ASTRONOTİK

Doç. Dr. Hasan H. Esenoğlu

2017-8-9-20

Teori Konu Başlıkları

Astronotiğin Tarihçesi
Roketlerin genel yapısı, Kimyasal roket yakıtları
Roketlerin performansına ait parametreler
Roketlerin performansına ait parametrelerin tespiti
Kademeli Roketler ve Roket Motorları
Uydu yörüngelerin sınıflandırılması, yörünge hızlarının tespiti
Uyduların yörünge değişimleri- Transfer yörüngeler
Uzay araçları ve sınıflandırmalar, Uydularda yönlendirme metotları ve yörünge düzeltmeleri
Yer yörüngeli Uydular
Astronomi Amaçlı Yer Yörüngeli Uydular
Güneş Sistemi uyduları

Teori Konu Başlıkları

Kademeli Roketler ve Roket Motorları

- Roket Motorları
- Roket Motor Türleri
- Elektrikli Roket Motorları
  - Elektrotermal Motorlar
  - Elektrostatik motorlar (iyon motorları)
  - Eletromanyetik motorlar (plazma motorları)
- Güneş Işınımlı İtme motorları
- Nükleer Motorlar
  - 1.Tip
  - 2.Tip

ROKET MOTORLARI

Şu ana kadar sadece katı veya sıvı yakıt kullanan roket motorlarını gördük. Bu tür motorlara kimyasal motorlar denir. Genellikle taşıyıcı olarak kullanılan dev yapılı roketlerin motorları bu şekildedir. Ancak uydu üzerine monte edilmiş sıvı yakıt kullanan küçük motorlar uydunun döndürülmesinde ve yörünge değişiminde kullanılırlar. Boyut olarak küçüktürler. Yakıt olarak uydunun içinde bulunan yakıtı kullanırlar.

Yakıt bitince de uydu yörünge kaymasından dolayı atmosfere girerek yanar. Yani yakıtın miktarı uydunun ömrünü belirler. Uydulara yakıt nakli yapmak çok zor bir iş olduğundan uydunun düşmesine göz yumulur ve o uydunun işlevini yapacak yeni bir uydu yörüngeye oturtulur. Sadece yörüngede dolanan ve Uzay İstasyonu (Skylab, Mir, ISS-Uluslararası Uzay İstasyonu gibi) olarak adlandırılan ve yaşam üniteleri olan uydulara yakıt takviyesi (Uzay Mekikleri vasıtasıyla) yapılabilmektedir. Başlangıç yükü ile karşılaştırıldığında yerden fırlatılan roketler ancak toplam yükünün binde yedisini yörüngeye yerleştirebilmektedirler.

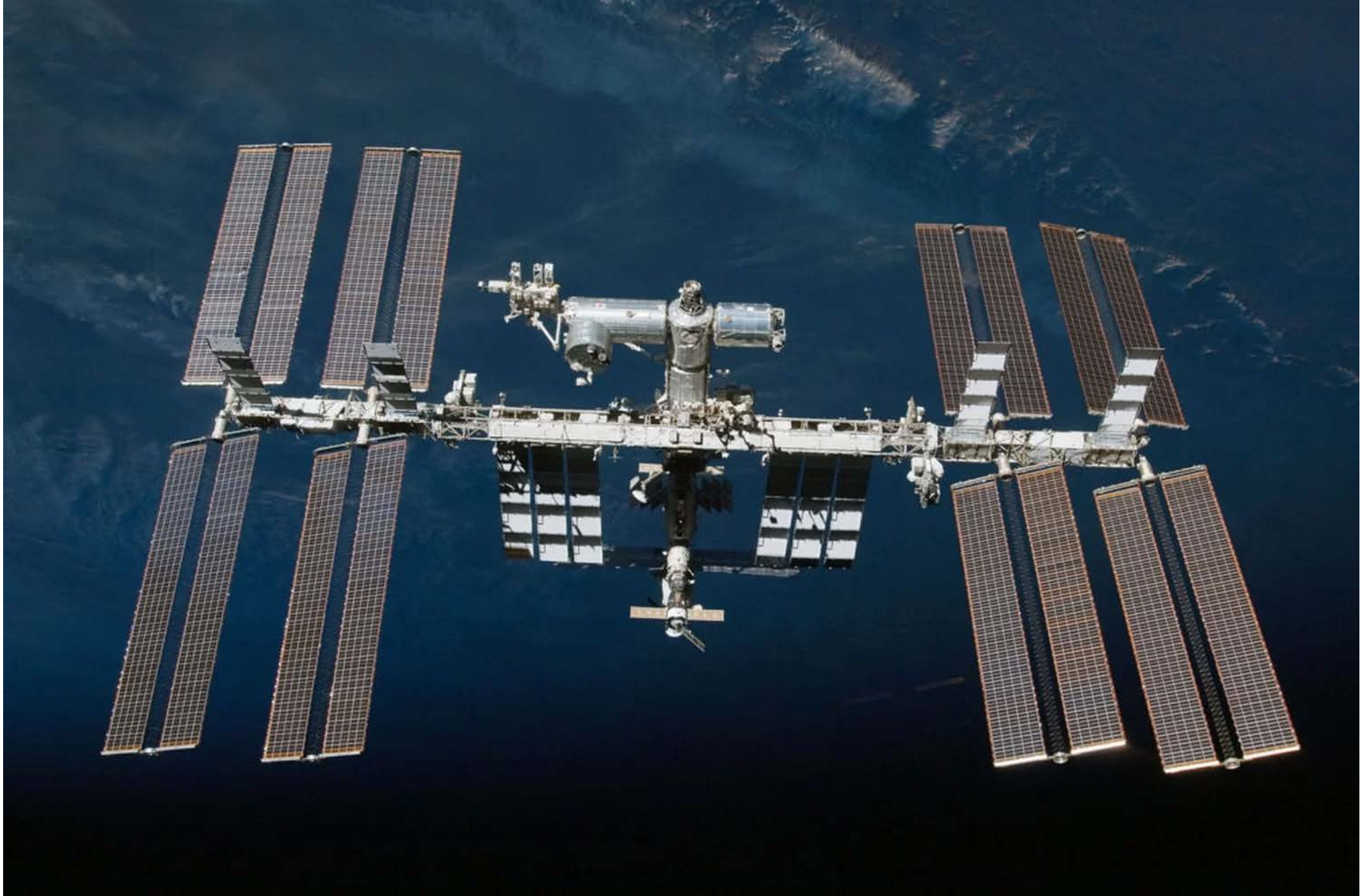
Skylab



Mir



ISS



Roket Motor Türleri

1. Kimyasal Yakıtlı Motorlar
2. Elektrikli Roket Motorları
   Elektrotermal motorlar
   Elektrostatik motorlar (iyon motorları)
   Eletromanyetik motorlar (plazma motorları)
3. Güneş Işınımlı İtme motorları
4. Nükleer Motorlar

Elektrikli Roket Motorları

Adından da anlaşıldığı gibi elektrik enerjisini ya doğrudan yada başka enerji türlerine çevirmek amacıyla yapılmış motorlardır. Bu nedenle büyük elektrik gereksinimleri vardır. Elektrik enerjisi ise jeneratörlerden elde edilir ve jeneratöründe bulunan yakıtı yine kimyasal bir yakıttır.

Bu nedenle akü sistemleri ve güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren ara sistemlere ihtiyaç vardır. Bunlar da hem yükü arttırır hem de maliyeti kabartırlar. Ancak gezegenler arası uydular için uzun zamanda büyük hızlar elde etmeye olanak tanıdığından dış gezegenlere gönderilen uydularda ve yer yüzündeki uyduların ara yörüngelere oturtulmasında kullanılırlar.

