

RAMPA DI LANCIO

Dall'invenzione della polvere da sparo (Cina, III sec. a.C.) alla prima guerra mondiale non c'è stata sostanziale evoluzione nella costruzione dei razzi: un "corpo" dove avviene la combustione della polvere e "un'asta" per stabilizzarne la direzione. Nella prima metà del '900 le idee fantascientifiche dei voli nello spazio iniziano a prendere consistenza con gli studi e gli esperimenti dei "padri della missilistica": Konstantin Tsiolkovsky, Robert Goddard e Hermann Oberth.

Conducendo ricerche indipendenti, i tre arrivano a conclusioni simili. In particolare Goddard matura la convinzione della necessità del combustibile liquido come propellente e nel 1926 a Alburn (Usa) lancia un missile che vola per una lunghezza di 46 metri, circa la stessa distanza percorsa nel primo volo aereo dai fratelli Wright.

Nel 1933 Sergej Korolev e Mikhail Tikhonravov, da un sito vicino a Mosca, lanciano il primo razzo russo a propellente-liquido, che si alza sino a 400 metri di quota. In Germania, nel 1930 Wernher von Braun inizia a lavorare con Oberth e nel 1934 a Kummersdorf, esegue il primo lancio del missile A2 alimentato a etanolo e ossigeno liquido. Le ricerche tedesche proseguono nel centro di Peenemuende, finalizzate alla costruzione dell'A4, un'arma il cui primo lancio avviene nel marzo 1942; uno di questi verrà lanciato su Londra nel settembre 1944. L'A4 è il primo missile balistico lanciato con successo, precursore di tutti i missili odierni.

Nel 1946 tutto il team di von Braun passa in Usa per dare avvio al programma spaziale americano. Nello stesso anno parte anche il programma missilistico sovietico, sotto la guida di Sergej Korolev e con una propria versione dei missili A4 denominati R1. Nel febbraio 1955 Krusciov dà inizio alla costruzione di Leninsk, la città delle stelle, non segnata sulle mappe geografiche, dove si concentra la corsa allo spazio.



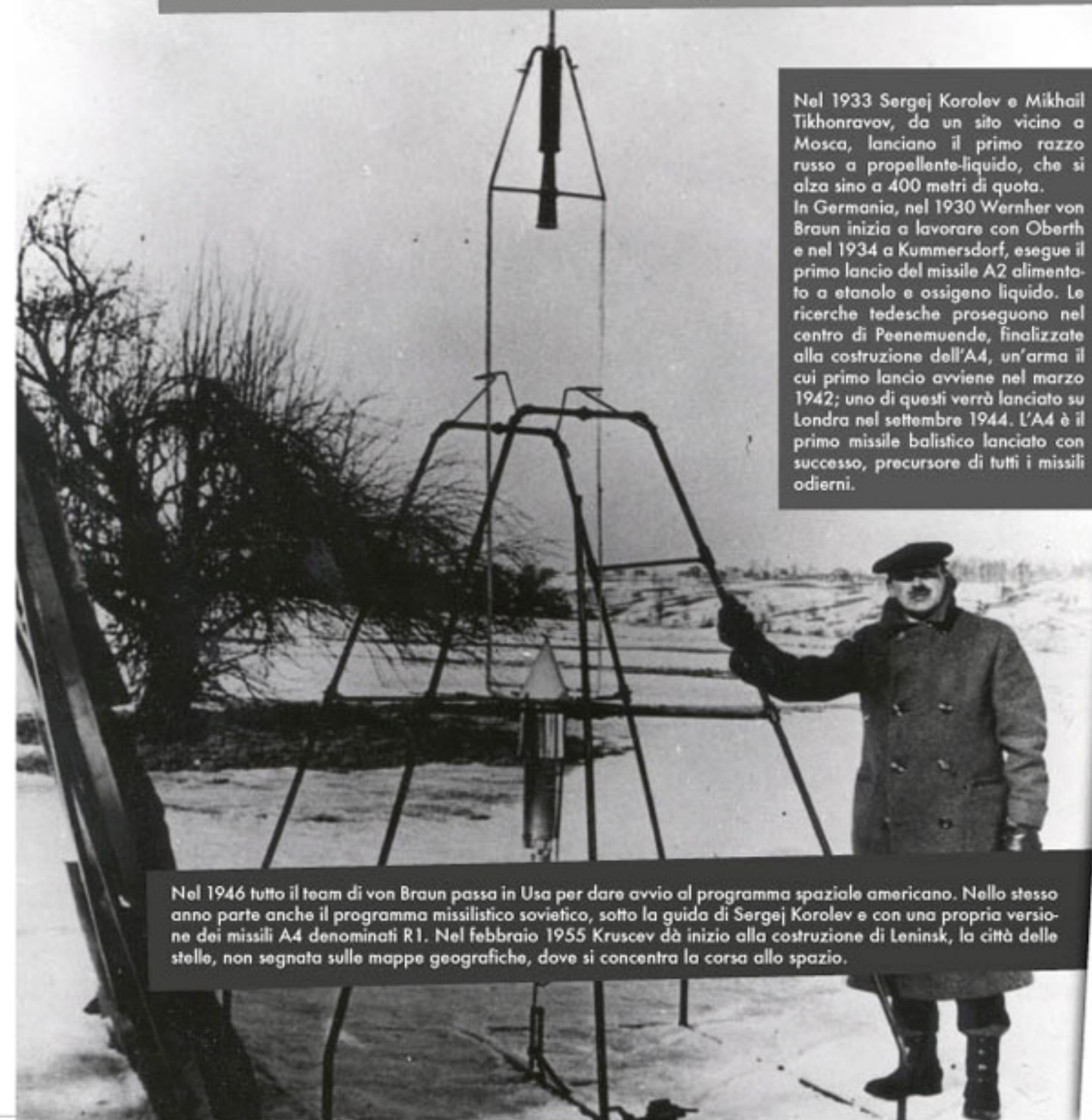
Konstantin Tsiolkovsky



Hermann Oberth



Robert Goddard





Azione reazione



Space Shuttle

Per muovere un corpo occorre:
avere energia da spendere e convertire l'energia in spinta. Seduti su una sedia a rotelle, "spingiamo via" il tavolo o un muro: in realtà siamo noi a muoverci, perché siamo spinti indietro. E' il terzo principio di Newton: **"Ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria"**.

Con un appoggio solido è facile convertire energia in spinta: saltiamo verso l'alto perché "spingiamo il terreno verso il basso", e l'auto è mossa dalle ruote che "spingono indietro la strada". Però in acqua o in aria l'appoggio cede. Allora con un'elica spingiamo indietro acqua o aria, e siamo spinti in avanti, tanto più efficacemente quanto maggiori sono la quantità e la velocità del fluido che "spingiamo indietro". In ogni caso "spingere indietro" la strada, o l'acqua o l'aria, costa energia. Possiamo "spingere indietro" qualunque cosa abbia una massa, e nello spazio vuoto l'unica possibilità è lanciare indietro qualcosa che è a bordo. Il modo più efficace per farlo è bruciare un combustibile in una camera di combustione, producendo un gas caldissimo e ad alta pressione da espellere ("spingere indietro") ad altissima velocità, mediante un ugello. Ma dobbiamo avere a bordo anche l'ossigeno, non essendoci aria da aspirare: questo differenzia il motore a razzo dai motori a getto degli aeroplani.

COME CI SI MUOVE NELLO SPAZIO?

UGELLO

L'ugello è molto più del "foro dal quale vengono scaricati i gas bruciati": è la "macchina" che converte la pressione del gas in velocità, e quindi in spinta. Il combustibile brucia convertendo la sua energia chimica in energia termica, e quindi in pressione dei gas combusti. La pressione è bilanciata dalle pareti della camera di combustione, come dalle pareti di una bombola, ma alla bocca dell'ugello nulla la contrasta, e il gas viene spinto fuori.

