

Πλανήτες και εξωπλανήτες

Rosa M. Ros, Hans Deeg, Ricardo Moreno

*International Astronomical Union
Technical University of Catalonia, Spain
Canarian Astrophysical Institute, Spain
Colegio Retamar de Madrid, Spain*



Στόχοι

- Η κατανόηση της έννοιας των αριθμητικών τιμών που βρίσκονται στους πίνακες δεδομένων των πλανητών του Ηλιακού Συστήματος.
- Η κατανόηση των κύριων χαρακτηριστικών των εξωηλιακών πλανητικών συστημάτων

Ηλιακό σύστημα

Ψάχνουμε για μοντέλα
που παρέχουν
πληροφορίες, όχι μόνο
τέχνες και χειροτεχνίες.



Σύμφωνα με το περιεχόμενο

Θέλουμε μοντέλα με
επιστημονικό περιεχόμενο
και συγκεκριμένη
πληροφορία



Δραστηριότητα 1: Αποστάσεις από τον Ήλιο

Ερμής	57 900 000 km		6 cm	0.4 AU
Αφροδίτη	108 300 000 km		11 cm	0.7 AU
Γη	149 700 000 km		15 cm	1.0 AU
Άρης	228 100 000 km		23 cm	1.5 AU
Δίας	778 700 000 km		78 cm	5.2 AU
Κρόνος	1 430 100 000 km		143 cm	9.6 AU
Ουρανός	2 876 500 000 km		288 cm	19.2 AU
Ποσειδώνας	4 506 600 000 km		450 cm	30.1 AU



Δραστηριότητα 2: Μοντέλο διαμέτρων

Ήλιος	1 392 000 km		139.0 cm
Ερμής	4 878 km		0.5 cm
Αφροδίτη	12 180 km		1.2 cm
Γη	12 756 km		1.3 cm
Άρης	6 760 km		0.7 cm
Δίας	142 800 km		14.3 cm
Κρόνος	120 000 km		12.0 cm
Ουρανός	50 000 km		5.0 cm
Ποσειδώνας	45 000 km		4.5 cm

Δραστηριότητα 2: Μοντέλο διαμέτρων



Μπλουζάκι με τις διαμέτρους
των πλανητών σε κλίμακα



Δραστηριότητα 3: Διάμετροι και αποστάσεις από τον Ήλιο

Ήλιος	1 392 000 km			25.0 cm	
Ερμής	4 878 km	57 900 000 km		0.1 cm	10 m
Αφροδίτη	12 180 km	108 300 000 km		0.2 cm	19 m
Γη	12 756 km	149 700 000 km		0.2 cm	27 m
Άρης	6 760 km	228 100 000 km		0.1 cm	41 m
Δίας	142 800 km	778 700 000 km		2.5 cm	140 m
Κρόνος	120 000 km	1 430 100 000 km		2.0 cm	250 m
Ουρανός	50 000 km	2 876 500 000 km		1.0 cm	500 m
Ποσειδώνας	45 000 km	4 506 600 000 km		1.0 cm	800 m

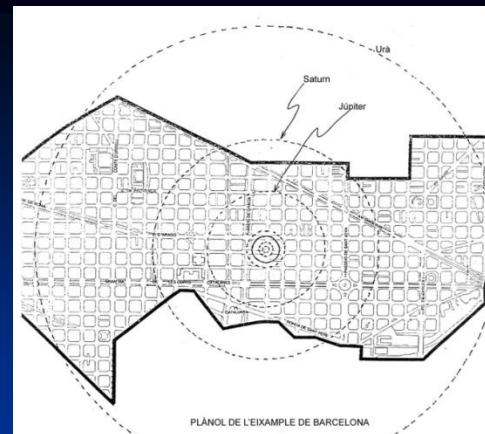
Συνήθως μια σχολική αυλή φτάνει μόνο στον Άρη



Δραστηριότητα 3: Μοντέλο διαμέτρων και αποστάσεων στην παιδική χαρά ...

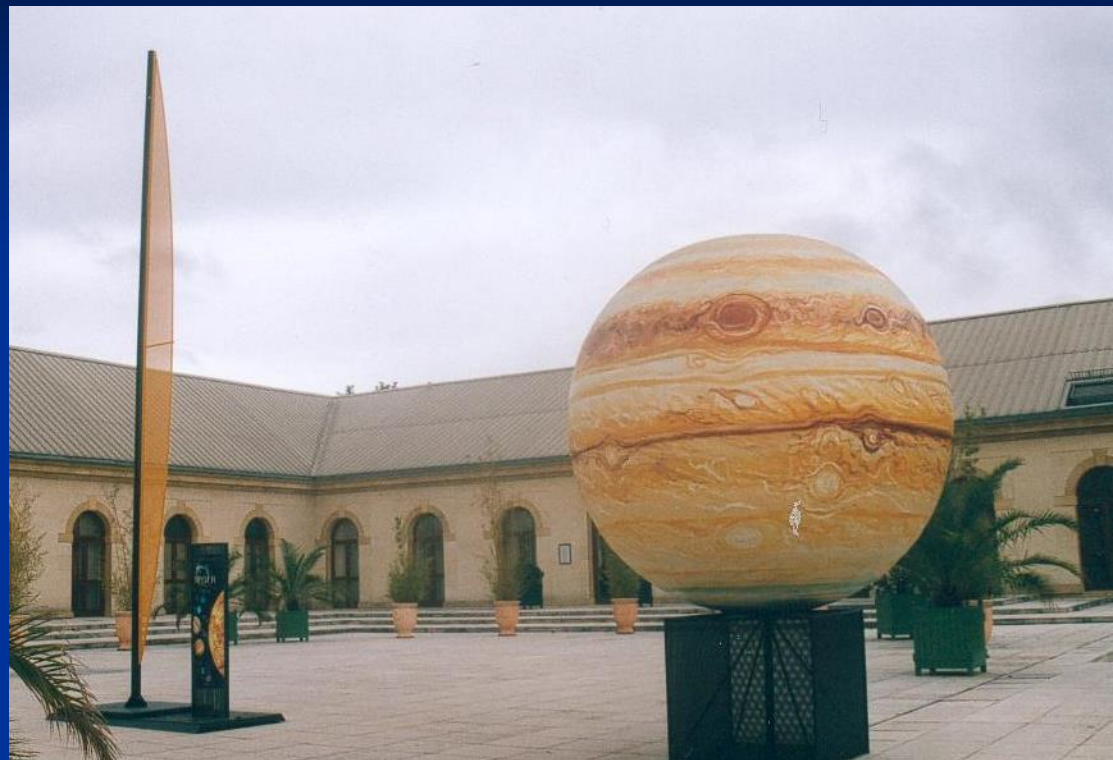


Δραστηριότητα 4: Μοντέλο στην πόλη (Βαρκελώνη)



Ήλιος	Πλυντήριο	<i>Puerta Instituto</i>
Ερμής	Αυγό χαβιαριού	<i>Puerta Hotel Diplomatic</i>
Αφροδίτη	Μπιζέλι	<i>Pasaje Méndez Vigo</i>
Γη	Μπιζέλι	<i>Entre Méndez Vigo y Bruc</i>
Άρης	Σιτάρι πιπέρι	<i>Paseo de Gracia</i>
Δίας	Πορτοκάλι	<i>Calle Balmes</i>
Κρόνος	Μανταρίνι	<i>Pasaje Valeri Serra</i>
Ουρανός	Κάστανο	<i>Calle Entenza</i>
Ποσειδώνας	Κάστανο	<i>Estación de San</i>

