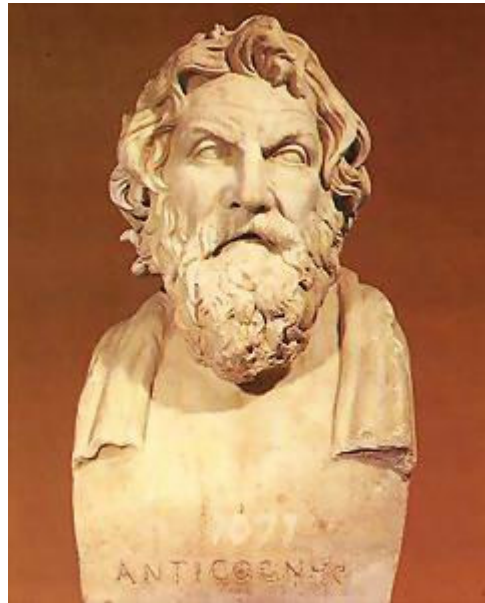


Η εφαρμογή των φυσικών νόμων στα διαστημικά ταξίδια

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ

Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ 04

«*ΑΡΧΗ ΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ
Η ΤΩΝ ΟΝΟΜΑΤΩΝ
ΕΠΙΣΚΕΨΙΣ*»



(444-365 πΧ)

Φυσικοί νόμοι

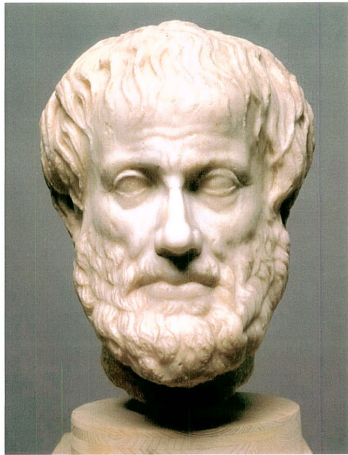
- Προτάσεις που ισχύουν στα φαινόμενα των φυσικών επιστημών, με την βοήθεια των οποίων και ερμηνεύονται.
- Οι εξισώσεις είναι μαθηματική περιγραφή των νόμων

Διάστημα

- Η περιοχή (χώρος) πέραν των 100 Km (62 μίλια) από την επιφάνεια της Γης (γραμμή Kármán (**Kármán line**)),

Εμπειρική διαπίστωση

Ρίχνοντας μια πέτρα προς τα επάνω αυτή μετά από λίγο επιστρέφει. **ΓΙΑΤΙ;**



Portrait des Aristoteles
Römische Kopie nach griechischem Original um 320 v. Chr.
© Wien, Kunsthistorisches Museum

Η πέτρα ως περιέχουσα το στοιχείο «γη» επιστρέφει στην «φυσική της θέση»

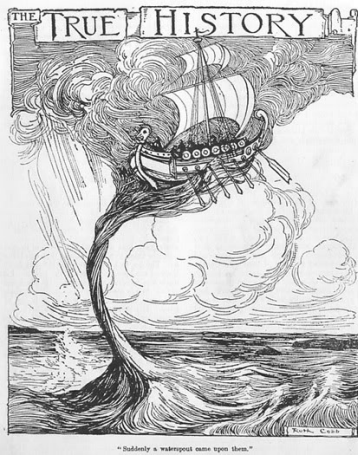


Νόμος Παγκόσμιας Έλξης

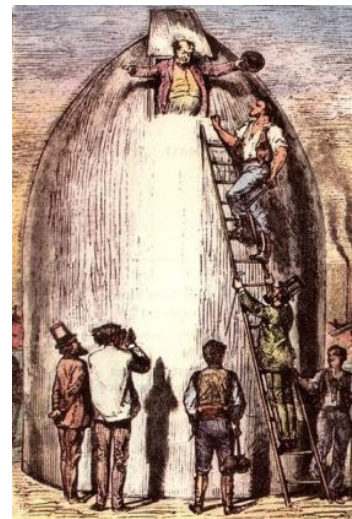
$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

