

Τι είναι η Ανώτερη Ατμόσφαιρα?!

By Hayanon

Μετάφραση στα Ελληνικά Δρ Ευάγγελος Κολοκοτρώνης
Επιμέλεια στα Ελληνικά Δρ Άννα Μπελεχάκη



Σήμερα
είναι αργία! 🎵

Η λάτρης της επιστήμης
Μολ και ο ρομποτικός της
σκύλος Μιρούμπο,
χαλαρώνουν κοιτώντας τον
ουρανό.

Δεν είναι
όμορφος ο
ουρανός;

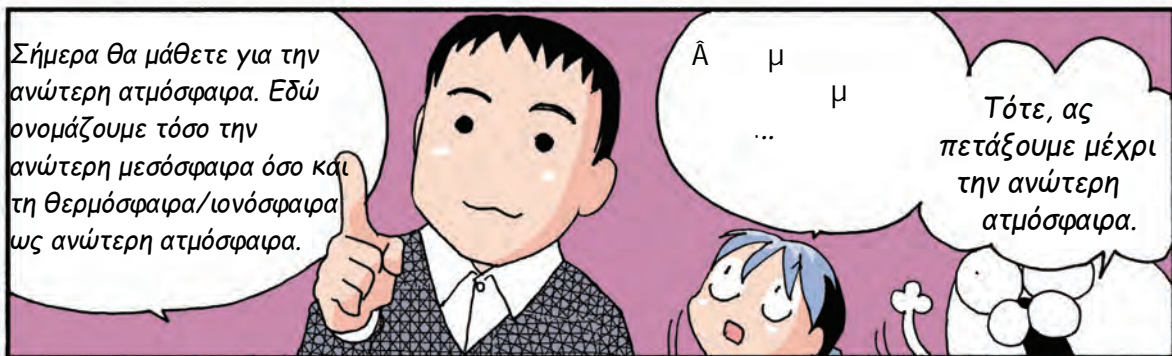
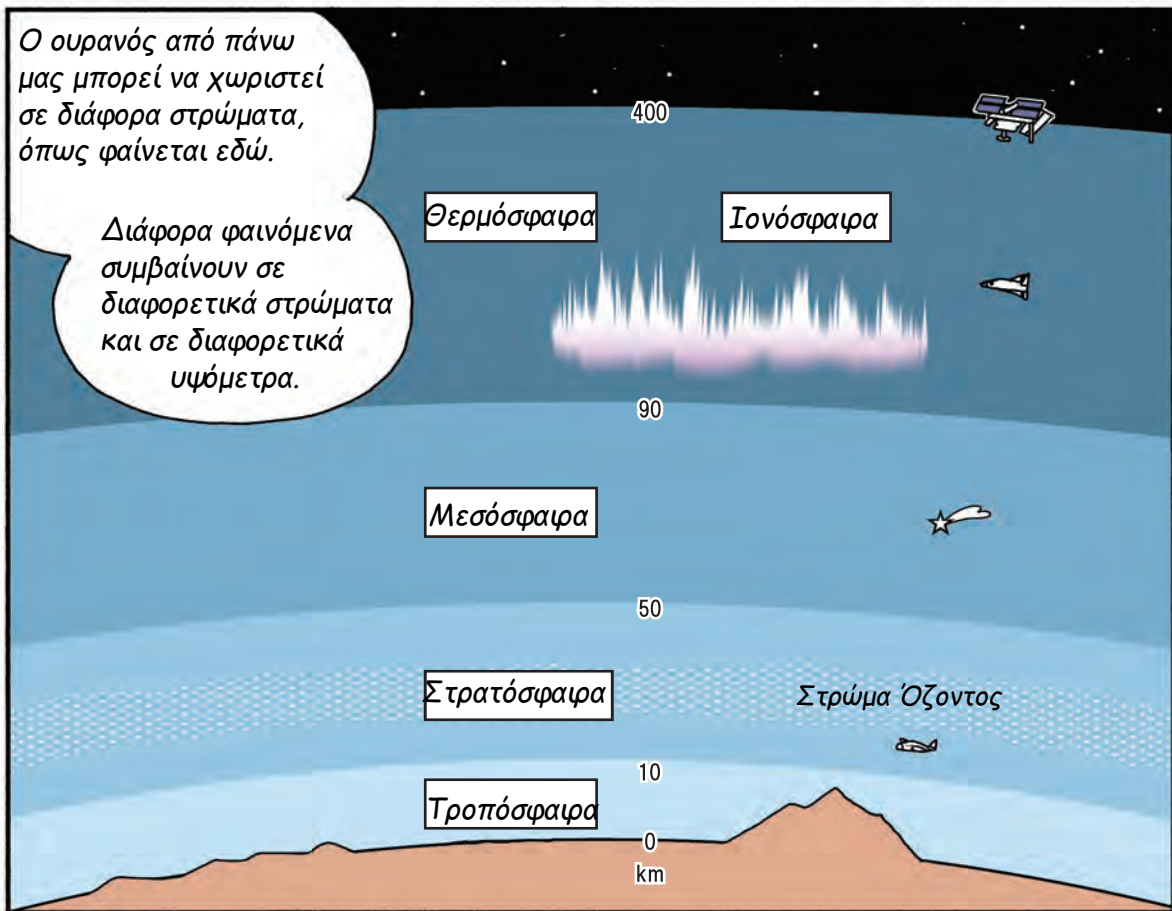
Ο καθαρός
ουρανός είναι
πάντα τέλειος.

