



THE LIBRARIES
COLUMBIA UNIVERSITY







وزارة الثقافة والإرشاد القومي
مديرية التأليف والترجمة

الصواريخ

والأقمار الصناعية

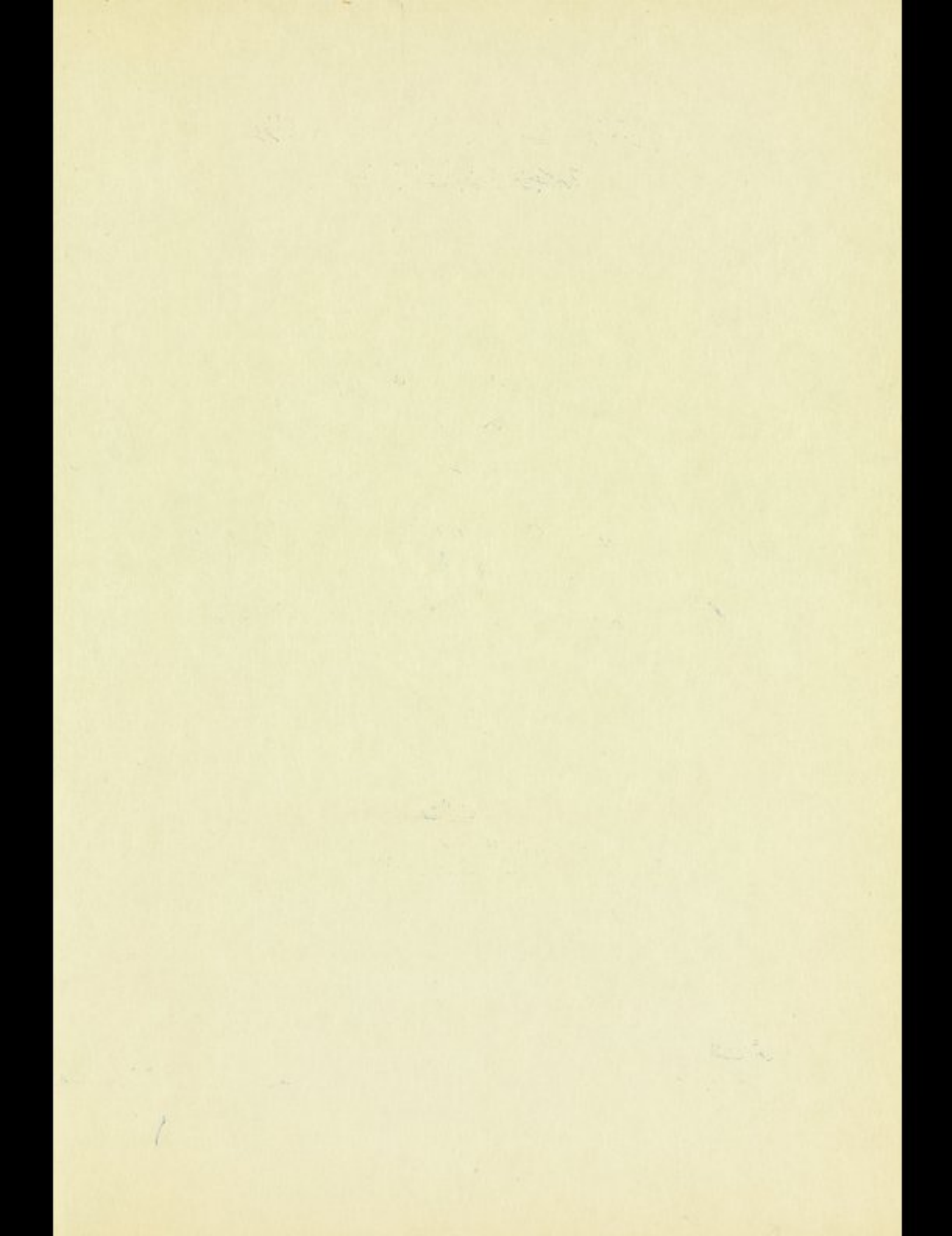
تأليف
المهندس وجيب السيمان

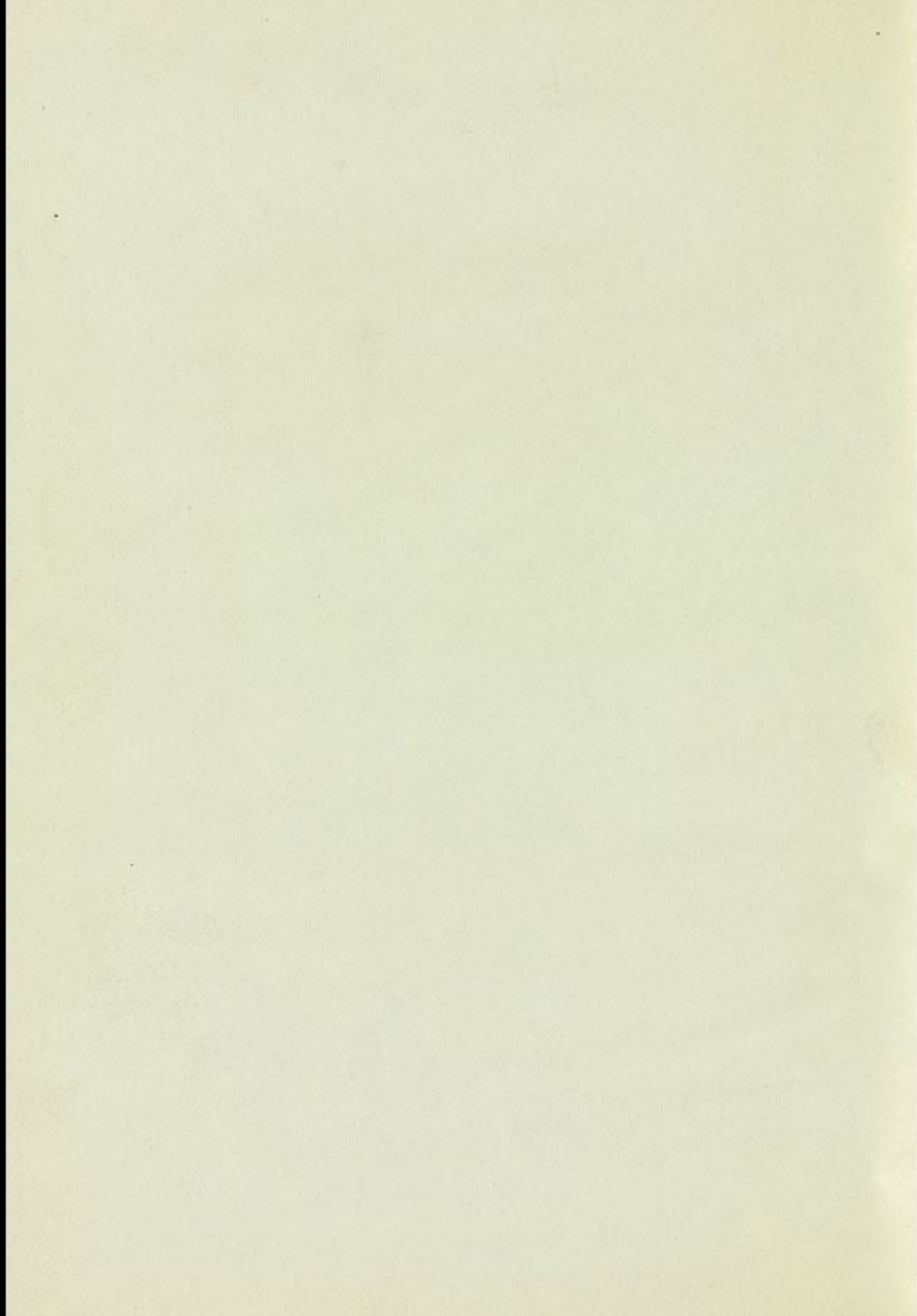
الناشر
مكتبة أطلس

Lunik I
سلسلة تبسيط العلوم

Sputnik I

١





~~956.9~~
~~Un 24~~
~~1~~

956.9
Sy 24
1



مكتبة

وزارة الثقافة والإرشاد القومي

مديرية التأليف والترجمة

الصور
تصوير

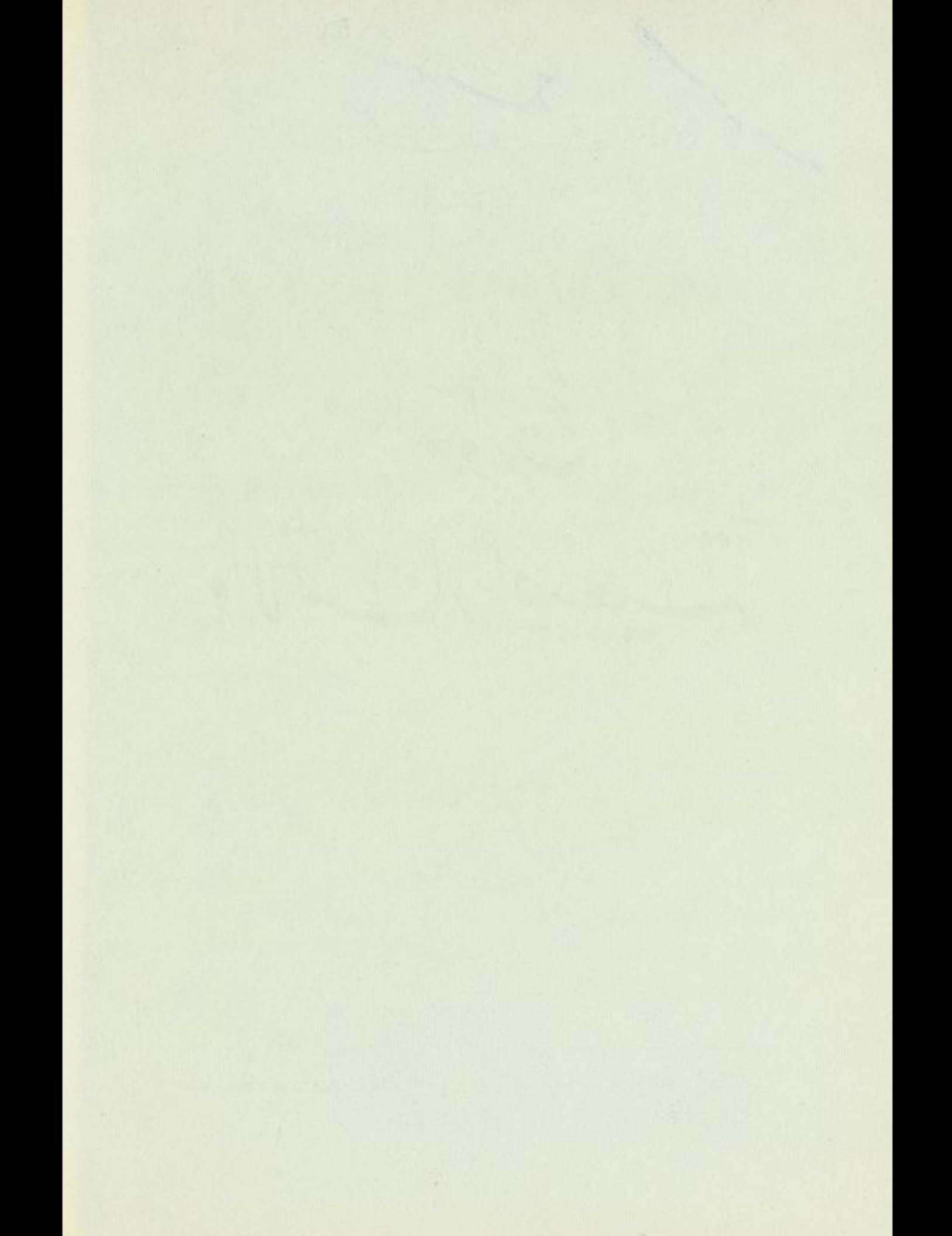
والأتمار الصناعية

تأليف

المهندس وجيه السمان

الناشر
مكتبة أطلس

سلسلة تبسيط العلوم



مقدمة

يعالج هذا الكتاب موضوع فتح الفضاء على يد الانسان ، ويعرض شتى الوسائل التي استعان بها العلماء والمهندسون للوصول الى الفضاء وعديد المحاولات التي كان نصيبها الفشل الى أن تكلمت المساعي بالنجاح في هذه الاعوام الاخيرة .

لقد ظل الانسان ، منذ فجر التاريخ ، يلهم بالطيران وبالافلات من قيد الجاذبية ، ويحلم بالوصول الى الكواكب . وانتقلت هذه الاحلام على اقلام القصاصين والسنة الشعراء خلال العصور الطويلة ، الى أن آن الاوان ، وبلغ تقدم العلم والتكنيك مرحلة سمحت في النصف الاول من هذا القرن بتحقيق حلم الطيران في الهواء ، كما مكنت من وضع الاسس العلمية الصحيحة لملاحة الفضاء ، وجاءت بداية النصف الثاني فتحقق حلم السفر في الفضاء .

من البديهي أن عملا جريئا كالسيطرة على الجاذبية سيطرة تامة ، يفوق كل ما حققه الانسان منذ فجر المدنية ، ويطرح على بساط البحث عددا ضخما من المشاكل العلمية والفنية كانت الحضارة عاجزة عن حلها قبل عهد قريب . ولولا التقدم العلمي المتسارع ، الذي اصبح يخطو في كل يوم خطوات العملاقة ، ولولا تركيز الحكومات الكبيرة لجهودها على هذا الموضوع وتقديمها الاعتمادات المالية بسخاء متزايد وتعبئتها لخيرة الادمعة له ، ولولا التسابق والتنافس القائم اليوم بين عملاقي الشرق والغرب ، لما اتت ملاحة الفضاء اكلاها بمثل هذه السرعة ، فسبقت كل نبوءات المتفائلين .

ربما كان المدفع في القرن التاسع عشر رمز القوة العسكرية للدول ، وعدد وحدات الاسطول وقوته الضاربة ميزان الامم البحرية فيه ، ثم اصبح

عدد الفرق العسكرية الجاهزة ، وما لديها من معدات آلية ، هو المرجح لكفة القوة في النصف الاول من هذا القرن ، وكذلك قوة سلاح الطيران . ثم حلت محله قوة السلاح النووي في سنوات ما بعد الحرب الاخيرة .

اما الآن فقد صار تقدم سلاح الصواريخ ، والسبق في فتح الفضاء عنوان القوة ودليل القدرة على البطش والتمكن من توجيه الضربات المميتة الى قلب العدو ومراكزه الحيوية . واصبحت كل خطوة يخطوها الاتحاد السوفيتي فيسبق بها الولايات المتحدة في مجال التحقيقات الفضائية : من اطلاق أقمار ثقيلة تدور حول الارض أو تصل الى القمر ، او سفن تحمل الانسان الى الفضاء وتعود به سالما الى الارض ، أصبحت كل خطوة في هذا السباق المرير الذي لا هوادة فيه ، تسبب للخصم المنافس اشد القلق وتدفع به الى مضاعفة الجهود كيلا يتعم الخضم بهذا السبق مدة طويلة .

وليس أدل على حدة هذا النزاع بين القوتين ، من النظر في تزايد ميزانية المؤسسة القومية الامريكية لشؤون الفضاء والطيران ، فقد طلب لها مديرها من الكونغرس مبلغ مليار دولار لتنفقها المؤسسة في بحوث الفضاء فقط ؛ في عام ١٩٦٢ ، وهذا المبلغ في نظره هو الحد الادنى الذي لاغنى عنه اذا كانت مصممة بالفعل على اعطاء جوابها الدامغ على الصواريخ القذفية السوفيتية ، وعلى اللحاق بالاتحاد السوفيتي في التسابق على القمر والكواكب السيارة .

ويقال أنه قد حصل لهذا العام على مبلغ مليار ومائتي مليون دولار لينفقها في بحوث الصواريخ وتجاربها ، وهي تعادل بالليرات السورية مبلغ ٤ مليارات و ٣٢٠ مليونا ، أي ميزانية سورية خلال ثمانية أعوام على الاقل .

عند تهيئة هذا الكتاب ، تبين لي أن المهمة ستكون عسيرة جدا لعدة أسباب : أهمها أنني أكتب لقراء جلهم من غير الاختصاصيين في العلوم . فلا بد لي من التزام جانب التبسيط ، سيرا على الخطة التي حددتها وزارة الثقافة والارشاد القومي ، ولكن الموضوع في ذاته لا يحتمل التبسيط ،

المفرط ، فلم يكن ثمة بد اذا من الاحتفاظ بحد أدنى من المعلومات العلمية ، جعلتها في مستوى ثقافة حامل الشهادة الثانوية .

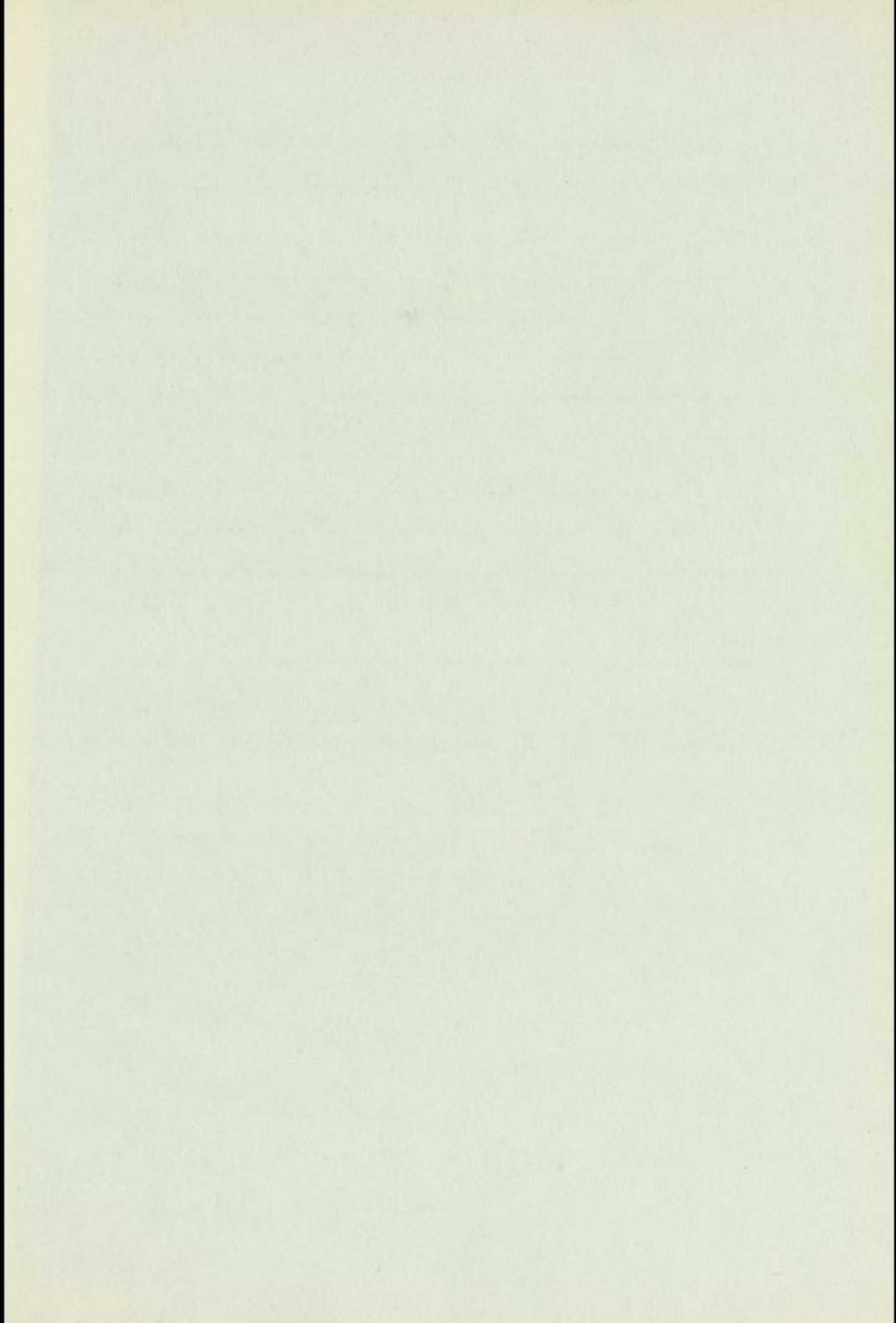
وثانية الصعوبات هي أن سعة الموضوع وتشعبه وولوجه في نواح عديدة من العلم ، تجعل من الصعب على المؤلف أن يفهم حقه بكتاب محدود الصفحات بالعدد الذي تحدد به هذا الكتاب ، وثالثتها أن هذا العلم الذي لا يزال بعد في فجره ، يطلع علينا كل يوم بأمور جديدة قد تغير كل معتقدات الامس . ولذلك لا بد من تحديد الفترة التي تشملها المعلومات الواردة فيه ، وقد حددتها بخريف عام ١٩٦١ ، أي برحلة غرمان تيتوف في آب الماضي .

ولما كنت في هذا البحث من الرواد بالنسبة للمكتبة العربية ، فإني أستسمح القراء العذر فيما قد يجدون فيه من هفوات . واني لو طيد الامل بأن أكون قد قدمت الى القارىء العربي سجلا مركزا لما حققته فتوح الفضاء في الاعوام الاربعة الاخيرة .

وقبل أن اختتم كلمتي هذه ارى من الواجب تقديم خالص الشكر للملحقين الثقافيين الامريكى والسوفييتى في دمشق ، اللذين امداني بكمية مفيدة جدا من المعلومات ، وبعدها من الصور .

دمشق في الثلاثين من كانون الثاني ١٩٦٢

وجيهه السمان



الفصل الأول

تاريخ معرفة الفضاء والصواريخ

١ - الدور الاسطوري والتخيلي :

نشأ علم ملاحاة الفضاء ، كما نشأ علم الفلك ، من ملاحظة السماء والتأمل فيها . غير ان علم الفلك (وهو غير التنجيم) ظل طوال العصور بين أيدي العلماء ، بينما تسلم موضوع ملاحاة الفضاء ، في أول الامر ، جماعة من الكتاب ذوى المخيلات الخصبية . فألفوا القصص عن رحلات الفضاء ، وجعلوا أبطالها يزورون الكواكب والنجوم كما شاءت لهم أحلامهم وتأملاتهم .

ازدانت الآداب القديمة لمختلف الامم بعدد من الاساطير عن النجوم وعن رواد النجوم ، تصور لنا هذه الاساطير النجوم أو مجموعاتهما وكأنها مخلوقات بشرية أو حيوانية لها حياتها الخاصة ومغامراتها وغرامياتها ، منها السعيد ومنها التعيس . فتراها عند اليونان تمتزج بحياة الآلهة ثم تصبح ، لمكانها السماوي ، هي الآلهة نفسها ، ومن هنا نشأت اسماء السيارات كعطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل . وقد تابع المكتشفون من العلماء الحديثين هذه الطريقة في التسمية فسموا بقية السيارات : أورانوس ونبتون وبلوتون . وكذلك نشأت اسماء مجموعات النجوم كالثرثيا والمرأة المسلسلة والفرس الاكبر ، الخ . . . وفي الادب العربي القديم أسطورة الشعريين : اليمانية والشامية ، العبور والغبيصاء ، وقصة النسرين : الطائر والواقع والجوزاء وسهيل والثقلين والفرقد والسهي ، الخ . . .

ولما اعترز الفلك في القرن السابع عشر باختراع المنظار على يد العالم الايطالي غاليله ، انفتحت آفاق جديدة على الكواكب السيارة خاصة ، ونشأت الرغبة عند كثير من الكتاب في أن يبنوا قصصهم السماوية على نتائج مكتشفات الفلك ، التي أخذت تنمو وتزداد بنمو أجهزة الرصد الحديثة . كما أنهم ركزوا هذه القصص على أسس الميكانيك السماوي الذي نشأ في ذلك الحين بفضل دراسات كوبرنيك ونيوتن .

وجاء القرن التاسع عشر بمكتشفاته العلمية الوفيرة ومكاسبه التكنيكية الكثيرة ، فأخصب قرائح الكتاب ، فأفاضوا في التأليف في رحلات الفضاء وزيارة الكواكب معتمدين في ذلك على أسس علمية في ظاهرها وواهية في باطنها . وأشهرهم القصصي الفرنسي جول فيرن . وأكثر قصصه تبحث في المغامرات والرحلات الخارقة التي تستبق الامكانيات العلمية في عصره ، فألف قصة الرحلة الى القمر ، ومنهم الكاتب الانكليزي الكبير ويلز الذي أبدعت مخيلته مادة سماها كافوريت اذا طلي بها جسم من الاجسام حجبت عنه جاذبية الارض . ومنهم من تخيل مادة ذات ثقالة سلبية تنبذها الارض ، ومنهم من استخدم ما أسماه (بقوة اهتزاز الأثير) أو اشعاعات غريبة يكتشفها أبطال قصته ، أو ادخر أشعة الشمس أو استخدم طيفها ، (وأضاف اليه عند الاقتضاء طيف الراديوم) .

ولما اكتشف العلم حادث ضغط الاشعاع ، استغله الكتاب فتخيلوا سفينة الفضاء مزودة بقرص كبير ، يقوم مقام الشراع ، تدفعه أشعة الشمس الى ما لا نهاية .

وارتقى هذا النوع من القصص وكثر في سنوات (١٩٤٠ - ١٩٦٠) على يد عدد من الكتاب الحائزين على نصيب كبير من الثقافة العلمية ، وبعضهم من أساتذة الكليات العلمية ، فخلقوا أدبا جديدا سمي بالقصص العلمي ، وأكثره يبحث عن المستقبل كما يتصوره هؤلاء الكتاب بفضل تقدم العلم وسيره المتسارع . نذكر من هؤلاء الكتاب : براد بري ، أزيوف ،

كلارك ، هنان ، فان فوغت ، أفريموف ، الخ . . . وتشغل رحلات الفضاء جزءا هاما من مواضيع قصصهم .

ولنعد الى جول فرن ، وقصة الرحلة الى القمر ، فهي تعتبر (بالنسبة الى زمنها) قصة مركزة على أساس علمي بنوع ما ، ولكن مناقشتها من قبل العلماء منذ ذلك الحين أبانت عن نقاط الضعف فيها ، وخلصت أن هذه الرحلة تجري في سفينة هي في الحقيقة قنبلة جبارة يطلقها مدفع جبار فيكسبها السرعة الكافية لتخليصها من جاذبية الأرض ، فتسير عبر الفضاء حتى تصل الى جوار القمر . ويبلغ طول هذا المدفع العملاق (٣٠٠ مترا) وقد صب فولاده داخل بئر عميق في الأرض . أما القذيفة فتدفع بواسطة مقدار كبير من المواد المتفجرة التي كانت معروفة حينذاك يبلغ وزنها (١٦٤ طنا) .

وقد فكر جول فرن بأن هذه المتفجرات تستطيع أن تكسب القنبلة (خلال انفجارها الذي يستغرق جزءا صغيرا من الثانية) سرعة هائلة تبلغ (١٦ كيلو مترا) في الثانية (وتعادل ٥٧٦٠٠ كم/سا) تستطيع بها القذيفة أن تغلب مقاومة الهواء وتفلت من جاذبية الأرض . الا أن اكتساب هذه السرعة الهائلة في هذه البرهة الوجيزة يجعل ركاب السفينة تحت تأثير قوة تعادل ٢١٤٠٠ مرة من ثقلهم العادي وتكفي لتسميعهم ، فضلا عن أن الجو سيقف حائلا في وجه هذه السرعة الفظيعة كأنه جدار سميك من الحديد ، وستحتك القنبلة بهذا الجو احتكاكا عنيفا يرفع حرارتها الى الاحمرار في أقل من ثانية ، ناهيك عما يجري لها في الثواني التي بعدها .

فلكي تصبح طريقة جول فرن هذه معقولة ، كان لابد من زيادة طول المدفع ، وقد تبين بالحساب أن طوله ينبغي أن يكون ٦ آلاف كيلو متر ، وهذا مستحيل ، ومعناه أن المدفع لا يصلح البتة أن يكون واسطة لقذف سفينة الفضاء .

ما العمل اذا ؟ وما هي الحيلة في تحقيق ملاحه الفضاء مادام المدفع

غير مفيد؟ أجاب النقاد على ذلك قائلين : ينبغي أن تبدأ سفينة الفضاء حركتها بسرعة بدائية صغيرة وأن تكون مزودة بألة تعينها على أن تزيد هذه السرعة أو أن تنقصها حسب المشيئة في الفضاء الخالي من الهواء . لم يكن ثمة وسيلة لتحقيق هذه المطالب سوى الصاروخ .

وفي عام ١٨٩١ وافقت أكاديمية العلوم الفرنسية على أن تتولى الاشراف على منح جائزة وضعها بييرغوزمان وقدرها ١٠٠ الف فرنك لأول شخص يجد الوسيلة الكفيلة بوصل الارض بأحد الكواكب .

وفي عام ١٨٩٦ أصدر الكاتب الروسي فيدوروف كتابا سماه : المبادئ الجديدة للملاحة بين الكواكب وكان من شأن هذا الكتاب بالرغم مما فيه من عبث أن بعث اهتماما كبيرا بهذا الموضوع في نفس عالم روسي اسمه تسيولكوفسكي .

٢ - دور الدراسات النظرية :

ولد قسطنطين ادوارد فيتش تسيولكوفسكي عام ١٨٥٧ في مدينة صغيرة بروسيا ، وأصيب ، وهو في العاشرة من عمره ، بالحمى القرمزية ، فأفقدته حس السمع وجعلته يعيش في عزلة عن رفاقه منطويا على نفسه ، فأكب وهو صغير على دراسة العلوم الرياضية . وبالرغم من فقر والديه ، فقد استطاع عند بلوغه الخامسة عشرة أن يكتسب ثقافة رياضية متينة أعانتة على دراسة الفيزياء . وبدأ حينذاك يهتم بالمناطيد ويصنع منها نماذج صغيرة .

ثم أصبح أستاذا للرياضيات والفيزياء ، فصار يتابع بحوثه الشخصية على المناطيد المعدنية ولم يوفره القدر ، بل أصيب بأمراض عديدة واحترق مخبره ومكتبته وظل يصارع الموت عاما كاملا حتى نجا وعاد لمتابعة بحوثه في المناطيد ، فأنشأ لنفسه مخبرا خاصا للنفخ يولد فيه تيارات هوائية قوية يجرب فيها المناطيد .

وفي عام ١٨٩٨ أخذ يجوس رحاب العلم الجديد : علم ملاحة الفضاء ،

فوضع تصميمها لسفينة فضائية تسير بواسطة محرك نفاث يحرق الوقود المائع . ولكن السلطات الروسية لم تكن اذ ذاك لتهتم بأعمال مثل هذا العالم العصامي ، ولا سيما في مجال كالملاحة الفضائية يعتبر ضربا من الجنون . فلم تنشر دراسته هذه الا في عام ١٩٠٣ ، فكانت أول دراسة جدية ظهرت في هذا الموضوع وقد حوت من المبتكرات والنبوءات ما لم تعرف قيمته الحققة الا فيما بعد ، فهو الذي أوصى باستعمال الوقود المائع لتحريك الصاروخ كما تخيل طريقة سهلة لتغيير اتجاه الصاروخ أثناء سيره بتوجيه قسم من الغازات المنطلقة منه في اتجاه مائل وهو الذي تصور عملية الجام حركة الصاروخ الراجع من رحلته الى الارض ، بواسطة مقاومة الهواء .

وعاد في عام ١٩١٤ فأدخل تحسينات جديدة على مشروعه ، وكذلك في عام ١٩٢٧ ، اذ صمم لسفينة الفضاء غلافا مضاعفا يحوي بين طبقتيه على خلاء تام لعزل داخل السفينة ، وتصور أن يكون السائق مضطجعا لكي يستطيع احتمال قوى التسارع الكبيرة . وعاد في عام ١٩٢٩ فنشر نسخة جديدة منقحة من تصميمه .

وقد اهتمت الحكومة السوفييتية بأمره منذ قيام الثورة ، فأكرمت مشواه وشجعتة على المضي في عمله وأعاتته على نشر دراساته . وتوفي في عام ١٩٣٥ .

يعتبر تسيولكوفسكي أول واضع لاسس علم الملاحة الفضائية ، وهو صاحب النبوءة التالية التي قالها في عام ١٩١٣ : ان البشرية لن تقنع بالبقاء طويلا على هذه الارض ، بل انها ، بحثا عن الضياء والفضاء ، ستجتاز في البداية تخوم الجو ، ثم تفتح الفضاء جميعه حول الشمس .

خليفة هذا العالم الروسي في وضع أسس ملاحة الفضاء هو العالم الروماني هرمان أوبرث ، (الذي أصبح خلال الحرب العالمية الثانية مواطنا ألمانيا) اذ أصدر في عام ١٩٢٣ مؤلفا عنوانه : الصاروخ في الفضاء ، ثم أعاد نشره مع التنقيح والزيادة في عام ١٩٢٧ ، فعدا بصيغته النهائية تلك المرجع



الشكل (١) تسيولكوفسكي الشكل (٢) هرمان اوبرث

الوحيد لعلم ملاحه الفضاء ، ويعتبره كثير من العلماء من أنفس المؤلفات العلمية التي كان لها فضل كبير في تغيير وجه الانسانية .

عالج المؤلف في كتابه هذا جميع المسائل الاساسية المتعلقة بملاحه الفضاء . ولم يكتف بدراسة الناحية الرياضية البحتة ، بل تطرق الى المشاكل الميكانيكية ، وذلك في وقت لم يتجاوز فيه وزن أكبر الصواريخ المعروفة بضعة كيلو غرامات .

انضم هذا العالم فيما بعد الى جماعة من الالمان للقيام ببحوث علمية عن الصواريخ .

الى هذين الاسمين نضيف اسم العالم الفرنسي اينول — بلتري المولود في عام ١٨٨١ ، الذي اشتهر في البدء ببحوثه في الطيران ، واخترع الجهاز المسمى (عصا المكنتة) الذي يدير صعود الطائرة وهبوطها ، ثم اتجه في عام ١٩١٢ نحو بحوث الملاحه الفضائية فبذل جهده في تشجيعها ونظم موضوع الجائزة العالمية التي كان أول رابح لها العالم أوبرث . وقد تنبأ بأن أول رحلة الى القمر ستجري عام ١٩٥٥ .

٣ - دور التجارب العملية على الصواريخ :

يعتبر العالم الأمريكي روبرت غودارد (١٨٨٢ - ١٩٤٥) أول من قام بتجارب علمية دقيقة على الصواريخ ، وكان يدرس الفيزياء في كلية كلارك بولاية ماساشوست . وكانت خطته في التجريب هي أن يحول الدراسات التي قام بها سابقوه الى تطبيقات عملية ، فبدأ بالصواريخ ذات الوقود الصلب ، في عام ١٩٠٨ ثم انتقل الى الوقود السائل ولم يعلن نتائجه الا في عام ١٩١٩ اذ قدم تقريرا قيما جدا الى معهد سميتسونيان ، بعنوان متواضع هو : البحث عن وسيلة للوصول الى الارتفاعات الكبيرة .

وأوصى في تقريره بعدم اللجوء الى الوقود الصلب لتحريك الصواريخ ، لانه غير مضمون ، بل فضل استعمال الوقود السائل ، وكان يستعمل بالفعل مزيجا من بنزين السيارات والاكسجين السائل يدخلان في آن واحد الى غرفة الاحتراق حيث يتفاعلان ويندفع الغاز الحار الشديد الضغط والنتاج من الاحتراق في فتحة الانطلاق .

وهكذا كانت بحوثه تجري على موضوع غني بالنظريات فقير بالتطبيق ، ولم يكن في بداية عمله يستطيع الاعتماد الا على وحيه الشخصي ، مكافحا شعوره الدائم بأنه يضيع وقته الثمين ، كما يضيع جهوده وأكثر ما لديه من مال قليل ، وأنه قد زج بنفسه في درب لا منفذ له ، وأن عليه أن يبدأ بحوثه من أولها في طريق جديدة .

على أنه أحرز في عام ١٩٢٦ أول نصر له ، كالتصر التاريخي الذي أحدثه تحليق أول طائرة على يدي كليمان آدر ، وكان غودارد قد اشتغل مدة طويلة بمحرك صاروخي صنعه في معمله الصغير الخاص ، فكان أول صاروخ يشتغل بالوقود السائل ، ولم يكن طيرانه مما ينعش الآمال ، اذ أنه اكتفى بقطع مسافة قدرها ٥٦ مترا خلال ثانيتين ونصف فبلغت سرعته خلال هذه المدة معدلا قدره ٨١ كم/سا .

لم تلق نتائجه هذه بالطبع اهتماما من الحكومة ، ولولا المعونة القليلة



الشكل (٤) روبرت غودارد



الشكل (٣) روبر اينول

التي نالها من المعهد ومن أحد الصناعيين لما استطاع المضي في تجاربه المكلفة. وظلت بحوث الصواريخ في الولايات المتحدة تسير سير السلخفاة بسبب عدم تكتيل الجهود الفردية وتخصيص الاعتمادات اللازمة .

يعتبر غودارد اليوم أعظم الباحثين مساهمة في نقل علم الصواريخ وتكنيكها من دور الحسابات النظرية الى دور التحقيق العلمي . وقد الهبت جهوده الطويلة غيره من الباحثين الذين كانوا يعملون بمعزل عن بعضهم بعضا .

قامت في المانيا منذ عام ١٩٢٧ عدة محاولات لتجريب الصواريخ ، أهمها تلك التي قام بها بعض أفراد جمعية (رحلات الفضاء) وكانت قد تأسست في ١٩٢٧ في مدينة برسلاو .

بدأت حفنة من الاعضاء العاملين في هذه الجمعية بعد انتقالها الى برلين في عام ١٩٣٠ ببحوث تمهيدية في بقعة من الارض مساحتها ٥ كيلو مترات مربعة استأجرتها الجمعية في ضواحي برلين وأسمتها (مطار الصواريخ) .

وفي خلال الاعوام الاولى التي تعاقبت بعد ١٩٣٠ قام المهندسون الالمان

بعدد كبير من التجارب على نماذج مختلفة من المحركات الصاروخية وأنواع الوقود . وتعتبر هذه التجارب بدائية لا يخلد منها شيء ولكنها كانت الدفعة الاولى .

ثم تغير نظام الحكم في المانيا واستولى الحزب النازي على السلطة فيها ، فلم يكدهام ١٩٣٣ يشارف على الانتهاء حتى كان الجيش الالماني قد أخذ على عاتقه هذه التجارب بمعونة عدد من مهندسي جمعية رحلات الفضاء أنفسهم ، ففتح لهم صندوق المال وخصص لهم الاعتمادات الوفيرة حتى تمكنوا من متابعة بحوثهم وتوسيعها والاستعانة بالآلات والاجهزة الكافية بعد أن كانوا يستجدون الآلات الصغيرة وقطع التبديل استجداء من أرباب الصناعة لقله ذات يدهم .

توبعت البحوث في (مطار الصواريخ) تحت ستار الكتمان الرسمي ، لا يعلم بها الا الاوساط العسكرية الالمانية . وفي هذه الآونة ظهر مهندس شاب لامع اسمه فرنر فون براون (المولود عام ١٩١٢) وكان من بين الاعضاء المتحمسين في جمعية رحلات الفضاء ، فتمكن من كسب الثقة الرسمية فعين رئيسا لقسم البحوث . وكان من شأن هذا التدبير ان دفع عجلة العمل دفعة كبيرة ، اذ لعبت عبقرية هذا الشاب دورا كبيرا رفع المانيا الى المرتبة الاولى في علم الصواريخ .

وزاد اتساع البحوث في عام ١٩٣٦ ، وكانت القيادة الالمانية العليا تولي اهتمامها للصواريخ الكبيرة لانها تجد فيها سلاحا جديدا مخيفا . فاتضح عندئذ أن (المطار) لم يعد كافيا وتقرر انشاء قاعدة كبيرة للبحوث في جزيرة صغيرة تقع في بحر البaltic هي قاعدة بينمونده التي اشتهر اسمها فيما بعد . وهناك تمكن العلماء الالمان من انجاز اول صاروخ كبير حديث هو سلاح ف٢ المشهور .

٤ - الصاروخ ف ٢ :

بعد عام ١٩٣٦ ، زاد نشاط العمل زيادة كبيرة ، حتى توصل الباحثون

في عام ١٩٣٨ الى صنع محرك صاروخي يعمل بالوقود السائل ويولد قوة دافعة قدرها ٩٠٠ كغ . في هذه السنة نفسها وضع العلماء الالمان الدراسات الاولى للصاروخ ف ٢ ، وبعد ذلك بسنتين كان مئات المهندسين منكمين على عمل رسوماته التفصيلية .

وفي عام ١٩٤٢ ، بينما كان اكثر الخبراء الرسميين لدى بقية الامم يصرحون بقوة ان صنع صاروخ بعيد المدى ، له سرعة الصوت ، أمر مستحيل ماديا ، كان الخبراء الالمان يراقبون بمزيد الابتهاج النماذج الاولى من صاروخهم ف ٢ تطير الى أعالي الجو بسرعة تبلغ عدة آلاف الكيلومترات في الساعة .

كانت عملية انجاز هذا الصاروخ مهمة ضخمة تشبه في اتساعها عملية (مشروع مانهاتن) الذي صنعت فيه الولايات المتحدة القنبلة الذرية . وأصبحت في عهده جزيرة بينمونده قاعدة ضخمة حافلة بالمختبرات المتخصصة في فروع الكهرباء والهدروليكا والميكانيك والمعادن وغيرها ، وشيدت تحت الحراسة والتكتم الشديدين أنفاق لتجريب (انسيابية القذائف) لدى السرعات فوق الصوتية بنوع لم يعرف له مثيل في أية جهة أخرى من العالم .

قصد مركز الصواريخ أحسن الادمغة ، جاءت من جميع المدن الالمانية لتوحيد الجهود في صنع وتحسين الصاروخ ف ٢ ، وكان يعرض اثناء الصنع كثير من المشاكل يتعسر حلها على مركز بينمونده مع اتساعه ، فكانت البرد الخاصة تحمل أكداس الاضبارات الفنية الى الكليات العلمية في برلين وهيدلبرغ وفيينا ودارمستات ، وغيرها لينكب على دراستها اساتذتها العلماء ، واشترك في الجهد أيضا أهم البيوت الصناعية المتخصصة ، مثل زايس وفاربن وسيمنس وتلفونكن ، لدراسة أو صنع عناصر الصاروخ .

ولما بلغ النشاط أشده ، بلغ عدد المشتغلين في صنع الصاروخ ١٢ ألف شخص منهم ١٥٠٠ عالم ومهندس و ٨ آلاف عامل متخصص ، ماعدا الوف الاعوان الآخرين الذين كانوا يعملون في أنواع أخرى من الصواريخ .

ويساند هؤلاء جميعا قوة صناعية هائلة تستند على عشرات الالوف من العمال ، لصنع الوقود السائل والمعادن والمركبات الخاصة للنقل ، والمواد العازلة والاجهزة والعدد الالكترونية .

ولما شعر الحلفاء بخطر هذا السلاح الفتاك الذي يعده لهم الالمان شنوا على قاعدة بينمونده سلسلة من الغارات الجوية المدمرة ، كانت احداها كثيرة الضحايا من الفنيين ، فنقل الالمان مراكز الصنع الى مصانع بنوها تحت الارض في مدينة نورد هوزن ، حيث صار ٣٠ ألف عامل يعملون مع ٢٥٠ ألف آلة ليخرجوا يوميا ثلاثين من هذه الصواريخ .

بدأ الالمان في بينمونده باطلاق اول صاروخ ناجح في ٢ تشرين الاول ١٩٤٢ وكان ذلك عقب محاولتين فاشلتين ، فارتفع الصاروخ العملاق (وطوله ١٤ مترا) الى أعالي الجو ثم سقط في المنطقة التي عينت هدفا له في بومرانيا ، على بعد ٢٨٥ كم من نقطة الانطلاق . وقد اتصفت التجارب التي تتالت ، بتناوب النجاح والفشل في اطلاق هذا السلاح الدقيق المعقد ، وكانت النتيجة ان السلسلة التي تسلسلت أرقامها بين ٢٠ - ١٢٠ فشل منها عشرون فقط ونجح ثمانون .

ولولا أن هتلر ، تسبب بجهله لاهمية هذا السلاح ، بتأخير انتاجه على هذا المقياس الكبير مدة عامين وذلك بتحويله الجهود الحربية الى اتجاهات اخرى ، لكان له أثر حاسم على مجرى الحرب ، لانه بسبب هذا التأخير لم يبدأ اطلاقه الا بعد ان نجح نزول الحلفاء في شمال فرنسا وتناقصت فائدته جدا . وعلى كل حال فان العدد الاجمالي الذي انتجه الالمان من سلاح ف ٢ بلغ ١٢ الفا ، ولولا ذلك التأخير لانتجوا منها عشرين الفا اخرى ولبدأوا باطلاقها قبل عام على الاقل ، فاستحال ربما نزول الحلفاء في شمال فرنسا من جراء ذلك .

أطلق أول صاروخ على مدينة لندن في ليلة ٨ ايلول ١٩٤٤ ، وقبل أن تتمكن جيوش الحلفاء من الاستيلاء على قواعد الصواريخ ، كان الالمان قد استطاعوا ان يقذفوا منها ٤٣٠٠ على أهداف تقع في انكلترا وبعض

الموانئ الاوروبية كميناء انفرس • واجتاز المانش منها الفان سقط من بينها على لندن ١٣٣٠ فقط • وكان هذا الصاروخ بسرعته الهائلة يسبق موجته الصوتية فيقع بدون سابق انذار •

ولما انتهت الحرب في أوروبا على أراضي المانيا المخربة ، انهار التعاضد الذي كان قائما بين الحلفاء ، فقامت مصالح الاستعلامات التابعة لهم بسباق جهنمي على مراكز البحوث النازية ليضعوا أيديهم على ما قد يجدونه من صواريخ ف ٢ أو من اجزائها بحالة سليمة • فأخذت الصواريخ كغنيمة حرب • وفي خلال الاشهر التي أعقبت الهدنة أرسل الى الولايات المتحدة عدد كبير من العلماء والخبراء الالمان مزودين بعدة أطنان من الخرائط والتصاميم وأعقب ذلك ارسال سيل من المعطيات الصناعية والمعلومات عن الانتاج وطرق استعمال وتداول السوائل المحرقة ووسائل دفع الصواريخ وأرقام النتائج التي حققتها ، وغير ذلك من المعلومات • فكان كل ذلك غنيمة تكنولوجية لم يسبق لها مثيل في التاريخ وقد دفعت بعلم الصواريخ دفعة قوية جدا •

استولى الجيش الروسي بقيادة الجنرال ركوسوفسكي على قاعدة بينمونده في ٥ آذار ١٩٤٥ ، وأعطى القائد أوامره الى أحد ضباطه بتدمير ما بقي منها وصرح هذا الضابط فيما بعد أنه وجد ثلاثة أرباع القاعدة خرابا ، وأنه قام بتخريب الربع الباقي ، وكان الالمان قبل ذلك قد نقلوا الآلات والموظفين الى بافاريا فوق أكثرهم في منطقتي الاحتلال الامريكية والانكليزية وخاصة الاعضاء القدامى لجمعية الرحلات الفضائية •

واستولى الجيش الامريكي على مصنع الصواريخ ف ٢ واقتضت الاتفاقات العسكرية بعد ذلك ان يسلم الى الجيش الروسي ، غير ان الامريكيين رحلوا منه قبل تسليمه حمولة ثلاثمائة عربة قطار من اجزاء الصاروخ وقطعه التكمينية الى الغرب •

هل أفاد الروس حقا من قاعدة بينمونده ؟ الجواب على ذلك كما بيننا ، هو ان العلماء الالمان كانوا جميعا قد غادروا قاعدة التجارب لاجئين الى الجيش الامريكي •

الفصل الثاني

قليل من المعلومات العلمية

١ - الصواريخ :

ليس الصاروخ الا اداة دافعة تخضع لمبدأ أساسي في علم الميكانيك وهو مبدأ تساوي الفعل ورد الفعل ، وعلى أساسه تندفع الطائرات المسماة بالنفثة أو النافورية .

والامثلة على توليد الحركة بواسطة رد الفعل (أو اختصارا بالارتداد) كثيرة ، أبسطها مثال بالون الاطفال الذي اذا تركت فوهته مفتوحة بعد نفخه جيدا مضى سريعا في اتجاه يعاكس جهة انسياب الهواء من داخله ، ومنها الاسهم النارية التي تشعل في الاعياد والمناسبات فتندفع منها غازات احتراق البارود الى أسفل وتمضي الاسهم صاعدة في الجو .

ومثال ثالث هو جهاز رش الحدائق الذي يخرج الماء منه من عدة فوهات معقوفة تقع على محيط دائرة واحدة ، فاذا ركز هذا الجهاز على محوره القائم وارسل فيه الماء المضغوط خرج الماء من فتحاته واخذ الدولاب يدور بعكس جهة خروج الماء .

لنتصور الآن رجلا واقفا فوق عربة بسيطة ، ووزنه يساوي وزن العربة ، وان هذه الاخيرة واقفة على سطح أملس (أو على سكة حديد ملساء) . فاذا قفز الرجل من فوق العربة في اتجاه اليمين اندفعت العربة في الاتجاه المعاكس تبعا لقانون نيوتون (تعادل الفعل ورد الفعل) وسارت بسرعة تساوي السرعة التي قفز بها الرجل .

ولو كان وزن العربفة ضعف وزن الرجل لاصبحت سرعتها نصف سرعته ،
وهكذا ... بشرط أن لا يكون ثمة احتكاك بين عجلاتها والارض .

لنتصور الآن نفس هذا الشخص واقفا فوق العربفة وبين يديه حمولة هامة
من قطع الآجر . يأخذ الرجل آجرة ويقذف بها نحو اليمين فترتد العربفة نحو
اليسار بسرعة بسيطة جدا لان كتلة هذه القطعة من الآجر ليست الا جزءا
صغيرا من كتلة العربفة وحمولتها ، غير ان العربفة اذا كانت كما قلنا على أرض
ملساء فان هذه السرعة لا تضيع .

فاذا القى الرجل الآن آجرة جديدة بنفس السرعة السابقة تضاعفت سرعة
العربفة فورا ، ثم تأخذ بالتزايد اذا تابع الرجل قذف قطع الآجر . وفي نفس
الوقت تأخذ حمولة العربفة بالتناقص وكذلك وزنها ، فينتج من ذلك ان القطع
الاخيرة من الآجر تعطي العربفة سرعات اكبر بكثير من التي تعطيها القطع
الاولى . فاذا نقص وزن العربفة الى النصف عند القاء الآجرة الاخيرة . ولدت
هذه القطعة سرعة تعادل ضعف السرعة التي ولدتها القطعة الاولى . ويعبر
الرياضيون عن هذا بقولهم ان سرعة العربفة لا تزيد وحدها فحسب بل ان
تسارعها او تعجيلها يزداد أيضا .

بهذا يغدو الشبه واضحا بين العربفة والصاروخ ، والفرق الاساسي بينهما
هو ان الصاروخ يطلق مادة الغازات المحترقة اطلاقا متواصلا بعكس الشخص
الذي كان يقذف المادة على دفعات مثلناها بقطعة الآجر ، ولذلك فان
الصاروخ يولد دفعا متواصلا لا سلسلة من الدفعات . ولكن المبدأ في
الحالتين واحد .

فلندرس الآن قليلا كيف يمكن تحسين المردود لواسطة النقل العضلية
هذه . اذا فرضنا ان هدفنا هو الوصول لأكبر سرعة نهائية ممكنة عندما
تنفذ قطع الآجر جميعها . فمن الواضح ان ثمة عاملين يمكن زيادتهما وهما :

- ١ - سرعة قذف قطع الآجر .
- ٢ - كمية الآجر المقذوفة .

يسمح لنا المنطق ، بدون الاستعانة بالرياضيات ، ان نقرر بأن مجرد مضاعفة سرعة قذف الآجر يضاعف سرعة العربة ، ولكن اذا كان الشخص سلفا قد بلغ أقصى امكانياته ، فلدينا طريقة ثانية هي زيادة كمية الآجر ، ولكن فائدتها ليست بقدر فائدة الحل الاول ولا يجوز اللجوء اليها الا عندما لا يكون ثمة أي مجال في زيادة سرعة القذف .

لنفرض ان سرعة قذف الآجر هي ٢٠ كم/سا (أي حوالي ٥,٥ م/ثا) ، وان مجموع وزن العربة مع الشخص هو ١٠٠ كغ ، فما هو وزن الآجر اللازم لكي تبلغ السرعة النهائية للعربة ٢٠ كيلو مترا في الساعة (بفرض التحاك معدوما) ؟

قد يخطر على البال ان هذا الوزن ينبغي ان يكون ١٠٠ كغ ، وهذا الجواب غير صحيح ، لان ثمة عملا اضافيا يجب تأديته لاكساب قطع الآجر السرعة التي تنتقل بها مع العربة اثناء مدة القذف ، وان الحساب الرياضي يدل على أن الحمولة (الدافعة) اللازمة هي ١٧٢ كغ أي أكبر من حمولة العربة مع الشخص بـ ١,٧٢ مرة .

ولنتساءل الآن : هل يمكن تزويد العربة بحمولة دافعة من الآجر تكفي لاكسابها سرعة تعادل ضعف سرعة قذف الآجر ؟ قد تبدو هذه الفكرة غريبة لاول وهلة ، ولكن اذا ذكرنا أنه ما دام يوجد على ظهر العربة حمولة دافعة فبالامكان زيادة سرعتها ، وانه نظريا ليس ثمة سبب يمنع العربة من ان تسير في النهاية بسرعة اكبر من سرعة قطع الآجر .

يدل الحساب على أن سرعة العربة يمكن ان تتضاعف بشرط ان تكون حمولتها من الآجر معادلة لـ ٦,٤ ضعفا من حمولتها النهائية ، أي انها تحتاج لـ ٦٤٠ كغ من الآجر بدلا من مضاعفة سرعة القذف فقط ، وكذلك لضرب سرعتها بـ ٣ تحتاج لحمولة تعادل ١٩ ضعفا من حمولتها أي الى ١٩٠٠ كغ من الآجر بدلا من ضرب سرعة القذف بثلاثة فقط .

ويمكن الآن تلخيص صفات الصاروخ كما يلي :

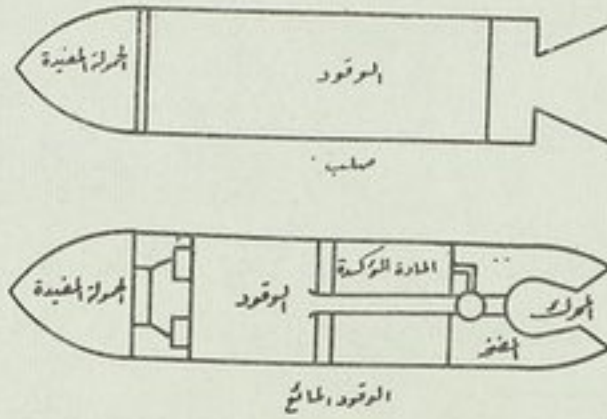
- ١ — لكي يشتغل الصاروخ ، لا حاجة له الى الهواء ولا الى أي جو آخر
- ٢ — اذا كانت القوة الدافعة (أو الارتداد) ثابتة ، ازداد التسارع بالتدريج بسبب استهلاك المادة الدافعة وتقصان حمولة الصاروخ .
- ٣ — تتعلق السرعة النهائية مباشرة بسرعة القذف (أو سرعة الانطلاق) وتتضاعف اذا تضاعفت هذه السرعة .

٤ — تتعلق السرعة النهائية ايضا بوزن المحروقات المقذوفة ، فاذا كان وزنها معادلا لـ ١,٧٢ مرة الوزن النهائي للصاروخ ، بلغ الصاروخ سرعة انطلاق الغازات ، واذا كانت نسبة الوزنين تعادل ٦,٤ الى ١ بلغ الصاروخ ضعف سرعة الانطلاق ، وهكذا ...

كانت الصواريخ القديمة تصنع من انابيب الكرتون وتحشى بالبارود ، ويسد الانبوب من احدى نهايتيه ويحدث في طرفه الآخر فتحة ضيقة تنفلت منها الغازات المحترقة . ولا تزال حتى الآن تصنع امثال هذه الصواريخ ، وتمتاز ببساطتها ، غير انها متى بدأ اشتعال الوقود الذي فيها فلا يمكن مراقبتها أبدا ولا تقف الا بعد ان يحترق كل الوقود الذي فيها .

أما الصاروخ ذو السوائل (مثل صاروخ ف ٢) فانه يستخدم وقودا سائلا يخزن في وعاء كما يخزن السائل الاكسجيني اللازم لاحتراقه ، في وعاء ثان منفصل عنه ، ويوصل هذان السائلان بواسطة المضخات الى غرفة الاحتراق ، التي تصمم بعد دراسة متقنة . وهذا الصاروخ ، بالرغم من التعقيد الميكانيكي الذي فيه له عدة محاسن ، أهمها انه يولد سرعة انطلاق للغازات أعلى بكثير من التي يولدها الوقود الصلب او البارود ، وانه يمكن الاشراف على احتراقه (أي تخطيط عملية الاحتراق) وتنظيم انطلاق الغازات كما هي الحال في المحركات العادية .

يبين لنا الشكل بصورة مبسطة جدا هذين النوعين الاساسيين من الصواريخ ، ونرى ان النوع ذا الدفع بالسوائل يجب ان يحمل معه (بالاضافة



الشكل (٥)

النوعان المختلفان من الصواريخ : في الاعلى : الصاروخ ذو الوقود الصلب وهو يستعمل في الاعمال الحربية واكثر الصواريخ ذات الرؤوس النووية من هذا النوع .
في الاسفل : الصاروخ ذو الوقود السائل ، وهو يستعمل في قذف الاقمار وسفن الفضاء .

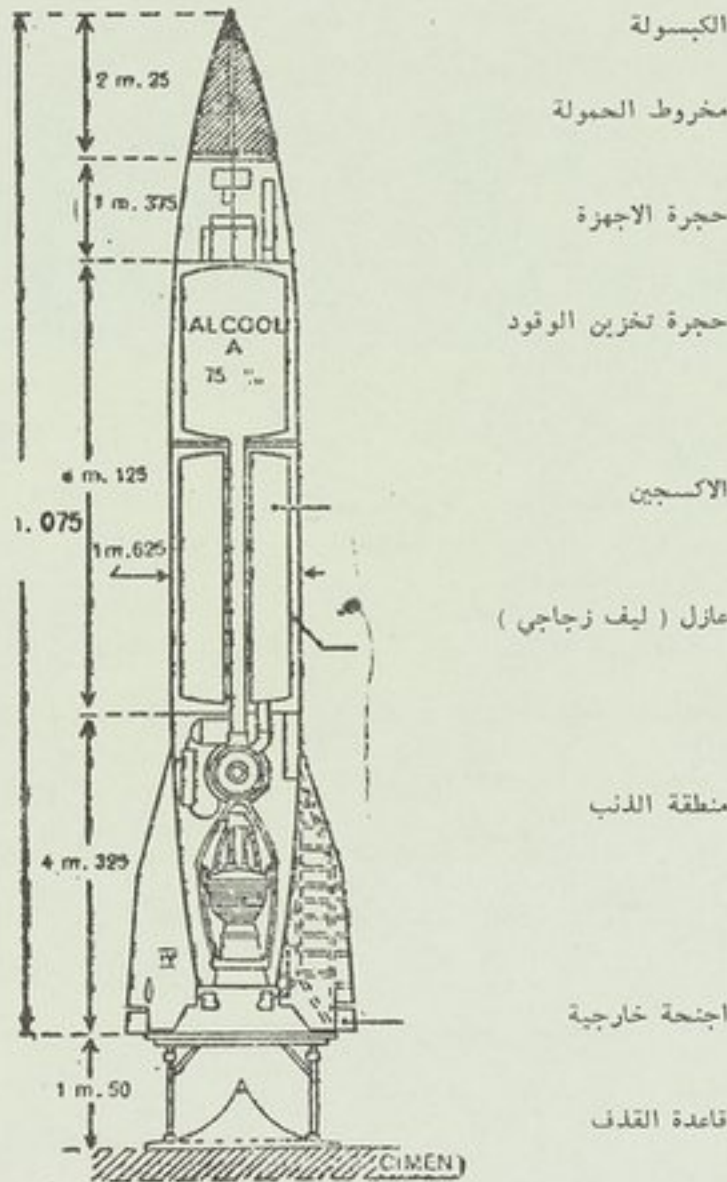
الى الوقود) الاكسجين اللازم لاحتراق هذا الوقود ، أما في حالة الصاروخ ذي الوقود الصلب ، فان الاكسجين اللازم يكون متحدا ومركبا بطريقة كيميائية في داخل المادة المتفجرة .

بلغنا الآن درجة من المعرفة بالصواريخ السائلة تساعدنا على دراسة اول صاروخ جدير بهذا الاسم ألا وهو ف ٢ ، ويبدو تفصيله في الشكل ٦ فطوله يبلغ ١٤ مترا وقطره ١,٦٨ م ووزنه وهو مملوء بوقوده ومنتفجراته ١٢٨٦٠ كغ (أي قرابة ١٣ طنا) بما في ذلك مخروط الرأس الذي يزن ١٠٠٠ كغ منها ٧٥٠ كغ للمتفجرات ، وهي الحمولة المفيدة الحقيقية لهذا الصاروخ . وفيه من الكحول الاتيلي (الوقود) ٣٨٨٧ كغ والاكسجين المميع بدرجة ٢١٨ ° (لحرق الكحول) ٥٠٣٢ كغ ، يشتعل مزيجهما أثناء القذف بمعدل ١٢٥ كغ في الثانية فيغذى محركه الصاروخي الذي يولد قوة دافعة قدرها ٢٥,٤ طنا ، وهي قوة تعتبر كبيرة في ذلك العهد .

تتوزع حمولة هذا الصاروخ اذا ، كما يلي :

الوقود : ٦٧ ٪ أي $\frac{2}{3}$ الوزن الكلي
 جسم الصاروخ : ٢٦ ٪
 الحمولة المفيدة : ٧ ٪ أي ثلث الوزن الكلي

ويدوم الاحتراق فيه ٧٠ ثانية ، فعندما يرتفع شاقوليا يبلغ سرعة تقارب ٢ كم/ثا (أي ٧٢٠٠ كم في الساعة) ، وعلوا حده الاقصى ٢١٥ كم وعندما



الشكل (٦)

مصنوع الصاروخ الالماني ف ٢ وهو موضوع على قاعدة القذف

يقذف على قاعدة قذفه المائلة تبلغ سرعته ٥٨٠٠ كم/سا ، أي ١,٦١ كم/ثا وهي تعادل خمسة أمثال سرعة الصوت ، ويصل بمحركه المنحني الى علو ٩٦ كيلو مترا فيقطع مسافة أفقية قدرها (٣٠٠ - ٣٥٠ كم) في ٣ دقائق و ٤٠ ثانية .

هنالك عاملان مهمان جدا يؤثران في حركة الصواريخ لم تتكلم عنهما حتى الآن وهما :

١ - مقاومة الهواء : من البديهي ان الصاروخ المقذوف من على سطح الارض يلقي مقاومة من الهواء تمنع صعوده ، وهذه المقاومة تزداد كثيرا بتزايد سرعة الصاروخ عند ارتفاعه ولكنها لحسن الحظ تتناقص متى بلغ الصاروخ المناطق المرتفعة من الجو حيث يتناقص ضغط الهواء وتقل كثافته ، واذا كان اطلاق الصاروخ مائلا (مثل اطلاق ف ٢ كذيفة) فانه يقطع في الهواء مسافات أطول ويلاقي مقاومة اكبر .

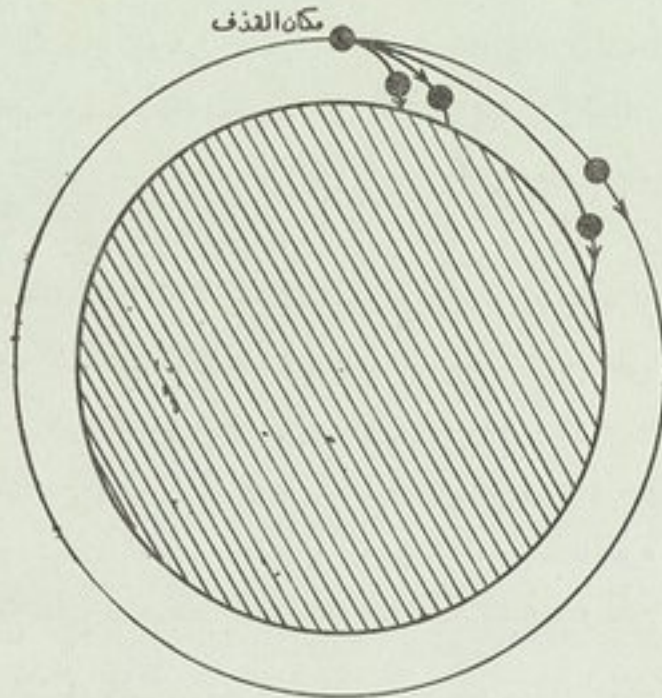
٢ - جاذبية الارض : وهي عامل هام جدا ، ولما كانت الصواريخ تطلق غالبا باتجاه رأسي ، فمعنى ذلك ان الجاذبية الارضية تشدها دوما الى أسفل وتنقص سرعتها ، في كل ثانية بقدر معلوم يسمى شدة الثقالة الارضية وتبلغ قيمته الوسطية على سطح الارض حوالي ١٠ أمتار في الثانية تنطرح من سرعة الصاروخ في كل ثانية ، فاذا دام الاحتراق ٧٠ ثانية (كما في مثال ف ٢) فان جاذبية الارض على الصاروخ خلال تلك المدة هي عملية شد الى اسفل تنضاف آثارها حتى تبلغ قيمة ما تنقصه من سرعته (أو ما تبطيء من صعوده) حوالي ٧٠٠ م في الثانية . فمتى انتهى احتراق الوقود انعدمت القوة الدافعة وداوم الصاروخ على صعوده بفضل سرعته المكتسبة ، ولكن جاذبية الارض لا تزال تعمل انقاصا في هذه السرعة حتى تفنيها ويعود الصاروخ الى الهبوط .

سنرى فيما بعد كيف حل العلماء مشكلات افلات الاقمار الصناعية من

جاذبية الارض حتى جعلوها تدور حولها ، وكيف حلوا أيضا مشكلة افلاتها
 نهائيا من تأثير الارض فأرسلوها الى القمر والى الكواكب الاخرى .

٢ - مبادئ الميكانيك السماوي :

فلننظر الآن كيف يمكن قذف جسم من الارض وتحويله الى تابع (قمر)
 اصطناعي . وللسهولة نفترض ان الذي يقوم بهذه التجربة قد اتقى لنفسه
 مكانا في قمة جبل فحمل اليه ما يلزمه لقذف الاجسام . وسواء اجرى
 القذف بواسطة المدفع ام بواسطة الصاروخ فان النتيجة التي تهمننا واحدة ،
 وهي ان نكسب الجسم المقذوف اكبر سرعة بدائية ممكنة ، فالمدفع يكسبه
 اياها بصورة جلقفة وخلال مدة قصيرة جدا ، والصاروخ يكسبه اياها خلال
 عدد من الثواني ، تبين لنا في مثال ف ٢ أنها تبلغ ٧٠ ثانية . فلا فرق
 (بالنسبة لبحثنا هذا فقط) من استعمال احدي الطريقتين . وتسهيلا للبحث



الشكل (٧)

ماذا يحدث للقذيفة لدى قذفها بسرعات متزايدة

فلنفترض ان القذف افقي ، أي ان استقامة السرعة التي نعطيها للقذيفة هي استقامة الافق ، وهذا هو في الواقع اتجاه السرعة النهائية التي تعطى للاقمار الصناعية حتى تدور حول الارض .

عندما تنطلق القذيفة من مكانها في الاتجاه الافقي تكون واقعة تحت تأثيرات ثلاثة :

أ = تأثير سرعتها المكتسبة من جهاز القذف (أي المدفع او الصاروخ) وهي افقية .

ب = تأثير قوة جاذبية الارض وهي شاقولية أي متجهة نحو مركز الارض وتسمى في اسقاط القذيفة على الارض ، اذ تكسبها (كما قلنا) كل ثانية زيادة في السرعة باتجاه الارض (أو تعجيلا) قدره حوالي ١٠ أمتار في الثانية .

ج = مقاومة الهواء ، اذ من البديهي ان الهواء المؤلف من ذرات صغيرة لا يدع القذيفة تخترق ذراته بدون مقاومة ، ومن شأن هذه المقاومة ان تنقص سرعة القذيفة ، على ان مقاومة الهواء تقل كلما ارتفعنا وتقصت كثافة الهواء حتى تنعدم تقريبا في طبقات الجو العليا ، المخلخلة جدا ، ولهذا فان مسار الاقمار يكون عادة على ارتفاع كاف (ولنقل ٣٠٠ كيلو متر مثلا) فتعتبر مقاومة الهواء مهملة عندئذ .

وما دام مجال قمرنا الصناعي سيكون في اعالي الجو ، فلنستعجل الخطى ، ونفترض منذ الآن اننا نطلق قذيفتنا في جو مثله ، أي فلنهمل مقاومة الهواء . وعندئذ تبقى القذيفة خاضعة فقط للتأثيرين (أ و ب) أي لسرعتها الابتدائية وجاذبية الارض .

من الواضح ان السرعة الابتدائية اذا كانت معتدلة (كسرعة قذيفة المدفع وقدرها مثلا ألف متر في الثانية أي ٣٦٠٠ كيلو متر في الساعة) ، فان القذيفة ستسقط على الارض على بعد ٢٥ كيلو مترا مثلا من نقطة القذف (افترضنا ان القذف جرى من جبل ارتفاعه ٣ كيلو مترات وان مقاومة

الهواء معدومة) • ويدل الحساب ان هذه القذيفة لو أطلقت بنفس السرعة ولكن مائلة نحو الاعلى بمقدار ٤٥° درجة ، لاستطاعت ان تقطع ١٠٠ كم •

فلو ضاعفنا سرعة القذف الاقضي (٢ كيلو متر في الثانية) : لاصبح مكان السقوط على بعد ٦٠ كيلو مترا فاذا صرنا نزيد القذف في التجارب المتوالية يبتعد مرمى القذيفة ، ولما كانت الارض ليست مسطحة بل كروية ، فانه ستحين فرصة لا تسقط فيها القذيفة على الارض أبدا بل تدور حولها ، كأنما تقوم الارض بسبب كرويتها بالهرب من تحت القذيفة كلما انعطفت محرکہا ليسقط عليها ، ويصبح المحرك دائريا تماما •

وقد يتساءل الانسان حيال هذه المسألة : كيف يدور هذا الجسم حول الارض بدون أن يسقط ، وتعليل ذلك سهل جدا وأمثله في الطبيعة كثيرة • أبسطها مثال الدلو المملوء بالماء نربطه من يده بحبل ونأخذ بتدويره شاقوليا ، فمتى كانت سرعته كافية ظل الماء فيه عندما يبلغ في دورانه النقطة العليا من الدائرة ، بدون أن ينصب منه ، والشرط في توازن الماء وعدم سقوطه ، أن تتعادل جاذبية الارض مع القوة النابذة المتولدة من الدوران وتكون في النقطة العليا متجهة الى الاعلى بعكس الجاذبية •

وهناك تعليل بسيط آخر هو ان الجسم أثناء دورانه حول الارض (القمر أو التابع الصناعي) يسعى للافلات على خط مستقيم بسبب سرعته لولا جذب الارض له • فهناك توازن دائم بين الجاذبية وبين هذا السعي في الافلات • فاذا نقصت سرعته عن الحد اللازم هبط نحو الارض واذا زادت أفلت من دائرته •

ولولا هذا التوازن الذي يسود الكون لسقط القمر على الارض ، ولسقطت الارض وأخواتها السيارات على الشمس ، ولسقط النظام الشمسي على مركز المجرة •••

ومن السهل حساب السرعة اللازمة لتحقيق التوازن بالاعتماد على قوانين الميكانيك فقوانين الحركة الدورانية تدلنا على أن هذا التابع الصغير يكون

أثناء دورانه خاضعا لقوتين متعادلتين هما : جاذبية الارض التي تسعى في شدة والقوة النابذة التي تسعى في ابعاده ، فينبغي أن تتساوى هاتان القوتان ولذلك نكتب :

$$\frac{\text{سر}^2 (\text{مربع سرعة الدوران})}{\text{ر} (\text{نصف قطر الارض})} = (\text{شدة الجاذبية الارضية})$$

$$\text{سر} = \sqrt{\text{ج} \cdot \text{ر}}$$

$$\text{ج} = 9,8 \text{ م/ثا}^2 ، \text{ ر} = (\text{نصف قطر الارض}) = 6378 \text{ كم}$$

$$\text{سر} = 7,906 \text{ كم/ثا} (\text{أو } 8 \text{ كم/ثا تقريبا})$$

ولما كان محيط الارض 40 ألف كيلو متر ، فان هذا التابع يختم دورانه

$$\text{في مدة قدرها : } \frac{40000}{8} = 5000 \text{ ثانية}$$

أي في 80 دقيقة و 20 ثانية ، فيدور في اليوم الواحد 17 دورة وربع حول الارض . ومن البديهي أنه لا يمكن تحقيق هذه التجربة عمليا على ارتفاع قليل من الارض (أي 3 كم كما في هذا المثال) بسبب المقاومة الشديدة للهواء من جهة ولوجود الجبال العالية في طريقه من جهة أخرى .

فلنأخذ مثالا ثانيا (هو مثال قريب من ظروف القمر الصناعي الاول سبوتنيك) : تابع يدور على ارتفاع 900 كم ، فالحساب المتقدم يدل على أن سرعة توازنه ينبغي ان تكون 7,39 كم/ثا فلتحقيق هذه التجربة ينبغي اجراء العمليتين الآتيتين :

١ - ايصاله الى ارتفاع 900 كم ، فاذا كان ذلك بواسطة القذف من الارض ، فينبغي عندئذ قذفه بسرعة قدرها 8 كم/ثا .

٢ - اعطاؤه بعد وصوله الى ذلك الارتفاع سرعة دورانية قدرها 7,39 كم/ثا .

فاذا كانت هاتان العمليتان مستقلتين عن بعضهما ، أي حاصلتين بواسطتين

مختلفتين ، احدهما للقذف الرأسي والثانية للقذف الافقي ، وجب ان نحدث سرعة كلية قدرها :

$$11,39 \text{ كم/ثا} = 4 + 7,39$$

ومن البديهي أن قذف التابع (الصنعي) بهذه الطريقة عملية مكلفة جدا .
ولذلك تتبع الوسيلة الآتية :

يبدأ القذف شاقوليا ، حتى ارتفاع قليل ، أي حتى تخرج القذيفة من منطقة الجو الكثيف ، وتنتهي هذه على ارتفاع ١١ كيلو مترا حيث تهبط كثافة الجو الى الربع ، ثم يميل المحرك تدريجيا حتى يصل الى الاتجاه الافقي على الارتفاع المطلوب تدوير التابع فيه . ولحساب الطاقة الكلية اللازمة لهذه العملية يفترض علماء الميكانيك سرعة (يسمونها بالسرعة المميزة) وهي السرعة الكلية التي ينبغي قذف التابع بها ، فيما لو كان سيقذف من الارض بالمدفع ، على أن يلتزم هذا المحرك المتقدم الذكر كما يلتزم القطار سكتة الحديدية .

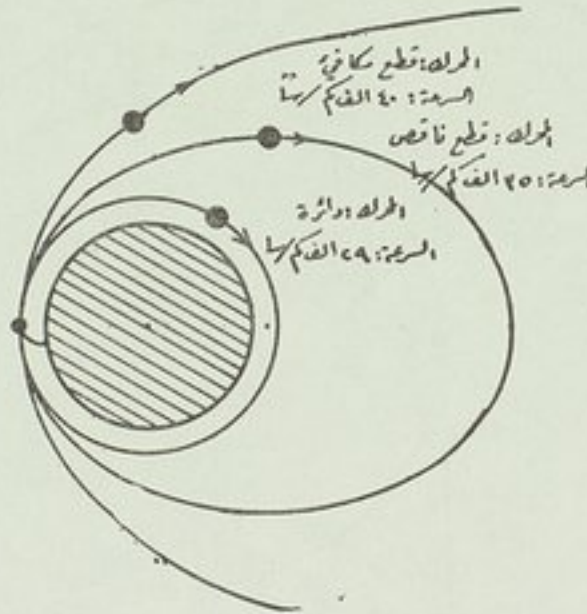
لذلك فان السرعة المحركية او المسارية ، التي يلتزمها التابع أثناء دورانه حول الارض هي سرعة حقيقية واقعة ، وأما السرعة المميزة فهي سرعة وهمية او تجريد رياضي بحث له فائدة في تقدير الطاقة التي ينبغي صرفها على التابع لايصاله الى محركه وتدويره حول الارض .

وها هي بعض قيم السرعة حسب الارتفاع :

الارتفاع	سرعة التابع	السرعة المميزة
٠ كم	٧,٩ كم/ثا	٧,٩ كم/ثا
٣٠٠ كم	٧,٧٣ كم/ثا	٨,٧ كم/ثا
٦٠٠ كم	٧,٥٧ كم/ثا	٩,٤ كم/ثا
٩٠٠ كم (سبوتنيك ١)	٧,٤١ كم/ثا	١٠ كم/ثا
١٢٠٠ كم	٧,٢٧ كم/ثا	١٠,٤ كم/ثا
١٥٠٠ كم (سبوتنيك ٢)	٧,١١ كم/ثا	١٠,٦ كم/ثا
٥٠٠٠ كم	٥,٩٤ كم/ثا	١١,٥ كم/ثا

٣ - المسار الاهليلجي :

ان دوران التوابع حول الارض على محيط دائرة منتظمة مركزها الارض عملية غير قابلة التحقيق بالمعنى الرياضي ، لاسباب عديدة أهمها صعوبة اعطاء التابع عند تركيزه على مساره السرعة اللازمة بالقيمة المضبوطة تماما فقد تزيد عنها كثيرا أو قليلا . وبالاتجاه الاقوي تماما ، ومن جملتها أيضا أن الارض ليست تلك الكرة المنتظمة بالمعنى الهندسي ، لا من حيث شكلها ولا من حيث توزيع كتلتها ، فقوة جذبها للجسام التي تدور حولها تختلف باختلاف الموقع الذي يكون فيه الجسم أثناء دورانه ، وعلى كل حال ، فان المحرك يكون في الغالب بهيئة قطع ناقص كما يرى في الشكل (٨) . ويقع مركز الارض في أحد المحرقين .



الشكل (٨)

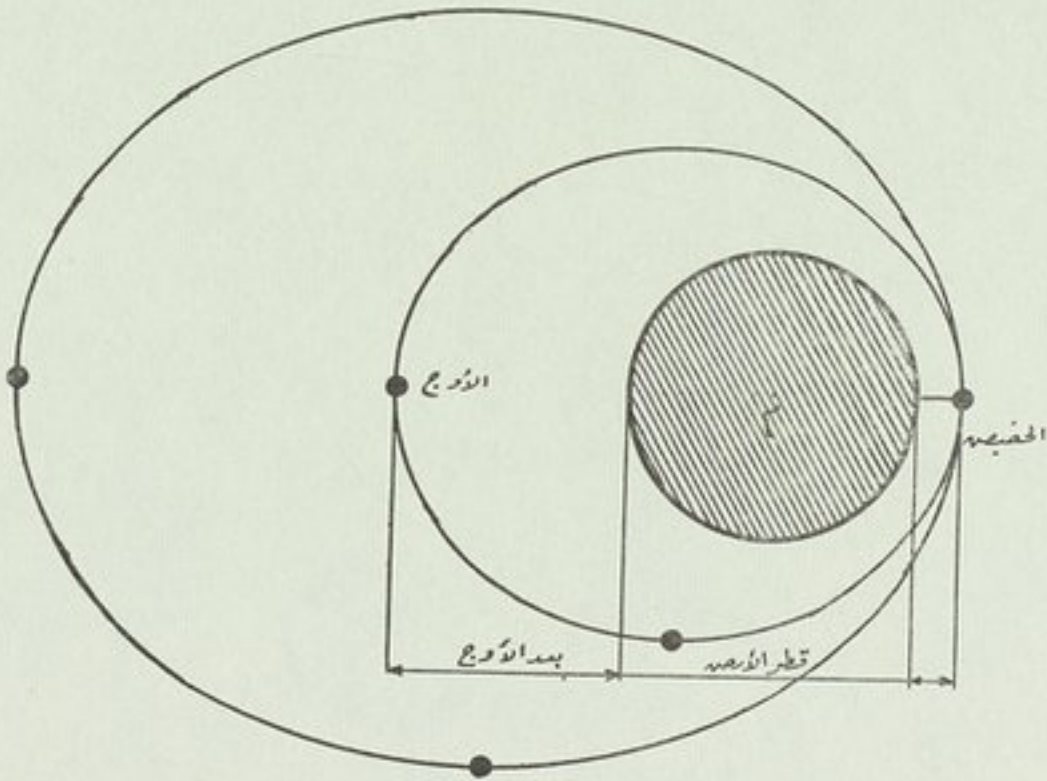
يختلف شكل مسار القذيفة باختلاف سرعتها . فاذا كانت السرعة ٢٩ الف كم/ساعة (اي حوالي ٨ كم/ثا) دارت حول الارض على محيط دائرة قريبة من الارض .

