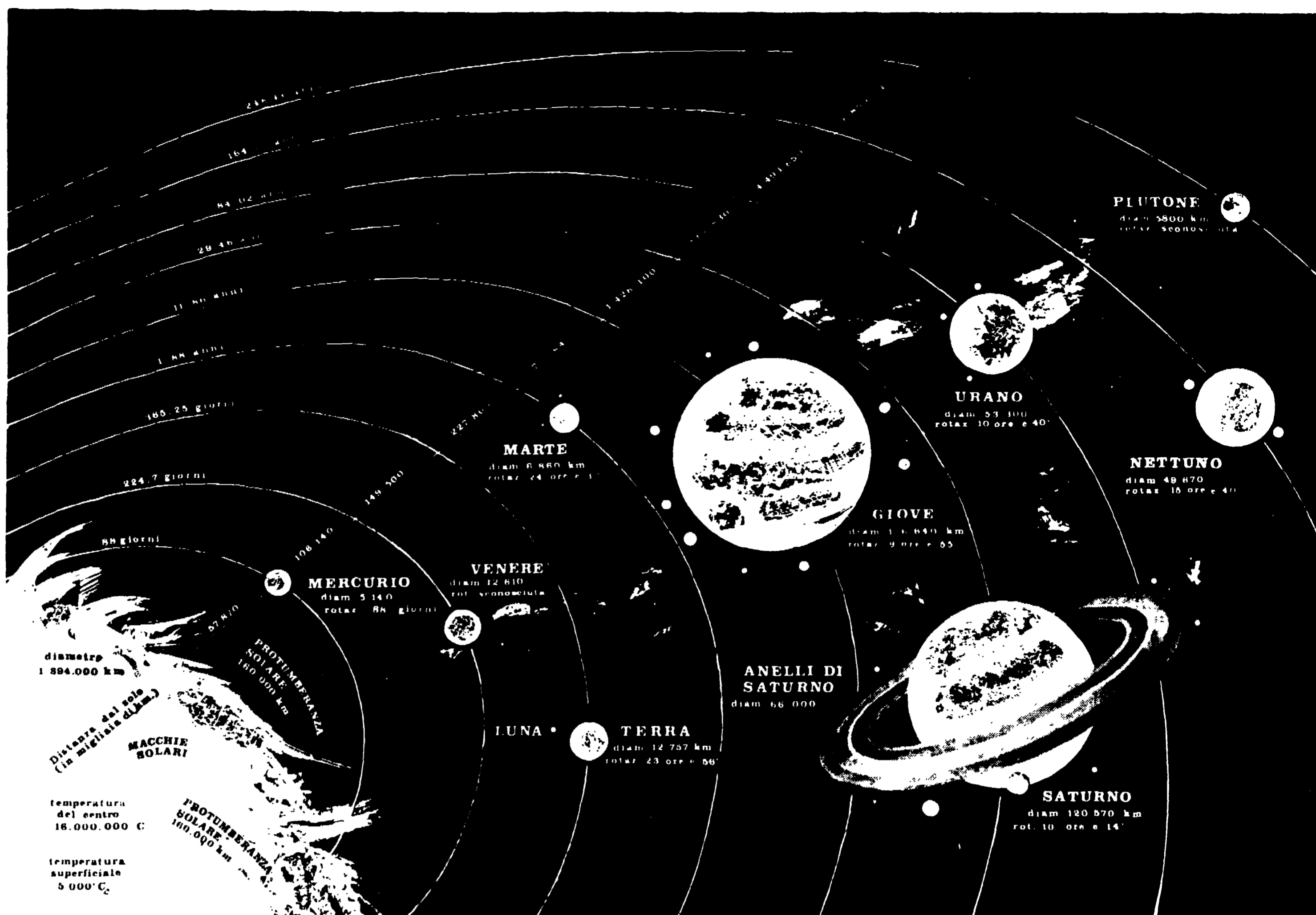
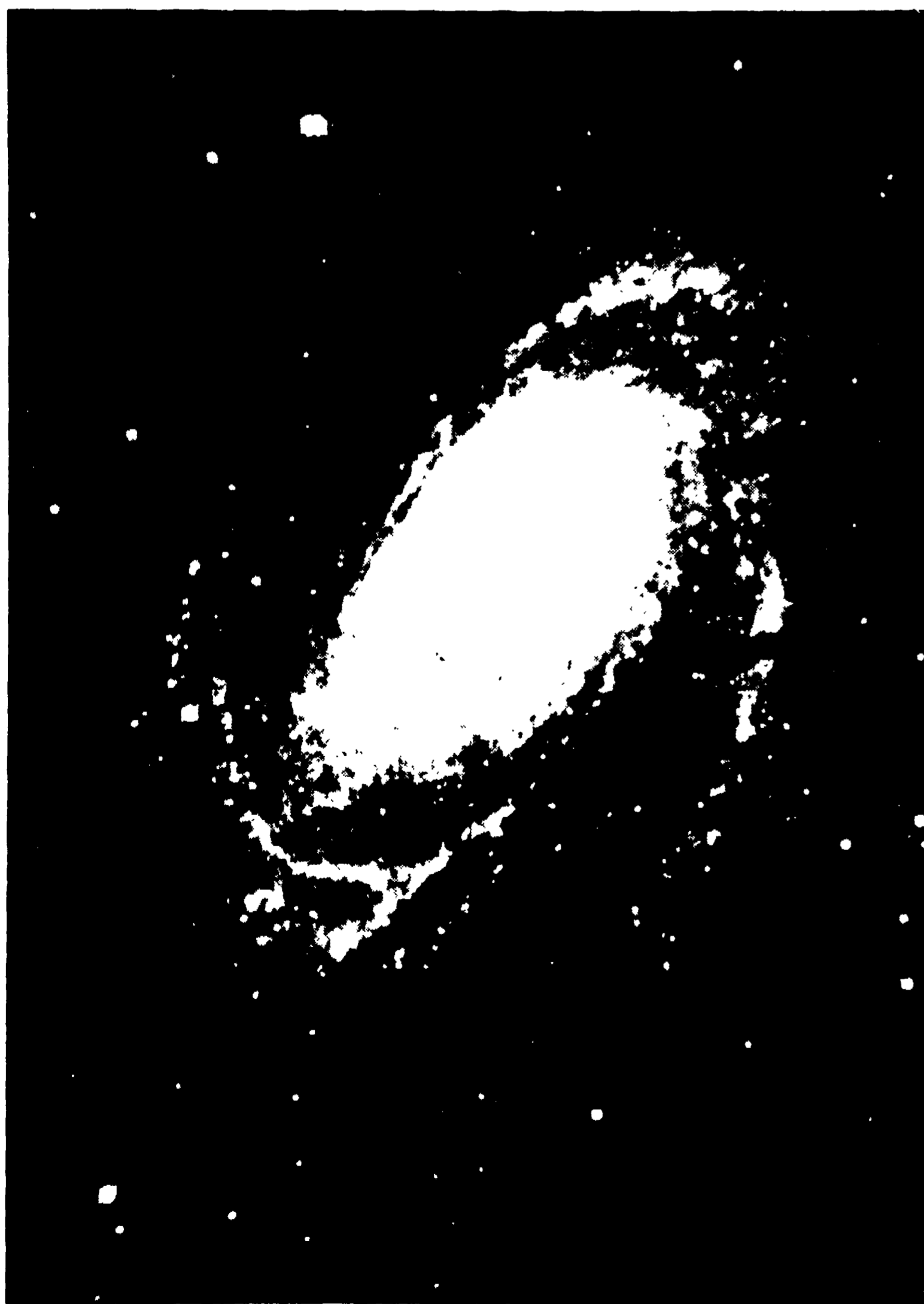


