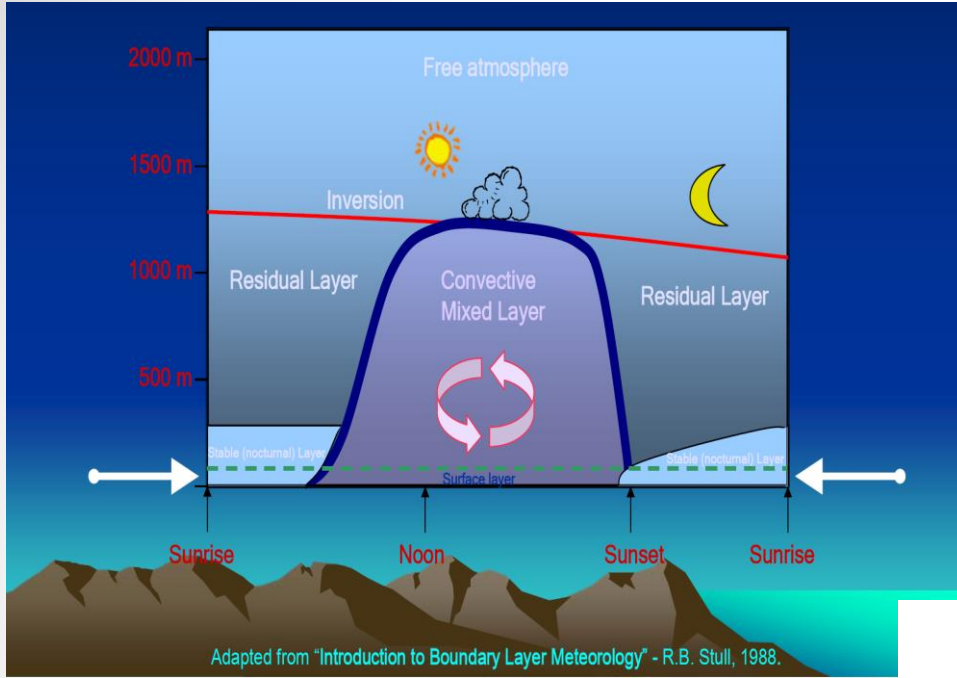
## Hydrostatic Equation

$$5. \frac{\partial z}{\partial p} = - \frac{RT}{pg}$$

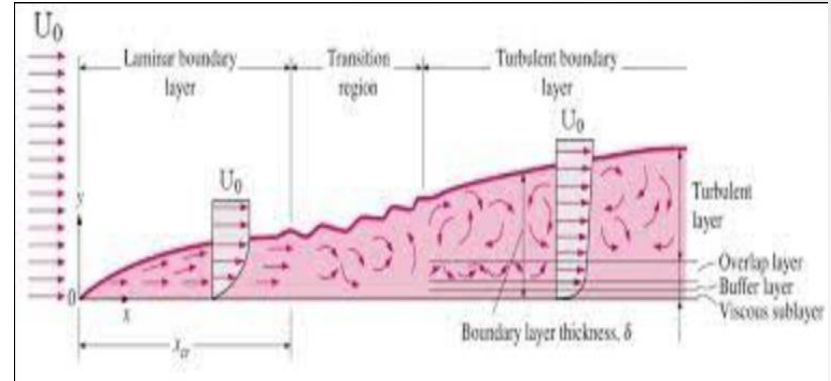
## ΥΚ3 02. ΦΥΣΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΟΡΙΑΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

- Εισαγωγή. Δομή και ανάπτυξη. Ο ρόλος του συνοπτικού συστήματος.
- Στρωτή και τυρβώδης ροή. Ημιεμπειρικές θεωρίες τύρβης.
- Οριακές συνθήκες. Ροή ορμής και θερμότητας στο έδαφος. Δημιουργία στρώματος ανάμειξης. Μηχανισμός εισροής στην κορυφή.
- Τυρβώδης κινητική ενέργεια. Δείκτες ευστάθειας.
- Τυρβώδες ομογενές ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα.
- Θαλάσσιο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα.
- Μη ομογενές ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα. Εσωτερικό οριακό στρώμα. Αστικό οριακό στρώμα.
- Έντονο ανάγλυφο. Ροή πάνω από λόφο, καταβατικός – αναβατικός άνεμος.

# Δομή – ανάπτυξη και εξέλιξη του ΑΟΣ



# Στρωτή – τυρβώδης ροή



# Ανάπτυξη εσωτερικών ατμοσφαιρικών στρωμάτων

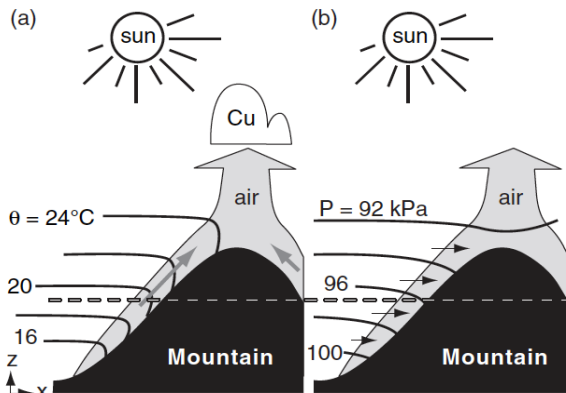
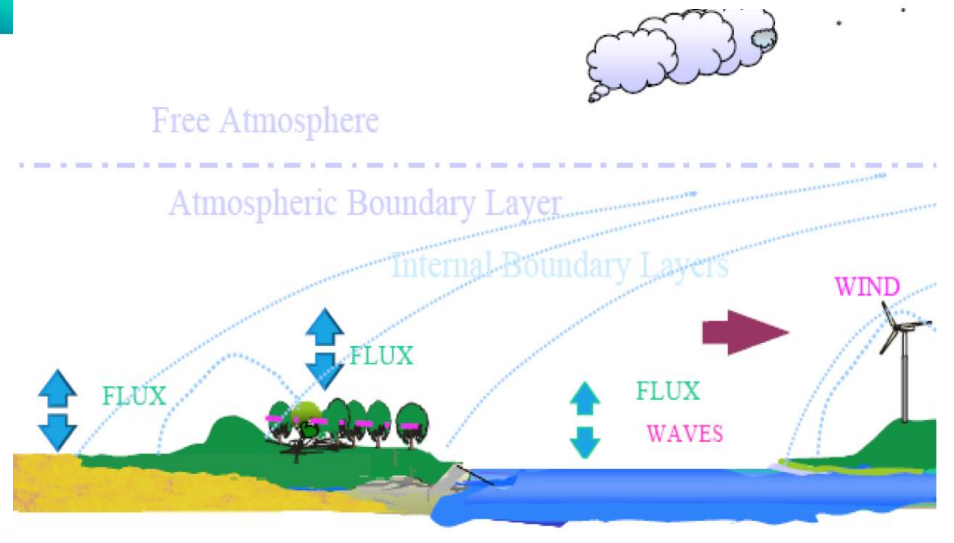


Figure 17.7 **Τοπικοί άνεμοι**  
Anabatic winds (shaded grey). (a) Isentropes. (b) Isobars. Cu = cumulus cloud.  $\theta$  = potential temperature.  $P$  = pressure.



# Θαλάσσιο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα

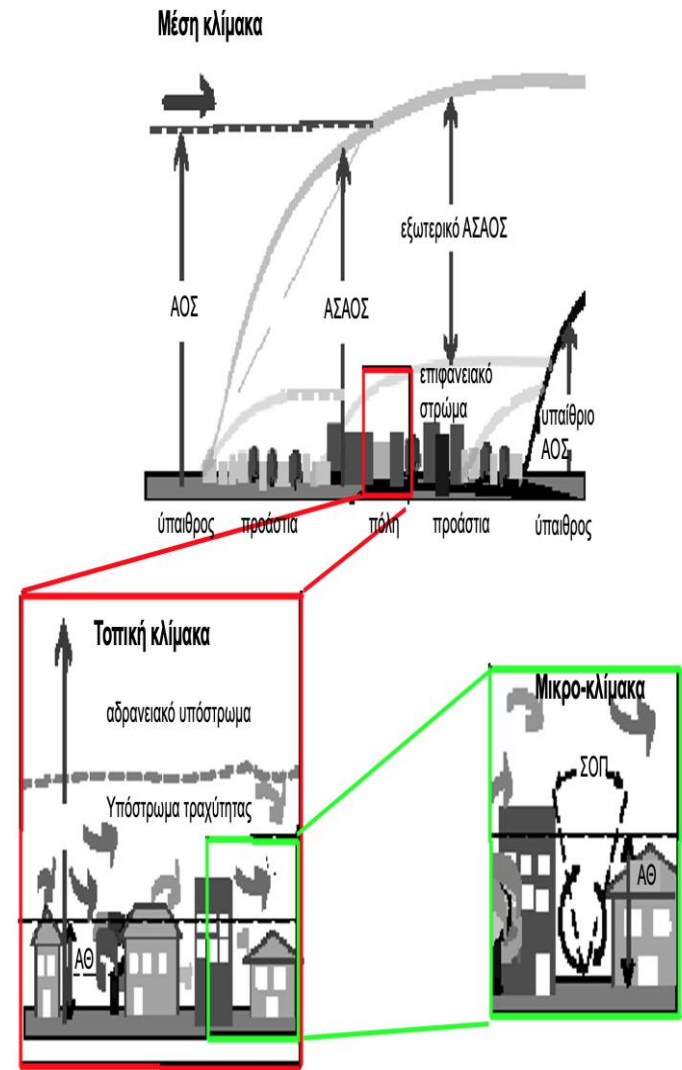
περιγραφή

(παραμετροποίηση) της:

- τυρβώδους ροής ορμής
- αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας

στη δι-επιφάνεια θάλασσας-ατμόσφαιρας

## Φυσικές διεργασίες μέσα στο Αστικό Ατμοσφαιρικό Οριακό Στρώμα

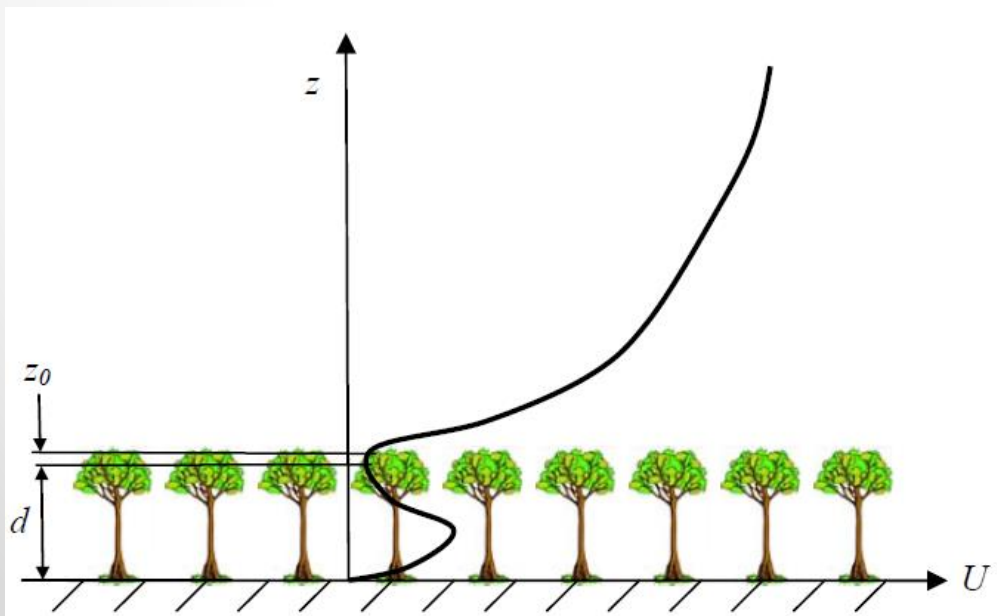
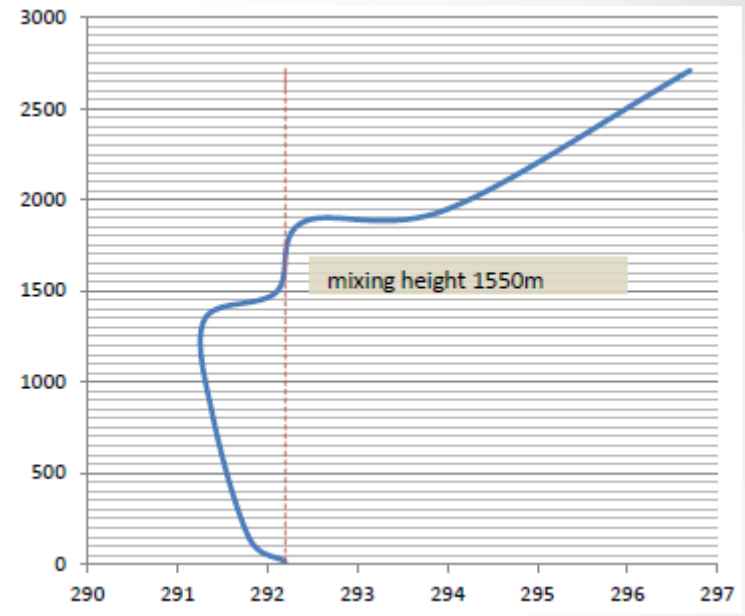
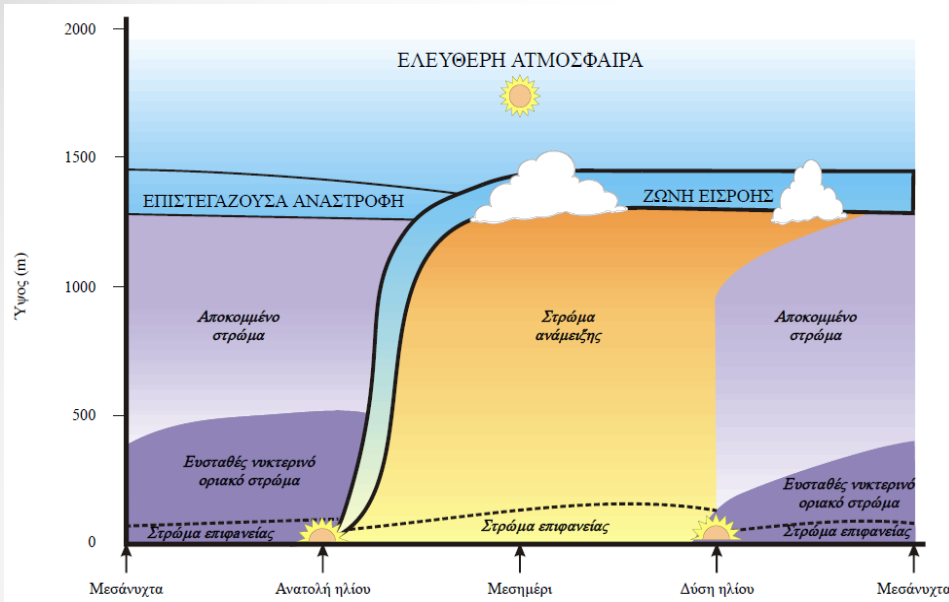


# ΥΚ303. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Ανάλυση χαρτών καιρού.
- Κατατομή ανέμου με το ύψος.
- Εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης για τη μελέτη του περιβάλλοντος.
- Υπολογισμός ύψους ανάμιξης.
- Κατανομή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Εργαστηριακή εργασία και παρουσίαση.

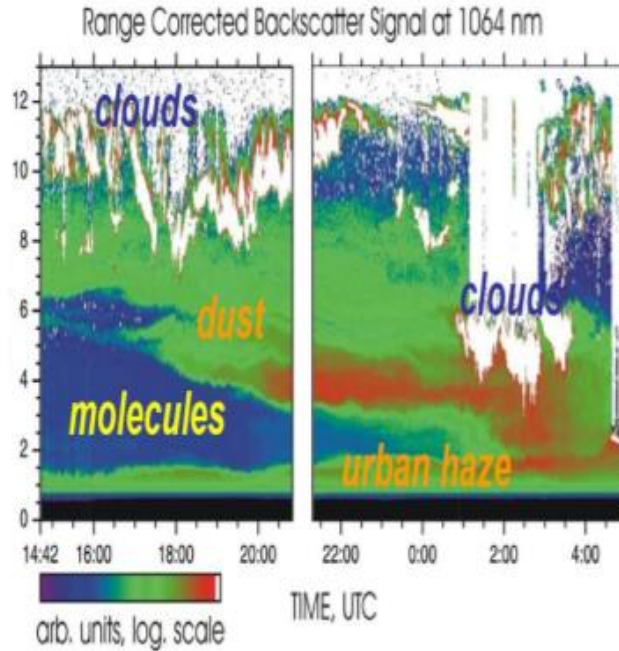
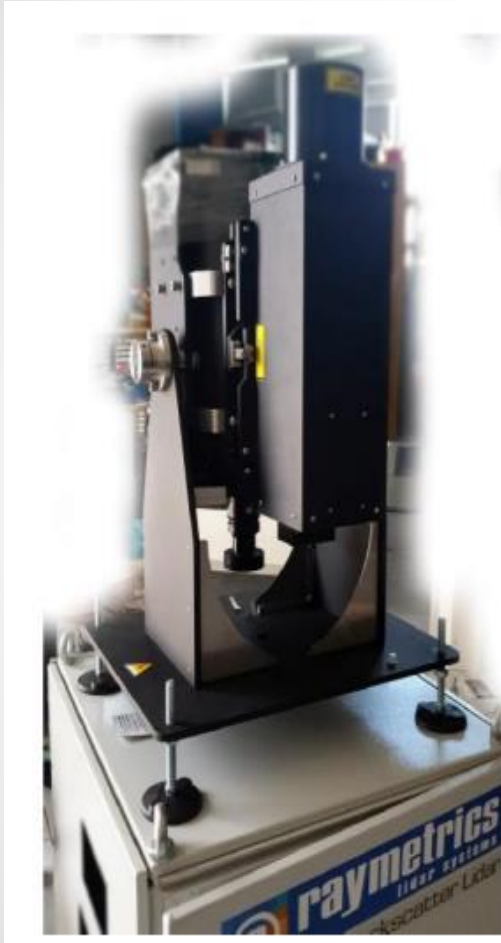
Το εργαστήριο κατεύθυνσης περιλαμβάνει μία εργασία (project) του κάθε φοιτητή η οποία παρουσιάζεται ενώπιον των υπόλοιπων φοιτητών και των διδασκόντων