واذا بلغت السرعة ٣٥ الف كم/ساعة (اي حوالي ٩,٧ كم/ثا) رسمت قطعاً ناقصاً متطاولاً .

واذا زادت السرعة عن حد معين يسمى سرعة الإفلات من الجاذبية اصبح المحرك قطعاً مكافئاً (٤٠ الف كم/سا اي حوالي ١١,٢ كم/ثا) .

فلنأخذ مثال التابع الذي يقذف في مستوى خط الاستواء ويوصل الى محركه فيعطى سرعة موجهة في اتجاه افقي مضبوط ، ولندرس ما يحدث لمساره عندما نفترض اعطاءه في الامثلة المتتابعة قيما متزايدة من السرعة ، وهو على ارتفاع ٩٠٠ كم .

عندما تكون السرعة ٧,٣٩ كم/ثا يكون المسار كما رأينا دائرة مضبوطة .
 فاذا أعطيناه سرعة قدرها ٧,٥٠ كم/ثا أصبح المسار قطعاً ناقصاً ، على أنه سيمر دوماً من تلك النقطة التي ارتفاعها ٩٠٠ كم وقذف منها بسرعه الافقية التي قدرها ٧,٥ كم/ثا ، وعند مغادرته اياها ، تأخذ سرعته بالتناقص تدريجياً



الشكل (٩)

في هذا الشكل مساران مختلفان لهما نفس الحضيض وتتبع القذيفة المسار الاكبر اذا كانت سرعتها عند مرورها في الحضيض اكبر من السرعة التي تجعلها تدور على المسار الاقرب من الارض .

حتى تبلغ حدها الأدنى عند وصوله الى النقطة المقابلة لها بالقطر حيث يرتفع الى ١٢٣٠ كم عن الارض .

وإذا جعلنا السرعة ٨ كم/ثا ارتفع في الاوج الى ١٤٨٠ كم كما يرتفع الى ١٠ آلاف كيلو متر فيما لو جعلنا سرعته ٩,٨٧ كم/ثا . وبالطبع ان السرعة المميزة له في كل حالة من هذه الحالات تنتج من اضافة الجهد اللازم لايصاله الى ارتفاع ٩٠٠ كم . وتبلغ هذه السرعة المميزة في الحالة الاخيرة ١٢,٥ كم/ثا .

لنفرض الآن أنه بدلا من وضع التابع على محركه الاهليجي على علو ٩٠٠ كم ، وضعناه على علو ٢٠٠٠ أو ٣٠٠٠ كم ، وبدلا من اعطائه سرعة دورانية موازية للارض ، جعلنا استقامة هذه السرعة في أي اتجاه كان . فالفائدة عند ذلك كبيرة ، لان نفس السرعة تسمح للقطع الناقص بالامتداد والوصول الى أماكن بعيدة جدا مع توفير في السرعة المميزة . وبنتيجة ذلك فان نفس السرعة المتقدمة أي ١٢,٥ كم/ثا تمكن التابع من الابتعاد الى مئات الالوف أو الملايين من الكيلومترات .

وهكذا نكون قد حققنا للتابع مسارا عجيبا ، فبينما نجعله وهو في حضيضه يحلق فوق الارض على مسافة قريبة ، نكون قد قذفنا به وهو في أوجه الى ٤٠٠ ألف كيلو متر ، اي الى ما وراء القمر تقريبا .

ليست المسارات الاهليجية شذوذا ، بل ان المسار الدائري هو الشذوذ ، فكل الكواكب السيارة التي تدور حول الشمس ترسم مراكزها قطوعا ناقصة محرقها الشمس ، ولكن الذي يختلف في هذه القطوع هو الفرق بين المحورين ، وكذلك القمر يرسم في دورانه حول الارض قطعا ناقصا لان بعده عن الارض لا يظل ثابتا اثناء الدوران بل يتغير من ٣٥٦٣٠٠ كم الى ٤٠٦٦٠٠ كم . ويدور حول الارض بسرعة ١ كم/ثا تقريبا .

ويكون الفرق أحيانا بين شكل المسار الذي يتبعه القمر الصناعي وبين

الدائرة بسيطا ، فقمر السبوتيك الاول مثلا يقترب في دورانه من الارض حتى يصل الى بعد أدنى قدره ٢٢٨ كم (ويسمى الحضيض) وعندما يتعد لا يتجاوز بعده الاعظم ٩٤٧ كم (ويسمى الاوج) فالمسار الذي يرسمه ، وان كان في الحقيقة قطعاً ناقصاً الا انه يقرب جداً من الدائرة ، لانه اذا أضفنا الى هذين البعدين قيمة نصف قطر الارض أي ٦٣٧٨ كم لاصبح بعده عن مركز الارض :

$$\text{البعد الاصغر} \quad ٦٣٧٨ + ٢٢٨ = ٦٦٠٦ \text{ كم}$$

$$\text{البعد الاكبر} \quad ٦٣٧٨ + ٩٤٧ = ٧٣٢٥ \text{ كم}$$

والفرق بينهما بسيط يبلغ ٧١٩ كم فقط .

كما يكون الفرق أحيانا كبيرا مثلما حصل للتابع الامريكي : الكشاف ٤ الذي أطلق في ٢٦ تموز ١٩٥٨ ، اذ بلغ حضيضه ٢٦٢ كيلو مترا ، بينما بلغ أوجه ٢٢١٠ كم والفرق بينهما كبير ، اذ يبلغ ١٩٤٨ كم . والكشاف ٣ الذي أطلق في ٢٦ آذار ١٩٥٨ بلغ أوجه ٢٨٠٠ كم وحضيضه ١٦٠ كم فقط ، والفرق بينهما ٢٦٤٠ كم .

وفي الطبيعة أمثلة كثيرة على المسارات الاهليلجية المتطاولة جدا ، في مسارات الكواكب المذنبة ، فكوكب هاللي الذي يظهر كل ٧٦ سنة يتبع مسارا اهليلجيا متطاولا جدا يقترب من الشمس في حضيضه اكثر من اقتراب الارض منها ، ويتعد عنها في أوجه اكثر من ابتعاد السيار نبتون الذي يبلغ متوسط بعده عن الشمس ٣٠ مثلا من بعد الارض .

ومسار السيار بلوتو ، وهو آخر ما يعرف من السيارات ، مستطيل الى درجة انه يقترب في حضيضه من الشمس اكثر من السيار الاقرب منه وهو نبتون ، ويتراوح بعده عن الشمس بين ٢٩,٥٥ وبين ٤٩,٧ مثلا من متوسط بعد الارض عن الشمس .

٤ - اطلاق القذائف الى القمر والنظام الشمسي :

يتبين لنا من مراجعة جدول السرعات المميزة انها تزداد مع الابتعاد عن الارض ، ولكن تزايدها يتباطأ عند الابعاد الكبيرة : ١٠,٦ كم/ثا لبعده ١٥٠٠ كم و ١١,٥ كم/ثا لبعده ٥ آلاف كيلو متر ، وينتهي تزايد هذه السرعة عند حد قدره ١٣ كم/ثا تقريبا بالنسبة للتوابع البعيدة جدا . ومعنى ذلك ان قذف توابع بعيدة لا يتطلب زيادة محسوسة في الطاقة ، ولذلك فمنى تحقق قذف التوابع القريبة فتحقيق التوابع البعيدة غير عسير .

وفي الواقع ان اطلاق قذائف تخرج من جاذبية الارض لتدور حول القمر أو لتدور حول الشمس لا يتطلب زيادة مهمة في طاقة القذف ، وقد أمكن تحقيقه في السنة الثانية من عصر الفضاء بواسطة أقمار لونيكا السوفيتية وما تبعها .

٥ - مستوى المحرك والانواع المختلفة للاقمار الصناعية :

عند الكلام عن الاقمار الصناعية ينبغي تعيين مستوى محاركتها . ويمكن اختيار هذا المستوى حسب رغبة القائمين بالتجربة . لان اختيار المستوى لا علاقة له بشرط التوازن ما دام المستوى يمر من مركز الارض .

أ - يمكن قذف توابع استوائية ، من نقطة تقع على خط الاستواء على أن تدور في مستواه وعندئذ تظل هذه التوابع محلقة فوق خط الاستواء فلا تتعداه .

ومن ميزات التوابع الاستوائية ، انها اذا اطلقت في جهة دوران الارض ، أي نحو الشرق استفادت من سرعة الارض وقدرها ٠,٥ كم/ثا . وبالطبع فان السرعة اللازمة لها لتدور حول الارض تختلف باختلاف ارتفاعها ، أي بعدها عن الارض ، وهاهي بضعة أمثلة :

مدة الدوران	الارتفاع
١ س و ٣٧ د	٩٠٠ كم
٢ س	١٧٢٠ كم
٤ س و ٢ د	٥٠٠٠ كم
٥ س و ٤٧ د	١٠٠٠٠ كم
٢٤ س تماما	٣٦٠٠٠ كم

فهذا القمر الاخير الذي يدور حول الارض في اربعة وعشرين ساعة يبدو كأنه واقف في الفضاء ، ويمكن أن يقذف بعدد كبير من هذه الاقمار فتؤلف حلقة ثابتة بالنسبة للارض تدور معها بنفس سرعة دورانها ، كما لو كانت مثبتة بها بصلات مادية . ولمثل هذا القمر فوائد كثيرة من أهمها الاستعانة به في المواصلات اللاسلكية اذ يمكن أن يفيد كسطح عاكس للامواج ، فيقوم مقام الصلة بين مكانين بعيدين عن بعضهما .

ب — التوابع القطبية وتقذف من أية نقطة على سطح الارض في مستوى دائرة نصف النهار ، أي في اتجاه احد القطبين ، فترسم دائرة تمر دوما بمحور الارض وتحلق فوق القطبين .

ج — التوابع المتجولة وتطلق في اتجاه يؤلف زاوية ما مع خط الاستواء فترسم في السماء مسارات معقدة بسبب دوران الارض من تحتها ولما كان مستوى المسار يؤلف زاوية ثابتة مع مستوى الاستواء ، فان التابع يحلق أثناء دورانه حول الارض ، فوق مساحة كبيرة منها بالتدريج ، ولا تتحدد هذه المساحة الا بمقدار ميل مستوى المسار . فأقمار السبوتنيك اطلقت بميل قدره 65° ، مما جعلها تحلق فوق جميع الاماكن التي يتراوح عرضها بين 65° جنوبا و 65° شمالا .

وأما الاقمار الامريكية الاولى فكانت تقذف بميل قدره 33° بالنسبة الى خط الاستواء ولذلك فان المناطق التي تمر فوقها محدودة بالنسبة الى الاقمار السوفيتية .

٦ - سرعة انطلاق الصاروخ ونسبة الكتلتين :

لنعد الآن الى الصواريخ والى سرعة انطلاقها لنرى هل هي قادرة على تحقيق سرعات كالتي تقدم ذكرها عند دراسة التوابع الصناعية . لقد تبين معنا ان العوامل الاساسية المكونة لسرعة الصاروخ هي :

١ - سرعة انطلاق الغازات المحترقة ، وهذه السرعة تبع للحرارة المنتشرة عند الاحتراق وطبيعة الغازات والوقود الذي تتجت منه ، وهي محددة طبعا بمقاومة جدران غرفة الاحتراق والانبوب الذي تنطلق منه الى الفضاء . ففي مثال صاروخ ف ٢ كانت سرعة انطلاق غازات الاحتراق حوالي $1,7$ كم/ثا . ثم امكن زيادتها الى $2,5$ كم/ثا فيما بعد الحرب في حين انه يقتضي الحصول على سرعات لانطلاق الغازات تبلغ 7 كم/ثا .

٢ - كمية الوقود والاكسجين اللازم لاحتراقه ، وهي التي بدوام احتراقها تسبب من جهة دوام التعجيل ومن جهة اخرى تناقص كتلة الصاروخ وبالنتيجة زيادة تعجيله .

٣ - كتلة الصاروخ النهائية بعد ان يحترق كل ما فيه من الوقود ، فكلما كانت هذه الكتلة أصغر تجاه نفس الكتلة من الوقود زادت السرعة النهائية للصاروخ ويعبر الرياضيون عن الكمييتين ٢ و ٣ بكسر يسمونه نسبة الكتلتين ، فيرمزون بهذا الاسم الى النسبة بين وزن الصاروخ وهو ملآن بوقوده الى وزنه وهو فارغ .

وقد بينا في مثال العربة وكوم الآجر أن كوم الآجر اللازم

قذفه من العربة ليكسبها في النهاية سرعة قذف الآجر نفسه ينبغي أن يكون وزنه ١٧٢ كغ بينما وزن العربة مع الشخص ١٠٠ كغ . فتكون نسبة الكتلتين في هذه الحالة :

$$٢,٧٢ = \frac{١٠٠ + ١٧٢}{١٠٠} = \frac{\text{كتلة العربة وهي مملوءة}}{\text{كتلة العربة فارغة من الآجر}}$$

وبهذا الشرط تبلغ سرعة العربة سرعة قذف الآجر . ولكي تبلغ ضعف هذه السرعة ينبغي أن تكون نسبة الكتلتين :

$$٧,٤٠ = \frac{١٠٠ + ٦٤٠}{١٠٠} = \frac{\text{كتلة العربة وهي مملوءة}}{\text{كتلتها وهي فارغة من الآجر}}$$

وهذا الرقم هو في الحقيقة مربع الرقم السابق . أي ان $٢(٢,٧٢) = ٧,٤٠$

ولكي تبلغ سرعة العربة ثلاثة أمثال سرعة القذف ينبغي أن تكون نسبة الكتلتين :

$$٢(٢,٧٢) = ٢٠ = \frac{١٠٠ + ١٩٠٠}{١٠٠}$$

أي مكعب الرقم الاول .

وهذا الرقم الذي يتردد دوما عند دراسة العلاقة بين نسبة الكتلتين وسرعة الصواريخ هو في الحقيقة أساس اللوغاريتم الطبيعي (لوغاريتم نيبير) ويرمز له الرياضيون بحرف e وتبلغ قيمته التقريبية : $e = ٢,٧١٨٢٨$

وتصبح العلاقة بين سرعتين من جهة ونسبة الكتلتين من جهة ثانية ، كما يلي :

$$\frac{\text{السرعة النهائية للصاروخ}}{\text{سرعة انطلاق الغازات}} = \frac{\text{اللوغاريتم الطبيعي للنسبة بين الكتلتين}}$$

أو بالاختصار :

$$\frac{\text{سر}}{\text{سر}'} = \frac{\text{ك}}{\text{ك}'}$$

فلكي تصبح سرعة الصاروخ مساوية لسرعة انطلاق الغازات ينبغي ان تكون نسبة الكتلتين مساوية لاساس اللوغاريتم أي الى ٢,٧٢ تقريبا . وعندئذ يكون وزن الصاروخ فارغا يساوي $\frac{1}{2,72} = ٣٧\%$ ووزن الوقود والاكسجين ٦٣ % .

٧ - الصواريخ المتعددة المراحل :

رأينا فيما سبق من البحث ان السرعة النهائية التي يبلغها صاروخ ف ٢ هي ١,٧ كم/ثا وان السرعة المميزة اللازمة لايصال الصاروخ الى مداره هي حوالي ٨ - ٩ كم/ثا ، فليس اذا بإمكان ف ٢ ان يصل الى الدوران حول الارض لصغر سرعته النهائية .

لذلك انصبت الجهود المبذولة منذ عام ١٩٤٦ لزيادة سرعة الصواريخ على العاملين الوحيدين وهما : سرعة انطلاق الغازات ونسبة الكتلتين .

أما سرعة انطلاق الغازات ، فقد وصلت في فجر عصر الفضاء الى اقصاها ، ٢,٥ كم/ثا ، ولم يمكن زيادتها فيما بعد الا بقليل اذ وصلت في عام ١٩٦١ الى ٢,٨ كم/ثا .

أما نسبة الكتلتين فقد بلغت عند تخفيف الصاروخ الى أقصى حد (٠,٧٥ للوقود و ٢٥ % للصاروخ نفسه مع محركه وحمولته المفيدة) الرقم ٤ وعلى ذلك فان السرعة النهائية للصاروخ تصبح :

$$\text{سر} = ٢,٥ \times \text{لغ} = ٤ = ٣,٥ \text{ كم/ثا}$$

وهي أقل من نصف السرعة اللازمة لايصال القمر الصناعي الى محركه .
فلا سبيل اذا مهما ترقى صناعة الصواريخ الى الحصول بهذه الوسيلة
(البسيطة) على السرعات اللازمة للوصول الى المدار حول الارض .

للخروج من هذا المأزق انصرف التفكير الى الصاروخ المتعدد المراحل
وهو يتألف من سلسلة من الصواريخ اولها كبير وثانيها أصغر منه وثالثها
أصغر من الثاني وهكذا ، تربط الواحد تلو الآخر بحيث تشتعل بالترتيب
ويرمى كل واحد منها بعد انتهاء احتراقه .

لنتصور بقصد السهولة صاروخا يبلغ الوقود فيه ثلثي وزنه والحمولة
المفيدة خمس هذا الوزن فاذا كان الوزن الاجمالي ٣٠ طنا مثلا كان وزن
الوقود ٢٠ طنا والحمولة المفيدة ٦ أطنان .

ولنجعل من هذه الحمولة المفيدة صاروخا مؤلفا على نفس النسبة : الوقود
٤ أطنان والحمولة المفيدة ١,٢ طنا ، ولنجعل هذه الحمولة المفيدة أيضا صاروخا
صغيرا وزنه ١٢٠٠ كغ فيه ٨٠٠ كغ من الوقود وحمولته المفيدة ٢٤٠ كغ .

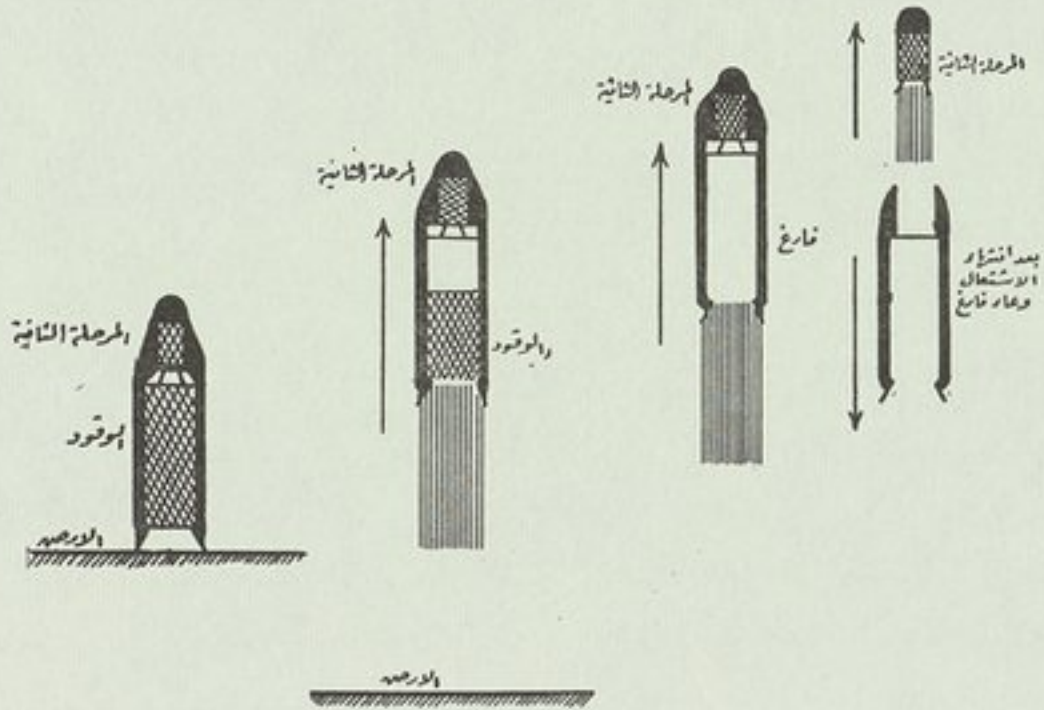
فبالنسبة الى الصاروخ الاول اذا كانت سرعة انطلاق الغازات هي ٢,٥
كم/ثا فان السرعة النهائية ستبلغ ٢,٧٥٠ م/ثا كما يدل الحساب ، فلما ينتهي
احتراق وقود الصاروخ الاول انفصل عن البقية ويسقط ويبدأ الاحتراق في
الصاروخ الثاني فيمضي مبتدئا من سرعة ٢,٧٥ كم/ثا حتى يبلغ ضعفها أي
٥,٥ كم/ثا متى انتهى وقوده ، وعندها انفصل ويسقط ويبدأ الاحتراق في
المرحلة الثالثة والاخيرة فتبدأ من هذه السرعة وتبلغ عند نفاد وقودها :

$$٨,٢٥٠ \text{ كم/ثا} = ٢,٧٥ + ٥,٥$$

فلو أننا بدلا من استعمال هذه المراحل الثلاث ، احرقنا نفس كمية الوقود
في صاروخ واحد (وتبلغ ٢٠ + ٤ + ٠,٨ = ٢٤,٨ طنا) لبلغت السرعة
النهائية ٤,٤ كم/ثا فقط كما يدل الحساب . من هنا نشاهد فائدة الصواريخ
المتعددة المراحل .

من أين أتى هذا الفرق الكبير في السرعة النهائية ؟ من ان الصاروخ ذا المرحلة الوحيدة لا يضطر لان يوصل حتى السرعة النهائية حمولته المفيدة فحسب ، بل جميع كتلة أوعية الوقود ، والمحرك الكبير ، في حين أن الصاروخ المتعدد المراحل ، يطرح عنه اكثر هذه الكتل وهي لا تزال بعد ذات سرعة اقل ، وبمجرد ان اصبحت عديمة الفائدة •

ويبلغ عدد المراحل التي استعملت حتى الآن ثلاثا أو اربعا ، واكثر الاقمار قد قذفت بصواريخ ذات ثلاث مراحل •



الشكل (١٠)

كيف يشتغل صاروخ ثنائي المراحل

٨ - وقود الصواريخ :

لقضية الوقود المكانية الاولى في مردود الصواريخ لانها هي التي تحدد سرعة انطلاق الغازات ، ونسبة الكتلتين ، فتحدد بالنتيجة السرعة النهائية

لصاروخ . وقد كانت الصواريخ القديمة تعمل بوقود صلب هو البارود وبعض أنواع المتفجرات ، ولا يزال بعض الصواريخ حتى الآن يعمل بهذا النوع من الوقود . فصاروخ بولاريس (متوسطة المدى) تشتغل الآن بالوقود الصلب . ويبلغ وزنها عشرات الاطنان ، ومدaha ٢٤٠٠ كم وهي تطلق من السفن الحربية . وكذلك المراحل الاخيرة في الصواريخ المتعددة المراحل .

على أن اكثر الصواريخ الحديثة تعمل الآن بالوقود السائل . ومن المعلوم ان الصاروخ لما كان يعمل (في أغلب أحيانه) في الفضاء ، حيث لا يوجد هواء فلا مجال لحصوله على الاكسجين اللازم لحرق الوقود ، ولذلك يضطر الصاروخ لحمل ذخره من الاكسجين أيضا ، وهذه هي العبء الكبيرة التي تثقل كاهل نسبة الكتلتين ، ولا سيما ان وزن الاكسجين اللازم لاحتراق كمية من الوقود اكبر من وزنها ، فالهيدروجين يحتاج لثمانية أمثال وزنه من الاكسجين ، والكربون يحتاج لمثلين وثلاثي المثل . وبديهي ان الاكسجين يجب أن يكون مميعا ليشغل أصغر حجم ممكن ، وهذه مشكلة أخرى لانه يتميع بدرجة - ١٨٣ ° ، ويتطلب حفظه بهذه الدرجة تدابير خاصة ، ولا تعبأ مستودعات الصاروخ به الا قبيل الاشعال . ويستعمل الاكسجين احيانا بشكل خاص اسمه الازون ، وهو أقوى .

وقد استعمل بدل الاكسجين المميع ، كمادة محرقة ، حمض الآزوت ، وهو أسهل استعمالا من الاول ولكنه مع ذلك لا يعتمد عليه بنسبة كبيرة . واستعمل عنصر الفلئور بدلا من الاكسجين ، وهو أقوى مؤكسد عرف في الطبيعة ، ويعطي لغازات الاحتراق سرعة أكبر ولكنه لشدة فعاليته يأكل جميع المواد المعروفة ولذلك يصعب حفظه . وهو سام جدا ، وربما كثر استعماله في صواريخ المستقبل . أما الوقود نفسه فيشترط فيه ان يكون ذا قدرة حرارية مرتفعة جدا . وقد استعمل الالمان في صواريخهم مادة الكحول ، ويستعمل الآن بنزين الطائرات والكيروزين (زيت الكاز) كما يستعمل الهيدروجين المميع .

ويستنتج من دراسة اشتعال الوقود وسرعة انطلاق غازاته ، انه لا يكفي

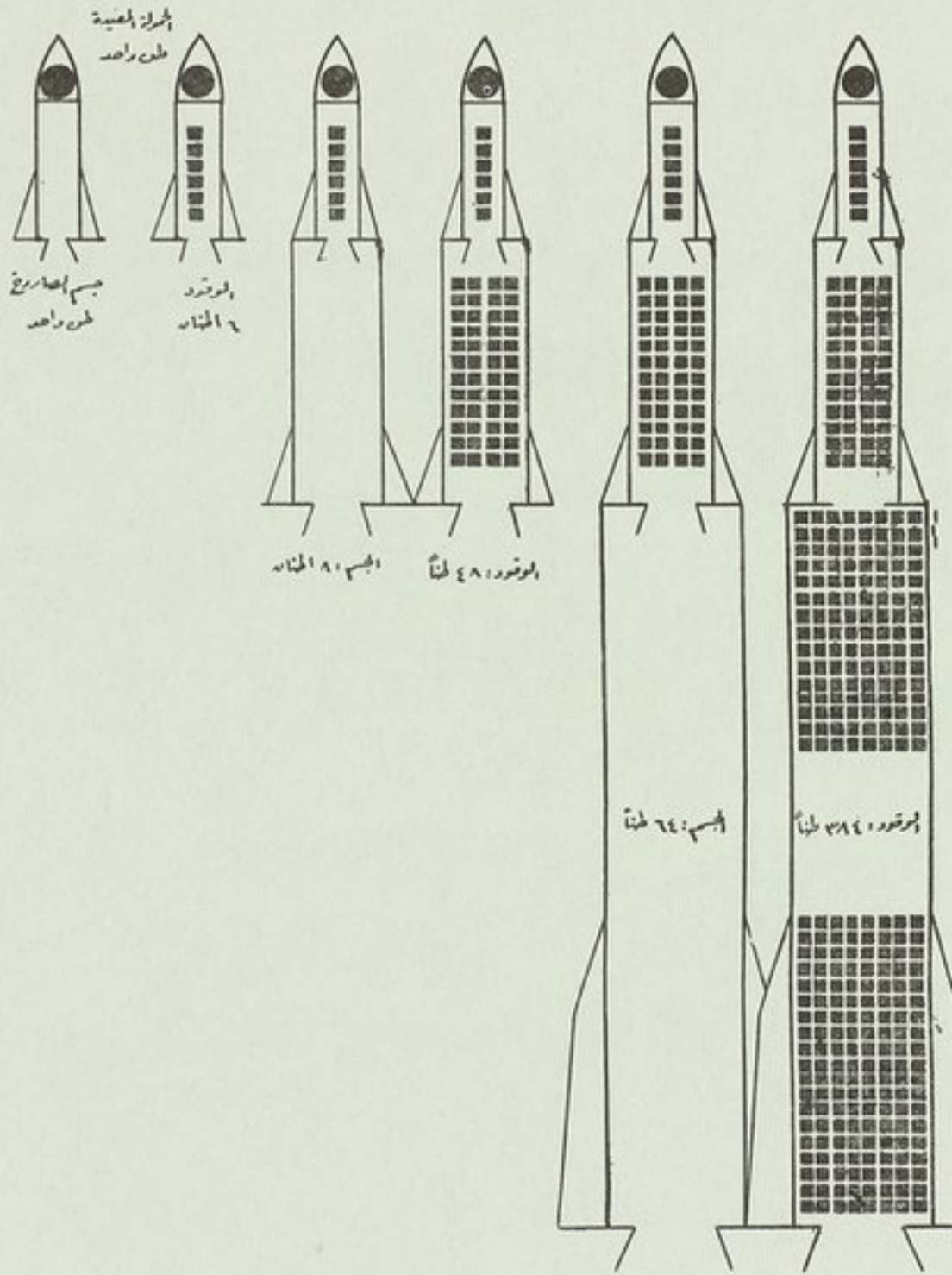
الحصول على قدرة حرارية عالية فحسب بل ينبغي ان تنصب هذه القدرة الحرارية على جزيئات غازية خفيفة لكي تكسبها سرعة عالية ، فالهيدروجين في هذا المضمار هو أخف العناصر وعند احتراقه يولد بخار الماء وهو أخف المركبات لذلك فان الوقود الغني بالهيدروجين يكون أصلىح من الوقود الغني بعنصر الفحم الذي هو أثقل من الهيدروجين بكثير .

والعقبة الكبرى في استعمال الهيدروجين الصافي كوقود هي أولا ضرورة تمييعه ، وهو يتميع بدرجة أخفض من الاكسجين وينبغي حفظه بدرجة 252° وثانيا كثافته الضعيفة في حالة المائع اذ تبلغ $0,07$ فقط ، ولذلك فان تحميل الصاروخ به كوقود سيحتاج الى مستودعات واسعة جدا تثقل كاهل نسبة الكتلتين .

وتتجه الانظار الآن الى استعمال مركبات البور بدلا من مركبات الكربون وهي تعطي سرعة انطلاق اكبر ، وكذلك مركبات الليتيوم . وهاهي بعض القيم المعروفة لسرعة انطلاق غازات الاحتراق :

الهيدروجين	٣,٦ — ٤ كم/ثا
الكحول	٢ كم/ثا
الهيدرازين	٢,٥ كم/ثا
البور	٣ كم/ثا
الليتيوم	٣ كم/ثا
المنتجات البترولية	٢ — ٢,٥ كم/ثا





الشكل (١١)

- كيفية صنع صاروخ ثلاثي المراحل .
- المرحلة الثالثة : الحمولة المفيدة : طن واحد ، الجسم : طن واحد ، الوقود : ٦ اطنان .
- المرحلة الثانية : الجسم : ٨ اطنان ، الوقود ٤٨ طناً .
- المرحلة الاولى : الجسم : ٦٤ طناً ، الوقود ٣٨٤ طناً .
- الوزن الكلي : ٥١٢ طناً .

الفصل الثالث

الصواريخ ما بين ١٩٤٦ و ١٩٥٧

مضت السنوات الاثنتي عشرة ، التي اقضت ما بين انتهاء الحرب العالمية الثانية واطلاق أول قمر صناعي في ٤ تشرين الاول ١٩٥٧ ، في عمل متواصل لتحسين الصواريخ في بلاد الدول الاربع المنتصرة على المانيا ، وهي : الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة وانكلترا وفرنسا ، كل على قدر امكانياته ، غير ان الدولتين الاوليين الكبيرتين هما اللتان بذلتا حقا بذلا كبيرا في تقدم سلاح الصواريخ حتى وصلتا الى صنع الصواريخ عابرة القارات ثم الى اطلاق الاقمار الصناعية ثم سفن الفضاء ، كما سنرى في الفصول القادمة •

كان السابق في المرحلة الاولى هو الاتحاد السوفييتي ، الذي أطلق أول قمر صناعي في ٤ تشرين الاول ١٩٥٧ ، بينما كان اكثر الناس ينتظرون ان تكون امريكا هي السابقة ففوجئوا بهذا الحدث ، كما فوجئت به الولايات المتحدة نفسها ، وعادوا يعززون سبق الروس الى فوزهم بغنائم كبيرة جدا من خبرة الالمان ومن مصنوعاتهم الصاروخية •

ان الروس ، وان لم يتمكنوا ، كما بينا ، من وضع يدهم على كبار خبراء الالمان في صناعة الصواريخ ، فقد استطاعوا على الاقل ان يجمعوا ١٦٠ فنيا ماهرا ، لا يزال اكثرهم في الاتحاد السوفييتي الى الآن ، وتمكنوا بواسطتهم من استثمار صواريخ ف٢ التي غنموها ، الى أقصى حد ممكن ، فبينما أطلق الامريكيون من هذه الصواريخ ستين فقط ، أطلق الروس المئات الى أعالي الفضاء • ولكن ...

لكن يجب الاعتراف بأن شيئا جديدا أدخله الروس على هذه الصواريخ هو من اكتشافاتهم المبتكرة ، وقد بدأت هذه الاكتشافات منذ أمد ولا تزال تتوالى أمام دهشة واعجاب العالم أجمع .

ان المعلومات اللازمة للمقارنة بين تقدم صناعة الصواريخ لدى الدولتين المتسابقتين مفقود تقريبا ، من الجانب الروسي ، ولذلك نكتفي بهذه الشهادة الأمريكية التي تقول : « من أهم الاسباب التي ساهمت كثيرا في نجاح السوفييت ، اسنادهم مسؤولية البحث والتجريب الى ادارة واحدة وهي سلطة مارشال الجو جيجاريف ، وهو معروف بالحزم وسداد الرأي ، وكذلك فقدان التزام التجاري بين المؤسسات التي كلفت بدراسة اجزاء الصواريخ وما إليها » .

ان هذه المنافسة تعتبر في أمريكا عنصرا محمسا ، أما الروس فقد برهنوا على عكس ذلك . وبالإضافة الى هذا ، فقد كانوا أسخياء بالاعتمادات المالية يستهونون النفقات التي تراها نحن باهظة ، لانهم فهموا قبلنا أهمية السباق الذي دخلوا معنا فيه وعقدوا العزم على الفوز » .

شتان بين التقدير والاحترام اللذين ينظر بهما في الاتحاد السوفيتي الى الباحثين المشتغلين بملاحة الفضاء ، والاستخفاف الذي تقابل فيه أمريكا تصريحات العلماء الذين يتعرضون للكلام عن هذا الموضوع » .

على كل حال فان خبرة أمريكا بالصواريخ كانت سابقة لوصول نماذج الـ F ٢ ، فقد بدأ خبراء الصواريخ الأمريكيون بعملهم قبل ذلك بمدة طويلة . فصنعوا في البداية صاروخا صغيرا يسير بوقود صلب ، فلم يتعد صعوده الشاقولي ١٩ كيلو مترا ، ثم صنعوا صاروخا ثانيا (فاك كوربورال) يقدر على الارتفاع الى علو ٦٥ كيلو مترا وشكله أشبه شيء بالقلم ، فطوله يبلغ ٤,٨٨ م وقطره لا يتعدى ٣٠,٤ سم ويشغل بالوقود السائل .

ثم صنعوا نموذجا جديدا (ايروبي) هدفه دراسة طبقات الجو ويبلغ طوله ٥,٧٥ م وقطره ٣٨ سم ويحمل ٧٠ كيلو غراما من الاجهزة مقابل حمولة

قليلة كان يحملها سلفه (١١,٣ كغ فقط) وبلغ مداه الاعلى ١١٠ كم ، ولما كانت تكاليف صنعه معتدلة فقد أمكن صنع عدد كبير منه . وتعاون على صنعه سلاح البحرية وسلاح الطيران وعدد كبير من المؤسسات العلمية ومؤسسات البحوث في أمريكا .

ثم جاءتهم الصواريخ الالمانية فوصل منها ١٠٠ من طراز ف٢ وكمية كبيرة من قطع التبديل وأطنان عديدة من الوثائق ، فوفر عليهم كل ذلك مشقة أبحاث كثيرة . فاكتفوا بدراسة الاضبارات وبالتجريب على الصواريخ ، فاذا بدرت لهم مشكلة رجعوا الى الخبراء الالمان المقيمين بين ظهرانيهم فحلوا تلك المشكلة .

وسرعان ما تبين لهم ان صاروخ ف٢ اعجوبة فنية تبرهن على تقدم تكنيكي عظيم من قبل الالمان ، وشهد عدد من علمائهم بأنها فتح حربي لا يقل أهمية عن القنبلة الذرية .

كان هذا الصاروخ الالمانى اعظم بكثير من مجرد قذيفة قادرة على الوصول الى الطبقات الدنيا من الستراتوسفير لانه عندما صار يستعمل كجهاز تجريبي ، وأبدل مخروط الرأس بأجهزة علمية صار يطلق رأسيا فيرتفع اثنى اكثر من ١٦٠ كم ، وكان الرقم القياسي الذي بلغه في ٢٢ آب ١٩٥١ : ٢٤١ كيلو مترا .

كان أول ما صنعه الامريكيون عند وصول اجزاء ف٢ من أوروبا الى مركز التجريب التابع للجيش في هوايت ساندس ، أن أقاموا قاعدة للتجريب الكونى ، لكي يشغلوا المحرك في شروط تسمح بمراقبة الدور الذي يؤديه كل جزء من اجزائه وقياس قوته الدافعة بدقة . وكان في تنفيذ برنامجهم التجريبي عدد من المصاعب وكثير من الاخطار ، لان عدة من الاجزاء المحملة من المانيا كانت بحالة سيئة صنعت بسرعة في مصانع مبعثرة هنا وهناك تحت الارض ، وتبين عند الرغبة في استعمالها انها غير كاملة او سيئة الخروط مما اقتضى في اكثر الاحيان تصحيحها أو استبدالها .

ثم جرت التجربة الاولى يوم ١٥ آذار ١٩٤٦ ، فاطلق أول صاروخ من طراز ف ٢ في الولايات المتحدة بعد اتخاذ جميع التدابير اللازمة لنجاح التجربة وقيام الفنيين بتحري قطعه واحدة واحدة عشرات المرات .

انفصل الصاروخ عن الارض وأخذ بالارتفاع ، ودام صعوده منتظما خلال ١٩ ثانية ، ثم انقطعت اربطة احد اجنحته ، فانفصل الجناح واختل توازن الصاروخ ، فأرسلت فورا اشارة لاسلكية قطعت التغذية عن المحرك فهوى الصاروخ وتحطم على الارض بعد ان بلغ ارتفاع ٥٤٠٠ مترا فقط .

بلغ عدد صواريخ ف ٢ التي اطلقت في الولايات المتحدة ٦٨ ، نجح بعضها نجاحا تاما ، وفشل بعضها الآخر فلم يبرح قاعدته أو انفجر في الجو ، وافلت احدها افلاتا تاما من قبضة القيادة اللاسلكية وراح جنوبا فسقط بسرعة قدرها ٤٨٠٠ كم في الساعة في مقبرة تقع في ضواحي مدينة جوارز المكسيكية .

وقد دام برنامج القذف والتجريب بهذه الصواريخ خمسة أعوام كاملة فكانت حصيلته الفنية وافرة جدا ، وقد احدثت الحكومة جهازا خاصا له سمي (لجنة ف ٢) يمثل المصالح ذات العلاقة من عسكرية وعلمية وصناعية فوضع برنامجا دقيقا لكل عملية قذف وراقب نتائجها واستخلص منها الدروس المفيدة . وهكذا تمكن الفنيون الامريكيون من اكتساب الخبرة اللازمة لتشغيل الصواريخ الكبيرة المقبلة ، كما أفادهم هذا البرنامج ايضا في تعليمهم تشييد قلاع المراقبة .

طريق الصواريخ الشائكة :

فن الصواريخ وصناعتها ، حديثان ليس لهما تقاليد قديمة ، ولا يمكن أن يكون ثمة تقاليد تكنولوجية في فن لا يزال في عهد التطور السريع ، لذلك فان كل خطوة يخطوها الانسان في هذا المضمار الى الامام يتكبد من جرائها كثيرا من المشاق ويدوق كثيرا من الفشل . لان عليه ان يكرر التجربة غير

عابىء بالاخفاق المتكرر وان يسعى كل مرة في التعرف على اسباب هذا
الفشل ليتجنبها في المرة الثانية .

ولا ينتج التقدم في فن الصواريخ من اختراع جهاز جديد ، او تبني
وقود جديد أقوى من أسلافه ، أو من كشف خليطة معدنية جديدة أحسن
من سالفاتها في الصفات فحسب . بل من خلق الجو المناسب والظروف الملائمة
لكي تصبح الاستفادة من الاختراع او الاكتشاف الجديد ممكنة . فلنفرض
انه اكتشف وقود جديد قادر على توليد قوة دافعة اكبر من المعتاد بعشر
مرات ، فهذا الاكتشاف حدث عظيم جدا ولكنه لا يصلح للتطبيق فورا ،
لانه لا يدري أحد هل في وسع غلاف غرفة الاحتراق ان يقاوم الحرارة المرتفعة
التي ستتنتج من استعمال هذا الوقود . كذلك لا يعلم أحد هل ستولد قيم
التسارع الناتجة من هذه القوة الدافعة الكبيرة أمواجاً صدمية لا يقدر
الصاروخ على تحملها . وهل سيكون الوقود الجديد قابلاً للحفظ بسهولة ،
أم هل ستظهر فيه صفات مخرشة تجعل تداوله غير ممكن وهل سيتلاءم مع
التغيرات المفاجئة لدرجة الحرارة التي يتعرض لها الصاروخ ، وهل سيظل
محتفظاً بكيانه ام انه سيتحلل ، وهل يتحمل النقل الطويل من المعمل الذي
يصنع فيه الى مركز التجريب ، وهلا سيحتاج الى مستودعات وانايب واجهزة
خاصة ؟ ان قائمة المشاكل طويلة لا نهاية لها .

ليس في تاريخ التكنيك مثال كالصاروخ يعتمد على مثل هذا العدد الهائل
من مختلف فروع العلوم التطبيقية ، فهو يتطلب خيرة الادمغة وانفس المنتجات
لعلوم الهدروديناميك والالكترونيك والراديو والتطويح الآلي ، والآلات
الحاسبة والترموديناميك ، وصناعة المعادن والمحركات والكيمياء ، الخ . . .
وكل هذه العناصر المختلفة يجب أن تتلاءم مع بعضها بعضاً لتولد صاروخاً
معقولاً تقدر جميع اجزائه على تأدية وظائفها المتنوعة .

يتألف كل صاروخ من الوف القطع ، وينبغي لكل قطعة ان تؤدي دورها
المرسوم لها بلا تخاذل ولا ابطاء اثناء القذف والطيران . وقد قدر انه لو كان

يتألف من ١٠٠ جهاز فقط (وهذا رقم دون الواقع بكثير) فينبغي ان يكون احتمال توقف كل واحد من هذه الاجهزة دون واحد في الالف حتى يكون الصاروخ أكيدا ٩٠ بالمائة فقط .

لذلك قال أحد خبراء الصواريخ العسكريين : اننا لا نستطيع الركون الى الصاروخ الكبير ذي السوائل وفي ذلك ما يدعو للجنون لاننا عندما نصنع هذا الصاروخ الضخم الحاوي على الوف الاجزاء ، فان تخاذل أصغر قطعة منه يكفي لتعطيل كل ما فيه ، فياله من كابوس فظيع .

ولهذا التشاؤم مبرراته ، لان الصاروخ الضخم الذي يكلف عدة ملايين من الدولارات ، تطلقه فينفضل عن قاعدته بانتظام ويصعد في الجو ويخضع خضوعا تاما للمراقبة الالكترونية التي ستحيل جهة طيرانه من الشاقول الى الافق . فاذا طرأ على احدى داراته الكهربائية أقل تخاذل مهما صغر ، فمنع اجهزة الرصد من نقل ما تقرؤه الى محطات الاستقبال على الارض انتهت التجربة بالفشل التام .

هو ذا صاروخ آخر معد للقذف ، يضغط على زر القيادة فتتحرك السوائل وتصل الى غرفة الاحتراق وتمتزج فيها فتشتعل وتنطلق وتستمر التغذية ، فيبدأ الصاروخ بالارتفاع بقوة وجلال . ولكنه لا يكاد يعلو عن الارض بضعة أمتار ، حتى يمتنع أحد الصمامات عن ان يفتح ، بسبب التصاقه بقاعدته من جراء انجماد بعض قطرات من الاكسجين السائل ، فتقطع سلسلة عمليات التغذية والاحتراق وتتناقص قوة دفع المحرك . وهكذا فان تخاذل صمام صغير يكون سببا في سقوط الصاروخ بعد ارتفاعه ، فيحدث انفجار فظيع يولد في قاعدة الاطلاق الاسمنتية الضخمة الصلبة حفرة عمقها ثلاثة أمتار ...

مثال آخر : ينطلق احد الصواريخ انطلاقا ناجحا ، ولا يكاد يصل الى ارتفاع خمسة عشر مترا حتى يتعثر فيه جهاز دقيق للقيادة الآلية ، فيعطل احدى العمليات ، فيتوقف الصاروخ عن الاستجابة الى الاشارات التصحيحية

التي ترسل اليه بالراديو ، ويظل جهاز التوازن مصوباً في جهة ثانية فيزج بالصاروخ في حركة مضطربة يهوي من جرائها الى الارض .

مثال آخر : يصعد صاروخ الى الاعلى ببطء في البداية آخذاً بالتسارع بانتظام وجميع اجهزته تؤدي وظائفها على احسن ما يرام ، فتسخن جدران غرفة الاحتراق حتى تصل الى الاحمرار وتتمدد . غير ان ثمة شعراً دقيقاً في المعدن ، يستحيل بتأثير الحرارة المستمرة الى تشقق صغير لا يلبث ان يزداد فيصبح شقاً ينفذ منه لهيب الغازات ، فلا تمضي لحظات حتى يحصل الانفجار ...

ما أكثر حوادث التخاذل التي يمكن ان تحدث والتي تحدث بالفعل . يشتمل كل صاروخ على كيلو مترات من الاسلاك الكهربائية ، يجب أن يكون كل سنتيمتر منها خالياً من العيوب ، وكذلك كل انبوب خلائي ، وكل فيس ، وكل مولد وكل صمام ، وبالنتيجة ينبغي أن تكون الالوف المؤلفة من الاعضاء خالية من العيوب تؤدي واجباتها تامة ، والا وقعت الكارثة .

وقد يبدو أحياناً ان الامور تجري على احسن ما يرام . واذا بأحد السوائل ، ويفترض انه صاف تماماً من الناحية الكيميائية ، قد تسربت اليه آثار مادة غريبة . ومن المستحيل الاحتراس من هذا الاحتمال الذي لا يظهر الا عندما يصبح اللهب غير منتظم وتأخذ سرعة الصاروخ بالتناقص أو لا يبلغ الارتفاع المقدر له .

والجو عدو لمهندس الصواريخ . لانه اذا عجل الصاروخ بأسرع من اللازم تسبب احتكاك الهواء باحماء سطحه الخارجي أكثر مما ينبغي ، وينتقل هذا الحمى الى الداخل فيشوه الوصلات ويطري المطاط ويفقد الالمنيوم (والمعادن الاخرى) خواصها الميكانيكية .

وان توفير الاستقرار للصاروخ وهو في دور تعجيله يثير كثيراً من المشاكل . فموقع مركز الثقل يتغير دوماً بسبب الاستهلاك السريع للوقود والاكسجين ، لذلك فان تحقيق التوازن صعب وأصعب منه ادامته ، ويميل

الصاروخ الى التموج على محركه ، فلذلك ينبغي أن يكون عمل الدوامة المولدة للاستقرار (جيروسكوب) بريئا من العيوب ليتلافى الكارثة .

يوجه كثير من الصواريخ الكبيرة بالقيادة اللاسلكية ، بأموج تصدر من القيادة على الارض وهذه الطريقة يبدو انها منطقية ولكنها تتعرض غالبا لخطر البطلان ، وتفسير ذلك هو أن بعض غازات الاحتراق تمتص وتنتشر امواج الراديو فيصادف ان تقوم الغازات المنطلقة كمرآة عاكسة ترد اشارات القيادة والتوجيه . ويبقى الصاروخ ماضيا على هواه . وكلما زاد الارتفاع زادت المسألة تعقيدا لان اللهب في الجو المخلخل يستطيل ويتألق تحت الصاروخ ، وتزداد من جرائه صعوبة اىصال الاوامر بالراديو الى الصاروخ الممعن في ارتفاعه .

لذلك فان المصاعب التي لاقاها المهندسون في تنفيذ برنامج ف ٢ او غيره من الصواريخ لم تلبث ان صرفت عن أذهانهم الفكرة الساذجة القائلة بأن اىصال القمر الصناعي الى مساره عملية سهلة التنفيذ .

وعلى ضوء هذه التجارب المريرة المبددة للاوهام أقدم الفينيون الامريكيون على تجريب الصواريخ الاخرى المتعددة المراحل . مستفيدين خلال اثنتي عشرة سنة من الصاروخ الالماني ف ٢ الذي لعب الدور الهام الذي بيناه في تقدم علم الصواريخ في الولايات المتحدة ، ولا شك في انه لعب مثل هذا الدور لدى الدول الاخرى التي ظفرت به .

لما نفذت صواريخ ف ٢ من عند الامريكيين اهتموا بصنع اجهزة من تصميمهم ، فولد الصاروخ فايكنغ في عام ١٩٤٩ في مختبرات البحث لدى البحرية . وهو صاروخ من نفس رتبة ف ٢ مع التقدم الفني الذي يحتمه فارق في السن بينهما قدره سبعة أعوام . ويبلغ طوله ١٣,٧٠ م ، مقابل ١٤ مترا من ف ٢ ، ويستعمل نفس الوقود والمادة المحرقة ، لكن الفرق الاساسي كان في أن الصاروخ الجديد يزن وهو فارغ طنا واحدا ، ويزن وهو مملوء أربعة اطنان ونصف مقابل ٤ و ١٢,٩ في ف ٢ . وقد نتج هذا التخفيف من

شكله الرفيع المتطاوول ، وكان الفرق الاساسي بين الصاروخين يقوم على الجهاز الموجه . فاما في ف ٢ فكان يتألف من اجنحة غير قابلة للاحتراق ، موضوعة داخل تيار الغاز المنطلق ، وتسبب بتحويلها لاستقامة الانطلاق في تغيير توجيه الصاروخ . أما في صاروخ فايكنغ فكانت جملة المحرك الدافع كلها تنحرف كتلة واحدة ، مثلما تنحرف في القوارب الغازية . ولم ينجح هذا التعديل الداخل على الصاروخ في البدء لانه لم يسلم من تسعة نماذج جربت منه سوى ثلاثة . وقد كان اكثرها نجاحا هو الذي جرب في ١٩٥٤ ، فانطلق محملا بآلات مسجلة ، وارتفع الى ٢٥٣ كيلو مترا فبلغت قوته الدافعة ١٠ أطنان وتجاوزت سرعته العظمى ١٨٠٠ مترا في الثانية .

لم يعد صاروخ فايكنغ يعتبر اليوم سوى جد لعائلة كبيرة من الصواريخ الحربية الموجهة ، مختلفة الانواع والقوى ، وقد بلغ المحرك الصاروخي بفضل الاهتمام الزائد به خلال سنوات ما بعد الحرب درجة مدهشة من الدقة والتقدم واحتل عنان السماء ، فأصبحت اسرع طائرة في العالم هي الطائرة الصاروخية X ٢ وتبلغ سرعتها ٣٠٠٠ كم/سا وترتفع الى ٣٨ كم (١٩٥٦) وبلغت اختها ، الطائرة X ١٥ ، في عام ١٩٦٠ سرعة ٤٥٠٠ ميلا في الساعة (أي ٧٢٥٠ كم في الساعة) وارتفعت الى ٢٥٠ الف قدم (أي ٧٥ كيلو مترا) .

واتجهت الدول الى احلال الصواريخ محل المدفعية ، في الارض والبحر والجو ، وصار يعتمد على سلاح الصواريخ في اكثر مهمات طيران المطاردة .

وليس هذا التقدم في صناعة الصواريخ مقصورا على الولايات المتحدة ، لكنها كانت مع الاتحاد السوفييتي في مقدمة الدول المهتمة به ، مع الفارق في ان الاتحاد السوفييتي كان يبذل جهودا أكثر ودعاية أقل ، الا ما كان من اعلانه من حين لآخر عن النتائج المذهلة التي يتوصل اليها تقدم هذا السلاح فأعلنت وكالة تاس في ١٩٥٦ مثلا عن ظهور الصاروخ عابر القارات وهو السلاح المطلق الذي كان منذ الاصل هدف الاستراتيجيين .

ان الانسان ليأسف كل الاسف ، ويشكو مر الشكوى من أن يكون

تقدم العلم سببا في تقدم وسائل الدمار والهلاك . هذا هو واقع الانسانية ،
تتقدم فيها المادة مراحل مديدة ولا تتقدم فيها المعنويات قيد أنملة . بل تقوى
الانانية والاثرة وحب السيطرة والتنازع على البقاء .

سلاح اليوم هو القنبلة الهيدروجينية ، ولكي تكون سلاحا حاسما ،
ينبغي لها ان تدمر وتبيد المراكز الحيوية لدى العدو بدون ان يستطيع أحد
اعتراض طريقها . ولذلك يحسن نقلها بالصواريخ السريعة . فهذا ما حدا
بالاتحاد السوفيتي الى اختراع صواريخه ، وما حدا بالولايات المتحدة الى
احداث سلاحها المسمى بنفس الاسم ايضا والذي يرمز اليه بـ I. C. B. M.
ولا يجهد احد من يستمع الى الاذاعات ويطلع الصحف والمجلات ،
الخبيرات المتتابعة التي مني بها الامريكيون من جرائه : فمن صواريخ تنفجر
فور اطلاقها ، أو تسقط في أول طريقها الى التي تفلت من القيادة والتوجيه
اللاسلكي وتضيع في البحر أو تسقط في الغابات . وسبب ذلك ان مسأنة
هذه الصواريخ معقدة تعقيدا عجيبا . وما دامت تحمل في رأسها شحنة
(نووية حرارية) فينبغي ان تكون بعيدة المدى تطلق عبر القارات أي من
أمريكا الى شرق اوروبا او من آسيا الى أمريكا ، فتجتاز مسافة لا تقل عن
٨ آلاف كيلو متر ، ويقتضي ذلك أن تكون قادرة على الارتفاع الى علو
ألف كيلو متر . فهذه الارقام تدل فورا على ان مقدرة هذه الصواريخ ينبغي
أن تكون خارقة . بمعنى أنه خلال البرهة القصيرة التي تندفع فيها بالوقود
(ولا تتجاوز بضع دقائق) يجب ان تبلغ قوتها الدافعة عدة مئات من الاطنان
حتى تبلغها سرعة تقارب ٢٧ الف كيلو متر في الساعة .

وليست مسألة القدرة هذه (أو الاستطاعة) هي المشكلة الوحيدة ، بل
ان مسألة توجيه الصاروخ لا تقل عنها أهمية . فلكي ينساق الصاروخ الى
هدفه بالضبط يجب تزويده بجهاز موجه او بجهاز للقيادة والتوجيه اللاسلكي،
يكون متناهما في الدقة والضبط وفي المقاومة . كذلك مسألة ايصال القذيفة
الى الارض ، تثير كثيرا من المشاكل ، لان الصاروخ بانطلاقه في الجو بتلك
السرعة الهائلة يلقي مقاومة عظيمة ويتعرض لخطر التسخن لدرجة الانفجار .

وضع الامريكيون آمالهم في صاروخ أطلس ، وهو صاروخ جبار يبلغ ارتفاعه حوالي ثلاثين مترا ، ويقضي تصميمه بأن يجتاز المحيط الاطلسي في ثلاثين دقيقة فما كان منه الا ان انفجر في أول تجربة له اجريت في ١١ حزيران ١٩٥٧ •

وكان الاتحاد السوفييتي قد عكف على حل نفس المسألة منذ صبيحة الحرب ، لكن علماءه كما قال احدهم : (لم يتعودوا ان يصيحوا قبل ان يبيضوا ببيضتهم) ولذلك فهم يداهمون العالم بالمفاجئات بعد ان تنضج الطبخة او تباض البيضة • فمن جملة مفاجئاتهم تلك التي طلعت بها وكالة تاس في ٢٧ آب ١٩٥٧ عندما اعلنت ان صاروخا عابرا للقارات ، بعيد المرمى ، قد جرى تجريبه بنجاح • فهذا النجاح يدل على ان المشاكل التي ذكرناها : وهي الاستطاعة والتوجيه والمقاومة والحماية من الحرارة قد حلت • وقد قابل الامريكيون هذا الخبر بكثير من الشك الى أن جاءت اشارات سبوتنيك ١ - اللاسلكية (ييب ، ييب ، ييب) بعد ذلك بخمسة أسابيع فبرهنت على أن الروس لم يبالغوا في شيء •

كان اطلاق القمر الروسي الاول دافعا كبيرا للامريكيين في السعي الى التعويض عن تأخرهم في مجال الصواريخ ، فأكبوا على تجريب الصواريخ الثقيلة أمثال : جوبتير وفارسايد • ولا بد هنا من القول بأن فن الصواريخ لم يتبع في الاتحاد السوفييتي نفس الطريق الذي اتبعه في المانيا ومن بعدها في الولايات المتحدة • فبينما كان في هذين البلدين موجهها نحو التطبيقات العسكرية ، وحدها ، وعلى هامشها (في الولايات المتحدة) نحو سبر طبقات الجو ، ومحظورا عليه مجرد التفكير في موضوع ملاحه الفضاء ، نجده في الاتحاد السوفييتي ، الى جانب التطبيقات العسكرية لا يهاب تشويه سمعته في أن يستهدف علنا فتوح القمر والفضاء ويعتبرهما لنفسه هدفا مشروعا •

كانت السلطات الالمانية والامريكية تخشى الوقوع في براثن السخر والاستخفاف وتهاب اضاءة الوقت والمال اذا هي شجعت آمال رواد ملاحه

الفضاء ، وقد كان فون براون ، صانع الصاروخ الالماني ف ٢ واحدا من هؤلاء الرواد فكادت احلامه وسعة خياله ان تجني عليه فسقط بين أيدي فرق الحرس الخاص لولا الاوامر التي صدرت من هتلر نفسه باطلاق سراحه وعودته الى العمل (وكان عمره في ذلك العهد ٣٢ عاما وذلك في عام ١٩٤٤) .

كذلك اضطرت الجمعية الامريكية لرحلات الفضاء في الولايات المتحدة الى تغيير اسمها فأصبحت تسمى جمعية الصواريخ الامريكية ، وذلك شعورا منها بانها اذا أرادت لفت نظر الاوساط العلمية اليها ، فينبغي أن يظل نشاطها المتعلق بشؤون الفضاء حذرا ومدعوما بالوقائع العلمية .

أما في الاتحاد السوفييتي فكان ستالين نفسه يتابع اعمال تسيولكوفسكي وخرجت مشاريع للصواريخ عابرة الكواكب والاقمار الصناعية على أيدي علماء رسميين كبار مثل ف . زاندر و م . تيخونزافوف و أ . كوندراتيونيك و أ . خلبتسوفيتش . وحدث نادي الطيران المركزي في موسكو في عام ١٩٥٤ قسما خاصا لملاحة الفضاء ، كما أكد رئيس اكاديمية العلوم نظميانوف انه قد أصبح بالامكان ارسال سفينة الفضاء الى القمر ، واخيرا ، احدثت هذه الاكاديمية وهي أعلى مؤسسة علمية في الاتحاد السوفييتي ، في نيسان من عام ١٩٥٥ « لجنة دائمة للمواصلات عبر الكواكب » اعضاؤها من أكابر العلماء ، اذ تضم تحت رئاسة سيدوف الشهير ، عدة علماء من امثال كابتيزا وهو من أشهر علماء الذرة في روسيا .

ولكي ندرك مدى الاهمية المتزايدة التي صارت الدول الكبرى تعلقها على تقدم الصواريخ وعلى تطبيقاتها المقبلة التي تتعدى المحسوس ، يكفي أن نستعرض بايجاز سلسلة المؤتمرات الدولية لملاحة الفضاء . انعقد أولها في باريس في خريف ١٩٥٠ بمساعي العالم الفرنسي اسكندر أنانوف ، وكان قد أفلح بعد جهود طويلة في تأسيس الاتحاد الدولي للملاحة الفلكية ، ولم تعد الاوساط العلمية تنكر صحة أهداف هذا العلم ، ولكن المحافظين من

العلماء لم يلقوا سلاحهم بهذه السهولة • بل أصبحوا لا يعيبون ملاحاة الفضاء
بكثرة الخيال وانما بوقوعها تحت سلطة العسكريين •

على أن ذلك لم يمنع الفئة الثانية من العلماء من أن تولي علم رحلات
الفضاء مزيدا من الاهتمام • فضم مؤتمر ١٩٥٠ مندوبي سبع دول ، كما ضم
المؤتمر الذي تلاه عام ١٩٥١ في لندن مندوبي احدى عشرة دولة وكان من
بينهم أنانوف واوبرث وسانجر وبريدت وفون براون ونيل وعالم الذرة
الانكليزي شيرد والامريكي دورانت ، وفي مؤتمر ١٩٥٣ الذي انعقد في
مدينة زوريخ ، صرح فون براون بقوله : « انني أزدادا تأكدا في كل يوم يجيء
أننا في مدة خمسة عشر عاما لن نحصل على الصاروخ المناسب فحسب ، بل
سنحقق مشروع محطة الفضاء » وجدير بالذكر ان مشروع المحطة هذا يحلم
به فون براون منذ نضارة شبابه أيام كان يعمل مع مواطنيه الالمان في محطة
الصواريخ — بضواحي برلين •

وظهرت في المؤتمرات التي تلت ، الفوائد العلمية من المواضيع المبحوثة ،
فكان الموضوع السائد في مؤتمر عام ١٩٥٥ المعقود في كوبنهاجن هو موضوع
الاقمار الصناعية • وكان الرئيس آيزنهور قد أعلن في ٢٩ تموز من تلك السنة
أن امريكا ستساهم في اعمال السنة الجيوفيزيائية — (١٩٥٧ — ١٩٥٨)
باطلاق اقمار صغيرة في الفضاء مزودة بألات صغيرة للرصد لتساعد اعمال
العلماء في الحصول على مزيد من المعلومات عن الارض وعن جوها •

وبعد بضعة أيام من هذه التصريحات التي ادلى بها رئيس الولايات
المتحدة ، سأل الصحفيون الاستاذ ليونيد سيدوف في مؤتمر كوبنهاجن عما
إذا كان الاتحاد السوفيتي سيطلق ايضا أقماره بمناسبة السنة الجيوفيزيائية ،
فاكفى بالجواب بأن الروس ايضا ينوون اطلاق أقمار لتلك المناسبة ، وانهم
ربما أصبحوا متأهين لذلك قبل الولايات المتحدة ، وان اقمارهم ستكون
اكبر من الاقمار الامريكية التي لن يزيد وزنها على ٢٠ كيلو غراما •

ولما انعقد مؤتمر ١٩٥٦ في روما بأبهة كبيرة في قصر المؤتمرات ، اشتمل

على اربعمائة مندوب وحضره المندوبون السوفييت بعدد كبير بعد اشتراك الاتحاد السوفييتي رسميا في الاتحاد الدولي وجرى التصويت ، فانتخب الانكليزي لسلي شبرد رئيسا ، وانتخب ليونديدوف نائبا للرئيس واستقبل المؤتمر رسميا من قبل البابا .

وأما مؤتمر ١٩٥٧ فقد عقد في مدينة بارشلونة ، في شهر تشرين الاول ، وحضره ثلاثة مندوبين من الاتحاد السوفييتي ، تقدموا الى المؤتمر بثلاثة تقارير . أما الامريكيون فقدموا ثلاثة وعشرين بحثا ، يتكلم عدد منها عن القمر « فانغارد » الذي تزمع الولايات المتحدة اطلاقه . وفي خلال المؤتمر ووسط التزام المندوبين السوفييت جانب الحيطه انفجرت في صباح ٤ تشرين الاول قنبلة اطلاق القمر السوفييتي الاول .

وقد كان انتخاب الاتحاد السوفييتي لموعد اطلاق الاقمار الاولى متوافقا مع مناسبتين تاريخيتين هامتين بالاضافة الى مناسبة السنة الجيوفيزيائية . وهما :

١ — الذكرى المئوية لتسيولكوفسكي (المولود في ١٧ ايلول ١٨٥٧) وقد كان ، كما ذكرنا في الفصل الاول ، أول رائد لرحلات الفضاء ، وقد بلغ من تقدير الاتحاد السوفييتي لذكراه أن قرروا اطلاق اسمه على مركز بحوث الفضاء الذي ازمعوا انشاءه ، فلقب بمؤسسة تسيولكوفسكي .

وقد سأل بعضهم ، خلال صيف ١٩٥٧ بعض العلماء الروس ، كيف ينوون الاحتفال بذكرى ولادة تسيولكوفسكي ، فأجابوا بأن هذا العيد المئوي سيجري احياؤه بأكثر مما يظن من الابهة .

٢ — ان يوم ٧ تشرين الثاني ١٩٥٧ يصادف العيد الاربعيني للثورة الروسية ، فكان التمهيد لاحياء هذه الذكرى باطلاق السبوتنيك الاول في ٤ تشرين الاول ، والثاني في ٣ تشرين الثاني ، أي قبيل عيد الثورة بأربعة أيام .

الفصل الرابع

الانفار الصنعية الاولى

بعد ساعة سيحين منتصف الليل ، في الساعة الثالثة والعشرين تماما يضغط فني على زر واقع في وسط لوحة كبيرة للمراقبة ، فاذا بنور برتقالي يبرز فجأة من قاعدة الاطلاق الواقعة فوقه بعد سقف سماكته ٧ أمتار من الاسمنت المسلح . ويشتد لمعان النور ويبدو ساطعا براقا وهو يرتفع مئات الامتار فوق سطح الارض ، ثم لا يلبث ان يفقد شدته وينتشر الى الوف من الشذرات الذهبية تختفي وسط سحابة كثيفة من الدخان .

يظهر هذا الدخان في ضوء المصاييح القوية ، لكن الريح لا تلبث أن تعبث به وتبدده فلا يبقى منه بعد قليل الا بضع شذرات على سطح الارض .

هذا الضوء القصير الامد هو نذير لالوف الرجال بان ساعة عمل متواصل قد أزفت . وبأنه بقيت ستون دقيقة للرحيل ، وأي رحيل ، اذا جرت الامور في مجاريها ، فبعد ساعة سيكون ثمة رجل أمام منضدة بسيطة ، يبرز من سطحها المعدني الثقيل شيئان فقط هما : لوحة زجاجية يصدر منها ضوء أخضر منتشر وزر أحمر ، ذلك كل شيء . فاذا لم يبدر خلال تلك الساعة من أي من الوف اجهزة المراقبة التي حوله انذار بالخطر ، وظل ذلك الضوء الاخضر الصغير يلمع كما ينبغي له ، وضع الرجل اصبعه على الزر الاحمر .

في تلك اللحظة ، اذا كانت عشرة آلاف شرط قد تحققت ، واذا كان خمسمائة جهاز ، أدق من بعضها بعضا ، قد أدى كل منها الدور المعين الذي أوكل اليه ، في تلك اللحظة يندلع بركان فظيع متجه من عال الى سافل .

عندئذ ... اذا لم يقع حادث من الحوادث العشرة آلاف ، الطارئة
التافهة والتي تقدر مع ذلك ان تفسد او تعطل كل شيء ، عندئذ يقتلع البركان
الثائر ، عملاقا من الارض • عملاقا وزنه مائة وخمسون طنا : قوامه من الفولاذ
والوقود ، والمطاط والزجاج واللدائن ، والغازات • تنتقل كلها من درجة
منخفضة من الحرارة الى سفير جهنم في بضع ثوان ، ثم يرتفع العملاق
في الهواء •

لن يحصل ذلك الا اذا سار كل شيء على ما يرام • غير انه في خلال تلك
الساعة التي بدأت ، والتي تدوم ٣٦٠٠ ثانية ، يمكن لاقل عشرة او توقف
او اضطراب او اختلاف في الزمن ان يسبب الكارثة •

ان الصاروخ المنتصب على قاعدته ، ضخما زاهي اللون ، يشبه آلهة من
الآلهة الوثنية ، قوية مخيفة ، يعبدها مئات الاتباع ، يسعون حولها ، صاعدين
على جوانبها ، زاحفين تحتها ، داخلين الى جوفها ، لكي يشبعوا ادنى رغباتها •

لصنع هذا العملاق ، انفقت مئات الملايين من الدولارات ، وبذلت سنوات
من الجهد ، وأديت مقادير من العمل لا حصر لها ، من قبل الوف من العلماء
والمهندسين والفنيين ورجال المختبرات والجامعيين والمحققين • وجهد عشرات
من الالوف غيرهم في المصانع أو جمدوا بردا في مراكز مراقبتهم النائبة في
رحابة روسيا ، أو قاسوا مرارة اليأس عندما خيل اليهم أنهم قد خسروا كل
شيء ، أو ذاقوا أشد لحظات التحمس والنشوة اثناء ما كانوا يتبعون تقدم
صنع الصاروخ وهو يتجسم شيئا فشيئا •

الهة جديدة ، أعجوبة العلم ، قمة الفن ، معجزة الصناعة • • لربما كان
أحسن هذه الالقاب ملاءمة أن نقول عن الصاروخ انه ثمرة جهد الانسان
الدائب • لان الانسان بفضل هذا الصاروخ العملاق ، وبعد سلسلة لا تصدق
من العمليات العديدة التي جرت بلا كسر ولا تعطل ، ولا تخاذل من قبل
اجزائه التي يربو عددها على خمسمائة الف ، فقام كل جزء بالمهمة الموكولة
اليه ، سينجح في ايصال أول كوكب اصطناعي الى مداره • ان هذه التجربة
الاولى حدث تاريخي عظيم •

والبقعة من الارض التي تجري فيها هذه العملية منطقة بعيدة عن العمران
محاطة بحاجز مرتفع مكهرب ، ينتظر الموت فيه كل من يحاول ان يجتازه ،
ويكمل هذا الحاجز اكوام من الاسلاك الشائكة ، وتتجول امامه دوريات
مدججة بالسلاح ، تنتقل بسياراتها بين الابراج المسلحة ، بالمدافع الرشاشة .
وتكمل كل هذه الحراسة الكلاب البوليسية .

في هذه الليلة سيطلق قمر صناعي ، وسيبدأ دور جديد من تاريخ البشرية .
على ان هذه الاعتبارات الفلسفية لا تهم القيادة السوفيتية ، ولذلك فالمدعوون
هذه الليلة منتقون ، منهم فئة من النخبة ، وقد وصلوا . اما الذين لم يستطيعوا
المجيء ، والذين تمنعهم مناصبهم العليا من مغادرة الكرملين أو أكاديمية
العلوم ، فهم على اتصال مباشر مع المنطقة المحرمة ، وسيجري اطلاعهم على
تسلسل الحوادث دقيقة فدقيقة ...

هذه المنطقة المحرمة ، مدينة ، او هي جحيم . هي قلعة أمامية من قلاع
التقدم ، تعزف فيها موسيقى مخيفة غير انسانية ، ملؤها الهدير المرعب يقصف
فيها الرعد فيصم الآذان ويلمع فيها البرق فيخطف الابصار . وعندما ينطلق
الصاروخ المارد من قاعدته تزلزل الارض وتصعد نار الحريق الى السماء من
جراة القوى الضخمة المنطلقة من عقالها .

تلك مدينة ولا كالمدن ، مصنوعة من الفولاذ والاسمنت واللدائن
والالكترونيك ، وحاضرة عجيبة من القطران والجص والخشب والزجاج
تبع بغثة من الارض ومن بين الصخور . تلك بوتقة تندفع منها الصواريخ
الروسية الضخمة والقنبلة الهيدروجينية المخيفة .

مدينة لا تعرف النوم ولا الراحة ولا الهدوء . حتى البهائم التي تعيش
بجوارها قد ألفت صخبها المصم ، الذي تتجاوب اصداؤه على التلال وفي
الغابات . وقليل من بين الوف العمال الذين يعملون فيها يعلمون شيئا من
مجموع الصناعات التي يشتغلون بها ، وجل علمهم هو أنهم يصنعون الاسلحة .
في تلك الليلة التي نتحدث عنها ، اتجهت جميع الانظار نحو قاعدة واحدة

هي الوحيدة المضاعة • وقد جعلت اجهزة الرادار في حالة تأهب موجهة نحو الصاروخ ، وفي الجو وعلى طول طريق الصاروخ مسافة الـ ١٠٠ كيلومترات طائرات مطاردة تطير منتظرة دورها في مراقبة اللحظات الاولى من التجربة ، ومئات الكاميرات المختلفة الاحجام مهياة ومصوبة نحو المحرك المتوقع •

ولا تقل الحركة تحت الارض عما هي عليه في سطحها ، فثمة بناء يمتد أربعة ادوار في الاعماق • وفي داخل هذا المكعب الضخم من الاسمنت ، جيش صغير من الفنيين يقوم بضبط الاجهزة التي سترافق اطلاق الصاروخ ، وتعد هذه الاجهزة بالالوف •

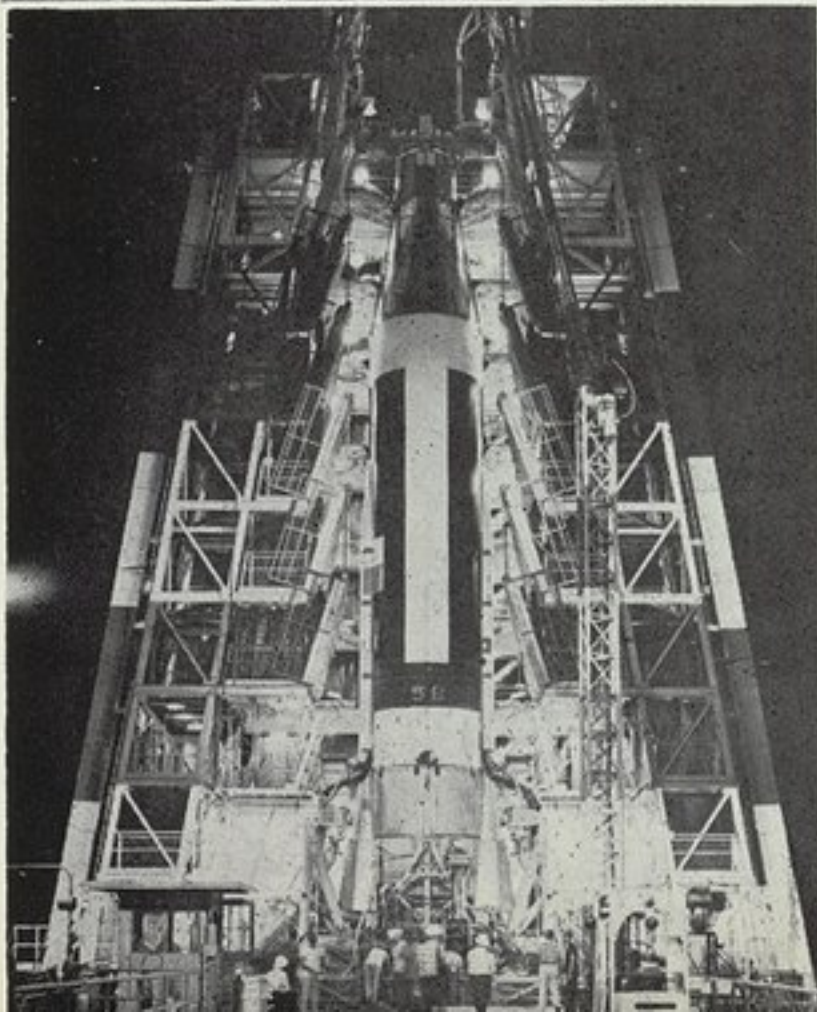
أما الصاروخ فيحيطه الآن برج من عوارض الفولاذ يربو ارتفاعه على ٦٠ مترا ، وفيه سلالم وروافع تمكن الفنيين من بلوغ اية نقطة ارادوا من الصاروخ ، وامراس ضخمة تنقل الطاقة او تحمل مسقطات الانوار بالمئات ، يخيل الى الناظر انه امام بنيان شديد الاضاءة تلمع نوافذه وحروفه بضوء أشد من ضوء النهار •

هذا البرج وكل ما فيه من تجهيزات قابل للانزلاق على سكتين متباعدين من الفولاذ • فعندما يصبح الصاروخ على أهبة الاطلاق ، ويفادره آخر رجل من العاملين فيه ، وينتزع منه آخر مرس ناقل للكهرباء ، يتعد البرج ببطء على سكتيه ويقف على بعد ٢٠٠ متر من قاعدة الصاروخ •

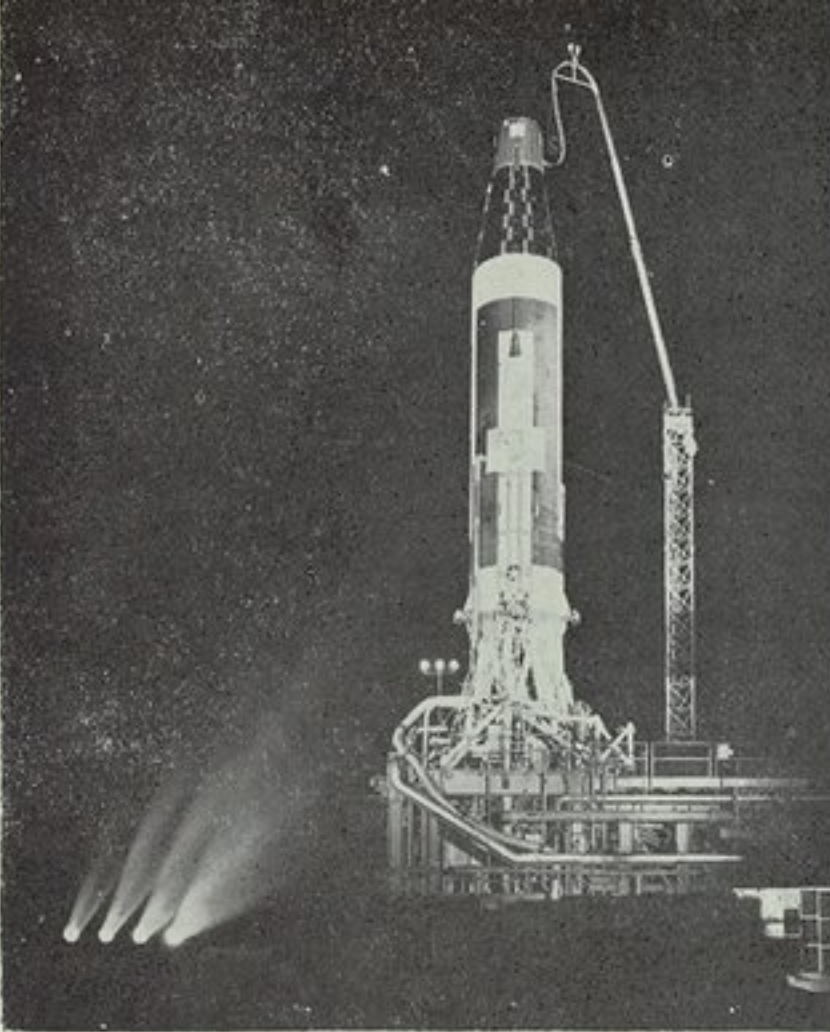
أما الآن ، فان العلماء والمهندسين لا يزالون يعملون حول الصاروخ كجماعة من النمل تصدت لجبل من العسل • يتألف الصاروخ من ثلاثة طوابق (مراحل) ، فأما المرحلة الاولى ، وهي التي في الاسفل فتولد قوة دافعة قدرها ١٧٠ الف كيلو غرام • وهي التي تدفع الصاروخ في مشيته الاولى داخل الجو ، فتمتئ فرغ وقودها انفصلت عن المجموع ، بعد ان تكسبه سرعة قدرها ٧٥٠٠ كم/سا • عندئذ تكون المرحلة الثانية قد بدأت عملها ، فتزيد السرعة بتعجيل مدهش وتوصل المرحلة الثالثة من الصاروخ الى المسار المرسوم له •



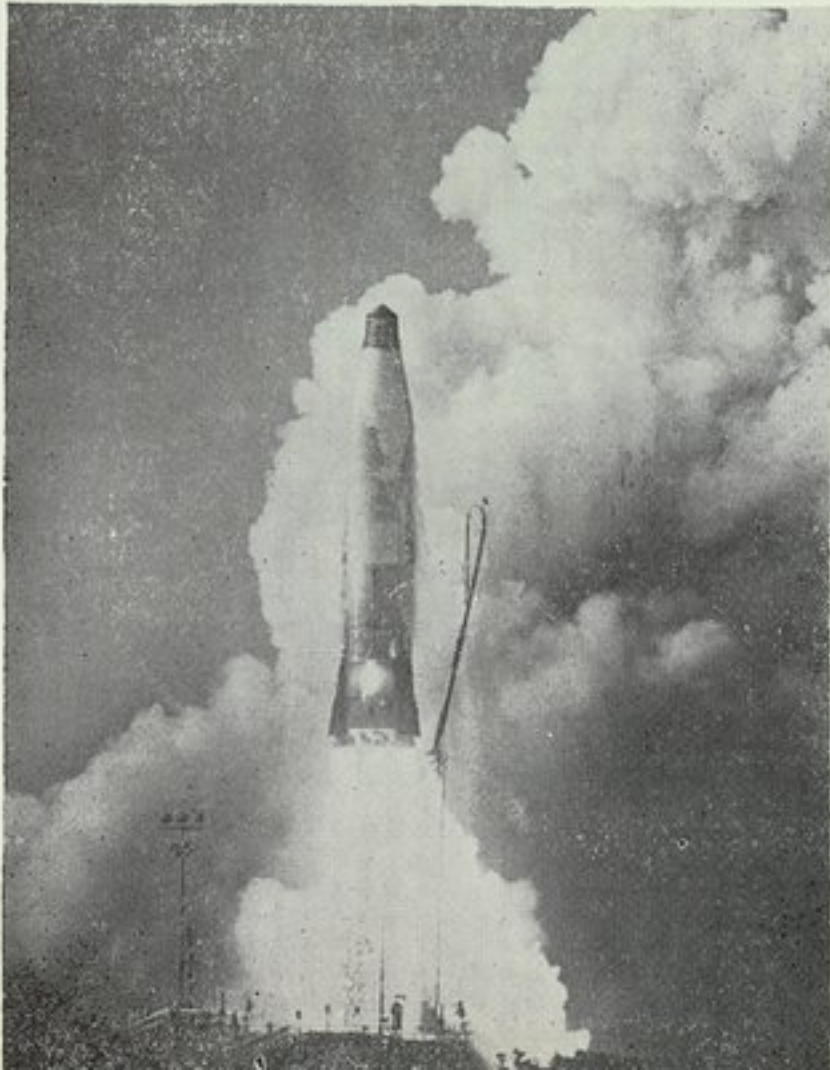
خط تجميع صاروخ اطلس
عابر القارات ، وذلك في سان
ديغو كاليفورنيا . وبعد
التجميع يجري تجريبه ، يبلغ
قطر هذا الصاروخ ٣ امتار
وطوله ٢٦ م (١٩٥٩) .



