บทที่ 9
หลักสำคัญของการเดินทางในอวกาศ

9.1 หลักการส่งจรวด, ยานอวกาศ และอุปกรณ์ในการสำรวจ

กอดดาร์ด (R.H. Goddard) นักวิศวกรชาวอเมริกัน เป็นคนแรกที่บุกเบิกการส่งยานอวกาศสู่นอกโลก เขาได้เขียนลงในหนังสือ "Smithsonian Pubblication No. 2540" ในปี ค.ศ. 1920 โดยเขียนเรื่อง "A Method of Reaching Extreme Altitude" ในวันที่ 16 มีนาคม ค.ศ. 1926 เขาได้ส่งจรวดลำแรกที่ใช้เชื้อเพลิงเหลวขึ้นสู่ท้องฟ้าเป็นผลสำเร็จ หลังจากนั้นต่อมาในสงครามโลกครั้งที่ 2 **ฟอน เบราน์** (Wernher Von Braun) แห่งเยอรมัน ได้สร้างจรวด วี – 2 ที่เกาะพีนีมุนด์ (Peenemunde) ในทะเลบอลติค และใช้ยิงโจมตีประเทศอังกฤษในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้ยุติลง สหรัฐอเมริกาและรัสเซียได้ขนจรวด วี – 2 ไปใช้ทดลองส่งจรวดขึ้นสู่ท้องฟ้าเพื่อใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นเป็นต้นมามนุษย์ได้เริ่มเข้าสู่ยุคอวกาศ

เครื่องบินสามารถลอยอยู่ในอากาศได้โดยอาศัยแรงพยุงตัวของอากาศ และอาศัยแก๊สออกซิเจนในอากาศเพื่อช่วยในการเผาไหม้ทำให้เกิดแรงขับดันไปข้างหน้าได้ สำหรับการเดินทางในอวกาศนั้น เราไม่สามารถอาศัยแรงพยุงตัวของอากาศหรือแก๊สออกซิเจนในอวกาศเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนไปในอวกาศได้ หลักการขับเคลื่อนของจรวดนั้นใช้กฎข้อที่ 3 ของนิวตันที่กล่าวว่า "ถ้าเราออกแรงกระทำต่อวัตถุ จะมีแรงปฏิกิริยา (ซึ่งมีขนาดเท่ากับแรงกระทำ) มากระทำต่อเราในทิศทางตรงข้ามเสมอ" เช่น เมื่อเครื่องยนต์จรวดเผาไหม้เชื้อเพลิง แก๊สร้อนซึ่งเกิดจากการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงจะถูกแรงดันขยายตัวให้พุ่งออกทางท้ายจรวดด้วยความเร็วสูงมาก (แรงอันนี้ก็คือแรงกระทำ) ทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาในทิศทางตรงกันข้าม (หรือแรงผลักดัน) ทำให้จรวดเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้

วัตถุทุกชนิดสามารถอยู่บนพื้นผิวโลกได้เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุต่าง ๆ ถ้าเราต้องการส่งจรวดสู่ อวกาศ จรวดจะต้องเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลกให้ได้ นั่นคือจรวดจะต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงกว่าความเร็วอันหนึ่ง ความเร็วนี้มีชื่อเรียกว่า **ความเร็ว**

ของการผละหนี (escape velocity) **สำหรับบนพื้นผิวโลกความเร็วของการผละหนีมีค่าเท่ากับ 11.2 กิโลเมตรต่อวินาที** นั่นคือ จรวดจะต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากกว่า 11.2 กิโลเมตรต่อวินาที จรวดนี้จึงจะพ้นจาก แรงดึงดูดของโลก

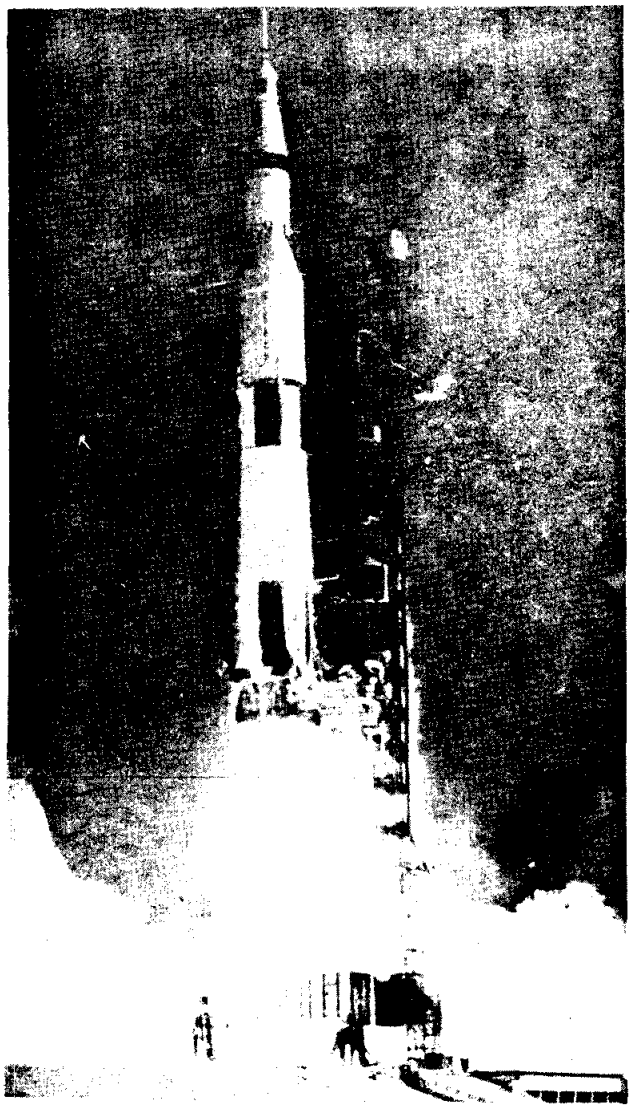
ความเร็วของการผละหนีของดาวเคราะห์ต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับค่าแรงโน้มถ่วงของดาวเคราะห์นั้น ๆ สำหรับดวงจันทร์ค่าความเร็วของการผละหนีเท่ากับ 2.4 กิโลเมตรต่อวินาที **อนุภาคของแก๊สต่าง ๆ ในบรรยากาศของดวงจันทร์เคลื่อนที่เร็วกว่าค่าความเร็วของการผละหนีของดวงจันทร์ ดังนั้น บรรยากาศของดวงจันทร์จึงเบาบางมากจนเป็นสุญญากาศ**

การส่งยานอวกาศออกไปสู่อวกาศ เราจะต้องให้จรวดขับเคลื่อนจากหยุดนิ่งขึ้นตามแนวดิ่งโดยการเร่งตัวมันเองให้เร็วขึ้น ๆ จนหลุดพ้นชั้นบรรยากาศที่หนาแน่นบนพื้นผิวโลก (สูงประมาณ 100 กิโลเมตรขึ้นไปจากพื้นดิน) ต่อจากนั้นให้มันมีความเร็วมากกว่า 11.2 กิโลเมตรต่อวินาที แล้วดับเครื่องยนต์จรวด ยานอวกาศจะเคลื่อนที่ออกไปจากโลกเรื่อย ๆ โดยไม่ต้องใช้พลังงานขับดันอีกเลย และยานอวกาศนี้ก็จะไม่ตกกลับมาสู่โลกอีก ถ้าต้องการให้ยานอวกาศนี้ออกนอกระบบสุริยะ ยานอวกาศนี้ต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากกว่า 43.2 กิโลเมตรต่อวินาที (ความเร็วของการผละหนีจากระบบสุริยะเท่ากับ 43.2 กิโลเมตรต่อวินาที และความเร็วของการผละหนีจากดวงอาทิตย์เท่ากับ 617.6 กิโลเมตรต่อวินาที)

ถ้าความเร็วของยานอวกาศไม่ถึง 11.2 กิโลเมตรต่อวินาที ยานอวกาศนั้นไม่สามารถหลุดพ้นจากแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ซึ่งเป็นผลทำให้ยานอวกาศนี้โคจรรอบโลกเป็นรูปวงรีรอบจุดศูนย์กลางของโลก ยานอวกาศ (หรืออุปกรณ์) ที่โคจรรอบโลกไม่ตกกลับลงมาสู่ผิวโลกอีก เราเรียกว่า ดาวเทียม (artificial satellite) ของโลก ดาวเทียมนี้จะต้องโคจรด้วยความเร็วในวงโคจรเฉพาะค่าหนึ่ง *(รายละเอียดดูในหัวข้อที่ 9.2)* **ความเร็วต่ำสุดที่วัตถุเคลื่อนที่รอบจุดศูนย์กลางของโลกเป็นรูปวงกลมแล้วไม่ตกลงมาสู่พื้นผิวโลกอีกมีชื่อเรียกว่า ความเร็ววงกลม** (circular velocity) เช่น ความเร็วที่พื้นผิวโลกเท่ากับ 7.9 กิโลเมตรต่อวินาที หมายความว่า ถ้าดาวเทียมโคจรรอบโลกที่ผิวโลกจะต้องใช้ความเร็วเท่ากับ 7.9 กิโลเมตรต่อวินาที แต่ในทางปฏิบัตินั้น ดาวเทียมดวงนี้โคจรได้ไม่นานเนื่องจากมันไปเสียดสีกับอากาศจะทำให้ความเร็วของดาวเทียมลดลงและจะตกสู่พื้นผิวโลกตามเดิม ถ้าต้องการให้ดาวเทียมโคจรรอบโลกเป็นระยะเวลานาน ๆ เราต้องส่งให้มันอยู่สูงพ้นจากบรรยากาศที่หนาทึบจนไม่มีบรรยากาศมาเสียดทานดาวเทียมได้ นั่นคือ จะต้องส่งให้มันอยู่สูงจากพื้นดินมาก ๆ ค่าความเร็ววงกลมรอบโลกขึ้นอยู่กับระยะห่างจากพื้นผิวโลก ยิ่งสูงค่าความเร็ววงกลมรอบโลกจะมีค่าน้อยลง คาบเวลาของการโคจรรอบโลกของดาวเทียมก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย **ถ้าดาวเทียมโคจรรอบโลกที่ระยะทาง**

35,680 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก ดาวเทียมดวงนี้จะมีคาบเวลาในการโคจรรอบโลกเท่ากับ 24 ชั่วโมง นั่นคือ เราจะเห็นดาวเทียมดวงนี้ปรากฏอยู่บนท้องฟ้าคงที่ตลอดเวลา

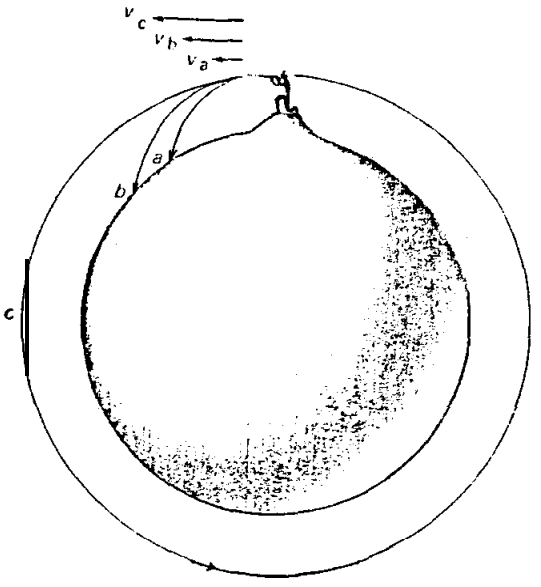
ปัจจุบันนี้การส่งยานอวกาศหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้จรวดหลายชั้น โดยยานอวกาศหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ส่วนบนสุดของจรวด จรวดขึ้นสู่อวกาศจากฐานในแนวดิ่ง เมื่อจรวดชั้นแรกใช้เชื้อเพลิงหมดมันจะดีดตัวเองหลุดออกไป จรวดชั้นต่อมาก็จะขับดันต่อไป ความเร็วของจรวดเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงระยะสูงที่กำหนดไว้ จรวดก็จะเลี้ยวเข้าสู่วงโคจรรอบโลก จรวดชั้นสุดท้ายจะขับดันจนตัวมันเองมีความเร็วเท่ากับความเร็ววงกลมรอบโลกที่ระดับนั้น เครื่องยนต์จรวดก็จะหยุดทำงาน (อาจจะดีดตัวเองออกหรือติดกับยานอวกาศก็ได้) ยานอวกาศก็จะโคจรรอบโลกตลอดไปในสภาพที่ไม่ต้องใช้แรงขับดันช่วยอีก