Μιρούμπο, πώς να
μοιάζει το ανώτερο
μέρος του ουρανού;

μ

Πολύ πάνω από
τα σύννεφα αλλά
κάτω από το
διάστημα;

.... μ

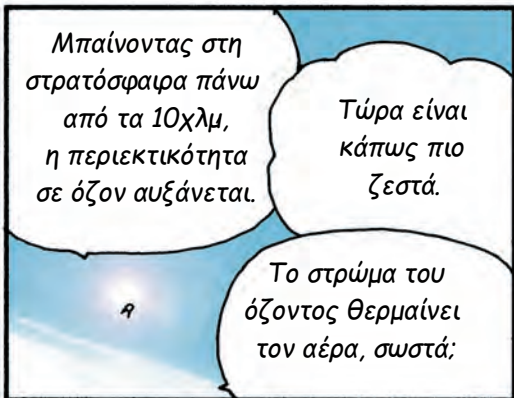




Οουου, κάνει πιο πολύ κρύο εδώ πάνω.

Διαπιστώνουμε ότι κάνει περισσότερο κρύο καθώς ανεβαίνουμε στην κορυφή των βουνών.

Μέχρι 10 χλμ εντός της τροπόσφαιρας η θερμοκρασία πέφτει όσο αυξάνεται το υψόμετρο.



Μπαίνοντας στη στρατόσφαιρα πάνω από τα 10χλμ, η περιεκτικότητα σε όζον αυξάνεται.

Τώρα είναι κάπως πιο ζεστά.

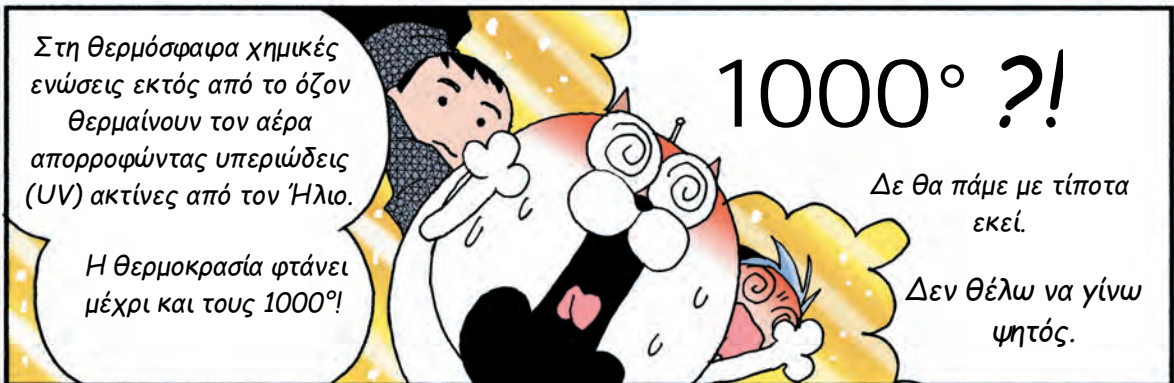
Το στρώμα του όζοντος θερμαίνει τον αέρα, σωστά;



Ακριβώς, Μολ. Στη μεσόσφαιρα πάνω από τα 50χλμ, η επίδραση του όζοντος ελατώνεται ξανά, μειώνοντας τη θερμοκρασία του αέρα.

Προς μεγάλη έκπληξη μειώνεται στους -90°C στην κορυφή της στρατόσφαιρας.

Αυτό είναι το πιο κρύο μέρος της Γης!



Στη θερμόσφαιρα χημικές ενώσεις εκτός από το όζον θερμαίνουν τον αέρα απορροφώντας υπεριώδεις (UV) ακτίνες από τον Ήλιο.

Η θερμοκρασία φτάνει μέχρι και τους 1000° !

1000° ?!

Δε θα πάμε με τίποτα εκεί.

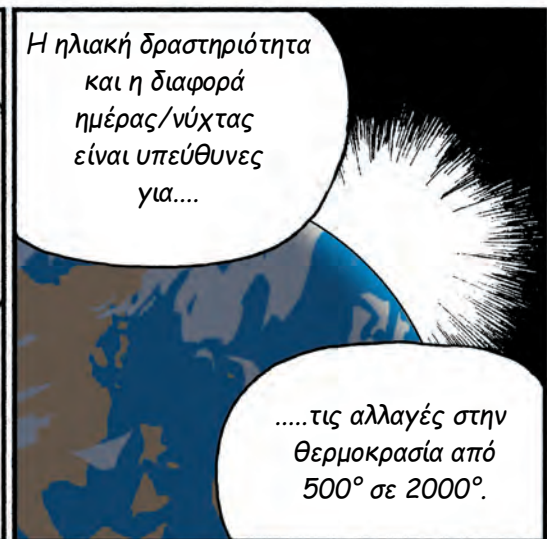
Δεν θέλω να γίνω ψητός.



Μην ανησυχείτε! Οι 1000°C ακούγονται υπερβολικά θερμοί, αλλά δε θα το νιώθαμε λόγω της χαμηλής πυκνότητας του αέρα.

Αν και η θερμοκρασία ενός μορίου είναι 1000° , όλος ο αέρας δεν είναι ζεστός.

Η θερμοκρασία αυτού του μορίου είναι 1000°C .



Η ηλιακή δραστηριότητα και η διαφορά ημέρας/νύχτας είναι υπεύθυνες για....

..... τις αλλαγές στην θερμοκρασία από 500° σε 2000° .



Είναι μερικές δεκάδες μέτρα ανά δευτερόλεπτο στη μεσόσφαιρα και φτάνει....