صاروخ اطلس عابر القارات
على قاعدة الاطلاق في رأس
كانافيرال اثناء تهيئته للاطلاق.
يبلغ ارتفاعه ٢٦ مترا .



صاروخ اطلس عابر القارات
على قاعدة الاطلاق في رأس
كانافيرال ، وقد هيء لتجربة
اشعال النار فيه .



اطلاق صاروخ اطلس ب ،
بقوة دافعة قدرها ٦٣ طنا من
قاعدة رأس كانافيرال .
(١٩٥٨)

يقوم العلماء في أعلى البرج بعملية ضبط أخير للأجهزة المعقدة التي تزود التابع الذي سيدور بعد قليل حول الأرض • ويتحققون ، بواسطة أجهزة مراقبة شديدة الحساسية ، من شحنة البطاريات ، ومن جهاز الاذاعة والادوات التي عليها قياس درجات الحرارة وتقدير نسبة النيازك ومفعول اصطدامها بالتابع •

على ان هذا التابع لم يجهز بكل أدوات المراقبة ، بل ترك ذلك للتوابع التي ستليه ، لانه ليس الا جهازا للتجربة ، ومع ذلك فقد تقرر اتخاذ جميع التدابير لاطالة حياته ودوام العمل في اجهزته •

والآن نظرة أخيرة على التابع وعلى هوائياته الاربعة المطوية ، التي ستنتصب من تلقاء نفسها متى بلغ التابع مساره • ولمسة وداع لغلافه الكروي الصقيل اللامع كالمرآة ، المصنوع من المنيوم خاص والمؤلف من طبقات جمعت بدقة متناهية •

وآخر من يغادر رأس الصاروخ ، هما عضوان من اكااديمية العلوم ، فيختبران مرة أخرى الآلية المكلفة بفصل الكرة (أي التابع) عن مخروط الوقاية • ويلقيان آخر نظرة على الروابط التي تربط التابع بالمرحلة الثالثة من الصاروخ • وبعد ان يفرغا يغلقان الابواب ويوصدان كل شيء •

الاعياء باد على الجميع ، ولكن قلوبهم مفعمة بالامل ، فقد أدوا واجباتهم كاملة ، وبعد بضع دقائق سيبدأون عملهم في الحصن • ولا يكاد أحد يصدق ان تحقيق الحلم قد أصبح قريبا بهذا القدر •

تشتد الحركة باقتراب الساعة ويغادر الرجال البرج جماعات بعد ان ينهوا أعمالهم ، ويغلقوا الابواب ويوصدوا الفتحات ، ويفصلوا الامراس الكهربائية ثم ينزلون السلالم ويدخلون الحصن بعد ان يلقوا نظرة أخيرة على الصاروخ • جرت عملية التفتيش الاخيرة بسرعة ، وكان لا بد من اختبار شحنات الفصل ، لانها حيوية لنجاح عملية القذف ، فكل مرحلة من مراحل الصاروخ ينبغي أن تنفصل عنه في اللحظة المناسبة بعد انتهاء وقودها •

كل فرد من هؤلاء الرجال يعلم حق العلم مقدار ضعف الصواريخ • كل جزء مؤلف لمراحله الثلاثة حتى أبسط الامراس الكهربائية الذي لا يكلف الا بضعة روبلات ، يجب ان يؤدي وظيفته كاملة وعلى أحسن وجه • ولا مجال هنالك لاي خطأ • لا في القذف ولا في المراقبة ، فالكمال هنا صفة لازمة لا بد منها من البداية حتى النهاية ، فاذا اعترى هذا الكمال فتور أو وهن وقعت الكارثة •

بقيت الآن عملية شحن الصاروخ بوقوده • فالمرحلتان ١ و ٢ تحرقان مادة مشتقة من الكيروسين (زيت الكاز) ، وهي في حد ذاتها ليست خطيرة ، لكنه قد أضيفت اليها مستحضرات كيميائية تجعل استعمالها دقيقا • وهي تتفاعل مع الاكسجين المميع تفاعلا عنيقا ، ولولا هذا الشرط لما أمكن الحصول على الدفع الكافي لا يصلح سبوتنيك الى مداره •

انتهى الآن شحن الصاروخ بالكيروسين وجاء دور الاكسجين المميع وهو يقتضي احتراسا وحيطة اشد ، لانه في الاصل غاز قد تمت اماعته بعد الضغط الشديد والتبريد وهو يسمى دوما للرجوع الى حالته الغازية ، فاذا هو لم يدفع الى مستودعاته بضغط دائم الثبات ، تبخر قسم منه وولد ضغطا قد لا تقوى مستودعات السائل على تحمله فينتج من ذلك انفجار محتوم •

تبتعد الآن سيارات نقل الوقود والاكسجين ، ويغادر البرج اربعة رجال ثم ينزل رجل على القاعدة الاسمنتية ، وهو الذي يحمل بمفرده مسؤولية التجربة لا يشاركه فيها أحد ، الرجل الذي يجب عليه أن لا يدع أمرا للصدفة • ولذلك فهو آخر من يغادر الصاروخ وآخر شخص لم ينزل بعد تحت الارض ، حيث يقوم حصن القيادة ، وحيث يراقبه الناس بشيء من الخوف • يرفع ذراعه ، فيحرك احد الفنيين الآلية التي تدير عملية انسحاب البرج على سكتيه •

الآن وقد ازيج البرج عن الصاروخ ، بدا هذا الاخير قائما نحو السماء لم يبق الى جانب هيكله الطويل الا عمود واحد مشبك تتدلى منه شبكة من الكابلات السود ، هي جبل السرة الذي سيجلب للصاروخ الطاقة النهائية

الباعثة للحياة فيه ، وتتوغل هذه الشبكة في بطن العملاق •

يتحرك الرجل الآن نحو الحصن ، وهو عسكري برتبة عقيد ، فيؤدي له الحارس التحية عندما يلج باب الحصن • ثم يبلغ مركز قيادته فيحيط به أعوانه ، وتسارع عيناه فتلم بصفحات الاجهزة على منضدة المراقبة ، ويقدم له أحد المهندسين تقريرا موجزا ، بينما يوصد الحارس خلفه الباب •

ابتداء من هذه اللحظة لم يعد في وسع العلماء ان يفعلوا شيئا فهم قد حسبوا كل شيء وأعدوا كل شيء • واصبحت مقاليد الامور بيد المنفذ • هنالك رجلان عيناها لا تفارقان منضدة القيادة ، لا يطلب منهما عمل شيء الا اذا جاءهما انذار من نور احمر • وهما يرجوان من اعماق قلوبهما ان لا يضيء ذلك النور •

لم يبق الا عشر دقائق واذا بسهم مضيء احمر يصعد مصفرا في الجو فيضيء جوانب الصاروخ ، ويبدأ العاملون بتحريك القبضات والضغط على الازرار ، فتدب الحياة في الصاروخ ، ويصل اليه التيار الكهربائي فيأخذ بالارتعاش والزمجرة ويوشك أن يبدأ بالحركة •

يراقب الفنيون بانتباه شديد جميع مظاهر الحياة التي تستيقظ في قلب الصاروخ ، واعينهم لاصقة بمينا اجهزتهم تتبع تنقل الانوار الخضراء والصفراء ، وهم متأهبون لتحريك الاجهزة المساعدة ، فاذا تعثرت آلية من الآليات ، فبين أيديهم واسطة لتحريكها باليد • لقد أصبحت قاعدة المراقبة والغرف الملحقة بها مجالا لنشاط لا مثيل له ، فلا يسمع في جوها الا دمدمة وطققة يرافقها لمع أنوار ، أما على لوحات المراقبة ، فقد حلت الانوار البرتقالية محل الحمراء ، ولا تلبث ان يحل محلها النور الاخضر الذي طال انتظاره •

حدد منتصف الليل لاطلاق الصاروخ ، الوقت يمضي الآن مسرعا ، والاوامر تتتابع باصداء رتيبة خلال غرف الحصن ، وقد حبس الحاضرون أنفاسهم غريزة • وفجأة يسمع انذار لم يكن يتوقعه أحد : « بقي ثلاث دقائق ، قفوا » فيكمد الحاضرون • ماذا حدث ؟ هل ساءت الاحوال ؟ حقيقة

الامر هي ان ضوءاً أحمر ظهر على احدى اللوحات دالا على وجود عيب ،
وسرعان ما يحدد مكانه ، ويشعر الجميع كأنما مضت الساعات في حين انه
لم يمض اكثر من خمس دقائق على وقف التعداد عند الساعة الا ثلاث
دقائق •

ثم يسمع الاعلان المنتظر أخيرا : الا ثلاث دقائق ، ارجعوا للتعداد ،
وتدوي في الاجهزة الحاكية اصوات تعداد الوقت كل خمس عشرة ثانية •
صفرا لا ستون • يضع العقيد يده على المفتاح فيسكن الحاضرون كأنما
على رؤوسهم الطير ، ويظل النور أخضر •

خمس واربعون ثانية •

تتحرك اجهزة التسجيل ابتداء من هذه اللحظة لتلاحظ كل حركة او خلجة
او صوت دمدمة في داخل الصاروخ فتسجل او تصور ، لكي تبقى آثارها ،
حتى اذا لم تنجح التجربة استطاع المهندسون ان يعرفوا السبب •

خمس عشرة ثانية •••

يجبس الجميع أنفاسهم • ولا يفوه من بينهم بالكلام الا رجل واحد ،
هو ضابط المدفعية ، فهو الذي يعد الثواني بصوت متزن لا يخالطه تأثر ،
فيعد :

أربع عشرة ، ثلاث عشرة ، اثنتي عشرة •••

ثلاث ، اثنتان ، واحدة •

عندها يصدر الامر قائلا : النار •

حانت اللحظة المحتومة فيضغط اصبع على زر أحمر •

على بعد خمسين كيلو مترا من هذا المكان ، كانت تحلق في الجو طائرة
نفاثة ذات مقعدين • وفجأة نادى الملاح قائد الطائرة وأراه شيئا يلوح نحو
اليسار • فاذا بلهب أحمر يظهر على الارض ويضيء جوانب السحب التي

كانت خفية حتى ذلك الحين • ثم يتسع اللهب ويمتد كأنه شهاب • فأدار القائد الطائرة ليرى الحادث في ظروف أنسب •

يصعد الذيل الناري الآن نحو السماء وينير سحبا جديدة فتضيء واحدة بعد الاخرى باللوان بديعة ويبدو ان الصاروخ يتقدم ببطء وهو ينير المنظر تحته كما لو كان في رابعة النهار ، ثم تتسارع حركته •

يظل قائد الطائرة ومعاونه مشدوهين بهذا المنظر ، لا يستطيعان ان يصرفا نظرهما عن قاعدة الصاروخ الضخم ، التي تندفع منها هذه النيران الغريبة ، بالرغم من الالم في عينيها • لقد ولدت الارض وحشا جديدا وها هو الآن يصعد الى السماء •

وصل الصاروخ الى علوهما ثم تجاوزهما صاعدا في اتجاه الشاقول بسرعة مذهلة تاركا السحب تعود الى الظلام ، الذي يسود الكون • فتأخذ الطائرة بالنزول وملاحاها لا يزالان يتبعان بالبصر مؤخرة الصاروخ التي غدت بقعة صغيرة حمراء تبتعد عنهما في السماء الحالكة •

وما هي الا ان يلمع في السماء بريق جديد ساطع • ذلك ان المرحلة الاولى من الصاروخ قد نفذ وقودها ، فانفجرت شحنتها الفاصلة وقذفت بها بعيدا عن الصاروخ الذي تبدأ مرحلته الثانية بالاشتعال فيندفع بقوة جديدة متابعا طريقه •

كل ذلك بينما كان الملاحظون في داخل الحصن وفي المحطات الاخرى يتابعون الرصد ، واخذت الابر تتحرك على ميناها في لوحات المراقبة ، وانطفأت الانوار الحمراء وأضاءت المصابيح الخضراء • وفي الاتحاد السوفييتي بأسره علماء عاكفون على لوحات المراقبة التي تشهد بوجود الصاروخ في الجو •

وبغثة تملو صيحة فتقول : المرحلة الثالثة ، لقد نجحت العملية ، وانطلقت كرة التابع من مكنها في ظل مخروط الوقاية ، واصبح هنالك ثلاثة أجسام

تدور حول الارض : القمر الصغير ومخروطه وصاروخ فارغ كان يؤلف المرحلة الثالثة • تدور هذه الاجسام على ارتفاع ٩٠٠ كم •
 وبقيت عملية اخيرة ، فلا يكاد القمر يتحرر من الصاروخ والمخروط ، حتى تتحرك فيه اربعة نوابض فتنتصب هوائياته الاربعة الطويلة •
 انتهى الآن كل شيء ، وقد اصبحت رحلة التابع في الفضاء ، بعد الآن خارجة على قيادة الانسان •

التابع الصناعي الاول

١ - بعض المعلومات عن سبوتنيك ١ :

بعد هذه المقدمة المطولة من الادب العلمي ، نورد الآن مجمل المعلومات عن هذا التابع :

المسار قطع ناقص ، يؤلف مستويه مع خط الاستواء زاوية قدرها ٦٥,٣° وعناصر هذا المسار هي :

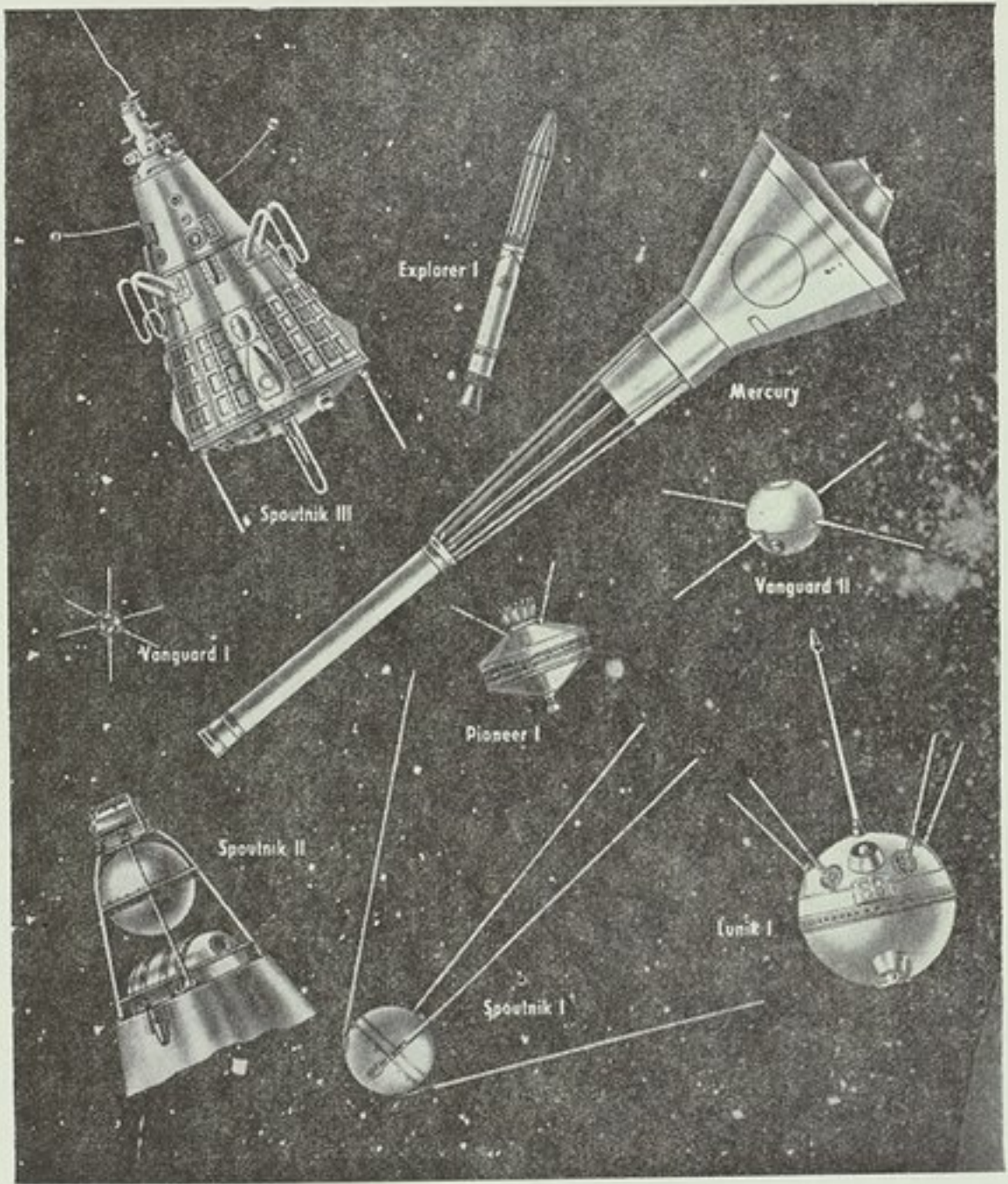
$$\text{الحضيض} = ٢٢٨ \text{ كم}$$

$$\text{الاجوج} = ٩٤٦ \text{ كم}$$

الدور الاصلي (مدة الدورة الكاملة في البداية) = ٩٦ دقيقة و ١٠,٢ ثوان

والقمر نفسه كرة من خليط الالمنيوم قطرها ٥٨ سم ، شديدة الصقل لكي يؤمن سطحها اكبر نسبة انعكاس ممكنة للاشعة الضوئية • كتلتها ٨٣,٦ كغ ، ولها زوجان من الهوائيات ، طول الاول ٢,٤٠ م والثاني ٢,٩٠ م •

زود التابع بجهازي راديو مذيعين ، قوة كل منهما وات واحد ، يغذيان ببطاريات كيميائية ويذيع الاول على تواتر قدره ٢٠,٠٠٥ والثاني على ٤٠,٠٠٢ ميغاسيكل •



الشكل (١٢)

الاقمار الصناعية الاولى (١٩٥٧ - ١٩٥٩)

وقد حددت مهمة هذا القمر بالوظائف الآتية :

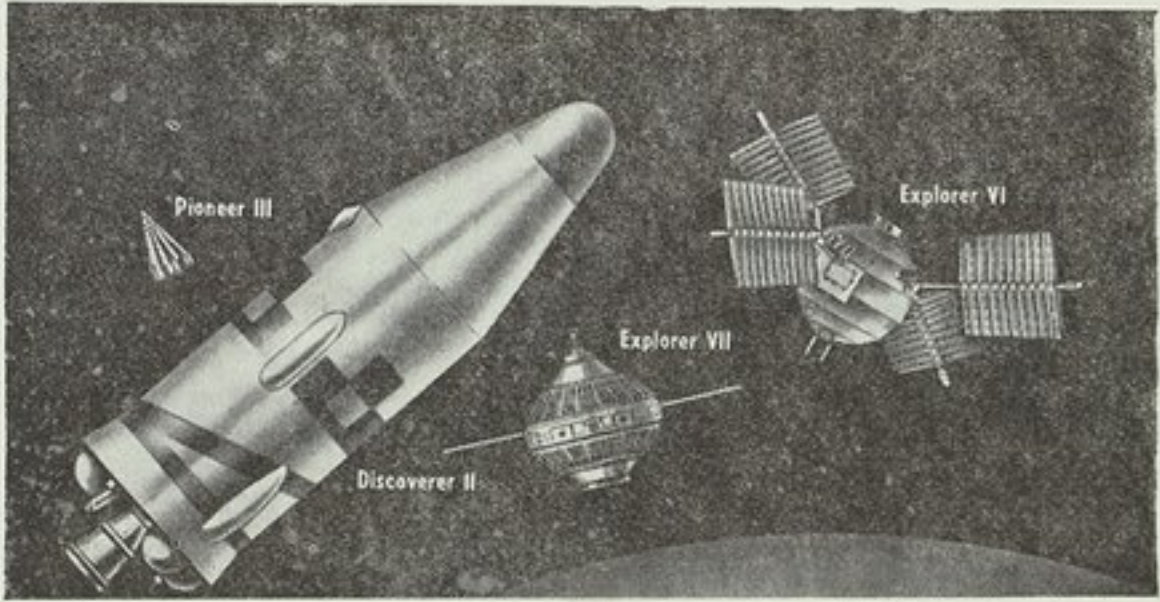
قياس اختلاف درجة الحرارة في داخله ، واصطدامه بالنيازك ، ولهذه الغاية كان معبأً بغاز الآزوت ، فاذا حصل له اصطدام بشهاب يثقب جداره ، نقص ضغطه الداخلي ، وامكن بقياس تناقص الضغط معرفة كبر الثقب .
واستعملت اشارات الراديو لقياس درجة التأين في الجو .

ساهم ١٨٠٠ شخصا توزعوا على كامل اراضي الاتحاد السوفيتي بمراقبة التابع بصريا ، وكانوا مجهزين بمنظير واسعة الحقل تجسم ٦ مرات فقط . وكانت ساعة مرور التابع فوقهم تعلن لهم بالاذاعة ، وتقوم مراقبتهم على تدوين لحظة المرور ، ثم تجمع هذه المعلومات وتبلغ الى دماغ كهربى مركزي فيعين المسار معتمدا على ذلك العدد الضخم من الارصاد .

وقد سكتت الاجهزة المذيعة في يوم ٢٦ تشرين الاول ، فتكون بطارياته قد عاشت ٢١ يوما .

وبالرغم من ان البلاغات الرسمية لم تتعرض لوصف المرحلة الاخيرة من الصاروخ ، فقد كانت كبيرة ، وهي التي اتبعها المراقبون في العالم أجمع ، لان حجمها الكبير اورثها قوة مضيئة تعادل لمعان الزهرة . ولذلك فقد صدر بلاغ سوفيتي رسمي في ٨ تشرين الاول ، أي بعد القذف بأربعة أيام ، يقول بان السبوتتيك لا يدور وحده في فلكه حول الارض ، بل ان له رفيقا وهو بقية الصاروخ الذي حمله في المرحلة الاخيرة ، وأوصله الى السرعة اللازمة للدوران وقدرها ٧,٤١٠ كم/ثا ، واضاف البلاغ ان هذا الصاروخ يقع على بعد ١٠٠٠ كم من التابع . ثم اعلنت جريدة البرافدا في غد ذلك اليوم (١٠/٩) انه ليس ثمة جسمان فقط يدوران ، بل هي ثلاثة لان المخروط الرأسي قد طرد آليا عن الصاروخ .

واذيع من اوستراليا في ١١ تشرين الاول ان الرصد دل على ان الصاروخ سابق في دورانه للقمر ، وليس في الامر ما يدعو للعجب ، وسنرى في الفصل السادس تفسيراً له . وقد اخذ هذا السبق يزداد حتى بلغ دورة كاملة فلحق



الشكل (١٣)

بعض الاقمار الصناعية التي اطلقت في عام ١٩٥٩

الصاروخ بالقمر في اليوم الرابع والعشرين ، ولحق به بعد ان سبقه بدورتين في اليوم الثلاثين ثم في الخامس والثلاثين والتاسع والثلاثين والثالث والاربعين والتاسع والاربعين والواحد والخمسين ، أي يوم ٢٥ تشرين الثاني . وكانت مدة دورة الصاروخ حينئذ قد هبطت بمقدار ١٥ ثانية في اليوم ، أي بما يقارب ثانية في كل دورة ، وبعد ان كانت في البدء ٩٦ دقيقة هبطت الى ٩١ دقيقة . وكانت هذه المعلومات (كما سنرى) ذات فائدة كبرى في تعيين الكثافة الحقيقية للطبقات العليا من الجو .

وأعلن بلاغ صدر عن وكالة تاس في ٢٦ تشرين الثاني ان الصاروخ سيسقط على الارض في أوائل كانون الاول ، وقد اتبع سقوطه بواسطة التلسكوب الاشعاعي في انكلترا وامريكا .

وفي خلال ذلك كان القمر الصناعي ماضيا في دورانه ولم يسقط الا بعد ١٤٠٠ دورة في ٤ كانون الثاني ١٩٥٨ ، حيث قطع في الفضاء مسافة ٧٠ مليون كم ، وهي تعادل المسافة الفاصلة بين الارض والمريخ .

وكان سقوطه مناسبة لعملية رصد هامة جدا بطريقة اشعاعية كهربائية ،
بفضل التآين الشديد الذي يحدثه التابع في طريقه . وهكذا تابع الفلكي
كراوس (من مرصد كولومبوس) هبوط التابع وانقسامه في البداية الى
ثلاثة أقسام ثم الى خمسة ثم الى ثمانية ، وربما كان ذلك بسبب اصطدامه
بشهاب كبير ، وكانت هذه الاقسام تدور على أفلاك مختلفة ، ثم اختفت من
السماء بين ٤ و ٩ كانون الثاني ١٩٥٨ .

٢ - سبوتنيك ٢ :

اطلق هذا القمر ليلة ٣ الى ٤ تشرين الثاني ، وقد كان لاطلاقه انعكاس
قوي في الاوساط العالمية بسبب ضخامته (اذ بلغت كتلته ٥٠٨ كغ) ولاحتوائه
على الكلبة لايكا .

في هذه المرة لم يفصل التابع عن صاروخه الاخير ، بل ظل ملتصقا به
بعد انفصال مخروط الرأس ، وقد قدرت كتلة هذين الجسمين ، بحسب
احتكاكهما بالهواء ، وبحسب لمعانها في السماء بأكثر من ٣ أطنان .

عناصر المسار : قطع ناقص

الحضيض ٢٢٥ كم ، الاوج ١٦٧١ كم ، الدور الاصلي ١٠٣ دقيقة و ٤٥
ثانية . وقد جهز بعدة اجهزة ، فثبتت اجهزة كشف الاشعة الكونية في جدار
الصاروخ ، ووضع في اطار ثبت في الطرف ، جميع الاجهزة المخصصة لدراسة
اشعاع الشمس ، من اشعة سينية واشعة غاما . وكان هنالك أيضا كرة شبيهة
بكرة سبوتنيك الاول احتوت على البطاريات واجهزة البث . وتحت ذلك
تأتي الغرفة الموصدة المحتوية على الكلبة لايكا ، وهي محاطة بأوعية التغذية
والاكسجين والامتصاص ، واجهزة تسجيل الحوادث الفيزيولوجية .

وقد صمم التابع لكي تدوم قياساته سبعة أيام ، وقد توقفت اذاعته بالفعل
في نهاية ذلك الاسبوع . وكانت الكلبة ، في حجرتها تحمل بنفسها جهازها

الكاشف الذي يقيس النبض والتنفس ، وضغط الدم ، وكان الضغط والحرارة في داخل الحجرة يسجلان ايضا ، وتعديل درجة الحرارة بواسطة دورة اصطناعية للهواء تنظفه وتجدهه .

قيس تناقص دور القمر سبوتنيك ٢ — بسبب اقترابه التدريجي من الارض ، قياسا دقيقا بواسطة المراقب الاشعاعية واجهزة الرادار ، طول مدة دورانه ، أي من ٣ تشرين الثاني الى ١٤ نيسان ١٩٥٨ . فأتتم خلال هذه المدة ٢٣٧٠ دورة تقريبا . وقطع مسافة ١٢٠ مليون كيلو متر ، وهي تقارب البعد بين الارض ومشارف الشمس .

وقد شوهد سقوطه في ليلة ١٤ نيسان حوالي الساعة الواحدة و ٥٢ دقيقة ، على خط يذهب من شمال نيويورك الى الغويان ، وتبعه عدد كبير من الشهود في جزر الاتيل وعلى متن البواخر في البحر ، فشاهدوا شهابا ساطعا بدأ يلعب منذ دخل طبقات الهواء الكثيفة حتى قطع مسافة ٥ آلاف كيلو متر فيها ، وعندما وصل الى نواحي المارتينيك كان يجبر وراءه سحابة من الشرر مع ذيل يبلغ طوله ١٠٠ كم ، ثم سقط في البحر الاطلسي ما بين أمريكا الجنوبية وافريقيا .

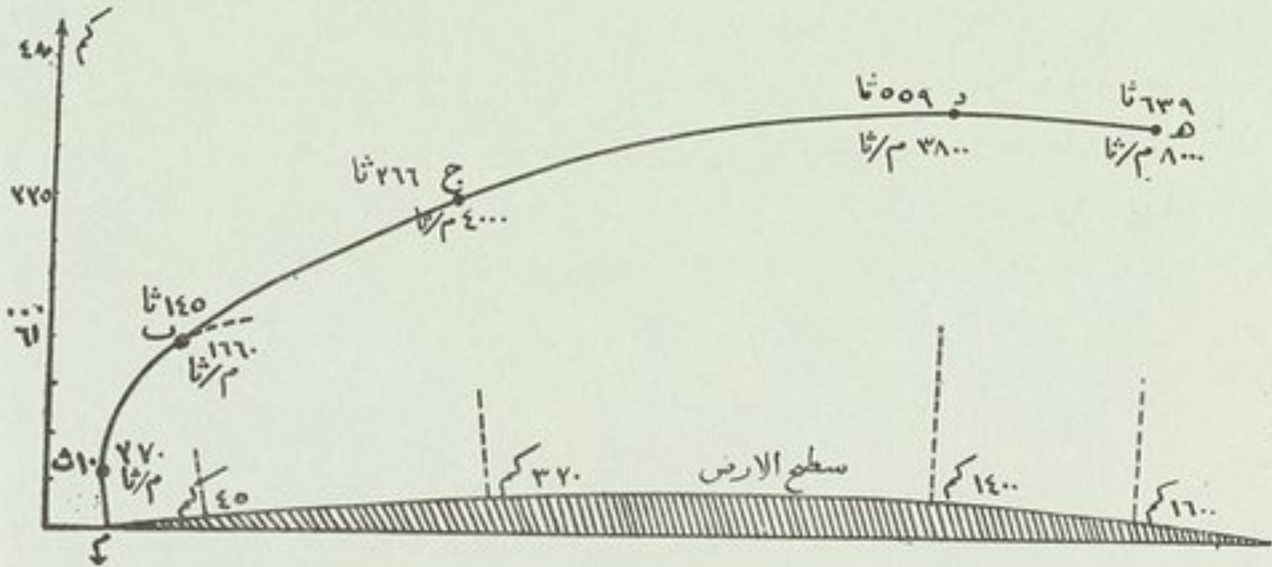
٣ — الكشاف الاول :

حاول الامريكيون ان يطلقوا اقمارهم الصناعية في أواخر عام ١٩٥٧ ، فاطلقوا قمر فانغارد (الطليعة) في ٦ كانون الاول ١٩٥٧ بعد تهيئة عجلية واستعداد غير تام ، فما كاد يبدأ اندفاعه ويرتفع مترا واحدا فوق قاعدته ، حتى حصل هبوط مفاجيء في ضغط الغازات فسقط الصاروخ واصطدم بالارض وتحطمت مستودعات وقوده واعقب ذلك انفجار عنيف جدا قضى على حياته القصيرة .

وأعيدت محاولة اطلاق قمر فانغارد بصاروخ ثان في ٥ شباط ١٩٥٨ بعد أن اجل عدة مرات بسبب رداءة الاحوال الجوية ، فارتفع خلال الثواني

ال ٥٧ الاولى الى علو ٦ كيلو مترات وبعد ذلك طرأ عليه خلل لم يمكن اصلاحه لاسلكيا ، فأخذ ينحرف ثم انقسم الصاروخ الى قسمين ، فسقط قسم وبقي قسم آخر ، فأوقف نشاطه بأوامر لاسلكية ، حتى سقط في البحر حذاء الشاطيء .

وأول قمر صناعي امريكي أطلق بنجاح هو الكشاف ١ - الذي أطلق في ٣١ كانون الثاني ١٩٥٨ ، فسبب موجة من الفرحة عمت الرأي العام الامريكي الذي كان يراقب بقلق شديد محاولات اطلاق الاقمار في بلاده .



الشكل (١٤)

مخطط قذف قمر فانغارد

- ١ - بعد انتهاء الصعود الشاقولي للمرحلة الاولى حيث تبلغ السرعة ٢٧٠/ثا .
- ب - انتهاء الاشتعال في المرحلة الاولى وانفصالها ثم بداية الاشتعال في المرحلة الثانية .
- ج - انتهاء الاشتعال في المرحلة الثانية وبداية الصعود الحر بدون اشتعال بتأثير السرعة المكتسبة .
- د - نهاية الصعود الحر (تكون السرعة قد نقصت) انفصال المرحلة الثانية واشتعال المرحلة الثالثة .
- هـ - انتهاء الاشتعال في المرحلة الثالثة التي تصبح هي الاخرى تابعا ، وانفصال القمر عنها بتمدد نوابضه .

وكان القائم على اطلاق أقمار فانغارد (الطليعة) هو سلاح البحرية ، فلما فشلت تجربته الاولى في ٦ كانون الاول ، اجلت البحرية محاولتها الثانية مدة شهرين • غير ان الجيش الامريكي كان قد صرح عقب اطلاق الروس لقمرهم الثاني بأنه ربما اطلق قمره الخاص خلال مدة شهر ، بأجهزته الخاصة وبواسطة صاروخ المشتري (Jupiter) وكان لديه في ذلك الحين ثمانية صواريخ آهبة من هذا النوع ، ولا تتطلب عملية تكميل المراحل سوى قليل من الزمن •

يدل ذلك على ان الجيش قد أعد برنامجا مستقلا لاطلاق الاقمار غير برنامج فانغارد الذي اعدته البحرية ، وكان القمر نفسه قد تم صنعه وبدأ تجميع الصاروخ في ٢٠ كانون الاول فتم كل شيء في ١٩ كانون الثاني ١٩٥٨ وفي ٢٧ كانون الثاني ١٩٥٨ ، اشعل « النور الاخضر » ايذانا باطلاق صاروخ المشتري بعد ان حصل حادث خطير « انفجار » دل مرة ثانية على أن المرحلة الثانية من صاروخ فانغارد ينبغي ان تبديل بكاملها •

اطلاق الصاروخ :

بدأ تشغيل صاروخ المشتري في قاعدة رأس كانافيرال ، في فلوريدا في الساعة ٢٢ و ٤٨ دقيقة من ليل ٣١ كانون الثاني ١٩٥٨ وذلك بعد ان تم تعداد الزمن بدون مشاكل (ويدوم ٨ ساعات لدى الجيش بدلا من ١١ ساعة لدى البحرية) •

يمضي بين اللحظة صفر وبين بدء اقلاع الصاروخ مدة ١٥,٧٥ ثانية طويبة كالدهر على الحاضرين ، ثم لا تكاد تمضي حتى يأخذ الصاروخ بالارتفاع هادرا مزجرا باصقا للهب ضخيم ، ثم يتسارع • يتألف هذا الصاروخ من اربع مراحل ، ويكلف حوالي عشرة ملايين من الدولارات ، فأما مرحلته الاولى فهي صاروخ رdstون (وهو صورة منقحة من صاروخ ف٢) الحربي ويبلغ مداه ٥٥٠ كم وطوله ٢١ مترا وقطره متران ، وتبلغ قوته الدافعة ٣٤ طنا ،

وقد استعمل بصورة خاصة ، بدلا من الكحول كوقود مادة هايدرين الناتجة من الهدرازين ، وتعطي زيادة في الدفع قدرها ١٢ ٪ .

فوق هذا الصاروخ الضخم ، أي فوق هذه المرحلة الاولى . ركب وعاء معدني فيه محرك كهربائي يديره بسرعة ١٥٠ دورة في الدقيقة ، قبل الاطلاق بـ ١١ دقيقة . وهذا الوعاء يحتوي على المراحل الثلاث الاخرى ، وهي تتألف كلها من عنصر واحد هو الصاروخ الصغير المسمى المجند « Recruit » وهو صاروخ أرضي مداه ١٠٠ كم ، طوله متر وربع ويحتوي على ٢٢,٦ كغ من الوقود الصلب ، فجعلت المرحلة الثانية حزمة قوامها ١١ صاروخا منه ، والمرحلة الثالثة حزمة قوامها اربعة صواريخ والمرحلة الاخيرة صاروخ واحد ملصوق بالتابع ، ويؤلف معه مغزلا طويلا يبلغ طوله المترين .

المسار : صعد هذا التابع الى أعلى من أقمار السبوتنيك .

الحضيض : ٣٦٨ كم .

الاوج : ٢٥٤٠ كم .

مدة الدوران : ١١٤ دقيقة و ٥٧ ثانية

ميل المسار على خط الاستواء : ٣٣,١٤ درجة نحو الجنوب .

القمر ووظائفه : يتألف هذا التابع من اسطوانة طولها ٧٥ سم تأخذ امتداد الصاروخ الاخير الذي طوله ١٢٠ سم وقطر هذا « القلم الطائر » يبلغ ١٥,٣ سم . وزن هذه المجموعة ١٣,١ كغ ، منها ٨,٣٠ كغ للتابع نفسه ويحوي على اجهزة علمية يبلغ مجموع وزنها ٥ كغ . ويبقى ٥,٧٥ كغ للصاروخ الفارغ .

يوجد في داخل التابع جهازان للاذاعة يزن كل منهما ٩٠٠ غ ، من اصلها ٦٨٠ غرام للبطارية . ويذيع الاول على تواتر ١٠٨,٠٣ ميغاسيكل بقوة ٥٠ ميلي وات ويدوم ٣ أسابيع ، ويذيع الثاني على تواتر ١٠٨ ميغاسيكل بقوة ١٠ ميلي وات فقط ويدوم من شهرين الى ثلاثة . واما الهوائيات الاربعة فخارجية .

كانت مهمة هذا التابع قياس الاشعاع الكوني ، ولكن عداداته تعطلت ، كما سنرى فيما بعد ، بسبب الاشعاع الشديد الذي صادفها . وكذلك قياس الحرارة الداخلية والخارجية ، والائتكال بالشهب . والغريب في هذا التابع هو أن مذياعه الاول توقف عن الاذاعة في ١٢ شباط ، أي قبل ميعاده ، تم عاد في ٢٤ شباط فأذاع خلال بضعة أيام . أما الثاني فقد ظل يذيع حتى ٢٥ أيار ١٩٥٨ ولما كان حضيض هذا التابع واقعا في منطقة مرتفعة ، فان عمره قد قدر بعدة سنوات .

٤ - فانغارد الاول :

جرى قذف هذا القمر من رأس كانافيرال في ١٧ آذار ١٩٥٨ وتفذت مراحلته بدقة ، فاشتعلت المرحلة الثانية على ارتفاع ٥٨ كم ، واستغرق وصوله الى مساره ١٠ دقائق تماما .

المسار : بلغ حضيض وأوج هذا التابع اعلى قمة وصلت اليها توابع زمرة .

الحضيض : ٦٥٢ كم .

الأوج : ٣٩٦٥ كم .

الدور الاصلي ١٣٤ دقيقة و ١٧,٤ ثانية .

ويؤلف مساره مع خط الاستواء زاوية قدرها ٣٤,٣٠ درجة نحو الجنوب وقد لازمت التابع في دورانه الاسطوانة الفارغة المؤلفة للمرحلة الاخيرة من الصاروخ ويبلغ طولها ١٤٥ سم وقطرها ٤٦ سم وتزن فارغة ٢٣ كغ . اما التابع نفسه (والملقب بشرة كريب فروت) فهو كرة قطرها ١٦,٤ سم ووزنها ١,٤٧٠ كغ ، وقد جهز بستة هوائيات وبيطاريات شمسية تغذي جهاز اذاعة قوته ٥ ميلي وات يذيع على تواتر قدره ١٠,٨,٠٣ ميغاسيكل . وفيه كذلك مذياع ثان قوته ١٠ ميلي وات يذيع على ١٠,٨ ميغاسيكل وتغذيته بطارية كيميائية قدر أنها تكفيه للاذاعة مدة شهرين .

وقد دامت بطارياته الشمسية بقدر ما سمح لها الائتكال الحاصل من اصطدام حجيراتها بصغار الشهب ، وكانت المعلومات الوحيدة التي اذاعها هذا التابع هي درجات الحرارة ، كما أفاد في القياسات الجيوديزية على سطح الارض .

ولما كان حضيضه مرتفعا جدا ، بعيدا عن تحاك ذرات الهواء ، فان دوره ثابت تقريبا لا ينقص وعلى اساس ذلك فقد قدر ان يعيش مائتي عام على الاقل ، وبذلك فقد استعاد لاسمه الكرامة التي حط منها اخفاق اخويه اللذين سبقاه (في ٦ كانون الاول ١٩٥٧ و ٥ شباط ١٩٥٨) .

٥ - الكشف ٣ :

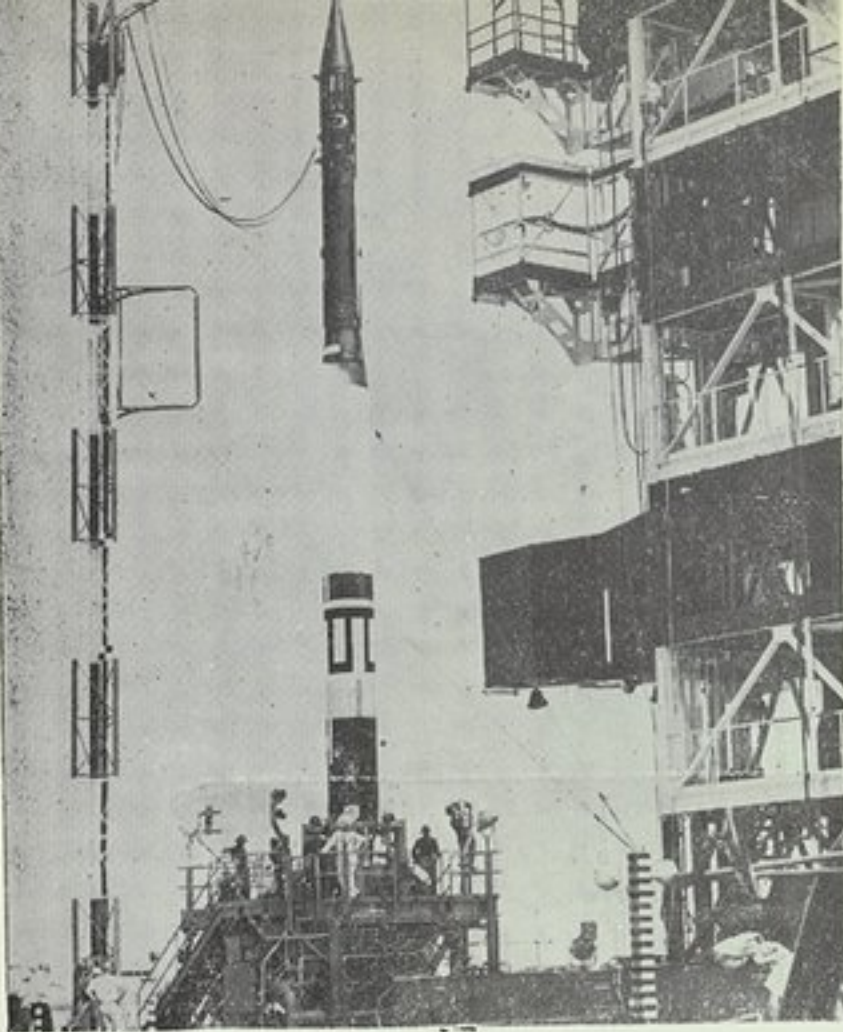
اطلق هذا التابع من قاعدة رأس كانافيرال في ٢٦ آذار ١٩٥٨ ، وقد حددت لحظة انطلاقه بحيث يصل الى مساره في الوقت الذي يكون فيه الكشف الاول بعيدا ، وذلك لكي لا تختلط اذاعتاهما ، لان قيم تواترهما واحدة . وقد بلغ وزنه الكلي ١٤ كيلو غراما ، وبلغت حمولته المفيدة من اصل ذلك ٨,٥ كغ .

جرى اشعال الصاروخ في الساعة ١٢ و ٣٨ دقيقة ، فارتفع ببطء وظل مرئيا خلال الدقيقة الاولى ثم غاب وراء الغيوم على ارتفاع ٣٠٠٠ م ، وظل هديره مسموعا بعد ذلك بزمن طويل .

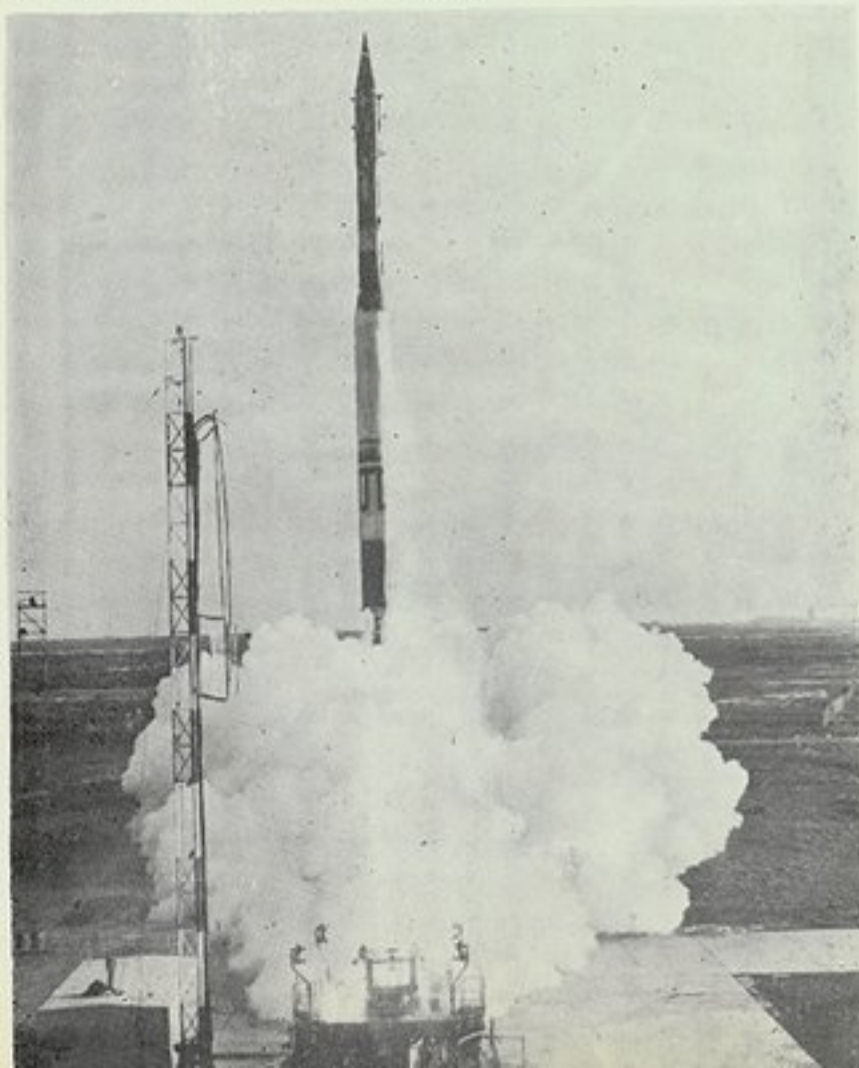
وعلم المراقبون الحاضرون ، بسرعة ، وبفضل تحليل الاشارات التلمترية أن مختلف العمليات قد نجحت الواحدة بعد الاخرى . فبعد الانطلاق بخمس دقائق كانت المرحلة الاولى قد انتهت وبعد ٧ دقائق علموا ان المرحلة الثالثة قد أدت وظيفتها ، وبدأ التقاط اشارات التابع منذ بداية رحلته .

وقد وقع في الايام الاولى من دورانه خطأ في تقدير عناصر مساره ، ثم تصححت هذه العناصر على الشكل التالي :

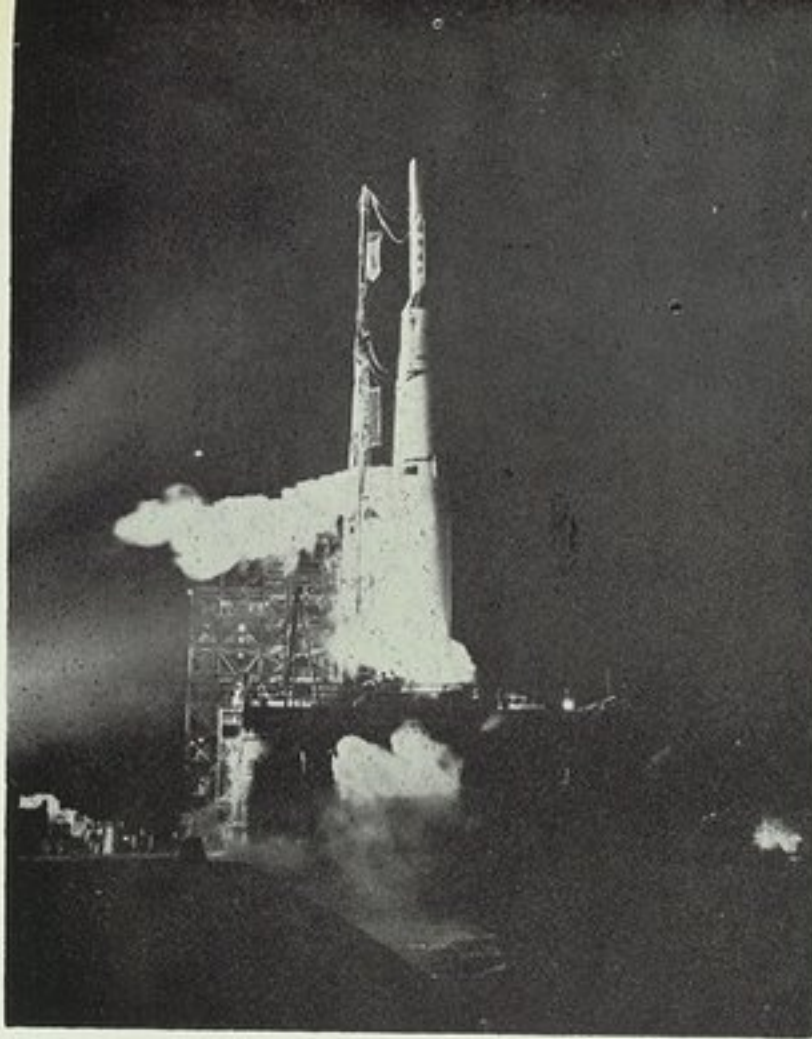
الحضيض : ١٦٠ كم ، الاوج : ٢٨٠٠ كم ، الدور الاصلي : ١١٥ دقيقة و ٥٤,٦ ثانية .



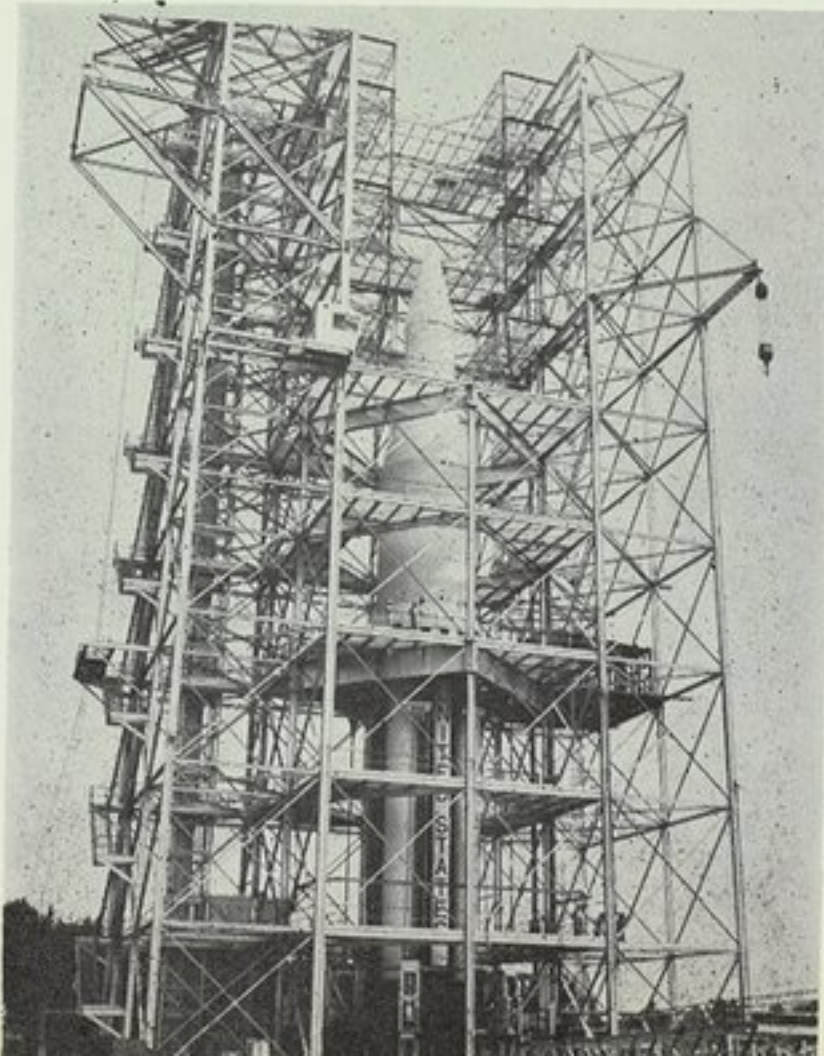
تحريك البرج الفولاذي
الكبير لابعاده عن الصاروخ
تمهيدا لعملية الاشعال
واطلاق تابع فانغارد. (١٩٥٨)



اطلاق تابع فانغارد في
راس كانافيرال سنة ١٩٥٨



يقوم الفنيون في رأس
كانافيرال بالترتيبات الاخيرة
وبتعبئة الوقود في صاروخ
نور - ايبيل الذي يحمل تابع
الرائد الى ارتفاع ١٢٧ الف كم
فوق الارض ويبلغ ارتفاع
المراحل الثلاثة ٢٦,٥ م .



صاروخ زجل ، وقد سُم
ليعطي قوة دافعة قدرها ٦٧٥
طنا وجرى صنعه في مركز
مارشال في هنتسفيل ، وينقل
الى رأس كانافيرال بحرا بسفينة
خاصة بالنظر لوزنه الكبير مع
عربته (٥٢٢ طنا) وطوله
البالغ (٥٦ مترا) .

كان لانخفاض حضيضه الزائد فائدة كبيرة بسبب المعلومات القيمة التي أعطتها عن طبقات الجو الوسطي والمنخفضة ، وقد نتج من هذا الانخفاض تحاك هام قصر عمر التابع فاتتهى في ٢٧ حزيران ١٩٥٨ .

ولم يكن هذا الانخفاض الزائد مقصودا ، ولذلك فقد حصل في البدء شك في امكان دوامه على مساره مدة كافية ، وظن بعضهم انه سيسقط منذ الايام الاولى . كانت القيمة المصممة لحضيضه هي ٣٥٠ كم ولأوجه ٢١٠٠ كم ولكن صادف انه عند بدء سيره على مساره كان اتجاه سرعته غير أفقي ، ولذلك فقد أخذ لنفسه مساراً جديداً اكثر استظالة فهبط الحضيض وتغير موقعه فلم يعد نقطة البداية على المسار ، وارتفع الارتفاع .

جهاز هذا التابع بمذيعين ، احدهما قوي (٥٠ ميلي وات على ١٠٨,٣ ميغاسيكل) تغذيه بطارية كيميائية تدوم شهرين والثاني قوته ١٠ ميلي وات فقط وتغذيه بطارية شمسية ويذيع على ١٠٨ ميغاسيكل ووظيفته محددة باذاعة درجات الحرارة الخارجية والداخلية .

وسنورد في الفصل السادس وصفا لجهاز التسجيل الدقيق الذي ركب فيه وهو معجزة في فنه .

في ٥ حزيران ١٩٥٨ فرغت البطاريات الكيميائية فتوقف جهاز التسجيل ، وكان التابع في ذلك الحين يفقد كل يوم ٢٥ كم من أوجه . أما المذيع الثاني الشمسي فظل يذيع درجات الحرارة حتى ١٦ حزيران ثم توقف ، وقد ازعج توقفه هذا ، الاخصائيين الذين كانوا يأملون ان يراقبواهبوطه لمدة أطول وأن يقيسوا ارتفاع درجة الحرارة مع تزايد التحاك بينه وبين الهواء . وقد سقط التابع أخيراً في عرض البحر مقابل شواطئ الولايات المتحدة في ٢٨ حزيران ١٩٥٨ .

٦ - سبوتنيك ٣ :

أطلق هذا التابع الضخم في ١٥ أيار ١٩٥٨ ، وهو يعد بحق معجزة فن

الاقمار ، فقد بلغ وزنه بمفرده ١٣٢٧ كغ ، منها ٩٦٨ كغ للاجهزة العلمية ،
ولذلك فهو يعادل ٨٨٥ مثلا من قمر فانغارد (الكريب فروت) و ٩٥ مثلا
من الكشاف ٣ •

شكله الاجمالي مخروط ارتفاعه ٣,٥٧ م وقطر قاعدته ١,٧٣ م ، ويدل
هذان الرقمان على أن في امكانه ان يستوعب رجلا ، وبذلك يصبح قمرا
قابلا للسكن ، ولما كان ثالث قمر يطلقه الاتحاد السوفيتي فهذا دليل على
تقدم مدهش في فن الصواريخ •

دار هذا التابع مع صاروخه الصغير ، واما عناصر المسار فهي :

الحضيض : ٢١٧ كم ، الاوج : ١٨٨٠ كم ، الدور الاصلي : ١٠٥ دقائق
و ٥٧ ثانية • ويؤلف مساره مع خط الاستواء زاوية قدرها ٦٥° في جهة
الشمال •

هذا ونورد في الفصل السادس وصفا مسهبا للاجهزة التي زود بها هذا
التابع وللوظائف التي حددت له والخدمات التي أداها في سبيل تقدم
العلم ، وقد انتهت حياته في ٦ نيسان ١٩٦٠ فسقط بعد أن دار حول الارض
مدة ٢٣ شهرا تقريبا •

ومن الجدير بالذكر ان اجهزة هذا التابع الضخم ليست آلات مصغرة
دقيقة كالتي ركبت في الاقمار الامريكية ، بل هي أجهزة بالقياس العادي ،
فالمقياس المغناطيسي الذي فيه يزن وحده ١٢ كيلو غراما وهو يعادل تقريبا
الوزن الكلي للقمر الكشاف الاول •

٧ - الكشاف ٤ :

وهو رابع تابع أمريكي وصل الى مساره ، وقد حل في ٢٦ تموز ١٩٥٨
محل سلفه الكشاف ٣ الذي كان قصير العمر ، اذ سقط في ٢٧ حزيران ١٩٥٨
وقد اطلق بصاروخ رباعي المراحل •

هذا القمر هو أول قمر امريكي يطلق في اتجاه الشمال الشرقي ، خلافا لسابقه من الاقمار ، اذ اطلقت كلها في اتجاه الجنوب الشرقي وبزاوية قدرها 34° ، أما هو فاطلق بزاوية قدرها 54° تقارب زاوية اطلاق الاقمار الروسية ، والغاية من ذلك أن يسبر مناطق اوسع من الفضاء ، كما هو مفصل في الفصل ٦ .

عناصر المسار :

الحضيض : ٢٦٢ كم ، الاوج : ٢٢١٠ كم ، الدور الاصلي : ١١٠ د و ١٢,٥ ثا .

السرعة في الحضيض $8,240$ كم/ثا ، السرعة في الاوج $6,340$ كم/ثا .
قدر عمره بعدة سنوات بسبب ارتفاع حضيضه ، ولا فائدة من هذا الطول لان بطارياته لا تسمح له بالاذاعة اكثر من شهرين ، ولكنه سقط فعلا في ٢٢ تشرين الاول ١٩٥٩ .

يتألف هذا التابع من اسطوانة طولها ٢ م ($1,14$) للصاروخ الحامل و ٨٦ سم للتابع (وقطرها ١٦ سم وتبلغ الكتلة الاجمالية $17,5$ كغ منها $11,66$ كغ للتابع الذي تبلغ حمولته المفيدة (اجهزته) $8,27$ كغ . وفي الفصل السادس وصف كامل للاجهزة وللمهمة التي أوكلت لهذا التابع .



الفصل الخامس

الاقمار الصناعية ما بين ١٩٥٨ و ١٩٦١

نورد في هذا الفصل عرضا شاملا لجميع الاقمار الاخرى التي أطلقت خلال هذه السنوات الاربع ويبلغ عددها ٧٢ قمرا ، بالاضافة الى الاقمار السبعة التي تقدم ذكرها والى قمري فانغارد الاولين اللذين فشلوا ، واكثرها امريكي ، وقد نجح بعضها وفشل البعض الآخر وليس هذا العرض على سبيل الحصر التام .

١ - فانغارد :

اطلق في ٢٥ نيسان ١٩٥٨ ولم ينجح اطلاقه ، وهو يتألف من كرة مصقولة قطرها ٥١ سم وحمولتها المفيدة ٩,٧٥ كغ وكان مجهزةا بمذيع قوته ٨٠ ميلي وات يذيع على ١٠٨ ميغاسيكل وقد فشل لان المرحلة الثالثة من الصاروخ لم تشتعل .

٢ - فانغارد (س . ل . ف ١) :

اطلق في ٢٧ أيار ١٩٥٨ فلم يصل الى مساره بل سار على مسار اهليلجي متطاوول جدا بلغ في أوجه ٣٢٠٠ كم ثم اصطدم بجو الارض في هبوطه ، وكان السبب في فشله ان المرحلة الثانية منه لم تنفصل انفصالا مضبوطا وهو يشبه في تكوينه القمر السابق .

٣ - فانغارد (س . ل . ف ٢) :

اطلق في ٢٦ حزيران من رأس كانافيرال ، فبلغت المرحلة الاولى ارتفاعا

قدره ٥٦ كم خلال ١٤٥ ثا ، وبلغت السرعة ٦٥٠ م/ثا . وهنا كان يجب ان تشتعل المرحلة الثانية ولكنها لسبب ما لم تشتعل ، فهبط الى الارض . وهو خامس قمر فانغارد يبنى بالفشل ، وهو في الصفات يشبه القمر الذي قلبه .

٤ - الرائد (رقم صفر) او الباحث القمري :

اطلق من قاعدة رأس كانافيرال في ١٧ آب ١٩٥٨ بواسطة صاروخ رباعي المراحل (ثور - ايبيل ١) .

المرحلة الاولى : صاروخ ثور (Thor) ذو وقود سائل .

المرحلة الثانية : صاروخ فانغارد معدل ذو وقود سائل .

المرحلة الثالثة : صاروخ اليغاني ذو وقود صلب .

المرحلة الرابعة : صاروخ ثيوكول ذو وقود صلب .

الوزن الاجمالي عند القذف : ٥٠٨٠٠ كغ .

شكل القمر كالكعكة المستديرة ، مصنوع من الليف الزجاجي . ارتفاعه

٧٦ سم ، قطره ٧٤ سم ، وزنه الاجمالي ٣٨ كغ ، حمولته ١١,٣ كغ .

وكان اطلاقه نحو القمر ولكنه اخطأ .

يحتوي على مذييعين :

١ - (٣٠٠ ميلي وات على ١٠٨,٦ ميغاسيكل)

٢ - (وات واحد على ١٠٨,٠٩ ميغاسيكل) ومجهز ببطاريات زئبقية .

مهمته : دراسة الاشعاعات .

بلغ ارتفاعا يتراوح بين ١٢ و ٢١ كيلو مترا بعد ٧٧ ثانية من اطلاقه ثم

توقف محرك المرحلة الاولى .

٥ - الكشاف ٥ (أمريكا) :

اطلق في ٢٤ آب ١٩٥٨ بنفس الكيفية التي اطلق بها الكشاف ٤ ، وهو مجهز بنفس اجهزة الاذاعة ، ومهمته دراسة حزامي الاشعاع ، بأجهزة منقحة ، ولكنه لم يتركز على مساره ودام طيرانه ٦٥٩ ثانية .

٦ - فانفارد (س . ل . ف ٣) (أمريكا) :

اطلق في ٢٦ ايلول ١٩٥٨ وهو مثل (س . ل . ف ١) حمولته المفيدة ٩,٧٥ كغ . ومجهز بمذيعين مع بطاريات زئبقية ومهمته دراسة الاشعاع الشمسي (بواسطتين خليتين كهروضوئيتين حساستين على الاشعة تحت الحمراء) ودراسة السحب وتشكيل الاعاصير .

أعطت مرحلته الثانية قوة دفع غير كافية ، فلم يدر حول الارض الا دورة واحدة ثم عاد فسقط .

٧ - الرائد ١ (أمريكا) :

أطلق في ١١ تشرين الاول وصاروخه مماثل لصاروخ الرائد صفر وزنه الاجمالي ٣٨,٣ كغ وحمولته ١٧,٧ كغ . اطلق في اتجاه القمر فلم يبلغ سوى ارتفاع قدره ١١٤ الف كم . وكان مزودا بنفس اجهزة الاذاعة التي جهز بها الباحث القمري الاول .

حددت له مهمة دراسة الحقل المغناطيسي الارضي والقمري ودرجات الحرارة ، والاشعاعات وكثافة الشهب . دامت رحلته ٤٣ ساعة و ١٧ د . ولم تنجح بسبب نقص السرعة ، على أنه دل على اتساع في حزام الاشعاع .

٨ - بيكون (أمريكا) :

اطلق في ٢٣ تشرين الاول ١٩٥٨ بصاروخ المشتري ذي اربعة مراحل فلم

يصل الى مساره • وهو عبارة عن كرة من البلاستيك مغطاة بالالمنيوم قطرها ٣,٦٦ م • موضوعة داخل اسطوانة ارتفاعها ١,٢٧ وقطرها ١٧,٧ سم وتنتفخ بعد تحررها •

وزنه الكلي ١٤,٢ كغ وحمولته المفيدة ٤,٢ كغ وليس فيه اجهزة مذيعة • هذا التابع منفعل تماما (سلبي) ومهمته المساعدة على دراسة كثافة الجو • دام طيرانه ٤٢٤ ثانية وسقط على الارض بسبب انفصاله المبكر عن مرحلته الاخيرة •

٩ - الرائد ٢ - امريكا : (صاروخه مماثل للرائد ١)

أطلق في ٨ تشرين الثاني ١٩٥٨ وهو مماثل للرائد ١ (وزنه الكلي ٣٨,٣ كغ وحمولته المفيدة ١٧,٧ كغ • اطلق في اتجاه القمر فبلغ ارتفاع ١٥٥٠ كم فقط وذلك بسبب سوء اشتعال المرحلة الثالثة ، فدمر بأوامر لاسلكية • وكان مجهزة بنفس أجهزة الرائد ١ ، وحددت له نفس المهمة فلم تدم رحلته الا ٤٢,٥ دقيقة •

١٠ - الرائد ٣ - امريكا :

أطلق في ٦ كانون الاول ١٩٥٨ بواسطة صاروخ جونو ذي المراحل الاربع ، التابع للجيش الامريكى والبالغ وزنه ٥٥ طنا • القمر مخروط من الليف مطلي بالذهب ، ارتفاعه ٥٨,٥ سم وقطره ٢٥,٥ سم وزنه الكلي ٥,٨ كغ • اطلق في اتجاه القمر فبلغ ارتفاعه ١٠٢ الف كم وهدفه دراسة حزام الاشعاع •

لم يصل الى هدفه بسبب ضعف سرعته • لكنه اكتشف وجود الحزام الاشعاعي الثاني

١١ - اطلس سكور - امريكا :

اطلق في ١٨ كانون الاول ١٩٥٨ وسقط في ٢١ كانون الثاني ١٩٥٩ ، وكان اطلاقه بواسطة صاروخ اطلس وزنه ١١٠,٦٧٨ طن •

أوصاف القمر : اسطوانة من الفولاذ غير القابل للصدأ ، ارتفاعها
٢٦ م قطرها ٣ م ،

وزنه الكلي : ٣٩٦٩ كغ وحمولته المفيدة ٦٨ كغ وهو مزود بأربعة
أجهزة مذيعة تعمل على بطاريات زئبقية ، مهمته دراسة الاتصالات اللاسلكية .
وقد دارت معه المرحلة الاخيرة من الصاروخ ، واستطاع ان يلتقط ويذيع
الاذاعات الارضية ومن جملتها رسالة السلام التي أذاعها الرئيس ايزنهاور
بمناسبة اول عام ١٩٥٩ .

١٢ - لونيك ١ (مختنا) (الاتحاد السوفيتي) :

اطلق هذا التابع من الاتحاد السوفيتي في ٢ كانون الثاني ١٩٥٩ بواسطة
صاروخ يقدر وزنه بـ ١٦٠ طنا ، واتخذ مداره حول الشمس .

أوصاف التابع : كرة من الفولاذ مطلية بالابيض والاسود قطرها ٦٢ سم
وزنها الاجمالي ٣٦٣ كغ . اصبح تابعا للشمس دوره : ٤٥٠ يوما . حضيضه
١٤٦,٨ مليون كم وأوجه ١٩٨ مليون كم وهو مجهز بأربعة أجهزة مذيعة مزودة
ببطاريات كيميائية .

مهمته : قياس الضغط والحرارة ، وتركيب الجو والمادة الواقعة بين
الكواكب والاشعاع والحقلين المغناطيسيين للارض والقمر ، والاشعة الكونية
والشهب .

كلان اطلاقه في الاصل باتجاه القمر لقياس حقله المغناطيسي ولكنه مر
منه على بعد ٦٥٠٠ كم وبلغ وزنه مع المرحلة الاخيرة من الصاروخ ، والتي
لازمته : ١٤٧٢ كغ .

١٣ - فانغارد ٢ - أمريكا صاروخه ت . ف ٣ مثل فانغارد ١ :

أطلق في ١٧ شباط ١٩٥٩ ويقدر عمره بأكثر من ١٠ سنوات .

أوصافه : كرة مصقولة قطرها ٥١ سم وحمولتها المفيدة : ٩,٤ كغ وهو مجهزة بمذيعين (٠١ - ١٠ ميللي وات ، يذيع على ١٠٨ ميغاسيكل ٠٢ - ٨٠ ميللي وات يذيع على ١٠٨,٠٣ ميغاسيكل) مزودين ببطاريات كيميائية .

أوصاف المسار : ميله على خط الاستواء : ٣٣ ° ، دوره الاصلي ١٢٥,٨٥ دقيقة ، حضيضه ٥٥٨ كم ، أوجه ٣٣٢٢ كم .

• مهمته : دراسة السحب بواسطة خليتين كهروضوئيتين .

١٤ - المستكشف ١ أمريكا :

• أطلق في ٢٨ شباط ١٩٥٩ وسقط في ٥ آذار ١٩٥٩ .

بواسطة صاروخ (ثور - هستر) المؤلف من مرحلتين تعملان بالوقود السائل ، وزنه عند الاطلاق ٤٩ طنا .

أوصافه : اسطواني - مخروطي ، ارتفاعه ٥,٦٠ م ، قطره ١,٥٢ م ، وزنه الكلي ٥٨٩ كغ ، حمولته المفيدة ١١١ كغ . وهو مزود بمذيعين يعملان ببطاريات كيميائية ، وغايتها التمكين من تحديد موقع التابع .

المسار : زاويته مع الاستواء : ٨٧ درجة ، الدور الاصلي ٩٥,٩ دقيقة .
الحضيض ١٥٩ كم ، الاوج ٩٧٤ كم .

مهمته : دراسة الاتصالات اللاسلكية ، وتجريب التوجيه والاتزان ، الا ان جهاز اتزان الوضع والاتجاه لم يعمل بالدرجة الكافية فلم تنتظم حركة التابع ، وبنتيجة ذلك لم تسجل القياسات على فترات منتظمة .

١٥ - الرائد ٤ - أمريكا :

• اطلق في ٣ آذار ١٩٥٩ وهو يدور حول الشمس .

وكان اطلاقه بواسطة صاروخ (ثور - ايل) مثل الرائد ١ ،

أوصافه : مخروط من الالياف الزجاجية مطلي بالذهب ، ارتفاعه ٥١ سم وقطره ٢٣ سم حمولته المفيدة ٦ كغ مجهز بمذيع يبث على ٩٦٠,٠٥ ميغاسيكل قوته ١٨٠ ميلي وات قدرت مدة الاذاعة ب ٩٠ ساعة .

المسار : حول الشمس ، دوره ٤٤٣ يوما ، حضيضه ١٤٧,٦ مليون كم ، أوجه ١٧٠,٧ مليون كم .

مهمته : دراسة احزمة الاشعاع . وقد مر على بعد ٦٠ ألف كم من القمر وأمكن متابعته حتى بعد ٦٥٥ الف كم .

١٦ - المستكشف ٢ - أمريكا :

أطلق في ١٣ نيسان ١٩٥٩ وسقط في ٢٦ منه ،

وكان اطلاقه بواسطة صاروخ (ثور - هستلر) مثل المستكشف ١ ،

أوصافه : اسطوانة ارتفاعها ٥,٨٠ م وقطرها ١,٥٢ م ، يضاف اليها كبسولة للرجوع وزنها ٨٨ كغ وقطرها ٨٣ سم وعمقها ٦٨,٥ سم . وزنه الكلي ٧٣٠ كغ ، حمولته المفيدة ١١١ كغ .

وهو مجهز مثل المستكشف ١ مع اضافة مذيع للكشف عن موقع الكبسولة

المسار : ميله على خط الاستواء ٨٨ درجة ، دوره الاصلي ٩٠,٥ دقيقة حضيضه ٢٢٨ كم ، أوجه ٣٥٤ كم .

مهمته : تجريب عملية التوازن والاستقرار اثناء السير ، ثم استرجاع الكبسولة بعد ابطاء حركتها بواسطة صاروخ مؤخر . دراسة امكانيات الحياة في الفضاء بتعبير الاكسجين ، وضبط درجة الحرارة داخل الكبسولة .

النتائج : امكن موازنة التابع ، أي منعه من الدوران حول نفسه ، وفصل الكبسولة عنه ، ولم تنجح محاولة استردادها . وقد دارت مع التابع المرحلة الثانية من الصاروخ .

١٧ - فانغارد (س . ل . ف . ٥) أمريكا :

أطلق في ١٣ نيسان ١٩٥٩ بنفس طريقة فانغارد ٢ ، ولم يصل الى مساره .
أوصافه : اسطوانة من الالياف الزجاجية ارتفاعها ٤٤ سم وقطرها ٦ سم ،
ثم كرة من البلاستيك قابلة للالتفاخ قطرها ٣٦ سم . الحمولة المفيدة ١٠,٥
كغ ، مجهز بمذيعين (١٠ ميلي وات على ١٠٨ ميغاسيكل و ٨٠ ميلي وات
على ١٠٨,٠٣ ميغاسيكل) . بطاريات (فضة - توتياء) .
مهمته : قياس الحقل المغناطيسي الارضي .

تأخر اشتعال المرحلة الثانية وتنج عن ذلك حركة مضطربة سقط القمران
بسببها بعد طيران ٥٠٠ ثانية .

١٨ - المستكشف ٣ - أمريكا :

اطلق في ٣ حزيران ١٩٥٩ ولم يصل الى مساره وكان اطلاقه بواسطة
صاروخ (ثور - هستلر) المعدل . وكان مجهزا مثل سابقه المستكشف ٢ .
ومهمته دراسة حيوية على القمران ، ثم الاسترجاع .
فوقع خطأ في ضبط المرحلة الثانية اسقطه قبل الاوان .

١٩ - فانغارد (س . ل . ف . ٦) أمريكا :

اطلق في ٢٢ حزيران ١٩٥٩ بصاروخ مماثل لسابقه ، فلم يصل الى
مساره .

أوصاف التابع : كرة صقيلة قطرها ٥١ سم مثل فانغارد ٢ ، حمولته المفيدة
١٠,٢ كغ . وهو مجهز بمذيعين كسابقه . هدفه : دراسة الجو وقياس الحرارة
الواردة من الشمس على الارض .
لم تشتغل مرحلته الثانية بانتظام .

٢٠ - المستكشف ٤ - أمريكا :

اطلق في ٢٥ حزيران ١٩٥٩ بصاروخ مماثل للمستكشف ٣ ، ولم يصل الى مساره .

أوصاف التابع : مثل المستكشف ٣ . وزنه الكلي ٧٧١ كغ وحمولته المفيدة ١٣٦ كغ . وكان مصمما ان تسترجع كبسولته . فلم يبلغ السرعة المطلوبة لمساره نتيجة لتلف المرحلة الثانية فسقط على الارض .

٢١ - الكشاف ٦ أمريكا :

أطلق في ١٦ تموز ١٩٥٩ بصاروخ (جونو ٢) مثل الرائد ٣ ولم يصل الى مساره .

أوصاف التابع : جزعان مخروطيان ، الارتفاع : ٧١ سم ، قطر القاعدة : ٧٦ سم ، الوزن الكلي ٦٣,٩ كغ ، الحمولة المفيدة ٤١,٥ كغ . وهو مجهز بمذيعين ١ - ٦٥٠ ميلي وات على تواتر ٢٠ ميغاسيكل ٢ - ٥ ميلي وات على ١٠٨ ميغاسيكل) .

البطاريات : كيميائية وشمسية .

مهمته : قياس الاشعاع ، دراسة الاشعة السينية ، وخط الفا (ليان) والاشعة الكونية ، والشهب ودرجات الحرارة الداخلية .

