

# Εξαφανίζοντας τη βαρύτητα

Μάνος Σπυριδάκης και Παντελής Φραϊδάκης

*Μαθητές του Πειραματικού Γυμνασίου Ηρακλείου*

Νικόλαος Σπανουδάκης, Παναγιώτης Τουμπανιάρης

και Ιωάννης Καραδάμογλου

*Καθηγητές του Πειραματικού Γυμνασίου Ηρακλείου*



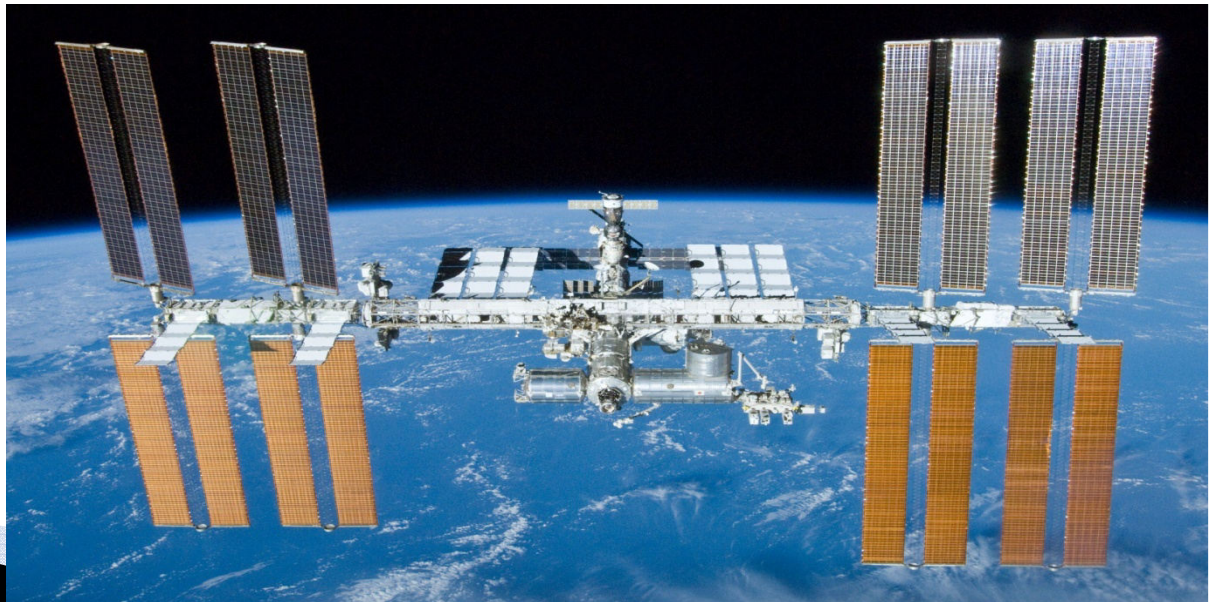
# Στην εποχή μας...

- ▶ Εμφανίζεται μεγάλο ενδιαφέρον για την διαστημική φυσική τόσο από ενήλικες όσο και μαθητές λόγω:
  1. Της μεγάλης απήχησης ταινιών επιστημονικής φαντασία στο ευρύ κοινό.
  2. Της επαφής μαθητών με εκπαιδευτικά προγράμματα. (π.χ. ESA)