# Υπολογισμός ύψους ανάμιξης με διαφορετικές μεθόδους



Λογαριθμική κατατομή του ανέμου πάνω από περιοχή με βλάστηση

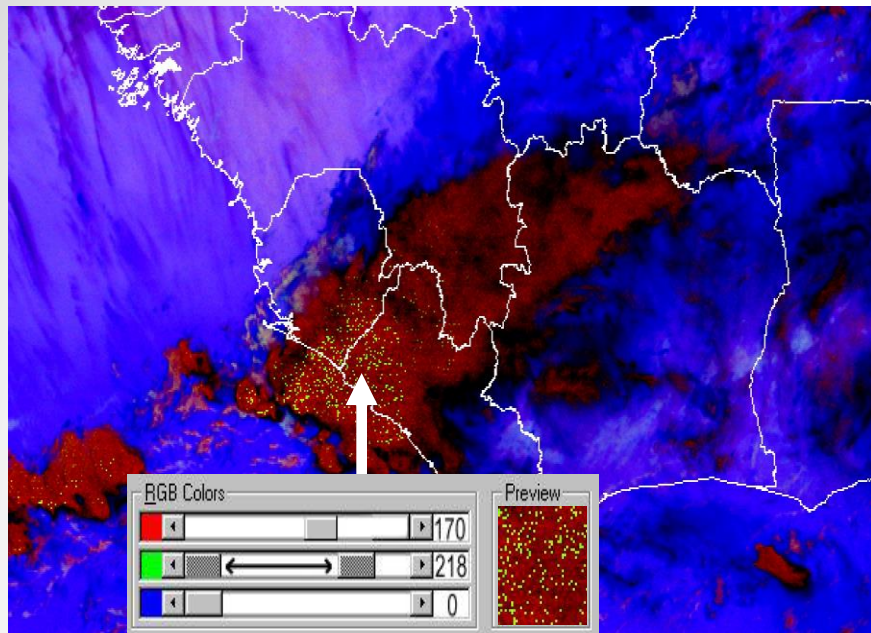
# Σύστημα Lidar Τμήματος Φυσικής



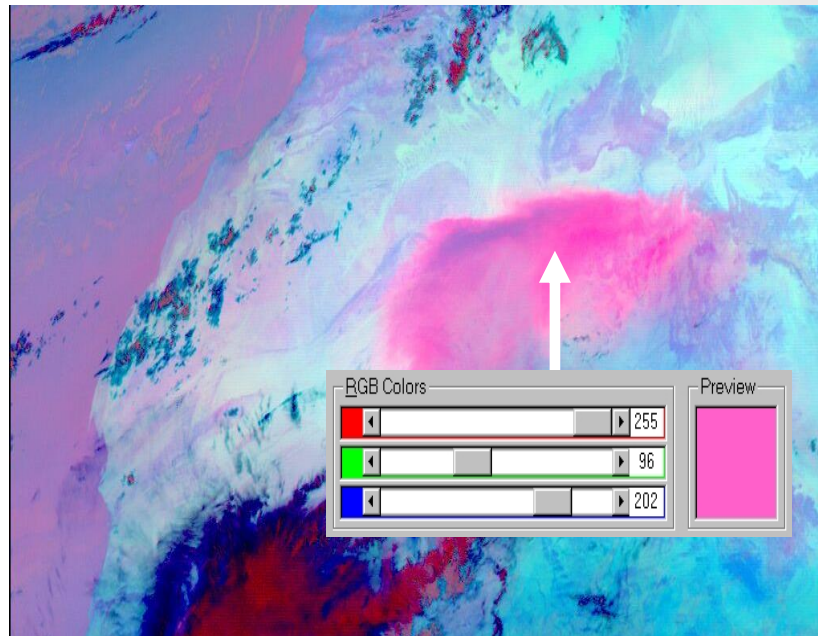
Μελέτη των γεωμετρικών και οπτικών ιδιοτήτων των αιωρούμενων σωματιδίων πάνω από την Αθήνα



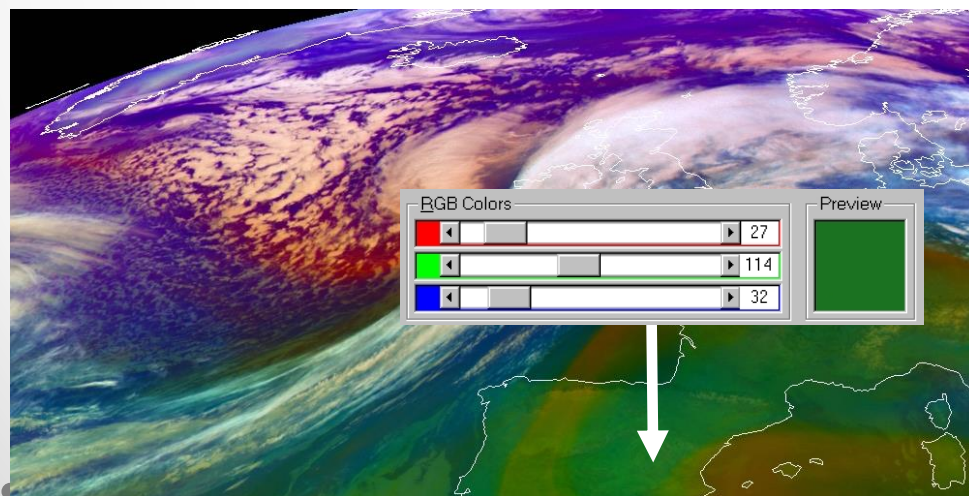
# Χρήση δορυφορικής τηλεπισκόπησης



Αναγνώριση νεφών



Εντοπισμός σκόνης



Αναγνώριση αερίων μαζών

# Μαθήματα επιλογής κατεύθυνσης

		Ώρες	ECTS	εξάμηνο
10 ΕΚ3 01	Ποιότητα Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος	4	6	7 <sup>ο</sup>
10 ΕΚ3 02	Φυσική Ωκεανογραφία	4	6	7 <sup>ο</sup>
10 ΕΚ3 03	Κλίμα - Κλιματική Αλλαγή	4	6	8 <sup>ο</sup>
10 ΕΚ3 04	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας *	4	6	8 <sup>ο</sup>
10 ΕΚ3 11	Συνοπτική Μετεωρολογία *	4	6	8 <sup>ο</sup>

\* Μεταπτυχιακό μάθημα που προσφέρεται και σε προπτυχιακούς φοιτητές.

# ΕΚ301. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Ανθρωπογενείς και φυσικές πηγές αέριων και σωματιδιακών ρύπων. Φωτοχημεία στην τροπόσφαιρα. Χημεία της τροπόσφαιρας.
- Χημική ισορροπία. Ενθαλπία. Εντροπία. Ελεύθερη ενέργεια αντιδράσεων. Χημική κινητική. Ταχύτητα αντίδρασης. Μηχανισμοί αντιδράσεων.
- Βασικές έννοιες υπολογισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Θεωρίες ατμοσφαιρικής διάχυσης. Η προσεγγιστική εξίσωση Gauss. Εξίσωση διάχυσης.
- Εισαγωγή στα μοντέλα διάχυσης και διασποράς ρύπων: Περιγραφή αρχών και βασικών παραμέτρων, στοιχεία εισόδου στα μοντέλα, εφαρμογές.
- Μεθοδολογία μετρήσεων φυσικών παραμέτρων και ατμοσφαιρικών ρύπων. Μετρήσεις φυσικής ατμόσφαιρας. Μετρήσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Μηχανισμοί καθαρισμού της ατμόσφαιρας. Αέρια ρύπανση σε αστικές περιοχές.
- Ποιότητα ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος και αστικό μικροκλίμα.

## Tropopause

---

### Noble gases

Ne He Kr Xe

### Other gases



Water vapor ( $H_2O$ )



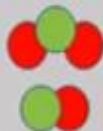
Carbon dioxide ( $CO_2$ )



Methane ( $CH_4$ )



Ozone ( $O_3$ )

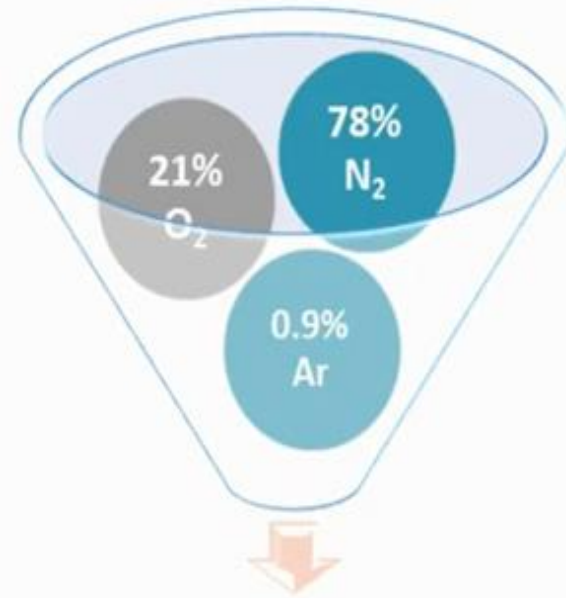


Nitrogen oxides  
( $NO_2$  and  $NO$ )

etc.

