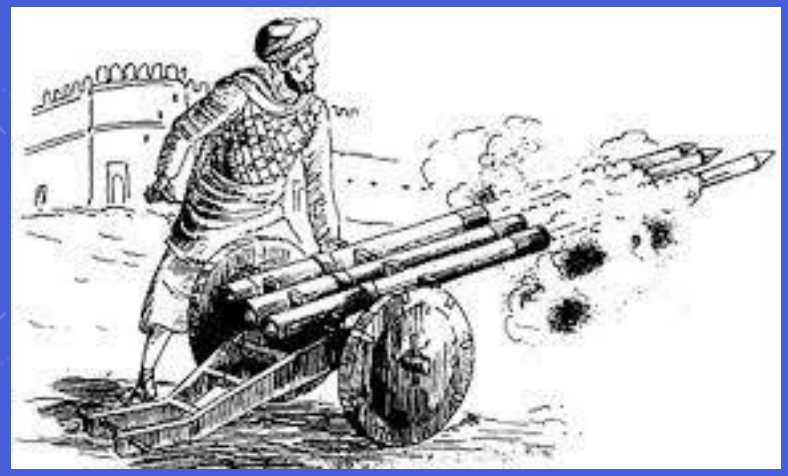
داستان موشک و فضا
انسان در سودای تسخیر آسمان

سر فصل مطالب

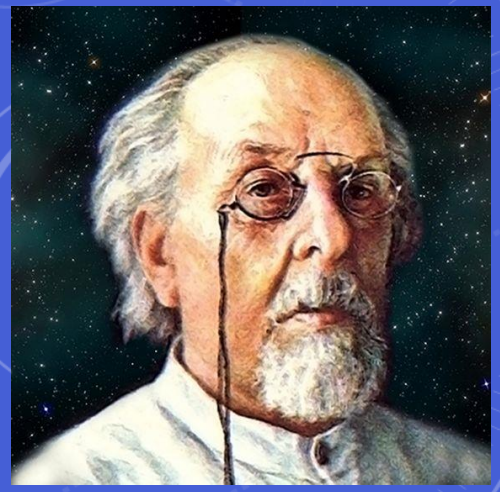
- سرآغاز داستان موشک
- عصر فضا و پیشگامان موشک
- معادله موشک (معادله سالکوفسکی)
- ساختار و دسته بندی موشکها
- هدایت و کنترل موشکها
- ماهواره ها و مدارهای فضایی
- موشکهای ماهواره‌بر (حامل‌های فضایی)
- پروژه های دانش آموزی

سرآغاز داستان موشک

- بکارگیری راکت های ساده توسط چینی ها (قرن ۱۱ میلادی)
- انتقال فناوری راکت توسط مغولان از خاور دور به خاورمیانه (قرون ۱۲ و ۱۳ میلادی)
- بکارگیری گسترده راکت توسط حکومت محلی در هند (تیپو سلطان) در جنگ با استعمارگران انگلیس (قرن ۱۸ میلادی)
- انتقال فناوری راکت از هندوستان به انگلستان و دیگر کشورهای اروپا (قرون ۱۸ و ۱۹ میلادی)

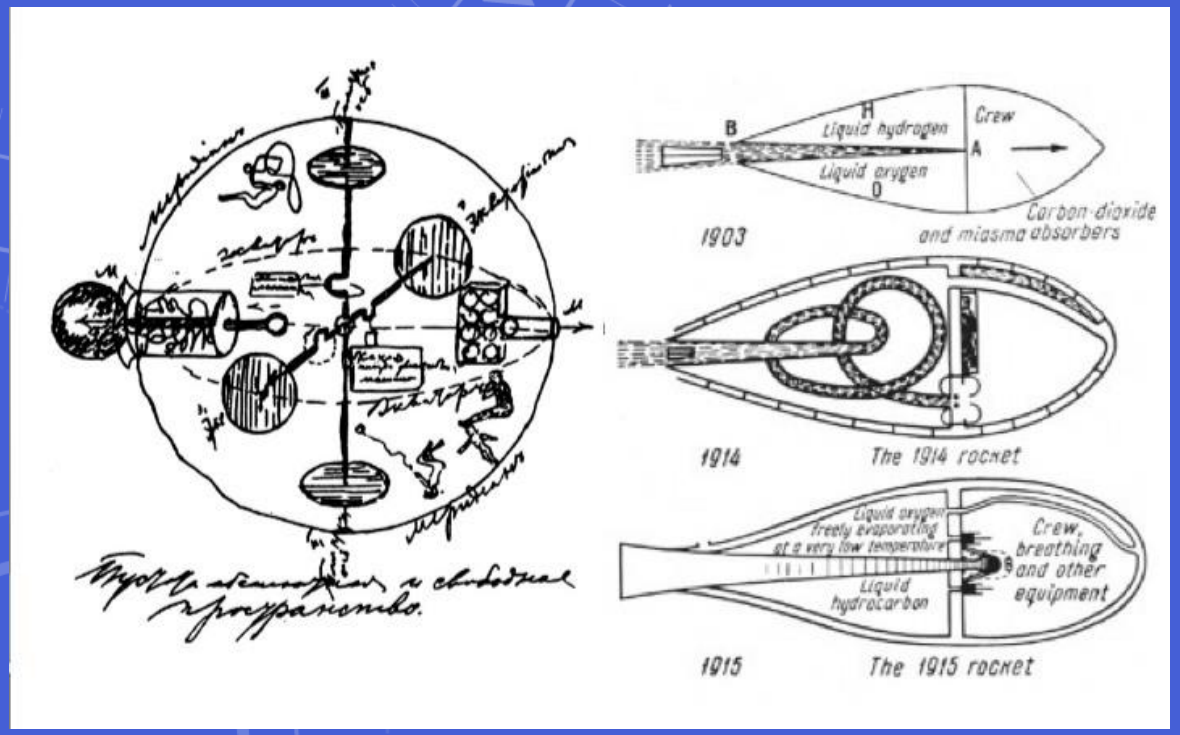


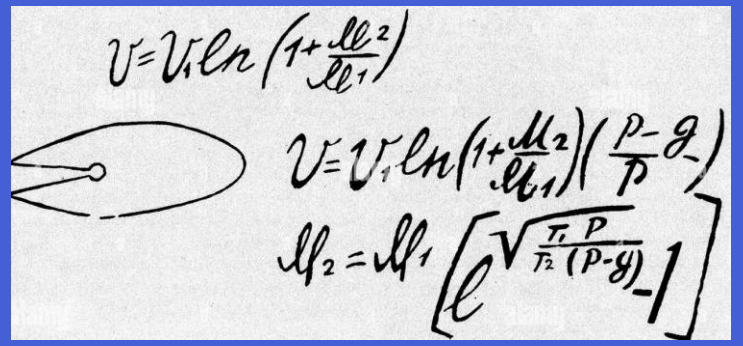
عصر فضا و پیشگامان موشک

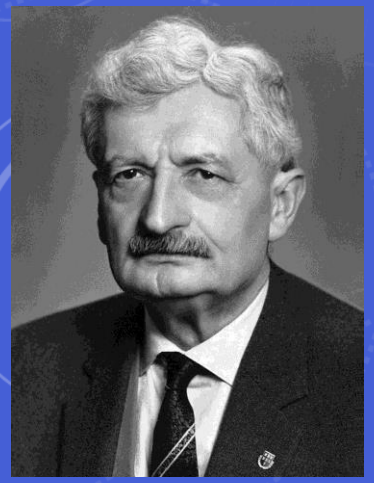


کنستانتین سالکوفسکی (۱۸۵۷ – ۱۹۳۵)

- پدر دانش موشکی نوین
- تدوین معادله موشک
- اثبات امکان پرواز موشک در خلا بر اساس اصل عمل و عکس العمل
- ایدهٔ استفاده از سوخت مایع برای موشک
- ایدهٔ سفر در فضاهای خلا و سفر به کرات دیگر
- ایدهٔ قراردادن ماهواره در فضا
- ایدهٔ ساخت ایستگاه فضایی با جاذبه مصنوعی
- ایدهٔ یک فضاپیمای ساده
- ایدهٔ ساخت موشکهای چند مرحله ای
- ساخت تونل باد
- ایدهٔ آسانسور فضایی

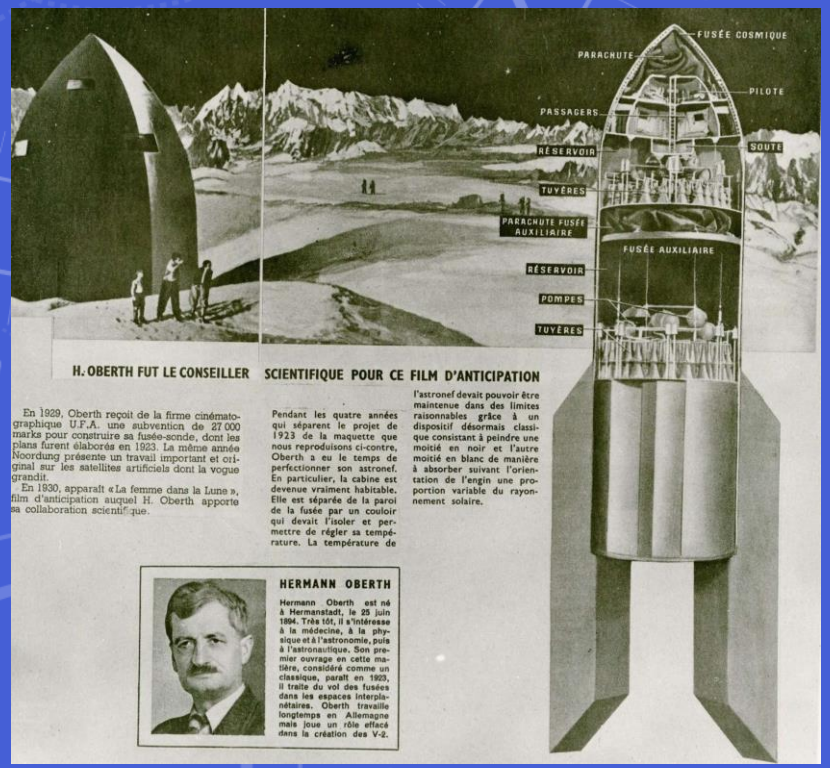


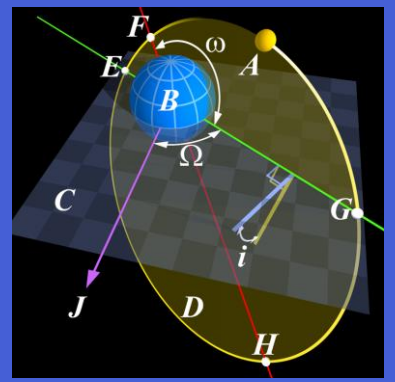




هرمان اوبرت (۱۸۹۴ – ۱۹۸۹)