نتيجته : فجره ضابط الامن بعد قذفه .

٢٢ - الكشاف ٦ - أمريكا :

اطلق في ٧ آب ١٩٥٩ من قبل سلاح الطيران بواسطة صاروخ (ثور - ايل ٣) وكان وزنه عند الاطلاق ٤٧,٦٢٠ طنا ، وقدر عمره بسنة على الاقل .

أوصاف التابع : كرة ذات اربعة اجنحة تحمل ٨٠٠٠ خلية شمسية • قطره ٦٦ سم ، وزنه الاجمالي ٦٤,٤ كغ ، حمولته المفيدة ٤١,١٥ كغ • وهو مجهز بمذيعين (٥٠٠ ميلي وات على ١٠٨,٠١ ميغاسيكل و ١٠٨,٠٩ ميغاسيكل) وجهازي استقبال • مع بطاريات (كادميوم - نيكل) تشحن بالخلايا الشمسية •

المسار : ميله على خط الاستواء ٤٦,٩ درجة ، دوره الاصلي ١٢,٥٠ ساعة
حضيضه : ٢٥١ كم ، اوجه ٤٢٤٥٠ كم •

مهمته : قياس الاشعاع ، دراسة انتشار الامواج اللاسلكية والحقل المغناطيسي الارضي والشهب واعطى صوراً متلفزة للغيوم • وصمم لكي يجري تجربة لتغيير مساره •

كانت صور الغيوم قليلة الوضوح • ولم ينجح تغيير المسار لان الجهاز الآلي لم يعمل •

٢٣ - المستكشف ٥ - امريكا :

اطلق في ١٣ آب ١٩٥٩ بواسطة صاروخ (ثور - اجينا) وسقط في ١٦ ايلول ١٩٥٩ •

أوصاف التابع : مثل المستكشف ٢ ، وزنه الكلي : ٧٧١ كغ حمولته المفيدة ١٣٦ كغ وتجهيزاته مماثلة لتجهيزات المستكشف ٢ •

المسار : قطبي ، دوره الاصلي ٩٤ دقيقة ، حضيضه ٢١٨ كم وأوجه ٧٢٤ كم • وقد انفصلت كبسولته ولكن فشل استرجاعها •

٢٤ - بيكون (قمر البالون) - امريكا :

اطلق في ١٤ آب ١٩٥٩ بواسطة صاروخ (جونو ٢) مثل الرائد ٣ ، ولم يصل الى مساره •

أوصاف التابع : اسطوانة ارتفاعها ١٨ سم ، قطرها ٨,٩ سم تحوي على كرة قابلة للالتفاح ، قطرها ٣,٦٥ م . الوزن الكلي ٣٨,١ كغ والحمولة المفيدة ٤,٥ كغ . وهو مجهز بمذيع قوته ٥٠ ميلي وات يذيع على ١٠٨,٠٣ ميغاسيكل يغذى ببطارية زئبقية .

٢٥ - المستكشف ٦ - أمريكا :

اطلق في ١٩ آب ١٩٥٩ بواسطة صاروخ (ثور - اجينا) مثل المستكشف ٥ ، وسقط في ١٦ ايلول ١٩٥٩ .

أوصافه : كالمستكشف ٤ ، وزنه الاجمالي ٧٧١ كغ ، حمولته المفيدة ١٣٦ كغ .

المسار : قطبي دوره الاصلي : ٩٥ دقيقة ، الحضيض ٢٢٤ كم والاوچ : ٨٦٤ كم .

نتيجته : فصلت الكبسولة عن القمر بعد ٢٦ ساعة من اطلاقه بقصد اعادتها الى الارض ولكن هذه المحاولة فشلت كما حدث في المستكشف ٥ ، ولم تستطع السفن ولا الطائرات المستخدمة في عملية استرجاع الكبسولة التقاط أي اشارة منها اثناء سقوطها .

٢٦ - لونيك ٢ - الاتحاد السوفييتي (١٢ ايلول ١٩٥٩) :

يقدر انه أطلق بصاروخ وزنه ١٦٠ طنا وذو اربع مراحل ، أولاها مغذاة بالهدروجين السائل . وقد سقط على القمر في اليوم الثاني .

أوصافه : كرة ربما كانت مماثلة للونيك الاول . وهو مجهز بعدة اجهزة مذيعة (١٨٣,٦ ، ٣٩,٩٨٦ و ١٩,٩٩٣) ميغاسيكل ، وكذلك صاروخه الحامل مجهز بمذيعين .

مهمته : قياس الحرارة والضغط الداخليين ، الحقل المغناطيسي الارضي والقمرى ، الشهب ، الاشعة الكونية .

النتائج : سار في الطريق المرسوم له وسقط على سطح القمر الطبيعي .
لم تسجل الاجهزة وجود حقل مغناطيسي للقمر ولا وجود احزمة اشعاعية
حوله ولكنها كشفت عن ازدياد تركيز الجزئيات المتأينة في الفضاء على مسافة
عشرة آلاف كيلو متر من القمر الطبيعي . لم يستخدم أي توجيه أو تصحيح
بعد انتهاء احتراق مراحل الصاروخ . دلت المعلومات المرسله من الصاروخ
خلال الدقائق الثلاثين الاولى على انه يسير في الطريق المرسوم له تماما وانه
سيهبط على القمر ، وقد سقط بالفعل بزاوية قدرها ٦٠ درجة فوق سطح
القمر على بعد ٨٠٠ كم من مركز الوجه المرئي للقمر وسقطت بعده المرحلة
الاخيرة من الصاروخ الذي حمله .

٢٧ - ترانسيت ١ - أمريكا :

اطلق في ١٧ ايلول ١٩٥٩ بواسطة صاروخ (ثور - ايل ٣) ولم يصل
الى مساره .
أوصافه : كرة قطرها ٩١,٤٤ سم ، حمولته المفيدة : ١٢٠ كغ ، مجهز
بمذيعين وبطاريات كيمياوية .
النتيجة : لم تشتعل المرحلة الثالثة .

٢٨ - فانغارد ٣ - أمريكا :

أطلق في ١٨ ايلول ١٩٥٩ بواسطة صاروخ ثلاثي المراحل ويقدر عمره من
٣٠ الى ٤٠ سنة .
أوصافه : كرة ماثلة لفانغارد ٢ ، قطره ٥١ سم ، وزنه مع المرحلة الثالثة
فارغة : ٤٥ كغ ، حمولته المفيدة ٢٢,٥ كغ وهو مجهز بمذيعين مع بطاريات
كيمياوية . وقد توقفت اذاعته في ١١ كانون الاول ١٩٥٩ .
مساره : الدور الاصلي : ١٣٠ دقيقة ، الحضيض : ٥١٠ كم ، الاوج :
٣٧٠٠ كم .

مهمته : دراسة الاشعة السينية الصادرة من الشمس ، والحقل المغناطيسي
وقد أصبح الآن بعد فراغ بطارياته تابعا سلبيا .

٢٩ - لونيكا ٣ - الاتحاد السوفيتي :

أطلق في ٤ تشرين الاول ١٩٥٩ بواسطة صاروخ يقدر انه ثلاثي المراحل .
أوصافه : اسطوانة تنتهي بجزعين مخروطيين . الارتفاع ١,٣ م القطر
١,٢ م الوزن الكلي ١٥٥٠ كغ ، الحمولة المفيدة : ٤٣٥ كغ . وهو مجهز
بثلاثة مذيعات تغذى ببطاريات كيميائية وشمسية .

مهمته : تصوير الجانب الخلفي للقمر بواسطة جهاز تصوير ، بعداهما
المحرقيان : ٢٠٠ و ٥٠٠ مم ، واذاعة هذه الصور لاسلكيا .
وقد استطاع بدورانه حول القمر أن يصوره يوم ٧ تشرين الاول عن
بعد ٦٠ الف كم .

٣٠ - الكشاف ٧ - امريكا (قدر عمره ب ٢٠ عاما) :

أطلق في ١٣ تشرين الاول ١٩٥٩ بواسطة صاروخ جونو ٢ مثل الرائد ٢
أوصافه : اسطوانة مع جزعين مخروطيين (يشابه لونيكا ٣) ارتفاعه
الكلي : ٧١ سم قطره ٧٦ سم . حمولته المفيدة ٤١,٥ كغ ، مجهز بمذيعين
يعمل احدهما على بطاريات شمسية والآخر كيميائية (توقف الآن) .

المسار : ميله على خط الاستواء ٥٠° ، دوره الاصلي ساعة و ٤١ دقيقة ،
الحضيض ٥٤٩ كم ، الاوج : ١٠٩٢ كم .

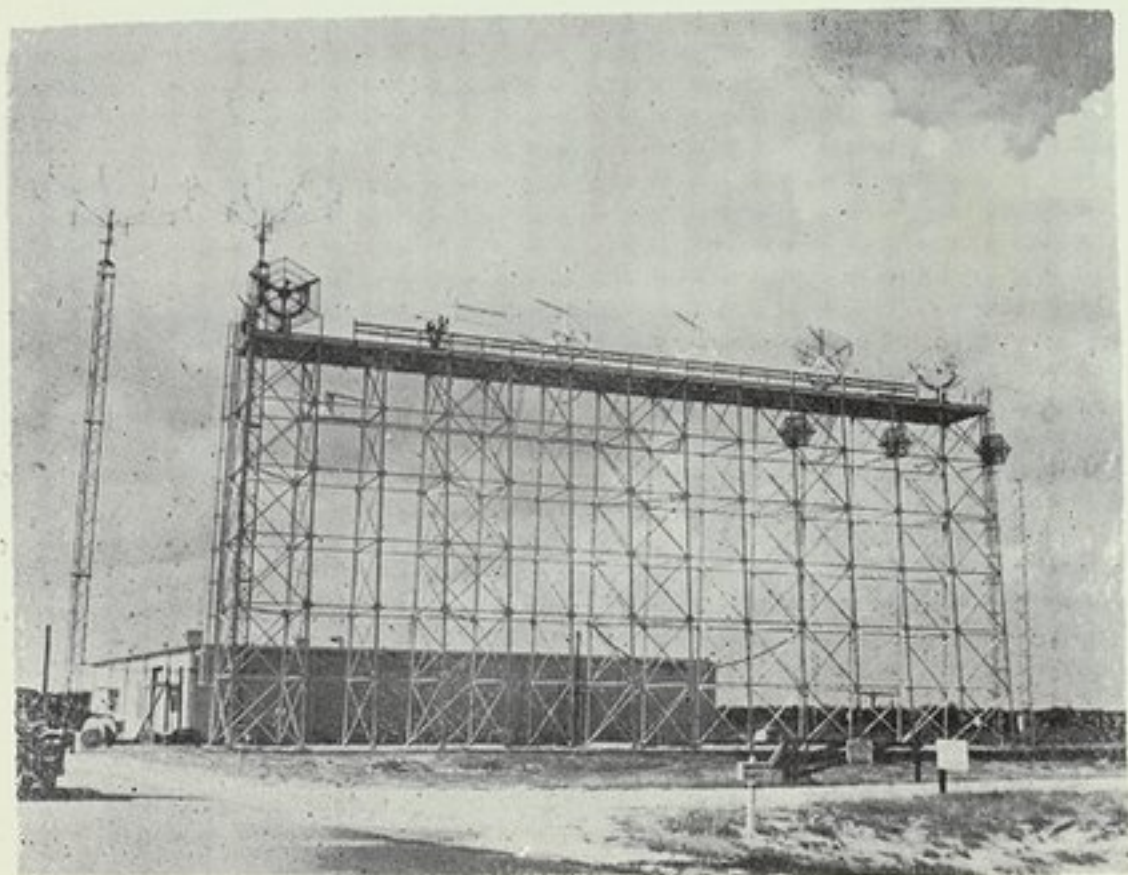
مهمته : دراسة الدقائق الكونية الثقيلة الاولى ، والاشعاعات وخط
الفاليمان ، والشهب .

٣١ - المستكشف ٧ - امريكا :

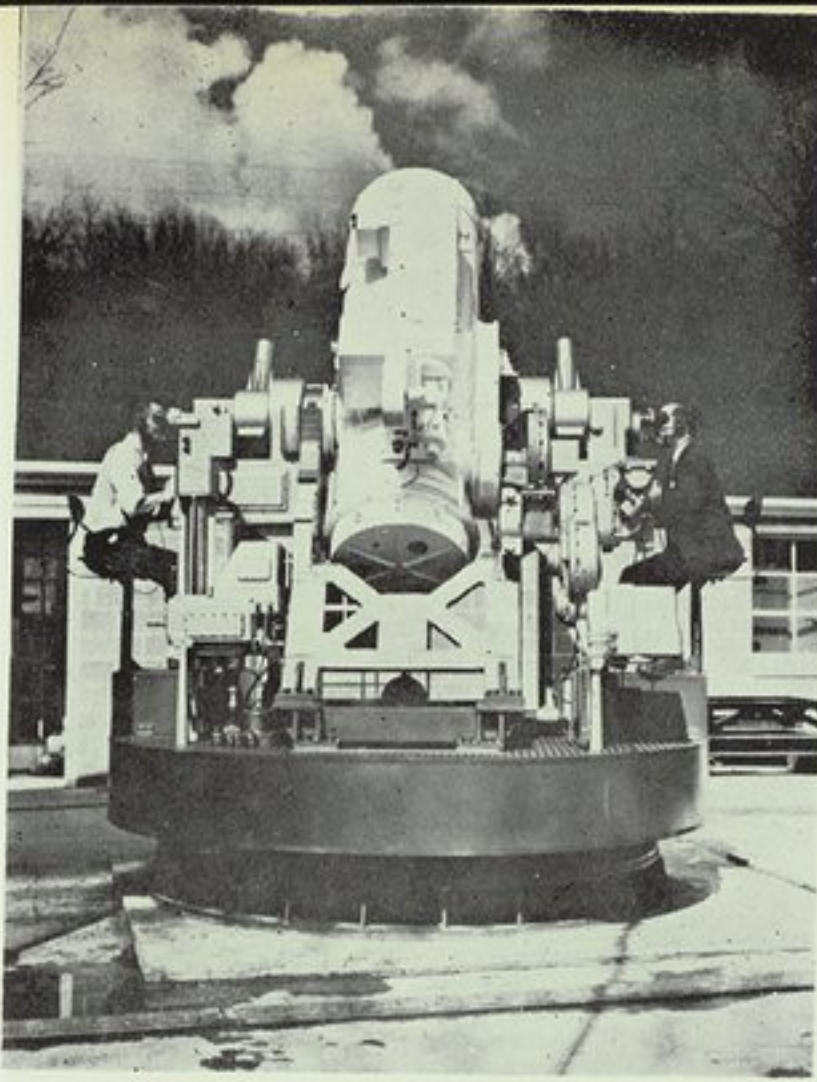
أطلق في ٧ تشرين الثاني ١٩٥٩ (بنفس وسيلة المستكشف ٣) .



عدد من الشبيبة يراقبون السماء في حديقة مرصد هايدن بنيويورك .
 وكلهم من هواة الفلك ورحلات الفضاء .



المحلة التلمرية في قاعدة رأس كانافيرال تسجل المعلومات المنقطعة
 من الرائد 1 (1958) .



اخصائيان يجلسان بالقرب
من اجهزة تشغيل الآلة المصورة
الضخمة التي تعمل بالرادار
لتصوير الصواريخ على مسافة
تتراوح بين ٨٠ و ١٦٠ كم .
وقد استخدمت أيضا في
تصوير سطح القمر .



اخذت هذه الصورة بتابع مركوري في ١٣ ايلول ١٩٦١ . وكانت آلة
التصوير مصوية نحو الارض من احدى النافذتين الزجاجيتين ، وهي تعطي
فكرة عما يمكن ان يراه ملاحو الفضاء من ارتفاع ١٦٠ كم . وتمثل الشاطئ
الشمالي من المغرب ، وفي زاويتها العليا اليسرى المحيط الاطلسي .

أوصافه : مماثل للمستكشف ٢ ، وزنه الكلي : ٧٧١ كغ ، حمولته المفيدة :
١٣٦ كغ •

مساره : قطبي ، دوره الاصلي : ٩٥ دقيقة ، حضيضه : ١٦٥ كم ، أوجه
٨٨٥ كم جرت محاولة لاسترجاعه بعد ١٥ دورة • فانفصلت الكبسولة ولم
يمكن استرجاعها ، وربما كان ذلك بسبب سوء انفتاح المظلة الواقية •

٣٢ - المستكشف ٨ - أمريكا :

أطلق في ٢٠ تشرين الثاني ١٩٥٩ (بنفس وسيلة سابقه) وهو مماثل له
تماما •

مساره : قطبي ، دوره الاصلي ١٠٣ دقائق ، حضيضه ١٩٣ كم ، أوجه
١٦٠٩ كم •

جرى له نفس ما جرى لسابقه •

٣٣ - الرائد ٥ - أمريكا :

أطلق في ٢٦ تشرين الثاني ١٩٥٩ بواسطة صاروخ (أطلس - ايل)
وزنه ١١٨ طنا ولم يصل الى مساره •

أوصافه : كرة قطرها ٩٩ سم وزنها الكلي : ١٦٧ كغ ، حمولتها المفيدة :
١٠٤ كغ • وجهاز بـ ٨٨٠٠ خلية شمسية وبجهاز استقبال على ١٥ كيلو سيكل •
ليسجل (جلبة الفضاء) •

مهمته : قياس درجات الحرارة والاشعاع والحقل المغناطيسي ، والسحب
والبلازما ، والمفعولات الشمسية والشهب ، وتصوير القمر •

نتيجته : كان مقدرًا له أن يدور حول القمر ولكنه فشل بسبب سقوط
جزء من الياف الزجاج قبل وقته •

٣٤ - المستكشف ٩ - أمريكا :

أطلق في ٤ شباط ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (ثور - اجينا) ولم يبلغ مساره بسبب تخاذل المرحلة الثانية . وهو مماثل للمستكشف ٨ .

٣٥ - المستكشف ١٠ - أمريكا :

أطلق في ١٩ شباط ١٩٦٠ بنفس طريقة المستكشف ٥ ، ولم ينجح اطلاقه .
أوصافه : يبلغ وزنه ٧٦٠ كغ ، بما في ذلك الكبسولة التي تزن ١٣٠ كغ ،
وهو مماثل للمستكشف ١ .

مهمته : تجريب استرجاع الكبسولة ، ولكنه أخفق في الوصول الى
السرعة اللازمة للدورة بسبب تقصير المرحلة الثانية وسقوط الاولى قبل أوانها .

٣٦ - ميداس ١ - أمريكا :

أطلق في ٢٦ شباط ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (أطلس - اجينا) ذي
المرحلتين .
أوصافه : يتألف من المرحلة الثانية فارغة . طوله ٦,٦ م قطره ١,٥ م ،
وزنه ٢٠٠٠ كغ .

هدفه : هذا التابع أول سلسلة يشتمل عليها برنامج ميداس (سلاح الانذار
لمكافحة الصواريخ) . وقد كلف بكشف عمليات قذف الصواريخ المعادية
بواسطة التقاطه للاشعاعات تحت الحمراء (الحرارية) .

نتيجته : عملت المرحلة الاولى تماما ، ويعتقد ان انفصال المرحلة الثانية
لم يحصل . وقد دمر التابع .

٣٧ - الرائد ٥ - أمريكا (بدلا من سمييه الذي فشل) :

أطلق في ١١ آذار ١٩٦٠ بصاروخ (ثور - ايل) الثلاثي المراحل .

أوصافه : كرة قطرها ٦٥ سم ووزنها ٤٣ كغ منها ١٨ كغ للاجهزة ، وهو مزود بأربعة اجنحة تحمل الخلايا الكهروضوئية •

مهمته : كان مفروضا أن يصل الى مسار الزهرة ولكنه قصر عنه بحوالي ١٠ ملايين كم • وهو يدور الآن حول الشمس بين مداري الارض والزهرة خلال ٣١١,٦ يوما • وحضيضه ١٢٠ مليون كم وأوجه ١٤٨ مليون كم • وقد عهد اليه بدراسة الاتصال اللاسلكي بعيد المدى وقياس الاشعاع ودراسة ظروف الفضاء •

نتائجه : داوم على اذاعته الى الارض حتى ٢٦ حزيران ١٩٦٠ ، وكان حينئذ قد وصل الى بعد ٣٦ مليون كم من الارض ، وبذلك فقد ضرب الرقم القياسي لبعد المواصلات اللاسلكية ، وكان الرقم القياسي السابق للرائد ٤ ، وعلاوة على ذلك فقد اعطى ما يلي :

١ - دل على أن الحقل المغناطيسي الارضي يمتد الى ما بعد ١٠٠ الف كم • أي الى ضعف ما كان يظن في السابق •

٢ - أوحى بفكرة احتمال وجود حقل مغناطيسي في الفضاء الذي بين الكواكب •

٣ - بين أن شدة الحزام الاشعاعي الخارجي ليست ناتجة من اصدار الشمس للالكترونات وانما لان الالكترونات متى وقعت داخل الحقل المغناطيسي الارضي تتسارع على يد قوة مجهولة حتى تصل الى سرعات عظيمة جدا •

٤ - بفضل قياسه للدقائق الشمسية الواقعة بين الارض والشمس ، على بعد ملايين الكيلو مترات من الارض ، قد اثبت ان ملاحى الفضاء في المستقبل يجب عليهم أن يحصلوا على وقاية شديدة من الاشعاعات ، حتى في خارج منطقة حزامى فان اللن •

٢٨ - الكشف ٧ - أمريكا :

أطلق في ٢٣ آذار ١٩٦٠ بواسطة صاروخ جونو ٢ ، الرباعي المراحل •

أوصافه : تابع اسطواناني ، وزنه ١٧ كغ ، طوله ٥٣ سم ، وتحيط به
خلايا كهروضوئية • حمولته المفيدة : ١٠,٥ كغ •

مهمته : صمم ليكون مداره كما يلي : الحضيض ٣٢٠ كم ، الاوج
٥٢٨٠٠ كم ، ليساهم في اتمام دراسة حزامي الاشعة •

لم يصل الى مداره ، وانقطع الاتصال به بعد انتهاء المرحلة الثانية •

٣٩ - تيروس ١ - أمريكا :

يقدر عمره ما بين ٥٠ - ١٠٠ سنة •

أطلق في أول نيسان ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (ثور - ايل) الثلاثي

المراحل •

أوصافه : اسطوانة (طبل) ارتفاعه ٤٨ سم وقطره ١٠٦ سم وزنه ١٢٢ كغ
وهو مزود بـ ٩٢٠٠ خلية كهروضوئية ، تولد استطاعة كهربائية قدرها ١٩ وات
لشحن البطاريات •

مساره : الدور ٩٩,١٩ دقيقة ، الحضيض : ٦٩٢ كم والاوج : ٧٥١ كم

(دائري تقريبا) •

مهمته : اسمه مختصر لعبارة : تابع التلفزة والمراقبة بالاشعة تحت الحمراء
وهو أول تابع كلف باستخدام التلفزة لدراسة الاحوال الجوية ، فيكشف
ويصور الاعاصير والزوابع والسحب على مساحات واسعة فوق الارض •
وقد زود بالتي تصوير فنقلنا حوالي ٢٣ الف صورة لتشكلات السحب ،
قبل ان يطرأ عليه حادث كهربائي فيوقف عمله في ٢٩ حزيران ١٩٦٠ •

٤٠ - ترانسيت ١ - ب (أمريكا) :

يقدر عمره بـ ١٦ شهرا •

أطلق في ١٣ نيسان بواسطة صاروخ (ثور - ايل ستار) وتلك أول

مرة يجرب فيها هذا الصاروخ ، الشنائي المراحل •

أوصافه : كرة قطرها ٩١ سم وزنها ١٢٠ كغ ، مجهزة بخلايا كهروضوئية .
مساره : دوره ٩٦ دقيقة ، حضيضه ٣٧٤ كم وأوجه ٧٧٠ كم .
مهمته : جهاز بالآت تذييع ذبذبات لاسلكية تمكن السفن والغواصات
والطائرات من تحديد مواقعها في أي وقت كان .

٤١ - المستكشف ١١ - أمريكا :

أطلق في ١٥ نيسان ١٩٦٠ بنفس طريقة المستكشف ٥ - وسقط في
٢٦ منه .
أوصافه : يبلغ وزنه مع وعاء المرحلة الثانية ٧٧٠ كغ ، منها ١٣٥ كغ ،
للكبسولة التي تشبه صندوق البرتقال .
مساره : الدور ٩٢,٢٥ دقيقة ، الحضيض : ١٧٤ كم ، الاوج ٦١٠ كم .
مهمته : تجريب استرجاع الكبسولة . وقد سارت المرحلة الثانية مع
الكبسولة على مسار اهليلجي وأمكن فصل الكبسولة ، ولكن لم يمكن
مشاهدة سقوطها في منطقة الانقاذ ولذلك لم تجر محاولة الانقاذ .

٤٢ - ايكو (الصدى) - أمريكا :

اطلق في ١٣ أيار ١٩٦٠ بواسطة صاروخ دلتا الثلاثي المراحل (وقد
استعمل لأول مرة) .
أوصافه : كرة قابلة للانتفاخ يصل قطرها بعد الانتفاخ الى ٣٠ م وزنها
١٠٨ كغ ، تتوزع كما يلي : للكرة البلاستيكية نفسها ٥٩ كغ ، لطلاء الألمنيوم
على سطحها ١,٨ كغ ، للمسحوق الذي سيلتهب ١٣,٥ كغ ، للمغنزيوم ١٠,٨
كغ ، لغلاف المرحلة الثالثة ٢٢,٥ كغ .
مهمته : أول تابع من سلسلة تهدف الى اختبار امكان الاتصال اللاسلكي
البعيد المدى بانعكاس الاشارات على سطحه .

نتيجته : لم يصل الى مساره لخلل في اطلاقه .

٤٣ - سفينة الفضاء او سبوتنيك ٤ - الاتحاد السوفييتي :

اطلقت في ١٤ أيار ١٩٦٠ بواسطة صاروخ متعدد المراحل (لم تعلم تفاصيله) .

وزن التابع وحده : ٤٥٤٠ كغ .

مساره : كان المسار في الاصل هكذا (الحضيض ٣٠٠ كم ، الاوج ٣٦٥ كم) .

وبعد تشغيل الصاروخ المؤخر اصبح المدار (الحضيض ٣١٠ كم ، الاوج ٦٩٠) .

مهمته : اختبار كبسولة معدة لحمل رجل في مدار ، ثم اعادته الى الارض بفصل الكبسولة عن المسار بواسطة صاروخ خاص (الصاروخ المؤخر) .

النتائج : وصل التابع الى مساره ، وامكن فصل الكبسولة (الحجر) ولكن يعتقد انه بسبب خطأ في التوجيه ، ابتعدت الكبسولة بدلا من ان تدخل في الجو وظلت تدور هي والمرحلة الاخيرة من الصاروخ .

٤٤ - ميداس ٢ - أمريكا . يقدر عمره ب ٤٠ شهرا :

أطلق في ٢٤ أيار ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (أطلس - اجينا) الثنائي المراحل .

أوصافه : اسطوانة تشمل فراغ المرحلة الثانية ويبلغ الوزن الاجمالي ٢٢٦٧ كغ تقريبا ، الطول ٦,٧٠ م والقطر ١,٥٢ م وهو أكبر واضخم تابع اطلقته الولايات المتحدة حتى ذلك التاريخ اذ تقدر الحمولة المفيدة بحوالي الطن .

المسار : الدور ٩٤,٣ دقيقة ، الحضيض : ٤٨٤ كم ، الاوج : ٤١٨ كم .
(دائروي تقريبا) .

مهمته : هو النموذج المنقح لسلسلة التوابع الحاملة لهذا الاسم ، والتي غايتها التحذير من اطلاق الصواريخ المعادية بمجرد قذفها من قواعدها . وذلك بواسطة الكشافات ذات الاشعة تحت الحمراء المركبة في الاقمار . فتستطيع هذه الاقمار ان تكشف اي منبع حراري ينشر حرارة عالية . انقطع الاتصال اللاسلكي بعد الاتصال بيومين (١) .

٤٥ - ترانسيت (٢ - ١) أمريكا : العمر المقدر ٥٠ عاما :

أطلق في ٢٢ حزيران ١٩٦٠ بنفس طريقة ترانسيت (١ - ب) .
أوصافه : يتألف من تابعين كرويين (توأمين) الاول كرة قطرها ٩٠ سم ووزنها ١٠٤ كغ والثاني كرة قطرها ٥٠ سم ووزنها ١٩ كغ .
المسار : للاول - الدور ١٠١,٧ دقيقة ، الحضيض - ٦٢ كم ، الاوج ١٠٦٠ كم الميل ٦٧,٥ على الاستواء .
للثاني - الدور : ١٠١,٦ دقيقة ، الحضيض ٦١٥ كم ، الاوج ١٠٥٠ كم .
المهمة : ثاني محاولة لاحداث تابع للملاحة التجريبية . وقد طلب منه ايضا ان يثبت فيما اذا كان شكل الارض فعلا كالأجاصة . وكذلك للاستعانة به في رسم الخرائط .
أما القمر الثاني فقد زود بأجهزة ليقوم بملاحظات طويلة الامد للاشعاعات الشمسية .

٤٦ - كريب - أمريكا . عمره ب ٥٠ سنة :

أطلق في ٢٢ حزيران ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (ثور - ايل ستار) .

(١) اطلق هذا الصاروخ بزاوية قدرها ٢٨ درجة مع خط لاستواء ، ولذلك فانه لا يمر فوق اراضي الاتحاد السوفييتي ، وربما كان ذلك لان اوان اطلاقه صادف في حين فضيحة التجسس بواسطة الطائرات فوق اراضي الاتحاد .

• وزن التابع : ١٨ كغ

المسار : الحضيض ٦٢٠ كم الاوج ١٠٤٠ كم

• المهمة : قياس الاشعاع

٤٧ - المستكشف ١٢ - امريكا :

• أطلق في ٢٩ حزيران ١٩٦٠ بنفس طريقة المستكشف ٥

• أوصافه : اسطوانى وزنه ٧٧٠ كغ بما فيه الكبسولة التي تزن ١٣٦ كغ

• مهمته : تجريب استرجاع الكبسولة ، وقد فشل في بلوغ السرعة اللازمة

• للدوران حول الارض

٤٨ - المستكشف ١٣ - امريكا :

• أطلق في ١١ آب ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (ثور)

• أوصافه : مثل سابقه ، وزن الكبسولة ١٣٦ كغ

• مهمته : اختبار امكان استعادة الكبسولة من القمر الصناعي ، وتأثير ظروف

الفضاء على الكائنات الحية

• النتائج : نجحت تجربة استعادة الكبسولة وسقطت في المحيط الهادىء

• والتقطتها سفن البحرية الامريكية

٤٩ - الصدى ١ - امريكا :

• أطلق في ١٢ آب ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (ثور - دلتا) ثلاثي المراحل

• أوصافه : كرة جوفاء قطرها ٣٠,٥ م ووزنها ٦٠ كغ تقريبا ، مصنوعة من

جلد رقيق من البلاستيك مطلي بالالمنيوم ، تطلق مطوية الى أن تصل الى

مدارها فتتفخ هنالك بواسطة مساحيق سريعة التصاعد

المسار : الحضيض ١٥٢٠ كم والاولج ١٦٨٧ كم •

المهمة : اختبار امكان الاتصال اللاسلكي البعيد المدى بانعكاس الامواج على سطحه ولذلك فهو تابع سلبي لا يطلب منه سوى عكس الامواج اللاسلكية •

النتائج : نجحت مئات الاتصالات اللاسلكية مثل اذاعة الصور بالراديو والتلفون اللاسلكي والاتصالات عبر المحيطات • امكن اختبار تأثير الطبقات المتأينة على الامواج اللاسلكية •

٥٠ - المستكشف ١٤ - امريكا :

أطلق في ١٨ آب ١٩٦٠ من قاعدة فاندنبرغ الجوية ، وزن الكبسولة ٣٨,٥ كغ •

هدفه : اختبار امكانية استعادة كبسولة من التابع الصناعي ، وتأثير ظروف الفضاء على الكائنات الحية •

النتائج : قامت طائرة السلاح الجوي الامريكى ت - ١١٩ بالتقاط الكبسولة وهي في الجو على ارتفاع ٢٦٠٠ م فوق المحيط الهادي • وكانت قد قذفت من التابع الصناعي بعد أن دار حول الارض ١٨ دورة •

٥١ - سبوتنيك ٥ - الاتحاد السوفييتي :

أطلق في ٢٠ آب ١٩٦٠ بصاروخ لم تعرف مواصفاته •

أوصافه : يبلغ وزن القمر الصناعي مع كبسولته ٤,٥ طنا وأما الكبسولة (الحجر) التي يبلغ وزنها ٢,٥ طنا من أصلها ١٤٧٧ كغ للاجهزة العلمية فهي تحتوي كذلك على عدد كبير من الفئران والحشرات والنباتات والانسجة الحية والبذور ، وتحتوي الى جانب ذلك الكلبتين سترليكا وبليكا •

المهمة : اختبار امكان استعادة كبسولة من الفضاء الى الارض ، واختبار تأثير ظروف الفضاء على الكائنات الحية •

النتائج : دار التابع الصناعي ١٨ دورة حول الارض على ارتفاع وسطي قدره ٣٢٠ كم واشتغلت اجهزته كلها بنجاح ، وكان العلماء السوفييت يشاهدون كل ما يجري داخل الكبسولة اثناء دورانها حول الارض على شاشة اجهزة التلفزيون الخاصة •

استعيدت الكبسولة بنجاح من مدارها الى الارض على بعد ١١ كم من المكان المحدد لهبوطها •

٥٢ - البريد (١ - ب) امريكا :

أطلق في ٤ تشرين الاول ١٩٦٠ وهو كرة قطرها ١,٢٩ م • ووزنها ٢٢٦ كغ

المسار : الحضيض ٨٠٦ كم الاوج ١٠٥٨ كم •

المهمة : المواصلات اللاسلكية على ابعاد كبيرة • ويقوم بدور تابع ايجابي يلتقط الاشارات اللاسلكية ويسجلها ثم يذيعها حسب الطلب •

٥٣ - تيروس ٢ - امريكا :

أطلق في ٢٦ تشرين الثاني ١٩٦٠ بواسطة صاروخ (ثور - ايل) •

الايوصاف : مماثل لتيروس ١ ، وزنه ١٢٧ كغ وفيه سبع كشافات للاشعة تحت الحمراء و ٥ مذيعات اثنان منها لاذاعة الصور •

المسار : السرعة ٢٦٦٨٨ كم/سا ، الدور الاصلي ٩٩,١٩ دقيقة : الحضيض : ٦٥٣ كم الاوج ٦٧٠ كم •

المهمة : تصوير الظواهر الجوية وارسالها الى المحطات الجوية على الارض لامكان التحذير من هذه الظواهر • يقوم بتصوير هذه الظواهر بواسطة كاميرا ذات عدسة واسعة الزاوية • تشمل الصورة الواحدة مساحة عرضها ١٢٠٠ كم كما يستعمل كاميرا أخرى ذات عدسة ضيقة ، ويرسل الصور الى الارض بواسطة اجهزة تشبه التلفزيون •

٥٤ - ساموس ٢ - أمريكا :

- أطلق في ٣١ كانون الثاني ١٩٦١ ، وهو كروي قطره ٦,٦٠ م ويبلغ وزنه ١٨٤٥ كغ واتخذ مسارا حضيضه ٤٨٠ كم وأوجه ٦١٠ كم .
- مهمته : المراقبة العسكرية وهو مجهز بكمرات قوية .

٥٥ - سبوتنيك ٧ - الاتحاد السوفييتي :

• أطلق في ٤ شباط ١٩٦١ .

- أوصافه : اتقل تابع أطلق ، يبلغ وزنه ٦٤٨٣ كغ ، وهو مزود بجهاز لاسلكي لقياس الابعاد وللتحقق من معطيات الصنع والقياسات المتعلقة بالمسار .
- المسار : ميله ٦٥° و ٥٧ د ، دوره الاصيلي ٨٩,٩ دقيقة ، الحضيض : ٢٢٣,٥ كم الاوج : ٣٢٧,٦ كم .

• النتائج : كانت الغاية اجراء تجربة عامة للقذف باتجاه الزهرة .

٥٦ - سبوتنيك ٨ - والمحطة ماس ٢ - الاتحاد السوفييتي :

- أطلق في ١٢ شباط ١٩٦١ وهو تابع ثقيل . فوصل الى مداره حول الارض وعلى متنه المحطة الاوتوماتيكية المعدة للاطلاق باتجاه الزهرة . وفي نفس اليوم انفصلت هذه المحطة مع صاروخها الكوني وسارت على محرك باتجاه الزهرة . وهذه المحطة تزن ٦٤٣ كيلو غراما .

مهمة التابع : ايصال المحطة (أي السيار الصغير) الى مسار بين الكواكب والتحقق من امكانيات التوجيه والمحافظة على الاتصال اللاسلكي على ابعاد كبيرة جدا . اجراء قياسات مضبوطة للمسافات في داخل المجموعة الشمسية .

اجراء ملاحظات فيزيائية على الاشعاع الكوني ، والحقول المغناطيسية ، والغبار الذري الموجود في الفضاء والشهب .

وصلت المحطة الى جوار الزهرة في اواسط شهر ايار ١٩٦١ •

٥٧ - السفينة سبوتنيك ٤ - الاتحاد السوفييتي :

اطلقت في ٩ آذار ١٩٦١ ويبلغ وزنها ٤٧٠٠ كغ ووصلت الى مدارها (الحضيض ١٨٣,٥ كم الاوج ٢٨٤,٨ كم) وكان على متن السفينة حجرة وضعت فيها الكلبة تشرنوتشكا وغيرها من المواد العضوية الحية ، وكذلك جهاز لقياس الابعاد وجهاز تلفزيون للارسال وآلات اتصال لاسلكية ، وفي نفس اليوم ، وبناء على اوامر من الارض ، هبطت السفينة في المكان المحدد في الاتحاد السوفييتي • وقد عادت الكائنات الحية سالمة الى الارض •

٥٨ - السفينة سبوتنيك ٥ - الاتحاد السوفييتي :

أطلقت في ٢٥ آذار ، ويبلغ وزنها ٤٦٩٥ كغ فوصلت الى مدار حول الارض ، حضيضه : ١٧٨ كم وأوجه ٢٤٧ كم ، وكان على متن السفينة حجرة وضعت فيها الكلبة زفزدوتشكا ، وغيرها من المواد العضوية • وقد تم الحصول على معلومات قيمة حول عمل السفينة وحول طبيعة تأثير ظروف التحليق على الاجهزة العضوية الحية •

٥٩ - فوستوك ١ - الاتحاد السوفييتي :

أطلقت هذه السفينة الكونية في ١٢ نيسان ١٩٦١ الى مدار حول الارض ، وعلى متنها المقدم يوري غاغارين ، وهو اول انسان يدخل الفضاء الكوني ، وجرى تحليق السفينة في مدار اهليلجي حضيضه ١٨١ كم وأوجه ٣٢٧ كم • وكان وزن السفينة مع الملاح الكوني ٤٧٢٥ كغ ما عدا الطابق الاخير من الصاروخ الناقل • وبعد ان دارت السفينة حول الارض واجرت الدراسات المقررة هبطت بنجاح الى الارض في المنطقة المقررة لها في الاتحاد السوفييتي • ودام التحليق ١٠٨ دقائق •

٦٠ - الكشاف ١١ - أمريكا :

أطلق هذا التابع في ٢٥ نيسان ١٩٦١ ووزنه ٣٧ كغ فبلغ مدارا دوره الاصيلي ١٠٨ دقائق وحضيضه ١٧٣ كم وأوجه ١٧٨١ كم . ومهمته تصنيف الاشعاعات التي في الحزام الادنى وقد قدر عمره بسنة واحدة .

٦١ - ردستون - أمريكا :

أطلقت هذه الكبسولة في ٥ أيار ، وعادت بعد ١٥ دقيقة من اطلاقها وهي حاملة لرجل الفضاء آلن شبرد .

بلغ وزن المركبة طنا واحدا ، ولم تطلق لتدور حول الارض ، وانما للصعود الشاقولي ، وقد وصلت الى ارتفاع ١٨٥ كم من قاعدة بحوث الفضاء في رأس كانافيرال ، ثم هبطت في البحر بواسطة مظلة .

تم انفصال المركبة عن الصاروخ على ارتفاع ١٥٤ كم كفضيحة صاروخية ثم تابعت سيرها حتى وصلت الى ارتفاع ١٨٥ كم ، وعندها بدأ رجل الفضاء يطلق الصواريخ لتخفيف السرعة . وفي طريق العودة استفاد من مظلتين : صغيرة اطلقها في الاول ، ثم كبرى اطلقها وهو على ارتفاع ٣ كم ، ويبلغ قطرها ١٩ مترا ، وعندما سقط في البحر انتشلتها طائرة هليكوبتر .

٦٢ - المستكشف ٢٥ - أمريكا :

أطلق في ١٦ حزيران ١٩٦١ بواسطة صاروخ أجيئا - ب ، ويبلغ وزنه ١٣٥ كغ ، وقد بلغ مدارا دوره ٩١ دقيقة ، حضيضه ٢٢٣ كم وأوجه ٤٠٣ كم . مهمته : تجريب الاتقاذ في الجو ، وقد اخفقت العملية ، ولكن رجال البحرية (الضفادع) انقذت الكبسولة عائمة في البحر وكانت تحوي على معادن نادرة لتجريب تأثيرات الاشعاع عليها .

٦٣ - ترانسيت ١٤ - أمريكا . (العمر المقدر : ٥٠ عاما) :

أطلق في ٢٩ حزيران ، وهو مؤلف من ثلاثة اقمار :

١ - ترانسيت ٤ أ ، وزنه : ٧٩ كغ .

٢ - انجون ، وزنه : ١٨ كغ .

٣ - غريب ٣ ، وزنه ٢٥ كغ .

وقد بدأت دوراتها جميعا من حضيض واحدة قيمته ٨٥٥ كم ، واجريت بعدها عملية فصل التوابع عن بعضها ، فانفصل ترانسيت (الاوج ٩٩٧ كم) وبقي الاخيران ملتصقين (الاوج ١٠١٥ كم) .

المهمة : تجريب أول بطارية ذرية هي عبارة عن مزدوجة حرارية كهربائية تستخدم في قياس المسافات باللاسلكي . وقد توقفت اشارات الجهاز لعطل فيه ، غير ان هذه البطارية الذرية (ويبلغ وزنها ٢ كيلو غرام تقريبا) ستظل تزود جهاز اللاسلكي بالطاقة (٢,٧ وات) لمدة ٥ أعوام .

٦٤ - المستكشف ٢٦ - أمريكا :

اطلق في ٧ تموز ١٩٦١ ، وزن الكبسولة : ١٣٥ كغ .

المسار : الدور الاصلي : ٩٥ دقيقة ، الحضيض : ٢٣٤ كم ، الاوج : ٨٠٦ كم .

مهمته : رابع عملية التقاط هوائي للكبسولة بعد ٣٢ دورة على المسار ، استغرقت ٥٠ ساعة و ٣٦ دقيقة حتى لحظة الالتقاط .

٦٥ - تيروس ٣ - أمريكا :

أطلق في ١٢ تموز ١٩٦١ ويقدر عمره ما بين ٥٠ و ١٠٠ سنة .

المسار : الدور الاصلي : ١٠٠,٤ دقيقة ، الحضيض ٧٣٨ كم ، الاوج : ٨١١ كم .

يبلغ وزنه : ١٢٩ كغ ، وهو أول (صياد) للاعاصير ، وقد صمم مساره

ليحلق فوق منطقة تولد الاعاصير في البحر الكاريبي فكشف في ١٠ ايلول
عن بدء تشكل اعصار وسبق بذلك طائرات الكشف بيومين .

٦٦ - ميداس ٣ - امريكا :

أطلق في ١٢ تموز ١٩٦١ ، ومداره دائروي تقريبا (الدورة : ١٦١,٥
دقيقة ، الحضيض : ٣٣٣٥ كم ، الاوج : ٣٥١٦ كم) وهو اعلى مدار بلغه
تابع قبله ، ولذلك يقدر عمره بما يزيد على ٥٠٠٠ عاما .

وهو يحمل اجهزة مصنفة وخاصة ، كشافات بالاشعة تحت الحمراء للانذار
المبكر عن قذف الصواريخ المعادية عابرة القارات .

٦٧ - فوستوك ٢ - الاتحاد السوفيتي :

أطلقت هذه السفينة الكونية في ٦ آب ١٩٦١ الى مدار حول الارض
وكان يقودها الملاح الكوني : المقدم غرمان ستيبانوفيتش تيتوف . ويبلغ
وزنها ٤٧٣١ كغ ما عدا المرحلة الاخيرة من الصاروخ .

المدار : الدورة : ٨٨,٥ دقيقة ، الحضيض : ١٧٨ كم ، الاوج : ٢٥٧ كم .

دارت السفينة حول الارض ١٧ دورة كانت في خلالها على اتصال لاسلكي
ثنائي متواصل مع الارض ، وكانت الاجهزة الموضوعه على متن السفينة تعمل
بشكل طبيعي ، وتمكن الملاح الكوني في خلال ذلك من ان يأكل وينام ،
ويكتب ويستعمل ما حوله من آلات ، وبعد اتمام دوراته هبط بالسفينة
بنجاح في المنطقة المقررة .

٦٨ - الكشاف ١٢ - امريكا :

أطلق في ١٥ آب ١٩٦١ ويقدر عمره بسنة واحدة .

المسار : اهليلجي متطاوول جدا ، الحضيض : ٢٨٨ كم ، الاوج : ٧٦٤٩٠
كم ، الدور : ٢٦ ساعة و ٢٥ د ، يبلغ وزنه : ٣٧,٥ كغ ، وهو يحمل اول

أجهزة لقياس « الرياح الشمسية » أو « الاشعاعات الميئة » وكذلك الحزام
الخارجي أي حزام فان آللن الثالث •

٦٩ - الكشاف ١٣ - أمريكا :

أطلق في ٢٥ آب ١٩٦١ ولكنه سقط من مساره في ٢٩ آب أي بعد
أربعة أيام ، وهو أول تابع لدراسة صغار الشهب او ما يسمى بحزام الغبار
حول الارض • ويعتقد ان عناصر المسار لم تتحقق في نهاية القذف ، بمعنى
ان الحضيض كان ادنى من ١٦٠ كم ، مما سبب التعجيل في عودته الى الارض •

٧٠ - المستكشف ٢٩ - أمريكا :

أطلق في ٣٠ آب ١٩٦١ وهذه سابع تجربة ناجحة لانقاذ الكبسولة بعد
سقوطها في البحر • وزن الكبسولة : ١٣٥ كغ •

المسار : الدور : ٩١ دقيقة ، الحضيض : ٢٢٤ كم ، الاوج : ٥٥٠ كم •

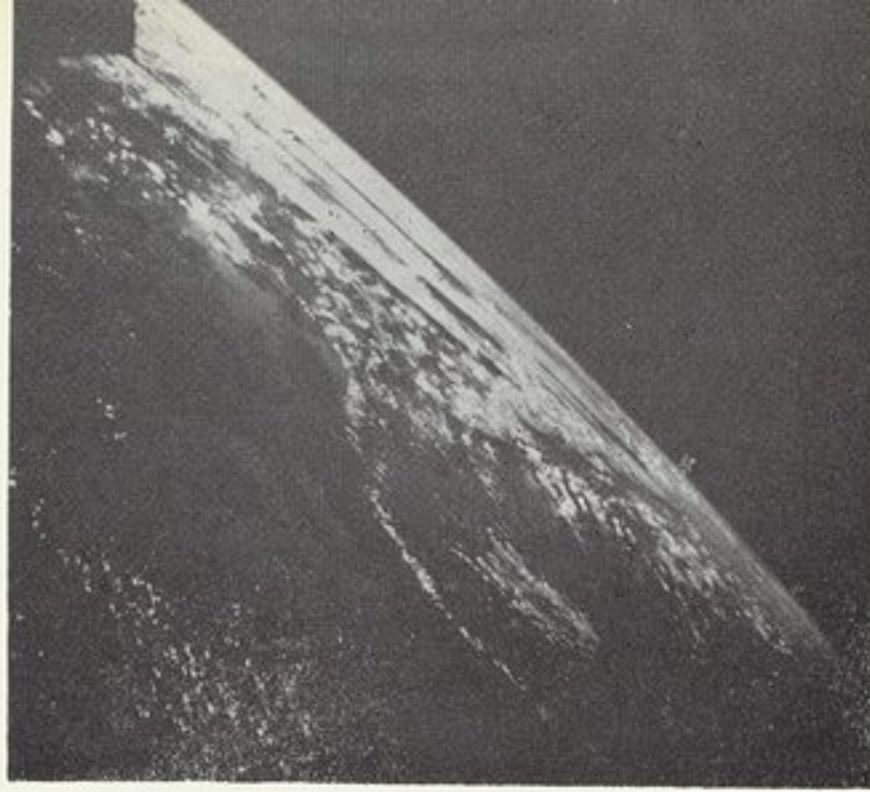
٧١ - المستكشف ٣٠ - أمريكا :

أطلق في ١٢ ايلول ١٩٦١ ، بصاروخ مرحلته الاخيرة (اجينا - ب) وزنه
٩٤٥ كغ وهذه خامس محاولة ناجحة لالتقاط الكبسولة في الهواء • وزن
الكبسولة : ١٣٠ كغ •

المسار : الدور : ٩٢,٤ دقيقة ، الحضيض : ٢٥٦ كم ، الاوج : ٥٥٠ كم •

٧٢ - مركوري - اطلس - ٤ - أمريكا :

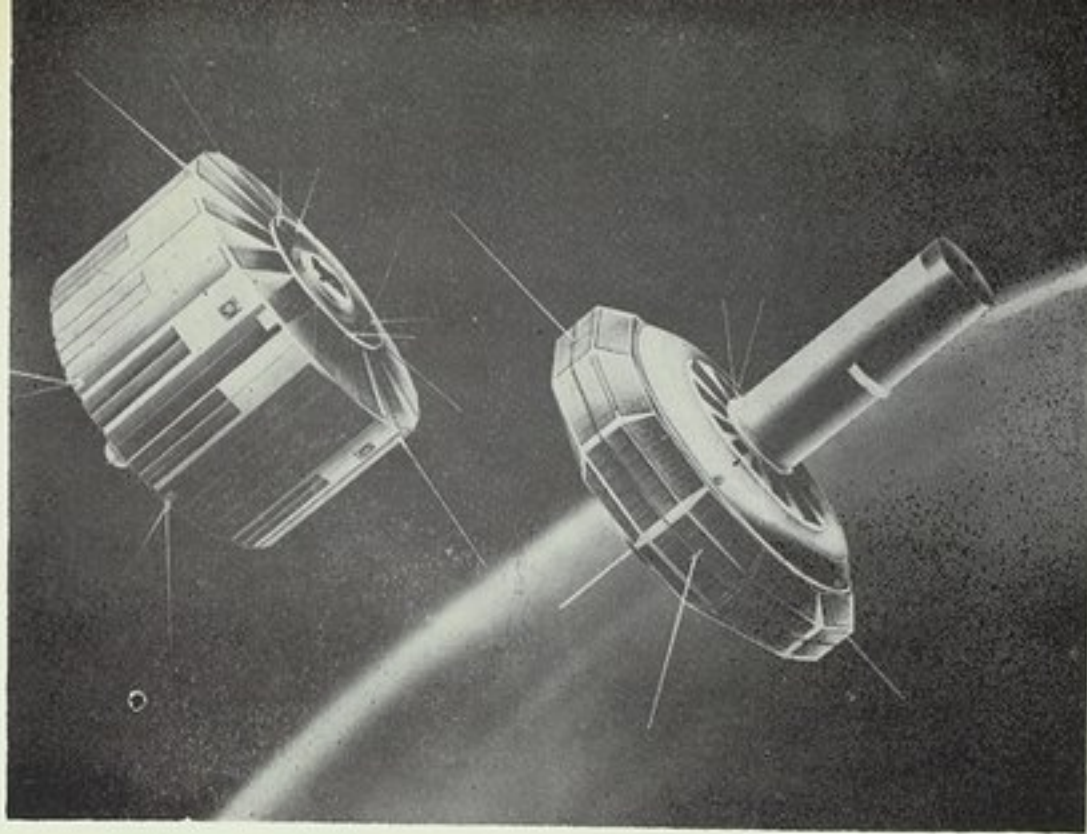
أطلق في ١٣ ايلول ١٩٦١ ووزنه ١٧٥٠ كغ ، وهذه أول محاولة ناجحة
لوضع كبسولة مركوري على المسار ، وتحتوي على دمية شبيهة بالانسان
لتجريب اجهزة الحمل وتنظيم الجو • وقد تبين ان العيب الوحيد كان في
تضييع الاكسجين ، ومع ذلك فقد ثبت ان الكبسولة كانت ملائمة لحياة
الملاح الفضائي •



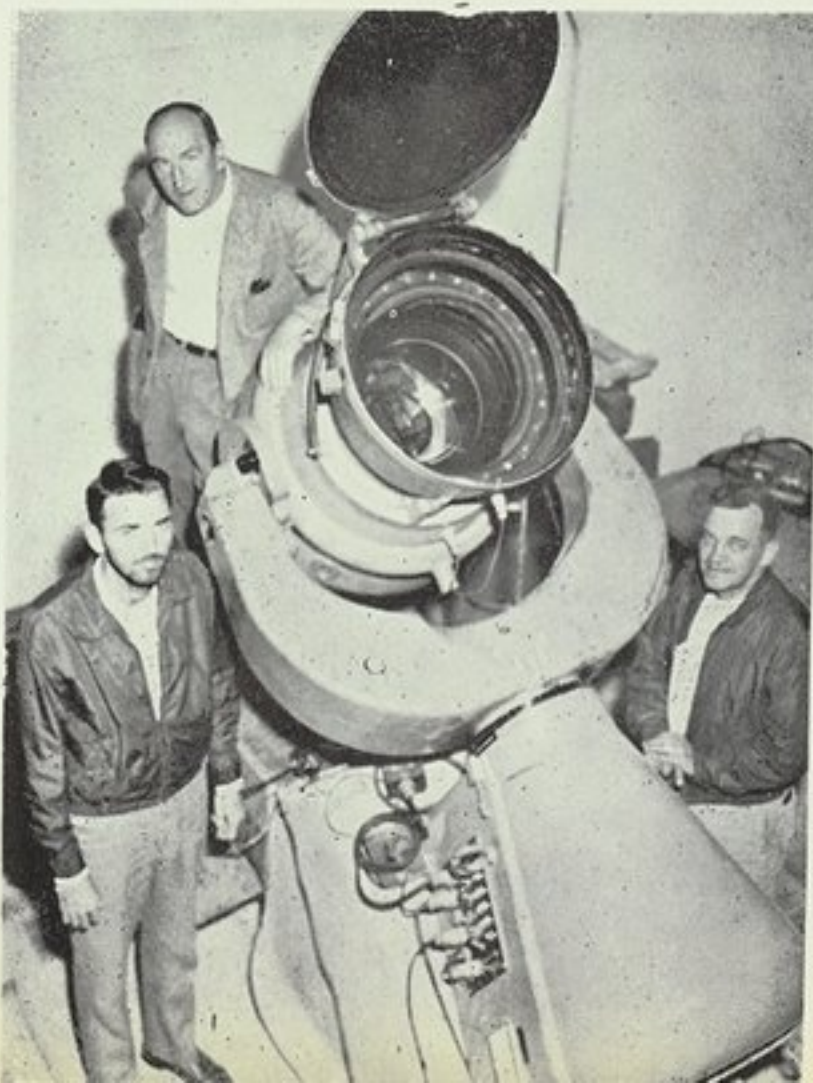
يمثل هذا الشكل جزءا من افريقيا الوسطي (كينيا) وبرى في وسطها
منظر بحيرة رودلف ، وقد اخذت بواسطة تابع مركوري في ١٣ ايلول ١٩٦١ .



احد مراكز مون واتش وفيه ١٢ مراقبا قد اتخذوا صفا في اتجاه
الشمال - الجنوب ليجربوا المراقب التي بين ايديهم بمساعدة الانواء



التابعان ترانسيت ٤ - ب و تراك اللذان شلدا معا من رأس كاتافيرال بواسطة صاروخ نور - ايل - ستار في ١٥ تشرين الثاني ١٩٦١ . وفي الاول منهما مولد ذري للطاقة الكهربائية وهو واحد من سلسلة التتابع الملاحة التي تهدف الى تمكين الطائرات والسفن من تعيين مواقعها الجغرافية. اما التابع الثاني فوظيفته تجربة امكانية استعمال حقل النقالة الارضي لتحقيق الاستقرار.



الكاميرا الضخمة التي زودت
بها مراكز مينشراك لتصوير
الاقمار وتبلغ ضخامة عدساتها
ضخامة كرة القدم .

الفصل السادس

المعلومات العلمية الاولى المستقاة من الاقمار الصناعية

كثيرا ما يكون بين الواقع والحقائق العلمية من جهة ، وبين ما ينشر عنهما في الصحف اليومية والاذاعات ، من جهة أخرى ، فروق كبيرة ، وذلك بسبب السرعة التي يتصف بها نشر الاخبار في هذا النوع من وسائل النشر . لذلك فان المعرفة الشعبية للشؤون العلمية ، وهي تستقى من ينايع الصحف والاذاعة بعيدة في اكثر احيانها عن ادراك الوجه الحقيقي للمكتشفات العلمية وللاسباب التي دفعت اليها والغاية منها .

ولم تنج اخبار الاقمار الصناعية من هذه السنّة بل وقعت فيها بعض الشيء ، فقد ظهرت للناس وكأنها ليست سوى عمل رياضي تتسابق عليه الدولتان الكبيرتان : أمريكا وروسيا ، وسعي للفوز بالسبق في الوصول الى الفضاء وعالم السيارات الشمسية ، وفي ارساء دعائم القوة الحربية على سلاح قوي لا مرد له ولا يقوى على اتخاذه الا الدولة التي بلغت من العلم والتكنيك مبلغا بعيدا ، ومن الاثراء المفرط ما يسمح لها بتحمل اعباء هذا السباق ذي الكلفة الفادحة التي لا تقل الآن عن عدة مليارات الدولارات في السنة الواحدة .

بدأ اطلاق الاقمار الصناعية في أواخر عام ١٩٥٧ ، لتدور حول الارض فكانت الخطوة الاولى من خطوات فتوح الفضاء ، وهذا الفتح برنامج واسع بدأت البشرية به الآن ولا يعلم الا الله ما سيكون مداه . وكانت أيضا تجربة علمية لسلاح الصواريخ الذي أصبح الآن مع القنابل النووية بأنواعها - أخطر

سلاح يهدد البشرية • جرى بدء اطلاقها في تشرين الاول ١٩٥٧ تنفيذًا لبرنامج أعمال السنة الجيوفيزيائية (تموز ١٩٥٧ - كانون الاول ١٩٥٨) التي اشتركت فيها ٦٤ دولة وساهم فيها اكثر من (٥) آلاف عالم ، وكانت الغاية الظاهرية - على الاقل - من الاقمار الصناعية ان تقوم بدور هام وكبير في المساعدة على دراسة عناصر كثيرة تهتم بها فيزياء الارض وهي : الجو المحيط بالارض وكل ما يعتوره عند الارتفاع من تغير في الضغط والحرارة والتركيب ، ودراسة صغار الشهب المتساقطة فيه من الفضاء ومغناطيسية الارض والاشعاع الساقط على الارض والطبقات المتأينة المحيطة بالارض ، الخ ... ولا شك في انه قصد ايضا من الاقمار ان تكون مرحلة أولى في طريق الملاحظة النجمية .

والذي زاد في احتجاب المعلومات العلمية المستقاة من الاقمار الصناعية عن الجمهور ، هو ان هذه المعلومات يلتقط اكثرها من اجهزة الاذاعة المركبة في الاقمار ، وهذه تترجم عن دلالات اجهزة القياس المختلفة المركبة في الاقمار أيضا • فتذيع معلوماتها على الامواج الكهرطيسية بصورة ذبذبات متغيرة السعة ، فتلتقطها اجهزة الاستقبال ثم تحال الى آلات تفسرها بلغة علمية مفهومة ، ثم تجمع وتصنف لتؤخذ منها الاستنتاجات الاخيرة ، وهذا يتطلب زمنا ليس بالقصير • لذلك فان الصحف اليومية او الاسبوعية لم تكن قادرة بسبب صيغتها الاخبارية المستعجلة ، وحرصها على أن تنشر من الاخبار ما حدث ، ان تقوم بنشر هذه القياسات بعد ان فقدت حداثتها ومضت عليها الاشهر • ولربما كانت لا تهتم الجمهور كثيرا •

لقد كانت مناسبة السنة الجيوفيزيائية تصادفا غريبا التقى مع بلوغ الدولتين الكبيرتين مرحلة من التقدم التكنيكي في صناعة الصواريخ اهلهما لانجاح عملية قذف الاقمار (التوابع) في الفضاء • ويمكن ان نعتبر اطلاق الاقمار مرحلة تجريبية في سبيل اكتساب الخبرة اللازمة لاعطاء الصواريخ سرعات متزايدة مكنتها ، أولا من الدوران حول الارض ثم من التخلص من جاذبيتها والوصول الى القمر ، ثم من احتلال مكانها في المجموعة الشمسية •

ويمكن تصنيف التوابع الصناعية ، حسب صفاتها والوظائف التي انيطت بها كما يلي :

١ - التوابع القذفية الصرفة :

وهي التوابع التي يكتفى بقذفها بواسطة الصاروخ حتى يعطيها السرعة الكافية لايقالها الى مسارها الذي ستلتزم الدوران عليه بدون أي تعديل تلقائي ، وهذه التوابع على نوعين :

أ - التوابع الانفعالية الصرفة :

ولا يطلب منها تأدية اية وظيفة سوى اتباع مسارها واما المعلومات التي تستقى منها ، فانها تستقى من مراقبة سيرها فقط .

ب - التوابع المزودة بعدد من اجهزة القياس :

ومن الواضح ان عدد هذه الاجهزة محدد بمقدار الحمولة المفيدة التي يمكن ايواؤها في التابع بدون ان يتجاوز وزنه الحد الاقصى المعين له حتى يمكن قذفه بالصاروخ . فاذا كانت مهمة هذا التابع واسعة فان حمولته المفيدة قد تتجاوز الحد الاقصى الممكن . لذلك من الواضح ان الدولة (أو الجانب الذي لا يقدر على ان يطلق توابع ثقيلة في الفضاء) ، عليها ان تعتمد الى وسيلة ثانية لتجنب المهمة الواسعة ، وذلك بتقسيم هذه المهمة على عدة توابع يخصص لكل واحد منها جزء من مجموع عمليات القياسات المطلوبة .

٢ - توابع ذات وظيفة خاصة :

وهذه التوابع ، بعد ايقالها الى مسارها ، تظل فيها الامكانية التي تسمح لها ، فيما بعد ، بأن تعدل هذا المسار ، لانها تكون محتفظة بذخر من الوقود وبمحرك صاروخي وبجهاز للقيادة وجهاز اقرار يمكن هذا المحرك من العمل ليسمح للتابع ان يقوم أثناء سيره بعملية ما ، مثل استرجاع التابع الى الارض أو توجيهه في الفضاء أو الجام حركته عند وصوله الى كوكب آخر .

وأول مثال بليغ على مثل هذه التوابع المجهزة بوظيفة خاصة هو الصاروخ
لونيك ٢ الذي وصل الى القمر في ١٣ ايلول ١٩٥٩ •

٢ - الصواريخ المأهولة :

وعليها تأدية ثلاثة شروط ، تخصيص جزء من حمولتها المفيدة لغرفة
يأوي اليها الشخص او الاشخاص مع كل ما يلزم لمعيشتهم ، وتأمين عملية
العودة ، واخيرا تأمين حد ادنى من الامان في سير الصاروخ •

استكشاف الجو :

قلنا ان الدرجة الاولى في تسلسل التوابع الصناعية هي التابع الذي ليس
له حمولة مفيدة ، وهو أية كتلة تدور على مسارها وترى اما بالعين المجردة أو
بواسطة منظار ، ويمكن أن تكون مجهزة بجهاز مذياع ليسمح بكشفها فقط
لا ليذيع أية معلومات •

ولم تنطبق في الحقيقة هذه الصفة المبسطة على أي من التوابع التي
أطلقت ، اذ انه حتى في الصغير منها مثل فانغارد ١ الذي بلغت حمولته
المفيدة ١,٥ كغ استطاع الفينيون ان يسخروا معجزات الالكترونيك لصنع
أجهزة دقيقة وخفيفة جدا • الا ان الواقع قد جعل التوابع المقذوفة تصبح
وكأنها انفعالية صرفة ، وذلك كلما كان التابع يذيع حسب اصطلاح رمزي
سري • فكانت أقمار سبوتنيك بالرغم مما فيها من تجهيزات وكأنها سلبية بالنسبة
للأمريكيين والعكس بالعكس • وكذلك متى فرغت بطاريات التابع أصبح
سلبيا • وقد يتساءل الانسان ما هي فائدة رصد التابع السلبي أي المنفعل ،
وهل يقدر على افادتنا بأية معلومات ؟ والجواب على ذلك ، نعم •

ان مسار التابع حول الارض هو منحني ، يمكن نظريا ان يكون دائرة ،
ولكنه عمليا لا بد أن يكون فيه شيء من الانحراف فيصبح اهليلجا • فأقرب
نقطة منه الى الارض تسمى الحضيض وأبعد نقطة تسمى الاوج • وان ارتفاع

الحضيض له أهمية كبرى ، فاذا كان منخفضا (أي أقل من ٢٥٠ كم) وقع قسم من مسار القمر في منطقة من الجو ليست كثافتها بالمهمة ، ويكون من نتيجة المرور الدوري للتابع في هذه المنطقة تخامد حركته وتغير تدريجي في مساره .

أما اذا كان يدور بعيدا عن الارض ، وكان حضيضه مثلا اعلى من ٥٠٠ كم فان احتكاكه بالجو يكون مهملًا ويرسم التابع مسارا يفيد تحليله في الحصول على معلومات عن شكل الارض وعن توزيع الكتل داخلها . ولهذا السبب سميت هذه التوابع بالجيوديزية كما سميت الاولى بالجوية لانها تقطع في الجو مسافة هامة وتتعلق حركتها بالجاذبية الارضية وبمقاومة الجو في حين ان التوابع الجيوديزية لا تتبع الا جاذبية الارض فقط .

كانت الاقمار الروسية الاولى جوية اما الاقمار الامريكية فكانت جيوديزية .

ان معرفة جو الارض غاية كافية في ذاتها لانها مرحلة اولى من مراحل الملاحة النجمية ولان لها فائدة عملية كبيرة في كونها مفتاح علم الارصاد الجوية وتؤثر في نواح كثيرة من أمور حياتنا مثل المواصلات اللاسلكية . وهذا الجو هو أول وسط ستمر فيه سفن الفضاء في ذهابها وايابها .

ظلت معلوماتنا عن الجو الى عهد قريب في المرحلة التي قطعتها في القرن التاسع عشر ، وقد أمكن في النصف الاول من هذا القرن اجراء عمليات اولى للسبر الجوي بواسطة البالونات ، وأمكن كذلك بعد الحرب الثانية تنظيم عمليات قذف الصواريخ السابرة في الولايات المتحدة وغيرها فمكنت من اجراء قياسات للضغط والكثافة ودرجة الحرارة حتى ارتفاع ٢٢٠ كم ودرست توزيع الازون وسبرت الطبقات المكهربة وحصلت على بعض المعلومات عن طيف الشمس .

غير انه كان فيها بعض العيوب ، لان مكوثها في اعالي الجو كان قصيرا جدا ، ولانها لم تستطع الوصول الى الارتفاعات التي بلغت ، فيما بعد ،

الاقمار الصناعية حيث قامت بعملية مسح منظم كامل في جميع الارتفاعات وزودتنا بكتلة كبيرة من المعلومات لا تقوّم بشن •

لقد كان تخامد التوابع الجوية وسيلة مدهشة لدراسة كثافة طبقات الجو ، وخاصة عند اقسام التابع ، فعندما تركز السبوتنيك ١ في ٤ تشرين الاول ١٩٥٧ على مساره ، اقسام الى ٣ اقسام هي : القمر نفسه وهو كرة من الالمنيوم قطرها ٥٨ سم ووزنها ٨٣ كغ ، والرأس المخروطي الذي كان يحويه ، والمرحلة الاخيرة من الصاروخ الذي قذفه من الارض •

فلو أن هذه الاجسام الثلاثة تركزت على مسار يقع في الخلاء المطلق ، لظلت مجتمعة مع بعضها ، او بفرض انها تلتقت عند فصلها عن بعضها سرعات نسبية صغيرة ، لدارت حول مسارات معينة سهلة التحديد • لكن هذه الاجسام لم تصل الى الخلاء ، بل وصلت الى منطقة لا تزال فيها آثار ولو ضعيفة ، من الهواء ، ضئيلة الكثافة جدا • فكان تأثير مقاومة الهواء عليها مختلفا بسبب اختلاف اشكالها الهندسية وسطوحها المصطدمة به • فكانت المقاومة أشد على الصاروخ الحامل ، الخفيف الوزن والكبير الحجم ، فاتهت رحلته في بداية كانون الاول ١٩٥٧ ، اما الكرة فلم تسقط في طبقات الجو السفلى الا في الشهر الذي يليه •

وقد أعطت سلسلة الارصاد التي اجريت على المرات المتتابعة التي مر فيها التابع وصاروخه فوق سموت مختلفة الامكنة ، قائمة بقيم عددية مكنت من معرفة احوال أعالي الجو معرفة جيدة • ثم اعيدت هذه التجربة بشكل اكثر أهمية مع القمرين سبوتنيك ٢ و ٣ •

كانت قيم الحضيض لهذه التوابع على التوالي : ٢٢٨ و ٢٢٥ و ٢١٧ كم • أما قيم الاوج فكانت على الترتيب : ٩٤٦ و ١٦٧٠ و ١٨٨٠ كم • فجاءت مقاومة الهواء منقصة للسرعة في كل دورة اثناء اختراق الجو ، وبالتالي مخفضة بالتدرج للاوج ، أي انها صارت تقصر طول المحور الكبير للاهليلج مع بقاء الحضيض على قيمته تقريبا • واخذت مدة الدوران بنتيجة ذلك تتناقص فتبين

بالحساب ، ان كثافة الجو على هذه الابعاد ، أي على ارتفاع ٢٣٠ كم هي اكبر ب ٧ مرات مما كان يظن قبلا ، وهذا هو السبب في ان اعمار هذه التوابع قد جاءت بالفعل أقصر مما كانت قد صممت له نظريا .

وأمكن كذلك إجراء قياسات نسبية ، بالاستناد الى تناقص مدة الدوران بسبب انخفاض الارجح ، فالجزء الاخير من الصاروخ ، وكان يلقي من الهواء مقاومة اكثر مما يلقاه التابع ، اخذ يدور اسرع من القمر على مسار اصغر بالطبع ، وقد لوحظت هذه الفروق بين الجسمين بصورة واضحة في سبوتنيك ٣ . ففي ٦ تشرين الاول ١٩٥٨ عندما اتم الصاروخ دورته الالفين ، كان قد سبق التابع نفسه ب ٤٥ دورة .

كان سبوتنيك الثالث أحفل الثلاثة بالمعلومات بالنظر لحمولته المفيدة التي بلغت ٩٦٨ كغ ، وبنتيجة ذلك ، لعدد الاجهزة المختلفة التي ركبت فيه ولحياته المديدة التي قدرت عند الانطلاق ب ٢٠ شهرا يدور خلالها اكثر من عشرة آلاف دورة (دامت حياته في الواقع حوالي ٢٣ شهرا) .

ان المعلومات التي استقيت منه تذهل العقل بكثرتها . وقد نشرت تباعا في النشرة الشهرية للجمعية الفلكية السوفيتية ، ومن بينها اعداد خاصة كرسيت لهذا التابع . فبينما كان في ١٥ تموز ١٩٥٩ يكمل دورته ال ٦ آلاف ، اذاع راديو موسكو انه في خلال ١٤ شهرا مضت على اطلاقه جمع الاتحاد ١٠٥ آلاف قياس لاسلكي و ٣٥ الف رصد بصري ، وكان جهاز الاذاعة فيه لا يزال يشتغل جيدا لانه يغذى ببطاريات شمسية وبطارية كيميائية وهذه تعمل فقط عند دخول التابع في منطقة ظل الارض ، وكانت البطاريات لا تزال تعمل حتى ذلك التاريخ .

وكان تناقص سرعته في الدورة الواحدة بعد هذا الدوران المديد قد زاد من ٢ سم/ثا في البداية الى ٤٠ سم/ثا وانخفض من جراء ذلك أوجه من قيمته الاصلية ١٨٨٠ كم الى ١١٧٥ كم . فمكنت هذه المعلومات بالاضافة الى التي قدمها التابعان السابقان ، من دراسة تغير كثافة الجو .

فتبين ان تقدير الكثافة في اعالي الجو يختلف عما هو واقع ، وان هذا الخلاف يبلغ اشدّه على ارتفاع ٢٠٠ كم حيث ظهر ان الكثافة اكبر مما كان كان يظن بـ ٨ مرات ، ثم ينقص الفرق الى ٥ مرات ، على علو ٣٠٠ كم ، ثم ينعكس هذا الفرق على علو ٥٠٠ كم فتصبح كثافة الجو أقل مما كان يظن .

يضاف الى ذلك ان الضغط المنخفض في أعالي الجو ، تابع للتغير مع الزمن واحوال الطقس كما يتغير في محيطنا الذي نعيش فيه بسبب الحوادث الجوية ، ويبدو ان الحوادث في تلك الارتفاعات اعظم اثرا بكثير مما هي في جوّنا . فأعالي الجو مناطق تجري فيها على الدوام رياح عاتية واعاصير ومد وجزر وتتغير فيها درجات الحرارة والضغط تغيرا شديدا .

الاقمار الصناعية تقيس الارض :

لما كانت التوابع التي تدور فوق الـ ٥٠٠ كم لا تتأثر بجو الارض ، فان حركتها رهينة بالجاذبية الارضية وقد سميها بالتوابع الجيوديزية ، وقد تبين ان القطع الناقص التي تدور عليه ليس منتظما تمام الانتظام ، وقد استفيد من قياس هذا الاضطراب في دراسة بنية الارض .

كانت هذه المهمة الجيوديزية مهمة التوابع الامريكية الاولى ، وذلك طبقا لبرنامج اعد كجزء من السنة الجيوفيزيائية ، وقد شاركت التوابع الروسية أيضا في هذه المهمة .

والتابعان الامريكيان الاولان اي الكشاف الذي أطلقه في ٣١ كانون الثاني ١٩٥٨ سلاح الطيران ، وفانغارد ١ الذي أطلقه في ١٧ آذار ١٩٥٨ سلاح البحرية ، كانا متواضعين جدا بالقياس الى التوابع السوفيتية اذ كان وزنهما بالترتيب ١٣ كغ و ١,٤٧ كغ فقط ، واما الحمولة المفيدة لهذا الاخير فقد اقتصرت على جهازين مذييعين صغيرين مع بطاريتهما .

ولم ينجح ايصال هذين التابعين الى مساريهما الا بعد فشل متكرر وكان مسارهما متطاولين جدا ، مما جعل الصحف تشيد بضرهما الرقم القياسي في

الارتفاع (الكشاف ١ - الارج ٢٥٤٠ كم) وفانغارد ١ - بلغ اوجه ٣٩٦٥ كم غير ان هذين المسارين لا يعبران عن قصد الذين اطلقوهما وقد أوضح فون براون ، المشرف على الكشاف بكل صراحة ان المسار المطلوب كان دائريا ، وان الانحراف الزائد في القطع الناقص الذي تتج كان دليلا على قلة في الدقة والضبط ، ومعنى ذلك ان هذين القمرين لم يوصلا الى مساريهما الا بشيء من المغامرة .

وشيد الامريكيون ١١ مركزا للاستماع الى اذاعات اقمارهم ، يقع اكثرها على سلسلة تمتد من شمال القارة الامريكية الى جنوبها (في ولايات ماريلاند وجورجيا وفي كوبا والاكوادور والبيرو وشيلي ، الخ ٠٠٠) وتقع واحدة في جنوبي افريقيا وواحدة في جنوب استراليا وسميت مجموعة المحطات هذه بشبكة مينيتراك Minitrack وهي تتلقى امواج اللاسلكي التي تواترها ١٠٨ ميغاسيكل وموجاتها قصيرة جدا .

أما الاقمار الروسية فكانت تذيع على تواترين هما : ٢٠ و ٤٠ ميغاسيكل فعهد الامريكيون في تشرين الاول ١٩٥٧ الى تعديل بعض محطاتهم بأن اضافوا بعض الهوائيات اليها لتلقي اشارات الاقمار الروسية ، ولكنهم في الواقع لم يستطيعوا ان يتلقوا الا قليلا من المعلومات قبل نفاذ بطاريات سبوتنيك الاول .

وتتصل المحطات الامريكية هذه جميعها بمحطة فانغارد المركزية في واشنطن ، وتؤخذ المعلومات الواردة منها للدراسة بألة حاسبة الكترونية قادرة على ان تحدد موقع التابع الصناعي دقيقة فدقيقة وذلك بسرعة تفوق سرعته على مساره بـ ١٥٠ مرة .

كذلك انشأ الامريكيون محطات للرصد البصري مجهزة بمقرب خاص سهل الدوران ، والفت هذه المحطات بمجموعها شبكة سميت (مون واتش) (Moon watch) وهي قادرة بفضل الساعات الدقيقة التي فيها ان تحدد موقع القمر الصناعي في لحظة ما بخطأ لا يزيد على ٨ أمتار .

ان قوانين الميكانيك السماوي التي تبحث في الجاذبية وفي دوران الكواكب تفترض ان الجاذبية صادرة من كوكب مستدير تام التكور . وان انطباقها على جاذبية الارض لا يصح الا اذا كانت كرة مثالية ، أي مؤلفة من طبقات كروية كل واحدة متجانسة في جميع اجزائها ، وكان معلوما ان الارض لا تحقق هذا الشرط ، وقد ظهر ذلك عند تحليل حركة كوكب القمر حول الارض ، غير ان قمرنا بعيد جدا عن الارض حوالي ٣٨٠ الف كم ويدور في منطقة تضعف فيها جاذبية الارض وتظهر آثار جاذبية الشمس وبقية الكواكب، ولذلك لا يصح استعماله كشاهد مثالي على شذوذ كتلة الارض .

أما الاقمار الصناعية الجيوديزية التي تدور بالقرب من الارض وخارج الجو ، فهي أجهزة حساسة جدا لتحليل حقل الثقالة الارضية ، وان سرعتها الزائدة لتسمح لها ، بالاضافة الى ذلك ، بأن تختصر لنا في زمن قصير المشاهدات البطيئة التي نشاهدها في الاجسام السماوية الطبيعية .

نتائج قياس الارض

١ - قياس التفلطح :

ان تفلطح الارض امر معروف من القديم ، ومعناه ان الارض منتفخة في خط الاستواء ومبسطة بعض التبسط في القطبين ، فشكلها الحقيقي ليس كرة وانما هو شكل قطع ناقص دوراني حول محوره الصغير (محور الارض) . وقد لوحظ بالفعل ان المسار الحقيقي للاقمار الصناعية ليس ذلك القطع الناقص النظري الذي ينتج بالحساب على أساس اعتبار الارض كروية ، ولكن عدم انتظام كروية الارض يخلق عدم انتظام في المحرك ، وتنقلا في مستواه ، وقد لوحظ دوران مستوى مسار القمر منذ أول تجربة ، أي منذ تحريك سبوتنيك ١ .