# Απουσία βαρύτητας

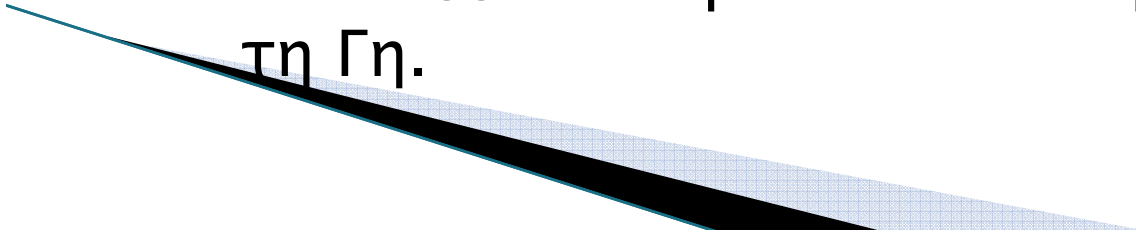
- ▶ Κάποια από τα εκπαιδευτικά πειράματα της ESA έχουν υλοποιηθεί στον ISS (International Space Station)
- ▶ Οι συνθήκες έλλειψης βαρύτητας που εμφανίζονται στον ISS προκαλούν ερωτήματα στους μαθητές όπως: α) Γιατί δεν υπάρχει βαρύτητα στον ISS; β) Γιατί ο ISS δεν πέφτει στην Γη;
- ▶ Η πιο συνηθισμένη εξήγηση που δίνουν οι μαθητές είναι ότι ο ISS βρίσκεται έξω από τα όρια του βαρυτικού πεδίου



# ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ

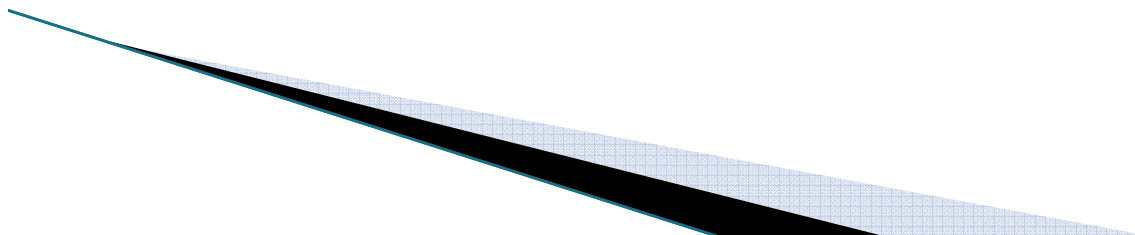
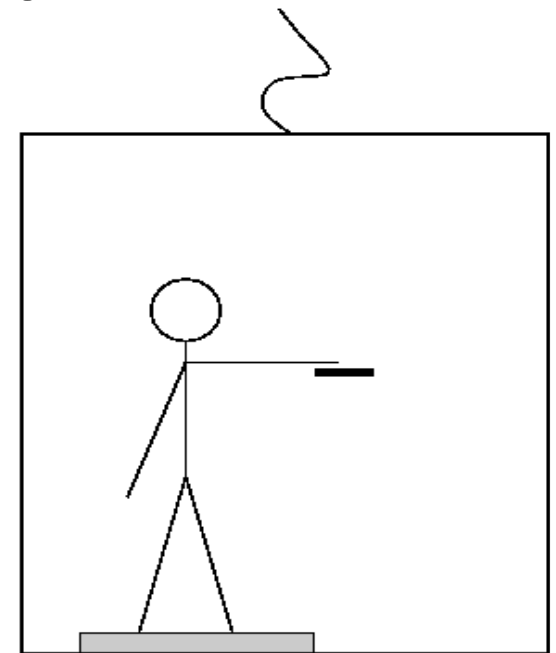
- ▶ Για να επαληθεύσουμε ή να απορρίψουμε την υπόθεση αυτή θα χρησιμοποιήσουμε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης για να συγκρίνουμε το βάρος ενός αστροναύτη στον ISS με το βάρος του στη Γη.

$$B = G \frac{M_{\Gamma} \cdot m}{R^2}$$

- ▶ Οι υπολογισμοί μας δείχνουν ότι το βάρος στον ISS είναι μειωμένο κατά μόλις ~12%!
  - ▶ Συμπέρασμα: Οι συνθήκες έλλειψης βαρύτητας στον ISS δεν οφείλονται στην απόσταση του από τη Γη.
- 