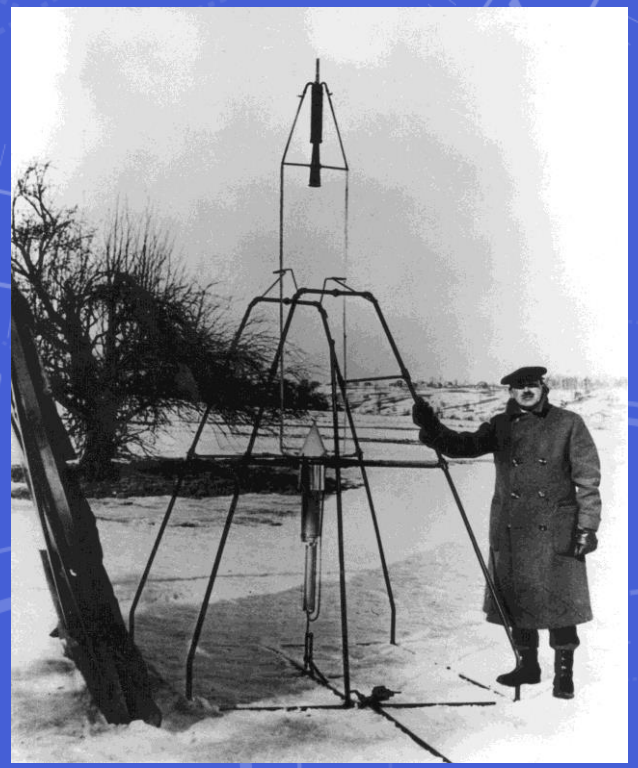
- از پایه گذاران ایده جدایش در موشکها جهت افزایش برد
- ترویج علوم فضا در بین دانشگاهیان و عموم مردم
- ایدهٔ تلسکوپ فضایی
- توسعهٔ ایده سفرهای فضایی
- اثر(مانور) اوبرت جهت کاهش مصرف سوخت موشک
- همراهی در پروژه موشک V2 آلمان در جنگ جهانی دوم
- همراهی در برنامه موشکهای بالستیک ایالات متحده بعد از جنگ جهانی دوم
- مطالعات در خصوص فلسفه، تاریخ، جامعه شناسی و توسعه عدالت اجتماعی

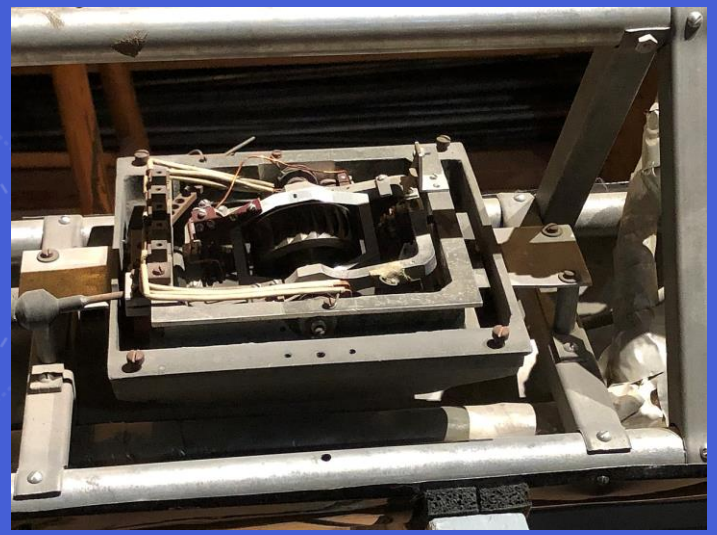


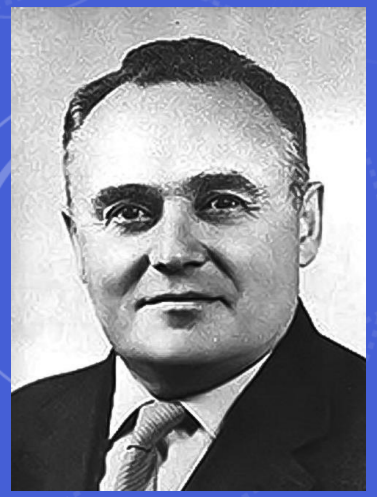


رابرت گدارد (۱۸۸۲ – ۱۹۴۵)

- سازنده اولین موشک سوخت مایع به مفهوم امروزی
- ایدهٔ راکتهای کاوش برای مطالعه طبقات فوقانی جو
- طراحی کارآمد موتورهای عکس العملی
- ایدهٔ استفاده از راکت کمکی برای سهولت نشست و برخاست هواپیماهای سنگین
- استفاده از توربوپمپ برای سوخت رسانی به موتور موشک
- استفاده از ژیروسکوپ برای هدایت و کنترل موشک



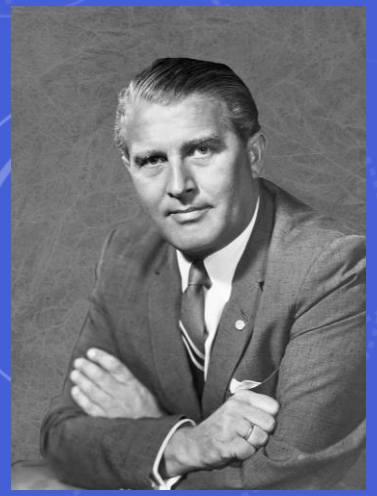




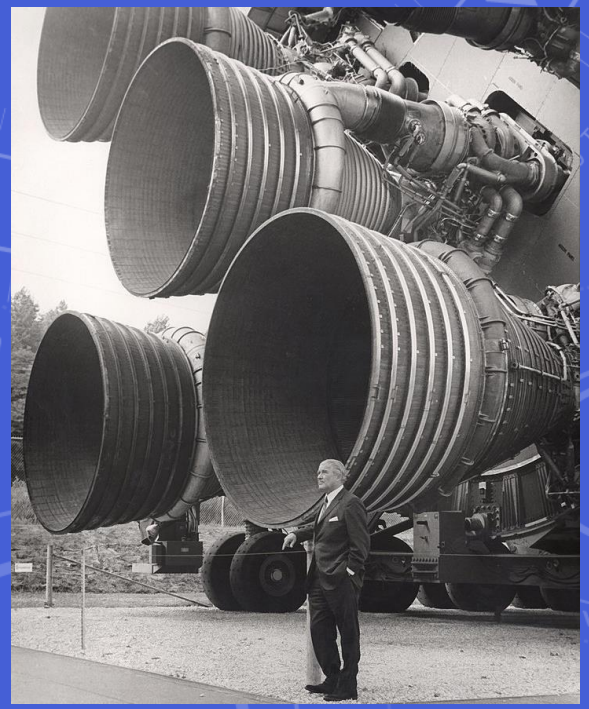
سرگئی کارالیوف (۱۹۰۷ – ۱۹۶۶)

- مدیر برنامه موشکی شوروی
- سرپرست تیم طراحی اولین موشک ماهواره بر
- مدیر برنامه ارسال اولین ماهواره توسط انسان به فضا
- مدیر برنامه ارسال اولین موجود زنده به فضا (سگی به نام لایکا)
- مدیر برنامه ارسال اولین انسان به فضا (یوری گاگارین)
- مدیر برنامه ارسال کاوشگرهای لونا به ماه
- سر طراح موشک ماهواره بر سایوز (موفقترین موشک ماهواره بر تا این لحظه از تاریخ)

ورنر فون براون (۱۹۱۲ – ۱۹۷۷)



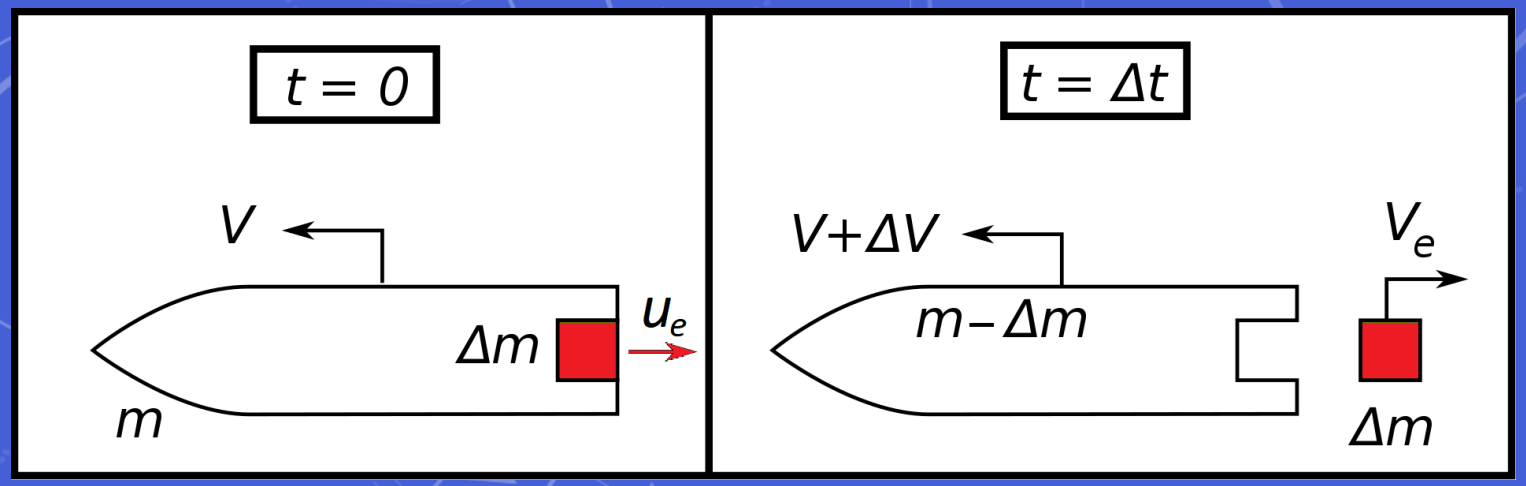
- مدیر برنامه موشکی آلمان در جنگ جهانی دوم
- طراح اصلی موشک V2
- مدیر برنامه موشکی امریکا بعد از جنگ جهانی دوم
- مدیر برنامه ارسال ماهواره به فضا در امریکا
- مدیر پروژه آپولو (ارسال انسان به فضا)
- مدیر طراحی موشک ساترن (بزرگترین موشک جهان)



معادله موشک
(معادله سالکوفسکی)

معادله موشک (معادله سالکوفسکی)

این معادله بیانگر رابطهٔ میان جرم موشک، مصرف سوخت، سرعت گازهای خروجی و سرعت موشک است.



