

# *Perché gli alieni non possono sbarcare a Lucca?*

Università dell'Età Libera,  
Lucca, 17 Ottobre 2019

Andrea MACCHI  
[andrea.macchi@cnr.it](mailto:andrea.macchi@cnr.it)  
[www.andreamacchi.eu](http://www.andreamacchi.eu)



**CNR-INO**  
ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA  
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



*“Un disco volante non può atterrare a Lucca”*

**Carlo Fruttero & Franco Lucentini (1960)**

# Notte dei ricercatori, 2018



## Perché gli alieni non sono ancora scesi a Navacchio?



Andrea MACCHI



**CNR-INO**

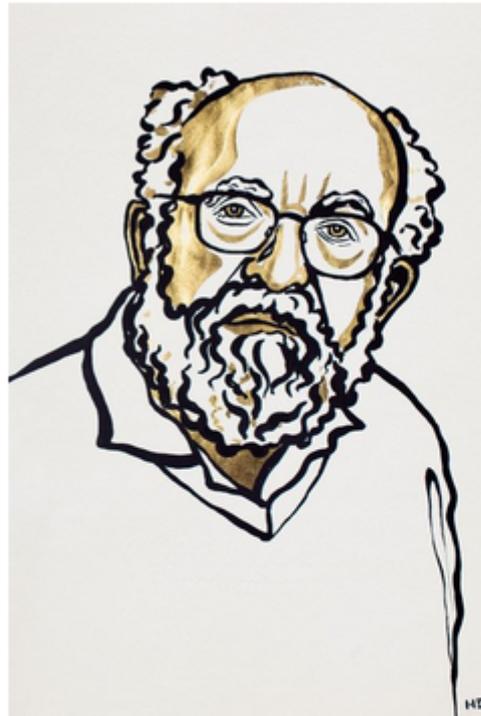
ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA  
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



*“L'ultimo terrestre”, regia di Gipi (2012)*

# Nobel 2019 per la Fisica

*“per la scoperta di un  
esopianeta orbitante  
attorno a una stella  
simile al Sole”  
e “aver contribuito  
alla comprensione  
del posto della Terra  
nel Cosmo”*



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel  
Media.

Michel Mayor

Prize share: 1/4



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel  
Media.

Didier Queloz

Prize share: 1/4

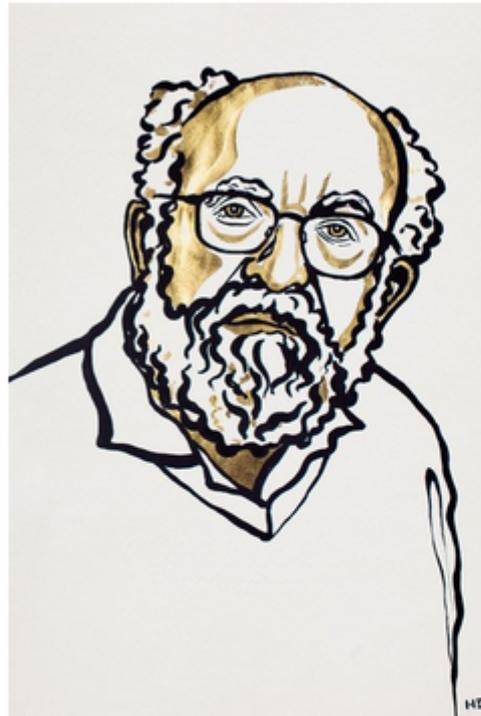
[www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org)

# Nobel 2019 per la Fisica

**David Gross**

(Nobel in Fisica 2014,  
presidente  
dell'American  
Physical Society):

*“la scoperta ... incita  
alla ricerca di  
vita extraterrestre  
nell'Universo”*



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel  
Media.



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel  
Media.

**CORRIERE DELLA SERA**

**[Avenire.it](http://www.avenire.it)**

**la Repubblica**

**LA STAMPA**

**Il Nobel per la Fisica ai  
“cacciatori di mondi alieni”  
Peebles, Mayor e Queloz**

*“Le stelle del cielo  
~~non~~ si posson contare”*

N° stelle per galassia:

$10^8 - 10^{14}$

N° galassie nell'Universo:

$10^{11} - 10^{12}$

N° stelle nell'Universo:

$10^{19} \sim 10^{26}$

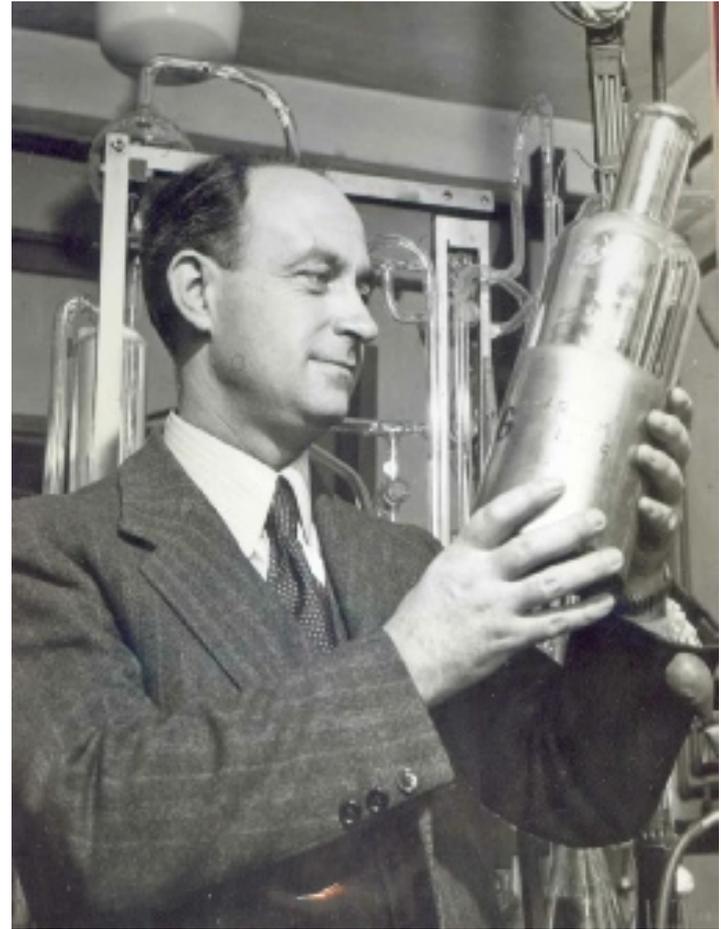
Sono possibili tra 10 e 10 milioni di  
**miliardi di miliardi** di sistemi planetari  
(e di possibilità per la vita?)