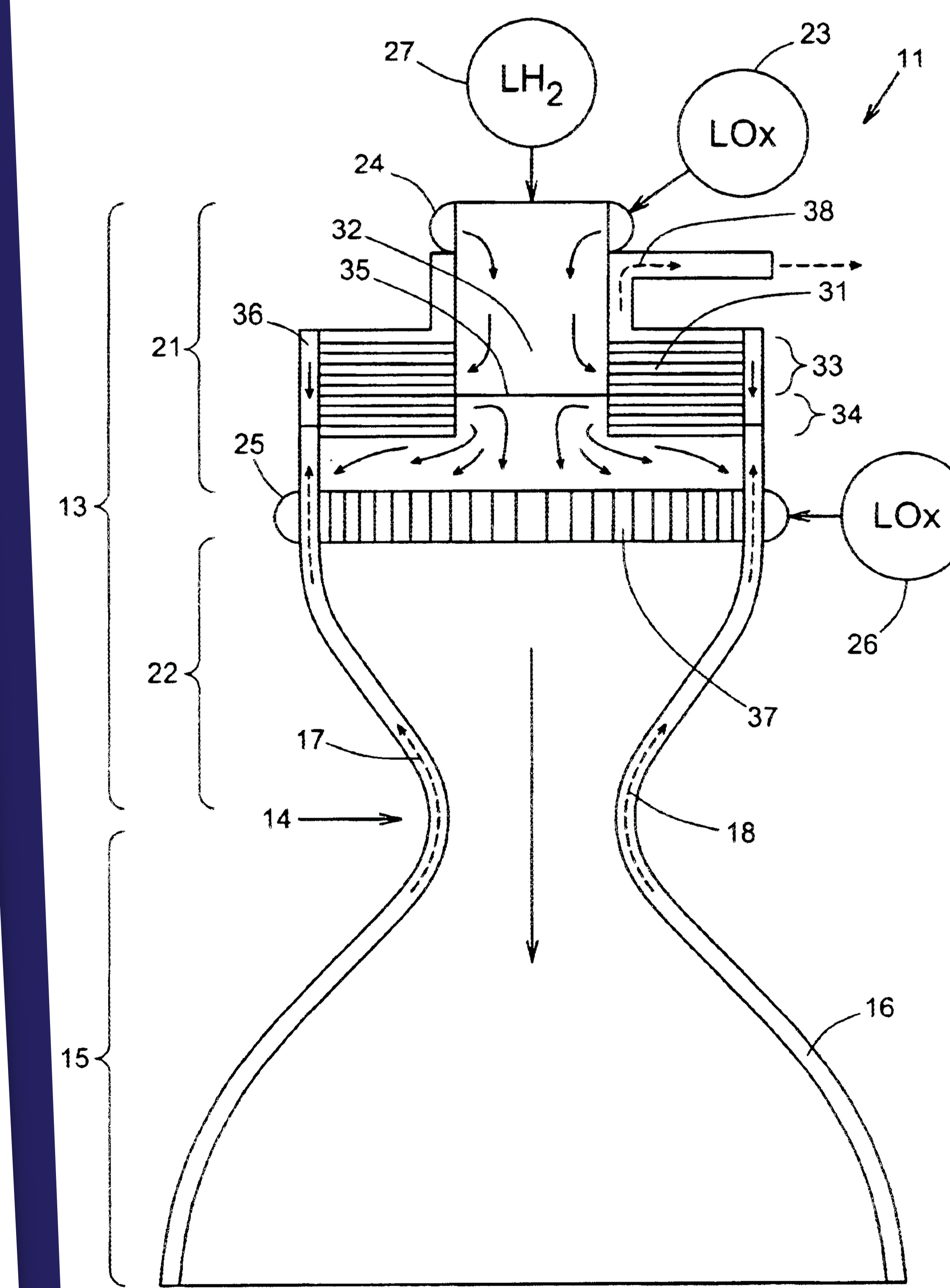
La sagoma dell'ugello è accuratamente studiata al fine di espellere i gas alla massima velocità possibile, anche tenendo conto che manca la pressione dell'atmosfera esterna. Nella prima parte l'ugello ha una forma convergente e il gas, attraversandolo, aumenta la sua velocità, come quando si stringe una canna dell'acqua per fare arrivare il getto più lontano. Raggiunta la velocità del suono, i gas iniziano a comportarsi diversamente, e per accelerarli ulteriormente è necessario allargare la sezione di passaggio: è la parte terminale dell'ugello, la cui tipica forma 'a campana' è ben visibile dall'esterno.

|| Molte sono le cose in grado di sorprenderci, ma nessuna è più sorprendente dell'uomo. E' lui la creatura capace di attraversare gli oceani nebbiosi sotto l'urlo delle tempeste e degli uragani, tenendo la rotta sull'orlo degli abissi aperti dalle ondate giganti ||

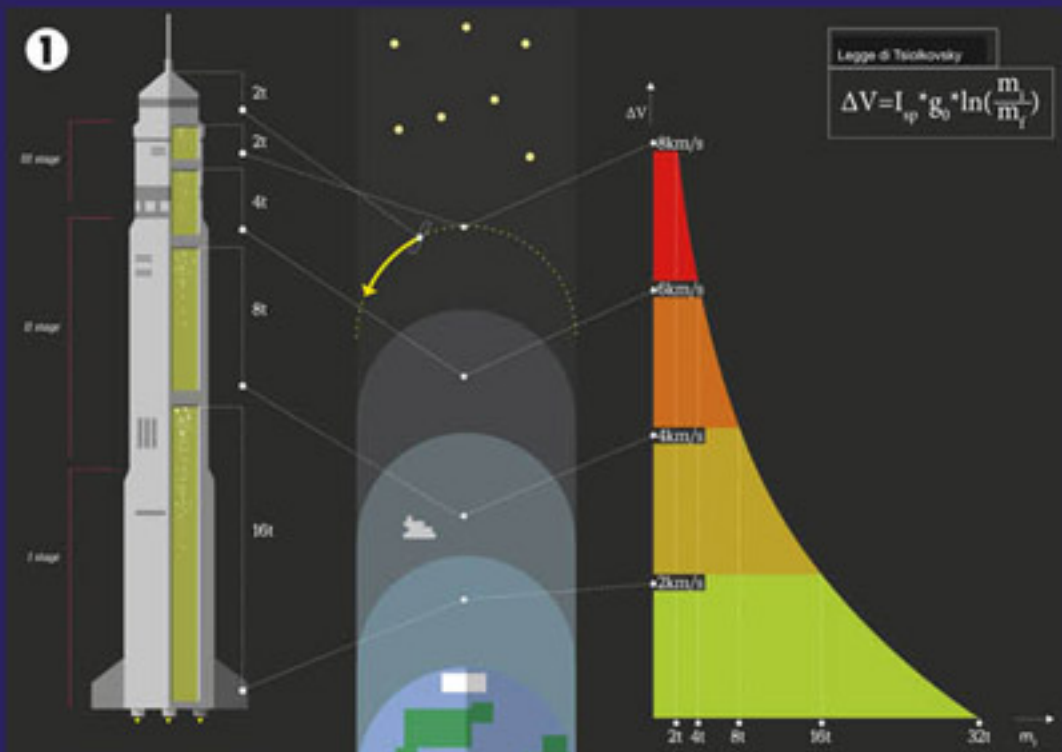
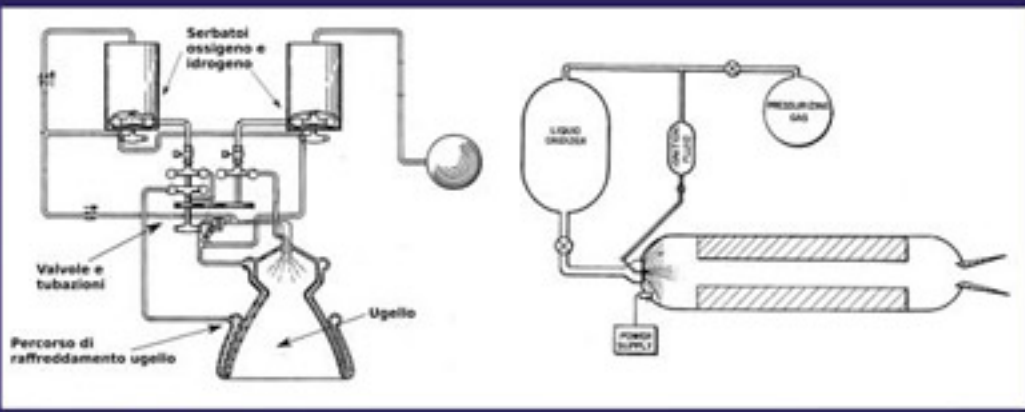
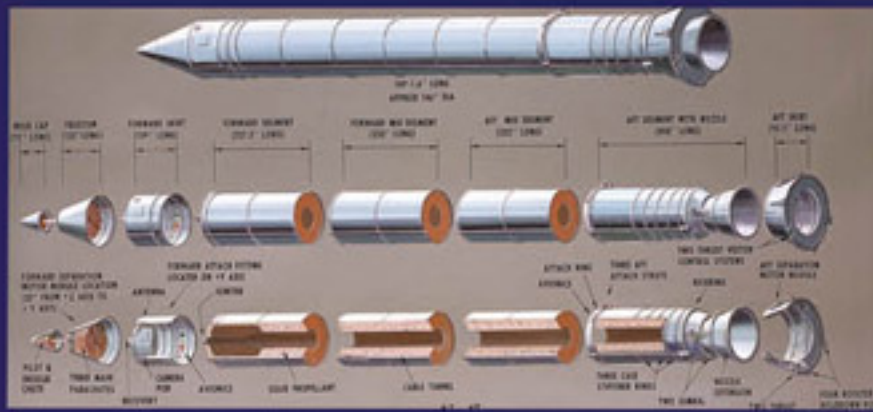
Sofocle, Antigone