$$P_1 = mV$$

$$P_2 = (m - \Delta m)(V + \Delta V) + \Delta m V_e$$

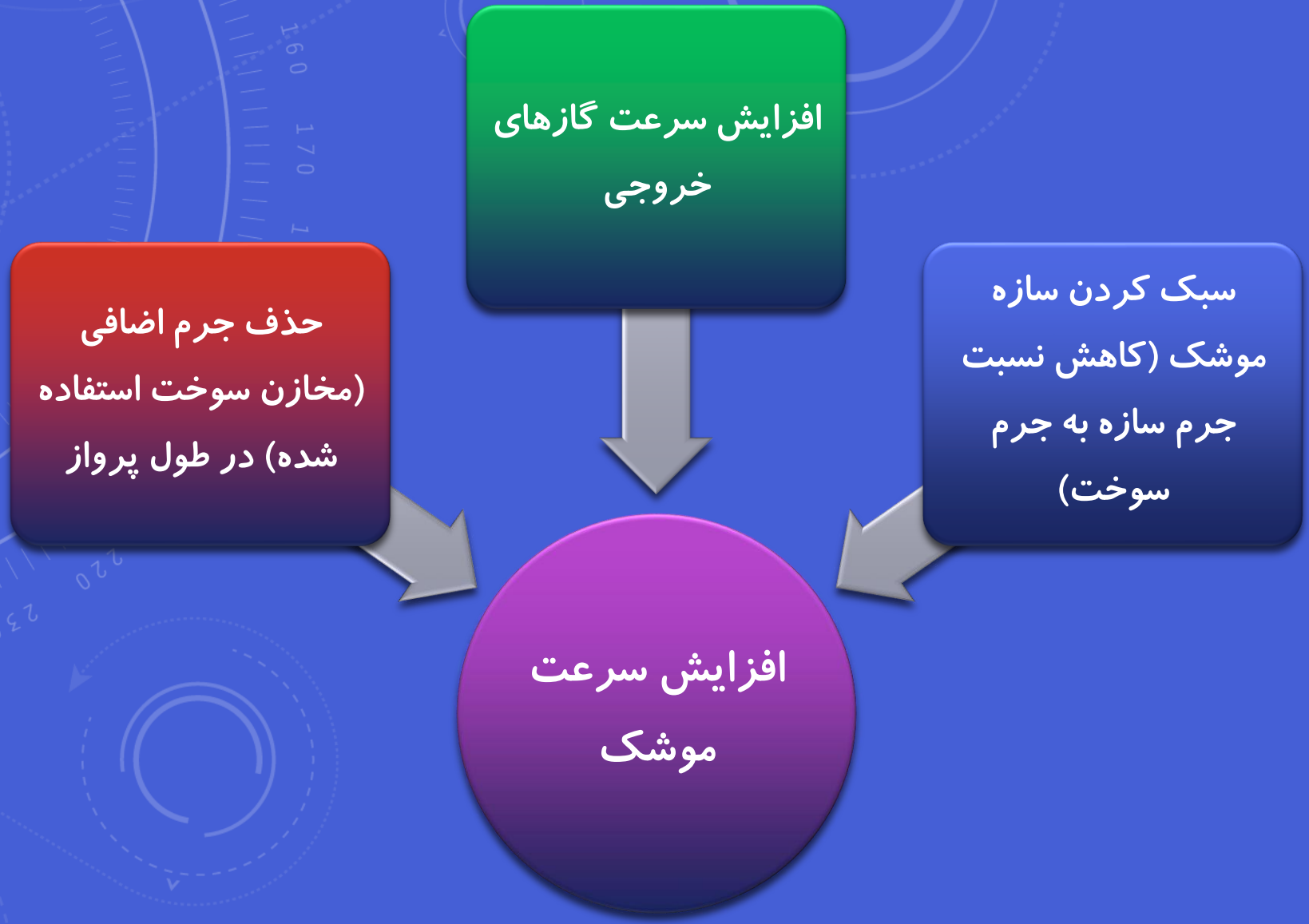
$$V_e = V - u_e$$

$$\xrightarrow{P_1 = P_2 \;\&\; \Delta m.\Delta V \approx 0} \quad m\Delta V = u_e \Delta m \rightarrow \; \Delta V = u_e \frac{\Delta m}{m}$$

$$\Delta V = u_e \frac{\Delta m}{m} \xrightarrow{\Delta t \to 0} dV = u_e \frac{dm}{m}$$

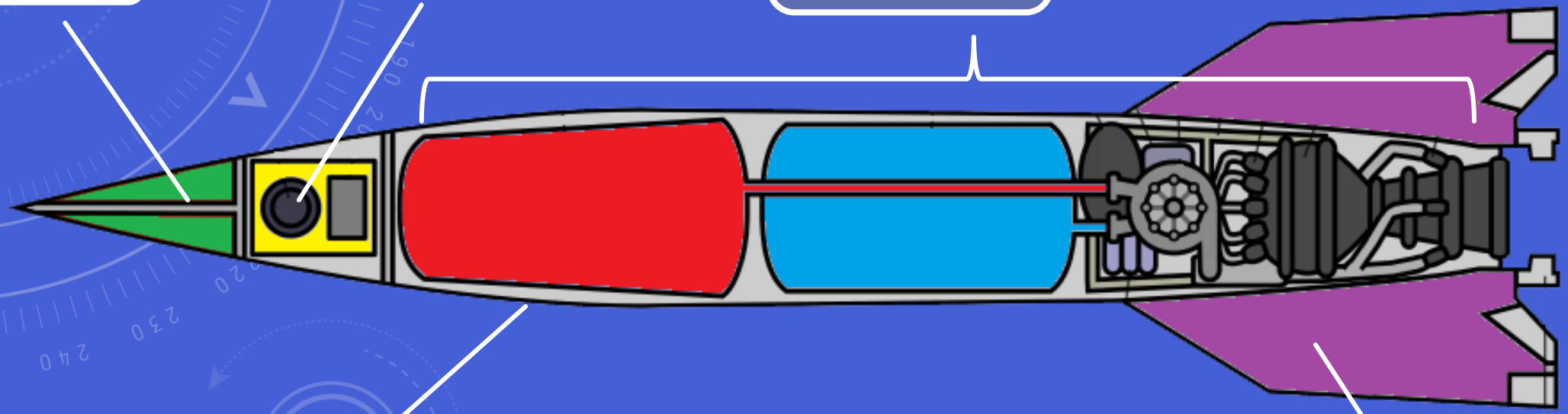
$$\Delta V = u_e \ln \frac{m_0}{m_f}$$

معادله موشک (معادله سالکوفسکی)



ساختار و دسته‌بندی موشک‌ها

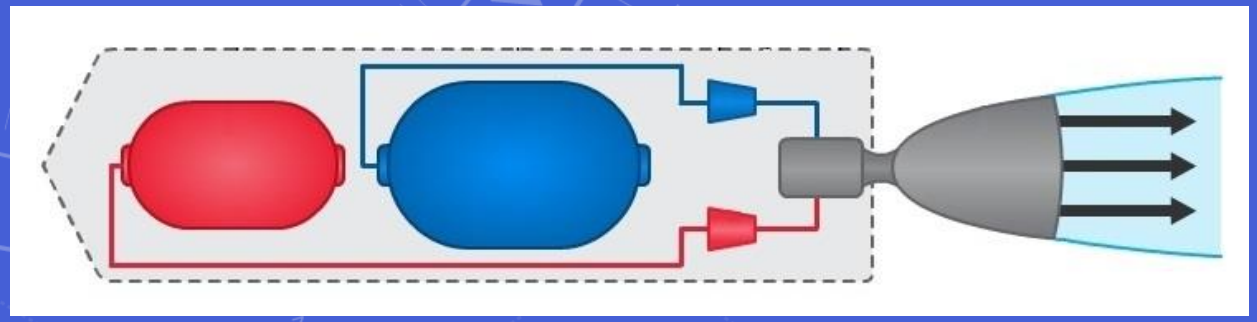
ساختار موشک


محموله
سامانه هدایت و ناوبری
سامانه پیشرانش
سازه موشک
سطوح کنترلی

نوع سوخت

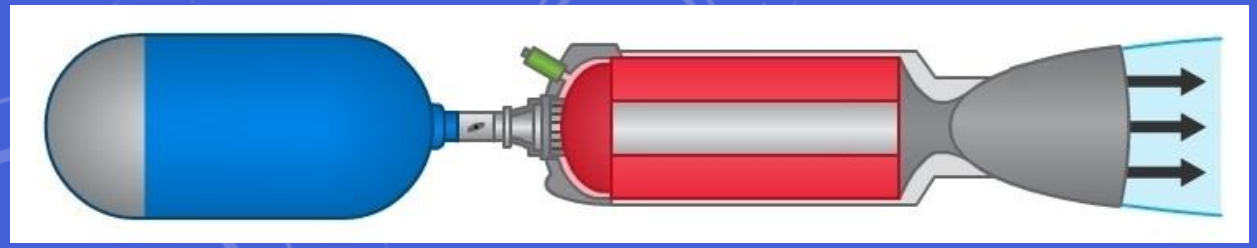
❖ جامد

- سهولت حمل و نقل و جابجایی
- سهولت ساخت و فعال شدن
- شتاب بالا
- عدم کنترل میزان نیروی رانش



❖ مایع

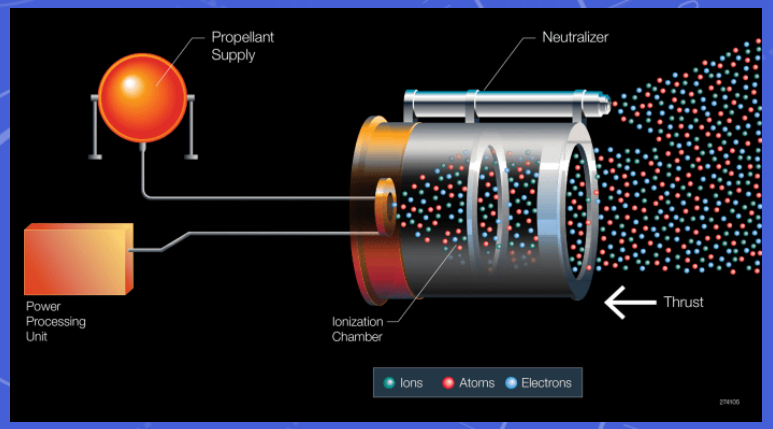
- قدرت رانش بالا
- کنترل میزان و مدت زمان رانش
- پیچیدگی ساخت و فعالسازی
- پیچیدگی حمل و نقل

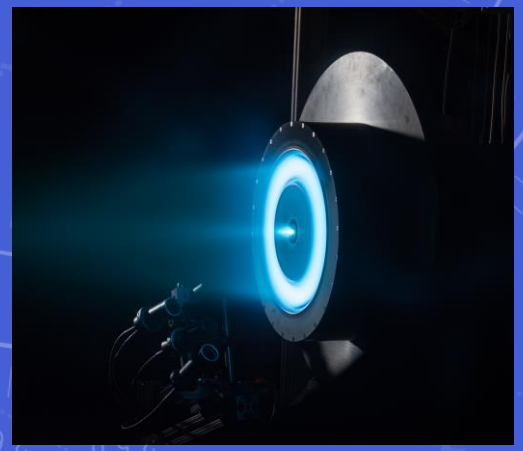


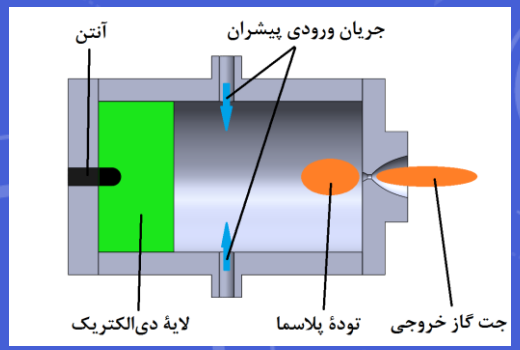
❖ ترکیبی

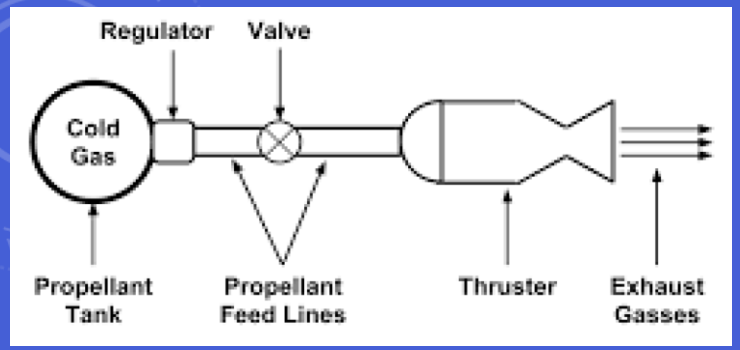
- ترکیبی از مزایای سوختهای جامد و مایع

مکانیزم تولید رانش









❖ شیمیایی

- نیروی رانش ناشی از واکنش شیمیایی سوخت و ایجاد گازهای داغ است
- نیروی رانش زیاد
- آلایندگی زیاد
- ضربه ویژه پایین
- وزن بالای تجهیزات
- مناسب برای پروازهای داخل جو و پروازهای مداری