## Paradosso di Fermi

*“Se l'Universo pullula di alieni, dove sono tutti quanti?”*

Enrico Fermi (1950)



# Mettersi in viaggio?

## Alpha Centauri

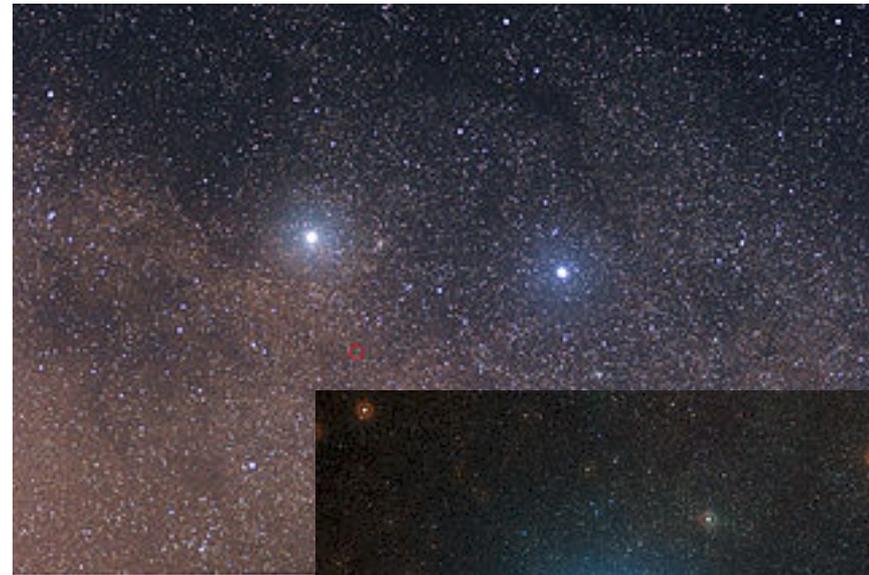
4,37 anni/luce dalla Terra

tempo di volo alla  
velocità dell'Apollo 11  
(sbarco sulla Luna)

= 1.5 milioni di anni

Necessario raggiungere  
velocità prossime a  
quella della luce

$c=300000 \text{ km/s}$





*“cerca di inventare la tua leggerezza e volerai”* (G. Gaber)

*“il faut etre léger comme l'oiseau, et non comme la plume”*

(P. Valéry)

**Johannes Kepler:** intuizione di un “vento” Solare dalla coda delle comete sempre opposta al Sole

*“Trovate navi e vele adatte ai venti celesti, e qualche intrepido sfiderà quel vuoto ...”*

**Dissertatio cum Nuncio Sidereo,**  
conversazione con Galileo (1610)



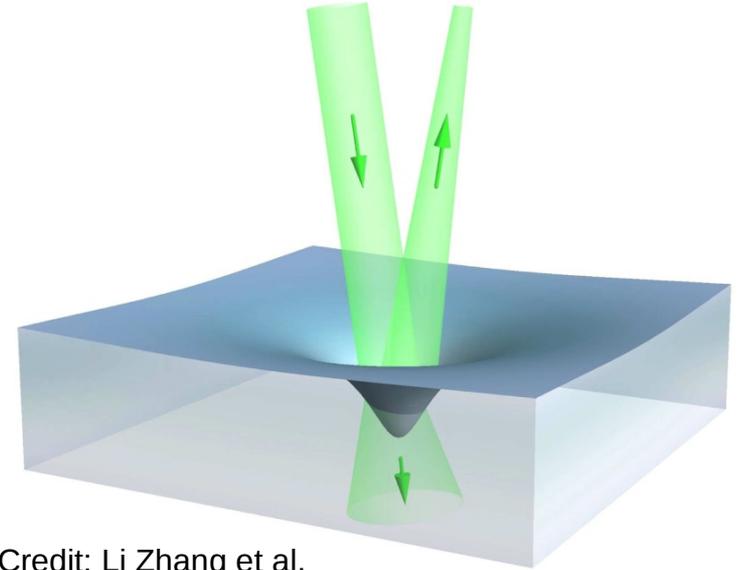
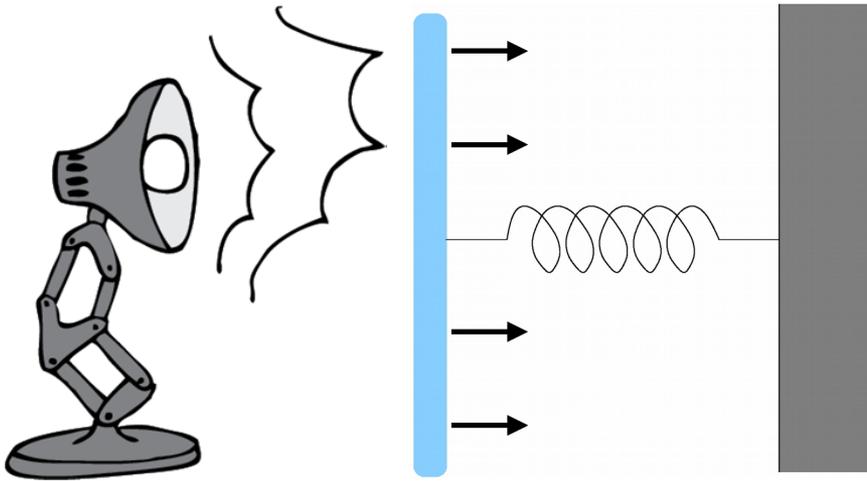
*“... un giorno avremo velocità molto più grandi ... delle quali probabilmente la luce o l'elettricità saranno gli agenti meccanici ... e viaggeremo verso la Luna, i pianeti, e le stelle”*