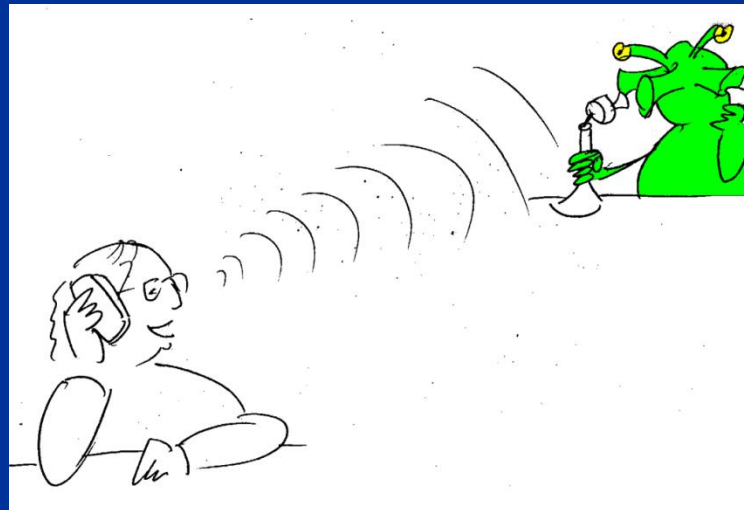
Μοντέλο στην πόλη του Μετς (Γαλλία)



Δραστηριότητα 5: Μοντέλο των χρόνων

- $c = 300\,000 \text{ km/s}$
- Ο χρόνος που χρειάζεται φως για να πάει από τη Γη στη Σελήνη είναι: $t = \text{απόσταση ΓΣ} / c = 384\,000 \text{ km} / 300\,000 = 1,3 \text{ s}$

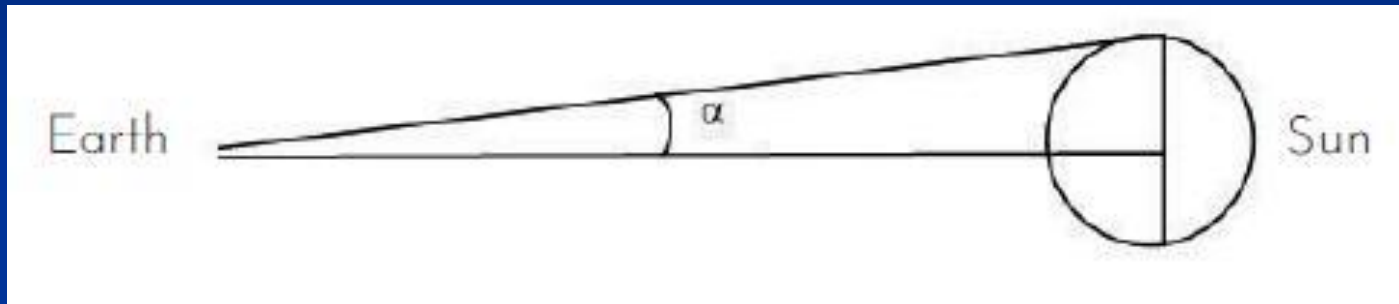
Πώς θα ήταν μια συνομιλία μεταξύ πλανητών από 'βίντεο' ;



Το φως του ήλιου χρειάζεται για να φτάσετε ...

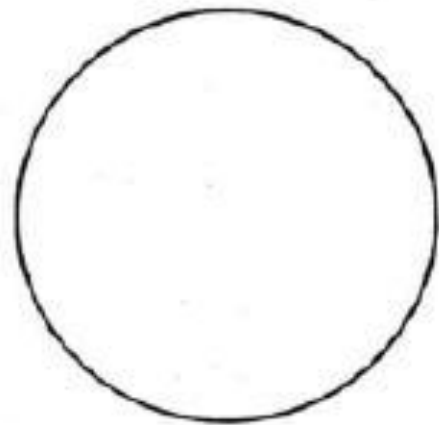
Ερμής	57 900 000 km		3.3λεπτά
Αφροδίτη	108 300 000 km		6.0 λεπτά
Γη	149 700 000 km		8.3 λεπτά
Άρης	228 100 000 km		12.7 λεπτά
Δίας	778 700 000 km		43.2 λεπτά
Κρόνος	1 430 100 000 km		1.32 ώρες
Ουρανός	2 876 500 000 km		2.66 ώρες
Ποσειδώνας	4 506 600 000 km		4.16 ώρες

Δραστηριότητα 6: Ο Ήλιος όπως φαίνεται από τους πλανήτες

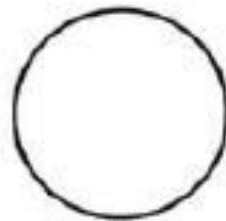


- $\alpha = \varepsilon \varphi \alpha = \text{ακτίνα Ήλιου} / \text{απόσταση από τον Ήλιο}$
 $= 700\,000 / 150\,000\,000 = 0.0045 \text{ radian} = 0.255^\circ$
- Από την Γη, ο ήλιος έχει γωνιακή διάμετρο $2\alpha = 0.51^\circ$

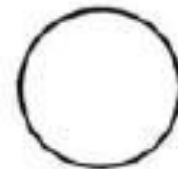
Δραστηριότητα 6: Ο Ήλιος όπως φαίνεται από τους πλανήτες



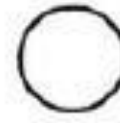
From Mercury



From Venus



From Earth



From Mars



From Jupiter



From Saturn



From Uranus



From Neptune

Δραστηριότητα 7: Μοντέλο πυκνότητας

Ήλιος	1.41 g/cm ³	➡	Θείο (1.1-2.2)
Ερμής	5.41 g/cm ³	➡	Σιδηροπυρίτης (5.2)
Αφροδίτη	5.25 g/cm ³	➡	Σιδηροπυρίτης (5.2)
Γη	5.52 g/cm ³	➡	Σιδηροπυρίτης (5.2)
Άρης	3.90 g/cm ³	➡	Blende (4.0)
Δίας	1.33 g/cm ³	➡	Θείο (1.1-2.2)
Κρόνος	0.71 g/cm ³	➡	ξύλο πεύκου(0.55)
Ουρανός	1.30 g/cm ³	➡	Θείο(1.1-2.2)
Ποσειδώνας	1.70 g/cm ³	➡	Πηλός (1.8-2.5)



Δραστηριότητα 8: Μοντέλο σχήματος πλανητών

- Κόψτε λωρίδες από χαρτόνι 35 x 1 cm.
- Συνδέστε τα σε ένα κυλινδρικό ραβδί μήκους 50 cm και διαμέτρου 1 cm. Αφήστε το κάτω άκρο χαλαρό έτσι ώστε να μπορεί να κινηθεί κατά μήκος του ραβδιού.
- Περιστρέψτε το ραβδί ανάμεσα στα χέρια σας με γρήγορες περιστροφές στη μία κατεύθυνση και στην άλλη. Η φυγοκεντρική δύναμη παραμορφώνει τις λωρίδες από χαρτόνι όπως οι πλανήτες, παίρνουν το σχήμα τους!



Δραστηριότητα 8: σχήμα πλανητών

Πλανήτες	(ισημερινή ακτίνα-πολική ακτίνα) / ισημερινή ακτίνα
Ερμής	0.0
Αφροδίτη	0.0
Γη	0.0034
Άρης	0.005
Δίας	0.064
Κρόνος	0.108
Ουρανός	0.03
Ποσειδώνας	0.03



Δραστηριότητα 9: Μοντέλο τροχιακών περιόδων

- Συνδέστε ένα περιτόχλιο (παξιμάδι) στο ένα άκρο ενός σχοινιού και κρατήστε το σχοινί από την άλλη άκρη. Γυρίστε το σχοινί πάνω από το κεφάλι σας.
- Καθώς απελευθερώνετε περισσότερο σχοινί, απαιτείται περισσότερος χρόνος για να ολοκληρωθεί μια τροχιακή περίοδος.
- Εάν μειωθεί το μήκος του σχοινιού, χρειάζεται λιγότερος χρόνος.



