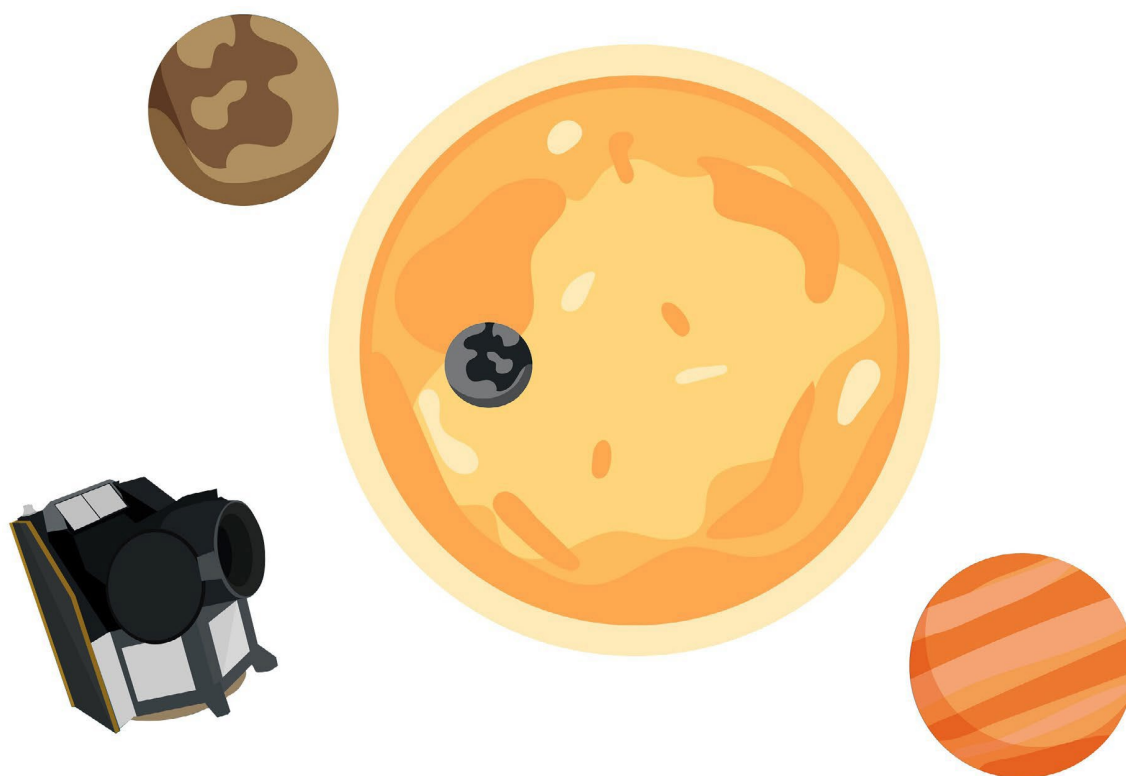
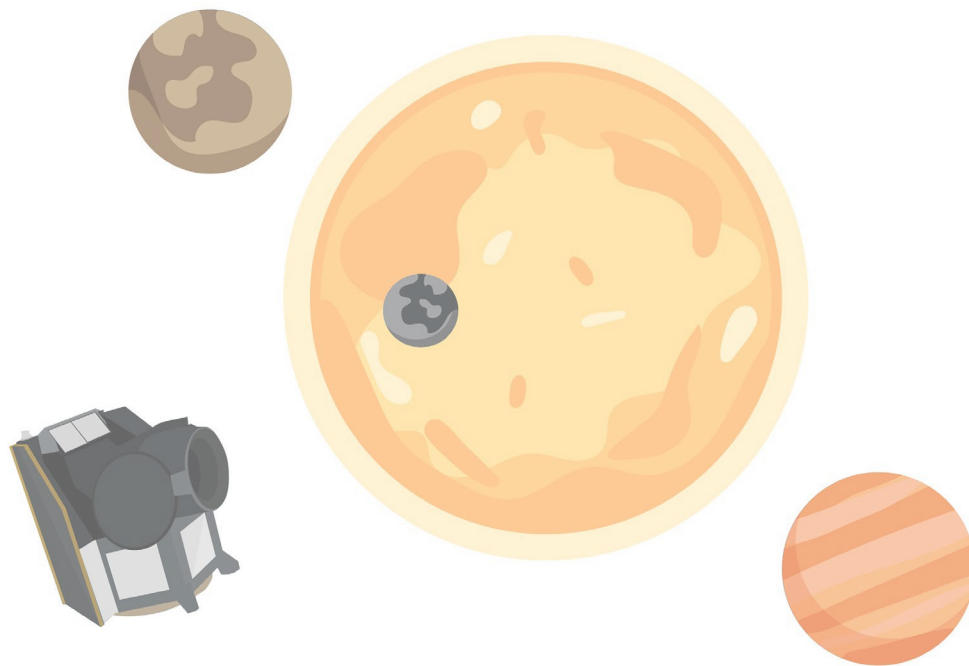


διδάσκω με

→ ΕΞΩΠΛΑΝΗΤΕΣ ΣΕ ΚΪΝΗΣΗ

Κατασκευάζοντας το δικό σας εξωπλανητικό σύστημα





Οδηγός δασκάλου

Γρήγορα γεγονότα Περίληψη των δραστηριοτήτων Εισαγωγή	σελίδα 3 σελίδα 4
Δραστηριότητα 1: Εισαγωγή στους εξωπλανήτες Δραστηριότητα 2: Εξωπλανήτες σε κίνηση	σελίδα 5
Φύλλο εργασίας μαθητών	σελίδα 11
Παράρτημα 1: Turntable Edition Παράρτημα 2: Rover Edition Παράρτημα 3: 3D	σελίδα 18 σελίδα

Διδάξτε με το διάστημα - εξωπλανήτες σε κίνηση | P32
www.esa.int/education

Το Γραφείο Εκπαίδευσης της ESA καλωσορίζει σχόλια και παρατηρήσεις
teachers@esa.int

Μια παραγωγή της ESA Education
Copyright 2023 © Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος

→ ΕΞΩΠΛΑΝΗΤΕΣ ΣΕ ΚΊΝΗΣΗ

Μοντελοποίηση διελεύσεων εξωπλανητών

ΓΡΗΓΟΡΗΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Θέμα: Μαθηματικά, Φυσική, Αστρονομία

Εύρος ηλικίας: 10-18 ετών

Τύπος: **Κατηγορία:** Δραστηριότητα μαθητών, πρακτική μοντελοποίηση

Πολυπλοκότητα: .

Χρόνος μαθήματος: 60 λεπτά

Κόστος: (0-10 ευρώ) - μεσαίο (10-30 ευρώ)

Τοποθεσία: Αίθουσα διδασκαλίας

Περιλαμβάνει τη χρήση: **Λέξεις-κλειδιά:** Εφαρμογή

φωτομέτρου ή καταγραφέας δεδομένων,

τριδιάστατα εκτυπωμένα εξαρτήματα

(προαιρετικά), ρόβερ (προαιρετικά): Φυσική,

Μαθηματικά, Αστρονομία, εξωπλανήτες,

καμπύλες φωτός, διελεύσεις, τροχιές, κλιμάκωση,

γραφήματα, περίοδος, ρομποτική, τρισδιάστατη

εκτύπωση

Σύντομη περιγραφή

Σε αυτή τη σειρά δραστηριοτήτων οι μαθητές θα μάθουν πώς οι επιστήμονες μελετούν εξωπλανήτες με δορυφόρους όπως ο Cheops (CHaracterising ExOPlanet Satellite), χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της διέλευσης. Οι μαθητές θα κατασκευάσουν το δικό τους μοντέλο εξωπλανητικού συστήματος, στη συνέχεια θα παρατηρήσουν και θα ερμηνεύσουν τις καμπύλες φωτός του μοντέλου.

Παρέχονται οδηγίες συναρμολόγησης για τρία διαφορετικά μοντέλα διέλευσης: περιστρεφόμενο (απλό), ρόβερ (ενδιάμεσο) και τρισδιάστατα εκτυπωμένο (προχωρημένο).

Αυτή η δραστηριότητα αποτελεί μέρος μιας σειράς που περιλαμβάνει το "Exoplanets Detective" όπου οι μαθητές αναλύουν πραγματικά δεδομένα από τον δορυφόρο Cheops της ESA και το "Exoplanets in a Box" όπου οι μαθητές κατασκευάζουν ένα μοντέλο διέλευσης μέσα σε ένα κουτί παπουτσιών και υπολογίζουν το μέγεθος ενός εξωπλανήτη.

Μαθησιακοί στόχοι

- Κατανόηση του τι είναι οι εξωπλανήτες και πώς τους ερευνούν οι δορυφόροι.
- Κατανόηση του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιείται η μέθοδος διέλευσης για την ανίχνευση και τον χαρακτηρισμό εξωπλανητών.
- Βελτίωση των πειραματικών δεξιοτήτων με την παρατήρηση και ερμηνεία των μετρούμενων καμπυλών φωτός.
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων ομαδικής εργασίας μέσω συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων.
- Επικοινωνία επιστημονικών και μαθηματικών ευρημάτων σε συνομηλίκους.

→ Σύνοψη των δραστηριοτήτων

Περίληψη των δραστηριοτήτων					
	Τίτλος	Περιγραφή	Αποτέλεσμα	Απαιτήσεις	Χρόνος
1	Εισαγωγή στους εξωπλανήτες	Εισαγωγική δραστηριότητα που εξερευνά τα βασικά στοιχεία των εξωπλανητών και της μεθόδου διέλευσης.	Μάθετε τι είναι οι εξωπλανήτες και πώς η μέθοδος της διέλευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την εύρεση όσο και για την εκμάθησή τους.	Καμία	20 λεπτά
2	Μοντέλο διερχόμενου εξωπλανήτη	Οι μαθητές θα δημιουργήσουν το δικό τους μοντέλο εξωπλανητικού συστήματος και θα το χρησιμοποιήσουν για να εξερευνήσουν τη μέθοδο διέλευσης, λαμβάνοντας μετρήσεις με μια εφαρμογή φωτομέτρου/καταγραφέα δεδομένων.	Ακολουθήστε τις οδηγίες για να δημιουργήσετε ένα μοντέλο εξωπλανητικού συστήματος. Σχεδιάστε και ερμηνεύστε γραφήματα και κατανοήστε πώς το μέγεθος του μοντέλου οι εξωπλανήτες θα επηρεάσουν το φως που μετρά ο ανιχνευτής.	Γνώση από τη δραστηριότητα 1	40 λεπτά, ανάλογα με το μοντέλο διαμετακόμισης που χρησιμοποιείται, μπορεί να χρειαστούν περισσότερα.

→ Εισαγωγή

Οι εξωπλανήτες, ή εξωηλιακοί πλανήτες, είναι πλανήτες εκτός του δικού μας ηλιακού συστήματος, σε τροχιά γύρω από ένα άστρο διαφορετικό από τον Ήλιο. Οι εξωπλανήτες ανιχνεύονται και μελετώνται με τη χρήση τηλεσκοπίων τόσο στη Γη όσο και στο διάστημα.

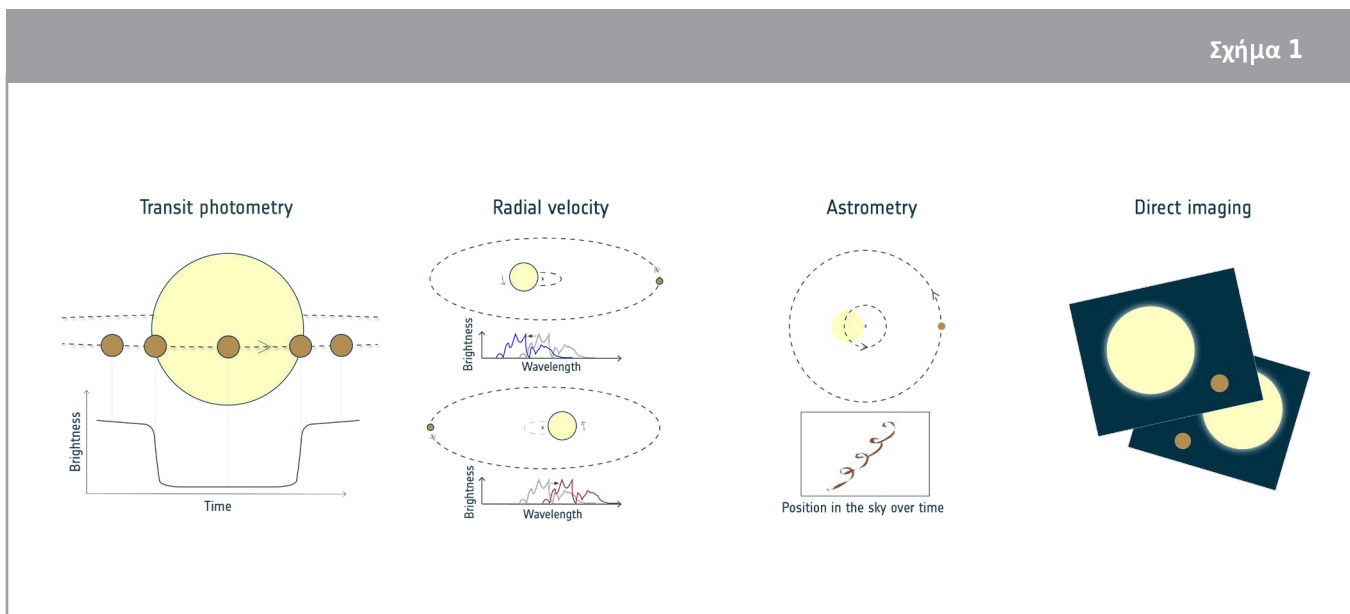
Οι εξωπλανήτες είναι δύσκολο να ανιχνευθούν, καθώς το σήμα που λαμβάνουμε από αυτούς είναι μικρό σε σύγκριση με το πολύ μεγαλύτερο σήμα που προέρχεται από τα μεγαλύτερα και φωτεινότερα αστέρια που τους φιλοξενούν. Συνήθως, πολύ λιγότερο από 1%.