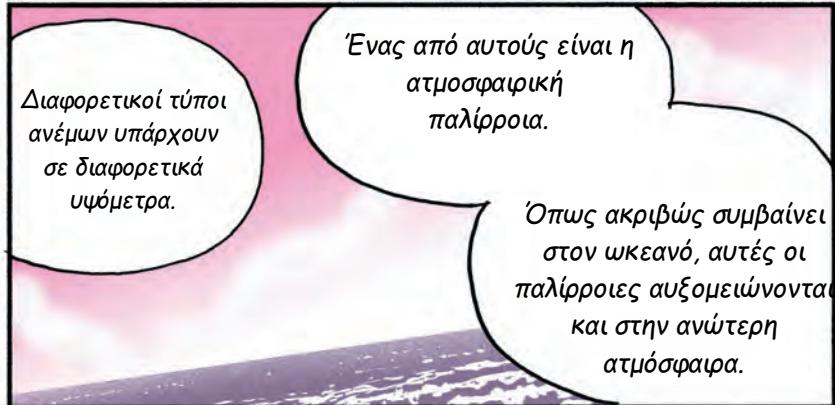
....πάνω από 100 m/s στη θερμόσφαιρα.



Δε νιώθω καθόλου αυτήν τη μεγάλη ταχύτητα! Γιατί συμβαίνει αυτό;

Για τον ίδιο λόγο που το εξηγήσαμε και για τη θερμοκρασία.

Λόγω της χαμηλής πυκνότητας του αέρα, δεν νιώθουμε την υψηλή ταχύτητα του ανέμου, όπως θα τη νιώθαμε στο έδαφος.



Διαφορετικοί τύποι ανέμων υπάρχουν σε διαφορετικά υψόμετρα.

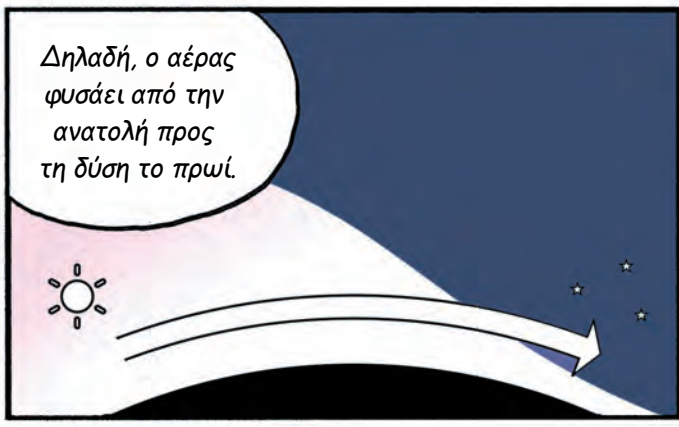
Ένας από αυτούς είναι η ατμοσφαιρική παλίρροια.

Όπως ακριβώς συμβαίνει στον ωκεανό, αυτές οι παλίρροιες αυξομειώνονται και στην ανώτερη ατμόσφαιρα.



Ο άνεμος που κινείται από την παλίρροια στη θερμόσφαιρα, κατευθύνεται από την πλευρά της μέρας στην πλευρά της νύχτας.

Αυτό προκαλείται από τη διαστολή του αέρα κατά τη διάρκεια της μέρας που έχει θερμανθεί από το ηλιακό φως.



Δηλαδή, ο αέρας φυσάει από την ανατολή προς τη δύση το πρωί.



Ενώ το βράδυ φυσάει από τη δύση προς την ανατολή.

Υπάρχουν επίσης ατμοσφαιρικά κύματα βαρύτητας. Οι εκρήξεις από αυτά τα κύματα περιβάλλουν ολόκληρη τη Γη.

Οι περίοδοι τους διαρκούν από λίγες έως δεκάδες ημέρες με μεγάλο μήκος κύματος.



Για παράδειγμα, τα πλανητικά κύματα μπορεί να προκαλέσουν εναλλάξ θερμές και ψυχρές ημέρες με περίοδο μερικών ημερών σε ορισμένα μέρη της Γης.



Επιπλέον, οι ταλαντώσεις του αέρα με περίοδο από δεκάδες λεπτά έως ημέρες ονομάζονται ατμοσφαιρικά κύματα βαρύτητας.

Για παράδειγμα, όταν ένας σωρείτης νέφους ανεβαίνει ή οι άνεμοι κατευθύνονται προς τα βουνά, ο αέρας ανεβαίνει.

Τα πακέτα αέρα διαστέλλονται καθώς ανεβαίνουν και υφίστανται χαμηλότερες πιέσεις.

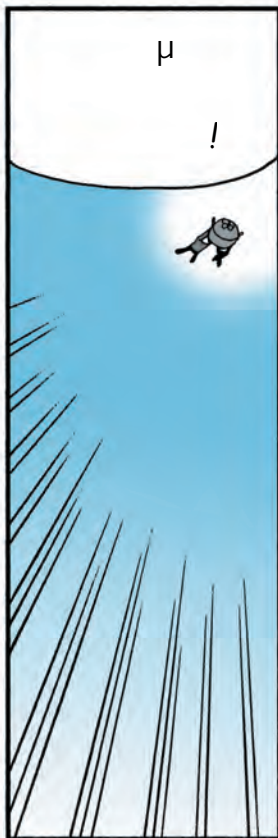
Τα διογκωμένα πακέτα αέρα στη συνέχεια κατεβαίνουν επειδή η δίογκωση προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας και αύξηση της πυκνότητας.

Στη συνέχεια, το πακέτο αέρα ανεβαίνει ξανά επειδή έχει γίνει ελαφρύ λόγω της υψηλής πίεσης και της αυξημένης θερμοκρασίας.

Καθώς η διαδικασία επαναλαμβάνεται, ο αέρας κινείται πάνω και κάτω, πάνω και κάτω, πάνω....