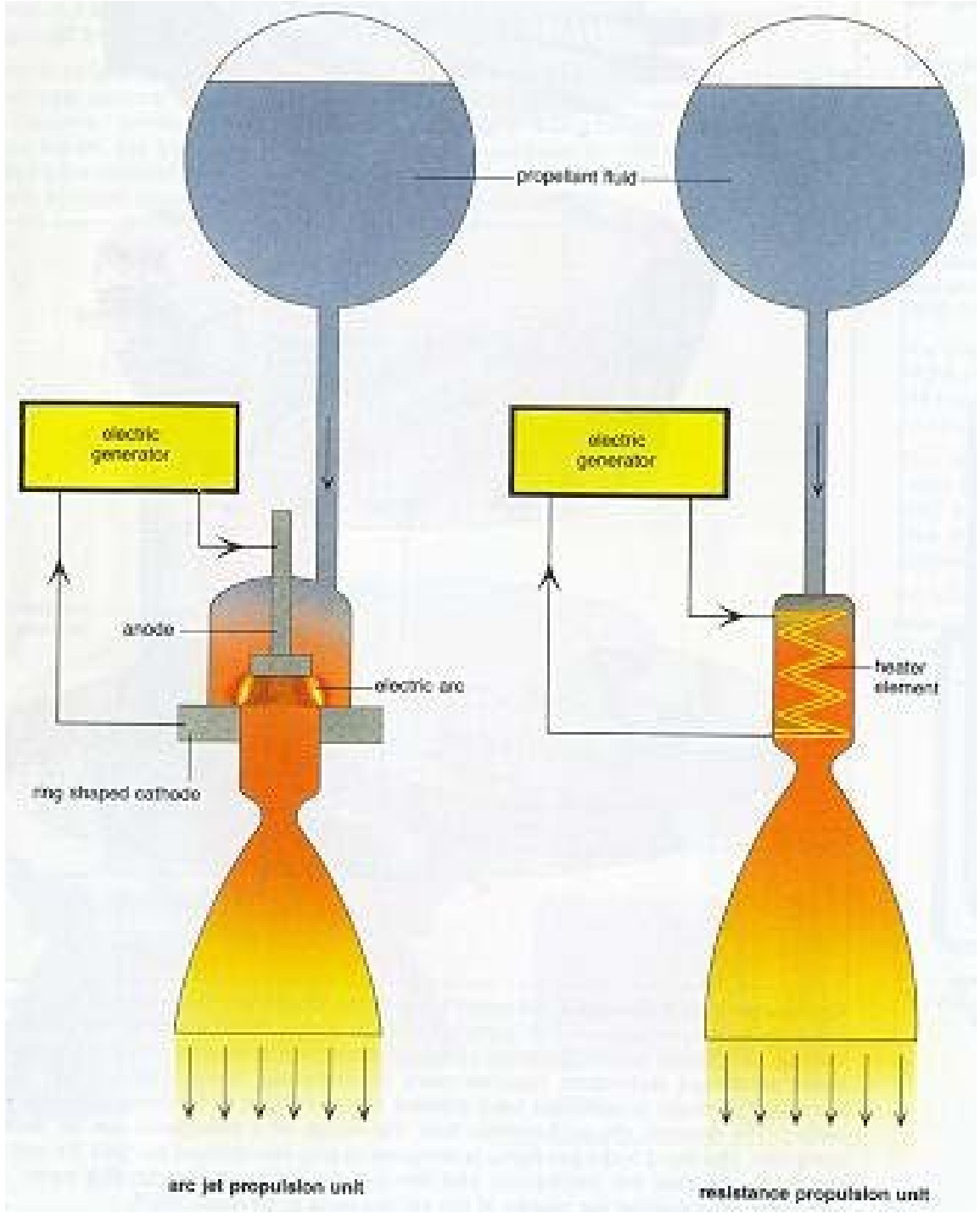


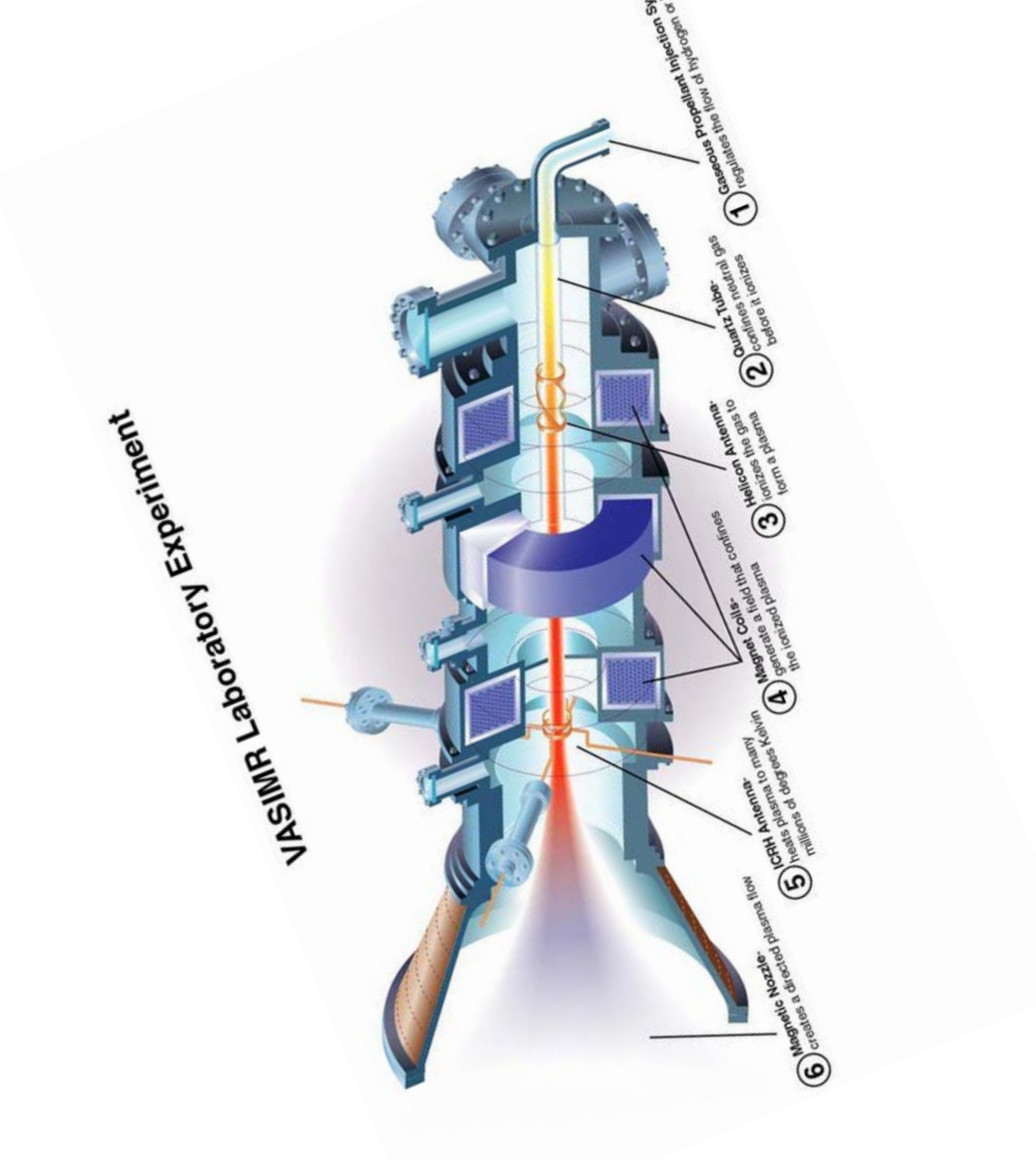

НПО "Энергомаш
РД-191

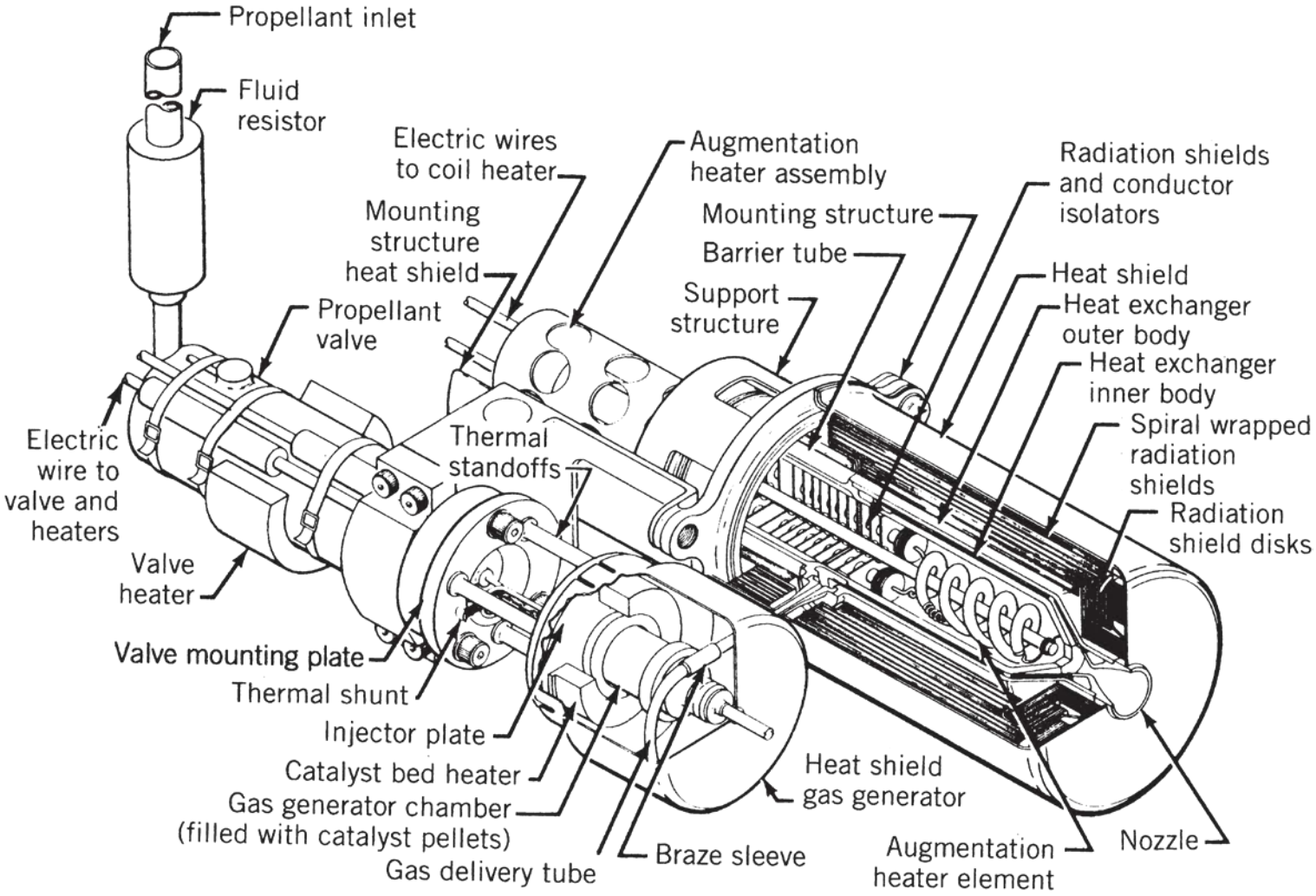
Elektrikli Roket Motorları
Elektrotermal Motorlar

Motor yapıları, kimyasal roket motorlarına çok benzemektedir. Basitçe kimyasal bir motorun elektrik ısıtıcısı konmuş halidir. Bir patlama olmadan elektrik enerjisiyle patlama (genleşme ve moleküler bozulma sağlanarak) elde edilerek bir etme kuvveti yaratılır. Ancak gaza verilecek ısı moleküllerin atomlarına ayrılmasına harcanacağından verim kaybı büyük olur.

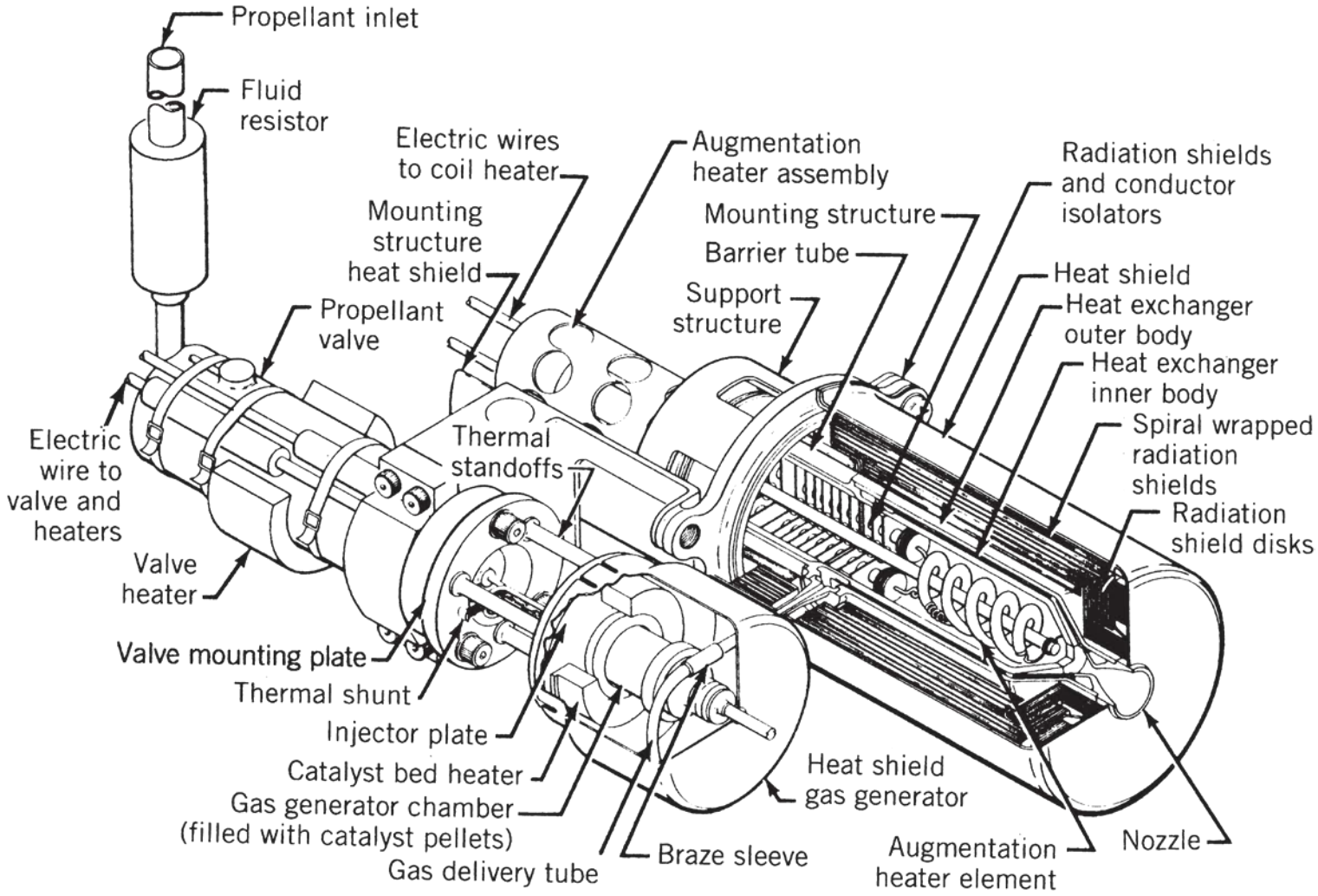
Sistemin gereksinim duyduğu elektrik enerjisi genellikle güneş pillerinden elde edilir. Şu anda Resistojet ve Arcjet olarak adlandırılan iki elekrotermal motor türü kullanılmaktadır. Resistojet sisteminde gaz elektrik ile ısıtılarak itme sağlanmakta, Arcjet sisteminde ise yanıcı gaz ateşlenerek itme sağlanmaktadır. Burada ateşlemeyi sağlayan elektrik donanımıdır. Arcjet'lerin termal verimi düşük olduğundan, geniş güneş panelleri ve yörünge aktarımı sırasında uzun görev süresine ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle yörünge aktarımları için uygun değillerdir.


propellant fluid
electric generator
anode
electric arc
ring shaped cathode
arc jet propulsion unit
electric generator
heater element
resistance propulsion unit


VASIMR Laboratory Experiment
1 Gaseous Propellant Injection System
regulates the flow of hydrogen
2 Quartz Tube
confines neutral gas before it ionizes
3 Helicon Antenna
ionizes the gas to form a plasma
4 Magnet Coils
generate a field that confines the ionized plasma
5 ICRH Antenna
heats plasma to many millions of degrees Kelvin
6 Magnetic Nozzle
creates a directed plasma flow



Katalitik olarak ayrışan hidrazinden sıcak gazla güçlendirilmiş resistojet (direnç jeti); (1) elektromanyetik olarak çalışan itici valfli küçük bir katalizör yatağı ve hidrazinin donmasını önleyen ısıtıcılar



ve (2) ince radyasyon kalkanları ile çevrili elektrik direnç spiral şeklindeki bir ısıtıcı, bir refrakter metal egzoz memesi ve güç kablolarını destekleyen yüksek sıcaklığa dayanıklı elektrik yalıtımı.