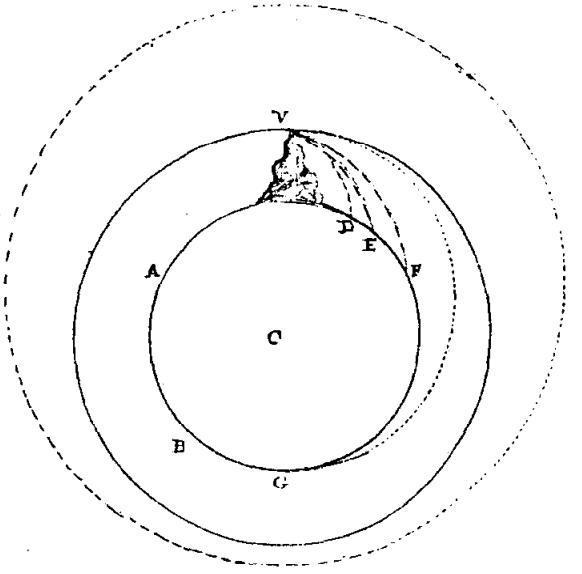
รูปที่ 9.1 แสดงถึงจรวดแซตเทิร์น 5 นำยานอะพอลโล 11 ขึ้นสู่อวกาศ จรวดหนักทั้งหมด 2,850 ตัน (รวมทั้งเชื้อเพลิง)

9.2 ดาวเทียม

เป็นสิ่งประดิษฐ์ชนิดหนึ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้นมาเพื่อให้มันโคจรรอบโลก ดาวเทียมบางดวงไม่สามารถอยู่บนท้องฟ้าได้เป็นเวลานาน ๆ เนื่องจากความเสียดทานที่ดาวเทียมกระทำต่ออากาศทำให้มันสูญเสียพลังงาน ในที่สุดมันจะตกลงมาสู่ชั้นของบรรยากาศที่หนาแน่น ซึ่งที่นี่จะมีความเสียดทานสูงจนทำให้เกิดความร้อนเผาไหม้ดาวเทียมให้หมดไปอย่างสมบูรณ์ ถ้าดาวเทียมสามารถโคจรรอบนอกบรรยากาศของโลกได้ มันจะยังคงโคจรรอบโลกตลอดกาลนานเป็นเช่นวัตถุดาราศาสตร์ชนิดหนึ่ง



รูปที่ 9.2 การส่งดาวเทียมมีหลักการคล้ายกับการยิงลูกปืน



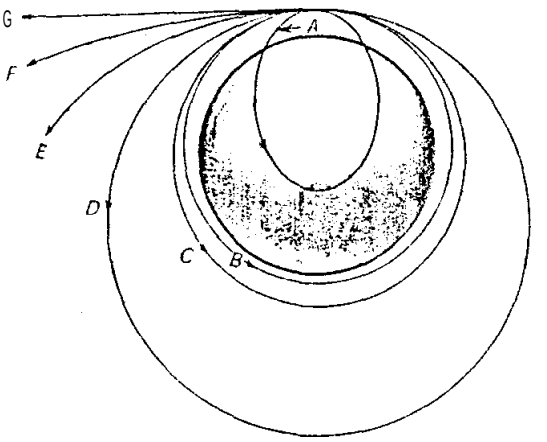
รูปที่ 9.3 แผนภาพเขียนโดยนิวตัน ในหนังสือ De mundi svstematic **ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1731**

หลักการส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรบนท้องฟ้าอย่างง่าย ๆ มีดังนี้ สมมติเราอยู่บนภูเขาลูกหนึ่งแล้วยิงปืนในทิศทางที่ขนานกับพื้นผิวโลก ตามรูปที่ 9.2 (ซึ่งดัดแปลงมาจากแผนภาพที่เขียนโดยนิวตัน *(รูปที่ 9.3)*) และสมมติอีกว่า ไม่มีแรงเสียดทานของอากาศและวัตถุ (เช่น ภูเขา, สิ่งก่อสร้าง เป็นต้น) กีดขวางทางวิ่งของลูกปืน ดังนั้นจะมีแรงเพียงแรงเดียวที่กระทำต่อลูกปืนภายหลังจากที่มันวิ่งออกมาจากปากกระบอกปืน คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อลูกปืนเท่านั้น

ถ้าลูกปืนมีความเร็วต้น V_a, ลูกปืนเคลื่อนที่ออกจากปากกระบอกปืนเป็นเส้นตรง ในขณะเดียวกันแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อลูกปืนจะทำให้ลูกปืนเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางลงสู่พื้นดิน ดังนั้นมันจะชนพื้นดินที่จุด a ถ้าลูกปืนมีความเร็วต้น V_b ซึ่งมากกว่า V_a ลูกปืนจะชนพื้นดินที่จุด b แต่ถ้าลูกปืนมีความเร็วต้น V_c ซึ่งมากเพียงพอที่จะทำให้มันเกิดความเร่งในทิศทางขนานกับพื้นดิน แต่เนื่องจากความโค้งของพื้นผิวของโลกทำให้ลูกปืนเคลื่อนที่โค้งไปตามพื้นผิวของโลกด้วยระยะทางความสูงเหนือพื้นดินเดียวกัน ในที่สุดมันจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมครบรอบสมบูรณ์ ความเร็ว V_c มีชื่อเรียกว่า ความเร็ววงกลม ซึ่งมีค่าประมาณ 8 กิโลเมตรต่อวินาที (ตัวเลขนี้ขึ้นอยู่กับระยะทางที่สูงจากพื้นดิน)

ก. วงโคจรของดาวเทียม

หลักการส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรรอบโลกอย่างง่าย ๆ คือ ส่งจรวดขึ้นไปในแนวดิ่งระดับความสูงสองสามร้อยไมล์ เสร็จแล้วเบนตัวจรวดให้ขนานกับพื้นดิน ขั้นสุดท้ายจุดเชื้อเพลิงจรวดให้มีความเร็วต้นตามที่ต้องการและผลักดันให้ดาวเทียมออกไป ขนาดและรูปร่างของวงโคจรของดาวเทียมขึ้นอยู่กับทิศทางที่แน่นอน และความเร็วต้นของจรวดที่ผลักดันให้ดาวเทียมหลุดออกไป ชนิดของวงโคจรของดาวเทียม สามารถแสดงได้ในรูปที่ 9.4



รูปที่ 9.4 วงโคจรที่แตกต่างกันของดาวเทียมเป็นผลมาจากความเร็วเริ่มต้นของดาวเทียมที่แตกต่างกัน แต่ความเร็วเริ่มต้นมีทิศขนานกับพื้นผิวของโลก

ถ้าอัตราความเร็วต้นของดาวเทียมน้อยกว่าความเร็ววงกลมในวงโคจรของมัน วงโคจรของดาวเทียมจะเป็นรูปวงรีโดยมีจุดศูนย์กลางของโลกอยู่ที่จุดโฟกัสหนึ่งของรูปวงรี จุดอะโพจี (apogee : เป็นจุดที่อยู่ไกลจากจุดศูนย์กลางของโลกมากที่สุด) ของวงโคจร จะอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นเคลื่อนที่ และจุดเพอริจี (perigee : เป็นจุดที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของโลกมากที่สุด) จะอยู่ที่จุดกึ่งกลางรอบวงโคจรจากจุดเริ่มต้น

ถ้าอัตราความเร็วเริ่มต้นต่ำกว่าความเร็ววงกลมมาก ๆ รูปวงรีเกือบทั้งหมดจะอยู่ใต้พื้นผิวโลก (จากรูปที่ 9.4 ได้แก่วงโคจร A) ในกรณีนี้ดาวเทียมโคจรเคลื่อนที่ไปเพียงส่วนน้อยในวงโคจรของมันก่อนที่มันจะชนกับพื้นดิน (หรือส่วนมากจะถูกเผาไหม้หมดในชั้นบรรยากาศของโลกที่หนาแน่น) ถ้าอัตราความเร็วเริ่มต้นน้อยกว่าความเร็ววงกลมเล็กน้อย วงโคจรของดาวเทียมได้แก่วงโคจร B ซึ่งมันต่ำเกินไปในชั้นบรรยากาศสำหรับดาวเทียมที่จะอยู่โคจรรอบโลกได้ยาวนาน

ถ้าอัตราความเร็วเริ่มต้นเท่ากับความเร็ววงกลม วงโคจรของดาวเทียมเป็นรูปวงกลมโดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลก (ได้แก่วงโคจร C) และอัตราความเร็วเริ่มต้นมากกว่าความเร็ววงกลมเล็กน้อย วงโคจรของดาวเทียมจะเป็นรูปวงรี (ได้แก่วงโคจร D) โดยมีจุดเพอริจีที่จุดเริ่มต้นและจุดอะโพจีอยู่ที่จุดกึ่งกลางรอบวงโคจรจากจุดเริ่มต้น

ถ้าอัตราความเร็วเริ่มต้นเท่ากับความเร็วของการผละหนีจากพื้นผิวโลกเข้าสู่อวกาศ (วงโคจร E) และถ้าอัตราความเร็วเริ่มต้นมากกว่านี้อีก วงโคจรของมันจะเป็นรูปไฮเปอร์โบลา (วงโคจร F) และถ้าอัตราความเร็วเริ่มต้นมากกว่านี้อีก วงโคจรของมันเกือบจะเป็นเส้นตรง (วงโคจร G)

เราสามารถคำนวณวงโคจรของดาวเทียมได้โดยใช้สมการง่าย ๆ ดังต่อไปนี้

$$v^2 = \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right) \qquad \text{.....(9.1)}$$

เมื่อ V = ความเร็วเริ่มต้นของดาวเทียม หน่วย ความเร็ววงกลมที่พื้นผิวโลก

r = รัศมีของโลก

a = ครึ่งแกนยาวของวงโคจร (หรือระยะทางเฉลี่ยของขนาดของวงโคจร) หน่วย รัศมีของโลก

ตัวอย่างเช่น ดาวเทียมดวงหนึ่งถูกปล่อยออกมาจากจุดที่อยู่ใกล้พื้นผิวโลก (ที่ระดับความสูง 300 กิโลเมตร) ด้วยอัตราความเร็ว V, r มีค่า 1.047 หน่วยรัศมีของโลก ดังนั้น ค่าครึ่งแกนยาวของวงโคจร, a (เป็นการวัดขนาดของวงโคจร) สามารถคำนวณหาได้ง่ายดาย ถ้าเรารู้อัตราความเร็วเริ่มต้น

$$\frac{1}{a} = \frac{2}{r} - V^2$$

ถ้าค่า a เป็นลบ หมายถึงวงโคจรเป็นรูปไฮเปอร์โบลา จากตัวอย่างข้างบน ถ้าสมมติว่าอัตราความเร็วเริ่มต้นของดาวเทียมเท่ากับ 10 กิโลเมตรต่อวินาที หรือประมาณ 1.263 ในหน่วยของความเร็ววงกลม เราสามารถหา a ได้ดังนี้

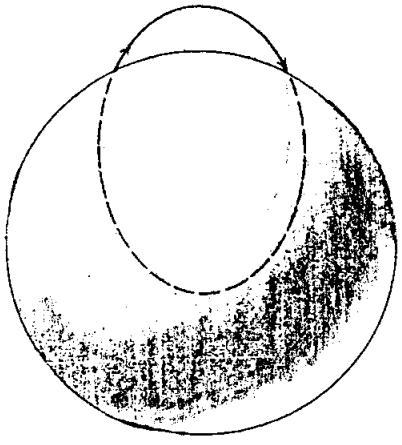
$$\frac{1}{a} = \frac{2}{1.047} - (1.263)^2 = 0.315$$

$$a = 3.17 \text{ รัศมีของโลก}$$

ดาวเทียมดวงนี้จะมีระยะทางอะโพจีประมาณ 33,760 กิโลเมตร จากจุดศูนย์กลางของโลก หรือประมาณ 27,381 กิโลเมตร สูงจากพื้นดิน