Αυτά τα κύματα βαρύτητας ταξιδεύουν στην κορυφή της μεσόσφαιρας όπου διαλύονται, απελευθερώνοντας τη θερμότητα και τη δύναμη.

Η ισχύς αυτών των κυμάτων βαρύτητας είναι αρκετά μεγάλη για να αλλάξει το σύστημα ανέμων μεγάλης κλίμακας στη μεσόσφαιρα.



Εδώ η υπεριώδης ακτινοβολία διασπά τα άτομα και τα μόρια σε ιόντα και ηλεκτρόνια

Αλήθεια!!

Μιρούμπο, μπορείς να δεις αυτά τα σωματίδια να δημιουργούνται;

Άτομο της ατμόσφαιρας

Ηλεκτρόνιο

Ιον

Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ιονισμός.

Το αέριο που αποτελείται από ηλεκτρόνια και ιόντα ονομάζεται πλάσμα.

Για αυτό ονομάζεται ιονόσφαιρα!

Ο ιονισμός συμβαίνει επίσης στον αέρα κοντά στο έδαφος...

...καθώς η πυκνότητα του αέρα είναι υψηλή σε τέτοιο υψόμετρο....

....αλλά τα διαχωρισμένα ηλεκτρόνια και ιόντα επανασυνδέονται αμέσως.

ΕΠΑΝΑΣΥΝΔΕΣΗ!!

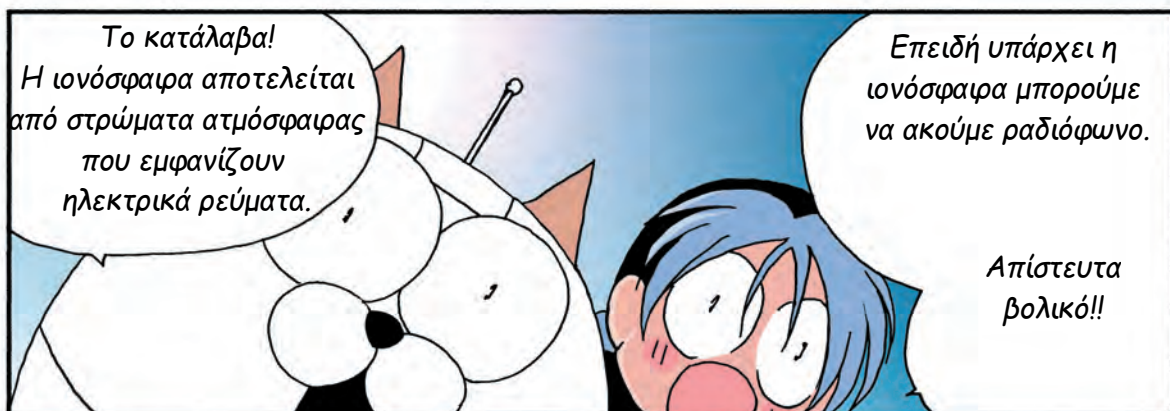
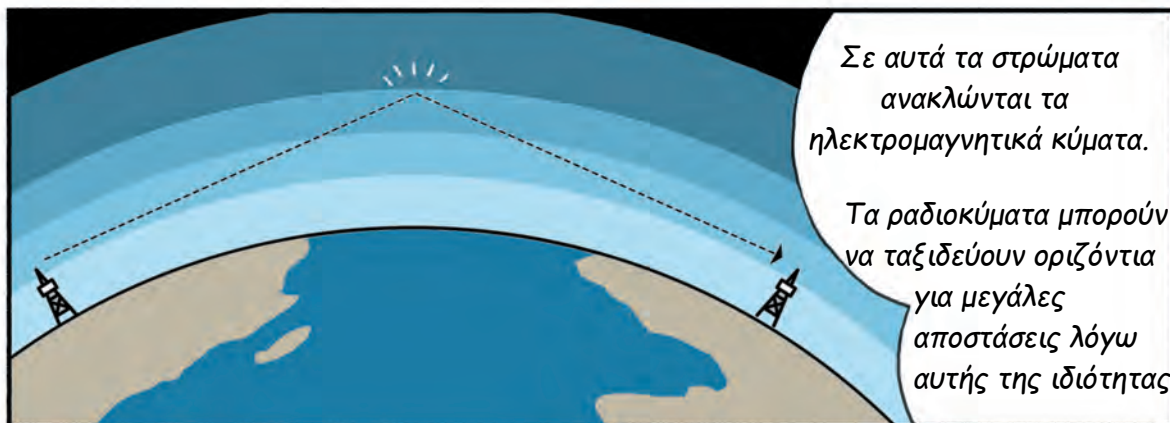
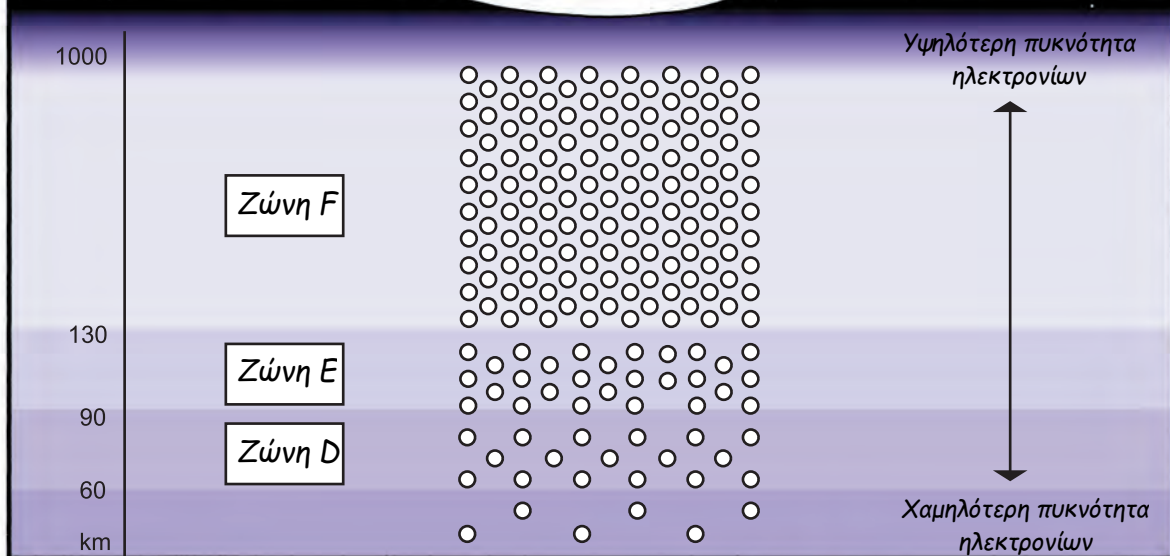
Στην ιονόσφαιρα όμως, η πυκνότητα του αέρα είναι αρκετά χαμηλή...

