



هذا الملف لا يغني عن مشاهدة المحاضرة الفيديو، نظراً لاحتواء
المحاضرة على المزيد من التوضيح من خلال بعض الفيديوهات.

دورة تأهيل رائد فضاء ناشئ مُعتمد



مكونات المنظومة الفضائية الجزء الثالث



تجيب هذه المحاضرة على الإستفسار الآتي:



كيف يتم إطلاق الأقمار؟



كيف يتم إطلاق الأقمار؟



يتم تقسيم عمليات الإطلاق إلى نوعين كالآتي:

الإطلاق إلى المدارات القريبة.

الإطلاق إلى المدارات البعيدة.

بالنسبة للنوع الأول وهو الإطلاق إلى المدارات القريبة فإن عملية الإطلاق تتم كالآتي:

المدار الأرضي الثابت ٣٦ ألف كم GEO

المدار الأرضي المتوسط MEO
Medium Earth Orbit

المدار الأرضي المنخفض LEO
Low Earth Orbit

(٢٠٠٠) كم

(١٦٠) كم



تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟



يتم تحميل القمر على صاروخ الإطلاق وعمل الإختبارات النهائية للصاروخ والتي يطلق عليها إختبارات ما قبل الإطلاق ثم يبدأ العد التنازلي للإطلاق. تبدأ محركات الدفع الجانبية للصاروخ **Boosters** في العمل وينطلق الصاروخ حتى يصل إلى مسافة معينة، ثم يتم فصلها وسقوطها على الأرض. تبدأ مرحلة الدفع التالية في العمل حتى يصل الصاروخ إلى مسافة أخرى، وبعد إنتهاء الوقود الصاروخي لهذه المرحلة يتم إنفصالها وسقوطها على الأرض وتبدأ مرحلة الدفع التالية في العمل.

يتم تكرار ذلك بعدد مراحل الدفع والتي يصل عددها في بعض أنواع الصواريخ إلى أربعة مراحل.

في المرحلة الأخيرة يتم فتح غرفة إحتواء القمر **Fairings** ويتم قذف القمر من الصاروخ في مدار العمل النهائي **Working Orbit**، وذلك بزاوية ميل محددة وبقوة محسوبة بدقة شديدة تشكل مدار القمر طبقاً لتصميم المدار وتمنحه القدرة على التحرك في مداره حول الأرض، وتسمى هذه المرحلة **Kick off Stage**.

وأخيراً يبدأ القمر بعد ذلك في عملية ضبط الإتزان والإتصال بمحطة التحكم الأرضية وفتح الخلايا الشمسية وبدء إختبارات مابعد الإطلاق.



تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟



أما بالنسبة للنوع الثانى وهو الإطلاق إلى المدارات الأرضية البعيدة مثل المدار الأرضى الثابت Geostationary Orbit على إرتفاع ٣٦ ألف كم والمستخدم بواسطة أقمار الإتصالات .. فإن الصاروخ يترك القمر عند أقصى إرتفاع يمكنه الوصول إليه وهو فى حدود ١٥٠٠ كم وذلك خلال فترة تستغرق من ٣٠ إلى ٤٠ دقيقة من بدء الإطلاق، ثم يترك القمر ليتحرك فى مدار بيضاوى أو عدة مدارات بيضاوية متتالية تسمى المدار الإنتقالى Transfer Orbit، وذلك بالإعتماد على محركات الدفع الموجودة بالقمر بهدف توصيله إلى مدار العمل النهائى ليبدأ العمل .. وتستغرق هذه العملية حوالى من ٣ إلى ٤ أسابيع من بدء الإطلاق.