**Jules Verne, Dalla Terra alla Luna (1865)**



(credit: NASA)

# La pressione della Luce



Credit: Li Zhang et al,  
New Journal of Physics 17 (2015) 53035

$$P = 2I / c$$

$I$  : flusso di energia luminosa

$c$  : velocità della luce

Predizione teorica:

**James Clerk Maxwell**, 1874; **Adolfo Bartoli**, 1876

Osservazione sperimentale: **Piotr N. Lebedev**, 1899



<http://www.weatherclipart.net>

focalizzando la luce  
con specchi o lenti  
si può incrementare  
 $\approx I \times 1000$   
(la pressione rimane  
debole ...)

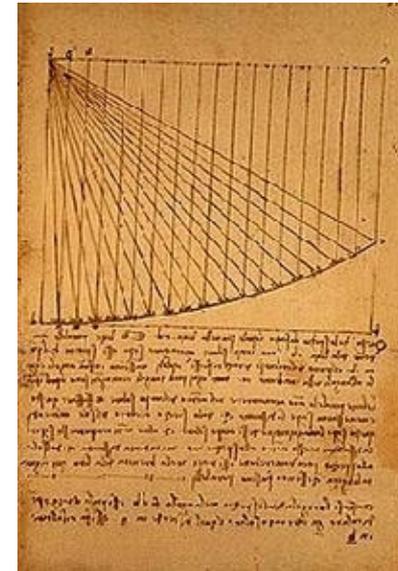
intensità della radiazione  
solare sulla Terra

$$I \approx 1.4 \text{ kWatt/m}^2$$

$$\rightarrow I/c \approx 10^{-5} \text{ N/m}^2$$
$$\approx 10^{-10} \text{ atmosfere}$$



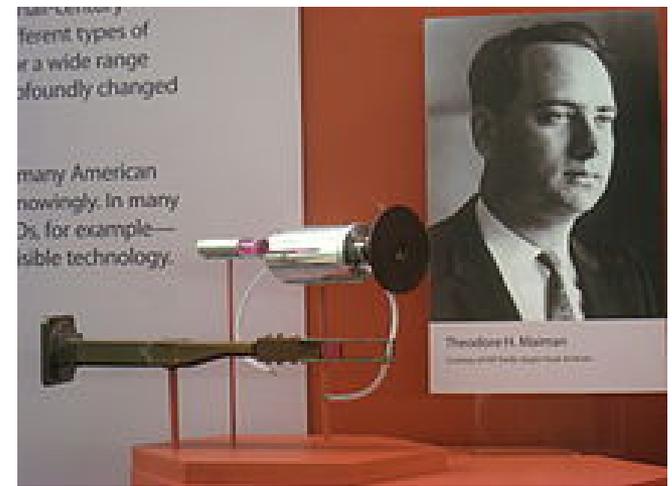
Specchi ustori di Archimede.  
Giulio Parigi, ca. 1600. Museo d. Uffizi,  
Stanzino delle Matematiche, Firenze



Leonardo da Vinci,  
Codex Arundel  
(1480-1518),  
British Library, London.

"... [questo *laser*] è una soluzione in cerca di un problema"

I. d'Haenens a T. H. Maiman (1960)



**LASER**: luce artificiale coerente, monocromatica, direzionale, amplificabile, “concentrabile” nello spazio e nel tempo

Record attuale di intensità (e pressione corrispondente)

$$I \approx 10^{27} \text{ Watt/m}^2 \rightarrow I/c \approx 3 \times 10^{13} \text{ atmosfere}$$