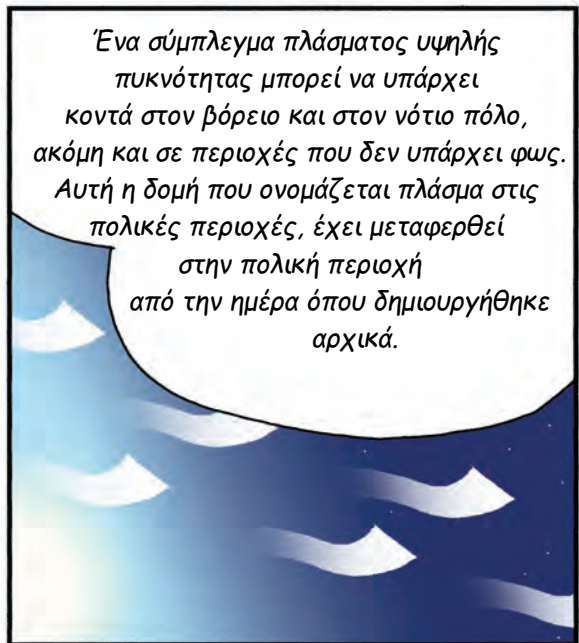
...και έτσι το πλάσμα μπορεί να υφίσταται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Η ιονόσφαιρα αποτελείται από διάφορα στρώματα...

...που καθορίζονται από τις διαφορετικές πυκνότητες ηλεκτρονίων, όπως για παράδειγμα οι ζώνες E και F.

Η πυκνότητα των ηλεκτρονίων είναι μεγαλύτερη στις ανώτερες περιοχές. Εδώ ρέουν ηλεκτρικά ρεύματα.





Η ιονόσφαιρα είναι σημαντική για την καθημερινότητα μας, ωστόσο λόγω της ασταθούς δομής της, τα ραδιοσήματα από τους δορυφόρους καμιά φορά διαταράσσονται...

...με αποτέλεσμα οι επικοινωνίες και τα GPS σήματα να χάνονται. Διεξάγεται έρευνα για τη μελέτη της ιονόσφαιρας...

...ώστε να βελτιωθούν οι επικοινωνίες και τα συστήματα πλοήγησης με όσο το δυνατόν λιγότερα προβλήματα.

Αλλά είναι δύσκολο να μελετήσουμε απευθείας την ανώτερη ατμόσφαιρα

Που οφείλεται αυτό;

Εάν μπορούσαμε να μεταφέρουμε επιστημονικά όργανα για παρατηρήσεις σε αυτά τα υψόμετρα, θα ήταν μια πολύ καλή ιδέα.

Θα είναι μια εύκολη δουλειά για σένα Μιρούμπο. Αλλά για εμάς...

Τι Πως γίνεται αυτό;

Οι δορυφόροι δεν μπορούν να πετούν κάτω από τα 300 χιλιόμετρα γιατί η αντίσταση του αέρα κάτω από αυτό το ύψος είναι πολύ μεγάλη.

Ούτε τα μετεωρολογικά μπαλόνια και τα αεροσκάφη μπορούν να φτάσουν σε τόσο μεγάλα ύψη.

Δεν είναι εύκολο να παρακολουθούμε την ατμόσφαιρα ανάμεσα σε αυτά τα ύψη.

Δορυφόρος πάνω από τα 300 χιλιόμετρα

Μη επανδρωμένα μπαλόνια κάτω από τα 50 χιλιόμετρα

Αεροσκάφη κάτω από τα 20 χιλιόμετρα

Προς το παρόν η παρακολούθηση της ανώτερης ατμόσφαιρας διεξάγεται μέσω οργάνων επίγειων και διαστημικών.

Οι δορυφόροι μπορούν να καλύψουν μια ευρεία περιοχή, αλλά ταξιδεύουν πολύ γρήγορα ώστε να καταγράψουν αξιοσημείωτες μεταβολές με τον χρόνο.

Μπορούμε να συμπεράνουμε τη θέση των σελών επειδή απορροφούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Οι βαλλιστικοί πύραυλοι μετρούν άμεσα τις ιδιότητες στην ανώτερη ατμόσφαιρα.

Θερμόσφαιρα

Ιονόσφαιρα

Μπορούμε να εκτιμήσουμε τους ανέμους και τις θερμοκρασίες με την παρατήρηση ραδιοφωνικών ανακλάσεων από μετεωρίτες.

Υψηλής ευαισθησίας κάμερες CCD είναι ικανές να μετρήσουν ασθενές φως που έρχεται από την ατμόσφαιρα.