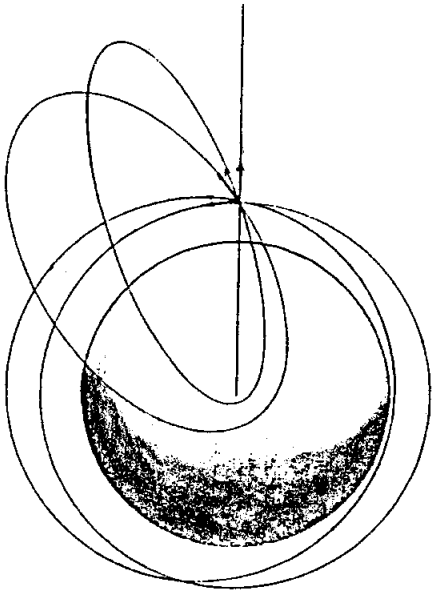
ข. ขีปนาวุธ

เป็นจรวดที่ยิงจากฐานยิงเพื่อให้ไปตกเป้าหมายที่อยู่ไกลออกไป หลักการคือ ให้จรวดเคลื่อนที่เป็นรูปวงรีโดยมีจุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดโฟกัสจุดหนึ่ง เกือบทั้งหมดของวงโคจรอยู่ใต้พื้นผิวของโลก เช่น วงโคจร A ในรูปที่ 9.4 หนึ่งในสองจุดที่วงโคจรตัดกับพื้นผิวของโลกคือจุดฐานปล่อยจรวด จรวดต้องมีอัตราความเร็วเริ่มต้นและทิศทางที่ถูกต้อง ดังนั้นจุดตัดอีกจุดหนึ่งของวงโคจรที่ตัดกับพื้นผิวของโลกจะปรากฏเป็นเป้าหมาย เมื่อปล่อยจรวดมันจะเคลื่อนที่ไปตามส่วนของวงโคจรที่อยู่บนพื้นผิวของโลกจนกระทั่งจรวดชนพื้นผิวของโลกตามที่ได้คำนวณไว้ *(ตามรูปที่ 9.5)*



รูปที่ 9.5 วงโคจรของขีปนาวุธ

การคำนวณความแม่นยำของการยิงจรวดนั้น มีความยุ่งยากมาก เช่น ความผิดปกติเล็กน้อยของสัณฐานของโลก, ความหน่วงของบรรยากาศของโลกทำให้ความเร็วของจรวดช้าลง และผลเนื่องมาจากโลกหมุนรอบตัวเอง *(โปรดดูหัวข้อที่ 2.2)* อย่างไรก็ตาม หลักการสำคัญที่ง่าย ๆ ได้บรรยายมาแล้วและอธิบายอย่างสมบูรณ์โดยนิวตัน



รูปที่ 9.6 วงโคจรที่แตกต่างกันของดาวเทียมซึ่งเป็นผลมาจากความเร็วเริ่มต้นเดียวกัน แต่มีทิศทางเริ่มต้นแตกต่างกัน วงโคจรทั้งหมดมีแกนยาวเท่ากัน

9.3 โครงการสำรวจดาวเคราะห์

ประเทศที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในโลกในด้านการสำรวจดาวเคราะห์ คือ ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศรัสเซีย ประเทศทั้งสองแข่งขันกันส่งยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุมและไม่มีมนุษย์ควบคุม, ดาวเทียม, หอปฏิบัติการลอยฟ้า ขึ้นสู่อวกาศเป็นจำนวนมาก ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงโครงการอวกาศที่น่าสนใจของประเทศทั้งสองในการสำรวจดาวเคราะห์บางโครงการเท่านั้น

ประเทศสหรัฐอเมริกามีโครงการส่งยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมทั้งหมด 7 โครงการ คือ โครงการเรนเจอร์ (Ranger), โครงการลูนาร์ออบิเตอร์ (Lunar orbiter), โครงการเซอร์เวเยอร์ (Surveyor), โครงการไพโอเนียร์ (Pioneer), โครงการมาริเนอร์ (Mariner), โครง-

การไวกิง (Viking) และโครงการวอยเอเจอร์ (Voyager) รายละเอียดของโครงการทั้งหมดมีดังนี้ สามโครงการแรกเป็นยานอวกาศสำรวจดวงจันทร์ โครงการไพโอเนียร์สำรวจทั้งดวงจันทร์และดาวเคราะห์ ส่วนโครงการที่เหลือเป็นยานอวกาศที่ใช้สำรวจดาวเคราะห์โดยเฉพาะ นอกจากนี้ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมเอกซ์พลอเรอร์ – 35 (Explorer – 35) ในวันที่ 19 กรกฎาคม ค.ศ. 1967 ไปโคจรรอบดวงจันทร์ เพื่อวัด "หาง" ของสนามแม่เหล็กของโลก

ตารางที่ 9.1 โครงการไพโอเนียร์

Craft	Launch date	Remarks
Pioneer	August 17, 1958	Launch failure
Pioneer 1	October 11, 1958	Intended lunar orbiter, to send back TV pictures. Fell short due to insufficient thrust, but reached 70,717 miles (113,800 km) from Earth, mapping extent of Van Allen radiation belts
Pioneer 2	November 8, 1958	As Pioneer 1. Launch failure
Pioneer 3	December 6, 1958	Intended lunar flyby; insufficient launch thrust. Reached 63,580 miles (102,300 km) from Earth, mapping intensity variations of Van Allen radiation belts
Pioneer 4	March 3, 1959	Passed 37,300 miles (60,000 km) from Moon
Pioneer	November 26, 1959	Intended lunar orbiter; launch failure
Pioneer 5	March 11, 1960	Interplanetary probe, orbiting Sun between Earth and Venus; sent data on solar flares and particles until June 26, 1960
Pioneer	September 25, 1960	Intended lunar orbiter; launch failure
Pioneer	December 15, 1960	Intended lunar orbiter; launch failure
Pioneer 6	December 16, 1965	Interplanetary probe, orbiting Sun between Earth and Venus
Pioneer 7	August 17, 1966	Interplanetary probe, orbiting Sun between Earth and Mars; with Pioneer 6 monitored solar activity
Pioneer 8	December 13, 1967	Interplanetary probe; orbiting Sun slightly farther than Earth
Pioneer 9	November 8, 1968	Interplanetary probe; orbiting Sun between Earth and Venus
Pioneer E	August 27, 1969	Intended interplanetary monitor; launch failure
Pioneer 10	March 3, 1972	Bypassed Jupiter at 81,000 miles (130,000 km) on December 3, 1973. Now on a trajectory that will eventually take it out of the solar system
Pioneer 11	April 5, 1973	Bypassed Jupiter at 26,725 miles (43,000 km) on December 3, 1974. Now on path that will take it to Saturn in mid-1979

โครงการไพโอเนียร์ ยานอวกาศในโครงการนี้ถูกส่งออกไปสู่อวกาศเพื่อสำรวจระบบสุริยะ ยานอวกาศไพโอเนียร์ – 1 ถึง 4 ใช้สำรวจดวงจันทร์ ยานอวกาศไพโอเนียร์ – 5 ถึง 9 ใช้วัดรังสีจากดวงอาทิตย์ในห้วงอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กในห้วงอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ ส่วนยานอวกาศไพโอเนียร์ – 10 และ 11 ไปสำรวจดาว

พฤหัส และยานอวกาศไพโอเนียร์ – 12 และ 13 สำรวจดาวศุกร์และปล่อยยานตรวจสอบบรรยากาศของดาวศุกร์ รายละเอียดของโครงการนี้ได้แสดงในตารางที่ 9.1

โครงการเรนเจอร์ โครงการอวกาศชุดนี้สหรัฐอเมริกาส่งขึ้นไปสู่อวกาศเพื่อถ่ายภาพพื้นผิวของดวงจันทร์โดยเฉพาะ ก่อนที่ยานอวกาศจะพุ่งเข้าชนพื้นผิวของดวงจันทร์ โครงการเรนเจอร์มียานอวกาศทั้งหมด 9 ลำ ดังแสดงในตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.2 โครงการเรนเจอร์

Probe	Launch date	Remarks
Ranger 1	August 23, 1961	Test launch into Earth orbit
Ranger 2	November 18, 1961	Test launch into Earth orbit
Ranger 3	January 26, 1962	Missed Moon on January 28 by 22,862 miles (36,793 km)
Ranger 4	April 23, 1962	Impacted Moon's far side on April 26; on-board command system failed
Ranger 5	October 18, 1962	Missed Moon on October 21 by 450 miles (724 km)
Ranger 6	January 30, 1964	Impacted Moon February 2; television system failed
Ranger 7	July 28, 1964	Impacted Moon July 31; returned 4,308 photographs
Ranger 8	February 17, 1965	Impacted Moon February 20; returned 7,137 photographs
Ranger 9	March 21, 1965	Impacted Moon March 24; returned 5,814 photographs

โครงการลูนาร์ออบิเตอร์ โครงการอวกาศชุดนี้สหรัฐอเมริกาต้องการให้ยานอวกาศโคจรรอบดวงจันทร์ พร้อมทั้งถ่ายภาพพื้นผิวของดวงจันทร์ทั้งหมดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ยานอวกาศแต่ละลำมีกล้องถ่ายรูปสองกล้องเพื่อถ่ายภาพละเอียดและภาพมุมกว้าง ยานอวกาศสามลำแรกโคจรรอบเส้นศูนย์สูตรของดวงจันทร์และถ่ายภาพดวงจันทร์บริเวณเส้นศูนย์สูตร ส่วนยานอวกาศลูนาร์ออบิเตอร์ – 4 และ 5 โคจรรอบดวงจันทร์ตามแนวขั้วของดวงจันทร์ ดังนั้นมันจึงสำรวจทั่วดวงจันทร์ทั้งดวง รายละเอียดของโครงการนี้แสดงในตารางที่ 9.3

ตารางที่ 9.3 โครงการลูนาร์ออบิเตอร์

Probe	Launch date	Remarks
Lunar Orbiter 1	August 10, 1966	Entered lunar orbit August 14; impacted Moon October 29
Lunar Orbiter 2	November 6, 1966	Entered lunar orbit November 10; impacted Moon October 11, 1967
Lunar Orbiter 3	February 4, 1967	Entered lunar orbit February 8; impacted Moon October 9
Lunar Orbiter 4	May 4, 1967	Entered lunar orbit May 8; impacted Moon October 6
Lunar Orbiter 5	August 1, 1967	Entered lunar orbit August 5; impacted Moon January 31, 1968

โครงการเซอร์เวเยอร์ เป็นโครงการอวกาศของสหรัฐอเมริกา จุดประสงค์ของโครงการนี้เพื่อให้ยานอวกาศลงสู่พื้นผิวของดวงจันทร์โดยไม่บุบสลาย เพื่อเตรียมบุกเบิกให้กับโครงการอะพอลโล (apollo) ซึ่งเป็นโครงการส่งมนุษย์ลงสู่พื้นผิวของดวงจันทร์ต่อไป รายละเอียดของโครงการแสดงในตารางที่ 9.4

ตารางที่ 9.4 โครงการเซอร์เวเยอร์

Probe	Launch date	Remarks
Surveyor 1	May 30, 1966	Landed in Oceanus Procellarum near crater Flamsteed on June 2. Returned 11,150 photographs until July 13
Surveyor 2	September 20, 1966	Impacted Moon September 23 southeast of crater Copernicus after control system failed
Surveyor 3	April 17, 1967	Landed in Oceanus Procellarum on April 20. Surface sampler dug in lunar soil. Returned 6,315 pictures until May 3. Visited by Apollo 12 astronauts in November 1969
Surveyor 4	July 14, 1967	Landed in Sinus Medii on July 17. Radio contact lost prior to touchdown
Surveyor 5	September 8, 1967	Landed by remote control from Earth in southern Mare Tranquillitatis on September 11. Carried box to analyze soil by bombardment with alpha particles. Returned 18,006 photographs until September 24
Surveyor 6	November 7, 1967	Landed in Sinus Medii on November 10. Analyzed soil with alpha-scattering device. Landing rockets refired on November 17, causing Surveyor to lift off and resettle 8 feet (2.5 m) away. Returned 30,000 photographs
Surveyor 7	January 7, 1968	Landed near crater Tycho on January 10. First highland landing. Carried sampling scoop and chemical analysis device. Returned 21,000 photographs