ولدى تقدير حركة الدوران هذه امكن الحصول على قياس دقيق لتفلطح

الارض تصححت به القيمة التي كانت معروفة من قبل • فاصبحت القيمة
المعتبرة لهذا التفلطح : ٢٩٨,٣٧/١ وقد اوضح مرصد هارفرد الامريكي رسميا
أن الفرق الحقيقي بين القطر الاستوائي والقطر القطبي يبلغ ٤٢,٧٥١ كم بدلا
من القيمة التي كانت معتبرة سابقا وهي ٤٢,٩٥٢ كم •

٢ - نصف قطر الارض :

ان معرفة نصف القطر هامة جدا لعلاقته بالمتر القياسي المعتبر دوليا فقد
جرى الاتفاق قدما على اعتبار المتر الدولي مساويا لجزء من عشرة ملايين من
ربع دائرة نصف النهار • واعتمد على قياسات جرت لهذه الدائرة في أواخر
القرن الثامن عشر • ثم تبين مع تقدم وسائل القياس ان الدقة في تعيين نصف
قطر الارض قليلة ، واخذت الارقام تتوالى ، حتى امكن بواسطة الاقمار
الحصول على الرقم الآتي : ٦٣٧٨,٢٣ كم •

٣ - خريطة الارض :

ان نقطة الضعف في الخرائط الحديثة هي قلة ارتباطها ببعضها بعضا •
فتؤخذ خرائط دقيقة لاراضي امريكا او روسيا أو فرنسا أو انكلترا ، الخ ••
ولكن عمليات التثليث الطبوغرافية لما كانت غير ممكنة عبر المحيطات فان
المسافة بين الجزر او بين القارات قد غدت قليلة الدقة (بخطأ لا يزيد عن ٢
الى ٣ بالالف فقط) •

لذلك استفيد من الاقمار الصناعية في تحديد المواقع ، وخاصة مواقع جزر
المحيط الهادىء • ومبدأ العملية بسيط ، فقد ذكرنا ان الآلات الحاسبة
الالكترونية ، بالتقاطها المعلومات التي تعطيها محطات منيتراك ، قد استطاعت
ان تحدد مسار التابع بدقة مذهشة • ويستنتج من ذلك انه صار يعرف فوق
أي عرض وأي طول يمر التابع في لحظة معينة ، ففي هذه الشروط يكفي ان
تقاس لحظة مرور التابع فوق نقطة ما لمعرفة احداثياتها الجغرافية • وهكذا
نقل الامريكان محطات الاستماع المتنقلة الى جزر ويك وغوام وغيرها ، حيث

سجلت مرور القمر فانغارد واصبحت مواقعها معروفة بخطاً مطلق لا يزيد على ٢٠ متراً ، وهذه ثورة في نطاق الجيوديزيا الكلاسيكية .

ان النتائج الكبرى للثورة العملية التي احدثتها الملاحه في الفضاء يجب ان تنعكس فوائدها أولاً على الارض ، اذ ان من محض التناقض ان تتصور سفن الفضاء تتجول في انحاء الكون ، في حين انه ليس للارض خريطة دقيقة وليس شكلها ولا ابعادها معروفة بالضبط اللازم . كيف يمكن في هذه الحالة مواجهة الفضاء بالدقة المتناهية التي تتطلبها تجارب الملاحه النجمية .

بالامس كان يدرس في علم الميكانيك ان سرعة التحرر التي اذا اعطيت الى جسم فوق سطح الارض مكنته من الافلات من جاذبيتها هي ١١,٢ كم/ثا . والحقيقة ان سرعة التحرر هذه تختلف من نقطة الى اخرى وهي تتبع العرض الجغرافي ، فتبدأ قيمتها من ١١,١٨ كم/ثا على خط الاستواء وتتزايد حتى ١١,٢١ كم/ثا عند القطبين ، وهي تتغير أيضاً تبعاً لارتفاع نقطة الانطلاق عن سطح الارض ، وحسب توزيع الكتل الصخرية حول تلك النقطة في باطن الارض . وقد كانت جميع العوامل المؤثرة في هذه القضية مجهولة بالامس ، أو بعبارة أوضح ، لم يكن يعلم بالامس عن سرعة الانطلاق في كل نقطة من سطح الارض الا معلومات قليلة الدقة ، فنتيجة ذلك ، مهما كانت العناية التي يحاط بها قذف القمر ، قلة دقة محتومة كبيرة في شأن مساره على بعد كبير من الارض ، لذلك كان لا بد من اجراء هذا المسح الارضي الذي تحقق في الواقع في مدة عام واحد .

٤ - الشكل الحقيقي للارض :

كان يعتقد قبل عصر الاقمار ، ان نصفي الكرة متناظران بالنسبة لخط الاستواء ، غير ان القمر فانغارد ١ كشف منذ البداية عدم تناظر قوي في جاذبية المنطقتين الشمالية والجنوبية ، وتبين بعد الحساب ان الارض مكورة في ناحية القطب الجنوبي وناثئة في ناحية القطب الشمالي ، والفرق كله بسيط جدا بين تنوء القطب الشمالي وانخفاض القطب الجنوبي ، لا يتعدى ٣٢ متراً

ولكنه مع ذلك يؤثر في مسارات الاقمار كما تبين من المناقشة التي جرت بين العلماء في الاجتماع الذي جرى في الجمعية الفيزيائية الامريكية في كانون الثاني ١٩٥٩ •

رسائل الاقمار

كل ما تقدم بيانه من المعلومات التي استتبعت من دوران الاقمار ، كانت هذه التوابع فيه تلعب دورا انفعاليا ، بمعنى انه لم تكن ثمة حاجة الى أية اذاعة من قبلها ، لكنها كما قدمنا كانت متعددة الوظائف ، اذ انها كانت تجمع المعلومات وتذيعها • وكانت هذه الوظيفة منوطة بها جميعا حتى باصفرها حجما ووزنا وهو التابع فانغارد ١ المشهور فقد كان يعطي مع اذاعته معلومات عن درجة الحرارة •

فقد كان فيه جهازان صغيران للاذاعة احدهما مغذى ببطارية كيميائية والثاني ببطارية شمسية ولم يكن تواتر اذاعته ثابتا بل كان يتغير تبعا لدرجة الحرارة بمعدل ١٠٠ هزة لكل درجة من الحرارة ، فينتج من ذلك ان مجرد تقدير تواتره يعطينا درجة الحرارة • وكان المذيع الاول موضوعا ضمن علبة داخلية ويعلن عن درجة الحرارة داخل القمر ، واما الثاني ذو البطارية الشمسية فكان مركبا في الخارج ويعبر عن درجة الحرارة على السطح الخارجي للتابع •

بمثل هذه الطريقة زودت الاقمار الاخرى بأجهزة تقيس الاقمار الاخرى وتذيع نتائج القياس والطريقة في ذلك تقوم على تلقي القدر المطلوب قياسه كالضغط او شدة الاشعاع وتحويله الى تيار كهربائي وتضخيم هذا التيار حسب المشيئة ثم اذاعته •

والحقيقة ان الملاحظة النجمية استفادت في هذا الباب من مختلف انواع التكنيك التي تكاملت خلال السنوات المنقضية • فبعض الصناعات كانت

مضطرة لان تنقل بالسلك او بلاسلك ، وعلى مسافات طويلة احيانا ،
معلومات جمعت من آلات قياس أو من آلات مختلفة صنعت للقيام بهذه
الوظيفة .

برامج الاجهزة

ان الحوادث التي أريد تكليف الاقمار بدراستها والاقدار التي اريد منها
قياسها كثيرة ، وليس من حد لمهمة القمر الصناعي الا مقدار حمولته المفيدة
وما يقابله من مجموع اوزان الاجهزة التي يراد تركيبها فيه .

ولما كان الروس قد فازوا قبل غيرهم بالمقدرة في شؤون الوقود الممتاز .
فقد تمكنوا من تصميم اقمار كبيرة جهزت تجهيزا كاملا واحسن مثال لها هو
السبوتنيك ٣ - الذي بلغت حمولته المفيدة ١٣٢٧ كغ ووزن الاجهزة فيه
لا يقل عن ٩٦٠ كغ .

وبديهي انه لم يتيسر لهم منذ البداية تهيئة مثل هذا القمر ، فأطلقوا اولاً
السبوتنيك ١ - في ٤ تشرين الاول ١٩٥٧ ليجربوا فيه أولاً شروط ايصاله
الى مساره ، وليستتجوا منه البرنامج المثالي للقمر الكامل الذي يؤلف مختبراً
طائراً يقدر على جمع جميع المعلومات المتعلقة بأعالي الجو . وهكذا هيء
السبوتنيك ٣ - .

أما دور السبوتنيك ٢ - فكان مختلفاً بعض الشيء ، اذ زود بأجهزة
قياس فيزيائية طلب منها ان تحلل الاشعاع ، لكنه اريد منه خاصة ان يعد
المشاريع المقبلة لقذف الاقمار المسكونة . لذلك فقد كان الجزء الاكبر منه
مخصصاً للاجهزة التي تترجم عن حياة الكلبة لايكاً .

تشمل اجهزة القمر الروسي الثالث على ادوات الغاية منها التحليل المباشر
للجو ، حيث ينخفض الضغط جداً ، وعلى اجهزة اتقائية غايتها تحليل طبيعة
الدقائق والجسيمات التي يصادفها ، ومن بين ما فيه ايضاً اجهزة لها الغايات
الآتية :

القياسات الحرارية داخل القمر الصناعي وخارجه والغاية من استكمال هذه القياسات تقدير دقيق للثابتة الشمسية ، اي لكمية الطاقة التي تشعها •

• دراسة وصفية للاشعاع الشمسي •

• قياس كميات الايونات الايجابية وكميات الالكترونات في اعالي الجو •

• دراسة وصفية وكمية للجسيمات الكونية ولاشعاع غاما الذي يرافقها •

• دراسة الحقل المغناطيسي الارضي في مختلف الشروط والارتفاعات

والعروض الجغرافية •

أما الامريكيون ، فكانوا قد اعدوا برنامجهم في عام ١٩٥٦ وركزوه على أساس ان الحمولة المفيدة لاقمارهم ستكون صغيرة ، ولذلك فقد عمدوا الى تجزئة التجارب مع الاكثار من عددها • فالفرق كما نرى ، كبير جدا بين الاسلوين : الامريكي والروسي • فبينما نرى الروس يكتفون ببضع تجارب كبيرة يعدونها اعدادا دقيقة جدا ، نرى الامريكيين ينفذون برنامجا واسعا لاقمار صغيرة حددت لكل منها مهمة مقتصرة تماما اتقنت متناسبة مع حمولته المفيدة •

أي هاتين السياستين أفيد ؟

ان الموازنة بينهما عسيرة ، على انه يمكن ان نقول ان السياسة الروسية كانت اكثر انسجاما لانها جزء من برنامج واسع ، في حين ان السياسة الامريكية — على كونها تتبع ايضا برنامجا عاما — لم تفلح بتنفيذه كله بسبب تتابع الفشل في بعض التجارب ، غير ان هذه السياسة كانت اكثر مرونة لان تحضير التجارب شهريا كان يسمح في اللحظة الاخيرة بتعديل اهداف التابع حسب المعلومات المستقاة من التوابع التي سبقته ، وقد بدت هذه السياسة مثمرة جدا عند دراسة احزمة الاشعاع بواسطة اقمار سلسلة الكشاف Explorers التي اعد كل واحد منها لمهمة معينة •

ويلاحظ في القمر الاول من هذه السلسلة اي الكشاف ١ — ان حضيضه

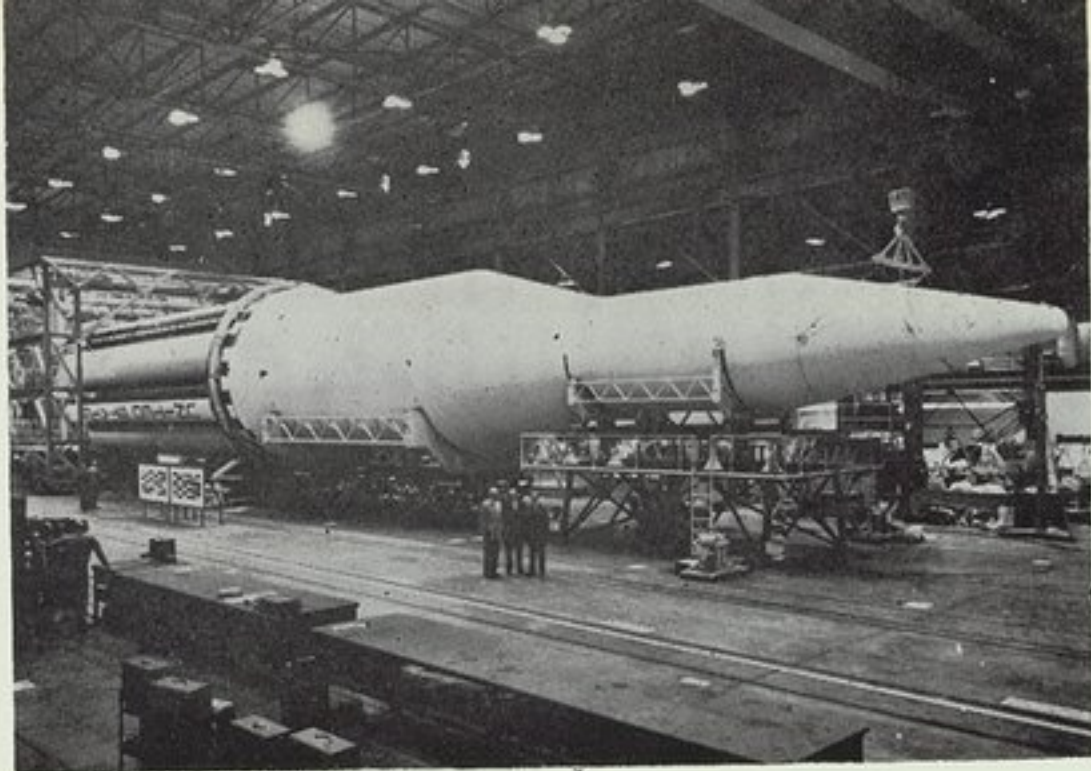
قد وقع على ارتفاع ٣٧٠ كم وهذا موقع قليل الفائدة لانه اعلى من ان يسمح لمقاومة الجو باظهار نتائج محسوسة ، واخفض مما يتيح المجال للقيام بمهمة جيوديزية حقيقية . ولم يكن مجهزةا ببطارية شمسية بحيث ان اجهزة البث التي فيه لم تيسر تغذيتها بالكهرباء الا خلال مدة قصيرة نسبيا (أي من ١ شباط ١٩٥٨ الى ٢٥ أيار) . غير انه بالرغم من جميع عيوبه قام بدراسة مفيدة للاشعاع .

التسجيل المغناطيسي :

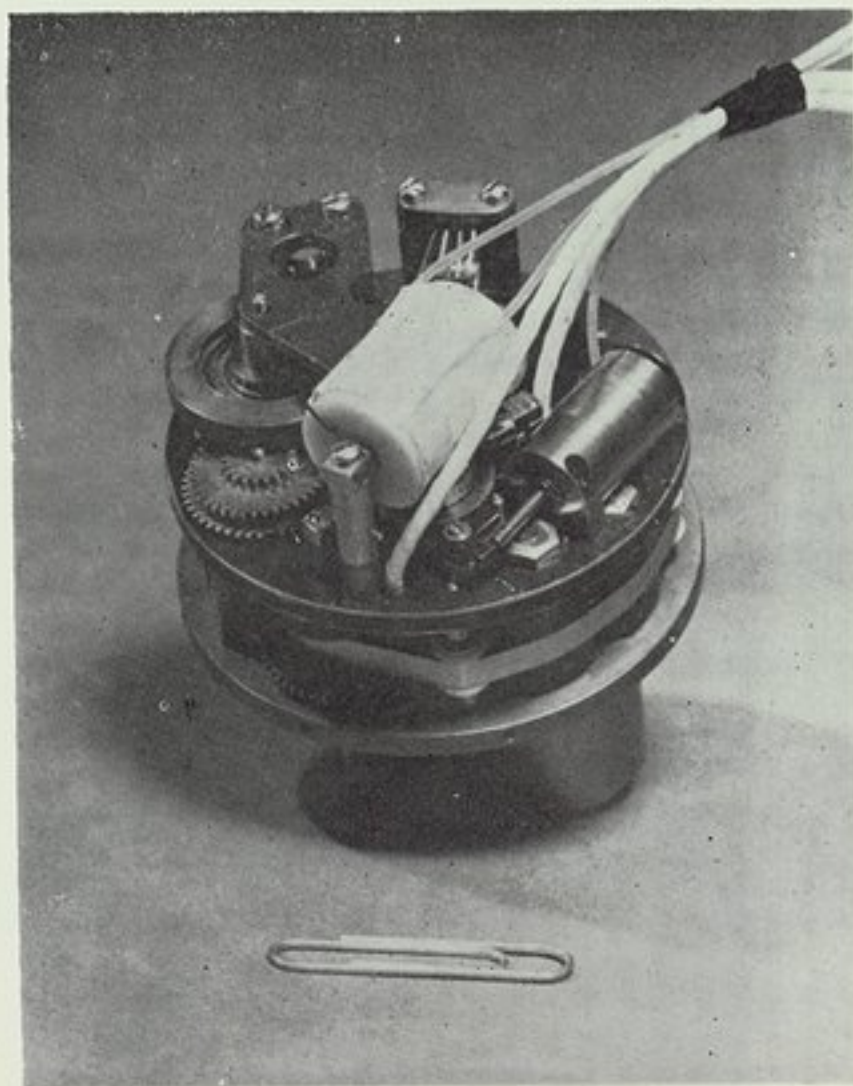
في الاقمار المجهزة بعدة اجهزة قياس لاقطة ، يقوم فن القياس عن بعد ، على تسجيل المعلومات الملتقطة بهذه الاجهزة بواسطة مسجلة مغناطيسية تم صبها على آلة الاذاعة في زمن قصير ، وفي ذلك توفير للبطاريات وتسهيل لحل رموز الاذاعة بسرعة .

ويضاف في حالة التوابع الامريكية سبب آخر يحتم التسجيل المغناطيسي وهو شدة ضعف اجهزة الاذاعة ، قمر فانغارد ، مثلا ، كان مجهزةا بمذيعين بقوة ٥ و ١٠ ميلي واط والكشاف ١ - بقوة ١٠ و ٥٠ ميلي واط ، واختار الامريكيون قيما لموجات اذاعاتهم تسهل لهم التقاطها ، لكنها لما كانت تقع في حيز ال ٣ أمتار فانها لم تكن تنتشر الا على خط مستقيم ، فلا يمكن التقاطها الا من قبل المحطات الواقعة تحت التابع مباشرة ، وكانت محطات شبكة منيتراك - كما رأينا - موزعة بحيث تستطيع احداها على الاقل ان تلتقط التابع في كل دورة ، ولكن المعلومات المجموعة من قبله كانت خلال ذلك تضيع فلمداواة هذه المشكلة طبقوا طريقة التسجيل على الكشاف ٣ - ولذلك جهزواه بالآلة تسجيل صغيرة تسجل خلال الدقائق ال ١١٦ التي تستغرقها دورته الكاملة حول الارض جميع ما تلتقطه من معلومات على الشريط الذي يدور بانتظام بفضل جهاز زنبرك يربط بصورة دورية بواسطة بطارية كهربائية .

وآلة التسجيل هذه دقيقة لا تزن سوى ٢٤٠ غراما وهي موضوعة داخل



ساروخ زحل (م ٥٦) في مرحلة الانتهاء تمهيدا لنقله الى مركز
الاطلاق في راس كانافيرال .



آلة التسجيل الصغيرة التي ركبت في تابع الكشاف ٣ ويبلغ عرضها
٦,٥ سم ووزنها ٢٢٥ غرام . وقد وضع امام الجهاز (شكله ورق) لتقدير
حجم الجهاز بالمقارنة .

جهاز تدوير الشريط المسجل

جهاز اذاعة الشريط بعد تسجيله

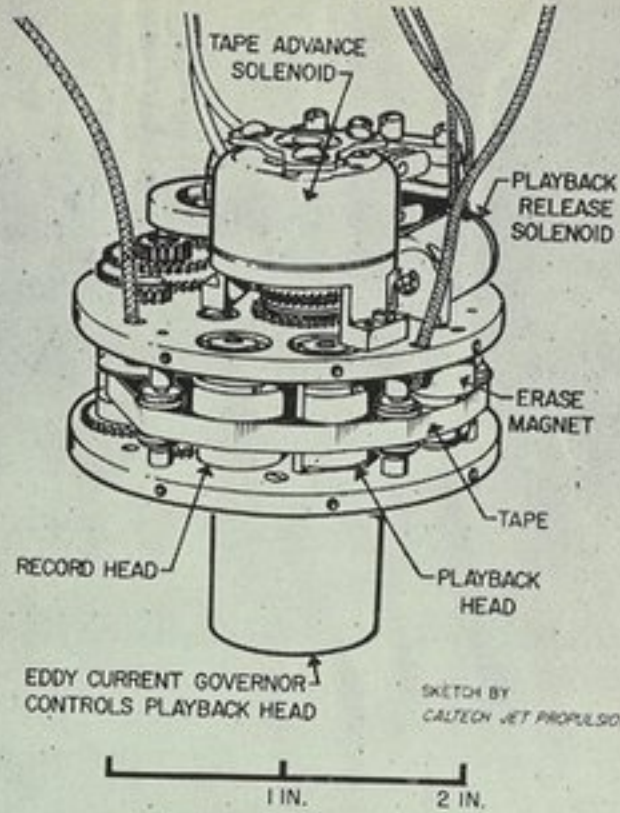
جهاز المحي المغناطيسي

شريط التسجيل

راس اذاعة الشريط المسجل
وراس التسجيل .

جهاز مراقبة عملية اذاعة الشريط

MAGNETIC TAPE RECORDER



مجوهرات الفضاء . -
تحمل الطالبة في جامعة ابوا
« عقدا فضائيا » صنعته من
قطع جهاز التسجيل المغناطيسي
الدقيق المائل للذي ركب في
تاج الكشاف ٢ (١٩٥٨) .



اسطوانة صغيرة قطرها ٦٣ مم ، وتعتبر معجزة الصناعة الالكترونية وتعادل حجم علبة السكاير ، ويبلغ عرض شريطها المسجل ٤ مم وسمكه ٢٥ ميكرونا وسرعة دورانه ٠,١٢٥ مم في الثانية ويبلغ طوله ٩٠ سم . وهو يكفي بسرعه البطيئة تلك ، لتسجيل جميع المعلومات الملتقطة اثناء دورة او دورتين حول الارض فكلما مر التابع فوق محطة استماع ارسلت المحطة اشارة امر لاسلكية فحكمت بتحريك الشريط ، وتجري قراءته بسرعة زائدة فيتم دورانه في خلال ٥ ثوان ، وقد شبه الذين سمعوا الاصوات الملتقطة منه بصوت أزيز آلة الحلاقة الكهربائية .

تسجل هذه القراءة في المحطة بواسطة آلات مسجلة وتدرس اشروطها بعد ذلك على هدوء فتؤدي المعلومات للدراسة .

قياس درجة الحرارة :

كان يعتقد منذ زمن قريب ان درجة حرارة الجو تتناقص باستمرار مع الارتفاع غير ان الصواريخ اولا ثم الاقمار الصناعية كشفت لنا عما يلي :

١ - بين (٠) و (١٠) كم من الارتفاع تتناقص درجة الحرارة فعلا بصورة منتظمة جدا وبمعدل ٧ درجات مئوية في كل كم ، فاذا كانت على سطح البحر + ١٥ هبطت على ارتفاع ١٠ كم الى - ٥٥ .

٢ - في داخل طبقة الستراتوسفير (من ١٠ الى ٣٥ كم) تبقى درجة الحرارة ثابتة تقريبا لان هذه الطبقة من الجو ساكنة جدا وليس فيها تيارات صاعدة ولا نازلة بل هي مؤلفة من اطباق فوق بعضها بعضا .

٣ - تأخذ الحرارة بعد ذلك بالارتفاع فتبلغ حدا اعظم فوق الصفر على علو ٥٥ كم ثم تعود الى الانخفاض وقدره - ٤٠ على علو ٧٥ كم ثم تعود الى الارتفاع من جديد فتتجاوز + ٣٠ على علو ١٠٠ كم . على ان درجات الحرارة هذه ليست ثابتة مع الزمن بل تطرأ عليها تغيرات كبيرة تبلغ عدة

مئات من الدرجات وذلك حسب الفصول والساعات • وهذا يؤيد ان الطبقات العالية من الجو شديدة الهيجان •

٤ — بالاضافة الى هذه التغيرات ، يبدو ان درجة الحرارة تواصل ارتفاعها بشدة فوق ال ١٠٠ كم وقد سجلت موازين الحرارة خاصة بين ٥٠٠ و ٧٠٠ كم وجود حاجز مستعر تسود فيه درجات من الحرارة تتراوح بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ درجة •

لا خوف من هذه الدرجات العالية على الرحلات المقبلة في الفضاء لانها لا ترافقها مادة كثيفة تحمل الحرارة ، ومع ذلك فان واقعها امر يحير الفكر ، والتفسير الذي يغلب الاتفاق عليه في تعليل وجود مثل هذه الدرجات هو وجود بؤرة تجمع للاشعاع الشمسي بسبب انعكاس جملة من الامواج الساكنة على سطح الارض •

على ان هذه الدرجة المرتفعة خارج التابع ليس لها تأثير كبير على داخله ، فكلما كان غلافه ماصا للاشعاع زاد اكتسابه للحرارة ، وقد دلت القياسات التي اجريت لدرجة الحرارة الداخلية للتوابع انها كانت محصورة بين ١٠ و ٤٥° عندما كانت معرضة للشمس •

تركيب الهواء في أعالي الجو :

قام قمر السبوتنيك ٣ — بصورة خاصة بعملية تحليل رائعة لتركيب الهواء في الاجواء العالية ففي ٢٨ آذار ١٩٥٩ قدم الاستاذ نظميانوف رئيس أكاديمية العلوم السوفيتية تقريرا رائعا مستفيضا عن الارصاد التي أداها كل من سبوتنيك ٣ — ولونيك ١ — ، ويستفاد منها أشياء كثيرة عن غازات الهواء وعن احوالها في أعالي الجو • ومن المعلوم ان الهواء الذي نستشقه خليط من الآزوت والاكسجين مع آثار من غاز الفحم وبخار الماء والغازات النادرة والهيدروجين • وان ذرات الاكسجين في هوائنا متجمعة مثنى مثنى مؤلفة للجزيئات • على ان هذا الاتحاد تنفصم عراه في أعالي الجو بسبب الاشعاع

الشمسي الشديد وقد كان هذا الحادث معروفا منذ زمن ، ويدرس في الكتب المدرسية ان الاكسجين موجود بحالة ذرات منفصلة في الطبقات العليا (٩٠ - ١٠٠ كم) على أن هذه المعلومات قد استكملت بواسطة الاقمار فعرف توزع هذا الاكسجين الذري حسب الارتفاع .

ولهذا الموضوع اهمية نظرية كبيرة ويمكن ان تكون له انعكاسات عملية هامة اذا علمنا ان الاكسجين الذري ضرب من الوقود لان له نشاطا كيمياويا كبيرا ، فاذا حجزناه في حجرة فانه يعود الى الاتحاد مثنى مثنى ويصبح اكسিজينا عاديا ويطلق طاقة كبيرة .

فاذا صنع محرك يستخدم هذا الوقود ، واشتغل هذا المحرك في أعالي الجو فلا خطر عليه من ان ينفد وقوده لانه سيأخذ من الجو اكسجينه الذري ويحمله في داخله الى اكسجين عادي (جزئي) فيستفيد من طاقته ، ثم يتحول هذا الاكسجين الجزئي في الجو من جديد الى ذري بتأثير الاشعاع الشمسي القوي . والمشكلة العملية الوحيدة في القضية هي امكان جمع الحجم الكافي للمحرك من الاكسجين الذري . في ذلك الجو ، الشديد التخلخل .

وقد تبين كذلك أن الآزوت نفسه موجود في الاعالي بحالة ذرية تامة ، ولوحظت على ارتفاع ٩٥٠ كم آثار من بخار الماء خلافا لكل ما كان ينتظر بموجب النظريات الكلاسيكية . كما لوحظ في الارتفاعات المتوسطة اتحاد عناصر الهواء ، فقد كشف سبوتنيك ٣ - وجود ايونات من اكسيد الآزوت على ارتفاع يمتد حتى ٣٥٠ كم .

الطبقات المتأينة والمواصلات اللاسلكية :

لدراسة الطبقات المتأينة في اعالي الجو اهمية كبيرة في علم المواصلات اللاسلكية . فلو كان الجو حقيقة على الصفة التي عرفه العلم بها في القرن التاسع عشر ، لغدت امكانيات المواصلات اللاسلكية محدودة جدا ، وذلك لانه كلما اردنا ان نزيد عدد الاذاعات والنشرات المنقولة بامواج الراديو ، اضطررنا

الى زيادة الامعان بالاعتماد على الامواج القصيرة . وهذه الامواج (كأمواج الضوء) لا تنتشر الا على خط مستقيم ، فانحناء الارض يحدد مدى انتشارها الى ان تبين في يوم من الايام انها تنعكس على طبقات أعالي الجو وتعود الى الارض فتبلغ امكنة بعيدة جدا . وفي سنة ١٩٠٢ بنى العالم الفيزيائي هيفيسايد نظرية عن وجود طبقة مكهربة في الجو ، واكتشف وجودها فعلا على ارتفاع يتراوح بين ١٠٠ و ١٢٠ كم .

وتفسير هذا التكهرب هو في أن أشعة الشمس القوية على تلك الارتفاعات وخاصة فوق البنفسجية منها ، والتي لا يصل منها الى الارض الا آثار ضئيلة ، تصطدم بذرات الهواء فتتزع منها بعض كهاربها (الالكترونات) السطحية فتصبح طبقات الجو هذه مؤلفة من ايونات (اي شطور ذرية مكهربة والكترونات مكهربة أيضا) وهذه الالكترونات الحرة الناتجة من تشطر الذرات الهوائية تنتقل في الجو حتى تسنح لها الفرصة فتعود الى الاندماج في شطور ذرات أخرى حيث يقل تأثير الاشعة الشمسية .

وقد اهتم العلم منذ فجر عصر اللاسلكي ، وقبل عصر الفضاء بنصف قرن ، بدراسة هذه الطبقات المتأينة (المتشطرة) بالوسائل المتوفرة لديه ، والتي ارتقت مع تقدم العلم خلال النصف الاول من هذا القرن .

ففي المرحلة الاولى امكن الحصول على معلومات عن الحالة الكهربية لاعالي الجو بدراسة انعكاس الامواج اللاسلكية . فأرسلت الاشارات اللاسلكية على أمواج ذات أطوال آخذة في القصر ، وسجلت انعكاساتها فظهرت في هذه الانعكاسات (قفزات) تدل على وجود طبقات في الجو تمنع في الكثافة الكهربية كلما امعت في الارتفاع . وبهذه الكيفية كشفت عن عدة طبقات في الجو تمنع في الكثافة الكهربية كلما امعت في الارتفاع . وبهذه الكيفية كشفت عن عدة طبقات أهمها : طبقة (ه) أو طبقة هيفيسايد الواقعة على ارتفاع ١٠٠ كم وطبقة (و) التي كثيرا ما تنقسم ايام الصيف الى طبقتين تقعان على ارتفاعي ٢٥٠ و ٤٠٠ كم وقد سميت الاولى طبقة كنللي والثانية طبقة ابلتن .

وجاء عصر التوابع الصناعية فبدل الاحوال وجعل الوصول الى هذه الطبقات ودراسة كثافتها الالكترونية ممكنا بصورة مباشرة فقيست هذه الكثافة بعدة اجهزة واعطت نتائج هامة جدا اكدت بصورة قطعية وجود الطبقات المتأينة واختصاص كل واحدة منها وأوضححت ان هذا التأين موزع على طبقات كالضباب ، بعضها يكاد يكون جامدا على ارتفاعات ثابتة وبعضها بحالة الحركة .

تأخذ كثافة الالكترونات ، ابتداء من ارتفاع ١٠٠ كم بالتزايد تدريجيا ، وتخضع المناطق المكهربة لاضطرابات شديدة . وتحدث اضطرابات أعنف من ذلك ما بين ١٥٠ و ٢٠٠ كم وهي تفسر لنا اضطراب امواج الراديو المنعكسة عليها ، وتبلغ الكثافة الالكترونية حدما الاعظم على ارتفاع ٤٠٠ كم (مليونان من الالكترونات في السم المكعب) ثم تعود الى التناقص ، ولذلك فان سبوتنيك ٣ لم يلتقط على علو ٧٩٥ كم سوى ٩٠٠ الف ايون في السم المكعب

دراسة صفار الشهب :

كلفت الاقمار الصناعية ايضا بقياس غزارة الشهب ، ويمكن عمل هذا القياس بطريقة سهلة بأن يركب على السطح الخارجي للتابع شبكة مؤلفة من أسلاك معدنية دقيقة جدا ، فعند اصطدام هذه الشبكة بشهاب دقيق ينقطع أحد الاسلاك . وقد جهزت التوابع الامريكية والروسية فعلا بكواشف للشهب من هذا النوع ، فكانت نتائج كشفها متفقة مع النتائج التي اقتطفت من الكواشف الاخرى التي استعملت .

تبين ان الشهب ذات الخطر ، أي التي تزيد كتلتها على ٠,١ من الغرام نادرة ولذلك فلا خطر منها على الرحلات بين الكواكب . وقد استعملت أيضا طريقة خاصة تستفيد من الائتكال الذي تسببه الشهب لغلاف القمر عند اصطدامها به بأن يغشى قسم من سطحه بطبقة عازلة للكهرباء وفوقها طبقة أخرى ناقلة دقيقة جدا فقياس مقاومة هذه الطبقة الناقلة ينبى عن مقدار

اكتسالتها مع الزمن • فتبين ان تغير المقاومة لا يصبح هاما الا بعد دوران القمر
عدة أشهر في الفضاء •

والنتيجة هي ان تحليل القياسات المختلفة لاحوال الشهب اثبت ان كتلتها
تتبع القانون الذي كان مقدرا لها ، ومؤداه ان الشهب ذات الكتل الهامة
نادرة • وقد اوضح العلماء السوفييت أمرا هاما وهو ان الشهب الضخمة
(أي التي تقارب كتلتها الغرام الواحد) ليست بالحصى الصلدة ، وانما هي
ركام للغبار الشهبى قليل الكثافة لانه غير متراس على بعضه •

دراسة طيف الشمس :

ان تأثير الشمس واشعاعها على الارض لا يحتاج الى بيان ، ومع ذلك
فلم يكن الانسان - الى عهد قريب - يعرف عن الشمس حقائق كثيرة •
وذلك لانه اذا كان رصد الشمس من على سطح الارض يبدو أمرا سهلا
فالحقيقة هي اننا نراها من خلال ضرب من الزجاج وهو جو الارض ، فهذا
الجو يقوم حيال اشعاع الشمس بعمل اصطفائي اذ لا يسمح بأن ينفذ منه الا
جزء صغير من هذا الاشعاع ، ويبقى جزء كبير وهام جدا مجهولا منا ، وهو
الجزء ذو الخطر الكبير على سفن الفضاء المقبلة التي ستعرض له • وتغيرت
الاحوال بعض الشيء عند استعمال الصواريخ فجمعت معلومات هامة جدا
خلال البرهة التي اعقبت الحرب الاخيرة وسبقت الاقمار الصناعية (١٩٤٥ -
١٩٥٧) وأمكن الحصول على صور واطياف كثيرة • لكن الفضل الاكبر
في تمكن العلم من نوال المعلومات الكافية عن الشمس واشعاعها يعود الى
الاقمار الصناعية التي اجرت تحليلا طيفيا دقيقا عرفت معه جميع العناصر
الموجودة في الشمس ومقادير الطاقة الموجودة في مختلف اشعاعاتها •

دراسة الحقل المغناطيسي :

لقد كانت القياسات التي أجريت بفضل الاقمار الصناعية لدراسة الحقل
المغناطيسي الارضى ممتعة جدا ومتعددة الوجة • وذلك لان ما كان يعرفه

العلم قبل ذلك الحين عن الطبيعة الحقيقية لحقل المغناطيسية الارضية غامض تماما ، ولان البحوث المغناطيسية كلها لا تزال في الواقع — بالرغم من كل تقدمها — في دور بدائي يجهل فيه الفيزيائي الماهية الحققة للمغناطيسية .

لقد وفقت الفيزياء الكلاسيكية الى تفسير الحقول المغناطيسية المتولدة من الشحنات الكهربائية وهي في حالة الحركة ، ولكنها لم توفق الى ايضاح السبب الذي من اجله يملك النترون عزما مغناطيسيا . لذلك لا يشك أحد في أن العلم يوم يوضح المشاكل المغناطيسية يكون قد تقدم تقدما هاما . ولما كانت الكرة الارضية في هذا المضمار تسلك مسلك المغناطيس ، فقد بقيت لغزا قائما : هل ينبغي البحث عن أسباب مغناطيسيتها وعن شذوذ هذه المغناطيسية في داخل الارض أم في جوها ؟ وهذا الحقل المغناطيسي الارضي ، اذا كان العلماء قد استطاعوا تحديده على سطح الارض وفي جوارها مباشرة فانهم يجهلون كل ما يتعلق به في أعالي الجو . الى أن جاءت الاقمار الصناعية فحملت لنا عنه معلومات جديدة حافلة بالمفاجآت .

والجهاز المستخدم لقياس الحقل المغناطيسي اذا كان حساسا فان حجمه ووزنه يكبران ، ولذلك لا يمكن ان تزود به الا الاقمار الثقيلة كالسبوتنيك وبفضله أمكن لأول مرة في تاريخ العلم اجراء سبر منتظم شامل للحقل المغناطيسي الارضي ، فأيدت نتائج هذا السبر بعض النظريات الكلاسيكية كالنظرية القائلة بأن شدة الحقل المغناطيسي تتغير مثل عكس مكعب البعد عن مركز الارض .

وأمكن ايضا حل بعض المشاكل القائمة : لحظ العلماء السوفييت منذ أمد طويل في سبريا الشرقية انحرافا مفاجئا للابرة المغناطيسية لم يجدوا له تفسيراً واعتقدوا ان الحوادث الكهربائية في اعالي الجو قد تكون سببا له ، فسعوا في جلاء هذا اللغز وبفضل قياسات السبوتنيك ٣ — تأكدوا من ان هذا الشذوذ لا يزول مع الارتفاع الا ببطء ، اي انه لا يخضع للقانون الذي كان سيخضع له فيما لو كان منشؤه في الطبقات العليا من القشرة الارضية ، وتبين بالتأكيد ان منشأ هذا الشذوذ هو في الفضاء .

الاشعاع الكوني :

خصص لدراسة الاشعاع الكوني نصيب كبير من مهمة الاقمار الصناعية ، وكان في رأس قائمة المسائل المطلوب حلها التحليل الكيفي والكمي لهذا الاشعاع . ومن المعلوم ان العلم يفسر الاشعة الكونية الآن بأنها في الاصل نوى ذرية تصدر عن النجوم التي تدفعها في الفضاء بما يماثل دفع سرعات الجسيمات ، وان الشمس تشارك في اصدار جزء من هذه الاشعة في بعض الظروف ، وعلى هذا الاساس فان توزيع نوى مختلف العناصر في الاشعاع الكوني يعطينا مبدئياً ، صورة عن توزيع العناصر في العالم . ومن هنا نشأ الاهتمام الكبير بتحليل هذه العينات الآتية من مختلف اجرام الكون لانه يزود اضبارة النظريات الكونية بمعلومات قيمة .

على أن هذا التحليل الكيفي يتطلب اجهزة معقدة لم يتيسر تركيبها في البداية الا على سبوتنيك ٣ الروسي .

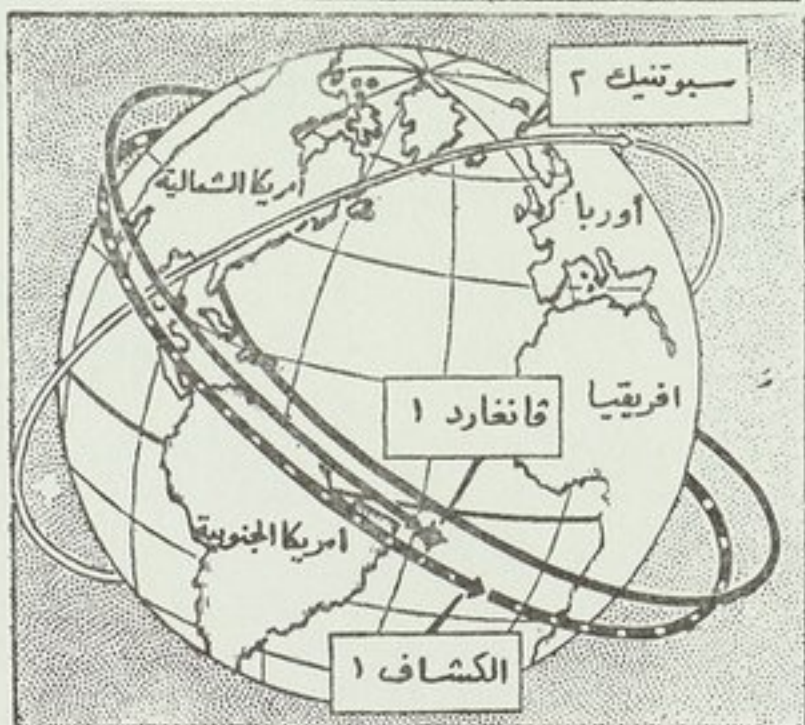
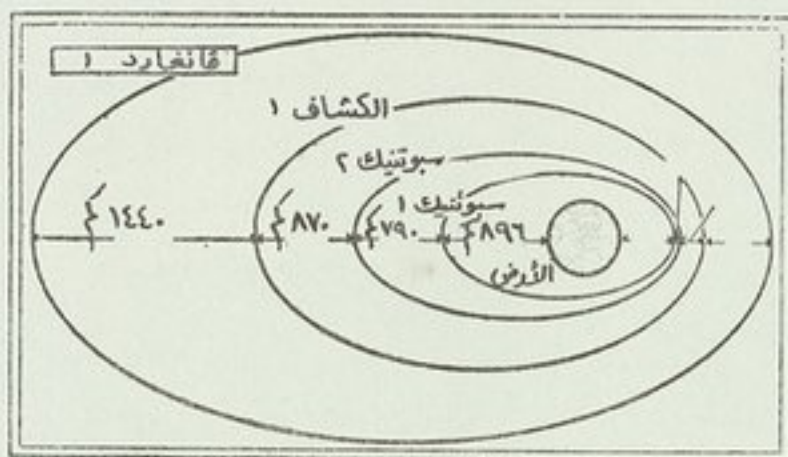
أما الاقمار الامريكية فقد اقتصر مهمتها على قياس الشدة الاجمالية للاشعاع فكانت المفاجأة التي تنتظرها عظيمة .

تبين من أول تجربة لها قام بها الكشاف ١ - انه كلما ارتفع التابع زادت شدة الاشعاع ، حتى تصل الى قيم تفوق كل نبوءة وكانت نتيجة ذلك ان اجهزة قياس الاشعاع التي صممت لتسجيل سقوط الجسيمات الكونية عليها فوجئت بسيل جارف منها .

تخضع جسيمات الاشعاع الكوني المكهربة عند اقترابها من الارض للحقل المغناطيسي الارضي ، وهو وان كان ضعيف الشدة (٥,٥ . اورستيد) ولا يعد شيئاً بالنسبة للحقول التي تولدها حتى صغار المغناط ، ناهيك بالحقول الشديدة التي تولدها المغناط الكهربائية ، فانه يمتاز عن كل تلك بميزة جبارة لامتداده في فضاء رحب وظهور آثاره على بعد الوف الكيلو مترات من الارض في الجسيمات القادمة من الفضاء ومصاحبته لها اثناء اقترابها من الارض . فأول بوادر هذا التأثير هو الانحراف الذي يوجه بعض الاشعة

نحو القطبين ، وقد لوحظ عدم التناظر هذا في سلوك الجسيمات الكونية منذ زمن طويل • وثانيها هو تركيز الاشعاع حول خطوط القوة ، أي اشعاع الجسيمات المكهربة العديدة التي تؤلف حزامي الاشعاع المشهورين •

وأولى المسائل التي يراد حلها بالنسبة للاشعاع الكوني هي تعيين استقامته • ومن المعلوم انه يتألف في الاجمال من وابل من النوى الذرية •



الشكل (١٥)
مسارات التتابع الاولى

وهذه النوى تتعرض اثناء تجوالها لجميع الحقول النجمية قبل ان تقع أخيرا تحت تأثير الحقل المغناطيسي الارضي ، ولذلك فانها تسلك في الفضاء مسارات مرتبكة جدا يستحيل معها تحديد منابعها لانها تبدو عند وصولها الى جوار الارض وكأنها قادمة من جميع جهات الفضاء .

وقد كان ثمة اسباب جعلت العلماء يعتقدون بان منابع الاشعاع الكوني هي النجوم المؤلفة للمجرة ، ولما كان مصحوبا باشعاع γ (غاما) الذي لا تحرفه الحقول المغناطيسية فقد كان الرأي يخامر العلماء بأنهم قد يهتدون الى منابع الاشعة الكونية متى صار باستطاعتهم ان يكشفوا مركبته التموجية الصرفة هذه (أي اشعة γ) ولهذه الغاية زود سبوتنيك ٣ - بجهاز خاص أدى وظيفته ونوقشت نتائجه الاولى في المؤتمر الدولي للاشعاع الكوني الذي انعقد في موسكو في تموز ١٩٥٩ .

يؤخذ من التقارير ان امواج غاما هذه تتركز خاصة في منطقة المجرة بنفس الشكل الذي تتركز فيه الامواج الضوئية التي تصلنا من النجوم ، مما يؤيد بصورة قطعية ان مصدر الاشعة الكونية الساقطة على الارض هو من هنالك .

نطاقان من الاشعة حول الكرة الارضية

لقد كان اكتشاف هذين النطاقين صيدة الاقمار الاولى ، وهو اكتشاف بكل معنى الكلمة لانه وضع الانسان امام واقع جديد غير منتظر ، لكنه جرى صدفة . وبيان ذلك ان الاجهزة التي ركبت على الاقمار لقياس الاشعاع في الفضاء لاقت سيلا مغرقا اذهل الفيزيائيين عندما شهدوا اجهزة القياس المركبة في التابع تتوقف عند حدها الاقصى كما تقف ابرة مقياس الامبير في أقصى يمين التدريجات عندما يسري فيه تيار كهربائي اقوى مما يحتمله .

على أنه في الواقع وضعت قبل عصر الفضاء بقليل عدة نظريات افترضت وجود مثل هذه الاحزمة الاشعاعية لان الصواريخ الامريكية التي جرى قذفها الى أعلى منذ عام ١٩٥٣ كشفت القسم الاسفل فقط من هذين النطاقين وبقي

الفضل للاقمار وحدها في كشف الستار عن كامل الحزامين •

مكتشفات توابع زمرة الكشاف :

سجل الكشاف ١ - في المناطق المرتفعة اشعاعا كونيا عظيم الشدة • وقد بلغ أوج هذا التابع ٢٥٠٠ كيلو مترا فاق به توابع سبوتنيك • ولم يكن الامريكيون اثناء القذف يقصدون ان يصل قمرهم في دورانه الى هذا الارتفاع ، بل كانوا يريدون ان يجعلوا مساره دائريا تقريبا • ولكن خطأ بسيطاً بالزيادة في السرعة النهائية حوّل المسار الى قطع ناقص متطاوّل • فجاءت ثمرة هذا الخطأ مفيدة لانه لارتفاعه الى ذلك العلو الكبير (٢٥٠٠ كم) استطاع ان يكتشف هنالك شدة في الاشعاع لم تكن اجهزته مصممة لقياسها ، ولذلك منيت تلك الاجهزة بالاشباع التام وتوقفت عن العمل •

وجاء الكشاف ٣ - الذي اطلق في ٢٦ آذار ١٩٥٨ فبلغ أوجه ٢٨٠٠ كم أي ابعد من سالفه وبنتيجة خطأ أيضا • لان حضيضه انخفض الى ١٦٠ كم فصار يجوس ارجاء الفضاء من عال الى سافل ، وقصرت حياته جدا (٣ اشهر) فانهى في ٢٨ حزيران ، وكانت بطارياته قد فرغت قبل ذلك التاريخ ، لكنه بفضل مسجلته المغناطيسية ادى خلال تسعة اسابيع رسالة مذهشة وكان يثب بمعلوماته الى الارض فلا تتوقف الا عند مروره في الاوج ، وهذا التوقف يدل على ان عداده كان أثناء ذلك يتعرض لطبقات من الاشعاع عظيمة الشدة •

وهكذا اخذ السر يزداد ، فقرر الفينيون ان يعدلوا برامجهم وان يقذفوا بتابع يخصص لتحليل هذه القوة الاشعاعية ، فكانت مهمة الكشاف ٤ •

أطلق هذا التابع في تموز ١٩٥٨ وحددت له مهمة واحدة وهي تحليل حزام الاشعاع ، ولهذا فقد زود بأكثر عدد ممكن من الاجهزة وبفضل تخفيف اجزاء الصاروخ واستعمال وقود اقوى ، امكن زيادة حمولته المفيدة حتى بلغت ٨ كغ • وضحي بألة التسجيل التي كانت بالرغم من خفتها تشغل جزءا من الحمولة المفيدة •

صمم مسار الكشاف ٤ - على ميل قدره ٥١° يسمح له بأن يمسح من الارض مساحة اكبر من اسلافه من التتابع ، وكانت مساراتها تؤلف مع خط الاستواء ٣٤° وهي زاوية ضعيفة متقدمة . وكان لهذا الامر سببان : الاول انه كلما كان المسار اقرب الى خط الاستواء زادت الفائدة من السرعة الاضافية المكتسبة من دوران الارض حول محورها (وقدرها في خط الاستواء نصف كيلو متر في الثانية وهي سرعة لا يستهين بها الصاروخ الضعيف) . والثاني هو ان تجارب الاقمار هذه كانت في البداية جزءا من برنامج يستخدم منشآت قذف الصواريخ عابرة القارات ، وقاعدتها الكبرى في رأس كانافيرال وهدفها التجريبي هو جزيرة اسنسيون في المحيط الاطلسي . ولذلك فقد شيدت في طريق طيران الصواريخ ما بعد فلوريدا محطات توجيه في جزر باهاما وسان سلفادور وبورتوريكو . الخ . لمتابعة سير الاقمار خلال قذفها بالصواريخ وهذه المحطات ، التي هي غير محطات الرصد المؤلفة لشبكة مينتراك ، كانت تحتم أن يكون القذف تبعا لزاوية قدرها ٣٤° ، ولذلك فقد اضطرروا لاختذ استعدادات جديدة لتغيير هذا الاتجاه ، واول تابع اطلق بهذا الاتجاه الجديد هو الكشاف ٣ - .

أما الاجهزة التي زود بها هذا التابع ، وقد صنعت باشراف الدكتور فان اللن الذي أصبح الاخصائي الامريكي الكبير في دراسة احزمة الاشعاع ، فكانت تبث معلوماتها من اربعة عدادات اولها لتقدير الجسيمات الضعيفة الطاقة وهو يتوقف عن العمل عند دخوله حزام الاشعاع . والثاني لتقدير الجسيمات التي تفوق طاقتها حدا ادنى معين وفي اتجاه معين . والثالث للجسيمات الكبيرة الطاقة والرابع لقياس منسوب طاقة الاشعاع الذي يخترق نافذته .

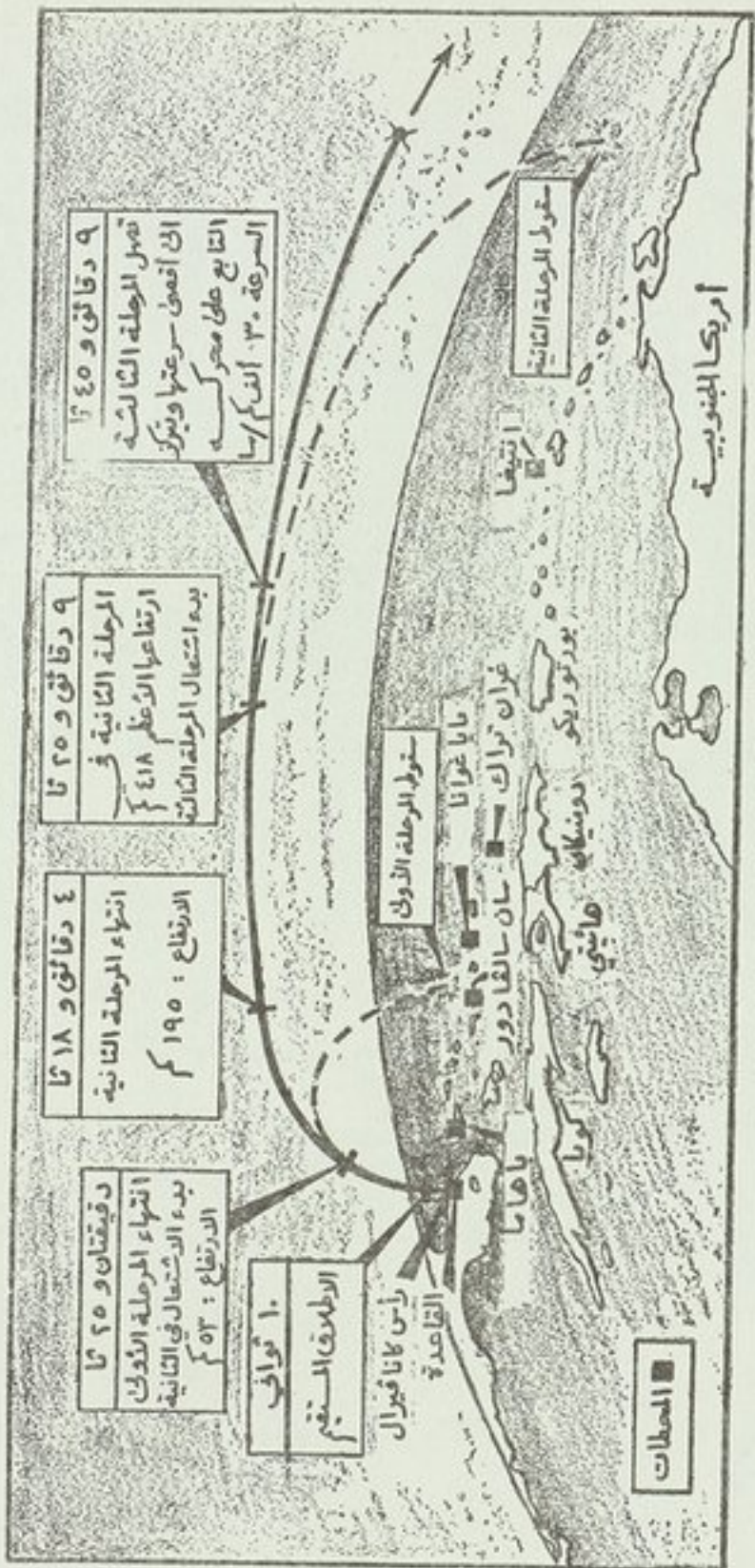
ما هي هذه الجسيمات التي تزدحم في الفضاء ازدحاما غريبا ؟

هل هي من الاشعاع الكوني وحده ؟

أم هل يعزى قسم منها الى الجسيمات المكهربة الصادرة عن الشمس والمحتبسة داخل حقل مغناطيسية الارض ؟

اطلاق التواريخ فوق البحر الكاريبي ، ومحطات الرصد التي تقع على طريقها

الشكل (١٦)



أم هل ان الفضاء كله مليء بغاز من الجسيمات المكهربة ؟

كلف الكشف ٤ - كما قلنا ، بمهمة تحليل النطاق الاشعاعي وقد بلغ أوجه ٢٢٠٠ كم وحضيضه ٢٨٠ كم فمكثه ذلك من سبر الفضاء في اتجاه العمق وتبين من قياساته ما يلي :

تبدأ شدة الاشعاع بالتزايد على ارتفاع ٤٠٠ كم وتبلغ قيمة كبيرة واضحة على علو ٨٠٠ كم ثم انها بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ كم تتبع نظاما تتضاعف فيه كل ١٠٠ كم بل وتتجاوز ذلك بحيث ان تدفق الجسيمات المكهربة اصبح على علو ٢٠٠٠ كم أشد بألف مرة مما كانت تتوقعه النظرية الكلاسيكية .

قام الكشف ٤ - طبقا لمهمته بسبر منطقة اشعاعية خارقة . وغدا من الضروري استبيان هويتها . فاطلق لذلك الكشف ٥ - في ٢٤ آب ١٩٥٨ مزودا بمجموعة مختارة من العدادات الانتقائية ، ولكن اطلاقه فشل لسوء الحظ ، وظلت الحقيقة عن طبيعة نطاق الاشعة مدة جديدة من الزمن مجهولة من الباحثين الامريكيين .

اكتشاف النطاق الثاني :

الى هذا الحد من التجريب لم يكن وجود نطاق الاشعة ليخطر ببال أحد ، بل كل ما عرف هو تزايد القوة الاشعاعية مع الارتفاع . ومهما بلغ صعود الصواريخ توصلت الزيادة ، فالى متى ؟ أنستتج من ذلك ان في الفضاء الواقع بين السيارات قوة اشعاعية هائلة تجعل السفر فيه مستحيلا ، أم نفترض انه متى وصلنا الى ارتفاع معين تأخذ حدة الاشعاع بالتناقص ؟

ان الاقمار الدائرة في الجوار المباشر للارض لا تعيننا في الجواب على هذا السؤال ، والوسيلة الحاسمة الوحيدة للبت في هذا الموضوع هي هدف صاروخ باتجاه اعماق الفضاء ليتوغل مضيا في حزام الاشعة مبتعدا عن الارض باتجاه الشاقول .

من هنا نشأت أهمية قذف التوابع نحو القمر ، فبررت عملية اطلاق توابع

زمرة الرائد • فاطلق الرائد ١ - في تشرين الاول فلم يستطع الوصول الى منطقة القمر بل بلغ ارتفاعا قدره ١١٧ الف كم وقد ركبت فيه اجهزة فان اللن ولكنها لم تشتغل شغلا جيدا وظلت اسرار نطاق الاشعة مغطاة فلم تتضح الا في كانون الاول ١٩٥٨ بفضل الرائد ٣ - الذي ابتعد الى ١٠٤ آلاف كم فقصر عن الرائد ١ - ولكن اجهزته اشتغلت شغلا جيدا وقام بنقل المعلومات طوال رحلته • فتبين ان القوة الاشعاعية تبلغ حدها الاعظم على بعد ٣ آلاف كم من الارض ثم تتناقص بالتدريج •

ولكن المفاجأة الكبرى التي جاء بها الرائد ٣ - هي اكتشافه ان الاشعاع بعد هذا التناقص يعود الى التزايد من جديد وبشدة هائلة ، أي ان ثمة نطاقا ثانيا للاشعاع يبدأ على علو حوالي ١٥ الف كم ويبلغ حده الاقصى على بعد ٢٥ الف كم •

وهكذا كشفت الاقمار الصناعية عن وجود شيء في الفضاء اشبه مايكون بقارات كهربائية تسبح فيه وتحدث في الكرة الارضية تأثيرات درسها بدقة ، وهذه القارات اشبه شيء بضواحي الارض ، فلو كان ثمة مراقب خارج عالمنا ينظر اليها بعينين قادرتين على ابصار الكهرباء لبدت له الارض كرة ضخمة اكبر بكثير من الكرة التي يعرفها الجغرافيون •

ما هي هذه الحزمات ؟ :

بالرغم من انه لم يتيسر الحصول على تصنيف لمركبات هذه الاشعة فقد علم أنها تتألف فعلا من جسيمات • واستطاع فان آلن ان يؤكد بان الجسيمات ذات الطاقة الضعيفة تبقى في الحزام الخارجي ومادتها (بلاسما) من البروتونات والالكترونات ، ويطلق اسم بلاسما في علم الذرة على المادة الناقصة التكوين وهي الموجودة في الكواكب تحت تأثير درجات الحرارة والضغط الهائلة • وللحزام الخارجي شكل مقطعه الاصلي هلالان يقترب طرفاهما من المنطقتين القطبيتين حيث يلامسان المناطق العليا من جو الارض • ويبدو ان هذه القرون هي المسببة لبريق السماء في المناطق القطبية • ويسود

الاعتقاد بأن مادة هذين الحزامين صادرة من الشمس ، وتبدو بصحبتها بشكل جديد كأنها منغمسة في جو الشمس فعلا ، وهكذا تظهر للانسان صلة جديدة وثيقة بين الشمس والارض .

والمسؤول عن تراكم الجسيمات المكهربة بهذا الشكل هو الحقل المغناطيسي الارضي الذي يقوم مقام الشرك بالنسبة لها فتبقى حبيسة فيه كما تبقى برادة الحديد حبيسة في الحقل المغناطيسي للمغناطيس .

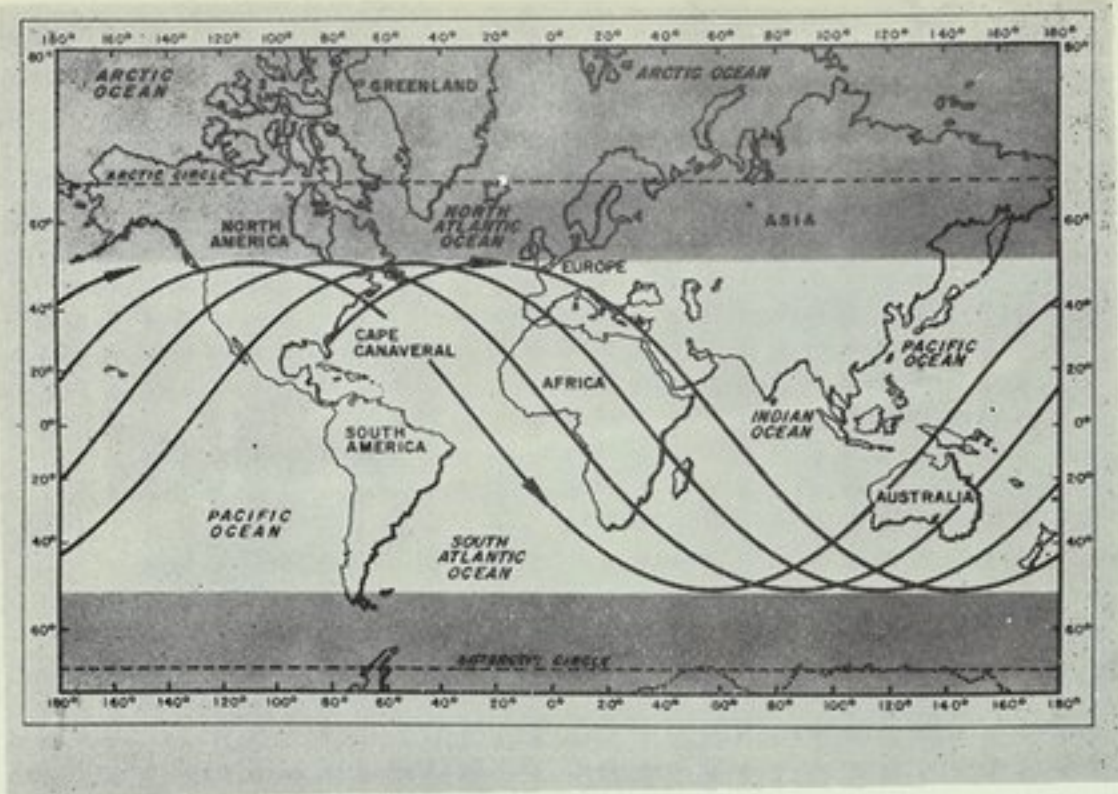
لاكتشاف هذين الحزامين أهمية كبرى في علم الفيزياء ، اذ يبدو انهما واصلة الصلة بين الحوادث التي تقع في الشمس وبين انعكاسها على جونا . وهنا يتساءل الانسان : هل من شأن هذين الحزامين الاشعاعيين ان يجعلا الرحلات بين النجوم غدا ممتعة على الجنس البشري ؟ (١) .

تجربة ارغوس :

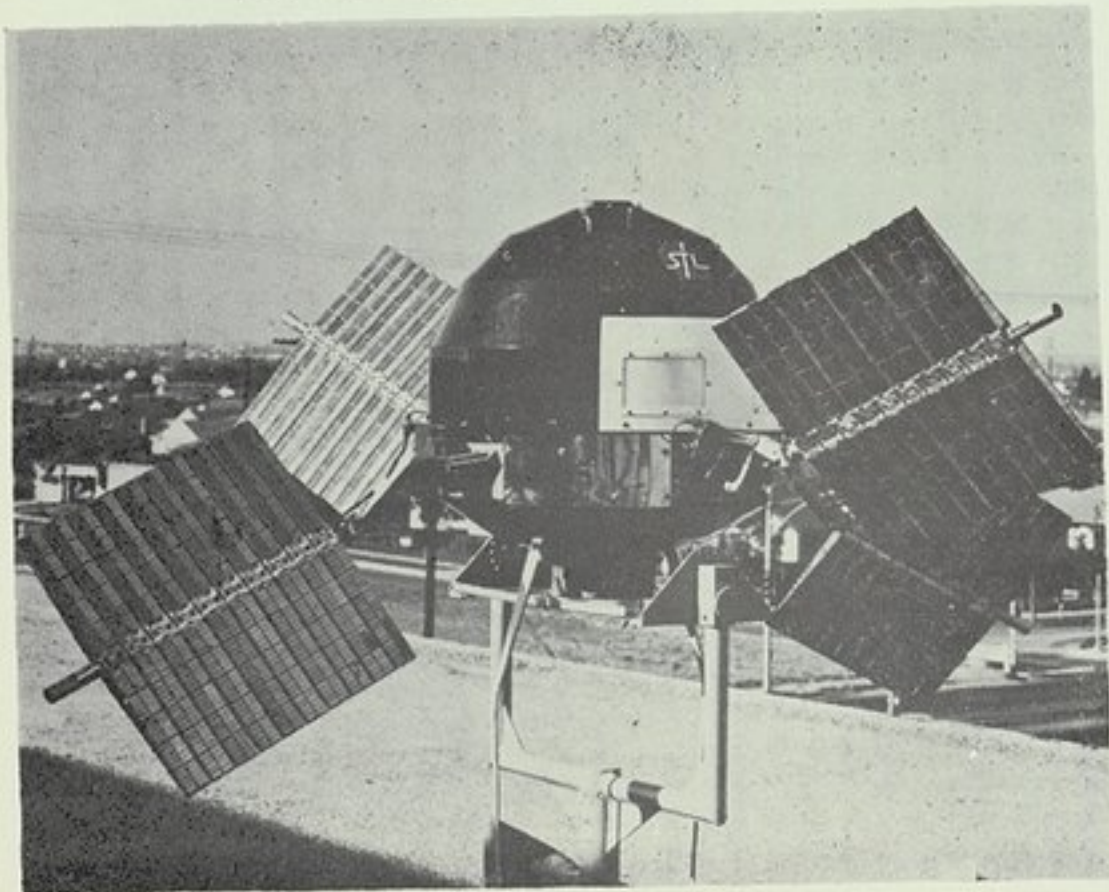
جرت في صيف ١٩٥٨ تجربة هامة حينما كان الكشاف ٣ - يدور على مساره ويذيع المعلومات التي التقطها . وقد خلدت هذه التجربة باسم عملية ارغوس . وتهدف الى التأثير مباشرة على حزامي الاشعاع المحيطين بالارض بواسطة خلق اضطراب فيهما يأتي من صب سيل وافد هام من الجسيمات يولد بتفجير قنابل ذرية في اعالي الجو .

وكان قد سبق للعلماء النظريين ان قدروا وجود الحزام الاشعاعي وعينوا شكله وابعاده ، وبدىء باجراء ابحاث هامة لتفسير شكل هذا الحزام الذي يتلقى الجسيمات المكهربة الصادرة عن الشمس وفي عام ١٩٥٧ وضع الفيزيائي الامريكي كريستوفيلوس اليوناني الاصل ، نظرية تستند الى حسابات متينة

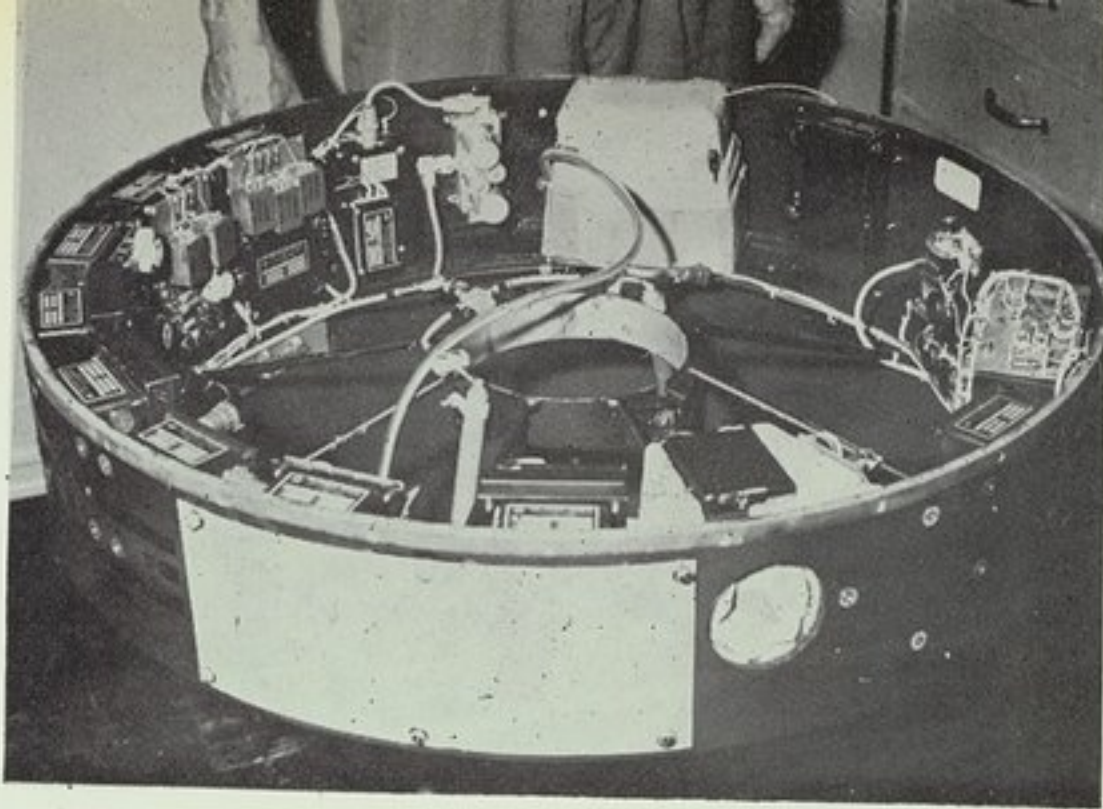
(١) جاء في عدد شهر آذار ١٩٦٢ من مجلة Scientific American ان المعلومات الاخيرة عن هذين الحزامين تؤدي الى اعتبارهما حزاما واحدا لان الفضاء الواقع بينهما ليس خلوا من الجسيمات وانما فيه جسيمات ذات طاقة ضعيفة كشفت في عام ١٩٦١ بواسطة الكشاف ١٢ والباحث انجول رقم ١ .



الدورات الاربع الاولى لتابع الكشاف ٤ ، وقد اعطيت له عند القذف زاوية واسعة نوعا ما بالنسبة للصواريخ التي قبله (٥٢° في اتجاه الشمال الشرقي) بدلا من ٣٤° في اتجاه الجنوب الشرقي للاقمار الاخرى .

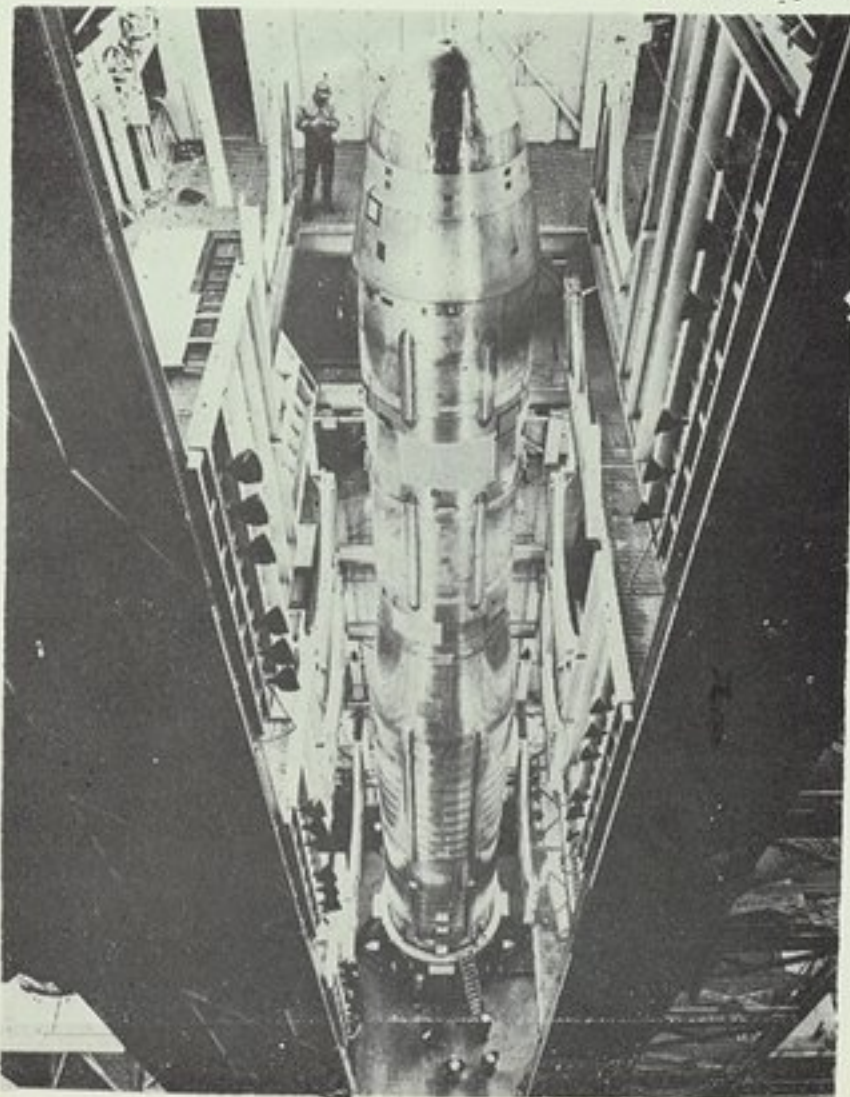


الكشاف ٦ المجهز بـ ٨٠٠٠ خلية كهروضوئية موزعة على ٤ أجنحة تبقى مطوية خلال القذف الى ان يصل الى مداره ، ثم تنفتح بفعل قوة النوايض والقوة النابذة .



تركيب الاجهزة العلمية الدقيقة على الجدران الداخلية لتابع الباحث

القمرى (١٩٥٨) .



صاروخ تيتان وهو من النوع عابر القارات (٨٨٠٠ كم) وتبلغ سرعته

٢٤ الف كم في الساعة ويتألف من مرحلتين تتحركان بالوقود السائل .

واضحة ، ويستنتج منها انه اذا تيسر خلق منبع للجسيمات المكهربة في اعالي الجو ، مثلا بتفجير قنبلة ذرية ، فان هذه الجسيمات ستبقى حبيسة في الحقل المغناطيسي الارضي ، بشرط ان لا تتجاوز طاقتها مليوناً من الالكترون فولت . ومعنى ذلك ان الحقل سيقوم بتحريك هذه الجسيمات كما يقوم التيار البحري بنقل الاقذار الملقاة في البحر وجرها الى هدف محدد بدلا من بقائها تتبدد قيد الصدف .

اجتذبت هذه النظرية ، بالرغم من جرأتها ، انتباه الاوساط العسكرية لنتائجها الحتمية الواضحة . اذ صار يؤمل انه اذا كان الحقل المغناطيسي سير هذه الجسيمات تبعا لقوانين محددة ، فان بالامكان ان تنتقى لها نقطة انطلاق بحيث تؤلف تدفقا يقف الصواريخ النووية المعادية . ومعنى ذلك ان التأثير على حزامي الاشعاع يرافقه الامل باستنباط سلاح مقاوم للصواريخ .

قذف الامريكيون في بداية عام ١٩٥٨ بأقمارهم الصناعية الاولى ، فكان من جناها العلمي انها لم تبق لهم أي شك في ان كريستوفيلوس قد أصاب في نظريته من حيث وجود الحزام الاشعاعي المحيط بالارض . ومن هنا اصبحت دعواه مقبولة وتقرر مبدأ التفجير الذري في أعالي الجو لاغراض تجريبية يقصد منها فقط خلق منابع للجسيمات ، ثم اتباع سير هذه الجسيمات ليتبين فيما اذا كانت معرفة مصيرها تتمكن من استنتاج معلومات تعين على تفهم ميكانيكية حزام الاشعاع وكيفية حصول الحوادث التي يسببها هذا الحزام (كالفجر القطبي مثلا) . كما يؤمل منها التوصل الى ابتداء مبدأ للوقاية من الصواريخ المعادية بتسليط الجسيمات المكهربة عليها بشكل حزم متقاربة يوجهها الحقل المغناطيسي الارضي .

أجريت في ٢٧ و ٣٠ آب - و ٦ ايلول ١٩٥٨ ثلاثة تفجيرات ذرية على ارتفاع ٤٨٠ كم بواسطة صواريخ اطلقت من سفينة متخصصة بهذا الاطلاق . وكانت تمخر في المحيط الاطلسي على بعد ٣ آلاف كيلو متر شرق باهيا بلانكا (في الارجننتين) .

كان يجب على الحقل المغناطيسي - وفقا لتنبؤات كريستوفيلوس - ان يتلقف الكهارب المنطلقة فورا ويقذف بها خلال جزء من الثانية الى المناطق القريبة من القطب الشمالي . فأيدت التجربة هذا التقدير وفسحت مجالا لسلسلة من الملاحظات القيمة ، اذ شوهد ، علاوة على هذا النقل الجماعي للجسيمات ، عدة حركات ثانوية خاصة ، منها ان بعض الالكترونات اتجهت مباشرة نحو الجو وتساقتت فوق منطقة السفينة فأحدثت فجرا قطبيا هو أول فجر قطبي صنعته يد البشر .

لكن القسم الاعظم من الالكترونات انحصر داخل الحقل المغناطيسي واخذ يتجول جولات مطولة على بعد عشرة آلاف كيلو متر من الارض مندفعاً حول خطوط القوة . وفي نهاية الدورة اخذت تسقط على الارض فاصطدمت بذرات الجو في شمال المحيط الاطلسي وولدت فجرا قطبيا ثانيا .

وأصيب قسم آخر من الالكترونات بمصائب مختلفة نتج منها اضاءة اعالي الجو وتولد حزم ضوئية دامت عدة أيام .

المختبر الكوني :

كانت عملية ارغوس تجربة كبيرة جدا حققت بنتائجها الآمال المعقودة عليها . ففي المجال النظري تقدمت دراسة حزام الاشعة تقديماً كبيراً بفضل المعلومات المستقاة لان الكشف ٣ - سجل بدقة الاضطرابات التي خلقتها في أعالي الجو ، وكان اذ ذلك في ابان دورانه وقد قسمت مهمته الى قسمين : أولاً ما بين ٢٦ تموز و ٢٦ آب دراسة الاضطراب الحادث فيه بنتيجة تجربة ارغوس ، فتمكن من اختراق منطقة التجارب ٢٥٠ مرة .