### Aerosols

0.1%



75-80% of the total mass  
of the atmosphere

TROPOSPHERE

---

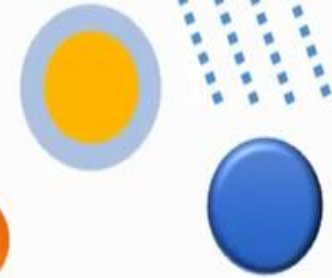
# ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ



Πρωτογενείς ρύποι



Δευτερογενείς ρύποι



ΕΚΠΟΜΠΕΣ

$$\frac{dM_i}{dt} = E - D + F_{in} - F_{out} + P - L$$



ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ

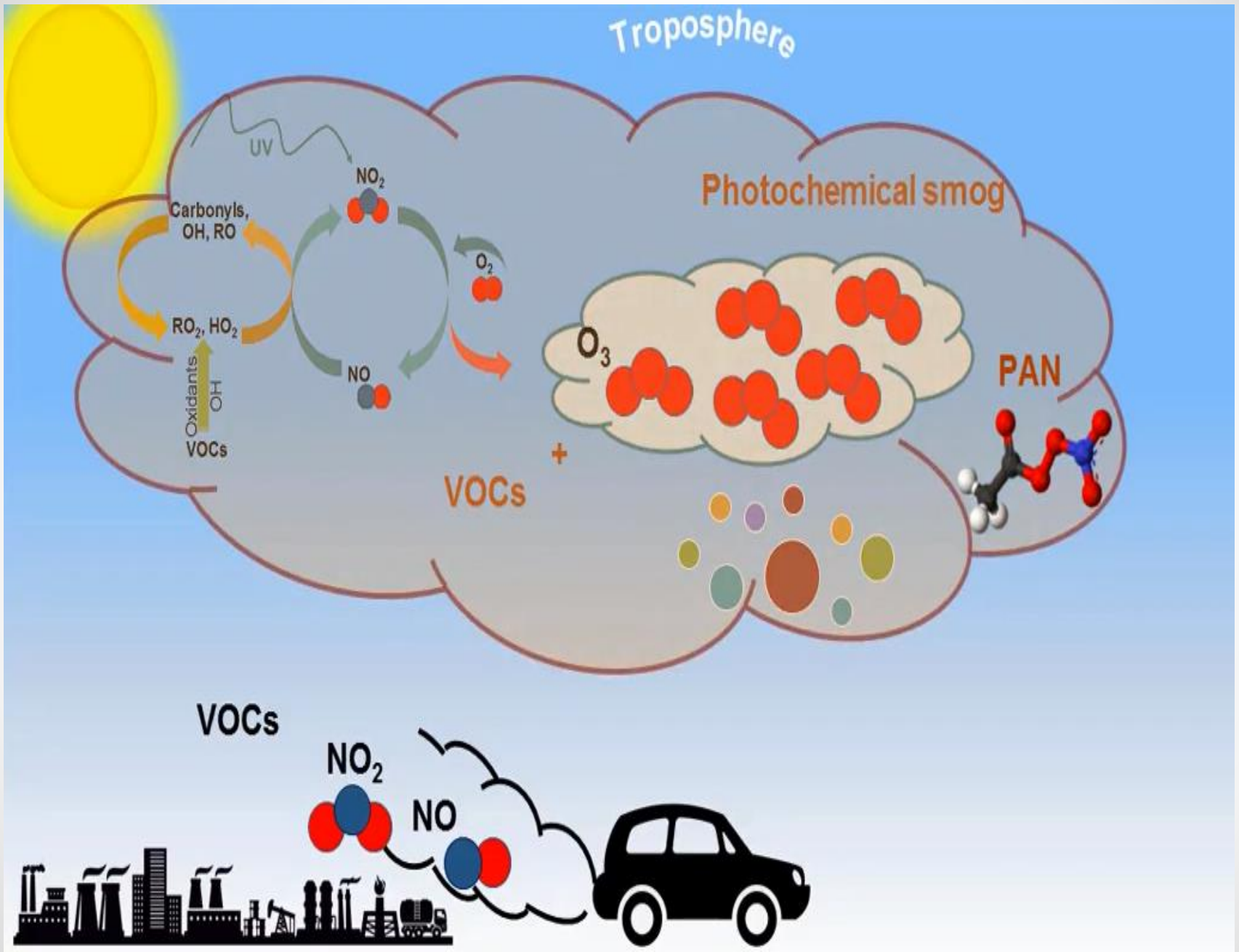


Φυσικές

Ανθρωπογενείς



# Troposphere

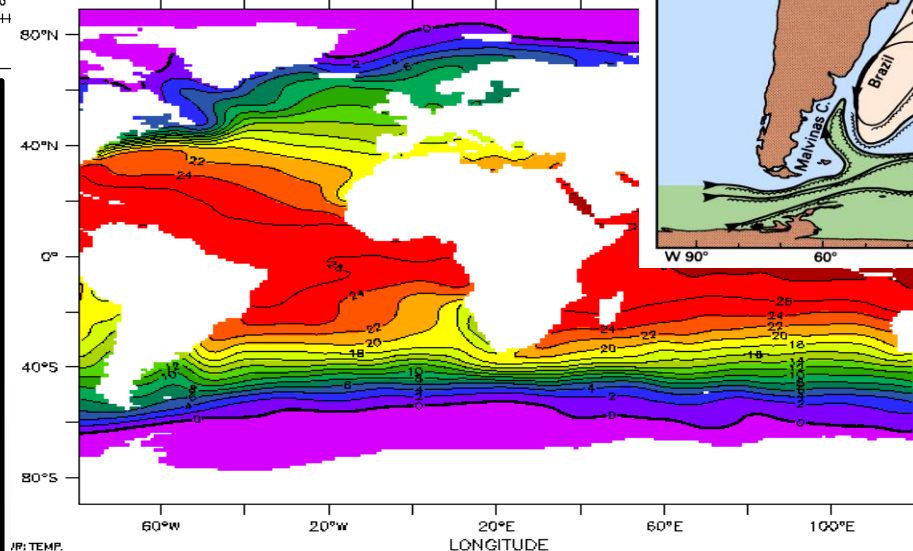
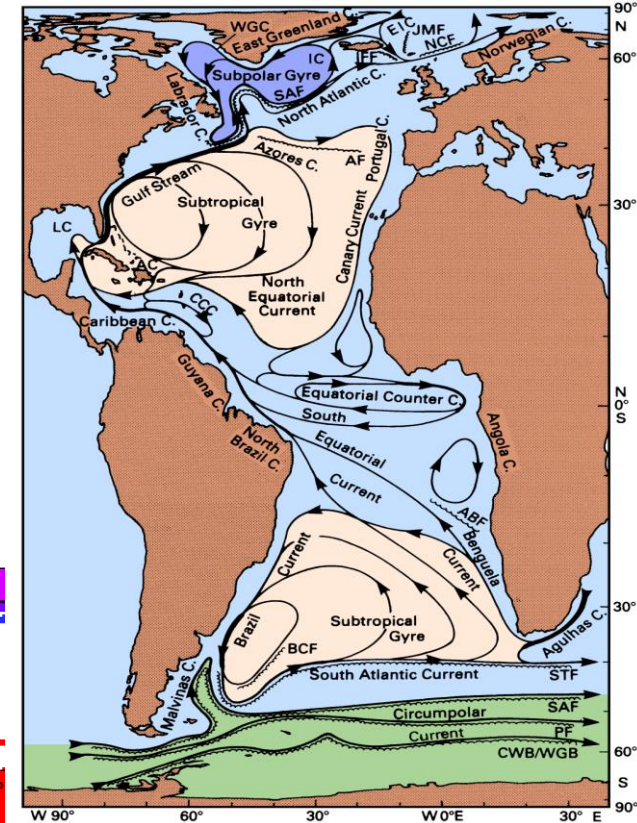
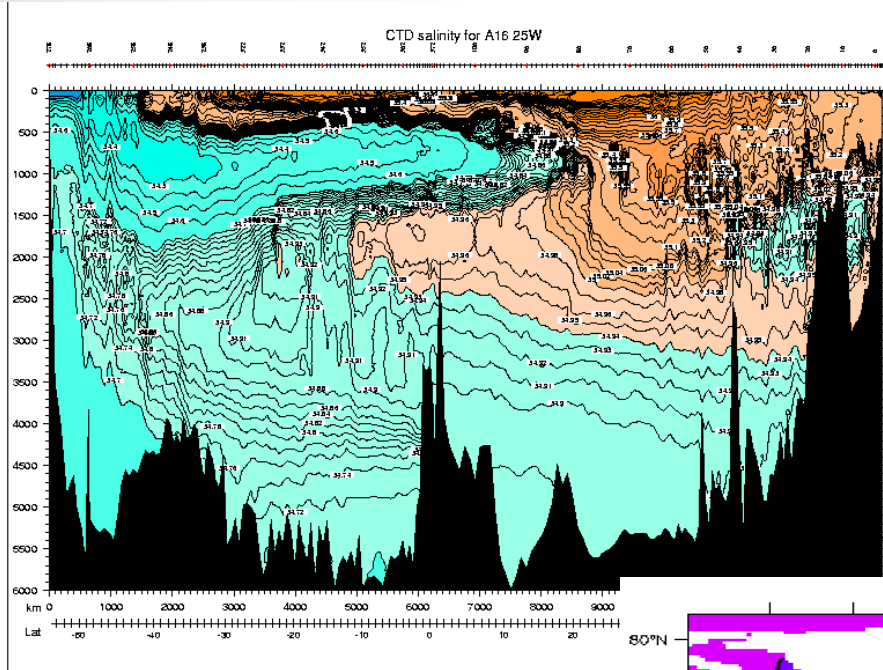


## ΕΚ302. ΦΥΣΙΚΗ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

- Φυσικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού. Επιφανειακή και κατά βάθος κατανομή των φυσικών παραμέτρων στον ωκεανό.
- Εξισώσεις κίνησης στον ωκεανό. Εξισώσεις διατήρησης.
- Ρεύματα απουσία τριβής, εξισώσεις αβαθούς ωκεανού και η έννοια του στροβιλισμού.
- Ρεύματα παρουσία τριβής: Ανεμογενής κυκλοφορία, η θεωρία του Ekman, και η εντατικοποίηση ροής στο δυτικό όριο των ωκεανών.
- Κύματα στην επιφάνεια του ωκεανού. Εσωτερικά κύματα. Παλίρροιες. Ωκεάνια κύματα παρουσία γήινης περιστροφής.
- Θερμοαλατική κυκλοφορία.