1^ο ΕΡΩΤΗΜΑ

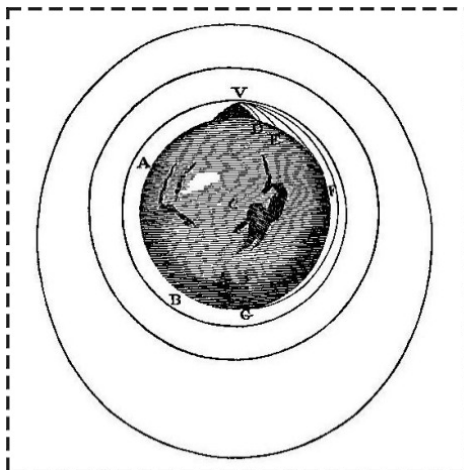
Πως θα ξεφύγω από την ελκτική δύναμη της Γης;
ή **πόση** ενέργεια πρέπει να προσδώσω σ' ένα σώμα
για να βρεθεί εκτός πεδίου βαρύτητας της Γης;



Λουκιανός, από τα
Σαμόσατα 163 μΧ
“Αληθινή ιστορία”



Ιούλιος Βερν “Από τη
Γη στη Σελήνη”



Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας
Για να βρεθεί εκτός πεδίου βαρύτητας της
Γης ένα σώμα πρέπει η κινητική του
ενέργεια να ξεπερνά την δυναμική
ενέργεια του βαρυτικού της πεδίου.

$$U_{\delta\phi} = 11,2 \text{ km/s} = 40.320 \text{ km/h} = 33\text{Mach}$$

Απορία;

Έχει επιστημονική βάση το εγχείρημα του Βέρν;

Η εφαρμογή των φυσικών νόμων μας παρέχει τα παρακάτω αποτελέσματα - δεδομένα

Ελάχιστη $E_{κιν}$ του «θαλαμίσκου» μάζας 1tn: ~ 63 GJ

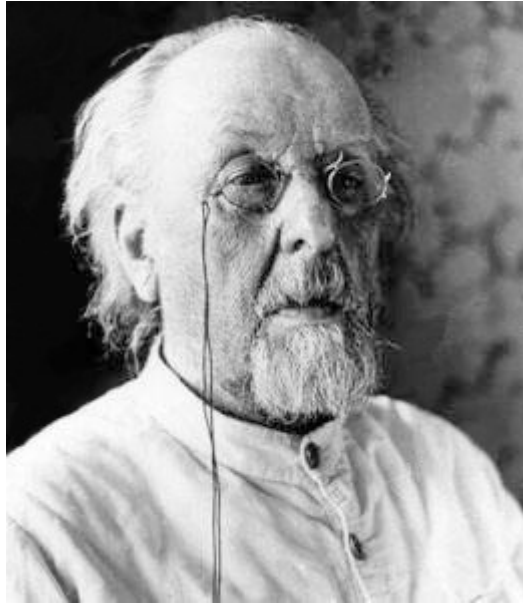
Ελάχιστη γέμιση της «Κολομβιάδας»: ~ 15 tn TNT

ή 21 tn πυρίτιδας

Οι επιβάτες του «θαλαμίσκου» θα ένιωθαν το βάρος τους ~ 1100 φορές μεγαλύτερο (g-force)

Τελικά το πρόβλημα της «δραπέτευσης» από το γήινο πεδίο βαρύτητας είναι πρόβλημα εξεύρεσης και μετατροπής-κατανομής ενέργειας