Υπάρχουν διάφορες κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αναζήτηση και την εύρεση εξωπλανητών, και αυτές είναι οι κυριότερες:

- **Άμεση απεικόνιση** - όπως υποδηλώνει το όνομα, ο εξωπλανήτης απεικονίζεται άμεσα. Αυτή είναι η μόνη μέθοδος που ανιχνεύει τον εξωπλανήτη και μετρά απευθείας το φως του.
- **Φωτομετρία διέλευσης** - ο εξωπλανήτης ανιχνεύεται με τη μέτρηση της εξασθένησης του φωτός που προέρχεται από το άστρο.

Όταν ένα άστρο περιστρέφεται γύρω από έναν εξωπλανήτη, το άστρο και ο εξωπλανήτης θα περιστρέφονται γύρω από το κέντρο μάζας ολόκληρου του συστήματος. Η μικρή τροχιακή κίνηση από τον αστέρα χρησιμοποιείται από τις επόμενες δύο μεθόδους για να χαρακτηρίσει τους εξωπλανήτες που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από αυτόν.

- **Ακτινική ταχύτητα** - ο εξωπλανήτης ανιχνεύεται με τη μέτρηση των μετατοπίσεων στο φασματικό προφίλ του αστέρα.
- **Αstrometρία** - ο εξωπλανήτης ανιχνεύεται με τη μέτρηση της ταλάντωσης της θέσης του αστέρα.



↑ Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών.

Σε αυτό το σύνολο δραστηριοτήτων, οι μαθητές θα κατασκευάσουν ένα μοντέλο εξωπλανητικού συστήματος διέλευσης. Το βάθος της βύθισης εξαρτάται άμεσα από το ποσοστό του φωτός από το άστρο που εμποδίζεται από τον διερχόμενο εξωπλανήτη, το οποίο εξαρτάται από το μέγεθος του εξωπλανήτη σε σχέση με το άστρο. Όσο μεγαλύτερος είναι ο πλανήτης σε σχέση με το άστρο, τόσο περισσότερο φως θα εμποδίζει. Αν γνωρίζουμε το μέγεθος του αστέρα, μπορούμε να προσδιορίσουμε το μέγεθος του πλανήτη.

→ Δραστηριότητα 1: Εισαγωγή στους εξωπλανήτες

Για να εισάγετε τους μαθητές στο θέμα των εξωπλανητών μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό βίντεο που είναι διαθέσιμο στους παρακάτω συνδέσμους ή να χρησιμοποιήσετε τις πληροφορίες υποβάθρου ως συμπληρωματική πηγή.

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες προτάσεις βίντεο της ESA:

- Γνωρίστε τους ειδικούς - Άλλοι κόσμοι:

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/07/Meet_the_Experts_Other_worlds

- Γνωρίστε τον Cheops, τον δορυφόρο που χαρακτηρίζει τους εξωπλανήτες:

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/12/Meet_Cheops_the_Characterising_Exoplanet_Satellite

- Το Paxi εξερευνά εξωπλανήτες!

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/12/Paxi_explores_exoplanets

Αφού οι μαθητές γνωρίσουν τους εξωπλανήτες, τη μέθοδο διέλευσης και τον Χέοπα, μπορούν να εργαστούν στη Δραστηριότητα 1 του φύλλου εργασίας των μαθητών.

Άσκηση 1 - Βασικά στοιχεία για τους εξωπλανήτες

Παρακάτω παρατίθενται πιθανές απαντήσεις στις ερωτήσεις 1 και 2 του φύλλου εργασίας του μαθητή.

1.1 Οι εξωπλανήτες είναι πλανήτες εκτός του ηλιακού συστήματος. Με τον ίδιο τρόπο που οι πλανήτες, συμπεριλαμβανομένης της Γης, περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο, άλλα αστέρια μπορεί να έχουν πλανήτες σε τροχιά γύρω τους.

1.2 Φως

Πρόσθετες πληροφορίες: Το Cheops διαθέτει ένα μόνο επιστημονικό όργανο επί του σκάφους: μια εξειδικευμένη κάμερα που ονομάζεται φωτόμετρο. Το φως από τα αστέρια φτάνει στο φωτόμετρο μέσω ενός τηλεσκοπίου διαμέτρου 32 εκατοστών. Ο Cheops είναι ευαίσθητος στο οπτικό φως (που μπορούμε να ανιχνεύσουμε και με τα μάτια μας) καθώς και στο φως που είναι πιο μπλε και πιο κόκκινο, συγκεκριμένα σε μήκη κύματος στην περιοχή από 350 nm έως περίπου 1100 nm.

Άσκηση 2 - Η μέθοδος Transit

Παρακάτω παρουσιάζεται μια πιθανή απάντηση στην ερώτηση 2.1.

2.1 Με τη μέθοδο αυτή μετράμε άμεσα την ποσότητα του φωτός που εμποδίζει ο πλανήτης όταν περνάει μπροστά από το άστρο, και έμμεσα μπορούμε να υπολογίσουμε το μέγεθος του πλανήτη. Εάν το τηλεσκόπιο παρατηρήσει δύο διαδοχικές βυθίσεις στην καμπύλη φωτός, τότε μπορούμε επίσης να συμπεράνουμε την περίοδο τροχιάς του πλανήτη, δηλαδή το χρόνο που χρειάζεται ο πλανήτης για να ολοκληρώσει μια πλήρη τροχιά γύρω από το άστρο που τον φιλοξενεί.

Πρόσθετες πληροφορίες: Μπορούμε επίσης να υπολογίσουμε την πυκνότητα του πλανήτη και να αντλήσουμε πληροφορίες για την ατμόσφαιρά του. Ο Cheops θα είναι επίσης σε θέση να προσδιορίσει την καμπύλη φάσης και το albedo ορισμένων εξωπλανητών, τα οποία παρέχουν πληροφορίες για τη θερμοκρασία, την ανακλαστικότητα και το κλίμα τους.

Συζήτηση

Μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων, οι μαθητές θα πρέπει να ενθαρρυνθούν να συζητήσουν τις απαντήσεις τους. Μπορεί να θέλετε να χωρίσετε την τάξη πρώτα σε ζευγάρια ή ομάδες, πριν συζητήσετε τις απαντήσεις με όλη την τάξη.

Πριν ξεκινήσετε τη Δραστηριότητα 2, όπου οι μαθητές θα κατασκευάσουν ένα μοντέλο διέλευσης, μπορείτε να συζητήσετε μαζί τους προτάσεις για το πώς θα δημιουργούσαν ένα σύστημα εξωπλανητικού μοντέλου.

→ Δραστηριότητα 2: Μοντέλο διερχόμενου εξωπλανήτη

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα κατασκευάσουν και θα δοκιμάσουν το δικό τους μοντέλο ενός εξωπλανητικού συστήματος σε τροχιά γύρω από ένα αστέρι, το οποίο αναπαρίσταται από μια λάμπα. Στα παραρτήματα υπάρχουν οδηγίες συναρμολόγησης για τρία διαφορετικά μοντέλα διέλευσης εξωπλανητών: περιστρεφόμενο (απλό), ρόβερ (ενδιάμεσο) και τρισδιάστατα εκτυπωμένο (προχωρημένο). Επιλέξτε το μοντέλο διέλευσης εξωπλανήτη που ταιριάζει καλύτερα στους μαθητές σας.

- **Έκδοση με περιστρεφόμενο δίσκο (απλή):** ένας περιστρεφόμενος δίσκος χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει την κυκλική κίνηση του μοντέλου εξωπλανήτη και να προσομοιώσει μια τροχιά. Η έκδοση με περιστρεφόμενο δίσκο του μοντέλου του εξωπλανητικού συστήματος είναι το απλούστερο από τα τρία πιθανά μοντέλα για αυτόν τον πόρο.

Σύνδεσμος οδηγιών συναρμολόγησης: <https://youtu.be/oTibvYuzvYA>

- **Έκδοση Rover (ενδιάμεση):** ένα Rover χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει την κυκλική κίνηση του πρότυπου εξωπλανήτη και να προσομοιώσει μια τροχιά. Η έκδοση rover μπορεί να συνδυαστεί με τον προγραμματισμό, τη ρομποτική και την ανάλυση κίνησης.

Σύνδεσμος οδηγιών συναρμολόγησης: <https://youtu.be/MrTvsamQrg>

- **3D Printed Edition (advanced):** ένας προσαρμοσμένος μηχανισμός 3D εκτύπωσης ανοικτού κώδικα χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της κυκλικής κίνησης του πρότυπου εξωπλανήτη και την προσομοίωση μιας τροχιάς. Η τρισδιάστατα εκτυπωμένη έκδοση του μοντέλου του εξωπλανητικού συστήματος απαιτεί πρόσβαση σε τρισδιάστατο εκτυπωτή για την εκτύπωση του μοντέλου. Ο μηχανισμός είναι παραμετροποιήσιμος και μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να ταιριάζει στις δικές σας απαιτήσεις.

Σύνδεσμος οδηγιών συναρμολόγησης: <https://youtu.be/GyEK6WNOhFA>

Προετοιμασμένα αρχεία 3D: esamultimedia.esa.int/docs/edu/3Dprint_files_ExoplanetsInMotion.zip

Αφού εγκαταστήσουν το μοντέλο, οι μαθητές θα μετρήσουν το φως από τη λάμπα καθώς οι εξωπλανήτες του μοντέλου περιφέρονται και θα παρατηρήσουν την επίδραση που έχουν το μέγεθος και η ταχύτητα των εξωπλανητών του μοντέλου στην καμπύλη φωτός που μετράται.

Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να διεξαχθεί είτε ως επίδειξη στην τάξη είτε ως ομαδική δραστηριότητα σε ομάδες των 3 έως 5 μαθητών.

Επιπλέον: Το μοντέλο του εξωπλανητικού συστήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εισαγωγή των νόμων του Κέπλερ για την κίνηση των πλανητών. Ένας πλανήτης σε κυκλική τροχιά κινείται με σταθερή ταχύτητα (δεύτερος νόμος του Κέπλερ). Η ταχύτητα αυτή καθορίζεται από τη μάζα του αστέρα και την απόσταση μεταξύ του πλανήτη και του αστέρα (τρίτος νόμος του Κέπλερ).

Εξοπλισμός

Κατάλογος υλικού:

- τοποθέτηση και υποστήριξη λαμπτήρων
- λαμπτήρας υψηλής φωτεινότητας
- πλαστελίνη/πηλός μοντελοποίησης
- χάρακα
- ξύλινα σουβλάκια
- φωτόμετρο (π.χ. τηλέφωνο με εφαρμογή φωτόμετρου ή καταγραφέας δεδομένων)
- Πρόσθετο υλικό για το μοντέλο διέλευσης εξωπλανητών ανά ομάδα:
 - ο Έκδοση πικάπ: πικάπ (π.χ. πικάπ, περιστρεφόμενος δίσκος σερβιρίσματος, τροχός ποδηλάτου)
 - ο 3D Printed Edition: κινητήρας, 3D εκτυπωμένα μέρη του μοντέλου
 - ο Έκδοση Rover: (π.χ. WeDo 2.0)
 - ο Προτεινόμενες εφαρμογές: Android και IOS: Phyrphox: Physics Toolbox Sensor Suite και Phyrphox

Άσκηση 1: Φτιάξτε τους εξωπλανήτες σας

Σε αυτή την άσκηση οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν πλαστελίνη ή πηλό για να δημιουργήσουν 2 ή 3 διαφορετικά μοντέλα εξωπλανητών. Η παράμετρος που θα δημιουργήσει μεγαλύτερο αντίκτυπο στη διέλευση είναι το μέγεθος του εξωπλανήτη, αλλά βεβαιωθείτε ότι οι πλανήτες δεν είναι πολύ μεγάλοι ή πολύ βαριοί ώστε να εξακολουθούν να λειτουργούν με τους μηχανισμούς. Ζητείται επίσης από τους μαθητές να ονομάσουν δημιουργικά τους πλανήτες τους.

Ίσως θελήσετε να ορίσετε το δικό σας χρονικό όριο για αυτή τη δραστηριότητα, ώστε να διασφαλίσετε ότι υπάρχει αρκετός χρόνος για την ολοκλήρωση των άλλων ασκήσεων.