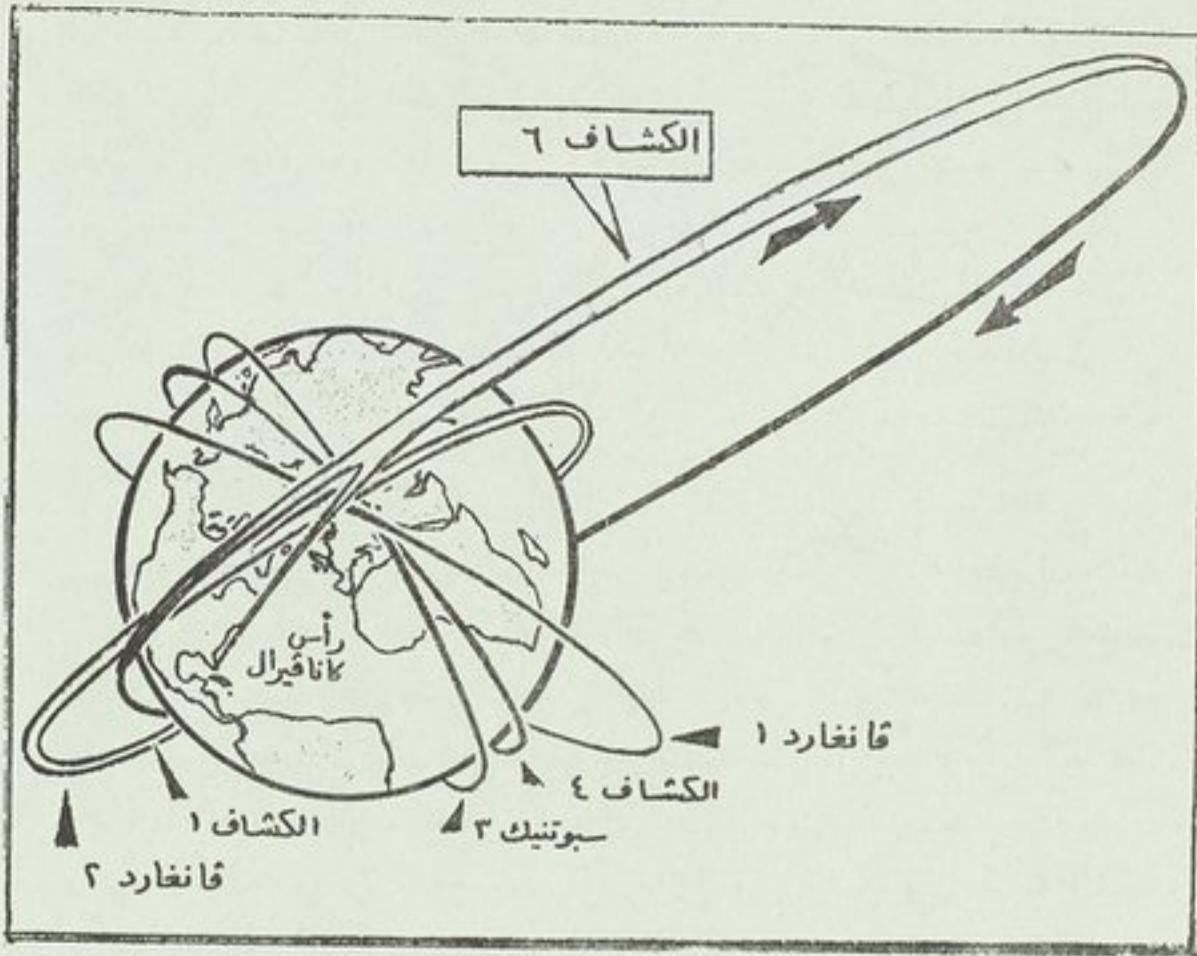
ويبدو أن النتائج العملية للتجربة كانت ضئيلة من الناحية العسكرية ، اذ ان ثمة شكاً في امكانية استخدام حزام الاشعاع ليقذف به على صاروخ ما جسيمات ذات كثافة تكفي لدفاع حاسم . غير ان نتيجة هامة لوحظت وهي الاضطراب المتولد في الموصلات اللاسلكية ، ولا يستغرب ذلك ، لاننا نعلم

ان الطبقات المتأينة في أعالي الجو تلعب دورا حاسما في ايصال الامواج من نقطة على الارض الى نقطة اخرى بعيدة عنها . لهذا يلعب انفجار الجسيمات المكهربة في هذا الجو دورا معكرا (وقتيا) لانه يخرب او يشوه السطوح التي تنعكس عليها هذه الامواج . ومعنى ذلك انه يمكن - عند الاقتضاء - قطع الاتصالات القائمة بين نقطتين ، ويمكن تشويهه او ابطال دلالة الرادار ، وتوليد الفوضى في محطات الكشف المعادية . او على عكس ذلك يمكن في المستقبل تأمين اتصالات موقته بين أماكن لا تصل اليها الموصلات اللاسلكية وذلك بخلق تآين مناسب في الجو .

وفي الواقع يجب حمل تجربة ارغوس على محمل آخر . فهي ان كانت ستخلد في تاريخ التكنيك ، فذلك لانها كانت بداية التجريب على مقياس الكون الواسع ، وهي مثال بليغ عن العهد الجديد الذي ادخلتنا فيه الملاحظة النجمية من حملها الانسان على النظر الى مسائله بمقياس جديد واطار جديد ، وفسحها المجال لتجارب كونية واسعة ، كان الانسان لا يستطيع تصورها ، وتفيد في التحقق من صحة عدد كبير من القوانين ، كثبوت سرعة الضوء بالنسبة لمختلف الاشعاعات ، ونسبية الزمن الخ ...

الحقائق التي عاينها الروس :

يبدو ان العلماء السوفييت قد كشفوا حزام الاشعة منذ اطلقوا قمر سبوتنيك ٢ - في تشرين الثاني ، لان اوجهه بلغ ١٦٠٠ كم ، وكان مزودا ، في جملة ما زود به ، بمجموعة اجهزة تختص بدراسة الاشعاع الكوني . فشهدوا بواسطته تزايد شدة الاشعاع مع الارتفاع ولحظوا وجود قوة مشعة كبيرة في الارتفاعات العلوية ووجدوا انفسهم في البداية في نفس الوضع الذي اعترض الامريكيين بعد بضعة اشهر : أي انهم صاروا يلاحظون ولا يقدرّون على التفسير ، وذلك لان التفسير لم يتيسر الا بعد تنفيذ برنامج تحليلي منظم لهذا الاشعاع من حافته السفلى ، ثم سبره في اتجاه العمق . فعهدوا بهذا البرنامج الى سبوتنيك ٣ - والى اقمار اللونيك من بعده .



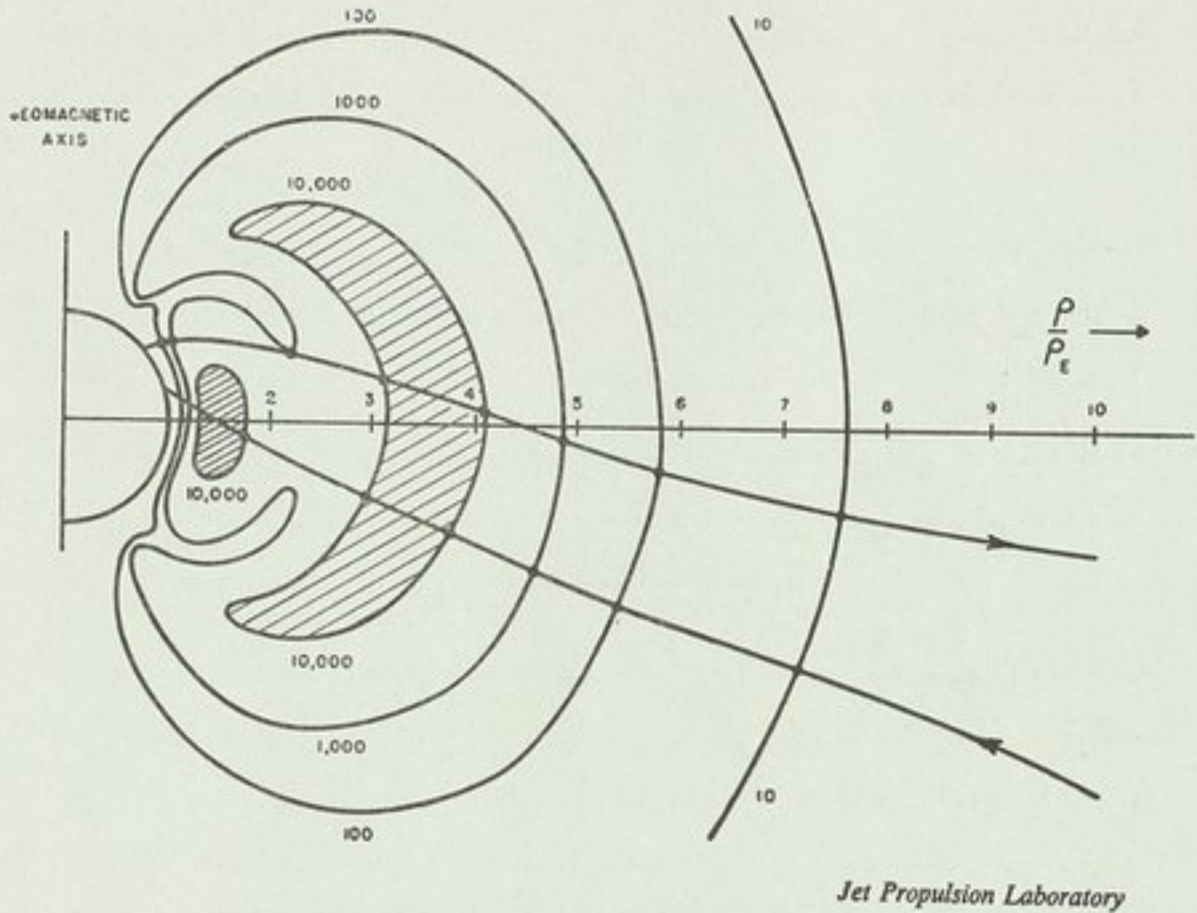
الشكل (١٧)

يمثل هذا المخطط مسارات التوابع التي كانت باقية على مساراتها في عام ١٩٥٩ ، حتى الكشاف ٦ .

قاس سبوتنيك ٣ - على ارتفاع ١٦٠٠ كم نشاطا اشعاعيا قدره ٥٠ روتنجن في اليوم ، وهو أشد من حد الخطر على الانسان بمائة مرة .

أما لونيك ١ - فقد زود بعدادات انتقائية تقوم بتصنيف مركبات الاشعاع ، فاشتغلت على أحسن وجه وترجمت نتائجها واعلنت في تقرير نظميانوف المشهور ، الذي خصص قسم منه للبحث في حزامي الاشعاع . فأبان بأن القمر الروسي قد تمكن من كشفها بدقة كبيرة .

ينتج من المعلومات التي نقلها لونيك ١ - ان منطقة الاشعاع الاول تبدأ



الشكل (١٨)

سحب الدقائق المشحونة ، التي تؤلف حزامي فان آلن . ويرى في الشكل المحرك الذي اتبعه القمر (الرائد ٣) . والمنحنيات هي عبارة عن خطوط تساوي الشدة . الأبعاد المأخوذة على محور الفواصل هي منسوبة الى نصف قطر الارض .

على ارتفاع قليل تختلف قيمته في جانبي خط الاستواء ، وهذا مثال جديد من امثلة عدم التناظر بين نصفي الكرة الارضية ، الذي قامت بكشفه الاقمار الصناعية .

تدل التقارير الروسية على ان قاعدة منطقة الاشعاع تقع على علو ٨٠٠ كم فقط وتتحصر بين العرضين الجغرافيين ٤٥° شمالا وجنوبا . اما المنطقة الاشعاعية الثانية فتتمد الى ما بعد ٨٠ الف كم . وقد اعطى الدكتور فان اللن قيما مقارنة لهذه في محاضراته التي القاها في اواخر نيسان ١٩٥٩ ، قاصدا فيها الادلاء ببيان عن المعلومات التي تجمعت عن حزامي الاشعاع . فحدد

خلال محاضراته حدود المنطقة الاولى ما بين ٢ و ٤ آلاف كم ، وحدود المنطقة الثانية ما بين ١٢٨٠٠ كم و ٨٣٥٠٠ كم . فكم توسعت في الفضاء حدود الكرة الارضية .

كشف القمر الروسي بين هذين الحزامين - كما كشف الامريكيون أيضا - اكتشافا هاما وهو وجود حقول كهربائية قوية ، تلعب دورا هاما في تغيرات الحقل المغناطيسي الارضي .

وجاء التقرير الثاني ، الذي قدمه الاستاذ نظميا نوف الى اكااديمية العلم السوفيتية ، مكملا لايضاحات تقريره الاول . اذ اعطى بيانات هامة عن احوال الحقل المغناطيسي في الطبقات العليا من الجو .

فبينما كان هذا الحقل يتبع قانون الفيزياء الكلاسيكية على الارتفاعات التي بلغت اقمار السبوتنيك اذا به يشذ عنها على الارتفاعات الكبيرة . فقد تبين من القياسات التي اجراها قمر لونيك ١ - في ٢ كانون الثاني ١٩٥٩ ، ان شدة الحقل على ارتفاع ٢٠ الف كم تهبط الى ١٪ من قيمتها على الارض بينما تقضي النظرية بان لا تهبط الا الى ٣٪ ، ومعنى ذلك ان حقل المغناطيسية الارضية على ذلك الارتفاع اضعف مما كان يظن بثلاث مرات .

يضيف التقرير ان هذا الشذوذ يبرره وجود تيارات كهربائية بين ٢٠ و ٢١ الف كم ، تقع في المنطقة المكهربة بين حزامي الاشعاع ، وبعد ارتفاع ٢٢ الف كم يحاول الحقل ان يستعيد قيمته النظرية .

الفلاف الكهربائي :

ان اهم الثمار التي جنتها لنا حملة الاستكشاف التي قامت بها التوابع الصناعية في البعد الثالث (الارتفاع) هي النشاط المدهش الذي ظهر في الفضاءين : القريب والبعيد عن الارض . كان العلم في القرن التاسع عشر لا يعير اعالي الجو أي اهتمام ، وكانت الجسيمات المكهربة مجهولة منه ، فكان اهتمام العلماء بالجو مقتصر على أن ينسبوا الى طبقاته ضغوطا

ودرجات حرارة ويتصورون ان الضغط يتناقص بالتدرج حتى يحل الخلاء محل الجو .

أما اليوم فقد بدأ الموضوع تحت ضوء جديد . فالغازات المتأينة المكتشفة في أعالي الجو ، وان كانت مخلخلة جدا ، تلعب دورا جدهام في الصعيد الكهربائي . وتبين كذلك ان جو الارض يتجاوز بكثير البعد الذي حدد له أمس بالالف كيلو متر . اذ يقدر الاستاذ نظميانوف حدوده الدائمة بقرابة ٣ آلاف كيلو متر ، في حين ان بعض اندفاعات هذا الجو ترتفع احيانا الى ما هو اعلى بكثير . ولم يعد بالامكان تمثيل الارض في خريطة الكون بدون أن نضيف اليها منطقة الجسيمات المشعة التي تجري في ركابها . فاذا قطعنا هذه المنطقة بمستوي يمر من محور الارض ظهر فيها هلالان يبعدان ١٠ آلاف و ٢٥ الف كم ويحويان فيما بينهما الطبقة المكهربة القريبة التي كشفها لونيك ١ - .

وهذا الحجم الضخم هو على الدوام في حالة الاضطراب بسبب الجسيمات الساقطة عليه من الشمس وهي لا تصدر منها بصورة منتظمة لان نشاط الشمس متغير . فينتج من ذلك تغيرات هامة في الحزامين الاشعاعيين تخلق بدورها تأثيرات أهم بكثير مما كان يظن .

ومن الدلالة بمكان ان يكون موضوع التأثير العميق لحياة الشمس في مناخ الارض احد المواضيع التي عولجت في مؤتمر الفلك الدولي الذي انعقد في موسكو في آب ١٩٥٨ . فأدلى عدد من الفلكيين بملاحظات تدل على أن النشاط الشمسي يقيد النظام العام لدوران جو الارض ، بتأثيره على اعالي الجو . وهذا النظام يوجه بدوره المناخ . ويمكن ان نعتبر مدة الدورة الشمسية الكاملة التي تجدد مناخ الارض تماما هي ٨٨ سنة .

لقد لاحظ الفلكيون منذ امد طويل ان الارض لا تدور على محورها بانتظام ، اي ان دورانها قد يعجل او يبطيء . والفرق بين الطول الحقيقي لليوم وبين اليوم المثالي قد يبلغ جزءا من مليون من الثانية . والمدهش هو وجود علاقة اكيدة (على غرابتها) بين الحوادث الشمسية وبين التغيرات

البطيئة في طول اليوم • من أمثلة ذلك ان مرصد باريس قد لاحظ في البرهة (١٨٧٠ - ١٨٧٢) التي تميزت بنشاط شمسي زائد وبظهور حوادث الفجر القطبي عدة مرات ، سبقا في دوران الارض يقدر بثانيتين في السنة ، كما لوحظ في ٢٣ شباط ١٩٥٦ ، عند حصول اندفاع شمسي ، ان المنحني الذي يمثل التغير البطيء لدوران الارض قد ظهرت فيه نقطة مؤنفة •

كذلك لوحظ ان المسافة بين اوروبا وامريكا تتناقص الآن بمقدار ٣٩ سم في السنة ويمكن تفسير ذلك بان قشرة الارض تتشوه ببطء ، ويبدو ان سرعة هذا التشويه تتعلق مباشرة بنشاط الشمس •

والمشكلة الكبرى هي في تفسير العلاقة بين الاندفاعات الشمسية وسرعة دوران الارض حول محورها • حتى جاء اكتشاف حزامي الاشعاع ، فلربما كان فيها مفتاح السر ، لان هذين الحزامين يصيبهما اضطراب شامل بفعل قوي من الشمس • فيولدان بدورهما الاضطراب في الجو العالي ، كما تدل تغيرات كثافته التي اوضحتها اقمار سبوتنيك • وهذه يمكن ان تسبب تغيرا في عزم عطالة الارض يكفي لتفسير تغير سرعتها الزاوية • مما يجعلنا نعتقد بوجود تبادل في الفعل بين الشمس والارض •

كما نشعر بان التوازن الكهربائي لاعالي الجو توازن غير مستقر • ولذلك يتساءل الانسان ما هي النتائج التي يمكن ان تحدثها فيه التفجيرات الذرية المتكررة ذات القوة الكبيرة • فلربما كانت نتائجها تفوق كل حساب فلا تكتفي بتعديل سرعة دوران الارض بل تجر الى عدم في توازن اعالي الجو يسبب اضطرابا كاملا في المناخ • لهذا السبب لم يفجر المسؤولون عن تجربة ارغوس الا قنابل ذات قوة محدودة •

وعندما يتخذ البشر الكون كمخبر لتجاربه ينبغي الا يغيب عن باله انه يحتوي على كرتنا الارضية السريعة العطب وعلى عوامل توازنها الدقيق •



الفصل السابع

الجيل الثاني من الاقمار الصناعية

تاريخ الاقمار الصناعية تاريخ عجول ، تطورت فيه الاقمار بسرعة ليس لها مثيل في تاريخ الاحياء . لقد ظهرت التوابع الصناعية الاولى في أواخر عام ١٩٥٧ ، وتبعها عدد كبير في عام ١٩٥٨ للمساهمة في اعمال السنة الجيوفيزيائية ، فبلغ تعدادها رقما كبيرا .

ولما انتهت السنة الجيوفيزيائية ، لم يقف هذا النشاط بل استمر وازداد ، وتعدى اهدافه الاولى التي كانت تقتصر على تدوير التوابع حول الارض لدراسة الارض والجو والفضاء المجاور .

ان التقدم المدهش الذي حققته التوابع الصناعية خلال الاعوام الاربعة التي انقضت من تاريخها حتى الآن ، لا يدانيه تقدم في اية ناحية من نواحي العلم او التكنيك .

وقد يتفسر ذلك اذا قلنا ان الصعوبة في غزو الفضاء يكمن معظمها في الخطوة الاولى فالدوران حول الارض يحتاج الى تحقيق سرعة قدرها ٧,٨ كم/ثا (السرعة الكونية الاولى) ، وعندما نريد ان نتخطى هذه المرحلة ونرسل التابع من مداره هذا الى القمر ، فما علينا الا ان نحقق له السرعة الكونية الثانية وقدرها ١١ كم/ثا ، أي ان نزيد سرعته بمقدار ١١ - ٧,٨ = ٣,٢ كم/ثا فقط . وهذا يدل على ان كلفة الابتعاد تقل بعد تحقيق مرحلة الدوران حول الارض .

لهذا شاهدت الانسانية في عام ١٩٥٩ وصول التوابع الى القمر ودخولها

في النظام الشمسي ، وما كاد عام ١٩٥٩ ينقضي حتى اتخذت الملاحه الكونية وجها جديدا ، اذ ولد الفن سفنا جديدة للفضاء سميت بتوابع (الجيل الثاني) وهي تمتاز عن سابقتها ، توابع الجيل الاول ، بالضخامة والدقة والكمال ، اذ اعدت لتمهد دخول الانسان الى الفضاء فكان عام ١٩٦٠ عام تأهب واستعداد وتجريب ، جاء بعده عام ١٩٦١ فوصل الانسان فعلا الى الفضاء .

كانت اقمار الجيل الاول اقمارا قذفية صرفة ، بمعنى انها بعدما ينتهي اشتعال الوقود في صواريخها ، تصبح كالقذيفة العادية ، تسير بسائق سرعتها المكتسبة ولا تستطيع ان تحيد قيد أنملة عن الالتزامات التي تفرضها عليها قوانين الميكانيك السماوي ، فلا تقدر ان تبطيء ولا ان تسرع ولا ان تذهب يمينه او يسره ولا ان تعدل مسارها في شيء . كانت هذه حال جميع توابع الجيل الاول قاطبة خلال اعوام ١٩٥٧ - ١٩٥٩ ، بما في ذلك التوابع التي قذفت نحو القمر .

ولولا وقوع قسم من مسار بعضها في أعالي الجو لما سقطت بعد مدة من دورانها وانتهى عمرها بذلك . فلم يكن بالامكان ارجاعها الى الارض سالمة في الوقت الذي يريده الانسان ولا تحويل طريقها ، ولا تكليفها برحلة ذات نهج معين .

ثم ترقى وسائل الفن ، واقتضى هذا الرقي ان يطلب من التوابع الجديدة ان تكون قادرة على تأدية بعض الحركات . وهذا الهدف الجديد لا يتحقق طبعا باطلاق اقمار كالتقليدية ، التي هي اشبه ما يكون بقذيفة المدفع ، وانما باطلاق سفن حقيقية . ولهذا ، فان الصفة الغالبة على اقمار الجيل الثاني هي وجود جهاز محرك يؤمن للسفينة على الاقل حرية في الحركة ولو لمدة قصيرة .

١ - الاستقرار :

لكي يستطيع هذا الجهاز المحرك ان يؤدي الخدمات المطلوبة منه ، صار من الضروري تحقيق الاستقرار للقمر اثناء سيره في الفضاء وكذلك تأمين

توجيهه الدائم بالنسبة للأرض بحيث لا يدور حول نفسه في الفضاء إلا إذا اقتضت مهمته أن يدور .

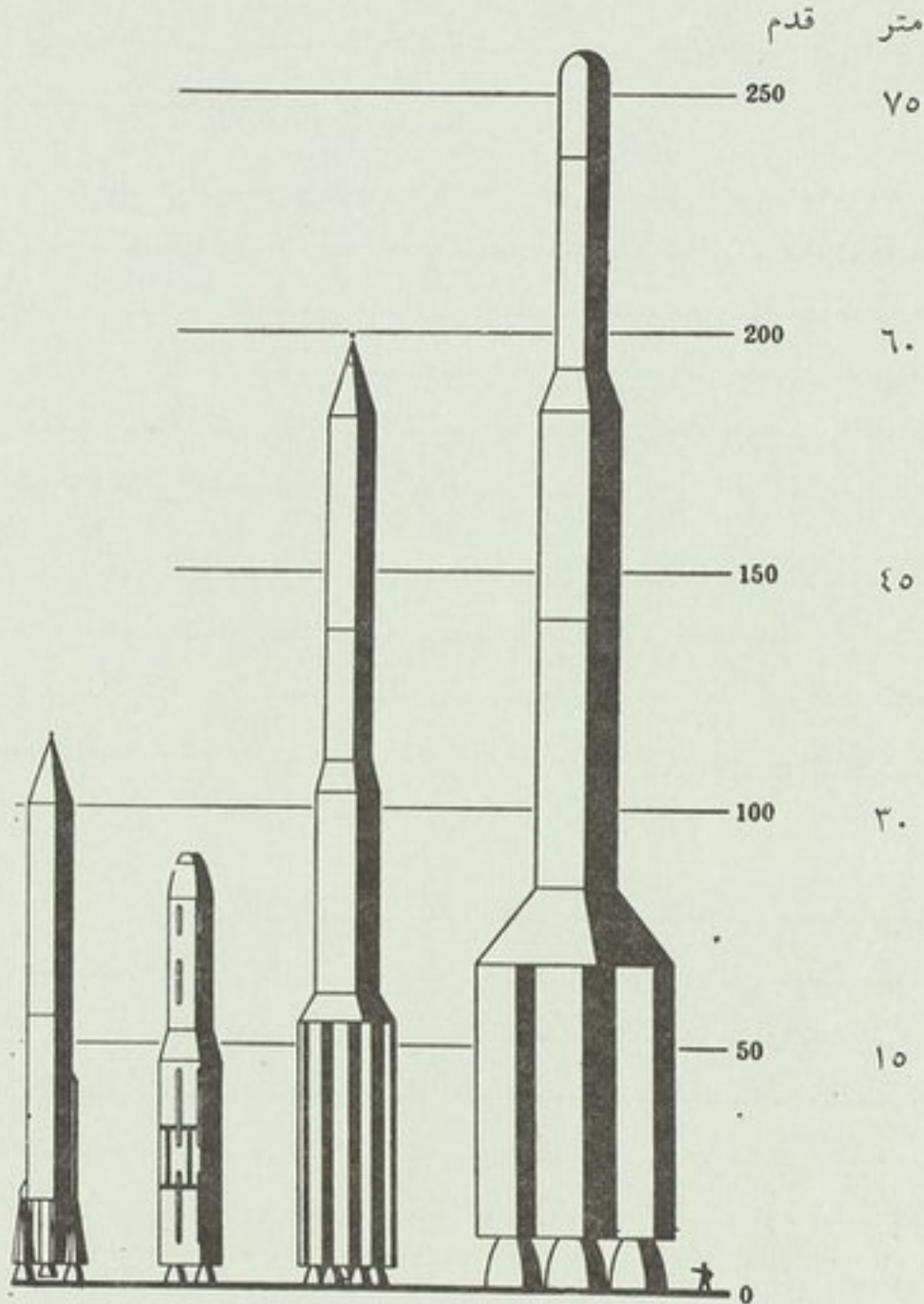
ومسألة الاستقرار والتوجيه من أخطر المسائل التي اضطرت العلم لمعالجتها وإيجاد حلول لها . فالصاروخ عندما يبدأ بالانطلاق ، يكون قائما وموجها نحو الأعلى ، وله شكل متطاوّل كالقلم يساعده على متابعة طريقه في الهواء بدون دوران أو اهتزاز بسبب مقاومة الهواء . ولا يمكن تعديل اتجاهه إلا بعملية خاصة تقوم مثلا على توليد انحراف في اتجاه جزء من الغازات المنطلقة منه ، فيدور الصاروخ في الاتجاه المعاكس .

ولكن متى وصل الصاروخ والتابع إلى الفضاء تغيرت الأحوال إذ لا يبقى هنالك هواء يمانع الحركة ، ويصبح التابع قلقا إلى حد بعيد . ولذلك فإن أقل دفعة تنتابه (مثلا عند انفصاله عن المرحلة الأخيرة للصاروخ) تجعله ينقلب على نفسه دائرا حول مركز ثقله دورانا سريعا في بعض الأحيان ، بينما يتابع مركز الثقل سيره في الفضاء على المسار المقدر له .

ومن البديهي أن انقلاب التابع على نفسه يمنعه من تأدية الوظائف التي خصصت له لأن الآلات المركبة فيه كآلات التصوير والتي يطلب منها أن تصوب أو ترصد اتجاهها معينا كالأرض مثلا ، ستأخذ بالدوران والتصويب في جميع اتجاهات الفضاء . لهذا اهتم العلماء منذ البداية بمسألة الاستقرار هذه اهتماما جديا ووضعوا لها سلسلة من الحلول كانت جزئية في البدء ثم تحسنت وارتقت حتى تم لهم أخيرا تحقيق توازن التابع واستقراره تماما بحيث صار يدير الوجه المقدر له في الاتجاه المخصص حتى يؤدي أعمال الرصد والتصوير أداء تاما .

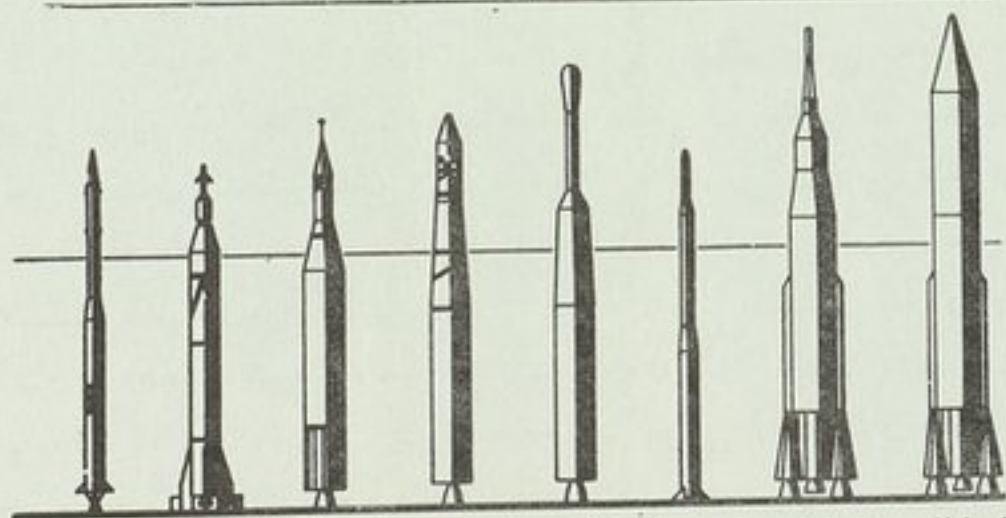
٢ - الوزن الثقيل :

كانت الأقمار الأولى ، ولا سيما الأمريكية منها ، خفيفة الوزن ، لأنها كانت على شاكلة الصواريخ المستعملة لقفزها . وأن السوفييت وإن كانوا قد



اطلس سانتور	تيتان	زحل	نوبا	
٣,٥	٢	٥	٥	عدد المراحل
١٧٦,٥	١٣٦	٦٧٥	٢٧٢٠	القوة الدافعة عند الانطلاق بالطن

الشكل (١٩) - بيان بانواع الصواريخ



فانفارد	امشترى C	جونو ٢	ثور مستكشف	ثور دلتا	سكوت	اطلس (عطارد)	اطلس ميغا
٣	٤	٤	٢	٣	٤	١,٥	٣,٥
١٢,٢	٢٧,٦	٦٨	٦٨	٦٨	٥٤,٣	١٦٥	١٧٦,٥

الامريكية كما صممت بتاريخ آب ١٩٥٩

امتازوا منذ البداية بسبق الامريكيين في التوابع الثقيلة ، فقد حققوا في الجيل الثاني أوزانا أكبر بكثير .

هذه الخفة في وزن الاقمار كان يحتمها تقصير الصواريخ الاولى . وقد اضطرت الامريكيين الى الاقتصاد في المهمات الموكولة الى توابعها على حدود ضيقة ، مع الاكثار من عدد التوابع ، والى تصغير الآلات التي تجهز بها التوابع الى أقصى حد يسمح به التكنيك وقد ابدعوا في فن التصغير فكانت الاجهزة التي مررنا على ذكرها في الفصل السادس من هذا الكتاب .

على ان هذا التصغير في الاجهزة ، بالاضافة الى المغلاة في تخفيف وزن التابع نفسه ، بترقيق جدرانه ، قد كانت له احيانا نتائج وخيمة على التابع ، لانه اصبح من الرقة والضعف بحالة لا تمكنه من مقاومة أي عامل طارق مهما صغر . فالتابع (الصدى ١) الذي كان غلافه رقيقا جدا اخترقته الشهب الصغيرة ودمرته . ولما كان الاتجاه العام في التوابع هو تحويلها الى سفن للفضاء ليمتطيها الآدميون ، فقد أصبح تكبيرها وزيادة وزنها امرين لا مناص منهما ، لان الاجهزة اذا كان يمكن تصغيرها ، فالانسان لا يمكن تصغيره . والاجهزة الممتازة التي يجب ان تزود بها سفينته ينبغي ان تكون كلها مكررة (أي على نسختين) لتحقيق سلامته بنسبة ١٠٠٪ . وينبغي ان تكون جدران السفينة مقاومة بالقدر الكافي ميكانيكيا وحراريا . واخيرا لا بد من تجهيز هذه السفينة بكل ما يلزم لمعيشة الانسان فيها . لذلك تحتم ان يبلغ وزنها عدة اطنان . وهذا ما شوهد بالفعل في السفينتين فوستك ١ و ٢ اللتين اقلتا غاгарين وتيتوف ، اذ بلغ وزن كل واحدة منهما حوالي اربعة اطنان ونصف من اجل رحلة لا تزيد على يوم واحد ، فكيف من اجل الرحلات الطويلة .

انساق الامريكيون في تيار الاوزان الثقيلة متأخرين عن السوفييت . فبعد ان كانت اقمارهم الاولى تزن بضعة كيلو غرامات مقابل المئات العديدة من الكيلو غرامات لدى الروس ، تراوحت اوزانها في نهاية عام ١٩٥٩ وبداية ١٩٦٠ بين ١٠٠ و ٢٠٠ كغ ، ثم صعدت خلال عام ١٩٦٠ الى الطون (التابعان ميداس وساموس) .

اطلق التابع ميداس بواسطة النموذج الاول لصاروخ جديد هو (أطلس - اجينا) ، وكان هذا الصاروخ قد قام قبل ذلك باسبوع بدفع قذيفة وزنها أربعة اطنان الى مسافة ١٤ الف كيلو متر . وقد بلغت قوته الدافعة عند البداية ١٦٣ طنا . وفي النصف الثاني من عام ١٩٦١ استعمل الامريكيون نوعا جديدا منقحا من هذا الصاروخ هو (أطلس - اجينا - ب) ذو المرحلتين فأوصل الى المدار تابعا حمولته المفيدة تقارب الطن .

٣ - المشروعات المقبلة :

ليس لدينا اي تفصيل عن المشروعات السوفيتية المقبلة لانها لا تعلن الا في حينها أو قبل ذلك بقليل ، ولا ريب في ان الاتحاد السوفيتي يعد مشروعات ضخمة ستكشف عنها الايام المقبلة ، ستنفذ بالدقة والاحكام والجرأة التي اتصفت بها المشاريع السوفيتية السابقة .

على أنه ورد في كتاب صدر حديثا عن الجهد الفضائي السوفيتي ما يلي (١) :

اعطى الاستاذ خلبتسوفيتش عضو جمعية ملاحاة الفضاء السوفيتية الخطوط العريضة للبرنامج السوفيتي للسنوات المقبلة كما يلي :

١٩٦٢ - ١٩٦٣ : ارسال الصواريخ الى القمر ، وستكون هذه الصواريخ قادرة على ان تنزل على سطحه محطات اختبار مركبة على سلاسل وقادرة على الحركة ويمكن قيادتها من الارض . وستنقل المعلومات التي تجمعها بالراديو الى الارض .

١٩٦٣ - ١٩٦٤ : تشييد مختبرات دائمة على القمر ، ويمكن ان يحل فيها افراد من البشر ، وتمون بصواريخ ترسل من الارض ، وتفيد هذه الصواريخ أيضا في العودة الى الارض .

(١) اسم الكتاب : Leonide Sedov مؤلفه Hilaire Cuny تموز ١٩٦١

١٩٦٥ : ارسال صواريخ نصف قذفية (أي حاملة لذخر من الوقود يمكنها من القيام بالعمليات اللازمة لتصحيح مساراتها) نحو المريخ والزهرة .
وستحمل هذه الصواريخ أجهزة الكترونية للملاحظة والبث ، وبذلك تنقل الى الارض كمية من المعلومات عن تضاريس هذين الكوكبين وعن التركيب الفيزيائي لارضيهما . وستنقل أيضا صوراً فوتوغرافية باللاسلكي .

١٩٦٧ : ارسال توابع للدوران حول المريخ والزهرة لتمكين المعلومات السابقة والحصول على أجوبة مضبوطة حول وجود الحياة على هذين الكوكبين .

١٩٧١ — ١٩٧٣ : احداث محطات دائمة على الزهرة والمريخ يمكن ان يشغلها آدميون . وستمنون هذه المحطات بواسطة صواريخ يمكن الاستفادة منها فيما بعد للعودة الى الارض .

أما الأمريكيون فقد اعلنوا عن مشاريع كثيرة للمستقبل . اولها استعمال صاروخ ساتور الثقيل الذي تقدر مؤسسة الفضاء القومية الامريكية انه سيوصل الى المدار (حول الارض) ما زنته ٣٨٥٠ كغ ، كما تعد هذه المؤسسة عدة مشروعات للسنوات المقبلة تتجلى فيها زيادة الوزن بصورة واضحة ، ويمكن تلخيص برنامجها كما يلي :

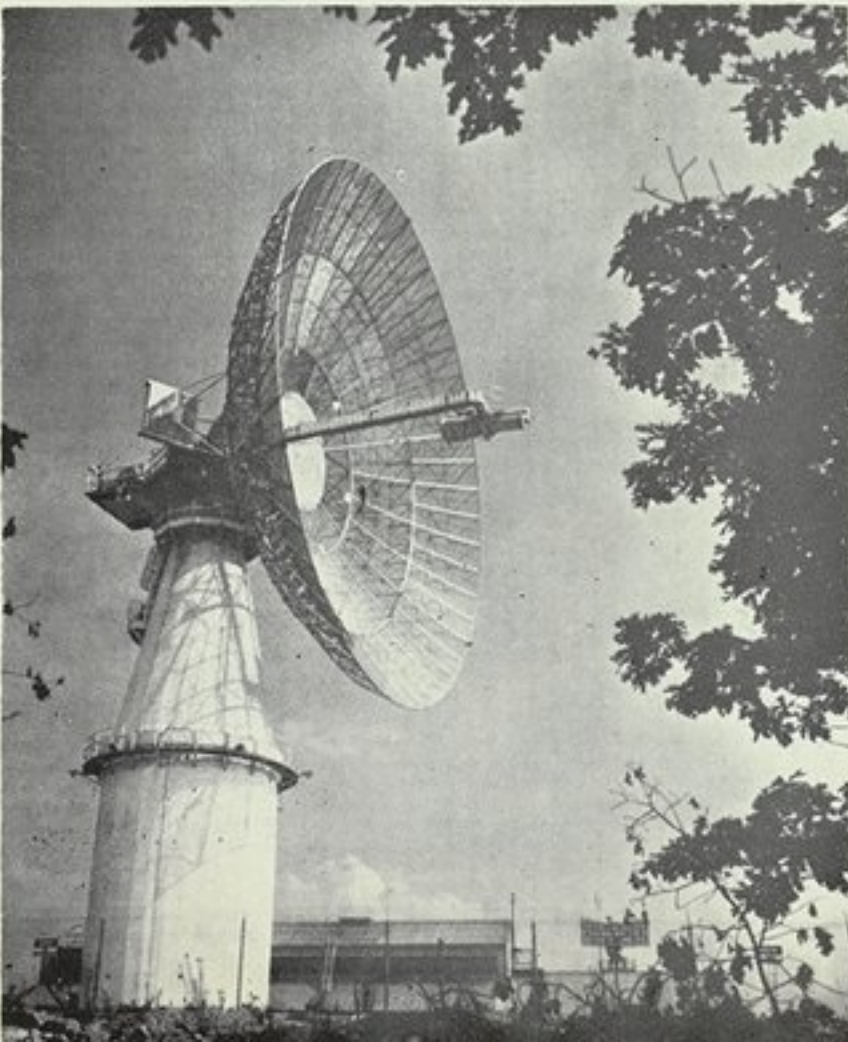
آ — في مجال التوابع الارضية : اطلاق آلات ثقيلة عاملة (من نوع ميداس وساموس) وتنمية مشروع مركوري (عطارد) لنقل انسان الى الفضاء .

ب — في مجال القمر : تحقيق مشروع رانجر ومعناه : كلب الصيد ، ويتوقع اجراء تجاربه الاولى في عام ١٩٦٢ ، وهو يستهدف ايصال اول شحنة من اجهزة القياس الى سطح القمر . ثم يتبعه مشروع سرفيور (Servior) الذي يستهدف انزالاً مسيئراً من الارض لمحطات صغيرة تحوي على حوالي ١٥٠ كغ من الاجهزة .

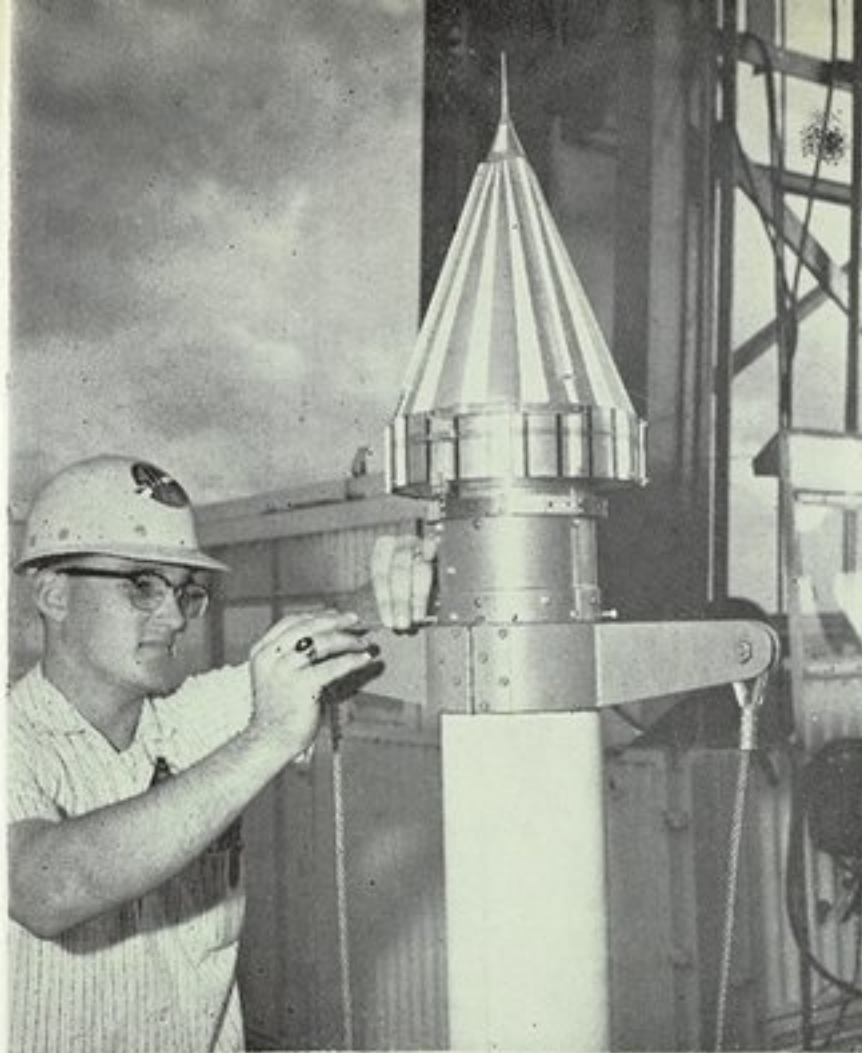
ج — في مجال النظام الشمسي : يستهدف مشروع مارينر الى اطلاق توابع سابرة في اتجاه المريخ والزهرة .



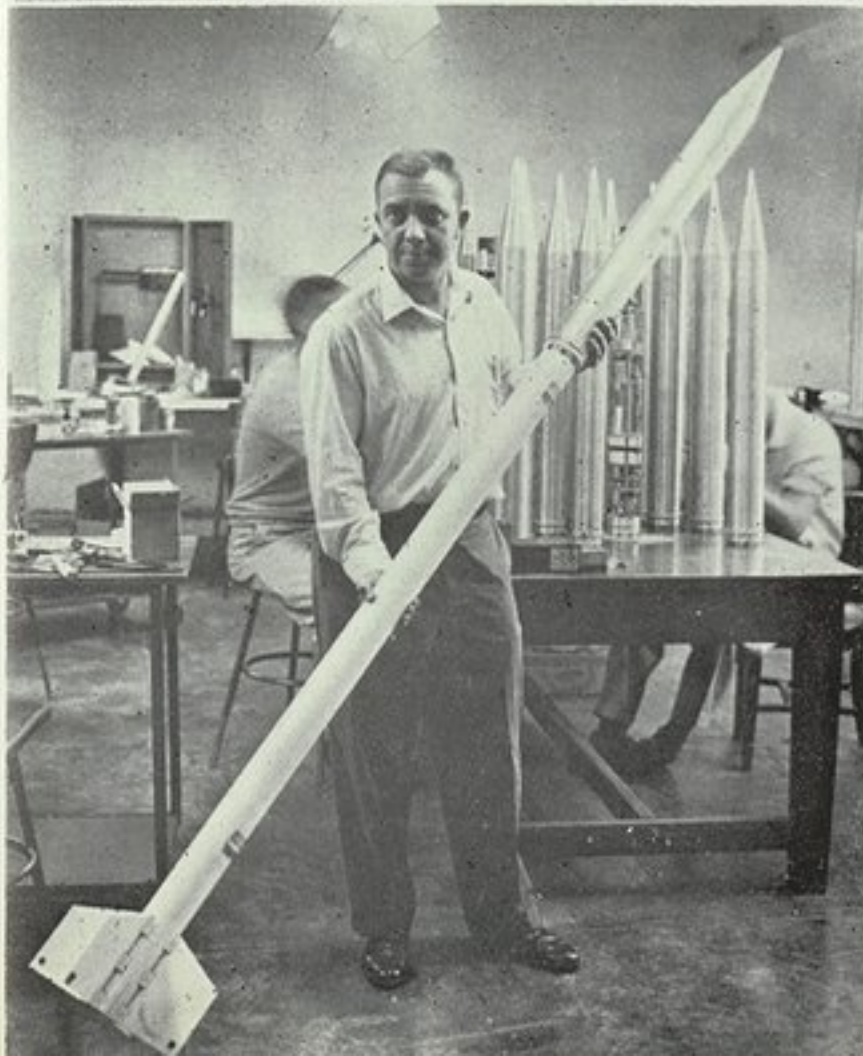
السيد مور ، من مختبر
بحاث البحرية الامريكية يدخل
ثقله الاجهزة العلمية في داخل
لتابع الذي قطره ٥٠ سم .



هوائي الرادار الضخم
العائد للمؤسسة التكنولوجية
في ماساشوست شمال بوسطن
وقد ركب على برج طوله
٢٧ م ويبلغ قطره ٢٥,٥ مترا
ويزن ٩٠ طنا وهو يكشف نوابع
البواحت القمرية .



الحمولة المفيدة المؤلفة
للمراند ٣ تركيب في ذروة
صاروخ جونو ٢ وهو تحت
الإشراف الفني للإدارة القومية
الأمريكية لأبحاث الفضاء .



الدكتور فان آلين ، رئيس
قسم الفيزياء في جامعة آيوا ،
وقد لعب دورا هاما في برنامج
الفضاء الأمريكي وصمم مراحل
السنة الجيوفيزيائية وأشرف
على تصميم وتجميع عدد من
الأجهزة وقد كان العامل على
اكتشاف حزامي الإشعاع اللذين
سميا باسمه .

وهذه المشروعات القريبة كلها متواضعة بسبب تأخر الأمريكيين في صنع الصواريخ القوية الثقيلة الوزن . وهم يضعون آمالهم في الصاروخ الضخم المقبل (زحل) الذي ينتظر انجازه ما بين ١٩٦٣ - ١٩٦٤ ، ليسمح بتجارب جديدة على مقياس اكبر من السابق بكثير .

ففي نموذج الاول ج - ١ ، الثلاثي المراحل ، قد صمم لايصال ما وزنه ، اطنان الى مدار حول الارض . اما النموذج الثاني ج - ٢ الرباعي المراحل ، فتقدر حمولته المفيدة بـ ٢٠ طنا . كما يزعمون بناء صاروخ نوكا من تجميع اربعة صواريخ زحل مع بعضها ، فتوصل الى المدار ما زنته ٧٠ طنا ، والى القمر ما زنته ٩ اطنان . وعندئذ يستطيع الأمريكيون ان يبدأوا بارتياح بمرحلة الصواريخ الكبيرة (صواريخ الجيل الثاني) فيبدأون بتحقيق برنامج ضخم جدا نذكر منه :

أ - مشروع أبولو وهو توسيع لمشروع عطارذ ، وهدفه هو ان يوصل الى المدار سفينة تتسع لثلاثة اشخاص ، ويكون هذا المدار متناولا جدا بحيث يتعد اوجه الى اكثر من ٤٠٠ الف كيلو متر ، حتى يتمكن هؤلاء الملاحون من الدوران حول القمر ورصد وجهه الخلفي . أما النزول على القمر فلا يفكر فيه في تلك المرحلة .

ب - مشروع بروسبكتور (المنقب) وهو امتداد لمشروع رانجر وسرفيور ، ويستهدف ايصال محطات صغيرة متنقلة الى سطح القمر .

ج - مشروع فوياجر (المسافر) ويستهدف ايصال الاجهزة الى سطح الزهرة والمريخ .

٤ - التوابع الفنية :

لقد اتسمت توابع الجيل الثاني ، كما بينا ، بالسعي في زيادة الوزن لتحقيق بعض الحرية في حركتها او للسماح للانسان بالركوب فيها . فهذا الاتجاه ، وان كان هو المميز لتوابع هذا الجيل ، فان اطلاق التوابع القذفية

لم يقف في شهر من الشهور بعد انتهاء السنة الجيوفيزيائية ، وذلك لان الفتوح التي فتحتها التوابع خلال تلك السنة كشفت عن آفاق جديدة يمكن ان يستفاد فيها من التوابع الدائرة حول الارض استفادة دائمة لا يقتصر مداها على أشهر ولا على سنوات محدودة .

عمل الامريكيون هذه المرة وحدهم في هذا المضمار ، ولا يعني ذلك ان الروس لا يهتمون بهذا النوع من التوابع ، فقد بين الاستاذ نظميانوف في عام ١٩٥٩ ان مجال تطبيقات التوابع غير محدود ، مثله في ذلك كمثل الطائرات اذ كان يستحيل في فجر عصر الطيران التنبؤ بتطبيقاته المقبلة .

وان السوفييت اذا هم لم يقذفوا الى المدار بأقمار « فنية » بعد السنة الجيوفيزيائية ، فذلك لانهم ، على ما يبدو ، يفضلون الاقتصار في التجارب على أقلها عددا . وان لا يجروا هذه التجارب الا في حين اقتضاها .

وهكذا أطلق الامريكيون في عامي ١٩٦٠ و ١٩٦١ عددا كبيرا من الاقمار الفنية نجح بعضها ، وفشل بعضها الآخر . ونصنفها حسب مهمتها ، في ثلاث زمر : توابع الارصاد الجوية والملاحظة والمراقبة ، والتوابع الملاحية ، وتوابع المواصلات اللاسلكية .

الزمرة الاولى - توابع الملاحظة والرصد :

نماذجها هي أقمار تيروس Tiros وهي ملخصة من اسمها : Television and Infra Red Observation Satellite وهي مزودة بكمرات تلفزيونية وخلايات حساسة على الاشعة تحت الحمراء ومن هاتين الصفتين اشتق اسمها وهو : اقمار المراقبة بالتلفزيون وبما تحت الاحمر . وقد أوردنا تعداد هذه التوابع في الفصل الخامس تحت الارقام : ٣٩ ، ٥٣ ، ٦٥ .

قامت هذه التوابع بتصوير ونقل عدد ضخم من صور السحب الى الارض ، منها الغث ومنها السمين . ففي ٩ نيسان ١٩٦٠ صور تيروس الاول في عرض استراليا تركيبا سحائيا واسعا جدا ذا شكل لولبي يبلغ قطره ١٨٠٠

كم ، وكذلك في ١٩ أيار ، تشكيلة سحابة لماعة تكاد تكون مربعة قائمة وحدها في السماء على بعد ٨٠ كم من شمال فتشيتا فولز في ولاية تكساس . وكانت ، كما قال مدير قسم التوابع في مصلحة الارصاد الجوية الامريكية ، لقطة نادرة لانها صورة تشكيلة سحابة مولدة للاعصار .

صور تيروس الاول كذلك ، سحابة لولبية واسعة جدا تمتد من فوق آلاسكا الى جنوب كاليفورنيا . وكشف عن وجود غيوم فوق الارجنتين تسير على آثار تيار الخليج العالي الذي في نصف الكرة الجنوبي . وقد كانت دهشة خبراء الارصاد عظيمة حينما اكتشفوا في بعض الصور التي نقلها تيروس الاول ان جمل السحب الاعصارية التي تبلغ سعة الواحدة منها عدة آلاف الكيلو مترات هي متصلة فيما بينها بخيوط سحابة دقيقة .

تقرر تزويد التوابع المقبلة من هذه المجموعة بأنواع مختلفة من الخلايا تحت الحمراء لتقدير درجة حرارة الغيوم والمحيطات والاراضي التي ستحلق فوقها .

ويفكر الامريكيون ، بعد نجاح هذه الارصاد بتحقيق مشروع يسمى Nimbus وهو الاسم الذي يطلق على السحب المنخفضة الدجئة (المزن) ويقصدون من هذا المشروع تعميم عملية التابع تيروس على الكرة الارضية بأكملها بواسطة شبكة من التوابع تمد محطات الارصاد الارضية بمعلومات كاملة عن تطور الجمل السحابية . ويقدر ان سبعة توابع نمبوس ذات مدارات مناسبة تكفي لتغطية الكرة الارضية . وبذلك تتجمع معلومات متكاملة تكفي لعلم الطقس للاستنتاج الصحيح والتنبؤ بالحوادث الجوية على أسس منطقية .

وتلحق بزمرة توابع الملاحظة ، والمراقبة اقمار ميداس وساموس ، على أنها تنتمي الى برنامج آخر ، وهي أولى التوابع الامريكية الثقيلة .

فأما توابع ميداس المشتق أسماها من Missile Defense Alarm System فهي مزودة بأجهزة معقدة ، وعلى الاخص بخلايا تحت الحمراء لكشف الحرارة

النتيجة من اطلاق الصواريخ الكبيرة ، وتوابع ساموس اشتق اسمها من Satellite and Missile Observation System وهي مزودة بألات تصوير يمكن انقاذ افلامها في المستقبل .

صمم هذان النوعان من التوابع ضمن اطار برنامج للمراقبة ، وهذه المراقبة قد تكون لحساب دولة واحدة (امريكا) أو لحساب اتفاق دولي . فكأنما أقمار ساموس هي العيون المبصرة الكاشفة لاطلاق الصواريخ ، واقمار ميداس هي الاذان السامعة لعملية الاطلاق .

وقد اوردنا المعلومات اللازمة عن اقمار هاتين الزمرتين في الفصل الخامس ، وأرقامها هي : ٣٦ ، ٤٤ ، ٥٤ ، ٦٦ .

الزمرة الثانية - التوابع الملاحية :

مهمتها ان تقوم مقام البوصلة والسدسية المستعملة في الملاحة لتعيين المكان بدقة على الارض ، أو البحر . وذلك بالاعتماد على الاشارات التي ترسلها هذه التوابع كأنها منارات للفضاء كاملة التجهيز وتدور على مدارات معروفة .

أوردنا تفاصيل هذه التوابع تحت الارقام ٤٠ ، ٤٥ ، ٦٣ .

ومن الممتع حقا ان نستعرض باختصار كيف تسمح توابع ترانسيت للسفن والطائرات بتقدير مواقعها الجغرافية في كل لحظة . فثم دليل جديد على أن ملاحه الفضاء قد فتحت آفاقا واسعة لتطبيق قوانين الفيزياء بمختلف أنواعها ، وباشكال لم يكن يحلم بها الانسان قبل عشر سنوات . وكأنما قام بينهما اتفاق على تبادل المنافع ، بحيث تستفيد ملاحه الفضاء من الفيزياء على أوسع نطاق ، وتؤدي لها في مقابل ذلك خدمات جلى اذ تفتح لها آفاق الكون بأسره .

في الفيزياء حادث هام يسمى مفعول دوبلر ، وخالصته ان كل حادث دوري كالصوت والضوء له تواتر معين . ففي الصوت يحدد التواتر ما يسمى بارتفاع الاصوات ، فالاصوات الحادة مرتفعة التواتر (أي كثيرة الذبذبة)

والاصوات الخشنة منخفضة التواتر (أي قليلة الذبذبة) وفي الضوء يحدد التواتر اللون • فالضوء البنفسجي (وهو في الحقيقة مؤلف من أضواء بنفسجية كثيرة) تواتره أعلى من الاخضر ، وهذا بدوره أعلى من الاصفر والاحمر • فإذا صادف ان كان منبع الصوت او الضوء بحالة حركة بالنسبة للشخص السامع او المشاهد ، فان الصوت او الضوء يصلان الى هذا الشخص بتواتر (ظاهري) يختلف عن التواتر الحقيقي ، ويعظم هذا الاختلاف بعظم السرعة • وإذا كان المنبع يقترب من الشخص بدا التواتر اعلى من حقيقته وإذا كان يبتعد عن الشخص بدا أصغر من حقيقته •

وأبسط مثال على مفعول دوبلر ما نشاهده عندما تقترب منا سيارة وهي تزمز ثم تبتعد عنا • اذ نسمع صوت زامورها اعلى من حقيقته عند اقبالها وأدنى من حقيقته عند اديارها • وعندما تصل الى محاذاتنا يخيل لنا ان طبقة الصوت تنخفض فجأة اذ هي تنتقل من العلو الى الانخفاض •

يشاهد هذا الحادث كذلك في الفلك : فالسدم (المجرات) البعيدة تتحرك مبتعدة عن عالمنا ، ويسبب ابتعادها هذا تغير لون الضوء الواصل منها لنا • وقد استطاع العلماء بفضل ذلك تقدير سرعة ابتعادها •

والخلاصة ان حادث دوبلر هام جدا ، وينطبق بالطبع على التتابع حين تذبذب ، فتواتر اذاعتها الملتقط يختلف عن تواترها الحقيقي ، يزيد عند اقترابها من محطة الرصد وينقص عند ابتعادها عنها • فاذا كانت القيمة الاصلية للتواتر معروفة ، أمكن بفضل قياس قيمته الظاهرية ، تقدير سرعة التابع أثناء دورانه ومعرفة اقترابه وابتعاده •

كيفية تعيين الموقع الجغرافي :

هنالك شرطان أساسيان للاستفادة من التتابع الملاحية في تعيين الموقع الجغرافي لسفينة او لطائرة في أثناء رحلتها • وهما :

١ — ينبغي ان يبث التابع الملاحي اشارته اللاسلكية على تواتر محدد

تماما ومعروف سلفا ، حتى يسمح تقدير التواتر الظاهري (أي الذي يتلقاه الملاح فعلا) من معرفة سرعة السفينة او الطائرة بالنسبة الى التابع ، بتطبيق مفعول دوبلر . لهذا السبب ثبت الامريكيون تواتر الاجهزة التي زودوا بها ترانسيت الاول تهيئة دقيقة .

٢ — يجب ان يكون مسار التابع الملاحي (أو مسارات التوابع الملاحية) معروفا في كل لحظة بدقة كبيرة ، ويصعب تحقيق هذا الشرط على مدى زمني طويل ، بسبب التنقل الذي يحصل مع الزمن في مدارات التوابع .

لذلك ينبغي أن تتبع حركة التابع الملاحي من الارض ، اتباعا دقيقا متواصلا ، وان تعرض نتائج هذا الاتباع على الآلات الالكترونية الحاسبة لكي تخطط المسار بدقة . ثم يجب اذاعة هذه المعلومات على الملاحين الذين يستهدفون استخدامها في رحلاتهم . تكون هذه الاذاعة يومية او نصف يومية . لهذا صمم الامريكيون توابع ترانسيت التي جاءت بعد الاول ، بحيث تقدر ان تذيب بنفسها عناصر مداراتها ، بعد ان تتلقى حساب هذه العناصر من محطات الرصد على الارض .

تبين من استعمال التوابع الملاحية المتتالية ان هذه الطريقة قادرة ، بعد تحسينها ، ان تصبح عظيمة الضبط . ويقدر الآن انها تستطيع ان تحدد أية نقطة من سطح الارض بخطأ لا يزيد على ١٦٠ مترا . ويزعمون الاستفادة منها في اعمال الكاداستر ، اذ تبين انها سمحت بتقدير المسافة بين نقطتين على سطح الارض تبعدان عن بعضهما بـ ٣٢٠٠ كم بخطأ لا يزيد على ٣٠ مترا . وهذا يفسح امامها آفاقا جديدة في الاعمال الجيوديزية ورسم الخرائط المضبوطة .

الزمرة الثالثة - توابع الاتصالات اللاسلكية :

يبدو ان التوابع الفنية ستكون لها فائدة جلى في مستقبل الاتصالات اللاسلكية . وذلك لان كثرة هذه المواصلات تجبر على استعمال الموجات

المتناهية في القصر ، وهذه الموجات شبيهة بالضوء في انتشارها على خط مستقيم . ولما كانت الارض كروية ، فليس بالامكان تحقيق اتصال مباشر بالموجات القصيرة على مسافات بعيدة . الامر الذي حدا بالفن الى الاعتماد على محطات التقوية المعروفة في الراديو والتلفزيون . وليس من المعقول ان تعمم هذه الطريقة على مقياس القارات .

لذلك لم يعد هنالك سوى حل واحد وهو سلوك طريق الفضاء ، فولدت لهذا السبب توابع المواصلات اللاسلكية ولها حتى الآن نموذجان وهما :
الصدى Echo والبريد courier .

اتجه تفكير خبراء المواصلات اللاسلكية منذ زمن طويل الى اللجوء الى سطوح تقع خارج الارض لاستعمالها كمرآيا تعكس امواج اللاسلكي . وهناك سطح عاكس طبيعي هو القمر . ففي عام ١٩٤٦ سلطت عليه امواج الرادار فعكسها الى الارض ، وعلى اثر ذلك أسست مواصلات لاسلكية بين واشنطن وجزر هوائي .

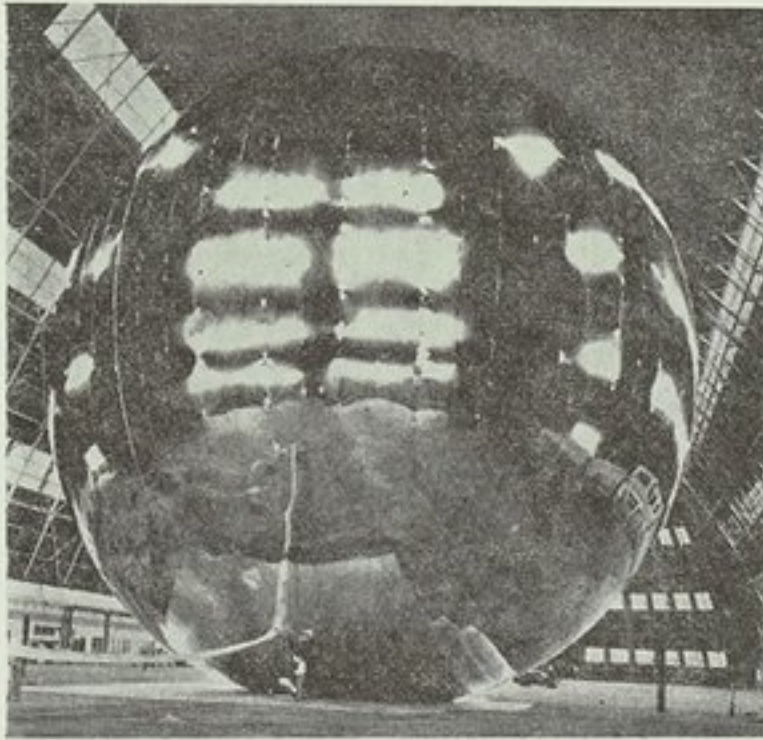
غير ان القمر لبعده الكبير (٣٨٥ الف كم وسطيا) لا يعكس الا جزءا ضئيلا من الطاقة الموجهة عليه ، وهو ، علاوة على ذلك ، لا يوجد في السماء حسب الطلب . لذلك فان التوابع الصناعية حلول اكثر مرونة . ولما كان سطحها العاكس ينبغي ان يكون كبيرا حتى تعكس اكبر كمية ممكنة من الطاقة فقد عمد الامريكيون الى خلق توابع كروية (بالونات) غاية في الكبر .

اقترح اطلاق توابع الصدى في الولايات المتحدة منذ عام ١٩٥٥ من قبل الدكتور بيرس ، الاستاذ في معهد التكنولوجيا بكاليفورنيا . وجاء الى واشنطن عام ١٩٥٨ لتقديم البيانات عن مشروعه . فأكد الضرورة الملحة للولايات المتحدة في الحصول على حل لتسمية مواصلاتها مع بقية العالم . وابتان الدكتور بيرس انه خلال مدة ثلاثين عاما (١٩٢٧ - ١٩٥٧) زاد عدد المكالمات الهاتفية بين أمريكا والقارات الاخرى من ١١ الفا الى ثلاثة ملايين في السنة ، وان نمط التزايد هذا سيجبر أمريكا على اللجوء الى وسائل

تسمح باستعمال كمية كبيرة من المخبرات في آن واحد بواسطة الموجات الشديدة القصر ، والمعكوسة على التوابع الصناعية ، اذ يكفي توجيه حزمة من الامواج الى تابع يدور على ارتفاع مناسب ، لخلق « صدى » أي انعكاس ، وعندئذ يمكن ايصال الامواج الى أوروبا .

جرت أول محاولة لاطلاق تابع المواصلات في آب ١٩٥٩ ولم تنجح ، وحدد موعد لتجديدها في ربيع ١٩٦٠ ، وأرسلت مصلحة المواصلات في الولايات المتحدة الى جميع محطات الرصد في العالم كثيرا من الخرائط والايضاحات المفصلة لمتابعة القمر الصناعي اثناء دورانه .

ولم يطلق التابع (الصدى - ١) الا في ١٢ آب ١٩٦٠ . واعطي له مدار مرتفع يقارب المستدير (راجع الرقم ٤٩) يدوره في مدة تقارب الساعتين . وكان اثناء اطلاقه مطويا داخل كرة قطرها ٨٤ سم ، موضوعة في رأس الصاروخ . ولما وصل الى الفضاء انفصل عن غلافه وتصدت فيه



الشكل (٢٠) - الصدى

كمية ١٤ كغ من المسحوق فاستحالت الى بخار ، فاستحال الى كرة كبيرة وزنها الاجمالي ٦٢,٣ كغ وقطرها ٣٠ م ، ذات غلاف رقيق جدا (سمكه ٠,٠١٣ مم) مطلي من الخارج بطبقة رقيقة من الالمنيوم اللماع تسمح له بان يعكس الامواج اللاسلكية حتى حدود تواتر قدره ٢٠ الف ميغاسيكل . (١,٥ سم) وبالرغم من انه كان تابعا سلبيا ، فقد زود بجهاز مذياع لكي يسهل تعيين مكانه بسهولة حتى يمكن ان توجه نحوه حزمة الامواج اللاسلكية التي يراد عكسها على سطحه . هذا التابع ذو الحجم الكبير يرى بالعين المجردة ويبدو في سماء المناطق التي يحلق فوقها ، كأنه نجم من نجوم القدر الاول . (وقد شوهد في سماء دمشق بعيد الغروب مساء العاشر من ايلول ١٩٦٠ وهو يسير بسرعة كبيرة تميزه بسهولة عن نجوم السماء) . ولا يمكن رؤيته الا في البلاد الواقعة بين درجتي العرض ٤٧ شمالا وجنوبا .

جرت بفضل هذا التابع تجارب مفيدة جدا . فأرسلت بواسطته في البداية رسائل من شاطئ الاطلسي الى شاطئ الهاديء ثم نقلت صورة للرئيس ايزنهاور . والتقطت المؤسسة القومية الفرنسية للمواصلات اللاسلكية في باريس ، اشارات صادرة من محطة هولمدل في امريكا .

وبعد مدة من الزمن اخذ التابع بالتقرب من الارض ، فتناقص ارتفاعه ، وكانت الشهب قد اتخذته هدفا لهجمات فأكلته أكلا ، وبدأ شكله الكروي يتشوه منذ نهاية شهر آب ، ثم زاد عدد الثقوب فيه الى حد افقده شكله الاصلي تماما ، فأصبح كالخرقة السائبة . ومع ذلك فقد ظل يؤدي مهمته ، ودوام حتى أوائل ١٩٦١ على تحقيق الاتصالات اللاسلكية بين امريكا واوروبا .

مهما تكن النتائج التي اعطاها تابع الصدى ، فلا شك في انه بالشكل الذي صنع فيه لا يمكن ان يكون حلا حاسما للمستقبل . لانه علاوة على التغيير السريع لمداره يتصف بعيب كبير هو شدة تبديده للامواج اللاسلكية .

كانت موجات اللاسلكي الساقطة على سطحه تنعكس مبعثرة في جميع الاتجاهات ، بسبب تحدب هذا السطح . ولذلك فلم يكن يصل من هذه

الموجات الى محطة الاستقبال الا جزء هزيل جدا ، من الاستطاعة الكهربائية الواردة على التابع . وهذه الاستطاعة نفسها ايضا جزء صغير من حزمة الامواج الاصلية الصادرة من محطة الاذاعة . لذلك كان مردود هذه العملية ضعيفا جدا . وقد أجريت محاولات عديدة لتحسينه ، ولكنها كانت كلها قليلة الفائدة ، مما حمل الامريكيين على تعديل المبدأ من اساسه . فعمدوا ، بدلا من الاستعانة بتابع سلبي الى الاستعانة بتابع يقوم بدور محطة التقوية . ودشنوا هذه الطريقة الجديدة بواسطة التابع المسمى بالبريد .

البريد الاول :

هو في الحقيقة ثاني نموذج من نوعه ، لان الاول فشل عند الاطلاق . وقد اعطي لتابع البريد هذا مدار بعيد نسبيا (الحضيض ٨٠٦ كم والابوج ١٠٥٨ كم) (راجع الرقم ٥٢ من جدول التوابع) ومظهره الخارجي كرة قطرها ١٢٨ سم ، ويبلغ وزنه ٢٢٧ كغ ، منها ١٣٦ كغ للاجهزة الالكترونية . وقد رصع سطحه الخارجي بـ ١٩١٥٢ خلية شمسية تولد استطاعة كهربية قدرها ٦٢ واط .

اشتغلت اجهزة هذا التابع شغلا ناجحا مدة عدة اشهر . وخاصة الجهاز المسجل الذي يسجل الرسائل اللاسلكية التي ترده عندما يمر فوق محطة الاذاعة ، فيعيد نشرها واذاعتها عندما يمر فوق محطة الاستقبال . لذلك فان تسميته بالبريد تسمية صحيحة اذ يعمل فعلا كساع للبريد في الفضاء . ومن المحتمل ان تزود توابع هذا الصنف في المستقبل برموز خاصة لكل محطة استقبال بحيث يذيع التابع على كل محطة ما يخصها من الرسائل عند تحليقه فوقها .

تقليص الرسائل :

زيادة امكانيات التابع تقلص الرسائل قبل اذاعتها عليه من الارض ، ولشرح ذلك نذكر كيف تمكن الامريكيون من ان ينقلوا بواسطة البريد الاول كتاب

التوراة بكامله ويبلغ عدد كلماته ٧٧٣٦٩٣ كلمة .

١ - سجل النص أولا على جهاز تسجيل عادي ، وقد استغرقت عملية الاملاء بالسرعة العادية ٣٦ ساعة .

٢ - اعيد امرار الشريط بكامله في مدة ١٤ دقيقة ، وهي المدة التي يحلق خلالها في سماء محطة الاذاعة . ومن البديهي ان الاذاعة بهذه السرعة غير قابلة للقراءة ولا يمكن سماعها . ولكن ذلك لا يمنع التابع من تسجيلها .

٤ - اعيد تدوير هذا الشريط الاخير ببطء ، بحيث قرأ في مدة ٣٦ ساعة ما كان قد سجله في أربع عشرة دقيقة . وبذلك امكن توصيل نص التوراة بكامله .

وهكذا تجلت منذ عام ١٩٦٠ الفوائد الجلى التي ترتجى من توابع المواصلات اللاسلكية ولهذا طلبت الشركة الامريكية للهاتف والبرق ، من اللجنة الاتحادية للمواصلات ان يسمح لها بتحضير برنامج لقذف توابع خاصة (غير حكومية) غايتها نقل برامج التلفزيون وتأمين المواصلات الهاتفية بين أمريكا وأوربا عن طريق الفضاء .



الفصل الثامن

استرجاع التوابع ووصول الانسان الى الفضاء

جميع التوابع التي تقدمت دراستها توابع قذفية صرفة ، بمعنى انها متى انتهى الاحتراق في صاروخها الدافع ، اصبحت تتبع قوانين الميكانيك دون ان يكون لها اية حرية او امكانية في تغيير محركها بصورة من الصور ، هكذا كانت الاقمار الاولى في اعوام ٥٨ و ٥٩ ، حتى التي ارسلت منها الى القمر أو التي خرجت عن جاذبية الارض تماما ، وكذلك كانت الاقمار الفنية أيضا .

غير أن ملاحه الفضاء ، وما لها من اهداف بعيدة ، لا تعد كل هذه التحقيقات المدهشة سوى مرحلة او مرحلتين اوليين في بداية طريق طويلة جدا ربما كانت غايتها غير محدودة . لكن المرحلة الثالثة فيها هي اطلاق أقمار قابلة للاسترداد ، أي للرجوع سالمة في الارض . ولا يخفى ما في هذه العملية من فوائد علمية جمة لانها تسمح باسترداد الآلات والاجهزة المركبة في التابع وبالفوز بجميع المعلومات التي سجلتها والافلام التي صورتها . وهي أيضا فاتحة لوصول الانسان الى الفضاء .

ان استرجاع التوابع الى الارض اول عملية ارادية تطبق على سفن الفضاء هذه السفن التي يؤمل ان تكتسب في المستقبل حريات واسعة في حركاتها كالطائرات تماما ، حتى تستطيع الذهاب الى الفضاء ثم الاياب منه بنسبة كبيرة من الطمأنينة حتى يمكن ان تسلم اليها أرواح ملاحي الفضاء . ومعنى هذا الاسترجاع ايصال السفينة من مدارها الى الارض سالمة . فهذا الاسترجاع يعتبر من وجهة النظر الميكانيكية عكس عملية القذف والايصال الى المدار .

وقد رأينا ان اىصال التابع الى مداره حول الارض يتطلب خلق سرعة قدرها ٨ كم/ثا تقريبا . فالصاروخ الذي يحقق هذه السرعة لسفينة الفضاء ويوصلها الى مدارها ، قادرا ايضا ، اذا امكن تأمينه لها وهي في مدارها ، ان يوصلها الى الارض بعد ان يفني هذه السرعة .

غير ان الاعتماد على الصاروخ لاعادة السفينة الى الارض عملية مكلفة جدا . ويكفي ان نذكر ان تحقيق سرعة التتبع (التدوير حول الارض) يقتضي أن تكون نسبة الكتلتين على الاقل ١٠٠ . لذلك فان اعادة السفينة الى الارض يستلزم تحقيق هذه النسبة ايضا . ومعنى ذلك ان كتلة هذه السفينة لا يمكن ان تتجاوز جزءا من مائة من مجموع كتلتها مع كتلة الصاروخ المزودة به . فاذا كان هذا المجموع ٥ اطنان (وهو الآن حد اعظم) ، فان السفينة نفسها لا تتجاوز كتلتها ٥٠ كغ والباقي وقدره ٤٩٥٠ كغ هو كتلة الصاروخ الذي عليه أن يوصلها الى الارض سالمة .

ولا ننس كذلك ان الكتلة الاصلية للصاروخ عند مغادرته للارض أثناء عملية القذف ينبغي ان تكون اكبر بمائة مرة اي أن تبلغ ٥٠٠ طنا . كل هذا لاعادة ٥٠ كغ الى الارض .

ولو سلمنا جدلا بهذا الحل ذي الكلفة الباهظة ، فمن الصعوبة بمكان (في المرحلة الحاضرة من الفن) ان يعمل هذا الصاروخ المعيد الى الارض ، عملا منتظما وفي الاتجاه المناسب لكي تنجح التجربة .

لذلك لم يفكر احد باللجوء الى هذا الحل المكلف ، وانما انصرف العلماء الى التفكير في الاستفادة من وجود طبقة الهواء المحيط بالارض وتسخيرها لتعمل بالتحاك على تخفيف سرعة السفينة تدريجيا . ويقتضي ذلك اتخاذ احتياطات هي في مجموعها المشكلة الرئيسية لعملية الاسترجاع . ويمكن تلخيصها في العمليتين الآتيتين :

١ - يكون التابع في البداية سائرا على مداره الذي تلزمه به قوانين الميكانيك (حيث تتعادل جاذبية الارض له مع قوته النابذة) ولكي

يبدأ بالعودة لا بد له من الخروج عن مداره هذا والاقتراب من الارض ، فتتأط هذه المهمة الى جهاز محرك ينبغي ان يكون موجودا فيه • فيطلب منه ان يحدث دفعة تسبب تعديل المدار • واهون سبيل الى هذا هو تزويد التابع بصاروخ صغير • فعندما يخرق وقود هذا الصاروخ يطلق غازاته امام التابع فينقص من سرعته قليلا ، ويختل بذلك التوازن الذي كان قائما من قبل بين جاذبية الارض والقوة النابذة •

تفترض هذه العملية طبعا ان يكون التابع قادرا على توجيه نفسه ، وعلى أن يحدث اشتعال الصاروخ في الوقت المناسب ، ويعني ذلك ان يكون التابع قادرا على اجراء بعض العمليات الملاحية والتوجيهية •

أما الدفعة اللازمة المعاكسة لحركة التابع ، فهي بسيطة في قيمتها • اذ يكفي اعطاؤه سرعة معينة لسيره تعادل بضع مئات من الامتار في الثانية فقط •

٢ — لما يبدأ التابع بولوج الطبقات الكثيفة من الجو تستحيل طاقته الحركية تدريجيا الى حرارة • ولو حسبنا ارتفاع الحرارة الذي ينتج من التحاك وتحول الطاقة الميكانيكية الكلية للتابع الى طاقة حرارية لوجدنا انه يبلغ عدة عشرات الالوف من الدرجات • فاذا لم تبدد هذه الحرارة في الجو احترقت السفينة وتبخرت كما تبخر الشهب والنيازك •

ان صعوبة اىصال سفينة الفضاء الى الارض ناتجة من ضرورة استنفاد الطاقة العظيمة التي تحملها • ليتسنى وصولها الى الارض بدون سرعة فلا يصيبها عطب • ولا يغيب عن البال ان اىصالها الى محركها المرتفع واعطاءها السرعة اللازمة للدوران قد تطلبا احراق مئات الاطنان من الوقود • فهذه الطاقة الحرارية

الهائلة التي انتشرت اثناء الاحتراق ، قد تحول قسم منها الى طاقة ميكانيكية اكتسبها التابع ، وتقدر بعشرات الملايين من الكيلو جول . فاذا اردنا ان نفيها بتحويلها الى حرارة بالاحتكاك بذرات الهواء ، وجب تبديد هذه الحرارة في الجو حتى لا تؤثر على السفينة فتصيبها هي ومن فيها بأذى .

لو قارنا على سبيل المثال الطاقة الحركية لسفينة الفضاء التي كتلتها طنان فقط وسرعتها ٧,٨ كم في الثانية أي ما يقارب ٢٨ الف كم في الساعة بالطاقة الحركية لقطار كتلته الف طن يسير بسرعة ٩٠ كم/ساعة لوجدنا ان الاولى تعادل طاقة ١٨٠ قطارا كهذا، واذا أضفنا الى الحساب الطاقة الكامنة للسفينة وهي على ارتفاع ٣٠٠ كم مثلا لحصلنا على ما يعادل طاقة عشرين قطارا أيضا . فبا بالك بافناء كل هذه الطاقة الهائلة في مدة وجيزة هي مدة الهبوط .

فلو ان السفينة اخذت تسقط شاقوليا بسرعتها الكبيرة ، لاخرقت الطبقات الكثيفة من الجو نظريا في بضع ثوان . وعندئذ يصبح تدميرها أمرا محتوما بسبب الحرارة الهائلة المنتشرة . لذلك ينبغي ان تتخذ جميع الوسائل لتبديد اكبر قسم من هذه الحرارة في الهواء . وذلك باختيار الاستقامة المناسبة لولوج السفينة في الهواء . فالامل الوحيد في ايصالها سالمة هو في جعلها تخترق الطبقات الكثيفة تدريجيا ، ويقتضي ذلك ان تقدم على هذه الطبقات بصورة مماسية او قليلة الميل ، لا أن تدخلها عموديا .