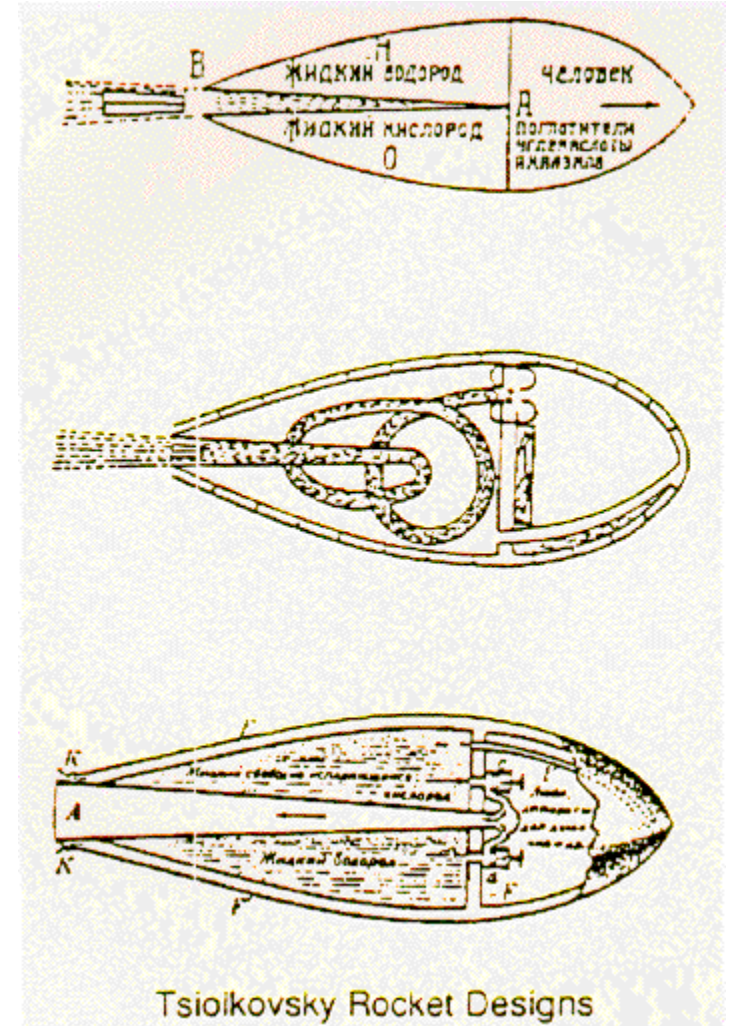
Η Λύση



Κονσταντίν
Εντουάρντοβιτς
Τσιολκόφσκι

1857 - 1935

«Η Γη είναι το
λίκνο της
ανθρωπότητας,
αλλά κανείς δεν
περνάει
όλη του τη ζωή
στο λίκνο»



«Εσείς ανάψατε τη φλόγα. Εμείς δεν θα την αφήσουμε να σβήσει. Θα προσπαθήσουμε να πραγματοποιήσουμε το πιο όμορφο όραμα του ανθρώπου».

2^ο ΕΡΩΤΗΜΑ

Πως κινούνται οι πύραυλοι;



3^{ος} Νόμος του Νεύτωνα
Δράση – Αντίδραση

Αρχή διατήρησης της ορμής

$$m_{\text{αερ}} \times V_{\text{αερ}} = M_{\text{πυρ}} \times V_{\text{πυρ}}$$

Εξίσωση του Τσιολκόφσκι (1903)

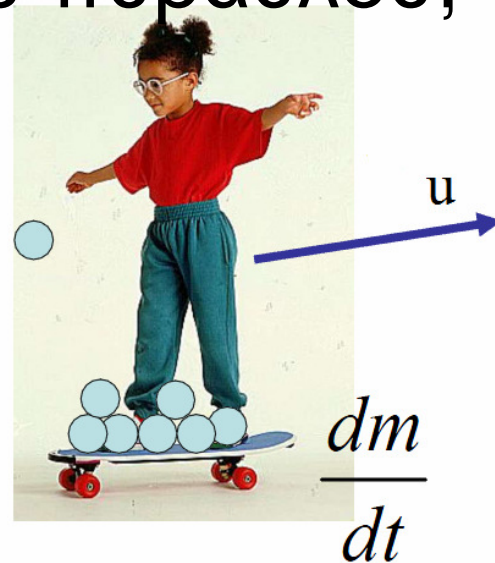
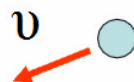
$$v = v \ln \left(\frac{M_0}{M} \right) + v_0,$$



3^ο ΕΡΩΤΗΜΑ (Α)

Πως θα αυξήσω την ταχύτητα (u) του πυραύλου;

$$u = v \ln \left(\frac{M_0}{M} \right) + u_0,$$



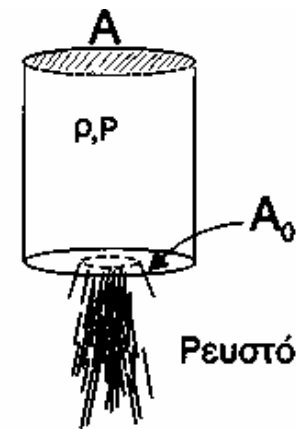
Αύξηση ταχύτητας καυσαερίων. **Πως**;