Δραστηριότητα 9: Δεδομένα της τροχιακής κίνησης της Γης

Η μέση τροχιακή ταχύτητα $v = 2\pi R / T$

Για τη Γη:

$$v = 2\pi \times 150 \times 10^6 / 365$$

$$v = 2\,582\,100 \text{ km/day} = 107\,590 \text{ km/h} = 29.9 \text{ km/s}$$

(Η μέση τροχιακή ταχύτητα του Ήλιου γύρω από το γαλαξιακό κέντρο είναι 220 km/s ή $800\,000 \text{ km/h}$.)



Δραστηριότητα 9: Τροχιακά δεδομένα

Πλανήτης	Τροχιακή περίοδος (ημέρες)	Απόσταση από τον ήλιο (km)	Μέση τροχιακή ταχύτητα v (km /s)	Μέση τροχιακή ταχύτητα (km / h)
Ερμής	87.97	57.9×10^6	47.90	172 440
Αφροδίτη	224.70	108.3×10^6	35.02	126 072
Γη	365.26	149.7×10^6	29.78	107 208
Άρης	686.97	228.1×10^6	24.08	86 688
Δίας	4331.57	778.7×10^6	13.07	47 052
Κρόνος	10759.22	$1\,430.1 \times 10^6$	9.69	34 884
Ουρανός	30.799.10	$2\,876.5 \times 10^6$	6.81	24 876
Ποσειδώνας	60190.00	$4\,506.6 \times 10^6$	5.43	19 558

Δραστηριότητα 10: Μοντέλο επιφανειακών βαρυτικών επιταχύνσεων

- Επιφανειακή βαρύτητα, $F = G M m / d^2$, με $m = 1$, $d = R$, προκύπτει $g = G M / R^2$, όπου $M = 4/3 \pi R^3 \rho$
- Αντικαθιστώντας : $g = 4/3 \pi G R \rho$



Δραστηριότητα 10: Επιτάχυνση βαρύτητας στην επιφάνεια ενός πλανήτη

Πλανήτες	Ακτίνα Ισημερινού	Πυκνότητα		Υπολογι σμ. επιτ.	Πραγματική επιτάχυνση.	
Ερμής	2 439 km	5.4 g/cm ³		0.378	3.70 m/s ²	0.37
Αφροδίτη	6 052 km	5.3 g/cm ³		0.894	8.87 m/s ²	0.86
Γη	6 378 km	5.5 g/cm ³		1.000	9.80 m/s ²	1.00
Άρης	3 397 km	3.9 g/cm ³		0.379	3.71 m/s ²	0.38
Δίας	71 492 km	1.3 g/cm ³		2.540	23.12 m/s ²	2.36
Κρόνος	60 268 km	0.7 g/cm ³		1.070	8.96 m/s ²	0.91
Ουρανός	25 559 km	1.2 g/cm ³		0.800	8.69 m/s ²	0.88
Ποσειδών ας	25 269 km	1.7 g/cm ³		1.200	11.00 m/s ²	1.12
Φεγγάρι					1.62 m/s ²	0.16

Δραστηριότητα 11: Μοντέλο "κρατήρες πρόσκρουσης"



- Καλύψτε το πάτωμα με εφημερίδες για να αποφύγετε το χάος.
- Σε ένα ρηχό κουτί, τοποθετήστε ένα στρώμα από 1 ή 2 cm αλεύρι με ένα σουρωτήρι για να κάνετε την επιφάνεια πολύ λεία.
- Πασπαλίστε ένα στρώμα λίγων χιλιοστών σιόνης κακάου πάνω από το αλεύρι με το σουρωτήρι.
- Από ύψος περίπου 2 μέτρων, ρίξτε μια κουταλιά της σούπας σιόνη κακάου για να δημιουργήσετε σημάδια όπως κρατήρες κρούσης. Το χρησιμοποιημένο αλεύρι μπορεί να ανακυκλωθεί για ένα νέο πείραμα.



Δραστηριότητα 12: Ταχύτητα διαφυγής

- $E_{\text{κιν}} = \frac{1}{2} m v^2$
- $E_{\text{δυν}} = -GM_{\text{planet}} m / R_{\text{planet}}$
- $E_{\text{MHX}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = 0$
- $g_{\text{planet}} = GM_{\text{planet}} / R_{\text{planet}}^2$

Τότε: $-GM_{\text{planet}} m / R_{\text{planet}} + \frac{1}{2} m v^2 = 0$

$$\frac{1}{2} m v^2 = g_{\text{planet}} m R_{\text{planet}}$$

τα αποτελέσματα της ταχύτητας διαφυγής:

$$v = (2gR)^{1/2}$$

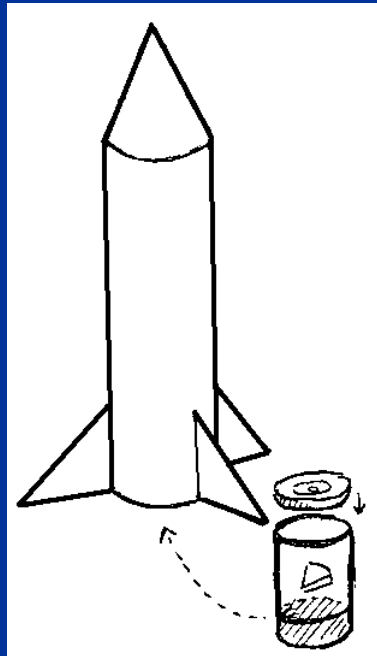


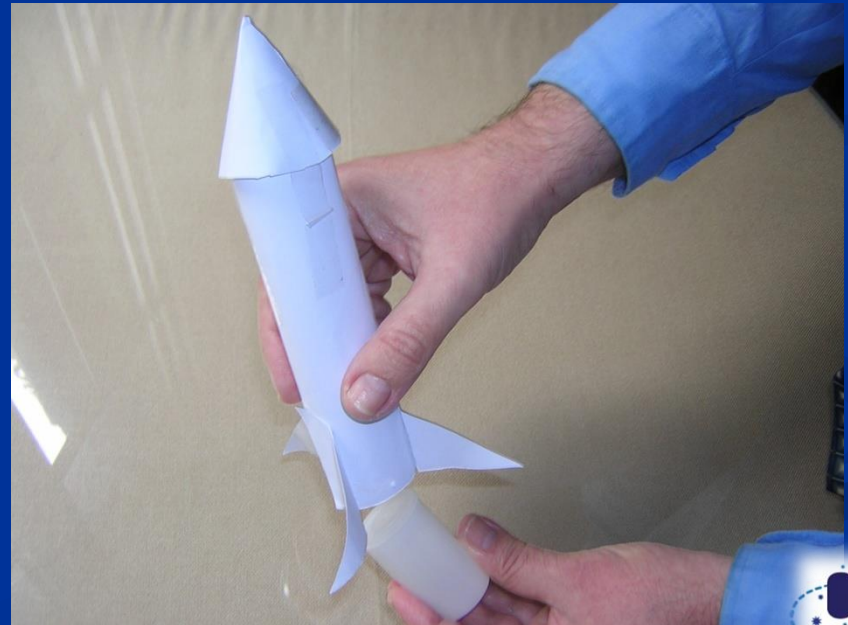
Δραστηριότητα 12: Ταχύτητα διαφυγής

Πλανήτες	Equatorial Radius	$g_{\text{Planet}}/g_{\text{Earth}}$		Ταχύτητα διαφυγής
Ερμής	2 439 km	0.378		4.3 km/s
Αφροδίτης	6 052 km	0.894		10.3 km/s
Γη	6 378 km	1.000		11.2 km/s
Άρης	3 397 km	0.379		5.0 km/s
Δίας	71 492 km	2.540		59.5 km/s
Κρόνος	60 268 km	1.070		35.6 km/s
Ουρανός	25 559 km	0.800		21.2 km/s
Ποσειδώνας	25 269 km	1.200		23.6 km/s