НПО "Энергомаш" RD-701
RD-701



Elektrikli Roket Motorları
Elektrostatik motorlar (iyon motorları)

Bu tip motorlar ilk defa Oberth tarafından ortaya atıldı. Prensip olarak elektrik ile iyonlaştırılan atomların elektrik ve manyetik alanlar tarafından ivmelendirilmesine dayanıyor. Bu da kimyasal motorların geliştirilmiş bir halidir. Çünkü iyon için gaz kullanılıyor. En büyük özellikleri ise egzoz hızlarının yüksek olmasıdır. Teorik olarak egzoz hızı 10000km/saniye kadar çıkabilmektedir. Halbuki kimyasal motorlarda bu değer 3 km/saniye dolayındadır.

Bu da yakıt yükünde büyük bir tasarruf sağlar. Bu sistemin çalışma süresi kısa olduğundan küçük yörünge düzeltmelerinde kullanılmaktadır. Yakıt olarak genelde buharlaştırılmış Cs kullanılmaktadır. Şimdiye kadar Civa ve Sezyum kullanan iki tür elektrostatik motor yapılmıştır. 20 Temmuz 1964 yılında ise ilk denemeleri gerçekleştirilmiştir. Sezyumun atom ağırlığının iki katı bir element kullanılırsa ivmelendirme dört katına çıkabiliyor. Bu motorların %90 gibi yüksek bir verimliliği olduğu halde uzun süre çalıştırılamamaları bir dezavantajlarıdır.

Uzun süre çalıştırılmamalarının nedeni çok yüksek bir elektrik gerilimine ihtiyaçları vardır ve bu gerilimin ömrü de üç beş saniyeyi geçmemektedir. Bu nedenle gerekli olan elektrik atom gücüyle çalışan elektrik jeneratörleri yardımıyla yada güneş enerjisiyle sağlanmaktadır. Kullanılan yakıtın iyonlaşma potansiyelinin düşük ve atomlarının ağır olmaları tercih ediliyor.

İyonların egzoza doğru ivmelendirilmeleri iki yolla mümkün olmaktadır:

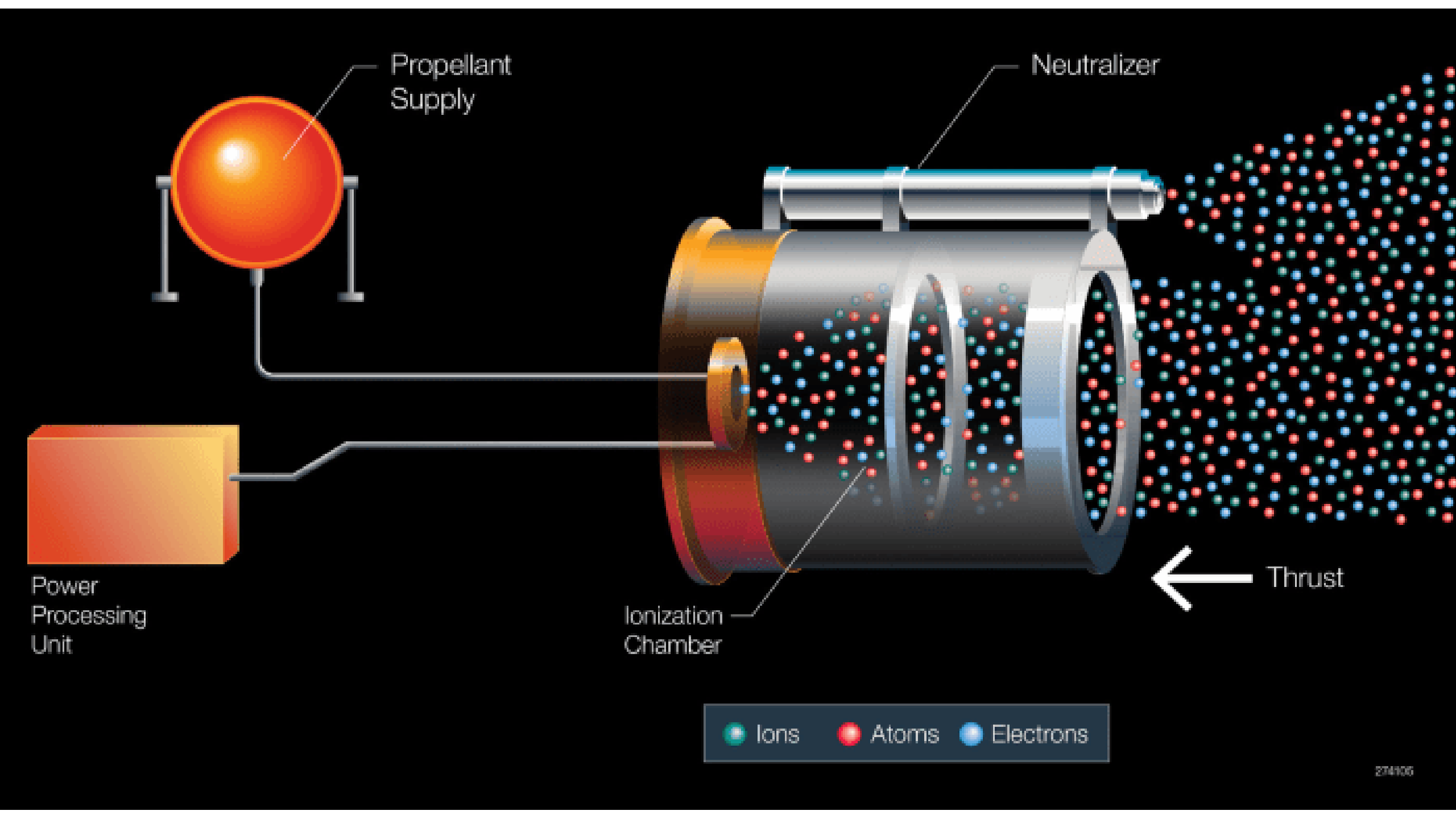
1. Elektrik alan yaratarak
2. Değişebilen manyetik alan yaratılarak

Yer yörüngesine oturtulan uzun ömürlü uydular bu tür motor kullanarak yörünge düzeltmeleri yapmaktadırlar. Yer yörüngesinde nükleer yakıt bulunduran uyduların nükleer yakıtlarının kullanımı sadece elektik üretimini sağlamak içindir. Bu da uydunun yükünün artması açısından dezavantajdır.

Uzaya atılan yer yörüngesine yerleştirilen büyük kütleli uydu ve laboratuvarlarda yörüngeyi bozucu birçok etken vardır, bu etkiler:

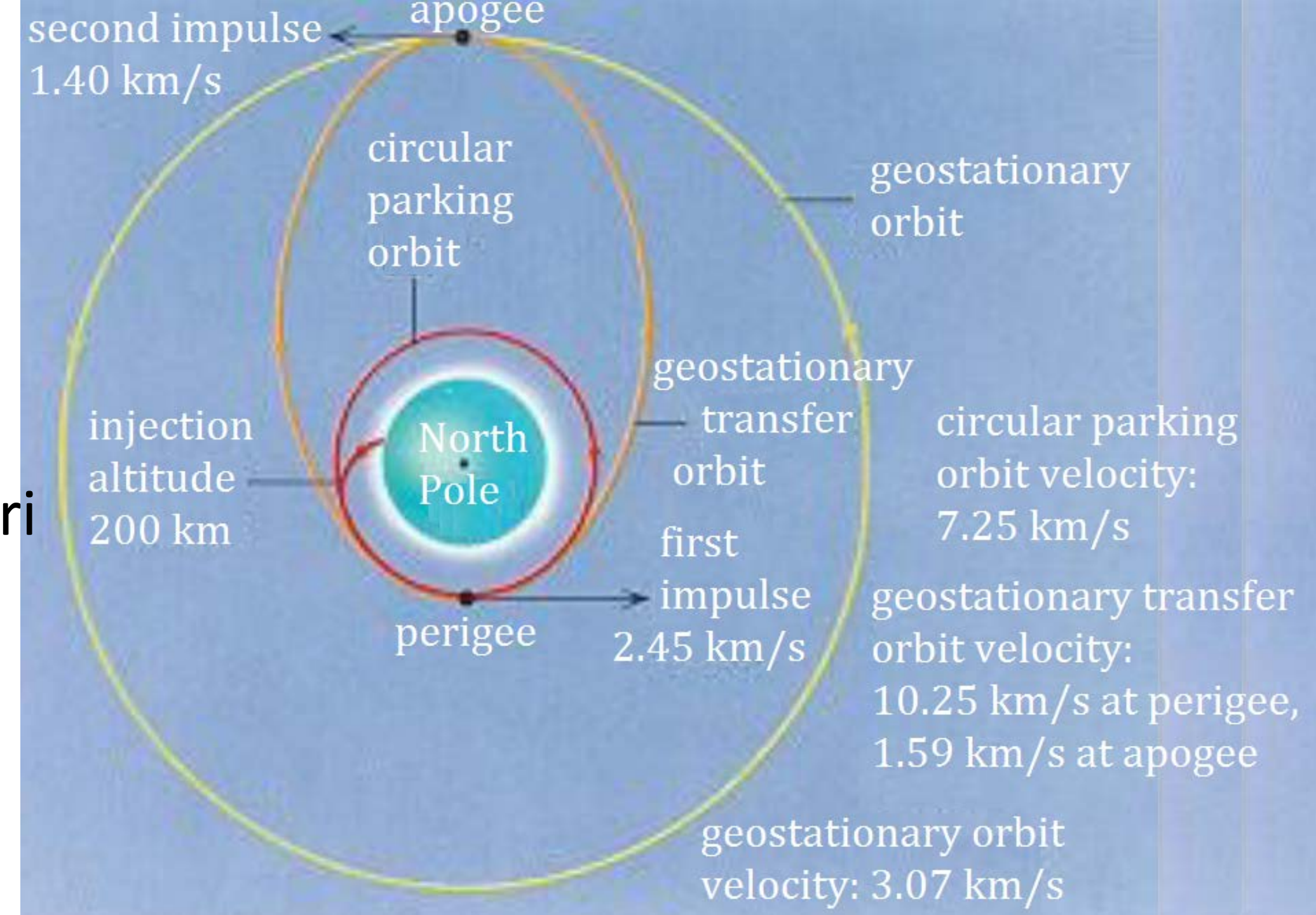
1. Çok azda olsa atmosferin frenleme etkisi
2. Yer'in şeklinin tam bir küre olmaması ve dağların etkisi
3. Diğer dış etkenler; meteorlar, gezegenler, Ay'ın konumu, Yer-Güneş uzaklığındaki değişimler

Bu etkilerden dolayı yörüngeler bozulur. Bozucu etkilerin sonucu küçük ve uzun sürede oluşur. Dolayısıyla bir motoru çok kısa zaman çalıştırmakla etkiyi yok etmek mümkündür. Bu tür işler için iyon motorları kullanılır. Bu tür uydular erken uyarı uyduları (askeri) ve haberleşme uydularıdır. Genelde 24 saat periyotu Yer ile senkronize ve Yer yarıçapının 5.6 katı uzaklıkta dairesel yörüngelere oturtulmuş uydulardır.


Propellant
Supply
Neutralizer
Power
Processing
Unit
Ionization
Chamber
Thrust
Ions
Atoms
Electrons