Νόμος του Bernoulli

$$P + \rho gh + \frac{\rho V^2}{2} = \text{σταθ}$$

$$u = f(\rho, P, A_0)$$

$$F = \rho A_0 u^2$$



Δανιήλ Μπερνούλι
1700-1782

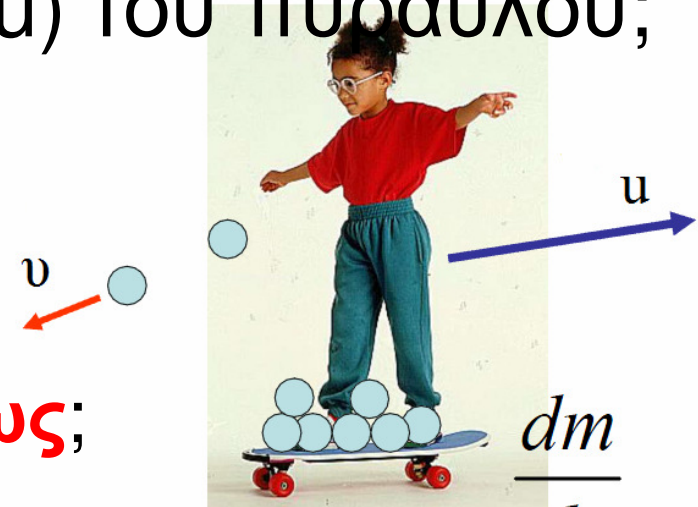
3^ο ΕΡΩΤΗΜΑ (B)

Πως θα αυξήσω την ταχύτητα (u) του πυραύλου;

$$u = v \ln \left(\frac{M_0}{M} \right) + u_0,$$

$$u_0 = U_{\gamma\eta\varsigma} = \omega R_{\gamma\eta\varsigma}$$

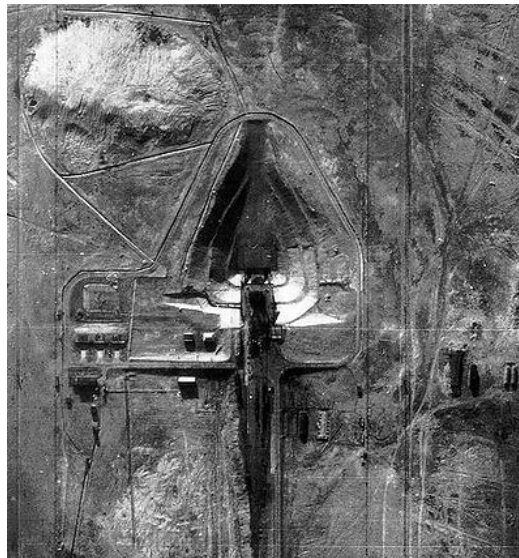
Αύξηση. **Πως**;



Σημείο εκτόξευσης
όπου το R είναι
μεγάλο

Μικρό
γεωγραφικό
πλάτος

Φορά
εκτόξευσης
ανατολική



ΚΟΣΜΟΔΡΟΜΙΟ
ΜΠΑΙΚΟΝΟΥΡ (45°)



ΑΚΡΩΤΗΡΙΟ
ΚΑΝΑΒΕΡΑΛ (28°)

4^ο ΕΡΩΤΗΜΑ

Ποια μορφή ενέργειας θα αξιοποιήσω για την κίνηση (εντός πεδίου βαρύτητας) των πυραύλων;

ΧΥΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (καύση)

ΚΑΥΣΙΜΟ + ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ



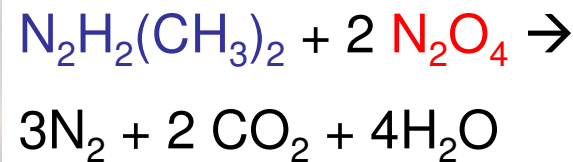
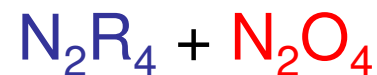
Robert Goddard
18 – 02 - 1928



ΚΡΟΝΟΣ 5
1967



Ariane 5



ΑΠΟΛΛΩΝ
11

5^ο ΕΡΩΤΗΜΑ

Πως κινούνται οι πύραυλοι-διαστημικές συσκευές στο διάστημα;

~~Σε μια κινηματογραφική ταινία, επιστημονικής φαντασίας, το διαστημόπλοιο παθαίνει βλάβη στις μηχανές και ακινητοποιείται.~~



