* NOVA *

N. 2570 - 30 MAGGIO 2024

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

LA DOPPIA LUNA DELL'ASTEROIDE DINKINESH

Alla fine del 2023 si è scoperto che l'asteroide Dinkinesh è un sistema binario e che il suo satellite è formato, a sua volta, da un sistema binario a contatto [v. Nova *2451 e 2457 del 3 e del 14 novembre 2023]. A qualche mese dalla scoperta sono stati analizzati i possibili meccanismi che possono avere portato alla formazione di questo satellite, unico nel suo genere. Vediamo insieme quanto possa essere complessa l'evoluzione di un piccolo asteroide della main belt. Da* MEDIA INAF *del 29 maggio 2024 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Albino Carbognani.*

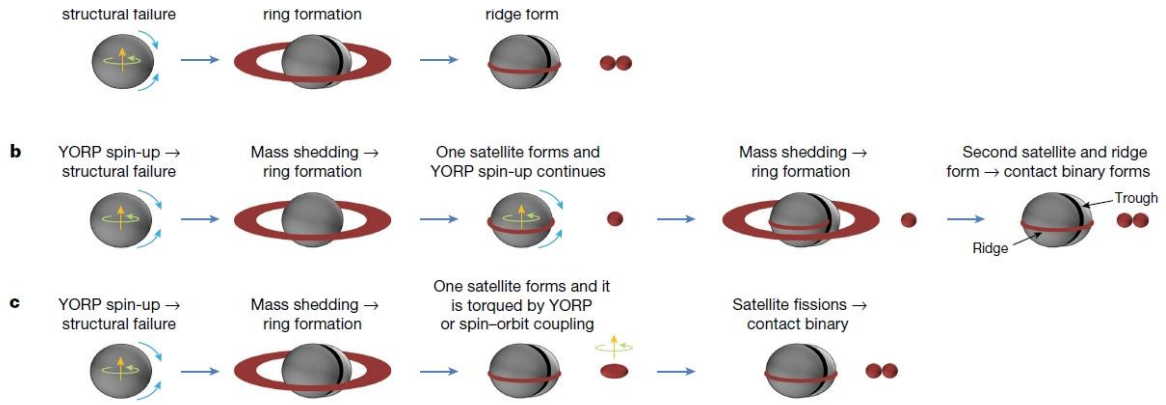


Un collage costruito con le riprese di Lucy che mostra Dinkinesh con il suo satellite binario a contatto.
Dinkinesh è ingrandito di un fattore 2 rispetto alla ripresa originaria per mostrarne la struttura a "diamante" con la cresta equatoriale tipica dei rubble pile in rapida rotazione attorno al proprio asse.
Crediti delle immagini originali:
Nasa/Goddard/Swri/Johns Hopkins Apl/NoirLab

Il 1° novembre 2023 la missione Lucy [v. *Nova* 2037 del 20 ottobre 2021] della Nasa, destinata a studiare gli asteroidi troiani di Giove a partire dal 2027, ha fatto un rapido *flyby* con l'asteroide *main belt* (152830) Dinkinesh, un asteroide di tipo S che orbita in prossimità del confine interno della *main belt*, a 2,1 unità astronomiche dal Sole. Questo *flyby* era solo un test per verificare il funzionamento della sonda e non ci si aspettava gran che, ma ci fu la sorpresa di scoprire che Dinkinesh è un sistema binario. Le osservazioni fotometriche fatte con i telescopi al suolo, prima dell'incontro con Lucy, avevano stabilito che Dinkinesh era un rotatore lento con periodo di 52,67 ore, quindi nessuno si aspettava la binarietà. Ricordatevi questo numero perché lo incontreremo ancora. Come se non bastasse, le immagini del satellite, riprese durante la fase di allontanamento di Lucy, hanno rivelato che si tratta di un **binario a contatto**, ossia con due lobi appoggiati l'uno sull'altro. Mentre gli asteroidi binari a contatto sono comuni nel Sistema solare, il satellite di Dinkinesh è il primo esempio conosciuto di satellite con questa struttura. La cosa interessante è capire come si possa essere formato un satellite di questo tipo: a questa domanda cerca di rispondere un articolo appena pubblicato su *Nature* da un team internazionale di ricercatori, che vede come primo firmatario **Harold F. Levison** del Southwest Research Institute di Boulder, in Colorado.
Dalle immagini riprese da Lucy, risulta che l'asteroide **primario** ha un diametro medio di **719 m**, mentre il **satellite** ha **due lobi** con diametro medio di **212 e 234 m**. Il "collo" che congiunge i due lobi non è stato ripreso direttamente da Lucy perché è sempre rimasto in ombra. Il satellite, che nel frattempo ha ricevuto il nome di Selam, si trova a **3,11 km dal primario**, e dalle osservazioni fotometriche post-incontro è risultato che percorre la propria orbita impiegando **52,44 ore**, un valore in ottimo accordo con il periodo trovato dalle osservazioni fotometriche dal suolo, che quindi mostravano il periodo del satellite, non quello del primario. Dalle immagini di Lucy si può anche misurare il periodo di rotazione del primario che avviene in **3,74 ore**. Dalle immagini riprese da Lucy risulta inoltre che i due lobi del satellite sono **allineati verso il primario** e questo non è casuale: se orbitassero l'uno attorno all'altro avrebbe un periodo di circa 4 ore che però non è