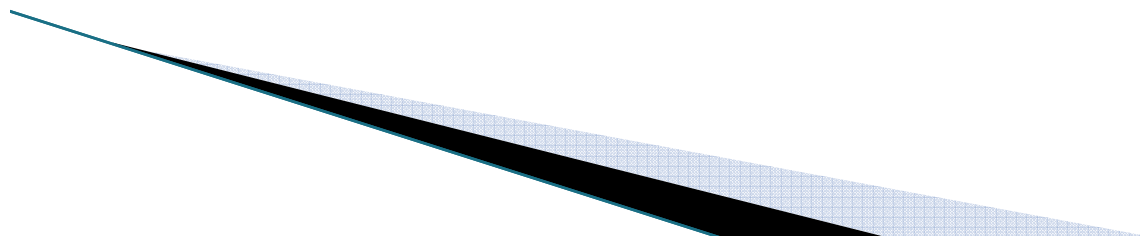
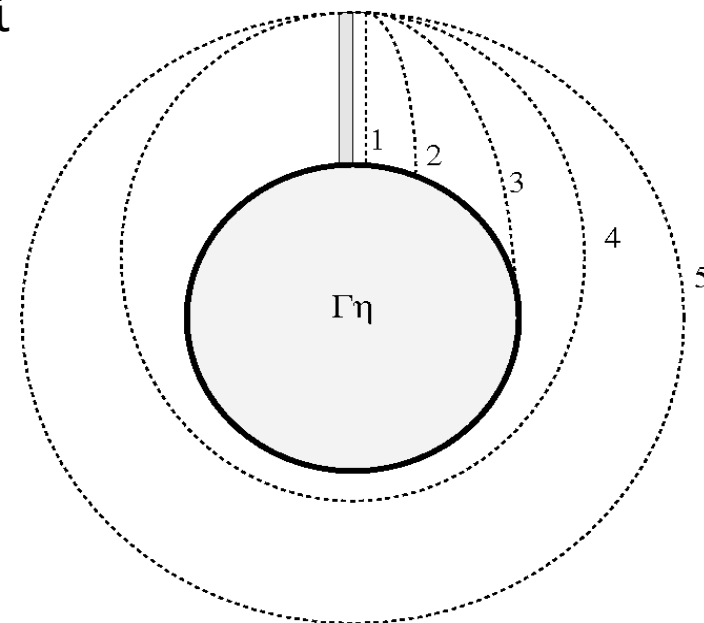
# 1<sup>ο</sup> ΝΟΗΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

- ▶ Ένας άνθρωπος κρατάει έναν μαρκαδόρο μέσα σε ένα ασανσέρ που πέφτει. Και τα τρία σώματα εκτελούν ελεύθερη πτώση με την ίδια επιτάχυνση  $g$ , οπότε ακόμα και όταν ο άνθρωπος αφήσει τον μαρκαδόρο να πέσει, αυτός δεν φτάνει ποτέ στο δάπεδο. Κατά την γνώμη του ανθρώπου η βαρύτητα εξαφανίστηκε!
- ▶ Συμπέρασμα: Ένας παρατηρητής που εκτελεί ελεύθερη πτώση βιώνει συνθήκες έλλειψης βαρύτητας.



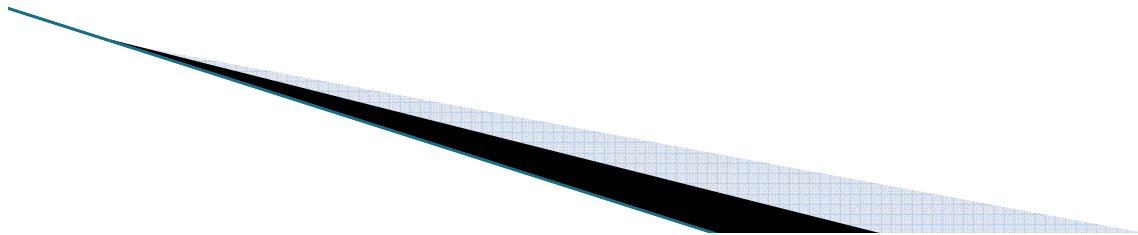
# 2<sup>ο</sup> ΝΟΗΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