AD ASTRA

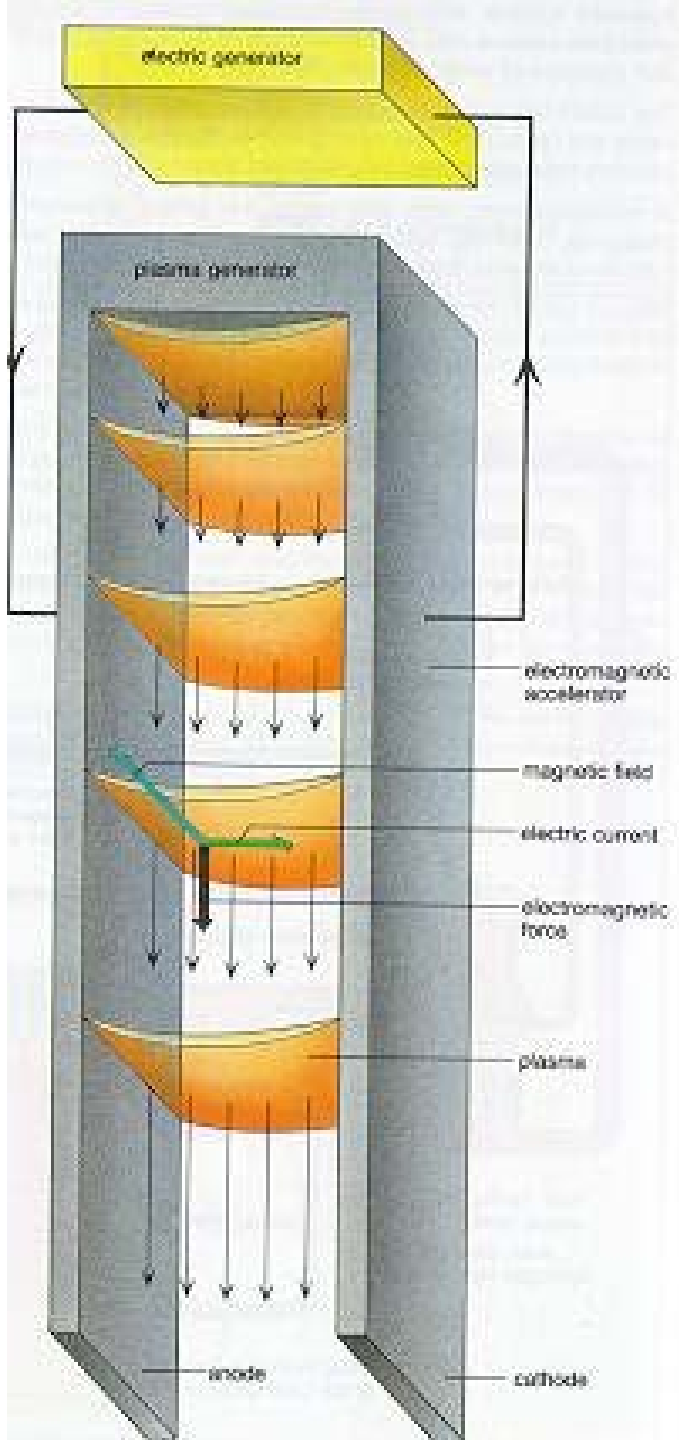
Bir uydunun fırlatma yörüngeleri

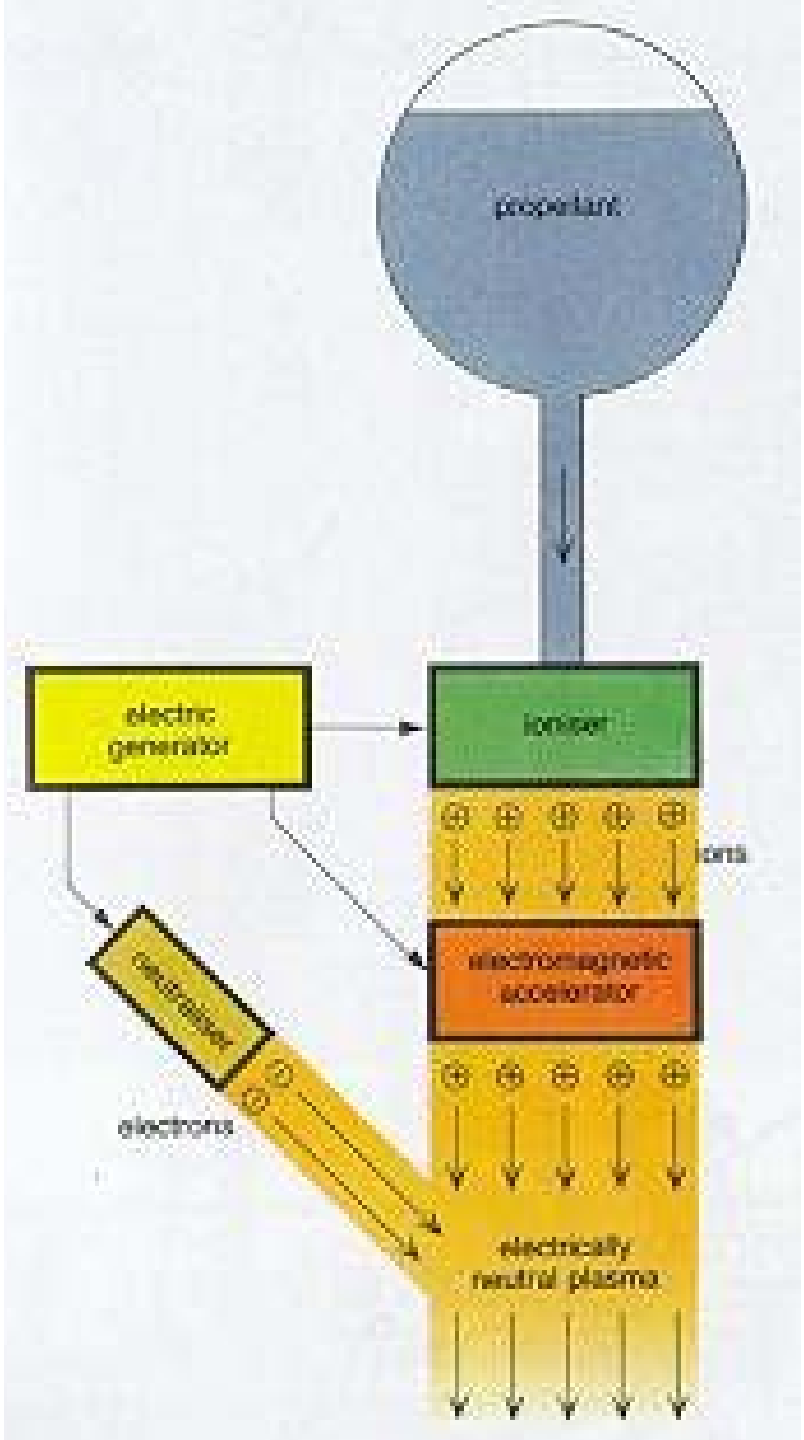


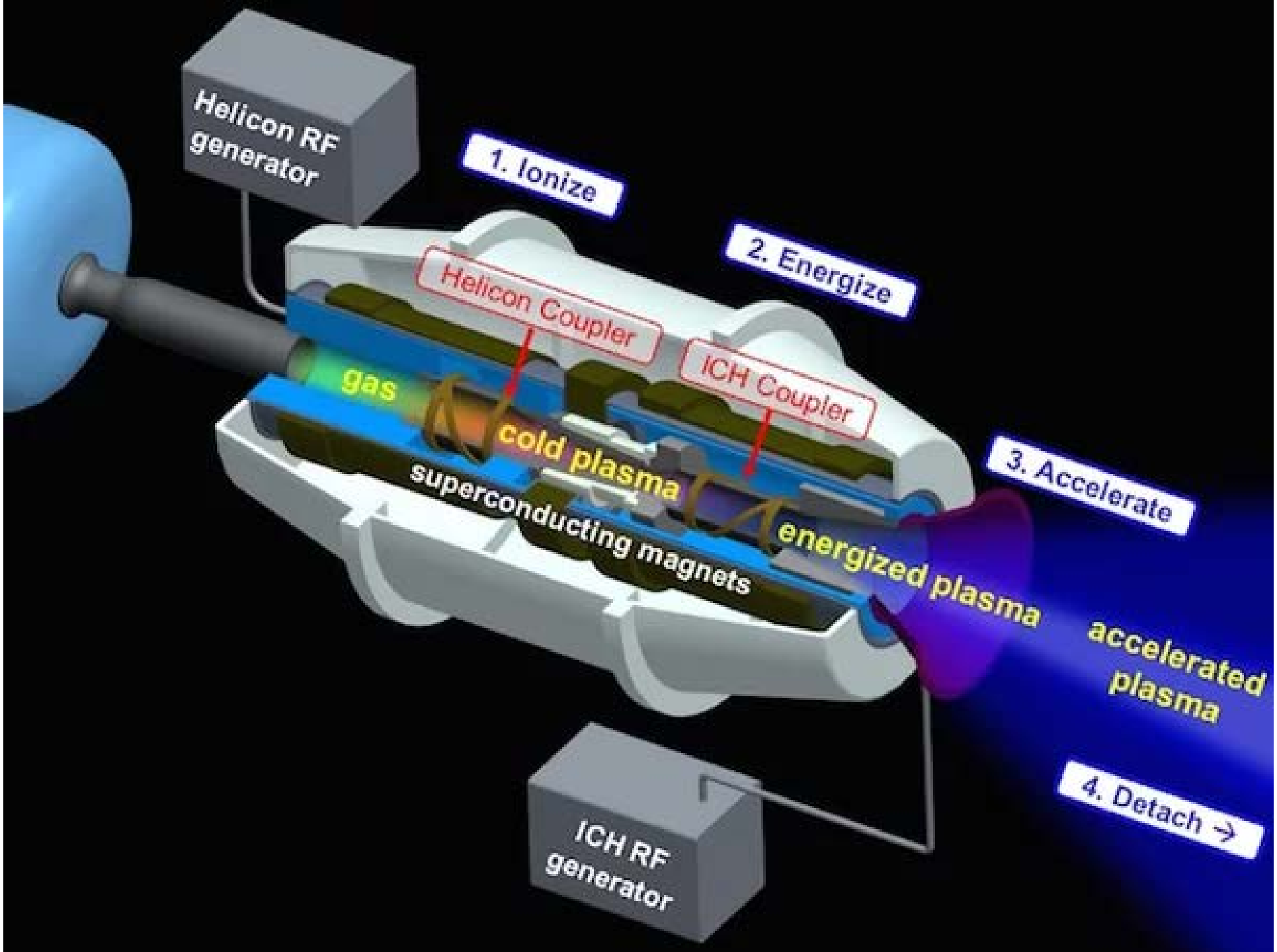
Elektrikli Roket Motorları
Eletromanyetik motorlar (plazma motorları)

Henüz deney aşamasındaki motorlardır. Bu tip motorlarda gaz plazma haline getirilmekte egzoza giden yanma odasında (bu odada kimyasal bir yanma ve ısı üretimi söz konusu değildir) elektromanyetik bir ortam elektrik akımıyla sağlanarak plazmanın egzoz dışına doğru hareketi mümkün kılınmaktadır.

Hem yakıtı plazma haline getirmek hem de güçlü bir manyetik alan yaratmak için çok fazla elektik üretimine ihtiyaç vardır. Plazma motorları çok teferruatlı ve ağır yapılardır. Böyle bir motora sahip uydunun yörünge dışına çıkarılması çok zordur. Ancak yörüngede montajı mümkündür. Gezegenler arası çalışmalar için düşünülmektedir. Gaz olarak da Helyum atomu kullanılmaktadır. 15 km/saniye gibi yüksek itme hızları elde edilebilmektedir.


electric generator
plasma generator
electromagnetic accelerator
magnetic field
electric current
electromagnetic force
plasma
anode
cathode

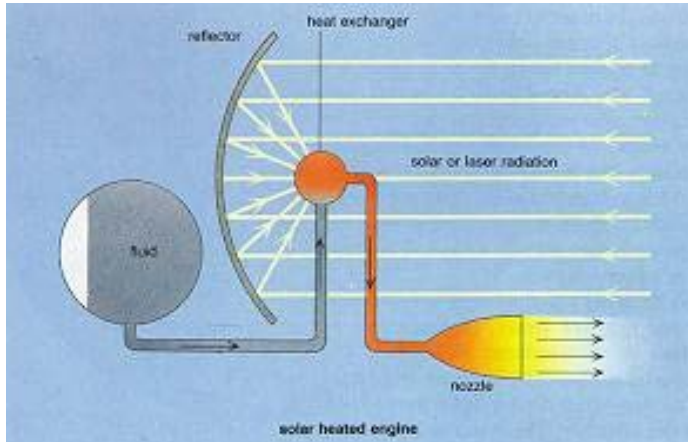

propellant
electric generator
ioniser
ions
electromagnetic accelerator
neutraliser
electrons
electrically neutral plasma

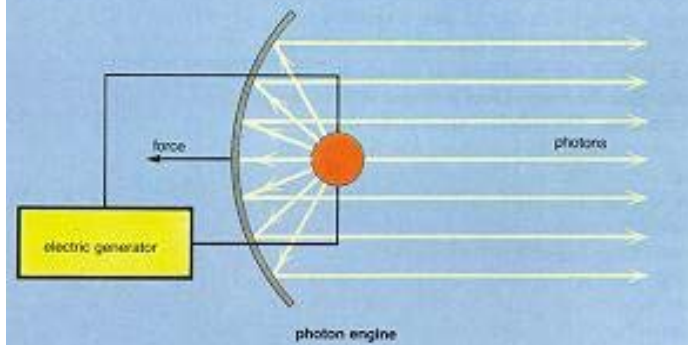

Helicon RF generator
1. Ionize
2. Energize
Helicon Coupler
ICH Coupler
gas
cold plasma
superconducting magnets
3. Accelerate
energized plasma
accelerated plasma
4. Detach
ICH RF generator