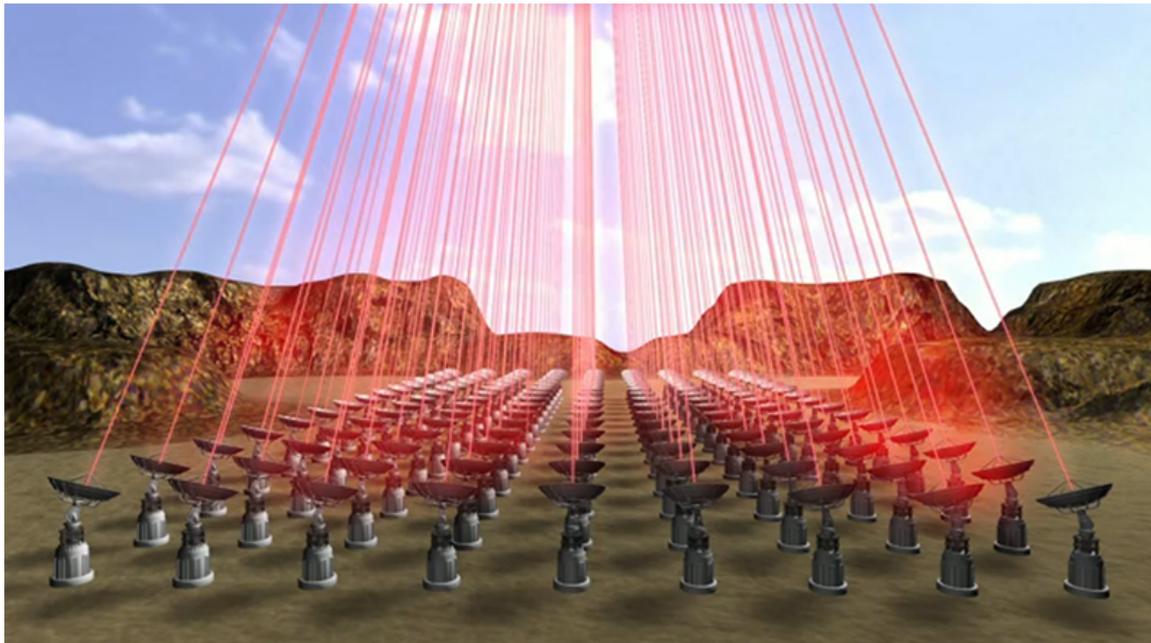
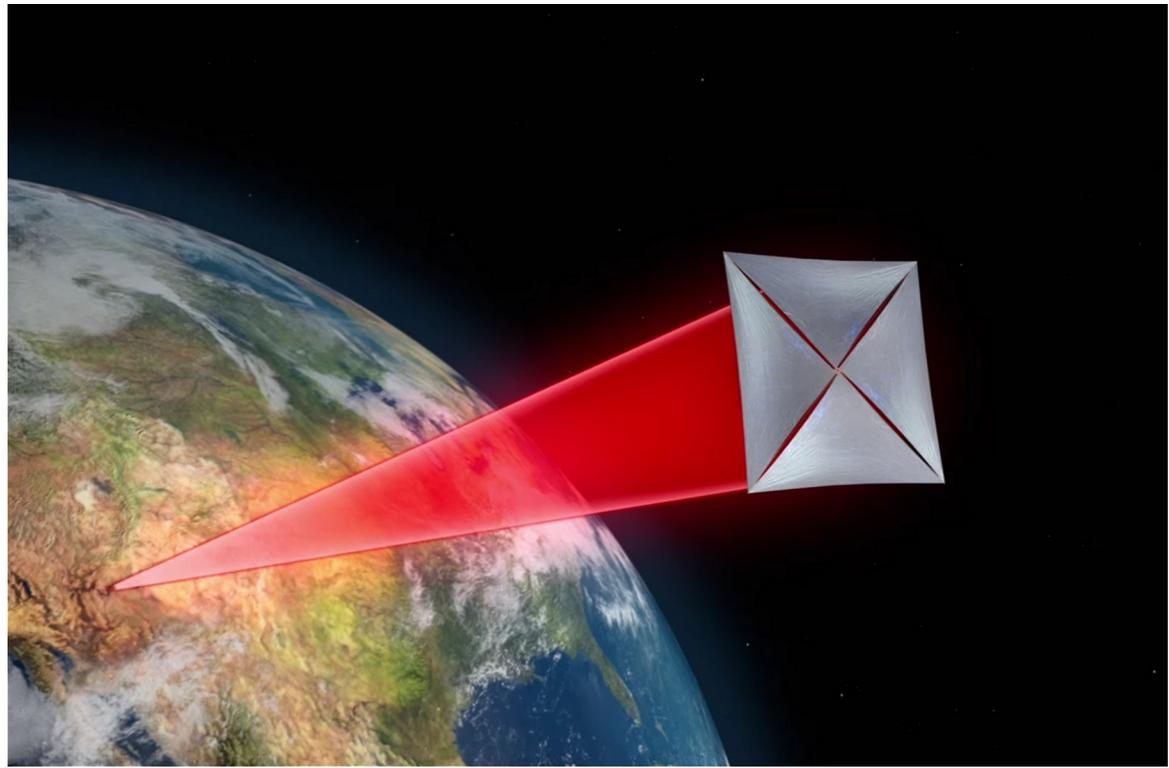
La pressione della luce è la pressione più grande che si possa creare in un laboratorio sulla Terra!

idea di

R. L. Forward (1964),

G. Marx (1966):

propulsione con laser  
terrestre di “vele” per  
viaggi spaziali



G. Marx,  
*Nature* **211**  
(1966) 22;

R. L. Forward,  
*J. Spacecraft*  
**21** (1984) 187

# Breakthrough Starshot (2016)

vele-sonda su  $\alpha$ -Centauri in 20 anni ?



