

L'evoluzione della materia nell'Universo: dagli atomi alla vita

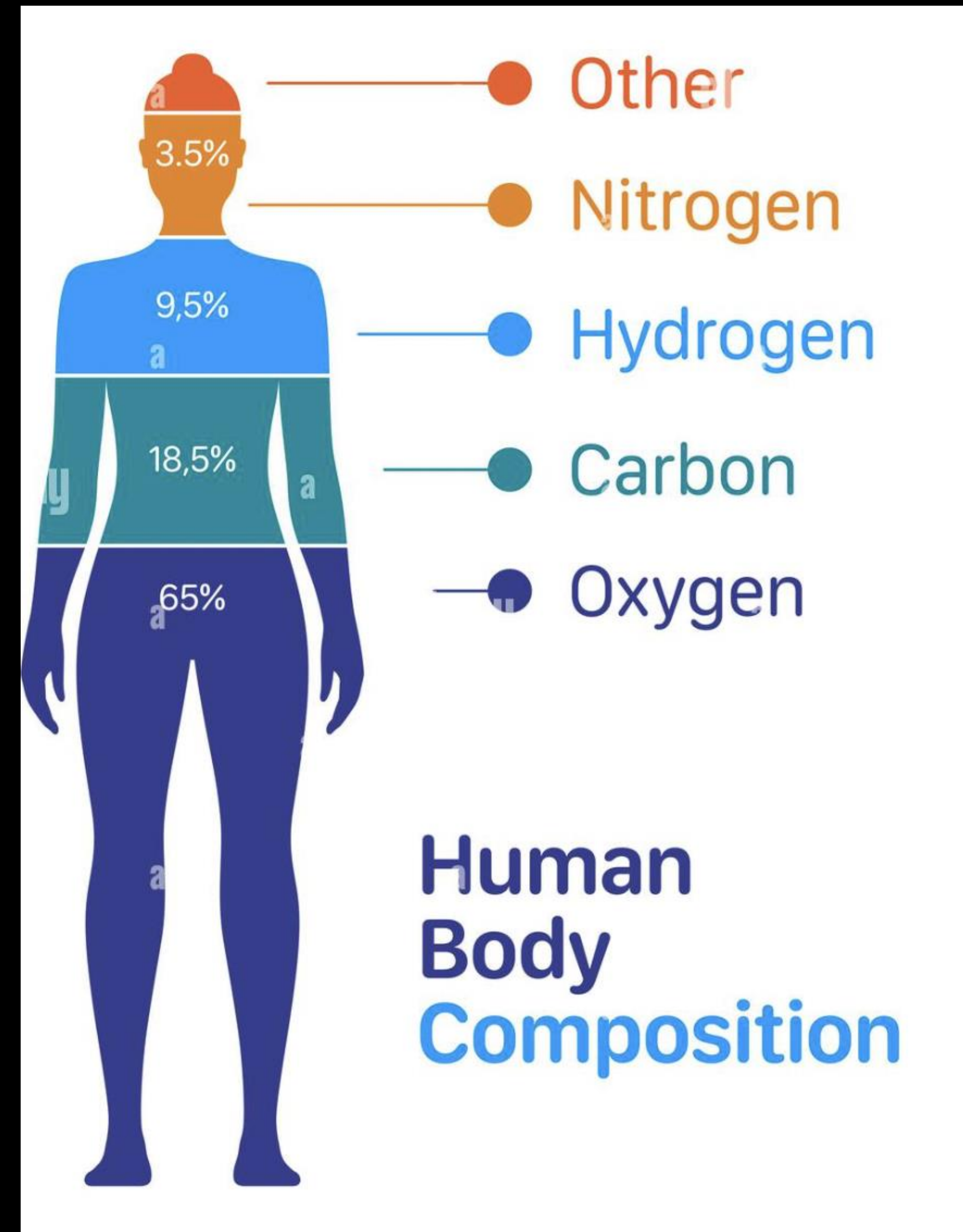
Teresa Fornaro & Laura Magrini
INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri



OSSERVATORIO ASTROFISICO DI ARCETRI

Partiamo da noi....

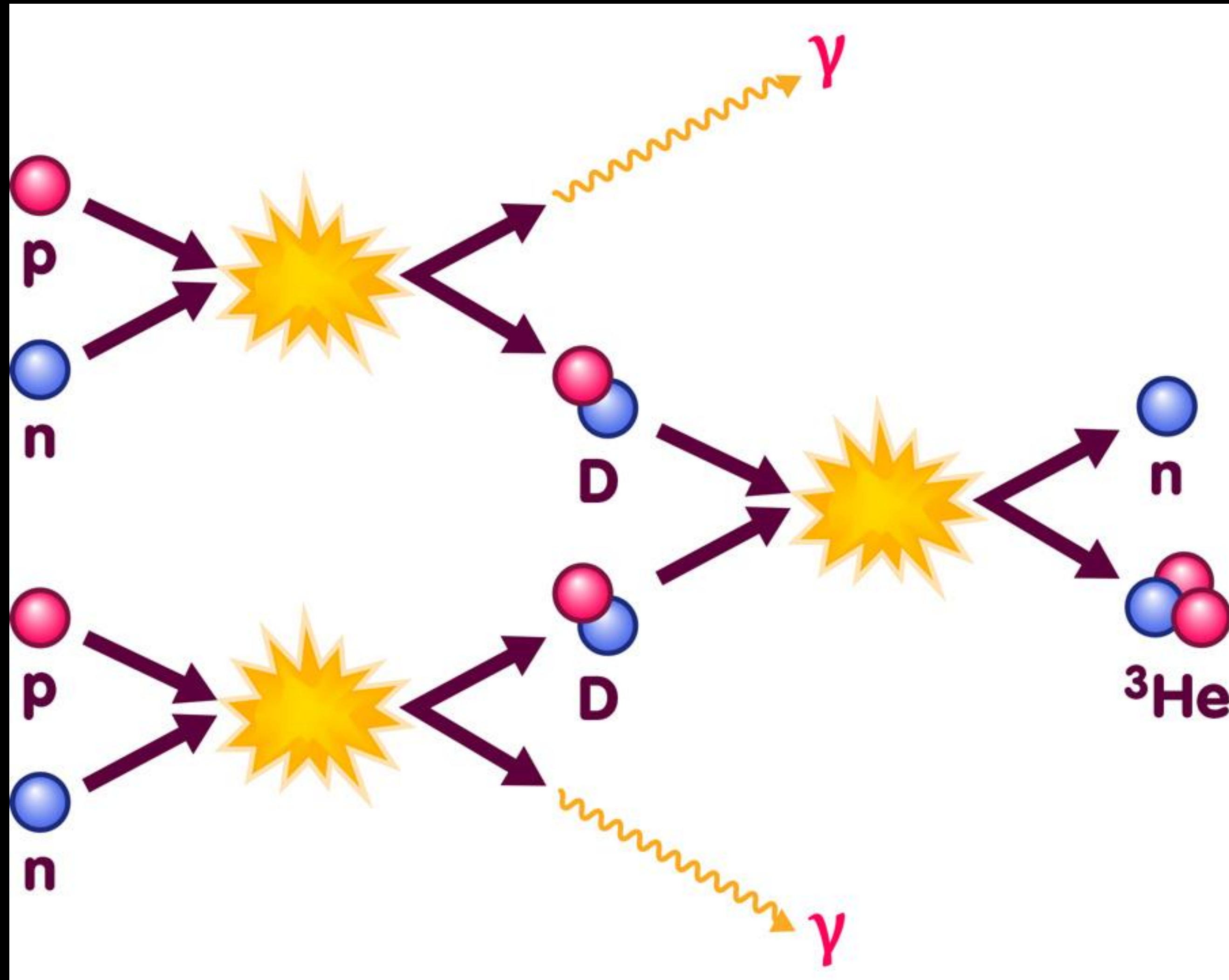
....ogni nostro atomo
viene da lontano



L'inizio: 13,7 miliardi di anni fa -il Big Bang



Neutroni e protoni: le prime reazioni nucleari



Era della nucleosintesi:

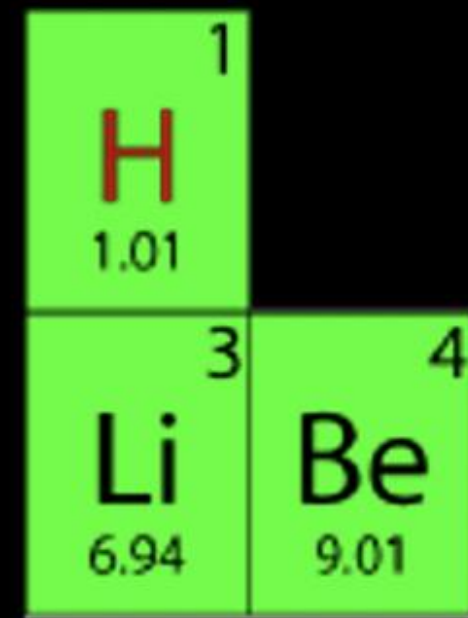
Diametro dell'Universo: circa 1000 miliardi di chilometri

Temperatura: 10 miliardi di gradi

Tempo dopo il Big Bang: **100 secondi**

- Decadimento di neutroni in protoni
- Prime reazioni termonucleari

Un Universo fatto di pochi elementi.....

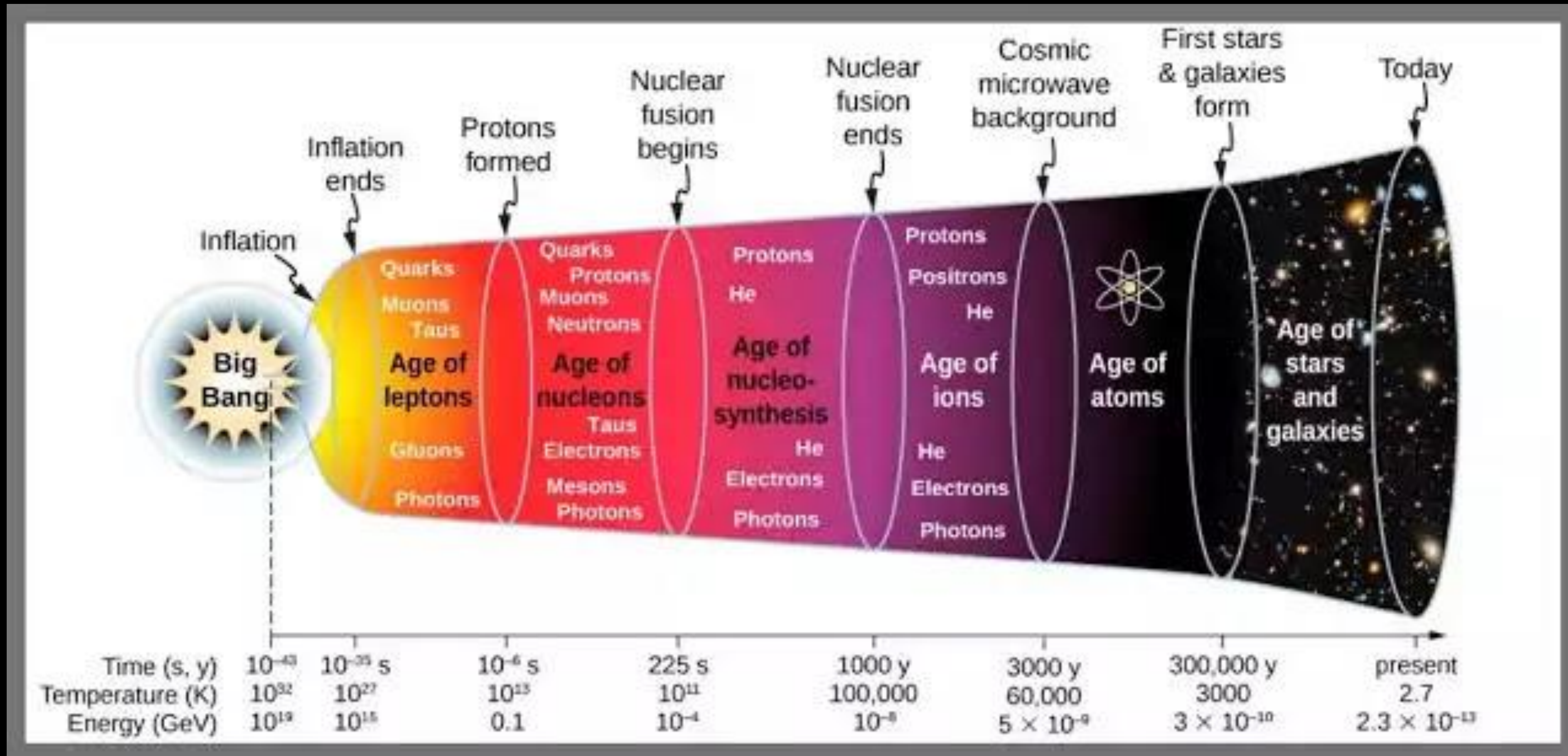


Da dove vengono gli altri elementi?

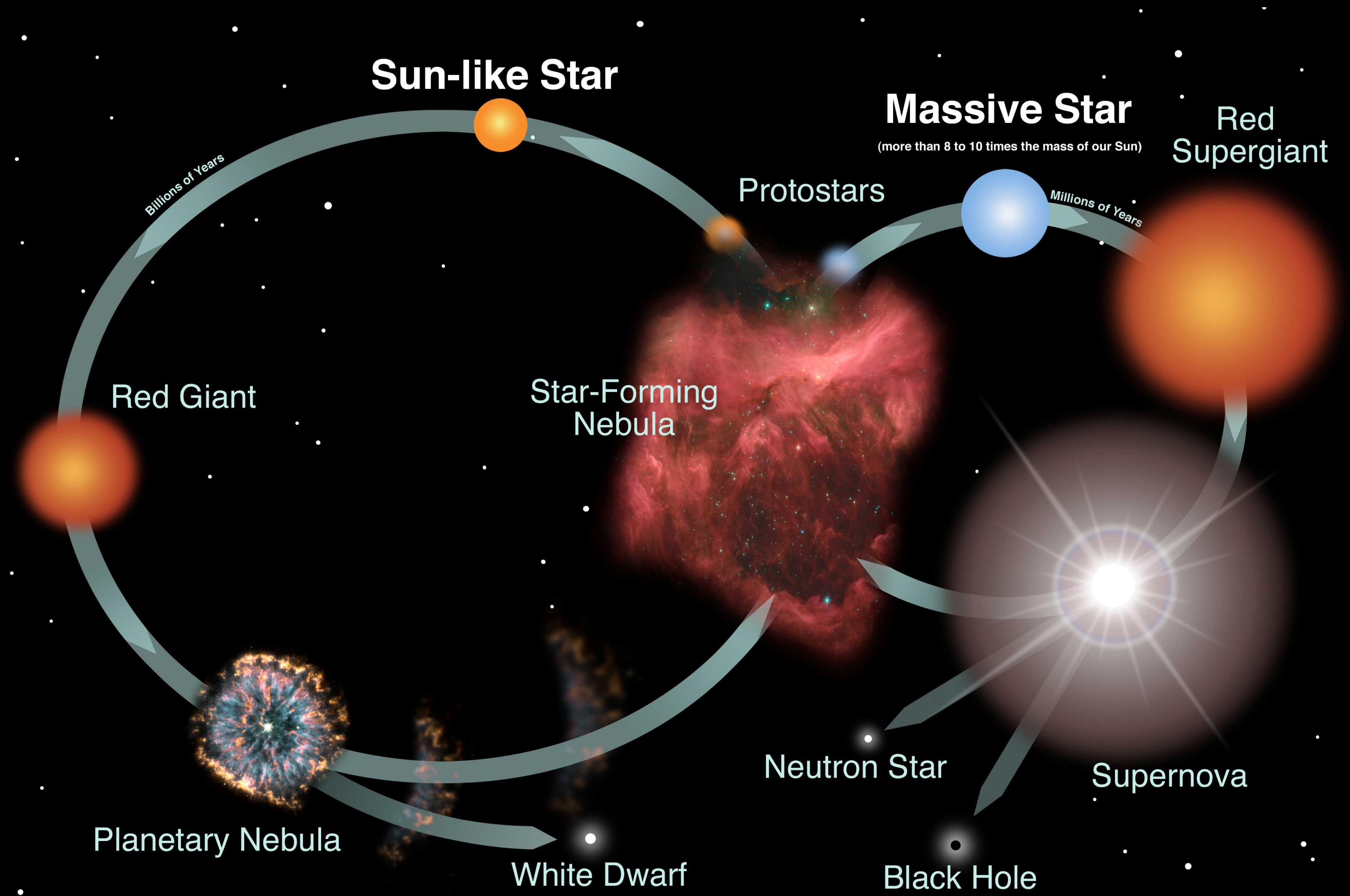
	1																18	
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	* *	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	** **	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

Lanthanides*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Actinides**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Dobbiamo aspettare la formazione delle prime stelle

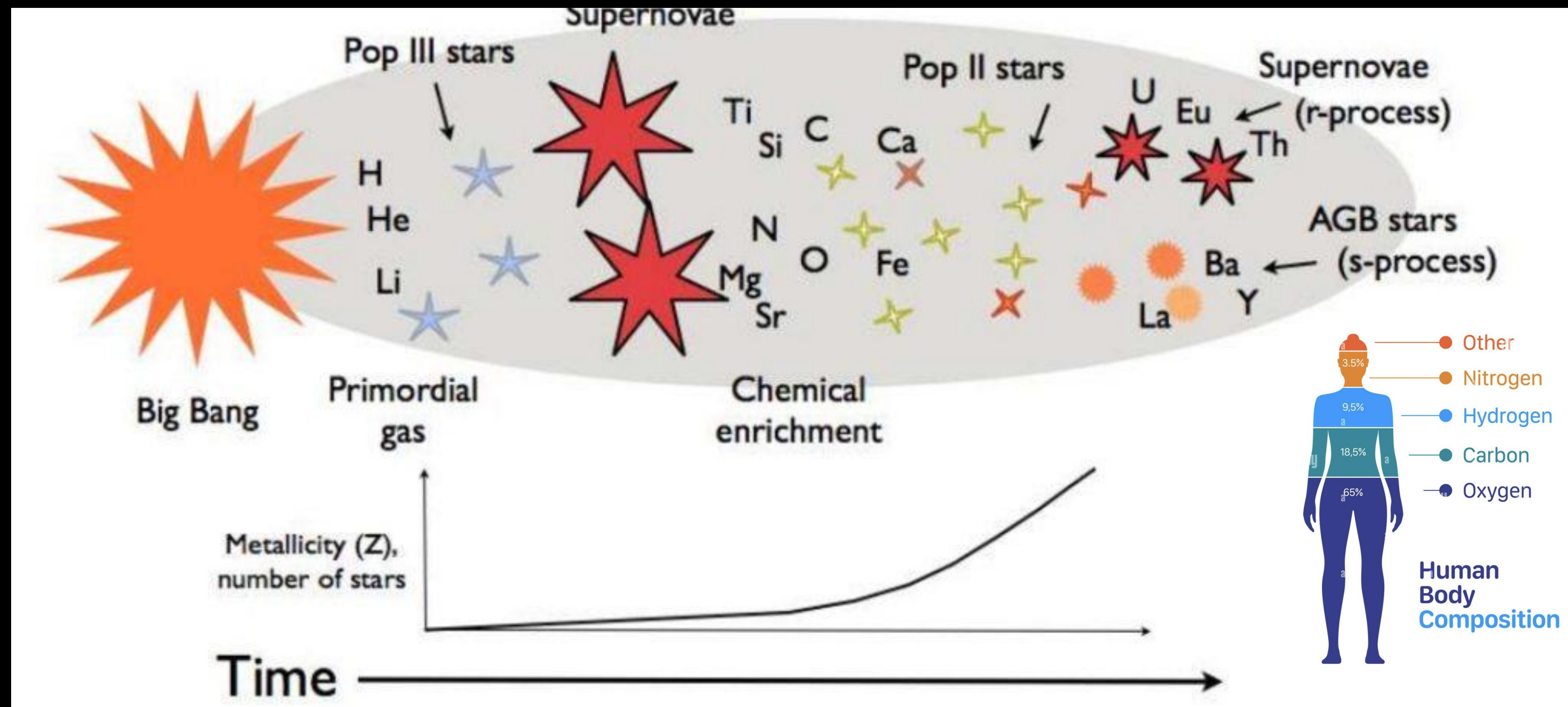


Le stelle producono e ridistribuiscono gli elementi nell'Universo

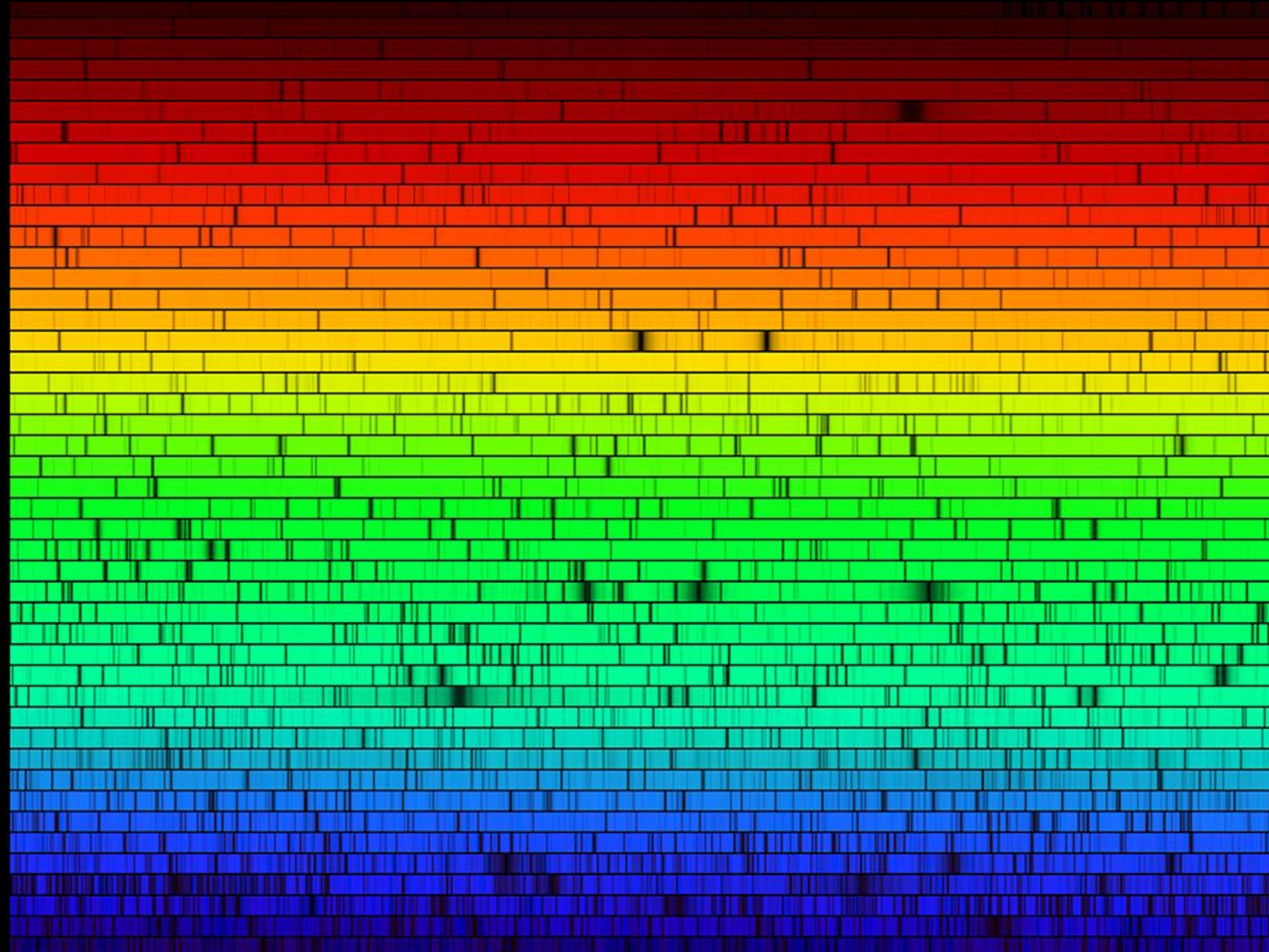


Credit: NASA and the Night Sky Network.

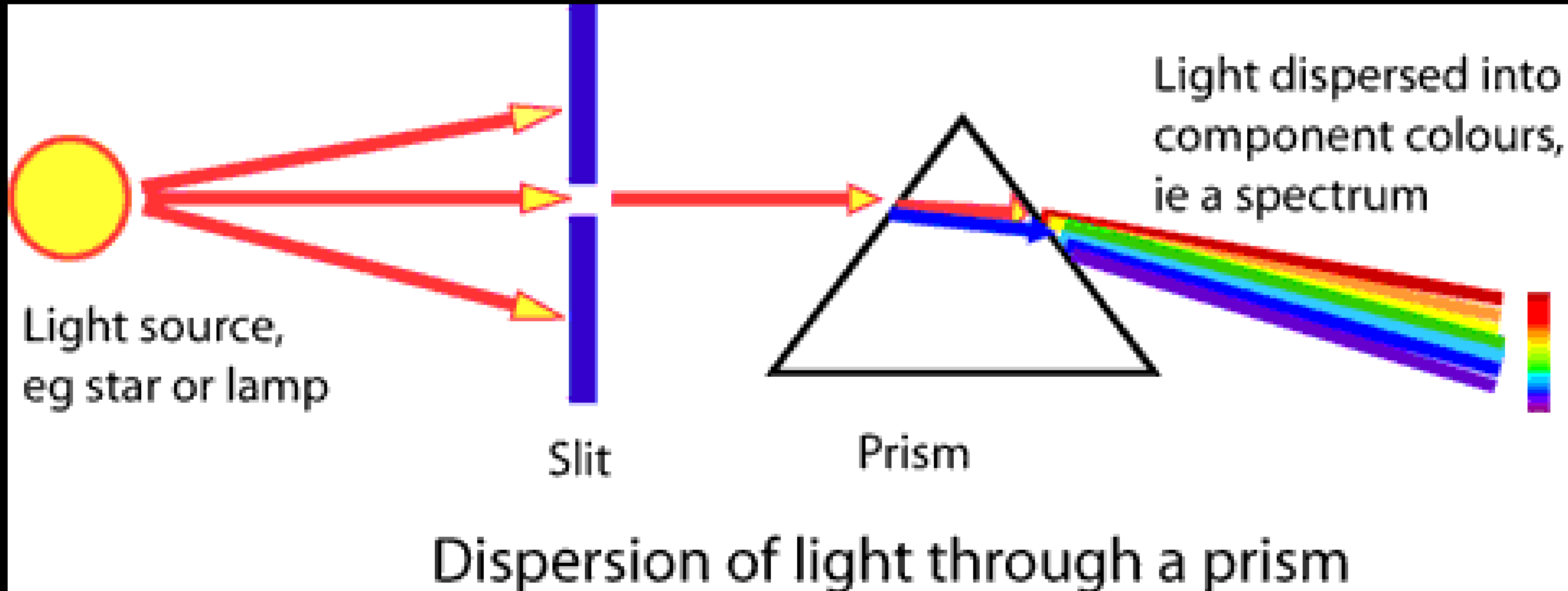
Nel tempo, le generazioni di stelle hanno arricchito l'Universo in elementi chimici fino a noi...



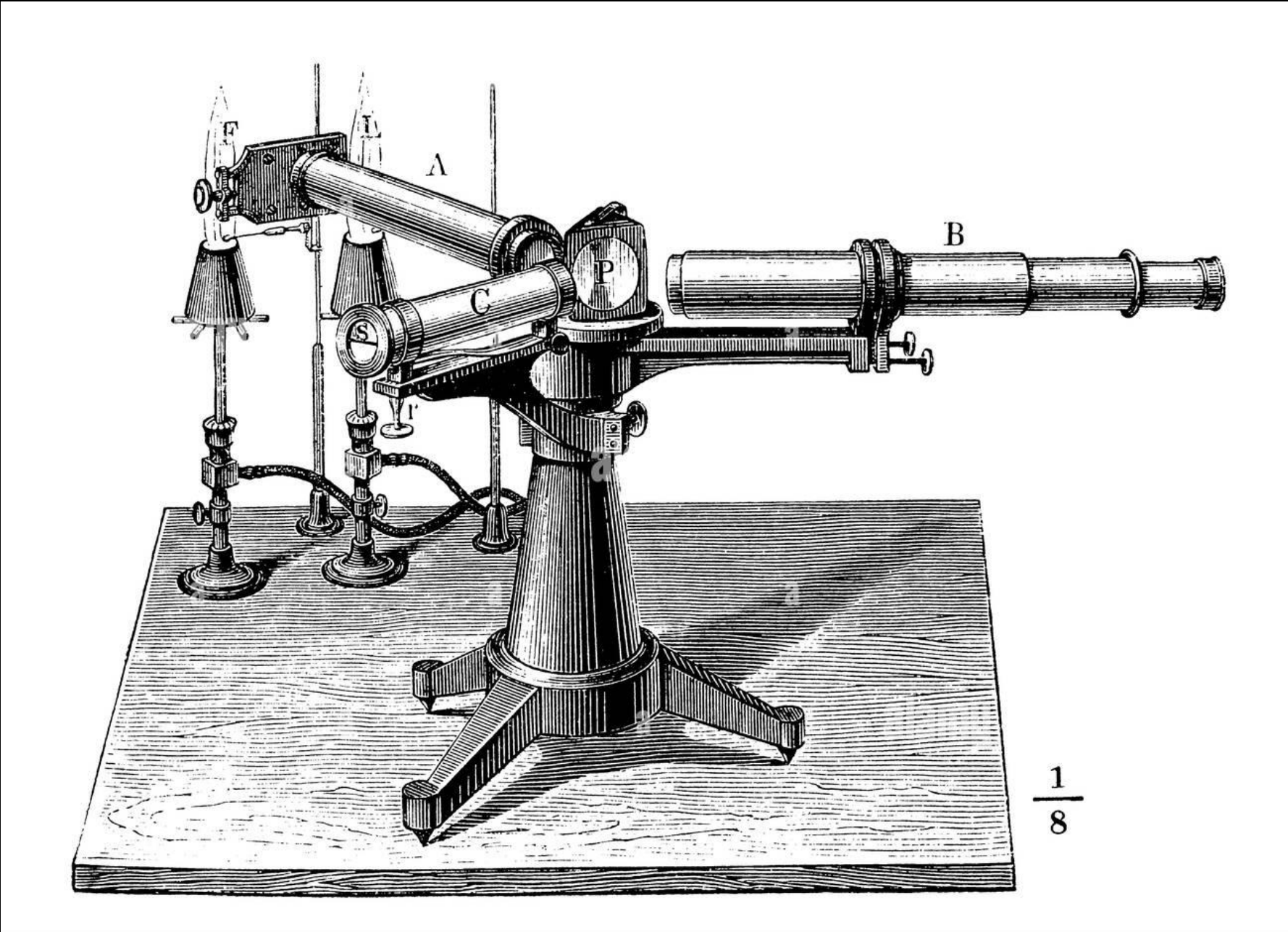
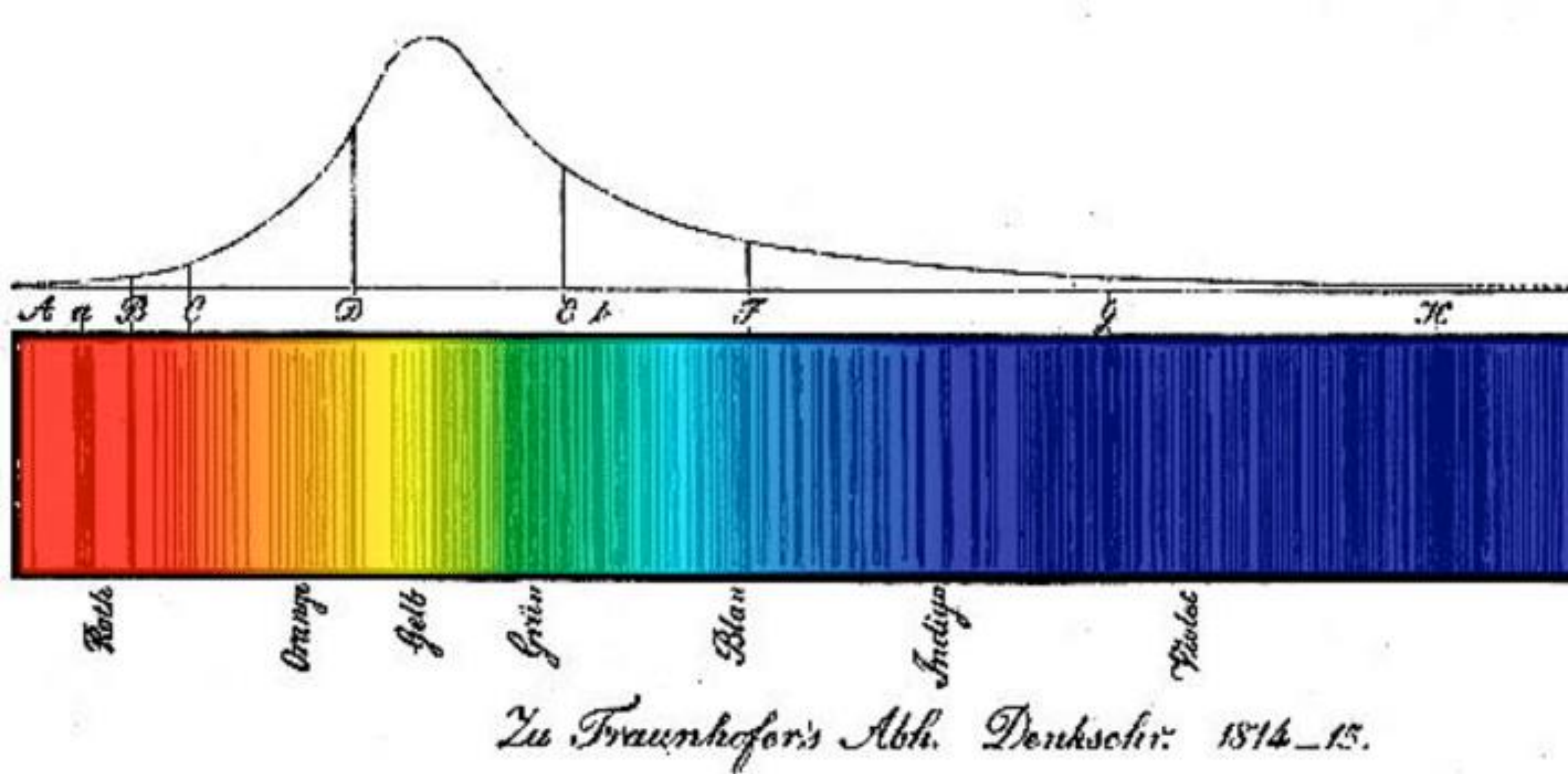
Come conosciamo la composizione dell'Universo?



Gli spettri stellari: lo strumento per conoscere l'Universo



Fraunhofer e la scoperta delle righe di assorbimento:

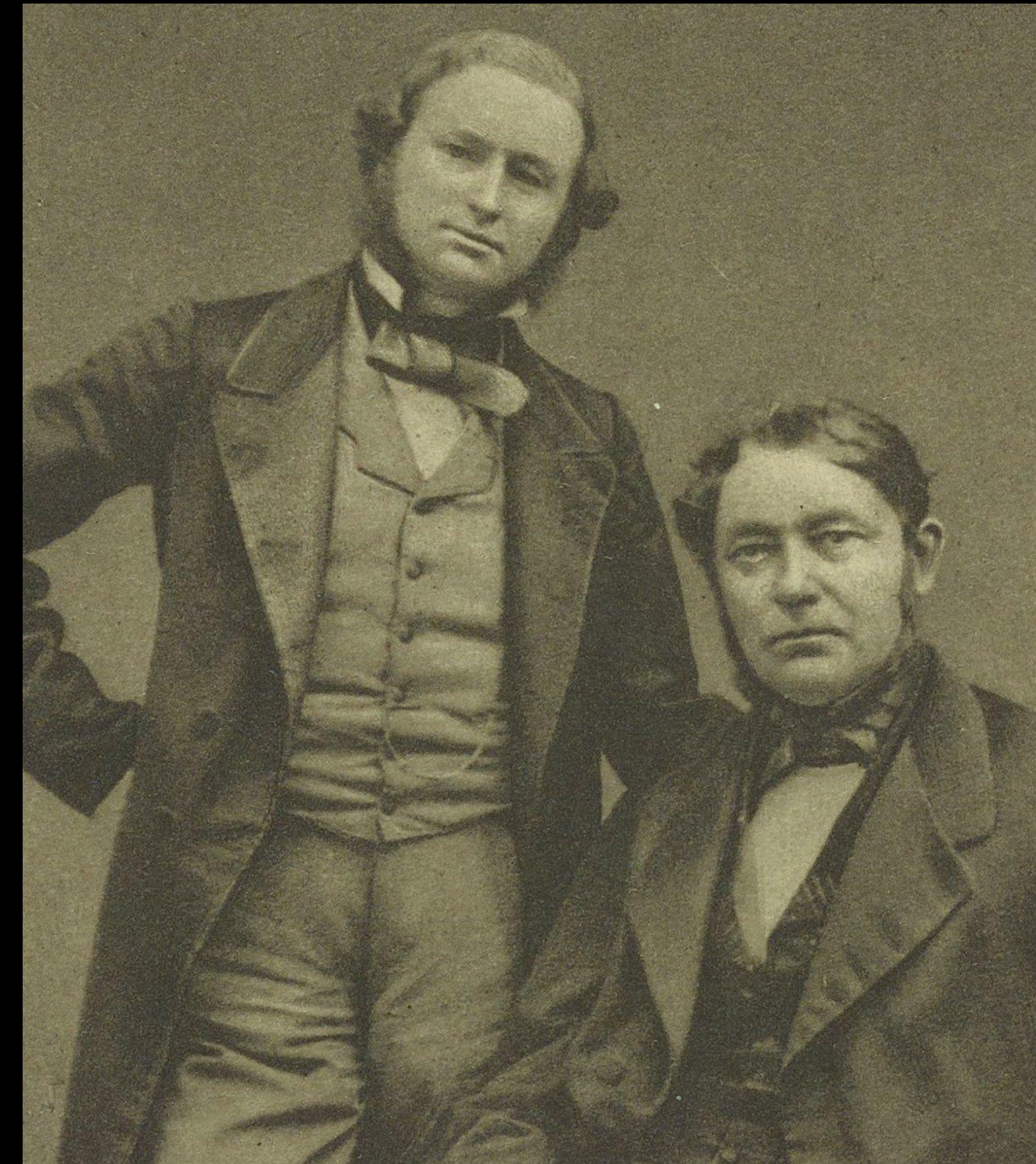
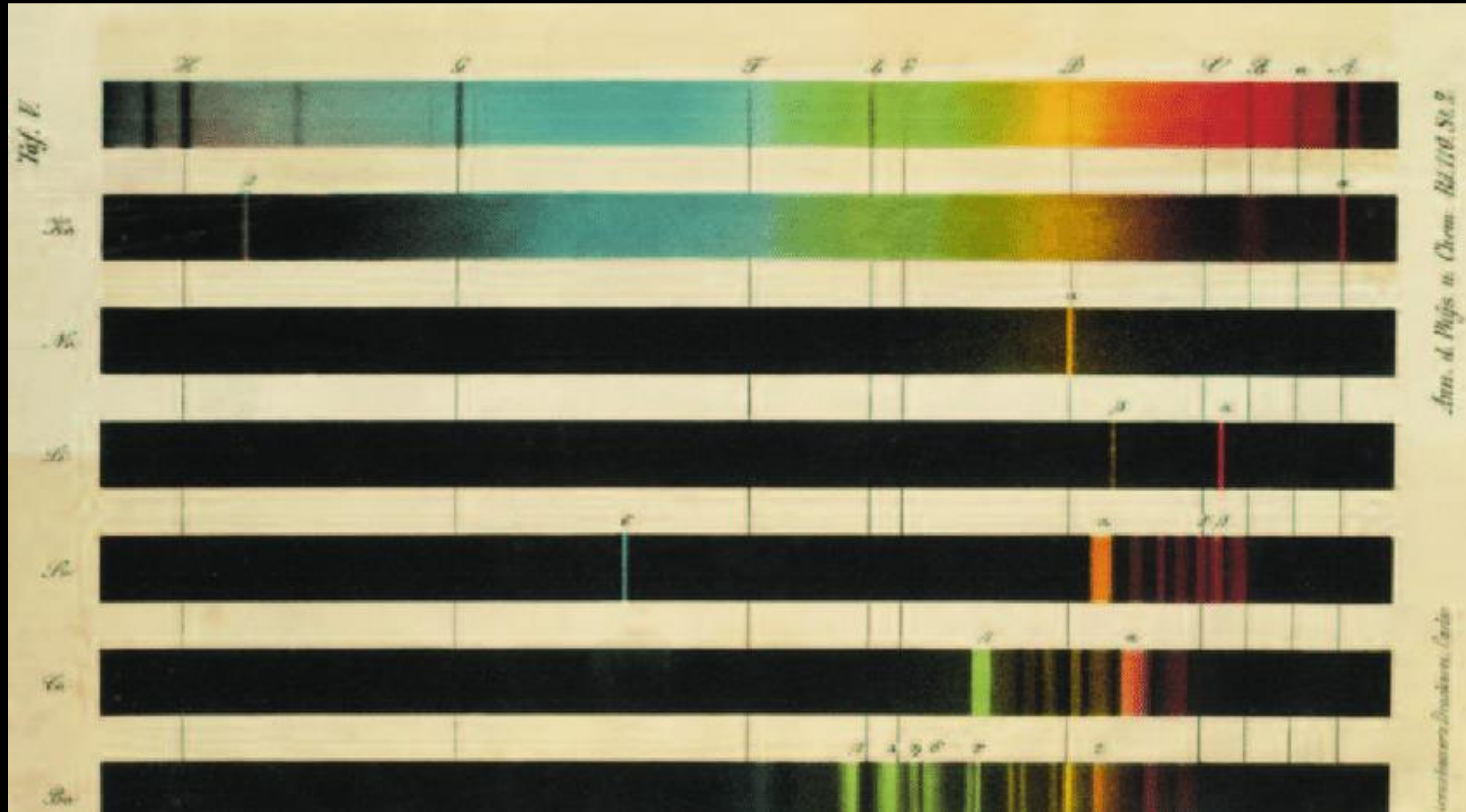


alamy

$\frac{1}{8}$

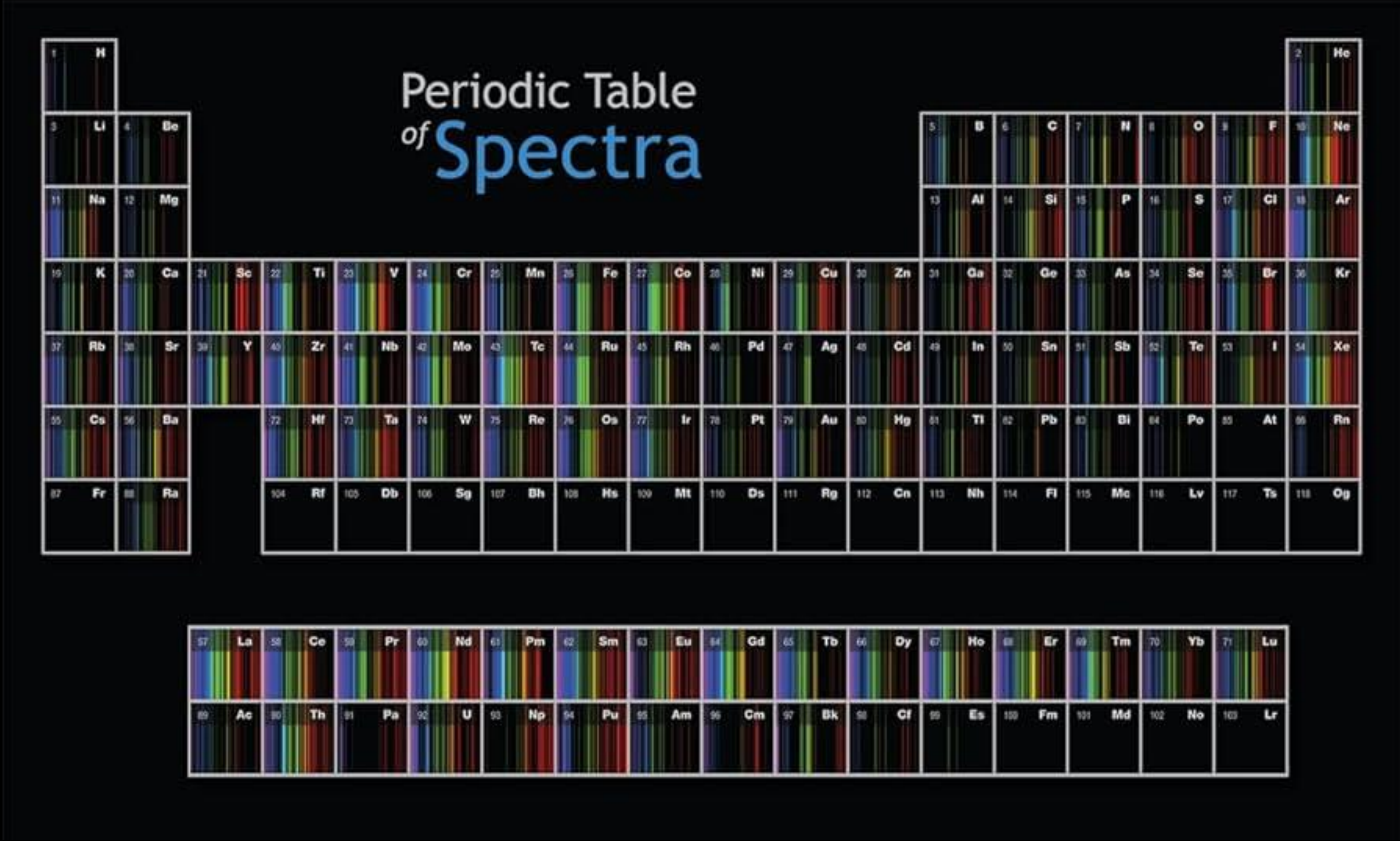
Image ID: EPVPYM
www.alamy.com

I progressi della fisica e della chimica:



Bunsen e Kirchhoff scoprono l'origine delle righe di assorbimento nello spettro solare

Gli spettri per conoscere la composizione dell'Universo:



La classificazione delle stelle: il contributo delle “calcolatrici”



Con l'utilizzo delle lastre fotografiche il direttore del Harvard College Observatory, Edward Pickering, raccoglie migliaia di spettri stellari

Per analizzare quest'enorme archivio assume un gruppo di donne che rivoluzioneranno l'astronomia

Williamina Fleming (1857-1911)



Da cameriera e madre single a scienziata dell'Harvard Observatory:

- catalogò più di 10000 stelle
- prima donna americana eletta come membro onorario nella Royal Astronomical Society inglese.

“Mentre non possiamo affermare che in ogni cosa la donna è uguale all'uomo, tuttavia in molti ambiti la sua pazienza, perseveranza e metodo la rendono superiore”.

Annie Jump Cannon (1863-1941)



- Sviluppò il sistema di classificazione degli spettri stellari, tuttora in uso

Prima donna ad ottenere:

- Il dottorato in Astronomia dalla Groningen University
- La laurea onoraria dall'Oxford University
- Henry Draper Medal dalla National Academy of Sciences.

“La conoscenza è un dono che va condiviso con gli altri, perché è attraverso la collaborazione che possiamo ottenere grandi cose.”

Henrietta Leavitt (1868-1921)



- Scopri le stelle variabili, dette Cefeidi
- Definí le relazioni tra il loro periodo e la luminosità
- Scala cosmica delle distanze

La nota "Periods of 25 variable stars in the Small Magellanic Cloud" è firmata da Edward Pickering che, dopo il titolo, dice solamente 'che è stata preparata da Miss Leavitt'

<https://www.aif.it/fisico/biografia-henriette-swan-leavitt/>

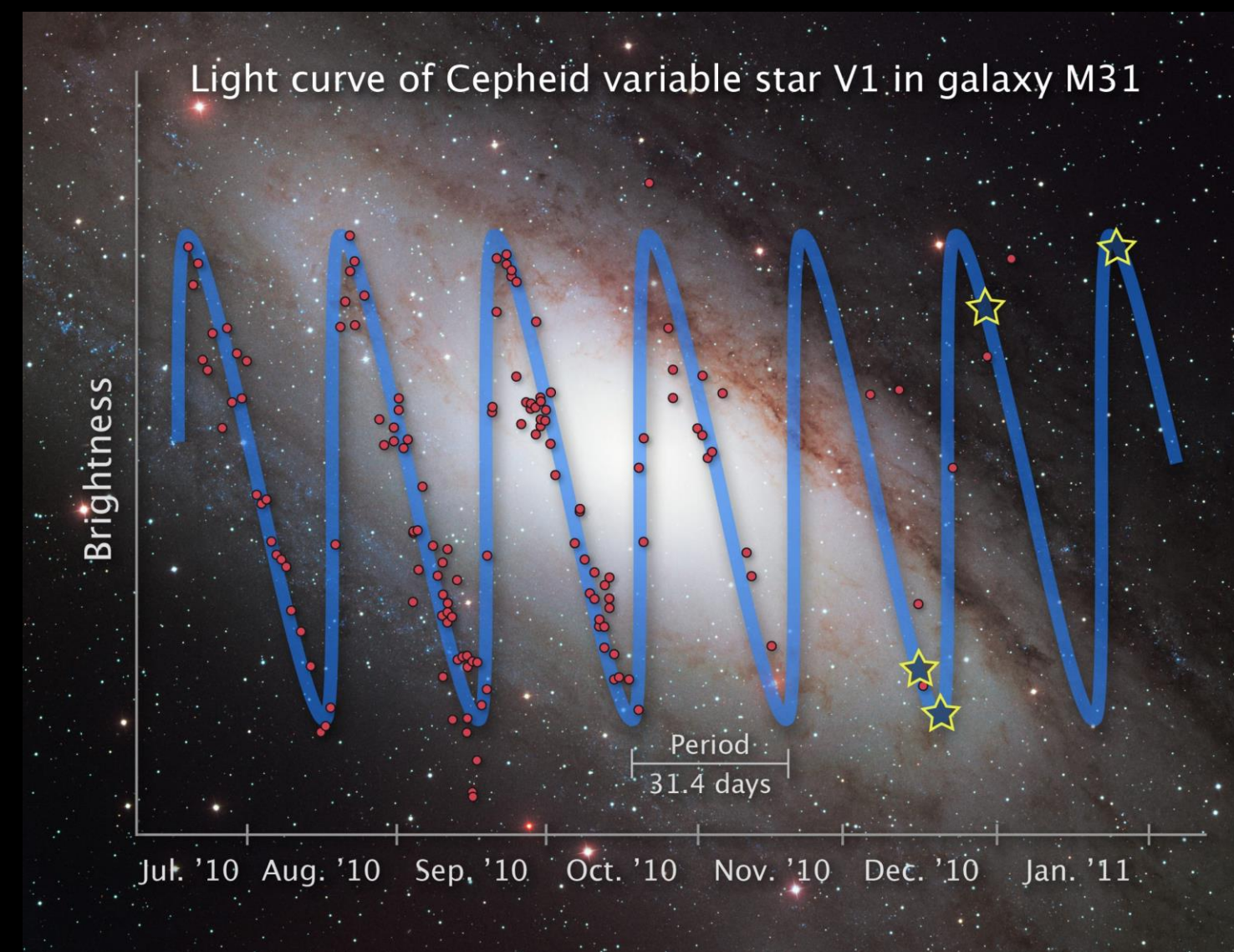
"Beauty is variable, ugliness is constant."

Una scoperta che ha rivoluzionato la nostra conoscenza dell'Universo

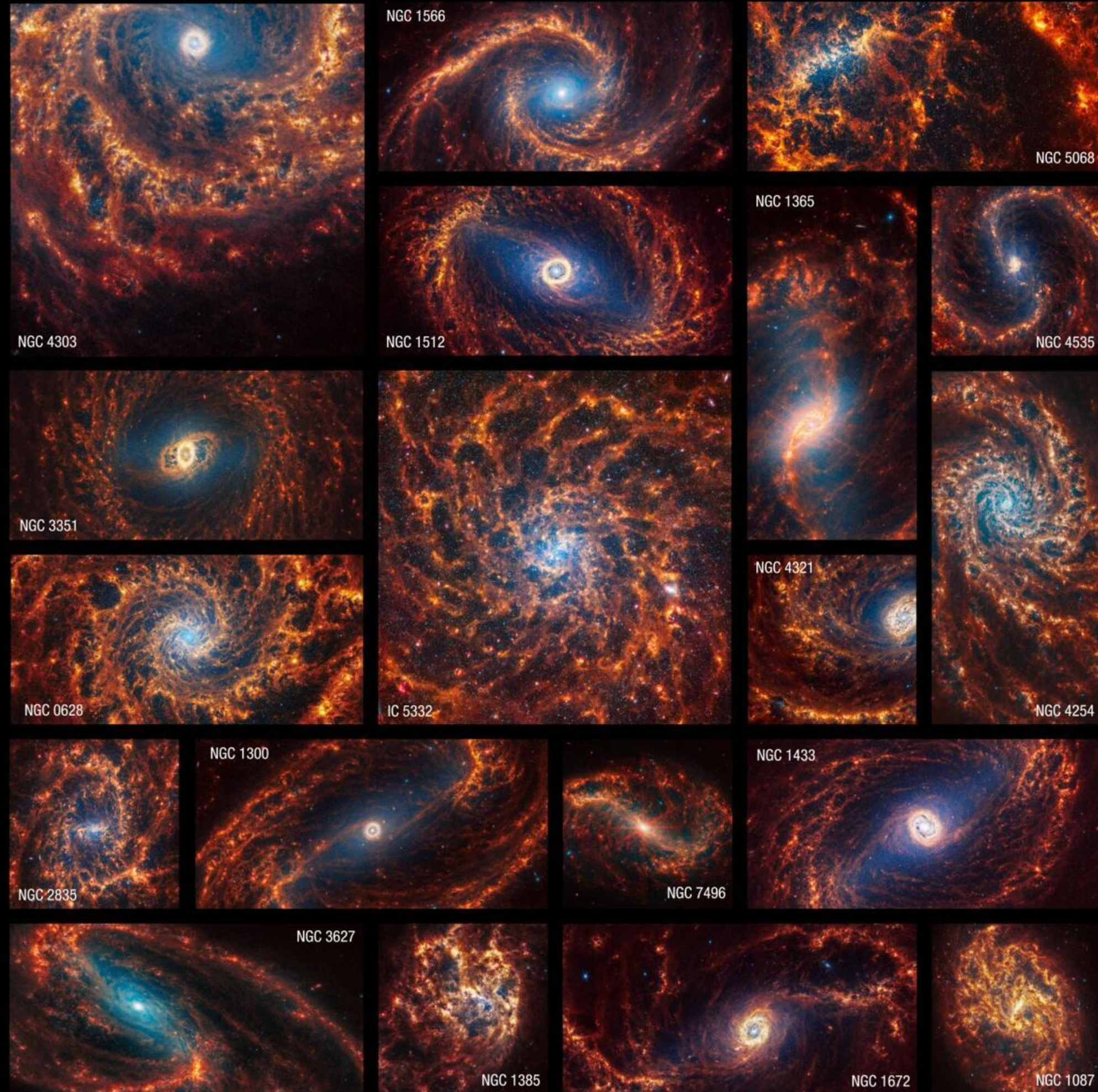
Un Nobel mancato:

- Nel 1925, ignaro di ciò, il matematico svedese Gösta Mittag-Leffler volendola candidare al Premio Nobel del '26, scrisse a Shapley, Direttore dell'Osservatorio, richiedendo informazioni sul lavoro sulle Cefeidi e fu allora informato della morte, risalente a quattro anni prima. Siccome il Nobel non può essere assegnato postumo, non venne candidata.

<https://www.aif.it/fisico/biografia-henriette-swan-leavitt/>



Un Universo di galassie e non una Galassia come Universo:



Cecilia Payne Gaposchkin (1900-1979)



- Prima donna a conseguire il dottorato in astronomia all'Università di Harvard nel 1925
- Prima donna a dirigere un dipartimento ad Harvard dal 1956
- Autrice a 25 anni di uno studio che rivoluzionava la conoscenza dell'Universo, scoperta che le fu negata per lo scetticismo di colleghi più famosi e convinti delle loro certezze.

<https://scienzapertutti.infn.it/rubriche/biografie/3880-payne-gaposkin-cecilia-helena>

“La vera ricompensa per un giovane scienziato è l'emozione che prova nell'essere la prima persona nella storia del mondo a vedere o capire qualcosa di nuovo. Niente può essere paragonato a questa esperienza”

"I giovani, e specialmente le giovani donne, spesso mi chiedono un consiglio. Eccolo, valeat quantum. Non intraprendete una carriera scientifica alla ricerca di fama o di soldi. Ci sono modi più semplici ed efficaci per questo.

Intraprendete [una carriera scientifica] solo se null'altro vi può soddisfare, perché probabilmente non riceverete null'altro in cambio. Il vostro premio sarà l'ampliarsi dell'orizzonte durante la scalata. E se raggiungerete questa ricompensa, non chiederete altro" (cit. Cecilia Payne)

Un'altra rivoluzione nella comprensione del cielo:

“Il lavoro più brillante mai scritto in astronomia” (cit. O. Struve)

Cecilia, applicando metodi di analisi innovativi basati sulla meccanica statistica, aveva calcolato l'abbondanza degli elementi chimici delle stelle dall'osservazione del loro spettro, dimostrando che le stelle sono formate principalmente da idrogeno ed elio.

Questa è stata una scoperta rivoluzionaria.

Nel 1929 lo stesso Russel avrebbe validato le ricerche di Cecilia, pubblicando un lavoro in cui affermava che le stelle fossero costituite prevalentemente da idrogeno ed elio, citando Cecilia Payne solo marginalmente.

Margaret Burbidge (1919-2020)



Prima donna direttrice del Royal Greenwich Observatory (1972-73)

Presidente dell'Astronomy Society (1976-78) e dell'American Association for the Advancement of Science (1983)

Margaret insieme al marito conduce uno studio sull'evoluzione delle stelle in collaborazione con l'astrofisico William Fowler e il fisico Fred Hoyle. Il risultato è una teoria rivoluzionaria, definita con l'acronimo B2FH dal nome degli ideatori, che spiega come nelle stelle si generino tutti gli elementi della tavola periodica a partire dall'idrogeno (Synthesis of the Elements in Stars, 1957).

La composizione chimica dell'Universo:

Un lungo percorso, cominciato più di un secolo fa, e che ha visto il lavoro corale di molte scienziate



Dalla catalogazione delle stelle, alla comprensione della loro composizione...fino alla scoperta della nucleosintesi e origine degli elementi

Dagli atomi alla vita....



photo credit: Jenny Mottar

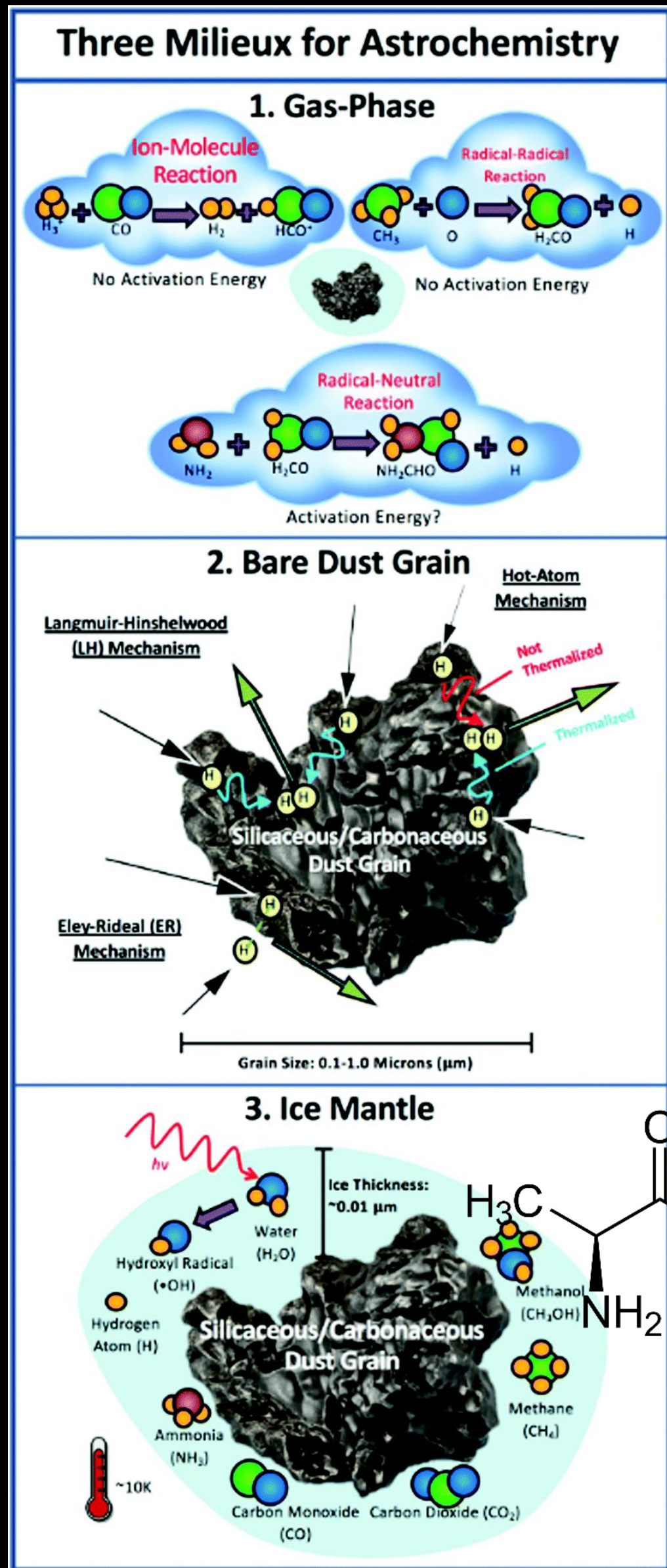
...la sfida per il futuro

Come si è originata la vita?

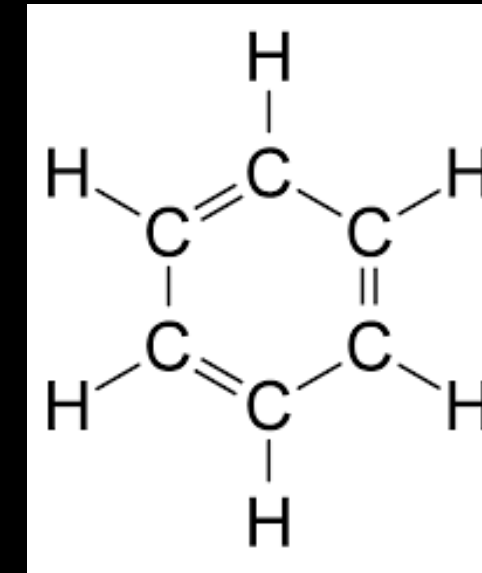
Abiogenesi = insieme di processi che hanno portato all'origine della vita a partire dalla materia inorganica sulla Terra primordiale e potenzialmente su altri pianeti



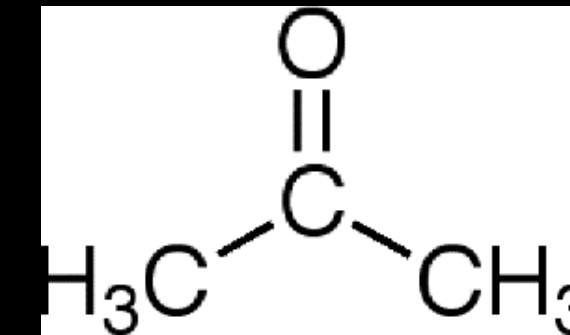
La formazione dei mattoni della vita è avvenuta in parte nel mezzo interstellare e nelle nubi molecolari



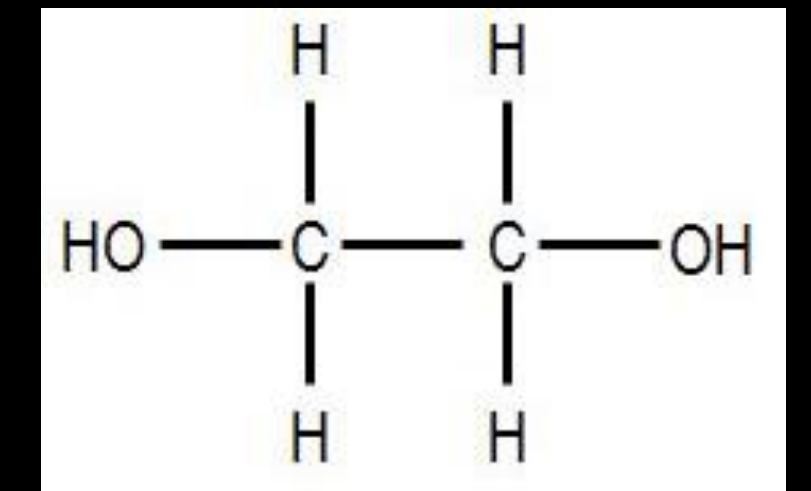
Molecole interstellari:



Benzene

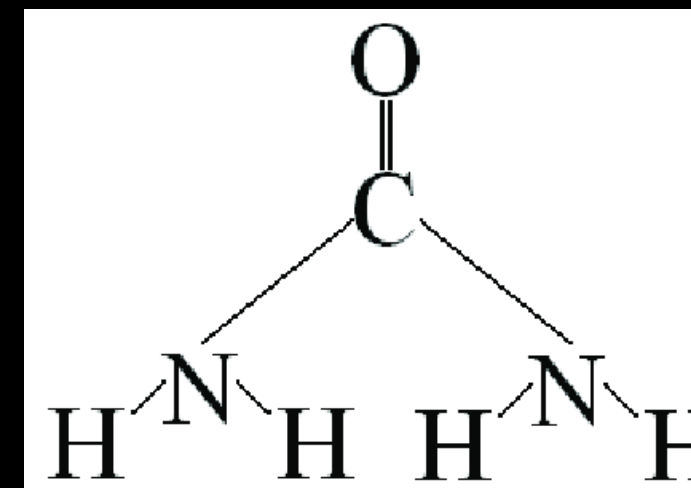


Acetone

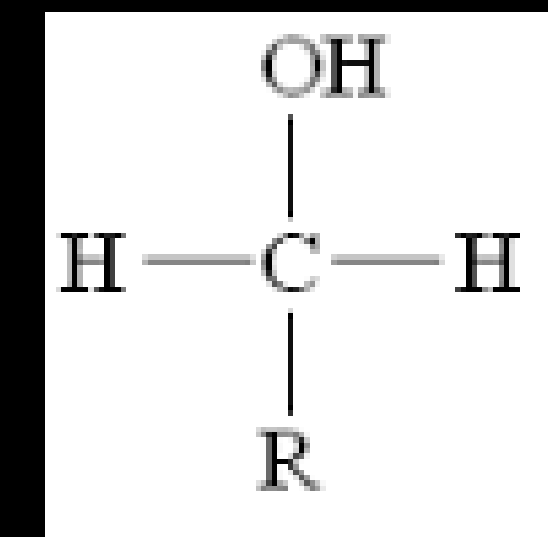


Etilen glicole

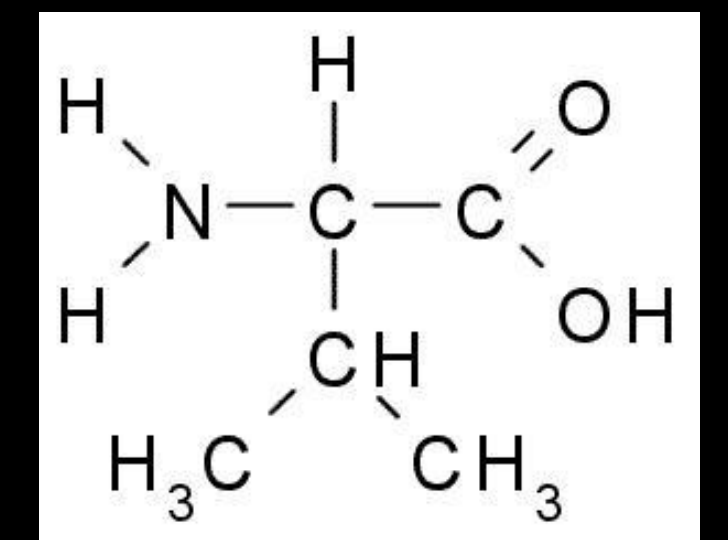
Molecole meteoritiche:



Urea



Alcoli



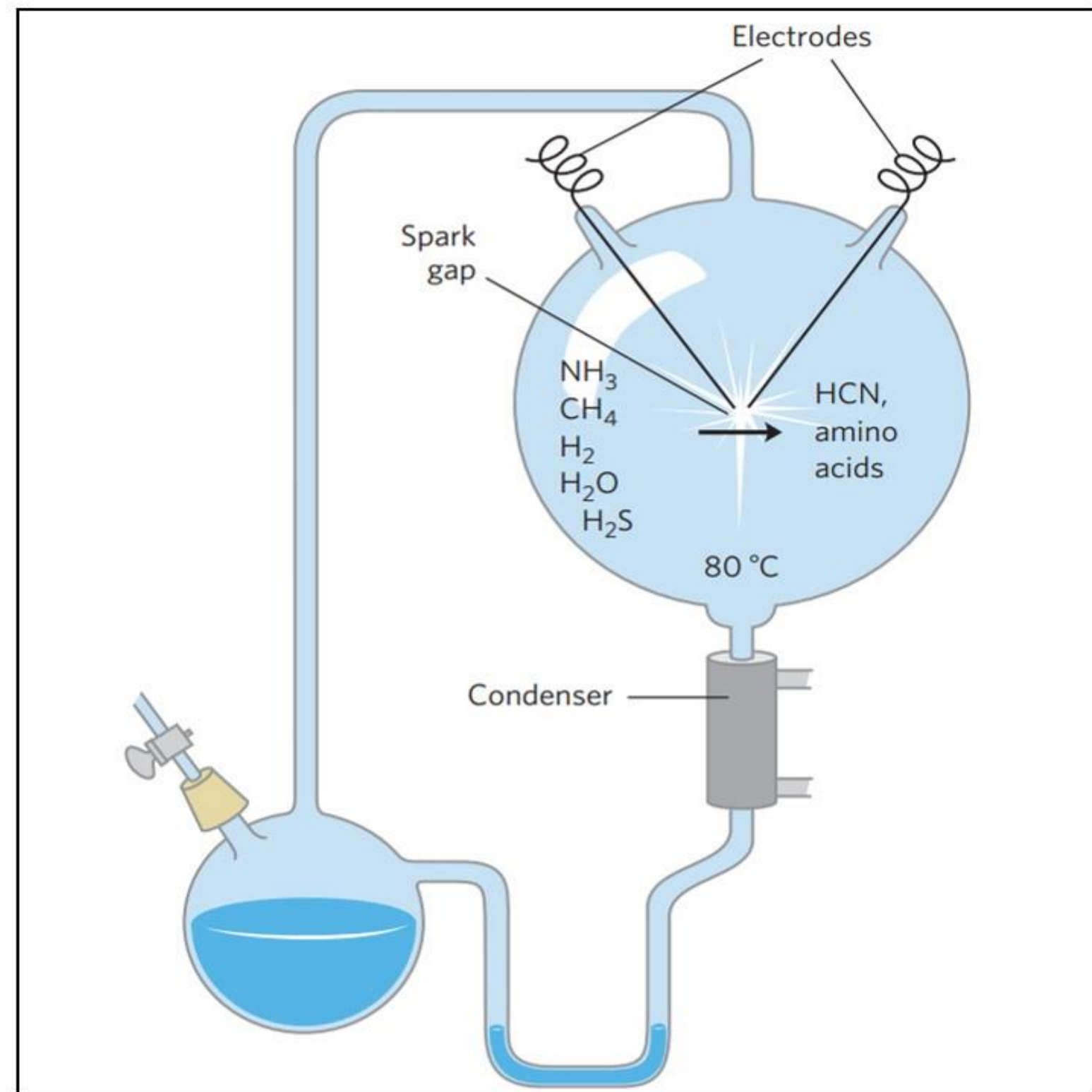
Valine

Le molecole formate nello spazio sono poi state trasportate sulla Terra e sui pianeti più interni del Sistema Solare da particelle di polvere interplanetaria, asteroidi, meteoriti e comete

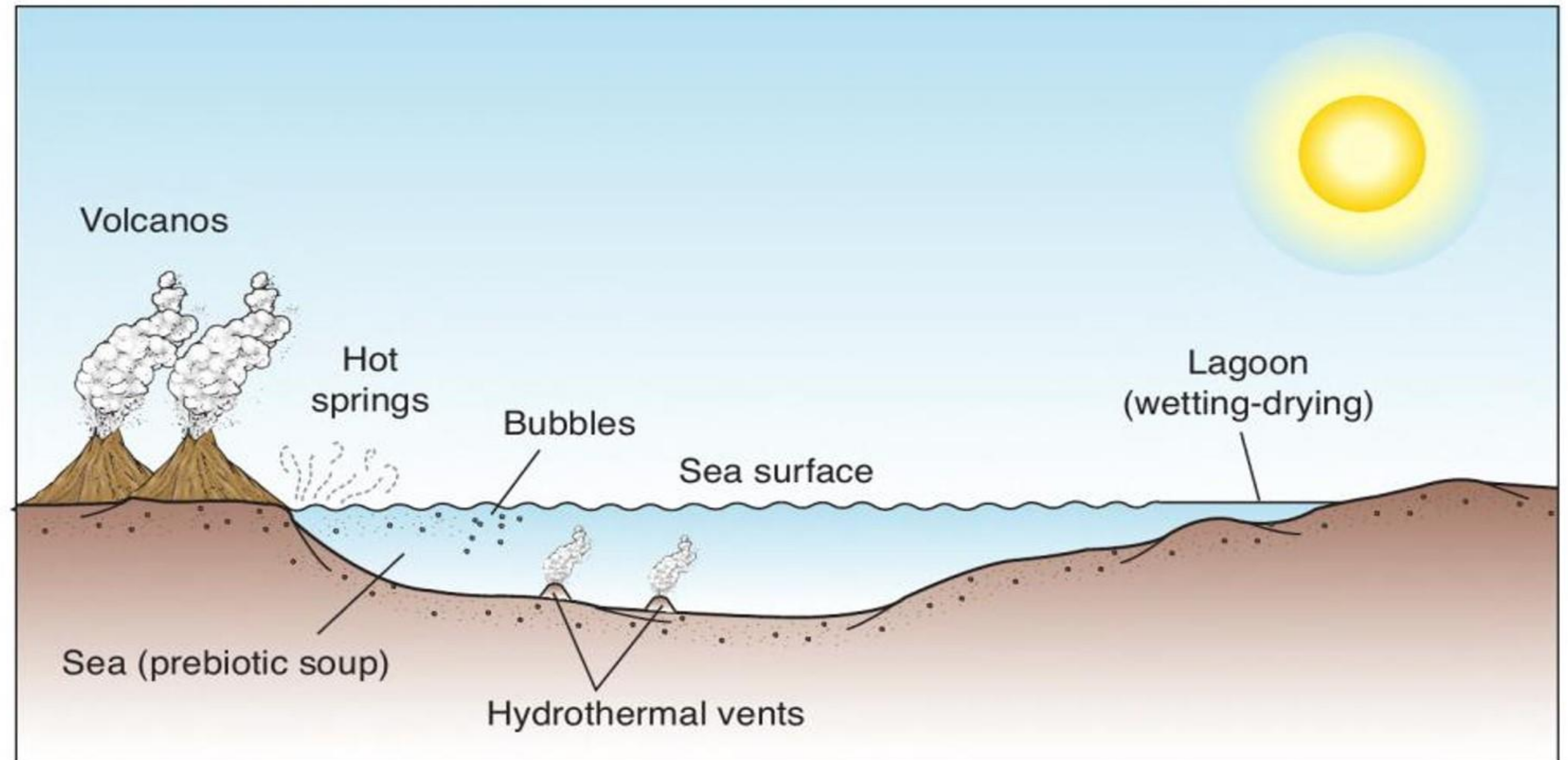
- La Terra attualmente riceve 30000-60000 tonnellate all'anno
- Il flusso di impattori circa 3.9-3.8 miliardi di anni fa era 1000 volte più elevato



La formazione dei mattoni della vita è avvenuta in parte anche sulla Terra attraverso processi geochimici nell'era Archeana (4-2.5 miliardi di anni fa)



Apparatus used in the Miller-Urey experiment

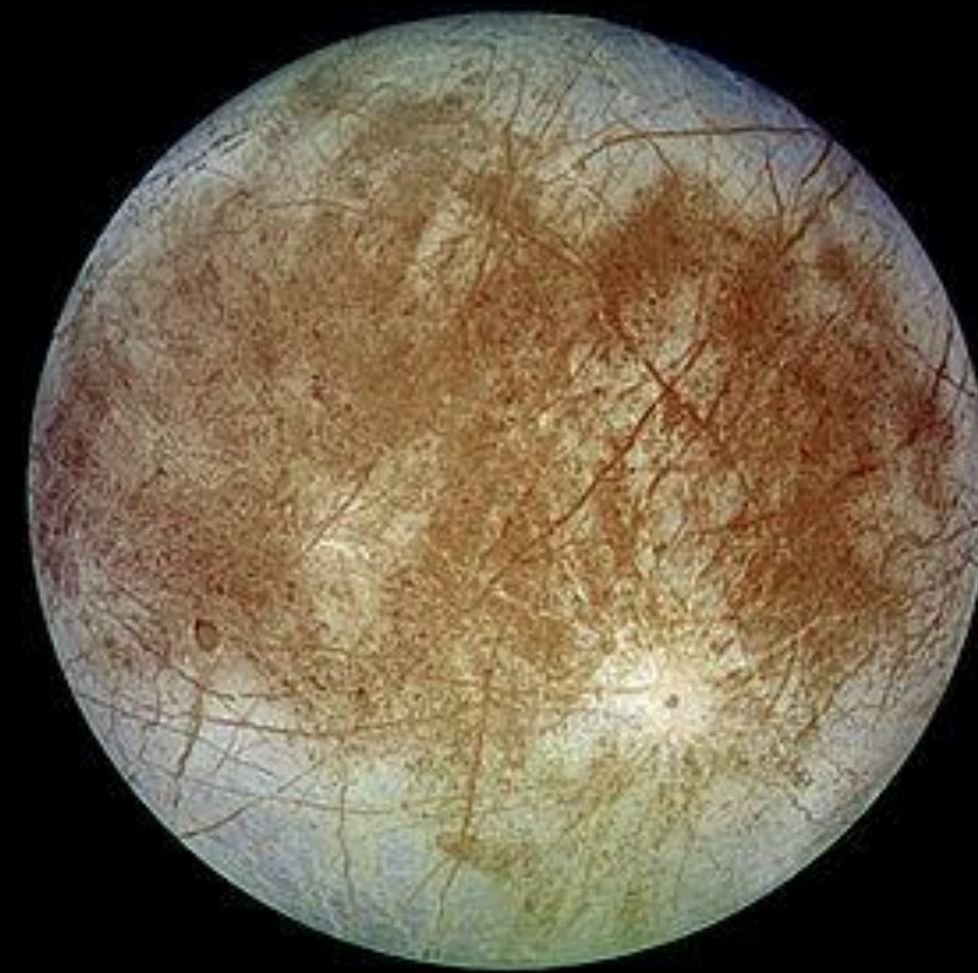


Possible places for the origin of life

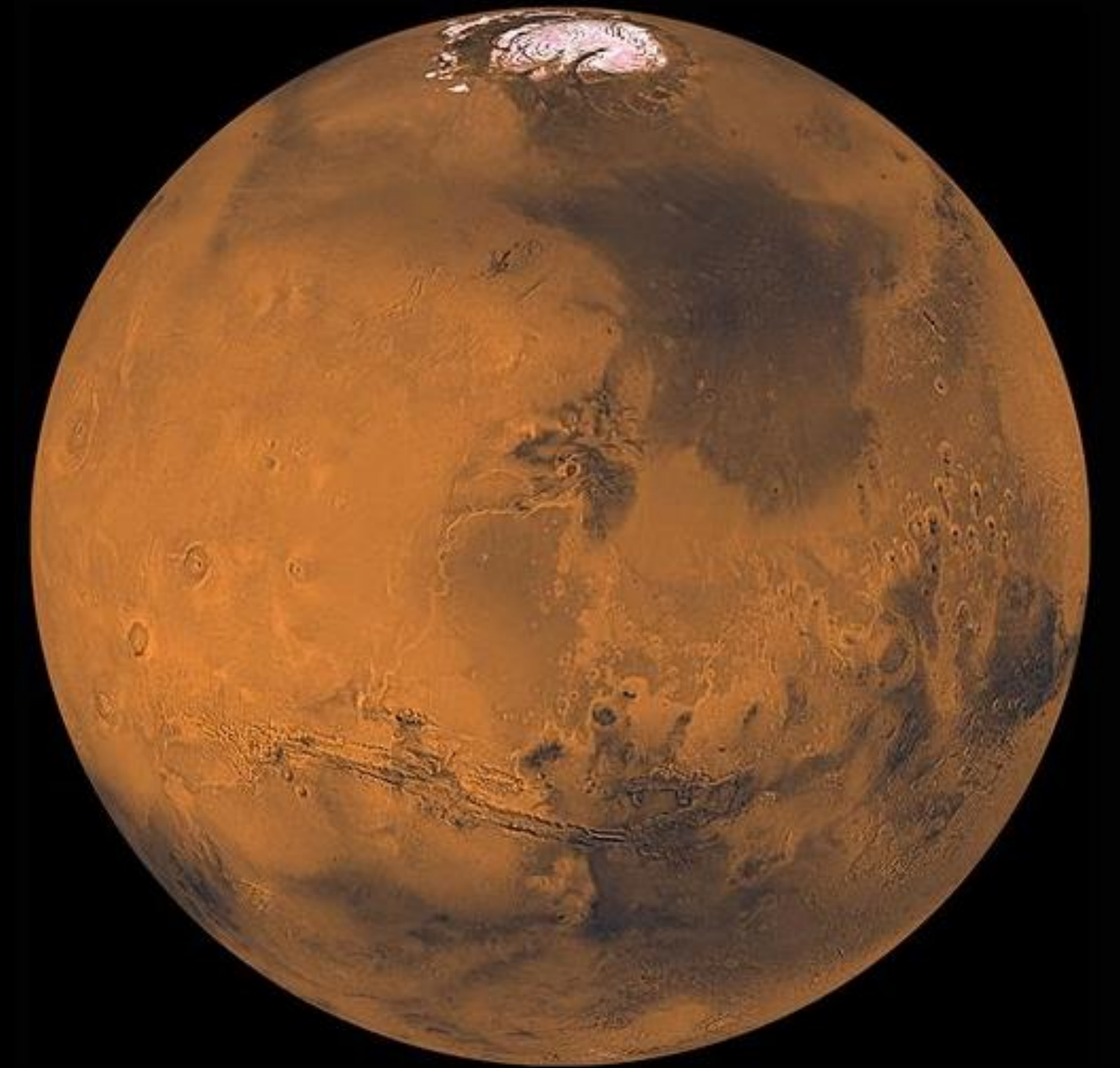
Attività idrotermale potrebbe tuttora essere presente su Europa ed Encelado o nel passato su Marte



Luna di Saturno
Encelado



Luna di Giove
Europa



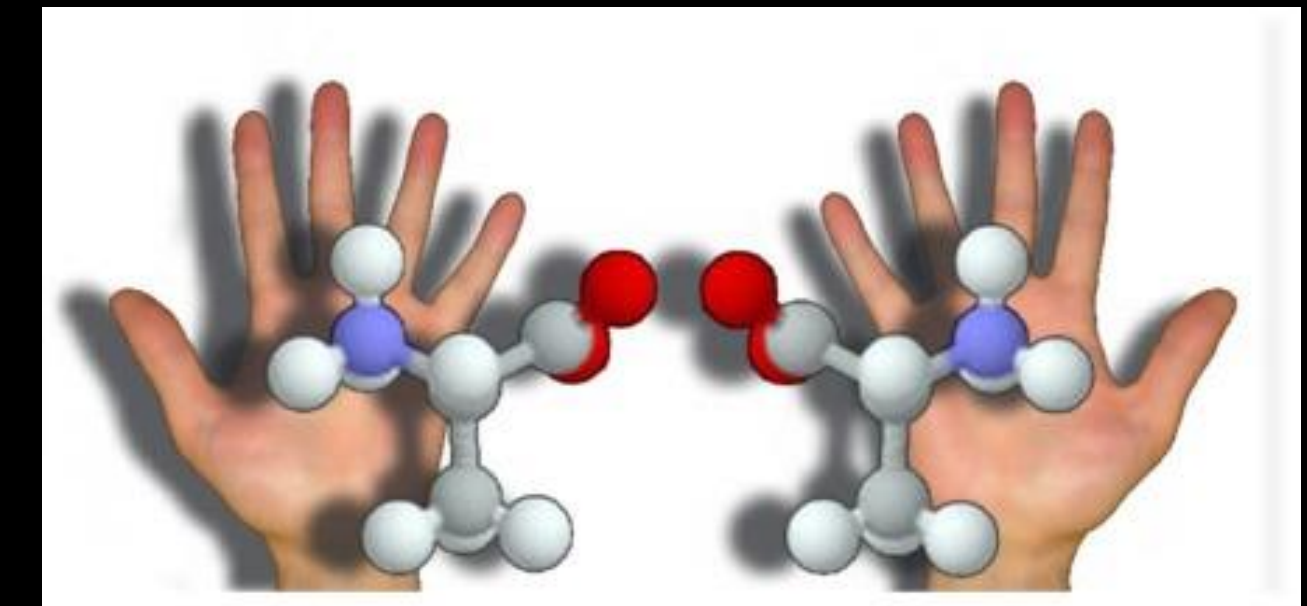
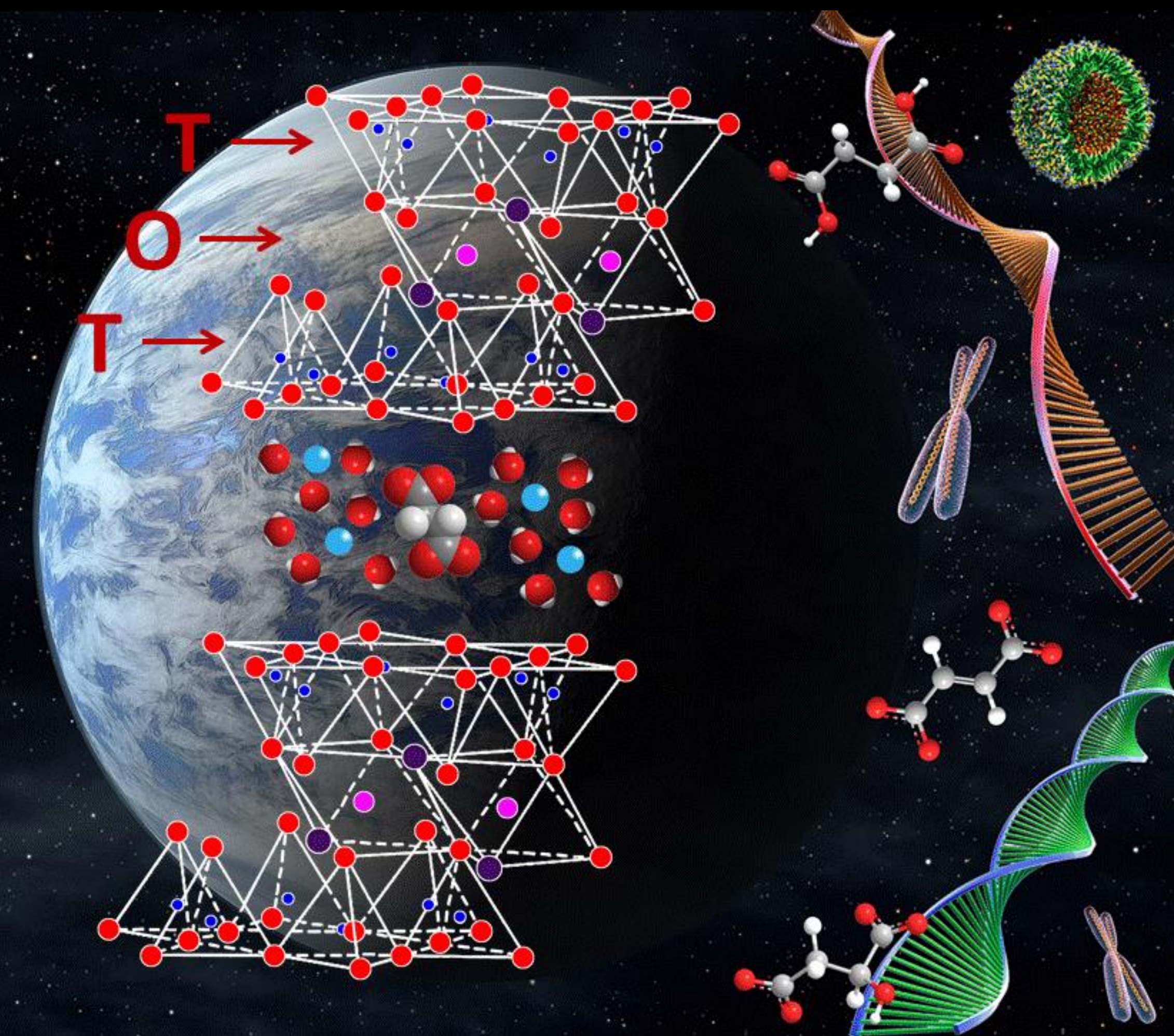
Marte
(forse nell'era Noachiana ~
4.1 - 3.7 miliardi di anni fa)

Come è avvenuta la transizione dal mondo geochimico al mondo biochimico?

- Selezione dei precursori organici
- Concentrazione dei precursori organici
- Organizzazione dei precursori organici
- Catalisi verso la formazione delle macromolecole essenziali della vita



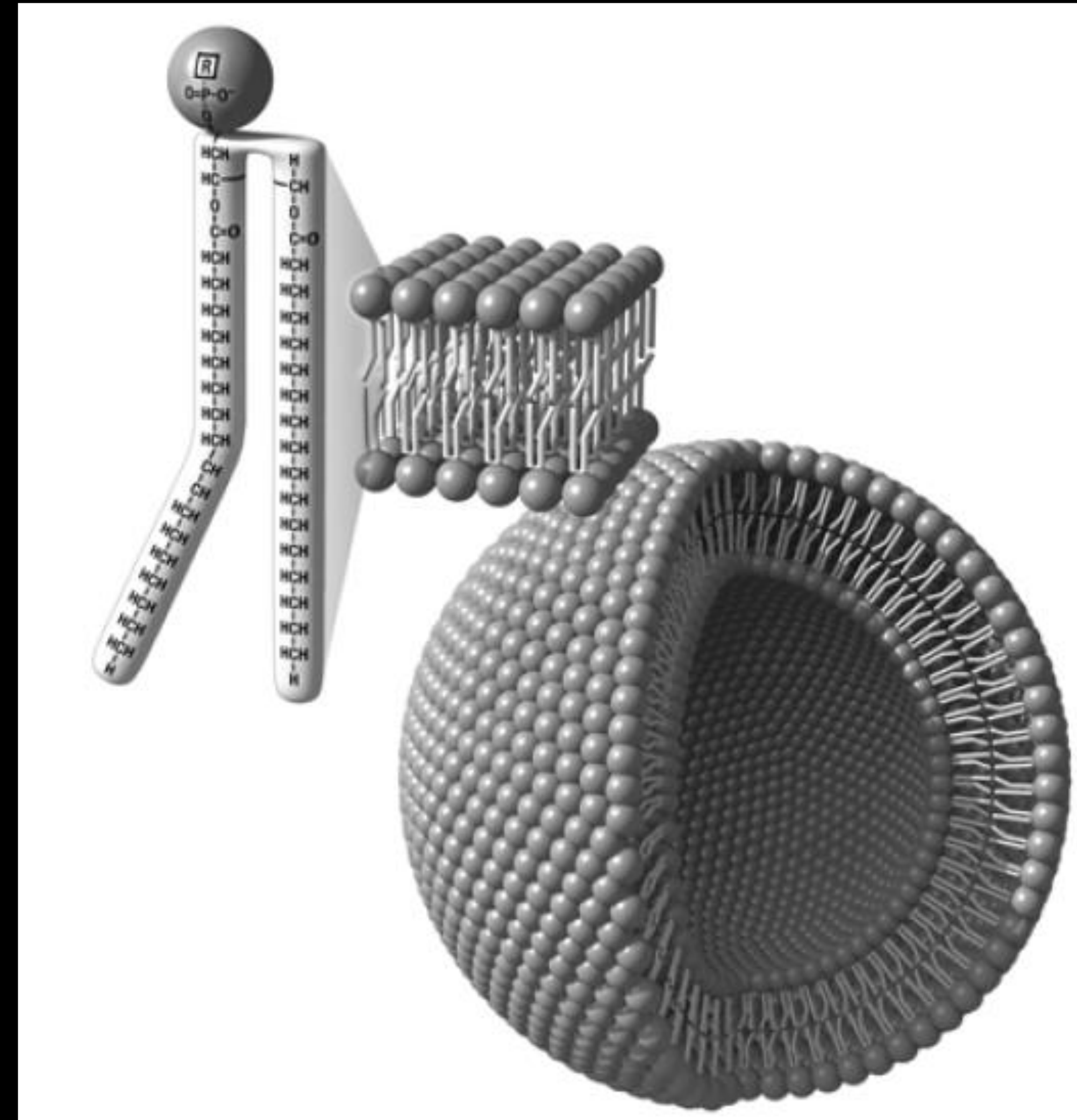
I minerali possono aver svolto un ruolo cruciale per concentrare molecole solubili in acqua e per far avvenire le reazioni chimiche che hanno portato alla formazione dei biopolimeri



TEMPLATES—The mineral calcite tends to attract left- and right-handed amino acids to different crystal faces. Such a sorting process could explain why life makes use of only the left-handed variety.

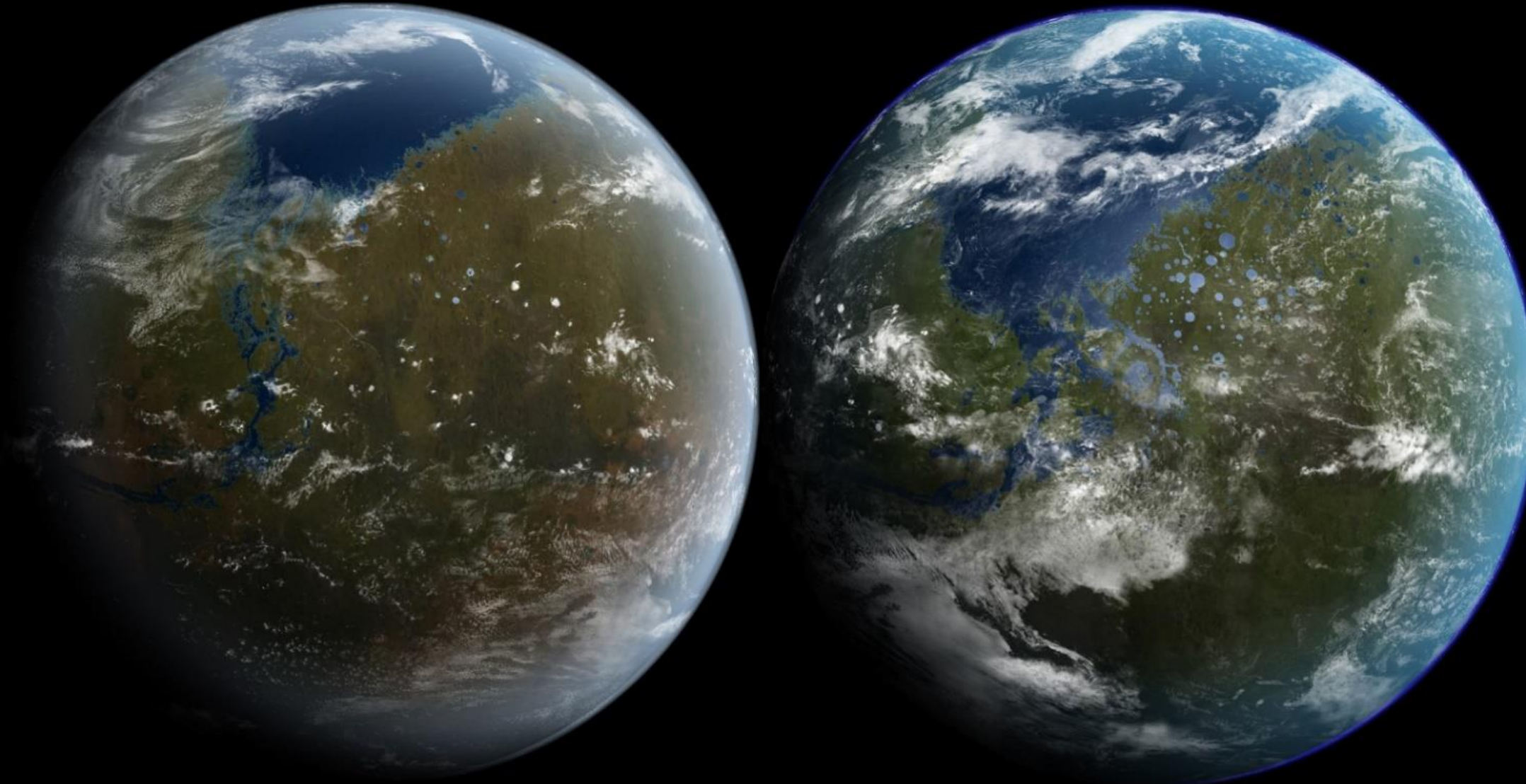
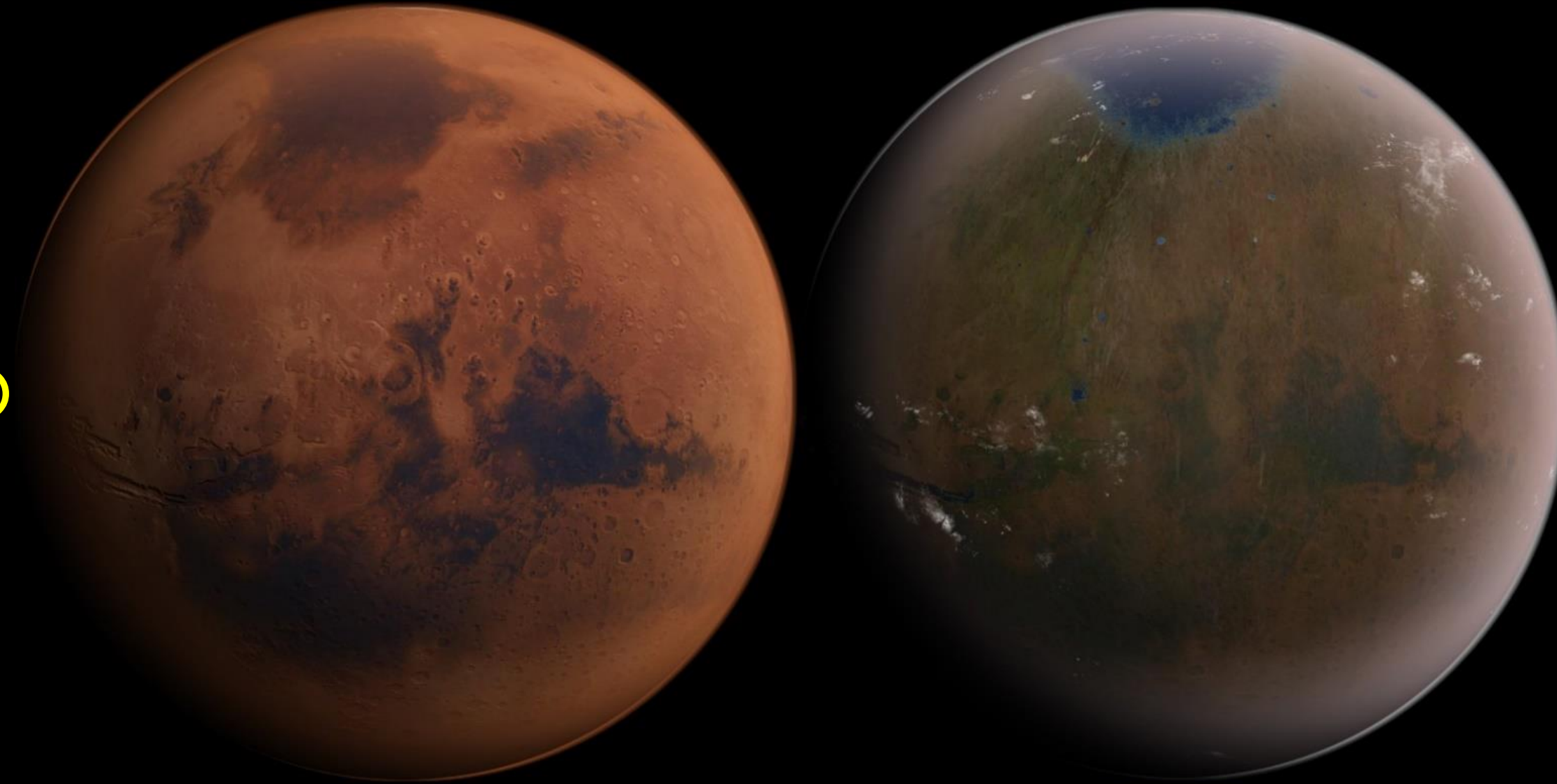
Le molecole anfifiliche possono aver svolto un ruolo cruciale per la formazione delle membrane cellulari

- Quando la concentrazione in soluzione raggiunge un valore critico, queste molecole si auto-organizzano in vescicole simili alle cellule
- Vescicole formate da molecole lipidiche potrebbero aver catturato al loro interno altre molecole formando delle proto-cellule



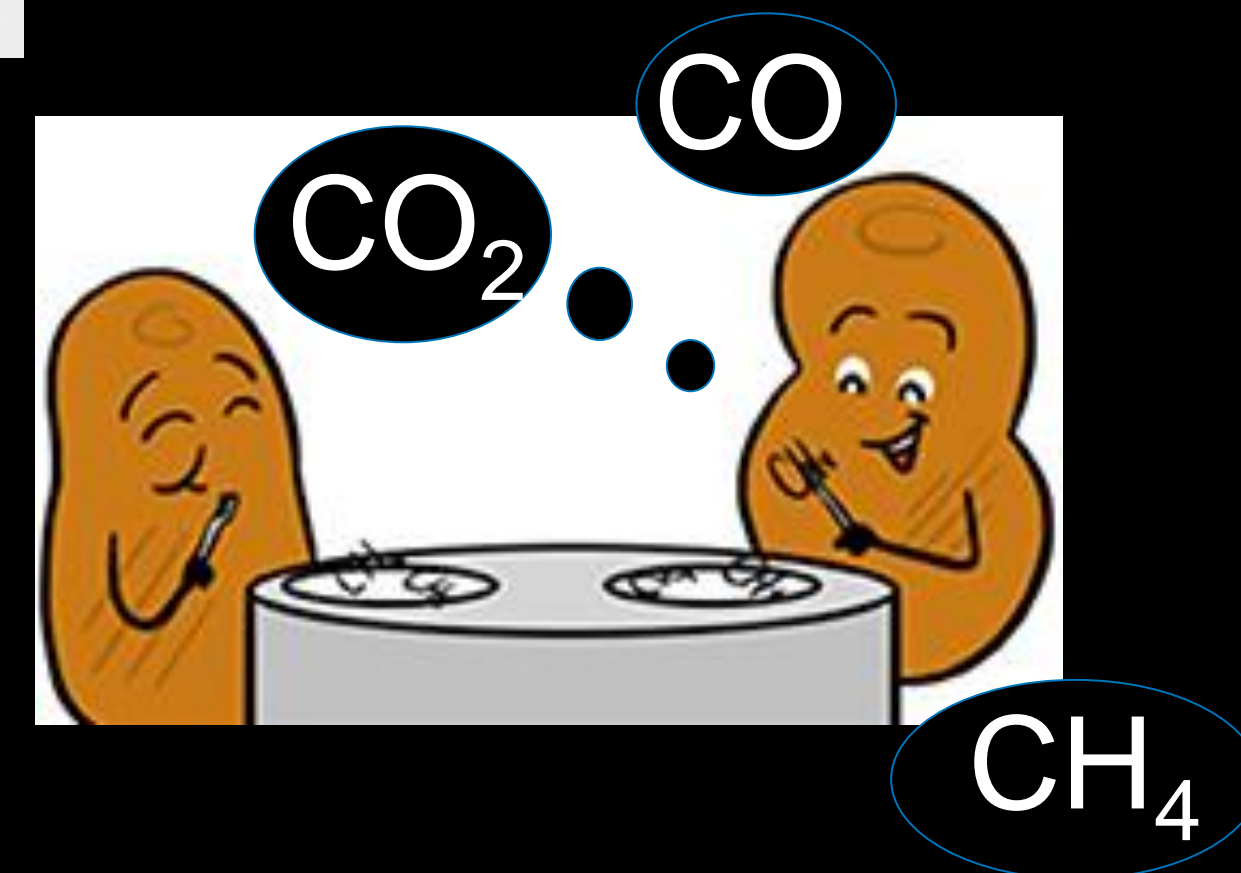
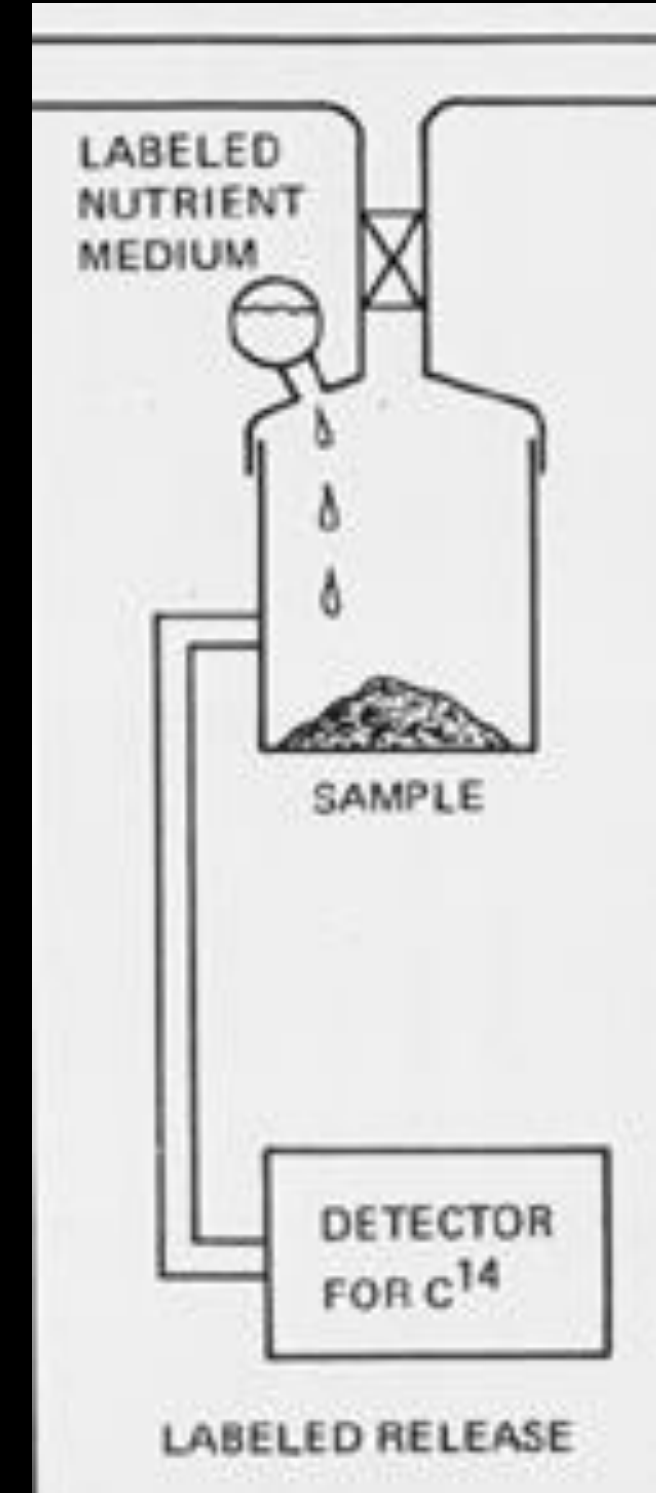
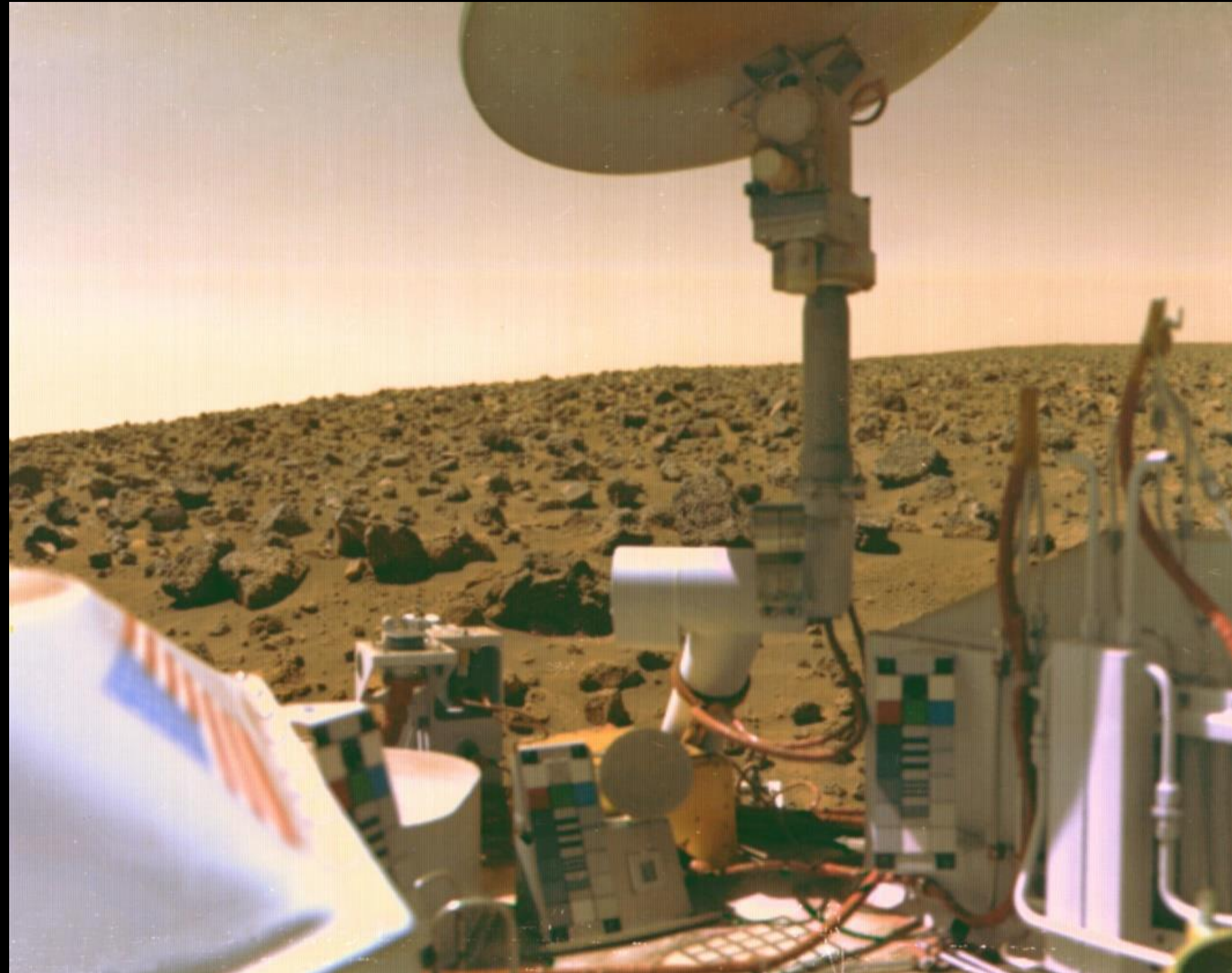
Tassello mancante per comprendere come si sono formate le prime forme di vita: LUCA (ultimo antenato comune universale)

Marte
oggi giorno

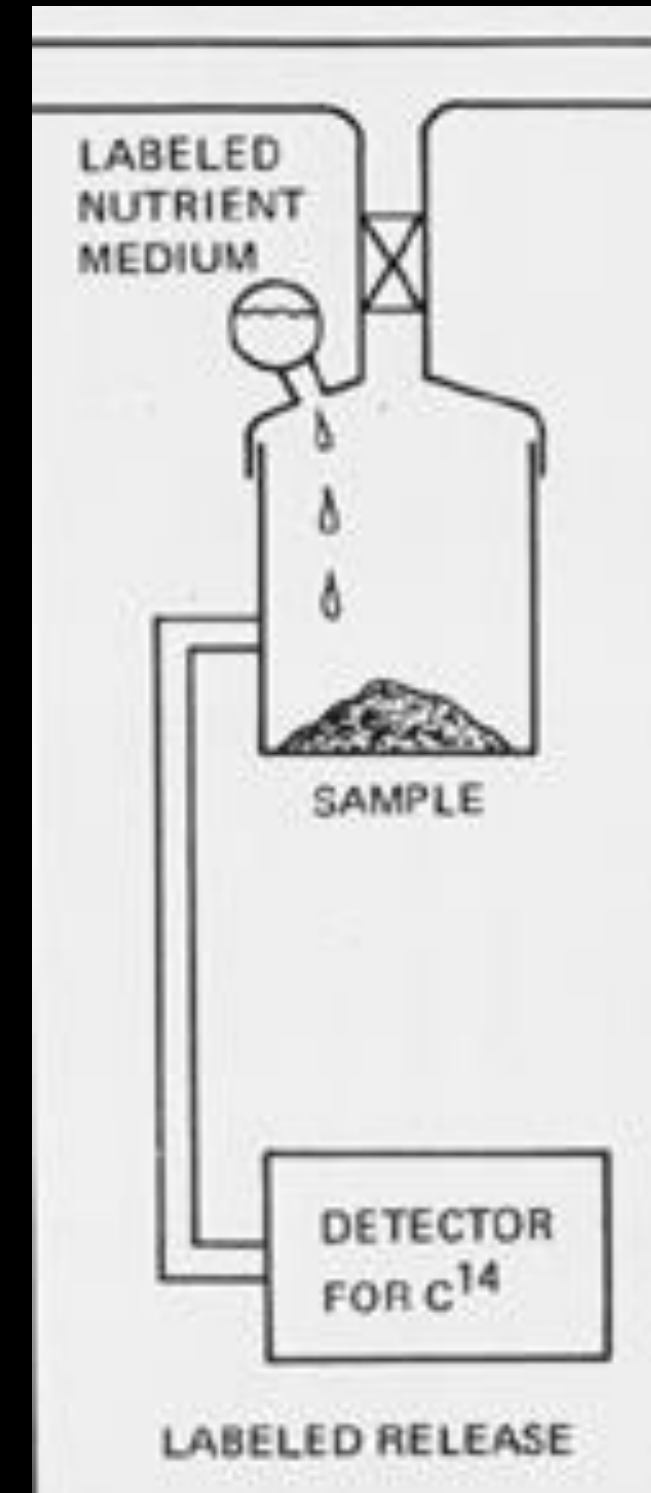
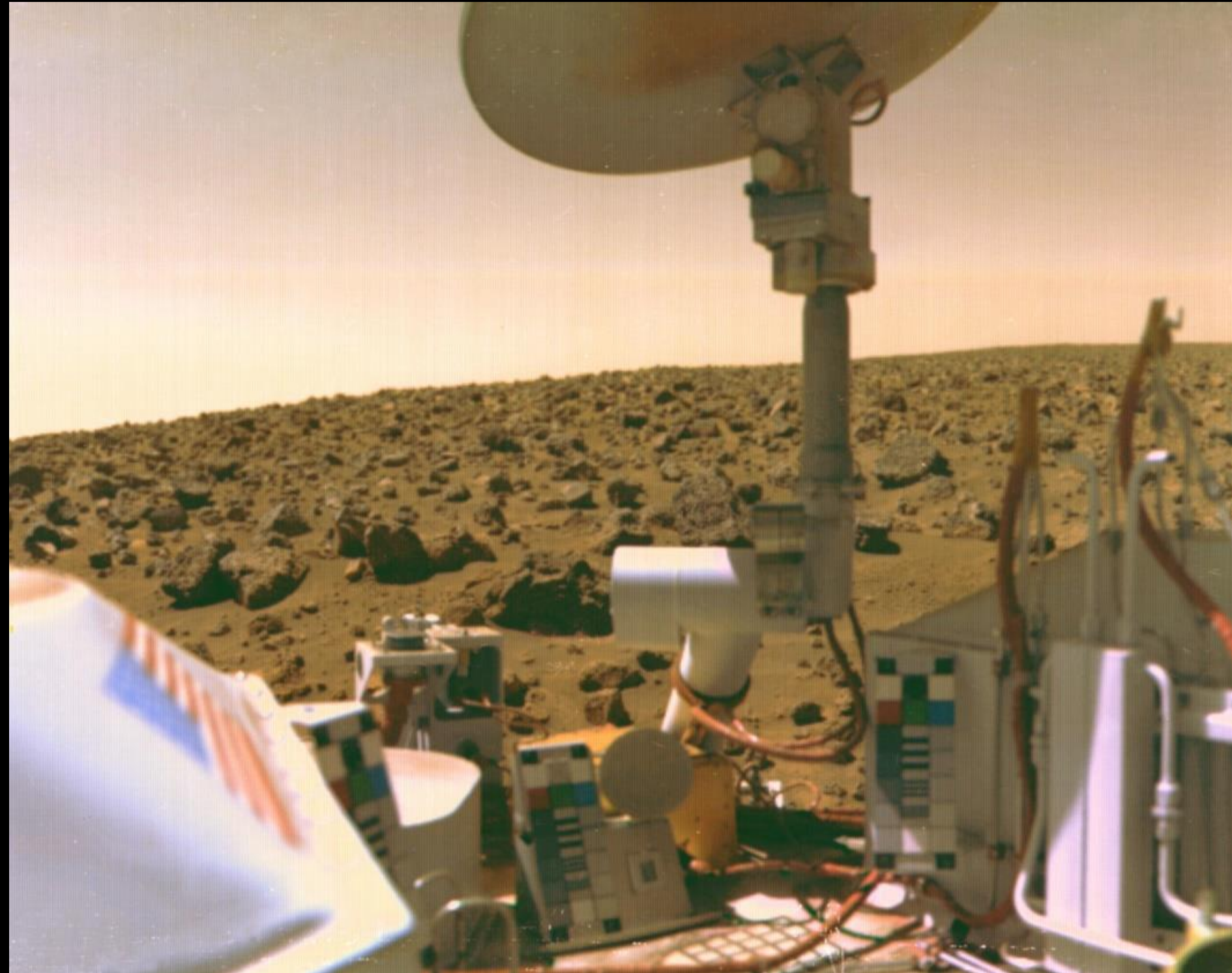


Marte nell'era
Noachiana

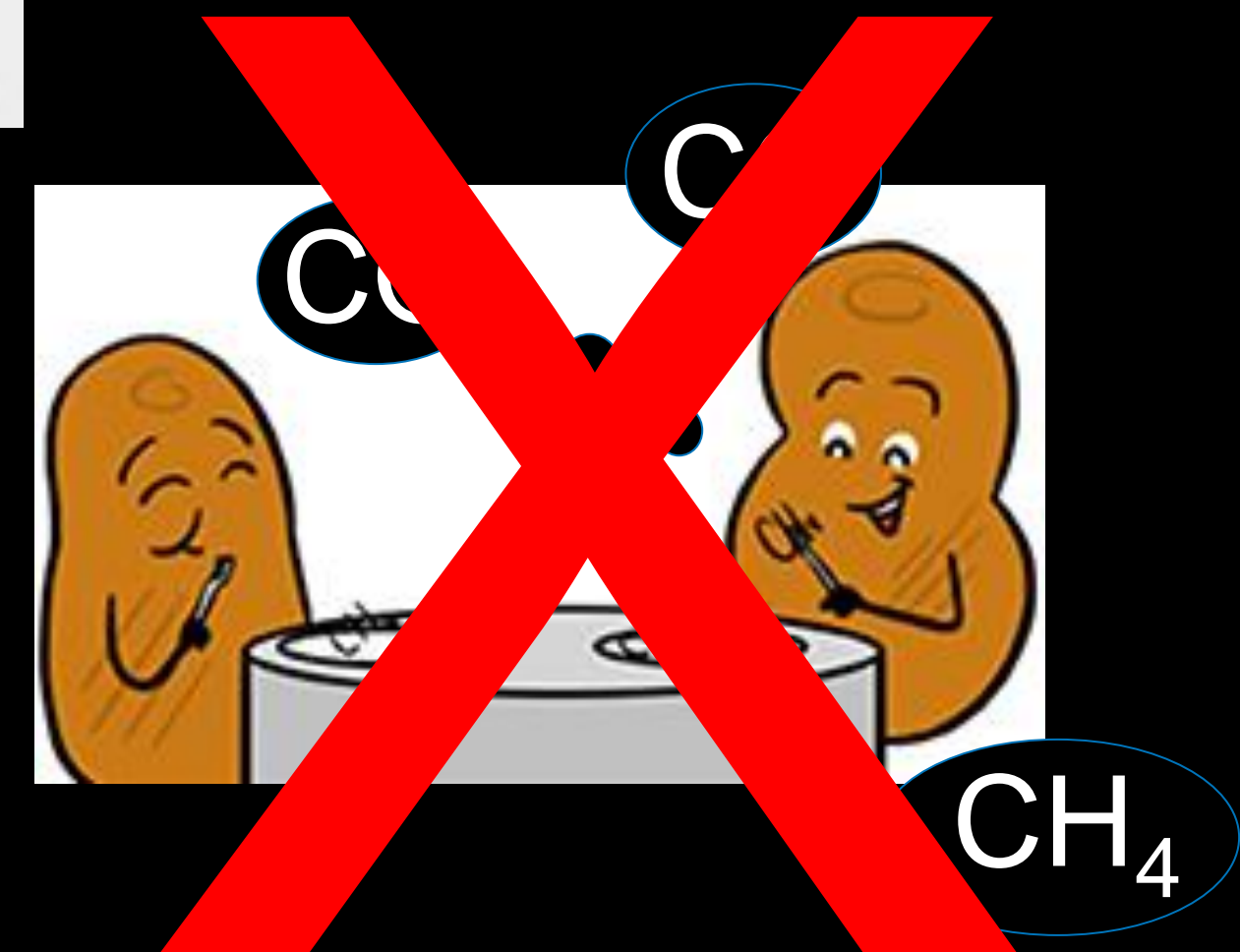
Landers Viking della NASA (1976)



Landers Viking della NASA (1976)

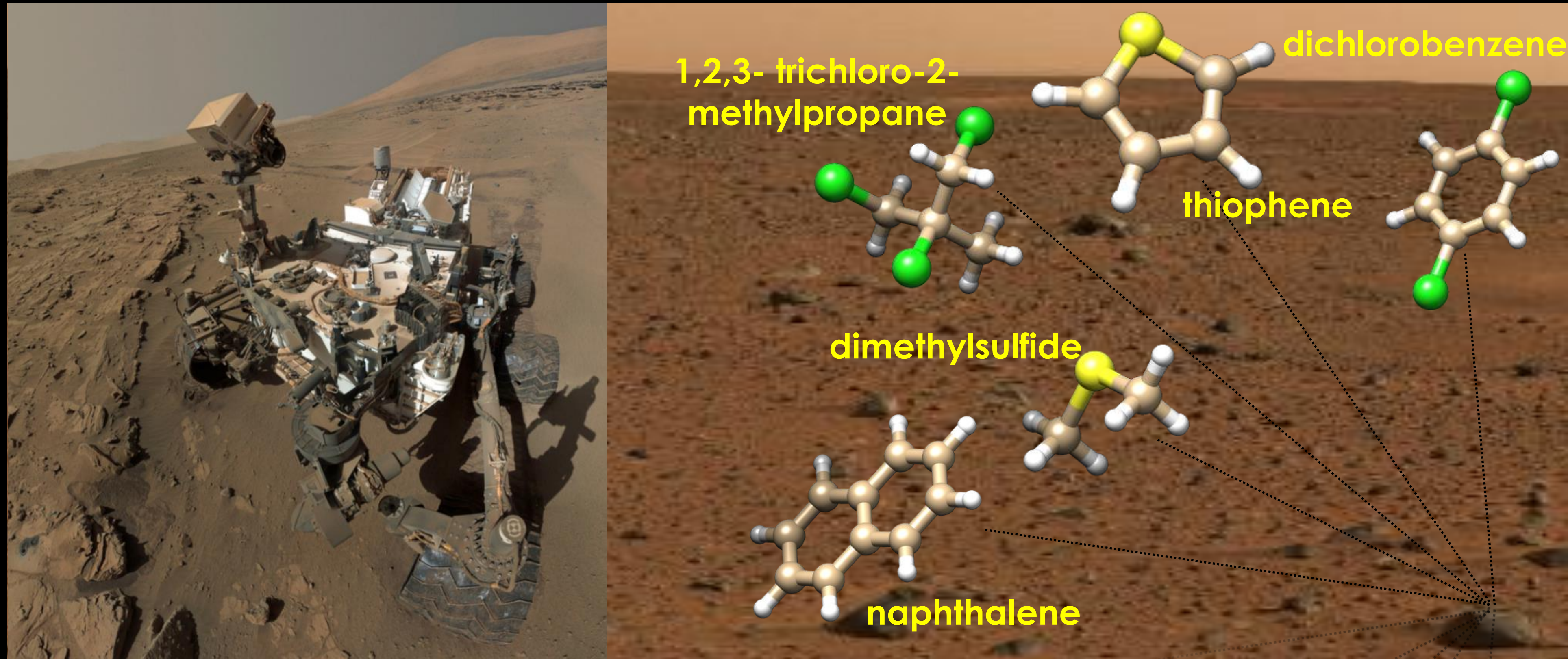


Ossidanti su Marte interferiscono con le misure!



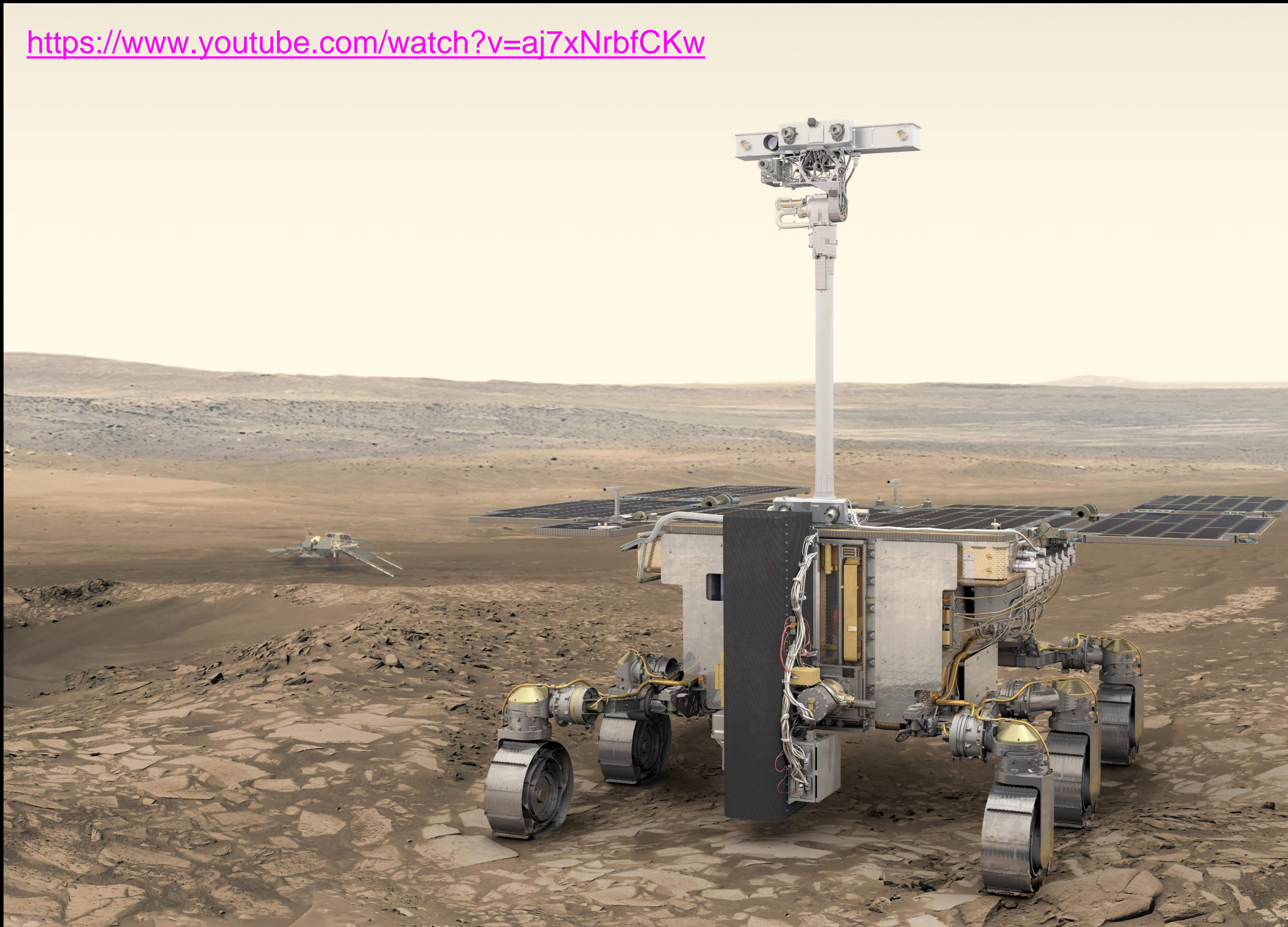
Rover Curiosity della NASA (2013)

Molecole organiche rivelate in argille di 3 miliardi di anni al cratere Gale su Marte!



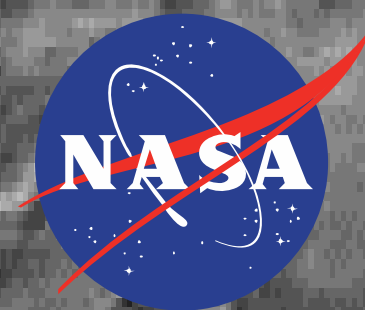
Missione ExoMars dell'ESA/Rosalind Franklin rover (2030)

<https://www.youtube.com/watch?v=aj7xNrbfCKw>

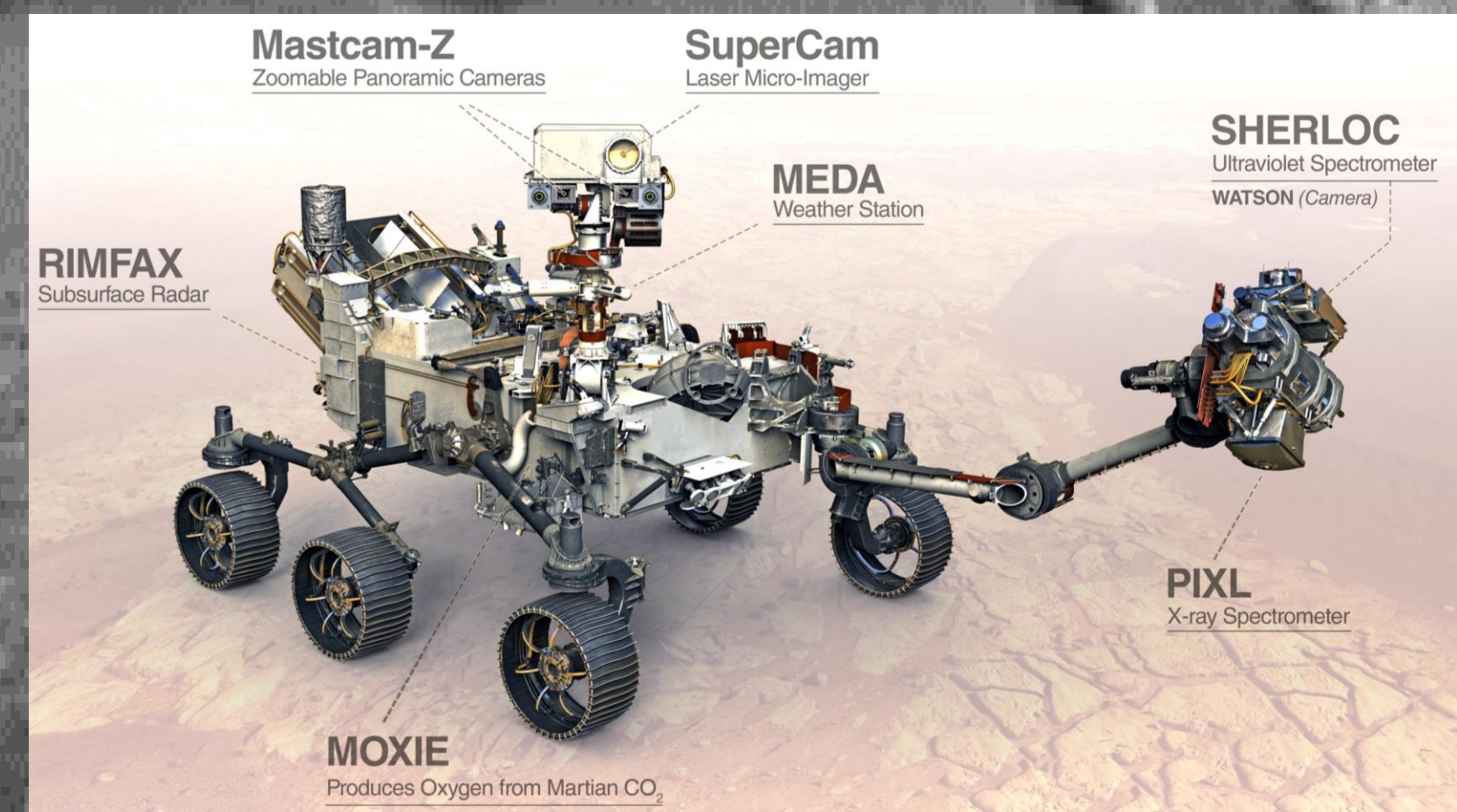


Rosalind Elsie Franklin (Londra, 25 Luglio 1920 – 16 Aprile 1958) è stata una chimica, biochimica e cristallografa britannica, il cui lavoro è stato fondamentale per la comprensione delle strutture molecolari del DNA e dell'RNA. Grazie ad una foto scattata da uno specializzando che lavorava sotto la sua supervisione, Watson e Crick poterono elaborare il modello chimico della molecola del DNA. Questi ultimi, tuttavia, si appropriarono del lavoro scientifico della Franklin senza attribuirle i dovuti meriti. La sua pubblicazione, infatti, anziché essere considerata pionieristica per la scoperta della struttura del DNA, venne accreditata come ancillare a quella dei due scienziati.

La missione della NASA Mars 2020 – Rover Perseverance



Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology



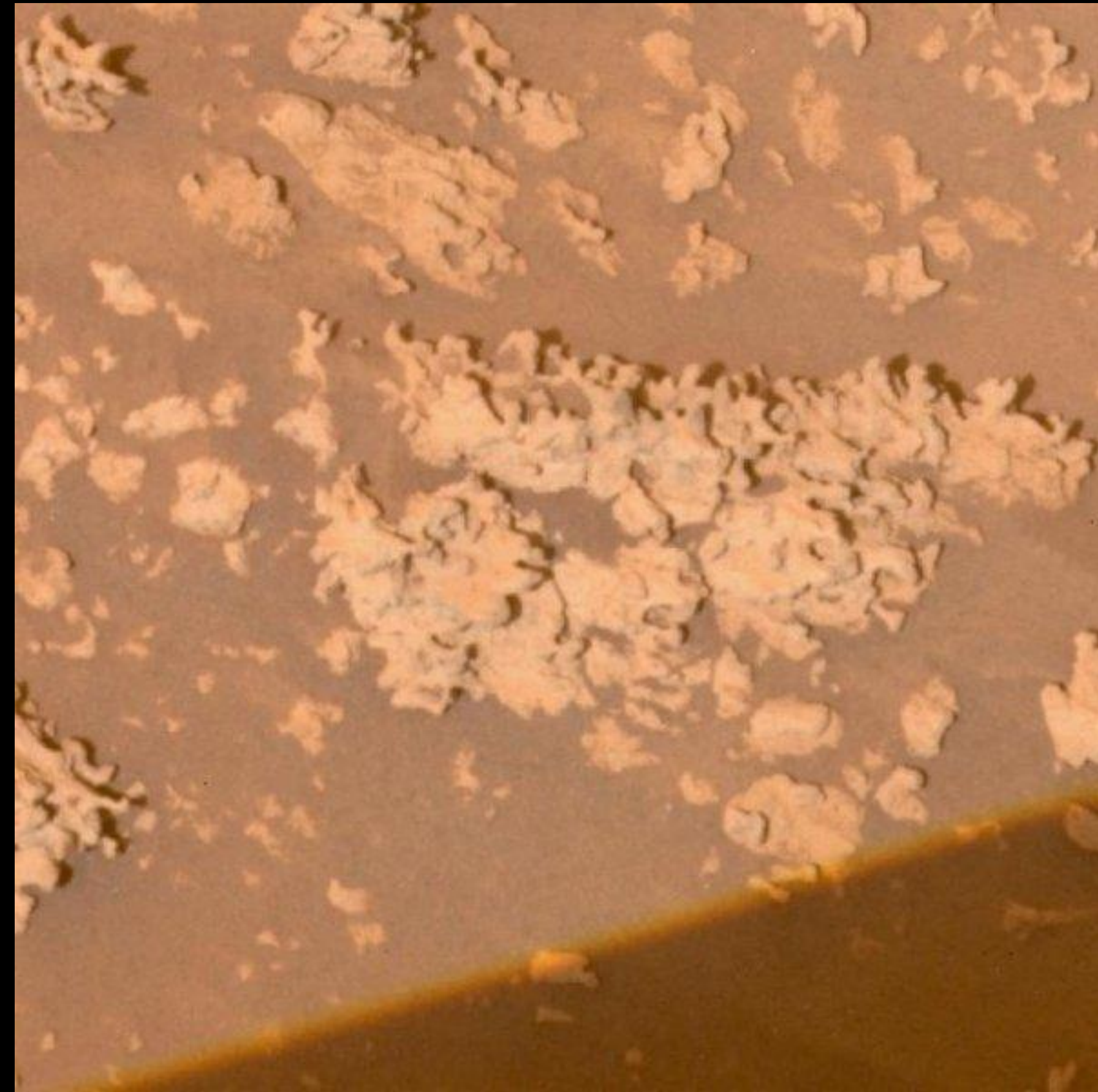
Simulare Marte nel nostro laboratorio di Astrobiologia ad Arcetri



Chile – Sorgenti termali di El Tatio (Deserto di Atacama)



Immagine acquisita dal rover
Spirit della NASA al cratere
Gusev su Marte (2007)



Pilbara – Australia Occidentale

Stromatoliti caratterizzate da strutture a strati che rappresentano delle tracce indirette lasciate nella roccia da cianobatteri



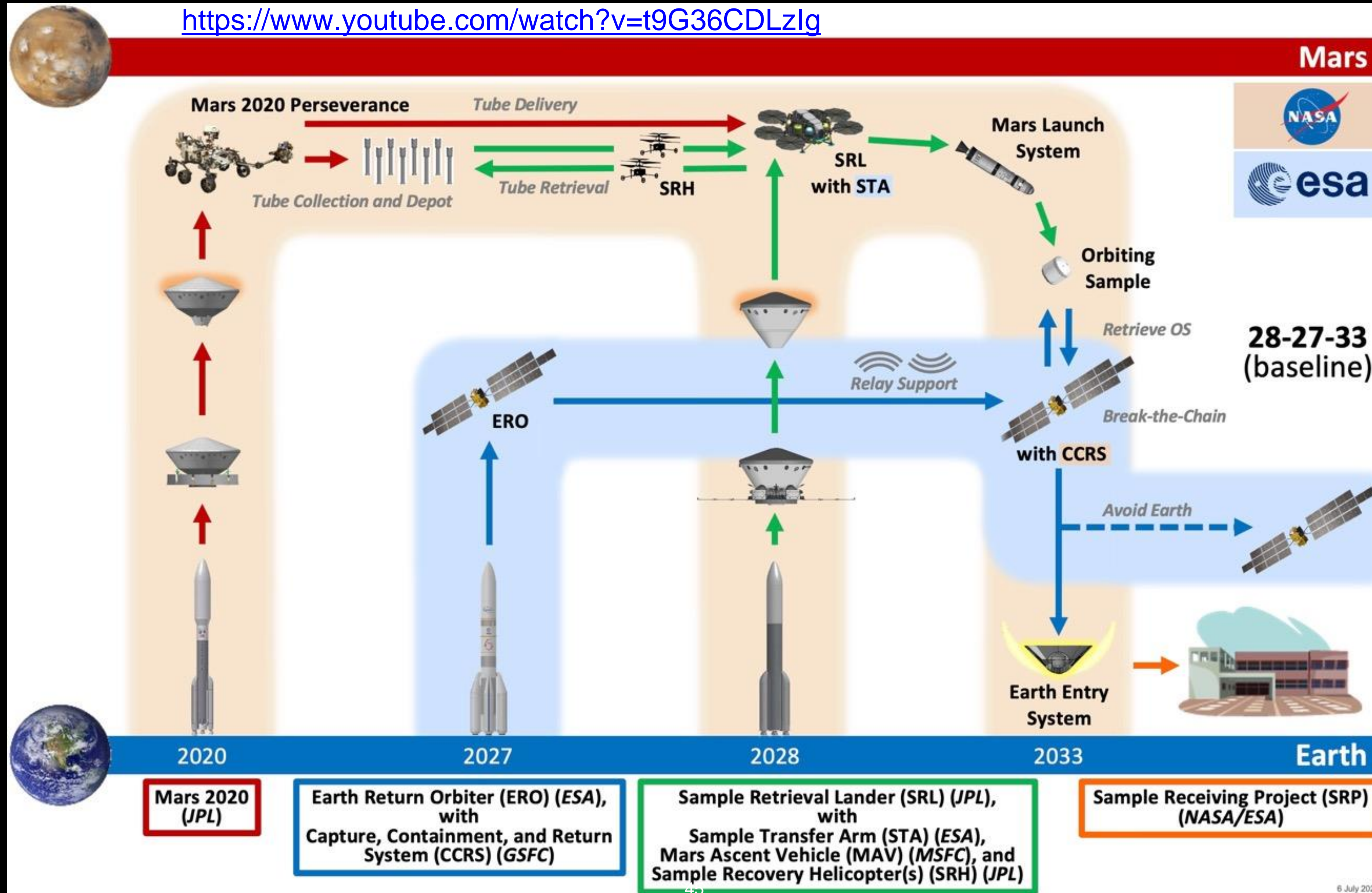
Raccolta di campioni da parte di Perseverance

<https://mars.nasa.gov/resources/24757/nasa-mars-2020-rover-sample-collection-animation/>

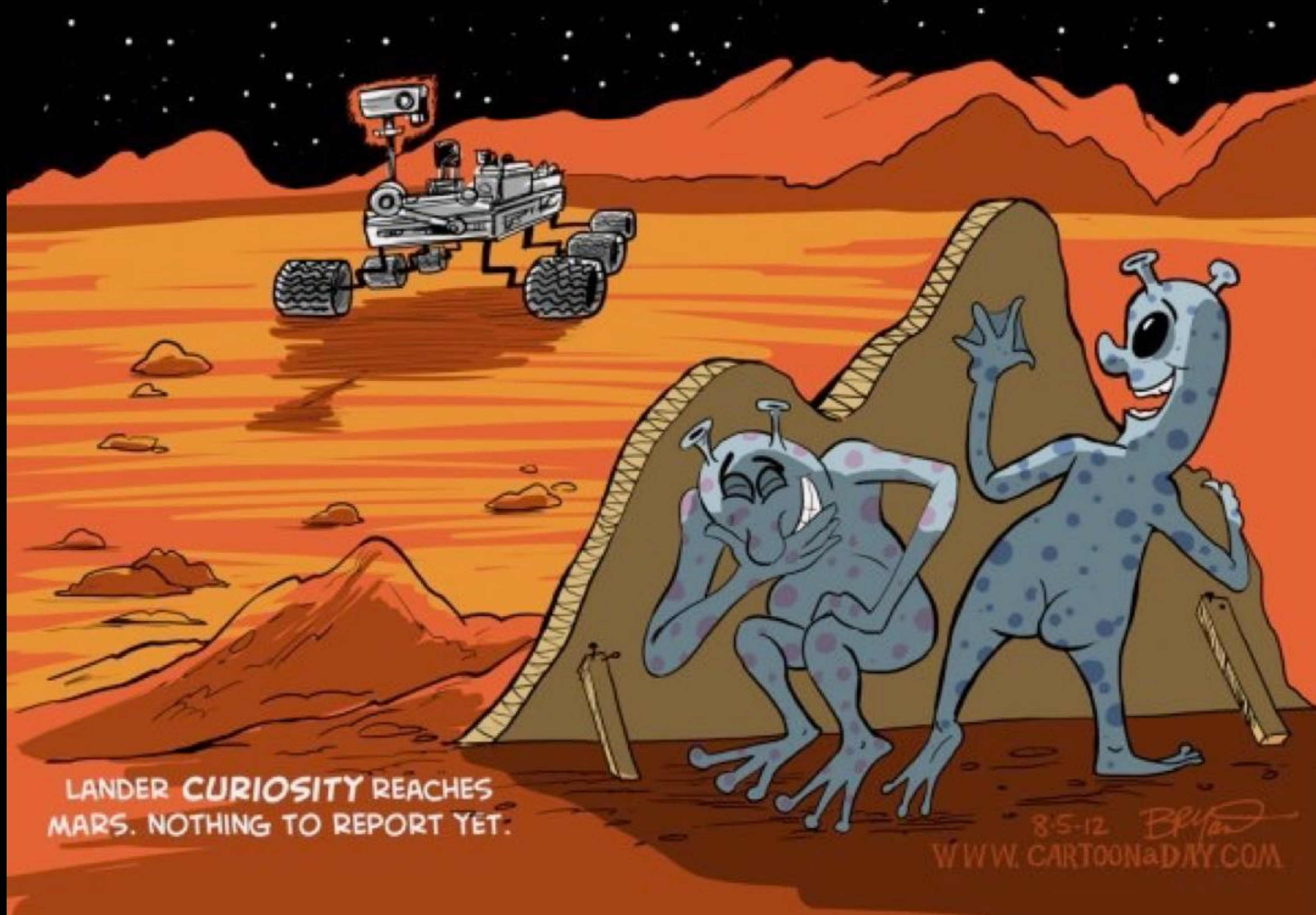


Ritorno dei campioni da Marte

<https://www.youtube.com/watch?v=t9G36CDLzIq>



Grazie per l'attenzione!



LANDER **CURIOSITY** REACHES
MARS. NOTHING TO REPORT YET.

8-5-12 *Blyan*
WWW.CARTOONADAY.COM