Άσκηση 2: Κατασκευάστε το μοντέλο διέλευσης του εξωπλανήτη σας

Σε αυτή την άσκηση οι μαθητές θα στήσουν το μοντέλο εξωπλανητικού συστήματος, θα το δοκιμάσουν και θα αναλύσουν την καμπύλη φωτός που μετρήθηκε με το φωτόμετρο. Επιλέξτε το μοντέλο διέλευσης εξωπλανήτη που ταιριάζει καλύτερα στους μαθητές σας. Οι οδηγίες συναρμολόγησης για τρία διαφορετικά μοντέλα διέλευσης εξωπλανήτη είναι διαθέσιμες σε ξεχωριστά έγγραφα: περιστρεφόμενο (απλό), ρόβερ και τρισδιάστατα εκτυπωμένο (προχωρημένο).

Το φύλλο εργασίας του μαθητή ισχύει και για τα τρία μοντέλα.

Άσκηση 3: Αναλύστε μια διέλευση με το μοντέλο διέλευσης του εξωπλανήτη σας

Καθώς οι μαθητές καλούνται να περιγράψουν τις παρατηρήσεις τους με δικά τους λόγια, οι παρακάτω απαντήσεις είναι απλά παραδείγματα. Είναι πιθανό κάποιοι μαθητές να περιγράψουν τα αποτελέσματά τους αναφερόμενοι στο μοντέλο και άλλοι στο πραγματικό σύστημα εξωπλανητών, οπότε είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ παρατήρησης και μοντέλου εδώ.

Είναι σημαντικό το μοντέλο του εξωπλανήτη να περιστρέφεται με σταθερό ρυθμό, ανεξάρτητα από την ταχύτητα. Ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής του μοντέλου, η βύθιση στην καμπύλη φωτός μπορεί να εμφανιστεί ως ένα πιο έντονο "σχήμα ν" ή ένα ευρύτερο "σχήμα υ".


3.1 Αστέρι - Λαμπτήρας φωτός

Τηλεσκόπιο - Smartphone / ανιχνευτής


Εξωπλανήτης - Μπάλα από πλαστελίνη

3.2 Για κάθε σενάριο, οι μαθητές πρέπει να κάνουν ένα σκίτσο της καμπύλης φωτός που παρατήρησαν και να το περιγράψουν με δικά τους λόγια.

a) Η ένταση του φωτός που εμφανίζεται στο γράφημα θα είναι περίπου σταθερή, εκτός από την περίπτωση που ο εξωπλανήτης περνάει μεταξύ του αισθητήρα και της πηγής φωτός. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να παρατηρήσουμε μια πτώση της μετρούμενης έντασης φωτός.

Σκίτσο: 

b) Η ένταση του φωτός θα μειώνεται κάθε φορά που ο πρότυπος εξωπλανήτης περνάει μεταξύ του ανιχνευτή και της πηγής φωτός. Το βάθος και το πλάτος κάθε μίας από τις τρεις βυθίσεις είναι το ίδιο και η απόσταση μεταξύ διαδοχικών βυθίσεων δεν αλλάζει.

Σκίτσο: 

c) Ένα μεγαλύτερο μοντέλο εξωπλανήτη παράγει μια βαθύτερη βύθιση στην ένταση του φωτός, ενώ ένα μικρότερο μοντέλο εξωπλανήτη έχει ως αποτέλεσμα μια μικρότερη ή ρηχότερη βύθιση στο γράφημα.

Σκίτσο: 

d) Κάθε μοντέλο εξωπλανήτη που περνάει μπροστά από τη λάμπα θα προκαλέσει τη δική του πτώση στην ένταση του φωτός. Το μεγαλύτερο μοντέλο εξωπλανήτη δημιουργεί βαθύτερη βύθιση από το μικρότερο μοντέλο εξωπλανήτη, ενώ το πλάτος της βύθισης είναι παρόμοιο.

Σκίτσο: 

Συζήτηση

Μετά την ολοκλήρωση αυτής της δραστηριότητας, κάθε ομάδα θα πρέπει να παρουσιάσει τα αποτελέσματά της στην τάξη. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να περιγράψουν τα στοιχεία του μοντέλου διέλευσης και να κατανοήσουν τη σημασία του μεγέθους του εξωπλανήτη σε αυτό το πείραμα. Οι μαθητές θα πρέπει επίσης να έχουν μια ιδέα για τους περιορισμούς του μοντέλου.

Ως επιστέγασμα της δραστηριότητας και για να ενθαρρύνετε τη συζήτηση, μπορείτε να θέσετε στους μαθητές σας την ακόλουθη ερώτηση για να παρουσιάσετε τις συνδέσεις μεταξύ του μοντέλου και του πραγματικού εξωπλανητικού συστήματος:

Ερώτηση: *Αφού παρατηρήσετε το φως που ανιχνεύεται από το μοντέλο του εξωπλανητικού σας συστήματος, τι περιμένετε να δείτε στην καμπύλη φωτός όταν ο δορυφόρος παρατηρήσει μια διέλευση εξωπλανήτη;*

Η αναμενόμενη απάντηση θα ήταν: μια βύθιση στην καμπύλη φωτός.

Ως πρόσθετη δραστηριότητα θα μπορούσατε να ζητήσετε από τους μαθητές να αναλύσουν ποσοτικά τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τον ανιχνευτή φωτός και, για παράδειγμα, να ολοκληρώσουν τη Δραστηριότητα 3 της πηγής για την τάξη **Exoplanets in a Box**.

Αν θέλετε να συνεχίσετε να αναλύετε τις καμπύλες φωτός με τους μαθητές σας, μπορείτε να ολοκληρώσετε τη δραστηριότητα **Exoplanets Detective**, όπου οι μαθητές μπορούν να συγκρίνουν τα δεδομένα ενός μοντέλου και ενός πραγματικού δορυφόρου από την αποστολή *Cherops* της ESA.

→ ΕΞΩΠΛΑΝΗΤΕΣ ΣΕ ΚΪΝΗΣΗ

Κατασκευάζοντας το δικό σας εξωπλανητικό σύστημα

→ Εισαγωγή

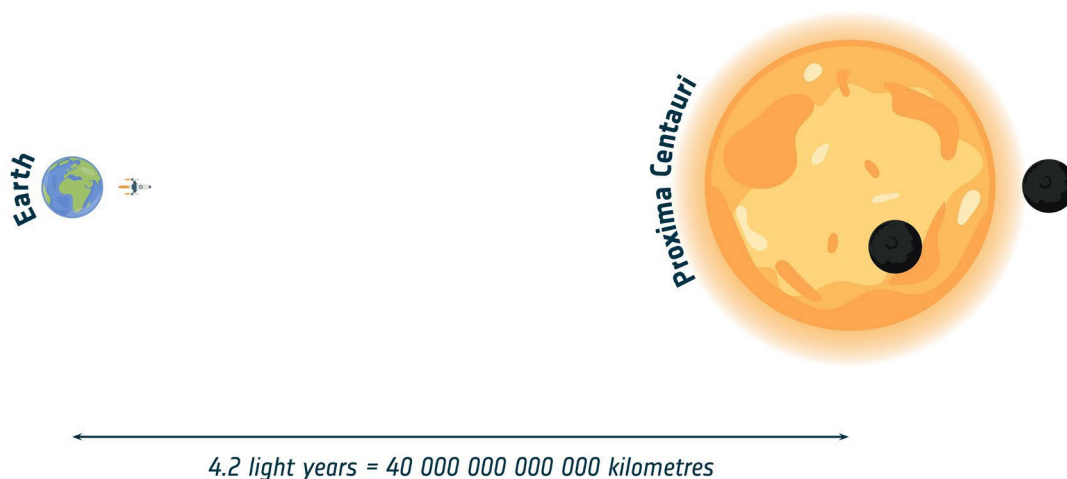
Ακριβώς όπως οι πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος περιφέρονται γύρω από το άστρο μας, τον Ήλιο, υπάρχουν και άλλοι πλανήτες στο σύμπαν που περιφέρονται γύρω από άλλα άστρα! Οι εξωπλανήτες, ή εξωηλιακοί πλανήτες, είναι πλανήτες εκτός του δικού μας ηλιακού συστήματος.

Από την πρώτη ανακάλυψη ενός εξωπλανήτη σε τροχιά γύρω από ένα αστέρι παρόμοιο με τον Ήλιο μας το 1995, έχουν ανακαλυφθεί περισσότεροι από 4000 εξωπλανήτες, και εξακολουθούμε να βρίσκουμε περισσότερους. Κάθε εξωπλανήτης είναι μοναδικός. Κάποιοι είναι μεγάλοι και αεριώδεις, όπως ο Δίας, κάποιοι είναι μικροί και βραχώδεις, όπως η Γη και ο Άρης, και κάποιοι δεν έχουν καμία σχέση με οτιδήποτε έχουμε δει στο ηλιακό μας σύστημα.

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα φτιάξετε το δικό σας σύστημα εξωπλανητών και θα μάθετε πώς οι επιστήμονες βρίσκουν αυτούς τους άγνωστους κόσμους μακριά από εμάς στο διάστημα.

Το ξέρατε;

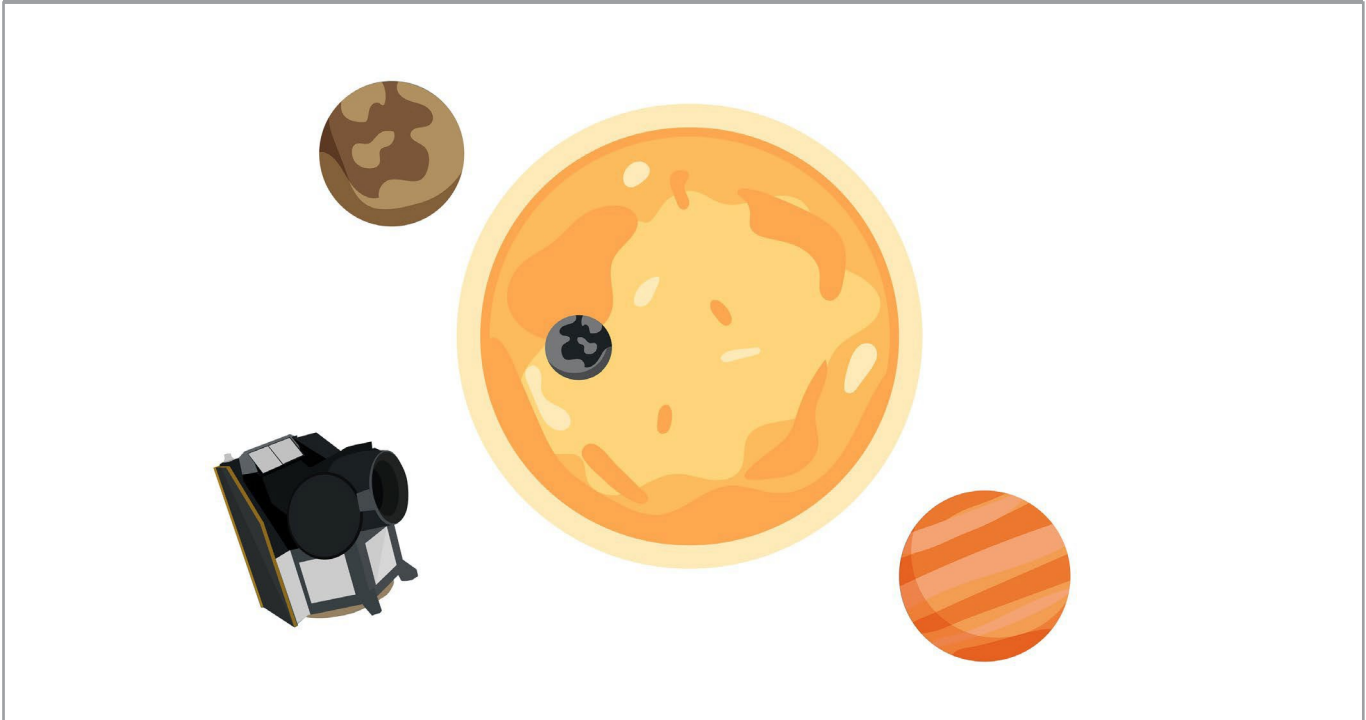
Ο πλησιέστερος σε εμάς εξωπλανήτης είναι ένας πλανήτης σε τροχιά γύρω από το άστρο Proxima Centauri. Το φως χρειάζεται μόνο 4,2 χρόνια για να ταξιδέψει κανείς από τον Κενταύρου Πρόξιμα στη Γη, αλλά το ταχύτερο διαστημόπλοιο που υπάρχει σήμερα θα χρειαζόταν πάνω από έξι εκατομμύρια χρόνια για να φτάσει σε αυτόν τον εξωπλανήτη!



→ Δραστηριότητα 1: Εισαγωγή στους εξωπλανήτες

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα μάθετε περισσότερα για τους εξωπλανήτες.

Σχήμα 1



↑ Καλλιτεχνική απεικόνιση του δορυφόρου Cheops (CHaracterising ExOPlanet Satellite) της ESA

Άσκηση 1: Βασικά στοιχεία για τους εξωπλανήτες

1.1. Εξηγήστε με δικά σας λόγια τι είναι ένας εξωπλανήτης.

