# Η αναζήτηση για εξωγήινη ζωή




Το Σύμπαν στην τσέπη μου

Danielle Briot
Παρατηρητήριο του Παρισιού



## Κουίζ

Ποιες από τις ακόλουθες δηλώσεις είναι αληθείς και ποιες είναι ψευδείς; Σημειώστε ότι μπορεί να υπάρχουν πολλές αληθείς προτάσεις ανά θέμα.

1/ Προέλευση της ζωής
α) Η ζωή σχηματίστηκε στον πλανήτη Γη.
β) Η ζωή προέρχεται από το διάστημα.
γ) Δεν γνωρίζουμε ακόμη...

2/ Παρουσία νερού στο ηλιακό σύστημα
α) Η Γη είναι το μόνο μέρος στο ηλιακό σύστημα όπου βρίσκεται νερό.
β) Υπάρχουν αρκετοί υπόγειοι ωκεανοί σε πλανήτες και δορυφόρους.

3/ Έχει βρεθεί ζωή σε έναν πλανήτη γύρω από ένα αστέρι διαφορετικό από τον Ήλιο μας.
α) Αληθές
β) Όχι, αλλά η έρευνα είναι ενεργή σε αυτό το θέμα.



## Πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος

Ανάμεσα στους πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος που βρίσκονται (ή κοντά) στην κατοικήσιμη ζώνη, η Αφροδίτη έχει υπερβολικές φυσικές συνθήκες, με μέση θερμοκρασία επιφάνειας 464°C και πίεση 90 φορές μεγαλύτερη από ό,τι στη Γη. Αλλά ίσως θα μπορούσαν να ζήσουν εκεί ακραιόφιλοι;

Ο πλανήτης Άρης φαίνεται να είναι ένας πιο ευνοϊκός υποψήφιος για την αναζήτηση ζωής. Η ψευδής ανίχνευση των κανάλιών στον Άρη από ορατούνους επιστήμονες ήταν μια συλλογική ψευδαίσθηση. Το διαστημόπλοιο Viking δεν βρήκε κανένα κανάλι. Σήμερα, τα εξαιρετικά επιτεύγματα της διαστημικής αστρονομίας κατέστησαν δυνατή την αποστολή τόσο σταθερών όσο και κινητών συσκευών στον Άρη για την αναζήτηση ενδείξεων ζωής. Η μελέτη του αρχαιονού εδάφους δείχνει ότι κάποτε υπήρχε υγρό νερό στον Άρη και πιθανώς να εξακολουθεί να υπάρχει ένας υπόγειος ωκεανός.



Η επιφάνεια του Άρη όπως φαίνεται από το Viking 1, το πρώτο διαστημόπλοιο που προσεδαφίστηκε στον Άρη, στις 21 Ιουλίου 1976. Δεν υπάρχουν κανάλια.



Η NASA επιβεβαίωσε την ύπαρξη ενός μεγάλου αποθέματος υγρού νερού κάτω από την επιφάνεια του Άρη.



## Εξωηλιακοί πλανήτες

Το 1995, η ανακάλυψη εξωηλιακών πλανητών, από τους οποίους αρκετές χιλιάδες είναι πλέον γνωστοί, αναζωογόνησε εξαιρετικά την αναζήτηση εξωγήινης ζωής. Δείτε το TUIMP No. 8. Από τις εκατοντάδες δισεκατομμύρια πλανήτες που πιθανώς υπάρχουν στο γαλαξία μας, ενδιαφερόμαστε ιδιαίτερα για τους βραχώδεις πλανήτες, δηλαδή τους μη αέριους πλανήτες που βρίσκονται στην κατοικήσιμη ζώνη του άστρου τους.