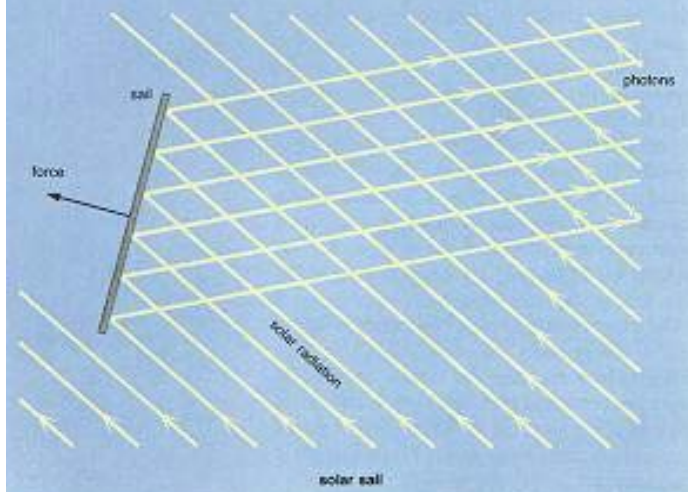
Güneş Işınımlı İtme motorları

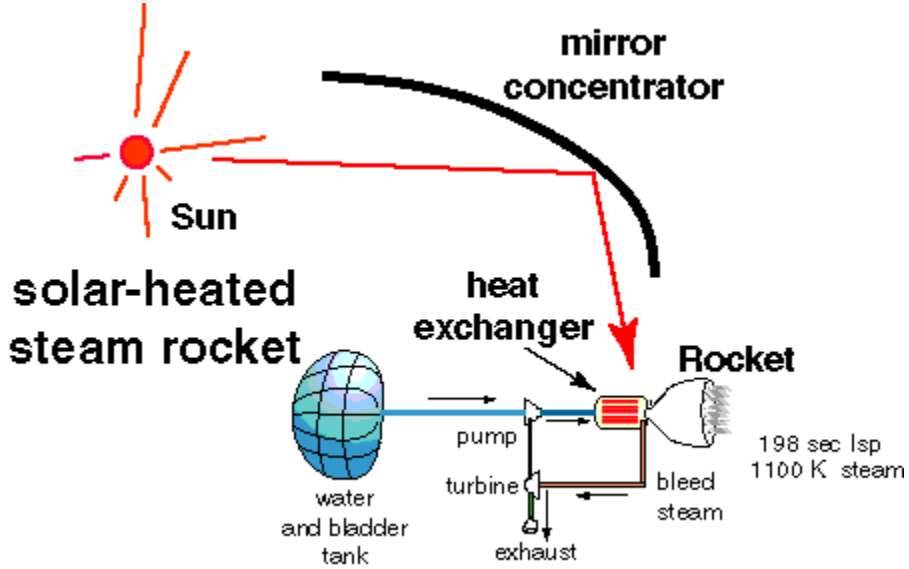
Bu sistemde güneş enerjisi toplanıp parabolik ayna ile odaklandıktan sonra “kara cisim” özelliğindeki bir noktada toplandıktan sonra hidrojen gazının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Bu yolla hidrojen 2727°C’ye kadar ısıtılmakta, sıcak gazın atılması ile itme sağlanmaktadır. Yanma olmaması, hareketli parça bulunmaması ve güneş enerjisinin doğrudan kullanımı nedeni ile verimi yüksektir.

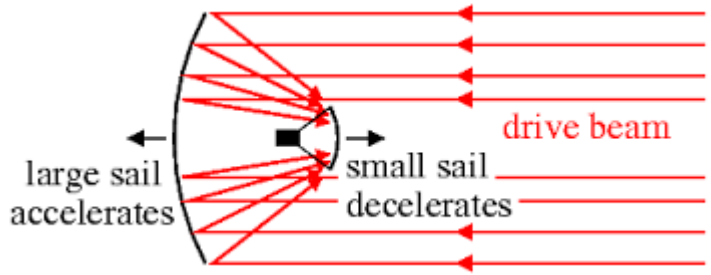
Yörünge aktarımı amacıyla kullanılabilecek yöntemleri karşılaştırıldığında, solar termal sistemler en yüksek verimi sağlamaktadır. Ekonomik kriterler düşünüldüğünde solar termal sistemler diğer sistemlere göre daha avantajlı olmaktadır. Bu sistem kullanılarak yörüngeye yük taşıma kapasitesi 2 ile 7 kat arasında artacağı düşünülmektedir.

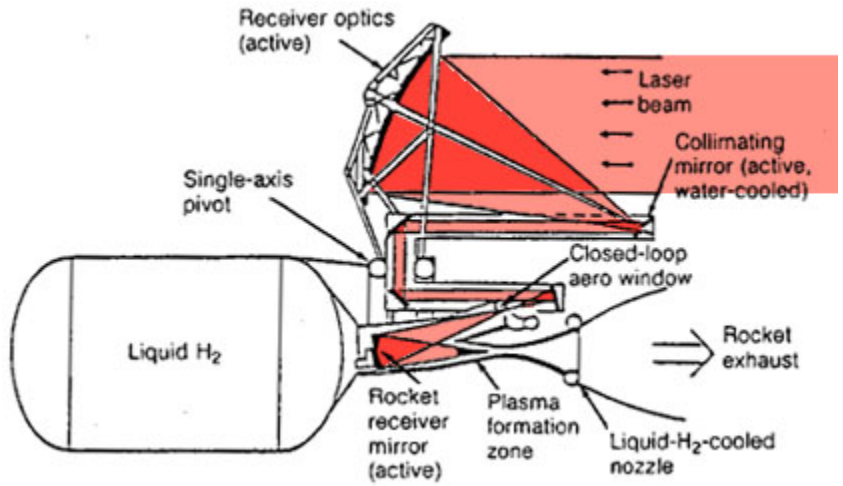

reflector
heat exchanger
solar or laser radiation
fluid
nozzle
solar heated engine