❖ الکتریکی

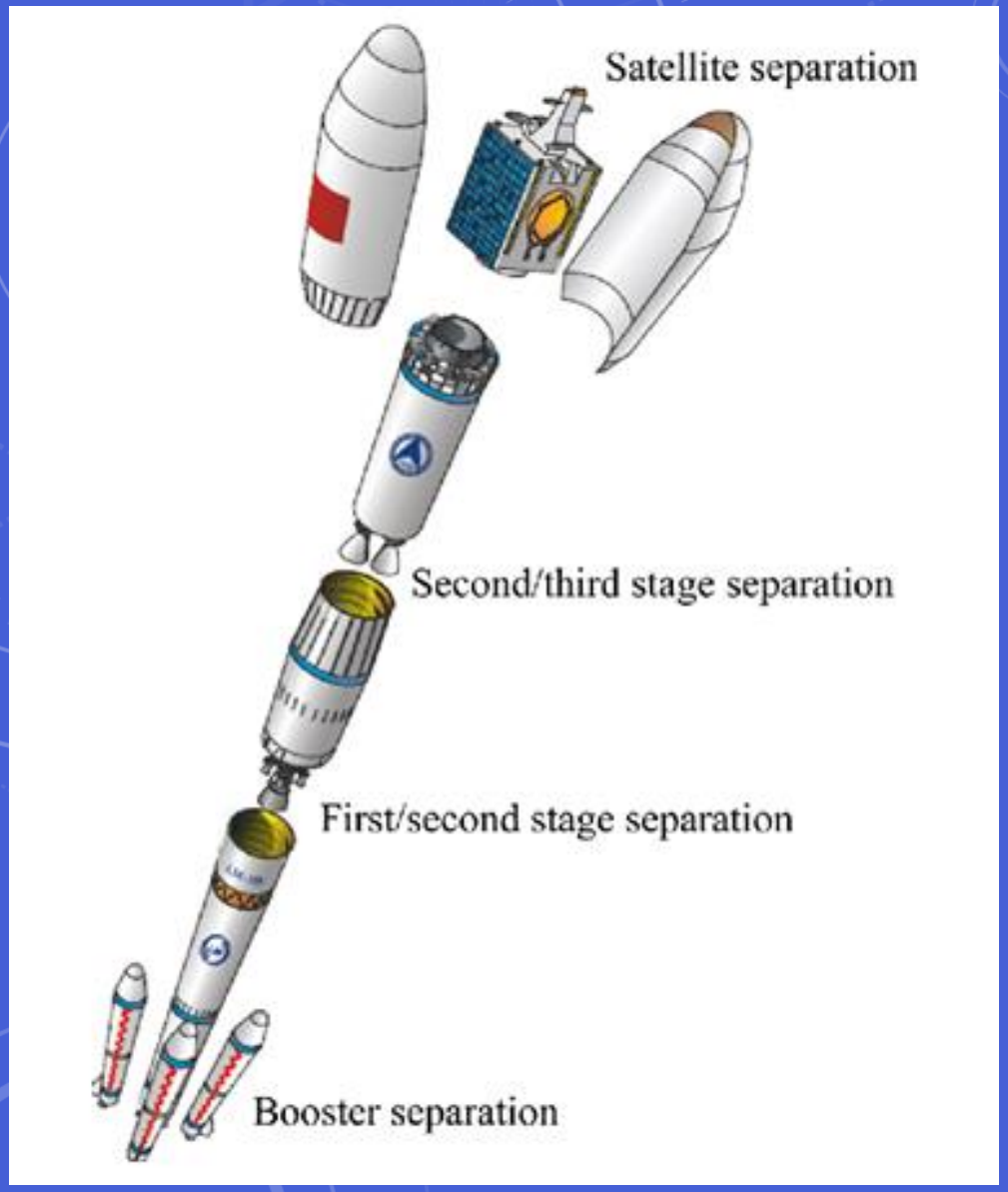
- نیروی رانش ناشی از گرمایش الکتریکی سوخت و ایجاد گازهای داغ و یا یونیزه کردن ذرات سوخت و شتاب دادن آنها تحت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی است
- نیروی رانش ناچیز
- ضربه ویژه بالا
- امکان روشن ماندن پیوسته برای مدت طولانی
- وزن کم تجهیزات
- مناسب برای پروازهای مداری و پروازهای بین سیاره ای

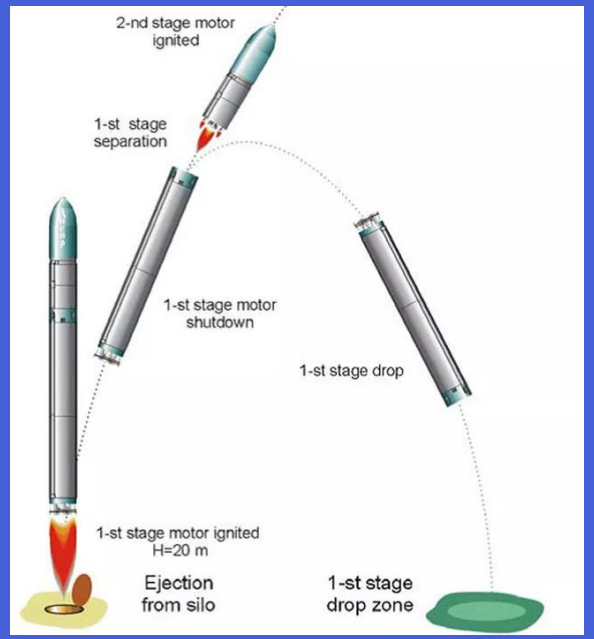
❖ گاز سرد

- رانش کم تا متوسط
- مکانیزم ساده
- مناسب برای کنترل جهت و مدار ماهواره ها یا موشک ها

تعداد مراحل موشک

- تک مرحله‌ای
- چند مرحله ای با ساختار ترتیبی
- چند مرحله ای با ساختار موازی (بوسترهای کمکی)

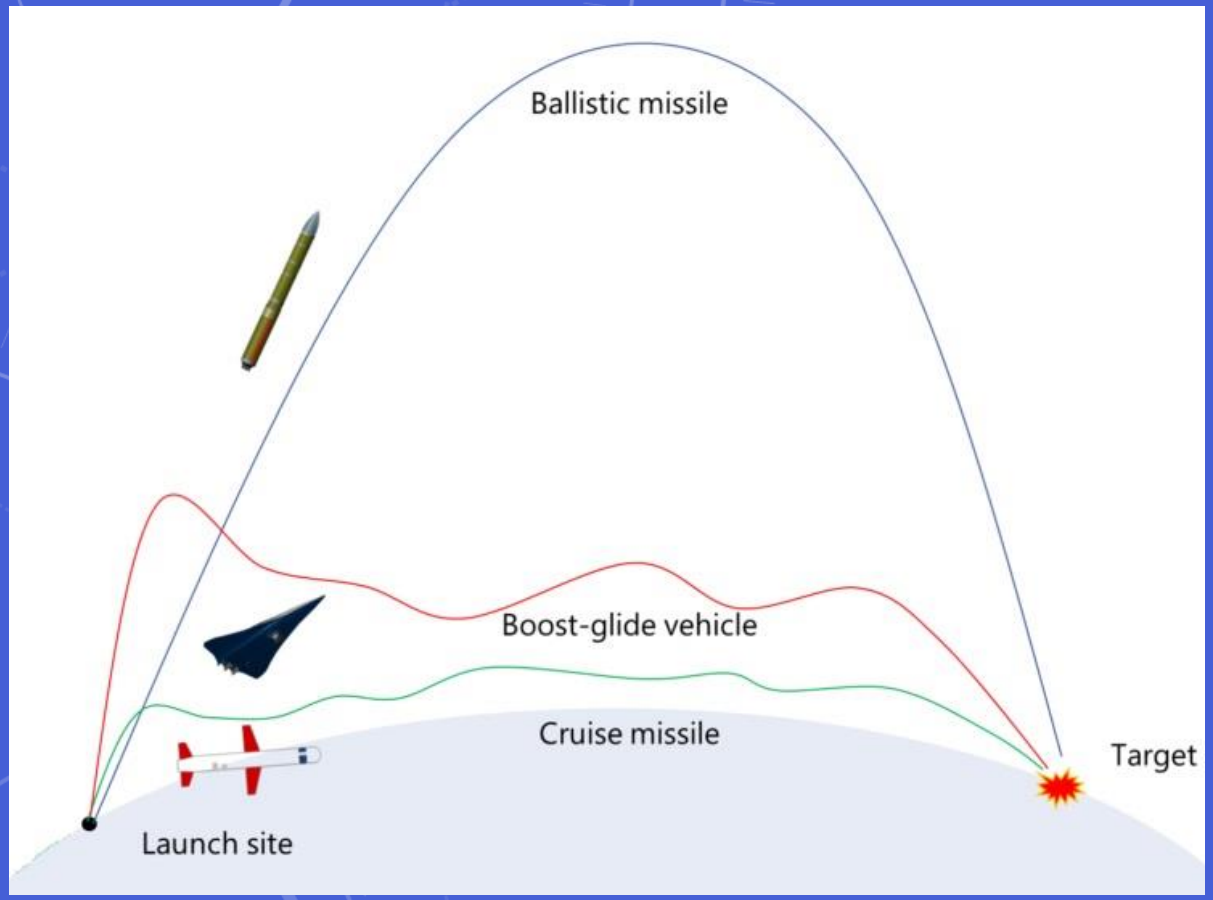




شیوه پرواز

❖ بالستیک

- موشک در ابتدای مسیر دارای نیروی رانش و قابل کنترل بوده و پس از خاموش شدن موتور، باقیمانده مسیر را به صورت یک جسم پرتابه ای در یک منحنی سهمی شکل طی می‌کند.
- ساخت و هدایت ساده تر
- برد بیشتر
- سرعت بسیار بالا در هنگام ورود به جو(تا بیش از ۲۰ برابر سرعت صوت)
- قابلیت حمل محموله های سنگین‌تر
- دقت پایین تر
- حمل سرجنگی های بزرگ و کلاهکهای اتمی
- ارسال ماهواره ها و محموله های فضایی



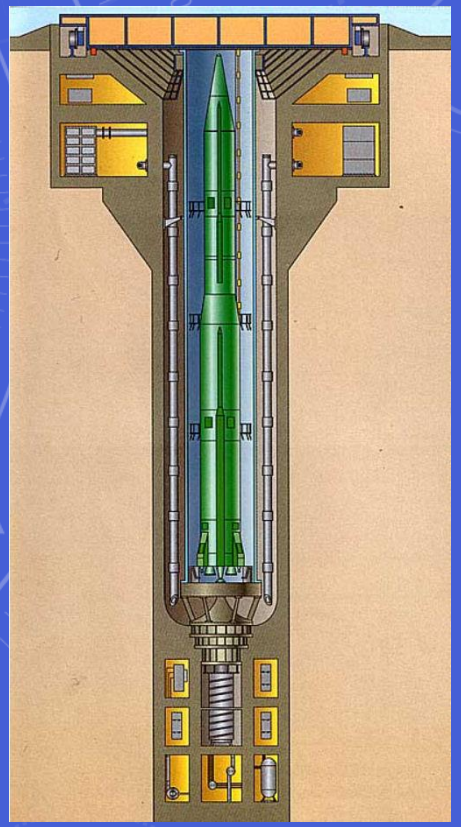
❖ کروز

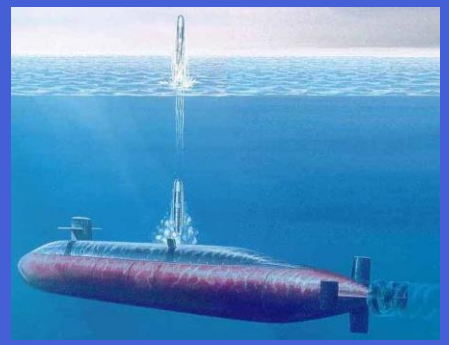
- موتور موشک از لحظه پرتاب تا انتهای مسیر روشن و قابل کنترل میباشد.
- دقت بالاتر
- امکان پرواز در ارتفاع پایین جهت پنهان ماندن از رادار
- قابلیت اصلاح مسیر در طول پرواز
- پیچیدگی ساخت بیشتر
- برد کمتر
- حمل سرجنگی های متعارف با دقت بالا