E ora il sistema solare



Dopo la Luna, il sistema solare. Questo il compito, sempre più ambizioso, che attende oggi la scienza spaziale. La differenza con l'obiettivo già raggiunto non è soltanto quantitativa: le distanze, moltiplicandosi insieme alle dimensioni dei corpi celesti più lontani, creano nuovi e complessi problemi. E lo schema che pubblichiamo ce ne offre una tangibile testimonianza grafica. Il nostro satellite, infatti, è appena a 400.000 km. dalla Terra; insomma, a un tiro di sasso spaziale. Ma già Venere, il pianeta più vicino, dista da noi 42 milioni di chilometri; Marte, che è quello sul quale è più facile un atterraggio è lontano 78 milioni di chilometri. E siamo ancora nel campo di distanze «possibili». Giove, il più grosso pianeta del nostro sistema, è a 700 milioni di

chilometri; Saturno a 1300. Per Urano, Nettuno, Plutone le distanze si calcolano in miliardi di chilometri. Stiamo entrando nel regno delle cifre che danno il capogiro, dove tutti i consueti rapporti terrestri sono profondamente alterati (giorni, anni, gravità, temperature). Per scoprire questi mondi lontani — eppur così vicini nell'immensità della galassia — gli uomini stanno già mettendo a punto nuove astronavi, stanno cercando nuovi combustibili, sperimentando altri sistemi di propulsione. Oltre questi limiti, per il momento, c'è soltanto la fantascienza. Dopo il Sole la stella più vicina a noi è Proxima Centauri, a 4, 5 anni luce: e un secondo luce significa trecentomila chilometri. Ma anche la Luna, quindici anni fa, prima del primo Sputnik, era fantascienza



Una delle più belle nebulose stellari a spirale oggi conosciute: dista da noi tre milioni di anni luce, e rappresenta un sistema analogo a quello della nostra galassia. Forse è così che, da una civiltà spaventosamente lontana, guardano e vedono verso di noi.

