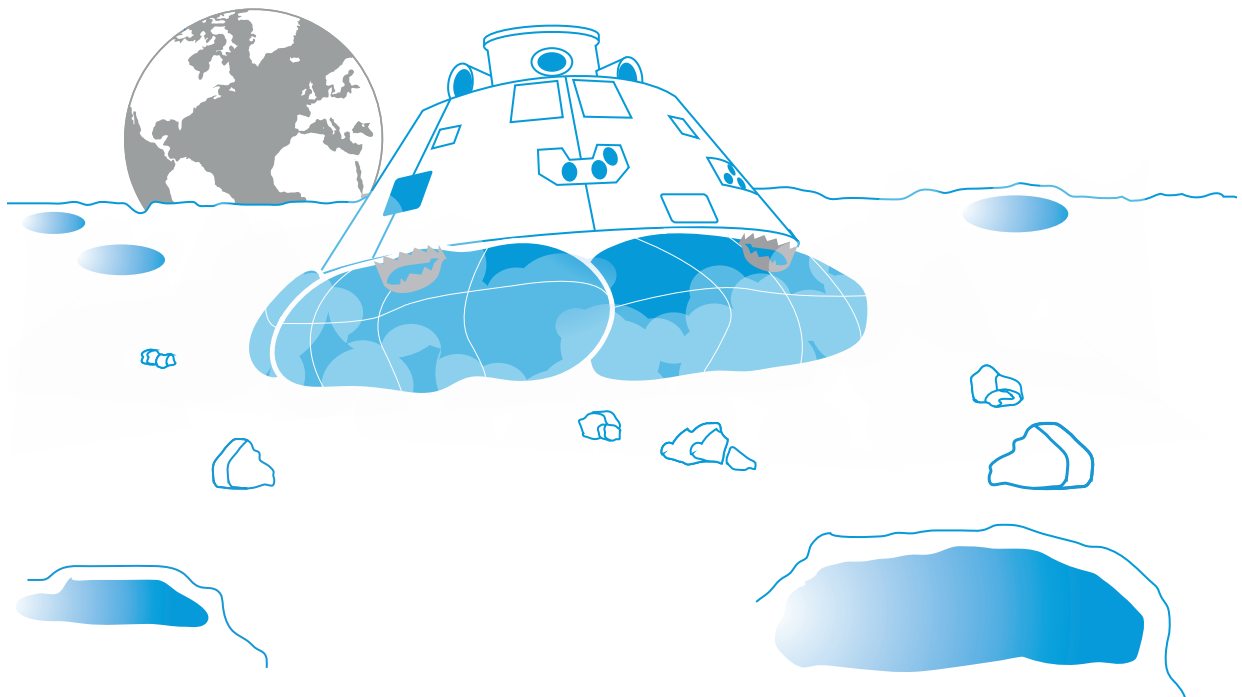


teach with space

→ ΠΡΟΣΕΛΗΝΩΣΗ

Προγραμματισμός και σχεδιασμός μιας σεληνακάτου



→ ΠΡΟΣΕΛΗΝΩΣΗ

Προγραμματισμός και σχεδιασμός μιας σεληνακάτου

ΣΥΝΤΟΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Θέμα: Φυσική, Μαθηματικά, Οικονομικά
Εύρος ηλικίας: 14-16 χρονών
Πολυπλοκότητα: μέτρια
Χρόνος προετοιμασίας: 1 ώρα
Απαιτούμενος χρόνος: 2 ώρες και 30 λεπτά συνολικά
Κόστος: χαμηλό (0-10 ευρώ)
Λέξεις κλειδιά: Φυσική, Μαθηματικά, Οικονομικά,
Προσελήνωση, Βαρύτητα, Τριβή, Δύναμη, Επιτάχυνση,
Ταχύτητα, νόμοι του Νεύτωνα,
Προϋπολογισμός,
Ανάλυση κινδύνων

Σύντομη περιγραφή

Προγραμματίστε, σχεδιάστε και κατασκευάστε ένα όχημα προσγείωσης για να εξασφαλίσετε την επιβίωση του πληρώματος (με τη μορφή αυγο-ναύτη) κατά την προσελήνωση.

Υλικά

- Τετράδια εργασίας
- Χαρτί
- Αυγό (για να είναι ο αυγο-ναύτης)
- Ζυγαριές
- καλαμάκια,
- ζαχαρωτά μαρσμέλου,
- μπάλες βαμβάκια,
- ξυλάκια παγωτού,
- πλαστική σακούλα,
- σπάγγος,
- κολλητική ταινία,
- ψαλίδι,
- μπαλόνια

Τα υλικά για την κατασκευή του οχήματος προσγείωσης μπορούν να αλλάξουν και να προσαρμοστούν στα διαθέσιμα υλικά στο σπίτι:

teach with space – landing on the moon | P37
www.esa.int/education

The ESA Education Office welcomes feedback and comments
teachers@esa.int

An ESA Education production collaboration with ESERO Nordic
Copyright 2018 © European Space Agency

→ Εισαγωγή

Το 1969, το Apollo 11 έγινε η πρώτη επανδρωμένη αποστολή που προσγειώθηκε στη Σελήνη. Μετά από ένα ταξίδι τεσσάρων ημερών από τη Γη, η σεληνάκατος, με το όνομα Eagle (Αετός), αποσπάρθηκε από το τμήμα διοίκησης και εξυπηρέτησης (το μητρικό σκάφος) το οποίο παρέμεινε σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη, και προσγειώθηκε στη θάλασσα της Ηρεμίας, μια σχετικά ομαλή και επίπεδη περιοχή. Η σεληνάκατος προσεληνώθηκε χειροκίνητα για να αποφευχθούν ογκόλιθοι και κρατήρες. "Χιούστον, Βάση. Ηρεμίας εδώ. Ο Αετός έχει προσγειωθεί." Αυτές οι λέξεις σηματοδότησαν μια νέα εποχή στην ανθρώπινη εξερεύνηση.

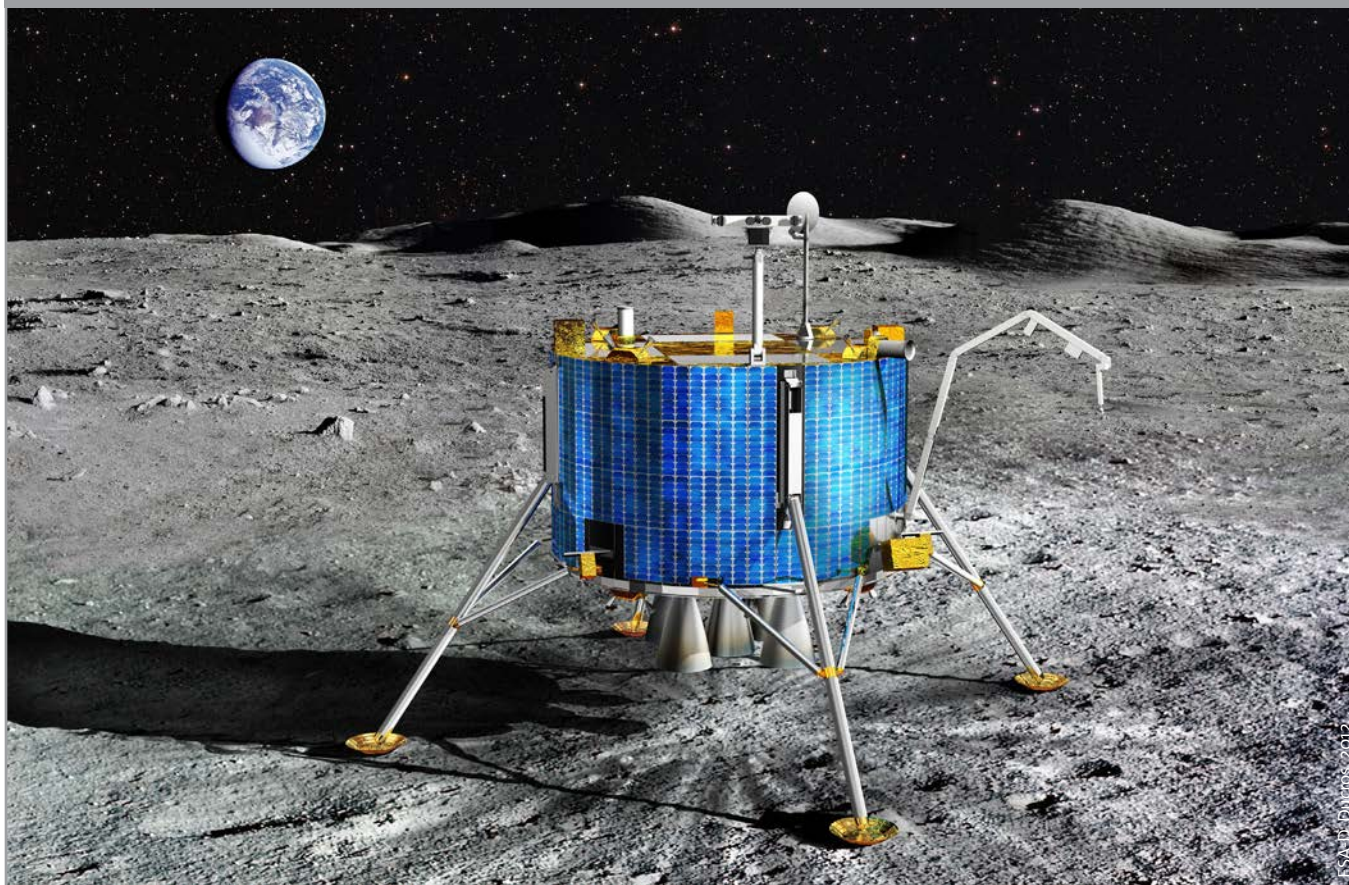
Το Apollo 12, η δεύτερη επανδρωμένη αποστολή που προσγειώθηκε στη Σελήνη, ήταν μια άσκηση στην προσγείωση ακριβείας• το μεγαλύτερο μέρος της καθόδου ήταν αυτόματο και η προσγείωση ακριβείας είχε μεγάλη σημασία επειδή αύξησε την αυτοπεποίθηση στην προσγείωση σε συγκεκριμένες περιοχές ενδιαφέροντος.

Η κάθοδος στην επιφάνεια της σελήνης είναι μία από τις πιο κρίσιμες και δύσκολες φάσεις της προσεληνώσης. Το διαστημικό σκάφος πρέπει να μειώσει την ταχύτητά του από 6000 χιλιόμετρα/ώρα στην σεληνιακή τροχιά σε μερικά χιλιόμετρα/ώρα για μια ομαλή προσεδάφιση. Οι τοποθεσίες προσγείωσης που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για εξερεύνηση είναι συχνά επικίνδυνες, με κρατήρες, βράχους και πλαγιές, και ως εκ τούτου, είναι δύσκολες στην πρόσβαση.

Μόνο 12 άτομα έχουν περπατήσει στην επιφάνεια της Σελήνης και η τελευταία φορά ήταν το 1972. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος, σε συνεργασία με άλλους εταίρους, σχεδιάζει να επιστρέψει στη Σελήνη με ρομποτικές και ανθρώπινες αποστολές τις επόμενες δεκαετίες.

Σε αυτό το σύνολο δραστηριοτήτων οι μαθητές θα σχεδιάσουν μια σεληνάκατο και θα μάθουν για μερικές από τις προκλήσεις της εξερεύνησης του διαστήματος.

Εικόνα 1



↑ Καλλιτεχνική αποτύπωση της σεληνάκατου ESA

→ ΠΡΟΣΕΛΗΝΩΣΗ

Προγραμματισμός και σχεδιασμός μιας σεληνακάτου

→ Δραστηριότητα 1: Σχεδιάστε και κατασκευάστε μια σεληνάκατο

Ο ΕΟΔ σας ανέθεσε να σχεδιάσετε ένα όχημα προσεδάφισης που μπορεί να φέρει με ασφάλεια έναν αυγο-ναύτη στην επιφάνεια της Σελήνης.

Άσκηση

Όπως και στον πραγματικό κόσμο της διαστημικής βιομηχανίας, ανταγωνίζεστε και/η συνεργάζεστε με άλλους οργανισμούς (τους συμμαθητές σας) για ένα συμβόλαιο με τον ΕΟΔ.

Η αποστολή σας είναι να:

- Σχεδιάσετε και κατασκευάσετε μια σεληνάκατο για να προσγειώσετε έναν αυγο-ναύτη με ασφάλεια στη Σελήνη.

Απαιτήσεις:

- Η σεληνάκατος πρέπει να περάσει μια δοκιμή πτώσης στη Γη και ο αυγο-ναύτης πρέπει να επιβιώσει από την προσγείωση.
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μόνο τα διαθέσιμα υλικά.
- Η σεληνάκατος πρέπει να κατασκευαστεί εντός ενός καθορισμένου προϋπολογισμού (μέγιστο όριο 1 δισεκατομμύριο €).
- Η σεληνάκατος θα πρέπει να μπορεί να προσγειώνεται με ακρίβεια σε ένα καθορισμένο σημείο προσγείωσης.
- Πρέπει να παρουσιάσετε μια μελέτη εκτίμησης κινδύνου και σχεδιασμού.
- Πρέπει να ολοκληρώσετε τον σχεδιασμό και να κατασκευάσετε το σκάφος στον καθορισμένο χρόνο: 60 λεπτά.

Ξέρατε ότι;

Το συνολικό κόστος του διαστημικού προγράμματος Apollo που οδήγησε τους ανθρώπους στη Σελήνη ήταν 25,4 δισεκατομμύρια δολάρια – δηλαδή πάνω από 200 δισεκατομμύρια δολάρια σήμερα, προσαρμοσμένο στον πληθωρισμό. Το 2018, ο συνολικός προϋπολογισμός του ΕΟΔ ήταν 5,6 δισεκατομμύρια ευρώ. Τώρα, οι διαστημικές υπηρεσίες και η βιομηχανία συνεργάζονται για την ανάπτυξη ενός πιο βιώσιμου προγράμματος εξερεύνησης της Σελήνης. Πρέπει να σημειωθεί ότι σήμερα, θα εξακολουθήσουμε να χρησιμοποιούμε μέρος της υποδομής που δημιουργήθηκε τη δεκαετία του 1960: θαλάμους δοκιμών, εξέδρες εκτόξευσης, κέντρα ελέγχου αποστολών, επίγειους σταθμούς, γνώσεις μηχανικής, τεχνολογία, υλικά και επομένως ένα πρόγραμμα εξερεύνησης της σελήνης θα είναι πολύ πιο βιώσιμο από την αρχή.



↑ Ο Μπαζ Όλντριν επί το έργο στο όχημα προσγείωσης Eagle (Αετός) στην επιφάνεια της σελήνης.

Μελέτη Εκτίμησης Κινδύνου

Κατά το σχεδιασμό μιας διαστημικής αποστολής υπάρχουν δύο κύριοι παράγοντες που πρέπει να λάβετε υπόψη: Κίνδυνος και κόστος. Για την αποστολή σας θέλετε να βεβαιωθείτε ότι ο αυγο-ναύτης σας προσγειώνεται με ασφάλεια, αλλά επίσης θέλετε μια οικονομική αποστολή για να κερδίσετε το συμβόλαιο με τον ΕΟΔ.

Γράψτε τους κινδύνους που αναφέρονται στα δεξιά στον πίνακα εκτίμησης κινδύνου σύμφωνα με την πιθανότητα να συμβούν και τις συνέπειες που θα έχουν εάν:

Κίνδυνος	Συνέπειες				
	Ασήμαντο	μικρό	Μέτριο	Σημαντικό	Καταστροφικό
Σχεδόν βέβαιο					
πίθανο					
Δυνατόν					
Απίθανο					
Σπάνιο					

1. Δεν θα προσγειωθούμε στο καθορισμένο σημείο προσγείωσης
2. Υπάρχουν απροσδόκητες αλλαγές στις απαιτήσεις
3. Ο αυγο-ναύτης δεν επιβιώνει
4. Υπάρχουν απροσδόκητες αλλαγές στον προϋπολογισμό
5. Ορισμένα υλικά καθίστανται μη διαθέσιμα
6. Ορισμένα υλικά γίνονται πολύ ακριβά
7. Το σκάφος γίνεται πολύ βαρύ
8. Μια άλλη εταιρεία (ομάδα) έχει μια πιο αποτελεσματική και φθηνότερη σχεδίαση
9. Η συνεχής αλλαγή του σχεδιασμού σημαίνει ότι το όχημα κοστίζει πάρα πολύ για να κατασκευαστεί
10. Καθυστερούμε
11. Το σκάφος έχει υποστεί ζημιά κατά τη διάρκεια των δοκιμών
12. Το σκάφος έχει υποστεί ζημιές κατά τη μεταφορά
13. Το σκάφος έχει υποστεί ζημιά κατά την τελική προσγείωση

Επιλέξτε τρεις από τους σημαντικότερους κινδύνους και γράψτε πώς να τους αντισταθμίσετε::

- 1) Κίνδυνος #: _____ Σχέδιο αντιστάθμισης: _____
- 2) Κίνδυνος #: _____ Σχέδιο αντιστάθμισης: _____
- 3) Κίνδυνος #: _____ Σχέδιο αντιστάθμισης: _____

Μελέτη σχεδιασμού

Όνομα οχήματος προσγείωσης _____ Όνομα αυγο-ναύτη _____

Ελέγξτε τα διαθέσιμα υλικά και τις τιμές με τον καθηγητή σας. Κάντε ένα ακριβές σκίτσο για το πώς θα μοιάζει το όχημα προσγείωσής σας. Συζητήστε για το πώς τα διάφορα μέρη και υλικά λειτουργούν για την προστασία του αυγο-ναύτη. Κάντε έναν προϋπολογισμό για την σελινακάτο σας, βασιζόμενοι στις τιμές του κάθε υλικού και μην ξεχάσετε να συμπεριλάβετε το κόστος της εκτόξευσης και της εκπαίδευσης του αυγο-ναύτη.

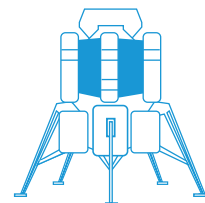
Υλικά	Τιμή ανά μονάδα	Ποσό	Τιμή

Τιμή της σελινακάτου	
Συνολική μάζα (αυγο-ναύτη + σελινακάτου)	+
Τιμή εκτόξευσης	
Τιμή εκπαίδευσης του αυγο-ναύτη	
Συνολική τιμή (σελινακάτος + εκτόξευση + εκπαίδευση)	

→ Δραστηριότητα 2: Δοκιμάστε το όχημα προσγείωσης

Άσκηση 1

1. Πριν από την εκτόξευση, σημειώστε τις συνθήκες προσγείωσης (άνεμος, βροχή, τύπος τόπου προσγείωσης κ.λπ.).



Βεβαιωθείτε ότι ο αυγο-ναύτης σας είναι άνετα. Ετοιμαστείτε για τη δοκιμή...

Έτοιμοι! Πάμε! Πτώση!!

2. Έτοιμοι! Πάμε! Πτώση!! Ναι _____ Όχι _____

3. Πόσο μακριά από το κέντρο του στόχου προσγειώθηκε το σκάφος; _____ εκατοστά

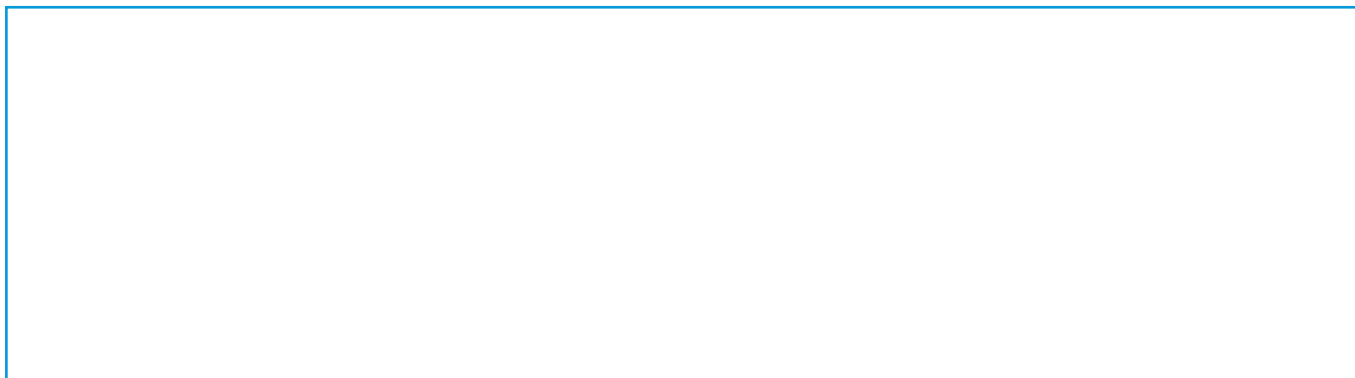
4. Πόσο καλά δούλεψε το σχέδιο σας; Θα κάνατε κάτι διαφορετικό τώρα;

5. Αφού παρατηρήσατε τις πτώσεις κάθε ομάδας, προσέξτε τυχόν επαναλαμβανόμενα χαρακτηριστικά σχεδιασμού των οχημάτων στα οποία επιβίωσε ο αυγο-ναύτης;

Άσκηση 2

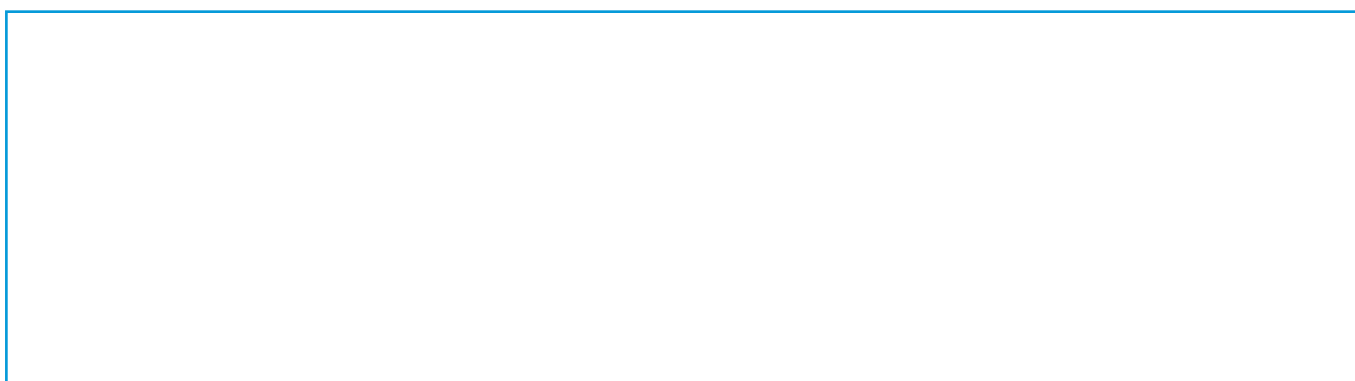
Για αυτήν την άσκηση, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τη μετατόπιση της σεληνακάτου ως συνάρτηση του χρόνου.

1. Υπολογίστε την ταχύτητα πρόσκρουσης της σεληνακάτου χρησιμοποιώντας ένα γράφημα μετατόπισης στην διεύθυνση y ως προς τον χρόνο



2. Σχεδιάστε την ταχύτητα στη διεύθυνση y ως συνάρτηση του χρόνου. Υπολογίστε την ταχύτητα κρούσης από το γράφημα. Αντιστοιχεί στην ίδια τιμή που υπολογίστηκε στην ερώτηση 1; Εξηγήστε τη διαφορά, εάν υπάρχει.

3. Χρησιμοποιήστε το γράφημα της ταχύτητας στην διεύθυνση y ως συνάρτηση του χρόνου για να υπολογίσετε την επιτάχυνση της σεληνακάτου στην διεύθυνση y .



4. Είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας 9.8m/sec^2 ; Εξηγήστε γιατί δεν βρίσκετε αυτήν την τιμή.

→ Δραστηριότητα 3: Προσελήνωση

Ωρα να προετοιμαστείτε για την προσελήνωση. Έχετε δοκιμάσει το όχημα προσγειώσης σας στη Γη, αλλά τι θα συμβεί όταν θα πρέπει να προσγειωθεί στη Σελήνη;

1. Υπάρχουν πολλές διαφορές μεταξύ της προσεδάφισης στη Σελήνη και της προσεδάφισης στη Γη. Απαριθμήστε 3 παράγοντες που μπορούν επηρεάσουν μια προσεδάφιση στη Γη και στη Σελήνη:

Προσεδάφιση στη Γη	Προσεδάφιση στη Σελήνη
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____

2. Η επιτάχυνση της βαρύτητας (g) ενός πλανήτη δίνεται από:

$$g = G \frac{m}{r^2}$$

Όπου m είναι η μάζα του πλανήτη (ή της σελήνης), το G είναι η σταθερά βαρύτητας και το r είναι η ακτίνα του πλανήτη (ή της σελήνης). Χρησιμοποιήστε τις παρακάτω τιμές για να συμπληρώσετε τις ερωτήσεις α) και β):

$G = 6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	
$r_{\text{Σελήνη}} = 1737 \text{ km}$	$m_{\text{Σελήνη}} = 7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$
$r_{\text{Γη}} = 6371 \text{ km}$	$m_{\text{Γη}} = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$

- α) Υπολογίστε την επιτάχυνση της βαρύτητας στη Γη και στη Σελήνη.

$$g_{\text{Γη}} =$$

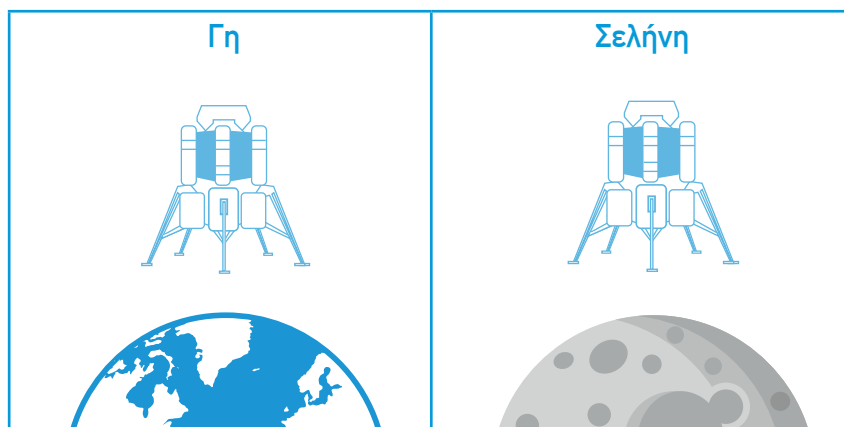
$$g_{\text{Σελήνη}} =$$

- β) Χρησιμοποιώντας τον Δεύτερο Νόμο της κίνησης του Νεύτωνα $F = m \cdot a$, υπολογίστε τη βαρυτική δύναμη του οχήματος σας στη Γη και στη Σελήνη.

$$F_{g, \text{Γη}} =$$

$$F_{g, \text{Σελήνη}} =$$

3. α) Σχεδιάστε τις δυνάμεις που δρουν στο όχημα προσγείωσης, στη Γη και στη Σελήνη.



β) Εξηγήστε το σχεδιάγραμμα των δυνάμεων σας.

4. Τι θα μπορούσατε να αλλάξετε για να κάνετε το σκάφος σας πιο κατάλληλο για προσελήνωση; Εξηγείστε.

→ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Δραστηριότητα 1 – Σχεδιάστε και κατασκευάστε μια σεληνάκατο

Υποχρεωτικές (εξουσιοδοτημένες) δαπάνες:

Εκπαίδευση του αυγο-ναύτη	300 εκατομμύρια €
Κόστος της εκτόξευσης	1 εκατομμύριο € ανά γραμμάριο

Υλικά:

1 κομμάτι χαρτί A4	50 εκατομμύρια €
1 καλαμάκι	100 εκατομμύρια €
1 ζαχαρωτό μαρσμέλοου	150 εκατομμύρια €
1 ξυλάκι παγωτού	100 εκατομμύρια €
1 πλαστική σακούλα	200 εκατομμύρια €
1 μέτρο σπάγγου	100 εκατομμύρια €
1 μέτρο κολλητικής ταινίας	200 εκατομμύρια €
1 μπαλόνι	200 εκατομμύρια €

→ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Δραστηριότητα 2 - Δοκιμάστε το όχημα προσγείωσης σας

Αυτό το μέρος της Άσκησης 2 μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε ως επίδειξη είτε ως συνέχεια των μαθητικών ομαδικών δραστηριοτήτων, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα υπολογιστών ή έξυπνων κινητών στην τάξη σας.

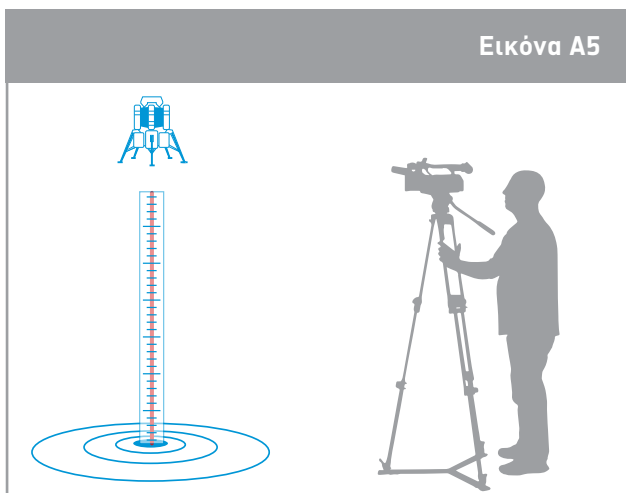
Θα χρησιμοποιηθεί βίντεο ανάλυσης της κίνησης για την παρακολούθηση της προσγείωσης. Υπάρχουν πολλά προγράμματα ανάλυσης βίντεο διαθέσιμα στο διαδίκτυο - μερικά είναι δωρεάν και άλλα χρειάζονται άδεια. Προτείνουμε τη χρήση των ακόλουθων:

- Το "Tracker program" είναι δωρεάν για λήψη από τη διεύθυνση <http://physlets.org/tracker/> και είναι κατάλληλο για χρήση σε υπολογιστή.
- Η εφαρμογή 'Video Physics' σε συνδυασμό με το "Graphical" (και τα δύο είναι διαθέσιμα για Android και iOS) είναι ιδανικά για παρακολούθηση με τάμπλετ ή έξυπνα τηλέφωνα.

Μπορείτε να πραγματοποιήσετε το πείραμα και να διανεμίσετε ένα μόνο σύνολο δεδομένων στους μαθητές, ή μπορούν να πραγματοποιήσουν τις μετρήσεις για τα σκάφη τους χωριστά.

Διάταξη

1. Στερεώστε μια ράβδο μέτρησης (ή χάρακα) ως αναφορά δίπλα στο σημείο προσγείωσης.
2. Τοποθετήστε την κάμερα με τέτοιο τρόπο ώστε το σημείο πτώσης και η ράβδος μέτρησης να βρίσκονται στο ίδιο πλάνο.
3. Κρατήστε την κάμερα σταθερή κατά τη λήψη, ιδανικά χρησιμοποιώντας τρίποδο.
4. Κατά την πτώση του σκάφους, βεβαιωθείτε ότι βρίσκεται στην ίδια απόσταση όπως και η ράβδος μέτρησης από την κάμερα.



↑ Αναπαράσταση του σκηνικού της δοκιμής πτώσης.



↑ Παράδειγμα βίντεο ανάλυσης κίνησης μιας δοκιμής πτώσης από περίπου 2 μέτρα ύψος.

5. Παρακολουθήστε τη σεληνάκατο στο πρόγραμμα που επιλέξατε ορίζοντας σημεία σήμανσης με το χέρι.
6. Αποθηκεύστε τα δεδομένα.

Δείγματα δεδομένων από την πτώση της σεληνακάτου.

Χρόνος (δευτερόλεπτα)	Υ Μετατόπιση (μέτρα)	Υ Ταχύτητα (μέτρα/ δευτερόλεπτο)
0.000	1.84	-0.406
0.067	1.82	-0.547
0.100	1.79	-0.843
0.133	1.76	-1.148
0.167	1.71	-1.453
0.200	1.66	-1.748
0.233	1.60	-2.096
0.267	1.52	-2.420
0.300	1.44	-2.725
0.333	1.34	-3.006
0.367	1.24	-3.274
0.400	1.12	-3.638
0.433	0.99	-3.931
0.467	0.86	-4.123
0.502	0.71	-4.428
0.535	0.51	-4.734
0.568	0.40	-4.877
0.602	0.22	-4.623
0.668	0.00	-0.798
0.702	0.03	0.457
0.735	0.06	0.614
0.768	0.08	0.386
0.802	0.08	0.135
0.835	0.08	0.066
0.868	0.08	0.115
0.902	0.09	0.207
0.935	0.10	0.151
0.968	0.10	-0.019
1.002	0.10	-0.125
1.035	0.09	-0.201
1.068	0.08	-0.294
1.102	0.07	-0.375
1.135	0.06	-0.426