โครงการมาริเนอร์ โครงการอวกาศชุดนี้สหรัฐอเมริกาส่งไปสำรวจดาวเคราะห์ต่าง ๆ โดยเฉพาะ ยานอวกาศมาริเนอร์ – 2 เป็นยานอวกาศลำแรกที่เดินทางไปถึงดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ และดาวศุกร์เป็นผลสำเร็จ ยานอวกาศมาริเนอร์ – 4 เป็นยานอวกาศลำแรกที่ส่งข้อมูลดาวอังคารกลับสู่โลก ยานอวกาศมาริเนอร์ – 10 เป็นยานอวกาศลำแรกที่ไปสู่ดาวเคราะห์สองดวงโดยโคจรผ่านดาวศุกร์ไปสู่ดาวพุธ ทำให้นักดาราศาสตร์ได้เห็นรายละเอียดบนพื้นผิวของดาวพุธเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นมันเคลื่อนเข้าใกล้วงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ยานอวกาศมาริเนอร์ – 11 และ 12 เดินทางไปสำรวจดาวพฤหัสและดาวเสาร์ซึ่งถึงดาวเคราะห์ทั้งสอง ในปี ค.ศ. 1979 และ 1981 ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 9.5

ตารางที่ 9.5 โครงการมาริเนอร์ •

Probe	Launch date	Remarks
Mariner 1	July 22, 1962	Launch failure; intended Venus probe
Mariner 2	August 26, 1962	Flew past Venus December 14 at a distance of 21,594 miles (34,752 km)
Mariner 3	November 5, 1964	Intended Mars probe; contact lost because spacecraft shroud failed to jettison
Mariner 4	November 28, 1964	Flew past Mars July 14, 1965, at a distance of 6,118 miles (9,846 km)
Mariner 5	June 14, 1967	Flew past Venus October 19, 1967, at a distance of 2,480 miles (3,990 km)
Mariner 6	February 25, 1969	Flew past Mars July 31 at a distance of 2,120 miles (3,412 km)
Mariner 7	March 27, 1969	Flew past Mars August 5 at a distance of 2,190 miles (3,534 km)
Mariner 8	May 8, 1971	Launch failure
Mariner 9	May 30, 1971	Went into Mars orbit November 13
Mariner 10	November 3, 1973	Flew past Venus February 5, 1974, at a distance of 3,585 miles (5,769 km); passed Mercury on March 29 at a distance of 431 miles (694 km)

โครงการไวกิง โครงการนี้มียานสำรวจ 2 ลำคือ ยานอวกาศไวกิง – 1 และ 2 จุดประสงค์ของโครงการนี้คือ การสำรวจสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคาร ยานอวกาศไวกิงแต่ละลำประกอบด้วยยานสองส่วนคือ ยานโคจรรอบ ๆ ดาวอังคาร และยานสำรวจพื้นผิวของดาวอังคาร

ตารางที่ 9.6 โครงการไวกิง

Probe	Launch date	Remarks
Viking I	August 20, 1975	Mars encounter scheduled for June 19, 1976
Viking 2	September 9, 1975	Mars encounter scheduled for August 7, 1976

โครงการวอยเอเจอร์ ยานอวกาศในโครงการนี้มี 2 ลำ จุดประสงค์ของโครงการนี้เพื่อสำรวจดาวเคราะห์รอบนอกของระบบสุริยะ หลังจากนั้นมันจะผ่านเลยหลุดออกนอกระบบสุริยะ ยานวอยเอเจอร์ – 1 ออกเดินทางวันที่ 20 สิงหาคม ค.ศ. 1977 ส่วนยานวอยเอเจอร์ – 2 ออกเดินทางวันที่ 5 กันยายน ค.ศ. 1977

สำหรับการส่งมนุษย์ขึ้นไปในอวกาศนั้น สหรัฐอเมริกามีหลายโครงการ เช่น

โครงการเมอร์คิวรี เป็นโครงการอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุมเป็นโครงการแรกของสหรัฐอเมริกา โครงการนี้เริ่มในปี ค.ศ. 1961 จุดประสงค์เพื่อหาประสบการณ์ การพัฒนาความสามารถของมนุษย์ในการดำรงชีพในอวกาศ และการนำยานอวกาศพร้อมมนุษย์อวกาศกลับลงมาสู่โลก ยานอวกาศทั้งหมดในโครงการนี้มี 9 ลำ แต่ส่งขึ้นไปในอวกาศเพียง 6 ลำ ยานอวกาศลำแรกที่ขึ้นสู่อวกาศคือ ยานอวกาศเมอร์คิวรี – 3 พร้อมมนุษย์อวกาศคนแรกในโครงการนี้คือ **อลัน บี. เชปปาร์ด** (Alan B. Shepard) โดยขึ้นสู่อวกาศที่ระดับความสูง 115 ไมล์ และอยู่ในอวกาศนาน 15 นาที จึงกลับลงมาสู่โลก รายละเอียดของโครงการนี้แสดงในตารางที่ 9.7

ตารางที่ 9.7 โครงการเมอร์คิวรี

Mission	Launch date	Results
Mercury-Redstone 3 *(Freedom 7)*	May 5, 1961	Alan Shepard made suborbital flight
Mercury-Redstone 4 *(Liberty Bell 7)*	July 21, 1961	Virgil Grissom made suborbital flight
Mercury-Atlas 6 *(Friendship 7)*	February 20, 1962	John Glenn made 3-orbit flight
Mercury-Atlas 7 *(Aurora 7)*	May 24, 1962	Scott Carpenter made 3-orbit flight
Mercury-Atlas 8 *(Sigma 7)*	October 3, 1962	Walter Schirra made 6-orbit flight
Mercury-Atlas 9 *(Faith 7)*	May 15, 1963	Gordon Cooper made 22-orbit flight

โครงการเจมินี เป็นโครงการต่อเนื่องจากโครงการเมอร์คิวรี โครงการนี้มีจุดประสงค์คือ 1. การนัดพบกับยานอวกาศลำอื่น ๆ ในอวกาศ 2. การเชื่อมต่อยานอวกาศสองลำเข้าด้วยกันและทดสอบสมรรถภาพของมนุษย์ในการอยู่ในอวกาศเป็นระยะเวลานาน ๆ จากโครงการนี้แสดงให้เห็นว่า มนุษย์สามารถอยู่ในอวกาศเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งเพียงพอในการไป-กลับดวงจันทร์และประสบผลสำเร็จในการเชื่อมต่อยานอวกาศสองลำเข้าด้วยกัน โครงการอวกาศชุดนี้มียานอวกาศทั้งสิ้น 12 ลำ เฉพาะยานอวกาศเจมินี – 1 และ 2 เป็นยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุม นอกนั้นมีมนุษย์ขึ้นไปด้วยทุกลำ ดังในตารางที่ 9.8

ตารางที่ 9.8 โครงการเจมินี

Mission	Launch date	Results
Gemini 1	April 8, 1964	Unmanned orbital test flight
Gemini 2	January 19, 1965	Unmanned suborbital flight to test reentry heat shield
Gemini 3	March 23, 1965	Virgil I. Grissom and John W. Young made 3 orbits of Earth. First manned spacecraft to change orbit
Gemini 4	June 3, 1965	James A. McDivitt and Edward H. White; White became first American to walk in space, maneuvering with a hand-held jet gun for 21 minutes. 62 orbits
Gemini 5	August 21, 1965	Leroy G. Cooper and Charles Conrad made 8-day, 120-orbit flight
Gemini 7	December 4, 1965	Frank Borman and James A. Lovell made record-breaking 14-day, 206-orbit flight
Gemini 6	December 15, 1965	Walter M. Schirra and Thomas P. Stafford made first space rendezvous, maneuvering with Gemini 7. 15 orbits
Gemini 8	March 16, 1966	Neil A. Armstrong and David R. Scott made first space docking, with an Agena target vehicle. A stuck thruster caused the spacecraft to roll dangerously, and Gemini 8 undocked for an emergency splashdown. 7 orbits
Gemini 9	June 3, 1966	Thomas P. Stafford and Eugene A. Cernan; intended docking with Agena target vehicle frustrated by a shroud that failed to jettison. Cernan performed a total of 2 hours 7 minutes of EVA. 45 orbits
Gemini 10	July 18, 1966	John W. Young and Michael Collins rendezvoused and docked with Agena target vehicle, and used its engine to boost themselves into a new orbit of apogee 476 miles (766 km). Disengaged from first Agena and then docked with Agena vehicle used in Gemini 8, which had been parked in a new orbit. Collins retrieved a micrometeoroid detector from the side of the Agena during a 30-minute EVA. 43 orbits
Gemini 11	September 12, 1966	Charles Conrad and Richard F. Gordon docked with Agena target vehicle and used its propulsion system to boost themselves into a new orbit with a record-breaking apogee of 850 miles (1,368 km). Gordon attached a tether to the Agena during a spacewalk; Gemini undocked and kept station with the tethered Agena. 44 orbits
Gemini 12	November 11, 1966	James A. Lovell and Edwin E. Aldrin docked with Agena target vehicle. Aldrin performed a total of 200 minutes of stand-up EVA, photographing a solar eclipse. On the third day Aldrin worked for 129 minutes on Agena. 59 orbits

โครงการอะพอลโล เป็นโครงการอวกาศที่ต่อจากโครงการเจมินีในการส่งมนุษย์ขึ้นไปสำรวจพื้นผิวของดวงจันทร์ ยานอวกาศอะพอลโล – 11 เป็นยานอวกาศลำแรกที่นำมนุษย์ลงสำรวจบนพื้นผิวของดวงจันทร์ได้สำเร็จในบริเวณที่เรียกว่า ทะเลแห่งความสงบ เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม ค.ศ. 1969 มนุษย์อวกาศคนแรกที่เหยียบพื้นผิวดวงจันทร์คือ **นีล อาร์มสตรอง** (Neil Armstrong) ยานอวกาศในโครงการนี้มีทั้งหมด 16 ลำ รายละเอียดในตารางที่ 9.9

ตารางที่ 9.9 โครงการอะพอลโล

Mission	Launch date*	Results
Apollo 1	February 26, 1966	Suborbital test launch with Saturn 1B; CSM not sent into orbit
Apollo 2	July 5, 1966	Orbital test of Saturn 1B; second stage sent into orbit, but no spacecraft carried
Apollo 3	August 25, 1966	Suborbital test with Saturn 1B; CSM survived high-speed reentry
Apollo 4	November 9 1967	First launch of a Saturn 5 rocket, and first test of Apollo CSM in orbit. The unmanned command module was blasted back into the atmosphere at the same speed as reentry from the Moon, to test its heat shield
Apollo 5	January 22, 1968	Unmanned test flight of the lunar module on its own; launched into Earth orbit by Saturn 1B
Apollo 6	April 4, 1968	Second test flight of Saturn 5, launching CSM into Earth orbit
Apollo 7 *Walter M. Schirra* *Donn F. Eisele* *R. Walter Cunningham*	October 11/ October 22, 1968	Earth-orbital test flight of three-man CSM; launch by Saturn 1B
Apollo 8 *Frank Borman* *James A. Lovell* *William A. Anders*	December 21/ December 27, 1968	First manned Saturn 5 launch; 10 orbits of Moon in Apollo CSM
Apollo 9 *James A. McDivitt* *David R. Scott* *Russell L. Schweickart*	March 3/ March 13, 1969	Earth orbital test of CSM and lunar module; launched by Saturn 5
Apollo 10 *Thomas P. Stafford* *John W. Young* *Eugene A. Cernan*	May 18/ May 26, 1969	Full dress rehearsal of Moon landing, in lunar orbit; 2¼ days spent orbiting Moon
Apollo 11 *Neil A. Armstrong* *Michael Collins* *Edwin E. Aldrin*	July 16/ July 24, 1969	Armstrong and Aldrin make first manned lunar landing, on July 20 in Sea of Tranquillity
Apollo 12 *Charles Conrad* *Richard F. Gordon* *Alan L. Bean*	November 14/ November 24, 1969	Conrad and Bean land on November 19 in Ocean of Storms
Apollo 13 *James A. Lovell* *John L. Swigert* *Fred W. Haise*	April 11/ April 17, 1970	Landing attempt canceled after explosion in oxygen tank damages spacecraft
Apollo 14 *Alan B. Shepard* *Stuart A. Roosa* *Edgar D. Mitchell*	January 31/ February 9, 1971	Shepard and Mitchell land on February 5 in Frau Mauro region of Moon
Apollo 15 *David R. Scott* *Alfred M. Worden* *James B. Irwin*	July 26/ August 7, 1971	Scott and Irwin land on July 30 at Hadley rill. First use of lunar roving vehicle
Apollo 16 *John W. Young* *Thomas K. Mattingly* *Charles M. Duke*	April 16/ April 27, 1972	Young and Duke land in Descartes highlands on April 21
Apollo 17 *Eugene A. Cernan* *Ronald E. Evans* *Harrison H. Schmitt*	December 7/ December 19, 1972	Cernan and Schmitt land on December 11 at the edge of the Sea of Serenity, near the crater Littrow