# ΜΕΡΟΣ Ι. Περιγραφική Φυσική Ωκεανογραφία

- Φυσικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού
- Μέθοδοι παρατήρησης και πρόγνωσης της θαλάσσιας κυκλοφορίας
- Επιφανειακή και κατά βάθος κατανομή των φυσικών παραμέτρων στον ωκεανό

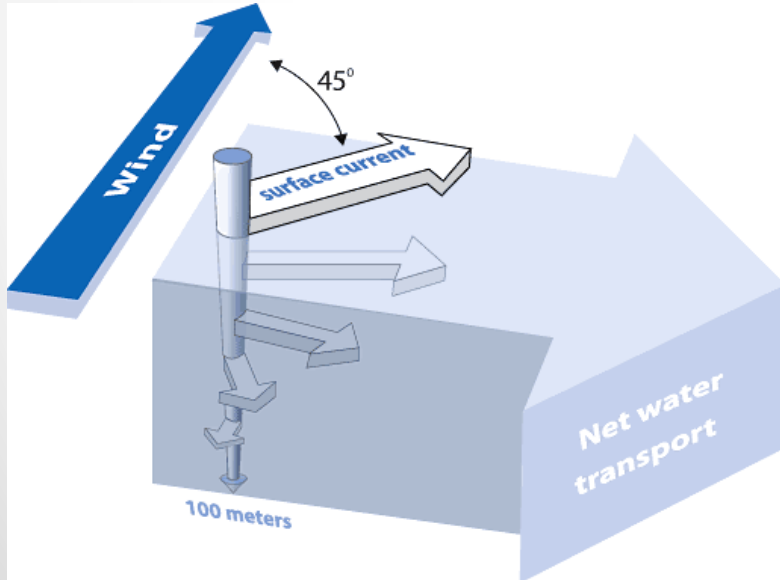
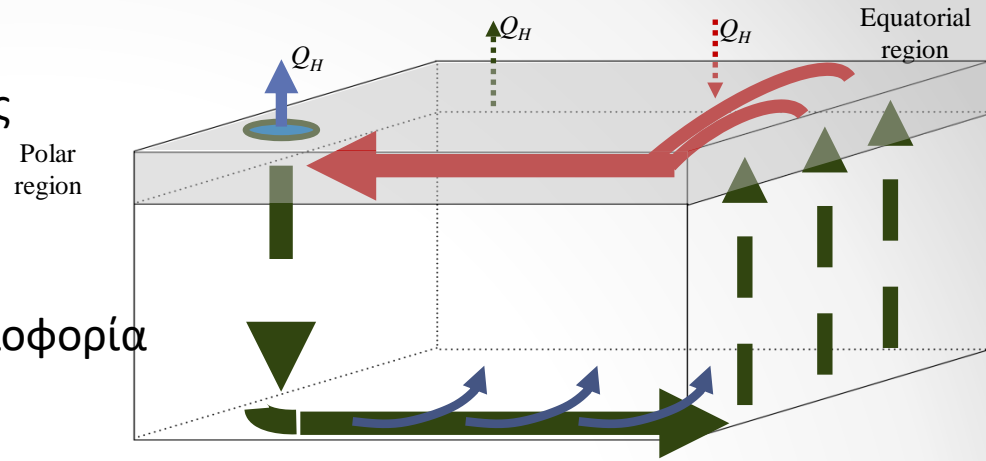


\*/P: TEMP.



## ΜΕΡΟΣ II. Δυναμική Φυσική Ωκεανογραφία

- Το δυναμικό πλαίσιο των ωκεανών (εξισώσεις διατήρησης – η ανάμιξη στον ωκεανό)
- Εξισώσεις αβαθούς ωκεανού
- Ρεύματα απουσία τριβής
- Ρεύματα παρουσία τριβής - ανεμογενής κυκλοφορία
- Θερμοαλατική κυκλοφορία
- Κύματα απουσία περιστροφής
- Κύματα παρουσία γήινης περιστροφής



$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \nabla \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p - g \hat{\mathbf{z}} + \nu \nabla^2 \mathbf{u} \quad (1)$$

$$\nabla \mathbf{u} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \mathbf{u} \nabla S = \kappa_S \nabla^2 S + S^S \quad (3)$$

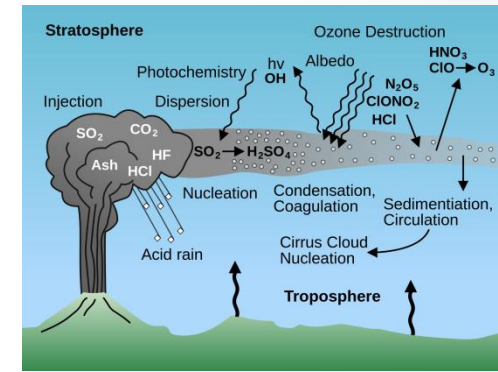
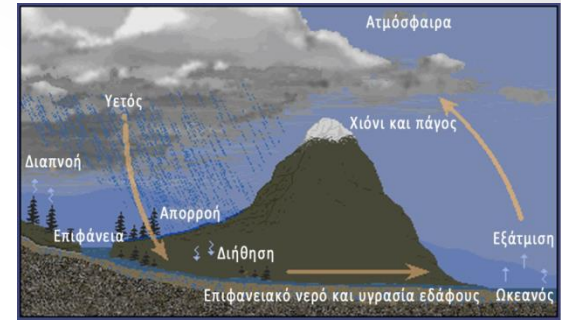
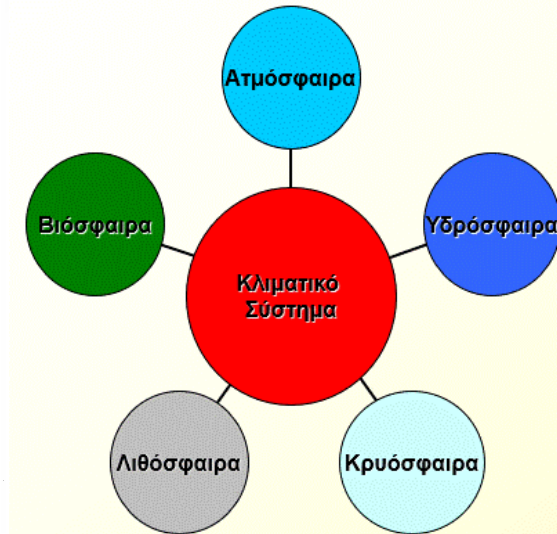
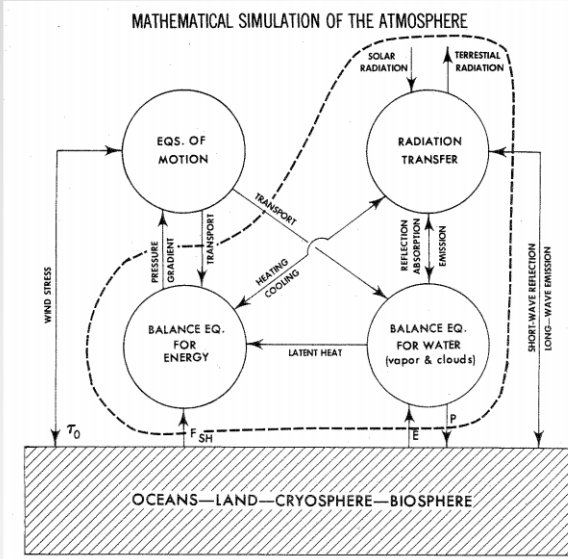
$$\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{u} \nabla T = \kappa_T \nabla^2 T + \frac{Q}{c_p \rho} \quad (4)$$

$$\rho = \rho_0 [1 - \alpha(T - T_0) + \beta(S - S_0)] \quad (5)$$

## ΕΚ303. ΚΛΙΜΑ — ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

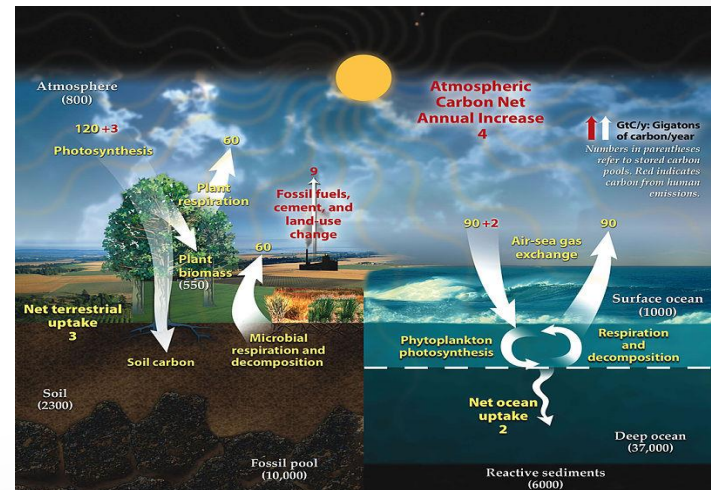
- Γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας.
- Ενεργειακό ισοζύγιο της Γης. Ισοζύγιο νερού. Υδρολογικός κύκλος. Κύκλος άνθρακα.
- Κλιματικές ταξινομήσεις.
- Τα αέρια του θερμοκηπίου και τα αιωρούμενα σωματίδια: Οι πηγές και ο ρόλος τους.
- Η ατμόσφαιρα και το κλιματικό σύστημα. Χημικές και φυσικές διεργασίες που επηρεάζουν την ισορροπία των 4 κύκλων (Ισοζύγιο ακτινοβολίας, ισοζύγιο υδρατμών, ενεργειακό ισοζύγιο, ατμοσφαιρικές κινήσεις).
- Φυσικές κλιματικές διακυμάνσεις της ατμόσφαιρας και των ωκεανών. Ανθρωπογενείς μεταβολές.
- Μηχανισμοί και χρόνοι σύζευξης ατμόσφαιρας - θάλασσας - εδάφους. Κλιματικός εξαναγκασμός.
- Δυναμικό παγκόσμιας θέρμανσης.
- Βασικές εξισώσεις προσομοίωσης του κλίματος. Αρχικές και οριακές συνθήκες. Μηχανισμοί ανάδρασης.