1^{ος} Νόμος του Νεύτωνα
Αδράνεια

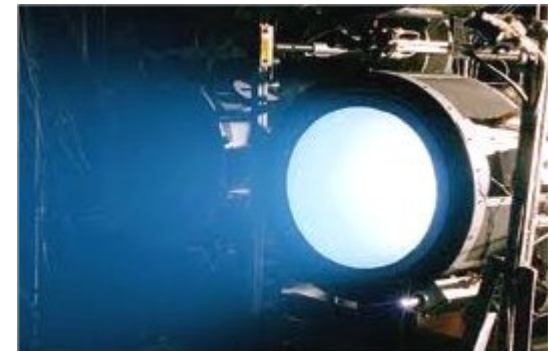
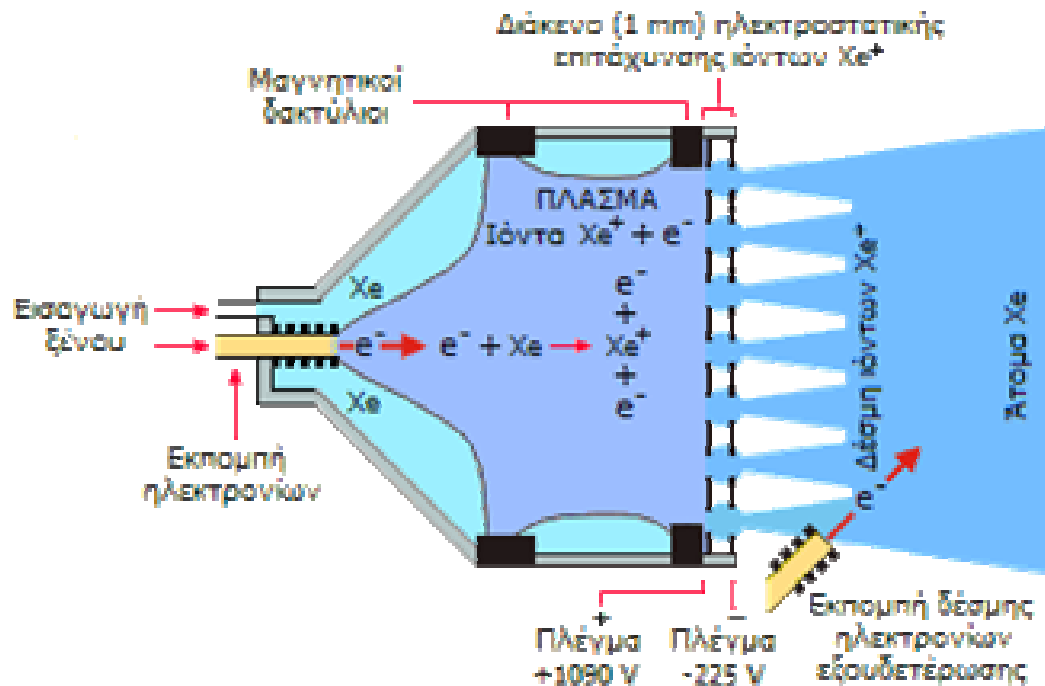
6^ο ΕΡΩΤΗΜΑ

Πως τροποποιούν την πορεία τους οι πύραυλοι-διαστημικές συσκευές στο διάστημα;

ΙΟΝΤΙΚΟΙ ΠΡΟΩΘΗΤΕΣ

Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια

ΔΥΝΑΜΕΙΣ Coulomb – Lorentz. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ Hall



6^ο ΕΡΩΤΗΜΑ

Πως τροποποιούν την πορεία τους οι πύραυλοι-διαστημικές συσκευές στο διάστημα;

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΑΡΥΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