Von Braun accanto ai motori di un prototipo del Saturn V, presso U.S Space & Rocket Center in Huntsville, Alabama



Schema Ugello



I MOTORI A RAZZO

“Non sarò sorpreso se un giorno questa ricerca sui razzi diventerà una gara”

R. Goddard, 1923

Esistono motori a razzo a propellenti liquidi, a propellenti solidi ed ibridi. **I razzi a propellente liquido** sono complessi: serbatoi separati per combustibile e comburente, pompe e tubazioni. Se si usano propellenti criogenici, quali idrogeno e ossigeno liquidi, tutto deve operare a bassissime temperature. Essi permettono però di regolare l'afflusso dei propellenti, e di conseguenza la spinta, e di spegnere e riaccendere il razzo. Tipici esempi sono i motori dello Shuttle e dei missili Soyuz.

I razzi a propellente solido contengono già una miscela di combustibile e comburente; sono molto più semplici, ma una volta accesi bruciano fino a esaurimento, senza possibilità di regolazione. Esempio sono i booster dello Shuttle e quelli dei missili Ariane. **I razzi ibridi** contengono già un combustibile solido, che viene bruciato iniettando il comburente liquido: possono così essere regolati, o spenti e riaccesi. Hanno diversi vantaggi, ma alcune complessità ne limitano ancora l'utilizzo. Un esempio è il motore del veicolo suborbitale "turistico" Virgin Galactic.

Le prestazioni di un razzo sono caratterizzate dalla spinta fornita (per partire da terra la spinta deve essere superiore al peso complessivo del missile), e dal cosiddetto **"impulso specifico ponderale"**, che caratterizza la "qualità" di un razzo indicando quanto propellente viene consumato per un dato aumento di velocità. La quantità di propellente consumato per raggiungere le velocità necessarie ad entrare in orbita attorno alla Terra (circa 8,4 km/sec) o a sfuggire alla gravità terrestre (circa 11,3 km/sec) è calcolabile con l'equazione di Tsiolkovsky. Essa evidenzia che l'incremento di velocità prodotto dal razzo è direttamente proporzionale al suo **impulso specifico**, mentre la quantità di combustibile cresce esponenzialmente con l'incremento di velocità necessario. Questo è il motivo per cui la massa del missile alla partenza è in gran parte costituita dai propellenti, mentre il suo "carico utile" è inevitabilmente una piccola parte (10-15%) della massa iniziale.

Come per un palloncino che vola via svuotandosi, occorre partire con molto carburante e ossigeno, che mano a mano vengono espulsi, avendo alla fine, a grande velocità o in orbita, il solo involucro 'quasi vuoto'. È più efficace dividere il razzo in stadi. La spinta maggiore, necessaria nelle prime fasi del volo, è fornita da un motore molto potente. Dopo le prime fasi, con una parte del combustibile già consumata, la spinta richiesta diminuisce. Sarebbe inutile e oneroso continuare con un motore potente e pesante, e con una parte dei serbatoi ormai vuoti: li si abbandona, (primo stadio), proseguendo con un secondo e un terzo stadio che, dovendo fornire spinte minori, possono essere più leggeri.

1 Il razzo (sulla sinistra) ha lo scopo di rilasciare la punta che pesa 2 t a una velocità di 8 km/s necessaria per rimanere in orbita (senza ulteriore spinta), e mostra al suo interno il combustibile occorrente. Il grafico (sulla destra) indica invece le velocità che il razzo raggiunge (V). Suddividiamo la velocità finale in 4 sezioni, da 2 km/s ciascuna. Ogni porzione di combustibile nel razzo è associata alla corrispondente sezione di velocità nel grafico. Per incrementare di 2 km/s la velocità di una massa generica (es. 16 t), occorre una uguale massa di propellente (es. 16 t). Quindi la porzione inferiore di propellente serve per accelerare la parte sovrastante (di ugual peso) da 0 a 2 km/s, e così via.



È l'Anno Geofisico Internazionale (1957 - 1958), proposto dagli scienziati per studiare il nostro pianeta con ogni mezzo. Tra le idee c'è anche quella di un satellite artificiale che indaghi la Terra in modo nuovo; Usa e Urss annunciano di lavorare a un progetto del genere. Von Braun ha pronto il razzo Jupiter C, ma il presidente Eisenhower non vuole che un satellite dedicato a studi scientifici venga trasportato da un missile militare e opta per il vettore Vanguard. Nel frattempo Korolev ha collaudato l'R-7 in un lancio intercontinentale e, rinunciando al satellite progettato da Tikhonravov (1,5 tonnellate), ne sceglie uno di modeste dimensioni per mandarlo nello spazio prima degli Usa.

SPUTNIK

È l'Anno Geofisico Internazionale (1957 - 1958), proposto dagli scienziati per studiare il nostro pianeta con ogni mezzo. Tra le idee c'è anche quella di un satellite artificiale che indaghi la Terra in modo nuovo; Usa e Urss annunciano di lavorare a un progetto del genere. Von Braun ha pronto il razzo Jupiter C, ma il presidente Eisenhower non vuole che un satellite dedicato a studi scientifici venga trasportato da un missile militare e opta per il vettore Vanguard. Nel frattempo Korolev ha collaudato l'R-7 in un lancio intercontinentale e, rinunciando al satellite progettato da Tikhonravov (1,5 tonnellate), ne sceglie uno di modeste dimensioni per mandarlo nello spazio prima degli Usa.



4 ottobre 1957

4 ottobre 1957

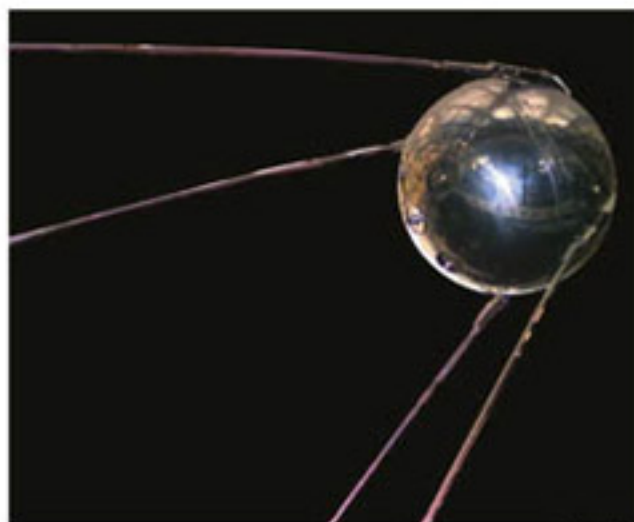
4 ottobre 1957

DECOLLA L'ERA SPAZIALE

4 OTTOBRE 1957

È l'Anno Geofisico Internazionale (1957 - 1958), proposto dagli scienziati per studiare il nostro pianeta con ogni mezzo. Tra le idee c'è anche quella di un satellite artificiale che indaghi la Terra in modo nuovo; Usa e Urss annunciano di lavorare a un progetto del genere. Von Braun ha pronto il razzo Jupiter C, ma il presidente Eisenhower non vuole che un satellite dedicato a studi scientifici venga trasportato da un missile militare e opta per il vettore Vanguard. Nel frattempo Korolev ha collaudato l'R-7 in un lancio intercontinentale e, rinunciando al satellite progettato da Tikhonravov (1,5 tonnellate), ne sceglie uno di modeste dimensioni per mandarlo nello spazio prima degli Usa.