Μεσόσφαιρα

Τα ραντάρ μπορούν να ανιχνεύσουν τη δομή της ατμόσφαιρας και της ιονόσφαιρας.

Η πυκνότητα του αέρα, η θερμοκρασία και οι άνεμοι μπορούν να καθοριστούν αξιοποιώντας δέσμες λέιζερ.

Γιατί οι επιστήμονες επιμένουν να ερευνούν.....

...αυτό το μέρος της ατμόσφαιρας, παρόλο που οι άμεσες μετρήσεις της ανώτερης ατμόσφαιρας είναι δύσκολες;

Θυμάσαι τι σου είπα για την ιονόσφαιρα;

Να σου επαναλάβω, ότι η ανώτερη ατμόσφαιρα είναι απαραίτητη στη ζωή μας.

Έχει ανακαλυφθεί ότι, καθώς εξελίσσεται η υπερθέρμανση του πλανήτη στην κατώτερη ατμόσφαιρα/τροπόςφαιρα, η θερμοκρασία στην ανώτερη ατμόσφαιρα πέφτει.



μ
μ
μ
μ
μ μ 10°
μ μ 50°
μ μ
προλάβουμε μ
μ μ
μ από επίγειες παρατηρήσεις.

Ας μην ξεχνάμε ότι, η θερμόσφαιρα είναι η περιοχή στην ταξιδεύουν τα διαστημικά λεωφορεία όπως επίσης και ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός.



Όταν στο μέλλον οι άνθρωποι θα ζουν στο διάστημα.....
...ίσως να μπορέσουμε να δούμε τις διαταραχές του πλάσματος ακριβώς έξω από το παράθυρο μας.....
και να μπορούμε να κοιτάμε από ψηλά τα όμορφα σελάη.

Αυτό ακούγεται υπέροχο! Η ανώτερη ατμόσφαιρα θα γίνεται όλο και πιο οικεία σε μας.

Ανυπομονώ να δω την πρόοδο της έρευνας!





Από πού έρχεται ο ηλεκτρισμός;



Μεταβλητότητα της ιονόσφαιρας;



Μεταβλητότητα της ιονόσφαιρας; Έχει κάποιο αντίκτυπο σε μας;



Μεταβλητότητα της ιονόσφαιρας; Θα μπορούσε να προκαλέσει διακοπές στις δορυφορικές επικοινωνίες, την πλοήγηση με GPS και την τηλεοπτική/ραδιοφωνική μετάδοση. Για να χρησιμοποιήσουμε την ιονόσφαιρα πιο αποδοτικά, πρέπει να την κατανοήσουμε καλύτερα.



Ωωω! Πρέπει να ανησυχείς Μιρούμπο. Δεν έχεις αίσθηση κατεύθυνσης και δεν μπορείς να κάνεις τίποτα χωρίς GPS.

χιλιόμετρα και είναι πολύ λεπτό σε σύγκριση με την ακτίνα της Γης. Είναι σαν μια μεμβράνη που περιβάλλει τον πλανήτη μας. Αν και είναι πολύ λεπτή, διαφορετικά χαρακτηριστικά βρίσκονται σε διαφορετικά υψόμετρα όταν κοιτάζουμε προσεκτικά.



Τώρα το καταλαβαίνω. Άρα ποια χαρακτηριστικά έχει η ανώτερη ατμόσφαιρα;



Πάνω από όλα, η ανώτερη ατμόσφαιρα περιλαμβάνει το στρώμα που ονομάζεται ιονόσφαιρα όπου ο αέρας είναι μερικώς φορτισμένος. Η ιονόσφαιρα αντανακλά ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα που αποστέλλεται από το έδαφος. Αυτή η μέθοδος παρατήρησης της ανώτερης ατμόσφαιρας χρησιμοποιεί αυτές τις ανακλάσεις.



Γιατί υπάρχει ηλεκτρισμός στην ατμόσφαιρα;



Η υπεριώδης ακτινοβολία από τον Ήλιο και το πλάσμα από το διάστημα εκτοπίζουν ηλεκτρόνια που περιβάλλουν τα ατμοσφαιρικά άτομα και μόρια, κάνοντας τον αέρα ηλεκτρικά φορτισμένο. Επειδή η πυκνότητα του αέρα είναι αρκετά χαμηλή στην ιονόσφαιρα, χρειάζεται χρόνος ώστε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να επανασυνδεθούν, πράγμα που σημαίνει ότι ο αέρας διατηρεί τον ηλεκτρισμό του περισσότερο.



Ε, Δάσκαλε, μπορεί αυτός ο ηλεκτρισμός να χρησιμοποιηθεί σε μια ηλεκτρική ψηστήρα;



Αν συγκεντρώσουμε όλο τον ηλεκτρισμό στην ανώτερη ατμόσφαιρα της Γης, θα ψήναμε κρέας για πολύ περισσότερο χρόνο από όσο θα χρειαζόμαστε.



Γιατί μελετάμε την ιονόσφαιρα; Έχει κάποιο αντίκτυπο σε μας;



Η μεταβλητότητα της ιονόσφαιρας θα μπορούσε να προκαλέσει διακοπές στις δορυφορικές επικοινωνίες, την πλοήγηση με GPS και την τηλεοπτική/ραδιοφωνική μετάδοση. Για να χρησιμοποιήσουμε την ιονόσφαιρα πιο αποδοτικά, πρέπει να την κατανοήσουμε καλύτερα.



Ωωω! Πρέπει να ανησυχείς Μιρούμπο. Δεν έχεις αίσθηση κατεύθυνσης και δεν μπορείς να κάνεις τίποτα χωρίς GPS.