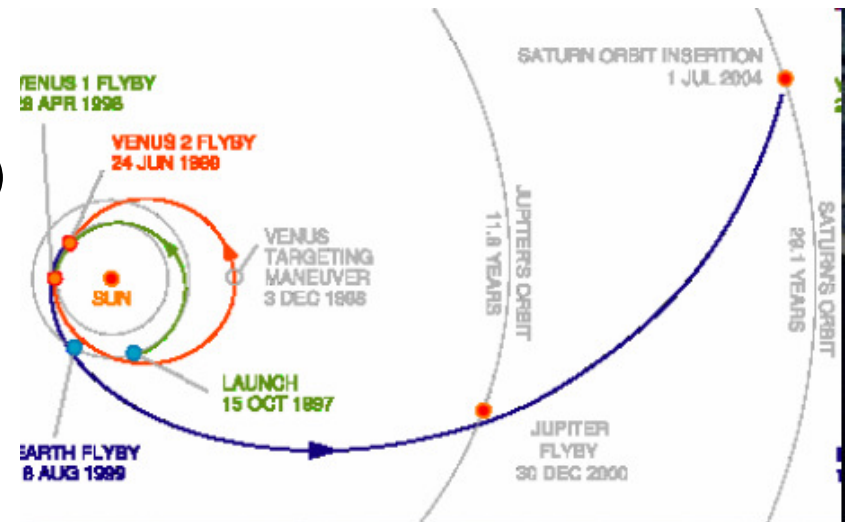


Νόμος Παγκόσμιας Έλξης

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Galileo: → Αφροδίτη (1) → Γη (2) → **ΔΙΑΣ**

Cassini: → Αφροδίτη (2) → Γη (1) → Δίας (1)
→ **ΚΡΟΝΟΣ**



Και μία ... «παράβαση»

ενάντια στον
ανορθολογισμό των
παραεπισημών

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Η ένταση του βαρυτικού πεδίου διαφόρων ουράνιων σωμάτων πάνω στη γη ως κλάσμα της έντασης (g_{Γ}) του γήινου βαρυτικού πεδίου στην επιφάνειά της.

Ήλιος	$6 \times 10^{-3} g_{\Gamma}$ ·	~ χίλιες φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Σελήνη	$3 \times 10^{-6} g_{\Gamma}$ ·	~ εκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Δίας	$3 \times 10^{-8} g_{\Gamma}$ ·	~ εκατό εκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Άρης	$2 \times 10^{-10} g_{\Gamma}$ ·	~ δέκα δισεκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Τυπικό ορατό άστρο	$\sim 10^{-13} g_{\Gamma}$ ·	~ δέκα τρισεκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
ο “διπλανός μου”	$\sim 10^{-9} g_{\Gamma}$ ·	Ο “διπλανός μου” με επηρεάζει βαρυτικά περίπου 10.000 φορές περισσότερο απ’ ό τι τα άστρα που ... καθορίζουν τη μοίρα και χαρακτήρα μου!

$$g_M = G \frac{M}{R^2}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Η ένταση της ΗΜ-κής ακτινοβολίας του ήλιου και άλλων ουράνιων σωμάτων πάνω στη γη.

Ήλιος	$I_H \sim 1 \text{ Kw/m}^2$	
Σελήνη (*)	$\sim 10^{-5} I_H$	· Αμελητέα σε σύγκριση με την ακτινοβολία του ήλιου
Τυπικός πλανήτης	$\sim 10^{-9} I_H$	· Ακόμα πιο ... αμελητέα σε σύγκριση με την ακτινοβολία του ήλιου
Τυπικό άστρο	$\sim 10^{-10} I_H$	· Αμελητέα εις το τετράγωνο (!) σε σύγκριση με την ακτινοβολία του ήλιου
ο “διπλανός μου” (†)	$\sim 10^{-5} I_H$	· Σίγουρα η ακτινοβολία του “διπλανού μου” με επηρεάζει πολύ περισσότερο από την ακτινοβολία των ουράνιων σωμάτων (πλανήτες ή άστρα) που υποτίθεται πως καθορίζουν τη μοίρα και χαρακτήρα μου!

$$(*) \quad I_{\Sigma} \simeq \frac{\pi R_{\Sigma}^2 I_H}{4\pi r_{\Gamma-\Sigma}^2} = \frac{1}{4} I_H \left(\frac{R_{\Sigma}}{r_{\Gamma-\Sigma}}\right)^2 = \frac{1}{4} I_H \times (1/200)^2 \simeq 10^{-5} I_H$$

(†) Θεωρούμενος ως μέλαν σώμα θερμοκρασίας $T=310\text{K}$ του οποίου η ΗΜ/κή ακτινοβολία ανά μονάδα επιφάνειας –δηλαδή η ακτινοβολούμενη ένταση– δίδεται από τον τύπο των Stefan-Boltzman $I=\sigma T^4$ με $\sigma=5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$.

Ηθικόν δίδαγμα

Ας μην αναζητούμε τη «μοίρα» και τον
«χαρακτήρα» μας στα άστρα.

Ας την ψάξουμε καλύτερα στους...
διπλανούς μας!

**Σας ευχαριστώ
για την υπομονή και
προσοχή σας**