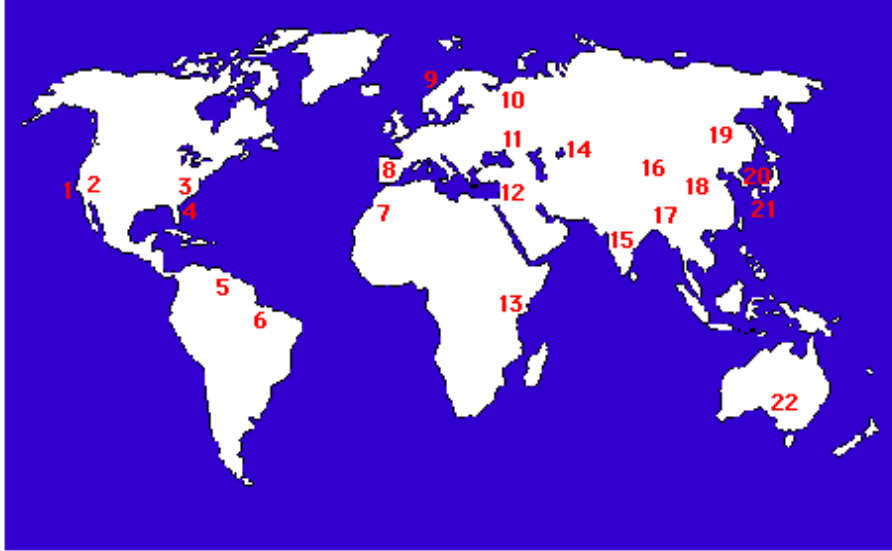
eutelsat

Geostationary orbit

تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟



Space Rocket Launch Sites Around the World



1 - Vandenberg
2 - Edwards
3 - Wallops Island
4 - Cape Canaveral
5 - Kourou
6 - Alcantara

7 - Hammaguir
8 - Torrejon
9 - Andoya
10 - Plesetsk
11 - Kapustin Yar

12 - Palmachim
13 - San Marco
14 - Baikonur
15 - Sriharikota
16 - Jiuquan

17 - Xichang
18 - Taiyuan
19 - Svobodny
20 - Kagoshima
21 - Tanegashima
22 - Woomera

يتواجد حول العالم حوالي ٢٢ موقع إطلاق ثابت لصواريخ الفضاء وهي موضحة بالأرقام الموقعة على الخريطة.

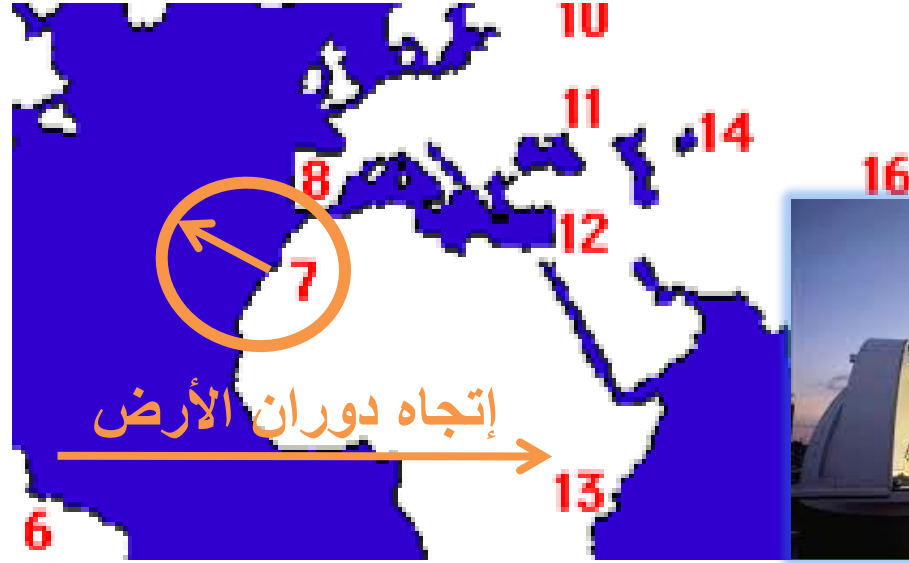
يتطلب عمل هذه المواقع أن تكون زاوية إطلاق الصاروخ في اتجاه البحر أو على الأقل في اتجاه صحراء بمساحة شاسعة خالية من السكان، وذلك لحماية البشر من آثار انفجار الصاروخ وسقوطه على الأرض في حالة فشل عملية الإطلاق.

كما أن زاوية ميل المدار **Orbit Inclination** للقمر المطلوب إطلاقه تعتمد على زاوية إطلاق الصاروخ، وبالتالي فإن هناك العديد من المدارات يمكن تنفيذ عمليات الإطلاق إليها من بعض مواقع الإطلاق بينما لا يمكن التنفيذ من المواقع الأخرى.

تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟



Space Rocket Launch Sites Around the World



وكمثال على ذلك، فإن عمليات الإطلاق في الموقع الموضح بالرقم ٧ تتقيد بأن يكون الإطلاق في إتجاه البحر فقط، وهو عكس إتجاه دوران الأرض، وذلك على عكس غالبية الأقمار الأخرى التي تدور في إتجاه دوران الأرض.

ويؤدي الدوران عكس دوران الأرض إلى الآتي:

أولاً: زيادة السرعة النسبية للقمر بالنسبة للأرض مما ينتج عنه قلة زمن المرور فوق المناطق المطلوب تصويرها، وصعوبة رصد القمر بواسطة المراصد الفلكية الأرضية.

ثانياً: زيادة تأثير العوامل الكونية المؤثرة على مدار القمر مما يجعله ينحرف عن مداره تدريجياً ويقلل من عمره الافتراضي.

1 - Vandenberg
2 - Edwards
3 - Wallops Island
4 - Cape Canaveral
5 - Kourou
6 - Alcantara

7 - Hammaguir
8 - Torrejon
9 - Andoya
10 - Plesetsk
11 - Kapustin Yar

12 - Palmachim
13 - San Marco
14 - Baikonur
15 - Sriharikota
16 - Jiuquan

17 - Xichang
18 - Taiyuan
19 - Svobodny
20 - Kagoshima
21 - Tanegashima
22 - Woomera

ويطلق على المدارات التي تدور نفس إتجاه دوران الأرض مسمى **Prograde Orbit** وعكس دوران الأرض **Retrograde Orbit** ويطلق على المراصد الفلكية الأرضية مسمى **Observatory**.

Sources: NASA, spacetoday.org

تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟

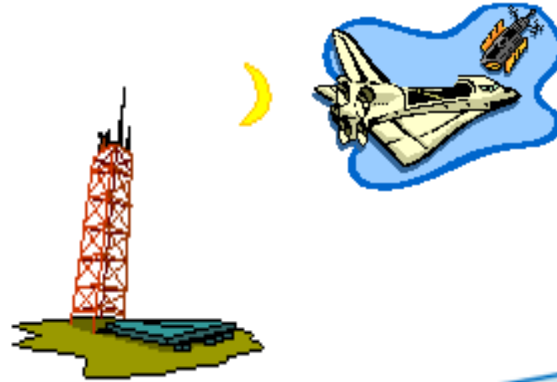


للتغلب على كافة المشاكل السابقة تم اللجوء لإستخدام منصات إطلاق متحركة يتم نقلها للموقع المناسب الذى يحقق القدرة على الإطلاق للمدار المطلوب ومن أمثلة ذلك الآتى:

الإطلاق من البحر Sea Launch: والصورة توضح منصة الإطلاق البحرى أثناء عبورها قناة السويس.

الإطلاق من الطائرات Air Launch: والصورة توضح الطائرة الأمريكية قاذفة القنابل طراز B52 أثناء إستخدامها كمنصة إطلاق متحركة لتحمل الطائرة بدون طيار X34 التى تحمل فى داخلها القمر المطلوب إطلاقه.

كما يتم أيضاً إستخدام مكوك الفضاء كوسيلة إطلاق للأقمار الصناعية فى بعض الأحيان.



تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟



بالنسبة للإطلاق من البحر **Sea Launch**: يتكون المشروع من حفار بترول تم تحويله لمنصة إطلاق عائمة، وسفينة كبيرة مصاحبة لمنصة الإطلاق تستخدم كمركز قيادة لعمليات الإطلاق.

يستخدم المشروع في تنفيذ عمليات الإطلاق التجاري لأقمار الاتصالات والبث التلفزيوني والتي يصل وزن القمر الواحد منها إلى ستة أطنان.

يتم الإطلاق من موقع بالقرب من خط الإستواء بالمحيط الهادى إلى المدار الإنتقالى Transfer Orbit، وذلك تمهيداً للإستكمال المسافة إلى المدار الأرضى الثابت بواسطة محركات الدفع الذاتية بالأقمار.

يتم الإطلاق بواسطة الصاروخ الروسى Zenit 3 ويمتلك المشروع كل من روسيا وأوكرانيا والنرويج والولايات المتحدة وتديره شركة بوينج الأمريكية.



تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟

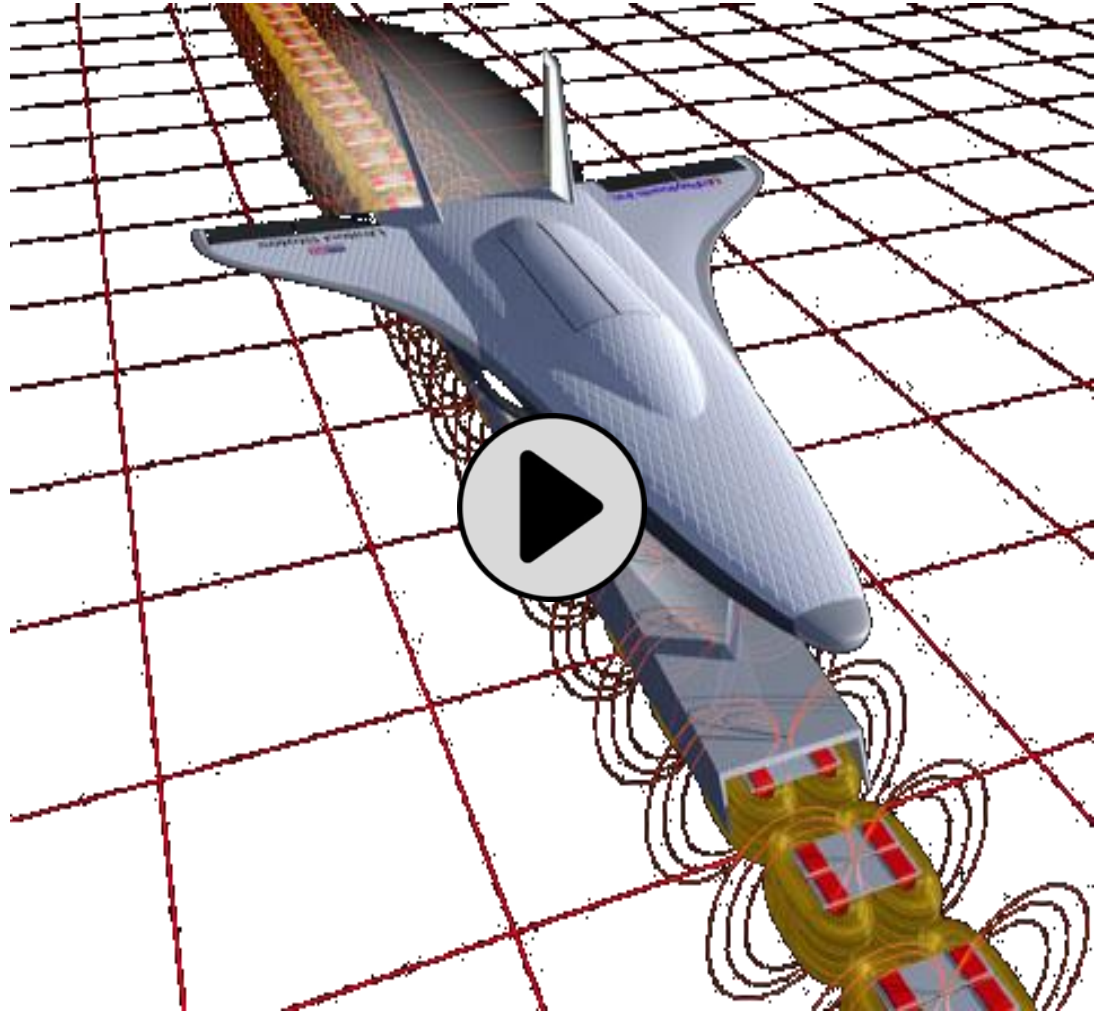


بالنسبة للإطلاق من الطائرات **Air Launch**:
يعتبر الصاروخ الأمريكي المحمول جواً طراز Pegasus أحد وسائل إطلاق الأقمار من أى مكان دون التقيد بالمنصات الأرضية الثابتة.

يتكون الصاروخ من ثلاث مراحل دفع وينفصل عن الطائرة الأم Mother Ship على إرتفاع ١٢ ألف متر، وهى طائرة ركاب طراز Lockheed L-1011، ويمكنه حمل أقمار بأوزان تصل إلى ٤٤٣ كجم إلى المدار الأرضى القريب.



تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟

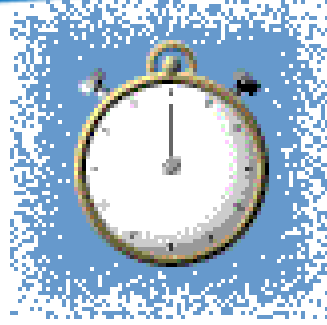


نظراً للإرتفاع الكبير لتكلفة إطلاق الأقمار والتي تتراوح ما بين ١٠ آلاف إلى ٢٥ ألف دولار لكل كيلو جرام من وزن القمر، حيث يصل وزن بعض الأقمار إلى عدة أطنان .. يجرى الآن عمل العديد من الأبحاث العلمية لخفض تكلفة الإطلاق، ومن أبرز هذه الأبحاث هو بحث إنتاج وسائل إطلاق غير صاروخية **Non-rocket Space Launch** .. وهي عبارة عن وسائل إطلاق يكون جزء من مراحل إطلاقها لا يعتمد على استهلاك الوقود الصاروخي الكيميائي مرتفع التكلفة، حيث يتم الإعتماد على وسيلة أخرى لإعطاءه السرعة المبدئية والإرتفاع المبدئي الذي يبدأ عنده عمل الصاروخ في إستكمال باقي مراحل الإطلاق.

تعتمد هذه الوسيلة على تزحلق الصاروخ لمسافة معينة على قضبان من المجالات المغناطيسية التي تعطيه سرعة عالية جداً تمكنه من الوصول إلى إرتفاع عالى يبدأ عنده عمل باقي مراحل الدفع الصاروخي.

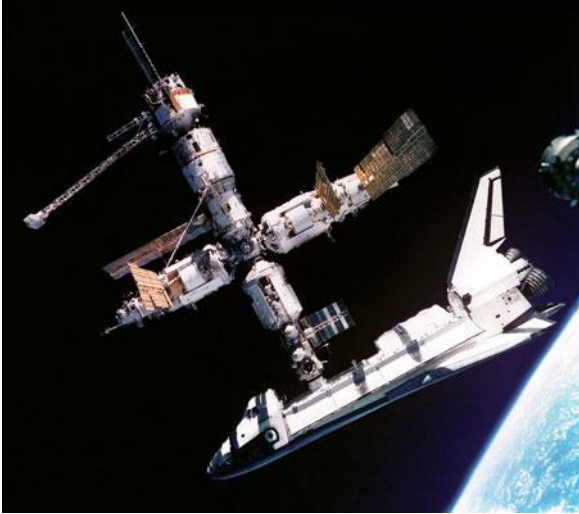


تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟



تتطلب عمليات الإطلاق لبعض أنواع المدارات أن يتم بدء تنفيذ الإطلاق في توقيت محلي محدد بدقائق قليلة يطلق عليه Launch Window وإذا لم يتم الإطلاق في ذلك التوقيت يتحتم الانتظار إلى توقيت الـ Launch Window التالي لتنفيذ عملية الإطلاق.

يحدث ذلك في بعض المهام الخاصة التي تتطلب أن يحدث لقاء بين عدد ٢ مركبة فضائية في الفضاء في نفس التوقيت وذلك مثل إلتقاء مكوك الفضاء بالمحطة الفضائية الدولية لتغيير طاقم رواد الفضاء أو لنقل أشياء إليها، أو إلتقاء مكوك الفضاء بأحد الأقمار الصناعية الهامة لإستعادته وإصلاحه وإعادةه للمدار مرة أخرى، أو في حالة تعمد إعتراض أحد الأقمار بواسطة قمر آخر بهدف تدميره. ويطلق على عملية الإلتقاء هذه مسمى Rendezvous.



تابع .. كيف يتم إطلاق الأقمار؟



ونعرض الآن مثال لعملية إلتقاء حقيقية تم تنفيذها عام ٢٠٠٨ وتهدف العملية إلى تعمد تدمير أحد الأقمار الصناعية في الفضاء، وذلك ضمن إختبارات برنامج النظام Aegis الأمريكي للدفاع ضد الصواريخ الباليستكية .. وتم تنفيذ العملية بنجاح ولكن نتج عن عملية التدمير تحطم القمر المستهدف إلى عدد ١٩٣ قطعة حطام إنتشرت في الفضاء مما شكل تهديداً للإصطدام بالأقمار الأخرى.





شكراً لحسن إستماعكم