❖ ترکیبی

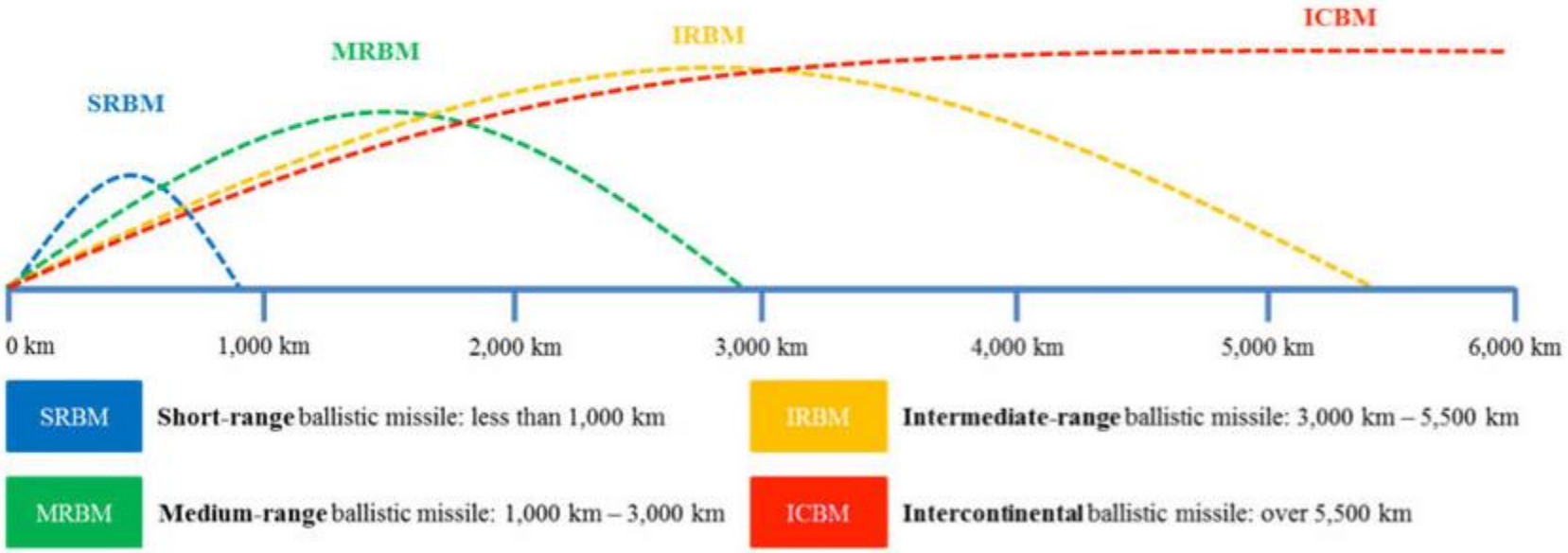
نوع پرتابگر

- ثابت زمینی
- ثابت سیلویی
- خودرویی متحرک
- دوش پرتاب
- هواپایه
- دریاپایه
- زیردریایی





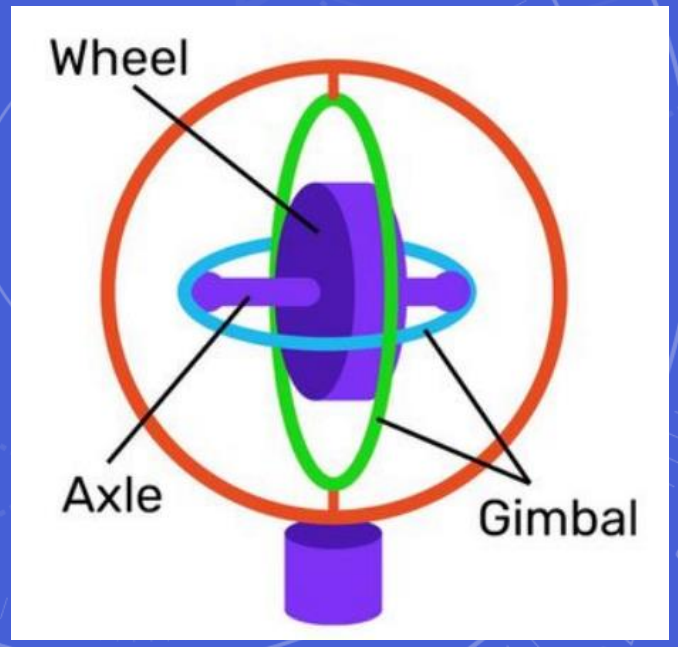
برد موشک

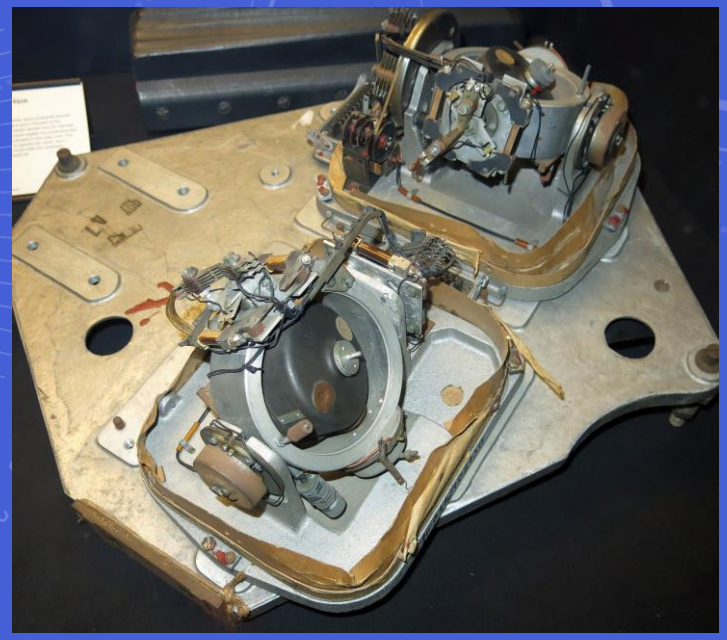


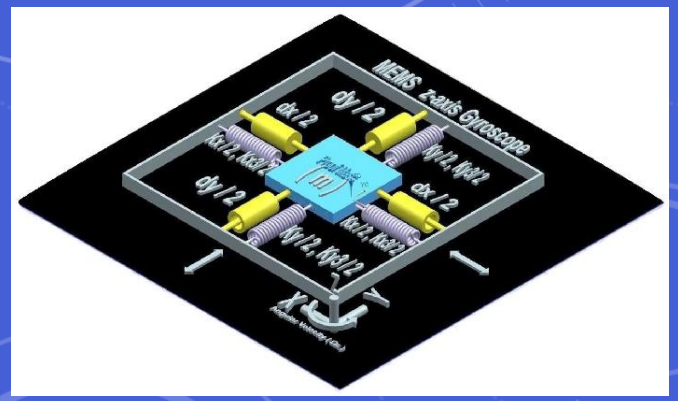
- کوتاه برد
- میان برد
- دوربرد
- قاره‌پیما و حامل فضایی

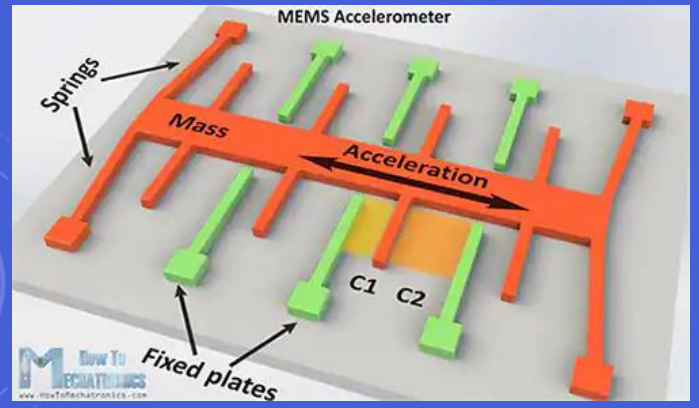
هدایت و کنترل موشک‌ها

مکان یابی









- ❖ **تعیین دستگاه مختصات و جهت حرکت موشک**
  - ژیروسکوپ
  - سامانه های موقعیت یاب جهانی
- ❖ **تعیین سرعت و مسافت طی شده توسط موشک**
  - شتاب سنج
  - سامانه های موقعیت یاب جهانی

سامانه های موقعیت یاب جهانی:

- GPS امریکا
- GLONASS روسیه
- GALILEO اتحادیه اروپا
- BDS چین

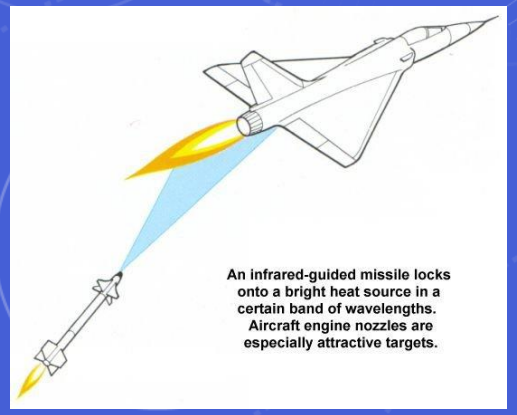
هدف گیری

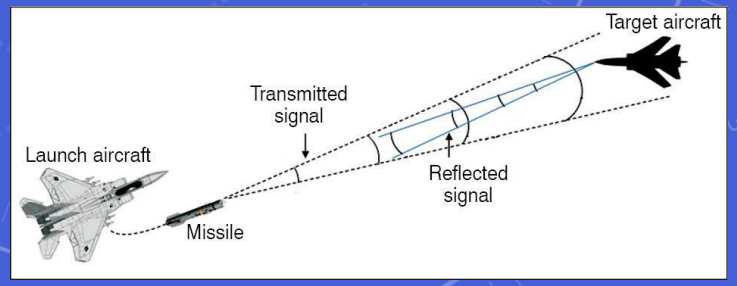
روش هدف‌گیری

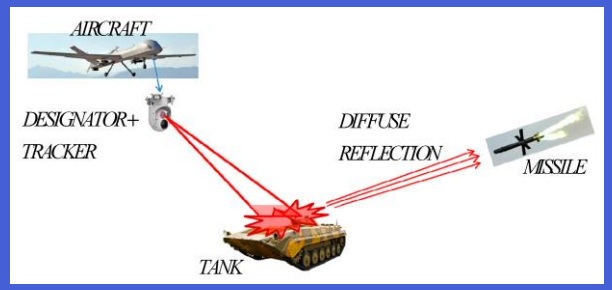
- محاسبات بالستیکی
- ردیابی حرارتی
- ردیابی راداری (فعال و غیرفعال)
- ردیابی لیزری
- ردیابی تصویری
- ردیابی ماهواره ای یا هواپایه