Δεν έχεις δίκιο! Στην πραγματικότητα, ο υπερυπολογιστής μου είναι πολύ ευαίσθητος και μερικές φορές παραείναι ευαίσθητος με την κατεύθυνση.



Λοιπόν παιδιά η ανώτερη ατμόσφαιρα, όπως το στρώμα του όζοντος, απορροφά την βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία του Ήλιου. Πρέπει επίσης να ξέρετε ότι τα σελάη εμφανίζονται στο ύψος της ατμόσφαιρας.



Τα σελάη μπορούν να φανούν μόνο στις πολικές περιοχές, σωστά;



Βασικά ναι. Όταν ξεσπά μια γεωμαγνητική καταιγίδα, τα σελάη μπορούν να εμφανιστούν και σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη.



Υπάρχει πιθανότητα να δούμε σέλας στην Ελλάδα;



Τα σελάη έχουν παρατηρηθεί με όργανα υψηλής ευαισθησίας σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, όπως και στην Ελλάδα, αρκετές φορές τα τελευταία χρόνια. Το σέλας κάποιες φορές ήταν τόσο φωτεινό ώστε να είναι ορατό με γυμνό μάτι.

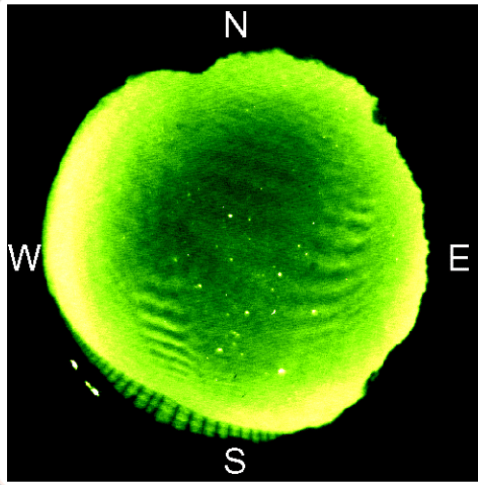


Θα ήθελα πολύ να το δω στην Ελλάδα και θα συνεχίσω να παρατηρώ μέχρι να τα καταφέρω. Εσύ Μολ δεν μπορείς να με ακολουθήσεις. Ακόμη κοιμάσαι νωρίς.



Εί! αυτό δεν είναι δίκαιο!!

CCD.



20-30

557,7 nm

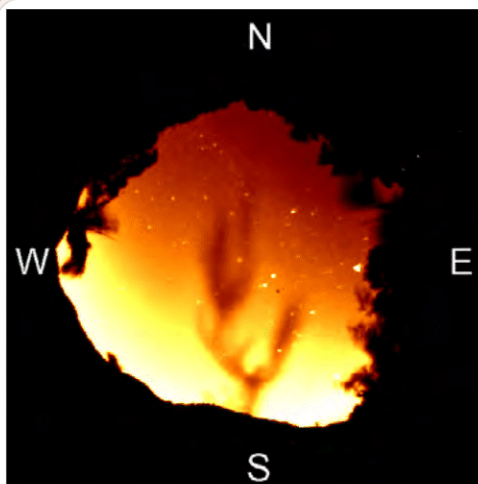
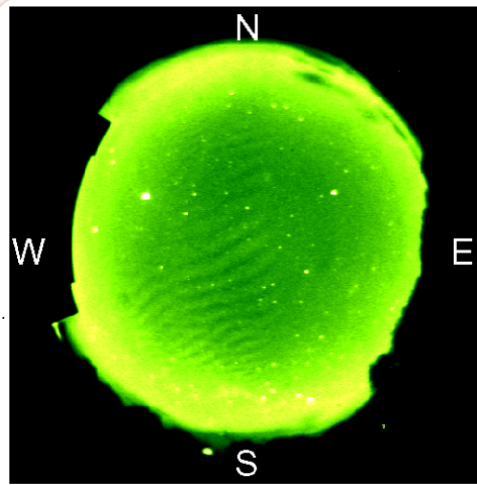
MU

Shigaraki,

105

90-100

20-30
(),
105 Shigaraki, MU
90-100 557,7 nm

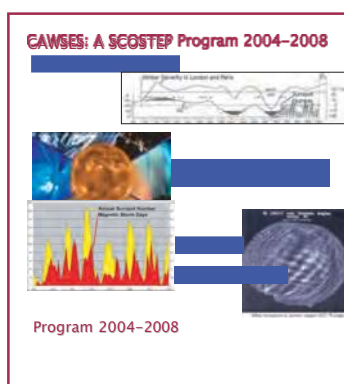


630,0 nm (),

165

Sata
Kagoshima,

200-300



Κλίμα και Καιρός του Γεωηλιακού Συστήματος (CAWSES) (Climate and Weather of the Sun-Earth System)

Το CAWSES είναι ένα διεθνές πρόγραμμα υπό την αιγίδα του SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics) (Επιστημονική επιτροπή Γεωηλιακής Φυσικής) και έχει συσταθεί με στόχο να βελτιώσει σημαντικά την κατανόσή μας για το διαστημικό περιβάλλον και τον αντίκτυπό του στη ζωή και την κοινωνία. Οι κύριες λειτουργίες του είναι να βοηθήσει στο συντονισμό διεθνών δραστηριοτήτων σε παρατηρήσεις, μοντελοποίηση και θεωρία που είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη αυτής της κατανόησης για τη συμμετοχή επιστημόνων τόσο από τις ανεπτυγμένες όσο και τις αναπτυσσόμενες χώρες και την παροχή εκπαιδευτικών ευκαιριών σε μαθητές σε όλα τα επίπεδα. Η έδρα του CAWSES είναι στο Πανεπιστήμιο της Βοστώνης, Βοστώνη Μασαχουσέτη ΗΠΑ. Τα 4 επιστημονικά θέματα με τα οποία ασχολείται φαίνονται στο σχήμα.

