

Dinamica numerica di microsonde verso Alfa Centauri con impulsi LASER su vele spaziali

Costantino Sigismondi

(ICRA/Sapienza Università di Roma and IIS F. Caffè)

Abstract

Starshot project aims to reach alpha Centauri at 4.4 light years in 24 years, by accelerating to velocity 0.2 c with collimated LASER light pressure for 1000s several grams-scale microprobes with space sails. The energetics and dynamical equations are solved numerically on a worksheet and discussed.

Introduzione Il progetto Starshot è stato presentato il 12 aprile 2016 dal suo sponsor Yuri Milner, 55 anni dopo l'impresa di Yuri Gagarin, da cui il miliardario russo, prese il nome. Con lui erano Freeman Dyson, che già lavorò al progetto Orion¹ di navigazione interstellare basato sull'azione-reazione generata da esplosioni nucleari (considerate da Carl Sagan un ottimo metodo per impiegare gli arsenali nucleari accumulati durante la guerra fredda²); Stephen Hawking e Avi Loeb.³ Dai video di presentazione ho preso i dati per i calcoli numerici con excel.

Bilanciamento tra pressione di radiazione e gravità solare

La pressione di radiazione $P=W_{\odot}/c$ ha le dimensioni della densità di energia per area e tempo (che è la costante solare $W_{\odot}=1370 \text{ W/m}^2$ alla distanza Terra-Sole) diviso la velocità.

La pressione $P=F/A=m \cdot a/A$ genera un'accelerazione che a distanza d dal Sole si bilancia con la gravità solare quando $W_{\odot} \cdot A(d_{\odot}/d)^2 / (m \cdot c) = GM_{\odot}/d^2$, con $d_{\odot}=1\text{UA}=149,6 \cdot 10^9 \text{ m}$; $M_{\odot}=2 \cdot 10^{30} \text{ Kg}$, $G=6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N/m}^2\text{Kg}^2$, la costante di gravitazione universale; $m=7.7 \text{ g}$ massa della sonda ed $A=10 \text{ m}^2$ la vela;⁴ la pressione del vento solare darebbe una velocità $v=100\text{UA}/\text{anno}$

1 <http://www.astronautix.com/articles/probirth.htm>

2 [https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Orion_\(nuclear_propulsion\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Orion_(nuclear_propulsion)) n.18

3 <https://youtu.be/RoCm6vZDDiQ> amplius
<https://youtu.be/c7VPHGjT8A4>

4 <http://www.lunarsail.com/solar-sails/progettocubesat> che va sulla Luna

Impulsi LASER La microsonda parte già con velocità orbitale $v=7\text{km/s}$ e riceve una spinta dalla densità di potenza LASER $W_L=13.7\text{GW/m}^2$ che assumiamo perfettamente ripartita sulla vela di 10 m^2 . Ogni fascio LASER che esce da un'apertura larga D ha un allargamento quantistico $\theta=1.22\cdot\lambda/D$. Con $\lambda=1000\text{ nm}$ (IR, per cui l'atmosfera è trasparente) a distanza da Terra $r=0.2\text{UA}$, dove l'accelerazione avrà portato la sonda a $v=0.18\text{ c}$, il fascio si allarga solo di $12.2\text{ m}=\theta\cdot r$, cioè resta quasi collimato, se $D=300\text{ m}$. La potenza totale dei LASER inviata da Terra dovrebbe essere $W=W_L\cdot\pi\cdot 150^2/10=10^5\text{ GW}$. Per farsi un'idea di questo apparato: nel fuoco del Radiotelescopio di Arecibo centomila laser (100 per gli autori) con la potenza nominale della centrale Superphénix⁵ punterebbero sulla superficie dello specchio parabolico (senza ionizzarlo all'istante con l'aria) che rinvia il fascio collimato nello spazio per 1000 s fino a $r=0.2\text{UA}$. Oggi si producono impulsi laser per $150\cdot 10^{-15}\text{s}$ di 2 PetaWatt= $2\cdot 10^{15}\text{W}$,⁶ Apollon darà 10PW per frazioni di secondo,⁷ e per la fusione nucleare si pensa già agli ExaWatt⁸.

Risultati La simulazione su foglio elettronico è al sito <https://drive.google.com/file/d/0BzHjNDloaOsKcTFfclZTUWY5bnc/> La sonda accelerata per 1000s a 0.18 c arriva in 24 anni ad alfa Cen, o per 30s a $v=1\text{UA/di}$ per missioni planetarie *flash*. Vele a vento solare (idea già di Keplero, 1619), combinate con propulsione ionica, in un secolo sarebbero ad α Cen (Barbieri).

References C. Barbieri, Treccani.it voce sistema-solare (2000)
J. Kepler, De Cometis Libelli Tres, A. Aperger, Augsburg (1619)
H. Shapley, Le stelle e l'uomo, Mondadori (1961) p. 183

5 <https://fr.wikipedia.org/wiki/Superph%C3%A9nix>

6 <http://phys.org/news/2015-08-world-largest-petawatt-laser-trillion-watts.html> e anche [https://it.wikipedia.org/wiki/BELLA_\(laser\)](https://it.wikipedia.org/wiki/BELLA_(laser))

7 <http://www.lefigaro.fr/sciences/2015/01/26/01008-20150126ARTFIG00387-apollon-le-laser-le-plus-puissant-au-monde.php>

8 <http://phys.org/news/2009-10-laser-fusion-exawatt-lasers.html>