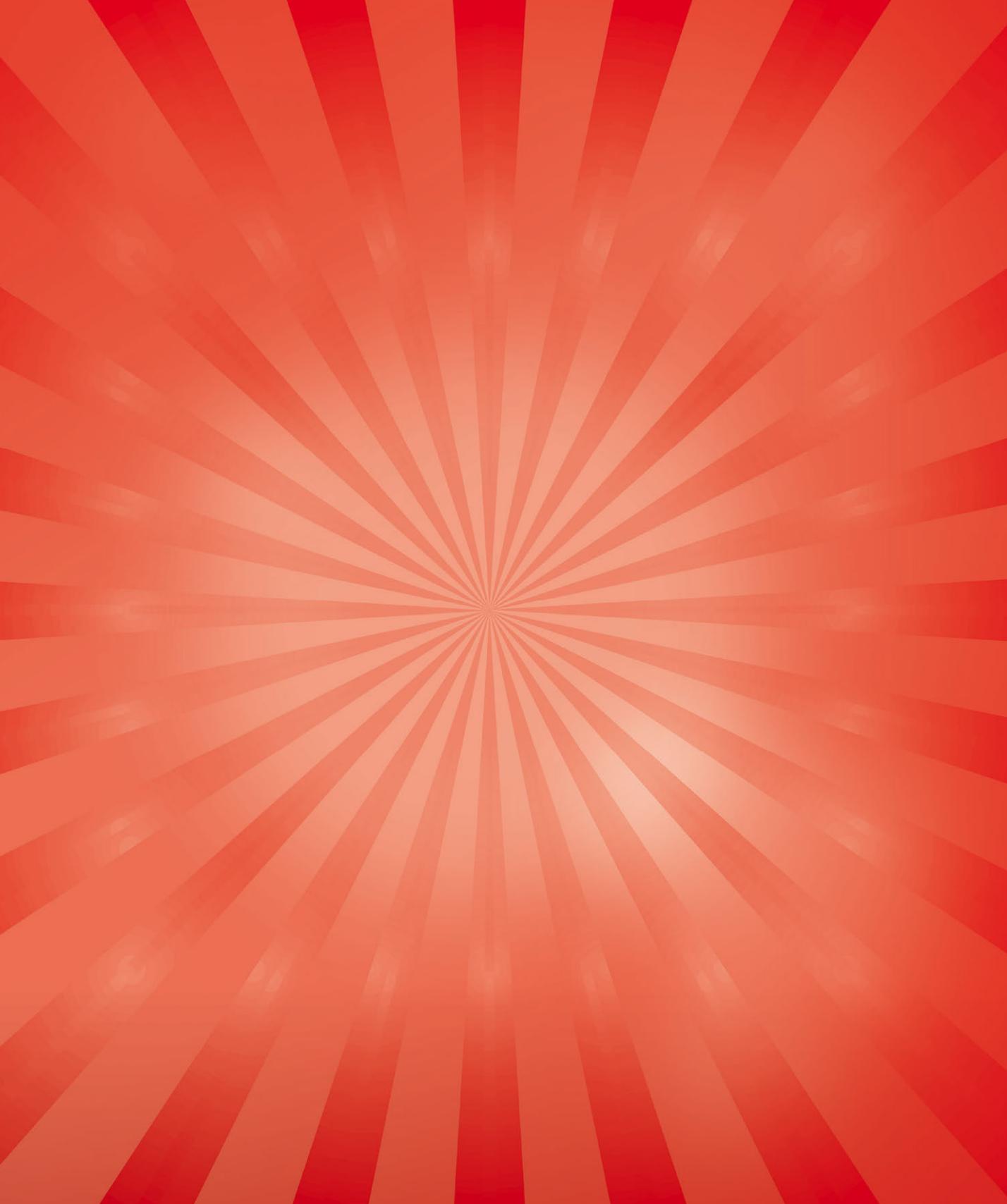


IL GRANDE LIBRO DEI PERCHÉ

LE RISPOSTE A TUTTE LE DOMANDE
FACILI, DIFFICILI, STRANE O BUFFE
CHE TI VENGONO IN MENTE!



 GIUNTI



Progetto grafico, impaginazione, redazione e aggiornamento testi: Pier Paolo Puxeddu+Francesca Vitale
Testi: Michele Lauro

Referenze fotografiche

Shutterstock: © 3DMI p. 123 alto; © acharyahargreaves pp. 8-9; © Adam Jan Figel p. 167 alto; © addkm p. 190 basso; © AlejandroCarnicero p. 189; © AleksandrMorrisovich p. 22 alto sx; © Alex Kinval p. 103 alto; © Alex Popov p. 127 basso; © Alexey Boldin pp. 237 basso, 252 alto; © AlexLMX p. 246 basso; © Aliaksandr Antanovich p. 197 alto; © Amanda Carden p. 14 alto; © Andrea Izzotti p. 45 alto; © Andreas Zernndl p. 201 alto; © Andrey Armyagov p. 244 alto; © Andrey Burmakin p. 97 alto; © Andriy Blokhin p. 92 basso; © anek.soowannaphoom pp. 194-195; © Anna ART p. 106 basso; © Anna Kucher p. 157; © Anna Light p. 95 alto; © Anton Kozhyrev p. 125 basso; © Anusorn Nakdee p. 232 centro dx; © aphotostory p. 218 basso; © aquapix p. 117 centro; © asharkyyu p. 110 basso; © asiastock p. 187 alto dx; © ASPPhoto2013 p. 134 alto sx; © AV_photo p. 58 basso; © Beata Tabak p. 210 alto; © Billion Photos p. 185 basso; © Bkrzyzanek p. 33 alto; © BlueOrange Studio p. 46 basso; © bobby20 p. 151 alto; © Bomshtein p. 235 basso dx; © Boris Stroujko p. 198 alto; © Boryana Manzurova p. 199 alto; © Boyloso p. 210 basso; © Brberrys p. 127 centro sx; © Butterfly Hunter p. 125 alto; © Cammie Czuchnicki p. 89 centro; © Catarina Belova p. 212 alto sx; © Chesky p. 222-223; © ChiccoDodiFC p. 198 basso; © Christian Musat p. 137 basso dx; © christian_b p. 146 basso; © Collopy p. 77 basso; © crazybike p. 182 centro; © Creative Travel Projects p. 94 basso; © Cristian Balate p. 212 alto dx; © CRStocker p. 93 centro; © cyo bo p. 135 centro; © Dave Primov p. 191 alto; © David Ionut p. 200 alto; © David Talukdar p. 91 alto; © Delbars pp. 100-101; © Di Galina Savina p. 221 centro; © Dmitriy Mikhaylyuk p. 133 basso; © Dominic Jeanmaire p. 74 alto; © Dotted Yeti p. 24 basso; © Dreamframer p. 207 centro; © elRoce p. 89 basso; © Emiliano Pane p. 199 basso; © Eric Isselee p. 132 alto; © ermess p. 203 alto; © Ermolaev Alexander p. 155 alto; © eurobanks p. 142 basso; © Evan McCaffrey p. 177 alto; © Evannovoostro p. 137 alto; © Everett Collection pp. 230 alto, 230 basso, 246 alto; © exebiche p. 178 centro; © F8 studio p. 207 alto dx; © Federico Rostagno p. 203 basso; © Fedorovekb p. 243 alto; © Francesco Dazzi p. 214 alto dx; © Frank Zack p. 78 alto; © GaudiLab p. 74 basso; © Gelpi p. 138 centro; © George Dolgikh p. 111 alto; © Giancarlo Peruzzi p. 193 alto; © Giulia Grig p. 108 alto; © givaga pp. 162-163; © Gorodenkoff p. 153 alto, 158 basso, 247; © GraphicsRF.com p. 154 alto; © Gregorius Suharsono p. 49 basso; © Grigorii Pisotskii p. 122 alto; © Harvepino p. 49 alto; © Hetman Bohdan p. 229 basso; © Holly Kuchera p. 140 basso dx; © HomeArt p. 179 basso; © Huy Thoai p. 77 centro; © IgorZh p. 92 alto; © Immersion Imagery p. 155 centro; © inewsfoto p. 114 alto; © iSKYDANCER p. 129 centro; © Ivo Antonie de Rooij pp. 36-37; © Jillian Cain Photography p. 88dx; © Johan Swanepoel p. 22 basso; © John Brueske p. 215 basso; © John D Sirlin p. 90 basso; © Joseph Sohm p. 181 alto sx; © JoshuaDaniel p. 42 basso; © Juan Gracia p. 123 basso; © K.Narloch-Liberra p. 66 basso; © ka pong26 p. 125 centro; © Kateryna Kon p. 44 alto; © kdshutterman p. 86 alto; © Kev Gregory p. 192 alto; © Kitnha p. 56 basso; © Konstantin G p. 173 basso; © Koshiro K p. 253 alto; © KREML p. 236 alto; © Krisztian Farkas p. 107 alto; © Ksenia Ragozina p. 96 basso; © Kubeer p. 250 basso; © Laborant p. 242 centro; © Lamax p. 90 alto; © Leon Rafael p. 33 basso; © Lia Koltyrina p. 13; © LittleDogKorat p. 156 alto; © Lubomir Chudoba p. 46 alto; © Lucian Bolca p. 212 basso; © Lucky-photographer p. 115 basso; © luigi nifosi p. 69 alto; © Lukas Gojda p. 202 basso; © Lukasz Stefanski p. 173 alto; © M Selcuk Oner p. 183 alto; © M. Rohana p. 202 alto; © maloff p. 51 basso; © manjik p. 41 alto; © marchello74 p. 216 alto; © Marco Regalia p. 55 alto; © Marcovaldo p. 50 basso; © Marie-Jamieson p. 143 basso dx; © Mark and Anna Photography p. 233 alto dx; © Mark Green p. 80 alto; © Mark Zhu p. 204 alto sx; © Marco Aliaksandr p. 30 basso; © mart p. 130 alto; © martan p. 160 alto; © martim zamarski p. 62 basso; © Martina Pellicchia p. 179 alto dx; © MatteoZinCreativeStudio p. 200 centro; © Max Herman p. 225 centro; © Maxx-Studio pp. 237 basso, 245 basso; © Mazur Travel p. 106 alto; © Melis Gokcen p. 148 basso; © melissamn p. 183 basso; © Merlin74 p. 25 alto; © Merydolla p. 168 alto; © Mikhail Hoika p. 233 basso; © Mistervlad p. 206 basso; © Moon Safari p. 126 basso; © Mopic p. 70 basso; © Mumemories p. 88 sx; © Nadine Hofe p. 104 basso; © NaMaKuKi p. 108 basso dx; © Nejat Semerci p. 118 basso; © Nejrion Photo p. 178 alto; © nelik p. 150 alto; © NicoElNino pp. 217 basso, 238-239; © Nikolay Zaborskikh p. 113 basso; © nikolay100 p. 179 alto sx; © Nor Safariny p. 214 alto sx; © Oksana Belikova pp. 67 basso, 220 basso; © Oksana Raldugina p. 134 basso; © Olena Z p. 176 alto; © Oliver Hoffmann p. 228 basso dx; © Ondrej Prosicky p. 147 basso dx; © OddySmile Studio p. 130 centro; © Oxie99 p. 106 centro; © painterr p. 20 basso; © Pakhnyushchy p. 87 basso; © paleontologist natural p. 72 basso; © Patryk Kosmider p. 209 centro; © paulista p. 17 centro; © PawelG Photo p. 116 basso; © Pete Nielsen p. 121 basso dx; © Petr Salinger p. 80 centro; © petrmalinak p. 227 basso; © PHOTOCREO Michal Bednarek p. 143 alto; © Photographer RM p. 181 basso; © Pixiversal p. 108 basso; © Plateresca p. 225 basso; © Png Studio Photography p. 76 basso; © Prachaya Roekdeethaweasab p. 226 basso; © Prill p. 70 alto; © Prostock-studio p. 159 alto; © QinJin p. 188 basso; © Rasto SK pp. 201 basso, 234 alto; © Rawpixel.com pp. 186 basso, 68 alto e basso, 253 basso; © Ricardo Reitmeyer p. 114 basso; © Rido p. 160 basso; © Roman Lysogor p. 83 basso; © Romariolen p. 187 basso; © rook76 p. 243 basso; © Roschetzky Photography p. 84 alto; © Rudmer Zwerver p. 151 basso; © RUKSUTAKARN studio p. 103 centro; © Saint Thomas Productions p. 139 basso; © sangkhom sangkakam p. 220 alto; © SciePro p. 22 alto dx; © sebastianosecondi p. 130 basso; © Sentavio p. 251 alto; © Serkant Hakimci p. 64 alto; © SFIO CRACHO p. 248 alto; © Shawna and Damien Richard p. 143 basso sx; © ShutterOK p. 244 basso; © sisqopote p. 119 basso; © Smileus p. 112 alto; © solar22 p. 159 basso; © solarseven p. 12 alto; © Songquan Deng p. 215 alto; © StockphotoVideo p. 249 alto; © stockyimages p. 161 centro; © Stu Porter p. 144 basso; © Stu49 p. 245 alto; © superjoseph p. 218 alto; © Suzanne Tucker p. 128 basso; © Sven Hansche p. 170 alto; © Sven Hansche p. 206 alto; © Takayuki Ohama p. 121 basso sx; © Terri A1 p. 64 basso; © Thomas Dekier p. 83 sopra; © TierneyMJ p. 47 basso; © turtix p. 219 basso; © tuulijumala p. 250 alto; © underworld p. 58 alto; © united photo studio p. 251 basso; © Vadim Sadovskiy p. 29 basso; © Varavin88 p. 188 alto; © vectortartu p. 86 basso; © Viacheslav Life Studio p. 52 alto; © Viacheslav Lopatin p. 213 basso; © vipflash p. 185 alto; © Vixit p. 63 basso; © Vlad Karavaev p. 187 alto sx; © Vladimir Sazonov p. 204 basso; © vladsilver p. 138 alto; © VSM Fotografia p. 132 basso; © vulcano p. 209 basso; © Wead p. 68 alto e basso, p. 200 basso; © YAAV p. 156 centro; © Yatra p. 148 centro; © Yavuz Sariyildiz p. 181 alto dx; © YK p. 64 centro.

Dove non altrimenti indicato, le immagini appartengono all'Archivio Giunti.

L'editore si dichiara disponibile a regolare le eventuali spettanze per quelle immagini di cui non sia stato possibile reperire la fonte.

I disegni del ragazzino e della ragazza che accompagnano le domande sono di Simone Massoni.

www.giunti.it

© 2001, 2023 Giunti Editore S.p.A.

Via Bolognese 165 - 50139 Firenze - Italia

Via G.B. Pirelli 30 - 20124 Milano - Italia

ISBN: 9788809916289

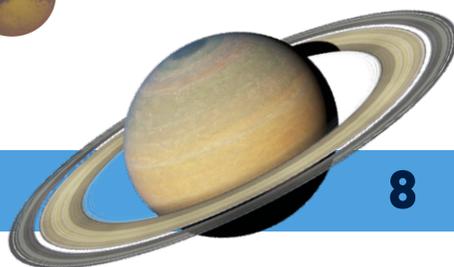
Prima edizione digitale: ottobre 2023



PRO.DIGI GIUNTI
FESTINALENTE

IL GRANDE
LIBRO DEI
PERCHÉ

SOMMARIO



L'UNIVERSO

8

IL SISTEMA SOLARE E LE STELLE	10
I PIANETI	22
LA LUNA	31

IL PIANETA TERRA

36



MARI E OCEANI	38
FIUMI E LAGHI	47
MONTAGNE E VULCANI	59
GEOLOGIA E FENOMENI NATURALI	70
STAGIONI E CLIMA	86

IL MONDO VIVENTE

100



I VEGETALI	102
LA FAUNA DEI MARI	116
INSETTI, ARACNIDI, ANFIBI E RETTILI	125
GLI UCCELLI	133
I MAMMIFERI	139
IL CORPO UMANO	152



POPOLI E CIVILTÀ



162

LE CIVILTÀ ANTICHE
I POPOLI MODERNI
IL MONDO GLOBALE

164
175
186

LUOGHI E CITTÀ



194

LUOGHI E CITTÀ D'ITALIA
LUOGHI E CITTÀ DEL MONDO

196
206

SCOPERTE E INVENZIONI

DALLA RUOTA AL NUCLEARE



222

224

COMUNICAZIONE E INFORMATICA **238**

DALLA RADIO ALLA TELEVISIONE
DAL TRANSISTOR AL PERSONAL COMPUTER
NELL'ERA DIGITALE



240
245
251

L'UNIVERSO



Il nostro Sistema Solare è nato 4 miliardi e mezzo di anni fa da una vasta nube di gas e polveri in rotazione su se stessa, la nebulosa primordiale. Sotto l'effetto di una perturbazione, forse l'esplosione di una vicina stella, la rotazione subì un'accelerazione e la nube collassò sotto il proprio peso, appiattendosi sotto l'azione della forza centrifuga. Grani di polveri e gas formarono un disco spesso, all'interno del quale la pressione e la temperatura favorirono l'accensione della nostra stella, il Sole. Tutt'intorno si organizzava la materia: sotto l'effetto della gravità, le polveri si agglomeravano formando dei "planetoidi" di alcune centinaia di metri, che a loro volta si aggregavano tra di loro. Dopo un centinaio di milioni di anni si formarono gli attuali pianeti. Sembra incredibile ma tutto forse cominciò così...



IL SISTEMA SOLARE E LE STELLE

PERCHÉ NON È POSSIBILE OSSERVARE TUTTO L'UNIVERSO?

Indipendentemente dalla potenza degli strumenti utilizzati, non tutto l'universo è accessibile alle osservazioni degli astronomi.

Per esempio, una galassia distante 10 miliardi di **anni-luce** possiamo osservarla soltanto com'era 10 miliardi di anni fa, ma non come era, poniamo, 8 miliardi di anni fa: la luce che essa ha emesso in quel momento ci arriverà infatti solamente tra 2 miliardi di anni.

Ciò significa che in ogni istante ci sono settori dello spazio e del tempo a noi inaccessibili, così come parte del passato del nostro pianeta è inaccessibile a galassie lontane.

Il cosiddetto "**orizzonte cosmologico**" definisce quel settore dello spazio-tempo accessibile alla nostra osservazione.



La nebulosa di Orione, simile a una nube di gas e, qui sotto, un'antica raffigurazione del Sole.

PERCHÉ GLI ASTRONOMI MISURANO LA DISTANZA IN ANNI-LUCE?

Dovendo fare i conti con distanze enormi e misurabili soltanto mediante sofisticati calcoli, gli studiosi hanno introdotto una particolare unità di misura per le distanze nello spazio: l'anno-luce.

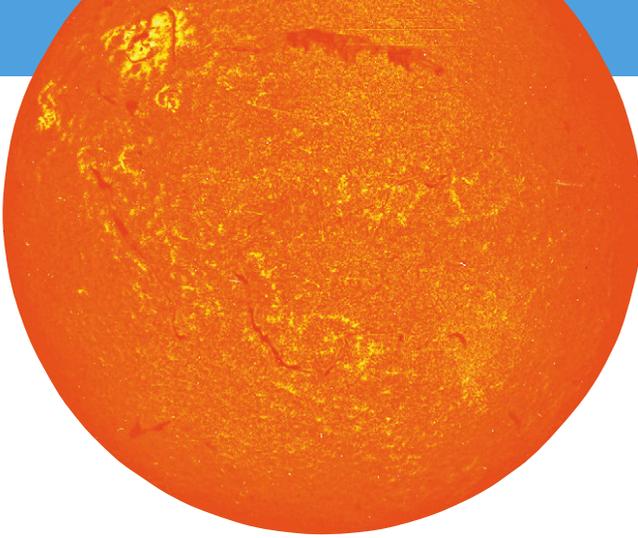
Un **anno-luce** corrisponde alla distanza percorsa da un oggetto a una velocità uguale a quella della luce nel vuoto (300.000 chilometri al secondo) in un anno, cioè per 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46 secondi. L'anno-luce equivale a circa **9.460 miliardi di chilometri**.



PERCHÉ POTREMMO NON ESSERE SOLI NELL'UNIVERSO?

Nella nostra galassia vi sono circa 100 miliardi di stelle e potrebbero esserci milioni di sistemi di pianeti.

Le **stelle simili al Sole** sono numerosissime e in teoria è possibile che esistano pianeti con caratteristiche fisiche non troppo differenti da quelle della Terra. Quindi non si può escludere a priori la possibilità dell'esistenza di forme di vita intelligente in qualche parte della nostra galassia.



La superficie della nostra stella, il Sole, non è regolare ma presenta macchie e protuberanze.

PERCHÉ IL SOLE CONTINUA A RISPLENDERE?

Il Sole è il corpo principale e centrale del Sistema Solare: attorno a esso ruotano numerosi corpi celesti, fra cui pianeti e satelliti, e quindi anche la Terra. Formato per oltre il 90% da atomi di **idrogeno** (per il 9% da **elio** e per l'1%



PERCHÉ NON SI DEVE MAI GUARDARE DIRETTAMENTE IL SOLE?

Le temperature all'interno del Sole sono elevatissime. Il nostro astro emette delle forti **radiazioni termiche** che, se lo si guardasse senza adeguati schermi protettivi, finirebbero per distruggere la retina dell'occhio. Bisogna



CULTURA

COME HA AVUTO ORIGINE L'UNIVERSO?

Secondo una teoria largamente accettata, l'universo si sarebbe formato 10 o 12 miliardi di anni fa dopo un'enorme esplosione, il Big Bang, la cui origine non è ancora chiarita, anche se molte sono le ipotesi avanzate. Alcuni studiosi pensano che inizialmente l'universo fosse concentrato in un volume più piccolo di un atomo, con una densità pressoché infinita e a una temperatura di miliardi di gradi. Come una sorta di nucleo primordiale di energia, esso si sarebbe squarciato con un'esplosione immane, aumentando il suo volume di miliardi e miliardi di volte. Quando scese la temperatura, dopo circa 300.000 anni, gli elettroni furono catturati dai nuclei e si formò un gas costituito da idrogeno e in piccola parte da elio, che poi avrebbe dato vita alle nebulose, alle galassie, alle stelle e al nostro Sistema Solare.

L'esplosione di una stella supergigante rossa.



prestare attenzione soprattutto in occasione delle eclissi: anche se il Sole è totalmente o parzialmente oscurato, le sue radiazioni continuano a essere pericolose.

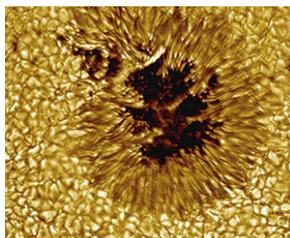
Meglio servirsi di **schermi protettivi**, oppure far riflettere l'immagine, tramite un binocolo o un telescopio, su un foglio di carta.

PERCHÉ IL SOLE HA UNA CORONA?

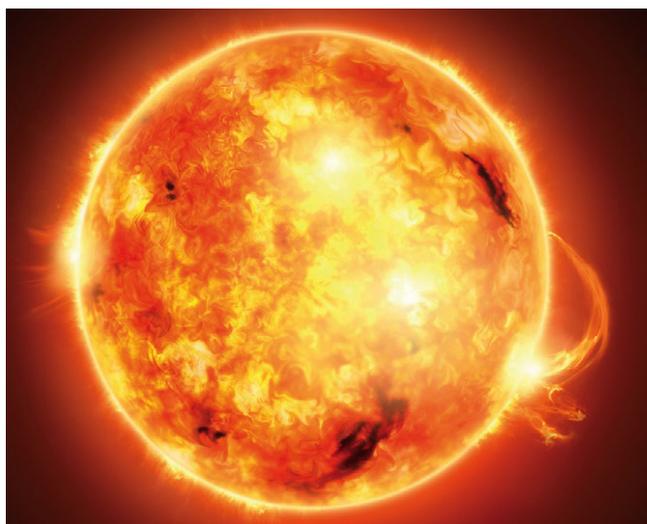
Il Sole è composto da un nucleo interno e dalla corona, lo **strato più esterno**. La corona è formata da atomi di idrogeno, azoto, ossigeno, ferro e altri elementi, a una temperatura che raggiunge 1 milione di gradi.

La luminosità del Sole impedisce di osservare la corona, che si può invece distinguere durante le eclissi totali, con speciali apparecchi detti coronografi.

La corona appare allora come un'**aureola bianco-perlacea** che si estende sul bordo del disco solare.



Una macchia solare e, qui sotto, una protuberanza solare eruttiva in dettaglio. Nella pagina a fronte, una raffigurazione approssimativa delle proporzioni della Terra rispetto a quelle del Sole.



Una protuberanza solare eruttiva e alcune macchie.

PERCHÉ IL SOLE PRESENTA MACCHIE E PROTUBERANZE?

Le cosiddette macchie solari sono delle chiazze scure che appaiono sul Sole, seppure per pochi istanti. Lungi dall'essere scure, sono semplicemente meno luminose e più fredde (solo 4000 gradi!) rispetto alla superficie del disco solare, per cui appaiono scure.

Le protuberanze solari, invece, sono imponenti **getti di gas** incandescente che si innalzano dalla superficie del Sole. In genere durano qualche ora o pochi giorni, poi le masse di gas vengono riassorbite. Il fenomeno è osservabile in particolare durante le eclissi, mentre in condizioni normali, essendo **meno luminose della fotosfera** (la superficie luminosa del Sole e delle stelle), le protuberanze si possono vedere solo con l'ausilio di particolari strumenti.



PERCHÉ IL SOLE CAMBIA COLORE?

L'atmosfera terrestre si comporta come un filtro rosso pallido che rende lievemente rossastra tutta la luce che proviene dallo spazio. La luce bianca solare è in realtà una miscela di tutti i colori, ma gli **strati dell'atmosfera** che attraversa la diffondono in modi differenti. A seconda di quando lo osserviamo, il Sole presenta dunque un aspetto diverso.

Quando è alto nel cielo, lo vediamo attraverso uno strato di atmosfera relativamente sottile di circa 300 chilometri. In questo caso solo parte della luce blu viene dispersa, rendendo il cielo azzurro e il Sole giallo.

All'alba e al tramonto invece, quando il Sole è



più vicino all'orizzonte, lo schermo d'aria attraverso cui passa la luce è molto più spesso, così lo **spettro solare** risulta assai più impoverito delle sue componenti azzurre e viola e il Sole ci appare rossastro.

PERCHÉ LA LUCE DEL SOLE È VISIBILE ANCHE DOPO IL TRAMONTO E PRIMA DELL'ALBA?

Alla debole luce che illumina il cielo poco prima dell'alba e subito dopo il tramonto si dà il nome di crepuscolo. Il fenomeno è dovuto alla **rifrazione** e alla **diffusione** della luce solare che attraversa gli strati superiori dell'atmosfera quando il Sole è al di sotto dell'orizzonte.

Quanto è grande il Sole?

Il diametro del Sole (1.392.000 chilometri) è circa 100 volte più grande di quello della Terra. Ciò significa che nel Sole potrebbero trovar posto un milione di Terre, oppure che, se il Sole fosse grande come un pallone, la Terra assomiglierebbe a una minuscola pallina, non più grande di un granello di polvere.



PERCHÉ SI VERIFICANO LE ECLISSI DI SOLE?

Il diametro della Luna è 400 volte più piccolo di quello del Sole, ma la Luna è 400 volte più vicina alla Terra, perciò essa appare più o meno della stessa dimensione del Sole.

In alcuni periodi dell'anno la Luna passa davanti al disco solare e lo oscura alla nostra vista: si ha così un'eclissi di Sole. Il diametro dell'**ombra proiettata** dalla Luna sulla Terra entro cui si può osservare un'eclissi totale è largo al massimo qualche centinaio di chilometri. La striscia della Terra in completa ombra si dice interessata da un'**eclissi totale**; gran parte del resto della Terra rimane in penombra e si ha così un'**eclissi parziale**. In genere si hanno due o tre eclissi di Sole all'anno.

La durata di un'eclissi, che dipende dal rapporto dei diametri apparenti di Luna e Sole, va da frazioni di secondo a poco più di 7 minuti.



Un'eclissi di Sole totale.

In media, un'eclissi totale si vede da uno stesso punto **ogni 350 anni**.

L'ultima eclissi totale di Sole che ha interessato l'Europa occidentale (visibile anche dall'Italia) si è verificata nell'agosto 1999.

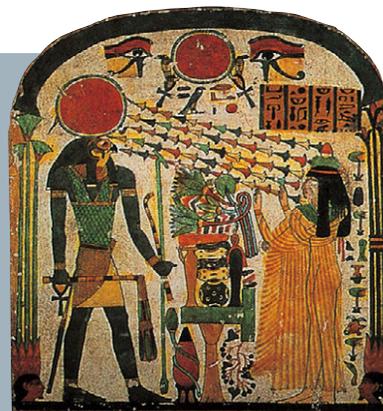


CULTURA

PERCHÉ NELL'ANTICHITÀ IL SOLE ERA CONSIDERATO "DIVINO"?

I popoli antichi erano affascinati dal Sole, considerato simbolo di fecondità e di vita, di energia, sovranità e potenza creatrice, e spesso lo ritennero una divinità suprema. Presso gli antichi Egizi, il culto del Sole era alla base delle pratiche religiose e l'astro, personificato dal dio Ra, assumeva diversi aspetti legati all'antica concezione astronomica. Il sorgere e tramontare del Sole erano interpretati come un viaggio: nelle ore notturne il Sole, su una barca di papiro, scendeva nel regno sotterraneo degli inferi, per uscire di nuovo nel cielo il mattino seguente. La notte era paragonata al soggiorno delle anime dei morti nell'oltretomba, l'aurora al loro risveglio in un'altra vita. Secondo gli Aztechi, antico popolo dell'America Centrale, il Sole moriva ogni sera per rinascere il mattino seguente e riprendere la sua eterna lotta contro la Luna e le stelle, facendole sparire dal cielo.

Stele egizia con Ra, il dio Sole, che dispensa calore ed energia.



CURIOSITÀ



QUANDO CI SARANNO LE PROSSIME ECLISSI TOTALI DI SOLE IN EUROPA?

Per poter vedere ancora un'eclissi totale di Sole in Europa dovremo attendere il 12 agosto del 2026. In tale data il punto di visibilità massima (100%), in cui il fenomeno durerà più a lungo, cadrà nel Mar Glaciale Artico, a ovest dell'Islanda. In quell'occasione a Milano il Sole sarà oscurato per il 93%. Nel 2081 si verificherà un'eclissi durante la quale dall'Italia sarà visibile il totale oscuramento del Sole.

PERCHÉ LE ECLISSI SONO UN FENOMENO ANCORA "MISTERIOSO"?

Le eclissi di Sole fanno parte di quei fenomeni naturali che per molte popolazioni antiche costituivano un simbolo enigmatico: il mondo precipitava nelle tenebre e pareva che un orrendo mostro avesse inghiottito il Sole.

Numerosi fattori concorsero in passato a determinare la natura "misteriosa" delle eclissi: un attimo prima che il disco solare sia completamente coperto dalla Luna, si avverte una folata di aria fredda, detta **vento d'eclissi**, dovuta allo sbalzo di temperatura di alcuni gradi; si verifica infatti una discontinuità termica tra la fascia di Terra interessata dall'eclissi e le regioni vicine, dove il Sole non scompare del tutto.

Qualche secondo prima e dopo la totalità del fenomeno, i pochi raggi di Sole che filtrano dai margini del bordo lunare producono i cosiddetti "**grani di Baily**" e, subito dopo, appaiono delle protuberanze color rosso. Quindi si può vedere l'argentea **corona solare**.

Poiché la Luna si allontana dalla Terra di almeno un centimetro l'anno, è presumibile che

in passato le eclissi avessero durata maggiore e, viceversa, che in futuro potranno non verificarsi più eclissi totali. Oggi gli astronomi sono in grado di **prevedere l'epoca esatta** in cui avverrà l'eclissi, fenomeno che permette loro di ricavare preziose informazioni sulla composizione dell'atmosfera solare.

PERCHÉ SI SONO FORMATE LE GALASSIE?

Le stelle si raggruppano in grandi ammassi simili a **gigantesche trottole**, le galassie. Queste concentrazioni dall'aspetto nebulare, ciascuna delle quali può contenere decine di miliardi di stelle, ruotano intorno al loro centro sotto l'influenza della forza di gravità. Anche il Sole fa parte di una galassia, la **Via Lattea**, intorno al cui centro ruota, insieme a tutto il Sistema Solare.



Una rappresentazione del Big Bang e delle prime galassie.





La galassia a spirale denominata NGC 598 e, qui a destra, una galassia ellittica.

L'origine delle galassie va inserita nel quadro delle teorie più avanzate per spiegare la **nascita dell'universo**. Secondo la teoria del Big Bang, le galassie a noi visibili nello spazio sarebbero i frammenti scagliati verso l'esterno dalla primigenia esplosione che diede origine all'intero universo.

PERCHÉ LE GALASSIE HANNO FORME DIVERSE?

Alcune galassie hanno una forma che ricorda quella di una **girandola**: esse girano velocemente attorno a un perno creando un effetto di ruota luminosa, con bracci a spirale che si avvolgono attorno al nucleo centrale. Nei bracci, in genere, si formano nuove stelle, mentre nel nucleo possono crearsi enormi buchi neri. È una **galassia a spirale** la Via Lattea, che comprende il Sole e gli altri pianeti del Sistema Solare. Altre galassie hanno **forma ellittica** e somigliano a galassie a spirale senza bracci. Contengono troppo poco gas e polveri perché si formino nuove stelle. L'ultimo tipo di galassie presenta masse informi senza una fisionomia ben definita; esse hanno una composizione simile alle galassie a spirale,



con stelle di tutte le età, gas e polvere. L'80% delle galassie è a spirale, il 15% è ellittico e il 2% delle galassie è irregolare.

PERCHÉ SI FORMANO LE STELLE?

Le stelle nascono da **nubi di polvere e gas** che fluttuano nello spazio. Per effetto della forza di attrazione gravitazionale, particelle di polvere e gas si aggregano formando **ammassi globulari** in rapida rotazione.



CULTURA

PERCHÉ LA VIA LATTEA HA QUESTO NOME?

La Via Lattea è la galassia cui appartengono la Terra e tutti i pianeti del Sistema Solare. Essa ci appare – anche a occhio nudo – come un'enorme nube luminosa che fa da sfondo a splendide costellazioni. Sembra una fascia bianca lattiginosa e, secondo un antico mito greco,

si formò da alcune gocce di latte stilate dal seno della dea Hera, mentre nutriva il piccolo Eracle. Da qui, il suo nome.



Un tratto della Via Lattea.

Sempre per effetto della gravità, questi corpi si contraggono aumentando notevolmente la temperatura al loro interno fino a valori capaci di innescare **reazioni nucleari** in seguito alle quali si trasformano in stelle.

PERCHÉ LE STELLE APPAIONO COME PUNTINI LUMINOSI?

Quasi tutti i puntini luminosi che vediamo nel cielo notturno sono stelle, ma è impossibile contarle tutte: il loro numero è sconosciuto e neppure con l'uso degli strumenti più perfezionati si riuscirà mai a calcolarlo con esattezza. Diversamente dai pianeti, che brillano di luce riflessa, le stelle risplendono di **luce propria**; questa proviene dall'energia prodotta dai gas che compongono il loro nucleo.

Situate a **enormi distanze dalla Terra**, le stelle sono percepite come puntiformi ma in realtà, per la maggior parte, sono più grandi del Sole. In base all'anno-luce, che misura lo spazio in termini del tempo che un corpo celeste impiega a percorrerlo, la luce proveniente da una stella lontana fu emessa centinaia, migliaia o anche miliardi di anni fa!



Una nube di gas con un gruppo di stelle nascenti. Qui sotto, il cielo notturno nel deserto offre spettacolari stellate.

PERCHÉ LE STELLE "TREMOLANO" NEL CIELO?

Noi possiamo vedere le stelle grazie alla luce che emettono, che viaggia verso di noi alla velocità di quasi 300.000 chilometri al secondo. Le stelle sembrano scintillare nel cielo: la loro **luminosità** apparente e il loro **colore** sembrano modificarsi, dando origine a un effetto simile a un tremolio.

Il fenomeno, chiamato "**scintillazione**", è provocato dall'irregolare rifrazione subita dalla luce delle stelle quando attraversano

Qual è la stella più vicina alla Terra? E quella più luminosa?

La stella più vicina alla Terra è Proxima Centauri (nella foto), che si trova a circa 4,3 anni-luce dal nostro pianeta. Le stelle più distanti si trovano a miliardi di anni-luce: la luce che noi vediamo è quindi quella emessa dagli astri miliardi di anni fa. Sirio, nella costellazione del Cane Maggiore, è la stella più luminosa nel cielo dopo il Sole.





Le stelle più brillanti dell'Orsa Maggiore distano da 65 a 200 anni-luce dalla Terra. Sotto, la costellazione delle Pleiadi, che presenta stelle eccezionalmente luminose.

l'atmosfera terrestre. È tanto più intenso quanto più l'atmosfera è interessata da rapide variazioni di **densità e temperatura**. Alcune stelle mutano davvero il loro splendore nel tempo; la maggior parte, invece, brilla allo stesso modo per periodi lunghissimi.

PERCHÉ ALCUNE STELLE CI APPAIONO VICINE, E ALTRE LONTANE?

La luminosità apparente di una stella dipende da due fattori: la sua luminosità intrinseca e la distanza rispetto all'osservatore.

Un'indicazione della **distanza** di una stella è data, in primo luogo, dal suo splendore: meno ci appare brillante, più è probabile che sia lontana.

Per calcolarne la distanza, tuttavia, bisogna conoscerne la reale **luminosità**: se infatti è troppo debole, non ci apparirebbe luminosa nemmeno se fosse molto vicina. Alcune stelle sembrano tra loro vicinissime, ma in realtà non lo sono: si tratta di un effetto prospettico.

PERCHÉ “CADONO” LE STELLE?

Durante le serene notti d'estate si possono osservare scie luminose, alle quali si dà il nome di “stelle cadenti”, percorrere il cielo.

Quegli oggetti celesti sono **meteore**: attraversando i diversi strati dell'atmosfera terrestre, esse si incendiano per il forte attrito e, quasi sempre, si consumano completamente prima di arrivare sulla superficie della Terra. Le loro tracce infuocate, prima di consumarsi, danno origine a quelle scie luminose.

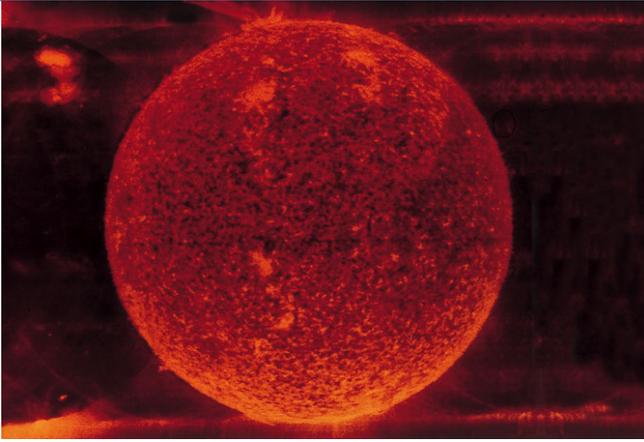
A volte questi corpi celesti orbitano attorno al Sole in lunghi sciami. Quando la Terra attraversa uno di questi sciami, il cielo è solcato da una “pioggia” di stelle cadenti. Il fenomeno è particolarmente spettacolare intorno alla notte di San Lorenzo, fra il 9 e l'11 agosto, quando la Terra attraversa lo **sciame delle Perseidi**.



PERCHÉ SI DICE CHE LE STELLE “INVECCHIANO” E “MUOIONO”?

Le stelle traggono energia dalla **fusione nucleare** di idrogeno in elio: passano il 90% della loro vita bruciando “combustibile” e generando un calore che le mantiene attive.





Un'immagine del Sole all'infrarosso. Il nostro astro fa parte del gruppo delle stelle gialle.

Il combustibile delle stelle è l'**idrogeno** che si trova al loro interno; come tutti i combustibili, l'idrogeno di una stella non è eterno ma è destinato a esaurirsi. Quando l'idrogeno si esaurisce, una stella comincia lentamente a "morire". Esistono **stelle di tre tipi**, che si distinguono fra loro per composizione, massa e temperatura: le stelle **rosse**, avendo temperature e massa relativamente basse e bruciando più lentamente l'idrogeno, godono in media di una vita più lunga; le stelle **gialle**, come il Sole, contengono, in tracce, tutti gli elementi della tavola periodica e hanno massa e vita media; le stelle **bianche o azzurre** hanno grande massa, sono le più calde e consumano il loro idrogeno più rapidamente.

PERCHÉ IL SOLE SI RAFFREDDERÀ E "MORIRÀ"?

Quando l'idrogeno del Sole comincerà a scarseggiare il nucleo si contrarrà, mentre gli strati più esterni si espanderanno, trasformando la nostra stella in una **gigante rossa**.

A quel punto le sue radiazioni renderanno sempre più caldi i pianeti vicini, Terra compresa, fino a bruciarli. Poi il Sole si contrarrà, diventerà

una **nana bianca** e muterà le sue dimensioni in quelle di un pianeta, continuando a brillare, sempre più debolmente, per alcuni miliardi di anni, prima di raffreddarsi del tutto.

PERCHÉ SI FORMANO I BUCHI NERI?

Quando una stella invecchia ed esplose il suo nucleo può anche trasformarsi in una **stella di neutroni** o in un buco nero. È questo un oggetto molto strano, con un diametro di pochi chilometri ma con una **densità**



CULTURA

QUAL È L'ORIGINE DEL NOME QUASAR?

I quasar sono astri dall'aspetto puntiforme, distanti dalla Terra almeno 2 miliardi di anni-luce. Gli studiosi pensano che siano nuclei di enormi galassie che si allontanano da noi a velocità prossime a quella della luce. Gli astronomi li hanno scoperti grazie alle onde radio: il termine quasar deriva infatti dall'inglese *quasi stellar radio source*, che significa "sorgente di radioonde quasi stellare". Queste stelle emettono in continuazione onde radio di straordinaria potenza, che riescono ad arrivare fino a noi nonostante la grande distanza dalla Terra. I primi quasar furono identificati tra il 1961 e il 1963 grazie a potenti telescopi. In seguito vennero anche individuati fotograficamente.

Un'immagine del quasar 3C273.

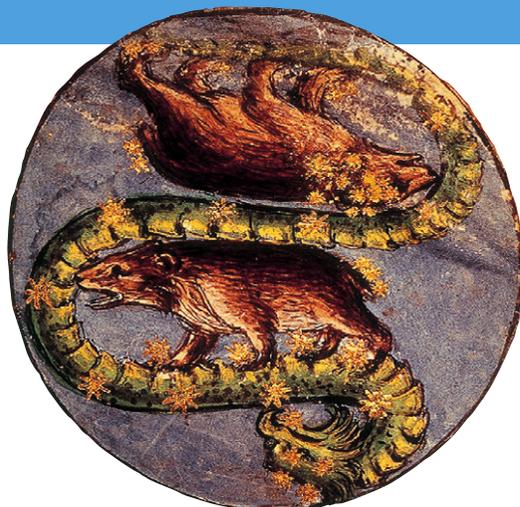




CURIOSITÀ

PERCHÉ FIN DALL'ANTICHITÀ SI "LEGGONO" LE STELLE?

La fascia della volta celeste in cui si trova il cammino che il Sole sembra compiere nel corso dell'anno è costituita da una sequenza di 12 costellazioni: lo Zodiaco. La sua origine risale agli antichi astronomi e astrologi Babilonesi che suddivisero il cielo in 12 sezioni contenenti altrettante costellazioni. A ciascuna di queste, essi assegnarono un segno detto zodiacale: per ogni segno, le stelle furono associate a figure di animali o di eroi mitici. Su questa base predicevano il futuro ed erano molto richiesti. Ancora oggi, a prescindere dal suo valore scientifico, l'astrologia è una dottrina molto seguita e l'oroscopo – la "lettura" del futuro in base alle stelle – è presente nella società moderna nelle sue varie versioni: da oroscopi di carattere "scientifico" a versioni divulgative stampate su riviste e giornali.



L'Orsa Maggiore, l'Orsa Minore e il Drago, da un manoscritto fiorentino del XV secolo. In basso, nel box, i segni zodiacali identificati dal loro nome in latino e dal loro simbolo astrologico.

elevatissima, grazie alla quale esercita una tale forza d'attrazione da inghiottire tutto ciò che lo sfiori. Nulla ne può uscire, nemmeno la luce, ecco perché si chiama buco nero. Pur essendo invisibile, gli astronomi possono rilevare un buco nero grazie a **perturbazioni** provocate nella regione che lo circonda.

PERCHÉ SI PARLA DI COSTELLAZIONI?

Fin dalle età più antiche, l'umanità ha creduto di ravvisare in determinati **gruppi di stelle** particolari configurazioni: le costellazioni. Generalmente, le stelle di una costellazione non hanno fra loro alcun rapporto, anzi si trovano a distanze enormi. La loro è una vicinanza apparente: frutto di un'illusione ottica dovuta al fatto che dalla Terra si vedono tutte proiettate sulla volta celeste. Le costellazioni più facilmente individuabili a occhio nudo nel nostro emisfero sono l'**Orsa Maggiore**, formata da sette stelle di cui quattro disposte a quadrilatero (da cui il nome Grande Carro), e l'**Orsa Minore** (o Piccolo



La cometa di Halley.

Carro), anch'essa formata da sette stelle principali, ma dalla minore luminosità. Di quest'ultima costellazione fa parte la Stella Polare, che si trova nella direzione del polo Nord celeste: un punto di riferimento per orientarsi durante la notte. Una delle più belle costellazioni del nostro cielo è quella di **Orione**, in cui si possono osservare stelle dai colori differenti.

PERCHÉ LE COMETE HANNO LA "CODA"?

Le comete (dal latino *coma*, chioma) sono particolari corpi celesti che si muovono attorno al Sole con un'orbita ellittica. Sono costituite da un nucleo centrale lungo qualche chilometro, avvolto da un **involucro nebuloso** composto da varie sostanze a bassa temperatura come polvere, gas e ghiaccio.

Avvicinandosi al Sole, il nucleo si surriscalda e le sostanze che contiene evaporano, mentre le polveri si disperdono, dando origine a una chioma luminosa. Respinta dalle **radiazioni del Sole**, la chioma lascia dietro di sé una caratteristica scia, la "coda" della cometa, lunga anche centinaia di milioni di chilometri.

Di solito le comete perdono gradualmente il loro gas, conservando però un nucleo roccioso e trasformandosi in asteroidi.

Una delle comete più celebri è di certo quella di



PERCHÉ IN PASSATO SI TEMEVANO LE COMETE?

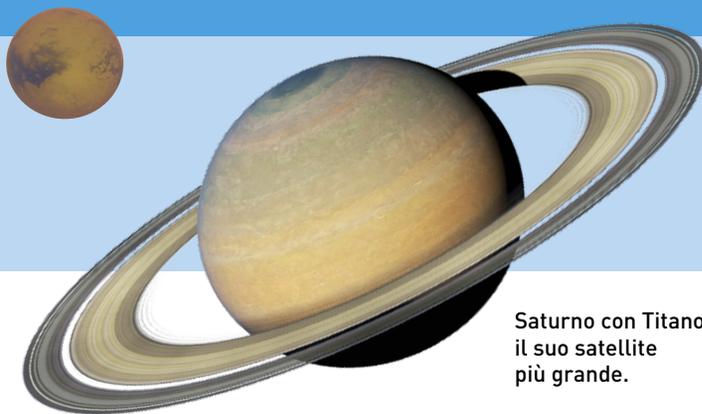
Nell'antichità il passaggio delle comete era considerato un segno premonitore di **eventi straordinari**. Nella simbologia cristiana, per esempio, una stella cometa guidò il cammino dei Magi fino alla grotta ove era nato Gesù. Spesso però l'apparizione delle comete è stata associata a **catastrofi**.

Nel 79 d.C. pare che una cometa abbia accompagnato l'eruzione del Vesuvio che distrusse Ercolano e Pompei. Nel 1665 una cometa apparve mentre la città di Londra era devastata da una violenta epidemia, e ancora nel 1835 una cometa fu associata a numerose disgrazie che si verificarono quell'anno.

Il passaggio di una cometa (incisione del XV secolo).



I PIANETI



Saturno con Titano, il suo satellite più grande.

PERCHÉ I PIANETI GIRANO ATTORNO AL SOLE?

I pianeti orbitano attorno al Sole per l'effetto combinato di due forze: la **forza centripeta**, data dall'attrazione del Sole, che tenderebbe a far precipitare i pianeti verso il Sole, e una forza contraria (**forza centrifuga**), che si sviluppa dal moto rotatorio dei pianeti lungo l'orbita.

Tale forza, da sola, farebbe sfuggire il pianeta lontano dal Sole per una traiettoria rettilinea. A parte Venere e Urano, i pianeti ruotano in senso antiorario.



PERCHÉ UN PIANETA È DIVERSO DA UNA LUNA?

Un pianeta è un corpo scuro che orbita **intorno a una stella** e può essere visto solo perché riflette la luce di una stella come il Sole. Una luna, o satellite, è un corpo molto più piccolo che ruota **intorno a un pianeta**; anch'esso brilla di luce riflessa.

Dei 9 pianeti del Sistema Solare solo Mercurio e Venere non possiedono satelliti noti. Marte ne ha 2, Giove 79, Saturno 62, Urano 27, Nettuno 14. La Terra ne ha uno solo: la Luna.

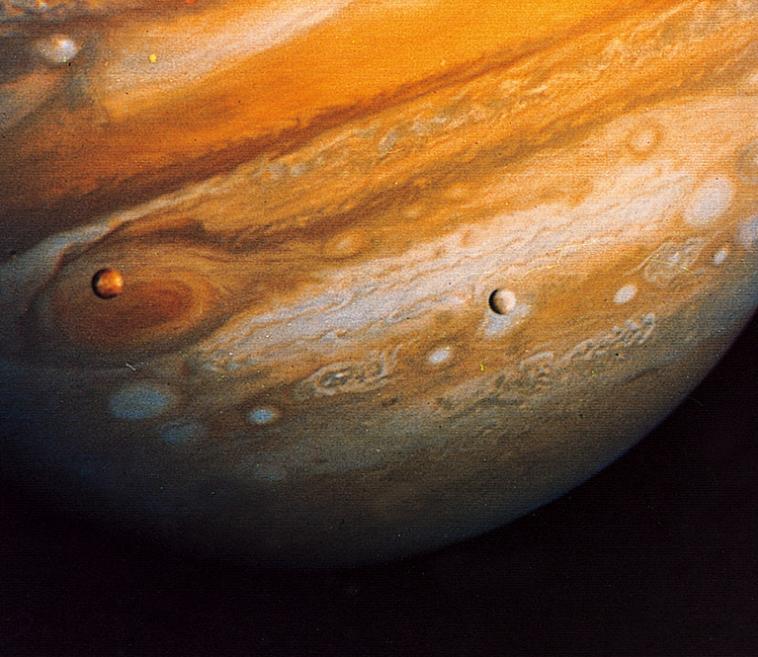
Qui sopra, i pianeti interni del Sistema Solare.

DATI E NUMERI



I PIANETI A CONFRONTO

	MERCURIO	VENERE	TERRA	MARTE	GIOVE	SATURNO	URANO	NETTUNO	PLUTONE
Distanza media dal Sole in milioni di km	58	108	150	228	778	1427	2870	4497	5900
Distanza dalla Terra in milioni di km	tra 219 e 81	tra 260 e 41	-	tra 400 e 57	tra 966 e 593	tra 1659 e 1199	tra 3143 e 2585	tra 4691 e 2492	tra 7473 e 4285
Superficie in milioni di km ²	75	460	510	145	65039	45644	8209	8024	17
Temperatura in superf. in milioni di km	+ 350°C - 170°C	+ 480°C	+ 60°C - 60°C	- 20°C - 90°C	- 150°C	- 180°C	- 214°C	- 220°C	- 230°C
Periodo di rivoluzione	88 giorni	225 giorni	365 giorni	687 giorni	12 anni	29 anni	84 anni	164,8 anni	247 anni
Periodo di rotazione	58 giorni	243 giorni	24 ore	24 ore e 37 minuti	10 ore	10 ore	18 ore	19 ore	6,39 giorni



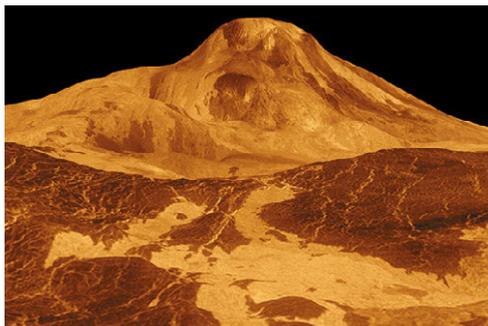
Giove con i satelliti Io ed Europa. Sotto, la sonda *Venera 1*.

PERCHÉ MERCURIO È UN PIANETA INOSPITALE?

Mercurio, il più piccolo dei pianeti solari, si trova a una distanza dal Sole pari a 58 milioni di chilometri: è quindi il pianeta più vicino di tutti alla nostra stella e appare **visibile anche a occhio nudo**. La sua superficie è coperta di crateri prodotti dalla caduta di meteoriti e da fenomeni vulcanici.

Su Mercurio non ci sono né acqua, né vento, né atmosfera e le **temperature estreme** contribuiscono a renderlo particolarmente inospitale: durante il caldissimo giorno, infatti, il termometro può arrivare a 400°C, mentre sulla faccia in ombra le temperature possono scendere sotto i -150°C.

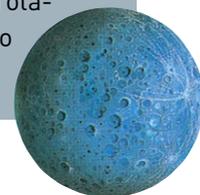
Immagine elaborata dai dati della sonda *Magellano* che mostra il monte Maat, su Venere.



CURIOSITÀ

PERCHÉ MERCURIO È DETTO "PIANETA PIGRO"?

Nella mitologia greca, Mercurio era il veloce messaggero degli dei dell'Olimpo. Data la sua vicinanza al Sole, Mercurio (nella foto) è rapido nella rivoluzione attorno alla stella (88 giorni), ma molto lento nella rotazione su se stesso: un giorno dura infatti 58 giorni terrestri.



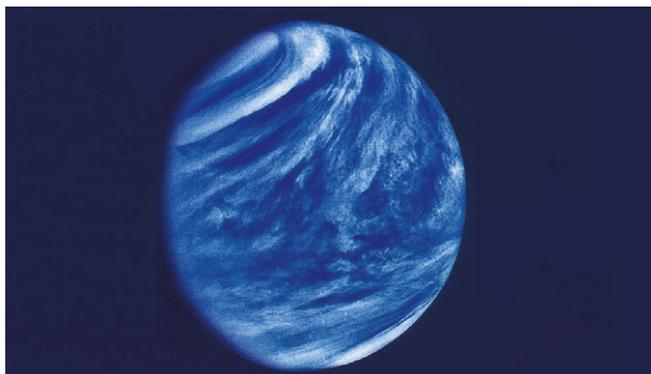
PERCHÉ VENERE È UN PIANETA INCANDESCENTE?

Anche se l'atmosfera di Venere ha una densità superiore di circa 90 volte rispetto a quella della Terra, attraverso quel fitto strato riesce a passare una quantità di luce solare sufficiente per riscaldare il terreno. La spessa **coltre di nubi** trattiene poi il calore.

Le serre usano lo stesso principio: la luce del Sole passa attraverso i vetri ed è assorbita dal terreno che la restituisce sotto forma di calore, che viene bloccato dal vetro. A causa dell' "**effetto serra**", a mezzogiorno su Venere la temperatura arriva anche a 480°C.

PERCHÉ NON C'È VITA SU VENERE?

Con un diametro di 12.100 chilometri, Venere ha dimensioni solo di poco inferiori rispetto alla Terra. Il pianeta è circondato da spesse nubi, poste tra i 50 e i 70 chilometri di altitudine, oltre le quali,



Venere ripreso dalla sonda *Mariner 10*, da una distanza di 720.000 chilometri. In basso, il monte Olimpo su Marte.

un tempo, si pensava che potesse esistere un mondo simile al nostro.

Le sonde spaziali hanno scoperto che l'atmosfera di Venere è molto diversa da quella del nostro pianeta. È costituita per il 96% da gas di **carbonio** e per il 4% da **azoto**: manca l'ossigeno dunque, fondamentale per la vita. Inoltre la pressione atmosferica alla superficie è un centinaio di volte più elevata rispetto alla Terra e le temperature sono altissime.



PERCHÉ SU VENERE IL SOLE SORGE A OCCIDENTE?

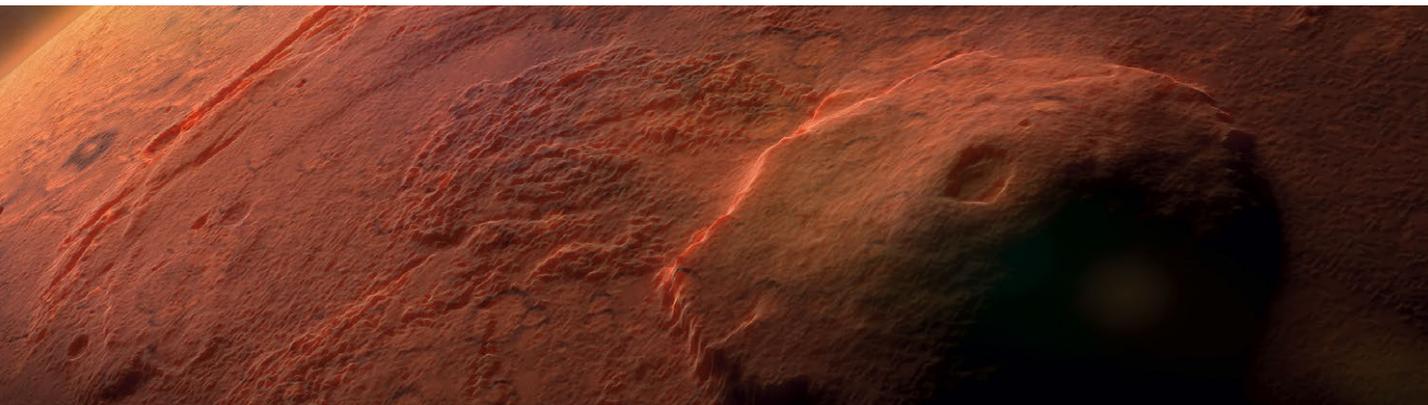
Venere gira attorno al Sole in 225 giorni. Ruota poi su se stesso, molto lentamente, in 243 giorni (la Terra ne impiega solo uno). Un'ulteriore particolarità è data dal fatto che la rotazione sul proprio asse avviene in **senso inverso** rispetto agli altri pianeti. Il Sole perciò vi sorge a occidente e tramonta a oriente. Visto dalla Terra, inoltre, Venere presenta delle fasi, proprio come la Luna.

PERCHÉ SULLA TERRA HA POTUTO SVILUPParsi LA VITA?

La Terra si trova a 150 milioni di chilometri dal Sole e dispone di elevate quantità di due elementi fondamentali per la vita: l'**ossigeno** e l'**acqua**. Gli esseri viventi sono infatti formati da cellule contenenti innumerevoli atomi di carbonio e, per sopravvivere, hanno bisogno di sostanze come idrogeno, ossigeno e acqua. Anche le **temperature superficiali** sulla Terra sono adatte alla vita, perfino nei ghiacci

Qual è la montagna più alta del Sistema Solare?

È il monte Olimpo che si erge su Marte. È un vulcano alto all'incirca 26.000 metri, più di tre volte l'Everest, la cima più alta della Terra.





AMBIENTE

PERCHÉ SI CERCA LA VITA SU MARTE?

Recentemente gli scienziati hanno trovato tracce di vecchi batteri in una roccia reperita sul suolo di Marte. Potrebbero essere il segno che la vita è esistita su quel pianeta, milioni di anni fa. Marte ha un diametro pari a quasi la metà di quello terrestre ed è considerato il pianeta più simile al nostro. Presenta, come la Terra, variazioni stagionali e la sua temperatura, sebbene sia generalmente più fredda (con punte di -50°C), d'estate può arrivare fino a 21°C in prossimità dell'equatore.

Ma le differenze sono molte e importanti: l'atmosfera di Marte è composta di uno strato sottile in cui prevale l'anidride carbonica; acqua e ossigeno sono presenti solo in piccole quantità, le calotte polari sono formate da anidride carbonica congelata e la restante superficie è coperta di rocce e deserti di sabbia. Ciononostante Marte rimane il luogo più promettente del Sistema Solare per cercarvi la vita. Nel luglio 1997 è atterrata su Marte la sonda della NASA *Mars Pathfinder*, contenente un piccolo veicolo spaziale telecomandato da una base terrestre, che ha potuto esplorare il suolo del pianeta e inviare immagini ad alta risoluzione. Fra i successi della missione, la scoperta che su Marte potrebbe esserci stata acqua allo stato liquido, sebbene la sua presenza sia stata solo dedotta. Nuove sonde spaziali sono state dunque inviate su Marte alla ricerca di acqua, mentre la presenza di ghiaccio è stata confermata dalle osservazioni della missione atterrata sul pianeta rosso nel 2008.

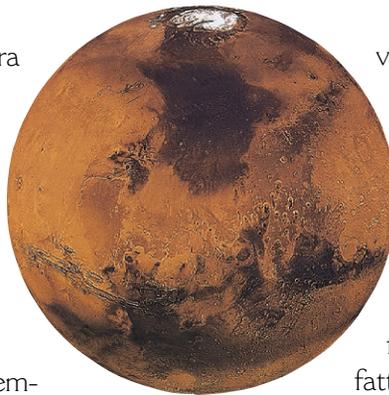
Qui sopra, il rover *Perseverance*: lanciato nel 2020 dalla NASA, erede del lavoro dei rover *Spirit* e *Opportunity*.



polari o nei deserti. Infine, la nostra **atmosfera** è capace di filtrare parte di quelle radiazioni solari che altrimenti risulterebbero mortali.

PERCHÉ MARTE È DETTO IL "PIANETA ROSSO"?

Se rimane esposto per un po' di tempo agli agenti atmosferici, sul ferro si forma la ruggine. Le rocce della superficie di Marte contengono un **ossido di ferro** che si è in un certo qual modo arrugginito: pol-



veri rosse provenienti da queste rocce coprono la superficie del pianeta e a volte si alzano in enormi **tempeste di sabbia**. Rocce di questo tipo si possono osservare anche sulla Terra, per esempio all'interno del Grand Canyon, in Arizona (Stati Uniti). Su Marte la polvere è tanto fine da rimanere sospesa nell'aria rarefatta creando una sorta di "foschia" permanente; il **pulviscolo** sospeso nell'atmosfera fa dunque apparire rosso anche il cielo.

Un'immagine di Marte che ne evidenzia il colore rosso.