

Nuove scoperte nelle note di ricerca odierne su 3I/ATLAS

AUTORE: Avi Loeb – 20 Agosto 2025 – Vai all'articolo originale [LINK](#)

Research Notes on 3I/ATLAS (August 20, 2025)
by Avi Loeb

Nucleus radius: $R \sim 10 \text{ km}$; 3I/ATLAS Speed: $60 \text{ km/s} = V$

Outflow Stopping radius: $r_{\text{max}} \sim 3000 \text{ km}$; outflow ejection speed: $20 \text{ m/s} = v_{\text{out}}$

Mass density of outflow:

$$\rho_{\text{out}}(r) = \rho(R) \left(\frac{R}{r} \right)^2$$

$$\rho_{\text{out}}(r_{\text{max}}) v_{\text{out}}^2 = \rho_z v^2$$

Mass density of zodiacal dust:

$$\rho_z \sim 10^{-24} \text{ g/cm}^3$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{out}}(r_{\text{max}}) = 10^{-24} \times \left(\frac{60 \times 10^5 \text{ cm/s}}{20 \times 10^2 \text{ cm/s}} \right)^2 = 10^{-17} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{out}}(R) = 10^{-17} \times \left(\frac{3 \times 10^8 \text{ cm}}{10^6 \text{ cm}} \right)^2 = 10^{-12} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Mass loss rate in outflow:

$$\dot{M} = (2\pi R^2) \rho_{\text{out}}(R) v_{\text{out}} = 10 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

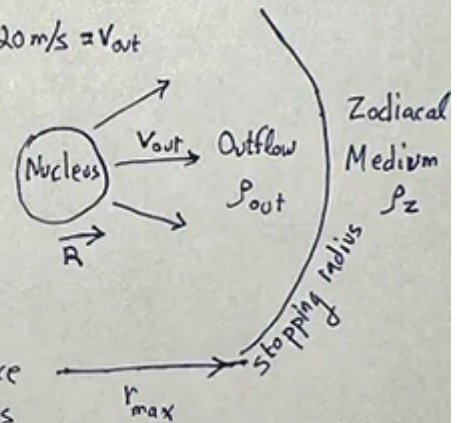
$\dot{M}$ is independent of R because $\rho_{\text{out}}(R) \propto R^{-2}$.

Column density of outflowing dust: $\sim \rho_{\text{out}}(R) R \sim 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}$

$\Rightarrow$ Outflow is optically-thin.

Thickness of ablated dust layer over six months:

$$h = \frac{\dot{M} \times (1.5 \times 10^7 \text{ s})}{4\pi R^2 \times (3 \text{ g/cm}^3)} \approx 0.4 \text{ mm} \quad (\text{could be dirt on surface})$$



di polvere attorno al nuovo oggetto interstellare, [3I/ATLAS](#), che appare come un alone sfocato nell'immagine ottenuta dal [telescopio spaziale Hubble](#) il 21 luglio 2025.

Una delle coincidenze notevoli riguardo a 3I/ATLAS è l'allineamento della sua traiettoria con il piano orbitale dell'eclittica dei pianeti attorno al Sole. Ciò significa che 3I/ATLAS sta attraversando la cosiddetta [polvere zodiacale](#) interplanetaria che risiede in quel piano. Man mano che si rarefa a grandi distanze, il flusso di polvere dalla superficie di 3I/ATLAS è destinato a essere eventualmente fermato dal mezzo zodiacale.

La luce diffusa del sole si estende per una distanza caratteristica di circa 3.000 chilometri su tutti i lati di 3I/ATLAS. La densità di massa dell'efflusso si diluisce inversamente con il quadrato del raggio fino a essere fermato dalla pressione d'impatto del mezzo circostante. Flussi di particelle di polvere potrebbero interagire elettromagneticamente poiché le particelle di polvere acquisiscono spesso carica elettrica. Se il raggio del nucleo di 3I/ATLAS è di 10 chilometri, come dedotto dalla sua luminosità per un'albedo del 5%, allora la densità del flusso in uscita si diluisce di un fattore di 90.000 a una distanza di circa 3.000 chilometri rispetto al suo valore iniziale vicino alla superficie del nucleo.

Qual è la velocità di espulsione del flusso in uscita dalla superficie di 3I/ATLAS? Il valore minimo sarebbe la velocità di rotazione di quella superficie. Il periodo di rotazione osservato di 16 ore (riportato [qui](#)) fornisce una velocità di rotazione di circa 1 metro al secondo per un raggio del nucleo di 10 chilometri. Ma un'analisi dettagliata dell'immagine di Hubble (accessibile [qui](#)) suggerisce una velocità di espulsione di circa 20 metri al secondo per le particelle di polvere di dimensioni pari a 1 micrometro.

Il gas in uscita trasferisce all'ambiente circostante una pressione d'impatto pari alla sua densità di massa moltiplicata per il quadrato della sua velocità di espulsione. Man mano che l'efflusso si rarefa, la pressione d'impatto diminuisce inversamente con il quadrato della distanza e alla fine viene fermato dal mezzo zodiacale. Nel sistema di riferimento dell'oggetto, il mezzo ambiente si muove a meno della sua velocità, 60 chilometri al secondo. Adottando una densità di massa caratteristica per il mezzo zodiacale di circa una massa protonica per centimetro cubo e una velocità di 60 chilometri al secondo per 3I/ATLAS rispetto a

quel mezzo, ho calcolato il profilo di densità di massa implicito dell'efflusso in modo che si arresti a circa 3.000 chilometri. Estrapolando la densità di massa del flusso di uscita alla superficie dell'oggetto e moltiplicando per la velocità di espulsione di 20 metri al secondo e per l'area della sua faccia rivolta verso il Sole, si ottiene un tasso di perdita di massa di circa 10 chilogrammi al secondo. Questo è molto vicino al valore dedotto da altre considerazioni dall'[analisi](#) dettagliata dell'immagine di Hubble.