Con il motore a plasma per andare fra le stelle

Tutta una serie di immagini tipiche della fantascienza di ieri sono già diventate realtà: il grande razzo vettore, l'uomo in azione nello spazio, la luna ed altre ancora. Molti si chiedono quanto tempo occorrerà per trasformare in realtà quella che può dirsi l'immagine chiave della fantascienza, ormai da mezzo secolo: la cosmoneve a propulsione nucleare.

Sul piano teorico, tale soluzione sembra «la» soluzione per i lunghi viaggi spaziali, da effettuarsi con corpi comici artificiali di dimensioni molto maggiori di quelli d'oggi. Le ragioni sono assai chiare: il razzo a propulsione chimica presenta dei limiti che non potranno mai essere superati per ragioni teoriche, e cioè per ragioni insite nelle caratteristiche stesse della materia.

Un razzo chimico deve portare a bordo due sostanze che sviluppano, attraverso una reazione chimica, l'energia da utilizzare per il suo movimento, e cioè per generare la spinta, mediante l'apparato propulsore propriamente detto. Per ogni grammo di «miscela» bruciata, si sviluppa una certa quantità di energia, sotto forma di calore, che vale circa tre chilocalorie. Utilizzando come «miscela» ossigeno ed idrogeno, tale valore sale a 3,50 chilocalorie. Se si potessero usare ossigeno ed idrogeno allo stato atomico anziché molecolare, tale valore salirebbe a 11; usando fluoro o suoi composti, il valore sarebbe circa 4; con i propellenti solidi, si scende al di sotto delle 3 chilocalorie per grammo di propellente bruciato.

E' quindi chiaro che il razzo chimico deve portare con sé, alla partenza, un quantitativo veramente colossale di propellente per poter sviluppare la spinta necessaria per il tempo sufficiente a raggiungere velocità cosmiche e a «frenare» per i ritorni. I limiti, come abbiamo detto, risiedono nelle caratteristiche stesse della materia, in quanto in nessuna reazione chimica è possibile superare i valori succitati.

La questione va considerata anche sotto un altro aspetto, che non è quello del rapporto tra il propellente consumato e l'energia ottenuta, bensì la quantità di materiale che un corpo cosmico artificiale consuma espellendolo sotto forma di getto mediante i suoi apparati propulsori. Un motore a get-

to funziona appunto perché «getta» in una determinata direzione un flusso continuo di gas, costituito da molecole ed atomi, a forte velocità: in base al principio fisico detto di «azione e reazione» tra questo flusso e le camere dell'apparato propulsore si ha una «doppia spinta» se così possiamo esprimerci: il getto di gas viene spinto all'indietro, e le camere ricevono una spinta eguale e contraria, e cioè «in avanti», ossia in direzione contraria a quella del getto.

Per ottenere una spinta in avanti (o in un'altra direzione) mediante un getto, occorre evidentemente disporre di una riserva di materiale da espellere, e cioè da utilizzare per ottenere il getto stesso. Formule fisiche ben precise dicono che per ottenere una data

di **GIORGIO BRACCHI**

spinta mediante un getto, è possibile espellere molto materiale ad una velocità di espulsione modesta, oppure poco materiale ad una velocità molto elevata. La cosa, anche senza riportare ora formule fisico-matematiche, appare del resto abbastanza intuitiva. In linea di principio, quindi, per ottenere apparati propulsori più efficienti, e cioè capaci di generare forti spinte e consumando poco materiale per costituire il getto, occorre progettare apparati propulsori capaci di generare getti velocissimi.

Anche qui, alcune cifre varranno a fissare le idee: nei razzi a propulsione chimica, una velocità di espulsione del getto di 5 chilometri al secondo è già difficile da raggiungere. Il limite di 6-6,5 sembra insuperabile, in quanto, per raggiungerlo, occorrerebbe mantenere all'interno delle camere di combustione temperature e pressioni assolutamente inossistenti, anche con materiali e strutture differenti da quelle attuali.