Δραστηριότητα 12: Εκτόξευση πυραύλων

- Χαρτόνι
- Δοχείο φίλμ
- $\frac{1}{4}$ Αναβράζοντα δισκία





Εξωηλιακά πλανητικά συστήματα



Το 1995 ο Michael Mayor και ο Didier Queloz
ανακοίνωσαν την ανίχνευση ενός εξωπλανήτη σε τροχιά γύρω
από το 51 Pegasi



Η πρώτη εικόνα ενός
εξωπλανήτη
2003, 16 Μαρτίου

2M1207b directly imaged (ESO)



Βασιζόμαστε στην τεχνολογία



Ο Γαλιλαίος παρατήρησε τον Κρόνο με το τηλεσκόπιο του το 1610 για πρώτη φορά. «Είδε» ένα αστέρι με τρία σώματα. Ο Huygens (1659) με ένα καλύτερο τηλεσκόπιο κατάφερε να δει τους δαχτυλίους. Για το λόγο αυτό, ο Rubens (1636-1638) συμβολίζει τον Κρόνο με τρία αντικείμενα σύμφωνα με την ανακάλυψη του Γαλιλαίου.

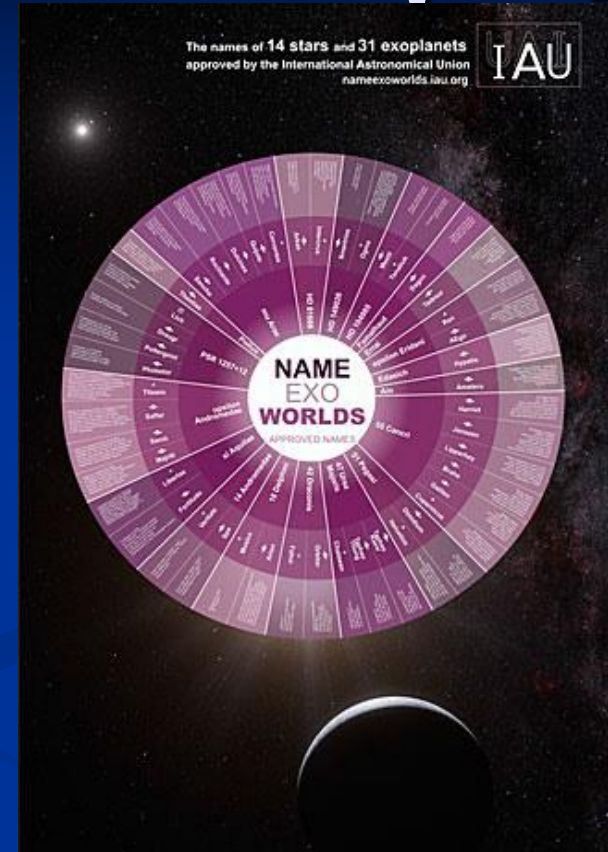


Ονόματα για εξωπλανήτες

Ένα γράμμα τοποθετείται μετά το όνομα του κεντρικού αστεριού που ξεκινά με "b" για τον πρώτο πλανήτη που βρίσκεται στο σύστημα (π.χ. *51 Pegasi b*).

Ο επόμενος πλανήτης ονομάζεται με το επόμενο γράμμα του αλφαβήτου c, d, e, f κ.λπ.

(*51 Pegasi c*, *51 Pegasi d*, *51 Pegasi e* ή *51 Pegasi f*).



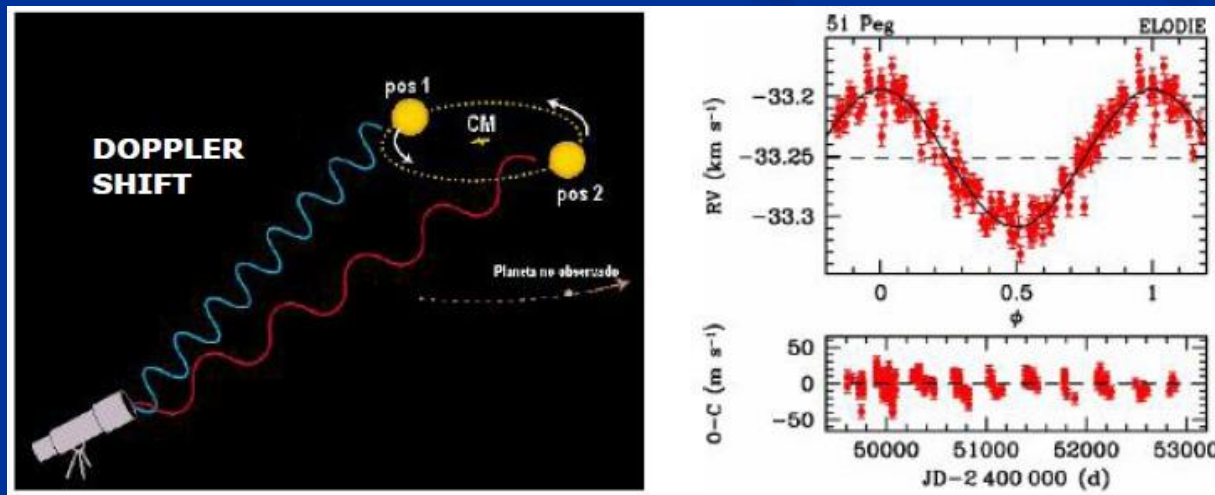
Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανήτη

Χρησιμοποιούνται πολλές μέθοδοι:

- ❑ Ακτινική ταχύτητα και φαινόμενο Doppler
- ❑ Μέθοδος διέλευσης
- ❑ Μικροαβαρύτητας
- ❑ Άλλα

Μέθοδος ανίχνευσης: Ακτινική ταχύτητα

Η διακύμανση της ακτινικής ταχύτητας του άστρου όταν περιφέρεται σε τροχιά γύρω από το βαρύκεντρο του συστήματος, υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το φαινόμενο Doppler. Με αυτή τη μέθοδο εντοπίστηκε ο πρώτος εξωπλανήτης 51 Pegasus b.

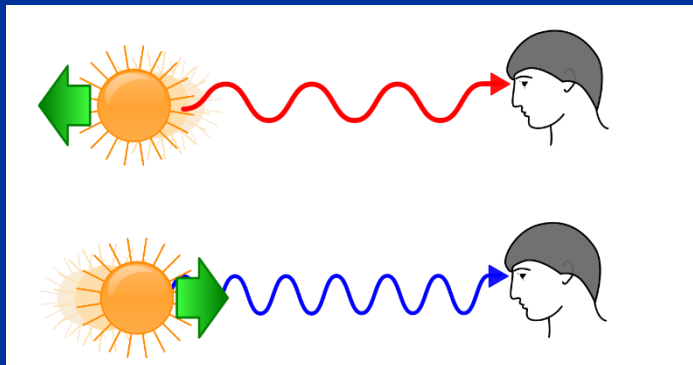


Δραστηριότητα 13: Φαινόμενο Doppler

Το φαινόμενο Doppler, απλά, είναι η αλλαγή του μήκους κύματος του φωτός όταν η πηγή είναι σε κίνηση.