Il 4 ottobre 1957 dal cosmodromo di Baikonur (Kazakistan) viene lanciato lo Sputnik 1 (in cirillico спутник, "Compagno di viaggio" o "Satellite"): è il primo satellite artificiale in orbita intorno alla Terra. Lo Sputnik 1 è formato solo da una sfera di alluminio pressurizzata ad azoto, di 58 cm di diametro, del peso di 84 kg, contenente una serie di batterie zinco-argento, un



Sputnik 1



Lancio missile Vanguard

DATI DELLA MISSIONE SPUTNIK 1

Massa	83,3 kg
Lancio	Baikonur, 4 ottobre 1957 alle 19:12 UTC
Vettore	Semërka
Destinazione	orbita MEO (Orbita terrestre media 3000/35.786 km)
Orbita	ellittica (tra 947 e 228 km dal suolo)
Periodo orbitale	96 minuti circa
Durata	57 giorni

termometro e due trasmettenti sintonizzate sulle frequenze di 20.005 e 40.002 MHz che emettono un caratteristico "beep"; dal corpo centrale si dipartono 4 antenne di circa 2,5 metri.

Gli strumenti a bordo dello Sputnik 1 rimangono funzionanti per 21 giorni. Infine, il satellite brucerà durante il rientro in atmosfera, dopo circa 1.400 orbite e 70.000.000 km.

Portava uno striscione con la scritta "La domanda di conoscenza dell'uomo". A un mese di distanza, l'Urss manda in orbita un secondo Sputnik, sei volte più pesante del primo.



La cagnetta Laika

Questa volta a bordo c'è un essere vivente: una cagnolina di nome Laika. L'animale ha a disposizione acqua e cibo, ma nel distacco del satellite dal vettore il sistema di controllo della temperatura viene danneggiato e la cagnetta muore.



YURI GAGARIN



Alla fine del 1958 Korolev abbandona l'idea dei lanci sub-orbitali e si concentra sul progetto di un veicolo orbitale in grado di portare un equipaggio umano, riconvertendo un modello inizialmente concepito come satellite spia. Il progetto prende il nome di Vostok (oriente) e il 12 aprile 1961 si arriva al lancio, con a bordo l'astronauta Yuri Gagarin.

Il volo ha la durata di un'ora e 48 minuti, durante il quale viene compiuta un'intera orbita attorno alla Terra. Tutte le fasi di volo sono completamente automatiche, compresa la fase di rientro che si conclude nel sud dell'Unione Sovietica. Gagarin compie la parte finale della discesa appeso a un



Yuri Gagarin

UN UOMO IN ORBITA

paracadute, dopo essere stato espulso dalla capsula con un seggiolino eiettabile, a circa 7.000 m di altitudine.



Valentina Tereshkova

Dopo Gagarin il programma spaziale sovietico prosegue, con il lancio della Vostok 2 (agosto 1961) sulla quale Gherman Titov rimarrà in orbita per un intero giorno. Nel 1963 la Vostok 6 porterà Valentina Tereshkova, la prima donna nello spazio.



IL MIGLIOR PROGRAMMA DELL'EPOCA

Il programma Gemini è il secondo programma spaziale americano con equipaggio umano, attivo dal 1963 al 1967. Sarà definito "il migliore programma dell'epoca" e ha l'obiettivo di testare e collaudare le tecniche che poi saranno indispensabili per portare l'uomo sulla Luna.

La capsula Gemini ospita due astronauti e, a differenza della Mercury, è in grado di alterare la propria traiettoria e agganciarsi ad altri veicoli spaziali. Viene lanciata tramite il razzo vettore Titan II, un missile balistico intercontinentale conver-



Ed White compie la prima passeggiata spaziale americana. Gemini 4, 1964. Foto: NASA



Lancio di Gemini 4. Foto: NASA

Gemini 1	Primo volo di prova
Gemini 2	Volo suborbitale per testare gli scudi termici
Gemini 3	Primo volo con equipaggio
Gemini 4	Prima EVA americana svolta da Ed White
Gemini 5	Primo volo della durata di una settimana
Gemini 6A	Primo rendez-vous con un'altra navicella (Gemini 7)
Gemini 7	Primo volo della durata di due settimane
Gemini 8	Primo aggancio nello spazio con il missile Agena
Gemini 9A	Primo ed unico rendez-vous con ATDA (rendez-vous automatico)
Gemini 10	Primo rendez-vous con due navicelle di tipo diverso (Agena Target Vehicle e Gemini 11)
Gemini 11	Volo con equipaggio sulla più alta orbita terrestre
Gemini 12	Primo rendez-vous manuale



Gemini 4. Foto: NASA

tito in lanciatore spaziale. La vera innovazione del programma Gemini sono le manovre di rendez-vous (incontro) e docking (attracco) tra due veicoli spaziali e le attività extra veicolari (EVA). Ogni missione Gemini ha come obiettivo il collaudo di una di queste manovre.

Tra il 1962 e il 1963 la Nasa seleziona 23 astronauti, tra piloti della Marina e dell'Aviazione.

Le missioni Gemini si svolgeranno in rapida sequenza, a due mesi l'una dall'altra, e saranno tutte un completo successo.



Una foto vista dalla capsula Gemini 11. Foto: NASA



Gemini 4



EDIZIONE STRAORDINARIA



20 luglio 1969

20 luglio 1969

20 luglio 1969

20 LUGLIO 1969

LUNA PRIMO PASSO



"Abbiamo deciso di andare sulla luna. Abbiamo deciso di andarci entro questo decennio e di compiere le altre imprese non perché siano facili ma perché sono difficili"

John Fitzgerald Kennedy,
25 settembre 1961

UN PICCOLO PASSO...

Il programma Apollo è il terzo programma spaziale con equipaggio umano americano. È la naturale continuazione del programma Gemini e ha l'obiettivo di far arrivare l'uomo sulla Luna entro la fine del 1969, secondo le intenzioni del presidente Kennedy. La capsula Apollo è formata da un **modulo di comando** e un **modulo di servizio** e in tutto può ospitare tre persone. Dopo l'Apollo 8 viene introdotto il **LEM**, il modulo di discesa lunare.

La capsula Apollo è lanciata dal razzo vettore **Saturn V**, il più grande missile lanciatore mai costruito, progettato dal genio di von Braun.

Nel programma Apollo i tre astronauti hanno mansioni specifiche: comandante, pilota del modulo di comando e pilota del modulo lunare.

Il programma inizia in modo tragico, con un incendio sulla rampa di lancio durante una prova dell'Apollo 1 che causa la morte dell'equipaggio. Il programma riprende nell'ottobre 1968 e le missioni si susseguono rapidamente, fino a giungere alla prima storica camminata sul suolo lunare, compiuta da **Neil Armstrong e Buzz Aldrin il 20 luglio 1969** con la missione **Apollo 11**.

"È un piccolo passo per un uomo, ma un balzo da gigante per l'umanità", è la celebre frase di Armstrong, primo uomo sulla luna, che resta come simbolo di quell'impresa. Dopo di lui altri tredici uomini passeranno sulla Luna, per un totale di sette missioni lunari e sei allunaggi avvenuti con successo.

"È un piccolo passo per un uomo, ma un balzo da gigante per l'umanità"

Neil Armstrong

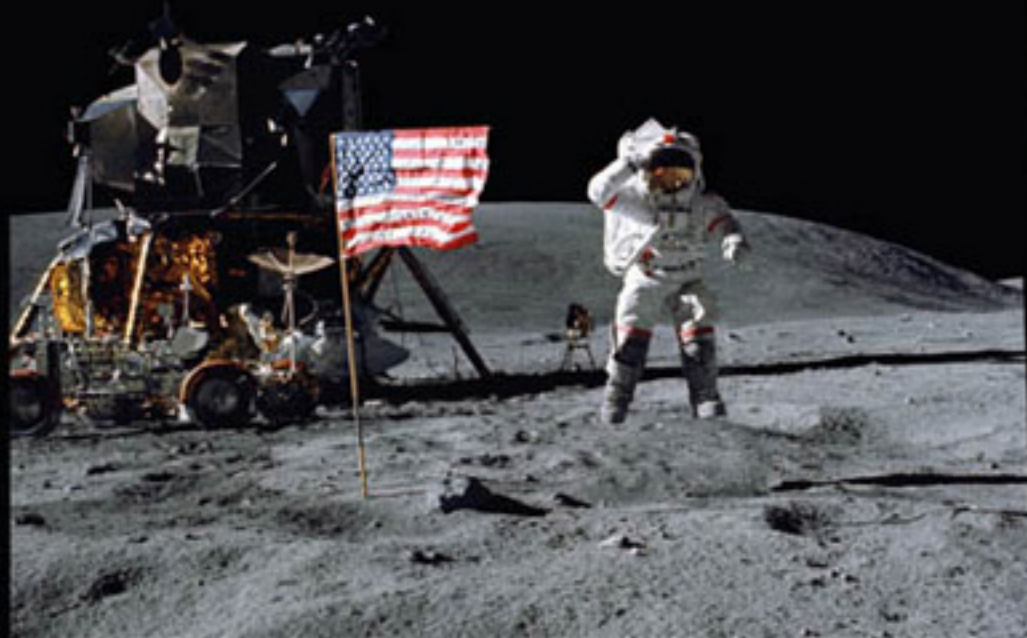




La targa lasciata dagli astronauti americani sulla Luna



Apollo 12, 19 novembre 1969
Fonte: NASA



Armstrong comincia sulla Luna
Fonte: NASA

APOLLO 11

Neil Armstrong, Edwin Aldrin, Michael Collins

20 LUGLIO 1969

Primo allunaggio. Armstrong e Aldrin sbarcano nel Mare della Tranquillità. Durata EVA: 2 ore e 31 minuti.