นอกจากนี้ยังมีโครงการหอวิจัยลอยฟ้า (sky lab), โครงการร่วมมือระหว่างสหรัฐ-อเมริกาและรัสเซียชื่อ โครงการอะพอลโล-โซยูส (apollo-soyuz) และโครงการขนส่งอวกาศ (space shuttle)

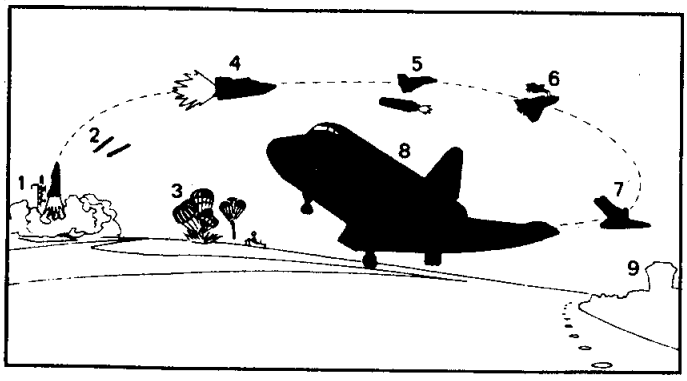
โครงการยานขนส่งอวกาศ โครงการอวกาศที่สร้างชื่อเสียงให้สหรัฐอเมริกาเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ได้แก่ โครงการขนส่งยานอวกาศ ยานอวกาศชนิดนี้เมื่อใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ดังรูปที่ 9.7 ยานอวกาศชนิดนี้เป็นแบบกึ่งเครื่องบินกึ่งยานอวกาศที่สามารถ

เดินทางขึ้นไปในอวกาศและกลับลงมายังพื้นโลกได้อีกไม่น้อยกว่า 100 เที่ยว โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากมายเหมือนยานอวกาศในปัจจุบันซึ่งใช้เดินทางได้เพียงครั้งเดียว และการเตรียมส่งยานออกสู่อวกาศแต่ละครั้งก็เสียเวลาน้อยลงกว่าแต่ก่อนมาก

ยานขนส่งอวกาศพุ่งขึ้นสู่อวกาศพร้อมด้วยนักบิน, ผู้ช่วยนักบิน และลูกเรืออีก 2 คน ในระยะแรกเป็นการส่งยานออกปฏิบัติการโคจรทางซีกโลกด้านตะวันตกและตะวันออกโดยมีฐานบินอยู่ที่ศูนย์อวกาศเคนเนดี้ รัฐฟลอริดา ต่อมาเป็นการส่งยานอวกาศไปโคจรทางเหนือและใต้โดยใช้ฐานทัพอากาศแวนเดนเบอร์ก แคลิฟอร์เนีย จรวดขับดันใช้เชื้อเพลิงแข็ง 2 เครื่องเป็นพลังงานในการส่งยานขึ้นจากฐาน และกลับสู่พื้นน้ำบนโลกโดยมีร่มชูชีพช่วย เมื่อค้นพบแล้วก็จะถูกนำกลับไปยังฐานส่งจรวดใหม่ เพื่อซ่อมแซมแก้ไขเอาไว้ใช้ในโอกาสต่อไป

ส่วนที่สำคัญของยานขนส่งอวกาศซึ่งเรียกว่า "ยานโคจร" จะยังคงโคจรต่อไป โดยใช้เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวบรรจุอยู่ในถังขนาดใหญ่ติดไว้ที่ด้านนอกของยานอวกาศ เมื่อเข้าสู่วงโคจรแล้ว ถังเชื้อเพลิงนี้จะแยกตัวออกและด้วยจรวดเล็ก ๆ ที่ติดอยู่ ถังนี้จะตกลงสู่พื้นมหาสมุทรไกลออกไป ยานโคจรจะยังคงโคจรต่อไปอีกอย่างน้อยหนึ่งสัปดาห์ วัตถุที่ใช้หุ้มด้านนอกของลำยานเป็นโลหะชนิดพิเศษป้องกันความร้อนภายในได้ ยานฯ นี้จะลงสู่พื้นโลกในแนวราบอย่างเครื่องบินธรรมดาและจอดในบริเวณลานว่ง

รูปที่ 9.7 แสดงการขึ้นและลงของยานขนส่งอวกาศ



อธิบายรูปที่ 9.7

1. ยานขนส่งอวกาศขึ้นจากฐานส่งโดยมีจรวดเชื้อเพลิงแข็ง 2 เครื่องเป็นตัวเสริมพลังพายานขึ้นไปสูงประมาณ 40 กิโลเมตร

2. จรวดเสริมพลังถูกปลดแยกตัวโดยจรวดขนาดเล็ก เมื่อลงมาสู่ระดับสูง 19,000 ฟุต จึงกางร่มชูชีพประคองตัวลงสู่พื้นมหาสมุทร ซึ่งจะมีเรือไปเก็บกลับมาทำความสะอาดซ่อมแซมเพื่อบรรจุเชื้อเพลิงเตรียมส่งในครั้งต่อ ๆ ไป

4. ส่วนสำคัญของยานขนส่งอวกาศเรียกว่า "ยานโคจร" ยังคงโคจรต่อไป โดยใช้เชื้อเพลิงเหลวจากแทงก์เชื้อเพลิงขนาดใหญ่ที่ติดอยู่ใต้ลำตัวยานอวกาศเป็นพลังขับดัน

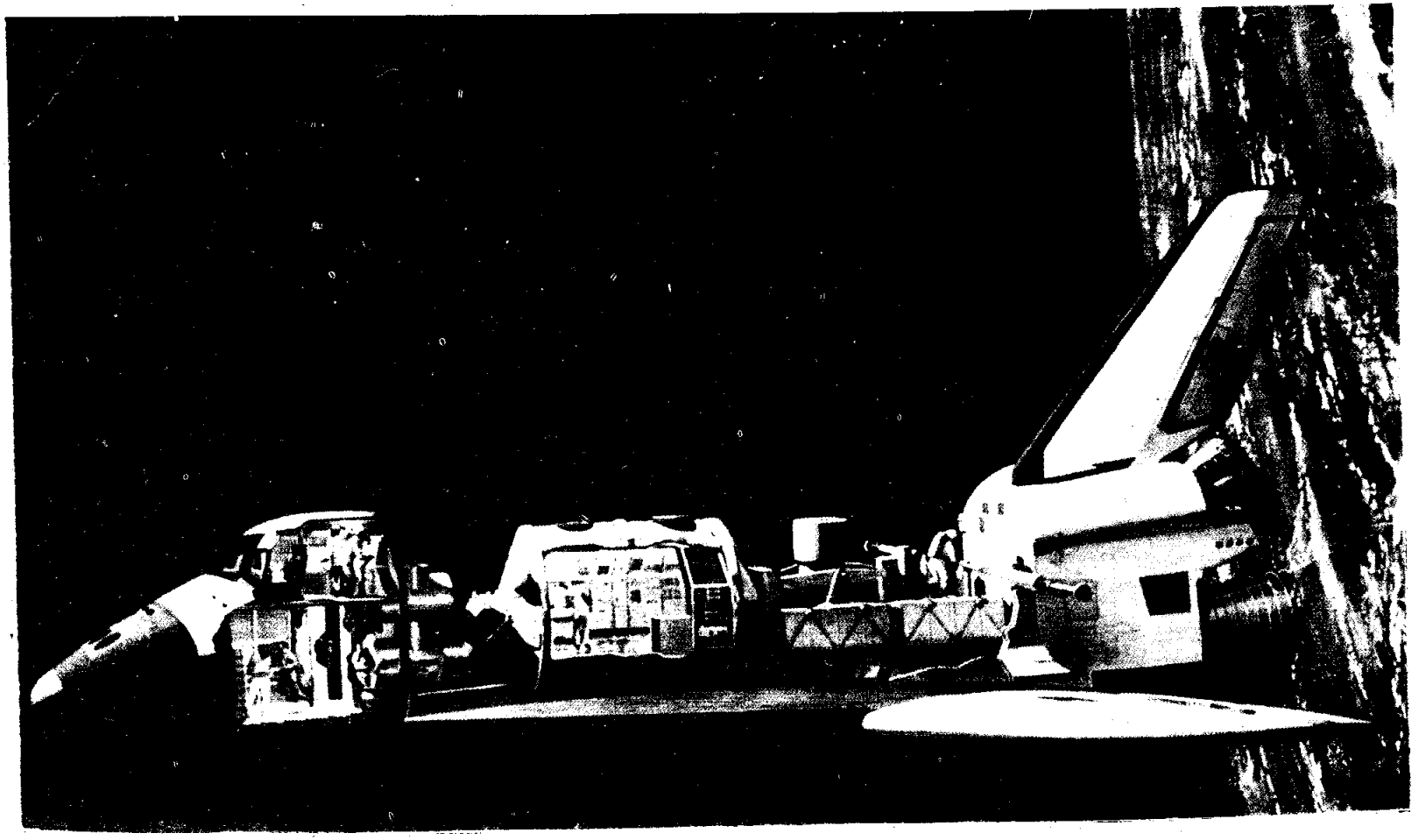
5. เมื่อเข้าสู่วงโคจรแล้ว แทงก์เชื้อเพลิงนี้จะถูกปลดแยกตัวออกและตกลงสู่พื้นมหาสมุทร

6. ยานขนส่งอวกาศามารถโคจรปฏิบัติงานในอวกาศได้นานตั้งแต่ 1 สัปดาห์ จนถึง 1 เดือน ถ้าเตรียมสัมภาระและเชื้อเพลิงไปเพียงพอ

7. ตอนกลับคืนสู่พื้นโลก หลังจากเข้าสู่บรรยากาศแล้ว ยานอวกาศจะใช้ระบบควบคุมการทรงตัวแบบเครื่องบิน

8. แล่นลงจอดบนพื้นสนามบินใกล้บริเวณฐานส่งจรวด

9. เจ้าหน้าที่บนพื้นดินจะทำการซ่อมบำรุงให้ยานพร้อมที่จะใช้ขึ้นสู่อวกาศครั้งใหม่กินเวลา 2 สัปดาห์



รูปที่ 9.8 ห้องปฏิบัติการอวกาศ (space lab) เป็นห้องทดลองค้นคว้าอเนกประสงค์ที่จะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ขึ้นไปปฏิบัติการทดลองในสภาวะไร้แรงดึงดูดในอวกาศ องค์การอวกาศยุโรป (ESA) กับองค์การนาซา (NASA) ออกแบบสร้างและนำไปบรรจุไว้ตรงกลางลำตัวของยานขนส่งอวกาศ