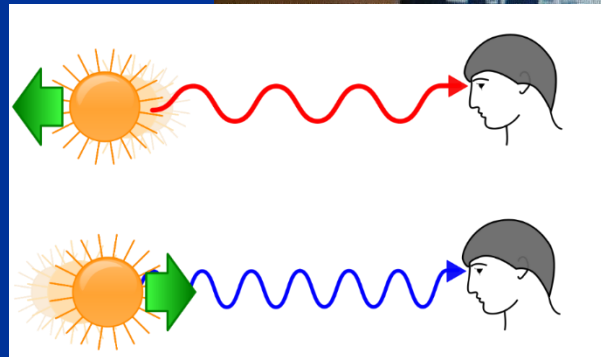
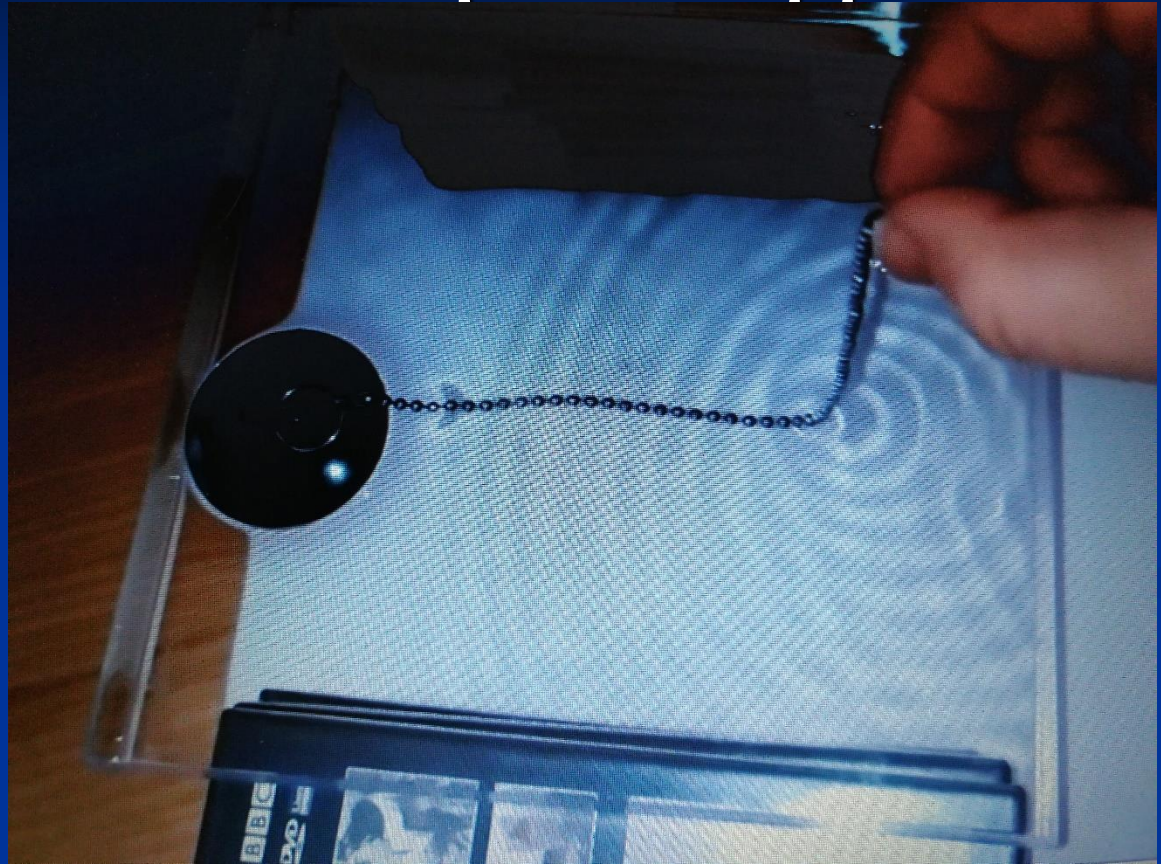
Όταν πλησιάζει η πηγή, το μήκος κύματος μειώνεται και το παρατηρούμενο φως μετατοπίζεται στο μπλε μέρος του ορατού φάσματος.

Όταν απομακρύνεται, το μήκος κύματος επιμηκώνεται και το παρατηρούμενο φως μετατοπίζεται στο κόκκινο μέρος του ορατού φάσματος.



Δραστηριότητα 13: Φαινόμενο Doppler

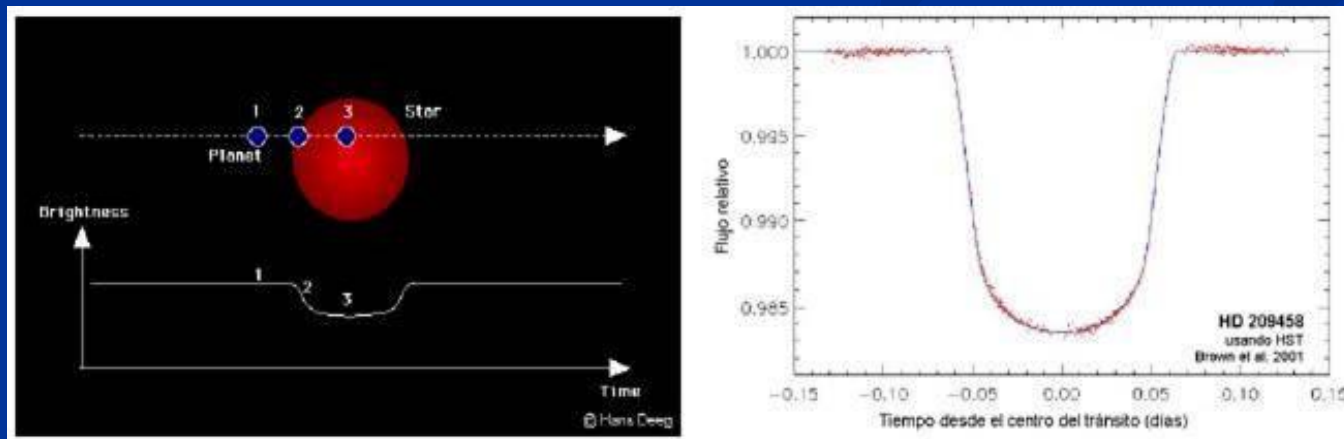
Αναπαράχθηκε με
ένα κουβά με
νερό, ένα καπάκι
με αλυσίδα και το
φλας του κινητού.



Μέθοδος ανίχνευσης: Διέλευση

Κατά τη διέλευση ενός εξωπλανήτη, η φωτεινότητα του αστεριού υφίσταται μια μικρή μείωση.

Για ηλιακούς τύπους αστεριών και πλανητών μεγέθους Δία, η μείωση φωτεινότητας είναι περίπου 1%, στην περίπτωση πλανητών μεγέθους Γης η μείωση είναι περίπου 0,03%.