Per questo, gli scienziati d'oggi stanno studiando apparati propulsori di tipo «fisico», anziché «chimico», capaci di generare un getto con velocità d'efflusso molto superiori. Tali motori hanno alla base la generazione di gas caldi, fortemente ionizzati, entro un arco elettrico, per cui si parla di motori ad «arcogetto». Con motori di que-

sto tipo, le velocità d'efflusso salgono ai 20 chilometri al secondo. E' possibile, mediante sistemi elettrostatici o elettromagnetici, accelerare ancora tale flusso di gas ionizzati, ed è contemporaneamente possibile spingere fortemente la ionizzazione dei gas, trasformandoli praticamente in getti di plasma, costituiti cioè da atomi che hanno perduto completamente il loro involucro di elettroni periferici. Con tali tipi di motori chiamati già oggi «motori a plasma», si hanno velocità di efflusso dell'ordine di alcune centinaia di chilometri al secondo. Motori di questo tipo sono allo studio in diversi paesi, e sono stati usati dai satelliti sovietici del tipo Yantar come motori ausiliari, per generare i getti direzionali e d'orientamento del satellite.

Allo stato attuale delle cose, tali motori presentano due problemi da risolvere, prima di poterli utilizzare come apparati principali per la propulsione spaziale. Il primo problema è costituito dalle loro attuali dimensioni, il secondo dal fatto che necessitano, per funzionare, di una centrale elettrica di notevole potenza.

In realtà, questi due problemi base si articolano in tutta una serie di problemi tecnico-costruttivi che richiederanno decenni di lavoro sperimentale, ed anche teorico, per poter essere risolti. I motori ad arcogetto o a plasma realizzati finora, sono capaci di generare spinte dell'ordine di un chilogrammo, mentre nel campo della propulsione spaziale occorrono spinte dell'ordine delle migliaia di tonnellate, e ne occorreranno, nel futuro, di ancora superiori. Per giungere alla realizzazione di motori ionici o a plasma di tale mole, occorrerà evidentemente molto lavoro.

Il problema della sorgente di energia elettrica atta ad alimentarli, è altrettanto aperto: per azionare per brevi periodi i tipi di piccole dimensioni d'oggi, si possono usare batterie chimiche o celle solari. Ma sorgenti di questo tipo di potenza sufficiente ad azionare grandi motori ionici o a plasma assumerebbero dimensioni e peso inaccettabili in un mezzo spaziale.

E' logico pensare, per realizzare una «centrale» elettrica di dimensioni ridotte, ma capace di sviluppare una forte potenza per un lungo periodo senza richiedere materiale dall'esterno per il suo funzionamento, ad una centrale nucleare. Allo stato attuale delle cose,

imperando ancora i reattori «lenti», e non essendo ancora a punto i «reattori veloci», le centrali nucleotermoelettriche, in particolare per quanto concerne il loro reattore, sono molto pesanti ed ingombranti, e quindi non si prestano certo alla propulsione spaziale. Il reattore veloce, però, sarà realizzato entro dieci o quindici anni, forse anche prima, e costituirà una svolta decisiva per la realizzazione di reattori, e quindi di centrali, assai più leggere e meno ingombranti.

Gli elementi per i nuovi sistemi di propulsione spaziale, quindi, ci sono, e sono costituiti dal reattore nucleare di tipo veloce, e di struttura via via più leggera, e dal motore ionico o a plasma, di potenza via via crescente. Su questi terreni non sussistono limiti di natura teorica, o di principio. Si tratta soltanto di compiere un lungo cammino, già intrapreso, per realizzare e perfezionare i nuovi tipi; un cammino che richiederà certo vari decenni, forse addirittura un secolo o più, ma lungo via già ora ben delineato, e con esito certamente positivo.

D'altro canto, tutto fa prevedere, nel prossimo futuro, una «specializzazione» delle cosmonevi, imperniata sulla realizzazione delle grandi stazioni orbitali permanenti. Per raggiungere dalla terra una stazione spaziale e per far ritorno da questa a terra, occorrono mezzi spaziali capaci di sviluppare, seppure per pochi minuti, spinte colossali. Per allontanarsi, invece, dalla stazione spaziale, compiere viaggi anche lunghi nello spazio, e far ritorno alle stazioni spaziali stesse, saranno richieste spinte assai più modeste, seppure per periodi di tempo molto lunghi.

Ciò rende assai più vicino di quanto non sembri un limite di possibile utilizzo del motore a plasma, quando le stazioni orbitali saranno una realtà, e serviranno da «cantier» di montaggio per cosmonevi destinate ad esplorare lo spazio a più ampio raggio e a non far mai ritorno sulla terra, portate in orbita a settori, ed equipaggiate con sistemi trasportati da terra al cantiere orbitale mediante missili chimici.

Visto tutto questo è già oggi possibile individuare i pilastri dell'esplorazione spaziale del futuro, e dar loro un nome ben preciso: motore a plasma, reattore nucleare veloce, stazione orbitale permanente.