

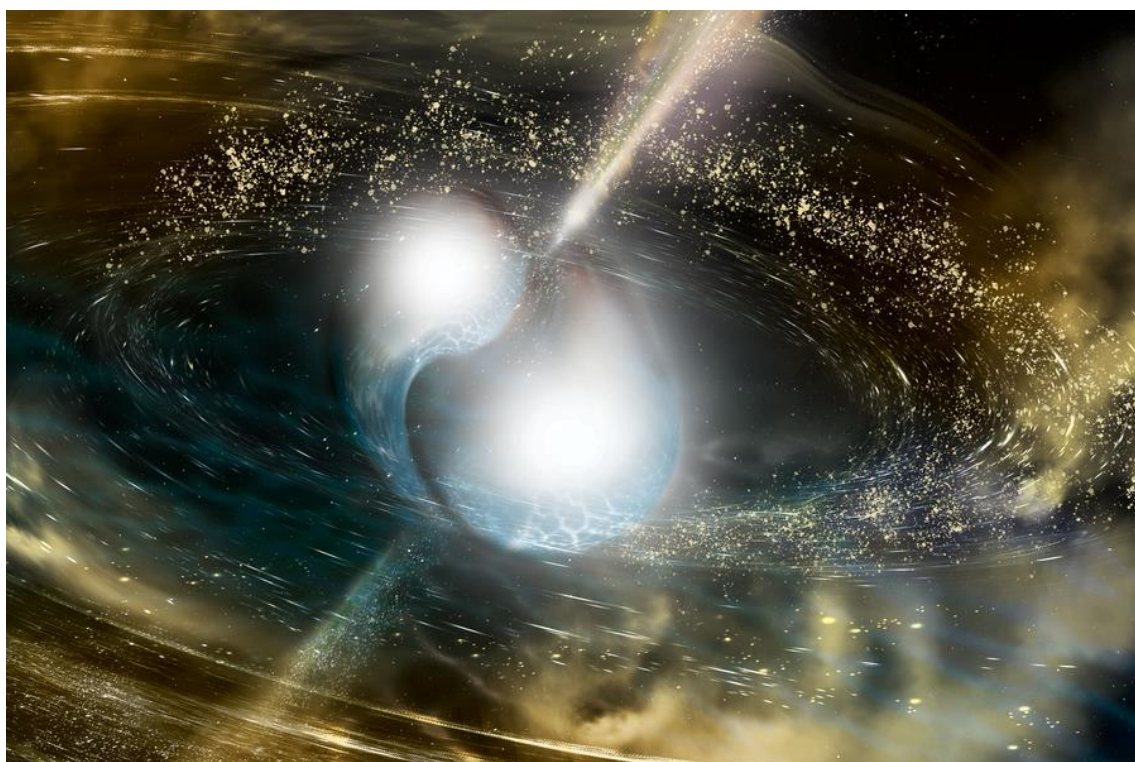
* NOVA *

N. 2039 - 30 OTTOBRE 2021

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

LE “MINIERE D’ORO” DELL’UNIVERSO

Un gruppo di tre ricercatori del MIT e dell'Università del New Hampshire ha scoperto che le fusioni di stelle di neutroni potrebbero generare da 2 a 100 volte più metalli pesanti rispetto alle fusioni tra stelle di neutroni e buchi neri. La stima deriva dall'analisi di quattro fusioni di oggetti compatti osservate con Ligo e Virgo e si riferisce agli ultimi 2.5 miliardi di anni. Tutti i dettagli su ApJ Letters. Da MEDIA INAF del 26 ottobre 2021 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Maura Sandri.



Una nuova ricerca indica che i sistemi binari di stelle di neutroni sono una probabile sorgente cosmica dell'oro, del platino e degli altri metalli pesanti che vediamo oggi nell'universo.

Crediti: National Science Foundation/ LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet, edited by MIT News

La maggior parte degli elementi più leggeri del ferro vengono forgiati nei nuclei delle stelle, dove le alte temperature alimentano la fusione dei protoni, fino a formare elementi progressivamente più pesanti. Gli scienziati si sono a lungo interrogati su cosa potrebbe dare origine agli elementi più pesanti del ferro presenti nell'universo, come l'oro e il platino, la cui formazione richiede più energia di quella che una stella può avere a disposizione.

Un nuovo studio pubblicato su *Astrophysical Journal Letters*, condotto da ricercatori del Mit e dell'Università del New Hampshire, ha trovato che tra le due sorgenti di metalli pesanti potenzialmente più interessanti – rispettivamente, la **fusione di due stelle di neutroni** e la **fusione di un buco nero e una stella di neutroni** – una è più promettente dell'altra. Si potrebbe dire che è una vera “miniera d'oro”.

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XVI

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

Di fatto, lo studio è il primo a confrontare i due tipi di fusione in termini di produzione di metalli pesanti. In base all'analisi condotta dai ricercatori, negli ultimi 2.5 miliardi di anni sono stati prodotti più metalli pesanti nelle fusioni di stelle di neutroni che nelle fusioni tra una stella di neutroni e un buco nero. I risultati potrebbero anche aiutare gli scienziati a determinare la velocità con cui i metalli pesanti vengono prodotti.

Per lungo tempo si è ritenuto che le supernove fossero la sorgente per eccellenza degli elementi più pesanti del ferro nell'universo. Quando una stella massiccia collassa in una supernova, il ferro al suo interno potrebbe infatti combinarsi con elementi più leggeri e generare elementi più pesanti. Tuttavia, nel 2017 è stato confermato un candidato più promettente: una fusione di due stelle di neutroni. All'epoca, per la prima volta, Ligo e Virgo rilevarono onde gravitazionali che hanno avuto origine a 130 milioni di anni luce dalla Terra, da una collisione tra due stelle di neutroni. La fusione cosmica ha emesso un lampo di luce, che conteneva indizi della presenza di metalli pesanti. «La quantità di oro prodotto nella fusione era equivalente a parecchie volte la massa della Terra», spiega **Hsin-Yu Chen**, del Kavli Institute for Astrophysics and Space Research. «Questo ha completamente cambiato il quadro. La matematica ha mostrato che le binarie di stelle di neutroni sono un modo più efficiente per creare elementi pesanti, rispetto alle supernove».

Chen e i suoi colleghi si sono chiesti in che misura le fusioni di stelle di neutroni potrebbero essere paragonate alla collisione tra una stella di neutroni e un buco nero, un altro tipo di fusione che è stato rilevato da Ligo e Virgo e che potrebbe potenzialmente rappresentare una fabbrica di metalli pesanti. Gli scienziati sospettano che, in determinate condizioni, un buco nero potrebbe distruggere una stella di neutroni e generare rigurgiti di metalli pesanti prima di inghiottire completamente la stella.

Il gruppo di ricerca ha deciso quindi di determinare la quantità di oro e altri metalli pesanti che ognuna di queste due tipologie di fusioni potrebbe normalmente produrre. Per la loro analisi, si sono concentrati sui rilevamenti di Ligo e Virgo effettuati fino a oggi: due fusioni di coppie di stelle di neutroni e due fusioni tra stelle di neutroni e buchi neri. Dapprima hanno stimato la massa di ciascun oggetto in ogni fusione, nonché la velocità di rotazione di ciascun buco nero, ragionando sul fatto che se un buco nero fosse troppo massiccio o troppo lento, inghiottirebbe una stella di neutroni prima di avere la possibilità di produrre elementi pesanti. Hanno anche determinato la resistenza di ogni stella di neutroni alla distruzione. Più una stella è resistente, meno è probabile che sforni elementi pesanti. Hanno inoltre stimato la frequenza con cui si verifica una fusione rispetto all'altra, sulla base delle osservazioni di Ligo, Virgo e altri osservatori. Infine, il team ha utilizzato simulazioni numeriche per calcolare la quantità media di oro e altri metalli pesanti che ogni fusione produrrebbe, date diverse combinazioni di massa, rotazione, grado di perturbazione e tasso di incidenza degli oggetti.

In media, i ricercatori hanno scoperto che le fusioni di stelle di neutroni binarie potrebbero generare **da 2 a 100 volte più metalli pesanti** rispetto alle fusioni tra stelle di neutroni e buchi neri. La bilancia potrebbe pendere a favore delle fusioni tra stella di neutroni e buco nero se i buchi neri avessero spin elevati e basse masse. Tuttavia, nei casi rilevati finora gli scienziati non hanno ancora osservato questo tipo di buchi neri.

Chen e i suoi colleghi sperano che, contando sul fatto che Ligo e Virgo riprenderanno le osservazioni il prossimo anno, più rilevamenti miglioreranno le stime del tasso con cui ogni fusione produce elementi pesanti. Questi tassi, a loro volta, possono aiutare gli scienziati a determinare l'età delle galassie lontane, in base all'abbondanza dei loro vari elementi, in maniera analoga a come si usa il carbonio per datare i resti dei dinosauri.

Maura Sandri

<https://www.media.inaf.it/2021/10/26/sintesi-elementi-stelle-neutroni/>

Hsin-Yu Chen, Salvatore Vitale e Francois Foucart, "The Relative Contribution to Heavy Metals Production from Binary Neutron Star Mergers and Neutron Star-Black Hole Mergers", *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 920, Number 1, <https://arxiv.org/pdf/2107.02714.pdf>