ใกล้บริเวณฐานส่งจรวด เจ้าหน้าที่บนพื้นดินจะทำการซ่อมบำรุงให้ยานฯ พร้อมที่จะใช้การใหม่กินเวลา 2 สัปดาห์ นักบินอวกาศและนักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบการทำงานของดาวเทียมที่สลับซับซ้อนก่อนจะทำการปล่อยดาวเทียมที่นำขึ้นไปโดยการใช้ท่อนเหล็ก 2 ท่อน ซึ่งเปรียบเสมือนมือยกขึ้นออกจากช่องเก็บในยานขนส่งอวกาศ เมื่อตรวจสอบแล้วว่าดาวเทียมนี้ทำงานได้ดี ก็จะปล่อยเข้าสู่วงโคจรรอบโลกต่อไป

โครงการอวกาศของรัสเซียที่ส่งไปสำรวจดวงจันทร์และดาวเคราะห์ มีทั้งที่มนุษย์ควบคุมและมนุษย์ไม่ได้ควบคุม มีมากมายหลายโครงการ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงโครงการที่น่าสนใจบางโครงการเท่านั้น โครงการอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมมีทั้งหมด 4 โครงการ โครงการที่ใช้สำรวจดวงจันทร์โดยเฉพาะมี 2 โครงการ คือ โครงการลูนา (luna) และโครงการซอนด์ (zond) อีกสองโครงการใช้สำรวจดาวเคราะห์ โดยโครงการมาร์ส (mars) สำรวจดาวอังคาร และโครงการวีเนอรา (venera) สำรวจดาวศุกร์

ตารางที่ 9.10 โครงการลูนา

Probe	Launch date	Remarks
Luna 1	January 2, 1959	Missed Moon by 3,728 miles (6,000 km); in solar orbit
Luna 2	September 12, 1959	Hit Moon September 13
Luna 3	October 4, 1959	Sent back first photographs of lunar far side
Luna 4	April 2, 1963	Missed Moon by 5,282 miles (8,500 km); possible soft-landing failure
Luna 5	May 9, 1965	Impacted Moon May 12; failed soft-lander
Luna 6	June 8, 1965	Missed Moon by 100,000 miles (160,000 km); failed soft-lander
Luna 7	October 4, 1965	Impacted Moon October 7; failed soft-lander
Luna 8	December 3, 1965	Impacted Moon December 6; failed soft-lander
Luna 9	January 31, 1966	Soft-landed on Moon February 3, in western Oceanus Procellarum. Returned photos for three days
Luna 10	March 31, 1966	Entered lunar orbit April 3; measured magnetic field, meteoroids
Luna 11	August 24, 1966	Entered lunar orbit August 28; successor to Luna 10
Luna 12	October 22, 1966	Entered lunar orbit October 25; took photographs, made measurements
Luna 13	December 21, 1966	Soft-landed on Moon December 24; returned photos, tested soil
Luna 14	April 7, 1968	Entered lunar orbit April 10; measured near-Moon conditions such as magnetic and gravitational field, solar wind particles
Luna 15	July 13, 1969	Impacted Moon July 21 in Mare Crisium; failed sample-return attempt
Luna 16	September 12, 1970	Landed in Mare Fecunditatis September 20; returned to Earth September 24 with 0.2 lb. (100 g) of Moon soil
Luna 17	November 10, 1970	Landed on Moon November 17, carrying Lunokhod 1 automatic Moon rover
Luna 18	September 2, 1971	Impacted Moon September 11; probably failed landing attempt
Luna 19	September 28, 1971	Entered lunar orbit October 3; studied lunar surface and near-lunar space
Luna 20	February 14, 1972	Landed near Mare Fecunditatis February 21; small soil sample returned on February 25
Luna 21	January 8, 1973	Landed in Mare Serenitatis on January 15, carrying Lunokhod 2 lunar rover
Luna 22	May 29, 1974	Entered lunar orbit June 2; studied Moon and near-lunar space
Luna 23	October 28, 1974	Landed on Moon November 6. Damaged drill prevented sample return

โครงการลูนา (luna spacecraft) เป็นชุดยานอวกาศสำรวจดวงจันทร์ของรัสเซีย เริ่มต้นโครงการนี้มีชื่อเรียกว่า ลูนิค (Lunik) ยานอวกาศลูนา – 1 พลาดจากเป้าหมาย (ดวงจันทร์) แต่เป็นยานอวกาศลำแรกของโลกที่ออกจากโลกและเข้าสู่วงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ลูนา – 2 เป็นยานอวกาศลำแรกที่พุ่งชนดวงจันทร์ในเดือนกันยายน ค.ศ. 1959 ลูนา – 3 บินไปด้านหลังของดวงจันทร์ (ด้านที่ไม่เคยหันเข้าหาโลก) และได้ส่งภาพกลับมาสู่โลก นับเป็นยานอวกาศลำแรกที่ส่งภาพไกลที่สุด ลูนา – 9 เป็นยานอวกาศลำแรกที่ลงสู่พื้นผิวดวงจันทร์โดยยานอวกาศไม่บุบสลาย ลูนา – 10 เป็นยานอวกาศลำแรกที่โคจรรอบดวงจันทร์ ลูนา – 16

ลงสู่พื้นผิวดวงจันทร์และได้ตักดินบนดวงจันทร์กลับมาสู่โลก และลูนา – 17 ได้นำรถขึ้นไปวิ่งบนดวงจันทร์ เรียกว่า ลูโนคอด (Lunokhod)

โครงการซอนด์ โครงการนี้มียานอวกาศทั้งหมด 8 ลำ เป็นโครงการทดสอบการส่งยานอวกาศในอนาคต ยานอวกาศซอนด์ – 1 และ 2 ถูกส่งไปดาวศุกร์และดาวอังคารตามลำดับ แต่การติดต่อสื่อสารล้มเหลว นอกนั้นส่งไปสำรวจดวงจันทร์

ตารางที่ 9.11 โครงการซอนด์

Probe	Launch date	Remarks
Zond 1	April 2, 1964	Launched toward Venus; communications failed
Zond 2	November 30, 1964	Launched toward Mars; communications failed
Zond 3	July 18, 1965	Flew behind Moon, photographing area not covered by Luna 3. Headed toward Mars, retransmitting lunar photographs in communications test
Zond 4	March 2, 1968	Unsuccessful test of circumlunar Soyuz
Zond 5	September 15, 1968	First flight to vicinity of Moon and back. Carried biological specimens to assess radiation hazard and tape recording to test voice transmission between capsule and Earth. Splashed down in Indian Ocean September 21
Zond 6	November 10, 1968	Photographed lunar farside. Skip-glide reentry using aerodynamic lift; landed in Soviet Union November 17
Zond 7	August 8, 1969	Repeat of Zond 6 mission. Landed August 14
Zond 8	October 20, 1970	Similar to previous Zonds, with modified reentry trajectory; splashed down in Indian Ocean October 27

โครงการวีเนอรา เป็นโครงการอวกาศที่รัสเซียส่งไปสำรวจดาวศุกร์โดยเฉพาะ ยานอวกาศทั้งหมดมี 10 ลำ

ตารางที่ 9.12 โครงการวีเนอรา

Probe	Launch date	Remarks
Venus 1	February 12, 1961	Contact lost at 4.7 million miles (7.5 million km). Bypassed planet at 60,000 miles (100,000 km)
Venus 2	November 12, 1965	Passed Venus at 15,000 miles (24,000 km) on February 27, 1966, but failed to return data
Venus 3	November 16, 1965	Impacted Venus March 1, 1966, but failed to return data
Venus 4	June 12, 1967	Ejected capsule into Venus atmosphere on October 18, transmitted for 94 minutes during descent
Venus 5	January 5, 1969	Ejected capsule into Venus atmosphere on May 16, transmitted data for 53 minutes during descent
Venus 6	January 10, 1969	Ejected capsule into Venus atmosphere on May 17, data returned for 51 minutes during descent
Venus 7	August 17, 1970	Ejected capsule into Venus atmosphere December 15, which transmitted data from surface for 23 minutes
Venus 8	March 27, 1972	Ejected capsule into Venus atmosphere on July 22, which soft-landed and returned data from the surface for 50 minutes
Venus 9	June 8, 1975	Lander capsule descended on October 22, returning panoramic photograph and other data from surface for 53 minutes. Orbiter section continued in orbit around Venus
Venus 10	June 14, 1975	Lander capsule descended on October 25, returning panoramic photograph and other data for 65 minutes. Orbiter section continued around Venus

โครงการสำรวจดาวอังคาร (Mars probes) ยานชุดนี้มีทั้งหมด 7 ลำ มาร์ส – 2 และ 3 เป็นยานสองลำแรกในโครงการนี้ที่ประสบผลสำเร็จไปถึงดาวอังคาร

ตารางที่ 9.13 โครงการมาร์ส

Probe	Launch date	Remarks
Mars 1	November 1, 1962	Radio contact lost after 66 million miles (106 million km) on March 21, 1963
Mars 2	May 19, 1971	Entered Mars orbit November 27; surveyed surface and atmosphere of planet. Lander capsule ejected but crashed
Mars 3	May 28, 1971	Entered Mars orbit December 2 and surveyed planet. Ejected lander, but transmissions ceased after 20 seconds
Mars 4	July 21, 1973	Passed Mars at a distance of 1,367 miles (2,200 km) on February 10, 1974, due to braking rocket failure
Mars 5	July 25, 1973	Entered Mars orbit February 12, 1974
Mars 6	August 5, 1973	Flew past Mars March 12, 1974, and ejected lander capsule which crashed
Mars 7	August 9, 1973	Flew past Mars March 9, 1974, and ejected lander capsule which missed planet

โครงการวอสตอค (Vostok), **โครงการวอสคอด** (Voskhod), **โครงการโซยูส** (Soyuz) และ **โครงการซอลยูท** (Salyut) เป็นโครงการอวกาศของรัสเซียที่มีมนุษย์ขึ้นไปกับยานอวกาศด้วย จุดประสงค์ใหญ่ที่รัสเซียส่งมนุษย์ขึ้นไปกับยานอวกาศ คือ เป็นการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในวงโคจรรอบโลก ส่วนของอเมริกาเป็นการส่งมนุษย์ไปสำรวจดวงจันทร์ แต่ในปัจจุบันนี้จุดประสงค์เหมือนกับรัสเซีย

ตารางที่ 9.14 โครงการวอสตอค

Mission	Launch date	Results
Vostok 1	April 12, 1961	First manned spaceflight; Yuri Gagarin made one orbit of Earth
Vostok 2	August 6, 1961	Gherman Titov made day-long flight
Vostok 3	August 11, 1962	Andrian Nikolayev made 64 orbits, landing on August 15
Vostok 4	August 12, 1962	Pavel Popovich made 48 orbits simultaneous with Vostok 3, landing on August 15
Vostok 5	June 14, 1963	Valery Bykovsky made 81 orbits, longest-ever individual flight, landing on June 19
Vostok 6	June 16, 1963	Valentina Tereshkova became first spacewoman, making 48 orbits simultaneous with Vostok 5, landing June 19

ตารางที่ 9.15 โครงการวอสคอด

Mission	Launch date	Results
Voskhod I	October 12, 1964	Cosmonauta Vladimir Komarov, Konstantin Feoktistov, and Boris Yegorov made day-long. 16-orbit flight in 11,72X-lb (5,320-kg) first multi-man craft
Voskhod 2	March 18, 1965	Alexei Leonov made first space walk from craft piloted by Pavel Belyaev during day-long mission Manual entry on 18th orbit after automatic control system failed on previous orbit brought 12,527-lb (5,682.kg) craft down over 1,000 miles (I ,600 km) off course