APOLLO 12

Charles Conrad, Alan Bean, Richard Gordon

19 NOVEMBRE 1969

Secondo allunaggio. Conrad e Bean sbarcano nell'Oceano delle Tempeste, poco lontano dalla sonda Surveyor 3, della quale recuperano le foto scattate. Durata EVA: 7 ore.

APOLLO 13

James Lovell, Fred Haise, John Swigert

Allunaggio fallito a causa di un'esplosione dei serbatoi dell'ossigeno sul CSM.

APOLLO 14

Alan Shepard, Stuart Roosa, Edgar Mitchell

5 FEBBRAIO 1971

Terzo allunaggio. Shepard e Mitchell sbarcano sulle alture di Fra Mauro, meta che era stata programmata per Apollo 13. Durata EVA: 33 ore.

APOLLO 15

David Scott, Alfred Worden, James Irwin

30 LUGLIO 1971

Quarto allunaggio. Scott e Irwin sbarcano nel solco Hadley, negli Appennini lunari. Viene provato per la prima volta il veicolo lunare a quattro ruote. Durata EVA: 67 ore.

APOLLO 16

John Young, Ken Mattingly, Charles Duke

21 APRILE 1972

Quinto allunaggio. Young e Duke atterrano nelle alture di Cayley-Descartes, e guidano il veicolo lunare per 16,8 miglia, raccogliendo 96,5 kg di rocce lunari. Durata EVA: 71 ore.

APOLLO 17

Eugene Cernan, Ronald Evans, Harrison Schmitt

11 DICEMBRE 1972

Sesto e ultimo allunaggio. Cernan e Schmitt atterrano nelle montagne Taurus, vicino al cratere Littrow, raccogliendo 110 kg di rocce lunari e abbandonando la superficie della Luna dopo 3 attività extra veicolari. Durata EVA: 75 ore.

ANCHE I "PIONIERI" (A VOLTE) FALLISCONO

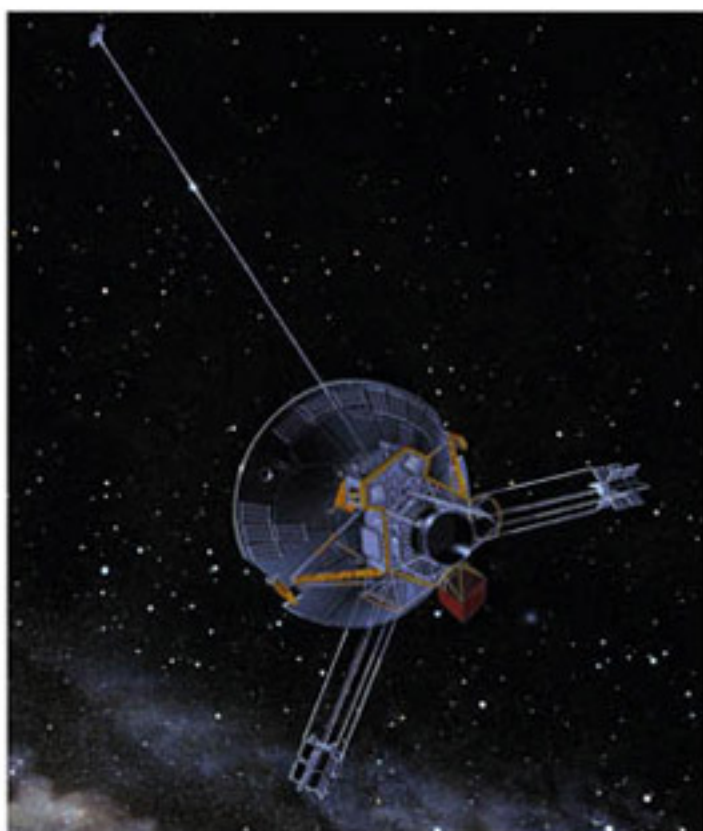
La serie Pioneer 10 e 11 sono le prime sonde americane a lasciare l'orbita terrestre e a raggiungere altri corpi del Sistema Solare. Sono state lanciate nel 1972 e 1973, rispettivamente, e hanno fornito dati preziosi sulla radiazione cosmica di fondo e sulla struttura del campo magnetico interplanetario.

La serie Pioneer 10 e 11 sono le prime sonde americane a lasciare l'orbita terrestre e a raggiungere altri corpi del Sistema Solare. Sono state lanciate nel 1972 e 1973, rispettivamente, e hanno fornito dati preziosi sulla radiazione cosmica di fondo e sulla struttura del campo magnetico interplanetario.

Le prime sonde americane a lasciare l'orbita terrestre e a raggiungere altri corpi del Sistema Solare sono state Pioneer 10 e 11, lanciate nel 1972 e 1973, rispettivamente. Sono state le prime sonde americane a lasciare l'orbita terrestre e a raggiungere altri corpi del Sistema Solare. Sono state lanciate nel 1972 e 1973, rispettivamente, e hanno fornito dati preziosi sulla radiazione cosmica di fondo e sulla struttura del campo magnetico interplanetario.

La serie Pioneer rappresenta il primo tentativo di raggiungere la Luna, e in generale lo spazio profondo, con sonde senza equipaggio (e in competizione con i programmi dell'Urss). Si vuol dimostrare che è possibile raggiungere la velocità di fuga necessaria per uscire dalla orbita terrestre e raggiungere altri corpi del Sistema Solare.

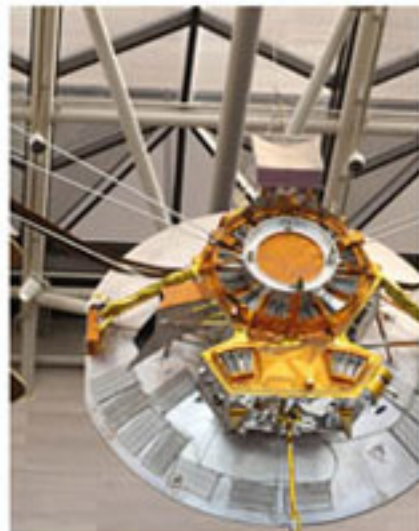
Le sonde Pioneer saranno 18, delle quali 8 (dal costo medio di 10 milioni di dollari) bruceranno in cielo prima ancora di



Pioneer (sotto: alcune fasi dell'assemblaggio di Pioneer 10)

raggiungere lo spazio. In seguito ai successi sovietici, alcune sonde del programma cambieranno i loro obiettivi in corso d'opera puntando alla Luna. Tuttavia, tutti i tentativi di raggiungere il satellite falliscono.

I successi del programma Pioneer sono però molteplici in altri ambiti. Le sonde Pioneer 10 e 11 sono le prime sonde a trasportare una placca con un messaggio per l'eventuale incontro con extraterrestri.