1.2 Ο Cheops είναι ένας δορυφόρος που μελετά εξωπλανήτες. Τι μετράει ο Cheops; Βάλτε σε κύκλο τη σωστή επιλογή:

Θερμοκρασία

Χρώμα

Απόσταση

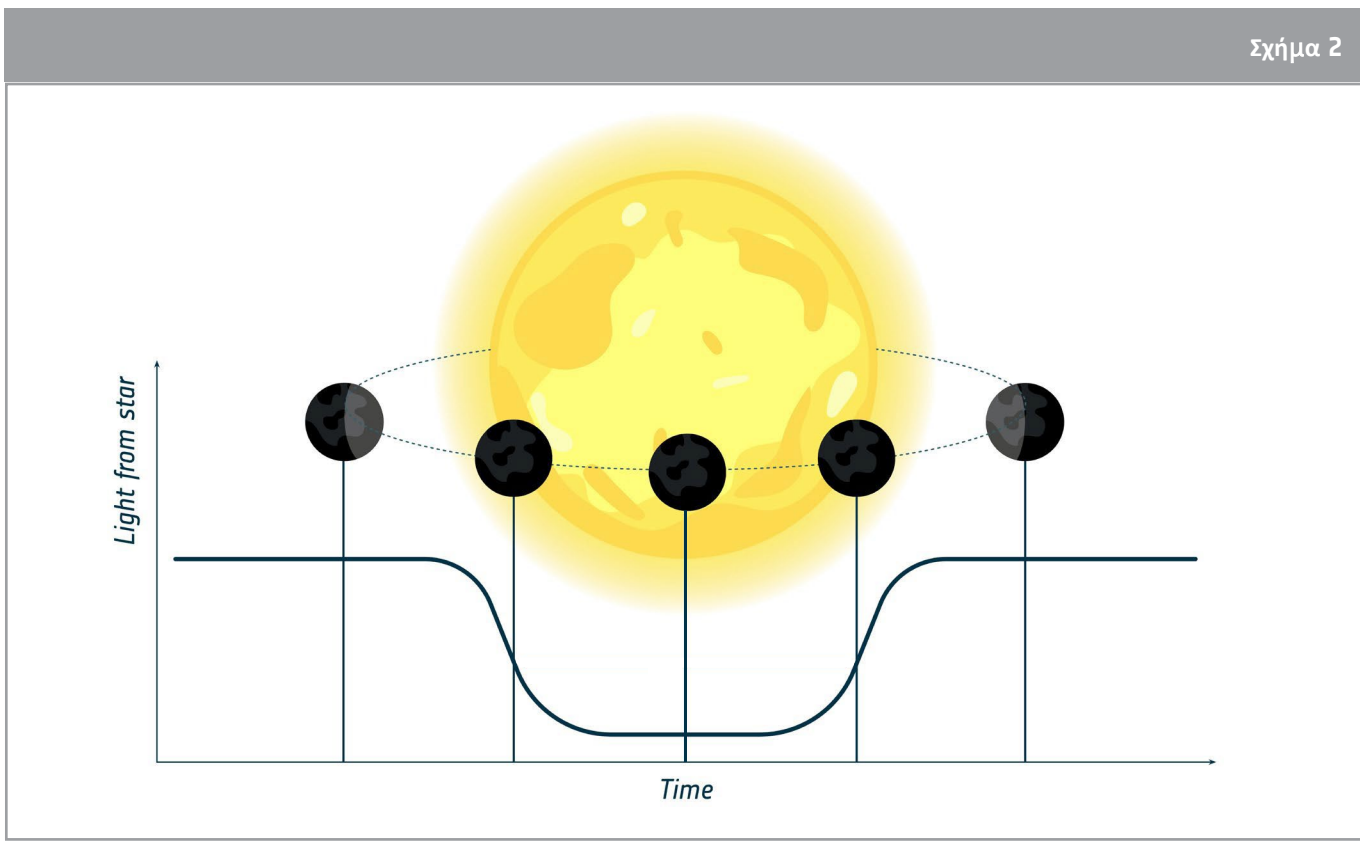
Φως

Ήχος

Άσκηση 2: Η μέθοδος Transit

Η **μέθοδος της διέλευσης** μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την εύρεση νέων εξωπλανητών όσο και για να μάθουμε περισσότερα γι' αυτούς. Για να είναι δυνατή η χρήση αυτής της μεθόδου, ο εξωπλανήτης πρέπει να περάσει απευθείας ανάμεσα σε εμάς και το άστρο γύρω από το οποίο περιστρέφεται. Καθώς ένας εξωπλανήτης περνάει μπροστά από το άστρο, θα εμποδίσει μέρος του φωτός που μπορούμε να δούμε από το άστρο. Μπορούμε να παρακολουθούμε το φως που προέρχεται από ένα αστέρι με την πάροδο του χρόνου χρησιμοποιώντας ένα τηλεσκόπιο. Η γραφική παράσταση που αναπαριστά το φως του αστέρα σε συνάρτηση με το χρόνο ονομάζεται **καμπύλη φωτός** (βλ. Εικόνα 2).

Σχήμα 2



↑ Αναπαράσταση μιας καμπύλης φωτός που μετράται κατά τη διέλευση ενός εξωπλανήτη

2.1. Ο Cheops χρησιμοποιεί τη μέθοδο της διέλευσης για τη μελέτη εξωπλανητών. Τι μπορούμε να μάθουμε για τους εξωπλανήτες χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο;

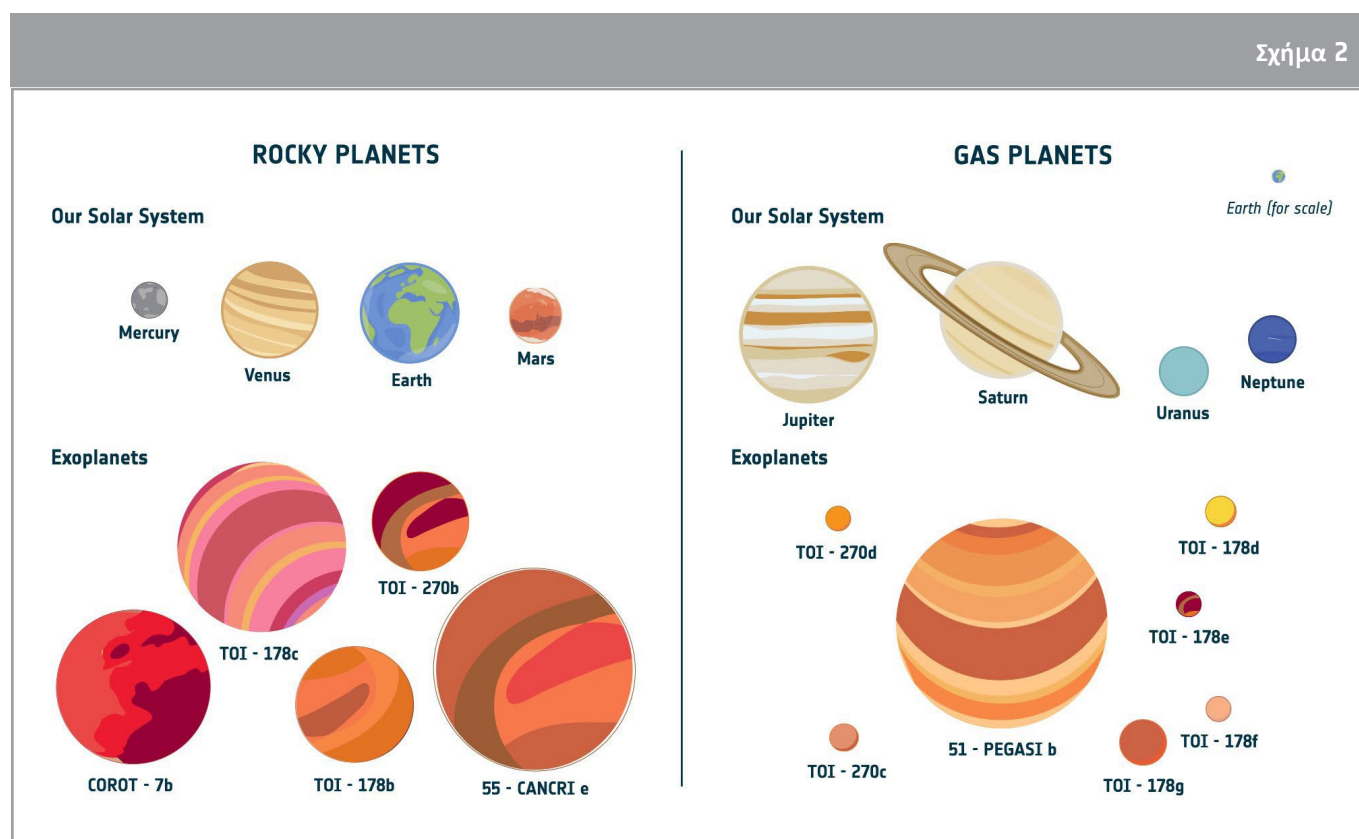
→ Δραστηριότητα 2: Μοντέλο διερχόμενου εξωπλανήτη

Σε αυτή τη δραστηριότητα, θα κατασκευάσετε το δικό σας μοντέλο εξωπλανητικού συστήματος, με εξωπλανήτες από πλαστελίνη που κινούνται γύρω από μια πηγή φωτός που αναπαριστά το άστρο. Θα μετρήσετε την ένταση του φωτός που ανιχνεύεται από την πηγή φωτός καθώς οι πρότυποι εξωπλανήτες κινούνται γύρω της και θα παρατηρήσετε την επίδραση που έχει το μέγεθος των πρότυπων εξωπλανητών στην ποσότητα του φωτός που μετράτε.

Άσκηση 1: Φτιάξτε τους εξωπλανήτες σας

Χρησιμοποιώντας τα υλικά που σας παρέχονται, δημιουργήστε στην ομάδα σας δύο ή τρεις πρότυπους εξωπλανήτες που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο σας.

Οι μπάλες από πλαστελίνη πρέπει να έχουν διάμετρο περίπου 1 cm έως 3 cm και να έχουν διαφορετικά μεγέθη.



↑ Παραδείγματα καλλιτεχνικών αποτυπώσεων πραγματικών εξωπλανητών που έχουν ήδη ανακαλυφθεί σε τροχιά γύρω από κοντινά άστρα!

1. Δώστε ονόματα στους εξωπλανήτες σας, μη διστάσετε να γίνετε δημιουργικοί.

Το ξέρατε;

Κατά σύμβαση, οι εξωπλανήτες ονομάζονται με το όνομα του άστρου γύρω από το οποίο περιστρέφονται, ακολουθούμενο από ένα πεζό γράμμα που αρχίζει από το b (μετά το c, μετά το d, κλπ.), για να υποδηλωθεί η σειρά με την οποία ανακαλύφθηκαν. Για παράδειγμα, ο πρώτος πλανήτης που ανακαλύφθηκε σε τροχιά γύρω από το άστρο 51 Pegasi ονομάζεται 51 Pegasi b (ή 51 Peg b για συντομία).

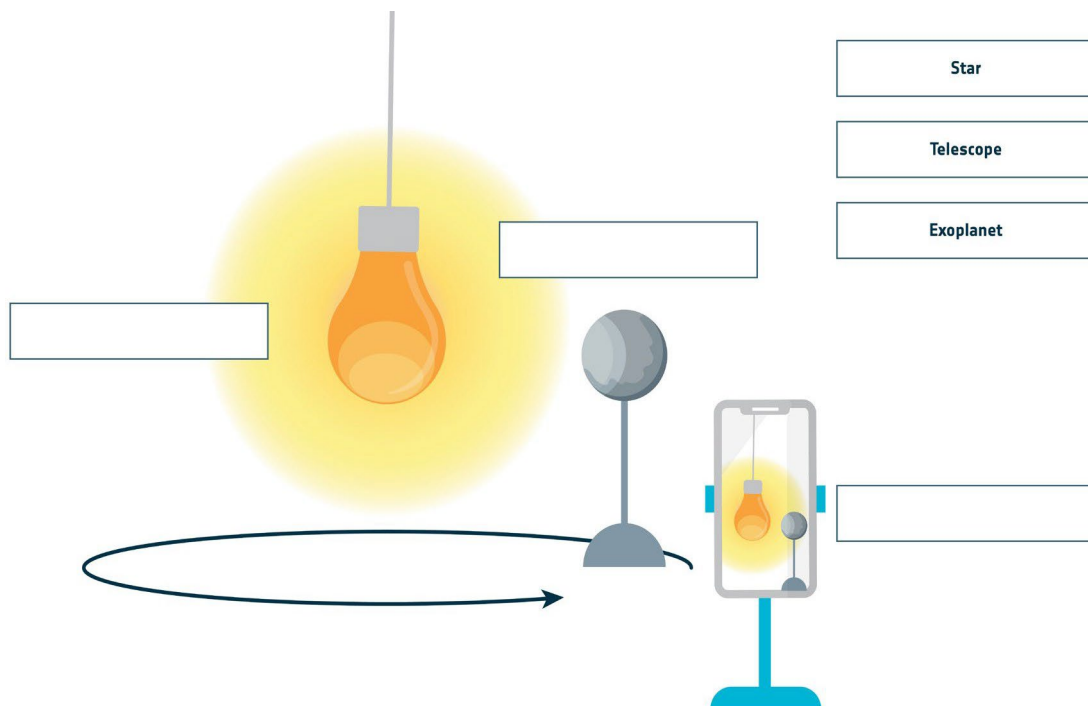
Άσκηση 2: Κατασκευάστε το μοντέλο διέλευσης του εξωπλανήτη σας

Ακολουθώντας τις οδηγίες που σας έδωσε ο καθηγητής σας, συναρμολογήστε το μοντέλο εξωπλανητικού συστήματος χρησιμοποιώντας έναν από τους πρότυπους εξωπλανήτες που κατασκευάσατε στην προηγούμενη άσκηση.