Πώς μπορούμε να ανιχνεύσουμε ζωή σε αυτούς τους πλανήτες, όταν λίγοι από αυτούς είναι ορατοί από τη Γη; Ορισμένα αέρια που υποδεικνύουν ζωή μπορεί να υπάρχουν στις ατμόσφαιρες των εξωπλανητών και θα μπορούσαν να ανιχνευθούν από τη Γη. Μπορεί ακόμη και να είναι δυνατό να παρατηρηθούν μεγάλες περιοχές που καλύπτονται από φυτά των οποίων η χλωροφύλλη θα μπορούσε να ανιχνευθεί.

Έχουμε περισσότερες ερωτήσεις παρά απαντήσεις, αλλά το μέλλον φαίνεται πολύ ελπιδοφόρο και συναρπαστικό.






Μερικά παραδείγματα μορίων που ανιχνεύθηκαν στην ατμόσφαιρα ενός εξωπλανήτη που θα μπορούσαν να είναι βιοπιστοποιούν, δηλαδή που υποδεικνύουν την παρουσία ζωής (Πηγή: Meixner, et al. 2021, JATIS).



Το τροπικό δάσος του Αμαζονίου είναι η μεγαλύτερη φυτεμένη περιοχή στη Γη. Θα μπορούσε μια τέτοια βλάστηση να ανιχνευθεί σε έναν εξωπλανήτη;



## Η εξίσωση Drake

$$N = R_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$



N: πιθανός αριθμός πολιτισμών στο γαλαξία μας.
$R_*$: αριθμός άστρων που σχηματίζονται κάθε χρόνο στον γαλαξία μας.
Αυτή η παράμετρος μπορεί πλέον να εκτιμηθεί
$f_p$: αναλογία άστρων με πλανήτες.
Αυτή η παράμετρος μπορεί πλέον να εκτιμηθεί.
$n_e$: μέσος αριθμός πλανητών που είναι πιθανό να φιλοξενούν ζωή ανά αστέρι με πλανήτες.
$f_l$: κλάσμα αυτών των πλανητών όπου έχει εμφανιστεί πραγματικά ζωή.
$f_i$: κλάσμα αυτών των πλανητών με ευφυή ζωή (πολιτισμό).
$f_c$: κλάσμα πλανητών με ευφυή ζωή που είναι ικανοί και πρόθυμοι να επικοινωνήσουν.
L: μέση διάρκεια ενός τέτοιου πολιτισμού σε χρόνια.

Credit: sciencenotes.org



## Παράδοξο του εκτίμηση

Το ερώτημα της ύπαρξης άλλων κόσμων, πιθανώς κατοικημένων, έχει τεθεί από την αρχαιότητα. Δείτε το TUIMP no. 8.

Πώς θα μπορούσαμε να τους βρούμε;

Το 1950, ο φυσικός Ενρίκο Φέρμι (1901-1954) έθεσε το ερώτημα: «Πού είναι;» Με άλλα λόγια, αν υπάρχουν ευφυείς εξωγήινοι, γιατί δεν τους έχουμε ήδη συναντήσει; Αυτό το ερώτημα, γνωστό ως το παράδοξο του Φέρμι, έχει δώσει αφορμή για αμέτρητες απαντήσεις και συνεχίζει να μελετάται με βάση διάφορες υποθέσεις.

Το 1961, ο αστροφυσικός Φρανκ Ντρέικ (1930-2022) καθέρωσε ένναν τύπο πιθανότητας για την εκτίμηση του αριθμού των εξωγήινων πολιτισμών με τους οποίους θα μπορούσαμε να έρθουμε σε επαφή. Οι πιθανές απαντήσεις κυμαίνονται από 0 για τους απαισιόδοξους έως αρκετά εκατομμύρια για τους αισιόδοξους.

Τοπίο του Άρη.



Η έρημος Ατακάμα στη Χιλή.

Αυτά τα δύο τοπία είναι πολύ παρόμοια, αλλά ο Άρης δεν θα προσφέρει ποτέ ένα τοπίο σαν αυτό:



Η έρημος Ατακάμα σε άνθιση.



## Απαντήσεις

Οι αληθείς προτάσεις είναι με κόκκινο χρώμα και οι ψευδείς με μπλε.