# ΚΛΙΜΑ-ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

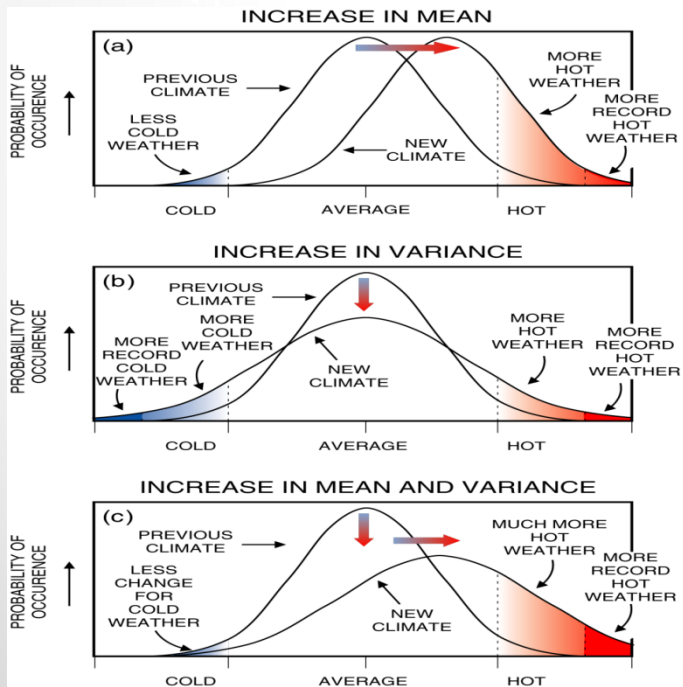
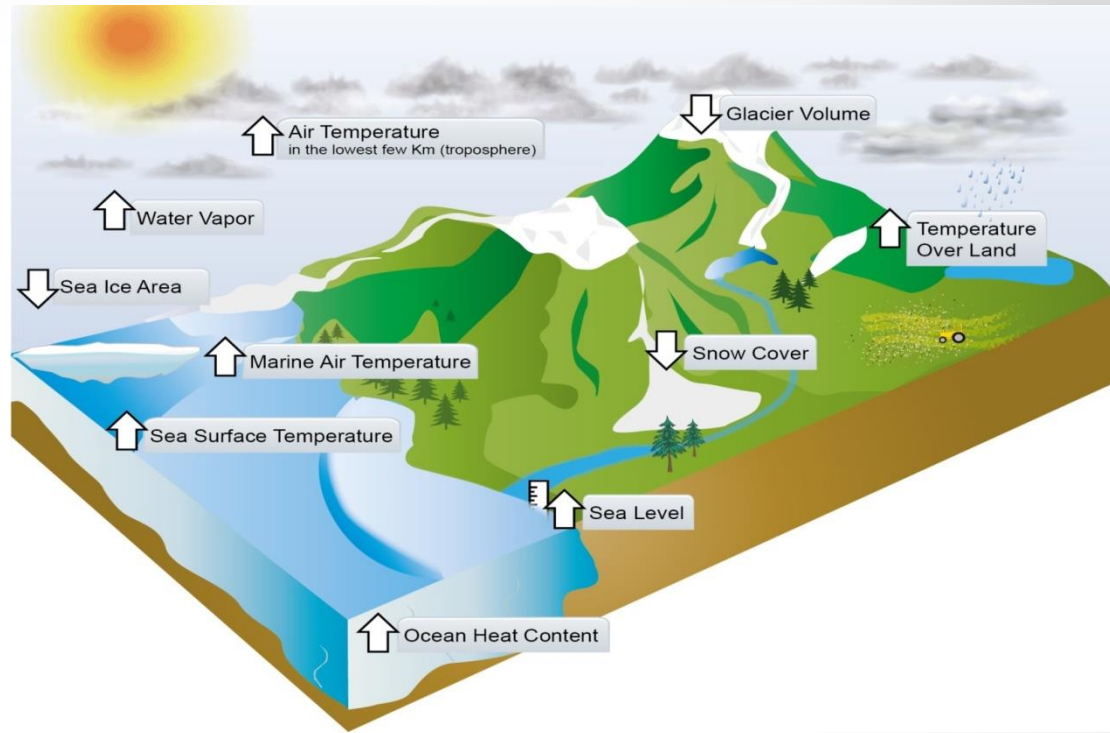
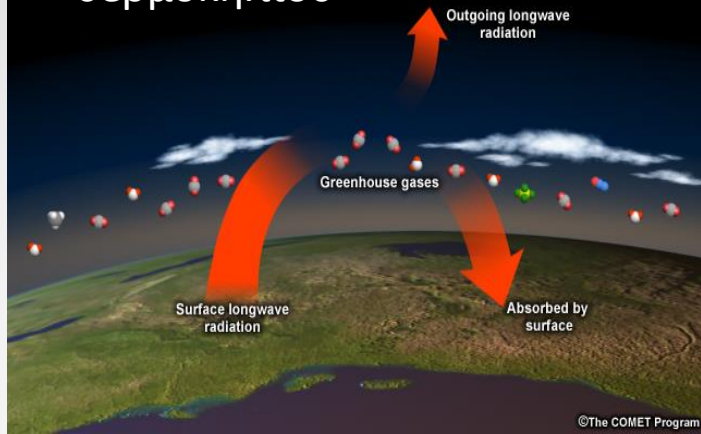


	Emitted compound	Resulting atmospheric drivers	Radiative forcing by emissions and drivers	Level of confidence
Anthropogenic	Well-mixed greenhouse gases	CO <sub>2</sub>	1.68 [1.33 to 2.03]	VH
		CH <sub>4</sub>	0.97 [0.74 to 1.20]	H
		Halo-carbons	0.18 [0.01 to 0.35]	H
		N <sub>2</sub> O	0.17 [0.13 to 0.21]	VH
		CO	0.23 [0.16 to 0.30]	M
		NM VOC	0.10 [0.05 to 0.15]	M
Short lived gases and aerosols		NO <sub>x</sub>	-0.15 [-0.34 to 0.03]	M
		Aerosols and precursors (Mineral dust, SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , Organic carbon and Black carbon)	-0.27 [-0.77 to 0.23]	H
		Cloud adjustments due to aerosols	-0.55 [-1.33 to -0.06]	L
Natural		Albedo change due to land use	-0.15 [-0.25 to -0.05]	M
		Changes in solar irradiance	0.05 [0.00 to 0.10]	M
<b>Total anthropogenic RF relative to 1750</b>				
		2011	2.29 [1.13 to 3.33]	H
		1980	1.25 [0.64 to 1.86]	H
		1950	0.57 [0.29 to 0.85]	M

Radiative forcing relative to 1750 (W m<sup>-2</sup>)



# Φαινόμενο θερμοκηπίου



Μεταβολές κλιματικών παραμέτρων λόγω παγκόσμιας θέρμανσης

Κλιματική αλλαγή

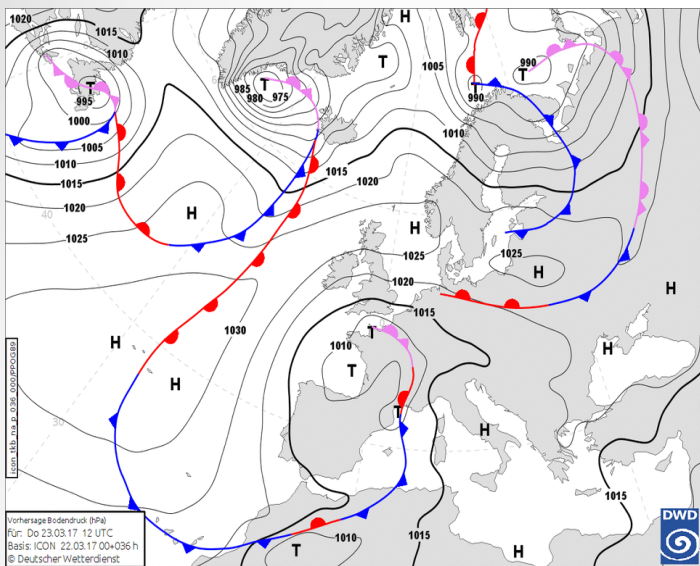
## ΕΚ311. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ (μεταπτυχιακό)

- Κατακόρυφη δομή της ατμόσφαιρας. Ισοβαρική ανάλυση. Χάρτες επιφανείας και χάρτες καθ' ύψος.
- Αέριες μάζες. Μέτωπα. Υφέσεις και αντικυκλώνες. Τροπικοί κυκλώνες.
- Χάρτης 850 και 750 hPa. Μεταφορά θερμοκρασίας.
- Χάρτης 500 hPa. Στροβιλισμός και μεταφορά στροβιλισμού. Κατακόρυφες κινήσεις. Ισοπαχείς.
- Χάρτης 300 hPa. Αεροχείμαρρος. Κύματα Rossby. Απόκλιση/σύγκλιση.
- Κατακόρυφη δομή και κίνηση συστημάτων. Κυκλογένεση και αντικυκλογένεση.
- Χαρακτηριστικοί τύποι καιρού στην Ελλάδα που συνδέονται με ακραία καιρικά φαινόμενα.