La *Nova* è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.
È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5.
I dati personali utilizzati per l'invio telematico della *Nova* sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).
www.astrofilisusa.it

stato rilevato, quindi il sistema si trova in una configurazione di **sincronia mareale**, come la Luna con la Terra: il satellite mostra sempre la stessa faccia a Dinkinesh.
Dalle osservazioni di Lucy risulta anche che **l'asse di rotazione del primario** è praticamente **ortogonale al suo piano orbitale,** dove giace anche il piano orbitale del satellite. Anche questa simmetria non è casuale, ma riflette il modo in cui si è formato il sistema binario. Se si guardano con attenzione le immagini trasmesse da Lucy si noterà che Dinkinesh ha la tipica forma "a diamante", simile a quella di Bennu e Ryugu: infatti la sua forma è dominata da una prominente **cresta equatoriale dovuta all'accumulo di materiale proveniente dai poli dell'asteroide**, ed è questa la chiave per capire come si è formata questa coppia di asteroidi. Ancora, la densità media del sistema binario può essere stimata dal periodo orbitale dei due corpi e dal relativo semiasse maggiore: risulta che la densità media di Dinkinesh è di circa 2400 kg/m³, mentre per le meteoriti del tipo condrite ordinaria, rappresentative degli asteroidi di tipo S, ci si aspetterebbe un valore di circa 3400 kg/m³. Da qui si deduce che Dinkinesh non è un asteroide monolitico, ma un corpo con una struttura a *rubble pile* avente un 25 per cento di spazio vuoto al proprio interno. Come possono essere spiegate tutte queste caratteristiche? Il team di Levison propone tre diversi possibili scenari, che vedono tutti come protagonista l'effetto Yorp (vedi figura).



Tre possibili meccanismi per la formazione del sistema binario di Dinkinesh e della sua doppia luna.
Crediti: Harold F. Levison et al., *Nature*, 2024

L'effetto Yorp (Yarkovsky–O'Keefe–Radzievskii–Paddack) consiste in un'accelerazione della rotazione dell'asteroide conseguenza dei processi di assorbimento ed emissione della radiazione solare dalla superficie dell'asteroide stesso. Se l'asteroide fosse perfettamente simmetrico il periodo di rotazione e la direzione del relativo asse non verrebbero alterati dalla riemissione della radiazione solare. Nella realtà, tutti gli asteroidi hanno forme asimmetriche e l'effetto Yorp può portare a una diminuzione (o un aumento) del periodo di rotazione. Nel caso di diminuzione, se il periodo scende al di sotto della così detta *spin-barrier*, pari a circa 2,5 ore, un asteroide con una struttura a *rubble pile* inizierà a perdere materiale nello spazio che si potrà riaggregare fino a formare un piccolo satellite. Questo è quello che deve essere successo nel caso di Dinkinesh. Nel primo scenario, il più semplice, l'effetto Yorp ne ha diminuito il periodo di rotazione al di sotto della *spin barrier* ed è stato espulso del materiale nello spazio dalla cresta equatoriale che si era nel frattempo formata, materiale che poi si è riaggregato a formare il satellite binario. Uno scenario più complesso è la formazione di un primo satellite e poi, di nuovo per effetto Yorp, la formazione di un secondo che va a collidere a bassa velocità relativa con il primo formando il binario a contatto. Infine, nel terzo scenario, il satellite una volta formatosi è soggetto a sua volta all'effetto Yorp che lo sdoppia.
Come si vede la complessità evolutiva non manca e suggerisce che i piccoli asteroidi della *main belt* siano sistemi più complessi di quanto si potesse immaginare. Il fatto che un binario a contatto possa formarsi in orbita attorno a un oggetto più grande suggerisce anche una nuova modalità per la formazione di piccoli corpi bilobati come Itokawa, che un tempo potrebbero essere stati i componenti di un sistema come Dinkinesh, successivamente sciolto.

Albino Carbognani

https://www.media.inaf.it/2024/05/29/selam-doppia-luna-dinkinesh/

Harold F. Levison, Simone Marchi, Keith S. Noll, John R. Spencer, Thomas S. Statler, *et al.*, "A contact binary satellite of the asteroid (152830) Dinkinesh", *Nature*, volume 629, pages 1015-1020 (2024)