ตารางที่ 9.16 โครงการโซยูส

Mission	Launch date	Results
Soyuz 1	April 23, 1967	Vladimir Komarov killed during reentry on April 24 after 18 orbits
Soyuz 2	October 25, 1968	Unmanned target for Soyuz 3
Soyuz 3	October 26, 1968	Georgi Beregovoi maneuvered close to Soyuz 2 but did not dock with it
Soyuz 4	January 14, 1969	Vladimir Shatalov docked with Soyuz 5; Yevgeny Khrunov and Alexei Yeliseyev transferred into Soyuz 4 by a space walk, leaving Boris Volnyov to return to Earth alone in Soyuz 5
Soyuz 5	January 15, 1969	
Soyuz 6	October 11, 1969	Georgi Shonin and Valeri Kubasov made joint maneuvers with Soyuz 7 and 8, and conducted welding experiments
Soyuz 7	October 12, 1969	Anatoli Filipchenko, Vladislav Volkov, and Viktor Gorbatko carried out joint maneuvers with Soyuz 6 and 8
Soyuz 8	October 13, 1969	Vladimir Shatalov and Alexei Yeliseyev commanded group flight of Soyuz 6, 7, and 8; first flight involving three craft, seven cosmonauts
Soyuz 9	June 2, 1970	Andrian Nikolayev and Vitaly Sevastyanov made record 17½-day flight
Soyuz 10	April 23, 1971	Vladimir Shatalov, Alexei Yeliseyev, and Nikolai Rukavishnikov docked with space station Salyut 1 but did not enter, possibly due to hatch problem
Soyuz 11	June 6, 1971	Georgi Dobrovolsky, Viktor Patsayev, and Vladislav Volkov docked with Salyut 1 and transferred for record 23 days; crew members were killed during reentry because of capsule pressure loss
Soyuz 12	September 27, 1973	Vasily Lazarev and Oleg Makarov made two-day test flight of simplified Soyuz for space-station ferry missions
Soyuz 13	December 18, 1973	Pyotr Klimuk and Valentin Lebedev made week-long scientific flight
Soyuz 14	July 3, 1974	Pavel Popovich and Yuri Artyukhin docked with Salyut 3 space station for 16-day mission
Soyuz 15	August 26, 1974	Gennady Sarafanov and Lev Demin failed in attempts to rendezvous automatically and dock with Salyut 3
Soyuz 16	December 2, 1974	Anatoly Filipchenko and Nikolai Rukavishnikov made 6-day rehearsal for Apollo-Soyuz mission
Soyuz 17	January 11, 1975	Alexei Gubarev and Georgi Grechko docked with Salyut 4 space station for 29-day mission
Soyuz	April 5, 1975	Vasily Lazarev and Oleg Makarov failed to reach orbit because launch rocket upper stage failed to separate. Soyuz capsule returned to Earth safely, but was not numbered
Soyuz 18	May 24, 1975	Pyotr Klimuk and Vitaly Sevastyanov completed 64-day mission aboard Salyut 4 space station
Soyuz 19	July 15, 1975	Alexei Leonov and Valeri Kubasov performed joint docking with American Apollo in Apollo-Soyuz Test Project
Soyuz 20	November 17, 1975	Unmanned test of automatic shuttle craft; docked with Salyut 4 on November 19 and transferred fuel into space station. Landed automatically February 16, 1976

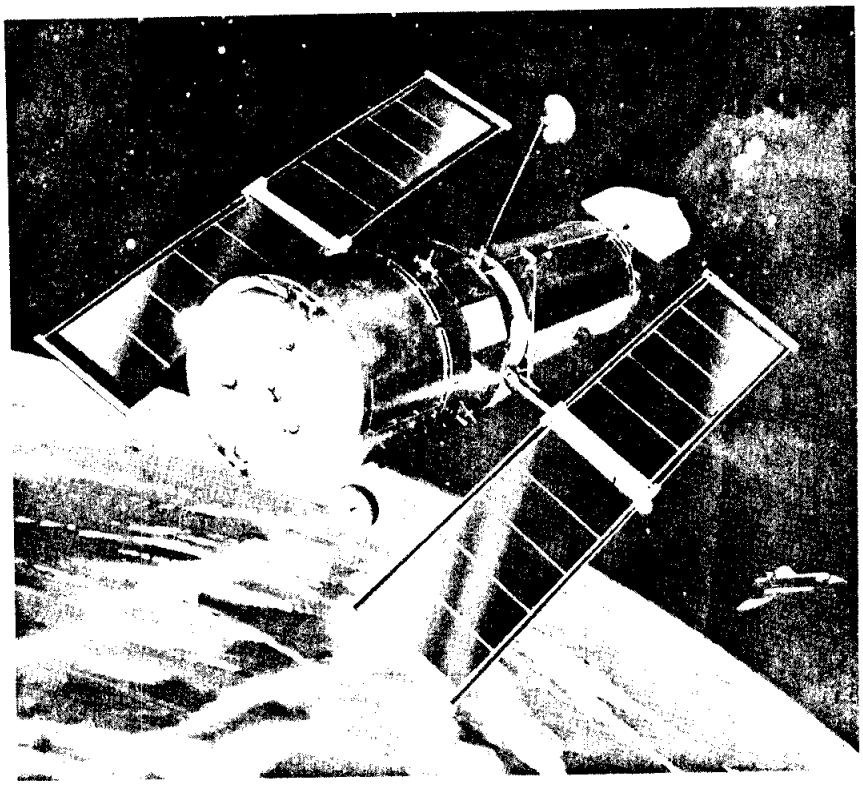
ตารางที่ 9.17 โครงการซอลยูท

Mission	Launch date	Results
Salyut 1	April 19, 1971	Soyuz 10 crew docked on April 24 but did not enter, probably because of hatch failure. Soyuz 11 crew spent 23 days aboard in June, but died due to spacecraft pressure failure during reentry. Salyut 1 reentered October 11
Salyut 2	April 3, 1973	Disintegrated in orbit; reentered May 28
Salyut 3	June 24, 1974	Soyuz 14 docked and transferred crew for 14-day mission. Rendezvous attempt by Soyuz 15 failed. Salyut 3 reentered January 24, 1975
Salyut 4	December 26, 1974	Soyuz 17 docked and transferred crew for 29-day mission. Subsequent Soyuz 18 crew completed 63-day mission in space station. Unmanned Soyuz 20 docked automatically.

9.4 โครงการอวกาศในอนาคต

ตามปกติโครงการอวกาศในอนาคตเราจะรู้เฉพาะของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ส่วนของรัสเซียนั้นจะไม่ประกาศโครงการล่วงหน้าให้คนอื่น ๆ รู้ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะพูดถึงโครงการของสหรัฐอเมริกาในการสำรวจอวกาศที่ได้ตั้งไว้ในปี ค.ศ. 1981 ในปัจจุบันนี้บางโครงการได้ทำสำเร็จเรียบร้อยแล้ว ในบางโครงการยังไม่สำเร็จ

โครงการกล้องโทรทรรศน์อวกาศ (space telescope) ดาวฤกษ์ต่าง ๆ ที่เราเห็นมีแสงระยิบระยับนั้นเนื่องจากผลการเคลื่อนไหวของอากาศในบรรยากาศของโลก ซึ่งบรรยากาศของโลกมีผลอีกอย่างหนึ่งคือ ไปดูดกลืนแสงและรังสีที่มาจากดาวฤกษ์ต่าง ๆ เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเมฆ, หมอก, ควัน และแสงสะท้อนไฟฟ้าในตัวเมือง เป็นสิ่งที่รบกวนการศึกษาเทห์ฟากฟ้าในอวกาศเป็นอย่างมาก จากสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้กล้องโทรทรรศน์บนพื้นผิวโลกมีขีดจำกัดในการส่องดูเทห์ฟากฟ้าต่าง ๆ นักวิทยาศาสตร์จึงได้พยายามหาหนทางที่จะตั้งกล้องโทรทรรศน์ในอวกาศซึ่งเป็นการเปิดประตูของเอกภพอีกขั้นหนึ่ง ปัจจุบันนี้กล้องโทรทรรศน์อวกาศได้ถูกส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ ๑.๑ ภาพวาดแสดงกล้องโทรทรรศน์อวกาศ

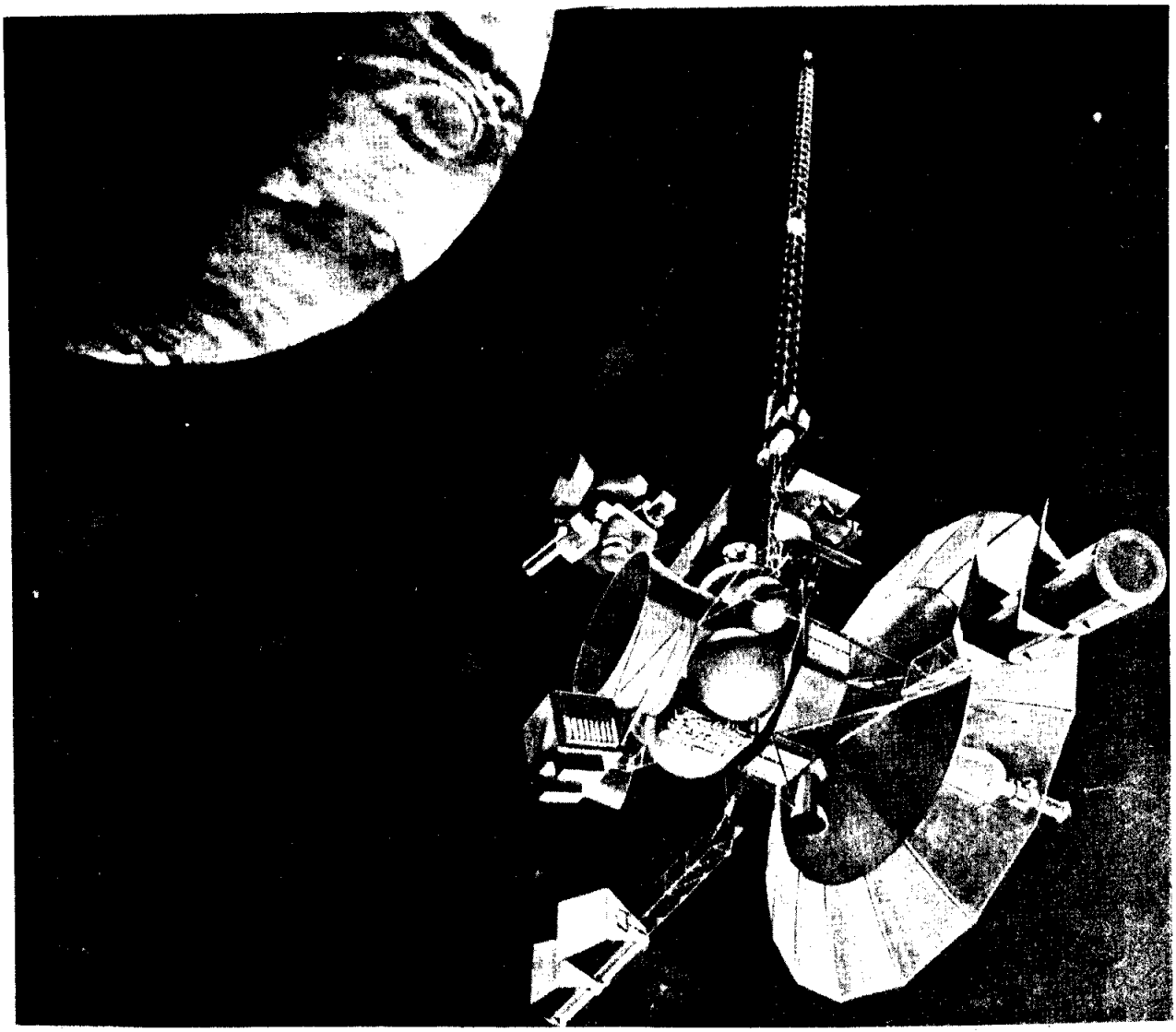
กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ที่สุดในโลกสามารถเห็นเทห์ฟากฟ้าที่มีระยะห่างไกล 2 พันล้านปีแสง แต่กล้องโทรทรรศน์อวกาศสามารถเห็นไกลกว่า 7 เท่า คือ สามารถเห็นวัตถุที่อยู่ห่างออกไปถึง 14 พันล้านปีแสง กำลังการแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์อวกาศสามารถแยกวัตถุที่อยู่ห่างกัน 0.05 ออกจากกันได้ และสามารถถ่ายภาพวัตถุที่มีความมัวมากกว่า 50 เท่าที่เราสามารถเห็นได้ด้วยกล้องโทรทรรศน์บนพื้นผิวโลก