<http://www.bu.edu/cawses/>
<http://www.scostep.ucar.edu/>

Εργαστήριο Γεωηλιακού Περιβάλλοντος (Solar-Terrestrial Environment Laboratory) (STEL), Πανεπιστήμιο Nagoya

Το STEL λειτουργεί με διαπανεπιστημιακό συνεταιριστικό σύστημα στην Ιαπωνία. Σκοπός του είναι να προωθήσει "την έρευνα για τη δομή και τις δυναμικές γεω-ηλιακού συστήματος" σε συνεργασία με διάφορα Πανεπιστήμια και Ινστιτούτα, τόσο στην Ιαπωνία όσο και σε άλλες χώρες.

Το Εργαστήριο αποτελείται από τέσσερις ερευνητικούς τομείς: Ατμόσφαιρα, Ιονόσφαιρα και Μαγνητόσφαιρα, Ηλιόσφαιρα και Συνδυαστικών Μελετών.

Το Γεωδιαστημικό Ερευνητικό Κέντρο υπάγεται επίσης στο Εργαστήριο για τον συντονισμό και την προώθηση κοινών ερευνητικών προγραμμάτων. Στα επτά Παρατηρητήρια/Σταθμούς του, διεξάγονται επίγειες παρατηρήσεις διάφορων φυσικών και χημικών παραμέτρων.

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>



Plasmasphere Ionosphere Thermosphere Integrated Research Environment and Access services: a Network of Research Facilities (PITHIA-NRF)

Το έργο PITHIA-NRF (“Ενοποιημένο Περιβάλλον Πλασμασφαιρικής, Ιονοσφαιρικής, Θερμοσφαιρικής Έρευνας και υπηρεσίες Πρόσβασης: ένα Δίκτυο Ερευνητικών Κέντρων”) είναι ένα διεθνές έργο που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στο οποίο ένας μεγάλος αριθμός ευρωπαϊκών οργανισμών ομαδοποιούν τα παρατηρητήριά τους για έρευνα στην ανώτερη ατμόσφαιρα και τη σύζευξη του Ήλιου, του διαστήματος κοντά στη Γη και της κατώτερης ατμόσφαιρας και τα καθιστούν προσβάσιμα στο διαδίκτυο. Ως αποτέλεσμα, η έρευνα μπορεί να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα με μεγάλο αριθμό διαφορετικών, συμπληρωματικών οργάνων.

<https://pithia-nrf.eu>



Scientific exploitation of space Data for improved Ionospheric SPECification (DISPEC)

Το έργο DISPEC (“Επιστημονική αξιοποίηση διαστημικών δεδομένων για βελτιωμένες ιονοσφαιρικές προδιαγραφές”) είναι ένα έργο που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, στο οποίο οι ευρωπαϊκοί οργανισμοί στοχεύουν στην προσφορά νέων προϊόντων δεδομένων υψηλού επιπέδου που βασίζονται σε προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας δεδομένων που βελτιώνουν την ποιότητα των δεδομένων, παρέχοντας εκτιμήσεις ιονοσφαιρικών χαρακτηριστικών με βάση την από κοινού επεξεργασία δεδομένων διαστήματος και εδάφους, παρέχοντας αποτελέσματα από την μετεπεξεργασία δεδομένων για βελτιωμένες ιονοσφαιρικές προδιαγραφές και την εκμετάλλευση μακροπρόθεσμων χρονοσειρών για τη μελέτη μακροπρόθεσμων τάσεων στην ιονόσφαιρα σε σχέση με τη μακροπρόθεσμη δυναμική της ατμόσφαιρας και τα γεωφυσικά φαινόμενα.

<https://dispec.eu>

はやのんHayanon

Αποφοίτησε από το Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Ryukyū. Η Hayanon, συγγραφέας και σκιτσογράφος, έχει συνεισφέρει αρκετές σειρές σκίτσων σε δημοφιλή περιοδικά, βασισμένη στο επιστημονικό της υπόβαθρο και στα παιχνίδια για υπολογιστή. Το σταθερό στυλ της γραφής της είναι δημοφιλές και εκφράζει μια αγάπη για την επιστήμη.
<http://www.hayanon.jp/>

子供の科学

Kodomo no Kagaku (Επιστήμη για Παιδιά)

Το Επιστήμη για παιδιά είναι ένα μηνιαίο παιδικό περιοδικό που εκδίδεται από τον εκδοτικό οίκο Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd. Από το πρώτο του τεύχος το 1924, το περιοδικό προωθεί την επιστημονική εκπαίδευση παρέχοντας διάφορες πτυχές των επιστημών, από καθημερινά επιστημονικά φαινόμενα έως και τα εξειδικευμένα επιστημονικά θέματα.

<http://www.seibundo.net/>

“Τι είναι η Ανώτερη Ατμόσφαιρα;” Εκδόθηκε με τη συνεργασία του Kodomo no Kagaku (Επιστήμη για παιδιά). Η Μολ, ο Μιρούμπο και ο Δάσκαλος ευχαριστούν για τη βοήθεια τους στην ελληνική έκδοση την Δρ Άννα Μπελεχάκη και τον Δρ Ευάγγελο Κολοκοτρώνη

Μια παραγωγή του Εργαστηρίου Γεωηλιακού Περιβάλλοντος (Solar-Terrestrial Laboratory), Πανεπιστήμιο Nagoya και την Επιστημονική Επιτροπή Ηλιακής-Γήινης Φυσικής σε συνδυασμό με το πρόγραμμα CAWSES

Φεβρουάριος 2008

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος