Προσεδάφιση σε κομήτη! Η αποστολή Rosetta

Σενάριο το οποίο βασίζεται στην αποστολή της Rosetta. Πώς οι μαθητές μπορούν να μάθουν μέσα από τα κατορθώματα της Ευρωπαϊκής ομάδας Διαστήματος (ESA).

Το ταξίδι της Rosetta στο διάστημα και η προσεδάφιση του Philae στον κομήτη 67P μας δίνει την ευκαιρία να μάθουμε τους νόμους του Νεύτωνα και να βρούμε ως ερευνητές την επιτάχυνση της βαρύτητας του κομήτη. Το σενάριο ολοκληρώνεται με διάφορα άλλα εργαλεία ΤΠΕ.

Στόχος του Σεναρίου:

Προσπαθούμε να εφαρμόσουμε ιδέες και καλές πρακτικές στο αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου χρησιμοποιώντας τη διερευνητική μάθηση.

Το σενάριο έχει δυο σημαντικές όψεις: Από την μια μεριά προσπαθούμε να εντάξουμε καινοτόμες τεχνικές όπως είναι οι προσομοιώσεις και από την άλλη μεριά οι μαθητές θα μάθουν όχι μόνο τους σημαντικούς νόμους της φυσικής αλλά και τα μεγάλα κατορθώματα του ανθρώπου στον τομέα του διαστήματος.

Μαθησιακοί Στόχοι:

- Διερευνητική μάθηση.
- Ομαδοσυνεργατικότητα.
- Ψάχνοντας στο διαδίκτυο τις απαιτούμενες πληροφορίες.
- Κατανόηση των νόμων του Νεύτωνα και τις αντίστοιχες εξισώσεις κίνησης.
- Μέσα από εργαλεία ΤΠΕ οι μαθητές παίζουν και μαθαίνουν: Interaction Physics, εφαρμογή στο Scratch, Προσομοιωτής κρατήρων και εργαλείο για τροχιές κομητών. (όλα ελεύθερα λογισμικά)
- Προσέγγιση του προβλήματος από διαφορετικές οπτικές.
- Δουλεύοντας ως ερευνητές, δοκιμάζοντας παραμέτρους προς εύρεση της τιμής της επιτάχυνσης της βαρύτητας του κομήτη.

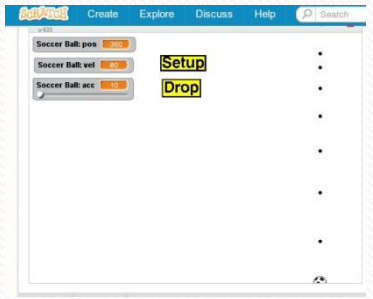
Φάση Α: Εισαγωγή στο πρόβλημα

- Οργάνωση της τάξης σε ομάδες.
- Παρουσίαση της ESA και των αποστολών της μέσα από βίντεο. Γενικά οι μαθητές ψάχνουν στο youtube για esa και rosetta http://rosetta.esa.int ή http://www.esa.int/education
- Συζήτηση: Η Καθηγήτρια χρησιμοποιεί τα βίντεο για να δείξει τι ακριβώς έγινε και τι θέλουμε να ερευνήσουμε σε αυτό το πρόβλημα.

Φάση Β: Παίζοντας και Συλλογή δεδομένων

- Η καθηγήτρια χρησιμοποιεί τις κύριες ιδέες του αναλυτικού προγράμματος (Πρώτος και δέυτερος νόμος του Νεύτωνα, εξισώσεις κίνησης για ελεύθερη πτώση και κίνηση με σταθερή επιτάχυνση/επιβράδυνση).
- Αφού εξηγήσουμε τους νόμους ανοίγουμε την

εφαρμογή
http://scratch.mit.edu/projects/13276910



όπου οι μαθητές παίζουν με την ελεύθερη πτώση μιας μπάλας. Αλλάζοντας την παράμετρο της επιτάχυνσης παρατηρούν τις διαφορετικές τροχιές της μπάλας και βλέπουν πώς αλλάζει η ταχύτητα σε κάθε περίπτωση.

Στη συνέχεια οι μαθητές δουλεύουν σε ομάδες όπως παρακάτω:

- 1η ομάδα: Συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών για το πρόβλημα μας.
- 2η ομάδα: Οι μαθητές κρατάνε τις πληροφορίες οι οποίες είναι από αξιόπιστες ιστοσελίδες.
- 3η ομάδα και 4η ομάδα (Η μια ομάδα προσπαθεί να πείσει την άλλη ομάδα μέσα από διάλογο): Οι μαθητές αποφασίζουν ποιες είναι οι απαραίτητες ποσότητες για το πρόβλημα.
- Συζήτηση

Στην επόμενη διαφάνεια δείχνουμε κάποιες ιστοσελίδες όπου οι μαθητές βρήκαν πληροφορίες:

- http://rosetta.esa.int/
- http://www.quora.com/Can-you-tell-me-everything-about-the-Rosetta-mission
- http://m.space.com/27788-philae-comet-landing-bounce-photos.html
- Οι μαθητές βρίσκουν: "Further analysis indicated that the lander had bounced twice and landed three times; the first bounce (with a **velocity of 0.38 m/s, compared to 1 m/s incoming lasted two hours and may have been 1 km (0.62 mi) high, the second (at 0.03 m/s) lasted seven minutes**. The initial bounce was the largest in history at 1 kilometre (0.62 mi), because of the very low gravity on the comet. *Philae* sits askew, leaning on a rock in partial darkness as much as a kilometre from the first landing spot at an unknown location. At first it was thought that it sat on just two legs; ESA later determined that the lander sits on all three legs "

Χρήσιμες ποσότητες:

- Ο Philae πραγματοποιεί 2 αναπηδήσεις μέχρι την τελική του προσεδάφιση στον κομήτη 67P/Churyumov–Gerasimenko (67P).
- Η Rosetta αφήνει τον Philae 22,5 Km πάνω από την επιφάνεια του 67P.
- Ο Philae προσεγγίζει τον 67P για πρώτη φορά με ταχύτητα υ=1 m/s
- Ο Philae δεν μπορεί να παραμείνει στον κομήτη και πραγματοποιεί την πρώτη αναπήδηση με ταχύτητα υ=0.38 m/s, φτάνοντας 1Km ψηλά. Η αναπήδηση αυτή διήρκησε περίπου 2 ώρες.
- Η δεύτερη αναπήδηση διήρκησε 7 λεπτά με αρχική ταχύτητα υ=0.03 m/s.

Φάση Γ: Λίγη Φυσική! Δραστηριότητα #1

Οι μαθητές μπορούν να βρουν την επιτάχυνση της βαρύτητας του κομήτη από την κίνηση του Philae καθώς πέφτει. Αν υποθέσουμε ότι ο Philae κάνει επιβραδυνόμενη κίνηση μετά την πρώτη αναπήδηση μέχρι το μέγιστο ύψος: ($\upsilon=0$, $\upsilon_0=0.38$ m/s, t=1h)

$$\upsilon = \upsilon_0 - g \cdot t \Leftrightarrow 0 = 0.38 - g \cdot 60 \cdot 60 \Leftrightarrow$$

$$g = 1.05 \cdot 10^{-4} m/s^2$$

Μπορούμε να υπολογίσουμε το g χρησιμοποιώντας $\upsilon_0=0.38$ m/s, t=1h,h=1Km

$$h = \upsilon_0 \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \Leftrightarrow g = 2 \cdot \frac{\upsilon_0}{t} - 2 \cdot \frac{h}{t^2} \Leftrightarrow g = 2\frac{0.38}{3600} - 2\frac{1000}{3600^2} \Leftrightarrow$$

$$g = 0.56 \cdot 10^{-4} m/s^2$$

Ή μπορούμε να βρούμε το g από τη δεύτερη αναπήδηση: (υ=0, υ_0=0.03 m/s, t=3.5min)

$$\upsilon = \upsilon_0 - g \cdot t \Leftrightarrow$$

$$0 = 0.03 - g \cdot 3.5 \cdot 60 \Leftrightarrow$$

$$g = 1.42 \cdot 10^{-4} m/s^2$$

Άρα βρήκαμε ότι η τιμή για το g είναι γύρω στο 10^{-4} m/s^2 εφαρμόζοντας τους φυσικούς νόμους. Στην επόμενη φάση θα βρούμε το g με διαφορετική μέθοδο: Προσομοίωση με το Interaction Physics. Αρχικά πραγματοποιούμε μερικές δοκιμές:

Φάση C: Δραστηριότητα #2
Δουλεύοντας ερευνητικά

Οι μαθητές χρησιμοποιούν το *Interaction Physics και προσπαθούν να προσομοιώσουν την προσεδάφιση του Philae*. Δοκιμές:

i) Σε ομογενές βαρυτικό πεδίο $g=9,81\ m/s^2$

ii) Σε ομογενές βαρυτικό πεδίο $g= 1\ m/s^2$

iii) Σε ομογενές βαρυτικό πεδίο $g=10^{-3} m/s^2$

iv) Χρησιμοποιώντας την βαρυτική αλληλεπίδραση μεταξύ του Philae και του κομήτη (όπως συμβαίνει στην πραγματικότητα)

Ο σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι να βρουν οι μαθητές την επιτάχυνση της βαρύτητας με **διαφορετική μέθοδο**

(συγκρίνοντας με τη δραστηριότητα #1).

Τα βήματα (i), (ii) και (iii) ή άλλες δοκιμές με άλλες τιμές του g είναι απαραίτητα για να δοκιμάσουμε τις παραμέτρους του προβλήματος και να το συνδέσουμε με την ελεύθερη πτώση της Φάσης Β.

Στις επόμενες προσομοιώσεις του Interactive Physics:

Δραστηριότητα #2:

Θέτουμε στις προσομοιώσεις την πραγματική μάζα του Philae και του κομήτη:

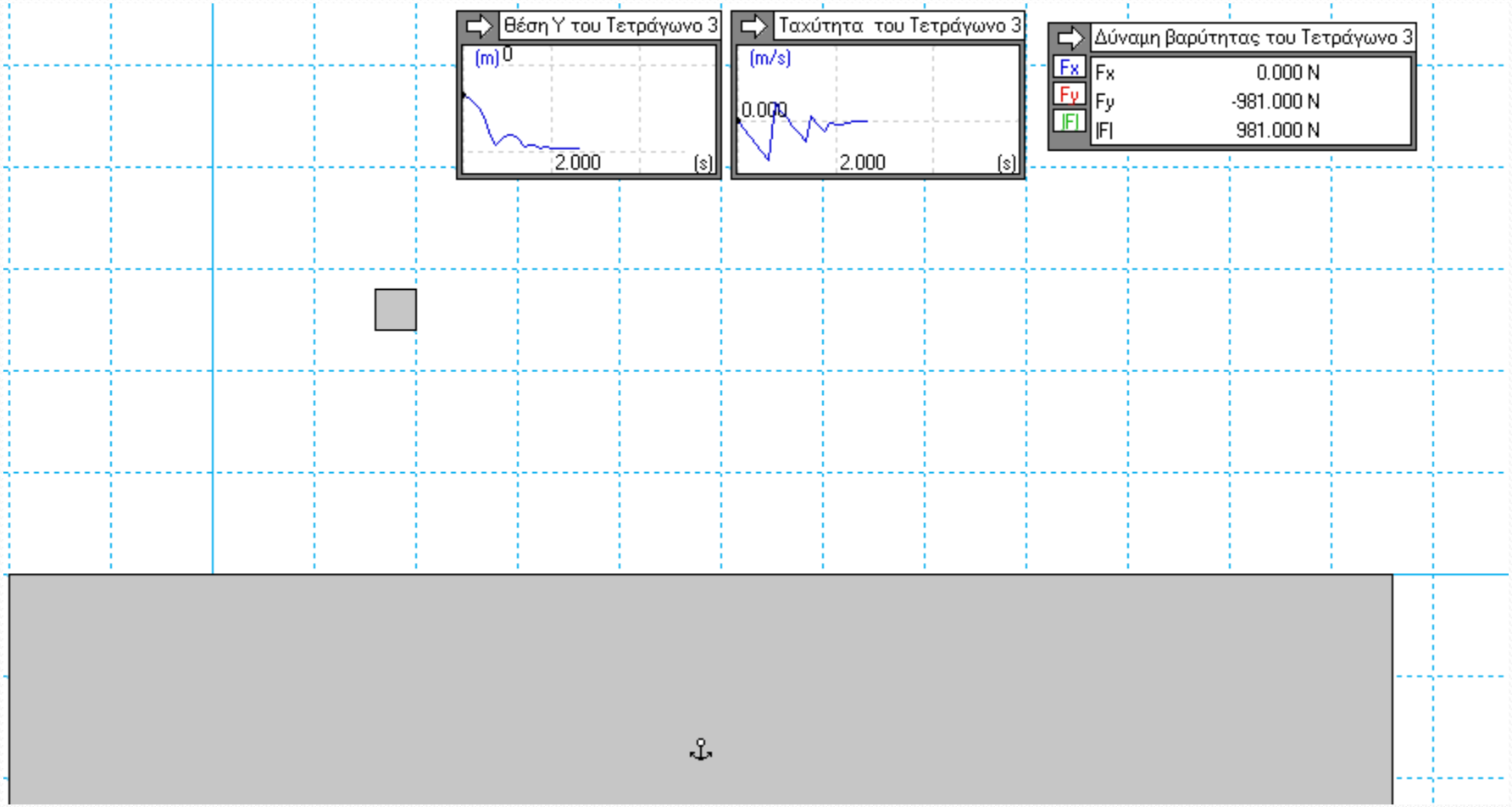
- m_{philae}=100 Kg
- m_{comet}=10^{13} Kg

Για τον κομήτη θεωρούμε ότι :

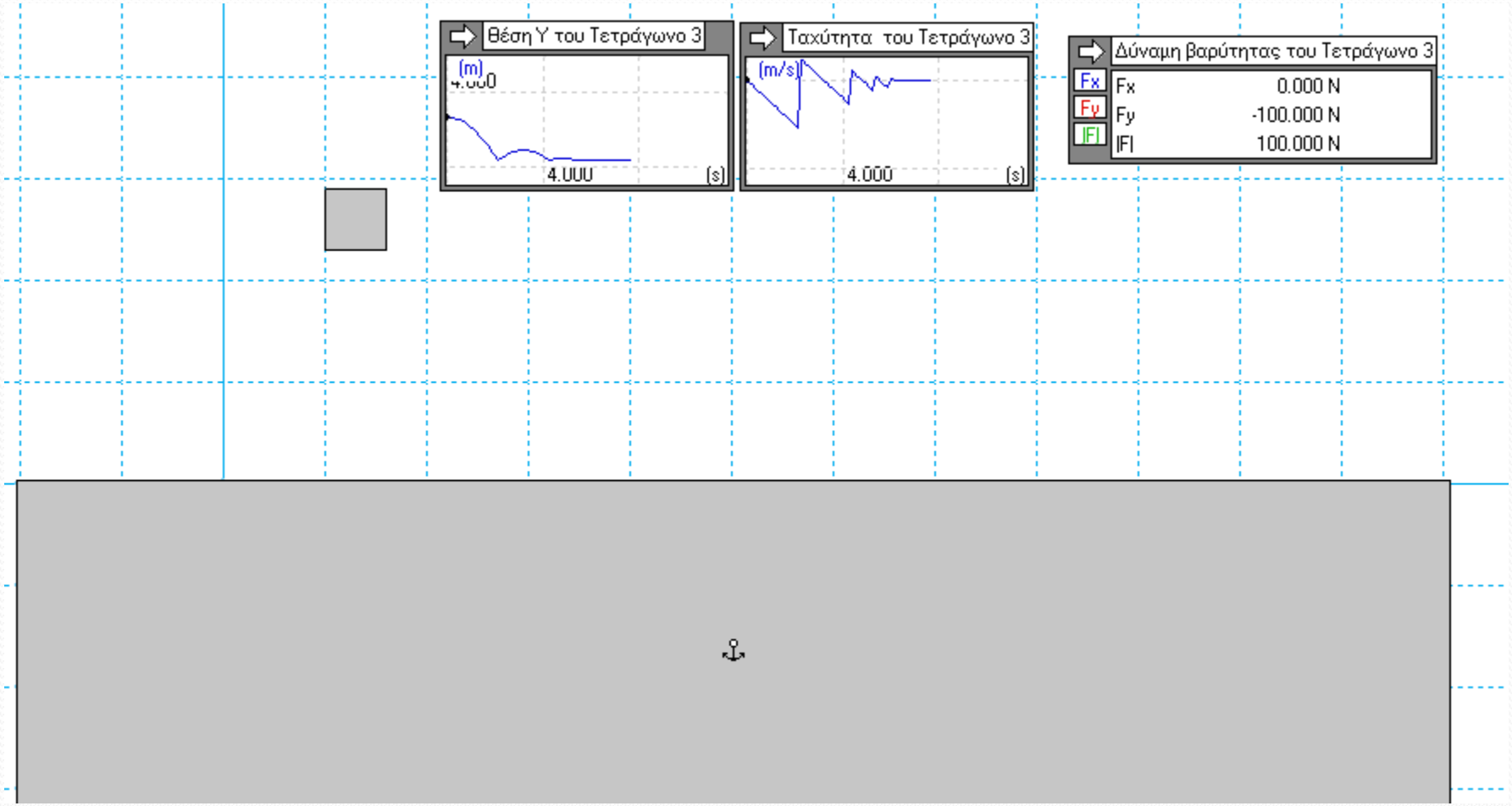
- Δεν περιστρέφεται
- Το βαρυτικό του πεδίο είναι κατακόρυφο
- Το σχήμα του είναι παραλληλόγραμμο.

Στις παρακάτω διαφάνειες στα κουτάκια δείχνουμε τα: y(t), υ_y(t), F(t) (άπό αριστερά προς τα δεξιά) για τον Philae.

Interaction Physics: προσεδαφίση του Philae στον κομήτη: (i) Ελεύθερη πτώση με $g=9,81 m/s^2$

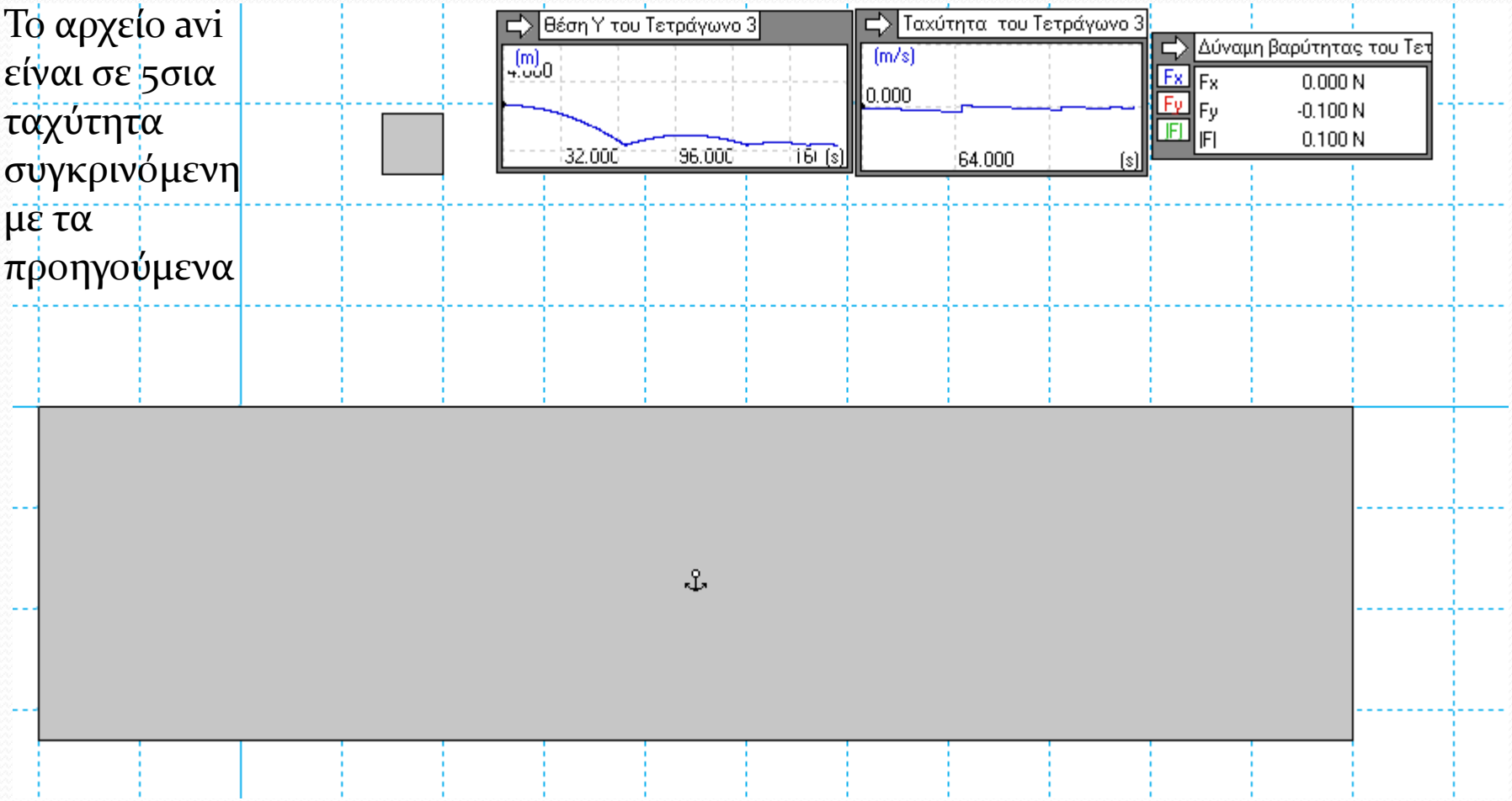


Interaction Physics: Προσεδάφιση του Philae στον κομήτη: (ii) Ελεύθερη πτώση με $g=1m/s^2$



Interaction Physics: Προσεδάφιση του Philae στον κομήτη: (iii) Ελεύθερη πτώση με $g=0.001m/s^2$

Το αρχείο avi είναι σε 5σια ταχύτητα συγκρινόμενη με τα προηγούμενα



Προσομοίωση με τις πραγματικές διαστάσεις, προσομοίωση(iv):

- Πραγματοποιούμε προσομοίωση χρησιμοποιώντας σχήμα σφαίρας για τον κομήτη ακτίνας του 1 Km (πραγματικές διαστάσεις του κομήτη 4,1km x 3,2 km x 1,3 km).
- Στις προηγούμενες προσομοιώσεις ο Philae πέφτει λόγω του ομογενούς βαρυτικού πεδίου. Στην παρακάτω προσομοίωση ενεργοποιούμε την πλανητική αλληλεπίδραση ανάμεσα στον κομήτη και τον Philae. Καθώς η προσομοίωση τρέχει η ολική δύναμη στον Philae υπολογίζεται.

$$F = G\frac{m_{philae}m_{comet}}{r_{ph,com}^2} = gm_{philae} \Leftrightarrow g = \frac{F}{m_{philae}}$$

(iv): στην προσομοίωση F=0.066N άρα g=6,6*10^{-4}m/s^2

Το αρχείο avi .είναι σε 5σια ταχύτητα συγκρινόμενη με τα προηγούμενα

Σύγκριση των g χρησιμοποιώντας τους φυσικούς νόμους και τις προσομοιώσεις IP.

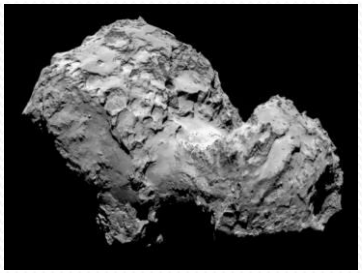
Φυσικοί νόμοι	Interaction Physics
$g \approx 10^{-4} m/s^2$	$g = 6{,}6 \cdot 10^{-4} m/s^2$

Πολύ καλή συμφωνία μεταξύ των δυο διαφορετικών μεθόδων. Επίσης πολύ καλή συμφωνία με την πηγή : http://spacenews.com/42527european-spacecraft-touches-down-on-comet/ (ο Philae ζυγίζει στον 67p 1 g συγκρίνοντας με τη μάζα του Philae στη γη όπου είναι m=100Kg. Αυτό δίνει επιτάχυνση της βαρύτητας στον κομήτη $g=10^{-4}$ m/s²)

Πραγματικότητα έναντι των αποτελεσμάτων μας

- Η βαρύτητα στον κομήτη είναι πολύ μικρή και αλλάζει όπως ο Philae κινείται από τη μια μεριά στην άλλη.
- Το σχήμα του κομήτη είναι ανώμαλο οπότε το βαρυτικό πεδίο δεν είναι ομογενές.
- Ο κομήτης περιστρέφεται το οποίο δεν το λάβαμε υπόψην μας.
- Υποθέσαμε επιβραδυνόμενη κίνηση για τον Philae μετά τις αναπηδήσεις στον κομήτη.

Παρ' όλαυτά στην τελευταία προσομοίωση όπου η βαρύτητα μπαίνει από την βαρυτική αλληλεπίδραση μεταξύ Philae και κομήτη 67P βρίσκουμε επιτάχυνση της βαρύτητας πολύ κοντά στις πραγματικές τιμές!



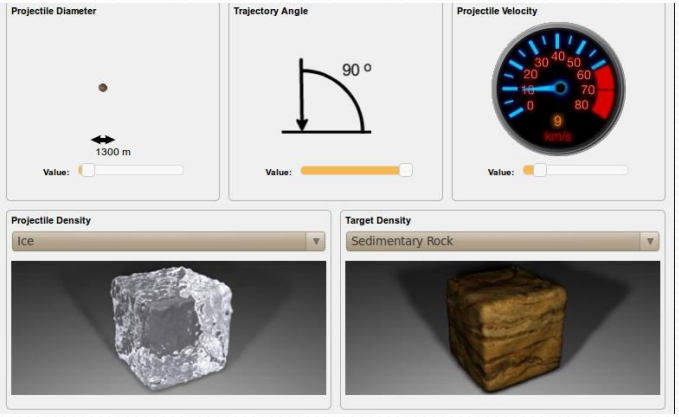
Φάση Δ: Δραστηριότητες για κρατήρες και τροχιές κομητών. Δραστηριότητα #3: Κρατήρες

- #3 Κρατήρες: Τι θα γινόταν αν ο κομήτης 67P έπεφτε στην γη?

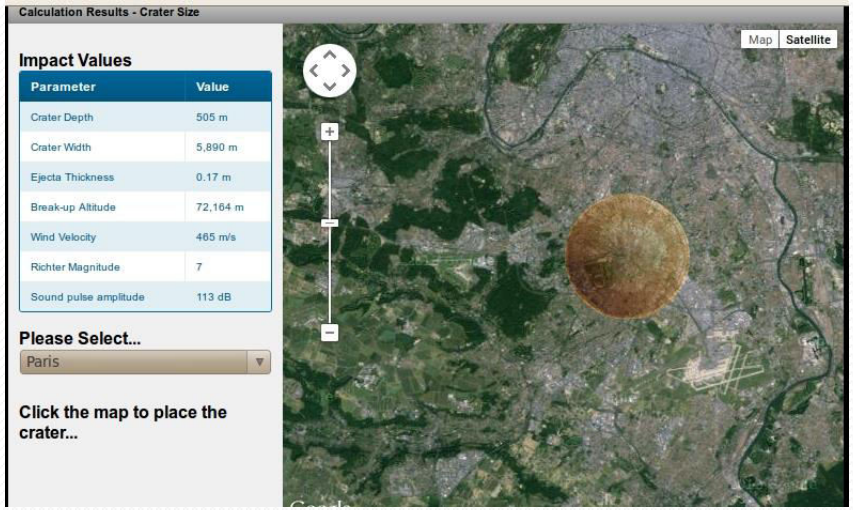
Θα χρησιμοποιήσουμε το λογισμικό του go-lab:

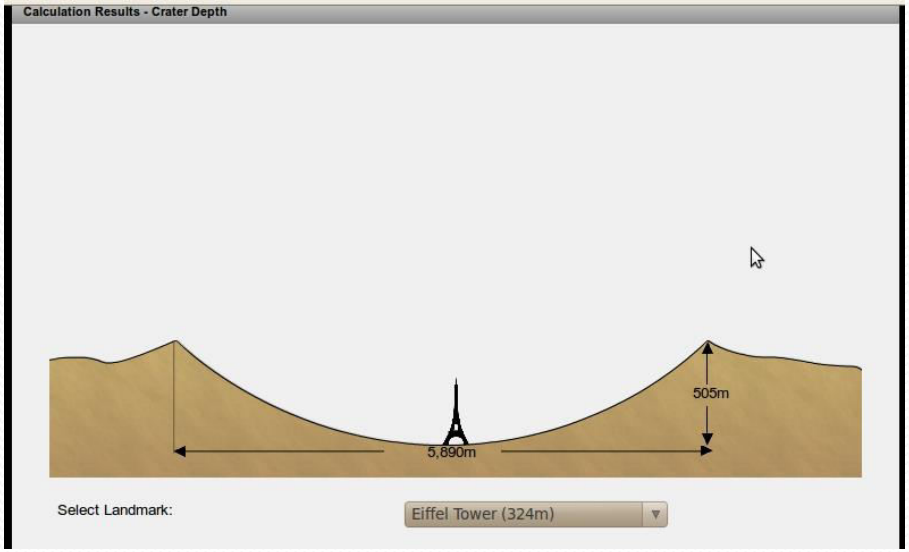
Craters on Earth and Other planets:

http://education.down2earth.eu



Το αποτέλεσμα της πτώσης του κομήτη στο Παρίσι!





Κάποια αριθμητικά αποτελέσματα

Calculation Results - Data View

About Your Projectile

Parameter	Value
Mass	1.15×10^{12} kg
Projectile Velocity	9 km/s
Trajectory Angle	90^{o}
Projectile Density	1,000 kg/m^3
Target Density	2,500 kg/m^3
Fireball Radius	0.00 km

Damage at 32 km from crash site

Multistory wall-bearing buildings will collapse

Wood frame buildings will almost completely collapse

Multistory steel-framed office-type buildings will suffer extreme frame distortion, incipient collapse

Small bridges will collapse

Glass windows will shatter

Cars and trucks will be overturned and displaced, requiring major repairs

Impact Energy

Parameter	Value
Kinetic Energy	4.66×10^{19} J
Impact Energy	4.56×10^{19} J
How frequent?	143,610 yrs

What happens to the impactor?

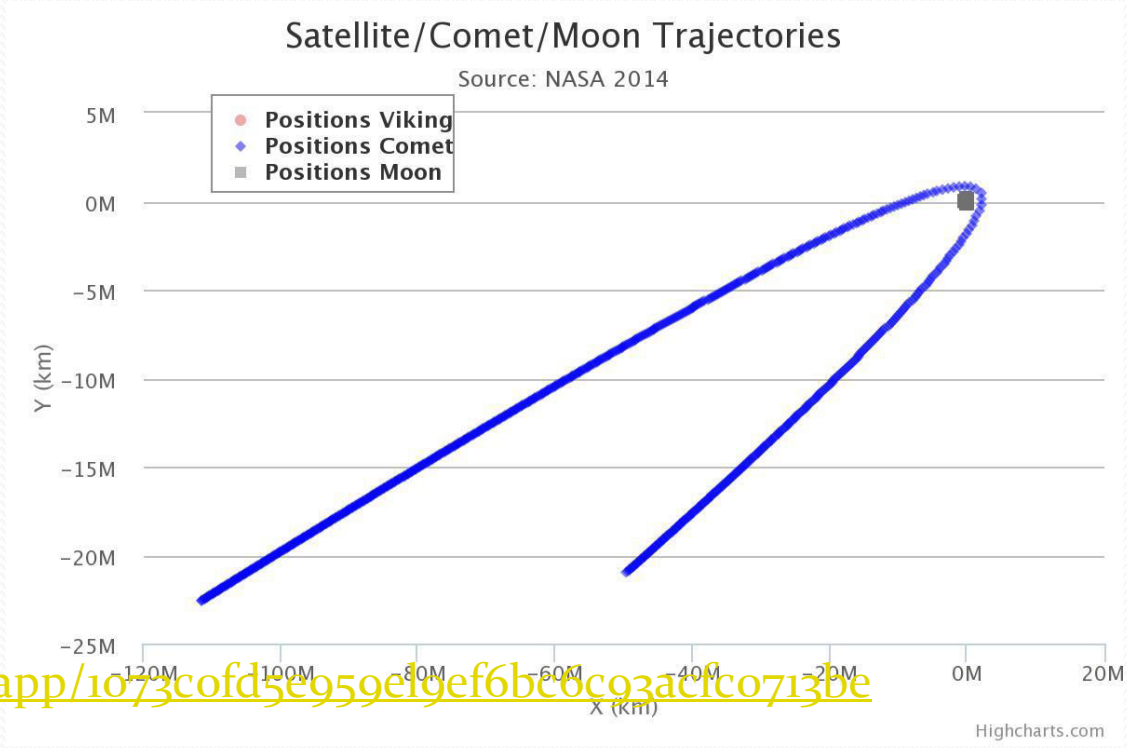
The projectile reaches the ground in a broken condition. The mass of the projectile strikes the surface at a velocity of 8.91 km/s

Is a fireball seen?

Parameter	Value
Not applicable	Not applicable

Δραστηριότητα #4: Η τροχιά των κομητών

Με αυτή τη δραστηριότητα μπορούμε να δούμε την τροχιά ενός κομήτη σε πλανητικά συστήματα. Χρησιμοποιούμε το παρακάτω εργαλείο:



http://graasp.epfl.ch/sharedapp/1073c0fd5e959e19ef6bc6c93acfc0713beb03d8

Φάση Ε: Συζήτηση-συμπεράσματα

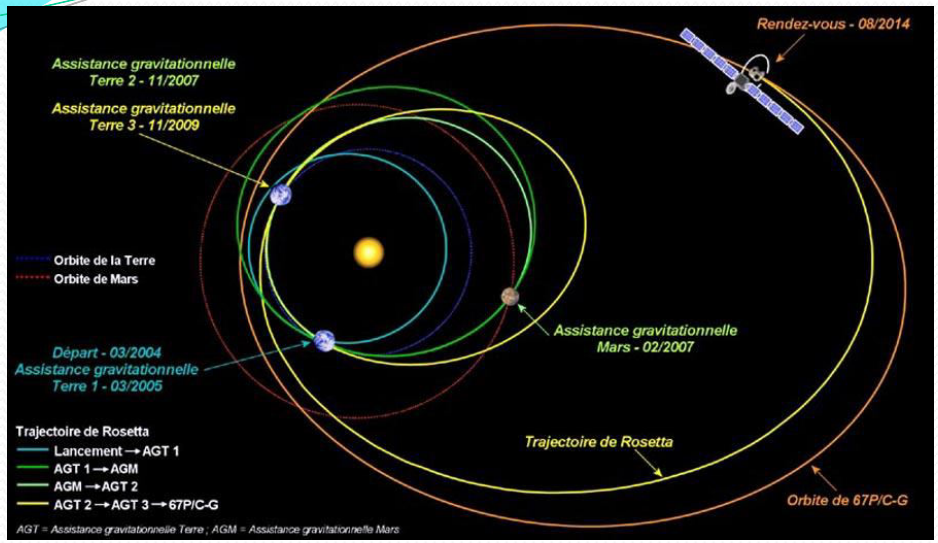
- Συζήτηση για τα τελικά αποτελέσματα.
- Τελική παρουσιάση από τους μαθητές. Μαθαίνουν να κάνουν επιτυχημένες παρουσιάσεις. Οι μαθητές κάνουν πόστερ με τα ευρήματά τους.
- Περίληψη της εργασίας.
- Συμπεράσματα

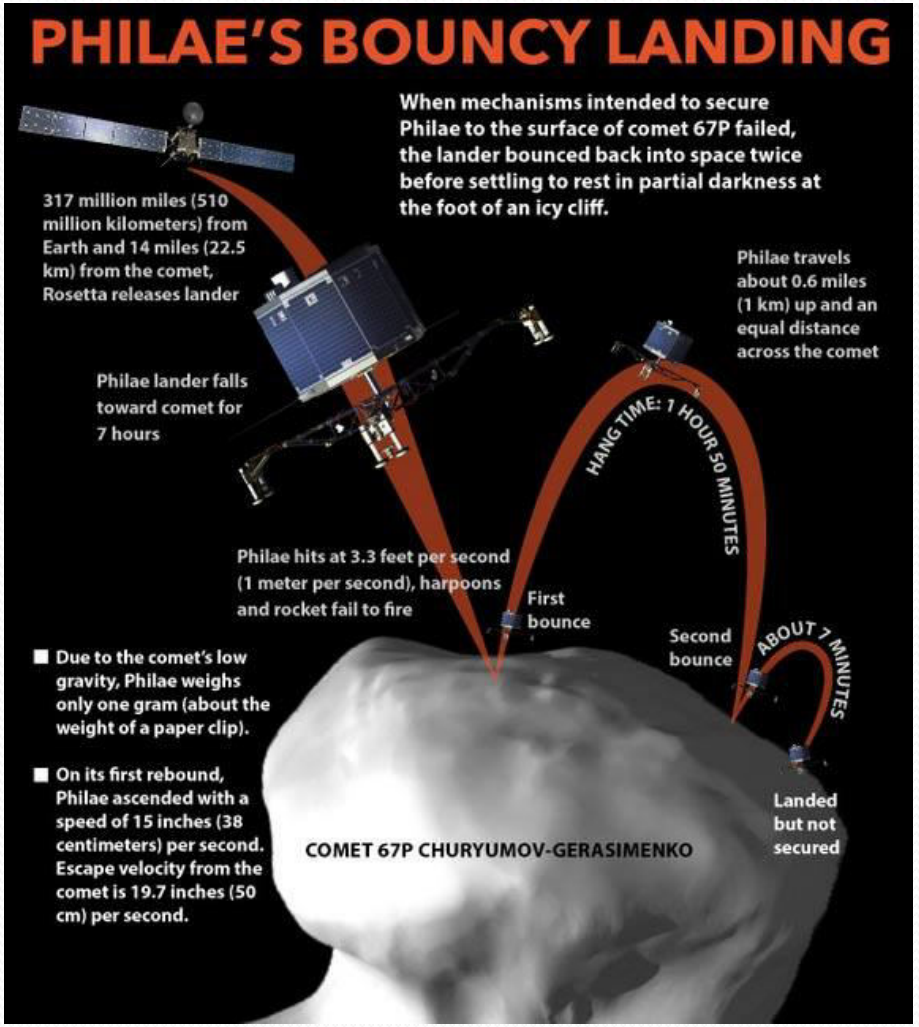
Συμπεράσματα του σεναρίου -1-

- Οι μαθητές μαθαίνουν μέσα από τις διαφορετικές δραστηριότητες τους νόμους του Νεύτωνα.
- Οι μαθητές πληροφορούνται τα πολύ σημαντικά επιτεύγματα της Ευρωπαϊκής ομάδας Διαστήματος. Η αποστολή της Rosetta και η προσεδάφιση τουPhilae στον κομήτη 67P.
- Οι μαθητές βρίσκουν μόνοι τους τις απαραίτητες πληροφορίες από το διαδίκτυο.
- Οι μαθητές ως άλλοι ερευνητές δοκιμάζουν παραμέτρους για να βρουν την επιτάχυνση της βαρύτητας στον κομήτη 67P χρησιμοποιώντας θεωρία και προσομοιώσεις
- Οι μαθητές φτάνουν σε συμπεράσματα μέσα από τις διαφορετικές μεθόδους.
- Οι μαθητές παίζουν και μαθαίνουν από τα διαφορετικά εργαλεία και αποκτούν σφαιρική γνώση για τους κομήτες και το διάστημα.

Συμπεράσματα του σεναρίου -2-

- Χρησιμοποιώντας τη διερευνητική μάθηση οι μαθητές μπορούν να δουλέψουν πάνω σε ένα πρόβλημα και να μάθουν πώς μπορούν να το λύσουν ακολουθώντας απλά αλλά σημαντικά βήματα.
- Η συνεργασία των μαθητών στην τάξη είναι αποτελεσματική και κάνει τους μαθητές να μαθαίνει ο ένας από τον άλλον.
- Η καθηγήτρια εισάγει τους μαθητές σε ένα πρόβλημα το οποίο τους εμπνέει.
- Συζητήσεις με τους μαθητές κατά τη διάρκεια όλων των δραστηριοτήτων οι οποίες τους κάνουν να καταλήγουν από μόνοι τους σε συμπεράσματα.
- Η τελική παρουσίαση δίνει την δυνατότητα στους μαθητές να καταλάβουν αυτά που έμαθαν και να τα κάνουν δικά τους.
- Μέσα από όλα αυτά που αναφέραμε οι μαθητές μαθαίνουν πώς μπορούν να μάθουν από τα διαφορετικά εργαλεία, να έχουν ερωτήσεις να ανακαλύπτουν, να δοκιμάζουν, να επαληθεύουν ή όχι, να έχουν κριτική σκέψη.


Rendez-vous - 08/2014
Assistance gravitationnelle Terre 2 - 11/2007
Assistance gravitationnelle Terre 3 - 11/2009
Orbite de la Terre
Orbite de Mars
Assistance gravitationnelle Mars - 02/2007
Départ - 03/2004
Assistance gravitationnelle Terre 1 - 03/2005
Trajectoire de Rosetta
Lancement → AGT 1
AGT 1 → AGM
AGM → AGT 2
AGT 2 → AGT 3 → 67P/C-G
Trajectoire de Rosetta
Orbite de 67P/C-G
AGT = Assistance gravitationnelle Terre ; AGM = Assistance gravitationnelle Mars


PHILAE'S BOUNCY LANDING
When mechanisms intended to secure Philae to the surface of comet 67P failed, the lander bounced back into space twice before settling to rest in partial darkness at the foot of an icy cliff.
317 million miles (510 million kilometers) from Earth and 14 miles (22.5 km) from the comet, Rosetta releases lander
Philae lander falls toward comet for 7 hours
Philae travels about 0.6 miles (1 km) up and an equal distance across the comet
HANG TIME: 1 HOUR 50 MINUTES
Philae hits at 3.3 feet per second (1 meter per second), harpoons and rocket fail to fire
First bounce
Second bounce
ABOUT 7 MINUTES
Landed but not secured
Due to the comet's low gravity, Philae weighs only one gram (about the weight of a paper clip).
On its first rebound, Philae ascended with a speed of 15 inches (38 centimeters) per second. Escape velocity from the comet is 19.7 inches (50 cm) per second.
COMET 67P CHURYUMOV-GERASIMENKO