Yuri Milner   Freeman Dyson  
Stephen Hawking

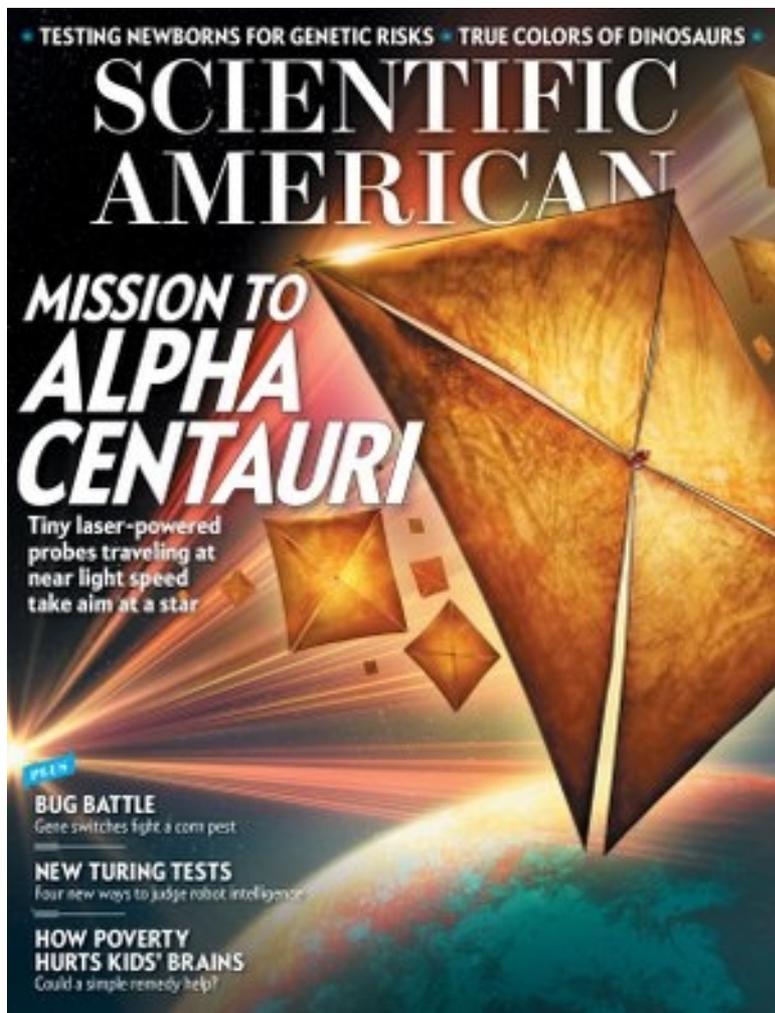


Mark Zuckerberg

[breakthroughinitiatives.org](http://breakthroughinitiatives.org)

# Breakthrough Starshot (2016)

vele-sonda su  $\alpha$ -Centauri in 20 anni ?



Yuri Milner Freeman Dyson  
Stephen Hawking



Mark Zuckerberg

[breakthroughinitiatives.org](http://breakthroughinitiatives.org)

# Breakthrough Starshot (2016)

vela-sonda (**Light Sail**):

area (4m)X(4m)

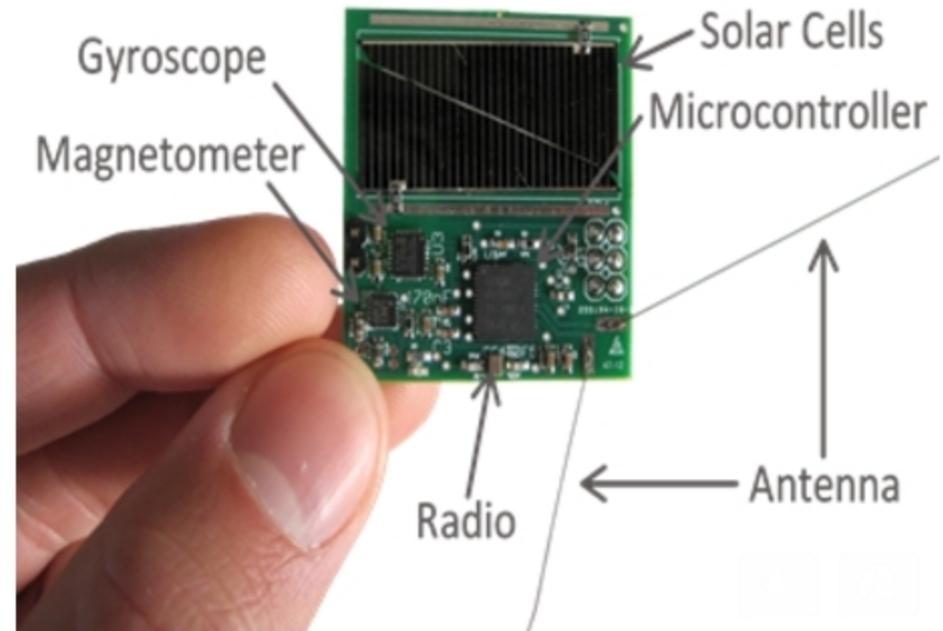
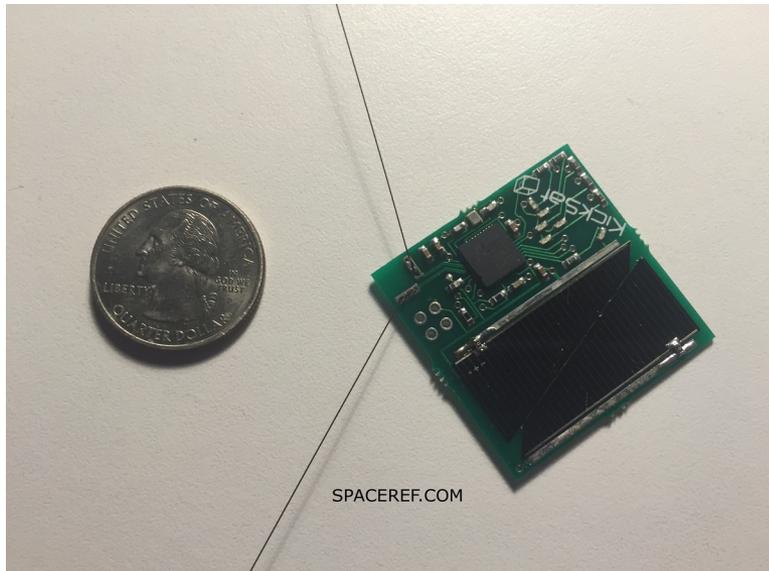
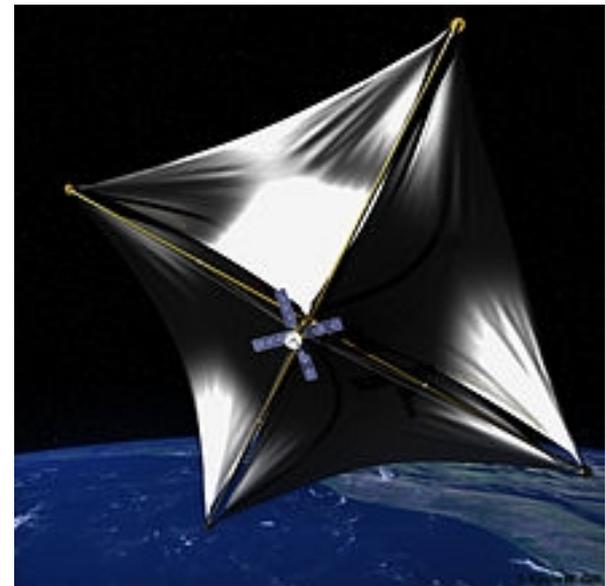
peso ~ 1g