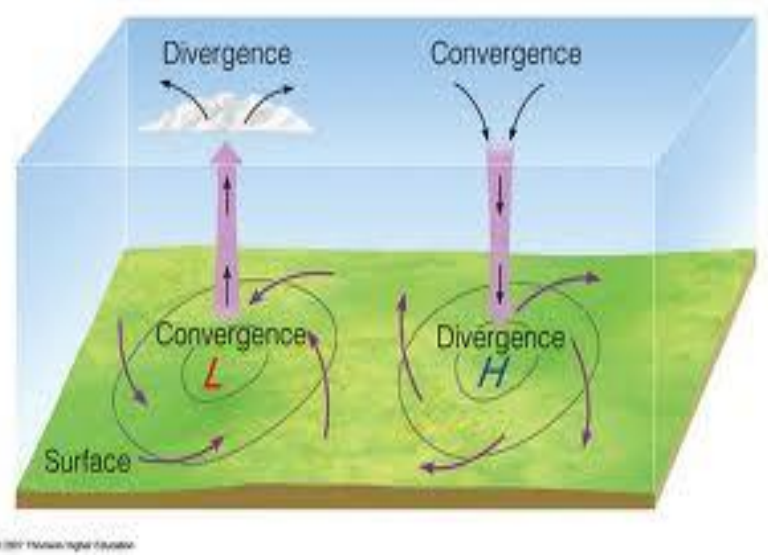
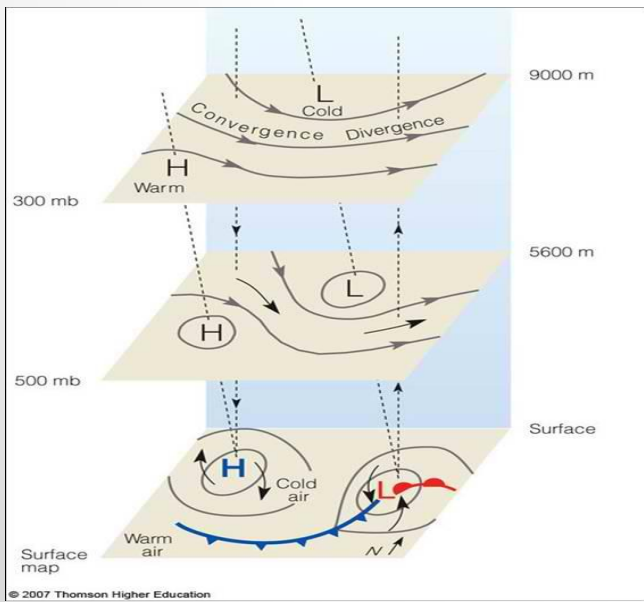
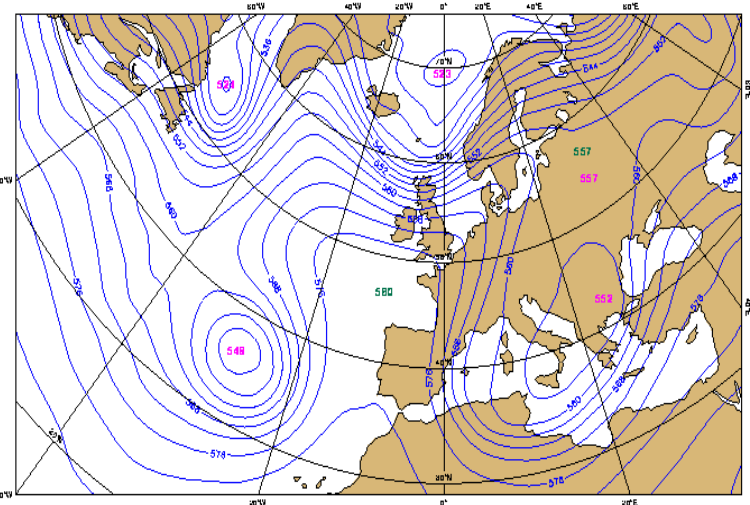
Εργαστηριακές ασκήσεις:

- Χάρτης επιφανείας (2 εργαστήρια).
- Χάρτης 850 και 700 hPa.
- Χάρτης 500 hPa.
- Χάρτης 300 hPa.
- Δορυφορικά δεδομένα σε σχέση με χάρτες καιρού.
- Θερμοδυναμική δομή της ατμόσφαιρας. Τεφίγραμμα.
- Συνδυασμένη ανάλυση χαρτών (case studies).
- Σύγκριση με πρόγνωση (case studies).

# Μελέτη και πρόγνωση καιρικών συστημάτων συνοπτικής κλίμακας (πάνω από 1000 km) με τη βοήθεια μετεωρολογικών χαρτών



500 hPa geopotential



# Εφαρμογές στο προγνωστικό μοντέλο Εθνικού και Καποδιστριακού

Πανεπιστημίου Αθηνών **forecast.uoa.gr**

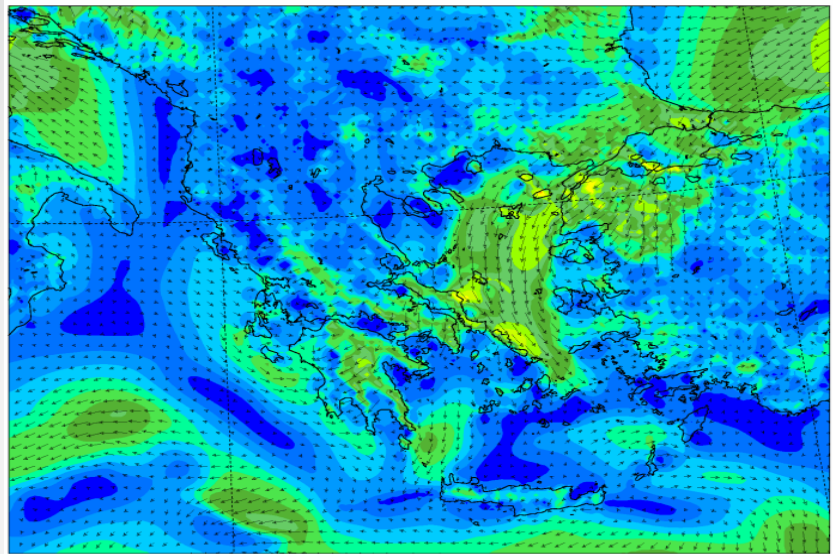
## SKIRON-regional model (5 days)

University of Athens (AM&WFG)

SKIRON NonHydrostatic

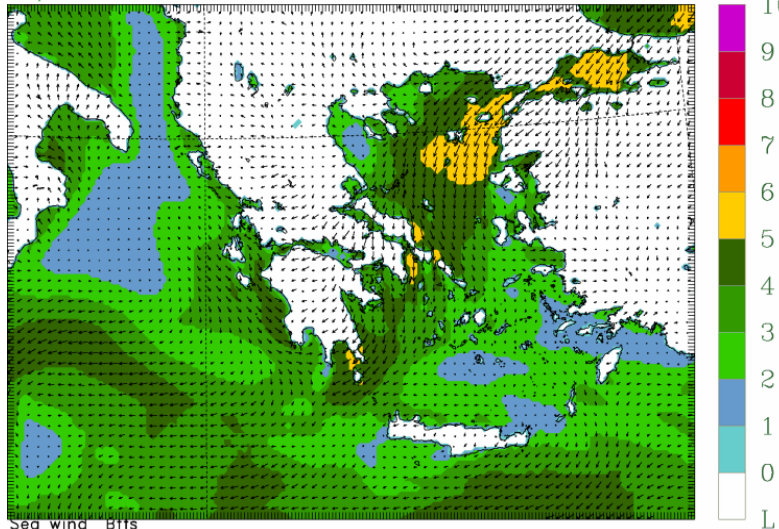
Winds (m/s) at 10 m

Wed 22.03.17 at 12 UTC

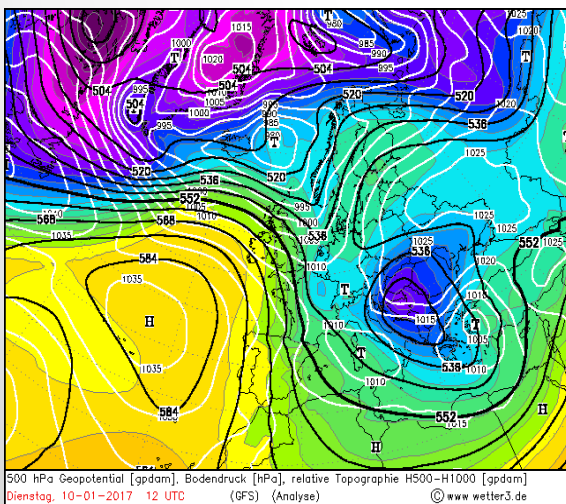


## RAMS ICALMS-high resolution model (2days)

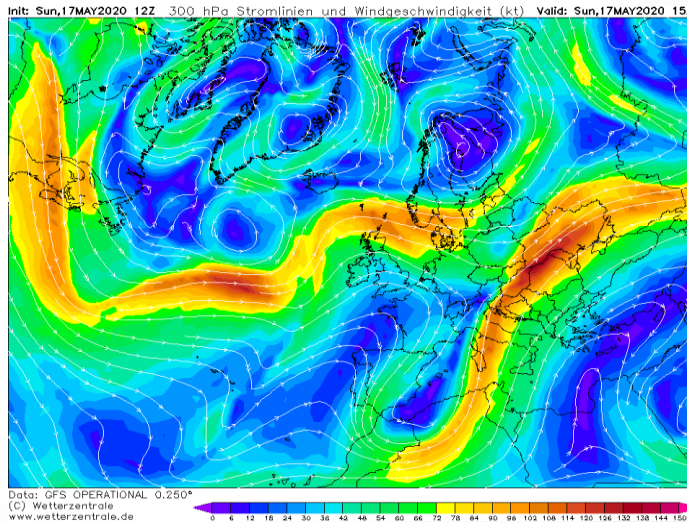
UOA/AM&WFG 018 hr RAMS Valid 1200 UTC Wed 22 Mar 2017