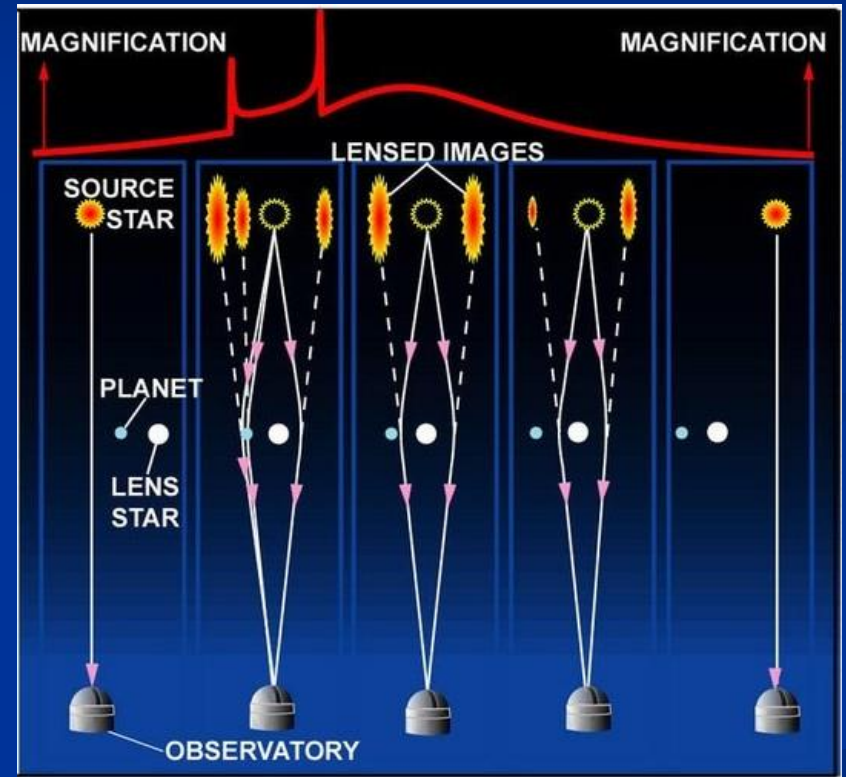
Δραστηριότητα 14: Προσομοίωση διέλευσης

Χρησιμοποιώντας δύο μπάλες: μία μεγάλη για το αστέρι και μία μικρή για τον εξωπλανήτη σε τροχιά γύρω από το αστέρι. Με τον παρατηρητή στο ίδιο επίπεδο της τροχιάς και παρατηρώντας από αυτό το μέρος, θα δείτε τον εξωπλανήτη να περνά μπροστά από το αστέρι και τη φωτεινότητα του αστεριού να μειώνεται. Αν όμως ο παρατηρητής δεν βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο τροχιάς, δεν θα παρατηρηθεί καμία αλλαγή στην καμπύλη φωτεινότητας.



Μέθοδος ανίχνευσης: μικροβαρύτητα

Υπάρχει μια διεύρυνση ή παραμόρφωση που επισημαίνει το σύστημα αστέρρα-εξωπλανήτη, λόγω της ευθυγράμμισης του συστήματος με ένα αστέρι ή αντικείμενο που παίζει τον ρόλο του βαρυτικού φακού.



Πρέπει να υπάρχει πλήρης οπτική ευθυγράμμιση μεταξύ των τριών σωμάτων (γη, αντικειμενικός φακός και αστέρας-εξωπλανήτη).

Δραστηριότητα 15: Προσομοίωση μικροφαικών

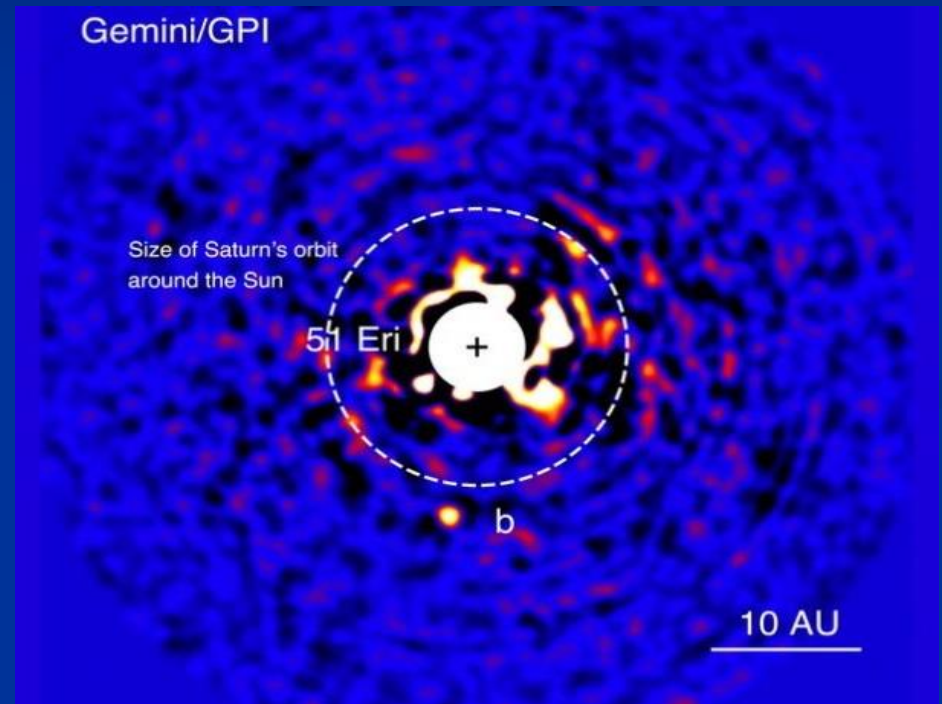


Με μόνο ένα ποτήρι κρασιού, τίποτα δεν φαίνεται.

Με ένα ποτήρι κρασί στη συνέχεια περνάμε το ένα πάνω στο άλλο και ένα σημείο εμφανίζεται και έπειτα ακόμη και δύο.