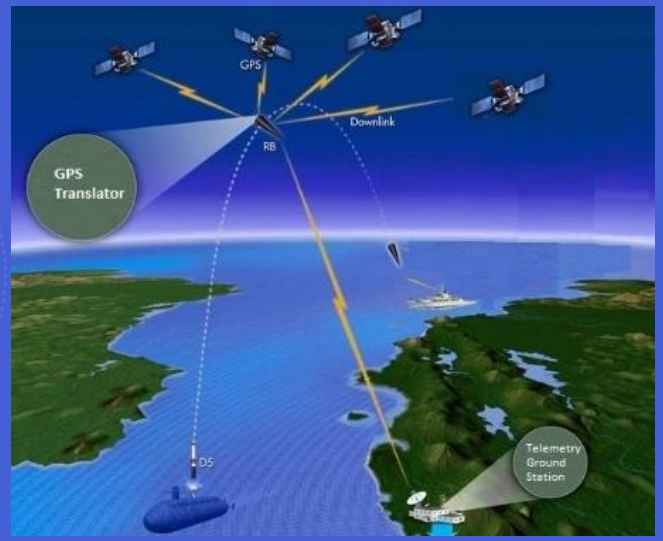
مرجع هدف‌گیری

- هدایت داخلی
- اپراتور یا سامانه خارجی

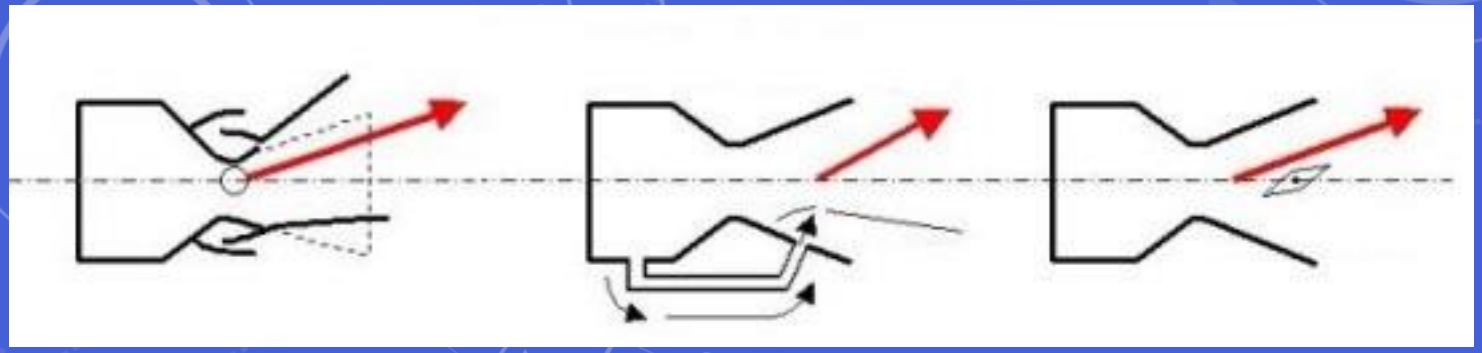








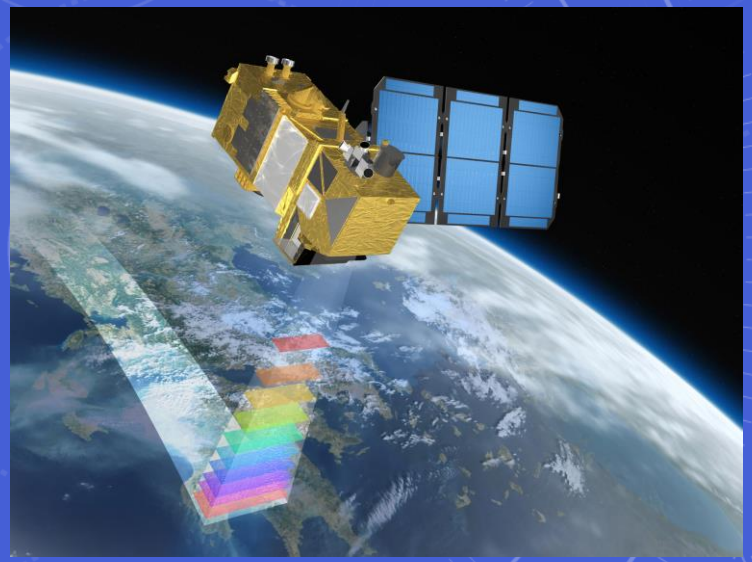
روش کنترل موشک

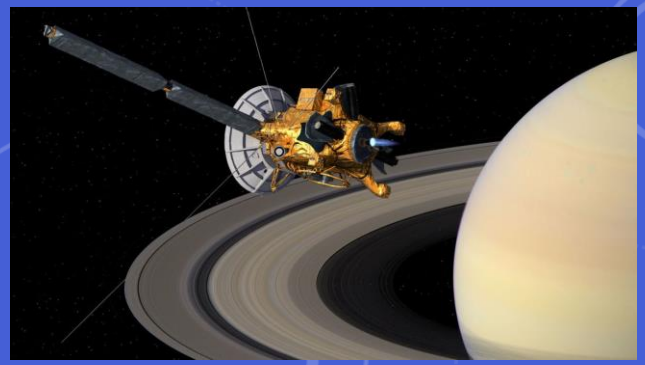


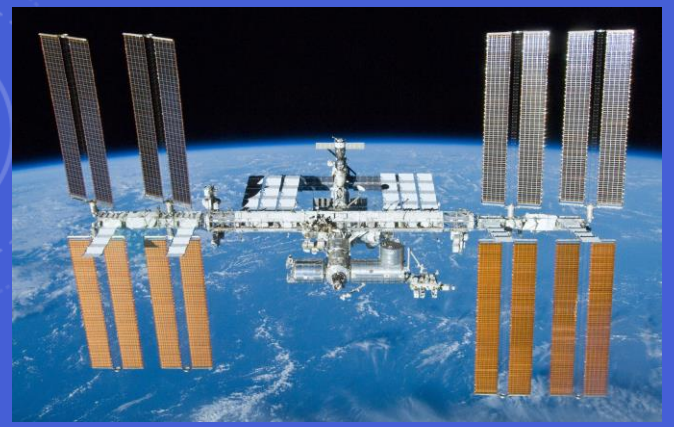
- ❖ **تغییر جهت بردار رانش**
  - تغییر زاویه نازل
  - بالک قابل کنترل در مسیر نازل
  - جت جریان انحرافی
- ❖ **بالک‌ها و سطوح کنترلی روی بدنه موشک**
- ❖ **جت جریان روی بدنه موشک**

ماهواره‌ها و مدارهای فضایی

انواع ماهواره ها و فضاپیماها

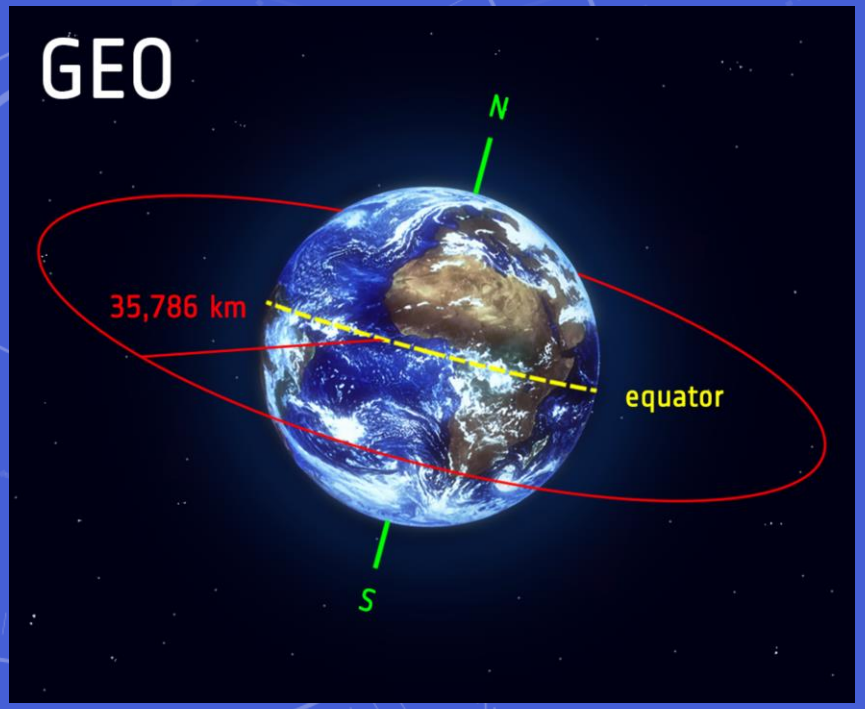






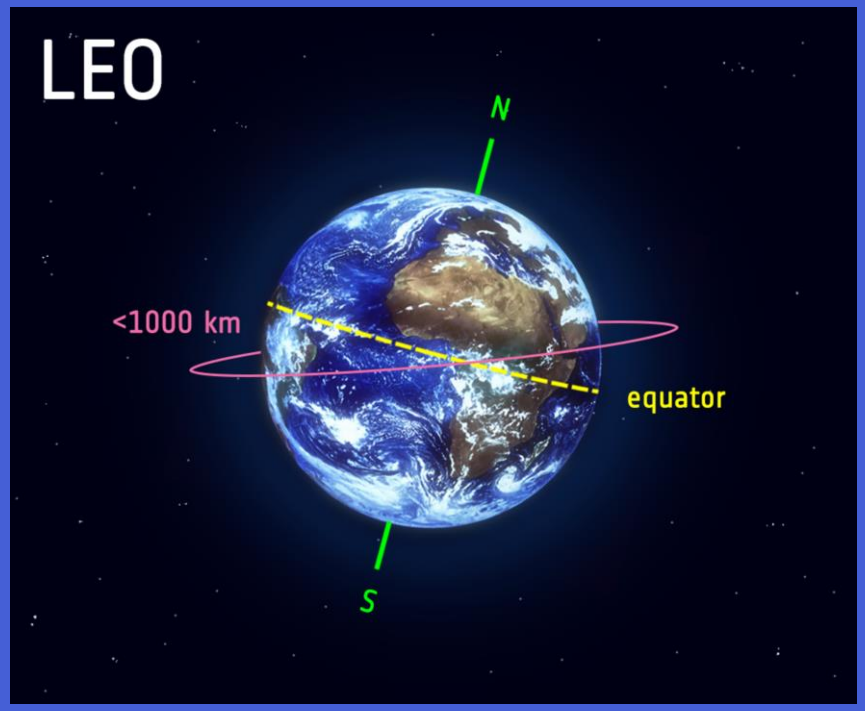
- ماهواره های سنجش از دور
  - تصویربرداری
  - هواشناسی
  - نظامی (جاسوسی)
  - علمی
- ماهواره های تلویزیونی
- ماهواره های مخابراتی
- ماهواره های موقعیت یابی
- رصدخانه های فضایی
- فضاپیماهای سرنشین دار
- ایستگاه فضایی
- فضاپیماهای بین سیاره ای

مدارهای فضایی



❖ مدار زمین آهنگ (GEO)

- ارتفاع مداری: ۳۵۷۸۶ کیلومتر (تقریبا یک‌دهم فاصله ماه تا زمین)
- چرخش حول خط استوا
- زمان چرخش به دور زمین: ۲۴ ساعت (همواره ثابت نسبت به یک نقطه از زمین)
- مناسب ماهواره های مخابراتی، تلویزیونی و هواشناسی



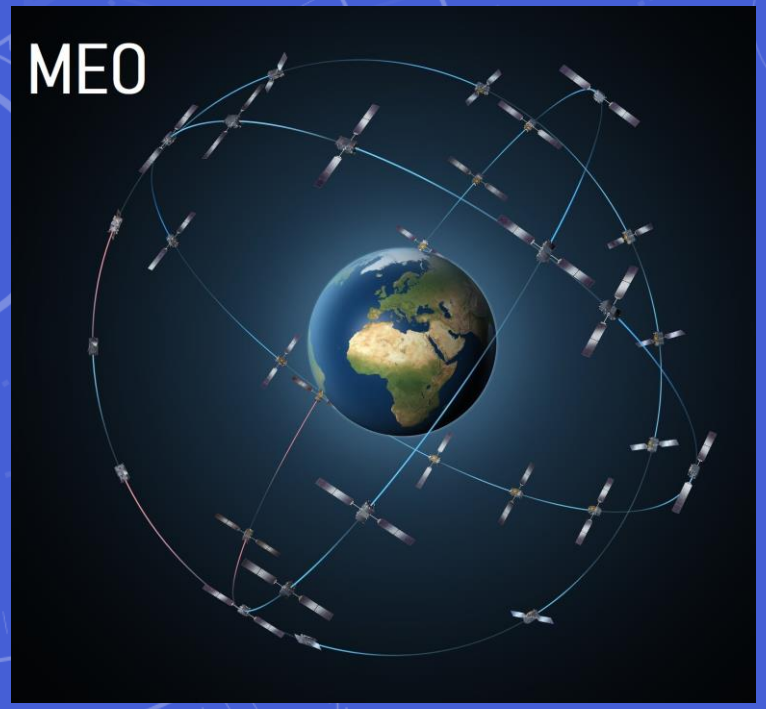
❖ مدارهای ارتفاع کم (LEO)

