

Testare la natura di 3I/ATLAS attraverso la sua accelerazione non gravitazionale

AUTORE: Avi Loeb -10 Agosto 2025 - Vai all'articolo originale [LINK](#)



(Image credit: Max Barry/Nation States)

Un modo semplice per distinguere un veicolo spaziale da una roccia è attraverso la sua grande accelerazione non gravitazionale. Una roccia ghiacciata naturale come una cometa è spinta dalla sua perdita di massa. Quella perdita di massa può essere osservata attraverso la chioma cometaria di gas e polvere che circonda il nucleo della cometa. Misurando il tasso di perdita di massa e la velocità caratteristica di espulsione di gas e polvere, si può calcolare il tasso di variazione della quantità di moto per unità di tempo, ovvero la forza non gravitazionale esercitata sul nucleo. Poiché l'evaporazione avviene sul lato diurno della roccia, che si riscalda grazie al fatto di essere rivolto verso il Sole, questa forza spinge il nucleo della cometa lontano dal Sole. A una distanza

sufficientemente grande, tipicamente alcune volte la separazione Terra-Sole, la superficie del nucleo non viene riscaldata a sufficienza dalla luce solare per rilasciare ghiacci volatili e polvere e l'attività cometaria diminuisce.

Un oggetto tecnologico, d'altra parte, potrebbe azionare un motore e manovrare indipendentemente dal Sole. Può essere spinto verso il Sole o qualsiasi pianeta di interesse ed esibire un'accelerazione non gravitazionale di magnitudo o direzione arbitraria. L'osservazione di manovre non gravitazionali potrebbe spostare la classificazione di un oggetto interstellare sulla "[Scala di Loeb](#)", da $0'$ - il valore predefinito per una cometa naturale - a $10'$ - un oggetto decisamente artificiale.

Da questa prospettiva, è di grande interesse misurare l'accelerazione del nuovo oggetto interstellare [3I/ATLAS](#) lungo il suo percorso attraverso il Sistema Solare e verificare se mostra qualche deviazione dalla traiettoria prevista, come dettata dalla sola gravità. Se 3I/ATLAS non continuerà lungo la sua traiettoria prevista dopo il suo massimo avvicinamento al Sole il 29 ottobre 2025, allora la borsa potrebbe crollare per la preoccupazione di una visita di tecnologia aliena.

Se 3I/ATLAS è una cometa naturale, qual è la sua accelerazione non gravitazionale prevista?

Le recenti immagini di 3I/ATLAS scattate dal telescopio spaziale Hubble mostrano un bagliore davanti all'oggetto, ma nessuna coda luminosa di gas e polvere dietro di esso, come spesso si osserva nelle comete (vedi l'articolo correlato [qui](#)). Inoltre, le misurazioni spettroscopiche non mostrano alcuna evidenza di gas molecolare o atomico che accompagni questo bagliore (vedi articoli correlati [qui](#), [qui](#) e [qui](#), così come la discussione sul ghiaccio d'acqua [qui](#)). Un'interpretazione naturale di queste anomalie è che 3I/ATLAS è una cometa ricca di polvere che rilascia poco gas, ma principalmente grandi particelle di polvere che non vengono respinte dalla pressione della radiazione solare o dal vento solare a causa del loro piccolo rapporto superficie-massa. In questo caso, possiamo calcolare l'accelerazione non gravitazionale prevista di questa cometa dalla scia di polvere osservata che la precede.

Un'analisi dettagliata della luminescenza osservata davanti a 3I/ATLAS (vedi l'articolo correlato [qui](#)) suggerisce un tasso di perdita di massa fino a 60 chilogrammi al secondo per particelle di polvere di dimensioni pari a 100 micron

(dove un micron è un milionesimo di metro) e una velocità di espulsione di ~ 2 metri al secondo nella direzione del Sole. Il tasso stimato di perdita di massa scende a 6 chilogrammi al secondo e a una velocità di espulsione di 20 metri al secondo per le particelle di 1 micron. Poiché la forza non gravitazionale esercitata su 3I/ATLAS è uguale al tasso di perdita di massa per la velocità di espulsione, il suo valore è lo stesso in entrambi i casi e non dipende dalle dimensioni ipotizzate delle particelle di polvere espulse.