Βεβαιωθείτε ότι ο ανιχνευτής, οι πρότυποι εξωπλανήτες και η πηγή φωτός είναι ευθυγραμμισμένοι. Δοκιμάστε το μοντέλο διέλευσης του εξωπλανήτη σας.

Άσκηση 3: Αναλύστε μια διέλευση με το μοντέλο διέλευσης του εξωπλανήτη σας

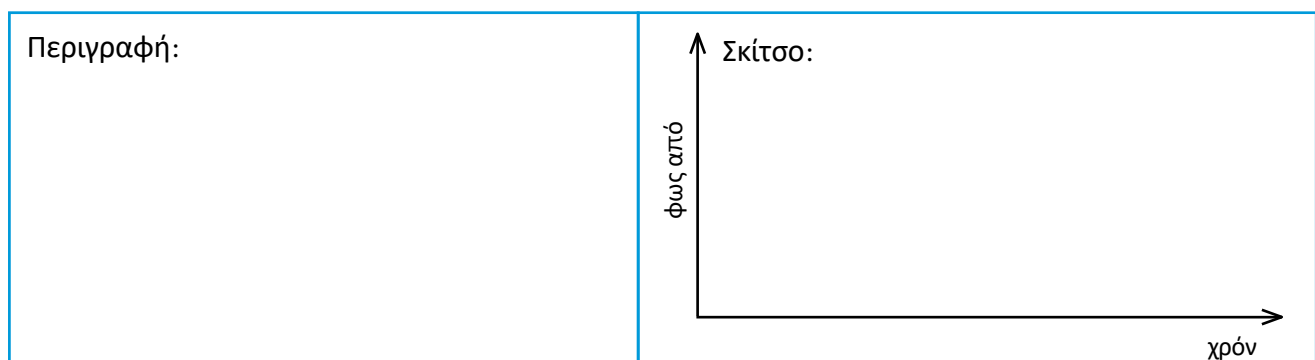
3.1. Συμπληρώστε τις ετικέτες του διαγράμματος χρησιμοποιώντας τις λέξεις που παρέχονται.



3.2. Η γραφική παράσταση που βλέπετε στην οθόνη του ανιχνευτή σας δείχνει την ένταση της φωτεινής πηγής στο μοντέλο του εξωπλανητικού σας συστήματος.

Ακολουθήστε τις οδηγίες που δίνονται σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Κάντε ένα σκίτσο της καμπύλης φωτός που παρατηρείτε και περιγράψτε το επίσης με λέξεις.

- a. Κολλήστε έναν εξωπλανήτη από πλαστελίνη στο μοντέλο και αρχίστε την περιστροφή. Σταματήστε την περιστροφή όταν ο εξωπλανήτης από πλαστελίνη ολοκληρώσει μια πλήρη τροχιά γύρω από το βολβό:



- b. Ξεκινήστε ξανά την περιστροφή και σταματήστε την όταν ο εξωπλανήτης από πλαστελίνη συμπληρώσει 3 πλήρεις τροχιές γύρω από το βολβό:

<p>Περιγραφή:</p>	<p>Σκίτσο:</p>
-------------------	----------------

- c. Αλλάξτε το μέγεθος του εξωπλανήτη από πλαστελίνη. Αφήστε τον νέο εξωπλανήτη από πλαστελίνη να ολοκληρώσει 3 πλήρεις τροχιές γύρω από το βολβό:

<p>Περιγραφή:</p>	<p>Σκίτσο:</p>
-------------------	----------------

- d. Προσθέστε έναν δεύτερο εξωπλανήτη από πλαστελίνη διαφορετικού μεγέθους στο μοντέλο. Ξεκινήστε την περιστροφή και σταματήστε όταν και οι δύο εξωπλανήτες από πλαστελίνη έχουν ολοκληρώσει 3 πλήρεις τροχιές γύρω από το βολβό:

<p>Περιγραφή:</p>	<p>Σκίτσο:</p>
-------------------	----------------

→ Σύνδεσμοι

Οδηγίες συναρμολόγησης για τα μοντέλα εξωπλανητών διέλευσης:

Η έκδοση με τρισδιάστατη εκτύπωση:

youtu.be/GyEK6WNOhFA Η έκδοση Rover:

youtu.be/VlrTvsamQrg Έκδοση με πικάπ:

youtu.be/oTibvYu3vyA

Προετοιμασμένα αρχεία 3D: esamultimedia.esa.int/docs/edu/3Dprint_files_ExoplanetsInMotion.zip

Πόροι της ESA

Πηγές ESA για την τάξη: esa.int/Education/Classroom_resources Διδάξτε

με εξωπλανήτες: esa.int/Education/Teach_with_Exoplanets Γνωρίστε

τον Cheops: ο δορυφόρος χαρακτηρισμού εξωπλανητών:

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/12/Meet_Cheops_the_Characterising_Exoplanet_Satellite

Γνωρίστε τους ειδικούς - Άλλοι κόσμοι:

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/07/Meet_the_Experts_Other_worlds

Το Ραχί εξερευνά εξωπλανήτες! esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/12/Raxi_explores_exoplanets

Hack an Exoplanet hackanexoplanet.esa.int

Διαστημικά έργα ESA

Χρονολόγιο των αποστολών της ESA για τους εξωπλανήτες: [sci.esa.int/exoplanets/60649-](https://sci.esa.int/exoplanets/60649-exoplanet-mission-timeline)

[exoplanet-mission-timeline](https://sci.esa.int/exoplanets/60649-exoplanet-mission-timeline) Cheops - CHaracterising Exoplanet Satellite:

esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Cheops Webb - James Webb Space Telescope:

esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Webb Detecting exoplanets with Gaia:

sci.esa.int/web/gaia/-/58784-exoplanets

PLATO - PLANetary Transits and Oscillations of stars: sci.esa.int/plato

ARIEL - το Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey: sci.esa.int/ariel

CoRot - Convection, Rotation and planetary Transits διαστημική αποστολή: sci.esa.int/corot

→ Έκδοση πικάπ

Οδηγίες συναρμολόγησης για το μοντέλο του εξωπλανήτη transit

Η έκδοση με περιστρεφόμενο δίσκο του μοντέλου διέλευσης εξωπλανήτη χρησιμοποιεί ένα περιστρεφόμενο δίσκο για να δημιουργήσει την κυκλική κίνηση του μοντέλου εξωπλανήτη και να προσομοιώσει μια τροχιά. Το αστέρι αναπαρίσταται από μια λάμπα.

Για να εγκαταστήσετε το μοντέλο πικάπ, ακολουθήστε αυτόν τον οδηγό συναρμολόγησης.

Πρόσθετο υποστηρικτικό υλικό βίντεο μπορείτε να βρείτε εδώ: youtu.be/oTibvYuzvYA



Εξοπλισμός

- Πρότυπα εξωπλανητών
- Λαμπτήρας υψηλής φωτεινότητας
- Στήριγμα και στήριξη για τον λαμπτήρα
- Φωτόμετρο (π.χ. smartphone με εφαρμογή φωτόμετρου ή καταγραφέας δεδομένων)
- Ξύλινα σουβλάκια
- Πικάπ (π.χ. πικάπ, περιστρεφόμενος δίσκος σερβιρίσματος, ρόδα ποδηλάτου)

Συναρμολόγηση του μοντέλου σας:

Βήμα 1:

Κολλήστε ένα μοντέλο εξωπλανήτη σε ένα ξύλινο σουβλάκι και στερεώστε το σουβλάκι στο πικάπ με πλαστελίνη.

Βήμα 2:

Κρεμάστε τη λάμπα πάνω από το κέντρο του περιστρεφόμενου δίσκου, έτσι ώστε να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με το μοντέλο του εξωπλανήτη.

Βήμα 3:

Ευθυγραμμίστε τον ανιχνευτή φωτός σας με τη λάμπα και το μοντέλο του εξωπλανήτη.



Βήμα 4:

Είστε τώρα έτοιμοι να αρχίσετε τη συλλογή δεδομένων. Ελέγξτε τη ρύθμιση του μοντέλου σας:

- Επιβεβαιώστε ότι ο ανιχνευτής φωτός είναι ευθυγραμμισμένος και λαμβάνει φως από τη σωστή πηγή φωτός.
- Περιστρέψτε το πικάπ με αργή και σταθερή ταχύτητα. Βεβαιωθείτε ότι ανιχνεύεται μια βύθιση στην καμπύλη φωτός όταν ο πρότυπος εξωπλανήτη περνάει μεταξύ του ανιχνευτή και του λαμπτήρα.

Βήμα 5:

(Προαιρετικά) Μπορείτε να προσθέσετε πολλούς εξωπλανήτες στο μοντέλο σας.



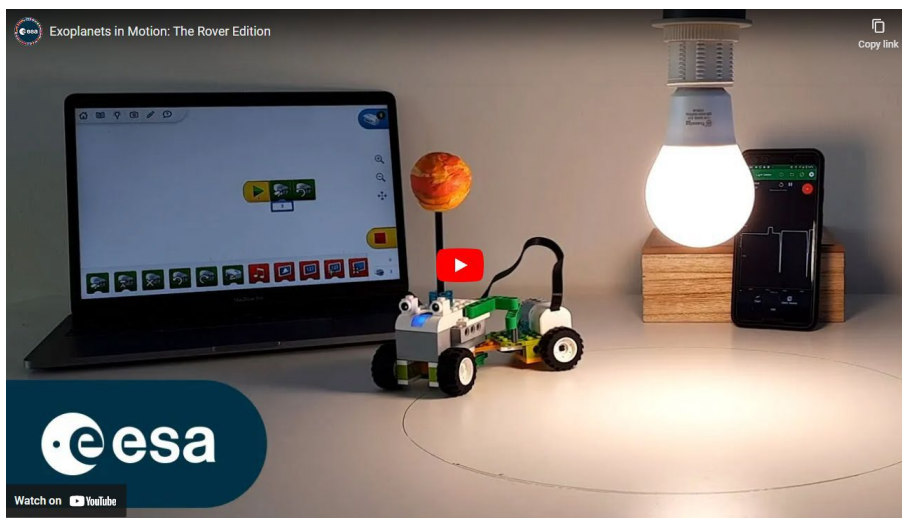
→ The Rover Edition

Οδηγίες συναρμολόγησης για το μοντέλο του εξωπλανήτη transit

Η **έκδοση rover** του μοντέλου διέλευσης εξωπλανήτη χρησιμοποιεί ένα rover για να δημιουργήσει την κυκλική κίνηση του μοντέλου εξωπλανήτη και να προσομοιώσει μια τροχιά. Το αστέρι αναπαρίσταται από μια λάμπα.

Το ρόβερ LEGO WeDo 2.0 χρησιμοποιείται ως παράδειγμα σε αυτές τις οδηγίες, αλλά διαφορετικά ρόβερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτό το μοντέλο διαμετακόμισης. Για να στήσετε το μοντέλο του ρόβερ, ακολουθήστε αυτόν τον οδηγό συναρμολόγησης.

Πρόσθετο υποστηρικτικό υλικό βίντεο μπορεί να βρεθεί εδώ: <https://youtu.be/VlrTvsamQrg>



Εξοπλισμός

- Rover
- Πρότυπα εξωπλανητών
- Λαμπτήρας υψηλής φωτεινότητας
- Στήριγμα και στήριξη για τον λαμπτήρα
- Φωτόμετρο (π.χ. smartphone με εφαρμογή φωτόμετρου ή καταγραφέας δεδομένων)
- Στυλό στεγνής διαγραφής (προαιρετικά)

Ετοιμάζοντας το μοντέλο σας:

1. Συναρμολογήστε το ρόβερ σας, φροντίζοντας να κινείται κυκλικά. Αν χρησιμοποιείτε το ρόβερ WeDo 2.0, μπορείτε να ακολουθήσετε τις οδηγίες βήμα προς βήμα που θα βρείτε στην ενότητα Συναρμολόγηση του ρόβερ WeDo 2.0 "Exoplanet Rover". Μπορείτε να προσαρτήσετε ένα στυλό στο ρόβερ, για να επιβεβαιώσετε ότι έχει επιτευχθεί κυκλική κίνηση. Μην ξεχάσετε να προσαρτήσετε το μοντέλο του εξωπλανήτη σας στο ρόβερ.
2. Βρείτε το κέντρο του κύκλου στον οποίο κινείται το όχημά σας.
3. Κρεμάστε τον λαμπτήρα σας έτσι ώστε να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με τον εξωπλανήτη στο ρόβερ και ακριβώς πάνω από το κέντρο της τροχιάς του ρόβερ.
4. Ρυθμίστε το φωτόμετρο έτσι ώστε να είναι ευθυγραμμισμένο με τη λάμπα.
5. Είστε τώρα έτοιμοι να αρχίσετε τη συλλογή δεδομένων. Ελέγξτε τη ρύθμιση του μοντέλου σας:
 - Επιβεβαιώστε ότι ο ανιχνευτής φωτός είναι ευθυγραμμισμένος και λαμβάνει φως από τη σωστή πηγή φωτός.
 - Βεβαιωθείτε ότι ανιχνεύεται μια βύθιση στην καμπύλη φωτός όταν ο πρότυπος εξωπλανήτης περνάει μεταξύ του ανιχνευτή και του λαμπτήρα.

Ρύθμιση του WeDo 2.0 "Exoplanet Rover"

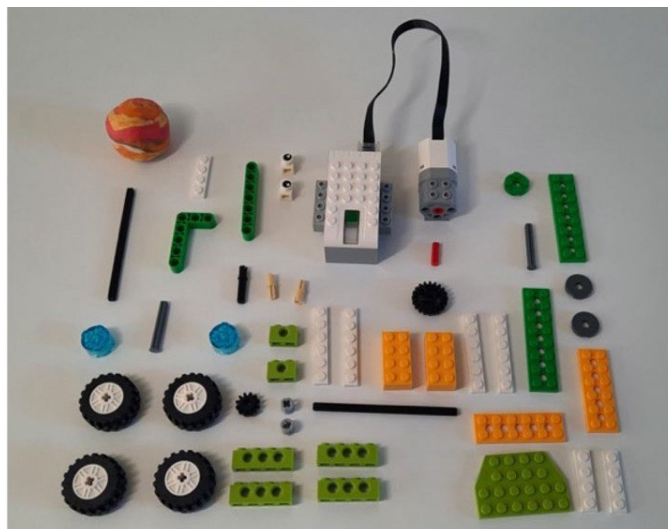
Ακολουθήστε βήμα προς βήμα τις οδηγίες συναρμολόγησης που φαίνονται στις εικόνες για να σήσετε το όχημα που μεταφέρει το μοντέλο του εξωπλανήτη.

Ένα timelapse βίντεο της συναρμολόγησης μπορείτε να βρείτε στη διεύθυνση

<https://youtu.be/VlrTvsamQrg?t=15>

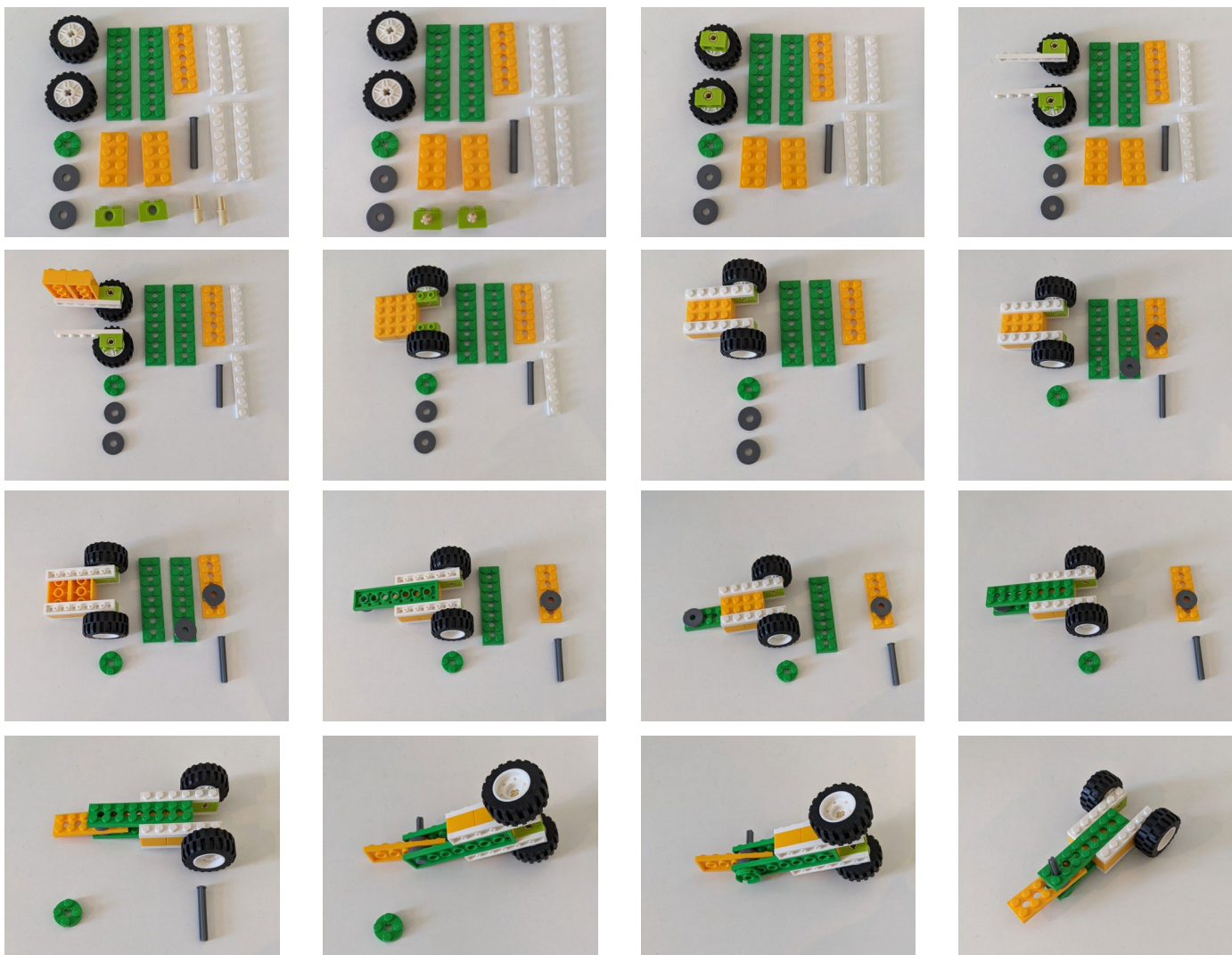
Βήμα 1:

Βρείτε το υλικό που χρειάζεστε. Τα απαραίτητα εξαρτήματα εμφανίζονται στην εικόνα στα δεξιά.



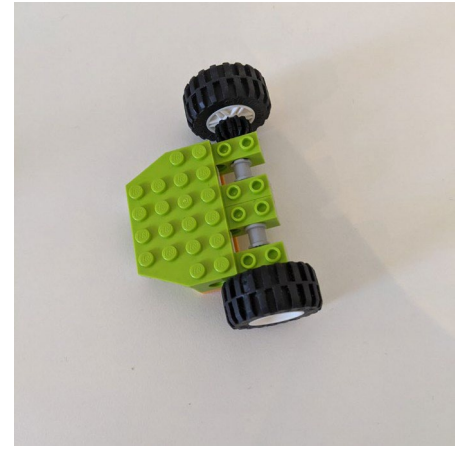
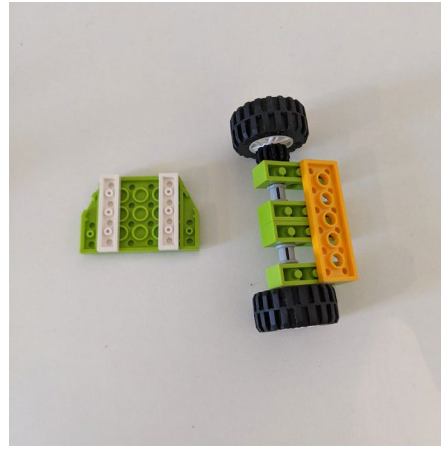
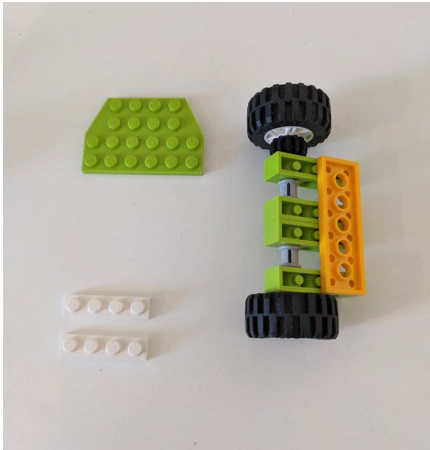
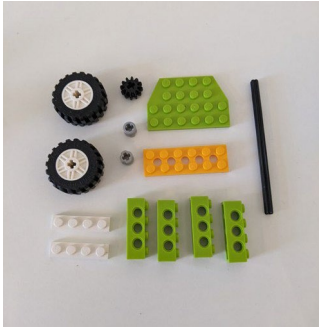
Βήμα 2:

Κατασκευάστε το μπροστινό μέρος του WeDo rover:



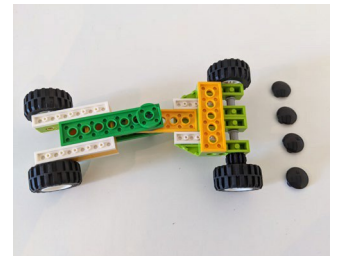
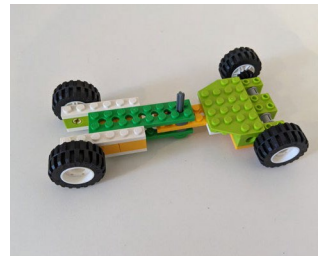
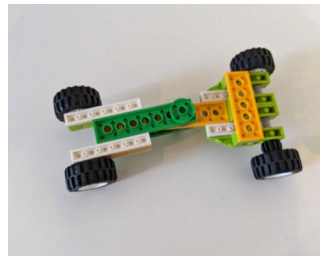
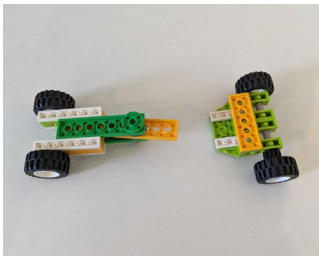
Βήμα 3:

Κατασκευάστε το πίσω μέρος του WeDo rover:



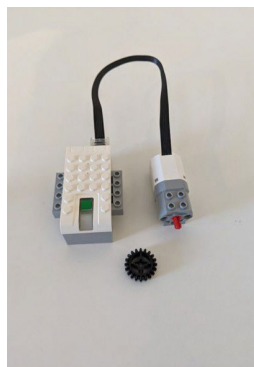
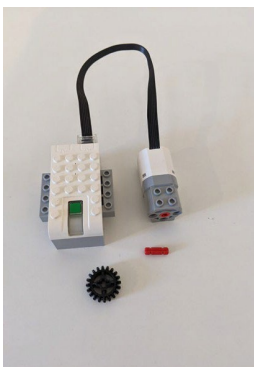
Βήμα 4:

Συνδέστε το μπροστινό και το πίσω μέρος του WeDo rover:



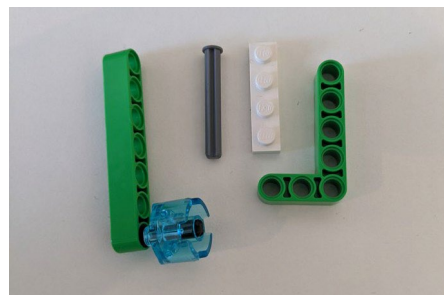
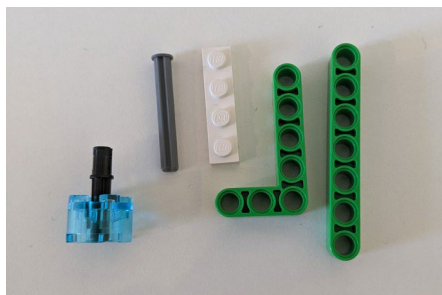
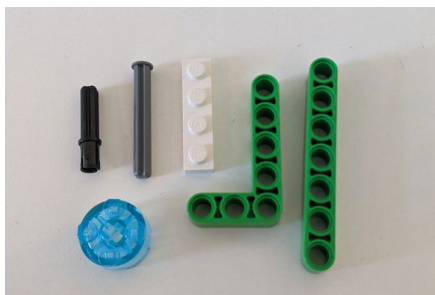
Βήμα 5:

Συναρμολογήστε και τοποθετήστε τον κινητήρα:



Βήμα 6:

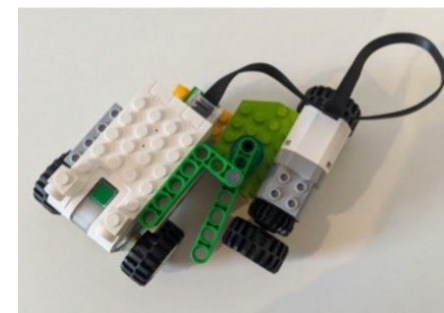
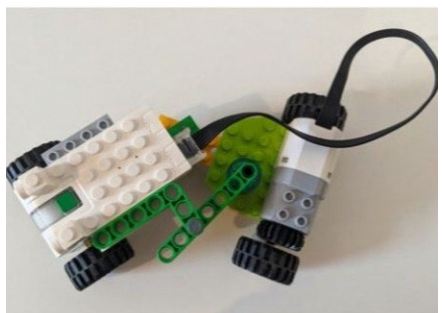
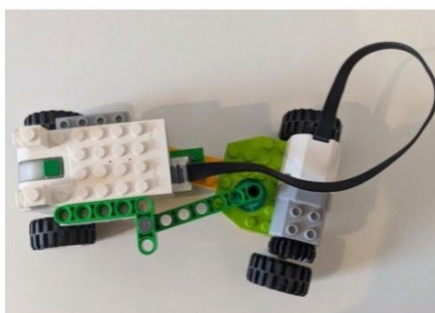
Συνδέστε το σύστημα ρύθμισης γωνίας στο WeDo rover σας:



Βήμα 7:

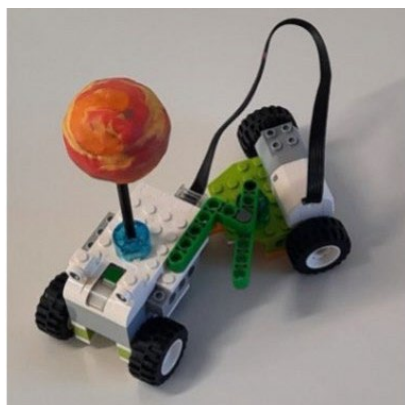
Επιλέξτε μια γωνία για το ρόβερ σας για να καθορίσετε τη διάμετρο της τροχιάς του:

Για να αλλάξετε τη γωνία του rover, αφαιρέστε τον πείρο από τα πράσινα στηρίγματα, ρυθμίστε το rover και τοποθετήστε τον πείρο μεταξύ ενός διαφορετικού σετ οπών.