Μέθοδος ανίχνευσης: Άμεση

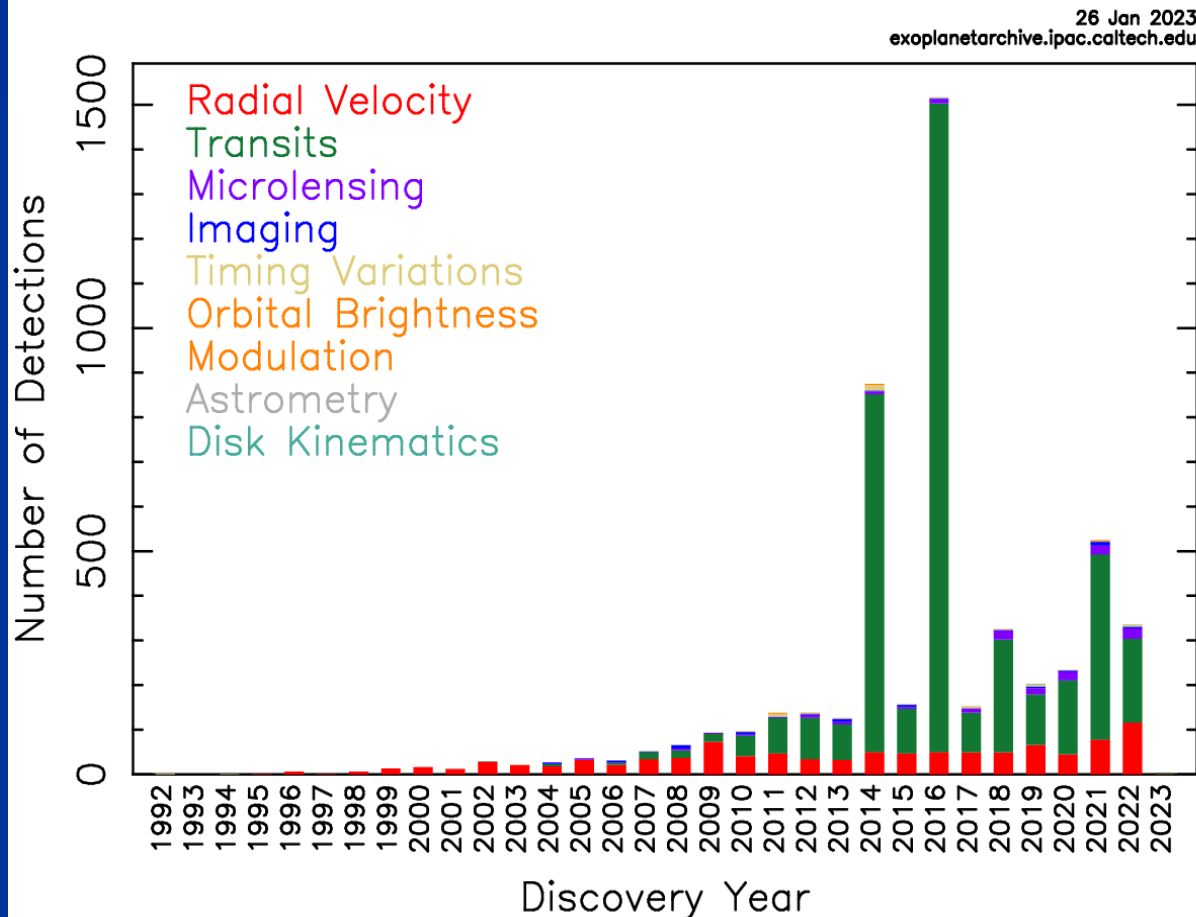
Η εικόνα του
αστεριού μελετάται
για τον προσδιορισμό
των εξωπλανητών
γύρω από αυτό.



Λόγω της ποσότητας φωτός που εκπέμπεται από
το αστέρι, δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθεί.

2023 γνωστοί εξωπλανήτες σύμφωνα με τις διάφορες μεθόδους ανίχνευσης

Detections Per Year



Μοντέλα συστημάτων εξωπλανητών

Επί του παρόντος, έχουν ανακαλυφθεί περίπου 4.000 πλανητικά συστήματα, περισσότεροι από 5.300 εξωπλανήτες και έχουν γίνει παρατηρήσεις περίπου 10.000 υποψηφίων εξωπλανητών.

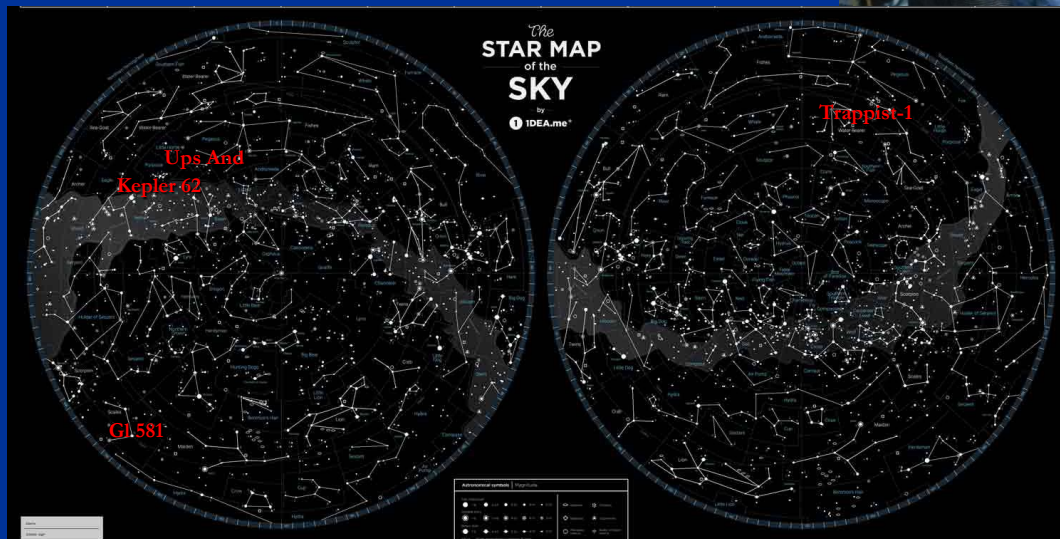
Jet Propulsion Laboratory (NASA; <http://planetquest.jpl.nasa.gov/>)

Οι μάζες συγκρίνονται με τον Δία ($5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$).

Τα τεχνολογικά όρια είναι η αιτία.



Δραστηριότητα 16: Κλίμακα μοντέλων εξωπλανητικών συστημάτων



Απόσταση $1 \text{ AU} = 1 \text{ m}$
Διάμετρος $10000 \text{ km} = 0.5 \text{ cm}$

Δραστηριότητα 16: Κατασκευή ηλιακού συστήματος

Ηλιακό σύστημα	Απόσταση AU	Διάμετρος km	Απόσταση μοντέλου	Διάμετρος μοντέλου
Ερμής	0.39	4879	40 cm	0.2 cm
Αφροδίτη	0.72	12104	70 cm	0.6 cm
Γη	1	12756	1m	0.6 cm
Άρης	1.52	6794	1.5 m	0.3 cm
Δίας	5.2	142984	5 m	7 cm
Κρόνος	9.55	120536	10 m	6 cm
Ουρανός	19.22	51118	19 m	2.5 cm
Ποσειδώνας	30.11	49528	30 m	2.5 cm

Host Star Sun G2V, Η διάμετρος του ήλιου στο μοντέλο είναι 35 cm

Απόσταση 1 AU = 1 m

Διάμετρος 10000 km = 0.5 cm



Δραστηριότητα 16: Δημιουργία 1ου εξωπλανητικού συστήματος:

Upsilon Andromedae Titawin	Έτος ανακάλυψης	Απόσταση AU	Διάμετρος km	Απόσταση μοντέλου	Διάμετρος μοντέλου
Ups And b/Saffar	1996	0.059	108 000	6 cm	5.5 cm
Ups And c/Samh	1999	0.830	200 000	83 cm	10 cm
Ups And d/Majriti	1999	2.510	188 000	2.5 m	9 cm
Ups And e/Titawin e	2010	5.240	140 000	5.2 m	7 cm

Το Host Star Upsilon Andromedae F8V είναι 44 l.y. μέσα και, η διάμετρος 1.28 του ήλιου στο μοντέλο είναι 45 cm

Απόσταση 1 AU = 1 m

Διάμετρος 10000 km = 0.5 cm



Δραστηριότητα 16: Κατασκευάστε «γήινους» πλανήτες

Gliese 581	Έτος ανακάλυψης	Απόσταση AU	Διάμετρος km	Απόσταση μοντέλου	Διάμετρος μοντέλου
Gl.581 e	2009	0.030	15 200	3 cm	0.8 cm
Gl.581 b	2005	0.041	32 000	4 cm	1.6 cm
Gl.581 c	2007	0.073	22 000	7 cm	1.1 cm

Host star Gliese 581 M2,5V 20,5 l.y. in Libra, Diameter 0.29 of the Sun in the model is 10 cm