PRINCIPALI RISULTATI DEL PROGRAMMA PIONEER

Missione	Anno di lancio	Risultati scientifici
PIONEER 1	1958	Riconfermata l'esistenza delle fasce di Van Allen
PIONEER 3	1958	Le fasce di Van Allen si estendono anche in una seconda fascia esterna
PIONEER 4	1959	Informazioni eccellenti sulla radiazione nello spazio
PIONEER 5	1960	Prima mappa del campo magnetico interplanetario
PIONEER 6-7-8-9	1965-68	Passaggio delle comete Kohoutek e Holley
PIONEER 10	1972	Foto dei satelliti di Giove, misure dell'atmosfera e del campo magnetico di Giove
PIONEER 11	1973	Prova l'esistenza del campo magnetico di Saturno; scoperto un nuovo anello e un nuovo satellite di Saturno
PIONEER VENUS 1	1978	Osservato su Venere il Monte Maxwell (alto 11 km); registrato un'intensa attività di fulmini
PIONEER VENUS 2	1978	Spacciate 5 sonde; 2 arrivano al suolo e trasmettono per un'ora dati sull'atmosfera di Venere



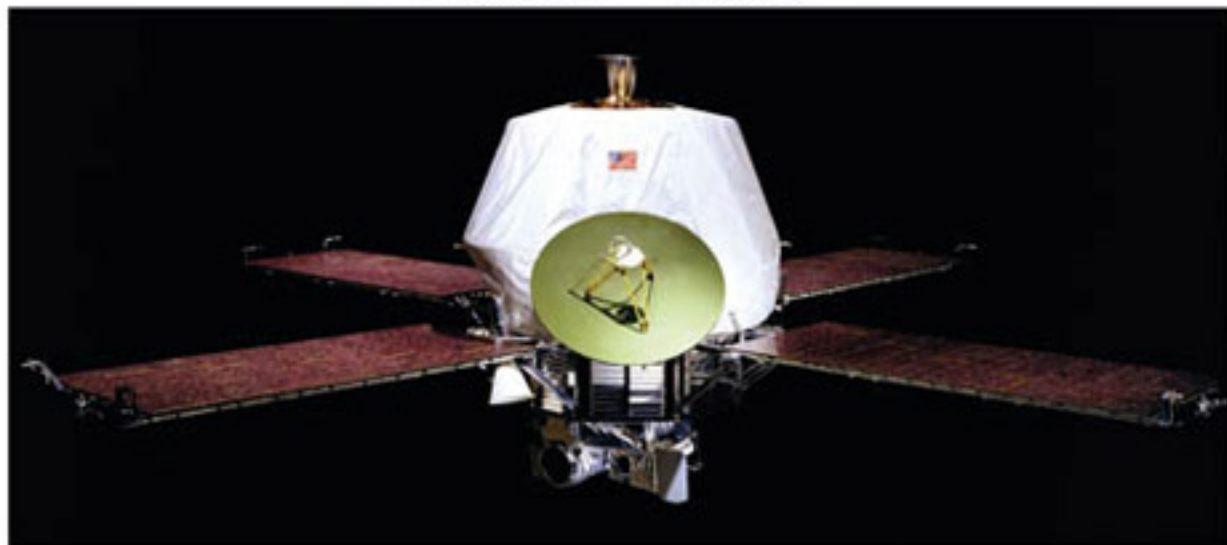


Postage & Air Registration Office, London
Printed in Great Britain by the Royal Mail
© 1973

LA GRAVITA'



“ASSISTE” IL MARINER 1963 - 1973



Mariner è un programma della Nasa (1963 - 1973) rivolto all'esplorazione di Venere, Marte e Mercurio. Delle 10 sonde della serie, 7 hanno successo. In particolare l'ultima, Mariner 10, è la prima sonda americana che utilizza il "gravity assist", grazie ai calcoli (senza computer) di Giuseppe (Bepi) Colombo che aveva previsto la possibilità di passaggi multipli su Mercurio sfruttando il campo gravitazionale di Venere.

Mariner 10 raggiunge l'obiettivo principale che è quello di analizzare il maggior numero di componenti fisici di Mercurio: ambiente, atmosfera, superficie, massa. Tra i risultati ottenuti, ricordiamo:

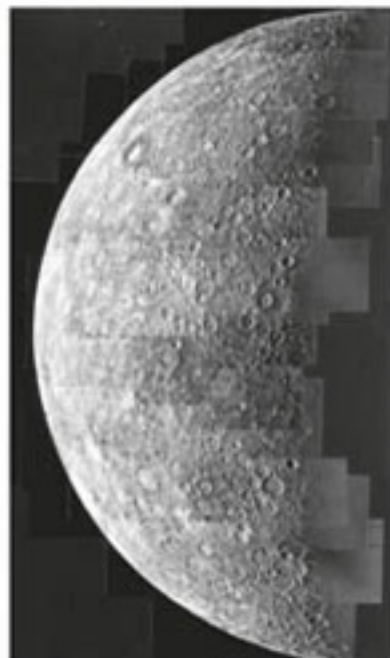
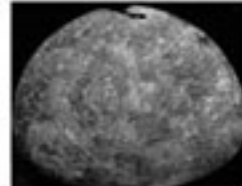
- la mappatura del 45% della superficie del pianeta, con foto con una risoluzione fino a 50 m;
- l'analisi della emissione termica del pianeta;
- la misura di una forte interazione del campo magnetico di Mercurio con il vento solare;
- l'analisi dell'atmosfera in luce ultravioletta, che ha trovato tracce di H, O, C, Ar, Ne, Xe;
- analogie della superficie di Mercurio con quella lunare, con osservazione di bombardamenti da parte di altri oggetti celesti;
- ipotesi che il pianeta possa avere un nucleo di ferro;
- determinazione della massa.



Assemblaggio di un Mariner



Mariner 10



Tra foto della superficie di Mercurio



DUE VICHINGHI SU MARTE

Il programma americano Viking prevede il lancio di sonde senza equipaggio; le missioni si svolgono dal 1975 al 1977.

L'obiettivo è di far atterrare due sonde su Marte allo scopo di raccogliere immagini dettagliate, analizzare il suolo e l'atmosfera del pianeta e ricercare tracce di vita.

La sonda Viking I viene lanciata il 20 agosto 1975; la Viking II la seguirà poco più tardi; entrambe utilizzano un lanciatore spaziale Titan III-E Centaur. Viking I atterra su Marte il 19 giugno 1976. La



Lancio del Viking

durata prevista delle missioni è di nove mesi, ma le sonde continueranno ad operare per più di quattro anni.

Le trasmissioni dei dati cessano alla fine del 1982.

Nel complesso le due sonde hanno fornito oltre 1400 immagini del pianeta Marte.

Le analisi biologiche condotte da Viking II hanno stabilito la totale assenza di vita su Marte; non hanno escluso però la possibilità di vita in epoche passate.

Il programma Viking è stato dichiarato ufficialmente concluso nel maggio 1983.



Viking 1



Altra marziana ripresa da Viking 1



Superficie marziana

SKYLAB

Il programma Skylab è stato il primo programma spaziale americano con equipaggio umano a orbitare in orbita terrestre bassa. È stato lanciato il 14 maggio 1973 e ha operato per 28 giorni. È stato il primo programma spaziale americano con equipaggio umano a orbitare in orbita terrestre bassa.



Modello capsula della ISS



Astroni EVA sulla ISS



Skylab 1

LAVORARE IN MICROGRAVITA'

Il quarto programma spaziale americano con equipaggio umano nasce come Apollo Application Program e viene presto rinominato **Skylab**.

È la prima, e finora unica, **stazione spaziale orbitante** interamente americana.

Scopo del programma è di indagare gli effetti dell'assenza di gravità prolungata sul corpo umano ed eseguire gli esperimenti scientifici che non era stato possibile inserire nel pro-

gramma Apollo.

Lanciato con un missile Saturn V nel maggio 1973, rientrerà nell'atmosfera terrestre nel luglio 1979. La capsula è attrezzata per garantire la sopravvivenza di **tre persone** per un periodo di tempo anche di qualche mese; resterà abitata per **171** giorni e passerà **2249** giorni in orbita terrestre.

I Russi, dopo lo sbarco Usa sulla Luna, concentrano i loro

sforzi nella progettazione di stazioni spaziali orbitanti, sia civili che militari.

Le stazioni **Saljut** (1971-1986) sono sette, utilizzate da un gran numero di equipaggi (15 solo nelle ultime due).

La MIR (1986-2001) - in cirillico мир, pace - è la prima stazione spaziale con un equipaggio permanente (3 uomini). Realizzata nell'arco di 10 anni, nei 15 anni di operatività vi si alternano **28 equipaggi**, com-

presi (dal 1990) astronauti di altre nazionalità tra cui (nel 1996) un americano. La stazione fa il suo rientro distruttivo (programmato) in atmosfera nel 2001.

Dal programma Skylab è nata l'idea e il progetto della ISS, la **Stazione Spaziale Internazionale**, che opera dal 2000 con la partecipazione di Stati Uniti (Nasa), Europa (ESA), Giappone (Jaxa), Canada (CSA).