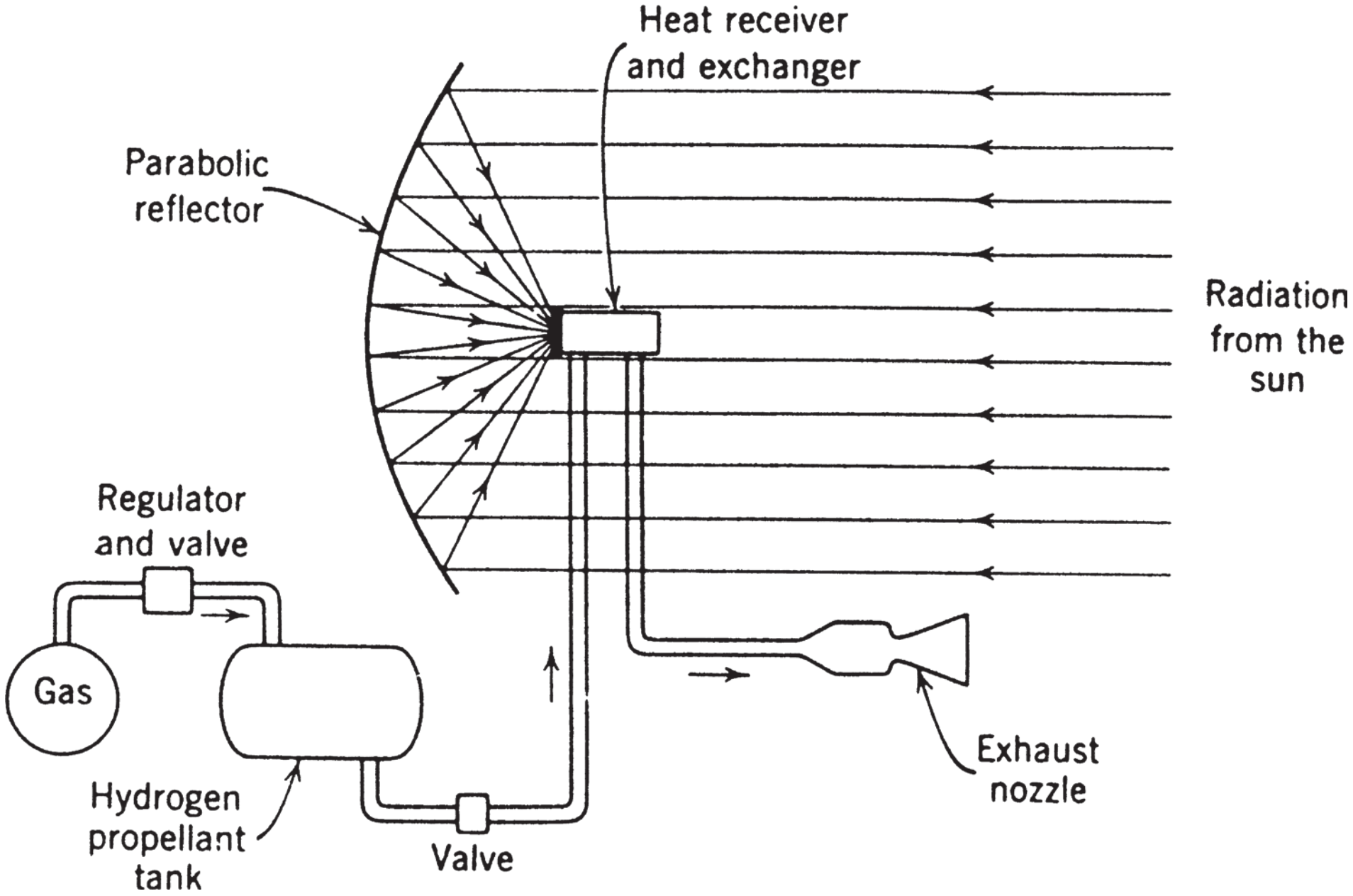

force
photons
electric generator
photon engine


sail
photons
force
solar radiation
solar sail

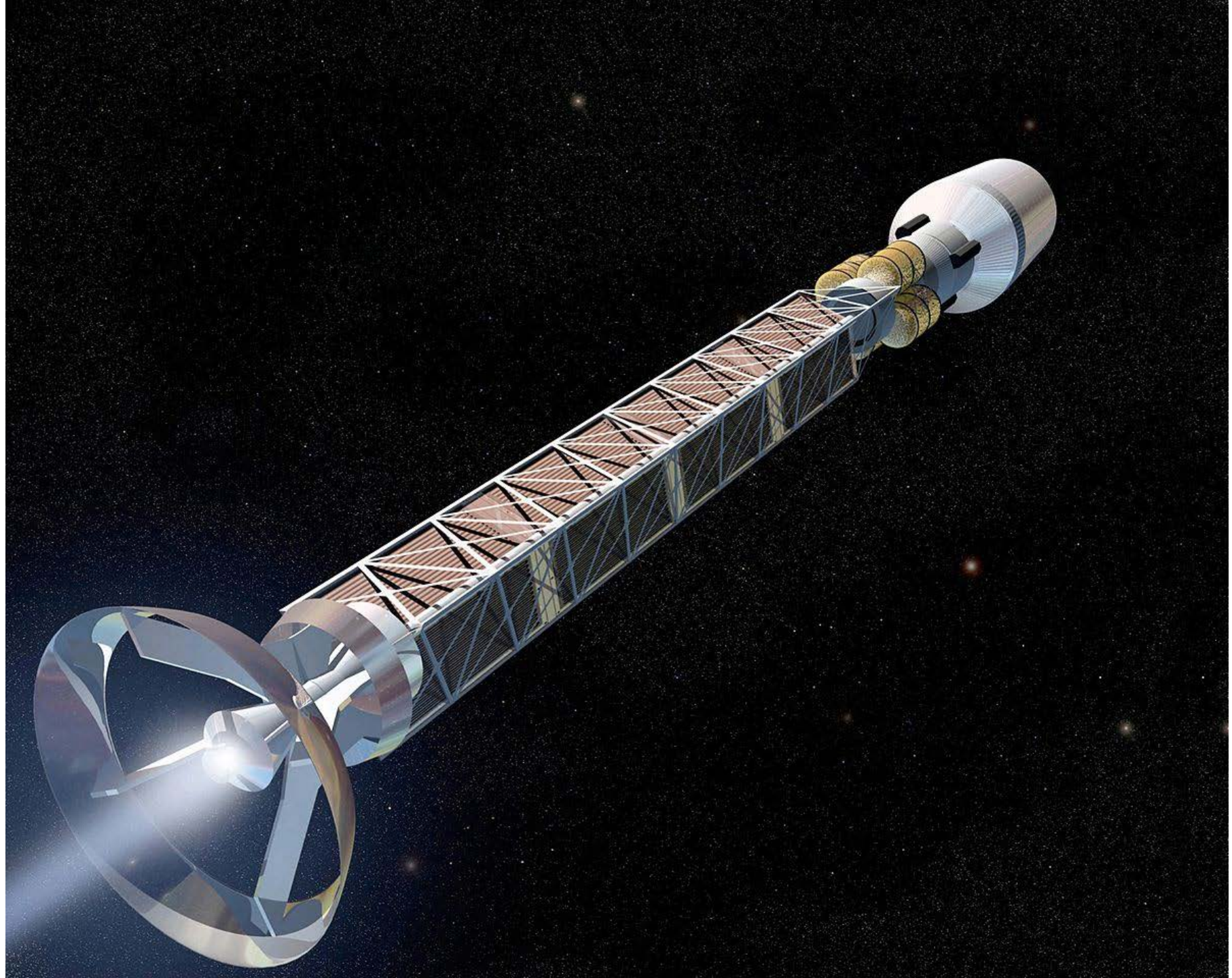

mirror
concentrator
Sun
solar-heated
steam rocket
heat
exchanger
Rocket
pump
turbine
bleed
steam
198 sec Isp
1100 K steam
water
and bladder
tank
exhaust


drive beam
large sail
accelerates
small sail
decelerates


Receiver optics
(active)
Laser
beam
Collimating
mirror (active,
water-cooled)
Single-axis
pivot
Closed-loop
aero window
Liquid H_2
Rocket
exhaust
Rocket
receiver
mirror
(active)
Plasma
formation
zone
Liquid-H_2-cooled
nozzle



Güneş termik roket kavramının basitleştirilmiş şematik diyagramı.



Nükleer Motorlar

Uzun uçuşlar için uygun motorlardır. Gerek Uranyum gerek plütonyum radyoaktif maddeler oldukları için radyasyondan korunmak için özek şekilli uzay araçlarının yapılması gereklidir. Proton-proton zinciriyle hidrojenden helyuma dönüşüm yapılarak enerji elde edilebilir, ancak böyle bir sistem henüz gerçekleştirilememiştir.

Hidrojenin Helyuma dönüştürülebilmesi için çok yüksek sıcaklıklara ihtiyaç vardır. Böyle bir sıcaklığa dayanabilecek reaktör yuvası henüz yapılamamıştır. Teorik olarak böyle bir roket yapılabilirse itme hızının 5km/sn olması beklenmektedir. Nükleer motorlardan fazla bir verim elde edilememektedir. Buna rağmen kimyasal motorlardan 2-3 kat itme gücü elde edilebilmektedir. Nükleer motorların iki tipi vardır:

1.Tip: Atom enerjisinin ısısından yararlanıp, itme gücü sağlayan gazın ısınmasından egzoz hızı elde etmek. Bu tür motorlarda 6km/sn'lik bir egzoz hızı elde edilebiliyor. Radyoaktif maddenin bozulması sırasında oluşan enerji ya direkt olarak gazın ısıtılmasında kullanılır yada ek sistemlerle elektrik enerjisine çevrilir. Sistemin avantajı, bozulma sırasında oluşan ürün çekirdeklerinin dışarı atılması gerekmiyor. Nükleer yakıt kaybı yok. Dezavantajları ise reaktörün sıcaklığı yakıt olarak kullanılacak gazdan daha fazla. Bir soğutma sorunu var. Ayrıca reaktörün etrafına çok güçlü koruma kalkanlarının konulması gerekli. Sistem hacım ve ağırlık olarak büyük.

2.Tip: Radyoaktif maddenin bozulması sonucunda oluşan ışınımı kullanmak. Sistem genelde basittir. Roketin arka kısmına radyoaktif madde sürülür. Maddenin bozulma hızından yararlanılarak oluşan parçacıklar (α, β ve γ tanecikleri) rokete bir itme kazandırırlar. Böylece 10km/sn'lik bir hıza ulaşılabilir. Genelde radyoaktif madde plütonyumdur. Sistemin avantajı itme kuvveti için gaz kullanmamasıdır. Dezavantajı ise bozulma işleminin düzenli olmaması ve kontrol edilememesidir.

NERVA ENGINE