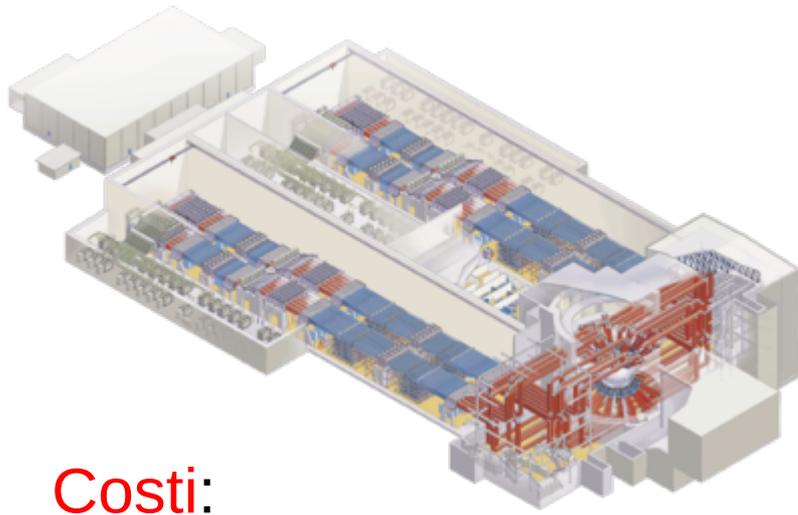
materiale: Grafene (C)

strumentazione minaturizzata

(**StarChip**)

costo: ~ un iPhone





National Ignition Facility (USA)  
 $\approx 10^6$  Joule in  $\approx 10^{-9}$  secondi  
(un impulso al giorno)  
[lasers.llnl.gov](http://lasers.llnl.gov)

### Costi:

~1 miliardo \$ (costruzione)

~1 milione \$/impulso

set cinematografico per

[Star Trek](#) (2012)



Laser per Breakthrough Starshot:  $\approx 10^{13}$  Joule in  $\approx 10^2$  secondi  
( $> 1$  milione di volte la scala di NIF)

Stima (ottimistica) costo costruzione:  $\sim 100$  miliardi \$  
(circa costo intero programma Apollo in dollari attuali)

H. Milchberg, "Challenges abound for propelling interstellar probes",  
*Physics Today* (April 26, 2016)

# Nel nostro piccolo: vela laser come acceleratore “da tavolo”

Miniaturizzazione in laboratorio:

Impulso laser: energia  $\approx 10$  J  
durata  $\approx 10$  femtosecondi  $= 10^{-14}$  sec

Vela: pellicola ultrasottile  
( $\approx 10$  nanometri  $= 10^{-8}$  m)

→ possibile accelerare a  $V = 0.3c$   
 $\approx 10^{-14}$  g di materia ( $\approx 10^{14}$  protoni)  
ad alta ripetizione ( $> 10$  impulsi/sec)  
su una lunghezza di  $\approx 100$  micron  $= 0.1$  mm



LHC al CERN (Ginevra):  
27 km di circonferenza...

# Nel nostro piccolo: vela laser come acceleratore “da tavolo”

Sistema laser,  
laboratorio ILIL,  
CNR/INO, Pisa:  
qualcosa come  
NIF ... in scala  
1:(1 milione)

Basato sulla  
tecnica di

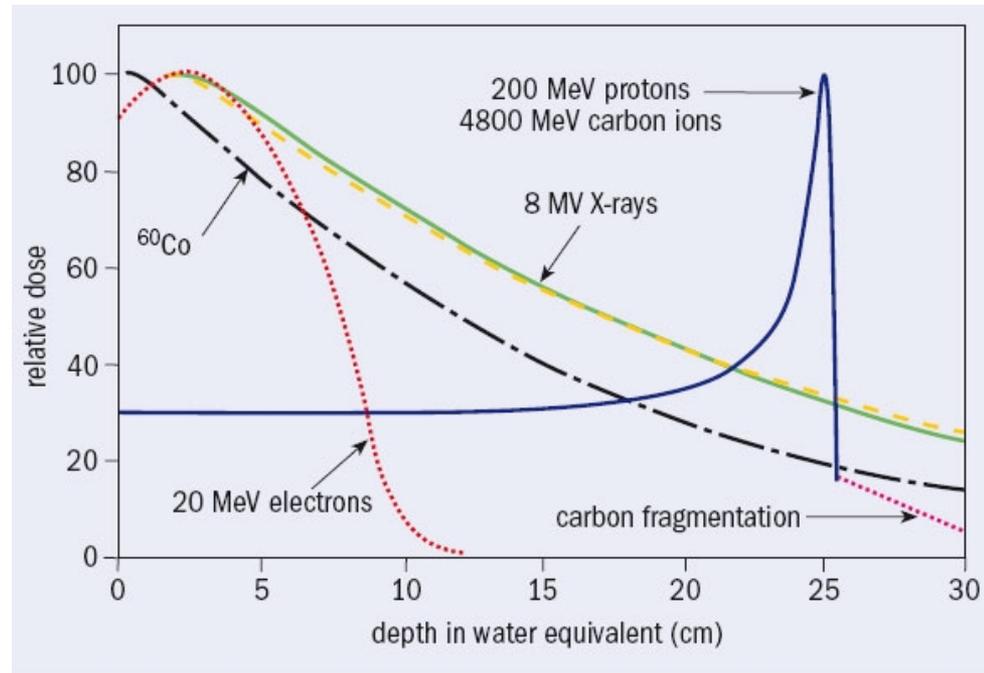
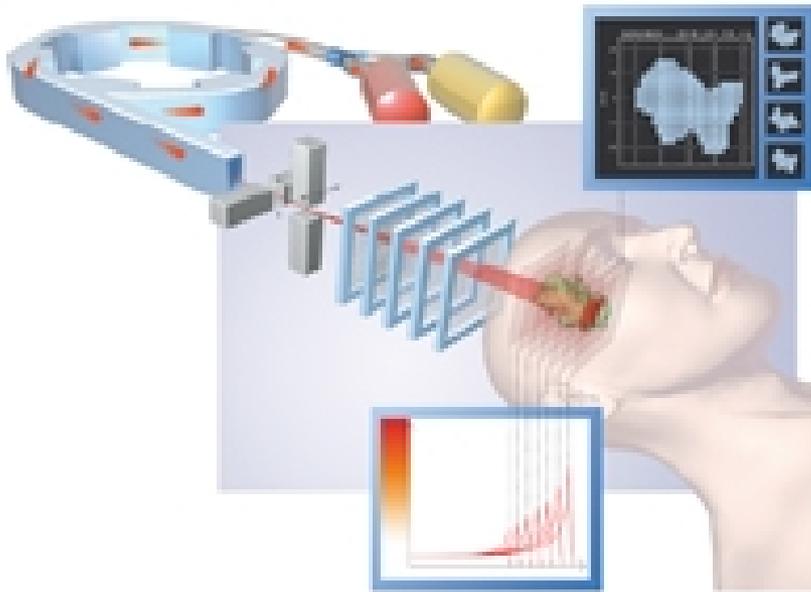
“Chirped Pulse  
Amplification”  
Premio Nobel 2018  
(Donna Strickland  
& Gerard Mourou)