Απόσταση 1 AU = 1 m
Διάμετρος 10000 km = 0.5 cm



Δραστηριότητα 16: Δημιουργία "κατοικήσιμων γήινων" πλανητών

Kepler 62	Έτος ανακάλυψης	Απόσταση AU	Διάμετρος km	Απόσταση μοντέλου	Διάμετρος μοντέλου
Kepler-62 b	2013	0.056	33 600	5.6 cm	1.7 cm
Kepler-62 c	2013	0.093	13 600	9 cm	0.7 cm
Kepler-62 d	2013	0.120	48 000	12 cm	2.4 cm
Kepler-62 e	2013	0.427	40 000	43 cm	2 cm
Kepler-62 f	2013	0.718	36 000	72 cm	1.8 cm

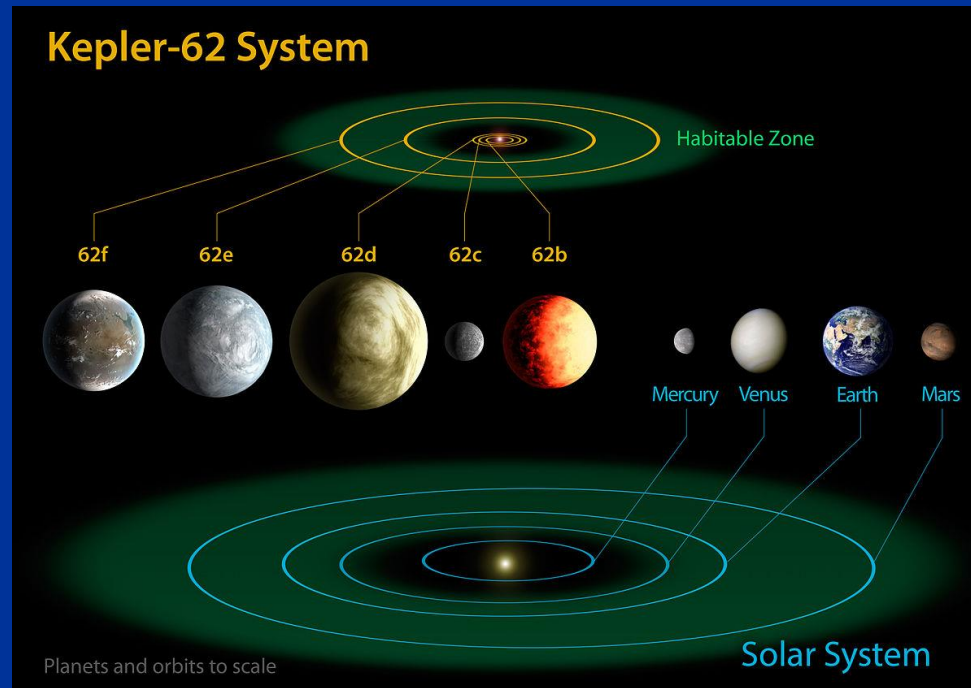
Host star Kepler 62 K2V is at 1200 l.y. in Lyr,. Diameter 0.64 of the Sun in the model is 22 cm

Απόσταση 1 AU = 1 m
Διάμετρος 10000 km = 0.5 cm



Πιθανή κατοικησιμότητα των εξωπλανητών

- Στην κατοικήσιμη ζώνη του Kepler-62: οι δύο εξωπλανήτες θα μπορούσαν να έχουν υγρό νερό στις επιφάνειές τους. Για το Kepler-62e, το οποίο βρίσκεται κοντά στο εσωτερικό της κατοικήσιμης ζώνης, αυτό θα απαιτούσε κάλυψη ανακλαστικών νεφών που μειώνει την ακτινοβολία που θερμαίνει την επιφάνεια. Το Kepler-62f, από την άλλη πλευρά, βρίσκεται στην εξωτερική ζώνη της κατοικήσιμης ζώνης



Δραστηριότητα 16: Δημιουργία «κατοικήσιμων επίγειων» πλανητών

Trappist-1	Έτος ανακάλυψης	Απόσταση AU	Διάμετρος km	Απόσταση μοντέλου	Διάμετρος μοντέλου
Trappist-1 b	2016	0.012	28 400	1.2 cm	1.4 cm
Trappist-1 c	2016	0.016	28 000	1.6 cm	1.4 cm
Trappist-1 d	2016	0.022	20 000	2.2 cm	1.0 cm
Trappist-1 e	2017	0.030	23 200	3.0 cm	1.2 cm
Trappist-1 f	2017	0.039	26 800	3.9 cm	1.3 cm
Trappist-1 g	2017	0.047	29 200	4.7 cm	1.5 cm
Trappist-1 h	2017	0.062	19 600	6.2 cm	1.0 cm

Host star Trappist 1 M8V is at 40 l.y. in Acuarius,
Diameter 0.1 of the Sun in the model is 4 cm

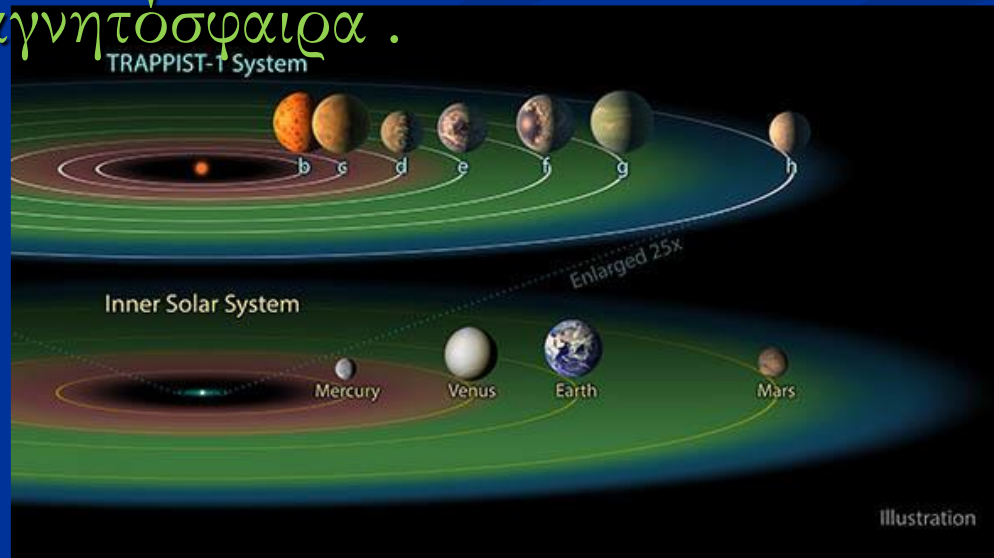
Distance 1 AU = 1 m

Diameter 10000 km = 0.5 cm



Πιθανή κατοικησιμότητα των εξωπλανητών

- το σύστημα Trappist-1 οι πλανήτες είναι βραχώδεις και μπορεί να έχουν μεγάλες ποσότητες νερού στην επιφάνειά τους, είτε υγρό, με τη μορφή ατμού, είτε ως κρούστα πάγου. Στην κατοικήσιμη ζώνη του Trappist 1 βρίσκεται το Trappist-1e που φαίνεται να έχει έναν πυκνό πυρήνα, συγκρίσιμο με τη Γη που φαίνεται να δείχνει ότι από όλους τους πλανήτες σε αυτό το σύστημα, αυτός είναι που μοιάζει με τη Γη περισσότερο, και είναι πιθανό να έχει «προστατευτική» μαγνητόσφαιρα .



Conclusions

- Οι σχέσεις δημιουργούν "παραμέτρους" που επιτρέπουν την καλύτερη κατανόηση των διαστάσεων
- Το ηλιακό σύστημα "είναι άδειο"
- Εισαγωγή στους εξωπλανήτες. Αναγνωρίστε τις μεθόδους ανίχνευσης.

Σας ευχαριστώ για
την προσοχή σας!