โครงการนี้มีเครื่องมือดังนี้ ตัวกล้องโทรทรรศน์อวกาศหนัก 12 ตัน ยาว 43 ฟุต เป็นกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงแบบคัสซีเกรน กระจกสะท้อนแสงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร (94 นิ้ว) อยู่สูงจากพื้นผิวโลก 500 กิโลเมตร มีเครื่องมือวิทยาศาสตร์อื่น ๆ อีก คือ กล้องถ่ายรูป 2 กล้อง อุปกรณ์สเปกโทรกราฟ 2 กล้อง อุปกรณ์โฟโตมิเตอร์ (photometer) 1 กล้อง และอุปกรณ์ Support System Module 1 ชุด กล้องโทรทรรศน์อวกาศจะถูกควบคุมโดยนักวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนพื้นผิวโลกที่ Space Telescope Science Institute โครงการนี้เป็นโครงการร่วมหลายประเทศและหลายองค์การทางด้านอุตสาหกรรม

โครงการยานอวกาศกาลิเลโอ ในการสำรวจดาวพฤหัส องค์การนาซา (NASA) ได้ส่งยานอวกาศวอยเอเจอร์ – 1 และ 2 ไปสำรวจและได้ส่งข้อมูลกลับมาสู่โลกเรียบร้อยแล้ว องค์การนาซามีโครงการที่จะสำรวจดาวพฤหัส (เป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ) อย่างละเอียด ยานอวกาศในโครงการนี้มีชื่อเรียกว่า ยานอวกาศกาลิเลโอ ประกอบด้วยยานอวกาศสองส่วน คือ ยานโคจร (planetary orbiter) *(รูปที่ 9.10 (ก))* และยานสำรวจบรรยากาศ (atmospheric probe) *(รูปที่ 9.10 (ข))* ยานอวกาศกาลิเลโอจะออกเดินทางไปสู่ดาวพฤหัสในปี ค.ศ. 1985 ภายหลังจากที่ยานเดินทางเป็นเวลา 30 เดือน ยานอวกาศกาลิเลโอก็จะเดินทางถึงดาวพฤหัส ยานสำรวจบรรยากาศก็จะแยกตัวลงสู่พื้นผิวของดาวพฤหัส ยานสำรวจบรรยากาศจะรายงานถึงแก๊ส, ของเหลวที่เป็นโครงสร้างของบรรยากาศของดาวพฤหัส ส่วนยานโคจรก็จะทำหน้าที่เป็นดาวเทียมโคจรรอบดาวพฤหัส ยานอวกาศลำนี้จะรายงานปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนดาวพฤหัสกลับสู่โลก

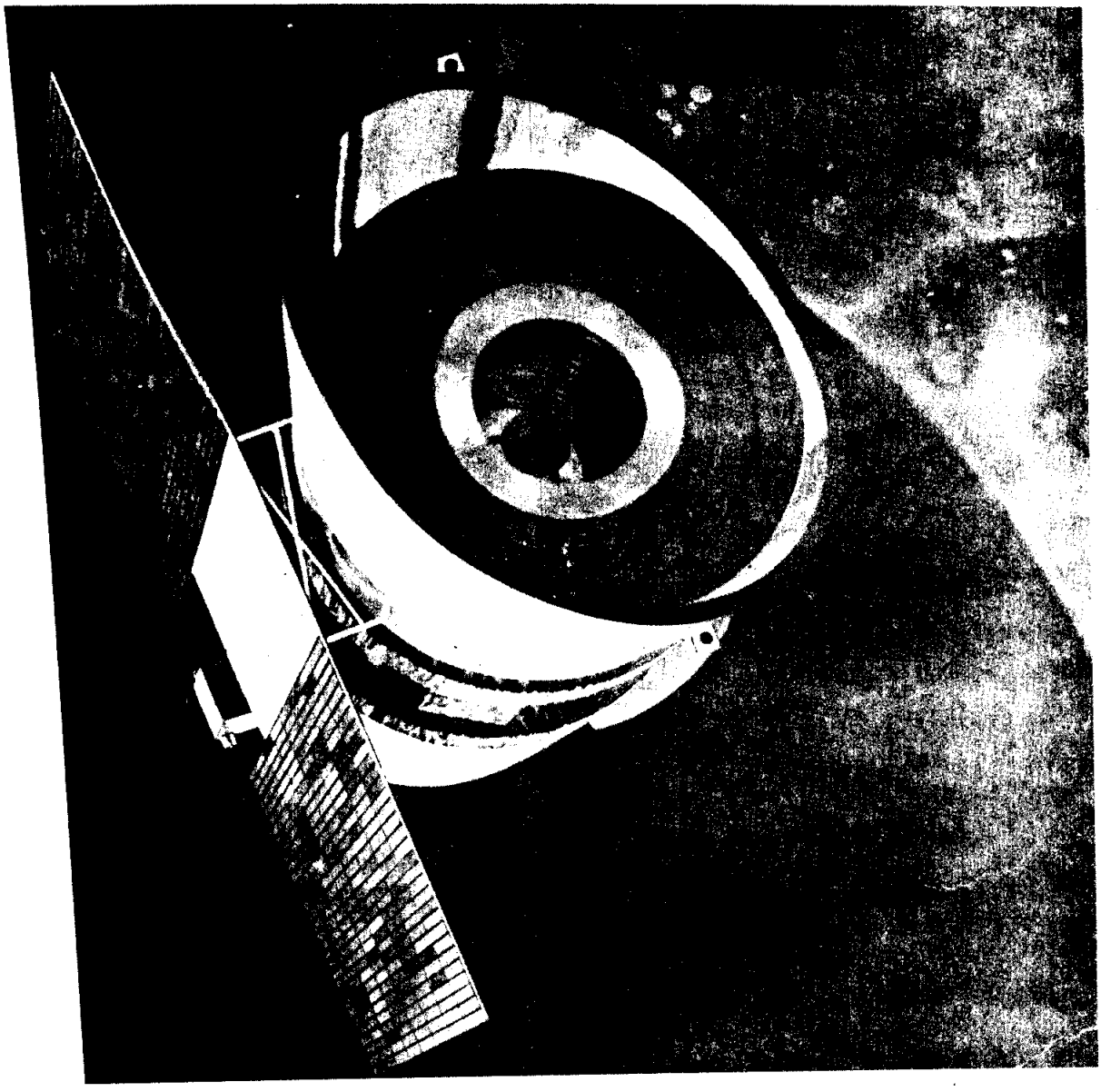
โครงการสำรวจขั้วของดวงอาทิตย์ โครงการนี้เป็นโครงการร่วมระหว่างองค์การนาซา (NASA) กับองค์การอีซา (ESA : European Space Agency) โครงการนี้มีชื่อเรียกว่า International Solar Polar Mission (ชื่อย่อ ISPM) ยานอวกาศลำนี้ใช้เวลาเดินทางถึงดวงอาทิตย์ประมาณ 3 ปี หลังจากที่ออกเดินทางจากโลก ยานอวกาศลำนี้จะไปสำรวจขั้วของดวงอาทิตย์ เพื่อศึกษาโคโรนาของดวงอาทิตย์ รังสี สนามแม่เหล็ก และลมสุริยะ

เนื่องจากบรรยากาศของโลกดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มาจากเทห์ฟากฟ้าบนท้องฟ้ามาก ดังนั้นองค์การนาซาจึงมีโครงการที่จะส่งดาวเทียมสำรวจรังสีอินฟราเรดขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 1982 ดาวเทียมดวงนี้มีชื่อเรียกว่า Infrared Astronomical Satellite (ชื่อย่อ IRAS) นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาเทห์ฟากฟ้าที่เป็นแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดได้อย่างกว้างขวาง การศึกษาสามารถที่จะสำรวจระบบแรกของรังสีอินฟราเรดจากวัตถุที่อยู่ในทางช้างเผือก ทำให้สามารถศึกษาถึงดาวฤกษ์ที่กำลังดับและดาวฤกษ์ที่กำลังเกิดใหม่ และแผนที่ของแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดบนท้องฟ้าจะได้ทำขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป ดาวเทียม IRAS จะมีกล้องโทรทรรศน์วัดรังสีอินฟราเรดขนาดกว้าง 24 นิ้ว พร้อมทั้งเครื่องวัดรังสีที่มีความไวสูงต่อรังสีอินฟราเรด โครงการนี้เป็นการร่วมมือกันระหว่างประเทศ 3 ประเทศ คือ สหรัฐอเมริกา (หน้าที่สร้างกล้องโทรทรรศน์และปล่อยดาวเทียมสู่อวกาศ), เนเธอร์แลนด์ (สร้างดาวเทียม) และอังกฤษ (เป็นศูนย์ปฏิบัติการควบคุมดาวเทียม)

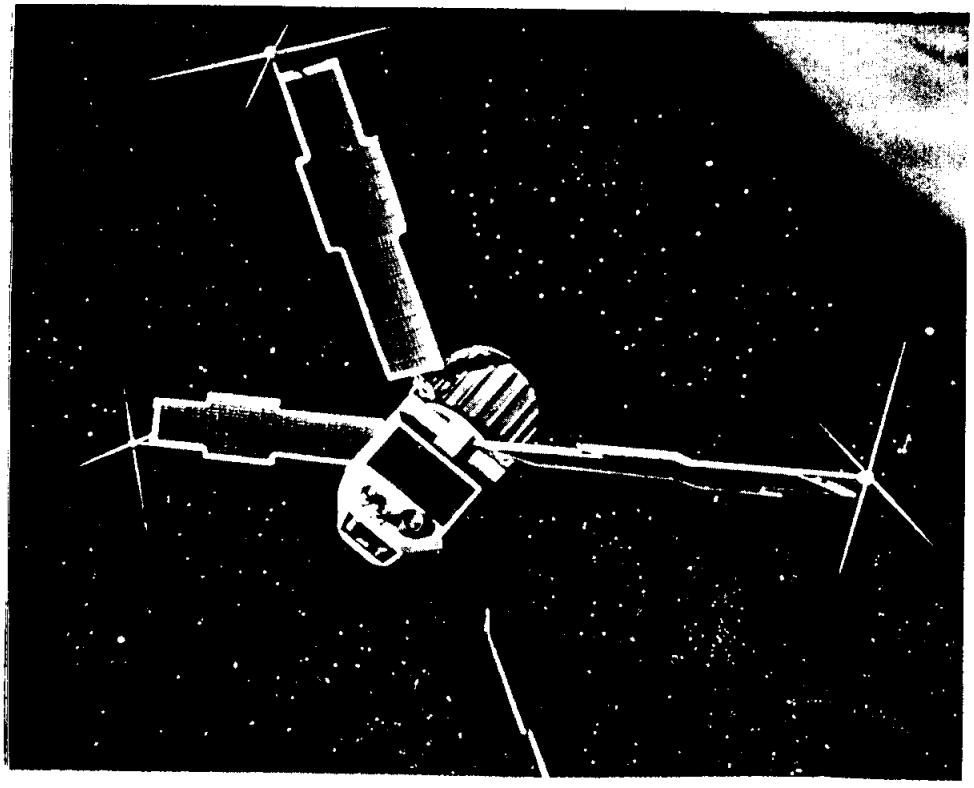


รูปที่ 9.10 ภาพวาดแสดงยานอวกาศกาลิเลโอ ยานอวกาศลำนี้จะไปสำรวจดาวพฤหัส ประกอบด้วยยาน 2 ส่วน คือ ยานโคจร (ภาพบน) และยานสำรวจบรรยากาศ (ภาพล่าง)

รูปที่ 9.11 ยานสำรวจขั้วของดวงอาทิตย์ เป็นโครงการร่วมระหว่างองค์การอีซา (ESA) **กับองค์การนาซา** (NASA)



รูปที่ 9.12 ภาพวาดดาวเทียมสำรวจรังสีอินฟราเรดนอกโลก



รูปที่ 9.13 ดาวเทียมรังสีเอกซ์ถูกส่งขึ้นไปในอวกาศเมื่อเดือนธันวาคม ค.ศ. 1970 จากประเทศเคนยา เกือบ 200 แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ในท้องฟ้าได้ถูกค้นพบในช่วงระยะ 4 ปีแรกของการปฏิบัติการ