*Si può fare?!?*

# Perché un microacceleratore laser?

Un fascio di **ioni** (protoni, ioni Carbonio, ...) deposita la propria energia nella materia in una regione estremamente più localizzata di raggi **X**,  $\gamma$  o **elettroni**



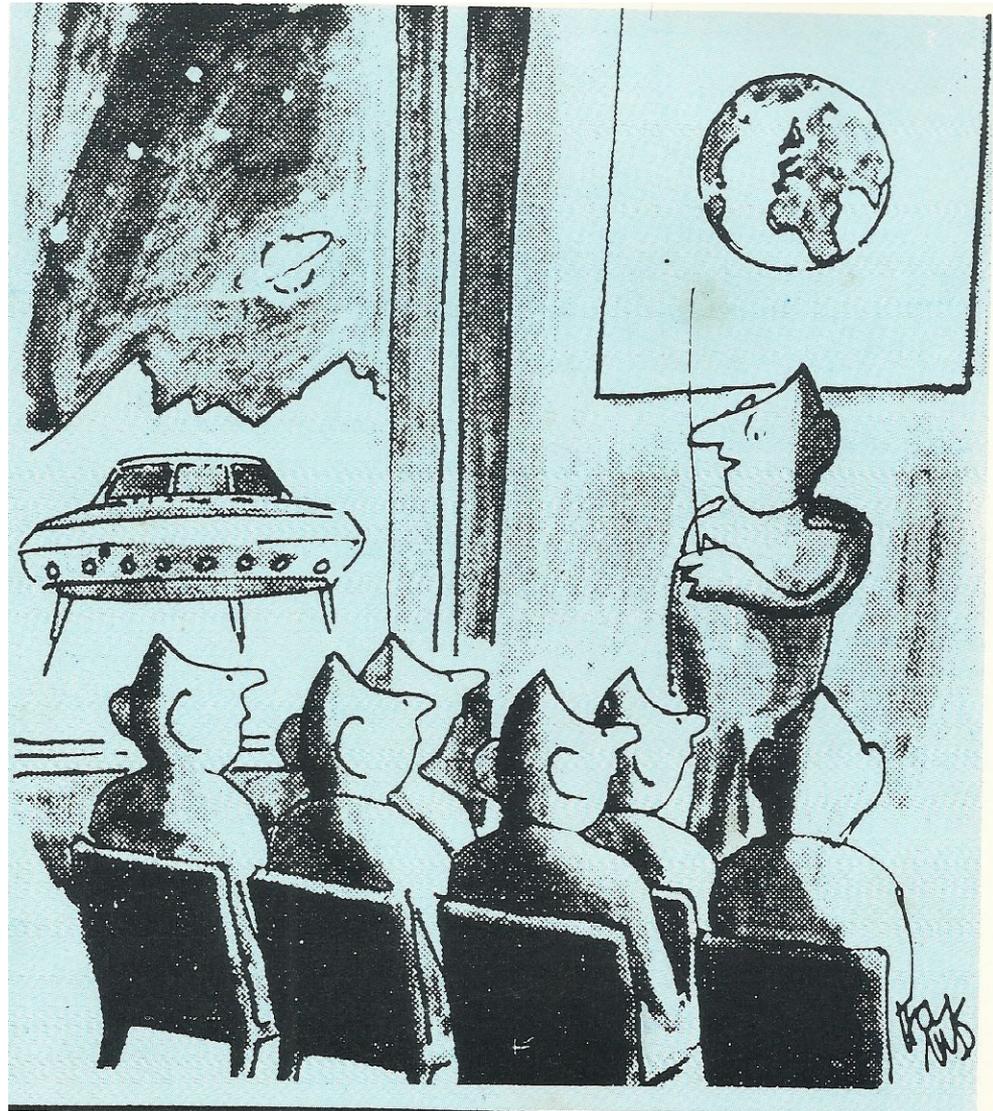
L'**adroterapia** usa fasci di ioni per distruggere tumori non operabili annidati in profondità in organi vitali

## Pronti al viaggio?

(visto che il principio funziona ...)

*“... in base ad ogni possibile prova, sul pianeta Terra che stiamo per visitare non ci aspettiamo alcuna forma di vita; per tacere d'altro, vi è troppo **ossigeno**”*

Verbale del CCCXXII  
Congresso di Alte Scienze  
dello Spazio di Marte



da: Franco Bandini, “Il mistero dei dischi volanti”  
(Giunti & Nardini, 1971; Mursia, 2016)

Sì, viaggiare, ma ... come frenare?