- ▶ Αφήνουμε τώρα το ασανσέρ να πέσει από μια ψηλή εξέδρα ύψους 400km.
- ▶ Αυτή τη φορά ασκούμε στο ασανσέρ μία οριζόντια δύναμη τη στιγμή που ξεκινάει την πτώση, οπότε αυτό εκτελεί ελεύθερη πτώση κατά μήκος καμπύλης τροχιάς. Και σε αυτή την περίπτωση εμφανίζονται συνθήκες έλλειψης βαρύτητας
- ▶ Ασκώντας κατάλληλη δύναμη κατά την εκκίνηση, η τροχιά του ασανσέρ μπορεί να γίνει κυκλική όπως αυτή του ISS!
- ▶ **Συμπέρασμα :** Η κίνηση που πραγματοποιεί ο ISS αποτελεί περίπτωση ελεύθερης πτώσης, οπότε και σε αυτόν θα επικρατούν συνθήκες έλλειψης βαρύτητας!



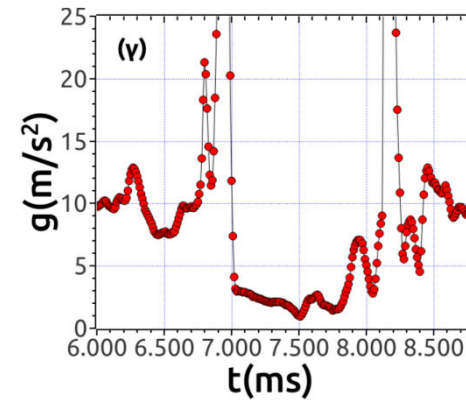
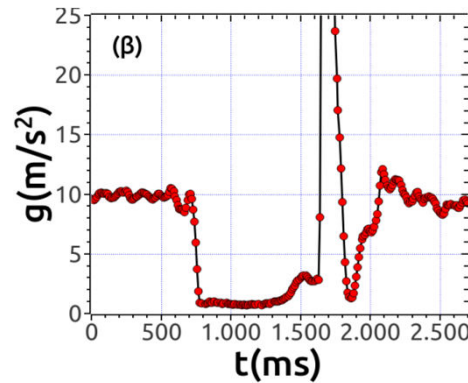
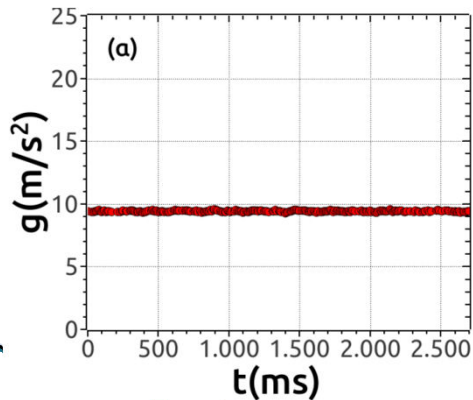
# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

- ▶ Η έλλειψη βαρύτητας στον ISS οφείλεται στο γεγονός ότι αυτός εκτελεί ελεύθερη πτώση.
- ▶ Για να επιβεβαιώσουμε την θεωρητική μας ερμηνεία σχεδιάσαμε και πραγματοποιήσαμε τρία πειράματα.