ومهما يكن من الامر ، فان السفينة لدى دخولها بسرعتها الكبيرة في الجو ، تدفع امامها ذرات الهواء المتراكمة . لانها لا تستطيع الفرار منها وهي سائرة بتلك السرعة . فيتولد امام السفينة شبه وسادة هوائية مضغوطة جدا تأخذ بالانتفاخ مع تقدم السفينة ، ويتعذر على هذه الذرات الهوائية المضغوطة ان تفر الا من اطراف الوسادة .

لذلك ترتفع حرارة الوسادة وتبلغ ١٠ آلاف درجة وتستحيل مادتها الى بلاسما (أي ايونات وكهارب واجزاء مختلفة) . والاقسام الحارة التي تفر

من اطرافها هي التي تعمل على تبديد هذه الحرارة الهائلة . لذلك ينبغي تسهيل حركة الفرار الجانبية هذه ، ويدعو ذلك الى جعل الوجه الامامي للسفينة محدبا كبير السطح (اي غير انسيابي) وهذا عكس ما يتوخى عندما يراد تسهيل انسياب السفينة او الطائرة في طبقات الهواء حيث يراد لها ان تعاند اقل كمية من الهواء اثناء تقدمها . وذلك لتوفير الطاقة التي تضيع في التحاك . في حين ان سفينة الفضاء العائدة الى الارض تدخل الجو وفيها وفرة هائلة من الطاقة يراد تبديدها . لهذا يعطى لمقدمة السفينة شكل غير انسيابي ، أي واسع جدا ليصطدم بأكبر كمية ممكنة من الهواء .

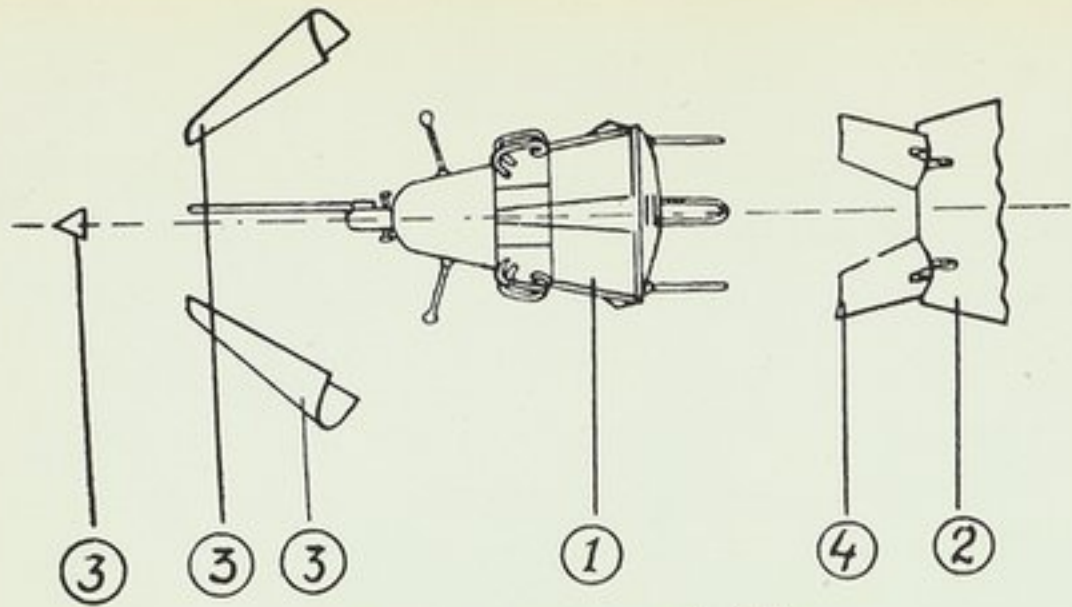
من أمثلة الاشكال المناسبة لهذه العملية جعل السفينة مخروطية رأسها في الخلف تصدم الهواء بقاعدتها ، وعندئذ يمكن ان تفرغ في الجو المجاور ٩٩٪ من حرارتها ، ويشترط لنجاح هذه العملية ان تلاقي الهواء بقاعدتها العريضة حتما والا حلت بها الكارثة .

على كل حال فان مقدمة السفينة ترتفع حرارتها الى ما يقارب ٢٠٠٠ وتأخذ بالاشعاع ، وينصهر قسم منها او يتصعد . ويمكن التسليم بفقد قسم من المقدمة ، ما دام في ذلك تبديد للحرارة فتزود المقدمة عندئذ بغلاف يشبه الدرع ، يضحى به عند العودة ، ومن البديهي ان وزن هذا الدرع ينبغي ان يكون صغيرا ، لئلا يذهب القسم الاكبر من السفينة فيه .

مشروع عطارد (Mercury) لاعادة السفينة :

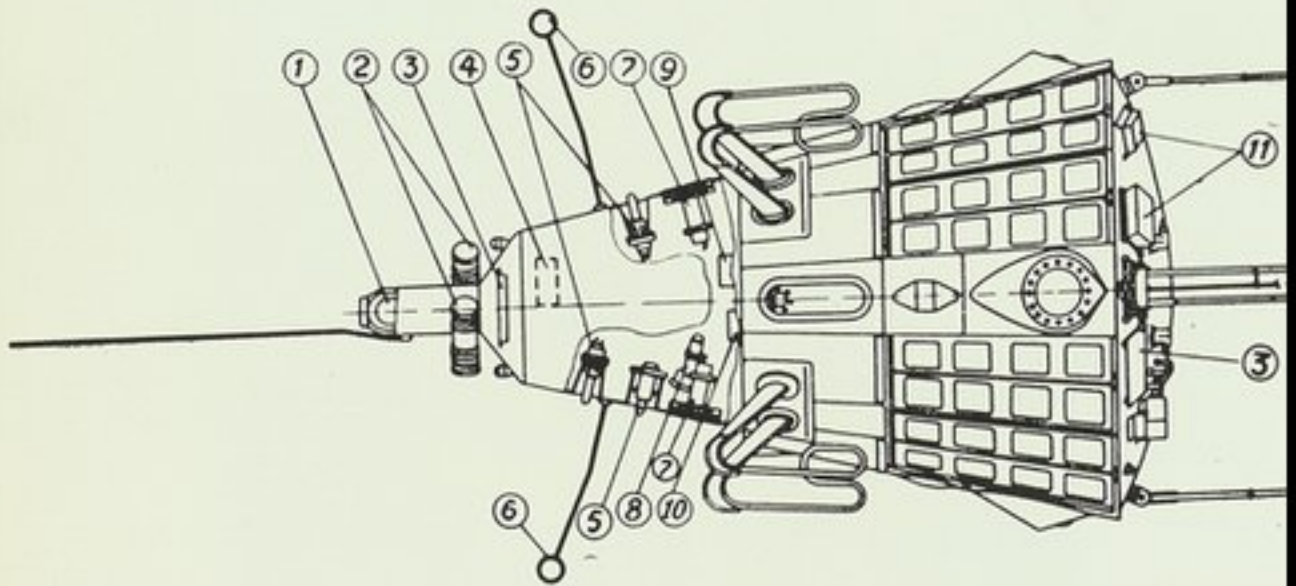
نذكر هذا المشروع الامريكي ، على سبيل المثال ، لايضاح كيفية اعادة الحجيرة (الكبسولة) من مدارها الى الارض . وتكون سرعتها بالطبع حوالي ٧,٨ كم في الثانية ، أي حوالي ٢٨ الف كم في الساعة .

بعد تشغيل الصاروخ المبطن او المعلق ، تخرج الحجيرة من مدارها وتميل نحو الارض ببطء وهي تتابع دورانها . وعندما تصل الى ارتفاع ١١٠ كم يكون الجام الهواء لها بعد ضعيفا . وكذلك تسخنها وتقصان سرعتها .



انفصال قمر سبوتنيك ٣ عن صاروخه الحامل

- ١ - سبوتنيك ٣
- ٢ - المرحلة الاخيرة من الصاروخ
- ٣ - مخروط الوقاية القابل للانفصال
- ٤ - الدرع القابل للانفصال



الاجهزة العلمية المركبة في سبوتنيك ٣

- ١ - المقياس المغناطيسي
- ٢ - المكتر الضوئي لتسجيل الجسيمات التي تسعها الشمس
- ٣ - البطاريات الشمسية
- ٤ - جهاز تسجيل الفوتونات الموجودة في الاشعة الكونية
- ٥ - اجهزة مغناطيسية وتأينية لقياس الضغط في الطبقات العليا من الجو
- ٧ - مقياس التدفق الكهربى لقياس الشحنات الكهربائية وشدة الحقل الكهربى
- ٨ - المطياف الكتلى لتسجيل تركيب الايونات في الاجواء العالية
- ٩ - اجهزة لتسجيل النوى الثقيلة في الاشعة الكونية
- ١٠ - جهاز لتسجيل شدة الاشعة الكونية الاولى
- ١١ - اجهزة لتسجيل سفار الشهب .

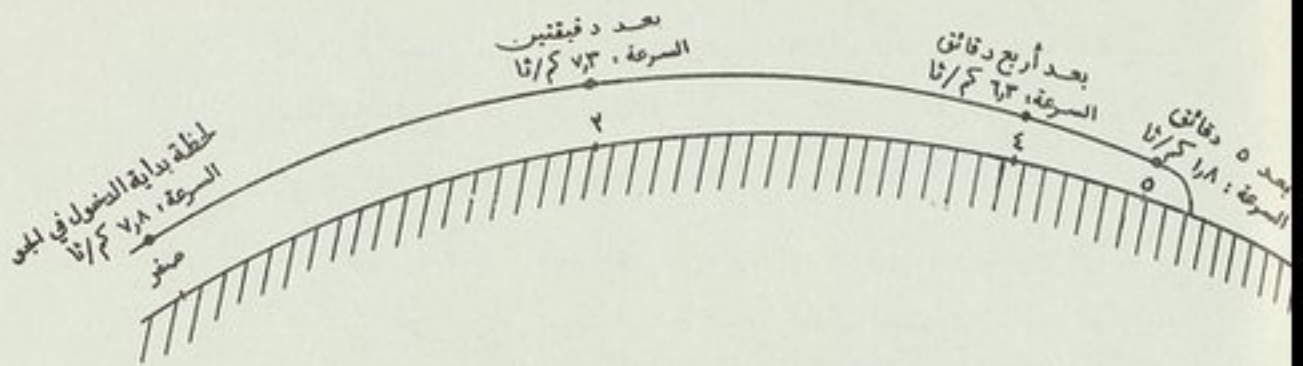
يوجد في داخل التابع بالاضافة الى ذلك اجهزة الكترونية ولاسلكية واجهزة توقيت وقياس درجة الحرارة وبطاريات كيميائية ولذلك فهي غير مرئية في هذا الشكل .



انقاذ كبسولة مركوري . - وهي تحوي على دمية شبيهة بالانسان ،
وقد التقطت من المحيط الاطلسي على بعد ٢٦٥ كم شرق جزيرة برمودا يوم
١٢ ايلول ١٩٦١ بعد ان دارت حول الارض دورة كاملة في ساعة و ٤٩ دقيقة



تجريب كبسولة مركوري (جو الكبير) وقد ركبت في ذروة صاروخ
اطلس ، تمهيدا لاطلاقها في رأس كانافيرال ووزن الكبسولة طنا واحدا
ويبلغ ارتفاعها ٢,٨٥ م وقطر قاعدتها ١,٨ م وقطر ذروتها ٥٠ سم (١٩٥٩)



الشكل (٢١)
البرنامج النظري لعودة كبسولة مركوري (امريكا)

لذلك نعتبر هذا الارتفاع نقطة ابتداء الدراسة ، ولحظته لحظة الابتداء .

١ - دون ال ١٠٠ كم ، تأخذ كثافة الهواء بالتزايد بشكل محسوس ، فتتضاعف كلما هبطت الحجيرة بمقدار ٥ كم . وهكذا يهبط ارتفاعها بين الدقيقة الثانية والدقيقة الثالثة من بداية الزمن من ٩٥ كم الى ٧٧ كم ، وترتفع الحرارة ارتفاعا شديدا . فتبلغ خلال هذه المدة القصيرة ثلثي قيمتها العظمى . ورغم هذا كله فان السرعة لا تهبط الا قليلا ، اذ ان قيمتها لا تنقص في نهاية الدقيقة الثالثة الا بمقدار نصف كم/ثا . والسبب في ذلك هو تناسب الطاقة الحركية مع مربع السرعة ، فقليل من النقصان في السرعات الكبيرة يعادل في مفعوله الحراري نقصانا كبيرا من السرعات الصغيرة . ولذلك كانت عملية الالجام كثيرة الكلفة في السرعات الكبيرة .

خلال هذه الدقائق الثلاث الاولى يبلغ تدني الحجيرة حوالي عشرين كيلو مترا ، بينما تكون قد قطعت افقيا - بسائق سرعتها الكبيرة - حوالي ١٣٠٠ كم ، فهذا يدل على أن ميل مسارها في الجو ضعيف جدا يعادل جزءا من ٦٥ .

٢ — اشد اللحظات حرجا في هذه العودة هي الدقيقة الرابعة ، لان الحرارة تستمر في الارتفاع وفي بدء الدقيقة الخامسة تصبح السفينة على ارتفاع يقارب ٦٠ كم وسرعتها لا تقل عن ٦,٣ كم/ثا .
ففي هذه اللحظة يبلغ تدفق الحرارة أشده .

٢ — بعد هذه الدقيقة تأخذ السرعة بالهبوط معجلة ، ويصبح التسارع العكسي قويا جدا فتبلغ قيمته تسعة امثال تسارع الثقالة الارضية وبسبب ذلك ينعطف المحرك انعطافا شديدا نحو الارض .

٤ — عند هذا الحد يعتبر ان عملية الرجوع قد نجحت ، وتصل الحجيرة الى طبقة الستراتوسفير ويخف تعجيلها العكسي ، وتكون قد اجتازت جدار الحرارة . ويصبح سقوطها بعد ذلك طبيعيا فتستعين بالمظلات للوصول الى الارض سالمة بعد ان تبدد القسم الاكبر من سرعتها في الطبقات العليا من الجو .

ليس هذا المثال بالانموذج الاوحد لاساليب اعادة السفينة ، بل هنالك طرق عديدة تشابه كلها في الاصل وتختلف في التفاصيل . فمنها ما يعطي للحجيرة سطوحا حاملة كالأجنحة تحلق في الجو مدة اطول مما ذكرنا ، وتخضع من سرعة سقوطها . وفي هذه الحالة تصبح نقطة الوصول الى الارض بعيدة جدا عن نقطة الدخول في الجو بعدة آلاف الكيلو مترات . ويصبح من العسير جدا تحديد مكان هبوطها على الارض بسبب عوامل الرياح التي تسوقها عندئذ . وعلى كل فانه يمكن الاستعانة بهذه الطريقة في تبطيء حركة سفن الفضاء الهابطة بسرعة اكبر من سرعة الدوران ، أي القادمة مثلا من القمر بسرعة تتراوح بين ١٠ و ١١ كم/ثا .

عمليات الاسترجاع الامركية :

بدأ الامريكيون هذه العمليات عام ١٩٦٠ فطبّقوها على توابع زمرة المستكشف (راجع الارقام ١٤ ، ١٦ ، ١٨ ، ٢٠ ، ٢٣ ، الخ ٠٠ من الفصل

الخامس) • ويبلغ وزن هذه التوابع ١٣٦ كغ ، فهي توابع خفيفة ، وقامت بدور المرحلة التمهيدية لعمليات المستقبل أي لمشروع عطار (مركوري) وابولو •

لهذه التوابع صفتان مميزتان : فهي أولا تظل في نهاية عملية القذف متصلة بالمرحلة الاخيرة من الصاروخ وتدور معه على مدار اهليلجي متطاول • والصفة الثانية هي في مستوى المدار فهو يمر من القطبين • لذلك فهذه التوابع تمر فوق كل من القطبين الواحد بعد الآخر ، ولكن الواحد منها مع ذلك لا يدور دوما فوق نفس خط العرض ، بل يبقى في مستوى قطبي ثابت بينما تدور الارض من تحته دورة كاملة في ٢٤ ساعة • لهذا السبب يبدو مدار توابع المستكشف ، بالنسبة لمن يراقبه من الارض ، وكأنه يدور ببطء بعكس جهة دوران الارض • ولهذا السبب ايضا يحلق هذا القمر بالتتابع فوق جميع مناطق الكرة الارضية • ففي كل ساعة ونصف تقريبا يدور دورة كاملة حول الارض ويكون مستوى مداره قد دار بقدر منطقة ونصف من (مناطق الساعات) •

تحرك عملية استرجاعه بعد أن يدور ١٧ دورة ، أي بعد ٢٦ ساعة من بدئه الدوران • فيكون خلال هذه المدة قد عاد الى التحليق فوق خط الطول الذي بدأ منه (في ولاية كاليفورنيا) وتخطاه بمدة ساعتين فأصبح فوق المحيط الهادىء فوق المنطقة التي ينتظر التقاطه فيها •

يجري عندها فصل الحجيرة عن الصاروخ اما بإشارة لاسلكية او بواسطة جهاز يربط كالساعة • فيعمل عندئذ الصاروخ الصغير المزود به وينقله من مداره الى منطقة الجو حيث تقوم ذرات الهواء بالجام حركته ، وينتهي بالسقوط في المحيط الهادىء بعد ان تبطأ حركة السقوط هذه بمظلة واقية تفتح بصورة آلية على ارتفاع ٣٠ كم تقريبا •

تراقب الحجيرة في المرحلة الاخيرة من سقوطها وتتبع بواسطة جهاز الاذاعة المركب فيها ، وكذلك بواسطة المظلة ذات الخطوط الحمراء الواضحة •

وعندما يجري كشفها لاسلكيا ، تقوم الطائرات الرابضة بانتظارها في جزر هاواي فتطير محاولة التقاطها وهي في الجو ، فاذا اخطأتها ففي الامكان البحث عنها على سطح البحر لانها تعوم .

اجرى الامريكيون محاولة استرجاع الحجيرة بواسطة اقمار المستكشف في عامي ١٩٥٩ و ١٩٦٠ فكان الفشل حليفها اثنتي عشرة مرة متتالية . وذلك اما لانها لم تفلح في الوصول الى المدار ، أو لان الجهاز الآلي المحرك للصاروخ المعيق للحركة لم يعمل . او لان الحجيرة ضاعت في الجو بسبب ولوجها طبقات الهواء بزواية غير مناسبة . . . الى ان تكلمت مساعيهم بالنجاح في التجربة الثالثة عشرة التي حصلت في آب ١٩٦٠ .

اطلق المستكشف الثالث عشر ، في العاشر من آب . ووصل الى مداره بالضبط . وكان الخطأ في الزاوية لا يزيد على ٠,٠٠٣ من الدرجة . وبعد أن دار ١٧ مرة ، اشتغل الصاروخ المعيق وبعد ذلك بتقليل سقطت الحجيرة في المحيط الهادىء وامكن اتباع سقوطها بواسطة الرادار . ثم التقطت من البحر بواسطة طائرة الهليكوبتر . فكانت أول حجيرة تستعاد بعد اطلاقها ودورانها حول الارض .

بعد ذلك بتسعة أيام اطلق المستكشف ١٤ ، وامكن استرجاعه والتقاطه من الجو بعد ان انفتحت مظلته الواقية .

تجارب السوفييت لاسترجاع السفينة :

نستخلص من الشرح المتقدم ومن تلخيص التجارب الامريكية ان نجاح الاسترجاع يقوم على تحقيق العمليتين الآتيتين :

- ١ — نقل السفينة من مدارها الاصلي الى مدار ثانوي يدخلها في الجو .
- ٢ — الاستعانة بجهاز توجيهي يعمل بالتعاون مع شبكة التوجيه ، المقامة على الارض ، في مراقبة هذا المدار الثانوي والتثبت منه أثناء العودة .

وقد عمل السوفييت منذ بداية عام ١٩٦٠ على احكام اعداد هاتين العمليتين وتنفيذهما . فأتموا الاولى بواسطة سفينة الفضاء رقم ١ ، واتموا الثانية مع الاولى في سفينة الفضاء رقم ٢ .

سفينة الفضاء الاولى - او سبوتنيك ٤ (راجع الرقم ٤٣ في قائمة التوابع)

هذا التابع هو أول السلسلة التي اطلق عليها الروس اسم سفن الفضاء ، وقد استحقت هذه التسمية لضخامتها ، فقد بلغت حمولة السفينة الاولى ٤٥٤٠ كغ وهو رقم ضخيم لم يبلغه أي تابع قبله . ويتألف من قسمين : أولهما تجهيزات السفينة مع محركاتها ، وثانيهما حجرة وزنها طنان ونصف ، في داخلها عدد من الاجهزة يبلغ وزنها مع مولدات الطاقة اللازمة لها : ١٥٠٠ كغ . وقد جاء في البلاغ السوفييتي الذي اذيع بمناسبة اطلاقها ان الغاية من هذه السفينة هي فتح طريق الفضاء للانسان ، لكي يقوم فيه عما قريب بجولات طويلة الامد . وأضاف البلاغ ان الحجرة الموصدة الكائنة في سفينة الفضاء تحتوي على جميع التجهيزات اللازمة لرجل الفضاء المقبل .

وقد احتوت الحجرة في الواقع على (شخص اصطناعي) في داخله اجهزة كثيرة التعقيد ففي شرايينه واورده سائل يدور كما يدور الدم في عروق الانسان ، بحيث يمكن اجراء تجربة مماثلة لرحلة الانسان في الفضاء . وزودت الحجرة بأجهزة تدرس سرعة النبض والدوران والجهد الملقى على عاتق (القلب) الاصطناعي خلال القذف واثناء اللاتقالة . ونقلت نتائج هذه القياسات بالراديو وكان لها دور هام في احكام صنع الاجهزة الاخيرة اللازمة للانسان في الفضاء . فزود لباسه بعدة طبقات ، لكل واحدة منها وظيفة ، ودور احداها كدور لباس الطيارين الذي يقيهم ضرر التسارع الكبير ، فيمنع الدم من التراكم في الاطراف السفلى بسبب تزايد الثقالة .

كان لهذه التجربة السوفييتية أهمية كبرى في اعداد العدة لوصول الانسان الى الفضاء ومن المعلوم ان الامريكيين والروس كانوا يسعون الى هذه الغاية

منذ عام ١٩٥٨ • ولبلوغ هذه الغاية لا بد من تحقيق شرطين أساسيين هما :
اطلاق توابع ذات وزن كاف ، وانجاح عملية الاسترجاع المسيرة والمراقبة •
باطلاق سفينة الفضاء الاولى تحقق الشرط الاول ، لانها احتوت ، كما
قلنا ، على حجرة جهزت كما لو كانت ستقل فعلا مخلوقا بشريا • وقد زودت
بكل شيء ، حتى بهاتف لاسلكي وضع بجانب (الشخص) اما الشرط الثاني
فلم يقصد تحقيقه في السفينة الاولى • وقد صرح السوفييت بأنهم لا ينوون
ان ينفذوا في هذه السفينة سوى عملية فصل الحجرة عن بقية السفينة بعد ان
تنجح عملية نقلها من مدارها الاصلي الى المدار الجديد القريب من الارض •

فشل عمالية الانتقال :

زودت هذه السفينة بجهاز يمكنها من كشف قرص الشمس والاستعانة
باتجاهاته في توجيه نفسها • وقد اشتغلت اجهزتها جميعا في البداية شغلا
ناجحا جدا استبشر منه بأن السفينة ستتمكن من اطاعة الاوامر الخاصة
المطلوبة منها • وعلى ذلك فقد اصدر العلماء السوفييت في ليلة ١٨ - ١٩
أيار الاوامر اللاسلكية من الارض لتحريك عملية اشتعال الصاروخ المبطن •
ولكن العملية جرت بعكس المطلوب • وعلل البلاغ السوفييتي ذلك بتخاذل
جهاز القيادة الالكتروني في السفينة •

من اليسير تصور ما حدث : من المعلوم انه عندما يطلب من الصاروخ
المبطن ان يعمل ، يجب ان تكون السفينة على أحسن حال من الاستقرار •
ويتحقق هذا الاستقرار مثلا بواسطة خلايا تحت الحمراء تتوجه في جهة
الافق ولا تطلق الصاروخ المؤخر ، بعد مجيء الاشارة الارضية ، الا متى
ظهر الافق على خطها التسديدي • لكن سفينة الفضاء الاولى كانت قد
استقرت على مدارها مقلوبة ، ولذلك فان الصاروخ المؤخر الذي فيها ، بدلا
من ان يكون مصوبا الى المقدمة ليعيق الحركة بالكبح ، تصوب الى المؤخرة •
فعندما اشتغل هذا الصاروخ ، ولد بدلا من الدفعة السلبية المبطنة ، دفعة
ايجابية الى الامام زادت من سرعة السفينة • فبعد ان تم انفصال الحجرة أخذت

تدور واياها على قطع ناقص جديد أبعد من الاول . اذ ارتفع اوجه من ٣٦٥ الى ٦٩٠ كم . وزادت مدة الدوران - حسبما قاستها محطة جوردل بانك في انكلترا - فارتفعت من ٩١,٢ دقيقة الى ٩٤ دقيقة .

يدل الحساب على أن زيادة السرعة التي حصلت من جراء هذه العملية تقارب ٠,١ كم/ثا ويستنتج من ذلك ان الصاروخ المبطيء لو عمل في الاتجاه الآخر ، لولد اعاقه بنفس القيمة اي ٠,١ كم/ثا ، ولنتج من ذلك دوران الحجرة على مدار أضيق واقرب الى الارض ، يوصل الحجرة بصورة اقتصادية الى الطبقات الكثيفة من الجو .

سفينة الفضاء الثانية - (رقم ٥١) :

جرى قذفها في ١٩ آب ١٩٦٠ ، وتقارب في وزنها السفينة الاولى (٤٦٠٠ كغ) وهي مزودة بجهاز راديو لبث الاشارات اللاسلكية ، يعمل على ١٩,٩٩٥ ميغاسيكل . أما المدار فدائروي تقريبا ويبلغ متوسط ارتفاعه ٣٢٠ كم . ومدة الدوران ٩٠,٧٢ دقيقة . وقد راقب السوفييت هذا المدار مراقبة شديدة الدقة لكي يضمنوا في اللحظة المناسبة وصول السفينة الى « طريق العودة » وهي بالوضع المناسب . أي في اللحظة التي يريدون فيها تشغيل الصاروخ المؤخر باشارة لاسلكية .

نص البلاغ السوفييتي على أن المهمة الاساسية لهذه السفينة هي دراسة جملة الشروط والوسائل الضامنة لبقاء الانسان خلال رحلة الفضاء . وعودته الى الارض سالما . لذلك وضع في حجرة السفينة عدة حيوانات ، وزودت بجميع الاجهزة اللازمة للانسان ، واجريت فيها عدة تجارب طبية وبيولوجية ، ونفذ برنامج كامل من البحث العلمي .

كان في مقدمة حيوانات السفينة كلبتان : بيلكا وستريلكا أي (السنجاب والسهم) وعمر كل منهما سنتان . وضعتا بالطبع في غرفة موصدة مكيفة الهواء . وروقت افعالهما بدقة من الارض . وكان في الحجرة اجهزة تقيس

على الدوام تواتر التنفس ونبضات القلب ، ولهذه الغاية اجريت لهما عملية صغيرة كشف فيها عن اوداجهما • ووضعت كاميرا التلفزيون امام الكلبتين فظهرتا للمراقبين على الدوام • اضيف الى ذلك وجود جهاز اذاعي ينقل على الدوام المعلومات المتعلقة بعمل جميع الاجهزة الموجودة في السفينة ، مع احوال الحيوانات •

ويبدو أن الكلبتين تحملتا مصاعب الرحلة بسهولة • وكانتا قد مرتنا عليها مدة سنة كاملة ، فعودتا على ارتداء البسة الفضاء ، وعلى وجود الاجهزة المعدة لتسجيل ردود الفعل الصادرة منهما • وكانتا تعلمان انهما ستغذيان بطريقة آلية ، وعودتا كذلك على تحمل الضجيج القوي الذي يحصل اثناء برهة انطلاق الصاروخ •

كان العلماء السوفييت على ثقة كبيرة من نجاح عملية الاسترجاع • ولم يكتسوا هذه الثقة اثناء المؤتمر الدولي لرحلات الفضاء ، الذي كان معقودا اذ ذاك في مدينة استكهولم • وقد حضره ٤٠٠ خبير امريكي ، مقابل ستة من الخبراء السوفييت منهم ليونيد سيدوف الذي أعيد انتخابه رئيسا للاتحاد العالمي لملاحه الفضاء • وكان يرافقه بلاغوناروف خبير ميكانيك القذف وجوكانوف خبير بيولوجيا الفضاء •

كان هؤلاء جازمين بأن السفينة ستعود سالمة الى الارض في الوقت المحدد لذلك • ولما سئلوا عما سيحصل فيما لو أنها حطت في مكان خارج الاتحاد السوفييتي اجابوا بأن هذا غير وارد ، بالنظر للدقة الشديدة التي ستحاط بها مراقبة عملية العودة والتحقق من ضبطها في كل لحظة •

وهكذا أظهر المندوبون السوفييت اثناء رحلة السفينة من الطمأنينة على نجاح الرحلة ما كان له اعظم الاثر في نفوس المؤتمرين • وكان الامريكيون يجربون اثناء ذلك عملية استرجاع حجيبة المستكشف ١٤ ، فعاش المؤتمر ، ومن اطلع من الناس على تفاصيل العمليتين ، ساعات من الارتقاب لا مثيل لهما • وفي منتصف ليل ١٩ آب اذيع نبأ النجاح التام لاسترجاع المستكشف ،

فسجل الامريكيون بذلك لانفسهم نقطة هامة ، واصبح موقف الروس وهم ينتظرون تبيجتهم على غاية من الدقة .

الى ان اعلن راديو موسكو في مساء يوم الثاني ان السفينة بكاملها قد عادت سالمة هي وحيواناتها بعد ان دارت حول الارض ١٧ دورة .

ولما فتح باب الحجرة اخذت الكلبتان تعويان فرحتين بعودتهما الى الارض، دون ان تريا - طبعا - الدور التاريخي الذي لعبته كأول رحالة كوني يعود سالما الى الارض .

وفي الغد ، (الاحد ٢١ آب) قدم الاستاذ غوزنكو الكلبتين الى ممثلي الصحافة العالمية في موسكو ملخصا لهم تفاصيل رحلتها . فبين انهما بعد القلق الذي استولى عليهما عند الاقلاع تعودتا على الطيران في الفضاء سريعا وعلى الحياة بدون ثقالة . وكان تواتر نبض استريلكا ٦٠ في الدقيقة قبل السفر ، فارتفع الى ١٢٥ اثناء برهة التسارع ثم هبط الى ٢٤ بعد ذلك بساعة ونصف . اما بيلكا ، فان ارقامها هي ٧٥ ، ١٥٠ ، ٧٢ ، وتناجها تشابه نتائج الكلبة ليكا (تشرين الثاني ١٩٥٧) . فبرهة الاقلاع تتميز بثقالة نسبية متزايدة (تتراوح بين مثلي الثقالة الارضية وعشرة امثالها) فتسبب لهثة شديدة بسبب الجهد الكبير المترتب على القلب لكي يؤمن دورانا طبيعيا للدم الذي زاد ثقله ، غير انه يبدو ان لا خطر من هذا الجهد . وبعد ان تصل السفينة الى مدارها تنعدم الثقالة ويدور الدم في الجسم بجهد على القلب بسيط جدا .

غير ان المشاكل البيولوجية معقدة في الحقيقة ولذلك فان العلماء السوفييت ، بالرغم من تحققهم ان الكلبتين قد عادتا بحالة صحية جيدة في الظاهر ، فليس في وسعهم ان يصدرورا فورا حكمهم النهائي .

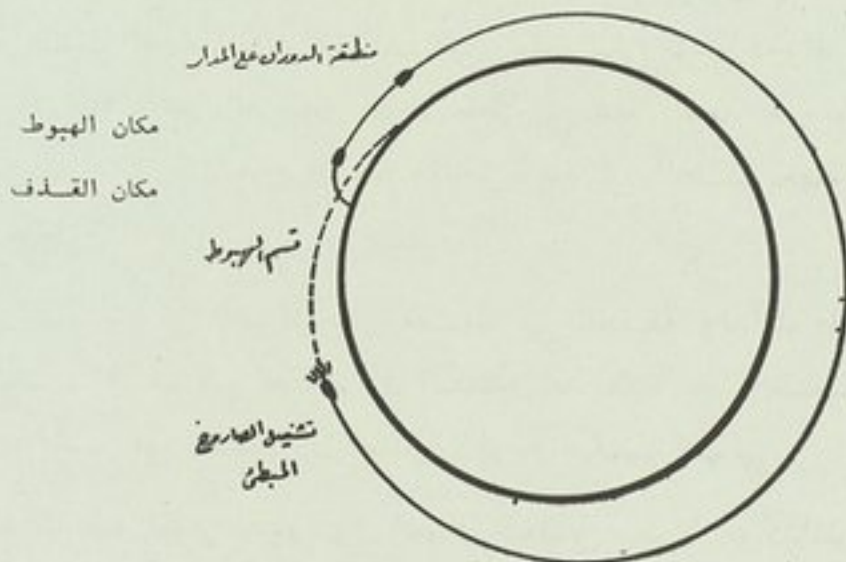
ولذلك فقد اخذوا يدروسون احوال الكلبتين مطولا ، وكذلك احوال بقية الحيوانات التي حملتها السفينة ، فكانت اشبه شيء بفلك نوح ، ومن بين هذه الحيوانات عدد من الفئران السود وهي شديدة التحسس بالاشعاع

فعدت سوداء بلونها الاصلي ، ولكن بعد عودتها بيومين ظهر على اطراف وبرها بياض المشيب . كذلك لم تهمل مملكة النبات ، فحملت السفينة جملة من الحشائش والفظور فتحملت الرحلة بدون ضرر ، وظل بعضها مزهرا خلال الرحلة بشكله الطبيعي .

طريقة السوفييت في اعادة السفينة :

تختلف الطريقة السوفييتية عن الطريقة الامريكية ، فبدلا من الحجيرة الصغيرة ، (الكبسولة) اطلق السوفييت سفينة الفضاء فانفصلت منذ وصولها الى المدار عن صاروخها الحامل ، ثم استعادوا هذه السفينة بكاملها الى الارض حاملة معها جهاز التوجيه والقيادة ، بمعنى ان المراقبة والتوجيه قد رافقها أثناء انتقالها من مدارها الاصلي ومسيرها على محركها الثانوي . ولذلك فان وظيفة سفينة الفضاء السوفييتية مزدوجة .

لاخراج هذه السفينة من مدارها ونقلها الى الارض ، تبني السوفييت حلا اقتصاديا ، وذلك عملا بمبدئهم الرامي الى بذل كل الجهود الممكنة في سبيل زيادة الحمولة المفيدة . فزادوا المسافة التي تقطعها السفينة في جو



الشكل (٢٢)

عودة سفينة الشرق (فوستوك)

الارض الى اضعاف المسافة التي استعملها الامريكيون وتمكنوا بذلك من الاكتفاء بتوليد اصغر دفعة سلبية ممكنة ، فشغلوا صاروخهم المبطيء في اتجاه الامام ليولد سرعة سلبية قدرها ١٠٠ م/ثا فقط ، أي ٣٦٠ كم/ساعة وكانت هذه الدفعة السلبية كافية لنقل السفينة من مدارها الواقع على ارتفاع ٣٢٠ كم وايصالها الى منطقة الجو المنخفض ، بعد ان قطعت في الفضاء قوسا كبيرا يعادل ربع محيط الدائرة (أي حوالي ١١ الف كيلو متر) • بينما لم تقطع حجييرة المستكشف سوى ٢١٠٠ كم فقط •

يقدر بان هذه العملية استلزمت احراق حوالي ٢٠٠ كغ من الوقود فقط • اي ما يعادل ٥ ٪ من كتلة السفينة ، في حين ان حجييرة المستكشف تطلبت نسبة تفوق ٢٥ ٪ • فالسوفييت بتبنيهم هذا الحل القائم على تحريك السفينة على محرك ثانوي طويل ، قد استطاعوا ان يعيدوا الى الارض ما زنته ٤٤٠٠ كغ •

سفينة الفضاء الثالثة :

أطلقت هذه السفينة (سبوتنيك ٦) في ليلة الاول من كانون الاول ١٩٦٠ وهي مماثلة في الوزن لسابقتها ، وكانت تحمل كلبتين جديدتين : بشولكا (النحيلة) وموشكا (الذبيبة) واعطي لها هذه المرة مدار قريب من الارض حضيضه ١٨٧ كم وأوجه ٢٦٥ كم ، وبسبب وقوع الحضيض ضمن منطقة الجو ، فقد قدر السوفييت ان الدفعة المعاكسة اللازمة لاجراج السفينة من مدارها يكفي ان تكون نصف سابقتها أي ٥٠ م/ثا فقط (١٨٠ كم/ساعة) فسمح لهم هذا التوفير بزيادة نسبة السلامة ومضاعفة عدد المحركات •

ان كثافة الجو في الارتفاعات التي تقل عن ٢٠٠ كم هي من الاهمية بحيث تؤثر تأثيرا محسوسا في كبح حركة دوران التوابع ، فتهبط هذه في كل دورة الى ادنى مما كانت عليه في الدورة السابقة ، ولهذا كان كل تابع حضيضه دون ٢٠٠ كم قصير العمر جدا •

لهذه الاسباب كان محكوما على مدار السفينة الثالثة بأن يصيبه تشويه سريع تتدخل فيه عناصر الطقس والجو . ولهذا وجد السوفييت انفسهم ، بعد اطلاق السفينة ببضع ساعات أمام وضع اصبح فيه المدار غير قابل للتحديد بالضبط ، فكان في ذلك القضاء على السفينة .

ومع ذلك فان السوفييت كانوا يأملون باعادتها . فاطلقوا في مساء الثاني من كانون الاول اشارة الامر بالعودة . فلم تنجح لان السفينة كانت ، كما قال البلاغ السوفييتي قد انتقلت (الى مدار لم يكن متوقعا) وقابلت الطبقات الكثيفة من الجو وهي في ظروف لا تسمح لها بتبديد الحرارة تبديدا كافيا ، فاحترقت . لقد اصابها ما يصيب الطائرة التي تقبل على مدرج الهبوط بوضع لا يتفق واصول النزول السليم .

سفينة الفضاء الرابعة والخامسة :

أطلقت السفينة الرابعة في التاسع من آذار ١٩٦١ لتجريب عملية الاسترجاع بعد دورة واحدة فقط على مدار اهليلجي (الحضيض ١٨٣,٥ كم والاوچ ٢٤٩ كم) وكان على متنها الكلبة تشرنوشكا أي السويداء . وجربت في هذه السفينة جميع الاجهزة اللازمة لارسال رجل الى الفضاء ، واحتوت بالإضافة الى الكلبة على عدة عناصر حية وعلى اجهزة للتلفزيون وقياس الابعاد وعلى جهاز مذياع لقياس المدار وللاتصال .

عادت السفينة سالمة بعد دورة واحدة ، فنفذت اوامر العودة ، وحطت في المنطقة المحددة لها . و اشار البلاغ السوفييتي ان لهذه التجربة هدفين : أولهما اكمال المعلومات عن سير السفينة أثناء العودة من المدار الاهليلجي . وتكميل المعلومات البيولوجية التي جمعت من السفينة التي سبقتها .

بلغت كتلة السفينة ٤٧٠٠ كغ . أي بزيادة قليلة عن سابقتها . على ان هذه الكتلة هي دون امكانيات الصواريخ الضخمة السوفيتية . التي استطاعت مرتين في بداية عام ١٩٦١ ان تقذف الى المدار كتلات من رتبة ستة

أطنان ونصف (سبوتنيك ٧ و ٨) وتمكن الروس من قطع مرحلة حاسمة في تأمين سلامة الوصول وفي تحقيق المرونة اللازمة لتنفيذ العمليات ، وهما الأمران اللذان لانجاح التجربة الكبرى تجربة وصول الانسان الى الفضاء .

اما تجربة السفينة الخامسة فقد أجريت في ٢٥ آذار بشروط مشابهة للسفينة الرابعة ، وكان على ظهرها الكلبة المسماة بالنجيمة . واذيع نبأ قذف هذه السفينة وعودتها ببلاغ واحد . ثم أبان العلماء السوفييت انها ليست الا (بروفة) لرحلة الانسان الى الفضاء وان السفينة لم تدر على مدارها الا مرة واحدة .

وصول الانسان الى الفضاء

بعد التجارب التي تقدم سردها ، نرى ان الاتحاد السوفييتي اصبح في ربيع عام ١٩٦١ على اتم الاستعداد لتحقيق رحلة الانسان الى الفضاء وعودته سالما الى الارض ، فقد بينا كيف اعد لهذه الرحلة عدتها الكاملة وضمن لها جميع أسباب النجاح . ومن أهم هذه الأسباب ان يكون تنفيذ عملية العودة خاضعا للمراقبة الدقيقة ، ويقتضي ذلك من السفينة ان تتبع محركا ثانويا محددًا تماما لا تحيد عنه أبدا . وقد أصبح ذلك ميسورا لهم بفضل اجهزة القيادة والتوجيه وبعد النجاح التام لعملية نقل السفينة من مدارها الاصلي الى المدار الثانوي .

ولكي ينجح هذا الانتقال ، ينبغي كذلك أن يبدأ من مدار اولي محدد تماما . ومعنى ذلك أن سلامة هذه الرحلة تقتضي ان تكون جميع مراحلها تحت المراقبة بأشد ما يكون من الدقة . لهذا السبب حقق السوفييت في بداية عام ١٩٦١ عدة امور مكنتهم من اتباع سير السفينة ثانية فثانية .

كان لديهم منذ عام ١٩٥٩ شبكة للتوجيه اللاسلكي ، هي التي وجهت أقمار اللونيك ، وهي التي بعد تنقيحها مكنتهم من مراقبة عملية ايصال السفينة الثانية الى مدارها بدقة كبيرة .

عنوا بجعل سفينة الفضاء قادرة على توجيه ومراقبة عملية الانتقال من مدار الى آخر • ولكي تنجح عملية الانتقال هذه تماما ، قام الحل الذي تبناه الخبراء السوفييت على مضاعفة جميع الاجهزة الحيوية الموجودة في السفينة ، على اعتبار انه هو الحل الوحيد الذي يحقق السلامة من كل تخاذل قد يبدر من الاجهزة • وقد طبقوا هذه المضاعفة حتى على المحرك (أي الصاروخ المؤخر) لان الدفعة المؤخرة المطلوبة ، هي كما قلنا ، بسيطة جدا ، واذا كان المسار اهليلجيا فان قيمتها تصبح نصف الدفعة اللازمة في حالة المسار الدائري •

بلغت سفينة غاغارين في أوجها سرعة قدرها ٧٧٠٢ م/ثا • ويبين الحساب ان تخفيض هذه السرعة الى ٧٦٥٥ م/ثا يكفي لضمان العودة لها بعد أن تقطع على محركها الجديد منحيا طوله ١٠ آلاف كم • فالمطلوب اذاً هو احداث دفعة معيقة قدرها ٤٧ م/ثا فقط •

وانشأ السوفييت أخيرا في عام ١٩٦٠ شبكة لمراقبة العودة وتوجيهها ، قادرة على توجيه السفينة وهي على محرك العودة • وهذه الشبكة قادرة على اعادة السفينة الى الارض اما بعد دورة واحدة او بعد ١٧ دورة أي بعد دوران يوم كامل ودورة اضافية او بصورة عامة بعد دوران عدة أيام يضاف اليه دورة واحدة • وقد قام السوفييت بتجاربهم على ذلك :

١ — في أيار ١٩٦٠ ، اعطيت الاوامر اللاسلكية لعودة السفينة بعد دورانها ٥ أيام ، كأنما أراد الفنيون ان يجربوا حسن سير اجهزتهم خلال مدة طويلة •

٢ — في آب ١٩٦٠ اعطيت الاوامر للسفينة الثانية بالعودة بعد ١٧ دورة فقط ، وكانت الغاية من هذا العدد من الدورات هي الحصول على معلومات بيولوجية قيمة ، بالاضافة الى تجريب ايصال السفينة الى مدارها الجديد بعد ١٧ دورة •

٣ — في أول رحلة بشرية الى الفضاء اكنفوا بدورة واحدة ، أما في

رحلة تيتوف فقد اتموا ١٧ دورة وقد نرى في المستقبل القريب
رجل الفضاء السوفييتي الثالث يقوم برحلة حول الارض تستغرق
عددا من الايام .

رحلة غاغارين :

تهياً الجو لهذه الرحلة منذ أوائل عام ١٩٦١ ، وتجمعت الدلائل على
وشوكها يوم العاشر من نيسان حيث أعلن ان حدثا هاما في ملاحه الفضاء
يوشك أن يجري ، وبات الناس ينتظرون ولا سيما مراسلو الصحف ، الى أن
اعلن راديو موسكو في صباح ١٢ نيسان خبر اطلاق السفينة الكونية فوستوك
التي تقل انسانا الى مدار حول الارض . وفيما يلي خلاصة للبلاغات الرسمية
المتابعة الصادرة عن وكالة تاس أثناء الرحلة :

— جرى اطلاق سفينة الفضاء الحاملة لاول انسان في التاريخ في الساعة
التاسعة والدقيقة السابعة (بتوقيت موسكو) من يوم ١٢ نيسان
١٩٦١ وان الملاح الكوني لسفينة فوستك هو مواطن اتحاد
الجمهوريات السوفييتية الاشتراكية المقدم الطيار يوري الكسيفتش



الشكل (٢٤) — آلن شيبيرد



الشكل (٢٣) — يوري غاغارين

غاغارين • وقد تم اطلاق الصاروخ الكوني المتعدد المراحل بنجاح ،
فبلغ السرعة الكونية الاولى ، وبعد ان انفصلت السفينة عن المرحلة
الاخيرة من الصاروخ الحامل بدأت تدور بحرية على مدارها حول
الارض •

— تفيد المعلومات الاولى ان فترة دوران السفينة حول الارض تبلغ
٨٩,١ دقيقة ، ويبلغ حضيض المسار ١٧٥ كم وأوجه ٣٠٢ كم ، أما
زاوية انحناء سطح المسار بالنسبة لخط الاستواء فتبلغ ٦٥ درجة
و ٤ دقائق •

— وزن السفينة مع الملاح الكوني يبلغ ٤٧٢٥ كغ بدون وزن المرحلة
الاخيرة من الصاروخ الناقل • وعلى متن السفينة اجهزة للاذاعة
تواترها ٩,٠١٩ و ٢٠,٠٠٦ و ١٤٣,٦٢٥ ميغاسيكل • وقد اجريت
الاتصالات اللاسلكية مع الملاح الكوني غاغارين بواسطتها وبواسطة
منشآت القياسات اللاسلكية عن بعد والتلفزيون • وتراقب كذلك
باستمرار حالة الملاح الكوني خلال الدوران • وقد تحمل غاغارين
فترة اقبال السفينة فوستك الى مسارها تحملا طبيعيا ، وهو يتمتع
بصحة جيدة في الوقت الحاضر ، كما وان الاجهزة التي تضمن شروط
الحياة الضرورية في حجرة السفينة تعمل بشكل طبيعي •

— يستمر دوران السفينة على مسارها •

— أفادت المعلومات المتلقاة من على متن السفينة في الساعة التاسعة
والدقيقة الثانية والخمسين (بتوقيت موسكو) ان الملاح الكوني
الموجود فوق امريكا الجنوبية قد ابلغ بأن التحليق يسير سيرا طبيعيا •
صحتي جيدة •

— عند التحليق فوق أفريقيا • التحليق طبيعي ، واتحمل جيدا حالة
انعدام الوزن •

— في الساعة العاشرة والدقيقة الخامسة والعشرين اخذت السفينة

فوستوك ، بعد ان دارت حول الارض حسب البرنامج المحدد ،
وبعد تسيير جهاز الكبح ، بالهبوط من المدار لتحط في المنطقة المرتقبة
في الاتحاد السوفييتي .

— في الساعة العاشرة والدقيقة الخامسة والخمسين ، حطت السفينة
فوستوك ، بدون أي حادث ، في المنطقة المحددة لها في الاتحاد
السوفييتي .

وقد أرسل غاغارين من سفينته عددا من الرسائل الى قادة الحكومة
السوفييتية والى وكالة الانباء وقد أذاعها راديو موسكو في جريدته الناطقة
بعد تسجيلها على شريط . وهاهي خلاصتها :

« اني أراقب الارض ، الرؤية جيدة ، أنا اسمعكم جيدا ، الطيران يستمر
بدون عراقيل ، يمكن رؤية كل شيء ، قسم من الارض مغطى بسحاب كثيف ،
كل شيء يعمل على اتم وجه » .

في اليوم الثاني (١٣ نيسان) نشرت جريدة الازفستيا السوفييتية حديثا
للملاح الكوني الاول تقتطف منه القسم المتعلق بانطباعاته عن رحلته التاريخية :

سؤال : كيف كنت تشعر بنفسك حين زال الاحساس بالوزن وحين
عاد اليك هذا الاحساس ؟

جواب : حين احسست بانعدام الوزن ، كنت اشعر بانني بحالة ممتازة ،
واصبحت كل حركة أسهل علي من قبل ، وهذا امر بديهي . فالساقان والذراعان
لم يعد لهما أي وزن ، وأنا نفسي لم اكن جالسا في مقعدي بل كنت معلقا
في جو الغرفة . وفي هذا الجو من انعدام الوزن اكلت وشربت وكان كل
شيء يجري كما يحدث على الارض . وقد كتبت وسجلت ملاحظاتي ولم يتغير
خطي بالرغم من ان يدي لم تكن تزن شيئا . الا انه كان ينبغي الامساك
بالدفتر لئلا يفلت من تحت يدي . وقد اقتنعت بان انعدام الثقل ليس له أي
تأثير على القدرة على العمل . ويجري الانتقال من انعدام الوزن الى الجاذبية
الى ظهور الجاذبية الارضية ، بصورة متناسقة . كنت احس بذراعي وساقاي

بنفس حالتها اثناء انعدام الوزن ، غير ان الوزن بدأ يعود اليهما • وانا نفسي
لم اعد معلقا فوق المقعد بل اصبحت جالسا فيه •

سؤال : كيف تظهر من الاعالي جوانب الارض المضاءة والغارقة في
ظلام الليل ؟ ما هو مظهر السماء والشمس والقمر والنجوم ؟

جواب : ان جزء الارض المضاء يرى جيدا من الاعالي ، وتتميز جدا
شواطئ القارات والانهار الكبيرة والوديان الكبرى والجبال • ولدى التحليق
فوق بلادنا تميزت بوضوح المربعات الكبيرة للحقول الكولخوزية ، وكنت
أستطيع ان اميز الاراضي المزروعة من المروج • لا شك في ان الرؤية من
على متن السفينة هي أسوأ منها على متن الطائرة ، ولكن مع ذلك فهي جيدة •
وقد رأيت أثناء طيرانى لأول مرة الشكل المستدير للارض وهي تظهر على
هذا النحو حين تنظر الى الافق • والحق ان منظر الافق طريف جدا وخارق
الجمال • ويمكن ان نرى الانتقال من الوان سطح الارض المضاءة المدهشة
الى السماء القاتمة السواد تماما حيث تزهو النجوم • وهذا الانتقال ناعم
جدا وهو عبارة عن حزام محيط بالارض ، ذي لون أزرق سماوي لطيف •
والانتقال منه الى الاسود متدرج وجميل الى اقصى حد ومن الصعب التعبير
عنه بالكلام • وحين خرجت من ظل الارض بدا الافق بصورة أخرى ، فاذا
هو محاط بشريط برتقالي زاه ينتقل الى الازرق السماوي ومنه الى الاسود
القاتم • ولم أشاهد القمر • أما الشمس فتتوهج في الفضاء الكوني بسطوع
أقوى بعشرات المرات مما عندنا على الارض ، والنجوم مرئية تماما وواضحة
وساطعة ومنظرها اكثر تبيانا مما نراه على الارض •

سؤال : ما هي مشاريعك للمستقبل ، وهل ستطير مرة أخرى ؟

جواب : اريد ان اكرس حياتي وعملي وافكاري للعلم الجديد الذي
يهتم بغزو الفضاء الكوني وأريد الذهاب الى الزهرة لارى ماذا يوجد تحت
غيومها المتلبدة ، وان اشاهد المريخ لاناكد مما اذا كان فيه أقنية • أما القمر
فليس بالجار البعيد ، واعتقد اننا لن نتظر طويلا لنبلغه •

كان لرحلة غاغارين الموفقة دوي عظيم في الاتحاد السوفييتي وفي سائر انحاء الارض ، وقد انهالت بريقيات التهئة على حكومة الاتحاد السوفييتي من رؤساء حكومات مختلف الدول في العالم ، واشتركت الكرة الارضية كلها في الاهتمام بهذا الحادث الجلل . أما غاغارين نفسه فقد جرى له في موسكو يوم ١٤ نيسان استقبال منقطع النظير لم تشهد عاصمة الاتحاد السوفييتي مثله أبدا ، وقلد فيه رجل الفضاء الاول أوسمة التقدير والاستحقاق ، واتبع ذلك النهار ليلة عيد حافلة بالافراح الشعبية .



الشكل (٢٥) - غاغارين وتيتوف

رحلة تيتوف في السفينة فوستوك الثانية :

أطلقت هذه السفينة في التاسعة من صباح السادس من آب ١٩٦١ وفيها (ملاح الفضاء) المقدم غرمان ستيبانوفيتش تيتوف • والغاية من هذه التجربة هي دراسة تأثير طيران الفضاء الطويل الامد على الجسم ، وامكانيات العمل عند البقاء طويلا في ظروف اللاثقالة ، ثم تجريب عملية الرجوع الموجه •

وصلت السفينة الى المدار المقدر لها ، وميله على خط الاستواء ٦٤ درجة و ٥٦ دقيقة ومدة الدورة الواحدة ٨٨ دقيقة و ٦ ثوان ، وهذا المدار اهليلج ، حضيضه ١٧٨ كم وأوجه ٢٥٧ كم ويبلغ وزن السفينة وحدها (بدون المرحلة الاخيرة للصاروخ) ٤٧٣١ كغ •

وقد أمنت المخابرات بالهاتف اللاسلكي معها في الاتجاهين ، ويذيع الطيار على ١٥,٧٦٥ و ٢٠,٠٠٦ و ١٤٣,٦٢٥ ميغاسيكل ، وبالإضافة الى ذلك فقد كان في السفينة جهاز مذيع للإشارة يعمل على تواتر قدره ١٩,٩٩٥ ميغاسيكل •

وبدأ تيتوف بإذاعة رسالة الى مواطنيه وصف فيها عظم المهمة التي اوكلت اليه وسروره بالقيام بأعبائها • ثم لما عاد الى التحليق فوق اراضي الاتحاد السوفييتي ، بعد دورة كاملة ، أرسل رسالة الى اللجنة المركزية والحكومة السوفييتية والى السيد نيكييتا خروشوف وتلقى من رئيس مجلس الوزراء في الاتحاد السوفييتي تحية مشجعة رد عليها بالشكر •

وكانت صورته المنقولة بالتلفزيون والمعلومات الواصلة باللاسلكي تدل على أن احواله حسنة جدا وان عملية الدوران تجري وفقا للبرنامج الموضوع لها • كما انه ذاع بنفسه في بداية دورته الثانية عدة اخبار تثبت ان رحلته تسير بنجاح •

وفي الساعة ١١ والدقيقة ٤٨ كان قد اتم دورته الثانية حول الارض وبدأ الثالثة ، وعندما حلق فيها فوق أوروبا ، أرسل من سفينته تحية الى شعوب الاتحاد السوفييتي وأوروبا •

وفي نهاية رحلته الثالثة كانت الساعة ١٢ ونصف فبدأ بتناول طعام غدائه الذي استمر حتى الساعة الثالثة عشرة ، وتألف من ثلاثة الوان ، ولما انتهى من طعامه اذاع قائلاً : لقد تغديت ، أشعر بأني على أحسن حال .

وحلق في الساعة ١٣ و ٣٣ د فوق لندن وفي ١٣ و ٥٠ د فوق أولان باتور (منغوليا) وكان فوق سدني (استراليا) في الساعة ١٤ و ١٤ دقيقة وفوق نوفوسبرسك في الساعة ١٥ و ١٦ د ، وفوق كراكاس في ١٦ و ١٧ دقيقة ، وفوق كالكتا في ١٦ و ٥٥ دقيقة ، وفوق واشنطن في ١٧ و ٥٤ دقيقة وفوق موسكو في ١٨ و ١٢ دقيقة وفوق شيكاغو في ١٩ و ٢٤ دقيقة وفوق برلين في ١٩ و ٤٢ دقيقة وفوق اديس ابابا في ١٩ و ٥٥ دقيقة . وفي الساعة الخامسة عشرة اتمت السفينة فوستك ٢ دورتها الرابعة حول الارض .

ومرت في خلال تلك الدورة في سماء مادريد وباريس وكوبنهاجن وليننغراد وشانغهاي وسدني .

وحصل الطيار في دورته الرابعة على ساعة من الراحة طبقا لبرنامج ، واجرى بعد هذه الراحة بعض التمارين الرياضية ثم عاود اعماله وفقا لبرنامج ، وكان في نهاية الدورة فوق امريكا الجنوبية فارسل تحية الى شعوبها .

وقام بتجريب جملة الروافع التي وظيفتها قيادة السفينة وبعد انتهاء تجاربه بلغ عن حسن سير هذه الروافع .

في دورته الخامسة مر في سماء ادنبره واركانجلسك وكوان تشو وملبورن وليما . وفي خلال الساعات السبع التي مرت على دورانه كانت السفينة قد قطعت ٢٠٠٤٠٠ كم . وفي الساعة ١٧ و ٤٢ دقيقة كان قد أتم دورته السادسة حول الارض وأعلن بعد ذلك بأربع دقائق : ان الضغط في الحجرة ثابت ودرجة الرطوبة ٧٠ ٪ ودرجة الحرارة ٢٠ والظروف مثالية تماما وكل شيء يجري على أحسن ما يرام . وفي الساعة ١٦ و ٥٥ دقيقة وصلته برقية تحية من رفيقه طيار الفضاء الاول غاغارين ، فابلق عن وصولها ورد عليها بالشكر .

وكانت وظائفه الحيوية تعمل على احسن ما يرام ، فلم يلاحظ تغير في تواتر تنفسه بل ظل من ٢٠ الى ٢٨ في الدقيقة وبقي نبضه كذلك على نسبة ثابتة من ٩٠ الى ١٠٠ ، واعطت المخططات الكهربائية للقلب نفس القيم التي كانت معروفة من قبل .

في الساعة ١٧ و ٤٣ دقيقة بدأت السفينة فوستوك ٢ دورتها السابعة حول الارض ، وحلقت خلالها فوق الشاطيء الشرقي لامريكا الشمالية ثم مرت فوق ايزلنده والبلاد الاسكندنافية وحلقت فوق الاتحاد السوفيتي وايران والبحر العربي والمحيطين الهندي والهاديء . وكانت احوال الطيار حسنة وجميع اجهزة السفينة تجيب الاوامر .

وفي الساعة ١٨ و ١٥ دقيقة حلق غرمان تيتوف فوق موسكو فأرسل الى مواطنيه رسالة يحييهم فيها ويقول : لم يتغير شيء في الحجرة فالرطوبة والحرارة ثابتتان والراحة تامة وكل شيء على غاية ما يرام وأرجو لكم ليلة سعيدة لانني سأنام طبقا لبرنامجي ، ولهذا قطعت المخابرات الهاتفية عنه موقتا وظلت الاذاعة مستمرة بالاشارات اللاسلكية مطمئة عن حسن سير الاجهزة وعن حسن حالة الطيار الكوني وكان نبضه اثناء النوم ٥٨ .

وكان بالامكان مراقبة سير سفينة الفضاء فوستوك ٢ في بداية الليل أو نهايته اذ تبدو ككوكب من القدر الاول .

في الساعة ٢٣ و ٤٥ دقيقة ختمت السفينة دورتها العاشرة حول الارض وقطعت ٤١٠ آلاف كيلو متر وهي مسافة تعادل بعد القمر عن الارض . كما اتمت في الساعة الثالثة من صباح السابع من آب دورتها الثانية عشرة وبلغت المسافة المقطوعة ٥٣٧ الف كم . وكان برنامج المقدم الطيار تيتوف يتضمن ان ينام من الساعة ١٨ ونصف الى الساعة الثانية صباحا . ولكنه استيقظ في الساعة الثانية و ٣٧ دقيقة .

فأعلن انه نام نوما جيدا وان الظروف الصحية مواتية وان جميع اجهزة

السفينة تشتغل شغلا حسنا • وبعد ان تناول طعام الافطار بدأ بعمله اليومي المقرر له •

كانت السفينة مزودة بعدد كبير من الاجهزة العلمية لتقوم بدراسة تأثير الاشعاع على الاجسام الحية ، ولذلك فقد وضعت فيها بعض العناصر الحية • وفتحت فيها ثلاث نوافذ لدخول الضوء واشعة الشمس ، ولتمكين الملاح من ملاحظة السماء والارض والتقاط الصور ، ولديه نظارتان تجسيهما ٣ مرات و ٥ مرات •

في الساعة السادسة صباحا كانت السفينة في دورتها الخامسة عشرة ، ثم اتمتها فبدأت بدورها السادسة عشرة ، وحلقت فوق رأس الرجاء الصالح في الساعة ٨ و ١٧ دقيقة ، وبريتوريا في ٨ و ١٩ دقيقة وزنجبار في ٨ و ٢٣ ، واديس أبابا في ٨ و ٢٩ ، ونوفوسبيرسك في ٨ و ٤٣ • وامت دورتها السادسة عشرة في الساعة الثامنة والدقيقة العشرين ، بعد ان قطعت ٦٥٤٨٠٠ كيلو مترا •

وفي الساعة التاسعة والدقيقة التاسعة والاربعين كانت السفينة قد اكلت دورتها السابعة عشرة وقطعت اكثر من ٧٠٠ الف كم • وبذلك انتهت رحلتها المقررة فشرعت بالنزول الى منطقة الجو الكثيف وحطت على الارض سالمة في المنطقة المحددة لها •

رصد نينوف كما قصرها بنفسه

قص تيتوف بعد عودته تفاصيل رحلته الممتعة ، وتقتطف منها بعض المقاطع الهامة :

عندما أحسست في لحظة تحرك الصاروخ بان ملايين الاحصنة البخارية المتجمعة في محركات الصاروخ الجبارة تخوض معركة هائلة تصارع فيها الجاذبية الارضية ، قلت في نفسي : لقد انطلقنا • وانفصل الصاروخ عن

قاعدة الاطلاق ثم توقف لحظة كأنما ليتغلب على رياح عنيفة ، ودوى في الغرفة هدير شديد ، واخذت تهتز واحسست بأن جسمي كله منسحق تحت تأثير ثقل خارق . وبدأ التسارع بالتزايد فقلت في نفسي : لحسن الحظ أننا ، نحن الطيارين الكونيين ، قد تدربنا من قبل استعدادا لهذه الساعة ، وقد اعتادت اعضاؤنا على جميع مشاكل الطيران في الفضاء .

وتحملت بسهولة ضجة المحركات والارتجاج والتسارع المتزايد اثناء اىصال السفينة الى مدارها ، فلم اشعر بالدوار ولا بالغثيان . وكان وعيي وبصري وسمعي كما لو كنت على الارض . وبدأت مهمني منذ الثواني الاولى للانطلاق ، فرحت اراقب الاجهزة واحتفظ باتصالات الراديو المزدوجة مع مركز القيادة ، وانظر من كوى السفينة الى الارض وهي تبتعد . وكان الافق يبتعد بلا انقطاع ، والمشاهد الارضية المضاءة بنور الشمس تظهر وتكبر في حقلي البصري بالوان عجيبة خارقة . وكان النور ينفذ الى حجرتي كما لو ان زجاجها كان ملونا .

وكنت أشعر بانفصال كل مرحلة من مراحل الصاروخ المنطلق بنا الى أعلى نحو المدار ، ووصلت الى المدار والى انعدام الجاذبية وصولا لطيفا بعد انفصال المرحلة الاخيرة . واتنابني شعور غريب اذ خيل الي اني منقلب على عقب ، ولكن هذا الشعور لم يلبث ان زال بعد بضع دقائق .

كانت المهمة الرئيسية لسفينتي هي دراسة تأثير الطيران الطويل الامد في الجسم البشري وفي قدرة الانسان على العمل ضمن ظروف اللاجاذبية ، عدا عن مهمات اخرى فرعية . أما الرحلة نفسها ، التي تدوم ٢٤ ساعة تدور فيها السفينة حول الارض ١٧ مرة ، فقد وضع لتنفيذها مخطط دقيق تنقيد به ، حدد فيه كل شيء سلفا ودقيقة فدقيقة : كأوقات الاتصال بالراديو مع الارض، واللحظات التي يقود الطيار سفينته فيها بيده ، وساعات الاكل والنوم واليقظة .

وكان ضياء الشمس المتوهجة يدخل كالسيل من الكوى فاطفات نور

الكهرباء توفيراً للبطاريات ثم ما لبثت ان عدت لاشعاله لما دخلت السفينة في ظل الارض وغرقت في ظلام دامس ، فابصرت النجوم تزهر كاللآلىء .

بعد ساعة من بداية الطيران ، كانت السفينة طائرة في ظلام الليل ، فأمسكت مقودها اليدوي ، حسبما ينص البرنامج ، وكانت تلك اول مرة في تاريخ الانسانية فصرت أتساءل : هل ستخضع لحركات يدي ؟ فاستجابت السفينة لارادتي واخذت أقودها مطمئنا كما لو كنت اقود سيارة أو طائرة .

واقتربت لحظة الخروج من ظل الارض ، فاذا بها تدهمني بغتة وتراءى لي الفجر حينذاك بظهور شريط برتقالي زاه على الافق . واخذت تظهر فوقه جميع الوان قوس قزح ، وتراءت لي السماء كأنما كنت اراقبها من خلال موشور بللوري . ثم نفذت اشعة الشمس ، فاخذت ارقب الارض باهتمام واشاهد الانهار الكبيرة والجبال واتميز الحقول المزروعة وغير المزروعة بفضل ألوانها . وكانت السحب واضحة يسهل تمييزها عن الجليد بفضل ظلالها الزرقاء القاتمة المنعكسة على الارض . وكان يحيط بالارض في الافق هالة زرقاء شاحبة اللون .

وأشارت لوحة القيادة ان السفينة قد اتمت دورتها الاولى ، فتحققت بذلك حتى الآن رحلة مشابهة لرحلة غاغارين ، وواصلت السفينة سيرها . وكنت اتميز جميع قارات الارض لا باشكالها الجغرافية فحسب بل بألوانها أيضا . فاللون الرئيسي لافريقيا هو الاصفر مع بقع الادغال الخضراء القاتمة ، وقد تعرفت على الفور على الصحراء الكبرى وهي محيطة من الرمال الصفراء خال من أي أثر للحياة .

وبعد ان غابت صفرة الصحراء ابصرت رقعة البحر المتوسط الزاهية وهو أجمل البحار التي شاهدهتها خلال الدورتين السابقتين ، وكان يمر بلونه الازرق القاتم عبر كوة السفينة ، ثم غاب وراء الضباب .

بعد ذلك بقليل صرت فوق أرض الوطن ، وهي تتميز عن جميع اراضي الدنيا ، اذ لا نرى في أي مكان آخر حقولا بمثل الاتساع الهائل لحقولها ،

ومثل هذه الجبال المكسوة بالغابات ومثل هذا المقدار من الانهار ، ولا لوحة تماثل ألوانها البالغة الغنى والتنوع ، من الاخضر الفيروزي في الجنوب ، الى قمم الجبال الناصعة البياض المغطاة بالثلوج الابدية .

ولما حان موعد النوم انقطع الاتصال بالراديو مع بقاء الاجهزة على اتصال، وكانت المحطات الارضية تسهر بعناية على راحتي . ولكي لا اسقط من مقعدي ثبث أحزمتي . وكان الاطباء قد دربونا على النوم والاستيقاظ في ميعاد محدد . فأغمضت عيني ونمت ، وفي أثناء نومي كانت الرقابة بواسطة الراديو عن بعد ، التي تقوم بها اجهزة السفينة والاجهزة التي تضمن النشاط الحيوي وحالة الملاح الكوني ، تواصل عملها بصمت .

واستيقظت بسبب اتخاذ جسمي وضعا غريبا فوجدت يدي مرفوعتين وحائمتين في الجو اذ كانت حالة انعدام الوزن تعمل عملها . فدست يدي تحت الاحزمة ونظرت الى اللوحة المضئنة لعداد خاص دلني على ان السفينة كانت في دورتها الثامنة .

ثم استيقظت كذلك عند الدورتين العاشرة والحادية عشرة فالتقت نظرة على اللوحة ثم عدت الى النوم . ومن السهل النوم في الفضاء الكوني ولا يحتاج النائم الى التقلب ، ولا تصاب اليدان ولا الرجلان بالخدر ، بل يشعر المرء كأنه مرفوع فوق لجة من الماء .

واستيقظت متأخرا ٣٥ دقيقة ، وكانت اجهزة السفينة تعمل بدقة آلات الساعة ، فشعرت بأنني قد استرحت تماما وزال عني كل تعب أو انزعاج . فبعثت بهذه المعلومات الى الارض .

وبعد ان ارسلت اول رسالة بعد الراحة وطمأنت رفاقي قمت بالتمارين الصباحية . واذكرني التمرين نشاط القلب وجعلني اكثر استعدادا ، وكان لا يزال امامي طريق طويلة وهي اتمام خمس دورات أي اكثر من ٢٠٠ الف كم من الطيران في الفضاء .

وكنت ادون ملاحظاتي في سجل الطيران . فخصصت لكل دورة صفحاتها

فلا ادون الملاحظات المطلوبة مني فحسب ، بل انطباعاتي واحساساتي •

ولما بدأت السفينة دورتها السابعة عشرة وصلني في السماع صوت المتكلم من البناء الرئيسي يقول : — هل انت على استعداد للهبوط ؟ فأجبت بلا تردد نعم • ثم وجهت بعض الاسئلة التي كانت تقلقني وسرعان ما تلقيت اجوبة دقيقة • وقال متكلم البناء الرئيسي في الختام :

داوم على عملك كما فعلت حتى الآن وستسير الامور على ما يرام • وكان صوته هادئا ، كأن المسألة مسألة عادية • وفي الموعد المحدد في البرنامج أعلن لي ان الهبوط الاوتوماتيكي سيبدأ • وسار جهاز التوجيه بدقة خارقة • ثم أخذ محرك الكبح يعمل واخذت قوته التي تفعل في الاتجاه المعاكس لسير السفينة تخفف من سرعتها • وهبطت السفينة من مدارها مقتربة من طبقات الجو الكثيفة •

كان الانتقال من اللاجاذبية الى الحالة الطبيعية يثير اهتمامي ، وقد قال لي يوري غاغارين انه يصعب ادراك هذه اللحظة ، وفعلا فقد زالت حالة اللاتقالة واحسست بغتة انني جالس بقوة على القعد ، وصار تحريك ذراعي يحتاج الى جهد •

دخلت السفينة في طبقات الجو الكثيفة فسخن غلافها المقاوم للحرارة سخونة سريعة وحدث توهجا في الهواء المحيط بها • ولم أغلق مصاريع الكوى لانني كنت أريد ان ارى جيدا ما كان يجري خارجا ، فرأيت نورا ورديا لطيفا يحيط بالسفينة ثم يتكاثف فيصبح ارجوانيا ثم قرمزيا •

ونظرت بالرغم مني الى ميزان الحرارة ، فكانت درجة الحرارة في الغرفة عادية (٢٢ درجة) ونظرت مبهور البصر الى النار الآخذة في الاستعار ذات الالوان المتوهجة ، فياله من منظر رائع ومهيب • واصبح زجاج الكوى الشديد الصلابة اصفر اللون من الحرارة وكنت اعلم ان ليس ثمة خطر لان الحماية الحرارية للسفينة كانت قد اختبرت مرات عديدة •

وزالت اللاجاذبية تماما ، وشدني التسارع على المقعد ، ويشعر المرء في

هذه اللحظة بأن ثقلا يسحقه ، وكنت اتساءل : متى سينتهي هذا • وبدأ الثقل يخف فعلا ثم زال الثقل الشديد واصبح عاديا وكف الهواء عن التهابه وتوجهه في الخارج • واتجهت السفينة بدقة نحو منطقة الهبوط •

كان تصميم السفينة يتوقع وسيلتين لهبوط الطيار الكوني الى الارض • اما داخل الحجرة او بقذف المقعد والهبوط بالمظلات • وكان متروكا لي ان استخدم أي الطريقتين شئت • ولما كنت اشعر انني بحالة جيدة ، فقد قررت ان اجرب الوسيلة الثانية • فلما هبطت السفينة الى مستوى يسمح بقذف المظلة ، انفصل المقعد وانفتحت مظلة برتقالية زاهية فوق رأسي ، وكانت الغيوم تمتد تحتي فصرت اخترقها وشاهدت الارض مغطاة بالقش وفضلات الحصاد وتميزت نهو الفولغا العظيم •

رصد جون غلين

في الفترة التي تلت اعداد الكتاب الى انتهاء طبعه ، اي من بداية شباط الى نهاية نيسان ١٩٦٢ ، سجل تاريخ فتح الفضاء عدة عمليات اطلاق للاقمار من الجانبين : الامريكي والسوفييتي • واهمها رحلة الملاح الكوني الامريكي جون غلين يوم العشرين من شباط الماضي على متن سفينة الفضاء (الصداقة رقم ٧) ودورانه ٣ مرات حول الارض وعودته سالما •

ومع اننا ختمنا سرد الحوادث في خريف ١٩٦١ ، فقد وجدنا من المفيد اضافة هذا الاستدراك في ذكر رحلة غلين لما فيها من بيان للجهد الضخم الذي تبذله الولايات المتحدة للحاق بالاتحاد السوفييتي في حلبة الفضاء ، بل ولمحاولة سبقه ايضا في الاعوام القليلة القادمة ، كما يرجو الامريكيون ، ولما احدثته هذه الرحلة الناجحة في قلوبهم من سرور وايقظت في نفوسهم من الآمال واعادت من الثقة •

جرى اطلاق سفينة الفضاء : الصداقة رقم ٧ من قاعدة اطلاق الصواريخ



الشكل (٢٦) - جون غلين

في رأس كانافيرال ، بعد عدة تأجيلات سببها رداءة الطقس تارة او حدوث عطل في الاجهزة تارة أخرى . وكان غلين في كل مرة من هذه المحاولات يتأهب للرحيل ويأتي فيرتدي بذلة الفضاء بعد ان يستعد للرحلة اتم الاستعداد ويجلس على مقعده في حجرة السفينة مستعدا للقذف ، ثم بعد انتظار طويل أو قصير ، تأتيه الاوامر بالنزول . وكانت المرة الاخيرة اشدها وقعا على النفس ، اذ بقي في حجرة السفينة اربع ساعات طويلة وهو ينتظر في جو غائم عاصف ثم اوعز اليه بالعودة الى مقره .

جرت عملية الاطلاق نحو الشمال الشرقي في الساعة التاسعة والدقيقة السابعة والاربعين من صباح العشرين من شباط ، بواسطة صاروخ اطلس د الثلاثي المراحل ويبلغ وزنه ١١٩ طنا وقوته الدافعة ١٣٦ طنا ويستخدم وقودا من الكيروسين والاكسجين السائل . وتمت بنجاح تام واستغرق وصول السفينة الى بداية مدارها مدة خمس دقائق تقريبا ، وتقدر عناصر المدار كما يلي :

- الحضيض : ١٦٠ كم
- الاوج : ٢٥٦ كم
- الدور : ٨٨ دقيقة تقريبا

ودامت الرحلة اربع ساعات و ٥٦ دقيقة ، وذلك على مرأى من ملايين المشاهدين في الولايات المتحدة ، الذين استطاعوا متابعة رحلة الطيار طول هذه المدة باستمرار على شاشة التلفزيون .

نقتطف المعلومات الآتية من الحديث الذي قص فيه غلين تفاصيل رحلته :
كان انفصال الصاروخ عن الارض عنيفا جدا يفوق في عنفه كل ما كنت اتصور . وتمت عملية الوصول الى المدار بنجاح تام وانفصلت السفينة عن المرحلة الاخيرة من الصاروخ ، ثم اخذت الحجيرة تهتز اتوماتيكيا حتى بلغت الوضع الذي سنتلزمه للسير على مسارها . واستقرت قاعدة الحجيرة (قاعدة جزع المخروط) الى الامام في جهة السير .

وكان المنظر بديعا جدا ، واستطعت ان ابصر الاشياء على بعد مئات الاميال في جميع الجهات ، وكانت اشعة الشمس تنعكس على الغمام الابيض ، وامكنني ان ارى اقساما كبيرة من فلوريدا والجنوب الشرقي للولايات المتحدة وشعرت بالفقد التام للثقل منذ بداية الدوران على المدار .

واتصل بي آلن شيبيرد من قاعدة رأس كانافيرال واخبرني بان السفينة قد اتخذت مدارها كاحسن ما يكون وان باستطاعتها ان تدور سبع دورات على الاقل ، وسررت لهذا الخبر وقدرت انني مستعد للقيام بـ ١٧ دورة او سبعين دورة اذا اقتضى الامر بشرط ان يكون معي الوقود والاكسجين اللازمان لرحلة بهذا الطول .

وشرعت اراقب المنظر من النافذة ، وكنت قد اجتزت المحيط الاطلسي في ربع ساعة فقط ! فابصرت جزر كاناري وبعد ذلك بدقيقتين بدت شواطئ القارة الافريقية وكانت جبال الاطلس واضحة جدا . وهنا تناولت اول جرعة غذائية من مواسير بلاستيكية ، ولم اجد اية صعوبة في البلع . وبعد ان قطعت القارة الافريقية وصلت الى المحيط الهندي ، وهناك تراءت لي اضواء غربية : كان الى شمال مسيري عواصف قوية جدا ، وبالرغم من انني كنت على ارتفاع يفوق ٢٢٥ كم فوق السحب ، فقد تمكنت من تمييز لمعان البرق

بين الغيوم ورأيت جوفها يضيء كما لو اشعلت في قلبها مصابيح كهربائية
ثم اطفئت •

وخلال تحليقي فوق المحيط الهندي شاهدت اول امسية من امسيات
الفضاء ، وكانت منظرا غاية في الامتاع ، فبينما كانت الشمس تغرب ايض
الجو وامتلأ بالنور المشع ، ولما هبطت وراء الافق تلون الافق بلون برتقالي
لماع • اما سطح الارض فقد شحبت نوره وازرق ثم عتم ، وبدت النجوم
في السماء زاهرة كقطع الماس المبعثرة فوق المخمل الاسود •

ولدى الاقتراب من استراليا اتصلت بالراديو بالطيار غوردن كوبر في
محطة الكشف في موشيا فقلت : لقد كان اليوم اقصر نهار عشته في حياتي ،
واني ارى الآن نحو اليمين على الساحل اضواء كثيرة • وكانت تلك انوار
مدينة برث التي اعدت لي احتفالا رائعا لتحيني أثناء مروري •

ولما بلغت نهاية المحيط الهادىء مقتربا من شواطىء كاليفورنيا ، كانت
اللحظات الاولى من الفجر ، فشاهدت منظرا مدهشا : خيل الي في البداية ان
الحجيرة قد اختفت في لحظة لم اكن فيها منتبها ، وانني دخلت في حقل مليء
بالنجوم ، اذ تراءت لي عشرات الالوف من الدقائق الصغيرة تضيء بالسوان
صفراء مخضرة كانها الجبابج في ليل قاتم ، وصرت ارى الوفاها المؤلفة
اينما رميت ببصري ، وكان السفينة تمخر في عباب مليء بها •

قدرت في البداية ان هذه الدقائق قد تكون سحب الابر التي حاول
سلاح الطيران الامريكى ان ييشها في مدار حول الارض في تشرين الاول
الماضي لتؤلف طبقة تعكس امواج الراديو ، وفكرت ايضا انها قد تكون
قطعا من الثلج قد تشكل من الرذاذ البارد المتطاير من أفواه الصواريخ
الصغيرة لكنني سرعان ما استبعدت هاتين النظريتين • واعتقد ان احسن شرح
لهذه الظاهرة هو ان الحجيرة ربما كانت تنفث في الفضاء دقائق مكهربة من
الماء والبخار ، يجذب بعضها بعضا ، فتعطي للناظر ذلك الاحساس الذي رأيتة •
ولم اشعر بأي أثر للسرعة الكبيرة التي كنت منطلقا بها ، بل ان شعوري

لم يختلف عن شعور راكب طائرة نفاثة تطير على ارتفاع عشرة آلاف متر وهو ينظر الى السحب على عمق ثلاثة آلاف متر تحته . ولما نظرت الى اراضي كاليفورنيا تميزت فيها بقعا اعرفها ، فرأيت على يساري قسما من وادي امبريال وبحيرة سلتون وتميزت حتى البساتين المروية حول مدينة السنترو حيث عشت قدما ، ولما نظرت الى المحيط الاطلسي استطعت ان ارى تيار الخليج كأنه نهر ازرق .