La distribuzione della luminosità nella chioma che precedeva 3I/ATLAS è stata utilizzata anche per porre dei limiti sul diametro del suo nucleo, stimato nell'intervallo di 0,32–5,6 chilometri. Ciò implica che la massa del nucleo sia compresa tra 30 miliardi e 200 trilioni di chilogrammi. Applicando la forza non gravitazionale risultante a questa massa, si ottiene un'accelerazione non gravitazionale nell'intervallo da 3×10^{-14} a 2×10^{-10} UA al giorno quadrato, dove UA sta per Unità Astronomica, definita come la distanza Terra-Sole. Questo intervallo di accelerazione non gravitazionale è equivalente a valori compresi tra 6×10^{-11} e 4×10^{-7} centimetri al secondo quadrato, nella direzione opposta al Sole.

Per fare un confronto, il primo oggetto interstellare [1I/'Oumuamua](#) ha mostrato il 25 ottobre 2017 un'accelerazione non gravitazionale di $1,4 \times 10^{-7}$ UA al giorno al quadrato, equivalente a $2,7 \times 10^{-4}$ centimetri al secondo al quadrato (vedi dati correlati [qui](#)). Questa è maggiore dell'accelerazione non gravitazionale prevista per 3I/ATLAS di un fattore enorme, compreso tra mille e 10 milioni. Se 1I/'Oumuamua fosse stata una cometa familiare, avrebbe dovuto perdere circa un decimo della sua massa durante il suo passaggio vicino al Sole. Ma nonostante la sua grande accelerazione non gravitazionale, 1I/'Oumuamua non ha mostrato alcuna evaporazione cometaria (vedi dati osservativi [qui](#)), rendendo la sua grande accelerazione non gravitazionale un'anomalia significativa riguardo alla sua natura (come sostenuto nel mio articolo correlato [qui](#))

Se 3I/ATLAS è una cometa naturale, il suo degassamento potrebbe intensificarsi man mano che si avvicina al Sole. Una misurazione dell'accelerazione non gravitazionale prevista dalla sua attività cometaria confermerebbe la sua origine naturale. [Un articolo](#) che ho scritto con il mio studente, Sriram Elango, prima della scoperta di 3I/ATLAS, ha dimostrato che i dati di localizzazione del telescopio

Webb, in combinazione con i telescopi terrestri, possono individuare la traiettoria di un oggetto interstellare con una precisione senza precedenti utilizzando la [parallasse](#), poiché il telescopio Webb si trova a 1,5 milioni di chilometri dalla Terra nel punto di Lagrange L2. Una deviazione significativa dell'accelerazione non gravitazionale misurata dall'intervallo previsto per una cometa suggerirebbe che 3I/ATLAS potrebbe essere propulsa tecnologicamente.

Per ora, non possiamo valutare con certezza se 3I/ATLAS sia una cometa naturale ricca di polveri senza coda gassosa su una traiettoria estremamente rara, o forse un oggetto tecnologico su un percorso progettato per allinearsi con il piano eclittico dei pianeti attorno al Sole. Tutto ciò che sappiamo è che 3I/ATLAS mostra un raro (probabilità dello 0,2%) allineamento del suo percorso retrogrado con il piano eclittico entro 5 gradi, e il suo tempo di arrivo lungo questo percorso è perfettamente adatto per un incontro ravvicinato con Marte, Venere e Giove (con una probabilità dello 0,0005%, come discusso [qui](#)). Queste coincidenze permetterebbero a una nave madre di rilasciare mini-sonde che raggiungono i pianeti mentre entrano nelle loro orbite, sfruttando il moto retrogrado della nave madre. Poiché 3I/ATLAS si nasconderà dietro il Sole al suo perielio il 29 ottobre 2025, non potremo osservare se rilascerà delle mini-sonde nell'orbita terrestre.

Misure accurate dell'accelerazione non gravitazionale di 3I/ATLAS fornirebbero un indizio importante sulla sua natura. Il verdetto non sarà deciso dai dibattiti sui social media, ma piuttosto da misurazioni accurate degli strumenti. Questo è lo stesso protocollo del [video assistant referee](#) (VAR) utilizzato dalla FIFA, l'organizzazione calcistica internazionale, per decidere se un gol è stato segnato in circostanze controverse. La FIFA decide visionando i dati registrati dalle telecamere, piuttosto che chiedere ai calciatori o al portiere le loro opinioni. Sappiamo tutti che la Terra ha orbitato attorno al Sole per 4,54 miliardi di anni prima che il Vaticano mettesse Galileo Galilei agli arresti domiciliari per averlo suggerito. Che 3I/ATLAS sia di origine naturale o tecnologica non ha nulla a che fare con le opinioni popolari sulla Terra.



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)