**Marx** (Nature, 1966):

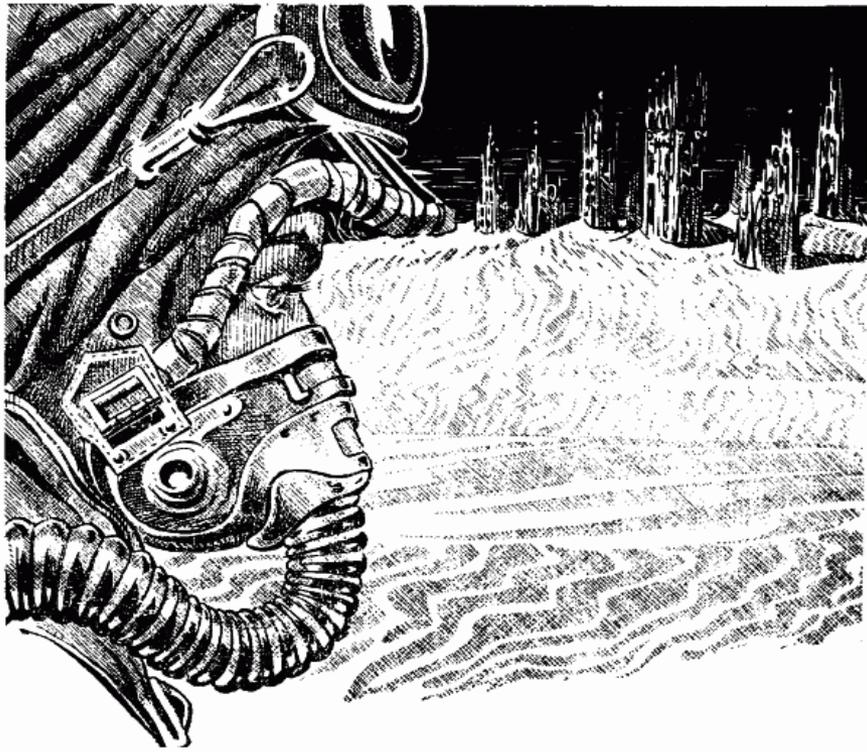
*“La propulsione laser dalla terra ... risolverebbe il problema dell'accelerazione ma non della decelerazione all'arrivo ... nessun pianeta potrebbe essere invaso da visitatori inaspettati dallo spazio esterno”*

*Se noi non possiamo  
andare dagli alieni,  
gli alieni non possono  
andare da noi*

Occorre sperare in  
alieni che abbiano la  
nostra stessa tecnologia  
per offrirci un  
“laser di frenata”

Quindi alieni amichevoli  
e con cui sia possibile  
comunicare ...





## OMNILINGUE

(H. Beam Piper, 1957)

*“Per tradurre, serve una chiave per il codice - ma se l'ultimo scrittore marziano è morto 40.000 anni prima della nascita del primo scrittore terrestre, come si può tradurre dal Marziano?”*

ovvero: Può esistere una  
**“Stele di Rosetta” aliena?**

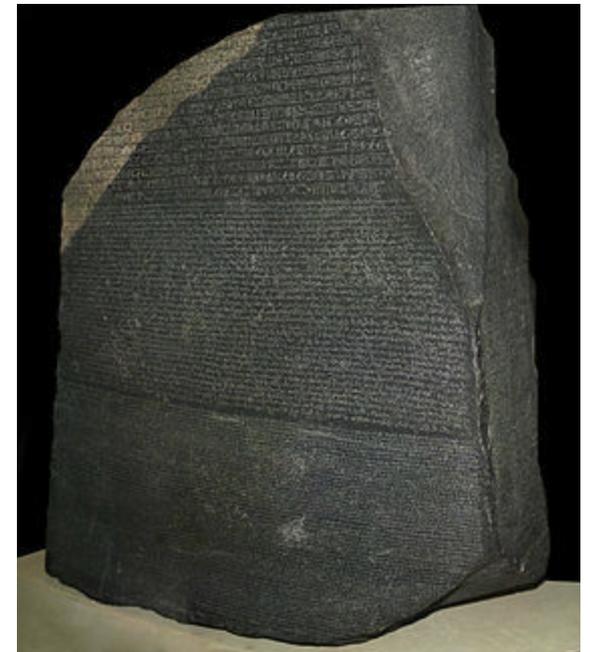
Testo originale di *Omnilingual*:

[www.gutenberg.org/files/19445/19445-h/19445-h.htm](http://www.gutenberg.org/files/19445/19445-h/19445-h.htm)

Traduzione italiana in:

*Antologia Scolastica*, a cura di **Isaac Asimov**

(Biblioteca di Urania, Mondadori, 1972)



**Tavola Periodica**

The periodic table is color-coded and includes a legend at the top center. The legend defines symbols for various element groups: X (alkali), X (alkaline earth), X (transition), X (noble gas), and X (other). It also includes color-coded boxes for different element categories: yellow (metals), green (metalloids), blue (nonmetals), and red (noble gases). The table is organized into groups (I to VII) and periods (1 to 7). The Lanthanide and Actinide series are shown in separate rows below the main grid. A classification key at the bottom categorizes elements into Metals (alkali, alkaline earth, transition, post-transition) and Nonmetals (metalloids, metalloids, metalloids, noble gases).

Antonio Cicchella 2017

*“Qualcuno mi ha chiesto se nell'Universo esistano altri elementi oltre a quelli nella tavola periodica. Ho risposto che è come chiedersi se esistano altri numeri naturali oltre uno, due, tre ... Sfortunatamente qualcuno ritiene che anche questa sia una buona domanda”*

*“Dedicato a tutti quelli  
che stanno scappando”  
(G. Salvatores,  
Mediterraneo, 1992)*



Grazie per l'attenzione!