Βήμα 8:

Συνδέστε τον εξωπλανήτη για να ολοκληρώσετε το ρόβερ:



Βήμα 9:

Συνδέστε το rover στο λογισμικό WeDo και ετοιμαστείτε να πειραματιστείτε!

→ Η τρισδιάστατα εκτυπωμένη έκδοση

Οδηγίες συναρμολόγησης για το μοντέλο του εξωπλανήτη transit

Η τρισδιάστατα εκτυπωμένη έκδοση του μοντέλου διέλευσης εξωπλανήτη, χρησιμοποιεί έναν προσαρμοσμένο τρισδιάστατα εκτυπωμένο μηχανισμό ανοικτού κώδικα για να δημιουργήσει την κυκλική κίνηση του μοντέλου εξωπλανήτη και να προσομοιώσει μια τροχιά. Το αστέρι αναπαρίσταται από μια λάμπα.

Το μοντέλο αναπαριστά ένα αστρικό σύστημα με δύο εξωπλανήτες σε τροχιά γύρω από ένα αστέρι. Η περιφορά των πλανητών του μοντέλου γύρω από την κεντρική φωτεινή πηγή επιτυγχάνεται μέσω δύο βραχιόνων που περιστρέφονται σε διαφορετικές περιόδους γύρω από τη λάμπα.

Ο μηχανισμός είναι προσαρμόσιμος και μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να ταιριάζει στις δικές σας απαιτήσεις. Για να εκτυπώσετε και να ρυθμίσετε το τρισδιάστατα εκτυπωμένο μοντέλο, ακολουθήστε αυτόν τον οδηγό συναρμολόγησης.

Πρόσθετο υποστηρικτικό υλικό βίντεο μπορείτε να βρείτε εδώ:

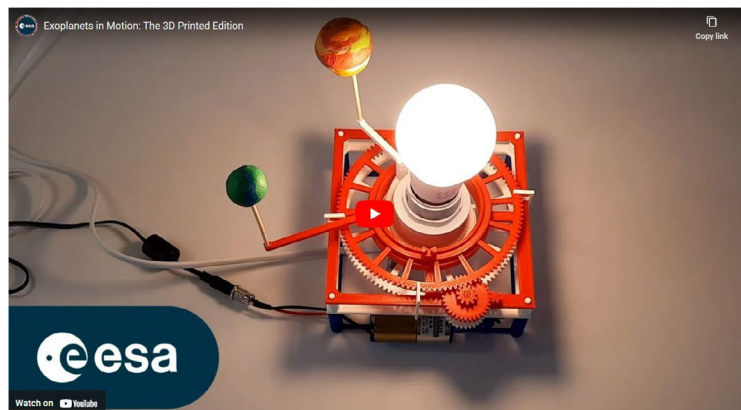
<https://youtu.be/GyEK6WNOhFA>

Μπορείτε να βρείτε τα προκατασκευασμένα 3D αρχεία και τις οδηγίες εκτύπωσης εδώ:

esamultimedia.esa.int/docs/edu/3Dprint_files_ExoplanetsInMotion.zip

Εξοπλισμός

- Πρότυπα εξωπλανητών
- Λαμπτήρας υψηλής φωτεινότητας
- Φωτόμετρο (π.χ. smartphone με εφαρμογή φωτόμετρου ή καταγραφέας δεδομένων)
- Ξύλινα σουβλάκια διαμέτρου 2mm
- Εκτυπωτής 3D
- Υλικό PLA
- Κινητήρας (~100rpm) και τροφοδοτικό
- Φωτιστικό και στήριγμα για λαμπτήρα υψηλής φωτεινότητας (φωτιστικό E27)



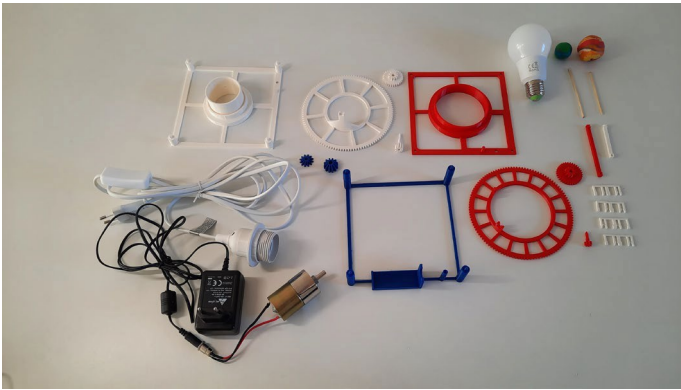
Ετοιμάζοντας το μοντέλο σας:

1. Κατεβάστε τα [αρχεία .stl της τρισδιάστατης εκτύπωσης](#) και εκτυπώστε το μοντέλο σας. Περαιτέρω οδηγίες είναι διαθέσιμες στον οδηγό τρισδιάστατης εκτύπωσης. Δεν απαιτούνται τροποποιήσεις του τρισδιάστατου μοντέλου αν χρησιμοποιήσετε τα ακόλουθα εξαρτήματα:
 - τοποθέτηση λαμπτήρων: (\varnothing 40 mm): E27 με διακόπτη καλωδίου και δακτύλιο στήριξης (\varnothing 40 mm)
 - Κινητήρας συνεχούς ρεύματος: με βουρτσισμένο μοτέρ με άξονα 6 mm σε σχήμα D.
2. Συναρμολογήστε το μοντέλο σας, ακολουθώντας αυτές τις οδηγίες βήμα προς βήμα.

Ρύθμιση του τρισδιάστατα εκτυπωμένου μηχανισμού

Ακολουθήστε βήμα προς βήμα τις οδηγίες συναρμολόγησης που εμφανίζονται στις εικόνες για να εγκαταστήσετε τον τρισδιάστατα εκτυπωμένο μηχανισμό μεταφοράς του μοντέλου του εξωπλανήτη.

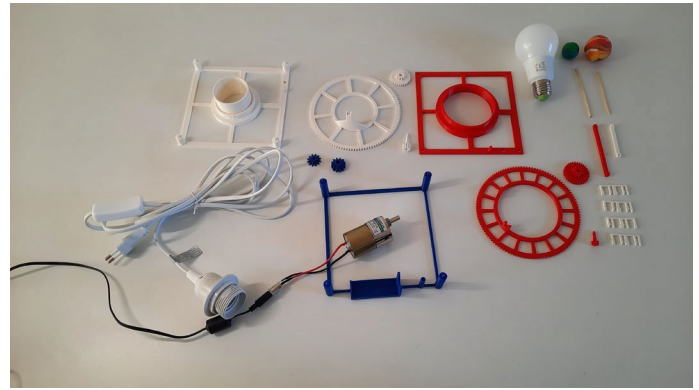
Ένα timelapse βίντεο της συναρμολόγησης μπορείτε να βρείτε στη διεύθυνση <https://youtu.be/GyEK6WNOhFA?t=28>



Βήμα 1:

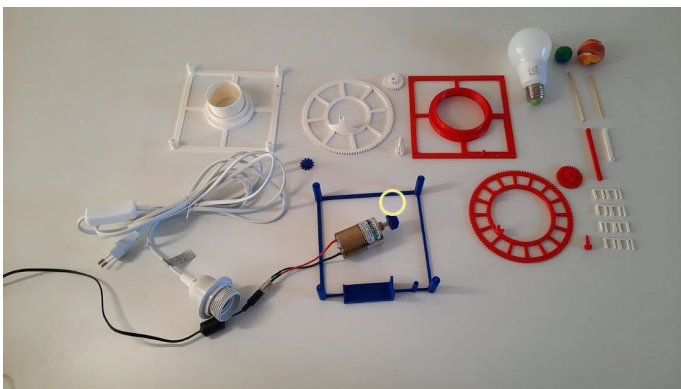
Πάρτε όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό, έτοιμο για τη δημιουργία του μοντέλου του εξωπλανητικού συστήματος.

Σημείωση: Βεβαιωθείτε ότι το μοντέλο των εξωπλανητών σας δεν είναι πολύ βαρύ.



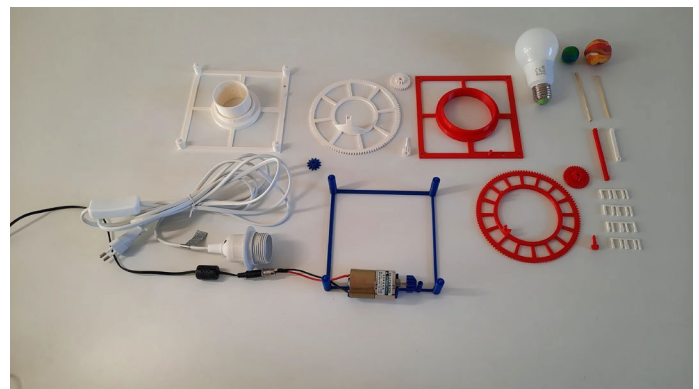
Βήμα 2:

Πάρτε τη βάση του **κινητήρα** και τον **κινητήρα** για να ξεκινήσετε τη συναρμολόγηση.



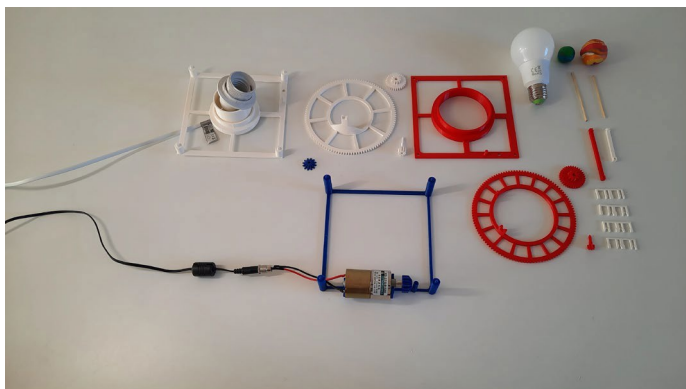
Βήμα 3:

Τοποθετήστε το **γρανάζι του κινητήρα** στον άξονα του κινητήρα.



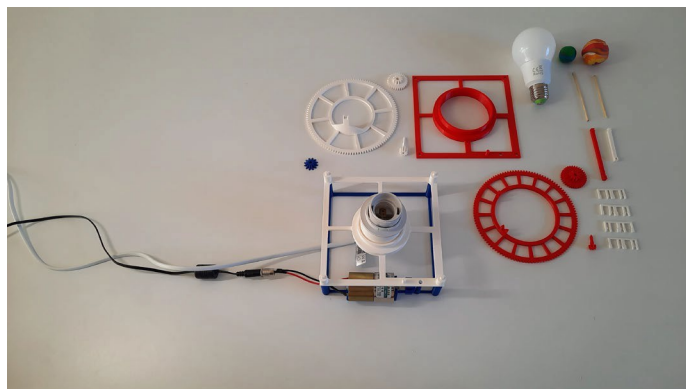
Βήμα 4:

Συνδέστε το μοτέρ στη **βάση του μοτέρ**.



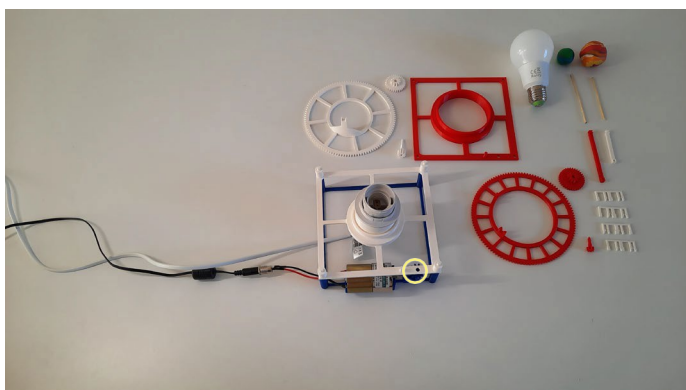
Βήμα 5:

Τραβήξτε το καλώδιο του φωτιστικού μέσα από τη **χαμηλότερη βάση επιπέδου** για να την προετοιμάσετε για τοποθέτηση.