1/ Προέλευση της ζωής

α) Η ζωή σχηματιστήκε στον πλανήτη Γη.

β) Η ζωή προέρχεται από το διάστημα.

γ) Δεν γνωρίζουμε ακόμη...

2/ Η παρουσία νερού στο Ηλιακό Σύστημα

α) Η Γη είναι το μόνο μέρος στο Ηλιακό Σύστημα όπου βρίσκεται νερό.

β) Υπάρχουν αρκετοί υπόγειοι ωκεανοί σε πλανήτες και δορυφόρους.

3/ Έχει βρεθεί ζωή σε έναν πλανήτη που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από ένα αστέρι διαφορετικό από τον Ήλιο μας.

α) Αληθές

β) Όχι, αλλά η έρευνα είναι πολύ ενεργή σε αυτόν τον τομέα.

## Μία από τις πιθανές συνθήκες που είναι απαραίτητες για τη ζωή

Φυσικά, η ζωή έξω από τον πλανήτη Γη μπορεί να είναι πολύ διαφορετική από αυτό που γνωρίζουμε. Γενικά πιστεύεται ότι το υγρό νερό είναι μία από τις απαραίτητες προϋποθέσεις για τη ζωή. Οι βιοχημικές αντιδράσεις απαιτούν ένα ρευστό και το νερό παραμένει σε υγρή κατάσταση σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών. Το νερό είναι επίσης ένας πολύ καλός διαλύτης. Τέλος, το νερό είναι ένα από τα πιο άφθονα μόρια στο Σύμπαν.

Για πτέσεις παρόμοιες με της Γης, το νερό είναι υγρό όταν η θερμοκρασία είναι μεταξύ 0°C και 100°C. Βασισμένη σε αυτό το εύρος θερμοκρασιών, έχει οριστεί μια «κατοικήσιμη ζώνη» για τους πλανήτες στο Ηλιακό Σύστημα και για εξωηλιακούς πλανήτες, δηλαδή πλανήτες που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από άλλα αστέρια.

Με αυτόν τον ορισμό, η κατοικήσιμη ζώνη εξαρτάται από τη θερμοκρασία του άστρου και την απόσταση από τον πλανήτη. Αλλά αυτή η έννοια ισχύει μόνο ως πρώτη προσέγγιση.






Η κατοικήσιμη ζώνη για πλανήτες στο Ηλιακό Σύστημα και για εξωπλανήτες.

Η Γη βρίσκεται στην κατοικήσιμη ζώνη και η Αφροδίτη και ο Άρης είναι πολύ κοντά.

Τα αστέρια αντιπροσωπεύονται από τα πιο καυτά (πολύ φωτεινά, τεράστια και μπλε, αρκετά σπάνια) έως τα πιο ψυχρά (όχι πολύ φωτεινά, μικρά και κόκκινα, πολύ άφθονα). Η κατοικήσιμη ζώνη είναι πιο κοντά στο αστέρι όταν το αστέρι είναι λιγότερο ογκώδες.

Οι πλανήτες στην κατοικήσιμη ζώνη των κόκκινων αστεριών πιστεύεται ότι είναι αρκετά κοντά στο αστέρι τους ώστε να παρουσιάζουν πάντα το ίδιο μέρος προς το αστέρι.



## Τι είναι η Ζωή;

Στην πραγματικότητα, κανείς σήμερα δεν μπορεί να δώσει ένα ικανοποιητικό ορισμό για τη «ζωή».

Παρά την έλλειψη ενός σαφούς ορισμού, έχουμε κάποιες ιδέες για το τι είναι η ζωή και μέχρι σήμερα, ο πλανήτης Γη είναι το μόνο μέρος που είναι γνωστό ότι φιλοξενεί ζωή. Ζωή μπορεί να βρεθεί πρακτικά παντού στον πλανήτη μας, ακόμη και σε συνθήκες που μας φαίνονται αβύνατες. Τέτοια ζωντανά όντα είναι γνωστά ως ακραιόφιλα.

Η μελέτη των ζωντανών όντων ονομάζεται βιολογία, ενώ η αναζήτηση για ζωή σε πλανήτες εκτός του πλανήτη Γη ονομάζεται αστροβιολογία, βιοαστρονομία ή εξωβιολογία. Αυτή η επιστήμη περιλαμβάνει επιστήμονες από μια ποικιλία κλάδων: αστροφυσικούς, βιολόγους, βιοχημικούς, φιλόσοφους...

Γενικά πιστεύεται ότι η ζωή ξεκίνησε στη Γη, αλλά δεν είναι γνωστό πώς. Μια άλλη θεωρία υποστηρίζει ότι εισήχθη από το διάστημα από μετεωρίτες ή κομήτες.



## Οι συναρπαστικοί δορυφόροι του Ηλιακού Συστήματος

Οι πλανήτες πέρα από την κατοικήσιμη ζώνη είναι γιγάντια, σέρια πλανήτες στους οποίους είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς ζωή. Αλλά αυτοί οι πλανήτες έχουν πολλούς πολύ ενδιαφέροντες δορυφόρους. Ο Τιτάνας, ένας δορυφόρος του Κρόνου, έχει ατμόσφαιρα και λίμνες μεθανίου που έχουν ανιχνευθεί από διαστημόπλοια. Η Ευρώπη, ένας δορυφόρος του Δία, έχει έναν ωκεανό υγρού νερού κάτω από ένα στρώμα πάγου. υπάρχουν σχέδια να σταλούν ανιχνευτές για να διαπεράσουν τον πάγο και να αναζητήσουν ζωή σε αυτόν τον ωκεανό.

Υπόγειοι ωκεανοί υγρού νερού έχουν επίσης ανακαλυφθεί στον δορυφόρο Εγκέλαδο του Κρόνου, στον δορυφόρο Γανυμήδη του Δία και πρόσφατα στον δορυφόρο Μίμα του Κρόνου. Υποπτεύονται και άλλοι υπόγειοι ωκεανοί.

Άρα υπάρχουν πολλές πιθανότητες για ζωή!





Λίμνες υδρογονανθράκων, μεθανίου και αιθανίου στον δορυφόρο Τιτάνα του Κρόνου.



Φωτογραφία της Ευρώπης, ενός δορυφόρου του Δία, σε αληθινό χρώμα που δείχνει πολυάριθμες ρωγμές.



Πίδακες ύλης πάνω από τον νότιο πόλο του Εγκέλαδου, ενός δορυφόρου του Κρόνου.

Μήπως διάφοροι δορυφόροι φιλοξενούν κάποια μορφή ζωής;



## Το Σύμπαν στην τσέπη μου No 19

Αυτό το φυλλάδιο γράφτηκε το 2025 από την Danielle Briot, από το Αστεροσκοπείο του Παρισιού, και αναθεωρήθηκε από τον Jean Schneider, επίσης από το Αστεροσκοπείο του Παρισιού.

Εικόνα εξωφύλλου: Μεταλλικό κουτί που περιέχει τον Χρυσό Δίσκο, ο οποίος μεταφέρθηκε με τους ανιχνευτές Voyager 1 και Voyager 2 και προορίζεται για πιθανή εξωγήινη ευφυή ζωή. Στο καπάκι υπάρχει ένα διάγραμμα που δείχνει πώς να διαβάσετε τον δίσκο. Ο δίσκος περιέχει εικόνες και ήχους σχετικά με τους ανθρώπους και τη ζωή στη Γη.

Παιχνιμιάδες: περισσότερα σχετικά με αυτήν τη συλλογή κατα θέματος που παρουσιάζονται σε αυτό το βιβλίο, επισκεφθείτε τη διεύθυνση http://www.vulmp.org

Μετάφραση: Τζίνα Παναγοπούλου
TUMP Creative Commons

CC BY NC SA