Steve Robinson sul Braccio meccanico Canadarm 2 della ISS

UOMINI & SPAZIO

DALLA LUNA A VENERE

VERSO MARTE

OBIETTIVO VENERE

DECOLLA L'ERA SPAZIALE

4 OTTOBRE 1957

EDIZIONE STRAORDINARIA

“La Terra è la culla dell'umanità, ma non si può restare nella culla per sempre”

Konstantin Tsiolkovsky (1857 - 1935)
Fisico e ingegnere aeronautico russo



Completamente autodidatto, la sordità non gli impedì di diventare insegnante di matematica e fisica e di gettare le basi teoriche della nuova scienza aerospaziale. Nel 1903 in "L'esplorazione degli spazi cosmici con veicoli a reazione", spiega l'utilizzo dei razzi, il loro rendimento, i problemi di resistenza all'avanzamento e propone l'equazione del razzo, detta "formula di Tsiolkovsky", alla base ancor oggi dell'ingegneria missilistica. I suoi studi arrivano a considerare i missili a più stadi, i propellenti liquidi, le stazioni spaziali, i collegamenti interplanetari.

Gaetano Arturo Crocco (1877 - 1968)
Fisico, matematico e ingegnere italiano



È stato un ufficiale, scienziato e docente italiano, pioniere dell'aeronautica e della propulsione a razzo. Dopo la seconda guerra mondiale Crocco riprende a dedicarsi a missilistica e astronautica, fondando nel 1951 l'Associazione Italiana Razzi (AIR). Nel 1956 all'International Astronautical Congress IAF svoltosi a Roma, Crocco, allora ottantenne, presentò una memoria dal titolo "Giro esplorativo di un anno Terra-Marte-Venere-Terra", basato sullo sfruttamento del campo gravitazionale di Marte e di Venere per ridurre il tempo del viaggio. L'importanza di tale intuizione, ora nota tecnicamente come fionda gravitazionale, (in inglese gravity assist o swing-by), fu tale che, negli anni seguenti la NASA raccomandava di basare gli studi di viaggi interplanetari sulla "Crocco Mission". Alla sua memoria sono intitolati l'asteroide 10606 Crocco e, sulla Luna, il cratere Crocco.

Crocco, allora ottantenne, presentò una memoria dal titolo "Giro esplorativo di un anno Terra-Marte-Venere-Terra", basato sullo sfruttamento del campo gravitazionale di Marte e di Venere per ridurre il tempo del viaggio. L'importanza di tale intuizione, ora nota tecnicamente come fionda gravitazionale, (in inglese gravity assist o swing-by), fu tale che, negli anni seguenti la NASA raccomandava di basare gli studi di viaggi interplanetari sulla "Crocco Mission". Alla sua memoria sono intitolati l'asteroide 10606 Crocco e, sulla Luna, il cratere Crocco.

“È difficile dire che cosa è impossibile, per il sogno di ieri, è la speranza di oggi e la realtà di domani”

Robert Goddard (1882 - 1945)
Fisico e ingegnere aeronautico statunitense



Inizia a sviluppare a proprie spese studi sistematici sulla propulsione fornita da vari tipi di polvere da sparo. Nel 1919 pubblica un metodo per raggiungere le grandi altezze dove pone le basi per la costruzione di un razzo, che poi realizza effettivamente. Il 16 marzo 1926 a Auburn (Massachusetts) fa volare con successo il primo razzo a propellenti liquidi (cherosene e ossigeno); il volo resterà significativo per la storia come quello dei fratelli Wright e Kitty Hawk. Nel corso della sua vita ottiene oltre 200 brevetti in tecnologie spaziali. In sua memoria la Nasa ha istituito nel 1959 il principale centro di volo a Greenbelt (Maryland).

Inizia a sviluppare a proprie spese studi sistematici sulla propulsione fornita da vari tipi di polvere da sparo. Nel 1919 pubblica un metodo per raggiungere le grandi altezze dove pone le basi per la costruzione di un razzo, che poi realizza effettivamente. Il 16 marzo 1926 a Auburn (Massachusetts) fa volare con successo il primo razzo a propellenti liquidi (cherosene e ossigeno); il volo resterà significativo per la storia come quello dei fratelli Wright e Kitty Hawk. Nel corso della sua vita ottiene oltre 200 brevetti in tecnologie spaziali. In sua memoria la Nasa ha istituito nel 1959 il principale centro di volo a Greenbelt (Maryland).

“Rendere disponibili per la vita tutti i luoghi dove la vita è possibile. Rendere abitabili tutti i mondi ancora inabitati, e tutta la vita ha uno scopo”

Hermann Oberth (1884 - 1989)
Fisico e matematico rumeno naturalizzato tedesco



Si interessa fin da giovane ai viaggi nello spazio, arrivando alla conclusione che si sarebbero potuti sviluppare razzi a combustibile liquido. Un suo importante contributo alla missilistica sta nell'aver indicato la soluzione dei vettori multistadio. Il primo razzo basato su un suo progetto, per il quale aveva depositato un brevetto, viene lanciato nel maggio 1931 da una base vicino a Berlino.

Si interessa fin da giovane ai viaggi nello spazio, arrivando alla conclusione che si sarebbero potuti sviluppare razzi a combustibile liquido. Un suo importante contributo alla missilistica sta nell'aver indicato la soluzione dei vettori multistadio. Il primo razzo basato su un suo progetto, per il quale aveva depositato un brevetto, viene lanciato nel maggio 1931 da una base vicino a Berlino.

Mikhail Tikhonravov (1900 - 1974)
Ingegnere russo



Si è laureato nel 1925 ed è diventato un esperto nel campo della progettazione di aeromobili. Nel 1932 ha cominciato a lavorare con Sergej Pavlovič Korolev e ha collaborato alla progettazione del primo razzo sovietico a propellente liquido, lanciato nel 1933. Nel 1955 è diventato capo di una sezione dell'OKB-1, l'ufficio speciale di progettazione di Korolev, ed è stato uno degli scienziati di primo piano nella progettazione dei satelliti Sputnik, della navicella spaziale Vostok e delle prime sonde spaziali Luna, Venere e Mars. Dal 1962 è stato professore all'Istituto di Aviazione di Mosca. È stato insignito di numerosi titoli onorifici Sovietici.

Si è laureato nel 1925 ed è diventato un esperto nel campo della progettazione di aeromobili. Nel 1932 ha cominciato a lavorare con Sergej Pavlovič Korolev e ha collaborato alla progettazione del primo razzo sovietico a propellente liquido, lanciato nel 1933. Nel 1955 è diventato capo di una sezione dell'OKB-1, l'ufficio speciale di progettazione di Korolev, ed è stato uno degli scienziati di primo piano nella progettazione dei satelliti Sputnik, della navicella spaziale Vostok e delle prime sonde spaziali Luna, Venere e Mars. Dal 1962 è stato professore all'Istituto di Aviazione di Mosca. È stato insignito di numerosi titoli onorifici Sovietici.

“La strada delle stelle è aperta”

Sergej Korolev (1907 - 1966)
Ingegnere russo



Nasce in Ucraina. A soli 17 anni progetta un aereo. Affascinato presto dagli scritti di Tsiolkovsky, sarà ideatore del primo razzo russo a propellenti liquidi. Sospettato ingiustamente durante le purghe staliniane, il 7 giugno del 1938 viene arrestato e condannato a 10 anni di lavori forzati. Nel 1944 visita gli impianti tedeschi dove venivano fabbricate le V2. Progetta in seguito il missile intercontinentale R-7 Semyorka, il propulsore della serie Sputnik, che porta il primo satellite della storia nello spazio e raggiunge altri primati.

Nasce in Ucraina. A soli 17 anni progetta un aereo. Affascinato presto dagli scritti di Tsiolkovsky, sarà ideatore del primo razzo russo a propellenti liquidi. Sospettato ingiustamente durante le purghe staliniane, il 7 giugno del 1938 viene arrestato e condannato a 10 anni di lavori forzati. Nel 1944 visita gli impianti tedeschi dove venivano fabbricate le V2. Progetta in seguito il missile intercontinentale R-7 Semyorka, il propulsore della serie Sputnik, che porta il primo satellite della storia nello spazio e raggiunge altri primati.

“Se questo missile andrà dove voglio io, tutta la civiltà si innalzerà con lui, e l'uomo sarà libero”

Wernher von Braun (1912 - 1977)
Fisico e ingegnere tedesco naturalizzato statunitense



Viene introdotto fin da giovane allo studio dello spazio dalla madre, astronoma impegnata che gli regala un telescopio. Ma la folgorazione venne col libro di Oberth: "Il missile nello spazio interplanetario". Von Braun è l'uomo che ha raggiunto lo spazio, sapendo coniugare l'aiuto dell'esercito e la sua innata concretezza per la sperimentazione, unica via per verificare le teorie matematiche. Sua è la progettazione e la realizzazione delle V-2, i precursori dei missili che hanno permesso la conquista dello spazio. Senza di lui il genere umano avrebbe mai raggiunto la Luna? E se sì, in quale epoca?

Viene introdotto fin da giovane allo studio dello spazio dalla madre, astronoma impegnata che gli regala un telescopio. Ma la folgorazione venne col libro di Oberth: "Il missile nello spazio interplanetario". Von Braun è l'uomo che ha raggiunto lo spazio, sapendo coniugare l'aiuto dell'esercito e la sua innata concretezza per la sperimentazione, unica via per verificare le teorie matematiche. Sua è la progettazione e la realizzazione delle V-2, i precursori dei missili che hanno permesso la conquista dello spazio. Senza di lui il genere umano avrebbe mai raggiunto la Luna? E se sì, in quale epoca?

Giuseppe (Bepi) Colombo (1912 - 1984)
Fisico, matematico e ingegnere italiano



Nato a Padova e laureato a Pisa. Nel 1970 fu invitato dalla NASA per lavorare al JPL (Jet propulsion laboratory) dove stavano sviluppando il progetto Mariner 10. Il Mariner era dedicato all'esplorazione di Venere che venne raggiunto 3 mesi dopo il lancio. Dopo 2 mesi la sonda raggiunge Mercurio. Colombo constatò che il periodo dell'orbita della sonda dopo il fly-by di Mercurio, sarebbe coinciso con il doppio del periodo di rivoluzione del pianeta stesso, e suggerì di sfruttare tale risonanza per programmare molteplici sorvoli di Mercurio. Nei mesi seguenti, la sua modifica fu prontamente implementata nel piano di missione dagli ingegneri e matematici del JPL, e permise tre sorvoli di Mercurio, praticamente al costo di uno, prima che la sonda esaurisse il propellente.

Nato a Padova e laureato a Pisa. Nel 1970 fu invitato dalla NASA per lavorare al JPL (Jet propulsion laboratory) dove stavano sviluppando il progetto Mariner 10. Il Mariner era dedicato all'esplorazione di Venere che venne raggiunto 3 mesi dopo il lancio. Dopo 2 mesi la sonda raggiunge Mercurio. Colombo constatò che il periodo dell'orbita della sonda dopo il fly-by di Mercurio, sarebbe coinciso con il doppio del periodo di rivoluzione del pianeta stesso, e suggerì di sfruttare tale risonanza per programmare molteplici sorvoli di Mercurio. Nei mesi seguenti, la sua modifica fu prontamente implementata nel piano di missione dagli ingegneri e matematici del JPL, e permise tre sorvoli di Mercurio, praticamente al costo di uno, prima che la sonda esaurisse il propellente.

“Ci sono solo due cose che amo più della mia famiglia: Dio e la Patria”

John Glenn (1921 -)
Astronauta statunitense



Uno dei "magnifici sette" astronauti Mercury, è il primo americano ad orbitare attorno alla terra il 20 febbraio 1962. Lasciata la NASA nel 1964, ricopre l'incarico di governatore dello stato dell'Ohio dal 1974 al 1992. Nel 1998 partecipa alla missione Space Shuttle STS-95 a settantasette anni d'età. Diviene così l'unico astronauta ad aver partecipato sia a una missione Mercury che a una Shuttle. Nell'aprile 2013 John e sua moglie Annie hanno festeggiato il settantesimo anniversario di matrimonio.

Uno dei "magnifici sette" astronauti Mercury, è il primo americano ad orbitare attorno alla terra il 20 febbraio 1962. Lasciata la NASA nel 1964, ricopre l'incarico di governatore dello stato dell'Ohio dal 1974 al 1992. Nel 1998 partecipa alla missione Space Shuttle STS-95 a settantasette anni d'età. Diviene così l'unico astronauta ad aver partecipato sia a una missione Mercury che a una Shuttle. Nell'aprile 2013 John e sua moglie Annie hanno festeggiato il settantesimo anniversario di matrimonio.

“Mi sentivo tutto a stelle e strisce”

Edward White (1930 - 1967)
Astronauta statunitense



Pilota della Marina, è stato selezionato come astronauta nel 1962. Il 3 giugno 1965 diventa il primo americano a passeggiare nello spazio a bordo della missione Gemini 4. Estremamente serio e capace, l'astronauta e amico Frank Borman lo definisce "Un vero uomo di West Point. Per lui patria, onore e dovere non erano soltanto parole; erano la sua stessa persona." Muore il 27 gennaio 1967 durante un incendio sulla rampa di lancio di Apollo 1. Viene insignito della Medal of Honor, la massima onorificenza militare Americana.

Pilota della Marina, è stato selezionato come astronauta nel 1962. Il 3 giugno 1965 diventa il primo americano a passeggiare nello spazio a bordo della missione Gemini 4. Estremamente serio e capace, l'astronauta e amico Frank Borman lo definisce "Un vero uomo di West Point. Per lui patria, onore e dovere non erano soltanto parole; erano la sua stessa persona." Muore il 27 gennaio 1967 durante un incendio sulla rampa di lancio di Apollo 1. Viene insignito della Medal of Honor, la massima onorificenza militare Americana.

“È un piccolo passo per un uomo ma un balzo da gigante per l'umanità”

Neil Armstrong (1930 - 2012)
Astronauta statunitense



Di carattere schivo e riservato, ha dimostrato fin da molto giovane grande interesse verso tutto ciò che è meccanico. Sua è il collaudo di molti jet supersonici tra i quali il famoso X-15. È entrato nella storia come il primo uomo a camminare sulla superficie della luna il 20 luglio 1969 a bordo della missione Apollo 11. Lascia la NASA nel 1972 ma rimane a lavorare nel settore aerospaziale fino alla morte, avvenuta il 25 agosto 2012 a causa di un infarto.

Di carattere schivo e riservato, ha dimostrato fin da molto giovane grande interesse verso tutto ciò che è meccanico. Sua è il collaudo di molti jet supersonici tra i quali il famoso X-15. È entrato nella storia come il primo uomo a camminare sulla superficie della luna il 20 luglio 1969 a bordo della missione Apollo 11. Lascia la NASA nel 1972 ma rimane a lavorare nel settore aerospaziale fino alla morte, avvenuta il 25 agosto 2012 a causa di un infarto.

“La Terra è blu. Che meraviglia. È incredibile”

Yuri Gagarin (1934 - 1968)
Astronauta russo



Primo uomo a volare nello spazio il 12 aprile 1961. Di origini contadine, è pilota collaudatore dal 1957 al 1959, anno in cui viene scelto per diventare cosmonauta. Con il suo primo, storico volo, Gagarin diventa il primo essere umano a vedere la Terra dallo spazio, comunicando a Mosca e a tutto il mondo: "La Terra è blu. [...] Che meraviglia. È incredibile." Celebrato come eroe nazionale nell'allora Unione Sovietica, muore il 27 marzo 1968 a bordo di un MiG-15, si suppone a causa della collisione con altri due caccia sovietici.

Primo uomo a volare nello spazio il 12 aprile 1961. Di origini contadine, è pilota collaudatore dal 1957 al 1959, anno in cui viene scelto per diventare cosmonauta. Con il suo primo, storico volo, Gagarin diventa il primo essere umano a vedere la Terra dallo spazio, comunicando a Mosca e a tutto il mondo: "La Terra è blu. [...] Che meraviglia. È incredibile." Celebrato come eroe nazionale nell'allora Unione Sovietica, muore il 27 marzo 1968 a bordo di un MiG-15, si suppone a causa della collisione con altri due caccia sovietici.

“ACCISTE” IL MARINER

altri oggetti...
• ipotesi che il pianeta possa avere un nucleo di ferro;
• determinazioni della massa.

ITA'
quipaggi, compr
1990, astronaut
re nazionalità
nel 1996, un an
no. La stazione
rientro distrutti
programmato) in
fera nel 2001.

programmi
Skylab è nata l'idea
progetto della ISS, l
nazione Spaziale In
nazionale, ch
era dal 2000 con
tecipazione di Stat
ti (Nasa), Europa
(A), Giappone
(a), Canada (CSA).