Il tasso di perdita di massa dedotto è indipendente dal raggio assunto del nucleo perché la densità di massa dedotta sulla superficie del nucleo scala inversamente con il quadrato del raggio dopo essere stata calibrata al raggio di arresto. Poiché il tasso di perdita di massa scala con la densità di massa dell'efflusso sulla superficie del nucleo moltiplicata per l'area della superficie, che scala con il quadrato del raggio, il tasso di perdita di massa derivato non dipende dal raggio del nucleo.

Il confinamento dovuto alla pressione d'impatto e la bassa densità di massa ai margini della nube di polvere attorno a 3I/ATLAS spiegano l'assenza di una prominente coda cometaria dietro 3I/ATLAS. La massa totale di polvere necessaria per mantenere questa nube in uno stato stazionario per sei mesi può essere fornita da uno strato superficiale spesso solo un millimetro su un oggetto di 10 chilometri. Questo strato di polvere potrebbe essersi sviluppato a seguito della frammentazione della superficie dovuta al bombardamento di polvere e gas interstellari durante un lungo viaggio interstellare.

La densità di colonna derivata dell'outflow è troppo bassa perché sia opaco. Ciò suggerisce che l'arrossamento osservato nello spettro di 3I/ATLAS rifletta la superficie rossa di 3I/ATLAS, caratteristica delle superfici degli oggetti della cintura di Kuiper, come [Arrokoth](#), che è stato osservato dalla sonda New Horizons e si ritiene contenga molecole organiche a seguito dell'esposizione ai raggi cosmici interstellari e alla luce ultravioletta.

Cosa più importante, la bassa opacità della polvere suggerisce che la luce riflessa provenga principalmente dalla superficie di 3I/ATLAS e non dalla polvere che la circonda. Data la sua luminosità, il raggio di 3I/ATLAS deve essere dell'ordine di 10 chilometri per un'albedo del 5% o poche volte più piccolo per un riflettore perfetto.

Come ho sottolineato nel mio primo articolo su 3I/ATLAS (accessibile [qui](#)), questa conclusione solleva due enigmi. I precedenti oggetti interstellari, [1I/'Oumuamua](#) e [2I/Borisov](#), avevano entrambi dimensioni di centinaia di metri. In base alla riserva di rocce del sistema solare, ci si aspetterebbe di trovare centomila rocce con un diametro di 100 metri per ogni roccia di 20 chilometri. Chiaramente, non abbiamo osservato tanti oggetti interstellari delle dimensioni di [1I/'Oumuamua](#) e [2I/Borisov](#) prima di scoprire 3I/ATLAS. Inoltre, il serbatoio di materiali rocciosi nello spazio interstellare può fornire una roccia di 20 chilometri solo una volta ogni 10.000 anni, anche se assumiamo che tutto questo materiale sia contenuto in tali rocce.

Se 3I/ATLAS non è una roccia composta da elementi pesanti basandosi su queste considerazioni, cos'altro potrebbe essere? Una possibilità è che si tratti di un iceberg fatto di idrogeno o elio, che sono più abbondanti nello spazio interstellare di diversi ordini di grandezza. Il problema è che un iceberg di idrogeno evaporerebbe facilmente a causa della luce stellare, come ho dimostrato in un articolo con Thiem Hoang (accessibile [qui](#)). In alternativa, 3I/ATLAS potrebbe aver preso di mira il sistema solare interno e non ha nulla a che fare con il serbatoio di rocce su traiettorie casuali nello spazio interstellare. Un progetto tecnologico [spiegherebbe](#) anche l'allineamento della sua traiettoria con il piano eclittico (probabilità dello 0,2%) e il suo stretto passaggio vicino a Marte, Venere e Giove (probabilità dello 0,005%).

Speriamo che i dati raccolti nei prossimi mesi rivelino maggiori dettagli su 3I/ATLAS mentre si avvicina al Sole, diventando più luminoso e caldo. Accendere il calore su 3I/ATLAS potrebbe rivelarne la natura.



L'AUTORE

Avi Loeb è il responsabile del Progetto Galileo, direttore fondatore della Black Hole Initiative dell'Università di Harvard, direttore dell'Istituto di Teoria e Calcolo dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics ed ex presidente del dipartimento di astronomia dell'Università di Harvard (2011-2020). È stato membro del Consiglio dei consulenti scientifici e tecnologici del Presidente e presidente del Comitato per la fisica e l'astronomia delle Accademie Nazionali. È autore del bestseller "[Extraterrestrial: The First Sign of Intelligent Life Beyond Earth](#)" (Extraterrestre: il primo segno di vita intelligente oltre la Terra) e coautore del libro di testo "[Life in the Cosmos](#)" (La vita nel cosmo), entrambi pubblicati nel 2021. L'edizione tascabile del suo nuovo libro, intitolato "[Interstellar](#)", è stata pubblicata nell'agosto 2024. (Image Credit: Chris Michel, National Academy of Sciences, 2023)