# 1<sup>ο</sup> ΠΕΙΡΑΜΑ

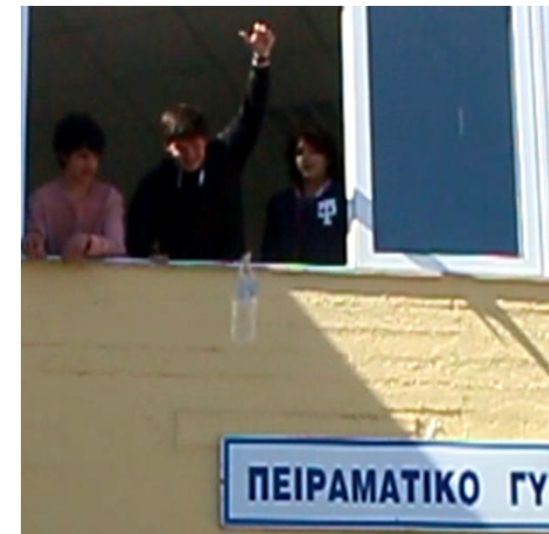
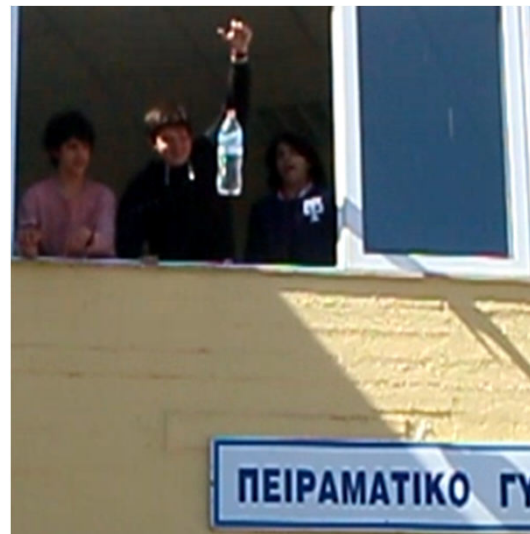
- ▶ Ρίχνουμε ένα smartphone που διαθέτει επιταχυνσιόμετρο, από τον πρώτο όροφο του σχολείου μας.
- ▶ Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με διάφορες αρχικές ταχύτητες του κινητού προς κάθε κατεύθυνση.
- ▶ Σε κάθε περίπτωση, κατά την διάρκεια της πτώσης η επιτάχυνση της βαρύτητας, σχεδόν, μηδενίζεται!
- ▶ Κρατάμε ένα πλαστικό ελατήριο από το ένα άκρο του, οπότε αυτό επιμηκύνεται προς τα κάτω λόγω του βάρους του.





# 2<sup>ο</sup> ΠΕΙΡΑΜΑ

- ▶ Αφήνουμε να πέσει από τον πρώτο όροφο ένα μπουκάλι γεμάτο με νερό που φέρει μια οπή κοντά στη βάση του.
- ▶ Κατά τη διάρκεια της πτώσης το νερό σταματάει να τρέχει, όπως ακριβώς θα συνέβαινε αν δεν υπήρχε βαρύτητα!



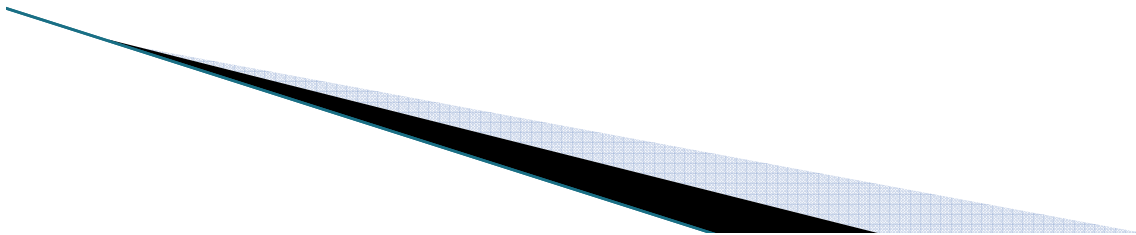
# 3<sup>ο</sup> ΠΕΙΡΑΜΑ

- ▶ Αφήνουμε το ελατήριο να πέσει, οπότε παρατηρούμε ότι το ελατήριο συσπειρώνεται. Ότι ακριβώς θα συνέβαινε και αν εξαφανιζόταν το βάρος του!
- ▶ Κρατάμε ένα πλαστικό ελατήριο από το ένα άκρο του, οπότε αυτό επιμηκύνεται προς τα κάτω λόγω του βάρους του.