reference wind vector → 3 m/s horiz min = 0.0 max = 12.3



Ευνοϊκές συνθήκες για χιόνι στην Αττική



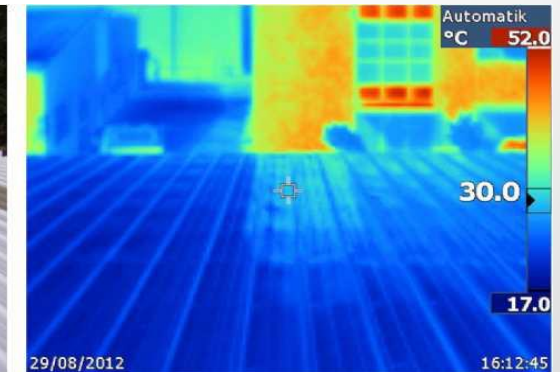
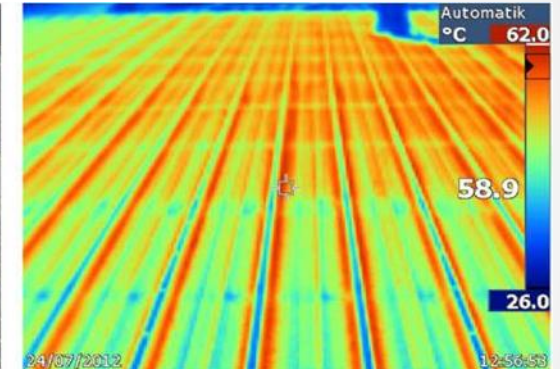
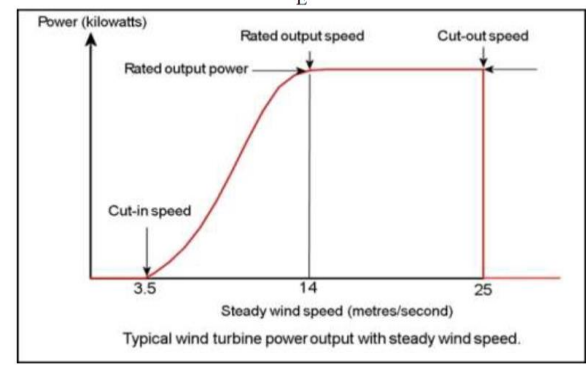
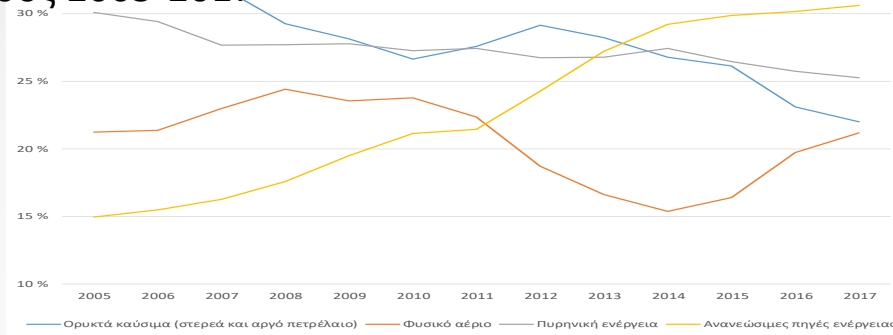
Ευνοϊκές συνθήκες για καύσωνα

## ΕΚ312. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (μεταπτυχιακό)

- Μορφές ενέργειας. Ενεργειακές παράμετροι. Αρχές μετατροπής και διατήρησης ενέργειας. Αποθήκευση και μετάδοση ενέργειας.
- Ηλιακή ενέργεια: Ισοζύγιο ακτινοβολίας στην επιφάνεια της Γης. Φυσικές διεργασίες παραγωγής και μετατροπής ενέργειας στις φωτοβολταϊκές διατάξεις. Χρήση και εφαρμογές.
- Αιολική ενέργεια: Χαρακτηριστικές παράμετροι. Φυσικές διεργασίες παραγωγής και μετατροπής ενέργειας στις ανεμογεννήτριες. Χρήση και εφαρμογές.
- Βιοενέργεια: Φυσικές και βιοχημικές διεργασίες παραγωγής και μετατροπής της ενέργειας. Χρήση και εφαρμογές.
- Γεωθερμική Ενέργεια: Φυσικές διεργασίες παραγωγής και μετατροπής της ενέργειας. Χρήση και εφαρμογές.
- Ενέργεια από κύματα, παλίρροια και ώσμωση: Φυσικές διεργασίες παραγωγής και μετατροπής. Χρήση και εφαρμογές.
- Άλλες μορφές ενέργειας (υδροηλεκτρική ενέργεια, πράσινο υδρογόνο).
- Βιοκλιματικός και αειφόρος σχεδιασμός κτηρίων. Νέα υλικά (ψυχρά, θερμοχρωμικά). Εξοικονόμηση ενέργειας.
- Κατανομή ηλιακού και αιολικού δυναμικού στην Ελλάδα.



# Ποσοστό των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στην ΕΕ, περίοδος 2005-2017



## Διευκρινίσεις για τα μεταπτυχιακά μαθήματα που προσφέρονται στο προπτυχιακό:

- Για την εγγραφή τους σε μεταπτυχιακά μαθήματα, οι προπτυχιακοί φοιτητές θα πρέπει να έχουν την συναίνεση του διδάσκοντος.
- Ο κανονισμός λειτουργίας των μεταπτυχιακών μαθημάτων (συμπεριλαμβανομένων των εξετάσεών τους) παραμένει αμετάβλητος ανεξαρτήτως της παρουσίας προπτυχιακών φοιτητών.
- Τα μεταπτυχιακά μαθήματα που περνούν οι φοιτητές στο πλαίσιο του προπτυχιακού προγράμματος δεν θα προσμετρώνται στα μαθήματα που απαιτούνται για να τους απονεμηθεί τίτλος Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης (ΜΔΕ) από το Τμήμα Φυσικής του ΕΚΠΑ. Η επιτροπή μεταπτυχιακών σπουδών θα αναλύσει το όλο θέμα και πιθανές αλλαγές στο μέλλον.
- Μπορούν οι προπτυχιακοί να παρακολουθούν μέχρι δύο μεταπτυχιακά μαθήματα από αυτά που προσφέρονται στο μεταπτυχιακό κύκλο σπουδών του Τμήματος Φυσικής.

## Ερευνητικές εργασίες

- Προσφέρεται τους φοιτητές η δυνατότητα εμπλοκής στην έρευνα μέσω ερευνητικών εργασιών, τις οποίες αναλαμβάνουν υπό την επίβλεψη μέλους ΔΕΠ του Τμήματος, πριν ή επιπροσθέτως της όποιας πτυχιακής εργασίας.
- Η ερευνητική εργασία έχει χωριστό κωδικό και αποδίδει 3 μονάδες ECTS σε όσους φοιτητές την επιλέξουν, αλλά οι μονάδες αυτές δεν προσμετρώνται στον ελάχιστο αριθμό μονάδων ECTS που απαιτούνται για τη λήψη πτυχίου.
- Οι φοιτητές μπορούν να πάρουν ερευνητική εργασία πέραν της μίας φορές (δηλαδή για παραπάνω από ένα εξάμηνο – συνολικά μέχρι 4 φορές – με διαφορετικό κωδικό) αν συνεχίζουν την εργασία ή αν αναλάβουν νέα εργασία με το ίδιο ή άλλο μέλος ΔΕΠ.
- Οι ερευνητικές εργασίες αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος.

# Κατεύθυνσεις στο Πρόγραμμα Σπουδών

- Επιλογή 3 απο τις 5 Εισαγωγές Κατεύθυνσης
- Επιλογή 3 απο τα 5 μαθήματα Επιλογής Κορμού (Δυναμική Ρευστών είναι υποχρεωτική για την επιλογή κατεύθυνσης Κ3)
- 2 Υποχρεωτικά μαθήματα κατεύθυνσης + εργαστήριο κατεύθυνσης
- Επιλογή τουλάχιστον 2 απο τις 5 μαθήματα επιλογής κατεύθυνσης

# Και μετά τι;

## Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών

- ✓ Φυσική Περιβάλλοντος (Τμήμα Φυσικής ΕΚΠΑ)
- ✓ Ωκεανογραφία και Διαχείριση Θαλασσίου Περιβάλλοντος (διατμηματικό)ΕΚΠΑ (Τμήματα Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, Γεωλογίας)
- ✓ Ναυτική και Θαλάσσια Επιστήμη και Τεχνολογία (διϊδρυματικό)ΕΚΠΑ(Τμήμα Φυσικής)-ΕΜΠ (Σχολή Ναυπηγών)
- ✓ Διαστημικές Τεχνολογίες, Υπηρεσίες και Εφαρμογές (διϊδρυματικό)ΕΚΠΑ-Πανεπιστήμιο Πατρών

Διδακτορικό δίπλωμα Φυσικών Επιστημών

## Και μετά τι;

Οι απόφοιτοι της κατεύθυνσης μπορούν να εργαστούν σε:

- εταιρείες ενέργειας και ηλεκτρικού ρεύματος (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μελέτες)
- εταιρείες τηλεπικοινωνιών (μελέτες)
- μετεωρολογική υπηρεσία, μετεωρολογικές προγνώσεις (κανάλια, sites, ραδιόφωνο)
- περιβαλλοντικές εταιρείες (μελέτες και αναλύσεις)
- Κατασκευαστικές εταιρείες (μελέτες)
- εταιρείες επιστημονικών οργάνων
- εκπαίδευση