وعندما ادركني الصباح الثاني خلال الدورة الثانية عدت الى رؤية تلك النقط المضيئة بالالوف المؤلفة ، فادرت الحجره ١٨٠° درجة لاراها جيدا ولكن معظمها غاب عني في ضياء الاشعة الاولى من الشمس .

لم تقتصر الرحلة في تقلباتها على مجرد التمتع بالمناظر الممتعة الغريبة التي يراها المشاهد لأول مرة في الفضاء ، بل اعترضتني جملة من المصاعب خليقة بل تحيل هذه الرحلة الى كابوس مخيف ، فبينما كنت اوشك ان اتم الدورة الاولى ، والسفينة تحت قيادة المحطة المنشأة في غوايماس (المكسيك) . بدأ جهاز مراقبة قيادة السفينة يتلكأ واخذت السفينة تهتز وتدور الى اليمين درجة في كل ثانية حتى بلغ دورانها ٢٠° فثبتت على ذلك . فاضطرت لكي اعيدها الى وضعها الطبيعي ان اتسلم قيادتها بيدي وان اشعل نوافر خاصة ، وداومت فيما تبقى من الرحلة على هذه القيادة اما بيدي او بطريقة نصف آلية ، ولذلك لم يعد في وسعي ان انفذ عددا من التمارين التي كان مقررا ان أقوم بها لارى هل ينتابني الغثيان في الفضاء .

ولما اجتزت المحيط الهادىء للمرة الثانية شعرت بان البوصلة الجيروسكوبية قد اضطربت وصارت النوافير تدير السفينة حول محورها الافقي ، لكنني استطعت بالقيادة اليدوية ان اتغلب على هذه المشكلة الجديدة أحسست خلال الساعات الثلاث التي تسلمت فيها القيادة بنفسى ، بكثير من السرور لاداء عملية القيادة هذه شخصيا ، مبرهنا بذلك على ان وجود الانسان لقيادة السفينة أمر لا غنى عنه .

وبدأت اشك في امكان القيام بالدورة الثالثة بعدما ظهر من عيوب القيادة الآلية وضعف متابعة الدوران • وكنت في قرارة نفسي ارجو الا يحدث ذلك اذ لم اكن اعتقد بوجود ما اخشاه حقا الا اذا ساءت الاحوال اكثر من ذلك • وصرت افكر بانتي اذا اضطرت ان اشرف بنفسي على عودة السفينة الى الارض ، فان الدورة الثالثة مفيدة لي لما ساكتسب خلالها من تمرين على القيادة • ويبدو ان المراقبين شاركوني في هذا الرأي •

واعتراني لدى التحليق فوق جزر هوائي ، شيء من الشك بشأن التوقيت المضبوط لتشغيل الصواريخ المؤخرة التي عليها ابطاء الحركة اثناء النزول ، لان مسألة الضبط التام في لحظة تشغيلها امر ضروري بسبب السرعة الهائلة التي تدور بها السفينة على المحرك (حوالي ٧,٨ كم/ثا) ولذلك فان ادنى خطأ في الوقت ، كالثانية الواحدة مثلا ، في تشغيل هذه الصواريخ سيبعدني عن المكان المقرر للهبوط بـ ٨ كيلو مترات تقريبا •

وتلقيت من محطة المتابعة في جزر هوائي اشارة لضبط الوقت اختلفت عن توقيتتي الخاص بسبع ثوان ، فحاولت ان احصل على تأكيد لهذا التوقيت ولكن الاتصال مع جزر هوائي انقطع في تلك اللحظة عينها ، وبعد لحظات من التأخير استطعت ان اتصل مع الملاح الكوني شيوا الذي كان على اتم الاستعداد في محطة المتابعة بكاليفورنيا •

ولما اتصلت به لم يكن قد بقي لموعد تشغيل الصواريخ المؤخرة سوى خمسين ثانية • فطلب مني شيوا ان استبقي على أوعية الصواريخ المؤخرة بعد انتهاء اشغالها وان لا اعمل على التخلص منها كما كان مقررا • ولم يكن هذا في البرنامج فسألته عن السبب فأجاب بان محطة تكساس ستشرح لي السبب •

وكانت السفينة قد بلغت الارتفاع المناسب لاشعال الصواريخ المؤخرة فاشتغل الجهاز الآلي شغلا مضبوطا • وبعد ذلك بثلاثين ثانية بدأت الصواريخ الثلاثة عملها وكانت السفينة الكونية في عرض الشواطئ الغربية لكاليفورنيا •

وما ان استطعت الاتصال بمحطة الكشف في تكساس حتى القيت سؤالي من جديد فاجابتنى محطة تكساس بان محطة رأس كانافيرال ستوضح لي السبب • ولدى الاتصال بهذه وصلني صوت شيبرد يشرح لي انه يخشى ان يكون الحاجز الواقى من الحرارة قد بدأ ينفصل عن جدار السفينة الذي يستند اليه ظهري ، فان صح ذلك فامامي مشكلة جديدة لعينة ، لان هذا الحاجز الواقى يتألف من طبقة سميكة من الياف الزجاج ، وهو وحده الذي على عاتقه ان يخفف عني الحرارة الفظيعة التي تنتشر عند دخول السفينة الى الجو •

وصرت اتخيل القلق الذي لا بد ان يستولي على أصحابي على الارض ، مستنتجا مبلغه من الاسئلة التي القوها علي • واتابني القلق أنا أيضا بالطبع ، غير انني فكرت بغتة بان درع الوقاية من الحرارة لو كان قد انفصل فعلا عن السفينة لسمعت صوته من خلال جدار غرفتي او لاحسست باهتزازه خلف ظهري ، ومع ذلك فلم اشعر بشيء •

وبينما كنت أشرع بالدخول في الجو ، احسست بشيء ينفصل خلفي ، وبصدمة قوية ، ورأيت احد السيور المعدنية الثلاثة التي تربط الصواريخ المؤخرة بمكانها قد اخذ يطفو أمام نافذتي وذلك أمر غير طبيعي ، وعند ذلك بدأت أرى ضوءا يرتقاليا لامعا يغشي الحجيرة ، ثم احترق السير المنفصل وانتهى امره بالسقوط وشاهدت قطعه الملتهبة تتطاير عن بعد كما سمعت اصوات اصطدامها وانتهى امره بالسقوط وشاهدت قطعه الملتهبة تتطاير عن بعد كما سمعت اصوات اصطدامها بجدران الحجيرة خلفي قبل ان تنفصل • وخيل الي ان درع الحرارة في طريق التفتت فكانت تلك برهة صعبة الاحتمال لكنني كنت اعلم انها لو كانت النهاية لثم كل شيء باسرع من ذلك ولما استطعت ان أحرك ساكنا لانتفاذ الموقف • لذلك حزمت أمري ومضيت متابعا في عملي وهو محاولة الاحتفاظ بقيادة السفينة وكنت أعلم ان الدرع لو تطاير لاحسست بالحرارة في ظهري قبل كل شيء •

ومضيت أتابع قيادة السفينة ، وكان التصميم يقضي بان تبدأ ببطء بدوران

منتظم حول نفسها بسرعة ١٠ درجات في كل ثانية ، وعلى الجهاز الآلي أن يقوم بهذه العملية ، لكنني في ذلك الوقت كنت اريد ان ادير الحركة بنفسى .
فاتقضت الثواني العشرون التالية بالبطء الذي تتوالى فيه الايام على صفحات التقويم .

ولم أشعر في نهاية الامر بشيء من الحرارة .

وعلى ارتفاع ٣ آلاف متر قام جهاز ضغطي زودت به السفينة بفتح المظلة الاساسية ، وكنت أراقب العملية عن كثب بواسطة المنظار المعقوف ، فبدت لي المظلة سالمة ليس فيها أي شق ، ولذلك لم أعد اهتم بالمظلة الاحتياطية التي كانت حتى ذلك الحين مطوية في مكانها على سقف الحجيرة . وشعرت بالرضى التام .

ثم اصطدمت الحجيرة بالماء (في بحر الاتيل) فحدثت صوتا خاصا وغطست في البحر ، ثم وقفت بعد ان اهتزت يمنة ويسرة ولم يتسرب شيء من الماء الى داخلها .

فحللت حزام مقعدي واربطه كنفى ثم فككت غطاء الرأس ، وكان العرق يتصبب مني بغزارة . لقد انتهى كل شيء . ولمحت في المنظار الطراد « نوا » يقترب مني لانتشالي .

كان سقوط السفينة الكونية (الصداقة ٧) في بحر الاتيل في الساعة الثانية والدقيقة الثالثة والاربعين بعد الظهر . وقد انتشل غلين منها ونقل الى الطراد ثم من الطراد الى البر بطائرة الهليكوبتر وانتشلت السفينة نفسها ونقلت على ظهر الطراد .



الفصل التاسع

الاتجاه المقبل لملاحة الفضاء

تدلنا الاسس الحالية لملاحة الفضاء على ان الحمولة المفيدة لسفينة الفضاء تهبط الى ربع قيمتها عندما نريد ان تنتقل من الدوران على مسار قريب من الارض الى مسار حول القمر . وذلك لان الوصول الى مدار قريب من الارض يتطلب تحقيق سرعة مميزة تقارب ٨,١ كم/ثا (ويسمي الروس سرعة الدوران هذه بالسرعة الكونية الاولى) ، في حين ان الوصول الى مدار قمري يتطلب تحقيق سرعة التحرر من جاذبية الارض ، وقدرها ١١,٢ كم/ثا (السرعة الكونية الثانية) فهذه الكيلو مترات الثلاثة الاضافية (٣ كم/ثا) التي يجب تحقيقها تحييج الى الاستعانة بمرحلة اضافية في الصاروخ . ولما كانت الحمولة المفيدة للمرحلة او الصاروخ الذي يحقق سرعة ٣ كم/ثا لا تزيد (في العهد الحاضر من تقدم التكنيك) على ٢٥ ٪ ، فان الحمولة التي يمكن ان يقذف بها نحو القمر تعادل ربع الحمولة التي يمكن تدويرها حول الارض .

تدلنا هذه النتيجة على مقدار التقدم الذي ينبغي تحقيقه لكي نستطيع بلوغ ما يعتقد بأنه سيكون الهدف المقبل لملاحة الفضاء بعد رحلتي غاغارين وتيتوف . وهذا الهدف هو ارسال انسان الى مدار حول القمر .

لا بد لنا هنا من العودة الى المناقشات الكلاسيكية حول نسبة الكتلتين . ولهذا يحسن بنا ان نعود الى الوراء ثلاثة أعوام لنقدر التقدم الذي حققته صناعة الصواريخ .

في عام ١٩٥٨ كان يعتبر ان الحد الاعظم للتسريع الذي يمكن للصاروخ

ان يحققه هو ٣ كم/ثا في المرحلة الواحدة . ولذلك كان لا بد من الاستعانة بثلاث مراحل للوصول الى التتبع (الدوران حول الارض) . ولما كانت الحمولة المفيدة للصاروخ اذ ذاك لا تتجاوز نسبة ١٠٪ ، فان كتلة المرحلة الاخيرة كانت اكبر من كتلة التابع بعشر مرات ، وكتلة المرحلة المتوسطة كانت اكبر $10 \times 10 = 100$ مرة من كتلة التابع ، وكتلة المرحلة الاولى اكبر بـ $10 \times 10 \times 10 = 1000$ مرة من كتلة القمر المراد قذفه . ومعنى ذلك ان الصاروخ اللازم لقذف التابع كان ينبغي ان يكون اقل منه بألف مرة . فهذه النسبة بين الكتلة الاصلية عند الاطلاق ، والكتلة المفيدة هي ما يطلق عليه اسم نسبة الكتلتين .

فاذا اردنا ان نقذف الى المدار بتابع وزنه ٥٠ كغ احتجنا الى ثلاث مراحل على الشكل الآتي :

كتلة المرحلة الثالثة = ٥٠ كغ + ٤٥٠ كغ = ٥٠٠ كغ
 التابع بقية صاروخ المرحلة الثالثة

كتلة المرحلة الثانية مع الثالثة = ٥٠٠ كغ + ٤٥٠٠ كغ = ٥٠٠٠ كغ
 المرحلة الثالثة المرحلة الثانية

كتلة الصاروخ = ٥٠٠٠ كغ + ٤٥٠٠٠ كغ = ٥٠٠٠٠ كغ
 المرحلتان الثالثة مع الثانية المرحلة الاولى وحدها

أي ان الصاروخ اللازم لقذف تابع كتلته ٥٠ كغ الى مداره حول الارض يجب ان تكون كتلته ٥٠ طنا .

فهذه القيم تفسر لنا لماذا لم يكن يعتقد في ذلك الحين بإمكان ارسال اكثر من عشرات الكيلوغرامات الى المدار حول الارض .

غير ان السوفييت أولا ، ثم الامريكيين ثانيا قد استطاعوا ان يحققوا

تقدما مطردا وسريعا في تكنيك الصواريخ . فاصبح يمكن اليوم الحصول من كل مرحلة من مراحل الصاروخ على سرعة نهائية قدرها ٤,٥ كم/ثا . وفي هذه الشروط اصبح يكفي الاستعانة بمرحلتين فقط لتحقيق عملية التتبع . وبذلك هبطت نسبة الكتلتين الى : $10 \times 10 = 100$.

لنأخذ هذا الرقم كأساس للمناقشة : لكي نوصل تابعا كتلته ٥ أطنان الى مدار حول الارض ، نحتاج في الوقت الحاضر الى صاروخ كتلته ٥٠٠ طنا . وهذه القيمة تقارب ما يعزى لكتل الصواريخ الممتازة التي يستعملها السوفييت منذ سنة . والتي مكنت من ايصال سفينة الزهرة (سبوتنيك ٨) وسفينة الشرق (فوستوك) الى مداريهما ، وتبلغ كتلة كل واحدة منهما ٤٦٠٠ كغ .

وقد بينا في الفصل الثاني من هذا الكتاب ان نسبة الكتلتين في المرحلة الواحدة اذا كانت تساوي ٢,٧١٨ ، أي اذا كانت كمية الوقود تعادل ٦٣٪ من الوزن الكلي ، فان السرعة النهائية للصاروخ تعادل سرعة انطلاق الغازات . معنى ذلك ان الصاروخ الذي كتلته ١٠٠ طن وفيه ٦٣ طنا من الوقود والاكسجين ، ويولد لدى الاحتراق غازات تنطلق بسرعة ٣ كم/ثا ، سيبلغ عند نهاية الاحتراق سرعة قدرها ٣ كم/ثا .

ومن البديهي ان نسبة الوقود اذا زادت على ٦٣٪ ، فان سرعة الصاروخ ستزيد على سرعة انطلاق الغازات . وفي الواقع تجري الامور في الصواريخ الحديثة على هذه الصورة . بمعنى ان استعمال المعادن الخفيفة (كالتيتان) والمقاومة للحرارة والضغط ، قد مكن من تخفيف وزن المحرك الصاروخي ومستودعات وقوده ، وبالتالي قد مكن من زيادة نسبة الوقود المخزون فيه .

لنذكر صاروخ ف ٢ ، الذي كان ما فيه من محرك واوعية يشغل ٢٥٪ من الكتلة الكلية ، واما الحمولة المفيدة (أي المتفجرات) فكانت تشغل ١٠٪ ، ويبقى للوقود ٦٥٪ . اما الآن في الصواريخ الحديثة ، فان الاوعية لا تشغل اكثر من ٤٪ والمحرك ٦٪ فاذا خصصنا ١٠٪ للحمولة المفيدة ، بقي للوقود ٨٠٪ بدلا من ٦٥٪ . وبذلك تصبح السرعة النهائية للصاروخ

معادلة ل ١,٦ ضعفا من سرعة انطلاق الغازات التي تقدر الآن بـ ٢,٨ كم/ثا .
 بذلك تصبح سرعة انطلاق الصاروخ عند انتهاء الاحتراق : $٢,٨ \times ١,٦ = ٤,٥$ كم/ثا ، بعد ان كانت $١,٧ \times ١ = ١,٧$ كم/ثا في ف ٢ .

نرى ان التقدم الاكبر قد حصل في الرقم الثاني بسبب التخفيف المتناهي الذي تحقق . ولذلك ينبغي الا نتوقع بعد الآن تقدما هاما في المستقبل في هذا الباب الذي يكاد يبلغ أقصاه . فلا مجال للحصول اذا فيه على تخفيف محسوس ، ويقدر الاخصائيون بأن الرقم ١,٦ الذي ينبغي أن تضرب به سرعة انطلاق الغازات للحصول على السرعة الاخيرة للصاروخ لا يمكن ان يرتفع في السنوات العشر المقبلة الى اكثر من ٢ .

بقي علينا ان نهتم بالمضرب الاول : وهو سرعة انطلاق الغازات . وقد كثرت الاشاعات منذ عام ١٩٥٧ حول وجود وقود سري لدى السوفييت يعطي سرعات انطلاق خارقة . وهذا في الواقع غير صحيح اذ لا يوجد وقود سري ولا صيغة سرية سحرية . ومن المؤكد ان الروس قد اوصلوا تكتيك الصاروخ الى درجة بعيدة من الاتقان حتى حصلوا على اكبر تخفيف ممكن . أما فيما يتعلق بالوقود نفسه فلنستعرض المشكلة :

بيئنا في الفصل الثاني ان سرعة انطلاق الغازات تتعلق بدرجة الحرارة الناتجة من الاحتراق ، اي بكمية الحرارة التي ينشرها التفاعل الكيميائي للاحتراق . وبكتل الجزيئات التي تتألف منها الغازات المنطلقة . وهذه نقطة اساسية .

كانت صواريخ ف ٢ تستعمل الكحول كوقود وتحصل على سرعة انطلاق قدرها ١,٧ كم/ثا . وقد مكن استعمال المنتجات النفطية كالبنزين والكيروسين بدلا من الكحول من بلوغ سرعة انطلاق قدرها ٢,٨ كم/ثا . ولم تتحقق هذه الزيادة الا بعد تحسين هام جدا للمواسير التي تمر منها الغازات المنطلقة البالغة درجات عالية جدا من الحرارة . وما يقصد الآن بالوقود السري فهو اما عنصر البور او عنصر الليثيوم ، اذ يحققان سرعة انطلاق تبلغ ٣ كم/ثا .

ولكن السيطرة على هذين العنصرين هي من الصعوبة بمكان بعيد • بحيث يتردد الفنيون في الاتحاد السوفييتي وفي امريكا في استعمالهما لان الربح الذي يحققانه ضعيف • وتفضل الاستعانة باضافة مسحوق المغنزيوم الى المنتجات النفطية فتزيد من سرعة الانطلاق •

على ان احسن وقود على الاطلاق هو الهيدروجين • بمعنى ان التفاعل السري العظيم ليس في الحقيقة الا ايسر تفاعل في الكيمياء وهو تفاعل الهيدروجين مع الاكسجين او مع الازون • ففي هذه الحالة يمكن الوصول الى سرعة انطلاق تقارب ٤ كم/ثا • وعندئذ يمكن للصاروخ الذي درسناه ان يحقق سرعة انطلاق قدرها ٦,٤ كم/ثا عندما تكون نسبة الوقود فيه ٨٠٪

لكن استعمال الهيدروجين السائل - الذي سيبدأ في الولايات المتحدة في صواريخ ساتنور ، له عدد من المشاكل : اولها انه لاستعماله مميعة ، يجب ان تتداوله الآلات بدرجة تقع تحت - ٢٥٢ مئوية • وتحتاج الى الاستعانة بفن خاص لحفظه ولضخه • وهذا الفن الصعب الدقيق ممكن التطبيق في صاروخ متوسط الحجم ، ويبدو انه من العسير استعماله في صاروخ ضخمة جدا • او بمعنى آخر يبدو انه لا يمكن في الصاروخ المتعدد المراحل استعمال الهيدروجين المميع الا في المرحلة الاخيرة فقط •

وأخيرا ، يقدر الخبراء انه بالاعتماد على اقصى امكانيات الكيمياء ، سيصبح بالامكان خلال ثلاث أو أربع سنوات تحقيق صواريخ متعددة المراحل يكون في طاقتها ان توصل الى المدار جزءا من ثلاثين من كتلتها الكلية بدلا من جزء من مائة كما هي الحال الآن ، او جزء من الف كما كانت قبل أربع سنوات •

وفي ذلك الوقت ستصبح الصناعة قادرة على تحقيق صواريخ كتلتها ٢٥٠٠ الى ٣٠٠٠ طنا بدلا من ٥٠٠ طن الحالية • وعندئذ سيصبح بالامكان ايصال سفن كونية الى المدار تبلغ كتلتها حوالي ١٠٠ طن •

امكانات هذه السفن - الحد الاقصى لامكانات الكيمياء

ان تقدم الملاحه الكونية قد تخطى مرحلة الدوران حول الارض تخطيا واضحا . بمعنى ان التابع الذي كتلته ٢٠ طنا ، قد اصبح الآن قادرا على أن يحمل من الوقود ما يكفي للتخلص من جاذبية الارض وللذهاب بملاحه الى القمر والدوران حوله وللرجوع بالملاح الى الارض .

أما النزول على القمر فانه يتطلب تابعا كتلته ١٠٠ طن حتى يحمل من الوقود ما يكفي للنزول بهدوء على القمر ثم للهرب من جاذبيته والعودة الى الارض . وهكذا نرى ان رحلة رجل الى القمر ممكنة بواسطة الصواريخ الكيميائية وحدها ، وذلك بتحسين الصواريخ الحالية . وقد أكد الروس هذه الحقيقة ، وكذلك الامريكيون الذين بدأوا فعلا بصنع صاروخ (ساتور) لهذه الغاية .

وهذه الرحلة مقبولة منطقيا ، ولكنها تقع على تخوم الامكانات العملية للصواريخ . فلو رغبتنا في الرحيل الى الزهرة لجاونا جواب العلم قاطعا : ان هذه الرحلة مستحيلة عمليا اذا اردنا الاعتماد على امكانات الكيمياء وحدها . وذلك لان رحلة الذهاب والاياب الى الزهرة تستغرق اكثر من سنة (بسبب الدوران المستقل للزهرة والارض على مداريهما حول الشمس) ويبدو - والحالة هذه - انه من المستحيل تأمين معيشة ملاحين او ثلاثة بواسطة سفينة كونية لا تتجاوز حمولتها اثني عشر طنا . واهم من هذا انه لا يتصور بمثل هذه السفينة امكان النزول على الزهرة ثم مغادرتها ، لان سرعة التحرر منها تبلغ ١٠,٧ كم/ثا ، فلا تقل عن سرعة التحرر من الارض الا بشيء بسيط . فاذا عملنا حسابنا ، مع تحري الاقتصاد الشديد في الوقود ، واعتمدنا في كبح السرعة عند الهبوط على مقاومة الجو ، وجدنا ان هذه الرحلة تحتاج الى صاروخ خماسي المراحل . ومهما تقدم تكنيك الصواريخ فان الحمولة المفيدة في هذه الحالة لا يمكن ان تتجاوز جزءا من الالف من كتلة الصاروخ

الكامل ، ومعنى ذلك ان هذه الكتلة الكاملة ينبغي ان تكون ٢٠٠ الف طن •
حتى تؤمن الرفاهية والسلامة الكاملتين للملاحين •

ولو لم يكن ثمة حلول أخرى ، فان اهمية هذا المشروع من الناحية العلمية تبرر محاولة تحقيق مثل هذا الصاروخ العملاق • لكن الانسانية - لحسن الحظ - ليست ملزمة باللجوء الى مثل هذه الضخامة ، لان الكيمياء اذا كانت قد بلغت أقصى امكاناتها ، فثمة آفاق تكنولوجية جديدة تستعد الآن لحمل هذه المهمة عنها •

الطاقة الذرية :

يذهب التفكير طبعا الى الطاقة الذرية ، على ان استعمالها ليس - لسوء الحظ - سهلا • لان المشكلة المطروحة على البحث ليست مشكلة توليد الطاقة فحسب ، بل هي مسألة اطلاق جسم سيال بسرعة كبيرة جدا •

هنالك حل عاجل يؤلف مرحلة انتقالية بين الصواريخ الكيميائية وبين محركات الفضاء المقبلة ، ومبدؤه بسيط : صاروخ يحتوي مبدئيا على مستودع كبير للهيدروجين ، وفي مؤخرته مفاعل ذري • نرسل غاز الهيدروجين خلال انابيب تخرق المفاعل ، فيسخن الى ٢٥٠٠ درجة ، ويندفع من المؤخرة بسرعة تبلغ ٧ كم/ثا •

ان ما يجعل هذه السرعة المدهشة ممكنة هو الخفة البالغة لجزيئات الهيدروجين • ومع ان درجة الحرارة التي تبلغها هنا هي اقل بكثير من الدرجة التي يبلغها احتراق الهيدروجين في غاز الاوزون • فانا هنا بدلا من اطلاق جزيئات بخار الماء نطلق جزيئات من الهيدروجين أخف منها بتسع مرات •

بهذه الوسيلة تتخطى امكانات الصواريخ الكيميائية • الا ان هذه الطريقة اذا كانت تبدو في الظاهر بسيطة ، فان تحقيقها بعيد جدا عن أن يكون بسيطا • لان هذا المفاعل الذري سيشتغل في جو حراري مرتفع (اذ ستتجاوز درجة الحرارة حول قضبان الاورانيوم ٣٠٠٠ °) ولذلك فان سلوكه

سيكون وسطا بين المفاعل الذري العادي وبين القنبلة الذرية • وهذا ما يجعل ضبطه والسيطرة عليه صعبة جدا •

بالاضافة الى ذلك سيكون وزن هذا المفاعل كبيرا ، ولا سيما بعد أن نأخذ بعين الاعتبار الاجهزة اللازمة لتشغيله • بحيث سيصبح من الصعب ان يخصص للهروجين مكان كاف يماثل المكان المخصص للوقود في الصاروخ العادي •

يا لخيبة الامل ! ها أن الصاروخ الذري ، بالرغم من التقدم الذي يحققه على الصاروخ الكيميائي ، لا يسمح بنتائج كبيرة اذا بقي على الشكل الذي وصفناه •

الصاروخ الكهربائي :

نستنتج من الشرح المتقدم نتيجة غريبة : ان الاورانيوم يولد على أقل تقدير طاقة تفوق ما يعطيه نفس الوزن من اقوى انواع الوقود الكيميائي بمليون مرة • ومع ذلك فنحن لا نستطيع ان نتجج بها سرعة تعادل ضعف سرعة الصاروخ الكيميائي الجيد • فلماذا ؟

ان الطاقة الناتجة من مفاعل الاورانيوم يمكنها - نظريا - ان تسخن كميات كبيرة جدا من الهروجين ، ولكن كمية الهروجين التي يمكن اختزانها في الصاروخ محدودة • فليس هنالك اذا توازن بين الطاقة والمادة • لدينا وفر كبير في الطاقة ونقص كبير في المادة •

وحل هذه المشكلة يقوم على استخدام هذه المادة (الثمينة لانها محدودة) استخداما احسن ، وذلك بتسخير الطاقة المفورية لاعطاء المادة سرعة اكبر من تلك بكثير • وعندئذ يمكن بنفس الكمية من الهروجين الحصول على قوة دافعة اكبر اضعافا مضاعفة •

كيف ينبغي اذا ان نستعمل الطاقة الذرية حتى نطرد المادة بسرعة اكبر ؟

هنالك حلول كثيرة معقولة تخضع كلها لمبدأ واحد ، وتقوم على تحويل الطاقة الذرية الى طاقة كهربائية ، ثم على استخدام التيار الناتج لتغذية جهاز مسرع .

مثلا : نستخدم التيار الحاصل ، من جهة أولى ، في تأيين الغاز ، أي في تشطيره الى شطور موجبة وشطور سالبة ، ونستخدمه من جهة ثانية في تسريع هذين النوعين من الشطور . وعندما نستعمل مثل هذه الطريقة فليس ثمة حد لسرعة الانطلاق الناتجة سوى سرعة الضوء . فيمكننا اذا ان نطمئن الى امكاننا تحقيق سرعة من رتبة عشرات الالوف من الكيلومترات في الثانية . عندئذ لا يبقى لقضية الكتلة المخترنة اهمية كبيرة ، لان هذه الكتلة تستخدم حينئذ في ظروف انجح بألف مرة . واذا نجحت هذه الطريقة فان مشكلة نسبة الكتلتين تكون قد حلت نهائيا بواسطة هذا الصاروخ الذي نسميه بالصاروخ الكهربائي .

لا يقهر الثقالة الا الكيمياء :

من المؤسف ان نقول ان هذا الحل لا يحل المشكلة بكاملها .

لا شك في ان كمية الحركة التي يكتسبها الصاروخ بعد طرد جميع مدخراته من الوقود هي نفسها مهما كانت سرعة التصريف . فاذا كان المحرك الصاروخي يطلق ١٠٠ طن من الوقود بسرعة ٤ كم/ثا ، فان كمية الحركة المكتسبة لا تتغير سواء أكان يطلق طنا واحد في الثانية خلال ١٠٠ ثا ، أو يطلق كيلو غراما واحدا في الثانية خلال مائة الف ثانية . ففي هذه الحالة الثانية تكون القوة الدافعة اصغر منها في الاولى بألف مرة ، وكذلك يكون التسارع اصغر بألف مرة ، ولكنه يدوم خلال مدة اطول بألف مرة . وتكون السرعة النهائية واحدة في الحالتين .

على ان هذا التساوي في التسارع لا تتساوى نتائجه عمليا بالنسبة للصاروخ الا اذا كان بعيدا عن كل حقل ثقلي ، وتتغير المسألة تماما في الواقع

إذا كان الصاروخ ينطلق من كوكب سيار او يقوم بعملية الكبح أو الالجام
استعدادا للنزول على كوكب .

لنفرض ان كتلة الصاروخ تبلغ ٥٠٠ طنا . فمن البديهي والحالة هذه ان
لا يرتفع هذا الصاروخ عن الارض الا اذا تجاوز دفع الغازات خمسمائة
طن . اما اذا تعادلت قوة الدفع مع الثقل ، فان الصاروخ لا يرتفع ، وتضيع
كميات الوقود سدى في حمل الصاروخ مدة قصيرة كما يفعل محرك الهليكوبتر
عندما تقف ساكنة في الجو .

الخلاصة :

ان مردود المحرك الصاروخي عند الانطلاق تابع للفرق بين قوته الدافعة
وبين ثقله . ولذلك ينبغي استخدام محركات صاروخية تعطي دفعا قويا جدا
عند الاقلاع . أما متى قهرت الثقالة فلا حاجة لتحقيق هذا الشرط ، بل يمكن
عندئذ تعديل القوة الدافعة حسب المشيئة . اذ ماذا يهم الصاروخ المسافر
الى الزهرة اذا كان بلوغه سرعته العظمى سيستغرق ٣ دقائق أو ٣ ساعات
أو ثلاثة أيام .

على ضوء هذه النتائج نرى ان الصاروخ الكيميائي هو وحده القادر
على تحقيق قوة دفع كبيرة . أما الصاروخ الذري فان دفعه ضعيف ، واطرف
منه دفع الصاروخ الكهربائي ، اذ لا يتجاوز بضعة كيلو غرامات .

وليس هذا بمستغرب ، لان الوقود في الصاروخ الكيميائي يخرق بكامله
عادة في مدة دقيقة واحدة في حين ان استخدام المفاعل الذري قد يدوم اسابيع
طويلة أو اشهرا قبل ان يستنزف الاورانيوم الذي في المفاعل او المادة التي
يطلقها .

لا يؤمل من الصواريخ الكهربائية ان تولد دفعا يتجاوز جزءا صغيرا من
ثقل الصاروخ ، ولذلك فمن العبث الاعتماد عليها في الاقلاع من الارض .
انها لا تستخدم عند الرحيل ولا عند الوصول . بل تستخدم اثناء الرحلة .

هكذا يتراءى لنا تخطيط الاتجاه الذي ستتخذه ملاحه الفضاء حتما في
الاعوام المقبلة • وهو نوع من التخصص في وسائل الدفع • فعند الرحيل
من الارض والنزول على القمر سيكون استعمال الصاروخ الكيميائي اجباريا •
أما في مرحلة الملاحه الفضائية ، فان انواعا جديدة من وسائط الدفع ستظهر
للوجود ، معتمدة اما على الطاقة الشمسية أو - حسب الاحتمال الاقوى -
على الطاقة الذرية • وتتصف هذه الوسائط بانها تعطي قوى دافعة ضعيفة
جدا ، ولكنها تدوم مدة طويلة وتحقق نسا في الكتل مقبولة تماما •

ويمكن ان تنتقل من الواسطة الكيميائية الى غيرها او بالعكس منذ مرحلة
الدوران • ففي مثال الرحلة القمرية يعتمد الصاروخ الكيميائي في توليد
السرعة الكونية الاولى (من ٨ الى ٩ كم/ثا) ثم انه لا تكاد القوة النابذة ،
التي تولدها السفينة الدائرة حول الارض ، توازن ثقلها ، حتى تصبح محتاجة
الى قوة صغيرة فقط تعادل جزءا من الف من ثقلها • وبينما تتابع دورانها حول
الارض تأخذ بالابتعاد عنها تدريجيا ، راسمة مدارات اوسع فأوسع ، بشكل
حلزوني وهنا يمكن استعمال الدفع الذري ، حتى تصل السفينة الى مدار
القمر او تتعداه ماضية نحو الكوكب الذي تريده •

وبينما نرى ان الصواريخ الحالية ، متى انتهى الاحتراق الذي يؤمن لها
سرعة التحرر ، ترسم مدارات قذفية • نجد الصواريخ الكهربائية تخرج على
قوانين القذف وتنتقل على مسارات ناتجة من وجود قوة دافعة ضعيفة ودائمة •

تخطيط رحلة المريخ :

يعتمد في هذه الرحلة على الدفع الكيميائي اثناء مغادرة الارض حتى
بلوغ مرحلة الدوران حولها وكذلك في الصعود من المريخ والدوران حوله •
وأما بقية الرحلة فيمكن تأمينها بالدفع الكهربائي • يطلب اذاً من الدفع
الكيميائي ان يحقق اولا سرعة قدرها ٨ كم/ثا ، كما يطلب منه ان يحقق عند
مغادرة المريخ سرعة قدرها ٣,٥ كم/ثا (وهي كافية بالنسبة للمريخ) ويكفي
لهاتين العمليتين صاروخ ثلاثي المراحل •

هذا الصاروخ الثلاثي يستطيع ان يدفع ثقلا اكبر من $\frac{1}{100}$ من مجموع

ثقله . لان مراحلہ المختلفة سيطلب منها ان تؤدي جهدا أقل من امكاناتها العظمى . ولذلك يمكنها ان تحتوي على شحنة مختصرة من الوقود . أما محرك الدفع الكهربائي الذي عليه تحقيق بقية الرحلة فيمكن أن يزن ٦٠/١ من الوزن الكلي . فاذا تصورنا صاروخا كتلته ١٢ الف طن (ويعادل ٦ أمثال صاروخ نوكا الذي يصنع الآن في الولايات المتحدة) حصلت لدينا حمولة مفيدة قدرها ٢٠٠ طن وهي كافية للاجهزة الذرية والكهربائية وللحجرة التي تؤمن معيشة رجلين أو ثلاثة خلال عدة شهور .

يسكن منذ الآن تحضير هذا المشروع وفي خلال المدة التي ستتمو فيها الصواريخ الكيميائية تكون المشاكل الفنية المطروحة قد جربت عمليا وسترى الحقبة ١٩٧٠ - ١٩٨٠ آفاقا مدهشة لا تقل عن استكشاف البشر للمريخ والزهرة .

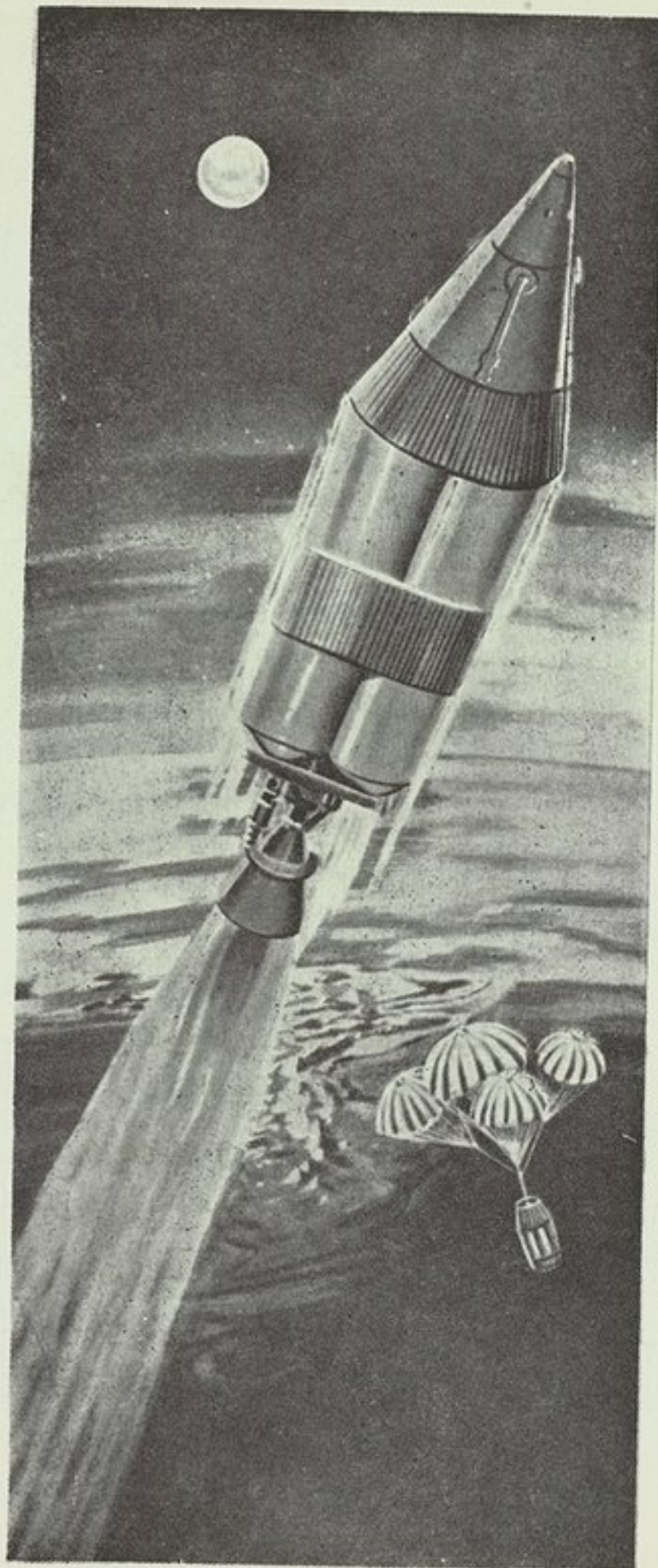
المرحلة القمرية

أعد لهذه الرحلة القمرية الاولى صاروخ عملاق ارتفاعه ٦٧ مترا . بدأ اشعال المرحلة الاولى الحاوية على ستة محركات صاروخية ، فارتفع الصاروخ في الجو خلال عشر ثوان ثم انعطف قليلا نحو الشرق .

وظل صاروخ المرحلة الاول يشتعل خلال ١٣٥ ثانية فبلغ ارتفاعا قدره ٥٦ كم ثم انفصل عن بقية الصاروخ وسقط محميا بمظلاته (الشكل ١) .

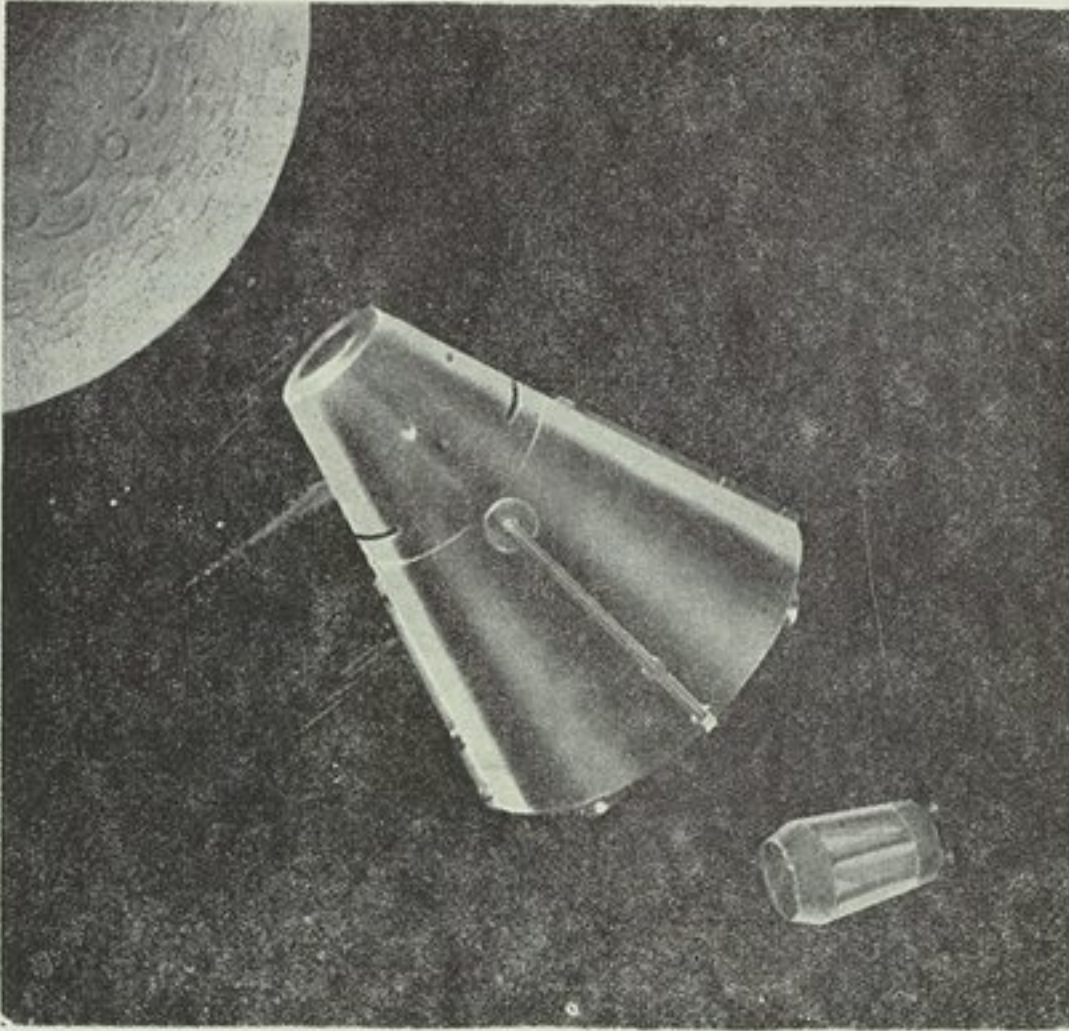
وعلى الفور بدأت المرحلة الثانية بالاشتعال فدام عملها ١٧٧ ثانية أعطت في خلالها سرعة قدرها ٤,٨١٨ كم/ثا ثم انفصلت بدورها وسقطت بدون مظلة فاحترقت في الطبقات العليا من الجو (الشكل ٢) .

النسك (١)



الشكل (٢)





الشكل (٣)

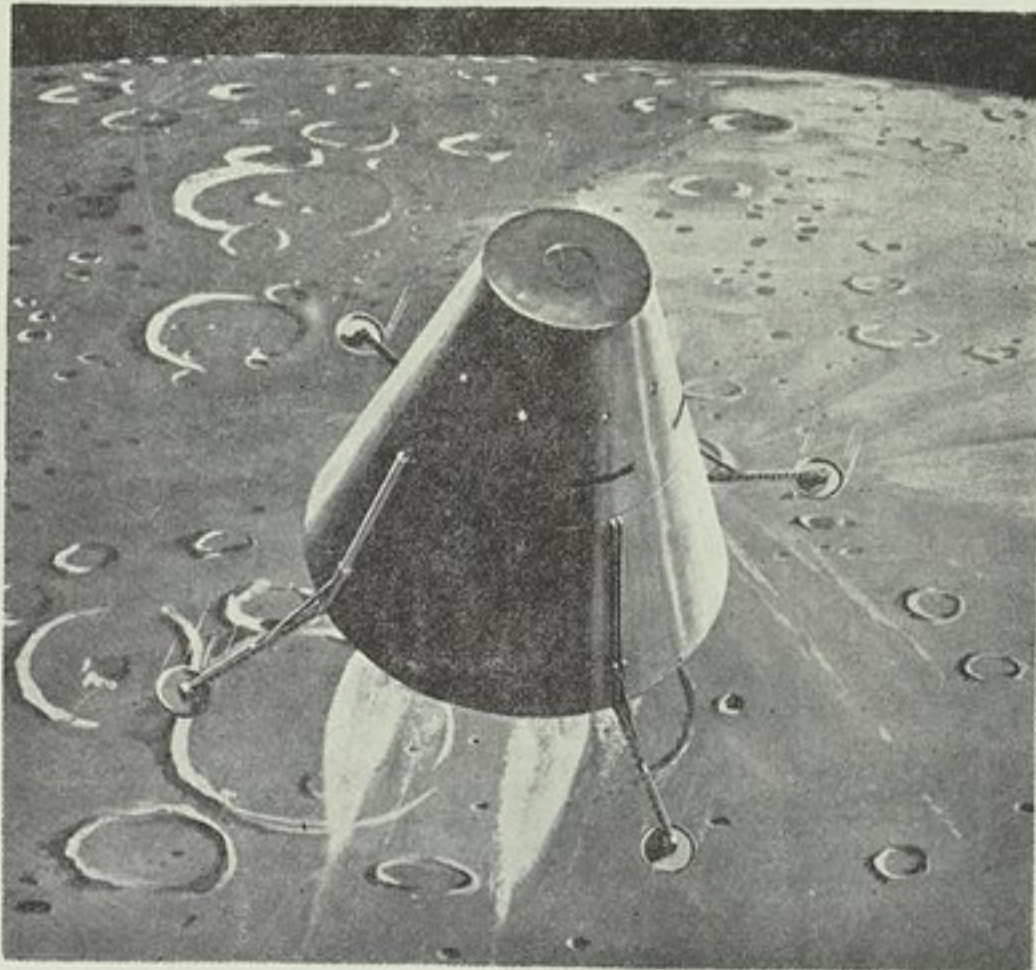
عندها بدأت المرحلة الثالثة عملها وغدت حركة الصاروخ موازية تقريبا
لسطح الارض على ارتفاع ١٣٧ كم .

ومتى انتهى احتراق المرحلة الثالثة انفصلت بدورها عن السفينة القمرية
التي صغر حجمها بعد انفصال المراحل الثلاث الاولى عنها ، فتتابع السفينة
سيرها القذفي بدون ثقالة تقريبا متجهة نحو القمر فتصل الى مشارفه في
حوالي ٦٠ ساعة وعندئذ تشتغل فيها صواريخ (فيرنيه) وهي تطلق غازا

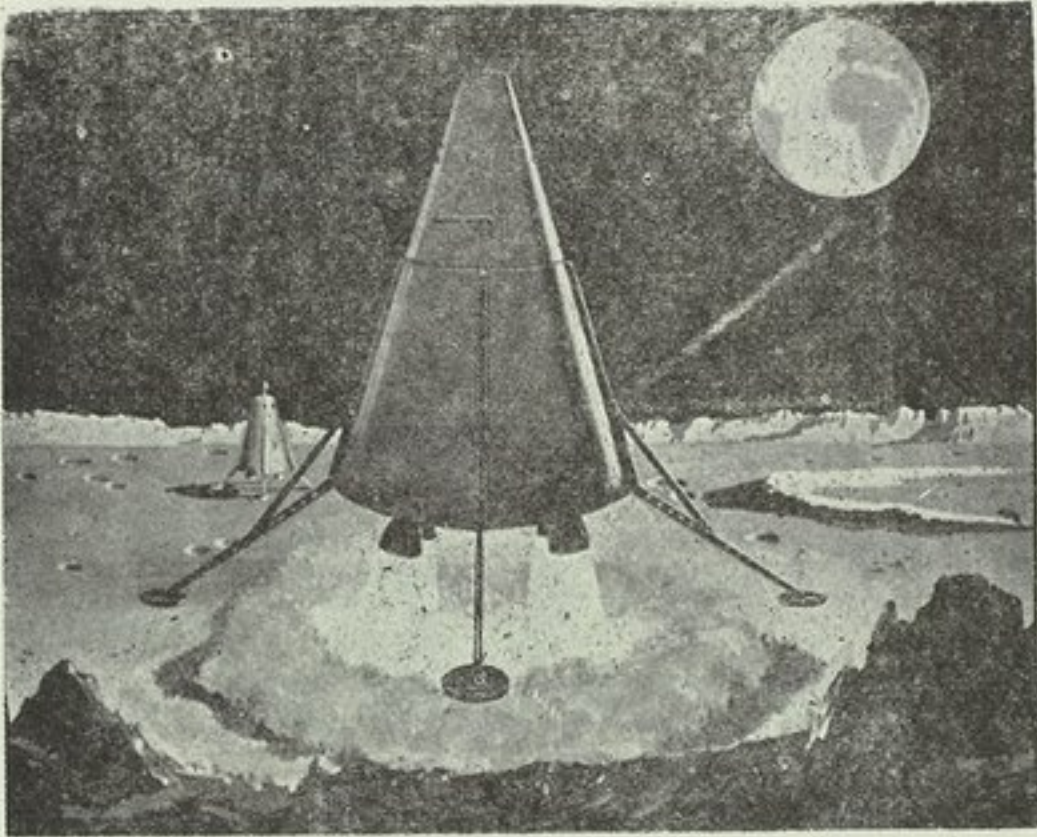
مضغوطا فتمكن سائق السفينة من توجيهها في الاتجاه المناسب بالنسبة للقمر
(الشكل ٣) حتى يباشر بالهبوط عليه •

الهبوط على القمر :

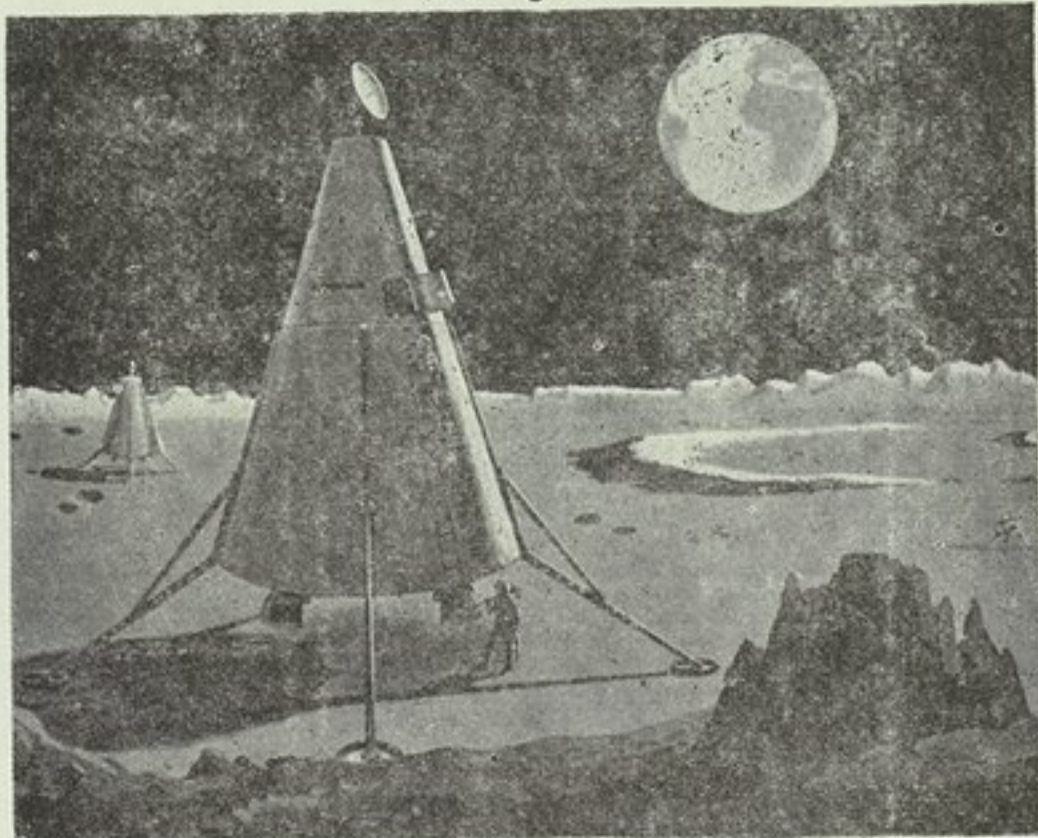
متى اصبحت السفينة على علو مناسب من القمر (الشكل ٤) تبدأ أربعة
صواريخ عملها لكبح سرعة السفينة • وفيها جهاز موجه يمكن الملاح من
التقاء مكان الهبوط بينما يخرخ جهاز الهبوط من بيته وهو يتألف من أربعة
أرجل تعطي للسفينة قاعدة عرضها ١٢ مترا • ويسهل عليه حتمن تسيير
الصواريخ المؤخرة الهبوط الهادىء على سطح القمر (الشكل ٥) • ثم يفتح
باب الغرفة الموصدة وينزل منها سلم وتطأ أرجل الرواد أرض القمر
(الشكل ٦) •



الشكل (٤)

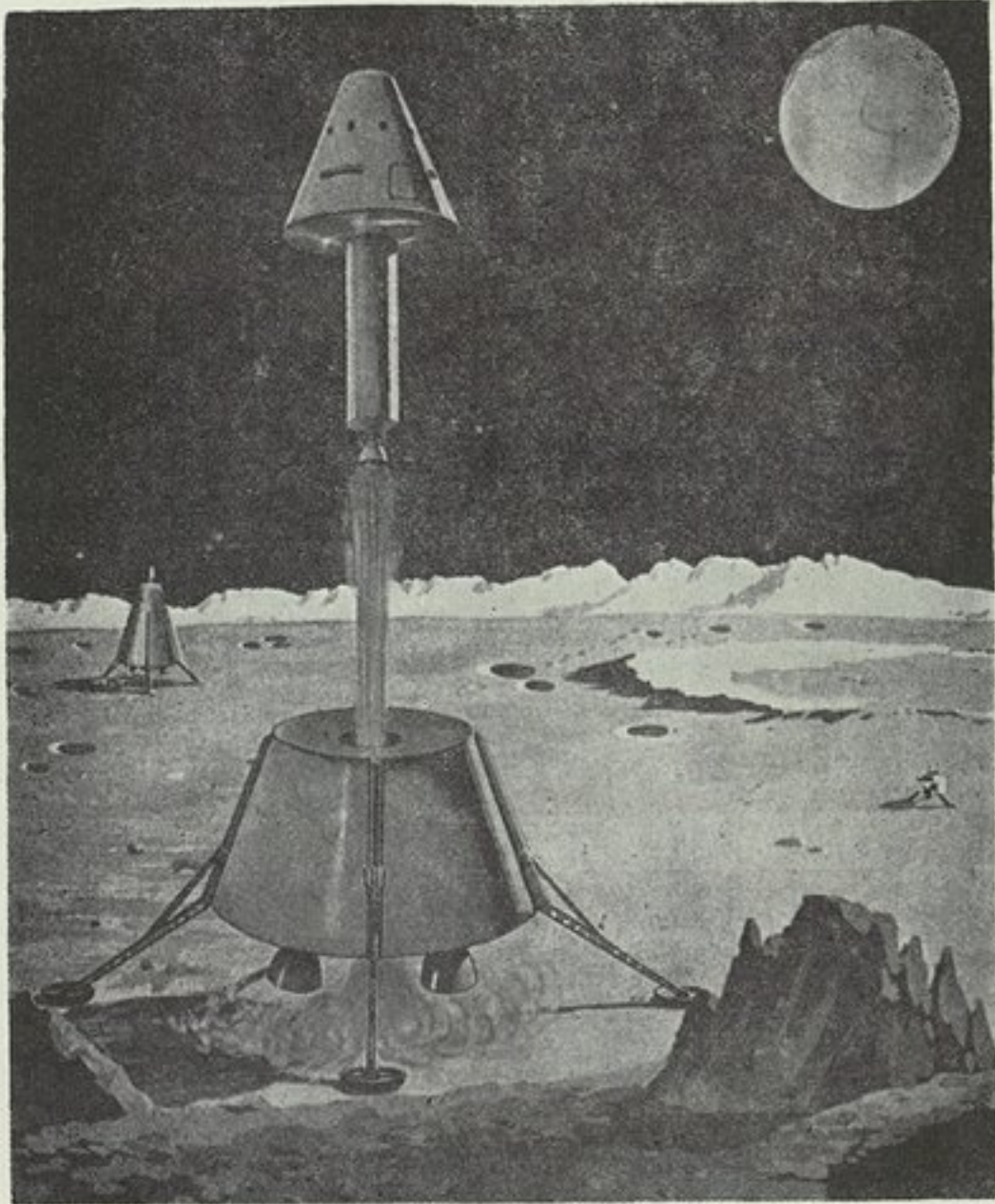


الشكل (٥)



الشكل (٦)

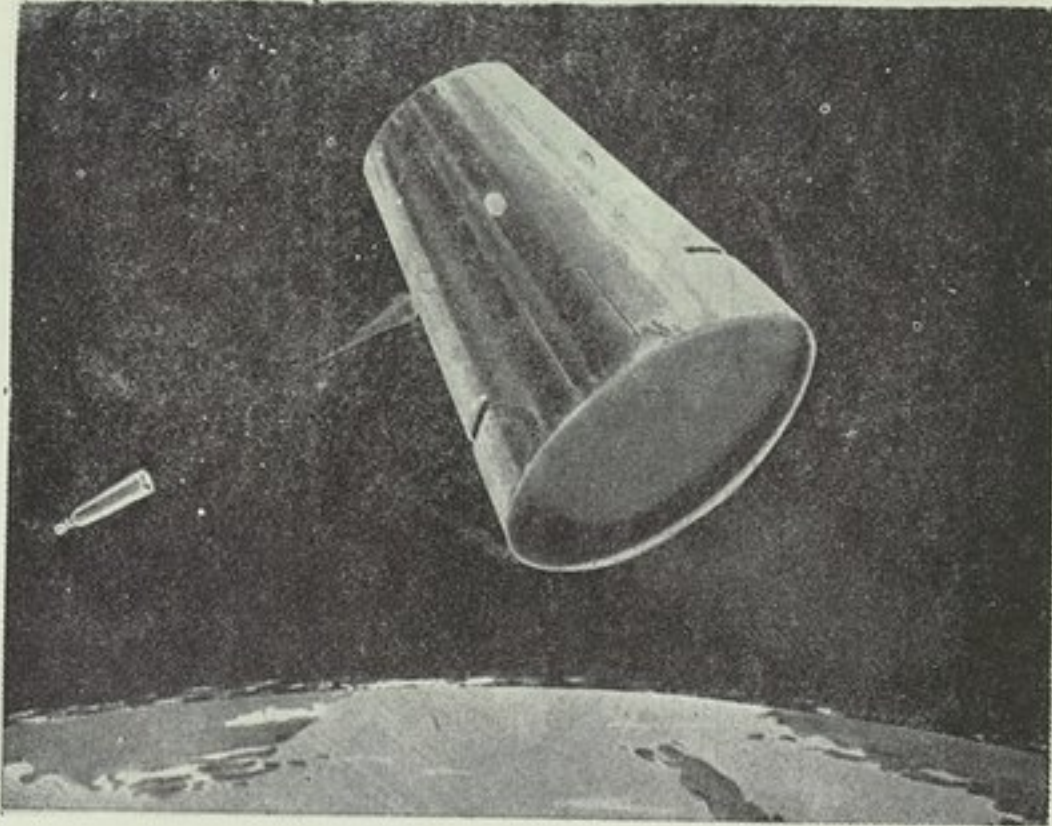
ويوجد بالقرب من مهبطهم سفينة ثانية مساعدة مماثلة لسفنتهم ، كانت
للحبيطة قد أرسلت قبلهم بشهر • ويجدون أيضا جهاز الالاسكي الذي كان قد
أرسل الى القمر قبل عام والذي قام بوظيفة الارشاد الى مكان الهبوط •



الشكل (٧)

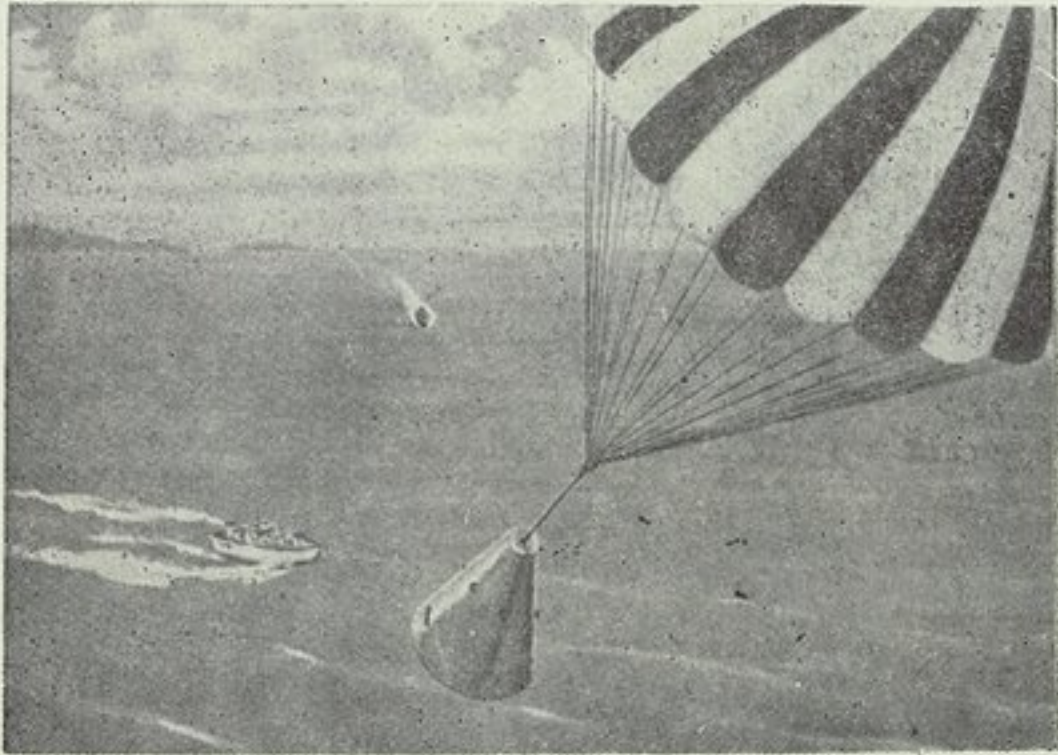
العودة الى الارض :

لما كانت السفينة قد وصلت سالمة الى القمر ، فان الرواد يتركون السفينة الاحتياطية لمن سيخلفهم وبعد اقامتهم اثني عشر يوما يعودون الى سفينتهم ويبدأون باشعال المرحلة الخامسة من الصاروخ ، الذي يجري اطلاقه بواسطة المرحلة الرابعة الحاملة للصواريخ المؤخرة التي نضب وقودها بعد ان استعملت أثناء الهبوط (الشكل ٧) ويدوم اشتعال الصواريخ ٢٢٠ ثانية ويعقبها طيران قذفي يدوم ٦٠ ساعة ثم تستعمل صواريخ فرنية لتصحيح الاتجاه واعطاء الحجرة الباقية من السفينة منحى القناة الزائدية التي ستوصلها الى جو الارض . ثم تسقط المرحلة الخامسة وتبدأ الحجرة بالهبوط بزاوية مراقبة بدقة ، وبسبب التحاك ترتفع حرارة مقدمتها وينصهر قسم منها (الشكل ٨)



الشكل (٨)

وعلى علو ٩ آلاف متر تنفتح مظلة واقية فتكبح حركة السقوط التي تنتهي
أما في البحر أو على البر (الشكل ٩) .



الشكل (٩)

* * *

مصادر الكتاب

١ - الكتب :

- 1 — Vers la conquête des mondes Par W. Ley - 1953
- 2 — Satellites artificiels Américains Par John Shirley Hurst - 1958
- 3 — Vanguard Par Caidin - 1958
- 4 — Spoutnik Par Vassiliev - 1958
- 5 — La Route du Cosmos - 1958
- 6 — Victoire sur l'espace } Par Albert Ducrocq - 1959
- 7 — L'homme dans l'espace } - 1961
- 8 — Les satellites artificiels Par Pierre Rousseau - 1957
- 9 — L'exploration de l'espace ... Par Arthur Clarke - 1953
- 10— Lune an I Par Pierre de Latil 1959
- 11— Vie sur les planetes Par Robert Tocquet - 1960
- 12— Les fusées Par Jean Pellandini - 1958
- 13— Satellites artificiels Par Charles Noel Martin - 1959
- 14— Terre et Lune Par Jean Taillé - 1960
- 15— Introduction to space Par Lee A. Du Bridge - 1960
- 16— Artificial Satellites Par Michael W. Ovenden - 1960
- 17— Space Rockets and Missiles Par Raymond F. Yates
and M. E. Russel - 1960
- 18— Leonide Sedov et l'Astro- Par Hilaire cuny - 1961
nautique

٢ - المجلات :

- ١ - مجلة اخبار الفضاء المصرية .
- ٢ - اعداد مختلفة من مجلة Science et Vie من سنة ١٩٥٨ - ١٩٦٢
واعداد ممتازة خصصت لرحلات الفضاء .
- ٣ - اعداد مختلفة من مجلة Science et Avenir من سنة ١٩٥٨ -
١٩٦٢ .
- ٤ - بعض اعداد من مجلات Space World و Skyline و Life و time
- ٥ - النشرة اليومية لوكالة تاس .
- ٦ - منشورات مكتب الانباء السوفييتية .

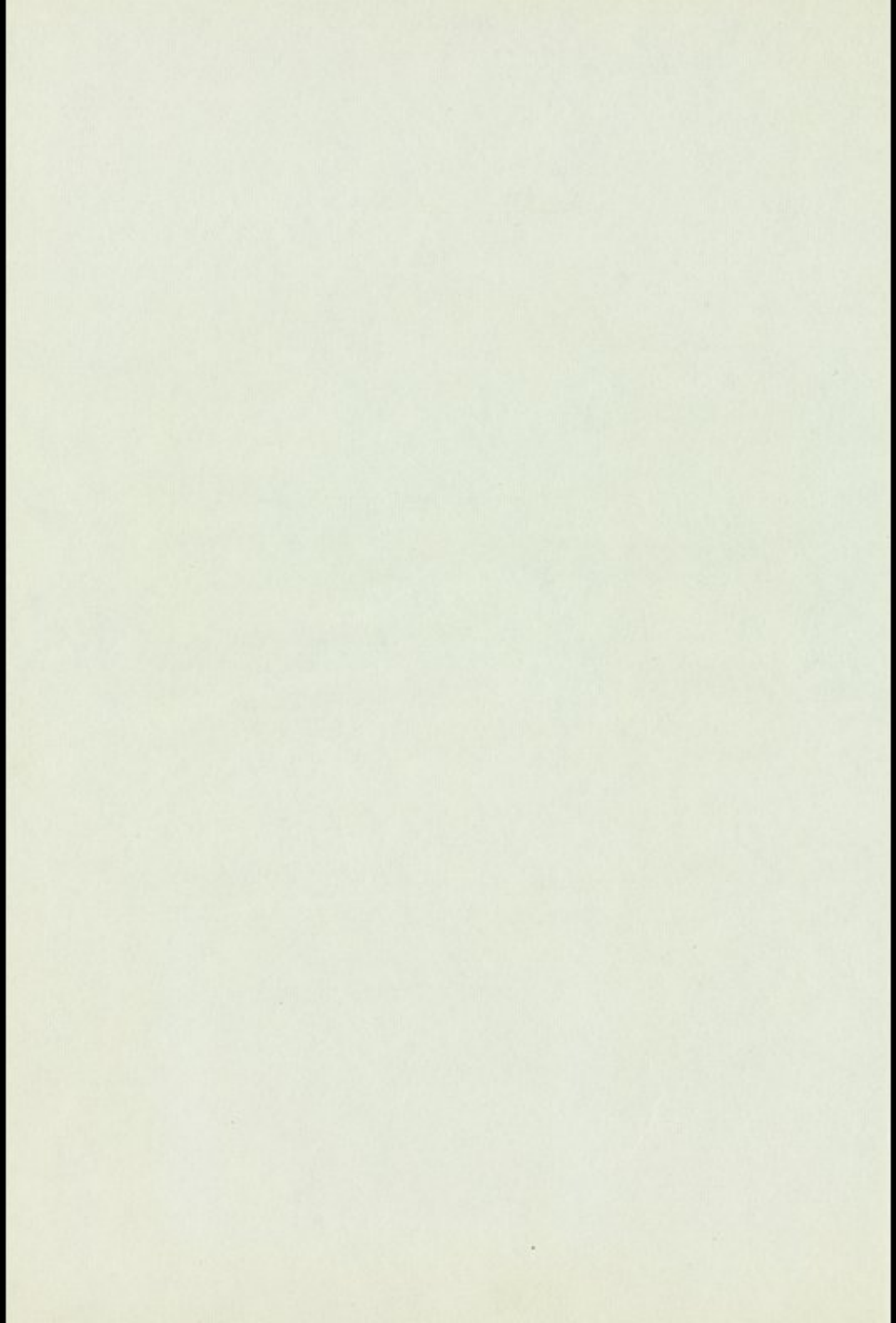
قائمة ببعض المصطلحات التي استعملت في الكتاب

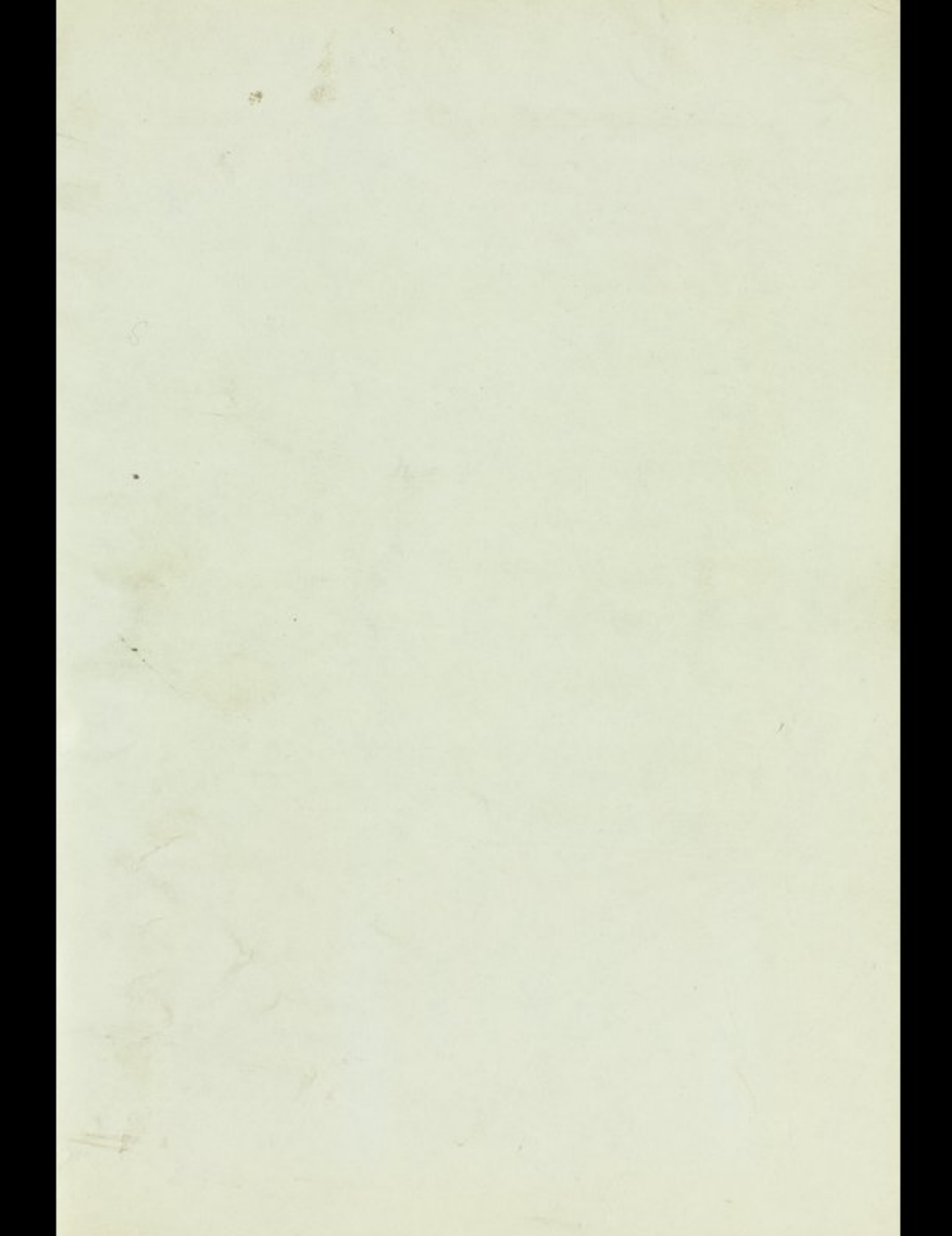
Amplitude	سعة	Lunar Probe	الباحث القمري
Antenne	هوائي	Mécanisme	آلية
Apesanteur	لائقالة	Météorites	صغار الشهب
Aplatissement	تفطح	Mission	مهمة
Artificiel	صنعي	Molécule	جزيء
Atome	ذرة	Moment	عزم
Balistique	قذفي	N. A. S. A.	الإدارة القومية للطيران والفضاء
Cable	مرس	Orbite	مسار ، مدار
Ceinture	حزام	Orientation	توجيه
Champ	حقل	Oscillation	اهتزاز
Compas	بوصلة	Particule	دقيقة
Corpuscule	جسيم	Période	دور
Cosmique	كوني	Pioneer	الرائد
Discoverer	مستكشف	Planète	كوكب سيار
Ejection	اطلاق	Radiation	اشعاع
Engin	آلة	Réaction	رد الفعل
Explorer	كشاف	Rétro - fusée	الصاروخ المؤخر
Freinage	كبح ، الجام	Satellite	تابع ، قمر
Fréquence	تواتر	Servo - mécanisme	تطويع آلي
Fusée	صاروخ	Sextan	سدسية
Galaxie	مجرة	Sphéricité	تكور
Gravité	جاذبية	Stabilisation	اقرار واستقرار
Ionisation	تأين ، تشرذ	Trajectoire	مَحرك ، مسار
I. C. B. M	الصواريخ القذفية عابرة القارات	Vanguard	طليلة
Lunik	الصواريخ الروسية التي اطلقت على القمر	Vostok	سفينة الشرق

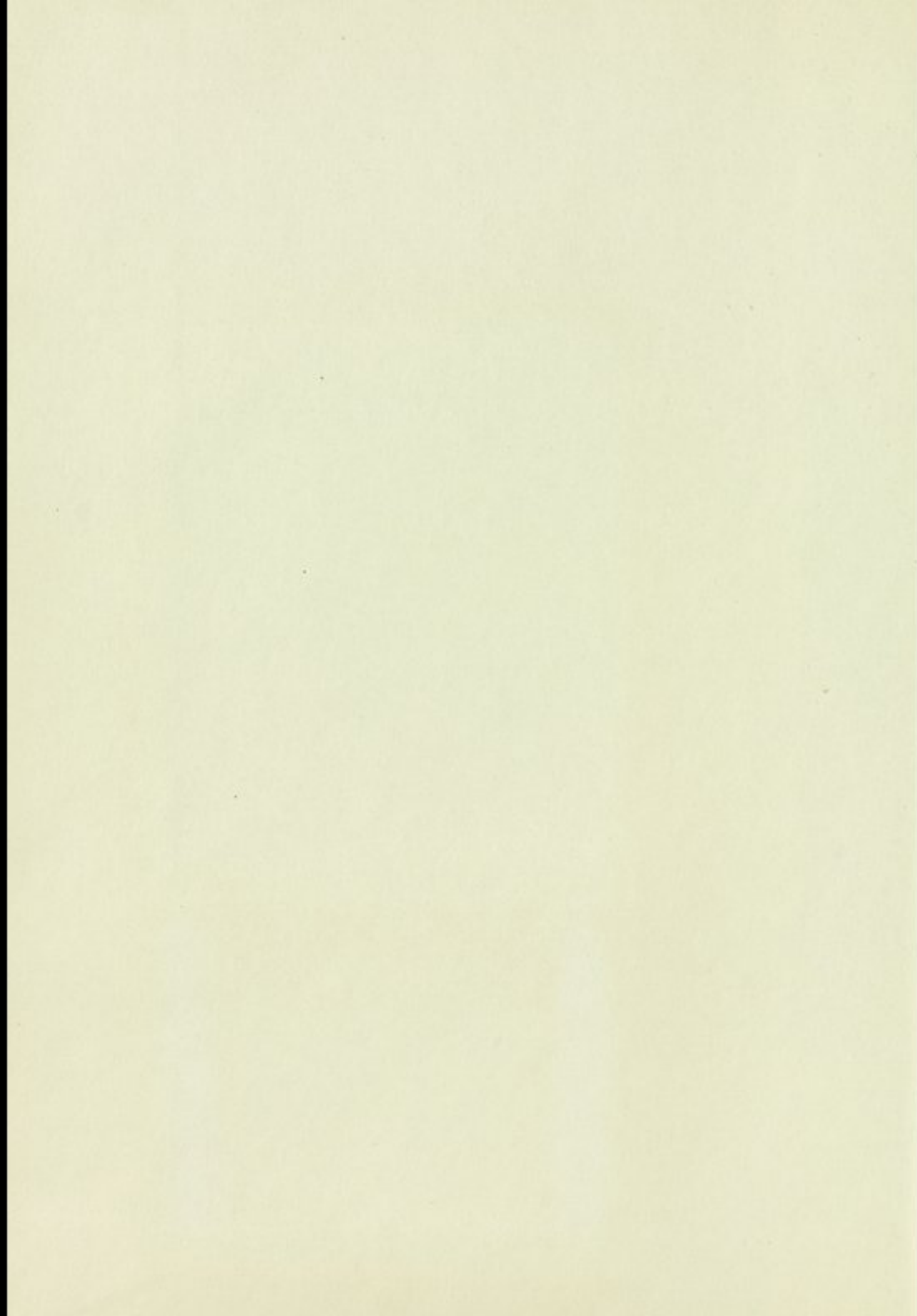
فهرس الكتاب

الصفحة

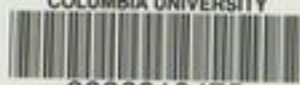
٥	المقدمة
٦	١ - الفصل الاول : تاريخ ملاحه الفضاء والصواريخ
٢١	٢ - الفصل الثاني : قليل من المعلومات العلمية
٤٧	٣ - الفصل الثالث : الصواريخ ما بين ١٩٤٦ و ١٩٥٧
٦١	٤ - الفصل الرابع : الاقمار الصناعية الاولى
٨٤	٥ - الفصل الخامس : الاقمار الصناعية ما بين ١٩٥٨ و ١٩٦١
١١٣	٦ - الفصل السادس : المعلومات العلمية الاولى المستقاة من الاقمار الصناعية
١٥٣	٧ - الفصل السابع : الجيل الثاني من الاقمار الصناعية
١٧٢	٨ - الفصل الثامن : استرجاع التوابع ووصول الانسان الى الفضاء
٢١٢	٩ - الفصل التاسع : الاتجاه المقبل لملاحه الفضاء
٢٢٣	١٠ - الرحلة القمرية











0026813475

956.9

Sy24

1

JUN 13 1963

OCT 1 1964