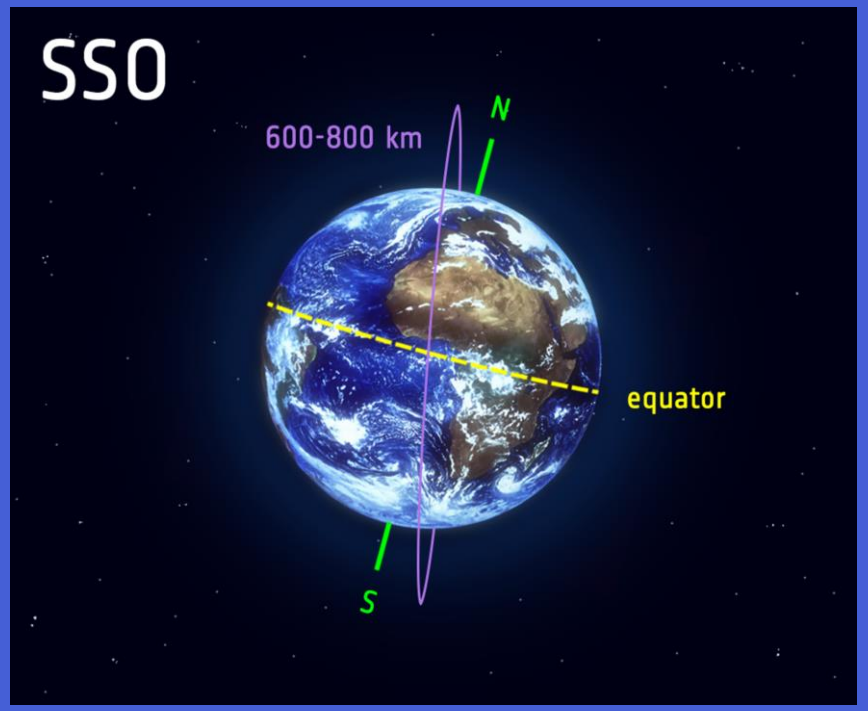
- ارتفاع مداری: بین ۱۶۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر
- صفحه چرخش مورب نسبت به خط استوا
- زمان چرخش به دور زمین: ۹۰ دقیقه
- مناسب برای ماهواره های سنجش از دور، ایستگاه فضایی، رصدخانه های فضایی

مدارهای فضایی

❖ مدارهای ارتفاع متوسط (MEO)

- ارتفاع مداری: حد فاصل مدارهای LEO و GEO
- سرعت چرخش: متغیر و متناسب با ارتفاع مداری
- مناسب برای ماهواره‌های موقعیت یابی





❖ مدار قطبی و خورشید آهنگ (SSO)

- ارتفاع مداری: بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر
- صفحه چرخش تقریبا عمود نسبت به خط استوا
- زمان چرخش به دور زمین: ۹۰ دقیقه
- ماهواره ها در مدار قطبی و در حالت خورشید آهنگ، از هر نقطه از زمین دقیقا در یک ساعت مشخص از شبانه‌روز گذر می کنند.

موشک‌های ماهواره‌بر
(حامل‌های فضایی)

موشک‌های ماهواره‌بر (حامل‌های فضایی)

معرفی

- این موشک ها در خانواده موشکهای بالستیک چندمرحله‌ای قرار می‌گیرند.
- برای حمل انسان، ماهواره، فضاپیما و سایر محموله های فضایی به مدار زمین و فراتر از آن استفاده می شوند.
- مشخصه اصلی آنها تامین "سرعت گریز" برای محموله مورد نظر می باشد.

سرعت گریز

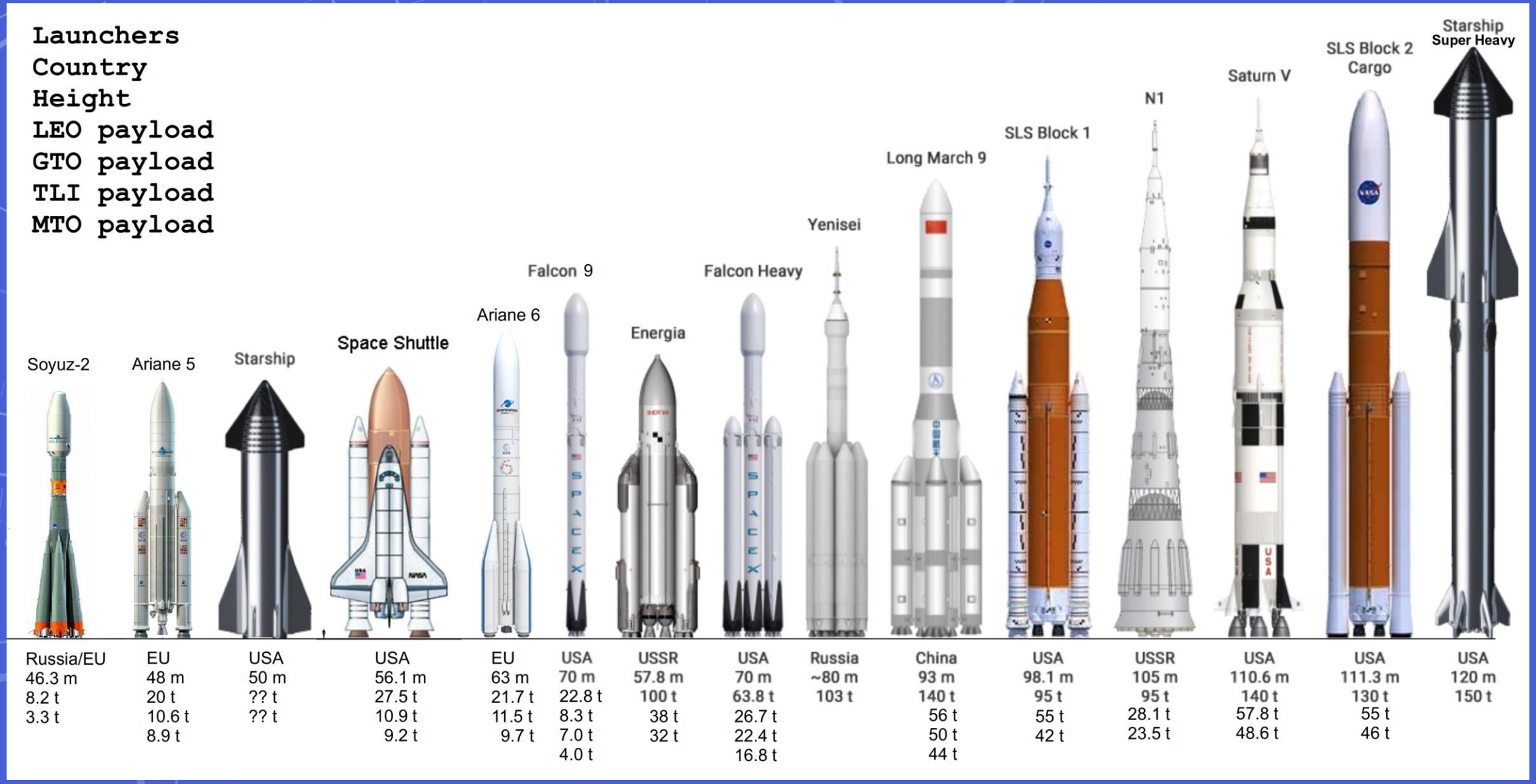
$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

- حداقل سرعت مورد نیاز برای یک جسم جهت فرار از گرانش جرم دیگر
- حداقل سرعت لازم برای رسیدن به مدار زمین: 7.9 km/s معادل 28,500 km/h
- حداقل سرعت لازم برای خروج از گرانش زمین و رفتن به سمت ماه و سایر سیارات: 11.2 km/s معادل 40,320 km/h
- حداقل سرعت لازم برای فرار از گرانش خورشید و خروج از منظومه شمسی: 617.5 km/s معادل 2,230,000 km/h

مصرف سوخت

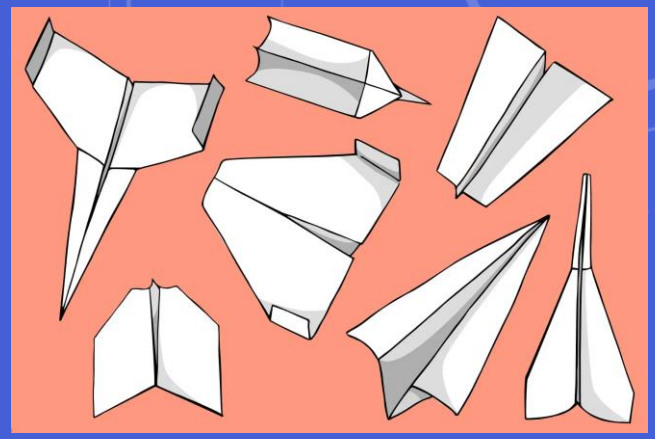
- موتورهای قوی و مصرف سوخت بسیار زیاد در مراحل اول جهت فرار از جاذبه زمین
- موتورهای ضعیف با دقت بالا در مراحل نهایی جهت قرارگیری در مسیر درست و ارتفاع مداری مناسب

مقایسه ابعاد و مشخصات حامل‌های فضایی معروف



پروژه‌های دانش آموزی

مسابقات موشک کاغذی



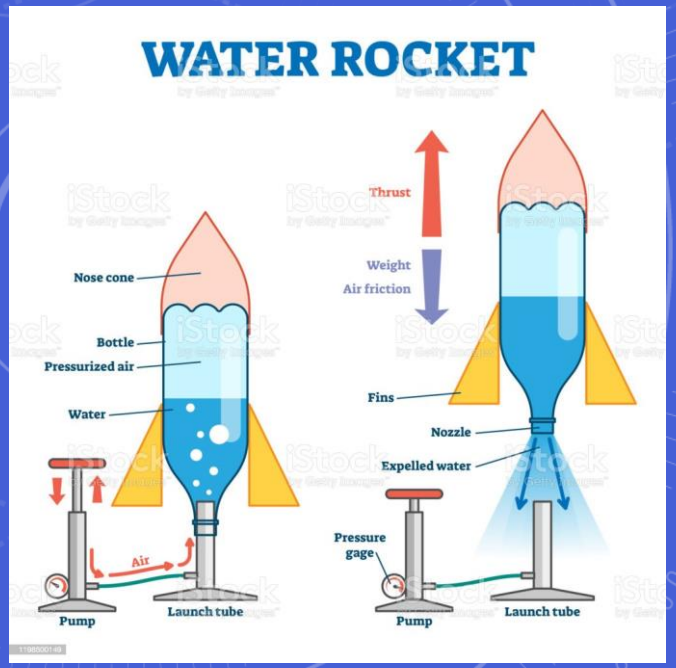
❖ هدف

- دستیابی به بیشترین برد پروازی
- دستیابی به طولانی ترین زمان پرواز

❖ مهارتهای مرتبط

- طراحی کارآمد سطوح کنترلی
- برآورد صحیح مرکز جرم موشک

مسابقات موشک آبی



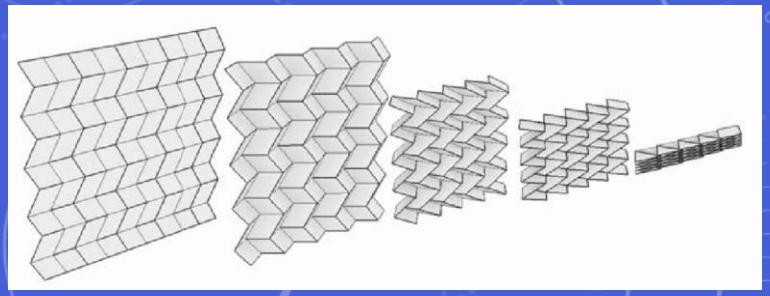
❖ هدف

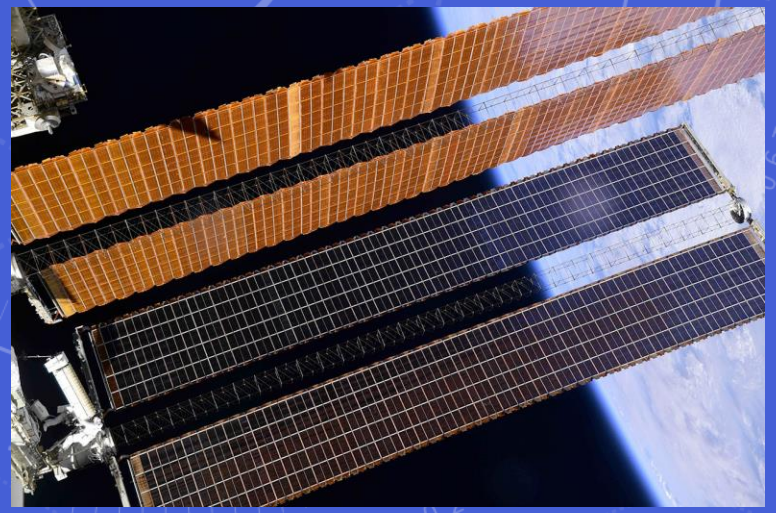
- دستیابی به بیشترین برد پروازی
- دستیابی به بیشترین ارتفاع پروازی
- دستیابی به طولانی ترین زمان پرواز

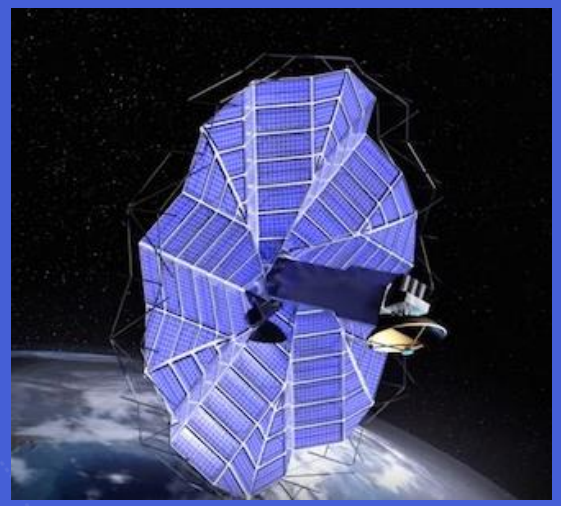
❖ مهارتهای مرتبط

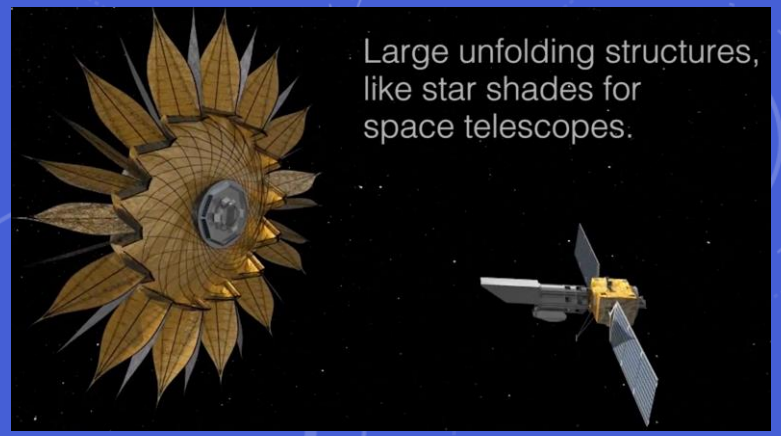
- محاسبه میزان فشار و نیروی رانش موشک
- طراحی کارآمد سطوح کنترلی
- برآورد صحیح مرکز جرم موشک
- امکان ساخت موشک چندمرحله‌ای
- امکان تجهیز موشک به چتر نجات
- امکان تجهیز موشک به دوربین جهت عکسبرداری از ارتفاع

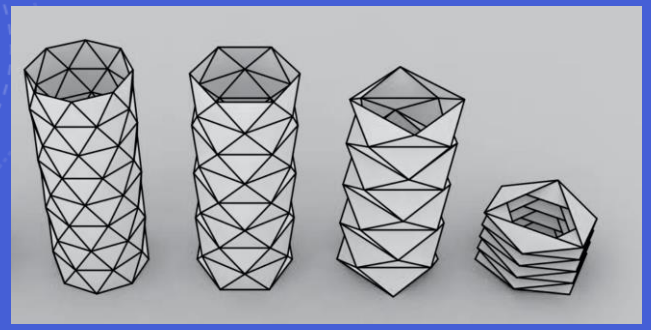
مسابقات اوریگامی











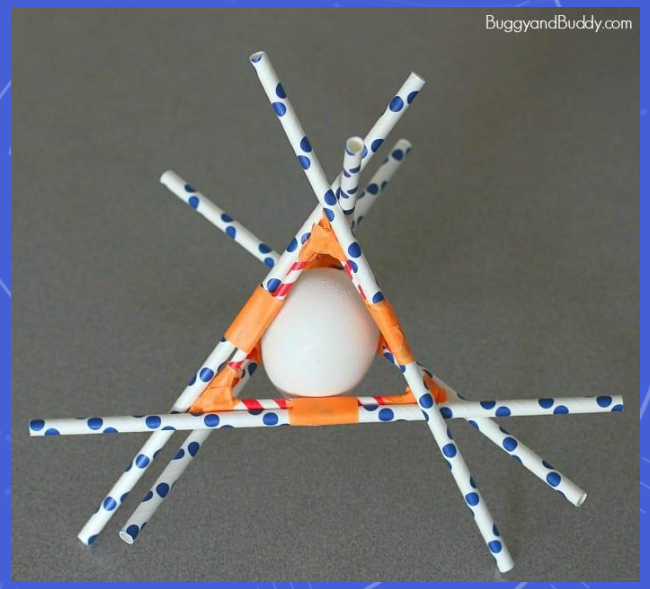
❖ هدف

- دستیابی به بیشترین مساحت گسترده به نسبت ابعاد اولیه
- دستیابی به بیشترین حجم گسترده به نسبت ابعاد اولیه

❖ مهارتهای مرتبط

- آشنایی با اصول هندسی ساده
- قدرت تجسم فضایی

مسابقات نجات تخم مرغ (سقوط تخم مرغ!)

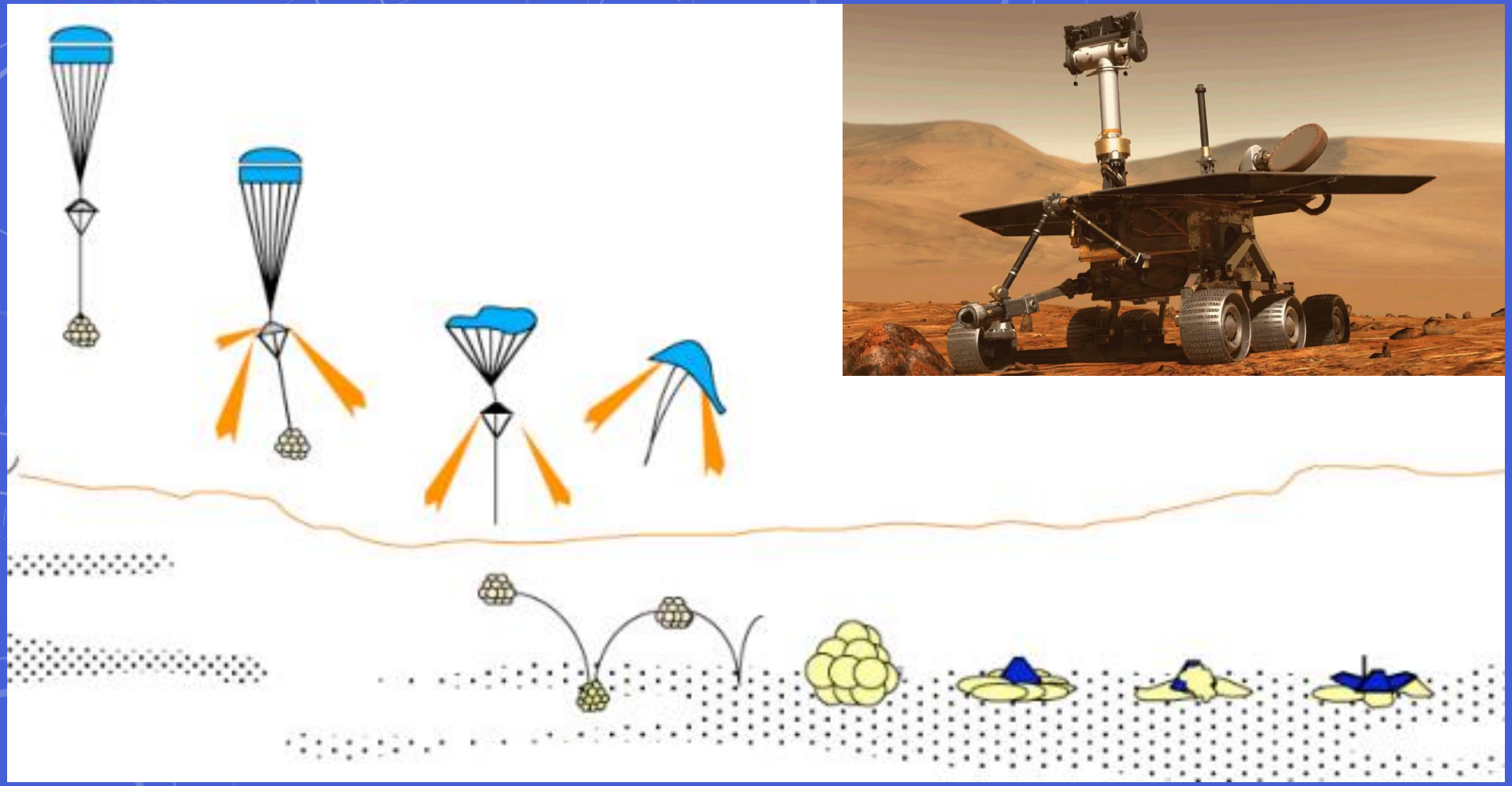


❖ هدف

- حفاظت از یک تخم مرغ در سقوط از ارتفاعی مشخص
- سبک بودن سازهٔ نجات تا حد امکان

❖ مهارتهای مرتبط

- آشنایی با اصول هندسی ساده
- آشنایی با ماهیت تخم مرغ!
- آشنایی با مبانی ساده ضربه و برخورد
- سابقه ساخت کاردستی!



زمین گهوارهٔ انسان است،
اما هیچ‌کس تا ابد در گهواره نمی‌ماند.

کنستانتین سالکوفسکی