# Συμπεράσματα

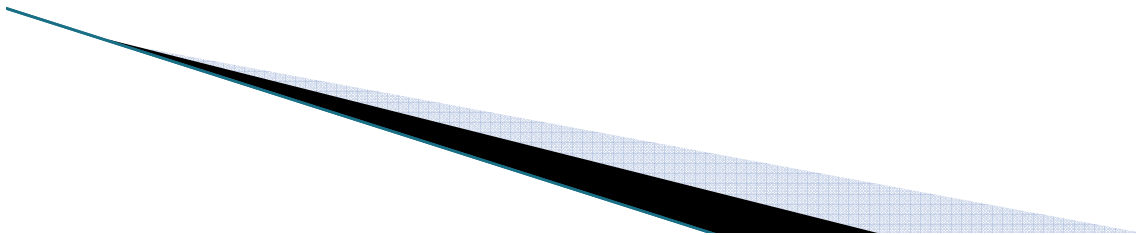
- ▶ Τα πειράματά μας επαλήθευσαν την θεωρητική μας ερμηνεία.
- ▶ Οι μικρές αποκλίσεις οφείλονται κυρίως σε σφάλματα των οργάνων, στην αντίσταση του αέρα και στην περιστροφή των σωμάτων κατά την πτώση τους.
- ▶ Η δημιουργία συνθηκών έλλειψης βαρύτητας είναι εφικτή ακόμα και στην αυλή του σχολείου!



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ▶ Η ταινία *Interstellar* το 2014 κατάφερε να βρεθεί στην 10η θέση σε έσοδα. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Interstellar\\_\(film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Interstellar_(film)))
- ▶ Η ταινία *Gravity* το 2013 κατάφερε να βρεθεί στην 8η θέση σε έσοδα. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Gravity\\_\(film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Gravity_(film)))
- ▶ Τα βίντεο στο κανάλι της ESA στο youtube που αφορούν τους νόμους του Νεύτωνα ([https://www.youtube.com/results?search\\_query=esa+newton%27s+laws](https://www.youtube.com/results?search_query=esa+newton%27s+laws)) έχουν ξεπεράσει τις 650.000 προβολές.
- ▶ Φυσική ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών, Β' τάξη Γενικού Λυκείου (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος, Αθήνα 2015)
- ▶ Μια εκτενής ανάλυση υπάρχει στο wikipedia στο λήμμα *Weightlessness* (<https://en.wikipedia.org/wiki/Weightlessness>), καθώς και στο site της NASA (<https://facilities.grc.nasa.gov/zerog/#>)
- ▶ Το νοητικό αυτό πείραμα προτάθηκε πρώτη φορά στο βιβλίο του Newton, Sir Isaac (1728). *A Treatise of the System of the World*. London: F. Fayram. Retrieved 2 June 2014. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Newton's\\_cannonball](https://en.wikipedia.org/wiki/Newton's_cannonball)) Η εικόνα με τις τροχιές που σχεδίασε ο Newton στο βιβλίο αυτό, συμπεριλήφθηκε και στον χρυσό δίσκο του διαστημοπλοίου Voyager I.
- ▶ Η σχέση των τροχιών 1 έως 5 μπορεί εύκολα να διερευνηθεί χρησιμοποιώντας τον προσομοιωτή του πανεπιστημίου του Colorado (PhET) . ([https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_en.html))
- ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Accelerometer>
- ▶ <http://www.techulator.com/resources/8930-How-does-smart-phone-accelerometer-work.aspx>
- ▶ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lul.accelerometer&hl=en>

ΤΕΛΟΣ



# ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