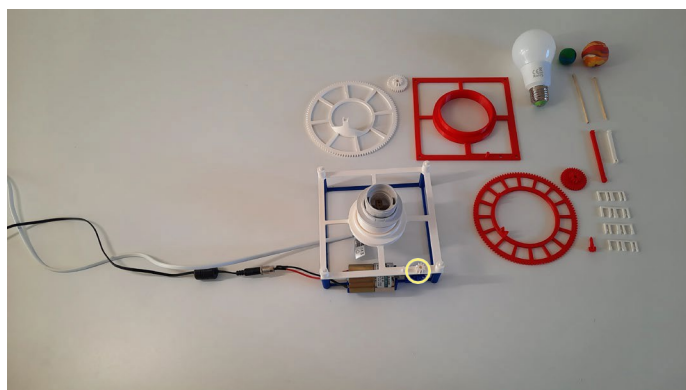
Βήμα 6:

Τοποθετήστε τη **βάση του χαμηλότερου επιπέδου**, συμπεριλαμβανομένου του εξαρτήματος του λαμπτήρα, πάνω στη **βάση του κινητήρα**.



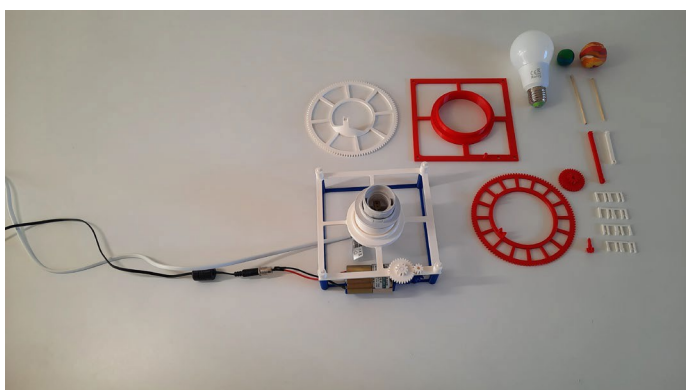
Βήμα 7:

Τοποθετήστε το **γρανάζι κίνησης** μεταξύ της **βάσης του κινητήρα** και της **βάσης του κατώτερου επιπέδου**.



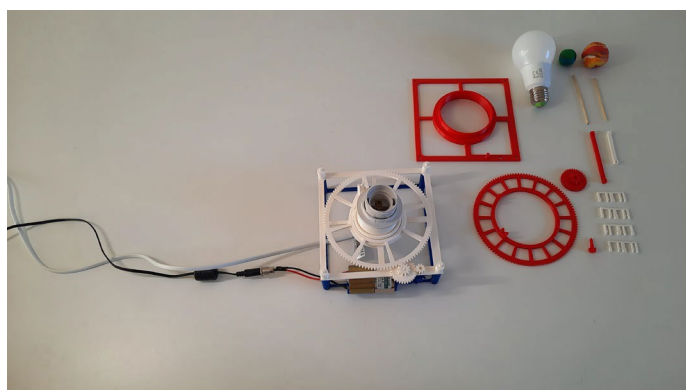
Βήμα 8:

Κολλήστε το **γρανάζι συγκράτησης** μέσα από την οπή στη **χαμηλότερη βάση στάθμης** για να προσαρτήσετε το **γρανάζι κίνησης**.



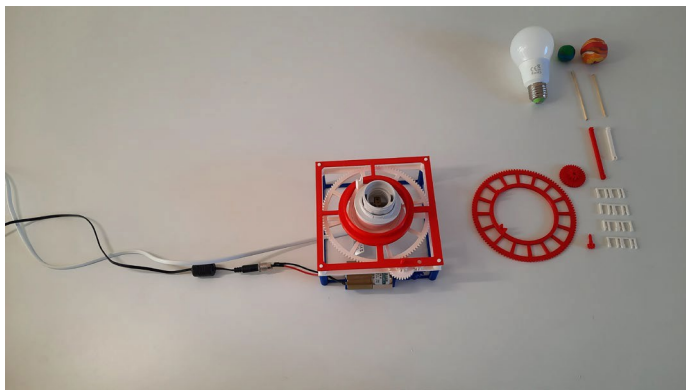
Βήμα 9:

Προσθέστε το **γρανάζι σύνδεσης 1** στην ακίδα στο **κατώτερο επίπεδο βάσης**.



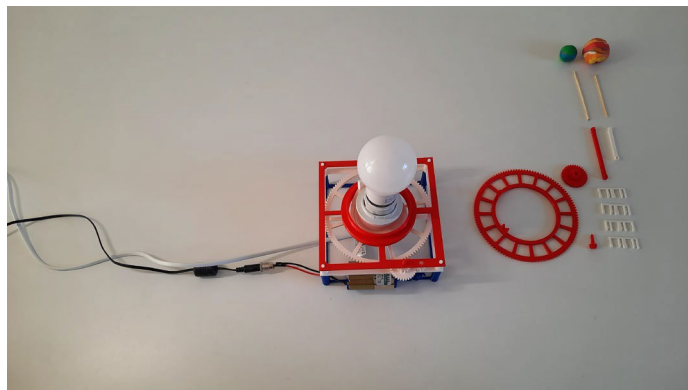
Βήμα 10:

Τοποθετήστε το **γρανάζι 1 του εξωπλανήτη** πάνω από το εξάρτημα του λαμπτήρα και ελέγξτε ότι τα **γρανάζια εμπλέκονται/αποεμπλέκονται σωστά**.



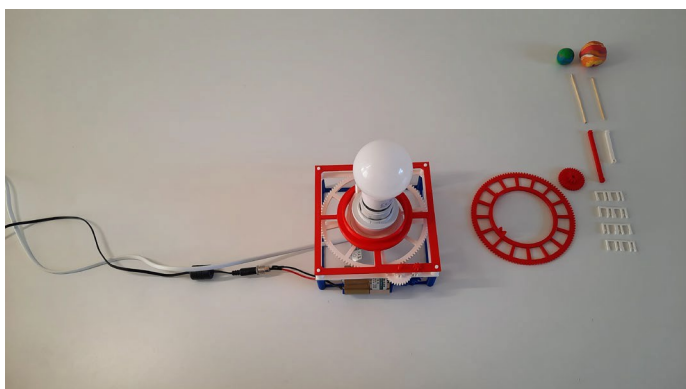
Βήμα 11:

Τοποθετήστε τη **βάση του ανώτερου επιπέδου** πάνω στη **βάση του κατώτερου επιπέδου**.



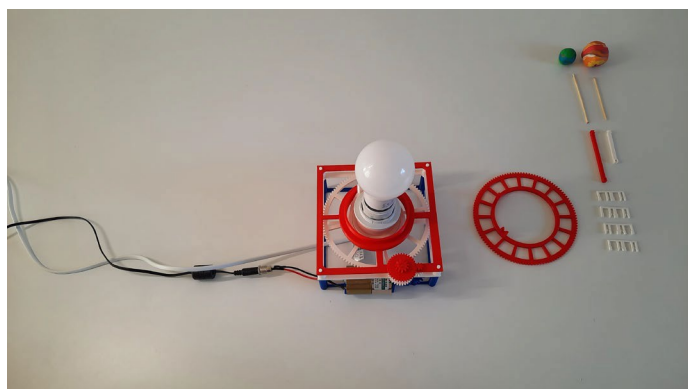
Βήμα 12:

Βιδώστε τον λαμπτήρα στην υποδοχή του λαμπτήρα.



Βήμα 13:

Εισάγετε το **γρανάζι του επάνω κινητήρα** μέσα από την οπή στη **βάση του επάνω επιπέδου**.



Βήμα 14:

Περάστε το **γρανάζι σύνδεσης 2** πάνω στον πείρο στη **βάση του ανώτερου επιπέδου**.



Βήμα 15:

Τοποθετήστε το **γρανάζι 2** του εξωπλανήτη πάνω από τη λάμπα και ακουμπήστε το στη **βάση του ανώτερου επιπέδου**.

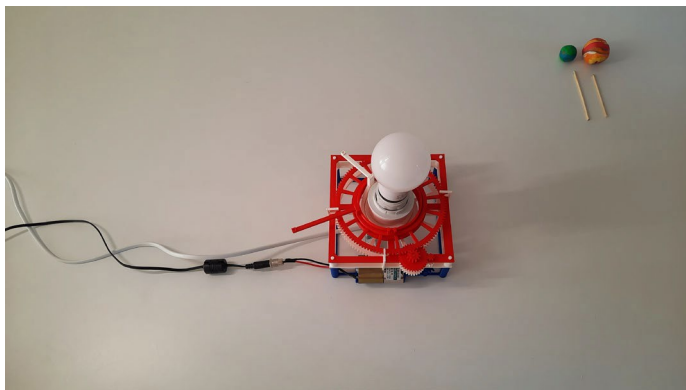
Το σύστημα ταχυτήτων είναι τώρα πλήρως συναρμολογημένο. Ελέγξτε ότι οι οδοντωτοί τροχοί εμπλέκονται σωστά.

διδάξτε με το διάστημα - εξωπλανήτες σε



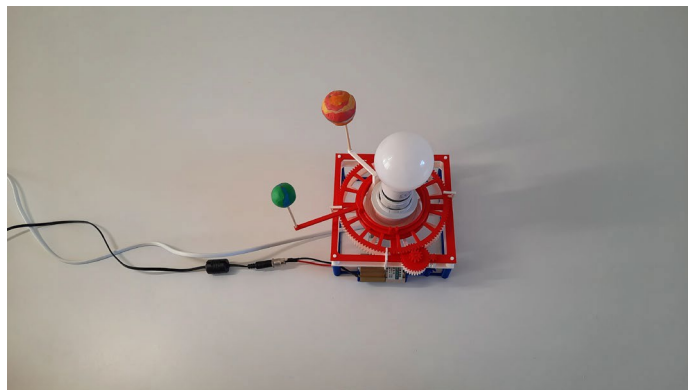
Βήμα 16:

Προσθέστε ένα από τα τέσσερα **κλιπ** στερέωσης στη μέση κάθε μιας από τις τέσσερις πλευρές του τρισδιάστατου μοντέλου. Αυτά τα κλιπ κρατούν τα διάφορα στρώματα στη θέση τους.



Βήμα 17:

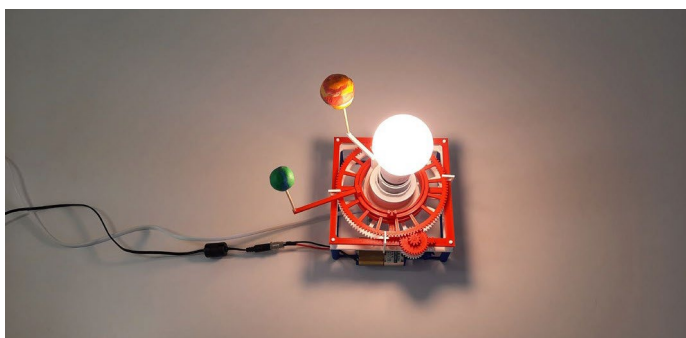
Συνδέστε τον βραχίονα του εξωπλανήτη 1 και τον βραχίονα του εξωπλανήτη 2 στο γρανάζι του εξωπλανήτη 1 και στο γρανάζι του εξωπλανήτη 2 αντίστοιχα.



Βήμα 18:

Κολλήστε το ένα άκρο των ξύλινων σουβλακιών στις τρύπες στα άκρα των βραχιόνων 1 & 2 των εξωπλανητών.

Τα σουβλάκια πρέπει να έχουν το κατάλληλο μήκος ώστε το κέντρο των μοντέλων εξωπλανητών και το κέντρο του λαμπτήρα να είναι ευθυγραμμισμένα.



Βήμα 19:

Ανάψτε τη λάμπα και ξεκινήστε τον κινητήρα για να δοκιμάσετε το τρισδιάστατα εκτυπωμένο εξωπλανητικό μοντέλο σας.

3. Ευθυγραμμίστε τον ανιχνευτή φωτός σας με τη λάμπα και το μοντέλο του εξωπλανήτη.
4. Είστε τώρα έτοιμοι να αρχίσετε τη συλλογή δεδομένων. Ελέγξτε τη ρύθμιση του μοντέλου σας:
 - Επιβεβαιώστε ότι ο ανιχνευτής φωτός είναι ευθυγραμμισμένος και λαμβάνει φως από τη σωστή πηγή φωτός.
 - Βεβαιωθείτε ότι ανιχνεύεται μια βύθιση στην καμπύλη φωτός όταν ο πρότυπος εξωπλανήτης περνάει μεταξύ του ανιχνευτή και του λαμπτήρα.

Τροποποίηση των αρχείων τρισδιάστατης εκτύπωσης

Τα παρεχόμενα αρχεία έχουν σχεδιαστεί με βάση τις προδιαγραφές ενός συγκεκριμένου κινητήρα. Εάν χρησιμοποιείτε διαφορετικό κινητήρα, ενδέχεται να χρειαστεί να τροποποιήσετε την τρισδιάστατα σχεδιασμένη **βάση του κινητήρα** και το **γρανάζι του κινητήρα**.

Παρακάτω δίνονται οδηγίες για το πώς να αλλάξετε τα αρχεία

χρησιμοποιώντας το **Fusion 360**: Βήμα προς βήμα:

1. Ανοίξτε τα αρχεία EXTRA-adjustable motor gear.f3d και EXTRA-adjustable motor base.f3d στο Fusion 360.
2. Πηγαίνατε στο MODIFY > αλλαγή παραμέτρων
3. Προσαρμόστε τις παραμέτρους για να προσαρμόσετε τον κινητήρα σας

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτή την επισκόπηση για να βρείτε τις μετρήσεις που θα χρειαστεί να κάνετε:

