



อวกาศแดนมหัศจรรย์



ก. ๖๒๙.๔๔
ป. ๑
ศ. ๘๗๔๑
๑๑

DCID LIBRARY



0000011511

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
ตัวอย่างแบบเรียน
กิจกรรมพัฒนาหนังสือ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

๑๘.๕๐



หนังสืออ่านเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์

อวกาศแดนมหัศจรรย์

ระดับประถมศึกษา

ของ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่สอง ๕,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๒๕

ปกกระดาษราคาเล่มละ ๑๘.๕๐ บาท

(ห้ามขายเกินกว่าราคาที่กำหนดไว้)

จัดพิมพ์โดยองค์การค้ำของคุรุสภา

พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

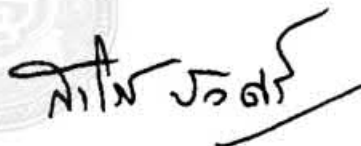
๕๒ ถนนลาดพร้าว บางกะปิ กรุงเทพมหานคร

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในโรงเรียน

ด้วยกรมวิชาการได้จัดทำหนังสืออ่านเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์
เรื่อง อวกาศแดนมหัศจรรย์ เพื่อใช้สำหรับชั้นประถมศึกษาชั้น กระทรวง
ศึกษาธิการได้พิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้หนังสือนี้ในโรงเรียนได้
ประกาศ ณ วันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๑๘



(นายสาโรช บัวศรี)

รองปลัดกระทรวง ปฏิบัติราชการแทน
ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

ก. 03111 ข.1

13 ๓๐๖๕๓

ก. 629.14 ป.๑

ก. 874 ข.

กํานํา

กรมวิชาการได้พิจารณาเห็นว่า ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นกว้างขวางมาก แต่หนังสือเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ยังมีอยู่น้อย จึงได้เสนอกระทรวงศึกษาธิการ แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหนังสืออ่านเพิ่มเติมชุดวิทยาศาสตร์ ขึ้น ประกอบด้วยบุคคลตามรายชื่อต่อไปนี้

๑. นางผอูน สุวรรณาวิน
๒. นายจํานง พรายแยมแห
๓. นายสมชัย หงษ์ทองคำ
๔. นายเสถียร ฦวงค์ศรี
๕. นางจรินทร บัวพิมพ์
๖. นางอมรรัตน์ เศวตนันท์
๗. นางรุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์
๘. นางสาวยุพา วีระไวทยะ
๙. นางสาวพิรณช ภาสุรภัทร

สำหรับหนังสืออ่านเพิ่มเติม เรื่อง อวกาศแดนมหัศจรรย์ นี้ นายเสถียร ฦวงค์ศรี เป็นผู้เรียบเรียง และนางประณีต โกมารกุล ณ นคร เป็นผู้ตรวจกรมวิชาการจัดพิมพ์ขึ้นใช้ในระดับประถมศึกษา

หนังสือ อวกาศแดนมหัศจรรย์ เป็นเรื่องที่นักเรียนในระดับประถมศึกษาใคร่รู้มาก จึงหวังว่าจะเป็นประโยชน์และช่วยส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนในระดับนี้ได้เป็นอย่างดี

กรมวิชาการ

สารบัญ

	หน้า
โลกและวิวัฒนาการเทคโนโลยีสมัยใหม่	๑
จักรวาล	๖
ระบบสุริยะ	๑๓
วัตถุประสงค้ในการสำรวจอวกาศ	๔๒
วิวัฒนาการด้านอวกาศ — โครงการสำรวจอวกาศ	๕๔
จรวด	๙๐
ดาวเทียม ยานอวกาศ การสำรวจดวงจันทร์	๑๑๔
ภาคผนวก	๑๕๘



โลกและวิวัฒนาการเทคโนโลยีสมัยใหม่

เมื่อสังเกตรอบ ๆ ตัวเราโดยทั่วไปแล้ว ระบบต่าง ๆ ในธรรมชาติมีมากมาย ระบบที่เกิดขึ้นและเติบโตไปตามธรรมชาติ ระบบที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อปรับปรุงความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น แม้มนุษย์พยายามที่จะค้นหาความจริงในธรรมชาติ แต่ก็ยังมีอาจทราบได้หมด ขณะนี้ก็ยังพยายามต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อให้ได้ความจริงที่จะนำประโยชน์มาสู่มวลมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์ผู้บุกเบิก นักประดิษฐ์ผู้สามารถ ได้แนะนำวิชาการใหม่ ๆ เสนอวิธีการที่จะทำให้การดำรงชีวิตสะดวกสบายและดียิ่งขึ้นไป ในชีวิตประจำวันต้องอาศัยความรู้และเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าช่วยทุกแขนง เช่น อุปกรณ์ทางการแพทย์ช่วยให้แพทย์วินิจฉัยโรคได้ถูกต้อง ได้แก่ เครื่องเอกซเรย์ เครื่องตรวจหัวใจด้วยระบบไฟฟ้า กล้องจุลทรรศน์สำหรับดูอวัยวะภายใน เครื่องท่อนแรงเกี่ยวกับวิศวกรรม สถาปัตยกรรม เกษตรกรรม ทำให้ทำงานได้รวดเร็ว การผลิตปุ๋ยเคมีปุ๋ยหมัก ทำให้เกษตรกรเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น มีรายได้เพิ่มขึ้น

การที่ปล่อยให้ทุกสิ่งทุกอย่างดำเนินไปเองตามธรรมชาตินั้น เป็นการเสี่ยงเกินไปในการดำรงชีวิตเพื่ออยู่รอดของมวลมนุษย มนุษย์ตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์จนปัจจุบันพยายามต่อสู้กับธรรมชาติ และดัดแปลงธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมอยู่ตลอดเวลา

แต่การกระทำของมนุษย์แต่ละกลุ่ม แต่ละเหล่า แต่ละชนชาติ ไม่เหมือนกัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในแต่ละประเทศจึงแตกต่างกัน ทั้งนี้อยู่กับอุปนิสัย ความขยันขันแข็ง คุณลักษณะ เป็นคนช่างคิดช่างประดิษฐ์ สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ และความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติของแต่ละประเทศก็มีส่วนสนับสนุนด้วย

นิโคลัส โคเปอร์นิคัส ชาวโปแลนด์ ผู้พิสูจน์ว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางระบบสุริยะ (พ.ศ. ๒๐๑๖—๒๐๘๖) เซอร์ไอแซกนิวตัน ชาวอังกฤษ ผู้ตั้งกฎของความโน้มถ่วงของจักรวาล และแรงดึงดูดระหว่างมวลสาร (พ.ศ. ๒๑๘๕—๒๒๗๐) คอนสแตนติน ไชส์ คอฟสกีชาวรัสเซียผู้ริเริ่ม การใช้จรวดออกสู่อวกาศเป็นคนแรก (พ.ศ. ๒๔๐๐—๒๔๗๘) โรเบิร์ต เอช กอดดาร์ด ชาวอเมริกัน ผู้คิดประดิษฐ์จรวดคนแรก ของสหรัฐอเมริกา (พ.ศ. ๒๔๒๕—๒๔๘๘) เฮอรัแมนน์ โอเบอร์ท์ ชาวเยอรมัน (พ.ศ. ๒๔๓๗—๒๔๗๑) ผู้พัฒนาจรวดเพื่อสู่อวกาศ

เท่าที่ ยกตัวอย่าง นักวิทยาศาสตร์ คนสำคัญที่มีผลงานในด้านอวกาศ นักวิทยาศาสตร์ที่กล่าวแล้วยังมีผลงานด้านอื่น ๆ อีกมาก ถ้าสนใจผลงานของนักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ก็ควรจะติดตามและศึกษาหาความรู้ต่อไป ไม่เพียงแต่นักวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวนามมาแล้ว ยังมียกวิทยาศาสตร์สาขาวิชาอื่น ๆ อีกมาก เช่น สาขาชีววิทยา

เคมี ฟิสิกส์ นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงส่วนมากมิใช่ว่าจะมีความรู้
 ติดตัวมาแต่กำเนิด แต่ได้ค่อยเรียนเพียรศึกษาตั้งแต่เยาว์วัย สะสม
 ความรู้ไว้นานละเล็กละน้อยจนมากขึ้น จากการอ่าน การฟัง การ
 คิดหาเหตุผล การบันทึกไว้ ทั้งการศึกษาจากตนเองจากตำราในห้อง
 สมุด จากครูอาจารย์และผู้รู้ในสาขาวิชานั้น ๆ จากการทดลองด้วย
 ตนเอง จากการร่วมปฏิบัติการกับคนอื่น ๆ จากการสังเกตอย่าง
 ละเอียดถี่ถ้วน เมื่อความรู้แตกจากรู้ความสามารถคิดประดิษฐ์และ
 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และสร้างสิ่งที่เป็น
 ประโยชน์ต่อโลก เช่น นิวโคเมน ชาวอังกฤษ ประดิษฐ์เครื่อง
 จักรไอน้ำ ขอร์ซ สต์เฟนสัน ชาวอังกฤษ ประดิษฐ์รถไฟ
 วิลเบอร์ ไรท์ ออร์วิล ไรท์ ชาวอเมริกัน คิดประดิษฐ์เครื่องบิน
 หลุยส์ ปาสเตอร์ ชาวฝรั่งเศส ค้นพบแบคทีเรีย ท่านก็มีโอกาสที่
 จะได้เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงได้เหมือนกัน ถ้าได้ฝึกฝนให้
 เป็นผู้ที่ ข้างสังเกต ข้างคิด รู้จักตั้งสมมุติฐาน ขึ้นมา แล้วทำการ
 ทดลอง ค้นคว้าหาคำตอบ ตามปัญหา หรือสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น
 ฝึกหัดบันทึก และสรุปผลการปฏิบัติการ การเผยแพร่ความรู้ก็เป็น
 สิ่งจำเป็น จะทำให้คนอื่น ๆ ได้เข้าใจและยอมรับ ในความสามารถ
 บางเรื่องที่คุณพบ อาจถูกนำไปดัดแปลงใช้ประโยชน์ในเรื่องอื่น ๆ
 ต่อไปอีกได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน
 แต่วิธีการค้นพบบางอย่างนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลานาน บางอย่าง
 ก็ใช้เวลาเพียงเล็กน้อย หรือโดยบังเอิญ บางอย่างต้องเป็นขบวนการ
 การต่อเนื่องกันไปหลายระบบ ฉะนั้นนักวิทยาศาสตร์จะต้องใช้ความ

สามารถเป็นพิเศษในการสังเกตและทดลองในแต่ละขั้นตอน จะเห็นว่าในการค้นคว้าทดลองนั้น นักวิทยาศาสตร์อาจพบความสำเร็จหรือความล้มเหลวก็ได้ ความล้มเหลวมิใช่ว่าจะไม่เป็นประโยชน์ ความล้มเหลวอาจบอกบางสิ่งบางอย่างได้ เช่น เพราะเหตุใดจึงล้มเหลว แล้วจะได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง ฉะนั้นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีควรจะต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นดังนี้

๑. วางแผนงานอย่างละเอียดทุกขั้นตอนแล้วปฏิบัติตาม
๒. สรุปผลปฏิบัติตามแผนงานนั้น
๓. ทบทวนแผนงานทุกขั้นตอนที่ปฏิบัติ ถ้าบกพร่องให้ทำ

การปรับปรุงแก้ไข

๔. ใช้วิธีการใหม่ ๆ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อปฏิบัติงานให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนี้ ไม่ว่าในด้านอวกาศ อุตสาหกรรม วิศวกรรม การแพทย์และสาธารณสุข เกษตรกรรม นักวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยพัฒนาให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ มีทั้งนักวิทยาศาสตร์จริง ๆ และนักประดิษฐ์สมัครเล่น ตลอดจนผู้มีจิตใจมุ่งมั่นพัฒนางานของตนเองจนกลายมาเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ บางครั้งการค้นคว้าเพื่อต้องการหาคำตอบที่ตรงเป้าหมายไว้ แต่พอดำเนินไปตามขั้นตอนอาจพบสิ่งใหม่ ๆ อื่น ๆ อีกก็ได้ เช่น ในสมัยโบราณการเล่นแร่แปรธาตุเพื่อผสมยาอายุวัฒนะ แต่กลับได้ประโยชน์ในทางเคมีและการแพทย์

ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ ถ้ารู้จักนำไปใช้ประโยชน์ก็เป็นการสร้างสรรค์ แต่ถ้านำไปใช้ในทางให้เกิดโทษ การทำลายล้างมนุษย์ด้วยกัน เช่น ระเบิดปรมาณู และประดิษฐ์อาวุธใหม่ๆ สำหรับใช้เข่นฆ่ามนุษย์ด้วยกัน ก็เป็นการใช้ความรู้ไปในการทำลายมนุษย์เป็นทั้งผู้สร้างสรรค์และผู้ทำลาย ทางที่จะแก้ไข มนุษย์ต้องพยายามร่วมมือกันในทาง สร้างสรรค์จะดีกว่า และปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมในการดำรงชีวิต มิฉะนั้นมนุษย์อาจสูญสิ้นไปจากการกระทำของมนุษย์เอง



จักรวาล

จักรวาล (universe) หมายความว่า ความเป็นอยู่ในสถานะหนึ่ง ซึ่งมีทุกสิ่งทุกอย่างรวมกันอยู่เป็นขอบเขตอันเดียวกัน ซึ่งเป็นอาณาเขตกว้างใหญ่ไพศาลมากเท่ามนุษย์จะสามารถนึกและส่งแนวความคิดไปถึง จักรวาลประกอบด้วย แกแลกซี เนบิวลา ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ กระจุกดาว ดาวหาง ดาวบริวารของดาวเคราะห์ อุกกาบาต อนุภาคต่าง ๆ ที่เป็นอนุภาคมลทินในอวกาศ หมายถึง กลุ่มมวลสารขนาดเล็กหรืออนุภาคที่มีอยู่ทั่วไปในอวกาศ ก๊าซต่างๆ ในอวกาศยังมีคลื่นจากเทห์ฟากฟ้าต่างๆ กระจายอยู่ทั่วไป จักรวาลประกอบด้วย แกแลกซีประมาณหมื่นล้านแกแลกซี นักดาราศาสตร์อนุมานไว้ว่า แกแลกซีได้เกิดมาแล้วประมาณหนึ่งล้านปี ในสมัยโบราณเชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล แต่ปัจจุบันนี้โลกเป็นเพียงบริวารของดวงอาทิตย์ และดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางระบบสุริยะ ระบบสุริยะอยู่ในระบบแกแลกซีทางช้างเผือก ระบบแกแลกซีทางช้างเผือกก็เป็นเพียงระบบแกแลกซีระบบหนึ่งในจักรวาลเท่านั้น เพื่อความสะดวกในการศึกษา ปัจจุบันกำหนดให้จักรวาลเป็นอาณาเขตทรงกลมรัศมีอนันต์ (infinity) และกำหนดให้เป็นทรงกลมท้องฟ้าซ้อนขึ้นเพื่อดูตำแหน่งเทห์ฟากฟ้าได้สะดวก และกำหนดเส้นต่างๆ เหมือนกับเส้นศูนย์สูตร ละติจูด ลองจิจูดของโลก

ธรรมชาติของจักรวาล การสำรวจจักรวาล กาลเวลาเป็นสิ่งที่มาเกี่ยวข้อง เพราะอาณาเขตกว้างไกลมาก ถ้าแกแลกซี่อยู่ห่างจากโลกมนุษย์ ๑ ล้านปีแสง เราไม่สามารถทราบปัจจุบันของแกแลกซี่นั้นได้ เมื่อเราเห็นก็หมายความว่า เหตุการณ์นั้นเป็นจริงเมื่อ ๑ ล้านปีมาแล้ว ถ้าเราใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาด ๒๐๐ นิ้ว (๕๐๐ เซนติเมตร) ส่องดูจะสามารถมองเห็นแกแลกซี่ที่อยู่ไกลสุดได้ถึง ๕ พันล้านปีแสง เราสามารถมองเห็นเหตุการณ์เมื่อห้าพันล้านปี ดังนั้นความจริงต่าง ๆ ที่ได้จากแกแลกซี่ที่อยู่ไกล ๆ จึงหาได้ยากมาก บางทฤษฎีเชื่อว่า จักรวาลขยายตัวอยู่เสมอ แกแลกซี่ที่อยู่ไกลจะเคลื่อนห่างออกไปเรื่อย ๆ จักรวาลก็จะมีมิติเพราะแกแลกซี่เคลื่อนออกไปสู่ขอบนอกของจักรวาลหมด ในที่สุดก็จะถึงกาลอวสานของจักรวาล บางทฤษฎีก็บอกว่า เมื่อจักรวาลขยายตัวเต็มที่แล้วก็หยุดขยายตัวและหดตัวโดยแรงโน้มถ่วง แกแลกซี่จะเข้าใกล้ชิดกันมีความหนาแน่นมากและจะระเบิดอีกครั้งหนึ่ง และก็จะมี การสิ้นสุดของจักรวาล จะขยายตัวและหดตัวสลับกันไปเรื่อย ๆ เป็นวัฏจักร โดยจะเริ่มต้นจากการระเบิดอย่างรุนแรง

แรงดึงดูดของจักรวาล เทห์ฟากฟ้าต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายจะอยู่ห่างกันด้วยระยะที่ต่างกัน โลกบ้างไกลบ้าง เทห์ฟากฟ้าต่างก็มีการเคลื่อนที่ แกแลกซี่ ระบบสุริยะ ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ก็มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เซอร์ไอแซค นิวตัน เกิด พ.ศ. ๒๑๘๕ ได้อธิบายเกี่ยวกับแรงดึงดูดเอกภาพได้โดยอาศัยกฎแห่งการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งได้ตั้งไว้ดังนี้ คือ

๑. แรงดึงดูดระหว่างมวลของสาร (Force of Gravity)

๒. แรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่สู่ศูนย์กลาง (Centrifugal Force) และแรงหนีศูนย์กลาง (Centripetal force)

แกแลกซี (Galaxy) เป็นระบบรวมของกลุ่มดาวฤกษ์ ประกอบด้วยดาวฤกษ์ เนบิวลา ก๊าซ อนุภาคต่าง ๆ แต่ละแกแลกซีประกอบด้วยดาวฤกษ์ประมาณพันล้านดวงทั้งเอกภพ

แกแลกซีแยกเป็น ๓ ส่วน คือ

๑. ใจกลางหรือนิวเคลียส (Nucleus) ประกอบด้วยดาวฤกษ์เป็นจำนวนมากกว่บริเวณอื่น

๒. ส่วนที่แผ่แบนราบ หรือดิสก์ (Disk) อยู่ถัดจากใจกลางออกไปมีส่วนประกอบเป็นดาวฤกษ์ ก๊าซ และอนุภาคต่าง ๆ บริเวณนี้จะมีการปรับอุณหภูมิอยู่เสมอ

๓. แขนของแกแลกซี ถัดจากดิสก์ ออกไป ประกอบด้วยก๊าซ อนุภาค เป็นส่วนใหญ่ มีดาวฤกษ์อยู่บ้าง

วิธีการสำรวจอายุของแกแลกซี แกแลกซีมีอายุนานน้อยแตกต่างกันไป เพราะการเกิดของแกแลกซีนั้นเกิดมาไม่พร้อมกัน การจะสำรวจอายุของแกแลกซีโดยประมาณนั้นดูได้จาก

๑. ถ้าเป็นประเภทสีแดงก็มีอายุมาก และดาวฤกษ์ที่ประกอบขึ้นเป็นแกแลกซีนั้นเป็นดาวฤกษ์ประเภทสีแดง

๒. **สเปกตรัม (spectrum)** เป็นการแยกรังสีแสงที่ได้จากดาวฤกษ์ที่เป็นส่วนประกอบของแกแลกซี โดยใช้เครื่องมือตรวจแยกรังสี (spectroscope) แล้วนำรังสีที่แยกได้มาเปรียบเทียบกับตาราง

สำรวจที่บอกว่าสั้นนั้น ๆ จากการตรวจมีอุณหภูมิสูงต่ำเท่าใด ก็จะ
สามารถบอกอายุของแกแลกซีได้

๓. การตรวจหามวลของแกแลกซี การตรวจหามวลหรือน้ำ-
หนักของแกแลกซีก็ใช้วิธีตรวจจากความเร็วในการหมุนรอบตัวเอง
โดยอาศัยการคำนวณที่จะทราบปริมาตร นำไปสู่การคำนวณหาความ
หนาแน่นและส่วนประกอบของมวล จากนั้นก็ประมาณอายุของ
แกแลกซี

๔. ความสว่างของแกแลกซี ตรวจความเข้มแห่งการส่อง-
สว่าง เปรียบเทียบกับมวลก็จะประมาณอายุของแกแลกซีได้

แกแลกซีมีการเคลื่อนที่ สังเกตจากการเลื่อนของแสงสีในการ
ตรวจสเปกตรัม ถ้าดาวกำลังเคลื่อนที่เข้าหาโลก เส้นสเปกตรัมจะ
เลื่อนไปทางแสงสีม่วงของสเปกตรัม ถ้าดาวกำลังเคลื่อนที่ออก
จากโลกจะสังเกตเห็นเส้นสเปกตรัมเลื่อนไปทางแสงสีแดง
จากการตรวจสเปกตรัมในการสำรวจแกแลกซีต่าง ๆ ปรากฏ
ว่า สเปกตรัมเลื่อนไปทางแสงสีแดง และการเลื่อนไปทางแสง
สีแดงของสเปกตรัมขึ้นอยู่กับระยะทางที่แกแลกซีห่างจากโลก ถ้า
ห่างจากโลกมากสเปกตรัมก็จะเลื่อนไปทางแสงสีแดงมาก แสดงว่า
แกแลกซีมีการเคลื่อนที่ห่างจากโลก

รูปร่างของแกแลกซี เอ็ดวิน ฮับเบิล ได้จำแนกแกแลกซี
ออกเป็น ๓ ประเภท คือ

๑. แกแลกซีรูปวงรี
๒. แกแลกซีรูปกังหัน
๓. แกแลกซีรูปร่างไม่จำกัด



แกแลกซีรูปร่างรี

แกแลกซีรูปกังหัน

แกแลกซีบางพวกจะอยู่กันเป็นกลุ่ม ๆ ประมาณ ๕๐ ถึง ๑๐๐,๐๐๐ แกแลกซี แกแลกซีทางช้างเผือกของเรา (Milkyway Galaxy) มีแกแลกซีอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ๑๓ แกแลกซี และค้นพบใหม่อีก ๒ กลุ่ม คือ แมฟฟี่ ๑ และ ๒ จึงรวมเป็น ๑๕ แกแลกซีเท่าที่รู้จัก มีแกแลกซีรูปกังหัน ๓ แกแลกซีรวมทั้งแกแลกซีของเรา รูปร่างรี ๑๐ แกแลกซี ไม่สม่ำเสมอ ๔ แกแลกซี แกแลกซีที่อยู่ใกล้โลกเราที่สุด คือ แกแลกซีกลุ่มแอนโดรเมดามองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ห่างจากแกแลกซีของเรา ๒.๒ ล้านปีแสง

แกแลกซีรูปร่างไม่จำกัดที่อยู่ใกล้โลกเราได้แก่แกแลกซีที่เรียกว่า กลุ่มเมฆแมกเจลแลน (Magellanic clouds) พบครั้งแรก

แกแลกซีรูปร่างไม่จำกัด





แกแลกซีกลุ่มแอนโดรเมดา

โดยนักเดินเรือชาวปอร์ตุเกสในศตวรรษที่ ๑๖ เมื่อแล่นเรือเข้าใกล้
แหลมกู๊ดโฮป กลุ่มเมฆแมกเจลแลนมี ๒ กลุ่ม ห่างกันประมาณ
แสนห้าหมื่นปีแสง กลุ่มใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๓ หมื่น
ปีแสง กลุ่มเล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒ หมื่นปีแสง กลุ่ม
เมฆแมกเจลแลนประกอบด้วยกลุ่มดาวฤกษ์เหมือนบริเวณแขนของ
แกแลกซีของเรา

แกแลกซีทางช้างเผือก (The Milkyway galaxy) ในคืนที่
ท้องฟ้าปลอดโปร่งเราจะสังเกตเห็นเป็นทางขาวสว่างไกลสุดพาด
ผ่านกลางท้องฟ้า นั่นคืออาณาเขตขอบนอกสุดของแกแลกซีทางช้าง
เผือก ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มดาวฤกษ์และกลุ่มอนุภาคที่ถูกกระตุ้นด้วย

รังสีจากดาวฤกษ์ แยกแสงที่ทางช่วงเผือกเป็นแถบแสงสีรุ้งกึ่งหัน คล้ายกับฉาบ ๒ อัน ประกบกันเมื่อมองด้านข้าง มีอาณาเขตกว้าง ประมาณ ๖,๐๐๐ ปีแสง ยาวประมาณหนึ่งแสนปีแสง (หนึ่งปีแสง ยาวประมาณ ๙ ล้านกิโลเมตร หรือ 9×10^8 กิโลเมตร) นับเป็น อาณาเขตที่กว้างไกลมาก ยังไม่มีมนุษย์คนใดออกไปถึงได้

เนบิวลา (Nebula) หมายถึง กลุ่มก๊าซหรืออนุภาคที่อยู่ใน อวกาศ ถูกรังสีอุลตราไวโอเลต รังสีแกมมา จากดาวฤกษ์ที่มี อุณหภูมิสูงกระตุ้นทำให้เรืองแสงได้คล้ายกับว่ามีแสงในตัวเอง แต่ อันที่จริงแล้วเนบิวลาไม่มีแสงในตัวเอง เนบิวลาประกอบด้วยก๊าซ ไฮโดรเจนประมาณ ๘๔% อนุภาคมวลที่อื่น ๆ อีก คือ ก๊าซไน-โตรเจน โปตัสเซียม โซเดียม คัลเซียม ที่อยู่ในสภาวะเป็น แก๊สแตก

เนบิวลามักตั้งอยู่ในบริเวณใกล้ ๆ ขอบแถบแสงของเรา และ ห่างจากแถบแสงของเราซึ่งห่างประมาณไม่เกิน ๒,๐๐๐—๓,๐๐๐ ปีแสง เนบิวลาจำแนกได้เป็น ๒ พวก

๑. เนบิวลาสว่าง เนบิวลาชนิดนี้จะมองเห็นสว่างบางกลุ่มมี ดาวฤกษ์สว่างอยู่ตรงกลาง และมีแสงสว่างเป็นชั้น ๆ ออกไป กลุ่ม ที่มีความสว่างเป็นชั้น ๆ ออกไป บางที่เรียกว่าเป็นเนบิวลาแบบดาวเคราะห์ บางชนิดมีลักษณะคล้ายกลุ่มเมฆควั่นลง ๆ ไม่มีรูปร่าง หรือขอบเขตไม่แน่นอน กลุ่มเมฆจะกระจายทั่วไป

๒. เนบิวลามืด เป็นเนบิวลาที่ประกอบด้วยอนุภาคที่ไม่เรือง แสงเพราะไม่ไวแสง เมื่อถูกกระตุ้นด้วยรังสีคลื่นสั้นจากแสงดาว จะไม่เรืองแสง หรือกลุ่มอนุภาคบังแสงดาวไว้ด้านหลังอนุภาคที่ กล่าวนี้คือ อนุภาคคอสมิก เช่น เนบิวลารูปหัวม้า เนบิวลานอก แถบแสง หมายถึงเนบิวลาที่อยู่นอกแถบแสงของเราออกไป

ระบบสุริยะ

ระบบสุริยะ (Solar System) คือ ระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ระบบสุริยะเป็นส่วนหนึ่งของระบบแกแลกซีทางช้างเผือก และเป็นส่วนหนึ่งของจักรวาล ดวงอาทิตย์ประกอบด้วยบริวารคือ ดาวเคราะห์ ๘ ดวง ดาวบริวารของดาวเคราะห์ ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย อุกกาบาต ดาวเคราะห์ ๘ ดวง เรียงจากใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดไปหาห่างจากดวงอาทิตย์ที่สุด

ชื่อดาวเคราะห์ ขนาดเทียบกับโลก สัญลักษณ์

พุธ (Mercury)	เล็กกว่าโลก
ศุกร์ (Venus)	เล็กกว่าโลก
โลก (Earth)	
อังคาร (Mars)	เล็กกว่าโลก
พฤหัสบดี (Jupiter)	ใหญ่กว่าโลก
เสาร์ (Saturn)	ใหญ่กว่าโลก
มฤตยู (Uranus)	ใหญ่กว่าโลก
เกตุ (Neptune)	ใหญ่กว่าโลก
ยม (Pluto)	เล็กกว่าโลก

การเกิดระบบสุริยะ การเกิดระบบสุริยะมีผู้อธิบายไว้หลายทฤษฎี แต่ที่มีเหตุผลพอรับพิจารณาได้มี ๓ ทฤษฎีด้วยกัน

๑. ทฤษฎีของลาปลาซ (Laplacian Theory) พ.ศ. ๒๓๓๕ กล่าวว่า ดาวเคราะห์ ดาวบริวาร และดวงอาทิตย์ เกิดจากกลุ่มก๊าซที่ม้วนหมุนสูง ภายหลังเย็นลงหดตัวเข้า เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของตัวเองหมุนรอบตัวเองเร็วขึ้น บางส่วนที่อยู่รอบนอกจะหลุดออกเย็นตัวลงเป็น ดาวเคราะห์และบริวาร ตรงใจกลางก็กลายเป็นดวงอาทิตย์ เมื่อดาวเคราะห์และดาวบริวารเย็นลงก็ยังมีโคจรรอบศูนย์กลางคือดวงอาทิตย์อยู่

๒. ทฤษฎีแรงดึงดูดจากดาวอื่น แชมเบอร์ลิน และ มุลตัน ชาวอเมริกัน เป็นผู้เสนอทฤษฎีนี้ไว้ว่า “หลายพันล้านปีมาแล้ว ดวงอาทิตย์ไม่มีบริวาร ต่อมาเมื่อดาวฤกษ์ขนาดใหญ่ดวงหนึ่ง โคจรผ่านมาในระยะ ๓—๔ ล้านกิโลเมตร เกิดแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน ประมาณ ๑๖,๐๐๐ เท่าของแรงที่ดวงอาทิตย์ดึงดูดโลกในปัจจุบัน ประกอบกับแรงดันภายในดวงอาทิตย์ทำให้ผิวบางส่วนของดวงอาทิตย์หลุดออกเป็นลักษณะคล้ายบุหรืขี้การ ต่อมาก็กลายเป็นดาวเคราะห์และดาวบริวาร”

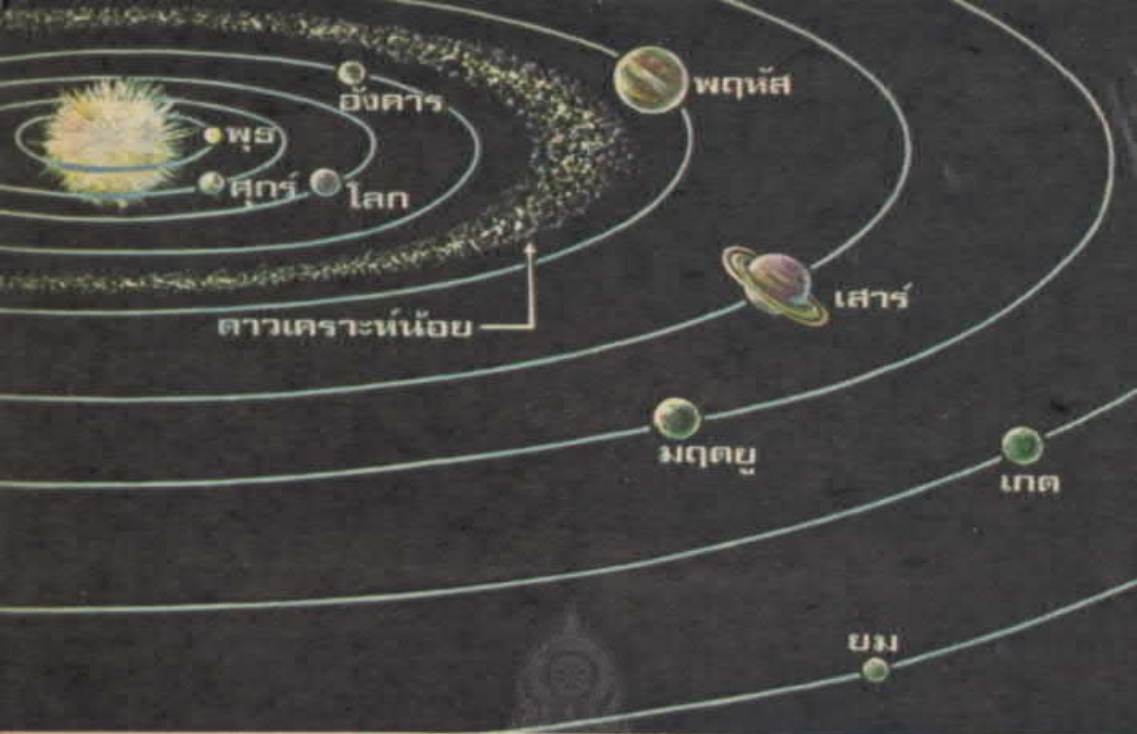
๓. ทฤษฎีเนบิวลาสมัยใหม่ของ ดร. เฟรด วิบเบิล (พ.ศ. ๒๔๕๑) ศาสตราจารย์ ดร. เฟรด วิบเบิล แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด สหรัฐอเมริกา ได้อธิบายทฤษฎีนี้ว่า “จักรวาลทั้งหมดนี้เกิดจากกลุ่มธุลีคอสมิก กลุ่มธุลีคอสมิกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๘ ล้านล้านกิโลเมตร (8×10^{12} กิโลเมตร) ความหนาแน่นน้อยมาก ธุลีคอสมิกถูกกดดันเข้าหากันหมุนรอบตัวเอง

และหอดตัวเข้าไปเรื่อย ๆ จุดศูนย์กลางของกลุ่มก็กลายเป็นดวงอาทิตย์ กลุ่มอื่น ๆ ก็กลายเป็นดาวเคราะห์ ดาวบริวาร เพราะการหมุนรอบตัวเองไปเร็วไม่เท่ากัน ภายหลังเย็นตัวลงมวลแน่นเข้ากลายเป็นดาวเคราะห์ โคจรรอบจุดศูนย์กลางเดิมคือดวงอาทิตย์”

ระบบสุริยะตามความคิดของปโตเลมี คลอเดียส ปโตเลมี (Claudius Ptolemy) เป็นนักดาราศาสตร์ชาวกรีก (๑๑๖ — ๙๖ ปีก่อนพุทธศักราช) เชื่อตามความคิดของพลาโต นักปรัชญาชาวกรีก ปโตเลมีเชื่อว่า “โลกเป็นศูนย์กลางระบบสุริยะ มีดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ และดาวฤกษ์อื่น ๆ โคจรรอบโลก

ระบบสุริยะตามความคิดของนิโคลัส โคเปอร์นิคัส นิโคลัส โคเปอร์นิคัส (Nicolaus Copernicus) พ.ศ. ๒๐๑๖ — ๒๐๘๖ ได้กล่าวว่า “ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางระบบสุริยะ มีดาวเคราะห์ และบริวารโคจรรอบ”

ระบบสุริยะในทศวรรษปัจจุบัน ในปัจจุบันนี้ระบบสุริยะก็เป็นไปตามความคิดของนิโคลัส โคเปอร์นิคัส แต่มนุษย์ก็รู้จักว่า ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางระบบสุริยะมาตั้งแต่สมัยของอริสตาร์ซัส แห่งซามอส (พ.ศ. ๒๖๒) อริสตาร์ซัสกล่าวว่า โลกก็เหมือนกับดาวพุธและดาวศุกร์ซึ่งโคจรรอบดวงอาทิตย์เช่นกัน โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ๑ ปีพอดี แต่ความคิดของอริสตาร์ซัสแห่งซามอสไม่ได้รับความสนใจจนกระทั่งคริสต์ศตวรรษที่ ๑๖ นิโคลัส โคเปอร์นิคัส จึงได้ให้ความสนใจ (พ.ศ. ๒๐๑๖ — ๒๐๘๖) นิโคลัส



ระบบสุริยะ

โคเปอร์นิคัส เชื่อตามความคิดของอริสตาร์ซัสแห่งซามอส และได้ทำการทดลองโดยใช้วิธีการคำนวณชั้นสูง และการสังเกตประกอบ และบันทึกการปฏิบัติการ ไว้ทุกครั้งจนประสบความสำเร็จ และได้เขียนหนังสือเรื่อง The Revolutions of The Heavenly Spheres ในปีที่เขาสิ้นชีวิต หนังสือก็ได้พิมพ์เผยแพร่ในโคลัส โคเปอร์นิคัส จึงได้รับเกียรติอย่างสูงว่าเป็นผู้ให้ความรู้ ความคิดเกี่ยวกับระบบสุริยะ อย่างถูกต้องและมีเหตุผลดีที่สุดในคนแรก

ขนาดของระบบสุริยะถ้าคิดจากวงโคจรของดาวยูเรนัส จะมีขนาดกว้างประมาณ ๘๐ หน่วยดาราศาสตร์ (Astronomical Unit=A.U.) มีค่าประมาณ ๑๕๐ ล้านกิโลเมตร

ตารางแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับดาวเคราะห์

ลำดับ	ชื่อดาวเคราะห์	เวลาโคจรรอบ	เวลาหมุนรอบ	ระยะทางเฉลี่ยห่าง	
		ดวงอาทิตย์ ๑ รอบ	ตัวเอง ๑ รอบ	จากดวงอาทิตย์เป็น กิโลเมตร	ดาวบริวาร
๑	พุธ	๘๘ วัน	๕๕ วัน	๕๗,๕๔๐,๐๐๐	—
๒	ศุกร์	๒๒๔.๗ วัน	๒๔๓ วัน	๑๐๘,๒๗๐,๐๐๐	—
๓	โลก	๓๖๕.๒๕ วัน	๒๓:๕๖ ชั่วโมง	๑๔๙,๖๘๐,๐๐๐	๑
๔	อังคาร	๑.๘๘ ปี	๒๔:๓๗ ชั่วโมง	๒๒๘,๐๖๐,๐๐๐	๒
๕	พฤหัสบดี	๑๑.๘๖ ปี	๙:๕๕ ชั่วโมง	๗๗๘,๗๓๐,๐๐๐	๑๒
๖	เสาร์	๒๙.๔๖ ปี	๑๐:๑๔ ชั่วโมง	๑,๔๒๗,๗๐๐,๐๐๐	๑๐
๗	มฤตยู	๘๔.๐๒ ปี	๑๐: ๔ ชั่วโมง	๒,๘๗๒,๔๐๐,๐๐๐	๕
๘	เกก	๑๖๔.๗๘ ปี	๑๔:๔๐ ชั่วโมง	๔,๕๐๐,๘๐๐,๐๐๐	๒
๙	ยม	๒๘๔.๔๓ ปี	๖๔ วัน	๕,๙๑๔,๘๐๐,๐๐๐	—

ดาวพุธ

ดาวพุธ (Mercury) เป็นดาวเคราะห์ประเภทวงใน ใกล้ชิดดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ดาวพุธอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ ๕๗,๘๕๐,๐๐๐ กิโลเมตร โคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา ๘๘ วัน หมุนรอบตัวเองในเวลา ๕๕ วัน อัตราเร็วเฉลี่ยในทางโคจรรอบดวงอาทิตย์ ๔๘ กิโลเมตรต่อวินาที ดาวพุธมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ๕,๑๐๐ กิโลเมตร ดาวพุธมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ถ้าใช้กล้องโทรทรรศน์จะมองเห็นเป็นเส้นสีขาว เห็นได้ในระยะเวลาอันสั้นประมาณครึ่งชั่วโมง ก่อนพระอาทิตย์ขึ้นในเวลาเช้าในทางทิศตะวันออก และหลังดวงอาทิตย์ตกในเวลาครึ่งชั่วโมงในทางทิศตะวันตก เมื่อขึ้นอยู่กับดาวศุกร์ ดาวศุกร์จะสว่างสุกใสกว่า ปรากฏเห็นดาวพุธจะมีขนาดเล็กกว่า ดาวพุธโคจรหันข้างเดียวเข้าหาดวงอาทิตย์ตลอดเวลา ดาวพุธไม่มีบรรยากาศห่อหุ้มเหมือนโลก ด้านที่รับแสงอุณหภูมิจะสูงมากประมาณ ๓๐๐ องศาเซลเซียส ส่วนด้านตรงกันข้ามอุณหภูมิจะต่ำประมาณลบ ๒๐๐ องศาเซลเซียส ผิวดาวพุธสะท้อนแสงได้เท่าดวงจันทร์คือประมาณ ๗ เปอร์เซ็นต์ เพราะดาวพุธอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์

ดาวศุกร์

ดาวศุกร์ (Venus) มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ๑๒,๓๒๐ กิโลเมตร เป็นดาวเคราะห์ประเภทวงใน เพราะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก เป็นเทพเจ้าแห่งความรัก ความงาม ปรากฏเห็นตอน

เข้ามาหรือใกล้รุ่งก่อนพระอาทิตย์ขึ้น ๓ ชั่วโมง เรียกว่า ดาว
 ประกายพรึกหรือกัลปพฤกษ์ (Morning Star) ขึ้นทางทิศตะวันออก
 และปรากฏให้เห็นในตอนบ่าย ก่อนดวงอาทิตย์ตก ๓ ชั่วโมง เรียก
 ดาวประจำเมือง (Evening Star) เมื่อใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูจะ
 มองเห็นเป็นเส้นสีขาวมัว เพราะบรรยากาศของดาวศุกร์มีก๊าซคาร์-
 บอนไดออกไซด์ปกคลุมอยู่มาก จึงไม่สามารถสำรวจพื้นผิวของ
 ดาวศุกร์ได้ ดาวศุกร์ห่างจากดวงอาทิตย์ ๑๐๘,๒๗๐,๐๐๐ กิโลเมตร
 โคจรรอบดวงอาทิตย์ใช้เวลา ๒๒๔.๗ วัน หมุนรอบตัวเอง
 ใช้เวลา ๒๔๓ วัน โคจรในอัตราเร็ว ๓๕.๐๕ กิโลเมตรต่อวินาที
 สะท้อนแสงได้ ๕๕% บรรยากาศตรวจพบว่ามีก๊าซคาร์บอนไดออก-
 ซიდ รายละเอียดเกี่ยวกับก๊าซออกซิเจน ใอน้ำยังสรุปไม่ได้แน่นอน
 แต่ส่วนใหญ่เชื่อว่าไม่มีไอน้ำและออกซิเจน

โลก

โลก (Earth) เป็นดาวเคราะห์ขนาดกลาง เป็นดวงที่สามนับ
 จากลำดับที่ดาวเคราะห์ห่างจากดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ที่ขนาดเล็ก
 กว่าโลกได้แก่ดาวพุธ ศุกร์ ยม ขนาดใหญ่กว่าโลกได้แก่ดาวพฤหัสบดี
 เสาร์ มฤตยู เกต เท่าที่ทราบแน่นอนมีสิ่งมีชีวิตดำรงอยู่บนดาว
 เคราะห์นั้นก็คือ โลกดาวเคราะห์อื่นๆ ในระบบสุริยะเท่าที่สำรวจ
 ยังไม่พบสิ่งมีชีวิต อาจมีสิ่งมีชีวิต ในดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ
 ก็ได้ แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถสำรวจพบเช่นกัน ถ้ามนุษย์
 มียานที่มีความเร็วสูงและหาวิธีพื้นผิ้อุปสรรคออกไปในจักรวาลก็

อาจทราบความลึกกลับในจักรวาลได้ดีกว่าในปัจจุบันนี้ ในอนาคตมนุษย์อาจสามารถท่องไปไกล ๆ ในจักรวาลได้

รูปร่างของโลก โลกมีรูปร่างไม่กลมทีเดียว แต่มีลักษณะกลมแบนที่ขั้วเหนือและใต้ ลักษณะกลมแบนของโลกนี้อาจเกิดมาจากหมุนรอบตัวเองของโลก โลกมีเส้นผ่าศูนย์กลางตามแนวเหนือใต้ และแนวตะวันออกตกตะวันตกยาวไม่เท่ากัน ตามแนวศูนย์สูตรของโลก มีความยาวประมาณ ๑๒,๖๘๒.๖๕ กิโลเมตร และตามแนวเหนือใต้มีความยาวประมาณ ๔๓ กิโลเมตร

การเคลื่อนที่ของโลก โลกมีการเคลื่อนที่ ๔ แบบด้วยกัน คือ

๑. หมุนรอบตัวเอง
๒. โคจรรอบดวงอาทิตย์
๓. เคลื่อนที่ไปพร้อมกับระบบสุริยะ
๔. เคลื่อนที่ไปพร้อมกับระบบแกนแลกซีทางช้างเผือก

การหมุนรอบตัวเอง โลกจะหมุนรอบตัวเองจากทางทิศตะวันตกไปหาทิศตะวันออก แกนสมมติของโลกจะเอียงกับทางโคจรประมาณ ๒๓ องศา ๒๗ ลิปดา และหมุนทวนเข็มนาฬิกา ในขณะเดียวกันแกนสมมตินั้นก็หมุนไปด้วย ปัจจุบันนี้แกนสมมติของโลกชี้ไปยังดาวเหนือซึ่งอยู่ในกลุ่มดาวหมีเล็กอีกประมาณ ๑๓,๐๐๐ ปี แกนสมมติของโลกก็จะเปลี่ยนแปลงไปชี้ดาววีกาในกลุ่มดาวรูปพิณ การหมุนสายรอบแกนของแนวสมมติของโลกนี้จะสายครบรอบในเวลา ๒๖,๐๐๐ ปี

โลกหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบเรียกว่า หนึ่งวัน โลกหมุนรอบตัวเอง กินเวลาประมาณ ๒๓ ชั่วโมง ๕๖ นาที เรียกว่า ๑ วันดาราคติ (Sidereal day)

การโคจรรอบดวงอาทิตย์ โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรีซึ่งมีระยะทางยาวประมาณ ๙๖๐ ล้านกิโลเมตร ใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์ ๓๖๕.๒๕ วัน ระยะทางที่ห่างจากดวงอาทิตย์จะแตกต่างกันไปตามวงทางโคจร เพราะว่าโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรีในอัตราเร็ว ๒๙.๘๐ กิโลเมตรต่อวินาที ระยะใกล้สุดที่โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มีระยะประมาณ ๑๔๖,๔๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร ระยะที่โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุดประมาณ ๑๕๑,๒๗๐,๐๐๐ กิโลเมตร ในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ไปจนครบรอบ (period) ในระยะเวลา ๑ ปีนี้ถ้าสังเกตการเปลี่ยนแปลงกลุ่มดาวฤกษ์ในท้องฟ้าประจำแต่ละเดือนในแนวที่ดวงอาทิตย์ปรากฏ จะเห็นกลุ่มดาวฤกษ์ปรากฏเป็น ๑๒ กลุ่ม ใน ๑๒ เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนไปเรื่อย ๆ จนครบถึงเดือนมีนาคม ซึ่งในทางไทยเรานับเดือนโดยใช้ราศีอ้างอิงในการที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเคลื่อนที่ และเคลื่อนที่ไปเป็นวงครบ ๑๒ เดือน ก็เรียกว่าจักรราศี (Zodiac) เริ่มต้น

ราศี	รูปสัตว์ประจำราศีดูจากกลุ่มดาวฤกษ์
เมษ	แกะ
พฤษภ	วัว
เมถุน	คนคู่
กรกฎ	ปู

ราศี	รูปสัตว์ประจำราศีดูจากกลุ่มดาวฤกษ์
สิงห์	สิงโต
กันย์	นางงาม
ตุลย์	คันชั่ง
พฤษจิก	แมลงป่อง
ธนู	คนยิงธนู
มกร	มังกร
กุมภ์	คนถือหม้อน้ำ
มีน	ปลา

การโคจรรอบดวงอาทิตย์ครบ ๑ รอบ เรียกว่า ๑ ปีดาราคติ (Sidereal year)

เคลื่อนที่ไปพร้อมกับระบบสุริยะ ในปัจจุบันทราบกันดีว่า ระบบสุริยะไม่ได้อยู่นิ่ง มีการเคลื่อนที่ โดยสังเกตจากกลุ่มดาวฤกษ์ เป็นหลักพบว่า ระบบสุริยะกำลังเคลื่อนที่ออกจากกลุ่มดาวโคลัมบา ไปยังด้านทิศตะวันออกของกลุ่มดาวเฮอคิวลิส

เคลื่อนที่ไปพร้อมกับแกแลกซีทางช้างเผือก ระบบแกแลกซีทางช้างเผือกมีการเคลื่อนที่เหมือนกัน ระบบดาวฤกษ์ทั้งมวลและดวงอาทิตย์และระบบสุริยะจึงเคลื่อนที่ไปด้วย เพราะระบบแกแลกซีทั้งหมดยึดกันอยู่ด้วยแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน

บรรยากาศของโลก บรรยากาศของโลกแบ่งออกเป็น ๓ ชั้น

๑. ชั้นต่ำ ความสูงจากผิวโลกประมาณ ๑๐ กิโลเมตร เรียกว่า โทรโปสเฟียร์

๒. **ชั้นกลาง** ความสูงจากผิวโลกประมาณ ๓๕ กิโลเมตร
เรียกว่า สตราโทสเฟียร์

๓. **ชั้นสูง** สูงเกิน ๘๐ กิโลเมตรขึ้นไป เรียกว่า ชั้นไอโอ-
โนสเฟียร์

ถ้าเกิน ๕๘๐ กิโลเมตรขึ้นไปเรียกว่า เอกโซสเฟียร์

บรรยากาศของโลกชั้นต่ำประกอบด้วยก๊าซที่สำคัญ ๓ ชนิด
คือ ไนโตรเจน ๗๘% ออกซิเจน ๒๑% คาร์บอนไดออกไซด์ ๐.๐๓%
ที่เหลืออีกประมาณ ๑% เป็นก๊าซน้อยอื่น ๆ เช่น ฮีเลียม อาร์กอน
และฟลูออรีน ไออน่า บริเวณใกล้ผิวโลกบรรยากาศจะมีแรงดันมาก
ประมาณ ๑๖๐ มิลลิเมตรปรอท ยิ่งสูงขึ้นไปในบรรยากาศ ความกดตัน
บรรยากาศจะค่อย ๆ ลดลง เหตุที่บริเวณใกล้ผิวโลกบรรยากาศ
มีความกดสูงเพราะบริเวณใกล้ผิวโลกมีมวลของก๊าซหนาแน่นกว่า
เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกมีมากบริเวณผิวโลก แรงดึงดูดของโลก
ทำให้โลกมีบรรยากาศ มีก๊าซต่าง ๆ อันเป็นสิ่งที่ทำให้สิ่งมีชีวิต
อาศัยอยู่ได้ เนื่องจากในระดับความสูงต่างกันทำให้ความหนาแน่น
บรรยากาศต่างกัน บริเวณผิวโลกหนาแน่นมาก บางเมื่ออยู่ระดับ
สูงขึ้นไป ในการสังเกตเทห์ฟากฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์
ดวงดาวต่าง ๆ ตลอดจนยานที่เคลื่อนที่ในระดับสูง ทำให้การเห็น
ของผู้สังเกตเปลี่ยนแปลงไป เช่น เวลาเช้าเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นเร็ว
กว่าปรกติ และดวงอาทิตย์ตกในตอนเย็นช้ากว่าปรกติ เห็นดวงอาทิตย์
ดวงจันทร์ขณะใกล้ขอบฟ้าขนาดใหญ่กว่าปรกติและเบี่ยงไป ขณะที่
อากาศแปรปรวนก็จะทำให้สังเกตเห็นดาวกระพริบมาก

บรรยากาศของโลกเป็นเสมือนเกราะป้องกันโลก เพราะช่วยกรองรังสีจากภายนอกโลกที่เป็นอันตรายต่อสิ่งที่มีชีวิตเอาไว้เช่นรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultra Violet) และยังช่วยปรับอุณหภูมิของโลกอีกด้วย ช่วยป้องกันอุกกาบาต (Meteors) และเทห์ฟากฟ้าที่มีมวลไม่ให้พุ่งเข้าชนโลก โดยบรรยากาศและเทห์วัตถุเสียดสีกันลูกใหม่หายไปในบรรยากาศหรือตกลงมาก็มีขนาดเล็กไม่เกิดอันตราย

ในระยะสูง ๑๐ กิโลเมตร จะไม่มีออกซิเจนเพียงพอในการหายใจ และในระดับความสูง ๒๐ กิโลเมตร ออกซิเจนจะไม่มีเพียงพอในการลุกไหม้

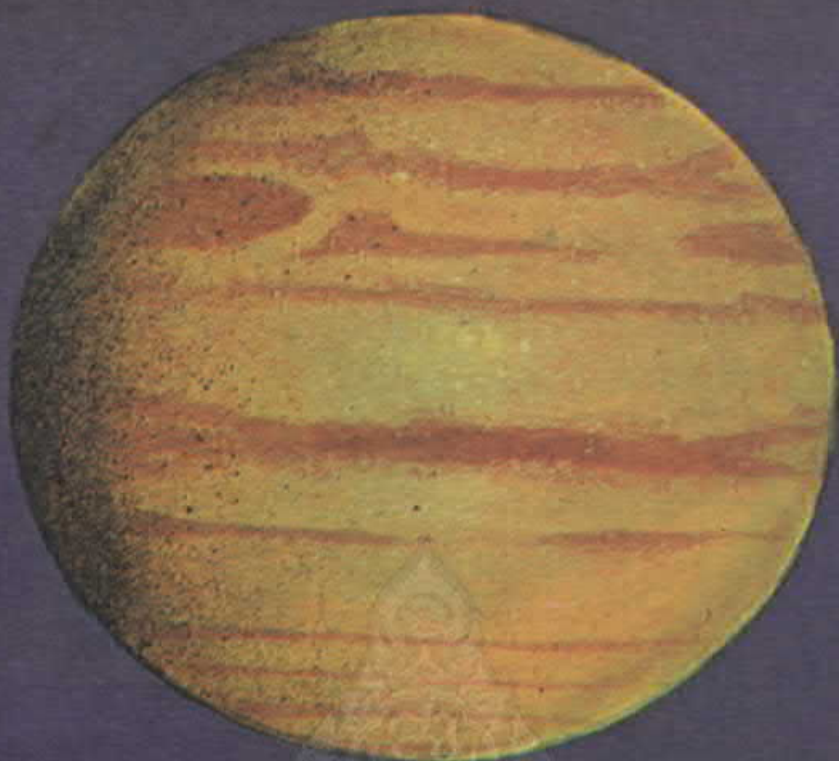
ดาวอังคาร

ดาวอังคาร (Mars) อยู่ในวงโคจรถัดจากโลกออกไป จึงจัดไว้เป็นดาวเคราะห์วงนอก ถ้ามองด้วยตาเปล่าจะมองเห็นเป็นสีส้มแดง เป็นชื่อเทพเจ้าแห่งสงครามของกรีก ถ้ามองดูด้วยกล้องโทรทรรศน์แล้วจะเห็นสีจางกว่ามองด้วยตาเปล่า โดยจะเห็นเป็นสีเหลืองจางๆ บริเวณขั้วเหนือและขั้วใต้ของดาวอังคารจะมองเห็นสีขาวๆ คล้ายน้ำแข็ง ลักษณะพื้นผิวมีสีขาวปนเทาคล้ายกับหินปูน เป็นหลุมและเป็นเนินเขาเตี้ยๆ ดาวอังคารมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๖,๖๒๔ กิโลเมตร ขนาดเล็กกว่าโลก แรงดึงดูดประมาณ ๓๗/๑๐๐ ของโลก ลักษณะกลมแบนแบนบริเวณขั้วทั้งสอง หมุนรอบตัวเองในรอบทิศทางทวนเข็มนาฬิกาใช้เวลาประมาณ ๒๔ ชั่วโมง ๓๗ นาที ใกล้เคียงกับโลก โคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา

๖๘๓ วัน ๒๓ ชั่วโมง ขณะที่อยู่ใกล้โลกที่สุดประมาณ ๕.๖ ล้าน
กิโลเมตร ไกลจากโลกที่สุดประมาณ ๗๐ ล้านกิโลเมตร ดาวอังคาร
โคจรมาปรากฏตรงกันข้ามกับโลก ครั้งหนึ่ง ๆ เวลาห่างกันประมาณ
๗๘๐ วัน ดาวอังคารมีดาวบริวาร ๒ ดวง คือ โปบอสและไดมอส
โปบอสมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ๑.๖ กิโลเมตร ไดมอสมีเส้นผ่าน
ศูนย์กลางประมาณ ๘ กิโลเมตร โปบอสโคจรห่างจากดาวอังคาร
๕,๒๘๐ กิโลเมตร ไดมอสอยู่ห่างจากดาวอังคาร ๒๓,๓๖๐ กิโลเมตร
ดาวอังคารโคจรในทางโคจรรอบดวงอาทิตย์ในอัตราเร็ว ๒๔ กิโลเมตรต่อวินาที

ดาวพฤหัสบดี

ดาวพฤหัสบดี (Jupiter) เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดใน
บรรดาดาวเคราะห์ทั้งหมด จึงได้ชื่อว่า ประมุขแห่งเทวดาในสวรรค์
ตามความเชื่อของโรมัน เป็นเทพเจ้าผู้บันดาลฝนฟ้าอากาศ มองเห็น
ขนาดเล็กกว่าดาวศุกร์เพราะอยู่ไกลจากโลกมาก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง
๑๓๘,๓๘๐ กิโลเมตร ห่างจากดวงอาทิตย์ ๗๗๘,๓๓๐,๐๐๐
กิโลเมตร หมุนรอบตัวเองครบรอบในเวลา ๙ ชั่วโมง ๕๑ นาที
โคจรรอบดวงอาทิตย์ครบ ๑ รอบ ใช้เวลานาน ๑๑.๘๖ ปีของโลก
สะท้อนแสงได้ ๕๖% มวลของดาวพฤหัสบดีเป็นก๊าซแข็งเฉพาะบริเวณ
จุดแดงใหญ่ ภายในตัวดวงดูดด้วยกล้องโทรทรรศน์จะสังเกตเห็นแถบ
เข็มขัดเมฆ ชัดเจน ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงและหักเหแสงของ



ดาวพฤหัสบดีใหญ่

บรรยากาศเหนือพื้นผิวของดาวพฤหัสบดี ในบรรยากาศชั้นสูงของดาว
 พฤหัสบดีจะประกอบไปด้วยก๊าซไฮโดรเจนและไฮโดรเจน ดาวพฤหัสบดีมี
 ดาวบริวาร ๑๒ ดวง คนแรกที่เห็นดาวบริวารของดาวพฤหัสบดี คือ
 กาลิเลโอ และซีมอนมาเรียส การเห็นก็ผลัดกันเห็นครั้งละ ๔ ดวง
 ซึ่งได้สำรวจเมื่อเวลาประมาณ ๔๐๐ ปีมาแล้ว (พ.ศ. ๒๓๕๓)
 ดาวบริวาร ๔ ดวง ได้แก่ (๑) ไอโอ (๒) กานีเมเด (๓) ยูโรปา
 (๔) คาลลิสโต ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าทุกดวง



ดาวเสาร์มีวงแหวนล้อมอยู่โดยรอบตรงบริเวณศูนย์กลาง

ดาวเสาร์

ดาวเสาร์ (Saturn) อยู่ในวงโคจรถัดดาวพฤหัสบดีออกไป เป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่รองจากดาวพฤหัสบดี ถูกรู้ว่าเป็นเทพเจ้าแห่งกสิกรรม ดาวเสาร์มีวงแหวนล้อมรอบจึงจัดเป็นดาวเคราะห์ที่สวยงามที่สุดมีลักษณะกลมแบนเหมือนโลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๑๓,๖๐๐ กิโลเมตร โคจรอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ ๑,๔๒๗,๗๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร โคจรรอบดวงอาทิตย์ในอัตราเร็ว ๙.๖๕ กิโลเมตร ต่อวินาที หมุนรอบตัวเองในเวลา ๑๐ ชั่วโมง ๓๘ นาที โคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา ๒๙.๔๖ ปี มองด้วยตาเปล่าจะเห็นเพียงจุดเล็ก ๆ เพราะอยู่ไกลจากโลกมาก บรรยากาศเหนือดาวเสาร์ประกอบด้วยแก๊สเข้มข้นเช่นเดียวกับดาวพฤหัสบดี กาลิเลโอเป็นคนแรกที่ส่องกล้องโทรทรรศน์ดูดาวเสาร์ในปี พ.ศ. ๒๑๕๓ อีก ๕๐ ปีต่อมา ฮุยเกนส์ ชาว

ฮอลแลนด์ ได้อธิบายให้ทราบว่าดาวเสาร์มีวงแหวนล้อมรอบวงแหวนนี้อาจสลายมาจากดาวบริวารล้อมรอบหรือเกิดมาพร้อมกับดาวเสาร์ เนื่องจากความเร็วของการหมุนของอนุภาคมีความเร็วต่างกันระหว่างอนุภาคที่อยู่วงนอกและวงใน จึงทำให้เกิดวงแหวนขึ้น การสังเกตดูดาวเสาร์จะสังเกตเห็นปรากฏอยู่ใกล้ๆ แถบจักรราศี ไม่เปลี่ยนแปลงง่ายเหมือนดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ

ชั้นต่าง ๆ ของวงแหวนดาวเสาร์แบ่งออกเป็น ๕ ส่วนดังนี้ (๑) วงแหวนนอกสีดำ (๒) วงแหวนสีดำนวล (๓) วงแหวนวงในลักษณะสว่างอยู่ถัดจากวงคล้ำเข้าไป (๔) วงมัวสีสว่างจาง (๕) ช่องว่างระหว่างตัวดวงกับวงแหวน ดาวเสาร์มีดาวบริวาร ๑๐ ดวง ดวงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดชื่อ ไตตัน (Titan) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕,๖๐๐ กิโลเมตร ดวงอื่น ๆ ได้แก่ จาเปตุส เรียเททีส ไควน ยูเซลาดัส ไมมัส ไฮเปอร์เรียน โกฟบี เหมิส

ดาวมฤตยู

ดาวมฤตยู (Uranus) ตามเทพนิยายกรีกให้ดาวมฤตยูเป็นบิดาของเทพเจ้าแห่งการกลืนกรรม ค้นพบครั้งแรกโดยนักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ เซอร์วิลเลียม เฮอร์เชล โดยใช้กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง พบเมื่อ พ.ศ. ๒๓๒๔ ดาวมฤตยูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๙,๔๔๐ กิโลเมตร หมุนรอบตัวเองในเวลา ๑๐ ชั่วโมง ๔๐ นาที โคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา ๘๔ ปี ห่างจากดวงอาทิตย์ ๒,๘๗๒,๔๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร บรรยากาศทั่วไปเหมือนดาวพฤหัสบดีและดาว

เสาร์ มองเห็นพื้นผิวไม่ชัดเจน ดาวมฤตยูมีอุณหภูมิต่ำประมาณ —๑๘๕ องศาเซลเซียส มีดาวบริวาร ๕ ดวง ได้แก่ ตีตาเนีย อัมเปรียล มิร์นดา แอเรียล โอเบอรอล มองด้วยตาเปล่าเห็นยากมาก เป็นเพียงจุดริบหรี่ ต้องเป็นคืนเดือนมืดท้องฟ้าปลอดโปร่ง ชิ่ง ๆ จึงจะพอสังเกตได้ โบด (Bode) เป็นคนตั้งชื่อดาวนี้ว่า ยูเรนัส ดาวยูเรนัสมีขนาดใหญ่รองจากดาวเสาร์ โคจรรอบดวงอาทิตย์ ๖.๘๐ กิโลเมตรต่อวินาที

ดาวเกตุ

ดาวเกตุ (Neptune) เป็นเทพเจ้าแห่งทะเล หรือเรียกว่า พระสมุทร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น อาดัมส์ชาวอังกฤษและเลแวน์รีเออร์ชาวฝรั่งเศส ให้คำนวณหาตำแหน่งเนื่องจากสงสัยในการเคลื่อนที่ของดาวมฤตยูที่ไม่ตรงตามที่ควรจะเป็น และคิดไปว่าคงจะมีแรงดึงดูดจากดาวเคราะห์อีกดวงหนึ่งแน่นอน แม้คำนวณตำแหน่งได้แล้ว ก็ยังค้นหาไม่พบ ต่อมากาลเล (Galle) ชาวเยอรมันได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ตรวจพบในคืนวันที่ ๒๓ กันยายน พ.ศ. ๒๓๘๕ ดาวเกตุมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕๒,๘๐๐ กิโลเมตร โคจรห่างจากดวงอาทิตย์ ๔,๕๐๐,๘๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร โคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา ๑๖๕.๑๕ ปี เขาไม่มีโอกาสที่จะมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ อุณหภูมิที่พื้นผิวประมาณ —๑๗๐ องศาเซลเซียส หมุนรอบตัวเองในเวลา ๑๕ ชั่วโมง ๕๐ นาที มีดาวบริวารสองดวง คือ ไทรตัน (Triton) และเนริด (Nereid) ดวงที่ขนาดใหญ่คือไทรตัน (Triton) ไทรตัน

โคจรสวนทางกับทางโคจรของดาวเคราะห์ โคจรรอบดวงอาทิตย์ในอัตราเร็ว ๕ กิโลเมตรต่อวินาที

ดาวยม

ดาวยม (Pluto) หรือดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์วงนอกสุดห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ ๕,๕๑๔,๘๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร โคจรรอบดวงอาทิตย์ในอัตราเร็ว ๔.๗๔ กิโลเมตรต่อวินาที โคจรรอบดวงอาทิตย์ครบรอบในเวลา ๒๔๘.๔๓ ปีของโลก หมุนรอบตัวเอง ๖.๔ วันของโลก เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แม้แต่ใช้กล้องโทรทรรศน์ แต่จะเห็นได้โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ประกอบทางเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อถ่ายภาพท้องฟ้า ดร. เปอร์ซิวัล โลเวลล์ ชาวอเมริกันได้พยากรณ์ไว้ใน พ.ศ. ๒๔๕๗ ว่า จะต้องมียอดดาวเคราะห์อีกดวงหนึ่ง เพราะทางโคจรของดาวมฤตยูยังไม่ถูกต้องตามที่ควรจะเป็น และก็พยายามค้นหาแต่ไม่พบ ต่อมาในปี พ.ศ. ๒๔๗๓ ไคลด์ ทอมบอห์ นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกัน ซึ่งเป็นศิษย์ของเปอร์ซิวัล โลเวลล์ ได้ค้นพบและตั้งชื่อว่าพลูโต (Pluto) หรือเป็นเทพเจ้าแห่งยมโลก และเพื่อให้เกียรติแก่เปอร์ซิวัล โลเวลล์ ก็มีอักษร P นำหน้า เนื่องจากดาวยมอยู่ไกลโลกมากจึงตรวจรายละเอียดเกี่ยวกับบรรยากาศยากมาก แต่ดาวยมมีขนาดเล็กกว่าโลก แรงดึงดูดน้อย นักดาราศาสตร์เชื่อว่าดาวยมไม่มีบรรยากาศปกคลุม

ดาวเคราะห์น้อย

ดาวเคราะห์น้อย (Asteriods) เป็นเทห์ฟากฟ้าขนาดเล็กกว่าดาวเคราะห์ มีวงโคจรอยู่ระหว่างวงโคจรของดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี มีประมาณ ๓ หมื่นถึง ๕ หมื่นดวง แต่ขนาดเล็กมากจึงมองเห็นได้ยาก ดาวเคราะห์น้อยที่รู้จักกันดีมี ๕ ดวง ได้แก่ ซีเรส พัลลาส เวสตา จูโน อีรอส ดวงที่ใหญ่ที่สุดคือ ซีเรส (Ceres) มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๑๑๐ กิโลเมตร ปีแอสซ์เป็นคนแรกที่ค้นพบดาวเคราะห์น้อยดวงแรกเมื่อ พ.ศ. ๒๓๔๔

ดาวหาง

ดาวหาง (Comet) เป็นบริวารของดวงอาทิตย์ เคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี บางดวงก็มีวิถีโคจรเป็นวงรีมาก บางดวงก็มีวิถีโคจรเป็นวงรีน้อย บางดวงก็มีวิถีโคจรเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากจนถึงระยะ ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าดาวพุธ แต่บางดวงก็โคจรอยู่ห่างขณะอยู่ห่าง ดวงอาทิตย์มากจะไม่ปรากฏมีหางให้สังเกตเห็นได้ เมื่อเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ก็จะได้รับพลังงานความร้อน แรงดึงดูดทำให้เกิดผลผลักดันมวลของดาวหางให้กลายเป็นหางเห็นได้ชัดเจน ยิ่งใกล้ดวงอาทิตย์หางยิ่งยาวมาก

ส่วนประกอบของดาวหางแบ่งเป็น ๓ ส่วน คือ

๑. ส่วนแก่นกลาง (Nucleus)
๒. ส่วนหัว (Coma)
๓. ส่วนหาง (Tail)

ส่วนแก่นกลางประกอบด้วยวัตถุแข็ง ส่วนหัวประกอบด้วยกลุ่มก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen clouds) ส่วนหางออกมาจากส่วนหัวเป็นก๊าซที่เรืองแสงได้ เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ก็จะกระจายออกไปเป็นส่วนหาง ถ้าดาวหางมีนิวเคลียสเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า ๒๐ กิโลเมตร จะมองไม่เห็นนิวเคลียส มวลของดาวหางมีขนาดเล็กมากขนาดเพียง ๑ ใน ๑๐,๐๐๐ ของโลก มวลของดาวหางส่วนหัวและส่วนหางเบาบางมาก ส่วนที่เป็นนิวเคลียสนั้นเป็นวัตถุประเภทเดียวกับอุกกาบาต อาจเป็นหิน โลหะพวกเหล็ก นิเกิล ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของดาวหางมีคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน อยู่ในสภาพเป็นสารประกอบที่สามารถดึงดูดพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้ เช่นการดูดรังสีอุลตราไวโอเลต ซึ่งกระตุ้นการเรืองแสงได้

ตามคำกล่าวของ ดร. ลิตเติลตัน (R.A. Lytleton) สันนิษฐานว่าดาวหางเกิดจากผงธุลีคอสมิกและก๊าซต่าง ๆ ที่กระจายอยู่ทั่วไปในอวกาศ ถูกดวงอาทิตย์ดูดไว้ให้อยู่ในรัศมีแรงดึงดูดนับเวลาเป็นล้านปีมาแล้ว และก็ยังคงโคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่ บางดวงก็เข้ามาสู่แรงดึงดูดของดวงอาทิตย์แล้ว โคจรหายไปไม่กลับมาอีก บางดวงก็ยังเป็นบริวารของดวงอาทิตย์อยู่และ โคจรมาเป็นประจำเมื่อโคจรครบรอบ เช่น ดาวหางฮัลเลย์ (Halley)

ดร. เจ. อุต ชาวสวีเดนได้อธิบายการเกิดของดาวหางว่า ดาวหางนั้นเป็นส่วนหนึ่งของดาวเคราะห์ดวงหนึ่งที่แตกสลายและกลายเป็นดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง



ดาวหางฮัลเลย์

เวลาโคจรครบรอบของดาวหางแตกต่างกันไป บางดวงก็โคจรครบรอบในเวลาสั้น ๆ เช่น $3\frac{1}{2}$, ๖ ปี บางดวงก็โคจรครบรอบในเวลาเป็นร้อยปี ดาวหางฮัลเลย์ ใช้เวลาโคจรครบรอบในเวลา ๗๖ ปี

๑. ชื่อดาวหางเรียกตามชื่อผู้ค้นพบ เช่น ดาวหางฮัลเลย์ — เซกิ ค้นพบโดยชาวญี่ปุ่นชื่อฮัลเลย์และเซกิ ค้นพบในปี พ.ศ. ๒๕๐๘

๒. ดาวหางอาจตั้งชื่อโดยใช้ พ.ศ. ที่พบ และใช้เป็นสัญลักษณ์แทนชื่อดาวหาง เช่น 1978 A; 1978 B; 1978 C เป็นต้น ปีไหนพบ

ก็ดวงก็เรียงไปจาก A เป็นดวงที่หนึ่งและใช้อักษรในภาษาอังกฤษบอกเรียงเป็นลำดับไป ถ้าวดวงไหนเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดก็ให้สัญลักษณ์พิเศษเป็น 1973 I หมายถึงดาวดวงนั้นเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด

๓. ดาวหางตั้งชื่อตามผู้คำนวณหรือทำนายไว้ว่าจะพบ เช่น ดาวหางฮัลเลย์นักดาราศาสตร์อังกฤษชื่อ เซอร์เอ็ดมันด์ ฮัลเลย์ เป็นผู้ตรวจทางคำนวณว่าดาวหางดวงนี้จะโคจรมาให้โลกได้เห็นทุกๆ ๗๖ ปี และเขาก็ทำนายว่าจะเห็นใน พ.ศ. ๒๓๐๑ ก็เป็นจริงครั้งสุดท้ายที่โลกเห็นในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. ๒๔๕๓ และจะปรากฏให้เห็นอีกใน พ.ศ. ๒๕๒๕

ดาวหางโคฮูเทค (๑๙๗๓f) เป็นดาวหางที่ค้นพบใหม่

ดร. ลูบอส โคฮูเทค (Lubos Kohoutek) ชาวเยอรมัน ค้นพบ ณ หอดูดาวฮัมบูร์ก สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันตะวันตก เมื่อวันที่ ๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๑๖ ขณะที่ความสว่างของดาวหางนั้นอยู่ในลำดับที่ ๑๕ ในกลุ่มดาวไฮดราซึ่งถัดจากกลุ่มดาวปูไปทางใต้ ดร. มาร์ชเดน แห่งหอดูดาวสมิธโซเนียน ได้ตรวจดูตำแหน่งที่พบจนถึงวันที่ ๒๖ กันยายน ๒๕๑๖ และคำนวณทางโคจรล่วงหน้าปรากฏผลดังนี้

จะโคจรใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดในวันที่ ๒๘ ธันวาคม ๒๕๑๖ เวลา ๑๘.๐๐ น. (ประเทศไทย) ขณะนั้นจะห่างจากดวงอาทิตย์ ๒๑ ล้านกิโลเมตร เป็นดาวหางที่ค้นพบก่อนเข้าใกล้ดวงอาทิตย์



ระนาบทางโคจรทำมุม ๑๔.๓ องศา กับระนาบวงโคจรของ
โลกรอบดวงอาทิตย์

เข้าใกล้โลกที่สุดในระยะประมาณ ๑๒๐ ล้านกิโลเมตร ใน
วันที่ ๑๕ มกราคม ๒๕๑๗

เห็นด้วยตาเปล่าได้ในเดือนธันวาคม ๒๕๑๖ ถึงเดือนมกราคม
๒๕๑๗

ระหว่างกลางเดือนพฤศจิกายน ๒๕๑๖ จะปรากฏให้เห็นใน
ทางทิศตะวันออกเฉียงไปได้ ๓๐° ตั้งแต่เวลา ๑๔.๓๐ น. พอถึง
ต้นเดือนธันวาคม ๒๕๑๖ ดาวหางโคจรเทคจะสว่างขึ้นและหางจะ

เริ่มปรากฏให้เห็นและเวลาชั้นข้างลงเรื่อย ๆ ใน วันที่ ๑๕ ธันวาคม ๒๕๑๖ จะ ปรากฏเห็นทางชัดเจนก่อนรุ่งอรุณประมาณ ครึ่งชั่วโมง ขณะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์จะมองไม่เห็นเพราะไปอยู่ทิศทางเดียวกับดวงอาทิตย์ หลังจากผ่าน อ้อมไปอยู่ทางทิศตะวันตกของดวงอาทิตย์แล้วจะปรากฏให้เห็น แต่หัวค่ำ ใกล้ขอบฟ้าทาง ทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ ๒๕ องศา

จากการพยากรณ์ว่าจะสามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าตลอดเดือน มกราคม แต่จากการสังเกตไม่สามารถมองเห็นได้ต้องใช้กล้องโทรทรรศน์สำรวจจึงจะมองเห็น

อุกกาบาต



ดาวหางโคชูเทคมี่การสำรวจนอกโลกด้วยกล้องจากหอดูดาว
ลอยฟ้าและจากยานมาร์เนอร์ ๑๐ ซึ่งกำลังเดินทางไปสำรวจดาวพุธ
และดาวศุกร์

อุกกาบาต

อุกกาบาต (Meteor) เป็นเทห์ฟากฟ้าที่มนุษย์สนใจ บางคน
ก็เชื่อว่าเป็นเทวดามาเกิดเป็นมนุษย์ แต่อันที่จริงเป็นก้อนวัตถุที่ลอย
เข้ามาสู่แรงดึงดูดของโลก มีลักษณะเป็นหินและโลหะ เมื่อพุ่ง
เข้าสู่บรรยากาศของโลกในระดับสูง ๑๒๐ กิโลเมตร ก็จะเกิดการ
ลุกไหม้ ขณะเคลื่อนที่จะมีอัตราเร็วประมาณ ๑๖—๖๔ กิโลเมตร
ต่อวินาที การเสียดสีกับบรรยากาศของโลกทำให้เกิดการลุกไหม้
ขณะนั้นก็เรียกว่าดาวตก (Shooting Stars) หรือผีพุ่งไต้ บางทีก้อน
เทห์วัตถุลุกไหม้ไม่หมดตกลงมายังโลกเรียกก้อนอุกกาบาต หรือ
อุกกมณี มีตั้งแต่ขนาดเล็กเหมือนเศษหินไปจนมีขนาดนับเป็นตัน
เช่น อุกกาบาตขนาดใหญ่ที่พบที่กรีนแลนด์หนักถึง ๓๖ ตัน หลุม
อุกกาบาตขนาดใหญ่ชื่อ แบริงเจอร์ (Barringer) ที่รัฐอริโซนา
สหรัฐอเมริกา ลึกถึง ๑๘๐ เมตร กว้างประมาณ ๑,๕๐๐ เมตร

อุกกาบาตจำแนกตามส่วนประกอบได้เป็น ๓ ประเภท

๑. ประเภทหิน (Aerolites)
๒. ประเภทเหล็กและนิเกิล (Siderites)
๓. ประเภทหินประกอบโลหะ (Siderolites)

อุกกาบาตมาจากวัตถุขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอวกาศทั่วไป
ในระบบสุริยะ

ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ (Sun) เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกที่สุด มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑,๔๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร ห่างจากโลก ๑๔๙,๕๙๘ ล้านกิโลเมตร เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดของโลก ในใจกลางของดวงอาทิตย์ประกอบด้วยอนุภาคโปรตรอนซึ่งเป็นแกนกลางของอะตอมของไฮโดรเจน และมีอนุภาคแอลฟาที่ถือว่าเป็นแกนกลางของธาตุฮีเลียม ซึ่งอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสูงประมาณ ๑๕ ล้านองศาเซลเซียส ถัดจากใจกลางของดวงอาทิตย์ออกมาเป็นแถบแผ่รังสี (Radiative zone) แถบนี้จะมีอุณหภูมิและความกดดันต่ำกว่าใจกลาง พลังงานจากใจกลางจะถูกถ่ายเทออกมาในระดับนี้โดยการแผ่รังสี

อันที่จริงทั้งความหนาแน่นและอุณหภูมิภายในดวงอาทิตย์เป็นปริมาณที่มีอาจวัดได้โดยตรง แต่คำนวณจากปริมาณที่วัดได้โดยอ้อม กฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ ปริมาณที่วัดได้โดยตรงคือรังสีของดวงอาทิตย์ที่ตกลงมายังผิวโลก ซึ่งเทียบกับระยะทาง ๑๔๙,๕๙๘,๐๐๐ กิโลเมตร ก็คำนวณปริมาณความร้อนได้ประมาณ ๒ แคลอรีต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที ดวงอาทิตย์แผ่รังสีให้พลังงานออกมาเรื่อย ๆ ตลอดเวลา ๔,๕๐๐ ล้านปีแล้ว อุณหภูมิของดวงอาทิตย์ก็ค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ เช่นกัน ในที่สุดดวงอาทิตย์ก็จะกลายสภาพเป็นมวลที่เย็นและแข็งเหมือนกับดาวเคราะห์ นั่นคืออวสานของโลกด้วย

การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่ ๓ แบบ

คือ

๑. หมุนรอบตัวเอง
๒. เคลื่อนที่ไปพร้อมกับระบบสุริยะ
๓. เคลื่อนที่ไปพร้อมกับระบบแกแลกซีทางช้างเผือก

หมุนรอบตัวเอง ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง มวลทุกส่วนมี

ได้หมุนไปพร้อมกันเพราะมวลเป็นก๊าซ สังกเกตจากจุดบนดวงอาทิตย์ (Sun spots) บนผิวของดวงอาทิตย์ โดยให้แสงผ่านเข้ากล้องโทรทรรศน์แล้วฉายภาพ ไปให้ปรากฏบนฉากรับภาพที่เป็น กระดาษดำ ถ้าดูจากเลนส์ต้องไขแผ่นกรองแสง ไม่ควรมองดวงอาทิตย์ด้วยตาเปล่าหรือจากกล้องโทรทรรศน์โดยตรงโดยไม่มีอุปกรณ์กรองแสง จะทำให้ตาไหม้และบอดได้ ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเองที่ศูนย์สูตร ใช้เวลา ๒๔.๖๕ วัน ที่กึ่งกลางระหว่างขั้วและ ศูนย์สูตร ๒๗.๕๐ วัน ที่ขั้วใช้เวลา ๓๔ วัน

เคลื่อนที่ไปพร้อมกับระบบสุริยะ ระบบสุริยะเคลื่อนที่ไปในกาแลกซี ทาง ช้างเผือก โดยเคลื่อนที่ จากกลุ่มดาว ฤกษ์ โค ลัม บา (Columba) ไป สู่ ด้าน ตะวัน ออก ของ กลุ่ม ดาว ฤกษ์ เฮอคิวลิส (Hercules) ตำแหน่งที่ระบบสุริยะเคลื่อนที่ออกห่างเรียกว่า แอนตาเปกซ์ (Antapex) ตำแหน่งที่ระบบสุริยะเคลื่อนที่ไป สู่ เรียกว่า เอเปกซ์ (Apex)

เคลื่อนที่ไปพร้อมกับกาแลกซีทางช้างเผือก กาแลกซีมีได้อยุ่นึง กาแลกซีเคลื่อนไปทั้งระบบที่มีดาวฤกษ์ เนบิวลา ธุลีคอสมิก

กลุ่มอนุภาคอื่น ๆ เคลื่อนที่ออกทิศทางสู่ภายนอกจักรวาล

ชั้นของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์มีมวลเป็นอนุภาคที่อยู่ในสถานะอุณหภูมิสูง การแบ่งชั้นดวงอาทิตย์จึงแบ่งชั้นของบรรยากาศรวมทั้งตัวดวงด้วย แบ่งได้เป็น ๔ ชั้นด้วยกัน คือ

๑. **ตัวดวงอาทิตย์** คือ ส่วนที่สังเกตเห็นเป็นวงกลมจากการใช้แผ่นแก้วรมควันส่องดูด้วยตาเปล่า มีอุณหภูมิประมาณ ๖,๐๐๐ องศาเซลเซียส ใจกลางดวงอุณหภูมิประมาณ ๑๕—๒๐ ล้านองศาเซลเซียส

๒. **ชั้นแปรผัน** เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากตัวดวงออกไปประมาณ ๓๐๐—๕๐๐ กิโลเมตร เป็นชั้นที่พลังงานถูกบรรยากาศรอบ ๆ ดูดกลืน จึงปรากฏมีดคล้ำกว่าตัวดวง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากการสังเกตเห็นเส้นสเปกตรัมจำแล้วเปลี่ยนเป็นมีดคล้ำจึงเรียกว่าชั้นแปรผัน

๓. **ชั้นสี** คือระดับบรรยากาศที่อยู่เหนือดวงอาทิตย์ในระดับ ๒๐,๐๐๐ กิโลเมตรขึ้นไป ประกอบด้วยก๊าซเบา ๆ พวกฮีเลียมและไฮโดรเจน บางครั้งก็พบปริมาณของฮีเลียมด้วย

๔. **โคโรนา** เป็นชั้นเปลี่ยนแปลง เกิดจากเส้นแรงของสนามแม่เหล็กจากตัวดวงอาทิตย์ จะปรากฏเห็นได้ชัดเจนเมื่อเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง จะมีรังสีเปล่งนวลและชั้นโคโรนาจะมีอาณาเขตกว้างไกลประมาณ ๑๔ ล้านกิโลเมตร

จุดบนดวงอาทิตย์ จุดบนดวงอาทิตย์จากอุณหภูมิบริเวณผิว

ดวงอาทิตย์ แตกต่างกับตัวดวงทั่วไป อุณหภูมิประมาณ ๖,๐๐๐ องศาเซลเซียส บางแห่งอุณหภูมิประมาณ ๕,๔๐๐ องศาเซลเซียส บางแห่ง ๔,๖๐๐ องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบบริเวณอุณหภูมิสูงจะสว่างมากกว่าบริเวณอุณหภูมิต่ำบริเวณมืดคล้ำมากเรียกว่า จุดมืด บริเวณคล้ำน้อยกว่าเรียก เงามัว เนื่องจากดวงอาทิตย์มีवलเป็นก๊าซ การแผ่กระจายของความร้อนและมวลแผ่ออกไปไม่เท่ากัน จึงทำให้บริเวณใกล้ขอบปรากฏสว่างน้อยกว่าบริเวณกลางดวง บางครั้งก็มีรอยด่างเป็นจุดบนผิวตัวดวงเป็นหย่อม ๆ เรียกว่า แฟคคิวเล (Faculae) ดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้พลังงานอะตอม ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจากการรวมตัวของธาตุไฮโดรเจนกลายเป็นธาตุฮีเลียมและพลังงานอะตอมนี้ การเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดความร้อนอยู่ตลอดเวลา

โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ตลอดเวลา นักวิทยาศาสตร์กำลังหาทางเก็บสะสมพลังงานดวงอาทิตย์ไว้โดยตรง ถ้าทำได้สำเร็จ ดวงอาทิตย์ก็จะเป็นแหล่งพลังงานอันมหาศาล ปัจจุบันพืชเก็บพลังงานจากดวงอาทิตย์ไว้โดยการสังเคราะห์แสง มนุษย์สัตว์ก็ได้พลังงานจากพืชอีกต่อหนึ่ง ถ้าแหล่งพลังงานดวงอาทิตย์หมดไปสิ่งที่มีชีวิตบนโลกก็จะสูญสิ้นไปด้วย นอกจากมนุษย์จะมีวิธีหาพลังงานอื่นมาใช้แทนได้เท่านั้น

วัตถุประสงค์ในการสำรวจอากาศ

ในพุทธศตวรรษที่ ๒๕ นี้ เรามีโอกาสได้เป็นพยานเห็นก้าวแรกของการสำรวจอากาศ ซึ่งเคยเป็นความฝันแต่เก่าก่อนกลับเป็นความจริงขึ้นมา เริ่มยุคอวกาศมาเพียงไม่กี่ปี เราสามารถบุกผ่านชั้นของบรรยากาศที่หุ้มห่อโลก และยังกล้าเข้าเขตอวกาศชั่วเวลาหนึ่ง นอกจากนี้มนุษย์ยังสามารถส่งวัตถุที่สร้างขึ้นเข้าไปอยู่ในอวกาศ บางวัตถุยังเสกขึ้นไปโคจรรอบดวงอาทิตย์แบบดาวเคราะห์อยู่ตลอดไปด้วย

เบื้องหลังการส่งจรวดสู่อวกาศแต่ละครั้งนั้นหมายถึงการวิจัยกินเวลาเป็นปี ๆ ด้วยความอดทนรวมทั้งเวลาในการสร้างนับเป็นพันๆ ชั่วโมงของคนงาน และเงินจำนวนมาก ด้วยเหตุที่ต้องสูญเสียเงินไปในการนี้อย่างมหาศาลจึงเกิดปัญหาถามกันบ่อย ๆ ว่า “คุ้มค่าหรือไม่” ประชาชนเป็นจำนวนมากต้องการทราบผลที่มนุษย์ชาติจะได้รับผลตอบแทนในการลงทุนอย่างมหาศาลนี้ ผลตอบแทนจากการลงทุนลงแรงนี้ก็คือ “ความรู้” การสะสมความรู้นับเป็นศตวรรษ ๆ ที่ผ่านมาก่อให้เกิดวิถีทางชีวิตอันก้าวหน้าของพวกเรา เมื่อเราเปิดความลับของจักรวาลออกได้มากขึ้นเรื่อย ๆ จากการสำรวจอวกาศ ทำให้มนุษย์มีความรู้เกี่ยวกับอวกาศละเอียดยิ่งขึ้น และความรู้เหล่านี้แหละได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์แก่มนุษยชาติ

สำหรับผู้ที่มีจิตใจเป็นนักปฏิบัติ ก็จะได้รับประโยชน์ในการดำรงชีวิต แม้ว่าเราจะยังอยู่ในขั้นเบื้องต้นของการสำรวจอวกาศก็ตาม ก็ได้ใช้ความรู้ทำให้เกิดประโยชน์ในทางเทคโนโลยีของอวกาศอยู่เรื่อย ๆ แล้ว ตัวอย่างเช่น พบบระบบสมบูรณ์แบบทางอุตุนิยมวิทยาสำหรับทำนายอวกาศได้อย่างถูกต้อง และยิ่งกว่านั้นจะเปลี่ยนแปลงอากาศก็ได้ ในการกีฬาโอลิมปิกครั้งที่ ๑๔—๑๕ ได้ก่อความประหลาดใจอย่างยิ่ง เมื่อได้ชมการถ่ายทอดกีฬาทางวิทยุโทรทัศน์โดยตรงจากโตเกียว เยอรมัน สิ่งเหล่านี้เป็นเพียงส่วนน้อยในทางปฏิบัติจากเทคโนโลยีทางอวกาศ

ดาวบริวารที่ใช้เป็นประโยชน์ทางอุตุนิยมวิทยา

ขอให้เราลองพิจารณาเรื่องดาวบริวารที่ส่งขึ้นไปเพื่อช่วยในการพยากรณ์อากาศ ก่อนการใช้ดาวบริวารเป็นเครื่องมือ ผู้พยากรณ์อากาศมักตกเป็นเป้าต่อเรื่องจำขึ้นเกี่ยวกับการพยากรณ์ที่ผิดพลาด ซึ่งที่จริงไม่ใช่ความผิดของเขาเลย แต่เป็นเพราะขาดรายละเอียดอันเป็นรากฐานของการพยากรณ์ตามปกติ ส่วนของพื้นผิวโลกเพียง ๑ ใน ๕ เท่านั้นที่มีการวัดสถิติความเป็นไปของอากาศ และมีบ่อยครั้งที่ผู้พยากรณ์นึกไม่ถึงว่าสถานะการเปลี่ยนแปลงของอากาศขณะนั้นอาจจะเปลี่ยนแปลงคำพยากรณ์ของเขาโดยสิ้นเชิง

ดาวบริวารที่ส่งขึ้นไปประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพวิทยุโทรทรรศน์สามารถส่งภาพของเมฆและลักษณะของพายุรอบโลกอย่างถูกต้องลงมาให้ ดาวนี้สามารถโคจรรอบโลกทุก ๆ ๙๐ นาที และส่งภาพ

ของเมฆลงมาให้นักอุตุนิยมวิทยาได้วิเคราะห์และแปลออกเป็นพยากรณ์อากาศที่ถูกต้องยิ่งขึ้น ลองคิดถึงประโยชน์ของรายงานอากาศที่ถูกต้องสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการคมนาคมทางอากาศหรือเกษตรกรรม สำหรับผู้รับผิดชอบในเหตุการณ์นอกบ้าน และสำหรับเจ้าของบ้านซึ่งตั้งอยู่ในทางผ่านของพายุร้ายเช่นนั้น เมื่อมีการพยากรณ์ที่ถูกต้องแน่นอนแล้ว เราก็สามารถทำอะไร ๆ ให้เหมาะสมกับดินฟ้าอากาศได้

ดาวบริวารที่ใช้ในการสื่อสาร

ยานอวกาศอีกแบบหนึ่งที่มีประโยชน์ยิ่งคือ ดาวบริวารที่ใช้ในการสื่อสาร เราสามารถส่งสัญญาณจากจุดหนึ่งของโลกไปยังดาวบริวาร แล้วดาวนั้นส่งสัญญาณกลับมาถึงอีกจุดหนึ่งหรือไปยังดาวบริวารอื่น หนทางที่จะใช้ดาวบริวารในการสื่อสารนั้นมีอยู่ในวงการส่งข่าวสารข้ามมหาสมุทร ซึ่งขณะนี้ใช้สายเคเบิลกันอยู่ เนื่องจากปริมาณการส่งข่าวสารข้ามมหาสมุทรได้เพิ่มมากขึ้น จนเกือบถึงขีดจำกัดของระบบสายเคเบิลปัจจุบัน แม้แต่การขยายโครงการของระบบนี้ในปีต่อ ๆ ไปก็อาจไม่เพียงพอ ดาวบริวารสื่อสารก็เข้าแทนที่สายเคเบิล และเครื่องส่งคลื่นสั้นที่เรียกว่า ไมโครเวฟ เป็นการแก้ปัญหาใหม่นี้ ทั้งยังขยายระบบสื่อสารได้มากขึ้น ค่าใช้จ่ายถูกลง และการส่งข่าวสารทำได้รวดเร็วขึ้นมาก วิธีนี้ทำให้เกิดผลสะท้อนอย่างใหญ่หลวงในการค้าขายระหว่างประเทศ อีกประการหนึ่งดาวบริวารสื่อสารนี้แหละคือ คำตอบปัญหาเรื่องวิทยุโทรทัศน์ระหว่างชาติที่รอคอยกันมานานแล้ว และลองใช้ระบบสายเคเบิลก็ไม่ได้ผล

ยานอวกาศเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเดินเรือ

ยานอวกาศยังเป็นอุปกรณ์สำคัญในวงการเดินเรืออีกด้วย คือ เป็นสื่อในการอ้างอิงได้ถูกต้องแน่นอน ในการหาตำแหน่งของเรือ ผิวน้ำ เรือใต้น้ำ หรือเครื่องบิน เพราะดาวบริวารกลายเป็นดาวเทียมที่เราส่งขึ้นไปให้โคจรตามทางที่คำนวณแล้วอย่างถูกต้อง พร้อมกับเครื่องส่งวิทยุทำหน้าที่เป็นผู้นำทางให้แก่เรือหรือเครื่องบินด้วยสัญญาณที่ส่งลงมา เนื่องจากดาวเทียมจะอยู่ในตำแหน่งที่เราทราบอยู่เสมอ ดังนั้นก็สามารถหาตำแหน่งของเรือตนโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมได้อย่างง่ายดาย เพราะดาวนำทางนี้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลาทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน จึงอาจเป็นไปได้ว่าดาวเทียมจะทำหน้าที่แทนอุปกรณ์ สำหรับการเดินเรือและการบินส่วนมากที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ วิทยาศาสตร์ในแขนงที่ว่าด้วยสัญญาณและมิติของโลก ก็มีทางใช้ยานอวกาศให้เป็นประโยชน์คือใช้ดาวบริวารเป็นจุดกำหนดที่ตั้งอยู่ในอวกาศ ทำให้เราสามารถวัดระยะทางบนผิวโลกได้อย่างถูกต้อง และยังหาตำแหน่งที่ตั้งอันแน่นอนของเกาะเล็ก ๆ ได้โดยสะดวก แม้เราใช้วิชาการทางเทคนิคในปัจจุบันที่ก้าวหน้าไปมากแล้วก็ตามในการวัดและหาตำแหน่งก็ยังไม่ได้ถูกต้องดีเท่า

ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงตัวอย่างส่วนหนึ่งของการใช้ประโยชน์เทคนิคของเทคโนโลยีทางอวกาศประโยชน์อื่น ๆ จะปรากฏขึ้นในเมื่อการออกสำรวจอวกาศก้าวหน้าต่อไป อย่างไรก็ตามต้องขอย้ำอยู่

เสมอว่าเหตุผลเบื้องต้นของการสำรวจอวกาศก็เพื่อหาความรู้ การนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ในทางปฏิบัตินั้นเป็นผลพลอยได้ของการวิจัยขั้นมูลฐานซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการเพิ่มความรู้ให้แก่มนุษยชาติ โดยไม่คำนึงขณะทำการวิจัยว่าจะนำความรู้เอาไปใช้เป็นประโยชน์อย่างไร

หอดูดาวที่โคจรรอบโลก

ทางด้านวิทยาศาสตร์ถือว่า รายงานและเรื่องเกี่ยวกับระบบสุริยจักรวาลของเราที่ถูกต้องมีความสำคัญยิ่งยวด เช่น ประวัติและตำแหน่งของระบบในแกแลกซี เป็นต้น ยานอวกาศนับเป็นเครื่องมือชิ้นแรกที่จะช่วยหารายงานเช่นนั้นได้ ตัวอย่างเช่น หอวิจัยลอยฟ้า

หอวิจัยลอยฟ้า (Sky Lab) หอดูดาวอวกาศเหล่านี้ประกอบด้วย อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์หลายชนิดหลายแบบ และจะโคจรรอบโลก รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบสุริยจักรวาล หอดูดาวอวกาศมีอยู่หลายชนิด คือ

๑. หอดูดาวอวกาศชนิดที่เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ หรือวิทยาศาสตร์ว่าด้วยความสัมพันธ์ของโลกกับแรงต่าง ๆ ชนิดที่เกี่ยวกับวิชาดาราศาสตร์และชนิดที่เกี่ยวกับดวงอาทิตย์

หอดูดาวอวกาศแบบนี้ขณะที่โคจรรอบโลกเราจะรวบรวมศึกษาลักษณะของโลกกับส่วนที่ห่อหุ้มโลกใกล้ชั้นอวกาศ หอดูดาวแบบนี้หนึ่งที่สูงขึ้นไปจะมีทางโคจรเป็นวงรีมาก คือ มีจุดห่างที่สุดจากโลกถึง ๑๑๒,๐๐๐ กิโลเมตร และจุดที่ใกล้ที่สุดห่างจากโลกเพียง ๒๘๐ กิโลเมตร เช่นนี้ช่วยให้รวบรวมข้อมูลได้อย่างกว้างขวางใน

ระยะต่าง ๆ อีกแบบหนึ่งที่ส่งขึ้นไป ก็จะทำให้โคจรรอบโลกทาง
ขั้วโลกเหนือและใต้ด้วยความสูง ๒๘๐ กิโลเมตร ถึง ๑,๑๒๐
กิโลเมตร เพื่อรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ และศึกษาโดยเฉพาะบริเวณ
บรรยากาศเหนือขั้วโลกที่ยังมิได้มีการสำรวจ

๒. หอดูดาวอวกาศชนิดที่เกี่ยวกับดวงอาทิตย์แบบที่ ๒ นั้น
ใช้ศึกษาเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์และดาวเคราะห์มีกล้องโทร-
ทรรศน์ขนาดใหญ่และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ติดไปด้วย
หอดูดาวอวกาศแบบนี้จะโคจรอยู่สูงจากโลกประมาณ ๘๐๐ กิโลเมตร
คืออยู่สูงเหนือส่วนล่างของชั้นบรรยากาศที่บดบัง ทำให้การ
สังเกตวัตถุอยู่ไกล ๆ ออกไปจากโลกมีรูปผิดไปจากเดิม

๓. หอดูดาวอวกาศชนิดตรวจการแผ่รังสี โคจรอยู่สูงจากโลก
ประมาณ ๔๘๐ กิโลเมตร กลุ่มพวกเครื่องมือที่ติดตั้งไปจะศึกษา
เกี่ยวกับดวงอาทิตย์และปรากฏการณ์เกิดขึ้น โดยเฉพาะการส่งรังสี
ของดาวอาทิตย์แบบต่าง ๆ

การโคจรรอบโลกของหอดูดาวอวกาศเหล่านี้กับยานอวกาศ
แบบอื่น ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยแต่ละเรื่องจะมีส่วนช่วยในการ
เสาะแสวงหาความรู้เรื่องเกี่ยวกับสุริยะจักรวาล ถ้าถามว่าจะให้
ประโยชน์ต่อมนุษยชาติอย่างไรบ้าง จะตอบทันทีนั้นยังไม่ได้ เพราะ
ยังไม่ได้เอามาใช้ในทางปฏิบัติ แต่จากความรู้ที่เราได้มาเกี่ยวกับ
เรื่องการกำเนิดของโลก ย่อมเป็นบ้ายบอกทางให้ไปถึงจุดหมายที่
จะมุ่งสำรวจต่อไป

ประวัติการบินขึ้นอวกาศ

ในวันที่ ๔ ตุลาคม ๒๕๐๐ โลกต้องตื่นใจในข่าวที่ว่า สหภาพโซเวียตประสบความสำเร็จในการส่งดาวเทียมไปโคจรรอบโลก ทว่าโลกยอมรับว่าเป็นวันแห่งการบุกเบิกอวกาศอย่างเป็นทางการ แต่มีประวัติที่สมบูรณ์ว่าเรื่องใดเริ่มต้นมาก่อนหน้านั้นนานแล้ว

การสำรวจอวกาศเริ่มต้นมานานก่อนมนุษย์จะมีวิธีที่จะส่งพาหนะขึ้นไปในอวกาศได้ คือได้เริ่มเมื่อมนุษย์ประจักษ์ว่าโลกที่เราอาศัยอยู่นั้นมิได้อยู่แต่ลำพังโดดเดี่ยวในอวกาศ ได้มีบันทึกความเชื่อเชื่อกันตามที่ปโตลาร์ซ ได้เขียนไว้เมื่อพุทธศตวรรษที่ ๖

ก้าวสำคัญก้าวแรกในการสำรวจอวกาศทางทฤษฎีปรากฏในพุทธศตวรรษที่ ๒๑ เมื่อประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ได้สำเร็จระหว่างพุทธศตวรรษที่ ๒๑ และ ๒๒ นักดาราศาสตร์ เช่น โคเปอร์นิคัส (Copernicus) โยฮันเนส เคปเลอร์ (Johannes Kepler) และกาลิเลโอ (Galileo) ได้ทำภาพเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ บนท้องฟ้า และได้วางรากฐานสำหรับการวิจัยทางอวกาศปัจจุบันไว้

ก่อนหน้าที่มนุษย์สามารถสำรวจอวกาศได้ ต้องมีพาหนะที่จะส่งเครื่องมือขึ้นไปให้พ้นบรรยากาศที่หุ้มห่อผิวโลกไว้ และต้องเป็นจรวดหรือพาหนะชนิดที่ไม่ต้องการอากาศในการขับเคลื่อน เพราะในอวกาศไม่มีอากาศหรือจะมีก็เพียงเล็กน้อย เรื่องจรวดนั้นมาหลายศตวรรษแล้วก่อนที่ยานอวกาศอันแรกจะพุ่งเข้าสู่วงโคจรรอบโลกได้ แต่ในครั้งนั้นยังเป็นแบบโบราณใช้สำรวจอวกาศไม่ได้

เท่าที่ทราบกัน ชาวจีนรู้จักใช้จรวดใน พ.ศ. ๑๗๗๕ จรวด หรือเรียกกันอีกอย่างว่า “ลูกศรไฟ” ใช้ต่อสู้กับพวกมองโกล หลังจากนั้นมนุษยรู้จักใช้จรวดเป็นอาวุธกันเรื่อยมา จนกระทั่งใน รัชสมัยพุทธศตวรรษที่ ๒๕ มนุษย์รู้จักวิธียิงปืนใหญ่ให้ถูกต้อง ที่หมายแน่นอน จึงเลิกใช้จรวดที่มักจะพลาดเป้าหมายเสมอ มนุษย์ พยายามปรับปรุงจรวดตลอดมาหลายศตวรรษ แต่ไม่เคยใช้จรวดได้ ละเอียดเลย

ดร. กอดดาร์ด และจรวด

พุทธศตวรรษที่ ๒๕ นับเป็นก้าวแรกในการพัฒนาจรวดให้เป็น ยานต้นขุ่นสู่อวกาศ ผู้ควรได้รับเกียรติคือ ดร. โรเบิร์ต เอช กอดดาร์ด (Dr. Robert H. Goddard) นักฟิสิกส์ชาวอเมริกันซึ่งได้รับ ยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งวิชาเกี่ยวกับจรวดสมัยใหม่

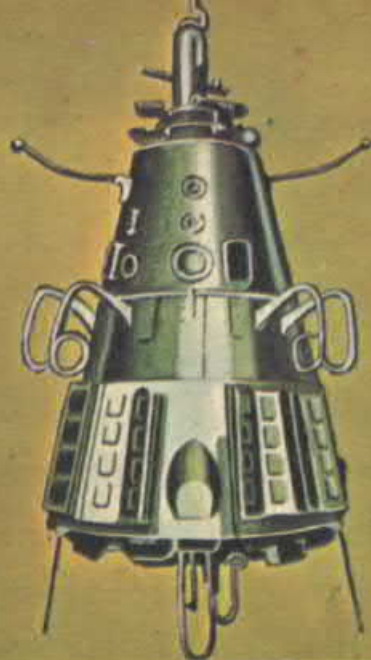
ดร. กอดดาร์ดเริ่มต้นงานการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการขับเคลื่อนของ จรวดเมื่อ พ.ศ. ๒๔๕๘ เพื่อศึกษาบรรยากาศเบื้องบนและบริเวณ ที่เหนือขึ้นไปอีก เขาสร้างจรวดขนาดเล็กและทดลองตามระยะภาค พินดินหลายครั้งโดยใช้เชื้อเพลิงชนิดเหลวใน พ.ศ. ๒๔๖๕ เขา จึงส่งจรวดขึ้นได้สำเร็จครั้งแรกนับเป็นการ พัฒนาการเรื่องวัตถุใน อวกาศในระยะแรก

หลังจากความสำเร็จของ ดร. กอดดาร์ด ครั้งนั้นแล้วไม่นาน เยอรมันและรัสเซียก็สนใจในความก้าวหน้าของจรวด พ.ศ. ๒๔๖๘ นักวิทยาศาสตร์ ทั้งสามประเทศต่างพากัน ทดลองส่ง จรวดขึ้นไปใน อากาศสูงกว่า ๒ กิโลเมตร มีรายงานครั้งหนึ่งกล่าวว่าใน พ.ศ. ๒๔๗๕ รัสเซียส่งจรวดขึ้นไปได้สูงถึง ๑๕ กิโลเมตร

รัสเซียไม่สนใจในวิชาการเกี่ยวกับเรื่องจรวดและเล็กโครงการปรับปรุงจรวดจนกระทั่งหลังสงครามโลกครั้งที่ ๒ ในสหรัฐอเมริกา ดร. กอดดาร์ด ก็ไม่สามารถหาทุนได้พอเพียงจะสร้างจรวดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามความตั้งใจได้ ยังมีแค่ประเทศเยอรมันที่เห็นความสำคัญของจรวดในทางการทหาร จึงยังคงดำเนินการปรับปรุงต่อไปตลอดสงครามโลกครั้งที่ ๒ เยอรมันยังคงทำการวิจัยเกี่ยวกับจรวดอย่างกว้างขวาง ณ สถานที่ทดลองที่บิเฌมันต์ การวิจัยได้ถึงขีดสุด เยอรมันใช้จรวด วี-๒ อันร้ายแรงกับประเทศอังกฤษในฉากสุดท้ายของสงคราม

วี-๒ เป็นผู้นำของจรวดยานสมัยใหม่ หลังจากเยอรมันแพ้สงครามแล้ว ทั้งอเมริกาและรัสเซียก็ใช้จรวด วี-๒ เป็นส่วนสำคัญในการปรับปรุงเป็นจรวดระยะไกล และในขณะเดียวกันใช้เป็นจรวดยานส่งขึ้นไปในอวกาศ สหรัฐอเมริกาได้ปรับปรุงจรวดวี-๒ ให้ส่งเครื่องมือในการวิจัยเพื่อสำรวจบรรยากาศเบื้องบนขึ้นไปได้จากพื้นโลกสูงเกิน ๑๖๐ กิโลเมตร ถึงแม้ว่าจรวดนั้นจะไม่เข้าสู่วิถีทางโคจรก็ตาม ก็นับได้ว่าเป็นจรวดแบบลาดตระเวนซึ่งเป็นยานอวกาศกลุ่มแรก

จรวดเหล่านี้สามารถบันทึกข้อมูลบรรยากาศเบื้องบนได้เพียงไม่กี่นาที ความพยายามขั้นต่อไปคือส่งจรวดยานเข้าสู่วงโคจรรอบโลกให้ได้ เพื่อจะได้ส่งข่าวสารติดต่อกันมาให้ทราบเกี่ยวกับความหนาแน่นของอากาศ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ สนามแม่เหล็ก และภาวะอื่น ๆ ในอวกาศ



สปุตนิก ดาวเทียมดวงแรกของโลก



ดาวเทียมกลุ่มแรก

ในวันที่ ๒๕ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. ๒๔๙๘ สหรัฐอเมริกาได้ประกาศแผนการส่งยานพาหนะไปโคจรรอบโลกให้ชื่อว่า โครงการแวนการ์ด ในวันที่ ๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๐๐ ก่อนเวลาพร้อมที่จะปล่อยแวนการ์ดหลายเดือน นักวิทยาศาสตร์ของรัสเซียก็ส่งดาวเทียมสปุตนิกดวงที่ ๑ สู่วงโคจรได้ และตามติดด้วยสปุตนิกดวงที่ ๒ ใน ๓๐ วันต่อมา ตามโครงการที่ ๒ ของอเมริกา ชื่อ เอกซ์พลอเรอร์ ได้รับความสำเร็จในการส่งดาวเทียมของสหรัฐเป็นครั้งแรกเมื่อวันที่ ๓๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๐๑ นับเป็นเวลา ๓๒ ปี หลังจากการส่งครั้งแรกของ ดร. กอดดาร์ด ส่วนดาวเทียมแวนการ์ด

นั้นส่งเข้าสู่วงโคจรได้เมื่อวันที่ ๑๗ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๐๑ และยังคงโคจรรอบโลกและส่งข่าวสารมาเรื่อย ๆ กะว่าดาวเทียมดวงนี้จะสามารถโคจรอยู่ได้ระหว่าง ๒๐๐ ปี ถึง ๒,๐๐๐ ปี

นับตั้งแต่สัปดาห์ที่ ๑ ได้ขึ้นไปโคจรแล้ว โครงการสำรวจอวกาศทั้งอเมริกาและรัสเซีย ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่สำคัญหลายอย่าง ในวันที่ ๑๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๐๔ บังเกิดผลสำเร็จที่น่าพึงใจที่สุดของยุคอวกาศตั้งแต่เริ่มมาอย่างหนึ่งคือ เมื่อยานอวกาศ “วอสตอก” ของโซเวียตได้นำเอามนุษย์อวกาศชื่อ ยูรี กาการิน ขึ้นไปโคจรรอบโลก ๑ รอบ และนำเขากลับมาสู่โลกโดยปลอดภัยหนึ่งเดือนต่อมา ยานอวกาศลำแรกของอเมริกา แคปซูลรูปประฆังชื่อ ฟรีดอม-๑ ซึ่งมีมนุษย์อวกาศ อลัน เชพเพิร์ด ขึ้นไปเหนือโลกกว่า ๑๖๐ กิโลเมตร ก็กลับลงมาได้ ในวันที่ ๖ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๐๔ ยานอวกาศของรัสเซียชื่อวอสตอกที่ ๒ ก็นำมนุษย์อวกาศเกอร์มาน เอส. ติตอฟ ขึ้นไปโคจรรอบโลกถึง ๑๗ รอบ ในวันที่ ๒๐ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๐๕ จรวดขนาดยักษ์ใหญ่ชื่อ แอตลาส ก็ได้พามนุษย์อวกาศอเมริกันชื่อ พันโทจอห์น เอช. เกลนน์ ขึ้นไปโคจรรอบโลก ๓ รอบ

พันโทเกลนน์ไม่ได้เป็นแต่เพียงผู้โดยสารในอวกาศเท่านั้น เขาได้ขับพาหนะรูปประฆังคือ เฟรนด์ชิพ ๗ ของเขาเป็นครั้งคราวด้วยระบบที่เขาจะต้องใช้ขับและตรวจมียอยู่ ๖๗ ระบบด้วยกัน สายสัมผัสไฟฟ้าที่ติดแนบอยู่กับกายของพันโทเกลนน์ส่งข่าวสารทางวิทยุให้ทราบตลอดเวลาเกี่ยวกับปฏิกิริยาและภาวะทางกายของเขา สัญญาณทางวิทยุส่งรายงานเกี่ยวกับภาวะของยานอวกาศทุกขณะมาให้ทราบด้วย

การสังเกตและการพิจารณาอย่างรอบคอบและฉับไวของพันโท
เกล็นน์ ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า ในโอกาสคนที่ชนะเหนือเครื่องกล
อย่างต้นกวีวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งในสังกัดนาซา (NASA) องค์การ
บริการ การบิน และอวกาศ แห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกา (National
Aeronautics and Space Administration) กล่าวว่า การโคจร
พิสูจน์ว่า คนเรานำงานดียิ่งกว่าอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุอยู่
ในกล่องดำๆ ใบหนึ่ง ในช่วงเวลา ๔ ปีของการสำรวจอวกาศระหว่าง
สเปตนิกที่ ๑ และเฟรนด์ชิพ ๗ นั้น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต้องบันทึก
ไว้มาก

ยานอวกาศ ๔ เครื่อง หลุดจากแรงดึงดูดของโลกและไป
โคจรรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งจะโคจรอยู่เช่นนั้นเป็นเวลานับล้าน ๆ ปี
และมีเครื่องหนึ่งของสหรัฐชื่อไพโอเนียร์ที่ ๕ ได้ส่งวิทยุบอก
เกี่ยวกับภาวะแวดล้อมขณะที่อยู่ห่างจากโลก ๓๖,๐๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร

ยานอวกาศลำหนึ่งของโซเวียตที่ทดสอบส่งไปลงบนดวงจันทร์
ได้ ตกบนดวงจันทร์เมื่อวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๐๑

สัตว์พวกแรกที่สหภาพโซเวียตทดลองส่งไปโคจรรอบโลก ได้
รอดชีวิตกลับคืนสู่โลกเมื่อวันที่ ๒๐ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๐๓ และ
ในวันที่ ๑๖ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๒ มนุษย์อวกาศอเมริกัน ๓ คน
คือ นีล อาร์มสตรอง ไมเคิล คอลลินส์ และเอ็ดวิน อัลดริน ก็
สามารถนำยานลงดวงจันทร์สำเร็จ นีล อาร์มสตรอง เป็นมนุษย์
คนแรกที่ก้าวลงสู่พื้นผิวดวงจันทร์ นับเป็นความก้าวหน้าและการ
ผจญภัยที่ยิ่งใหญ่ที่สุด การสำรวจกว้างไกลออกไปในอวกาศทำให้
เราได้ทราบความจริงที่กลกลับมาห้ศรัทธาของจักรวาลได้

วิวัฒนาการด้านอวกาศ-โครงการสำรวจอวกาศ

วิวัฒนาการด้านอวกาศ ชาวจีนเป็นชนชาติแรกที่เริ่มคิดสร้างจรวดใช้เมื่อประมาณ ๕ ศตวรรษมาแล้ว ตั้งแต่สร้างขึ้นมาจนกระทั่งถึงสมัยกลางศตวรรษที่แล้ว รูปร่างของจรวดไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปเท่าไรนัก เชื้อเพลิงที่ใช้ทันสมัยขึ้น

จรวดของคอนกรีฟ (Congreve rocket) มีความยาว ๑ เมตร และมีไม้ยาวประมาณ ๕ เมตร เป็นหางเพื่อช่วยในการทรงตัว

จรวดดอกไม้ไฟ (Fireworks rocket) ยาวเท่าใดก็ได้

จรวดของเฮล (Hale rocket) ยาว ๐.๖๖ เมตร

จรวดของกอดดาร์ด (Goddard rocket) ยาวประมาณ ๓ เมตร โครงจรวดก็เปลี่ยนเป็นโลหะ แทนกระดาษแบบของเดิม ขนาดก็ใหญ่ขึ้น แต่ก็ยังไว้อาจไม่ได้ ส่วนมากอันตรายมักเกิดขึ้นแก่ผู้ยิงมากกว่าเกิดขึ้นแก่ฝ่ายศัตรู

จรวดที่ใช้ในสมัยก่อน ๆ นั้น ที่มีชื่อเสียงที่สุดก็คือจรวดที่ผลิตโดยนายทหารชาวอังกฤษ ชื่อนายพันตรีวิลเลียม คอนกรีฟ ระหว่างสงครามเมื่อ พ.ศ. ๒๓๕๕ จรวดที่พันตรีคอนกรีฟสร้างขึ้นมานี้ได้ขับไล่บรรดาทหารอเมริกันซึ่งป้องกันเมืองแบลนเดนสเบิร์ก (Blandensburg) มลรัฐแมริแลนด์ เปิดทางที่จะไปกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. และช่วยให้ฝ่ายทหารอังกฤษสามารถเผาทำลายนิวยอร์ก

ประมาณ พ.ศ. ๒๓๕๓ ชาวอังกฤษชื่อวิลเลียม เฮล ได้ปรับปรุงรูปร่างของจรวดโดยตัดหางที่ช่วยในการทรงตัวออก และเติมใบพัดเข้าไปในท่อไอเสียให้ทำมุม ๆ หนึ่ง ใบพัดเหล่านี้ทำให้ตัวจรวดหมุน “หลักการทรงตัวโดยการหมุน” นี้ยังใช้กับจรวดบางชนิดอยู่

หลังจากกลางศตวรรษที่แล้ว คนหันไปใช้อาวุธปืน เพราะว่ายิงตรงและไวใจได้มากกว่า การทดลองปรับปรุงจรวดก็ยังดำเนินต่อไป แต่ก็ใช้กันเพียงเพื่อให้สัญญาณส่งข่าวไปยังพวกลูกเรือซึ่งเรือจมและไปติดค้างอยู่ตามเกาะต่าง ๆ และใช้เป็นดอกไม้ไฟเท่านั้น

ไม่มีใคร คิดจะใช้จรวดเพื่อเดินทางไปนอก โลกอย่างจริงจัง ๆ เลย จนกระทั่งใน พ.ศ. ๒๔๔๖ มีครูชาวรัสเซียผู้หนึ่งชื่อคอนสแตนติน ไชล์คอฟสกี ได้อธิบายว่าจรวดนี้จะเดินทางไปถึงอวกาศได้อย่างไร แต่ความคิดนั้นนำเอามาใช้ไม่ได้ เพราะจรวดยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ

พ.ศ. ๒๔๖๕ การเดินทางไปนอกโลกจึงพอจะมีลู่วางขึ้นบ้าง ศาสตราจารย์วิชาฟิสิกส์ ชาวอเมริกันผู้หนึ่งชื่อ ดร. โรเบิร์ต กอดดาร์ด ได้ประดิษฐ์จรวดซึ่งใช้เชื้อเพลิงเป็นของเหลว จรวดของกอดดาร์ดใช้น้ำมันและออกซิเจนเหลวผสมกันเป็นเชื้อเพลิง และบินได้ระยะทางไกล ๆ แต่ก็เริ่มต้นกำเนิดโดยตรงของจรวดโนวา

จากนั้นก็เริ่มมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของจรวดกันอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน พ.ศ. ๒๔๗๓ ในอเมริกาคนไม่สนใจนิยามงานของกอดดาร์ดนัก มีพวกสมัครเล่นเพียงไม่กี่คนเท่านั้นที่สนใจ คนพากันว่าท่านศาสตราจารย์ผู้หนึ่งทำเสียงหนวกหูรบกวน จนท่านต้องย้ายจากรัฐแมสซาชูเซตส์ ไปทำการทดลองในทะเลทรายในรัฐนิวเม็กซิโก

ชาวเยอรมันหลายคนได้ติดตามงานของกอดดาร์ดอย่างสนใจ ชาวเยอรมันสมัครเล่นหลายคนได้สร้างจรวดขึ้น ชาวเยอรมันที่มีชื่อเสียงที่สุดทางนี้คือ เฮอрман โอเบิร์ต (Herman Oberth)

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง เยอรมนีเป็นประเทศแรก ที่สร้างจรวดแบบใหม่เป็นจำนวนมาก เรียกสั้น ๆ ว่า “วี-๒” (V-2) เชื้อเพลิงที่ใช้คืออัลกอฮอล์และออกซิเจนเหลว จรวดเหล่านี้สามารถจะเดินทางไปด้วยความเร็ว ๕,๖๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากฐานที่ปล่อยในเยอรมนีไปทำลายประเทศอังกฤษ

จรวด วี-๒ นี้ใช้เดินทางออกนอกโลกเป็นครั้งแรกเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๔๙๑ ที่เมืองไวท์แซนด์ รัฐนิวเม็กซิโก นักวิทยาศาสตร์ได้นำจรวดชื่อแวกคอร์ปอราล (WAC Corporal) ติดเข้าไปกับหัวจรวด วี-๒ ที่ยึดมาได้ จรวด วี-๒ นี้นำจรวดแวกคอร์ปอราล ขึ้นไปสูงราว ๆ ๔๐ กิโลเมตรจากพื้นโลก ต่อจากนั้นเครื่องยนต์จรวดก็จะเริ่มทำงานและเดินทางต่อไปเองจนถึงส่วนสูง ๔๐๐ กิโลเมตร

ความชำนาญที่ได้มาจากการส่งจรวด วี-๒ นั้น ช่วยในการออกแบบจรวดเรตสโตน ซึ่งมีพลังสูงกว่าและมีประสิทธิภาพมากกว่าจรวด^{๕๔} เป็นจรวดแบบหนึ่งในจำนวนพวกแรกซึ่งใช้ในราชการทหารอเมริกัน ในวันที่ ๓๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๐๑ อเมริกันใช้จรวดเรตสโตน^{๕๕} เป็นจรวดขับดัน สำหรับจรวดชื่อ จูปีเตอร์ซี ส่งดาวเทียมดวงแรกของอเมริกา ชื่อ “เอกซพลอเรอร์ที่ ๑” ขึ้นไปโคจรรอบโลก

ใน พ.ศ. ๒๕๐๐-๒๕๐๑ ซึ่งถือเป็นปี “ธรณพิลึกตสากล” มนุษย์ได้มีโครงการร่วมกันสำรวจลึกกลงไปในมหาสมุทร ในพื้นดิน และสำรวจกว้างไกลออกไปในอวกาศ โดยไม่ถือเชื้อชาติและลัทธิ นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกได้ร่วมมือกันปฏิบัติตามโครงการ มีทั้งร่วมกันและแยกกันทำการศึกษาค้นคว้า สหรัฐอเมริกาและรัสเซียเป็นประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้ามากในด้านอวกาศ และต่างก็ได้กำหนดโครงการอวกาศของตนเองขึ้น

โครงการสำรวจอวกาศ สหรัฐอเมริกาได้กำหนดโครงการสำรวจอวกาศไว้ดังนี้^{๕๖}

โครงการวิจัยเอกซ์-๑๕

โครงการเมอคิวรี

โครงการเยมินี

โครงการอพอลโล

การปฏิบัติการตามโครงการอพอลโล-สกายแล็บ

โครงการวิจัยเอกซ์-๑๕

โครงการวิจัยเอกซ์-๑๕ เป็นชื่อของโครงการวิจัยเครื่องบินเครื่องยนต์จรวด สำหรับบินในอวกาศ ผู้ที่ขับเคลื่อนนี้ได้ชื่อว่า มนุษย์อวกาศ

เครื่องบินเอกซ์-๑๕ เป็นผลของโครงการวิจัยซึ่งใช้เวลาถึง ๔ ปี และสิ้นค่าใช้จ่ายเป็นเงิน ๑๒๐ ล้านดอลลาร์ ดำเนินการโดยองค์การบริหารการบินและอวกาศของกองทัพอากาศและกองทัพเรือของสหรัฐ การบินทดลองได้เริ่มทำมาตั้งแต่กลางปี พ.ศ. ๒๕๐๒ เครื่องยนต์ที่ใช้เป็นเครื่องยนต์จรวดตัวเดียวมีแรงขับขนาด ๒๕,๘๐๐ กิโลกรัม และมีกำลังขนาดเท่ากับจรวดเรดสโตนซึ่งใช้เป็นพาหนะขับเคลื่อนส่งนักบินอวกาศคนแรกของสหรัฐไปโคจรรอบโลกในอวกาศ

นับตั้งแต่เริ่มแรกของการบิน นักบินต่างพากันฝันว่า สักวันหนึ่งเขาจะได้พาเครื่องบินเข้าไปในอวกาศ แต่ไม่เคยมีเครื่องบินลำใดสามารถบินขึ้นไปเหนือผิวโลกในระยะสูงกว่า ๓๗ กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางต่ำกว่าครึ่งของเขตบรรยากาศทั้งหมดได้ ไม่เคยมีเครื่องบินลำใดสามารถบินไปถึง ขอบของอวกาศจนกระทั่งได้สร้างเครื่องบินเอกซ์ - ๑๕ ขึ้น

เครื่องบินเอกซ์ - ๑๕ ซึ่งเป็นเครื่องบินติดเครื่องจรวดสำหรับการค้นคว้าที่บินในระยะสูงของอเมริกา ได้ช่วยทำให้ความฝันของ

นักบินเป็นความจริง เมื่อวันที่ ๑๗ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๐๕ เครื่องบินเอกซ์ ๑๕ นี้ได้กลายเป็นยานรบที่เครื่องแรกที่พามนุษย์ขึ้นไปสู่อวกาศ โดยมีพันตรีโรเบิร์ต เอ็ม. ไวท์ อายุ ๓๘ ปี แห่งกองทัพอากาศสหรัฐเป็นผู้ขับ เครื่องบินลำดังกล่าวนี้ได้ทำสถิติการบินสูงถึง ๕๕.๔ กิโลเมตร ซึ่งเหนือขอบฟ้าขึ้นไปเกือบ ๑๖ กิโลเมตร โดยใช้เวลา ๑๐ นาที ต่อจากนั้นอีก ๒๐ วัน เครื่องบินเอกซ์ ๑๕ ได้ทำลายสถิติการบินเร็วของโลกอีกด้วย โดยมีนักบินโจเซฟ เอ. วอร์คเกอร์ อายุ ๔๐ ปี และเป็นเจ้าหน้าที่องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติเป็นผู้ขับ เครื่องบินจรวดมีลำตัวยาว ๑๕.๒ เมตร สามารถบินได้ชั่วโมงละ ๖,๖๕๔ กิโลเมตร อันเป็นความเร็วกว่า ๖ เท่าของความเร็วเสียง การเสียดสีกับอากาศทำให้ตอนส่วนปลายของหัวเครื่องบินมีอุณหภูมิสูงถึง ๔๓๒ องศาเซลเซียส ทั้ง ๆ ที่มีโลหะผสมนิเกิลเป็นเกราะกันรอบนอกลำตัว วอร์คเกอร์ ไวท์ และนักบินทดลองอีก ๒ คน คือ สก็อต ครอสฟีลด์ แห่งบริษัทนอร์ทอเมริกันอวิเอชันซึ่งสร้างเครื่องบินนี้ นาวาโทฟอร์เรส ปีเตอร์เซน ได้มอบรางวัล “คอลเลียม ทรอฟี” อันเป็นรางวัลสูงสุดในด้านการบินสำหรับ พ.ศ. ๒๕๐๕ จากประธานาธิบดี จอห์น เอฟ. เคนเนดี สำหรับงานบุกเบิกของเขา

ปีกของเครื่องบินเอกซ์ ๑๕ ยาวไม่ถึง ๗ เมตร ไม่มีลูกล้อสำหรับขึ้นลง มีแต่ร่องเท้าเหล็กติดอยู่กับขาที่พับเก็บได้ เวลาลงใช้วิธีไถไปตามพื้นดินด้วยอัตราเร็ว ๓๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง

และเครื่องบินจะเริ่มบินภายหลังที่ถูกปล่อยลงมาจากใต้ปีกเครื่องบิน
ไอพ่นทิ้งระเบิด บี-๕๒ ในระยะความสูงประมาณ ๑๔,๐๐๐ เมตร

เครื่องบินเอกซ์ ๑๕ ซึ่งยังอยู่ในระหว่างการทดลองนี้ วิศ-
กรออกแบบให้บินได้ ๖,๗๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในระดับสูงกว่า
๒๐๐ กิโลเมตร ทั้งนี้เป็นผลงานของนักบินทดลองร่วมกับผู้ออก
แบบ วิสวกร นายช่าง และนักวิทยาศาสตร์ เป็นจำนวนร้อย ๆ คน

จุดหมายของเอกซ์ ๑๕ ก็คือการสำรวจบริเวณซึ่งอยู่ระหว่าง
บรรยากาศส่วนบนในระดับความสูง ๘๐ กิโลเมตรและบริเวณที่
ดาวเทียมโคจร คือประมาณระดับสูง ๑๖๐ กิโลเมตร ทางกร
จะได้จัดการให้เครื่องบินเอกซ์ ๑๕ สามลำ ซึ่งบรรจุกล้องถ่ายรูป
กล้องส่องทางไกล และเครื่องมืออื่น ๆ ทำหน้าที่บินตรวจตรา
ท้องฟ้าในระดับสูงใกล้กับชั้นอวกาศซึ่งมีอากาศน้อยเกินไปที่เครื่อง
บินธรรมดาจะสามารถบินได้ และมีแรงดึงดูดของโลกน้อยเกินไป
ไปสำหรับการโคจรของดาวเทียม ระดับความสูงของวงโคจรของดาว
เทียมขึ้นไปไม่ถึง ถ้าโคจรไปก็อาจหลุดจากแรงดึงดูดของโลกเข้า
สู่วงโคจรของดวงอาทิตย์

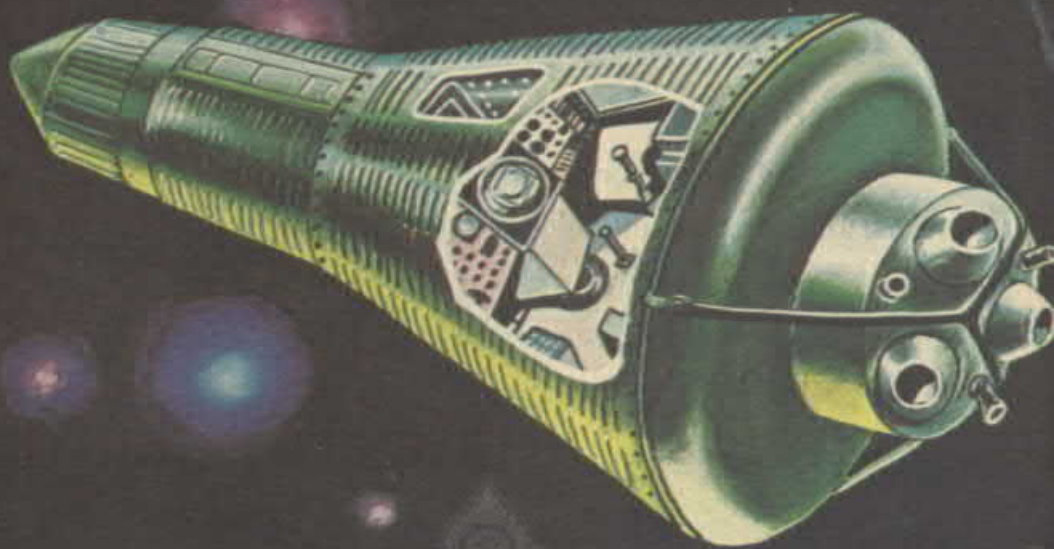
เครื่องบินเอกซ์ ๑๕ เป็นเครื่องบินอันแท้จริงเครื่องแรก
ที่สามารถดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้ เพราะปีกสั้น ๆ ช่วยให้บินได้ใน
เขตบรรยากาศ และสามารถเลี้ยวตกลงได้ตามความพอใจ ขณะเดียว
กันกำลังขับเคลื่อนด้วยไอพ่นก็จะช่วยให้สามารถทรงตัวอยู่ได้ในอวกาศ

สหภาพโซเวียตมีเครื่องบินไอพ่นซึ่งสามารถบินสูงถึง ๓๐,๕๐๐ เมตร และมีจรวดซึ่งสามารถส่งดาวเทียมไปโคจรรอบโลกได้ในระดับสูง ๑๖๐,๐๐๐ เมตร แต่ก็ไม่เคยอ้างว่ามีเครื่องบินใดเหมือนเอกซ์ ๑๕ ซึ่งสามารถสำรวจบริเวณซึ่งอยู่ระหว่างชั้นบรรยากาศกับอวกาศเลย สหรัฐอเมริกามีความเห็นว่ายบริเวณแถบนี้ควรได้รับการสำรวจเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

๑. นักบินอวกาศต้องบินผ่านบริเวณระหว่างชั้นบรรยากาศกับอวกาศทั้งขาไปและขากลับ

๒. ในอนาคต สายการบินโดยสารสายใหญ่ ๆ ซึ่งใช้เครื่องบินระหว่างทวีปหนึ่งกับอีกทวีปหนึ่งด้วยความเร็วสูงกว่าความเร็วเสียง จะบินผ่านบริเวณระหว่างชั้นบรรยากาศกับอวกาศเป็นส่วนใหญ่

๓. อวกาศนั้นแม้จะไม่มีอากาศ แต่ไม่ใช่ว่างเปล่า มนุษย์ต้องเรียนรู้ถึงธรรมชาติของสิ่งซึ่งลอยอยู่ในอวกาศ เพื่อเป็นความรู้และเพื่อเป็นเครื่องป้องกันตัวเองด้วย



ยานอวกาศในโครงการเมอคิวรี

โครงการเมอคิวรี

โครงการเมอคิวรี เป็นก้าวแรกที่พาสหรัฐอเมริกาไปยังอวกาศ โครงการนี้ได้เริ่มขึ้นเมื่อวันที่ ๕ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๐๑ ด้วยการส่งมนุษย์ขึ้นไปโคจรในยานอวกาศ เพื่อศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปฏิกิริยาและความสามารถของมนุษย์ในด้านอวกาศ และประสบผลสำเร็จกลับมาโดยสวัสดิภาพทั้งนักบินและยานอวกาศ

การทดลองของโครงการเมอคิวรีได้แสดงให้เห็นว่า แรงดึงดูดของโลก สภาพบรรยากาศตลอดจนสภาพไร้น้ำหนักตลอดระยะเวลา ๓๔ ชั่วโมง มิได้เป็นอุปสรรคต่อความสามารถของมนุษย์

ในการควบคุมยานอวกาศเลย เป็นเครื่องพิสูจน์ว่ามนุษย์ไม่เพียงแต่บังคับยานอวกาศได้เท่านั้น เครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้ยังสามารถนำทางไปสู่การทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์อันก้าวหน้าอีกด้วย

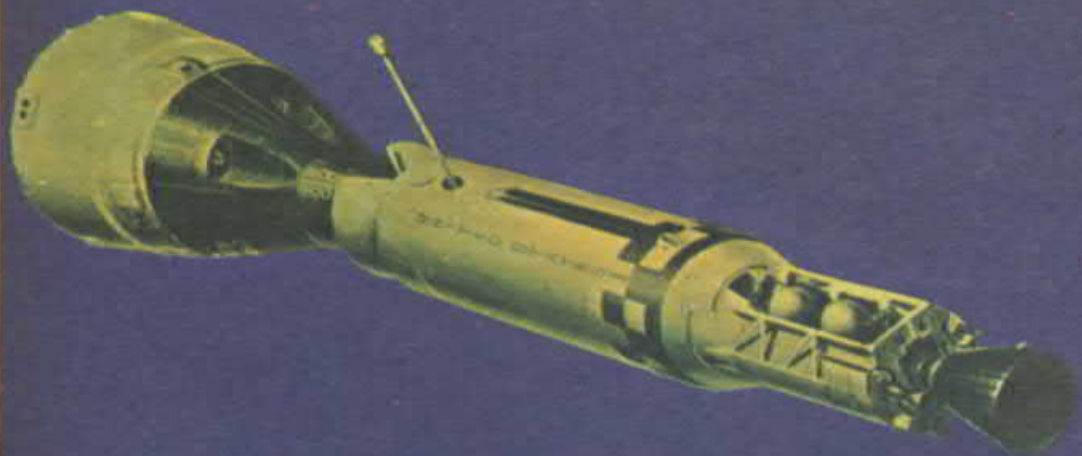
นักบินอวกาศคนแรกที่ได้เดินทางไปกับจรวดคือ อแลน บี. เชปปาร์ดในวันที่ ๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๐๔ โดยจรวดเรดสโตน ซึ่งขึ้นจากแหลมคานาเวอรัล รัฐฟลอริดา (ปัจจุบันชื่อแหลมเคนเดี)

คนต่อมาคือ จอห์น เช เกลนน์ เดินทางไปอวกาศโดยจรวดแอตลาส และยานเมอคิวรีของเขาสามารถโคจรรอบโลกได้ถึง ๓ รอบ ในวันที่ ๒๐ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๐๕

นอกจากนี้ยังมีนักบินอวกาศอีกหลายคนในโครงการเมอคิวรี ซึ่งเขาเหล่านั้นล้วนมีส่วนให้โครงการในระยะหลัง ๆ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

โครงการเยมินี

โครงการเยมินี ใน พ.ศ. ๒๕๐๔ องค์การอวกาศได้เริ่มโครงการเยมินีขึ้น ใช้นักบินอวกาศขับ ๒ คนตั้งชื่อตามหมู่ดาวแฝด คัสเตอร์และพอลลักซ์ (Custer & Pollux) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายมาแต่โบราณกาล โครงการเยมินีนี้มีความมุ่งหมายที่จะขยายบทเรียนที่ได้รับจากเมอคิวรี และเตรียมฝึกนักบินอวกาศสำหรับโครงการอพอลโล ซึ่งต้องการความเชี่ยวชาญในการบินอวกาศสูงยิ่งขึ้นไปอีก โครงการนี้ได้กลายมาเป็นก้าวสำคัญที่ ๒ ในการเดินทางไปสู่ดวงจันทร์



เยมินี ๓ กำลังท่องกับดาวเทียมอาจีน่า

ในระยะเริ่มต้นของการบินอวกาศมนุษย์มีความวิตกกังวลกันมากเกี่ยวกับวงการแพทย์ในปัญหาเรื่องสภาพไร้น้ำหนัก หรือสภาพไร้น้ำหนักซึ่งอาจมีผลร้ายต่อหัวใจ เส้นเลือด ไต และกระดูกของมนุษย์ ถ้าหากการบินอวกาศ^{๕๕} นาน^๗ เป็นสัปดาห์^{๕๕} สภาพไร้น้ำหนัก^{๕๕} เกิดขึ้น^{๕๕} เนื่องจากความเร็วในทางโคจรของยานอวกาศ ทำให้เกิดผลลบ^{๕๕} ถึงความ^{๕๕} โน้มถ่วง^{๕๕} การบินอวกาศของยานชุดเยมินีได้ลบ^{๕๕} ถึงความ^{๕๕} วิตกกังวล^{๕๕} ให้หมดไป

นักบินอวกาศ เจมส์ แมคคีวิท และเอดเกอร์ด ไวท์ ได้บินในวงโคจรรอบโลกในยานเยมินี ๔ เป็นเวลานาน ๔ วัน ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. ๒๕๐๘ ต่อมาในเดือนสิงหาคม กอร์ดอน คูเปอร์

และชาร์ล คอนราต ขึ้นไปอยู่ในยานเยมินี่ ๕ เป็นเวลานาน ๘ วัน ในเดือนธันวาคมปีนั้นเอง แฟรงค์ บอร์แมน และเจมส์ โลเวลล์ ก็ขึ้นไปอยู่ในยานเยมินี่ ๗ เป็นเวลานานถึง ๑๔ วัน โดยไม่ได้รับผลร้ายแต่อย่างใด ในการทดลองบางครั้งได้ถอดชุดอวกาศออกด้วยจุดที่คนทั้งสองตื่นตื่นมากคือการพบกันในวอкасเป็นครั้งแรก เมื่อเยมินี่ ๗ พบกันเยมินี่ ๖ ซึ่งมีวอลเตอร์ เชียร์รา และทอมัส สแตฟฟอร์ด เป็นนักบินอวกาศในวงทางโคจรรอบโลก

ในตอนเช้าของวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๐๘ เยมินี่ ๖ ได้ออกเดินทางจากแหลมเคนเนดี เพื่อตามหาเยมินี่ ๘ ซึ่งได้เข้าสู่วงโคจรล่วงหน้าไปแล้ว ๑๑ วัน เขาได้พบกันในระดับสูง เหนือมหาสมุทรแปซิฟิก โดยเข้าประชิดกันขนาดยื่นมือถึง แล้วโคจรรอบโลกด้วยกันเป็นเวลาถึง ๖ ชั่วโมง ขับเคลื่อนไปข้างบน ข้างล่าง และรอบๆ กันและกัน ด้วยความเร็ว ๒๘,๐๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง เยมินี่ ๖ ลงสู่มหาสมุทรในวันรุ่งขึ้น เยมินี่ ๗ ลงสู่มหาสมุทรแอตแลนติกอีกสองวันต่อมา การบินอวกาศของเบอร์แมนและโลเวลล์นั้น เป็นระยะเวลายาวนานประมาณ ๒ เท่าของการเดินทางสู่ดวงจันทร์ไป—กลับ และนับว่านานกว่าการเดินทางไปอวกาศโดยเยมินี่ ๕ ของกอร์ดอน คูเปอร์ และชาร์ล คอนราต เมื่อ ๔ เดือนก่อนหน้านั้น การเดินทางนั้นได้พิสูจน์ว่า การต่อเชื่อมในอวกาศหลังจากกลับขึ้นจากดวงจันทร์แล้วเป็นสิ่งที่เป็นไปได้

ในระหว่างการบินในอวกาศของเยมินี่ ๔ นักบินอวกาศไวท์ ได้เป็นชาวอเมริกันคนแรกที่ออกจากยานอวกาศของตน และเป็น



มนุษย์อวกาศสามารถเดินไต่ไปบนผิวนอกของยาน

มนุษย์คนแรกที่ได้ใช้เครื่องขับเคลื่อนตัวเองขนาดเล็กในการหา-
 เห็นอย่างเป็นอิสระในอวกาศ ไรท์ล้อยตัวอยู่ที่ปลายของสายโยงยาว
 ๘ เมตร เป็นเวลา ๒๐ นาที สายโยงนี้จ่ายออกซิเจนสำหรับหายใจ
 และเป็นสายรั้งไว้ไม่ให้หลุดลอยไปจากยานอวกาศ โดยการเหินยว
 ไก่ปล่อยไอพ่นของก๊าซออกซิเจนจากหน่วยขับเคลื่อนซึ่งมีลักษณะ
 คล้ายปืน ไรท์สามารถเคลื่อนตัวจากตำแหน่งหนึ่งในอวกาศไปยัง
 อีกตำแหน่งหนึ่งได้โดยง่าย และสามารถเดินไต่ไปบนผิวนอกของ
 ยานอวกาศซึ่งกำลังเคลื่อนอยู่ด้วยความเร็ว ๒๘,๐๐๐ กิโลเมตรต่อ
 ชั่วโมงได้ด้วย การดำเนินการอย่างกล้าหาญเช่นนี้ได้เปิดช่องสำหรับการ
 การซ่อมแซมดาวเทียมในวงโคจรและแม้กระทั่งสำหรับการประกอบ
 ยานอวกาศใหญ่ ๆ เช่น สถานีอวกาศหรือยานอวกาศซึ่งสามารถ
 เดินทางไปยังดาวพระเคราะห์ต่าง ๆ ได้ งานชิ้นนี้มีผลต่อโครงการ
 อพอลโลด้วย ไรท์ได้พิสูจน์ให้เห็นโดยปราศจากข้อสงสัยแล้วว่า
 เราสามารถสร้างและปรับปรุงเครื่องแต่งกายชุดอวกาศให้ดียิ่งขึ้นจน
 ถึงขั้นทำให้มนุษย์สามารถรอดอยู่และเคลื่อนไหวในสุญญากาศได้ ชุด
 อวกาศของไรท์ประกอบด้วยวัสดุรองชั้นใน ๒๑ ชั้น สามารถป้องกัน
 จุลอวกาศ และเขาสวมเกราะกำบังตา ซึ่งทำให้เขาสามารถมอง
 ดูดวงอาทิตย์ได้ตรง ๆ โดยไม่เป็นอันตราย ประสบการณ์และความ
 รู้ที่ได้รับในคราวนี้ได้นำไปใช้ในการสร้างชุดอวกาศซึ่งดียิ่งขึ้นไปอีก
 สำหรับ นักสำรวจใช้สวมใส่ระหว่างทำการสำรวจพื้นผิวดวงจันทร์

ยานอวกาศเยมินีรูประฆังหนัก ๓,๑๕๐ กิโลกรัมก็เป็นเครื่องหมายแสดงถึงความก้าวหน้าสำคัญในศิลปะของการสร้างยานอวกาศบรรทุกมนุษย์ เป็นยานอวกาศลำแรกที่สามารถขับเคลื่อนได้ คือสามารถเปลี่ยนแปลงระดับสูงต่ำและระนาบของวงทางโคจรได้ตามความประสงค์ของนักบินอวกาศ ทั้งนี้ทำได้โดยกำลังจากจรวดส่งแรงขับเคลื่อนเล็กๆ ที่ปลายหัว ที่ฐานและที่ข้างลำตัวของแคปซูล นักบินจะเดินเครื่องจรวดเล็กเหล่านี้หนึ่งหรือหลายอัน เพื่อลดหรือเพิ่มความเร็วของแคปซูล การเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็ว จะเปลี่ยนแปลงวงทางโคจรของยานอวกาศ ดังนั้นการเดินเครื่องจรวดแต่ละอันมีเครื่องคำนวณหนัก ๒๖ กิโลกรัม ซึ่งอยู่ในยานอวกาศเป็นผู้ควบคุม เครื่องคำนวณนี้จะบอกนักบินอวกาศตลอดเวลาถึงความเร็วของยาน และบอกด้วยว่าวงทางโคจรกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างไร

นอกจากเพื่อเก็บรวบรวมความรู้เกี่ยวกับทางชีววิทยาและการแพทย์แล้ว โครงการเยมินียังมีความมุ่งหมายเพื่อให้ให้นักบินอวกาศได้ฝึกฝนการควบคุมบังคับยานอวกาศ จนสามารถจะนัดพบกับยานอวกาศอื่นได้ ซึ่งเป็นวิธีการสำหรับนำนักสำรวจกลับจากดวงจันทร์อย่างปลอดภัย การพยายามพบกันในวงโคจรก็ยังหมายถึงการพบกับวัตถุที่ไม่มีมนุษย์ช่วยด้วย เป็นต้นว่าได้มีการพบกับดาวเทียมอาจินา ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ยาว ๖ เมตร เยมินีได้ถูกออกแบบสำหรับสามารถต่อเชื่อม หรือเข้าคู่กับยานอาจินาได้ จรวดอาจินานับมีเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์จรวด ซึ่งนักบินอวกาศในยานเยมินี



ขณะที่ยานกำลังกลับสู่พื้นโลก

สามารถจะเดินเครื่องได้ เขาก็จะทำการบังคับขับเคลื่อนให้ยกย้าย
เลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวาขึ้นลงในอวกาศได้อีกหลายวิธีตามต้องการ

การบินทั้งหมดเหล่านี้กระทำกันในการโคจรรอบโลกที่มีความ
สูงประมาณ ๔๐๐ กิโลเมตร ในการนี้นักบินอาศัยใช้แสงแวบวับ
ซึ่งติดอยู่ในยานอาจินาช่วยหาเป้าหมาย เทคนิคเช่นเดียวกันนี้จะนำ
ไปใช้ในการพบกันของโครงการอพอลโล่ทั้งทางโคจรรอบดวงจันทร์
ระหว่างยานแม่กับยานที่ลงบนดวงจันทร์

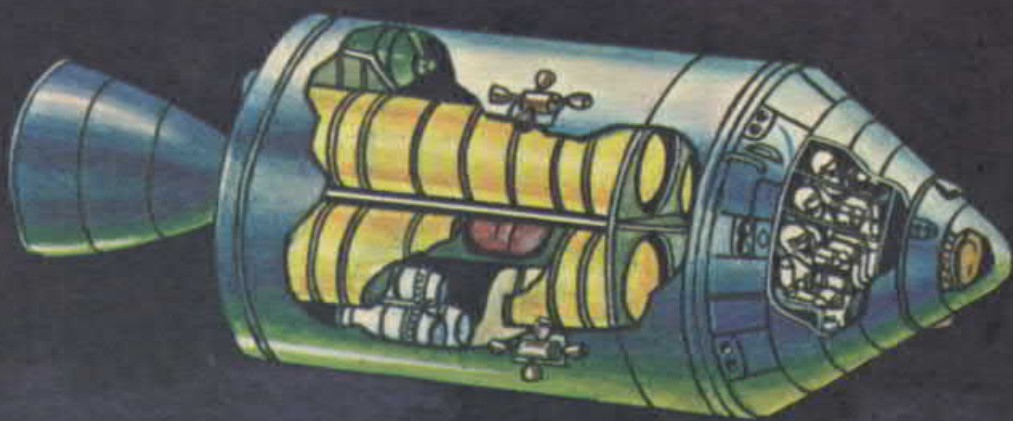
นักบินของยานเยมินินับเป็นผู้บุกเบิกในการนำเอายานอวกาศ
เข้าสู่บรรยากาศของโลกด้วย นักบินอวกาศเหล่านี้ได้ค้นพบว่า
สามารถลดอำนาจความโน้มถ่วงได้อย่างมากมาย โดยการค่อย ๆ
ลงมาเป็นขั้น ๆ โดยใช้จรวดขนาดเล็กในการลงมาถึงระยะ ๑๐๐

กิโลเมตร แล้วก็เดินจรวดกลับทิศทาง เพื่อหยุดยั้งความเร็วให้หลุดพ้นจากวงโคจร ยานอวกาศเยมินั่นได้ถูกถ่วงให้พอเหมาะที่เกราะกันความร้อน มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ เมตร จะช่วยในการพยุยงยานอวกาศไปในทิศทาง ซึ่งเรือในมหาสมุทรคอยรอเก็บอยู่แล้ว ขอนเป็นประดิษฐ์กรรมใหม่ซึ่งนักบินอวกาศของอพอลโลจะใช้ด้วย

โครงการอพอลโล

โครงการอพอลโล (Apollo) เป็นชื่อตามทางการสำหรับที่จะส่งนักสำรวจอเมริกันไปลงบนดวงจันทร์ และนำตัวกลับคืนมายังโลกโดยสวัสดิภาพ แต่การส่งยานอวกาศพร้อมทั้งนักสำรวจขึ้นสู่ท้องฟ้าตามโครงการนี้กำหนดใน พ.ศ. ๒๕๑๓ เป็นอย่างช้า และพ.ศ. ๒๕๑๑ เป็นอย่างเร็ว

จุดประสงค์ของการจัดตั้งโครงการนี้ขึ้น ก็เพื่อส่งทีมนักสำรวจชาวอเมริกันไปสู่ดวงจันทร์พร้อมกันสามคน นับเป็นความพยายามอันสำคัญยิ่ง ซึ่งจะมีผลสำคัญทั้งการปฏิบัติ และทางด้านวิทยาศาสตร์ งานของนักสำรวจดวงจันทร์คล้ายกับที่นักธรณีวิทยาสำรวจโลก ได้แก่เก็บตัวอย่างก้อนหินชนิดต่าง ๆ แผ่นและสารอื่น ๆ เท่าที่จะพบ ทำแผนที่และภาพถ่ายภูมิประเทศที่เห็นและบันทึกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง ติดตั้งอุปกรณ์บันทึกการสั่นสะเทือนของแผ่นดิน รังสีและสนามแม่เหล็ก ซึ่งได้ส่งรายการโดยทางวิทยุ แม้เมื่อนักบินอวกาศขึ้นจากดวงจันทร์แล้ว นอกจากนั้นนักบินอวกาศได้ใช้เครื่องถ่ายภาพโทรทัศน์ขนาดเล็กถ่ายทอดภาพดวงจันทร์มาแพร่ให้เห็นกันทั่วโลกอีกด้วย



ยานอวกาศอพอลโล

นักบินอวกาศคาดว่าจะนำวัตถุพื้นผิวดวงจันทร์ชนิดต่างๆ บรรจุ
ภาชนะอันแน่นมีปริมาตรราว ๓๖ กิโลกรัม กลับมายังโลกเพื่อทำ
การวิเคราะห์ นับเป็นความมุ่งหมายใหญ่ของโครงการอพอลโล เขา
จะบันทึกตำแหน่ง และลักษณะพื้นผิวในบริเวณที่เก็บตัวอย่างแต่ละ
ชิ้นไว้ด้วย จากรายการเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์หวังจะได้เรียนรู้
เกี่ยวกับต้นกำเนิดของดวงจันทร์ เหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งอุบัติขึ้นนับ
ตั้งแต่ดวงจันทร์ได้ก่อตัวเป็นรูปร่างขึ้น และเรื่องเกี่ยวกับโลกและ
ระบบสุริยะ

โครงการอพอลโลยังคล้ายคลึงกับเรื่องการบินอวกาศรอบโลก
ในโครงการเมอคิวรี แต่มีความซับซ้อนและยุ่งยากมากกว่า นักบิน

อวกาศต้องศึกษาในห้องเรียน ทำการบินในแคปซูลสมมติและทำงานกับอุปกรณ์อวกาศจริง ๆ เขาจะต้องเข้าอยู่ในห้องมืดเพื่อให้คุ้นกับการอยู่โดดเดี่ยว ต้องเรียนการกำหนดตำแหน่งและควบคุมบังคับยานอวกาศโดยอุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวได้ ต้องเรียนเรื่องเกี่ยวกับสภาพที่ไร้น้ำหนักชั่วระยะสั้นในเครื่องบินที่บินเป็นทางโค้ง และสภาพความโน้มถ่วงสูง โดยจะนำเขาเข้าเครื่องเหวี่ยงซึ่งสร้างขึ้นพิเศษ นอกจากสิ่งเหล่านี้แล้วนักบินอวกาศอพอลโลจะต้องเรียนรู้ดาวฤกษ์นำทางในการบินไปดวงจันทร์ ฝึกฝนแก่แนวทางเดินของยานอวกาศ ฝึกการนัดพบลงสู่พื้นผิวดวงจันทร์โดยเครื่องมือจรวด และลงสู่พื้นโลกผ่านบรรยากาศ

อุปกรณ์ช่วยเหลือจะมีอยู่ในยานอวกาศและคำแนะนำที่ส่งไปให้จากโลก เขาจะต้องเรียนรู้อย่างละเอียดเกี่ยวกับยานอวกาศจรวด และอุปกรณ์ภาคพื้นดิน ซึ่งยุ่งยากซับซ้อนกว่าที่ใช้ในโครงการเมอคิวรี

โครงการอพอลโลนี้เป็นปฏิบัติการที่สลับซับซ้อนมาก จัดเป็นการผจญภัยที่กล้าหาญและยากที่สุดที่สหรัฐได้เคยจัดทำในยามสันติ เมื่อ ๕ ปีก่อนหน้านั้นขณะที่เร่งมือตระเตรียมงานต่าง ๆ ให้รวดเร็วขึ้น อดีตประธานาธิบดีจอห์น เอฟ. เคนเนดี ได้คัดล่องหน้างานชิ้นนี้ไว้แล้วว่า “โครงการนี้จำเป็นต้องใช้กำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านเทคนิคเป็นจำนวนมาก รวมทั้งวัสดุและบริการต่าง ๆ อย่างมากมาย”

ได้มีการประสานงานระหว่างรัฐบาลและบริษัท อุตสาหกรรม
เอกชนทั่วประเทศ เพื่อดำเนินงานไปสู่เป้าหมายดังกล่าวแล้ว บริษัท
ทั้งใหญ่และเล็กกว่า ๒๐,๐๐๐ บริษัทได้เข้ามามีส่วนร่วมงาน รัฐบาล
ได้ทำสัญญาว่าจ้างออกแบบและสร้างยานอวกาศให้องค์การบริหาร
การบินและอวกาศแห่งชาติ กว่าจะถึงวันที่กำหนดส่งยานอวกาศและ
คนขึ้นสู่ท้องฟ้าก็มีคนงานทั้งชายและหญิงกว่า ๓๐๐,๐๐๐ คน ซึ่ง
มาจาก ๕๐ มลรัฐมีส่วนร่วมในโครงการประวัติศาสตร์ครั้งนี้

การส่งยานอวกาศอพอลโลโคจรรอบโลกครั้งแรก ในราว
พ.ศ. ๒๕๐๘ ใช้จรวดแซทเทิร์น ๑ ซึ่งมีแรงขับเคลื่อน ๖๗๕,๐๐๐
กิโลกรัม นำเอาโมดูลบังคับการ และโมดูลบริการสู่อวกาศและตรวจ
ดูว่าโมดูลเหล่านี้เป็นอย่างไรในการโคจรรอบโลก โมดูลซึ่งหนัก
๗,๔๒๕ กิโลกรัม ไม่ได้บรรจุอะไรและไม่ได้บรรจุทุกเชื้อเพลิงไว้
ในการทดสอบขั้นต้นเพื่อพิสูจน์ลักษณะการออกแบบทางการต้าน
ลมของยานอวกาศ

การบินอวกาศชุด ๒ ซึ่งเริ่มต้นใน พ.ศ. ๒๕๐๙ มุ่งหมายที่
จะเอายานอวกาศอพอลโลสำเร็จเรียบร้อยแล้วและมีมนุษย์ขึ้น
สู่อวกาศรอบโลก ถึงเชื่อเพลิงนั้นจะเต็มเพียงบางส่วน ยานอวกาศ
อพอลโลขึ้นสู่อวกาศโดยการขับเคลื่อนของจรวดแซทเทิร์นซึ่งปรับปรุง
ใหม่ ซึ่งสามารถนำน้ำหนัก ๑๔,๖๒๕ กิโลกรัมขึ้นสู่วงโคจรได้
ความมุ่งหมายของการทดลองครั้งนี้เพื่อฝึกฝนการแยกตัวของยาน
แม่พออลโลออกจากจรวดขับเคลื่อน การหันตัวกลับและเอาหัวชนกับ
โมดูลสำรวจดวงจันทร์ซึ่งติดอยู่กับจรวดที่สาม

บันไดขั้นที่สามเริ่มต้นใน พ.ศ. ๒๕๑๑ โดยใช้จรวดแซทเทิร์น
ทั้งหมด ใช้ยานอวกาศเดิมเชื้อเพลิงเต็ม นำนักบินอวกาศขึ้นสู่วง
โคจรรอบโลกหลายครั้ง ผักผ่อนหลับกันในห้องอวกาศ และอาจบินไป
รอบดวงจันทร์ ในการบินแบบหลังนี้นักบินอวกาศจะได้มีโอกาส
วิเคราะห์สภาพของดวงจันทร์โดยตรง ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการลงสู่
พื้นผิวดวงจันทร์เป็นครั้งแรกอย่างมาก

วันที่ ๒๒ มกราคม พ.ศ. ๒๕๑๑ เริ่มต้นการทดลองชุดใหม่
ที่แหลมเคนเนดี โดยกำหนดส่งยานอวกาศในชุดอพอลโลขึ้นโคจร
อวกาศครั้งสำคัญ รวม ๖ เที่ยวบินด้วยกันในปีนั้น ในจำนวนนั้นมีการส่ง
ดาวเทียมอพอลโลโดยปราศจากมนุษย์เป็นผู้บังคับ ๔ เที่ยวบิน และ
ตอนปลายปีได้ส่งดาวเทียมพร้อมด้วยมนุษย์อวกาศขึ้นทดลอง ๒
เที่ยว เท่ากับเป็นการซ้อมใหญ่สำหรับการเดินทางไปดวงจันทร์ แต่
ใน ๒ เที่ยวบินหลังนี้เพียงแต่โคจรรอบโลกเท่านั้น

โดยเหตุที่มีรายการที่จะต้องปฏิบัติให้ลุล่วงไปใหญ่โตเช่นนั้น
จะต้องมีจรวดมากมาย และอย่างน้อยต้องมียานอวกาศ ๑ โหล
สำหรับการบินฝึกฝนในการนี้จะต้องสิ้นเปลืองวัสดุเป็นจำนวนมาก
แม้ว่าจะเก็บยานอวกาศกลับคืนมาได้ก็ตาม แต่ก็ควรจะต้องใช้ของ
ใหม่ในการบินครั้งต่อไป เพราะเราอาจตรวจไม่พบส่วนชำรุด
สึกหรอซึ่งซ่อนแฝงอยู่ในยานอวกาศที่ใช้แล้ว

ปัญหาต่าง ๆ ของโครงการอพอลโลมีอยู่มากมายซึ่งจะต้อง
พิจารณาแก้ไขให้ลุล่วงไปก่อนวันส่ง ความก้าวหน้าของโครงการ

อพอลโลดำเนินไปอย่างสม่ำเสมอ และเป็นที่น่าพอใจได้ว่าการไป
ลงบนดวงจันทร์เป็นครั้งแรกของสหรัฐอเมริกาจะเป็นไปอย่าง
ปลอดภัย และตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ทุกประการ ขณะที่โครง-
การกำลังดำเนินไปอย่างรีบเร่งเพื่อบรรลุผลสำเร็จโดยเร็ว องค์การนี้
ยังได้วางแผนขั้นต้นสำหรับการส่งยานอวกาศพร้อมด้วยนักบินไปยัง
ดาวพระศุกร์และดาวอังคารด้วย ซึ่งจะต้องใช้เวลาเดินทางรอน-
แรมไปในอวกาศ ๑ ปีเต็ม

โครงการอพอลโลได้สำเร็จด้วยดี สามารถส่งมนุษย์อวกาศ
ไปลงดวงจันทร์ได้ถึง ๖ ครั้ง เก็บหินตัวอย่างมาวิเคราะห์นับร้อย
กิโลกรัม ได้ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มากมาย และเริ่มโครงการ
อพอลโลสกายแล็บ ๑-๒-๓ ได้รับความสำเร็จเป็นอย่างดี





การเจรจาในอวกาศโดยมนุษยของสหรัฐอเมริกา

ระหว่าง พ.ศ. ๒๕๐๔—พ.ศ. ๒๕๑๖

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
ฟรีดอม—๗	๕ พ.ค. ๒๕๐๔	แอลัน บี. เชเพิร์ด จูเนียร์	๑๕ รอบ ไม่เข้าวง โคจร	๐.๑๕	มนุษย์อวกาศคนแรกของ สหรัฐอเมริกา
ดิเบอร์ตีเบลล์—๗	๒๑ ก.ค. ๒๕๐๔	เวอริจิด โอ. กริสซอม	๑๕ รอบ ไม่เข้าวง โคจร	๐.๑๖	ยานจรวดพลังจรวดอันแรง สำเร็จ
เฟรนด์ชิพ—๗	๒๐ ก.พ. ๒๕๐๕	จอห์น เอช. เกลมันน์ จูเนียร์	๓	๔.๕๕	มนุษย์อวกาศอเมริกันคนแรก ที่เข้าวงโคจรรอบโลก
ออโรรา—๗	๒๔ พ.ค. ๒๕๐๕	เอม. สกอตต์ คาร์- เปเนเตอร์	๓	๔.๕๖	โคจรรอบโลกเหมือนกับจอห์น เอช. เกลมันน์
จิกมา—๗	๓ ต.ค. ๒๕๐๕	วอลเตอร์ เอ็ม. เซอร์รา	๖	๔.๑๓	นานกว่าการโคจรในอวกาศ ของคนก่อน ๆ เกือบ ๒ เท่า
เฟิร์ส—๗	๑๕—๑๖ พ.ค. ๒๕๐๖	แอล. กริฟฟิน ดุเปอร์ จูเนียร์	๒๒	๓๔.๒๐	นับเป็นการโคจรรยะเวลานาน เป็นครั้งแรก
เยมมี—๓	๒๓ มี.ค. ๒๕๐๘	เวอริจิด โอ. กริสซอม จอห์น คับบลู. ยัง	๓	๔.๕๓	การโคจรที่มีมนุษย์อวกาศ ๒ คน ครั้งแรก

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
เยมิ—๔	๓—๗ มิ.ย. ๒๕๐๘	เจมส์ เอ. แม็คกวิตช์ เอ็ดเวิร์ด เอส. ไวท์ ทิสอง	๖๒	๘๗.๕๖	เอ็ดเวิร์ด ไวท์ ออกมาเดิน ในอวกาศ ๒๑ นาที
เยมิ—๕	๒๑—๒๕ มิ.ย. ๒๕๐๘	แอล กอร์ดอน คเปอร์— จูเนียร์ และชาร์ลส์ คอนแรค จูเนียร์	๑๒๐	๑๘๐.๕๕	การทดลองการอยู่ในอวกาศ ของมนุษย์ว่าอยู่ได้นานเท่าใด
เจมิ—๗	๔—๑๘ ธ.ค. ๒๕๐๘	แฟรงก์ บอร์แมน เจมส์ เอ. โสเวลล์ จูเนียร์	๒๐๖	๓๓๐.๓๖	ส่งก้อนเจมิ ๖ โคจรอยู่ นานถึง ๑๔ วันครึ่ง
เจมิ—๖	๑๕—๑๖ ธ.ค. ๒๕๐๘	วอลเตอร์ เอ็ม. เซอร์วาร์ จูเนียร์, โทมัส พี. สแคฟฟอร์ด	๑๕	๒๕.๕๑	เข้าใกล้เยมิ—๗ ห่างกัน ๓๐ เซนติเมตร เป็นการพบกัน ในอวกาศครั้งแรก
เจมิ—๘	๑๖ มิ.ค. ๒๕๐๙	นีล เอ. อาร์มสตรอง เควิก อาร์. สกอตต์	๖๘	๑๐.๔๑	การทดลองใช้ยานอวกาศที่มี คนและไม่มีคนเชื่อมต่อกัน ระหว่างการโคจร แต่ละวัน แผนปฏิบัติการกำหนด เพราะเครื่องกลไกมีเหตุ ขัดข้อง

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
เยมินี—๕	๓—๖ มิ.ย. ๒๕๐๕	โรเบิร์ต สแควฟฟอร์ด ยูจีน เอ. เซอร์แนน	๕๔	๗๒.๒๑	ทดลองออกมาเดินในอวกาศ เป็นเวลานาน ๆ
เยมินี—๑๐	๑๘—๒๑ ก.ก. ๒๕๐๕	จอห์น คับสยู ยัง ไม่ เคิล กอกลินส์	๕๓	๗๐.๔๗	ทดลองถอดกลองบรรจุ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ระหว่าง การนัดพบกับยานเอเจนท์ไม่ มีคน โคจรอยู่รอบโลก
เยมินี—๑๑	๑๒—๑๕ ก.ย. ๒๕๐๕	ชาร์ลส์ คอนแวก จูเนียร์ ริชาร์ด เอฟ. กอร์คอน	๕๔	๗๑.๑๗	ทดลองการขยายนอวกาศสอง ลำเข้าด้วยกัน
เยมินี—๑๒	๑๑—๑๕ พ.ย. ๒๕๐๕	เจมส์ เอ. โสเวลล์ จูเนียร์, เอ็ดวิน อี. ฮิลตัน จูเนียร์	๕๕	๕๔.๓๕	แอลคัมในอวกาศ ๑๒๕ นาที
อพอลโล—๗	๑๑—๑๒ ค.ก. ๒๕๑๑	วอลเตอร์ เอ็ม เซอร์ว จูเนียร์, คอน เอฟ. ไอส์ล, อาร์. วอลเตอร์ คัมมิงแถม	๑๖๓	๒๖๐๐.๐๕	ยานอวกาศอพอลโลที่มีคน ๓ คนของสหรัฐอเมริกา แรกทดลองขึ้นโคจรในอวกาศ

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล—๔	๒๑—๒๗ พ.ค. ๒๕๑๑	แฟรงค์ บอร์แมน เจมส์ เอ. โลเวลล์ จูลิอุส เอ. วิลเลียม เอ. แอนเดอร์ส	๑๖	๑๔๗.๐๑	มนุษย์กลุ่มแรกที่เข้าไปใกล้ ดวงจันทร์ระยะ ๑๑๒.๖ กิโลเมตร และเบนมนุษย์โคจรรอบ ดวงจันทร์เป็นครั้งแรก ทดลองยานลูนาโมดูลที่ ๕ ในอวกาศเป็นครั้งแรกทดลอง เข้าออกระหว่างยานลำใหญ่ กับลูนาโมดูลโดยการติดต่อ กันภายใน จอห์น คับลีย์ ยัง ขั้วยานลำ ใหญ่โคจรรอบดวงจันทร์ สแตฟฟอร์ดกับเซอร์แนตบ ยานลูนาโมดูลลงไปใกล้ผิว พื้นดวงจันทร์ภายในระยะ ๑๕ กิโลเมตร กับว่าใกล้ ที่สุด
อพอลโล—๕	๓—๑๓ มี.ค. ๒๕๑๒	เจมส์ เอ. แมคคิวิตท์ เควิน อาร์. สกอตต์ รัสเซล แอล. สไวการ์ต	๑๕๑	๒๔๑.๐๑	
อพอลโล—๑๐	๑๘—๒๖ พ.ค. ๒๕๑๒	โธมัส พี. สแตฟฟอร์ด ยอห์น คับลีย์ ยัง ยูนิ เอ เซอร์แนน	รอบโลก ๑๖ รอบ ดวงจันทร์ ๓๑	๑๔๒.๐๓	

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อกับนักอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล—๑๑	๑๖—๒๔ ก.ค. ๒๕๑๒	มิส อวรมสตรอง ไมเคิล กอสตินส์ เอ็ดวิน อัลดริน	รอบโลก ๑๑ รอบดวง จันทร์ ๓๐	๑๔๕.๑๕	มนุษย์ไปลงบนดวงจันทร์เป็น ครั้งแรก ขณะที่ไม่เกิดภัย- ดินส์ขย้านลำใหญ่โคจรรอบ ดวงจันทร์ ๑๕ อวรมสตรอง กับเอ็ดวิน อัลดรินลงบนพื้น ผิวดวงจันทร์ บริเวณที่ทั้งสอง ว่า “ทะเลแห่งความสงบ” เมื่อเวลา ๐๒.๕๐ น. ตาม เวลากรีนิช เมื่อวันที่ ๒๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๒ อยู่ บนดวงจันทร์เกือบ ๒๒ ชั่วโมง เก็บก้อนหินตัวอย่าง มา ๒๒.๕ กิโลกรัม และ ทดลองวิทยาศาสตร์ต่างๆ บนผิวดวงจันทร์

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล—๑๒	๑๔—๒๔ พ.ย. ๒๕๑๒	ชาร์ลส์ กอนแรค จูเนียร์, ริชาร์ด เอฟ. กอร์ดอน จูเนียร์, แอล- ตัน แอล. บิน	รอบโลก ๑๖ รอบดวง- จันทร์ ๔๔	๒๔๔.๓๖	มนุษย์ลงบนดวงจันทร์ ครึ่งที่ ๒ ระหว่างภารกิจก่อนขีปนาวุธ ลำใหญ่ โคจรรอบดวงจันทร์ ก่อนแรกกับขีปนาวุธนำไม่ติด ลงบนดวงจันทร์ ที่บริเวณ "มหาสมุทรแห่งพายุ" ที่กาลิเลโอ คองส์ฮอว์ และลงบนดวง- จันทร์ ตามเป้าหมายที่กำหนด ไว้เป็นผลสำเร็จครั้งแรก อยู่ บนดวงจันทร์ ๓๒ ชั่วโมง นำหินตัวอย่างกลับมา ๓๓.๕ กิโลกรัม
อพอลโล—๑๓	๑๑—๑๗ เม.ย. ๒๕๑๓	เจมส์ เอ. โอลส์ จูเนียร์, จอห์น แอล สวีการ์ด, เพรค คัลลีย์ เซส	รอบโลก ๑๑ รอบ ดวงจันทร์	๑๔๔.๔๔	ดังออกซิเจนระเบิดบนยาน อวกาศไม่สามารถลงบนดวง- จันทร์ ได้ตามแผน นักบิน อวกาศพยายามนำยานกลับลง มาบนพื้นโลกโดยปล่อยคิก โดยอาศัยการแนะนำจากหอ ควบคุมบนพิภพ

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบการโคจร	เวลาที่ใช้โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล—๑๔	๓๑ ม.ค. — ๔ ก.พ. ๒๕๑๔	แอลัน บี. เชพเบิร์ด สจวร์ต เอ. รูซา เอ็ด การ์ คี. มิคเชลล์	รอบโลก ๑๖ รอบดาว- จันทร์ ๓๐ รอบ	๒๑ ๖.๐๒	มนุษย์ลงบนดวงจันทร์ครั้งที่ ๓ เชพเบิร์ดและมิกเชลล์ อยู่บน ดวงจันทร์ เกือบ ๓๔ ชั่วโมง และใช้รถลาก ๒ ล้อ บรรทุก อุปกรณ์การวิจัย เป็นการไ้ ยานเช่นบนดวงจันทร์เป็นครั้งแรก และรักษาการทดลองในยาน ลำใหญ่ระหว่างโคจรรอบดวง จันทร์ ตัวอย่างหินเก็บได้หนัก ๔๑.๕ กิโลกรัม
อพอลโล—๑๕	๒๖ ก.ค. — ๗ ส.ค. ๒๕๑๔	เควิก อาร์สคอต อัล- เฟรด เอ็ม. วอร์เคน เจมส์ บี. เออร์วิน	รอบโลก ๑๖ รอบดาว- จันทร์ ๗๔	๒๔ ๕.๑๒	มนุษย์ลงบนดวงจันทร์ครั้งที่ ๔ สกอตต์กับเออร์วินเป็น ๒ คนแรกที่ขับขี้นาน "รถ แบ็คเคอร์" เรียกว่า สุนัขไว เวอร์" บนดวงจันทร์ อยู่บน ดวงจันทร์ ๖๗ ชั่วโมง วอร์- เคน โคจรรอบดวงจันทร์ ๖

ชื่อนานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล—๑๖	๑๖—๒๗ เม.ย. ๒๕๑๕	จอห์น คับลีย์ ยัง โธมัส เค. แมคกิง ลี ไมเคิล สมิท เอ็ม. ทัก จูนอร์	รอบโลก ๑๖ รอบดาว- จันทร์ ๖๔	๒๖๕.๕๑	วัน ทำการสำรวจโดยใช้ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เรียก ว่า ซิม (S.I.M.) ในยาน บังคับการ นักบินได้ปล่อย ดาวเทียมอัตโนมัติขนาด เล็ก เพื่อส่งข้อมูลจากวงโคจรรอบ ดวงจันทร์ ได้ตลอดระยะเวลา ๑ ปี ได้นำตัวอย่างหินกลับ มาหนัก ๗๖.๕ กิโลกรัม มนุษย์ลงบนดวงจันทร์ ครึ่งที่ ๕ ยังกับตุ๊ก อยู่บนดวงจันทร์ ๗๑ ชั่วโมง นำตัวอย่างหิน และดินกลับมายังโลกหนัก ๔๔.๕ กิโลกรัม

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล—๑๗	๖—๑๙ ธ.ค. ๒๕๑๕	ยูนี เอ. เซอร์เนน โรแลนด์ อี. อีแวน แฮร์ริสัน เอช. สมิท	รอบโลก ๑๒ รอบคาบ- จันทร์ ๗๕	๓๐๑.๕๑	มนุษย์ลงบนดวงจันทร์ครั้งที่ ๖ สมิทได้ปฏิบัติงานทางธรณี วิทยา เป็นนักวิทยาศาสตร์คน แรกที่ลงบนดวงจันทร์ ๗๕ ชั่วโมง ทำการสำรวจโดยการ การเดินเท้าและใช้รถลูว์โร เวอร์ ๓ ครั้ง รวม ๒๒ ชั่วโมง ๔ นาที และอยู่นอก ยานนานที่สุด นำหินกลับมา หนัก ๑๒๒ กิโลกรัม เข้าสู่วงโคจรเป็นระยะทาง ๔๓๒ กิโลเมตรเหนือพื้นโลก เพื่อทำหน้าที่เป็นห้องปฏิบัติ การลอยฟ้าเพื่อทดลองค้นคว้า
สกายแลป—๑	๑๔ พ.ค. ๒๕๑๖	—	—	—	

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล สกายแล็บ—๑	๒๔ พ.ค. ๒๔๑๖— ๒๒ มิ.ย. ๒๔๑๖	ชาร์ลส์ คอนแวนต์ จันเนียร์, โจเซฟ พี. เกอวิน, พอล เจ. ไวท์	รอบโลก ๓๔๕ วัน	๒๘ วัน ๔๔ นาที ๔๔ วินาที	เป็นมนุษย์อวกาศชุดแรกที่มี ไปปฏิบัติการถ่ายภาพดวง อาทิตย์ไว้ ๓๐,๒๔๒ ภาพ ภาพในโลก ๑๖,๗๖๕ ภาพ แถบบันทึกข้อมูลยาว ๑๔.๔ กิโลเมตร
อพอลโล สกายแล็บ—๒	๒๘ ก.ค. ๒๔๑๖— ๒๔.ก.ย. ๒๔๑๖	อลัน แอล. บีน, โอแวน เค. แกรีก, แจ็ก อาร์. ลูสมา	๘๕๕	๙ วัน ๑๑ ชั่วโมง ๘ นาที	มนุษย์อวกาศชุดที่ ๒ ของ สกายแล็บถ่ายภาพดวงอาทิตย์ ไว้ ๘๗,๖๐๐ ภาพ ภาพพื้น ผิวโลก ๑๖,๘๐๐ ภาพ แถบ บันทึกภาพถ่าย ๒๘.๘ กิโลเมตร มีการทดลองใหม่ลงมุกโย น้ำปลาและ ไข่ปลา มีแผน ไปทดลองฟักไข่

ชื่อยานอวกาศ	วัน เดือน ปี	ชื่อนักบินอวกาศ	จำนวนรอบ การโคจร	เวลาที่ใช้ โคจร (ชม.—นาที)	ผลการปฏิบัติงาน
อพอลโล สกายแล็บ—๓	๑๖ พ.ย. ๒๕๑๖ ถึง ๘ ก.พ. ๒๕๑๗	เฮอราลด์ พี. การ์ด, วิลเลียม อาร์. โฟก, เอ็ดวิน จี. กิบสัน	๑,๒๑๔	๘๔ วัน ๑ ชั่วโมง ๑๖ นาที	มนุษย์อวกาศรุ่นสุดท้ายของ โครงการสกายแล็บ มุ่งศึกษา ดาวหางโคชูเทก บริเวณ แหล่งแสงของแอฟริกา และ เป็นรูปถ่ายอยู่ในสกายแล็บนาน ที่สุด

โครงการอวกาศของสหภาพโซเวียตรัสเซีย

สหภาพโซเวียตรัสเซียได้พัฒนางานด้านอวกาศด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงจนสามารถมีจรวดขับดันแรงสูง ส่งดาวเทียมและมนุษย์อวกาศขึ้นสู่วงโคจรรอบโลกก่อน สหรัฐอเมริกา ประมาณ ๕ ปี แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านอวกาศของ สหรัฐอเมริกาก้าวหน้าไปมากกว่า และรายละเอียดในการพัฒนาด้าน อวกาศ ของ สหภาพโซเวียตก็มีได้เปิดเผยสู่โลกภายนอกอย่างกว้างขวางเหมือนสหรัฐอเมริกา อาจเป็นเพราะงานด้าน อวกาศยังพัฒนาไปไม่มาก ขาดโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์ละเอียดและเหตุขัดข้องเกี่ยวกับขบวนการนำไปใช้ เพราะเห็นความจำเป็นด้านอื่นมากกว่างานด้านอวกาศ ใน พ.ศ. ๒๕๐๖ สหภาพโซเวียตรัสเซียได้ส่งยานอวกาศ **ลูนิก ๔** เพื่อที่จะไปลงดวงจันทร์ แต่พลาดเป้าหมายไป ก่อนหน้านั้นใน พ.ศ. ๒๕๐๒ ได้ส่งยาน **ลูนิก ๓** ไปถ่ายภาพด้านหลังดวงจันทร์ และไปสำรวจดาวศุกร์ ใน พ.ศ. ๒๕๐๕ ได้ส่งยาน **มาร์ ๑** ขนาด ๕,๐๐๐ กิโลกรัมไปลงดาวศุกร์ แต่การติดต่อกับยานขัดข้อง ในการทดลองส่งยานที่มีมนุษย์ขึ้น มนุษย์อวกาศรัสเซียได้เสียชีวิตไปแล้วหลายคน เช่น คลอกอฟ แอนดรีเยส ก็เรนต์โบรอน เคยขึ้นสู่อวกาศเมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๒ แล้วเจ็บป่วยไปภายหลังที่ได้รับสัญญาณเพียง ๒๘ นาที ใน พ.ศ. ๒๕๐๓ ได้ส่งยานอวกาศขึ้นไปอีกและเจ็บป่วยไปหลายคน ใน พ.ศ. ๒๕๑๐ วลาดิเมียร์ เอ็ม. โคमारอน ได้ขึ้นไปในเดือนเมษายน พ.ศ. ๒๕๑๐ ยาน



มนุษย์อวกาศหญิงของรัสเซีย
ชื่อว่าเลนตีนาเทเรสโกวา



สถานอวกาศโซยุสของรัสเซีย

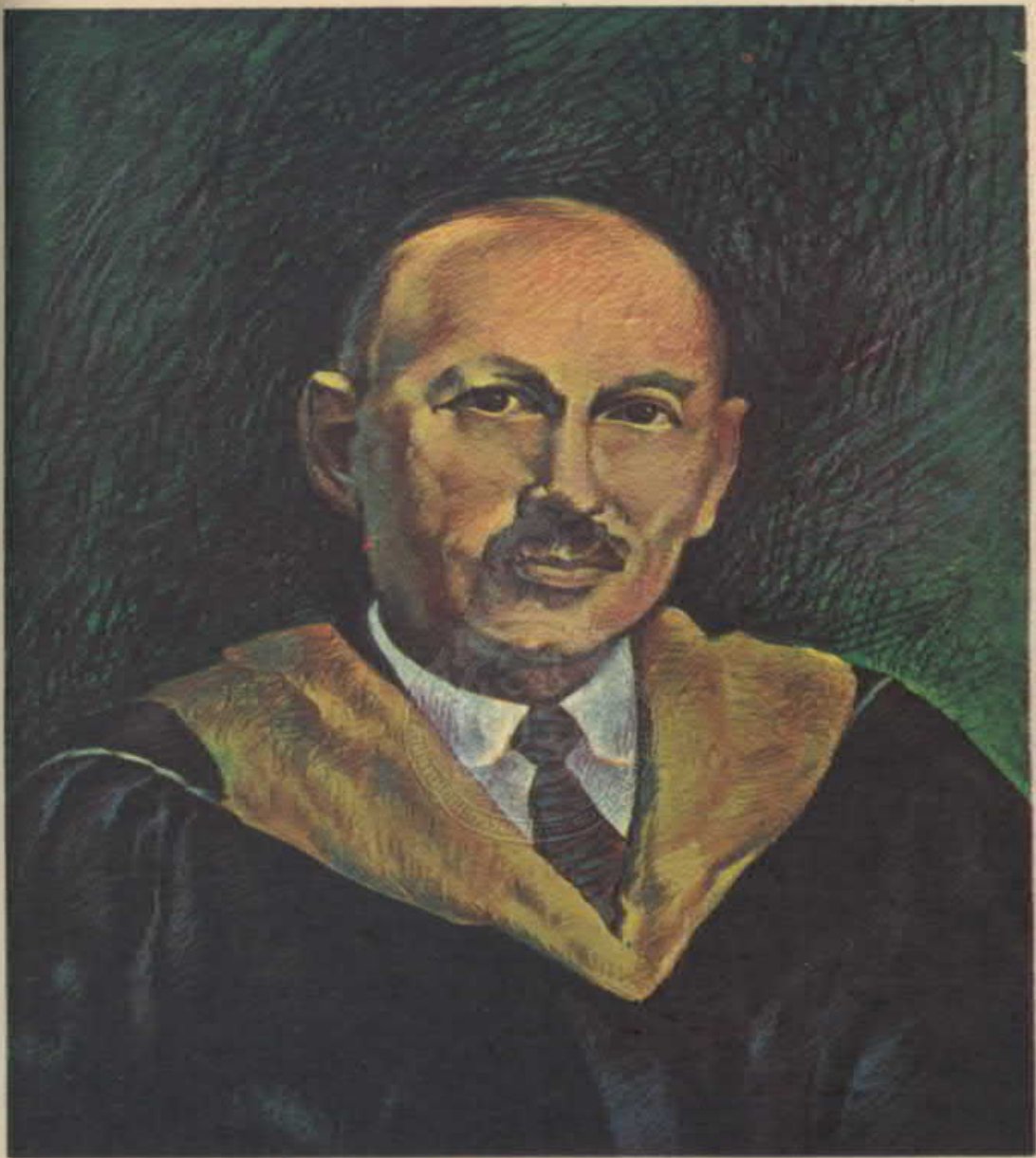
โซยุส ๑ โคจรรอบโลกอัตราเร็ว ๒๓๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง โคมา-
รอนเสียชีวิต ระยะเวลาต่อมาจนถึงปัจจุบันรัสเซียได้พัฒนาด้าน
ยานอวกาศขึ้นมากจนสามารถส่งยาน อวกาศขึ้น ไปปฏิบัติงาน ต่อกับ
ยานอวกาศ ของ สหรัฐอเมริกา และ ร่วม ปฏิบัติงานกันคว่ำและ
ทดลองร่วมกันในอวกาศเพื่อบุกเบิกหาความรู้ต่อไปในด้านอวกาศ

จรวด

จรวด คือพาหนะที่มนุษย์คิดประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้เดินทางแทนบอลูนและเครื่องบินซึ่งไม่สามารถเดินทางในเขตที่ปราศจากอากาศได้ ต้องพึ่งอากาศอยู่เสมอ จรวดไม่จำเป็นต้องใช้อากาศ แต่ใช้เชื้อเพลิงที่บรรจุทุกไปแทนเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ จรวดจึงใช้เดินทางในอวกาศได้ ดังนั้นจึงพอจะสรุปได้ว่า

๑. จรวดสามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกแห่งแม้แต่ในอวกาศ
๒. เครื่องยนต์จรวดมีพลังงานสูง สามารถเอาชนะแรงดึงดูดโลกได้
๓. จรวดสามารถบรรทุกน้ำหนักพิเศษที่นอกเหนือจากเครื่องยนต์และถังเชื้อเพลิงที่มีอยู่แล้วได้

ประวัติจรวดและการพัฒนาการ การศึกษาความก้าวหน้าและประวัติของจรวดนั้น ต่อมาได้ใช้วิวัฒนาการเป็นอาวุธนำวิถีซึ่งเป็นยานชนิดหนึ่ง ใช้เคลื่อนที่เหนือพื้นพิภพโดยไม่มีคนขับตั้งแต่อาศัยเครื่องยนต์กลไกภายใน ในการรับคำสั่งจากคนบังคับ และจะต้องมีความเร็วมากกว่า ๘,๐๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ประวัติความเป็นมาของจรวดนั้นกล่าวกันว่า ได้มีผู้คิดค้นขึ้นใช้ก่อนคริสต์ศักราช ชาวกรีกเป็นผู้ค้นพบคนแรก จากนั้นความรู้ในเรื่องนี้ก็เริ่มแพร่หลายผ่านอาระเบียไปสู่จีน และที่ประเทศจีนเองชาวจีนได้ค้นพบวิธีทำดินดำหรือดินปืนที่ชาวจีนค้นพบมีสูตรคือ นำเอาดินประสิว ถ่าน และกำมะถันมาผสมกัน แต่เดิมชาวจีนนิยมใช้ทำเป็นประทัดเพื่อ



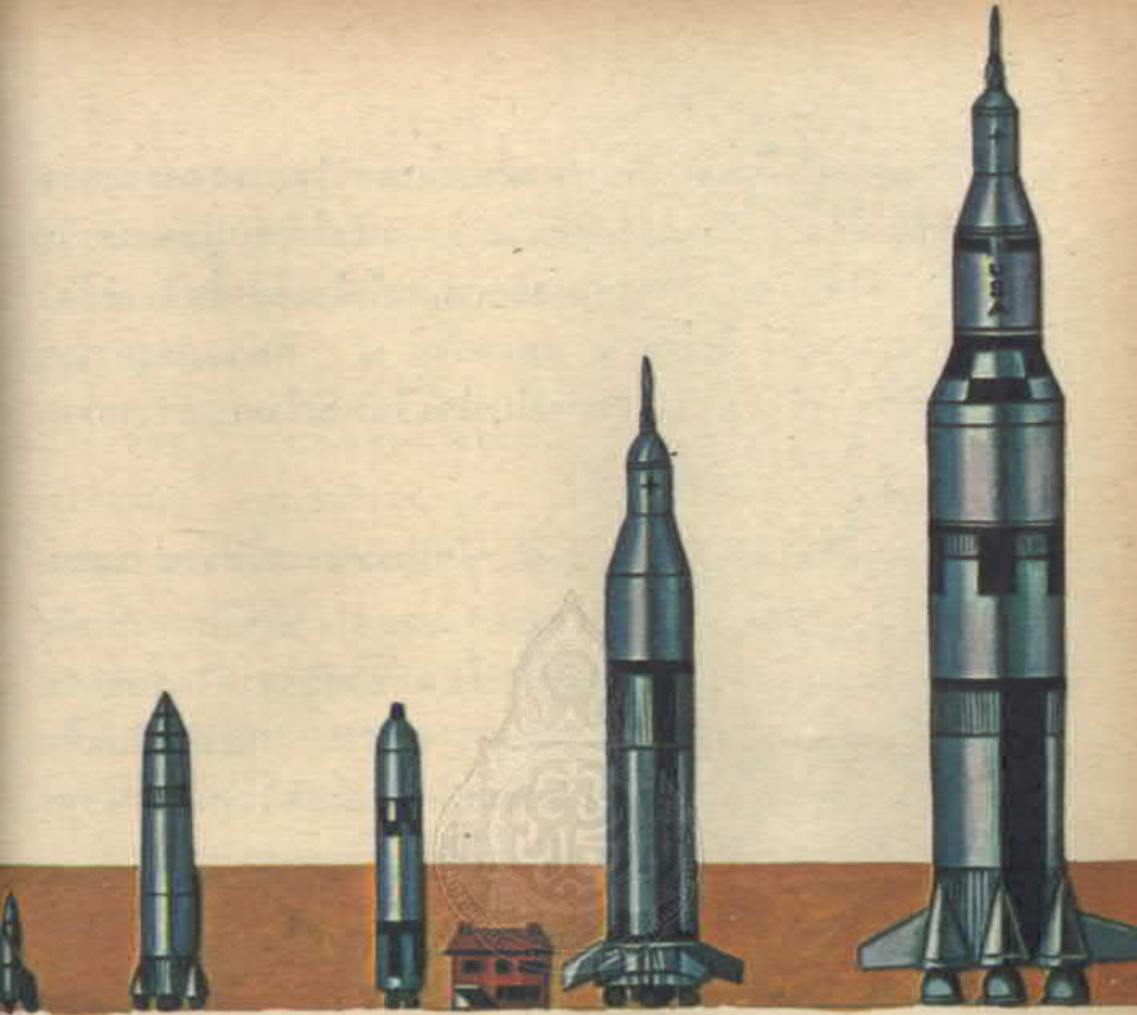
ดร. โรเบิร์ต เอช. กอธการ์ต บัณฑิตแห่งจรวก

ใช้ในงานเทศกาลต่าง ๆ ในบางครั้งเมื่อมันไม่เกิดเสียงดัง ก็จะมี
ไฟพุ่งออกมาทางด้านท้าย และดันประตูดึงให้ไปข้างหน้าอย่าง
เปะปะ แต่ถ้าเอาไม่เสียบท้ายแล้วมันจะพุ่งไปข้างหน้าเกือบเป็น
เส้นตรง จึงนับได้ว่าพาหนะที่จะนำมนุษย์ขึ้นสู่อวกาศได้เกิดขึ้น
แล้วตามประวัติศาสตร์ และจีนเป็นชาติแรกที่ริเริ่มคิดสร้างจรวดใช้
จากนั้นมาร์โคโพลโลก็นำความคิดนี้ไปเผยแพร่ในทวีปยุโรป

ประวัติความเป็นมาของจรวดนั้นอาจจะกล่าวได้ตามลำดับดังนี้
ในปี ๓๕๓ ก่อนคริสต์ศักราช (พ.ศ. ๑๕๐)

อาร์โคตัส เป็นนักคณิตศาสตร์, นักการทหาร และนักการเมืองชาวกรีกได้สร้างยานบินขึ้นหลายแบบ แบบที่มีชื่อที่สุดได้แก่
“นกฟิราบิน” รายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างและเครื่องให้กำลัง
ไม่มีผู้ใดทราบ

อีโร ชาวกรีกแห่งเมืองอเล็กซานเดรีย ได้สร้างเครื่องยนต์
ไอน้ำเครื่องแรก หลายศตวรรษต่อมาเซอร์ไอแซคนิวตันได้อธิบาย
ว่าเครื่องยนต์ไอน้ำที่ใช้หลักการของจรวด คือ เครื่องนี้มีรูปร่างเป็น
หม้อโลหะกลมกลวง มีท่อ ๒ ท่ออยู่ที่พื้นผิวและมีทิศทางตรงกัน
ข้ามกัน ตัวหม้อโลหะตั้งอยู่บนแกนกลวงซึ่งตั้งอยู่บนถังน้ำ เมื่อใส่
ไฟเผาถังน้ำ ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะผ่านแกนกลวงเข้าไปในหม้อโลหะ
แล้วพุ่งออกทางท่อทั้งสอง ทำให้หม้อโลหะหมุนอย่างรวดเร็ว
เครื่องชนิดนี้เรียกกันว่า แอโอลิไพล์ (Acolipile)



จรวดรูปทรงและขนาดต่าง ๆ กัน

พ.ศ. ๑๒๑๖

ในการสงครามระหว่างชาวซาราเซนและชาวกรีกแห่งจักรวรรดิไบแซนไทน์ กรีกได้นำอาวุธที่เรียกกันว่า ไฟกรีก ออกใช้ ไฟกรีกเป็นส่วนผสมระหว่างสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น ถ่านไม้เบาหรือน้ำตาลรวมกับกำมะถัน และดินประสิว เวลาตั้งรับ ใช้ลูกไฟขว้างลงมาจากกำแพงเมืองเพื่อครอกข้าศึก เวลาเข้าตีใช้

เครื่องตัดเข้าไปในกำแพงเมืองของฝ่ายตั้งรับ ในการสงครามทางเรือใช้ลูกไฟ^๕ยิงออกไปจากปืนหัวเรือ (ถ้าผสมปูนขาวลงไปด้วยจะทำให้ไฟกริกเกิดการไหม้รวดเร็วและได้ผลดียิ่งขึ้น) เครื่องฉีดไฟในสงครามโลกครั้งที่ ๑ และครั้งที่ ๒ ก็ดัดแปลงมาจากไฟกริก^๕ และได้ดัดแปลงไฟกริก^๕มาใช้เป็นหลักในการสร้างจรวด

พ.ศ. ๑๓๘๕

ไฟกริก^๕ได้ใช้อยู่ถึง ๔๐๐ ปี ซึ่งในระหว่างนี้ส่วนผสมและวิธียิงได้เปลี่ยนไปมากมาย ใน พ.ศ. ๑๓๘๕ มาร์คัส เกรคัส (Marcus Graecus) ได้แต่งหนังสือเรื่องเกี่ยวกับจรวดโดยอธิบายไว้ว่า ใช้กำมะถัน ๑ ส่วน ดินประสิว ๖ ส่วน และถ่านไม้แข็ง ๒ ส่วนโดยนำหนัก บดให้ละเอียดผสมกันแล้วอัดไว้ในท่อ เวลาจุดแล้วท่อน^๕จะพุ่งไปในอากาศ ท่อน^๕ถือเป็นจรวดแบบแรก

พ.ศ. ๑๘๓๕

ป็นชาวจีนซึ่งทำการรบเพื่อป้องกันมณฑลโฮนาน ได้ทำจรวดออกใช้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากจรวดนั้นมีสภาพเป็นวัตถุ^๕เชื้อเพลิง จึงได้ใช้ในการเผาเสบียงอาหาร และทำให้ข้าศึกเกิดอลหม่านขึ้น จรวดแบบ^๕ชาวจีนได้ดัดแปลงจากสรไฟ

พ.ศ. ๑๕๖๓

โธแวน เดอ ฟอนตานา (Joannes der Fontana) ได้ประดิษฐ์อาวุธที่ขับเคลื่อนด้วยจรวด^๕ขึ้นหลายแบบ มีรูปร่างเหมือนมังกร ปลา และสัตว์ทะเลต่าง ๆ จรวดเหล่านี้^๕ใช้ในสงครามทางบก และมี

ความมุ่งหมายในการทำลายแนวทหารม้าหรือทหารราบที่เคลื่อนที่เข้ามา ฟอนทานาได้เขียนแบบแปลนทิ้งไว้เป็นจำนวนมาก บางแบบก็ได้สร้างและนำออกใช้ประโยชน์แล้ว

พ.ศ. ๒๐๔๓

วังชู ซึ่งเป็นขุนนางจีนชั้นผู้ใหญ่ต้องการจะทดลองแรงยกของจรวด เขาเอาจรวด ๔๗ ดอกมามัดติดกับเก้าอี้ที่สร้างเป็นพิเศษ และมีว่าขนาดยักษ์ผูกติดกับเก้าอี้^๕อีก ๒ ตัว เขาขึ้นไปนั่งบนเก้าอี้^๕และให้บริวาร ๔๗ คนจุดจรวดชนทันที ทั้งวังชูและบริวารจึงเสียชีวิตไปพร้อมกัน แต่บางคนกล่าวว่าหลังจากเกิดเสียงระเบิดแล้ว เมื่อควันระเบิดจางลงไม่มีใครเห็นวังชูอีกเลย บางคนเชื่อว่าวังชูได้เดินทางไปสู่ดวงจันทร์แล้ว

พ.ศ. ๒๐๕๓

นิตยสารทางการทหารหลายฉบับได้ลงข่าวเกี่ยวกับจรวดชนิดที่มีร่มประกอบ

พ.ศ. ๒๒๐๑

ไฟร์ตริช ไกลเลอร์ (Friedrich Geisler) ได้ทดลองปล่อยจรวดหนัก ๑๕๒ กิโลกรัม และมีลูกระเบิดขนาดหนักผูกติดไปด้วยแต่ไม่ได้ผล

พ.ศ. ๒๒๒๐

เซอร์ไอแซค นิวตัน (Sir Issac Newton) ได้ตั้งกฎแห่งการเคลื่อนที่ขึ้น ในกฎข้อ ๓ ของเขากล่าวว่าแรงกิริยา (Action)

จะเท่ากับแรงปฏิกิริยา (Reaction) เสมอและมีทิศทางตรงกันข้าม
 หลักการนี้ได้ใช้เป็นหลักในการทำจรวดได้ ซึ่งก่อนหน้านั้นไม่มีใคร
 ทราบความลับเกี่ยวกับแรงขับของจรวดเลย นิวตันได้สร้างรถที่ขับ
 เคลื่อนด้วยไอน้ำขึ้น เพื่อพิสูจน์หลักการดังกล่าว ตัวหม้อน้ำมีรูปร่าง
 เหมือนหม้อก๋ล้นของนักเคมี หันปากไปทางท้ายรถ รถนี้สามารถ
 เปลี่ยนความเร็วได้โดยเพิ่มหรือลดขนาดของรูที่ไอน้ำพุ่งออก

พ.ศ. ๒๓๒๓—๒๓๖๓

กองทัพอังกฤษเริ่มรู้จักจรวด เมื่อได้ทำการรบกับชนเผ่าหนึ่งใน
 อินเดียซึ่งมี ไฮเดอร์ อาลี เป็นผู้นำ พวกเขพบได้ใช้จรวดยิง
 ขบวนทหารม้าและทหารราบของอังกฤษ ชาวอังกฤษคนแรกที่เชื่อ
 เรื่องประโยชน์ของจรวดคือ พันตรีเซอร์วิลเลียม คอนกรัฟ
 (Sir William Congreve) เพราะในระหว่างที่ประจำการอยู่ใน
 อินเดีย เขาเคยเห็นการสร้างและการทำงานของอาวุธของชาว
 อินเดียมาแล้ว คอนกรัฟได้ค้นคว้าจรวดแบบต่าง ๆ อยู่ ๑ ปี และ
 ได้ออกแบบสร้างจรวดซึ่งมีระยะยิง ๒,๗๐๐ เมตร ตอนท้ายของ
 จรวดเป็นแผ่นโลหะและเจาะรูไว้ ๕ รู ตรงกลางทำเกลียว
 ไว้สำหรับต่อหางอีก ๔ รู เป็นช่องสำหรับก๊าซออก หัวจรวดบรรจุ
 ลูกและมีดินระเบิดหรือวัตถุเพลิง และระเบิดได้โดยการกระแทก
 หรือใช้ชนวน น้ำหนักของจรวดมีต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ ๒—๑๖
 กิโลกรัม เวลายิง ๆ จากแท่นไม้หรือขาหยั่ง ในระหว่างสงคราม
 นโปเลียนได้ใช้จรวดนี้ทั้งทางบกและทะเล ทางทะเลใช้ยิงจากเรือ
 ซึ่งสร้างเป็นพิเศษ ใน พ.ศ. ๒๓๔๘ เมืองบูโลญญถูกโจมตีด้วย

จรวดทำให้เมืองบางส่วนและคลังอาวุธ ของทหารเรือ ถูกทำลาย
 พ.ศ. ๒๓๕๐ กองทัพเรืออังกฤษโจมตีโคเปนเฮเกนด้วยจรวด
 ๒,๕๐๐ ลูก ทำให้เมืองไหม้พินาส ในสมัยนั้นโลกตะวันตกต่าง
 ก็กลัว “โรคจรวด” ไปตาม ๆ กัน พ.ศ. ๒๓๕๓ กองทัพอังกฤษ
 ฝรั่งเศส ปรุสเซีย รัสเซีย ฮอลแลนด์ สวีต กรีก สเปน
 ซาตินเนีย ออสเตรีย อิตาลี ซิชิลี ต่างจัดตั้งหน่วยจรวดหรือห้อง
 ทดสอบ ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับจรวด ภายหลัง พ.ศ. ๒๓๕๕
 จรวดจึงเป็นอาวุธสำคัญที่ปรากฏในการรบครั้งใหญ่ ๆ ทุกครั้งใน
 สงครามนโปเลียน ในเวลานั้นอเมริกาได้เห็นอำนาจของจรวด
 คอนกรีตเหมือนกัน พ.ศ. ๒๓๕๗ อังกฤษยกพล ๔,๕๐๐ คน
 ขึ้นบกแล้วยกทัพสู่กรุงวอชิงตัน ดี.ซี. ทำให้อังกฤษสามารถเผา
 ทำเนียบขาวได้ ประธานาธิบดีเมดิสันต้องหลบหนี จรวดแสงสีแดง
 ที่ฟรานซิส สกอตต์ คีย์ เห็นและประพันธ์ไว้ในเพลงชาติอเมริกัน
 นั้นคืออำนาจจรวด

พ.ศ. ๒๓๘๕

วิลเลียม เฮล นักประดิษฐ์ชาวอเมริกันได้สร้างจรวดชนิดที่
 มีอาการทรงตัว ด้วยการหมุนขึ้น การหมุนเกิดขึ้นโดยติดแฉก ๓
 แฉกไว้ที่รูที่ท้ายพุ่งออก แต่การประดิษฐ์ของเฮลไม่มีใครสนใจ
 ดังนั้นอเมริกาจึงไม่ได้ใช้จรวดในการสงคราม ตั้งแต่นั้นมาคนหันไป
 ใช้อาวุธปืนเพราะเที่ยงตรงกว่าและไวใจได้ แต่การทดลองเกี่ยว
 กับจรวดก็ยังดำเนินต่อไป

พ.ศ. ๒๔๔๖

ไม่มีใครคิดที่จะใช้จรวดเดินทางนอกโลกอย่างจริงจัง ต่อมา
ได้มีครูชาวรัสเซียผู้หนึ่งชื่อ **คอนสแตนติน ไชออลคอฟสกี**
(Konstantin Tsiolkovsky) ได้อธิบายถึงการเดินทางไปอวกาศโดย
ใช้จรวดเป็นพาหนะ นิยายของจูลส์ เวิร์น เป็นเหตุให้เขาสนใจ
เขาเป็นคนแรกที่คิดถึงวิธีทำจรวดโดยอาศัยเชื้อเพลิงเหลวเพราะมี
ปฏิกิริยาแรงกว่า และเชื้อเพลิงเหลวที่เขาคิดว่าดีคือ น้ำมันก๊าด
และเขาได้เสนอให้ใช้ไฮโดรเจนเหลวและออกซิเจนเหลวอีกด้วย
เขาคำนวณความเร็วของจรวดที่ใช้กับเชื้อเพลิงและวิเคราะห์ค่าที่ได้
จากการใช้จรวดหลาย ๆ ท่อน ซึ่งเขาเรียกว่า “ขบวนจรวด”
เขาได้หมายเหตไว้ว่า เมื่อเชื้อเพลิงของแต่ละท่อนหมดแล้วจะต้อง
สลัดทิ้งเพื่อลดน้ำหนักลง ปัจจุบันได้นำความคิดนี้มาใช้ในการบุก
เบิกอวกาศด้วย แต่น่าเสียดายที่เขาเป็นนักทฤษฎี หาได้เป็นนัก
ปฏิบัติไม่ และความคิดของเขาก็นำมาใช้ไม่ได้ เพราะจรวดใน
ในสมัยนั้นยังไม่มีประสิทธิภาพพอ แต่อย่างไรก็ดีเขาก็ได้ชื่อว่า
เป็นบุคคลสำคัญในการบุกเบิกอวกาศ

พ.ศ. ๒๔๕๒

ดร. กอดดาร์ด ได้เริ่มต้นค้นคว้าเกี่ยวกับจรวดตามทฤษฎีของ
เขา และต่อมาได้กลายเป็นนักจรวดที่ก้าวหน้าที่สุดของโลก การที่
เขาค้นคว้าเกี่ยวกับจรวด ก็เพราะเขามีความเห็นว่ถ้าใช้จรวดจะได้
ผลดีกว่าบัลลูนในการรวบรวมหาสถิติของอากาศ และใฝ่ฝันที่จะ
สร้างจรวดไปยังดวงจันทร์ให้ได้

พ.ศ. ๒๔๕๓

ดร. กอดดาร์ด- สามารถประดิษฐ์จรวดขึ้นและได้จดทะเบียนไว้กับรัฐบาลสหรัฐอเมริกาเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ ๗ กรกฎาคม

พ.ศ. ๒๔๕๓

พ.ศ. ๒๔๕๕

ดร. กอดดาร์ด ได้รับทุนจากมูลนิธิสมิทโซเนียนในกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับจรวด ดร. กอดดาร์ด ค้นพบว่าจรวดที่ใช้เชื้อเพลิงแข็งไม่เหมาะ จึงเริ่มค้นคว้าหาทางที่จะใช้เชื้อเพลิงเหลวแทน

พ.ศ. ๒๔๖๕

การเดินทางไปอวกาศพอจะมีต้นทุนบ้าง เมื่อ ดร. โรเบิร์ต กอดดาร์ด สามารถประดิษฐ์จรวดซึ่งใช้เชื้อเพลิงเหลว คือใช้น้ำมันและออกซิเจนเหลวผสมกัน จรวดนั้นเป็นจรวดลำแรกของโลกที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นของเหลว และในวันที่ ๑๖ มีนาคม เขาได้ทดลองยิงจรวดที่เมืองออเบอร์น มลรัฐแมสซาชูเซตส์ ปรากฏว่าจรวดของเขาขึ้นไปได้สูง ๖๖ เมตร ในเวลา ๒๑ วินาที ตกห่างจากฐานยิง ๕๕.๒ เมตร มีอัตราความเร็วเฉลี่ย ๙๖ กิโลเมตรต่อชั่วโมง จรวดลำนี้เขาให้ชื่อว่าเนล (Nell) นับเป็นจรวดที่หันไปสร้างตามความคิดของไข่ออลคอฟสกี

พ.ศ. ๒๔๗๓

จากการทดลองของ ดร. กอดดาร์ด ทำให้ชาร์ลส์ ลินเบอร์ก แดเนียล และแฮร์รี กูเกินไฮม์ ช่วยสนับสนุนเขาในการประดิษฐ์จรวดต่อไป

พ.ศ. ๒๔๓๓-๒๔๘๐

ดร. กอดดาร์ด สร้างหอคอยขึ้นใกล้ ๆ เมืองโรสเวลล์ ในรัฐนิวเม็กซิโก แล้วนำจรวดที่เขาผลิตขึ้นมาตั้งบนหอคอยซึ่งใช้เป็นฐานยิงจรวด จรวดที่เขาประดิษฐ์ขึ้นมีความยาว ๕ เมตร ปรากฏว่าการยิงครั้งนั้นสูงกว่า ๒,๔๐๐ เมตร

ดร. กอดดาร์ด สร้างจรวดลำแรกที่มีเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของจรวดให้พุ่งไปตามทิศทางที่ต้องการ จรวดลำนี้วิ่งด้วยความเร็ว ๑,๑๒๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไปได้ไกลกว่า ๒ กิโลเมตร จรวดมีความยาว ๕ เมตร มีร่มชูชีพติดอยู่ที่ตอนหัว เพื่อให้จรวดตกลงสู่พื้นดินด้วยความปลอดภัย

พ.ศ. ๒๔๘๒

ผลงานชิ้นสุดท้ายของ ดร. กอดดาร์ดคือ จรวดที่มีความยาว ๗ เมตร มีร่มชูชีพติดและใช้ระบบการอัดฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องยนต์ด้วยเครื่องปั๊มพิเศษเป็นเครื่องแรก และยังใช้ระบบการควบคุมการทรงตัวของจรวดด้วยเครื่องนำวิถีอัตโนมัติ

หลักการยิงจรวดของกอดดาร์ดโดยวิธียิงจรวดบนฐาน โดยอาศัยแรงขับเคลื่อนของเชื้อเพลิงและส่วนประกอบของจรวดได้ใช้เป็นหลักต่อมา และได้นำไปดัดแปลงให้เหมาะสมมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนร่มชูชีพก็ได้นำมาใช้ในวงการจรวด เพื่อพยุหมีให้ส่วนใดของจรวดที่คิดหลุดร่วงลงมาสู่พื้นโลกได้รับความเสียหาย

จากการทดลองต่างๆ ของกอดดาร์ด มีชาวเยอรมันที่สนใจได้
สร้างจรวดขึ้นหลายลำ ใน พ.ศ. ๒๔๗๕-๒๔๗๖ รัฐบาลนาซี
ของเยอรมัน ได้คอยกระตุ้นการสร้างจรวดเพื่อนำความเป็นเจ้าโลก
เข้าสู่เยอรมัน และ ผู้ที่สร้างจรวดได้ดีและมีชื่อเสียงมากก็คือ
เฮอermann โอบีร์ต

สงครามโลกครั้งที่ ๒ พ.ศ. ๒๔๘๒-๒๔๘๘

อเมริกาได้ลงมือสร้างจรวดอย่างได้ผลดีตอนปลาย พ.ศ.
๒๔๘๖ ก็สร้าง บาลิสติก ซึ่งทหารคนเดียวก็สามารถยิงได้ ตอน
ปลายสงครามกองทัพเรืออเมริกาได้ใช้เงินไปถึง ๑๐๐ ล้านดอลลาร์
ต่อเดือน เพื่อสร้างจรวด ขณะเดียวกันรัสเซียได้สร้างจรวดซอ
กาตูลาป้องกันเมืองเลนินกราด ญี่ปุ่นสร้างจรวดซอ บากา บรรจุ
ดินระเบิดหนักถึง ๑,๐๐๐ กิโลกรัม แล้วใส่เครื่องบินไปชนใกล้ที่
หมาย แล้วจึงปล่อยให้วิ่งเข้าสู่เป้าหมายโดยมีคนขับติดไปด้วย เยอรมัน
เป็นประเทศแรกที่ใช้อาวุธนำวิถีหรือจรวดประเภทพื้นดินสู่พื้นดินใน
การรบได้ผลดี ใน พ.ศ. ๒๔๘๐ เยอรมันได้สร้างศูนย์กลางการ
ค้นคว้าอาวุธนำวิถีขึ้นที่ผิงทะเลบอลติก ณ ศูนย์แห่งนี้เยอรมันได้
สร้างและทดลองอาวุธนำวิถีกว่า ๒๐ แบบ

ใน พ.ศ. ๒๔๘๗ เครื่องบินของพันธมิตรไปโจมตีเมือง
อุตสาหกรรมในเยอรมันได้รับผลเสียหายเป็นอันมาก เพื่อเป็นการ
กล่อมขวัญและเรียกขวัญประชาชน ผู้นำเยอรมันจึงได้ประกาศใช้
จรวดวี-๑ ยาว ๗.๕๐ เมตร บรรทุกดินระเบิด ๑ ตัน ขับเคลื่อน

ด้วยไอพ่นแบบพัลส์เจต (Pulse Jet) ซึ่งปอล สมิทซ์ วิศวกรชาว
 มิวนิคเป็นผู้ออกแบบ ชาวอังกฤษเรียกจรวดวี-๑ ว่าบ๊อบบอมบี้
 (Buzz Bomb) เพราะว่าสามารถได้ยินเสียงเครื่องยนต์ดังมาก่อนที่
 จะระเบิดเป็นเวลานาน ระยะยิงของวี-๑ ประมาณ ๒๔๐ กิโลเมตร
 มีความเร็ว ๕๗๖ กิโลเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากจรวดวี-๑ มีความ
 เร็วต่ำมาก จึงถูกเครื่องบินขับไล่ของฝ่ายป้องกันยิงตกเป็นจำนวน
 มาก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเสร็จสงครามแล้วปรากฏว่าวี-๑ ได้ฆ่า
 ชาวอังกฤษเสียเป็นจำนวนพัน ๆ คนเหมือนกัน วี-๑ นั้นบังคับด้วย
 เข็มทิศแม่เหล็กและลานนาฬิกา กล่าวคือ เมื่อวี-๑ บินไปในระยะ
 ที่ได้ตั้งไว้แล้ว ลานนาฬิกาจะทำหน้าที่บังคับแพนหางให้ปักหัวลง
 สู่เป้าหมาย

เมื่อ ๘ กันยายน พ.ศ. ๒๔๘๗ เยอรมันได้เริ่มนำจรวดวี-๒
 ซึ่งมีภัยร้ายแรงกว่าวี-๑ ออกใช้ จรวดนี้แคนท์ เวอเนอร์ ฟอน
 บราวน์ ซึ่งเป็นศิษย์ของเฮร์มาน โอเบิร์ต (ซึ่งต่อมาอพยพไป
 อยู่สหรัฐอเมริกาเมื่อสงครามสงบ และทำงานเป็นผู้แนะนำทาง
 เทคนิคให้แก่กองทัพบกอเมริกา) เป็นผู้ควบคุมการสร้างจรวดวี-๒
 มีรูปร่างเหมือนลูกกระสุนปืนใหญ่ ขนาดยักษ์ ไม่มีปีก มีความยาว
 ๑๖.๘๐ เมตร ตอนหางมีแฉกเหมือนลูกศร ๔ แฉก บรรจุดิน
 ระเบิดกว่า ๑ ตัน วี-๒ คงเป็นจรวดชนิดที่ต้องตั้งระยะยิงไว้ก่อน
 เช่นเดียวกับวี-๑ แต่เครื่องกลไกสลับซับซ้อนกว่า มีชิ้นส่วนถึง
 ๓๐,๐๐๐ ชิ้น วี-๒ บังคับด้วยนักบินกลและมีสมองอิลเลคโทรนิค

ทำหน้าที่ปิดเครื่องยนต์ในเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้จรวดพุ่งลงสู่ที่หมาย
ความเร็วสูงสุดกว่า ๕,๗๖๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง สูงกว่าความเร็ว
เสียงหลายเท่า ดังนั้นจึงไม่มีใครได้ยินเสียงเลย

เมื่อสงครามสงบลงปรากฏว่า เยอรมันกำลังสร้างอาวุธนำวิถี
ชนิดใหม่ ซึ่งมีแผนการโจมตีสหรัฐอเมริกาจากยุโรป แผนการนี้
จำเป็นต้องใช้จรวดใหญ่มาก สามารถพุ่งสูงถึง ๒๔๐ กิโลเมตร พอ
ถึงระยะแล้วจรวดใหญ่ยังจรวดเล็กออกไป

ในอเมริกาก็มีการทดลองอาวุธนำวิถีของกองทัพอากาศเหมือนกัน เช่น แอซอน (Azon) เป็นประเภทอากาศสู่พื้นดิน แอซอน
มีลักษณะคล้ายลูกกระเบิดหนัก ๔๐๐ กิโลกรัม พนักงานวิทยุใน
เครื่องบินทิ้งระเบิดจะเป็นผู้บังคับ ท่อนหางของจรวดมีเครื่องบังคับ
ทิศทาง แบตเตอรี่และเครื่องวิทยุ ใน พ.ศ. ๒๔๘๗ อเมริกาได้ใช้
ทำลายประตูนํ้าและสะพานในเยอรมัน อาวุธนำวิถีอีกประเภทของ
กองทัพเรืออเมริกาคือคางคาว (Bat) เป็นประเภทอากาศสู่พื้นนํ้า
นำออกใช้ พ.ศ. ๒๔๘๘ ทำลายเรือรบญี่ปุ่นได้ ๒๔ ลำ

หลังสงครามแล้ว การค้นคว้าเกี่ยวกับจรวดยังดำเนินต่อไป
กระทรวงกลาโหมอเมริกาได้ให้กองทัพบกเรือและอากาศดำเนินการ
กองทัพเหล่านี้จะส่งปัญหาไปให้หอค้นคว้าของรัฐบาล องค์การ
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย บริษัทสร้างอากาศยาน และอื่น ๆ มี
การดัดแปลงการขับเคลื่อน การบังคับ เรดาร์ อิเล็กทรอนิกส์และ
อื่น ๆ

ขณะที่กำลังพัฒนาจรวดอยู่นี้ ก็มีการพัฒนาอาวุธนำวิถีซึ่งอาศัยจรวดเป็นส่วนประกอบสำคัญไปด้วย อาวุธนำวิถีนี้ใช้ในการป้องกันประเทศและในการสงคราม ของอเมริกามี ๔ แบบ คือ เรดสโตน (Redstone) ลาครอส (Lacrosse) คอปอแรล (Corporal) และฮอนเนสจอห์น (Honest John) ทั้ง ๔ แบบนี้ใช้เป็นจรวดที่ยิงจากอากาศสู่อวกาศ สามารถติดหัวรบปรมาณูได้ นอกจากนี้ยังมีอาวุธนำวิถีชื่อ ฟอลคอน และไนท์

ส่วนการพัฒนาจรวดเพื่อประโยชน์แก่โลกนี้ ส่วนมากหนักไปทางสำรวจอวกาศ ดังที่บิดาแห่งการบุกเบิกอวกาศคือ ไซม่อน คอฟสกี ดร. กอดดาร์ด และเฮร์มาน โรเบิร์ต ได้ใฝ่ฝันที่จะนำจรวดไปใช้ส่งยานอวกาศหรือดาวเทียมไปในอวกาศ เพื่อสำรวจสิ่งต่าง ๆ ในอวกาศ ตลอดจนดวงจันทร์บริวารของโลก

การบุกเบิกอวกาศของสหรัฐแบ่งเป็น ๓ โครงการ คือ โครงการเมอร์คิวรี โครงการเยมินี โครงการอพอลโล (โครงการล่าสุดคือ โครงการสกายแล็บ) ซึ่งแต่ละโครงการได้เปลี่ยนแปลงจรวดอยู่เสมอ และในที่สุดก็ใช้จรวดแซทเทิร์น ๕ เป็นพาหนะนำยานอวกาศและมนุษย์อวกาศ ๓ คนไปสู่ดวงจันทร์เป็นผลสำเร็จ และเป็นครั้งแรกของโลกในวันที่ ๒๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๒

และต่อจากนั้นก็มีการส่งมนุษย์ไปลงดวงจันทร์อีก เพื่อศึกษาและ
ค้นคว้าเกี่ยวกับดวงจันทร์ให้ละเอียด

ตั้งแต่ประทัดจนกระทั่งถึงจรวดที่มีขนาดใหญ่ จะเห็นได้ว่า
มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในสิ่งที่ทำไม่ได้ให้ทำได้อยู่เสมอ
ในปีต่อ ๆ ไปมนุษย์อาจจะใช้จรวดส่งยานอวกาศถึงดาวดวงอื่น ๆ
ได้ และ อาจจะ มีการ ดัดแปลง จรวด ให้เจริญ รุดหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป
ดังที่บิดาแห่งการบุกเบิกอวกาศทั้ง ๓ ท่านได้หวังไว้ว่า “จรวดจะ
เป็นสิ่งที่พามนุษย์ท่องเที่ยวไปยังดาวดวงอื่น ๆ ได้”



จรวด-การส่งยานอวกาศ

จรวด ในเรื่องเกี่ยวกับจรวด ส่วนประกอบต่าง ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น เครื่องยนต์ก็ต้องมีกำลังมากขึ้น ใหญ่ขึ้น และ ต้องใช้เชื้อเพลิงมากขึ้น ดังนั้นขนาดของจรวดที่ส่งยานอวกาศและดาวเทียมจึงมีตั้งแต่ขนาดเล็ก ๆ สำหรับบรรจุเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปจนถึงขนาดที่พาคนไปด้วยได้ จรวดที่จะกล่าวถึงนี้จะเป็นจรวดที่สำคัญ ๆ ซึ่งใช้เกี่ยวกับการส่งยานอวกาศและดาวเทียม มีเรื่องดังต่อไปนี้

จรวด “สเกาท” (Scout) เป็นจรวด ๔ ตอน สูง ๒๐ เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง ๕๕ เซนติเมตร ไม่นับครีป ใช้เชื้อเพลิงแข็ง จรวดขับเคลื่อนให้แรงผลักดัน ๓๔,๔๐๐ กิโลกรัม ตอนที่ ๒ ให้แรงผลักดัน ๑๒๘,๐๐๐ กิโลกรัม ตอนที่ ๓ ให้แรงผลักดัน ๑,๒๐๐ กิโลกรัม น้ำหนักหัวจรวดที่พาขึ้นไปโคจรใกล้โลกที่สุดได้ ๑๐๐ กิโลกรัม จรวดนี้ใช้พาดาวเทียมบรรจุเครื่องมือวิทยาศาสตร์เล็ก ๆ ไปโคจรรอบโลก

จรวด “เดลตา” (Delta) เป็นจรวด ๓ ตอน สูง ๒๗ เมตร ใช้เชื้อเพลิงเหลวและแข็ง น้ำหนักหัวจรวดพาไปโคจรรอบโลกได้มากกว่า ๓๐๐ กิโลกรัม ถ้าพาไปพ้นแรงดึงดูดของโลกจะได้ ๕๒ กิโลกรัม จรวดนี้ใช้นำดาวเทียมที่บรรจุเครื่องมือวิทยาศาสตร์

อุตุนิยมวิทยา และเครื่องมือในการสื่อสาร จรวดนี้ใช้น้ำมันเหลว
เอคโค รีเลย์ เทลสตาร์ ดีโรส ซินคอม และเอ็กซ์พลอเรอร์

จรวดธอร์-อภินา (Thor-Agena) เป็นจรวด ๒ ตอน ใช้
เชื้อเพลิงเหลว จรวดนี้เป็นตัวนำดาวเทียมต่าง ๆ ขึ้นไปโคจรรอบ
โลก

ขีปนาวุธแอตลาส (Atlas) เป็นจรวดแบบตอนครึ่ง ใช้เชื้อเพลิง
เหลว เป็นขีปนาวุธลำแรกของกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา และ
ใช้นำยานอวกาศเมอร์คิวรีซึ่งพามนุษย์อวกาศเก็นนีย์ คาร์เพนเตอร์
เชอร์รา และคูเปอร์ ขึ้นไปโคจรรอบโลก นอกนั้นยังนำดาวเทียม
สกอร์ (Score) ซึ่งบรรจุเครื่องมือสื่อสารเป็นดวงแรกไปโคจรรอบ
โลก จรวดแอตลาสที่ใช้มีหลายแบบ เช่น แอตลาส ๖, ๔, ๘, ๕

จรวดเรตสโตน เป็นจรวดที่ดัดแปลงมาจากจรวด วี-๒ ของ
เยอรมัน แต่มีพลังสูงกว่าและมีประสิทธิภาพดีกว่า จรวดนี้ใช้เป็น
จรวดขับเคลื่อน สำหรับจรวดชื่อ จูบิเตอร์ ซึ่งส่งดาวเทียมดวงแรกของ
อเมริกาชื่อ “เอกซพลอเรอร์ ๑” (Explorer 1) โคจรรอบโลก

จรวดแอตลาส-อภินา (Atlas-Agena) เป็นจรวดตอนครึ่ง
ใช้เชื้อเพลิงเหลว ใช้ส่งยานอวกาศเรนเจอร์ (Ranger) และ
มาริเนอร์ (Mariner) ขึ้นไปโคจร

จรวดไทตัน-๒ (Titan-2) เป็นจรวด ๒ ตอน ใช้เชื้อเพลิง
เหลว ใช้ส่งขีปนาวุธข้ามทวีปของกองทัพอากาศสหรัฐ และส่งยาน

๑๐๘

อวกาศเจมินี ซึ่งนำมนุษย์อวกาศ
สองคนขึ้นไปโคจรรอบโลก

จรวดโตตัน-๓ (Titan-3)

เป็นจรวด ๔ ตอน ใช้เชื้อเพลิง
เหลวและแข็ง

จรวดเซ็นทอร์ (Centaur)

เป็นจรวด ๒ ตอนครึ่ง ใช้เชื้อ-
เพลิงเหลว ใช้สำหรับส่งดาว-
เทียมที่มีน้ำหนักมากไปโคจรรอบ
โลก และส่งยานอวกาศไปดวง
จันทร์และดาวดวงอื่น

จรวดแซทเทิร์น - ๑

(Saturn-1) เป็นจรวด ๒ ตอน
ใช้เชื้อเพลิงเหลว สร้างเพื่อส่ง
ยานอวกาศลำใหญ่ ไปโคจรใกล้
โลก

จรวดแซทเทิร์น - ๒

(Saturn-2) เป็นจรวด ๒ ตอน
ใช้เชื้อเพลิงเหลว สร้างเพื่อ
พายานอวกาศอพอลโลพร้อม
ด้วยยานลงจอดบนดวงจันทร์

จรวดแซทเทิร์น



จรวดแซทเทิร์น-๕ (Saturn-5) เป็นจรวด ๓ ตอนใช้

เชื้อเพลิงเหลว สร้างเพื่อนำยานอวกาศอพอลโลซึ่งบังคับด้วยคน ไปยังดวงจันทร์

หลักการเคลื่อนที่ของจรวด

เซอร์ไอแซค นิวตัน (Sir Issac Newton) ชาวอังกฤษเป็น คนแรกที่คิดกฎเพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ ซึ่งนำมาใช้ได้ในการสร้าง จรวดและเครื่องบินไอพ่น โดยหลักการง่าย ๆ ที่ว่า

๑. วัตถุที่อยู่นิ่ง จะอยู่นิ่งนั้นตลอดไป นอกจากมีแรงมา กระทำจึงจะเกิดการเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงที่มากระทำนั้น

๒. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่สม่ำเสมอเช่นนั้นตลอดไป นอกจากมีแรงมากระทำกับวัตถุนั้น ถ้าแรงกระทำน้อยก็ทำให้วัตถุ นั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือเปลี่ยนทิศทางไปบ้าง ถ้าแรงนั้นเท่ากันและมี ทิศทางตรงกันข้าม ก็อาจ ทำให้วัตถุนั้นหยุดนิ่งหรือเปลี่ยน ทิศทาง แล้วแต่ขนาดและปริมาณของแรงที่มากระทำ

๓. ถ้ามีแรงมากระทำกับวัตถุ (Action) ก็จะมีแรงปฏิกิริยา ตอบ (Reaction) ในทิศทางตรงกันข้าม

จรวดจะเคลื่อนที่ไปได้ในอากาศและอวกาศนั้น จะต้องอาศัย แรงขับจากเชื้อเพลิงพุ่งออกทางด้านท้ายของจรวด คือแรงกิริยา (Action) แรงกิริยาจะส่งผลให้เกิดแรงปฏิกิริยา (Reaction) ในทาง ตรงกันข้าม คือการเคลื่อนที่ของจรวดนั่นเอง

เครื่องยนต์จรวดนั้นเปรียบเหมือนท่อเหล็กกล้าที่ปิดหมดทุกทาง นอกจากรูเล็ก ๆ ๒ รู ซึ่งเป็นทางเติมเชื้อเพลิงและก๊าซออกซิเจน เมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้จะเกิดก๊าซ ๆ นี้จะขยายตัว และผลักดัน

ผนังรอบ ๆ ข้างด้วยความดันเท่า ๆ กัน ความดันภายในเพิ่มสูงมาก จนกระทั่งถ้าไม่มีทางออกจะระเบิด แต่ก่อนที่ท่อเหล็กจะระเบิด ด้านตรงข้ามกับเชื้อเพลิงเข้าก็เปิดอย่าง กระทั่งหัน แก๊สร้อน จะพุ่ง ออกและดันท่อให้เคลื่อนไปในทิศทางตรงข้าม ซึ่งเป็นไปตามกฎ ของนิวตัน เนื่องจากว่า “แรงผลักดัน” นี้เกิดขึ้นในตัวจรวดและ ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำหรืออากาศเคลื่อนที่ช่วย การเคลื่อนไหวของ พาหนะนั้นจึงสามารถวิ่งไปได้ในอวกาศนอกโลก

เชื้อเพลิงที่ใช้ในจรวด เดิมเราใช้ดินปืน ซึ่งค้นพบโดยชาว จีน เรียกว่า เชื้อเพลิงแข็ง มีพลังขับเคลื่อนไม่มาก แต่มีข้อดีคือไม่ จำเป็นต้อง ขึ้นตรง ๆ ตั้งฉากกับพื้นดินอาจจะ ขึ้นเอียง ได้และมี อันตรายน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดเหลว

ต่อมา ไซ ออลคอฟสกี ได้แนะนำให้ใช้ออกซิเจนเหลวและ ไฮโดรเจนเหลว ซึ่ง ดร. กอดดาร์ด ได้นำไปทดลองและประดิษฐ์ เชื้อเพลิงเหลวได้สำเร็จ จากนั้นก็ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย

ออกซิเจนเหลว คือ การนำก๊าซออกซิเจนที่บริสุทธิ์มีปริมาตร มาก ๆ มากดดันจนกลายเป็นของเหลว ซึ่งมีปริมาตรเพียงนิดเดียว เราเรียกว่า “ลอกซ์” (Lox) เมื่อก๊าซถูกกดดันมาก ๆ อุณหภูมิ จะลดลงมาก ลอกซ์มีอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์ คือ -๑๘๓.๒° เซลเซียส จะต้องเสียค่าใช้จ่ายราคาแพงมากและลำบากในการใช้ ดังนั้นถ้า

ไม่ต้องทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงแล้ว วิศวกรมักจะใช้ตัวออกซิ-
ไดเซอร์ (Oxidiser) ตัวที่ช่วยในการเผาไหม้อย่างอื่น สารประกอบ
เคมีหลายชนิดที่ม้ออกซิเจนผสมอยู่ด้วยเปอร์เซ็นต์สูงมี ๓ อย่าง
คือ ไนโตรเจนเตตรอกไซด์ (Nitrogen Tetroxide) และกรด
ไนตริกเข้มข้นสีขาวและแดง

ไฮโดรเจนเหลว คือ การนำก๊าซไฮโดรเจนซึ่งเป็นก๊าซที่เบา
ที่สุดมาทำให้เหลวที่อุณหภูมิประมาณ -๒๗๒.๘ องศาเซลเซียส
เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเหลวมีใช้ในจรวดเซนทอร์ เชื้อเพลิงต่าง ๆ
ซึ่งเป็นของเหลวในอุณหภูมิปกติ และมีไฮโดรเจนผสมอยู่มากอีก
อย่าง คือ น้ำมันก๊าด (Kerosene) บริษัท จรวดสำคัญของ
อเมริกามักจะใช้ น้ำมันก๊าดผสมกับ ลอกซ์ เป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อน

ส่วนประกอบของจรวด

ส่วนประกอบของจรวดส่วนมากมักจะเอาตามทฤษฎีของไซออล
คอฟสกี นักทฤษฎีชาวรัสเซีย จรวดส่วนใหญ่มักจะแบ่งออกเป็น
๓ ส่วน คือ ท่อนที่ ๑ ท่อนที่ ๒ และท่อนที่ ๓ แต่ละท่อน
บรรจุเครื่องยนต์ และเชื้อเพลิง

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ส่วนยานบังคับการซึ่งแบ่งเป็น ๒ ส่วน
ส่วนหนึ่งเป็นที่บรรจุเครื่องมือ อุปกรณ์ และ นักบิน ยานนี้มักมี
ลักษณะเป็นรูปกรวย ส่วนยานบริการซึ่งต่อกับยานบังคับการบรรจุ

เชื่อเพลิงซึ่งมีรูปทรงเป็นทรงกระบอก จรวดบางลำจะมียานสำรวจดวงจันทร์ ซึ่งเก็บไว้ในลำตัวจรวดระหว่างตอนที่ ๓ และยานบริการ

จรวดประกอบด้วยท่อนเชื่อเพลิงหลายท่อน เพื่อให้มีพลังขับเคลื่อนมาก เมื่อเชื่อเพลิงหมดแล้วก็จะสลัดทิ้งไป เพื่อไม่ให้จรวดนั้นมีน้ำหนักมากเกินไป

จรวดในอนาคต

ในอนาคตวิวัฒนาการของจรวดจะก้าวไปไกลอย่างยิ่ง จรวดที่จะขึ้นนั้นจะเป็นจรวดที่มีกำลังแรงมาก และสามารถพามนุษย์ไปยังดาวพระเคราะห์ดวงอื่น ซึ่งอยู่ไกลกว่าดาวพฤหัสบดี จรวดเหล่านี้จะไม่ใช้เชื่อเพลิงที่เป็นสารประกอบเคมี เพราะไม่มีประสิทธิภาพพอ จรวดแบบใหม่นั้นจะต้องเป็นจรวดแบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานปรมาณู ในที่นี้จะขอก้าวถึงจรวดในอนาคตอันใกล้ ซึ่งจะเป็นจรวดชนิดหนึ่งที่ใหญ่กว่าจรวดแซทเทิร์น ๕ คือ จรวด “โนวา”

จรวดโนวา

จรวดโนวา (NOVA) ถ้าสร้างแบบสองตอน จะใช้ในการนำดาวเทียมขนาดยักษ์ หรือชิ้นส่วนของสถานีอวกาศขึ้นไปประกอบนอกโลก แต่ถ้าสร้างเป็นแบบสามตอนจะใช้ในการเดินทางออกนอกโลก

ภายในอาจบรรจุโรงภาพยนตร์เข้าไปได้อย่างสบาย จรวดที่
กล่าวนั้นไม่ได้เป็นจรวดในความฝัน ในเวลานี้ได้สร้างชิ้นส่วนบางส่วน
แล้ว ต่อไปจรวดนี้จะเป็นอย่างไหน ก็ไม่มีใครทราบได้แน่แต่จะสร้าง
จรวดอย่างแน่นอน

โครงการในอนาคตอีกโครงการหนึ่งคือ โครงการ โรเวอร์
(Rover) เป็นโครงการเกี่ยวกับการสร้างจรวดที่ใช้พลังงานปรมาณู
ภายในตัวจรวดนั้นจะเป็นเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู พลังงานนี้จะถูก
ปล่อยออกมาในรูปของความร้อน ซึ่งให้แรงผลักดันเป็น ๒ เท่า
ของจรวดที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นสารเคมี เครื่องยนต์แบบนี้เคยทดลอง
กับจรวดแซทเทิร์นตอนหัวมาแล้ว

จรวดอีกแบบจะใช้ระบบไฟฟ้านิวเคลียร์ขับเคลื่อนด้วยไอออน
โดยใช้ไฟฟ้าแยกอะตอมเป็นไอออน และอิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งมี
ประจุไฟฟ้าบวกและลบ ดังนั้นจึงใช้แม่เหล็กไฟฟ้าหลาย ๆ อัน
ช่วยเร่งความเร็วของไอออนและอิเล็กตรอนจนมีความเร็วสูงมาก
และให้แรงสูงกว่าจรวดอื่น

นักวิทยาศาสตร์ได้หวังไว้ว่าสักวันหนึ่งเราจะสามารถสร้าง
จรวดไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งเรียกว่า “จรวดโฟตอน” (PHOTON
ROCKET) สามารถให้ความเร็วได้เท่าแสง แต่จรวดนี้ยังเป็นแต่
ทฤษฎีเท่านั้น

ดาวเทียม-ยานอวกาศ-การสำรวจดวงจันทร์

ดาวเทียม คือ ดาวที่นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์ขึ้นส่งไปโคจรรอบโลกภายในวงโคจรของดาวเทียม ดาวเทียมมีหลายลักษณะ คือ ทรงกลม เหลี่ยม ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะ เรียวยาว เนื่องจากดาวเทียมโคจรในที่ที่ไม่มีอากาศหนาแน่นหรืออวกาศ ส่วนมากดาวเทียมมีขนาดกว้าง ๕-๗.๕ เซนติเมตร ใหญ่สุดประมาณ ๖๐-๘๐ เซนติเมตร เมื่อดาวเทียมหมุนเข้าใกล้โลกมันจะหมุนช้าลง

ประวัติดาวเทียมของสหภาพโซเวียต

สปุตนิค ๑ เป็นดาวเทียมดวงแรกที่ขึ้นสู่วงโคจรรอบโลก แม้แต่เพียงคลื่นส่งวิทยุสำหรับส่งสัญญาณบอกตำแหน่งของตน

สปุตนิค ๒ นำเอาสุนัข “ไลกา” ขึ้นสู่อวกาศ แต่ไหม้ในบรรยากาศของโลก

ลูนิค ๒ ส่งไปเมื่อวันที่ ๑๒ กันยายน พ.ศ. ๒๕๐๒ เป็นวัตถุชิ้นแรกที่วิ่งจากโลกไปชนผิวดวงจันทร์

ลูนิค ๓ เป็นยานอวกาศลำแรกที่มีกล้องถ่ายภาพอัตโนมัติ

สปุตนิค ๔ นำสุนัขขึ้นไปด้วย ๒ ตัว และกลับสู่โลกโดยปลอดภัย

สปุตนิค ๖ ขึ้นไปทำการทดลองเกี่ยวกับชีววิทยา



ดาวเทียมวอสตอกของรัสเซีย

ยูริ เอ. กาการิน มนุษย์อวกาศคนแรกของโลก

สัปดาห์ที่ ๕,๑๐ ส่งสัตว์ขึ้นไปปฏิบัติการในอวกาศ มนุษย์
อวกาศคนแรก คือ พันตรียูริ เอ. กาการิน ในยานอวกาศวอสตอก
—๑ ของรัสเซีย

ประเภทของดาวเทียม

๑. ดาวเทียมเพื่อการค้า ใช้ทดสอบการคมนาคมต่าง ๆ
เช่น เออร์รี่เบอร์ต์
๒. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ส่งภาพผิวโลก
๓. ดาวเทียมสำรวจภูมิศาสตร์ เช่น ดาวเทียมโอโก ๑
๔. ดาวเทียมตรวจสอบระบบดาว เช่น เอกซพลอเรอร์-๑๘

๕. ดาวเทียมสำรวจลูกออกกาบาต เช่น แซทเทิร์น—๑
๖. ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก เช่น ดาวเทียมเออทส์
๗. ดาวเทียมเพื่อการศึกษา เช่น ดาวเทียม เอ. ที. เอส.

— เอฟ

ประวัติดาวเทียมขององค์การนาซา

องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติหรือนาซา (NASA) นาซามีกำเนิดในวันที่ ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๐๑ หลังจากดาวเทียมสปุตนิกขึ้นโคจรรอบโลกดวงแรก องค์การนาซาก็ได้ส่งดาวเทียมขึ้นไปบ้าง ได้แก่

พ.ศ. ๒๕๐๑ ไพโอเนียร์—๑ ขึ้นไปเหนือผิวโลก ได้ส่งรายละเอียดเกี่ยวกับรังสีดวงอาทิตย์ สนามแม่เหล็ก อนุภาคลูกออกกาบาตลงมาภาคพื้นดิน

เอกซพลอเรอร์—๑ ได้รับความสำเร็จในการโคจรรอบโลกเป็นครั้งแรกขึ้นไปสู่อวกาศด้วยจรวดจูปีเตอร์—ซี

แวนการ์ด—๑ ขึ้นภายหลังเอกซพลอเรอร์—๑ เพียง ๒ เดือน ใช้แบตเตอรี่พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cells) ใช้พลังงานเกี่ยวกับระบบส่งวิทยุ

พ.ศ. ๒๕๐๒ ดาวเทียมเอกซพลอเรอร์—๖ ขึ้นไปโคจรเป็นรูปไข่รอบโลก ส่งรายงานทดสอบ ๑ รายการ รวมทั้งการส่งภาพโทรทัศน์อย่างหายาบลงมาสู่โลก

พ.ศ. ๒๕๐๓ ไพโอเนียร์—๔ โคจรรอบดวงอาทิตย์
ไพโรส ส่งเพื่ออตุณิยมวิทยาเป็นดวงแรก



ยานอวกาศ มาร์เนอร์

พ.ศ. ๒๕๐๔ ฟรีดอม—๗ ใช้จรวดเรตสโตน—๒ เป็นพาหนะ
ส่งยานอวกาศ

ลิบเบอร์ตีเบลล์—๗ ใช้จรวดเรตสโตน—๔

พ.ศ. ๒๕๐๕ เฟรนด์ชิพ ๑ ขึ้นสู่อวกาศด้วยจรวดมินิมนุษย์ข้อ
จอห์น เกลนนี เป็นดาวเทียมดวงแรกที่มีมนุษย์โคจรรอบโลก

โอโซ—๑ สำรวจทางวิทยาศาสตร์ดวงแรก

มาร์เนอร์—๒ ไปยังดาวศุกร์

พ.ศ. ๒๕๐๖ เฟธ—๓ เป็นครั้งสุดท้ายของการส่งมนุษย์ขึ้นไปตามโครงการเมอคิวรี

ซินคอม—๒ ได้รับผลสำเร็จ เป็นดาวเทียมลอยดวงแรกของสหรัฐอเมริกา

เอกซพลอเรอร์—๑๘ ส่งไปตรวจสอบระบบดาวเทียมโคจรรอบโลกในระดับสูงมาก

พ.ศ. ๒๕๐๗ เรนเจอร์—๗ ได้รับผลสำเร็จในการถ่ายภาพดวงจันทร์ระยะใกล้ ดาวเทียมดวงนี้พุ่งเข้ากระแทกดวงจันทร์

โอโก—๑ สำรวจภูมิศาสตร์

มาร์เนอร์—๔ ส่งไปถ่ายภาพดาวอังคาร

พ.ศ. ๒๕๐๘ เพกาซัส—๑ เป็นดาวเทียมเพื่อการตรวจสอบอวกาศ

เออร์รีเบิร์ต เป็นดาวเทียมการค้าลูกแรก

วอลเตอร์ เอ็ม. เชียร์รา กับโธมัส สแตฟฟอร์ด นั้ตพบกันกลางอวกาศ

ไพโอเนียร์—๖ โคจรรอบดวงอาทิตย์ แจ้งความเคลื่อนไหวของระบบสุริยะ สยามแม่เหล็ก

พ.ศ. ๒๕๐๙ เอลซา เป็นดาวเทียมเพื่อการตรวจอากาศ

นิมบัส—๒ ส่งภาพถ่ายในลักษณะของภาพโทรทัศน์สำรวจความเคลื่อนไหวของกลุ่มเมฆ

แอปพลิเคชันเทคโนโลยี—แซตเทลไลต์ ทำการทดลอง
วิทยาศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๑๑ เอกซพลอเรอร์สำรวจเกี่ยวกับดาราศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๑๒ นิมบัส—๓ วัดอุณหภูมิของบรรยากาศได้สำเร็จ
ช่วยการค้นคว้าทางอุตุนิยมวิทยา

พ.ศ. ๒๕๑๖ ดาวเทียมไพโอเนียร์—๒ ซึ่งเมื่อใกล้จะครบ
วงโคจรรอบดวงอาทิตย์ จะส่งสัญญาณวิทยุผ่านหางของดาวหาง
โคชูเทคมาสู่โลก เพื่อหาส่วนประกอบของก๊าซหรืออนุภาคที่
ประกอบกันเป็นส่วนหางของดาวหางนี้

ประโยชน์ของดาวเทียม

๑. ดาวเทียมใช้สำรวจโลก พ.ศ. ๒๕๑๕ สหรัฐอเมริกาได้
ส่งดาวเทียมเออทส์—เอ (ERTS-A) ขึ้นสำรวจโลกโดยเฉพาะ
ดาวเทียมนี้สามารถตรวจดูการระบาดของโรคพืชและแมลงที่ทำลาย
พืช การเจริญเติบโตของผลผลิตไร่นา ภาวะน้ำและอากาศเป็นพิษ
สามารถชี้แหล่งแร่ธาตุและน้ำมันได้ด้วย

ความรู้ที่ได้จากการทดลองนี้ได้นำเอาไปใช้ปรับปรุงแผนที่ให้
ทันสมัยขึ้น ใช้ประมวลทรัพยากรของชาติ สามารถพยากรณ์ผล
ผลิตจากท้องนาและป่า ประเมินปริมาณความชื้นในดิน กำหนดรูป
ร่างลักษณะชายฝั่งทะเลและการกัดเซาะของกระแสน้ำ พยากรณ์
แผ่นดินถล่ม แต่ดาวเทียมไม่อาจสำรวจลงไปถึงภาวะใต้พื้นโลกได้

การสำรวจพิภพของดาวเทียม^๕ เป็นประโยชน์ต่อประเทศต่าง ๆ มาก เช่น การพยากรณ์หิมะถล่มของสวิตซ์ ข่าวสารเกี่ยวกับก้อนน้ำแข็งในทะเลอาร์กติกของสแกนดิเนเวีย เป็นต้น โครงการนี้ได้รับความร่วมมือระหว่างประเทศ ตามแนวปฏิบัติของ องค์การนาซา

๒. ดาวเทียมเตือนภัยจากพายุ พ.ศ. ๒๕๑๕ สหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมชื่อ โนอา-๑๒ มีเครื่องมือสำคัญชื่อ เรดิโอมิเตอร์ สามารถตรวจจับความร้อนและการแผ่รังสีจากพื้นดิน เมฆ และทะเล สามารถบันทึกภาพกลุ่มเมฆ ดาวเทียมสามารถส่งข้อมูลของอุณหภูมิของแผ่นดินและทะเลได้ ซึ่งข้อมูลของอุณหภูมิเหล่านี้ช่วยในการพยากรณ์อากาศล่วงหน้า

ระบบถ่ายภาพของดาวเทียมโนอา - ๑ เรียกว่า เอ.พี.ที. (คือไม่มีการเก็บภาพไว้แต่ส่งสัญญาณลงมา และทางพื้นดินก็จะแปลสัญญาณกลายเป็นภาพอีกที)

ปลายปี พ.ศ. ๒๕๑๕ ดาวเทียมดวงใหม่ชื่อ โกล เป็นดาวเทียมดวงแรกที่เคลื่อนที่ ด้วยความเร็ว สัมพันธ์กันกับการ หมุนรอบตัวเองของโลก ดาวเทียมโกลสอยอยู่กับที่ จึงสามารถตรวจหาพายุได้ และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ได้โดยอัตราเร็วไม่แพ้คอมพิวเตอร์

๓. ดาวเทียมโทรคมนาคม ดาวเทียมโทรคมนาคมลูกแรกของโลก คือ เอ็กโค ของอเมริกา เมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๓ เป็นดาวเทียม

แบบสะท้อนสัญญาณ ไม่เหมาะในการโทรคมนาคมเพราะสัญญาณ
รับได้ไม่เพียงพอ

ดาวเทียมเทลสตาร์ เป็นดาวเทียมทรงกลมแบบส่งสัญญาณ
กลับสู่โลก และสามารถขยายแรงสัญญาณมากขึ้น ภายในมีหลอด
วิทยุ ๑,๕๐๐ หลอด ทรานซิสเตอร์ ๑,๒๐๐ ตัว กำลังไฟฟ้า
ได้จากแบตเตอรี่แสงอาทิตย์ ดาวเทียมนี้ช่วยในการถ่ายทอด
โทรทัศน์ การโทรศัพท์ และโทรเลข ดาวเทียมจะติดต่อกับสถานี
บนดินเพียงเวลาไม่ถึงนาที ดาวเทียมจะโคจรรอบโลกหนึ่งรอบกิน
เวลา ๒๔ ชั่วโมง และจะอยู่สูงจากผิวโลก ๓๕,๖๘๐ กิโลเมตร

การสำรวจดวงจันทร์

นักวิทยาศาสตร์เข้าใจว่า ดวงจันทร์เป็นแหล่งที่จะให้รายงาน
ทางวิทยาศาสตร์อย่างมากมายเป็นห้องทดลองที่สมบูรณ์สำหรับการ
ค้นคว้าปัญหาสำคัญต่าง ๆ และการเกิดของสสาร

นอกจากดวงจันทร์จะให้ความรู้มากมายแล้ว ดวงจันทร์ยังมี
ค่ามากสำหรับการสำรวจอวกาศที่ไกลออกไป คือ ดวงจันทร์จะ
เป็นสถานีอวกาศธรรมชาติที่ใหญ่โต จะเป็นฐานที่มั่นคง ดวงจันทร์
ขาดทั้งบรรยากาศและมีแรงดึงดูดน้อยมาก จะทำให้ยานอวกาศ
หลุดออกจากแรงดึงดูดง่ายมากด้วยความเร็วต่ำ ยานอวกาศสามารถ
ที่จะออกจากผิวดวงจันทร์ได้ด้วยแรงขับเคลื่อนจากจรวดเพียงเล็กน้อย
หลังจากการตั้งสถานีบนดวงจันทร์แล้ว มนุษย์อาจค้นพบวัตถุที่จะ
ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับจรวดในดวงจันทร์ได้

ดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกที่สุด ห่างจากโลกประมาณ ๒๒๔, ๐๐๐ กิโลเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๓,๔๕๖ กิโลเมตร คือ ๕ ของโลก แรงดึงดูด ๕ ของโลก ความเร็วที่ต้องใช้เพื่อหลุดจากแรงดึงดูดนั้นมากกว่า ๘,๐๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมงเล็กน้อยเท่านั้น

โครงการลงสู่ดวงจันทร์ด้วยเครื่องมือ

โครงการเรนเจอร์

ยานอวกาศเรนเจอร์ (Ranger) มีรูปเป็นดัง ๖ เหลี่ยม บรรจุอุปกรณ์และเครื่องบังคับทางวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็นแขนยื่นออกไปจาก ๒ ด้านของถัง เป็นใบพายยื่นออกมาจับแสงอาทิตย์ (Solar Cells) ซึ่งจะรับพลังงานรังสีแผ่มาจากดวงอาทิตย์ และเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ยอดและฐานของยานอวกาศเป็นจานสายอากาศ สายอากาศล่างชี้ไปยังโลก เพื่อรับสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดิน สายอากาศบนชี้ไปสู่ดวงอาทิตย์ เพื่อใบพายจะได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ไว้ ยานอวกาศยังมีเครื่องสำหรับคุมทิศทาง เพื่อนำยานอวกาศไปสู่ทิศทางที่ต้องการ

ยานเรนเจอร์เป็นยาน ๒ ลำติดกัน ยานลำนอกเรียกว่าบัส (bus) ภายในบัสมียานอวกาศอีกลำซึ่งเป็นรูปทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๕ เซนติเมตร ภายในบรรจุเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเบาหวิวผิ่วไว้ มีจรวดเล็กติดกับตัวยาน ยานลำที่ ๒ นี้จะแยกจากยานลำแรก ก่อนลงสู่ดวงจันทร์จะชะลอความเร็วในขณะพุ่งลง

สู่พื้นดวงจันทร์ เครื่องมือจะทำงานหลังจากลงแล้ว ยานอวกาศสูง
ราว ๆ ๓.๖๐ เมตร หนัก ๒๑๒ กิโลกรัม

ยานอวกาศเรนเจอร์มีหน้าที่ในการทดลองหลายอย่าง ยาน
ลำแรก ๆ จะยังไม่ลงสู่ดวงจันทร์แต่จะส่งรายงานเกี่ยวกับการแผ่
รังสี สนามแม่เหล็กโลก ชั้นไฮโดรเจนที่ล้อมรอบโลกอยู่

การทำงานของยานเรนเจอร์

จรวดแอตลาส อเจนา บี. ขับดันส่งยานอวกาศไปสู่ความสูง
๕๖๐ กิโลเมตรด้วยอัตราความเร็ว ๔๐,๐๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง
ระหว่างผ่านบรรยากาศ ยานจะครอบไว้ด้วยโลหะโล่กันความร้อน
รูปเพรียวลมเพื่อลดความต้านทานอากาศ พอถึงชั้นอวกาศโลหะ
โล่กันความร้อนจะหลุดออกโดยอัตโนมัติ จรวดขับดันแยกตัวออก
และยานเริ่มเดินทางสู่จุดหมาย สถานีภาคพื้นดินจะติดตามการบิน
ของยานให้อยู่ตามเส้นทางที่กะเนไว้ ยานจะลดความเร็วลงเรื่อยตาม
แรงดึงดูดของโลก เมื่อยานเข้าสู่แรงดึงดูดของดวงจันทร์ซึ่งจะดึง
ยานลงสู่พื้นดวงจันทร์จะเร่งความเร็วอีกครั้ง และจะมีการส่งสัญญาณ
ให้กล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ทำงาน

โครงการเซอร์เวเยอร์

ยานอวกาศเซอร์เวเยอร์ (Surveyor) มีรูปร่างคล้ายกับ
เรนเจอร์ ยานเซอร์เวเยอร์สูง ๓.๕๐ เมตร หนัก ๑,๐๔๐ กิโลกรัม
ส่วนกลางของยานเซอร์เวเยอร์มีกลจักรพร้อมด้วยถังเชื้อเพลิง
จรวดจะทำงานขณะร่อนลงดวงจันทร์จะมีขา ๓ ขายื่นออกไปกัน
การกระแทก

ยานเซอร์เวเยอร์จะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเหล็ก อูณหภูมิ โครงสร้างภายในดวงจันทร์ เพื่อให้มองเห็นภาพผิวดวงจันทร์ตอน ที่ยานลงจะมีกล้องวิทยุโทรทรรศน์ ๔ กล้อง กล้องหนึ่งอยู่ส่วนล่าง อีก ๓ กล้องอยู่ส่วนล่างตรงติดกับขาแต่ละขา กล้องจะหันสู่ กระจกเงาที่หมุนไปมาได้ กระจกจะหมุนตามทิศทางที่บังคับจากโลก กระจกจะหมุนได้ ๓๖๐ องศา

ยานเซอร์เวเยอร์มีเครื่องมือพิเศษเจาะผิวดวงจันทร์ เจาะได้ รุกว้าง ๔ เมตร ลึก ๑.๕ เมตร วัตถุที่เจาะจะบังคับด้วยความดัน ให้ขึ้นไปตามผิวสู่เครื่องบดละเอียดและผ่านเครื่องมือทดสอบและ ส่งผลมายังโลก กำลังเจาะทั้งหมดได้มาจากเซลล์แสงอาทิตย์

ยานเซอร์เวเยอร์ที่โคจรรอบดวงจันทร์ เป็นยานที่สร้างขึ้น เพื่อการกำหนดที่ดวงจันทร์อย่างละเอียด และค้นหาลักษณะของ พื้นผิวที่ไม่อาจเห็นได้ด้วยกล้องโทรทรรศน์จากโลก

โครงการอวกาศโพรสเปกเตอร์

ยานโพรสเปกเตอร์ (Prospector) จะเคลื่อนลงไปทางพื้น ดวงจันทร์ได้เหมือนยานเซอร์เวเยอร์ แต่พอมาถึงระยะที่จะถ่ายภาพได้สูงจากพื้นราว ๑๕—๓๐ เมตร ยานจะไม่ต่ำลงกว่าระดับนี้ ด้วยแรงขับเคลื่อนจากจรวด ตอนนั้นกล้องโทรทรรศน์จะทำการถ่ายภาพ ผิวดวงจันทร์ทุกแห่งทุกมุม และด้วยสัญญาณจากโลกจะบังคับยาน ให้เคลื่อนไปสู่ตำแหน่งอื่นๆ เมื่อเชอเพลลิงเกือบจะหมดจึงให้ยาน ลงสู่ผิว แล้วเครื่องมืออีกชุดจะส่งข้อมูลพื้นผิวของดวงจันทร์มา ยังโลก

ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ไปสู่ดวงจันทร์และกลับสู่โลกได้

แบบที่สามของยานโพรสเปกเตอร์มีแคปซูลติดไปด้วย สำหรับเดินทางไกล คือนำวัสดุจากดวงจันทร์มาสู่โลก ขณะที่แคปซูลบรรจุทุกวัสดุจากดวงจันทร์แล้ว เครื่องส่งสัญญาณจะบอกมาทางโลก การควบคุมทางโลกจะส่งสัญญาณจุดจรวดและส่งแคปซูลจากดวงจันทร์กลับโลก เมื่อมาถึงโลกแคปซูลจะพุ่งสู่บรรยากาศชั้นบน แคปซูลที่มึนเกราะป้องกันความร้อนลงสู่พื้นโลกด้วยชูชีพ ยานอวกาศโพรสเปกเตอร์จะมีแคปซูลสำหรับนำกลับอย่างน้อย ๒, ๓, ๔ แคปซูล

โครงการสุดท้ายสำหรับยานโพรสเปกเตอร์ คือ ยานจะบรรจุทุกสิ่งที่จะใช้ในการส่งมนุษย์ขึ้นไป หลังจากที่มีมนุษย์ได้ปรับตัวเองให้สามารถอยู่บนดวงจันทร์ได้แล้ว ยานโพรสเปกเตอร์นั้นเมื่อออกจากโลกต้องหนักประมาณ ๑ หมื่นกิโลกรัม แต่เมื่อถึงดวงจันทร์จะหนักเพียง ๓—๔ พันกิโลกรัม เพราะเชื้อเพลิงใช้ไปแล้ว

การสำรวจดวงจันทร์ด้วยยานอวกาศที่มีมนุษย์

การลงสู่ดวงจันทร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาเกี่ยวกับอวกาศระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ต้องทราบถึงการแผ่รังสีทุกอย่าง ความถี่ของอุกกาบาต และการที่อนุภาคเหล่านี้จะเจาะผิวยานอวกาศ และต้องคำนึงถึงสรีรวิทยาของมนุษย์ขณะบินอยู่ในอวกาศ

ยานไดนาซอร์

ยานไดนาซอร์ (Dynasoar) เป็นยานอวกาศแบบร่อนลง ขนาดเล็กสำหรับคน ๆ เดียวขับเคลื่อนให้ขึ้นสู่อวกาศด้วยความเร็วน้อยกว่า

ที่กำหนดให้เข้าสู่วงโคจรของโลกเพียงเล็กน้อย ซึ่งพอให้ยานแล่น
เลียบโลกหลายเที่ยวก่อนลงต่ำสู่พื้นโลก ยานไดนาซอร์มีปีกและ
มีเครื่องบังคับการร่อนไม่เหมือนกับแคปซูลเมอร์คิวรีที่ใช้ชูชีพลงสู่
โลก ยานอวกาศแบบนี้จะให้ข้อมูลทางเทคนิคหลายเรื่อง

โครงการอพอลโล

โครงการอพอลโล (Apollo) แบ่งเป็นขั้นดังนี้

ขั้นแรก เป็นการโคจรรอบโลกของยานอพอลโลซึ่งมีนักบิน
อวกาศ ๓ คน และสามารถอยู่ได้ ๑๔ วัน

โครงการมีจุดประสงค์ คือ ฝึกหัดเจ้าหน้าที่ประจำยาน
ทดลองหารายละเอียดเกี่ยวกับอาการปฏิกิริยาของมนุษย์ตลอดระยะ
เวลานานที่อยู่ ในอวกาศ

ขั้นที่ ๒ ของโครงการอพอลโล คือ ยานอวกาศจะต้อง
เคลื่อนไถลออกไปจากโลกทุกที่จนถึงขั้นบินรอบดวงจันทร์ นักบิน
อวกาศสามารถศึกษาเรื่องดวงจันทร์อย่างใกล้ชิด จะทำการทดลอง
เกี่ยวกับการนำวิถีและการบังคับที่จำเป็นในการร่อนลงสู่ดวงจันทร์

รูปร่างของยานอวกาศอพอลโล การสร้างยานนี้ใช้วิธีเสริมต่อ
กันเป็นส่วน ๆ หมายความว่าแยกส่วนสำคัญจากกันได้เป็น ๔ ส่วน
ส่วนที่ ๑ คือ ส่วนกลาง ได้ชื่อว่า ศูนย์บังคับการ เป็นแคปซูล
สำคัญซึ่งเป็นที่อยู่ของมนุษย์อวกาศ

ศูนย์บังคับการเป็นแบบระฆังคล้ายแคปซูลเมอร์คิวรี ปีกและ
ขาปีกกระดกขึ้นลงได้ และดึงหุบเข้ามาอยู่ในตัวได้ สำหรับใช้
บังคับการร่อนเมื่ออยู่ในบรรยากาศของโลก หลังจากกลับจาก

ดวงจันทร์ยานอพอลโลสามารถร่อนลงบริเวณที่เลือกไว้ได้ ยาน
ต้องมีเกราะป้องกันความร้อนสูงตอนกลับสู่โลก

ศูนย์บังคับการมีขนาดเท่าห้องเล็ก ๆ มีที่นั่งและเครื่องมือ
พร้อมสำหรับมนุษย์อวกาศทั้ง ๓ คน ระบบอุปกรณ์ภายในแคปซูล
จะมีการปรับระบบออกซิเจนสำหรับหายใจ แคปซูลยังมีเครื่อง
ขจัดคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายใจออก เครื่องขจัดไอน้ำและของ
เสียอื่น ๆ รวมทั้งเสบียงอาหารและน้ำ

ส่วนที่ ๒ ของอพอลโล คือส่วนของการขั้ด้น ซึ่งประกอบ
ด้วยกลุ่มของกลจักรจรวด พร้อมด้วยเชื้อเพลิงที่จำเป็น และถึง
บรรจุดำเติมออกซิเจน

ส่วนที่ ๓ เป็นจรวดขั้ด้นที่มีกำลังและใหญ่ ใช้สำหรับร่อน
ลงสู่ดวงจันทร์เท่านั้น พอเข้าใกล้ดวงจันทร์จรวดส่วนนี้ก็จะเริ่มทำ
งานบังคับยานให้ลงสู่ดวงจันทร์ช้าที่สุด เฉพาะส่วนนี้มีกลจักรจรวด
อย่างน้อย ๔ เครื่อง พร้อมถึงเชื้อเพลิงยาวตลอด ๑๘ เมตร

ส่วนที่ ๔ คือ หอสังเกตการณ์อวกาศ ประกอบด้วยกล้อง
โทรทรรศน์ วิทยุและเครื่องมือต่าง ๆ ที่มนุษย์อวกาศใช้ในอวกาศ

จรวดขั้ด้นยานอพอลโลเป็นจรวดแซทเทิร์น

การเดินทางจากดวงจันทร์กลับสู่โลก จรวดที่ใช้สำหรับหนี
แรงดึงดูดเริ่มทำงาน ยานอวกาศตอนนั้นเบาลงมาก และไม่มีบรรยากาศ
มาต้านทาน แรงโน้มถ่วงก็เพียง ๑/๖ ของโลก ยานจะพุ่ง
ออกโดยง่าย ความเร็วเมื่อเข้าใกล้โลกจะเพิ่มขึ้น พอห่างไม่กี่ร้อย

กิโลเมตรยานอวกาศจะให้จรวดหันส่วนท้ายสู่โลก จรวดจะดันยานสู่ความตึงตูดข้างล่างทันที มีความสั่นสะเทือนชั่วขณะหนึ่ง เมื่อจรวดหมดเชื้อเพลิงก็จะแยกตัวหล่นออกไป เหลือแต่แคปซูลบรรจุมนุษย์ตั้งลงสู่บรรยากาศ ความร้อนเกิดจากการเสียดทานจะมากขึ้น แต่จะมีเกราะดูดความร้อนไปเป็นส่วนมาก ความต้านทานของอากาศจะชะลอความเร็วแคปซูลจนถึงระยะสูงประมาณ ๓ กิโลเมตร ยานจะเหลืออัตราเร็วเพียงไม่กี่ร้อยกิโลเมตรต่อชั่วโมง ยานจะปล่อยร่มชูชีพออกและแคปซูลก็จะร่อนลง

การสำรวจระบบสุริยจักรวาล

แผนการขั้นต่อไปของการสำรวจอวกาศ คือ การสำรวจดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ที่อยู่ไกลออกไปในสุริยจักรวาลตามลำดับ คือ ดาวศุกร์และดาวอังคารเป็นลำดับที่หนึ่ง ต่อไปเป็น ดาวพุธ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ มฤตยู เกต ขม นอกจากนั้นก็ยังมุ่งสำรวจดาวเคราะห์อื่น ๆ ที่วิ่งวนอยู่ในห้วงอวกาศ

การส่งยาน อวกาศ ออกไปยังดาวเคราะห์นั้นต้องดัดแปลงยานอวกาศจากการส่งไปดวงจันทร์มาก ต้องมีความเร็วสูงพอหลุดพ้นจากโลกและเข้าสู่ทิศทางที่ต้องการ และยังมีปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติของดาวนั้น ๆ เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ ความหนาวเย็นทางด้านที่ไม่ได้รับแสงดวงอาทิตย์ แรงโน้มถ่วงที่มหาศาล เป็นต้น

โครงการมารีนเนอร์

ยานอวกาศนี้มีแบบ คล้ายกับเรนเจอร์ที่ไปยังดวงจันทร์ แต่ใหญ่กว่าและหนักกว่า มีเป้าหมายเพื่อสำรวจดาวศุกร์ ซึ่งมีเมฆหมอกหนาที่บดบังห่ออยู่ตลอดเวลา จนไม่เคยมีใครเคยเห็นผิวพื้น มารีนเนอร์ขับเคลื่อนด้วยจรวดขับเคลื่อนเชนทอร์ มารีนเนอร์ลดยานเวียนอยู่ระดับ ๔๓,๒๐๐ กิโลเมตร จากผิวดาว เครื่องมือสำคัญของยานอวกาศมารีนเนอร์คือ สเปกโตรสโคปเครื่องใช้ตรวจเมฆหมอกที่ห่อหุ้มดาวศุกร์และส่งรายละเอียดองค์ประกอบของบรรยากาศ ตรวจออกซิเจนและไอน้ำ นอกจากนี้ยังมีเครื่องตรวจความเข้มข้นแม่เหล็ก ตรวจรังสีในบรรยากาศที่ห่อหุ้มดาวและเครื่องบันทึกอุณหภูมิผิวดาว

เป้าหมายต่อไปของยานมารีนเนอร์คือดาวอังคาร จะมีเครื่องมือแบบเดียวกับใช้กับดาวศุกร์ แต่จะมีเครื่องตรวจสอบอนุอินทรีย์ของผิวดาว เพื่อแสดงว่ามีสิ่งมีชีวิตอยู่หรือไม่ บรรยากาศดาวอังคารโปร่งใสเหมือนในโลก จึงมีกล้องโทรทรรศน์ติดไปด้วย

ยานอวกาศโวเยเจอร์ สำรวจดาวอังคาร ดาวศุกร์

ยานโวเยเจอร์ มีขนาดใหญ่ และ กว้าง หนักกว่ามารีนเนอร์มาก ส่งออกด้วยจรวดขับเคลื่อนแซทเทอร์นยานโวเยเจอร์จะมียานอวกาศชั้นที่ ๒ ประกอบอยู่ภายในด้วย เป็นแคปซูลที่ช่วยให้การร่อนลงสู่ดาวนั้นได้นุ่มนวล และมีเครื่องบอกลักษณะบรรยากาศขณะร่อนลง

ถ้าการสำรวจดาวศุกร์และดาวอังคารได้ผล ก็จะทำการสำรวจดาวเคราะห์อื่น ๆ ต่อไปซึ่งยานอวกาศที่ใช้ก็จะใหญ่โตขึ้น

ข้อคิดเห็น

เท่าที่มนุษย์ได้ดำเนินงานในด้านอวกาศมาแล้ว อุปสรรคสำคัญในการดำเนินงาน คือเรื่องเชื้อเพลิง ซึ่งในปัจจุบันเราต้องบรรทุกเชื้อเพลิงขึ้นไปให้พอใช้ แต่ในอนาคตเมื่อเราคิดจะเดินทางไกลออกไปในจักรวาล เราก็จะต้องบรรทุกเชื้อเพลิงไปด้วยเป็นจำนวนมาก ยานอวกาศก็ต้องใหญ่มาก ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์กำลังคิดใช้พลังงานนิวเคลียร์ซึ่งจะทำให้หุ่นน้ำหนักไปบ้าง แต่ถ้าเราสามารถหาพลังงานอื่นซึ่งหาได้ในอวกาศโดยไม่ต้องบรรทุกไปให้หนักก็จะดีมาก ปัจจุบันเราสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า นำมาใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ ถ้าเราสามารถแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานสำหรับใช้ขับเคลื่อนยานอวกาศได้ ก็จะไม่ต้องบรรทุกเชื้อเพลิงไป และเราสามารถหาพลังงานแสงอาทิตย์ได้ทุกแห่งในสุริยจักรวาล เราจึงอาจเดินทางไปดาวเคราะห์ดวงอื่นได้ด้วยพลังงานจากแสงอาทิตย์

อย่างไรก็ตาม ยังมีอุปสรรคอีกข้อหนึ่ง คือเรื่องอาหารของมนุษย์อวกาศ ถ้าเราคิดจะเดินทางไปดาวเคราะห์อื่น ซึ่งใช้เวลาเป็นเดือน ปี เราจะได้อาหารจากที่ไหน มีข่าวว่านักเรียนในสหรัฐอเมริกาทำโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การกลั่นโปรตีนจากน้ำปัสสาวะ” ความรู้นี้เราอาจนำมาใช้ในการเตรียมอาหารให้

มนุษย์อวกาศในขณะที่กำลังเดินทางได้ อย่างไรก็ตาม อาหารชนิดนี้เป็นเพียงโปรตีนเท่านั้น ต่อไปเราอาจสังเคราะห์อาหารประเภทอื่นจากสิ่งอื่น ๆ ได้อีก

การสำรวจอวกาศ ให้ความรู้เกี่ยวกับ จักรวาล แก่เราเป็นอย่างมาก ทำให้มนุษย์คิดประดิษฐ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่จะเอาชนะธรรมชาติ และเครื่องมือบางชนิดเราอาจนำมาดัดแปลงใช้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เมื่อเราสำรวจไกลออกไปในจักรวาล เราอาจจะพบมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่มีความรู้และ อารยธรรมสูงกว่า หรือต่ำกว่าเรา ซึ่งจะมีทางให้มีการถ่ายทอดความรู้แก่กันเพื่อความเจริญของโลกเรา



ดวงจันทร์

ดวงจันทร์ เป็นดาวบริวารของโลกมีระยะ อยู่ใกล้กับโลกมากกว่าดวงดาวอื่น ๆ คืออยู่ห่างจากโลกระหว่าง ๓๕๕,๐๐๐ - ๔๐๕,๐๐๐ กิโลเมตร ตามวงโคจรรูปรีรอบโลก ดวงจันทร์มีขนาดใหญ่ประมาณ ๑ ใน ๔ ของเส้นผ่าศูนย์กลางของโลก มีปริมาตรเพียง ๑ ใน ๕๐ ของโลก มีมวลสารเพียง ๑ ใน ๑๐๐ ของโลก

รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับดวงจันทร์มีดังนี้



พิจิตร

ภูมิประเทศทั่วไป

เต็มไปด้วยโขดเขา หลุม และบ่อลึก ที่สูงก็สูงนับเป็นพันๆ ฟุต ที่เป็นหลุมและบ่อลึกมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่สองหรือสามไมล์ จนถึง ๒๘๘ กิโลเมตร หลุมและบ่อลึกนั้นสันนิษฐานกันว่าเกิดจากแรงปะทะของอุกกาบาต ผิวของดวงจันทร์ปกคลุมไปด้วยชั้นละอองวัตถุหรือสารประกอบต่าง ๆ ในลักษณะ ของตมและทราย นอกจากนั้นยังมีก้อนหินเล็กและแท่งขนาดใหญ่ด้วย

สภาพแวดล้อม

ไม่มีอากาศ ไม่มีลม ไม่มีความชื้น อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจาก ๑๑๗ องศาเซลเซียส ระหว่างสองสัปดาห์ที่ดวงจันทร์สว่างอยู่จนถึง ๑๓๖ องศาเซลเซียส ในระหว่างสองสัปดาห์ที่ดวงจันทร์มืด ความดึงดูดของดวงจันทร์เป็น ๑ ใน ๖ ของโลก อนุภาคอุกกาบาตตกลงบนผิวของดวงจันทร์มากเสมอ เพราะไม่มีบรรยากาศเผาไหม้ ด้านมืดของดวงจันทร์

ด้านมืดของดวงจันทร์มิได้เป็นความลับต่อไปอีกแล้ว แรกทีเดียวยานอวกาศของรัสเซียถ่ายภาพส่งมายังโลก ต่อจากนั้นมากมีการถ่ายภาพด้านมืด ของดวงจันทร์เสมอ ๆ โดยเฉพาะยานลูน่า ๑ ออร์บิเตอร์ ของสหรัฐอเมริกาและอพอลโล ๘

ที่มาของดวงจันทร์

ในบรรดานักวิทยาศาสตร์ยังตกลงกันไม่ได้ว่าดวงจันทร์มาจากไหนหรือเกิดได้อย่างไร แต่ก็มีทฤษฎีที่รับฟังกันอยู่สามทฤษฎี คือ

๑. ดวงจันทร์เป็นส่วนหนึ่งของโลกที่สลัดตัวหลุดออกไป
โคจรเป็นอิสระ แต่อยู่ในเขตแรงดึงดูดของโลก

๒. มีกำเนิดพร้อมกับโลก โดยเหตุเป็นส่วนที่หลุดลอยออกมา
มาจากดวงอาทิตย์พร้อมกัน

๓. เกิดขึ้นมาที่ใดที่หนึ่งในอวกาศ แล้วลอยมาจนเข้าอยู่ใน
สนามแรงดึงดูดของโลก

ข้อเท็จจริงทางสัจฐาน

เส้นผ่านศูนย์กลาง ๓,๔๕๖ กิโลเมตร (ประมาณ $\frac{1}{4}$ ของ
โลก)

เส้นรอบวง ๑๐,๘๖๔ กิโลเมตร (ประมาณ $\frac{1}{10}$ ของโลก)
ระยะห่างจากโลก ๓๘๒,๐๗๑ กิโลเมตร (ใกล้สุด ๓๕๔,
๓๔๐ กิโลเมตร ไกลสุด ๔๐๔,๓๓๖ กิโลเมตร)

อุณหภูมิที่ผิว ๑๑๗ องศาเซลเซียส (เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นสูง
สุดบนดวงจันทร์) — ๑๓๗ องศาเซลเซียส (กลางคืน)

ความดึงดูดที่ผิว $\frac{1}{6}$ ของโลก

มวลสาร $\frac{1}{80}$ ของโลก

ปริมาตร $\frac{1}{50}$ ของโลก

วันและคืนบนดวงจันทร์เท่ากับ ๑๔ วันของโลก

ความเร็วโคจรรอบโลก ๓,๖๕๘.๒ กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วหนีศูนย์กลาง ๒.๓ กิโลเมตรต่อวินาที

โคจรรอบโลก ๑ รอบ ๒๓ วัน ๓ ชั่วโมง ๔๓ นาที
ทำไมจึงต้องสำรวจดวงจันทร์

๑. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงความเป็นมาของโลก ด้วยการเปรียบเทียบโลกกับดวงจันทร์

๒. ประมาณความเป็นจริงของทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในดวงจันทร์และหนทางที่จะใช้ดวงจันทร์เป็นฐานปฏิบัติงานต่อไป

๓. ใช้เป็นสถานที่ทดลองวิทยาศาสตร์ เช่น ดาราศาสตร์ ฟิสิกส์

๔. ขยายขีดความสามารถของมนุษย์ เพื่อให้สามารถในการออกสำรวจดาวเคราะห์อื่น ๆ ต่อไป

๕. เพื่อความเข้าใจเรื่องระบบสุริยะของเราและ การกำเนิดรวมทั้งการค้นหาคำเงื่อนว่าสิ่งมีชีวิตนั้นกำเนิดมาได้อย่างไร

สำรวจดวงจันทร์

ยานอพอลโล ๑๑ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ๓ ส่วน มีน้ำหนักประมาณ ๔๕ ตัน คือ

๑. ยานบังคับการ (Command Module) มีลักษณะเป็นทรงกรวยสูงประมาณ ๓ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางที่ฐานยาวประมาณ ๔ เมตรหนัก ๔๕๐ กิโลกรัม

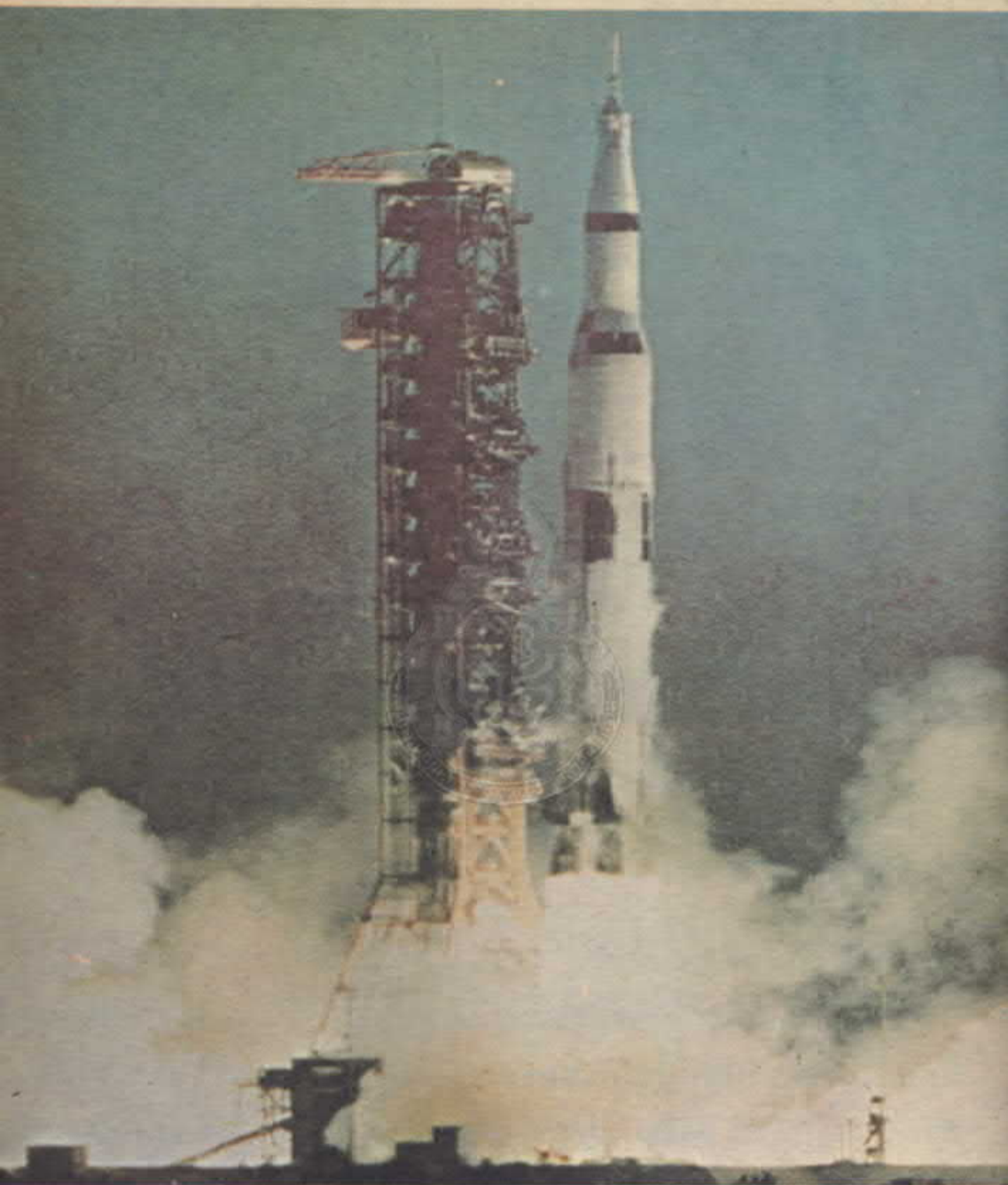
๒. ยานบริการ (Service Module) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกสูงประมาณ ๓ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๓,๘๕๑ เมตรหนัก ๒,๒๘๘ กิโลกรัม



ทิศใต้

พื้นผิวดวงจันทร์แสดงตำแหน่งต่าง ๆ และเครื่องหมายกากบาทคือตำแหน่งที่นำ
ยานไปลงบนดวงจันทร์

๓. ยานลงดวงจันทร์ (Lunar Module) มีลักษณะหลาย
เหลี่ยม เพื่อให้บนดวงจันทร์ที่มีอุณหภูมิสูงได้รับแสงอาทิตย์น้อย
ที่สุด และเพื่อให้มีน้ำหนักน้อยที่สุด ยานส่วนนี้มีความสูง ๖ เมตร
กว้าง ๕ เมตร (วัดทะแยงมุมจากข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่ง)
ยานลำนี้แบ่งเป็น ๒ ส่วน ต่อเข้าด้วยกันด้วยสายโยงและสลัก
กระเบิด ๔ ตัว คือ



ขึ้นจากฐานปล่อย



นักบินอวกาศพอลโต ๑๑ เอ็ดวิน อัลดรีน ไมเคิลคอลลินส์และนิลอาร์มสตรอง

ส่วนบนของยาน เป็นส่วนบังคับการและส่วนที่แยกขึ้นมาพบกับยานแม่ สูงประมาณ ๔ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๔ เมตร มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ ๖ ลูกบาศก์เมตร เมื่อหักอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว นักบินอวกาศจะมีที่เหลื่ออยู่ประมาณ ๔ ลูกบาศก์เมตร

ส่วนล่างของยาน เป็นส่วนแรกที่จะลงแตะพื้นดวงจันทร์ มีลักษณะ ๘ เหลี่ยม สูงประมาณ ๓ เมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๔ เมตร และจะทำหน้าที่เป็นฐานส่งให้กับส่วนบน เมื่อเสร็จสิ้นภารกิจบนดวงจันทร์

ยานลงดวงจันทร์มีน้ำหนัก ๑๔,๘๒๔ กิโลกรัม มีชื่อรหัสว่า “อีเกิล” (Eagle) จรวดนำอพอลโล ๑๑ ไปถึงดวงจันทร์คือ แชนเทอรีน ๕ ซึ่งมี ๓ ท่อน

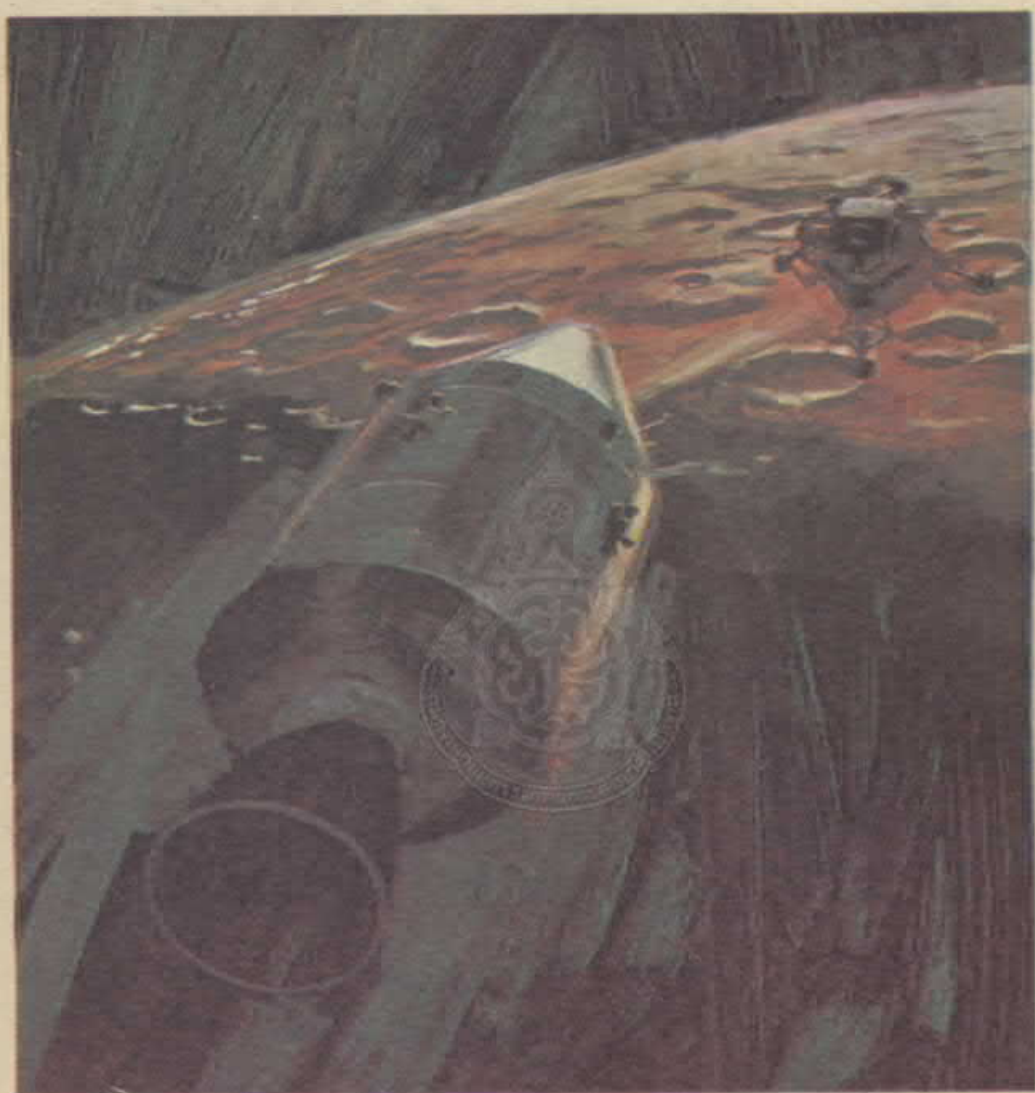
ท่อนแรก (-1๐) อยู่ด้านล่างสุด สูง ๔๑ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐ เมตร มีพลังขับเคลื่อนประมาณ ๓,๘๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร เมื่อยกตัวขึ้น

ท่อน ๒ (-2) อยู่ถัดขึ้นมา สูงประมาณ ๒๔ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐ เมตร มีพลังขับเคลื่อนประมาณ ๕๕๐,๐๐๐ — ๕๗๐,๐๐๐ กิโลกรัม

ท่อน ๓ (-IV) อยู่บนสุด สูง ๑๘ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๗ เมตร มีพลังขับเคลื่อนประมาณ ๘๕,๐๐๐ — ๑๐๐,๐๐๐ กิโลกรัม

ยานอพอลโล ๑๑ ได้ออกเดินทางจากแหลมเคเนดีเมื่อ ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๑๒ มีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ การส่งคนไปลงบนพื้นผิวดวงจันทร์และกลับมายังโลกได้โดยสวัสดิภาพ ซึ่งการเดินทางครั้งนี้ได้มีการสำรวจดูทางสำหรับการเดินทางมาแล้วเป็นเวลานาน ดังนั้นการปฏิบัติงานครั้งแรกจึงเป็นการบุกเบิกทางด้านอวกาศที่สำคัญยิ่งของยานอพอลโล ๑๑

อพอลโล ๑๑ เริ่มพุ่งทะยานจากฐานปล่อยจรวดหมายเลข ๓๕ ด้วยจรวดแชนเทอรีน ๕ หลังจากปล่อยยานอวกาศขึ้นไปแล้ว ๒ ชั่วโมง ยานอพอลโลก็เข้าสู่วงโคจรรอบโลกเป็นการพักระยะหนึ่ง เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ๒ ชั่วโมงครึ่ง หลังจากนั้น



มีนักบินอวกาศเหลืออยู่ในยานแม่เพียงคนเดียวระหว่างที่นักบินอวกาศอีก ๒ คน
ในยานลำเล็กกำลังร่อนลงสู่พื้นผิวกว้างจันทร์

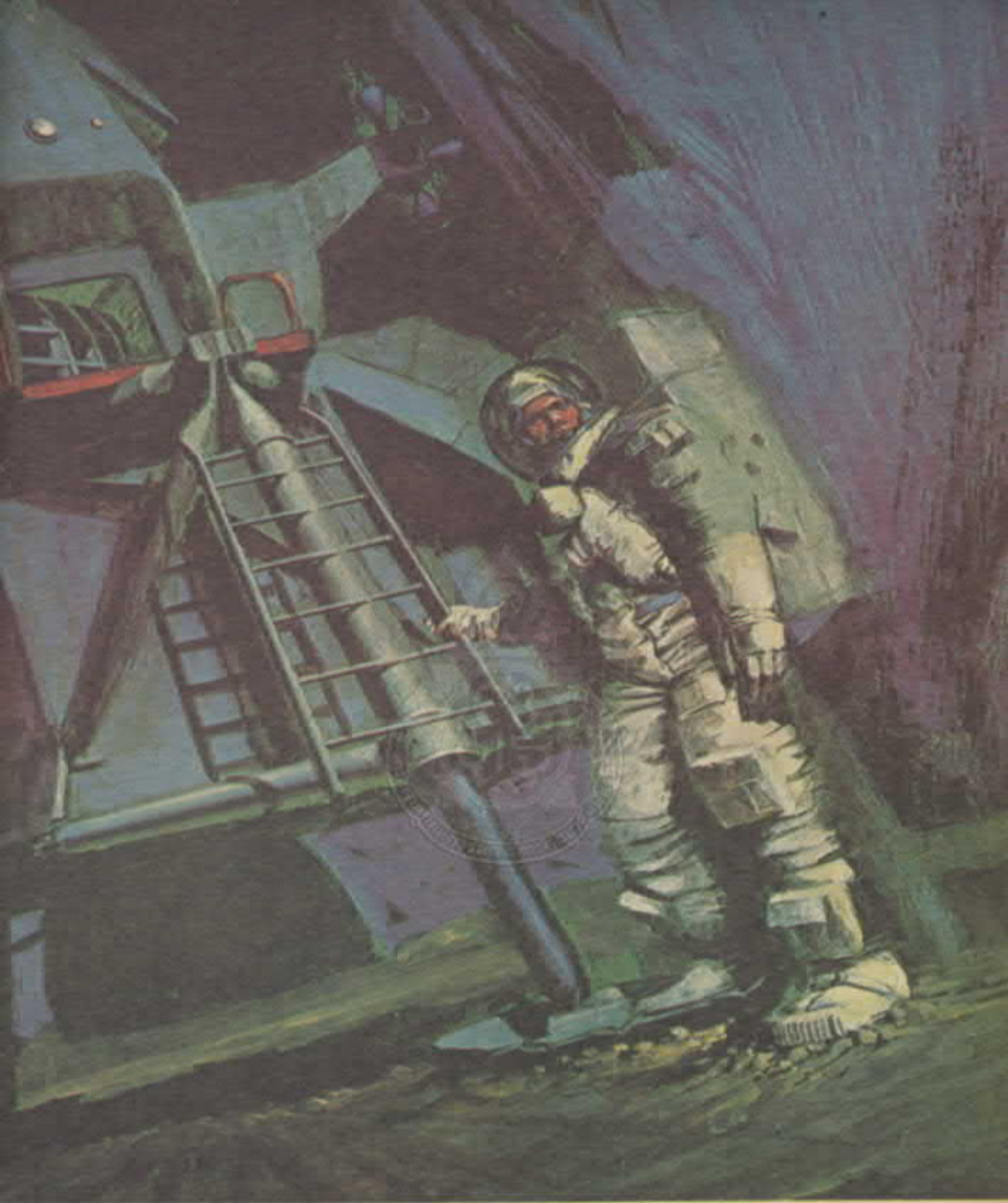
นักบินอวกาศจึงติดเครื่องยนต์จรวดท่อนที่ ๓ พายานผละออกจากแรงดึงดูดของโลก ตรงไปยังดวงจันทร์ซึ่งต้องใช้เวลาเดินทาง ๓ วัน ระหว่างทางนักบินอวกาศสลัดจรวดท่อนที่เหลือออกและหันอพอโลโล ๑๑ เข้าต่อเชื่อมกับยานลำเล็กที่ติดอยู่ทางท่อนหางของจรวด แล้วเดินทางไปด้วยกัน

การเดินทางวันแรกของสามมนุษย์อวกาศนี้ได้เป็นไปตามหมายกำหนดการทุกประการ ยานอวกาศได้พุ่งตรงไปยังดวงจันทร์อย่างแม่นยำ นักบินอวกาศทั้งสามมีอาการปกติไม่ได้ตื่นเต้นอะไรแม้ว่าจะเกิดข้อบกพร่องขึ้นเล็กน้อย แต่ทางหอควบคุมแถลงว่าไม่เป็นอันตรายต่อการเดินทางครั้งนี้แต่อย่างใด

ยานอพอโลโล ๑๑ เริ่มเดินทาง ไป สู่ดวงจันทร์ ด้วยการจุดจรวดท่อนที่ ๓ เพื่อเพิ่มพลังแล้วนักบินอวกาศจึงบังคับแยกยานบังคับการซึ่งติดอยู่กับยานบริการออกจากจรวดท่อน ๓ แล้วหมุนยานกลับหัวต่อกับยานลงดวงจันทร์ ต่อจากนั้นจึงดึงยานลงดวงจันทร์ออกจากปลายจรวดท่อนที่ ๓ แล้วนักบินอวกาศจึงพักผ่อน

เมื่อนักบินนำยานเข้าสู่วงโคจรแล้ว อาร์มสตรองและอัลดรินได้เข้าสู่ยานลงดวงจันทร์แยกยานออกจากยานบังคับการ และร่อนลงสู่พื้นผิวดวงจันทร์บริเวณทะเลแห่งความสงบ

๐๕.๕๖ นาฬิกา วันจันทร์ที่ ๒๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๒
เท้าซ้ายของนีล อาร์มสตรอง ก็เหยียบลงบนพื้นผิวดวงจันทร์
ปรากฏว่าเท้าที่เขาเหยียบลงไปบนพื้นดวงจันทร์ยุบลงไปประมาณ



มนุษย์คนแรกที่อ้างเหยียบลงบนดวงจันทร์ ตรวจทดสอบยานและเริ่มยกเครื่องมือ
ออกจากที่เก็บ

๕ เซ็นติเมตร ต่อจากนั้นอาร์มสตรองก็เดินลงไปรอบ ๆ ยาน เก็บตัวอย่างดินและหิน ใส่กระเป๋าสเปซที่ติดอยู่กับชุดอวกาศในทันที เพื่อป้องกันเหตุฉุกเฉินที่จะต้องนำยานลงดวงจันทร์ขึ้นโดยด่วน จะได้ไม่เสียเที่ยวที่เดินทางไปถึงพื้นผิวดวงจันทร์ ต่อมา มนุษย์อวกาศอัลดรินก็ก้าวลงจากยานแล้วก้าวไปปลดกล้องถ่ายภาพ โทรทรรศน์ที่ขायานมาตั้งห่างจากยาน ๓๐ เมตร เพื่อดำยทอดภาพส่งมายังโลก

๑๐.๒๕ นาฬิกา อาร์มสตรอง เปิดฝักคลุมแผ่นโลหะที่ติดอยู่กับขायาน โดยมีอัลดรินยืนอยู่ข้าง ๆ แผ่นโลหะนั้นมีข้อความจารึกไว้ว่า

การดำรงชีวิตในสภาพไร้น้ำหนักของนักบินอวกาศบนยานอวกาศ





ยานบังคับการและยานบริการแยกตัวออกจากกัน นักบินอวกาศเตรียมพร้อมที่จะลงสู่บรรยากาศของโลก

“มนุษย์ชาวพิภพได้ย่างเหยียบลงบนดวงจันทร์ ณ ที่นี้ เมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๒ เรามาโดยสันติ ในนามของมวลมนุษยชาติ”

ต่อจากนั้น อารัมสตรองก็บอกชาวคืออเมริกัน ลงบนพื้นผิวดวงจันทร์ข้างยานลงดวงจันทร์ ต่อจากนั้นทั้งสองก็เก็บตัวอย่างหินและดินพร้อมทั้งติดตั้งเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

เมื่อทั้งสองเก็บตัวอย่างดินและหินจากดวงจันทร์จนพอใจแล้ว ก็กลับเข้าสู่ยานลงดวงจันทร์แล้วทั้งสองก็ตรวจสอบเครื่องมือทุกคนอย่างละเอียดอีกครั้ง หลังจากนั้นก็รับประทานอาหารและพักผ่อน

เมื่อพักผ่อนแล้ว นักบินทั้งสองก็ติดตั้งเครื่อง จรวด พายานลงดวงจันทร์ขึ้นสู่อวกาศ ก่อนที่จะออกเดินทาง นักบินอวกาศทั้งสองก็ได้รายงานให้ศูนย์อวกาศทราบถึงภูมิประเทศของดวงจันทร์ ลักษณะของดินและหิน และหลุมใหญ่น้อยที่ปรากฏอยู่เกลื่อนกลาดอย่าง

ละเอียด เมื่อรายงานเรียบร็อยก็นำยานขึ้นสู่อวกาศเพื่อไปประกบ
 ต่อเข้ากับยานบังคับการซึ่งโคจรอยู่รอบดวงจันทร์ที่จุดนัดพบ และ
 ต่อยานทั้งสองเข้าด้วยกันอย่างเรียบร็อย หลังจากนั้นอาร์มสตรอง
 และอัลดรินก็เริ่มใช้เครื่องดูดฝุ่นดวงจันทร์ที่อยู่ตามเครื่องแต่งกาย
 เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ภายในยานเก็บอย่างถี่ถ้วนเพื่อบอกกันมิ
 ให้สิ่งมีชีวิต หรือเชื้อโรคที่อาจมีอยู่ในดวงจันทร์ติดตัวกลับมายังโลก
 ได้ แล้วก็คลานตามท่อเชื่อมยานทั้งสองกลับสู่ยานบังคับการ โดย
 ลากเอาถุงบรรจุดิน และ หิน ที่เก็บมาจากดวงจันทร์รวมน้ำหนัก
 ประมาณ ๒๕๐ กิโลกรัมเข้าสู่ยานบังคับการด้วย

เมื่อนักบินอวกาศทั้งสองกลับสู่ยานบังคับการเรียบร็อยแล้ว
 ยานลงดวงจันทร์ก็ถูกปลดทิ้งไป แล้วยานบังคับการก็เริ่มจุดจรวด
 เข้าสู่วงโคจรรอบโลก ก่อนที่ยานอวกาศจะเข้าสู่วงโคจรของโลก
 คอลลินส์ก็ปลดยานบริการซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายที่ติดอยู่กับยานบังคับ
 การออกทิ้ง ปล่อยให้ล่องลอยในอวกาศรอบโลก ต่อจากนั้นก็เป็น
 ช่วงเวลาวิฤตที่นักบินทั้งสามจะนำยานเข้าสู่วงโคจรของโลกเพราะ

ถ้ายานอวกาศพุ่งเข้าสู่วง
 โคจรของโลกโดยทำมุมผิด
 ไปจากที่คำนวณไว้ก็จะไม่
 สามารถกลับสู่โลกได้เลย
 แต่นักบินอวกาศทั้งสามก็
 นำยานเข้าสู่วงโคจรของโลก
 ได้เรียบร็อย



ขณะที่ยานอวกาศผ่านบรรยากาศของโลกลงมานั้นเกิดการเสียดสีทำให้ยานบังคับการมีความร้อนที่ผิวยานถึง ๒,๗๖๐ องศาเซลเซียส แต่นักบินอวกาศทั้งสามก็ไม่เป็นอันตราย เพราะระบบป้องกันความร้อนอันเร็นลับ เมื่อยานอวกาศลงมาสู่ระดับสูง ๓,๐๐๐ เมตร เหนือพื้นผิวโลก ระบบกลไกอัตโนมัติก็ปล่อยร่มชูชีพใหญ่กางออก เพื่อชะลอความเร็วขั้นสุดท้าย ร่มชูชีพมี ๓ คัน แต่ละคันมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่ายานบังคับการถึง ๗ เท่า แล้วร่มชูชีพทั้ง ๓ คันก็พยุ่งยานลงสู่พื้นน้ำมหาสมุทรแปซิฟิก ณ จุดที่กำหนดไว้ เมื่อวันที่ ๒๔ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๒

หินที่มนุษย์อวกาศเอามานั้นมี ๓ ชนิด คือ

๑. มีโพรงพรุนด้วยก๊าซที่เกิดขึ้นขณะเย็นตัวลงของวัตถุที่กลายลาวา

๒. มีโพรงแต่ขนาดเล็กกว่า มีลักษณะอย่างเดียวกับหินลาวา

๓. หินอกกาบาต

นอกจากนี้ยังพบแก้วเล็ก ๆ บนดวงจันทร์ มีสีเหลืองกับสีน้ำตาล จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของหินบนดวงจันทร์บริเวณทะเลแห่งความสงบพบว่า มีทิตเนียมออกไซด์สูง ซึ่งหินส่วนใหญ่บนโลกไม่มีทิตเนียมออกไซด์สูงอย่างนั้น แต่ส่วนประกอบส่วนใหญ่เหมือนหินบนโลก ดังนั้นเราอาจสรุปได้ว่า ดวงจันทร์ไม่ได้เกิดจากโลก

ยานอพอลโล ๑๒ มีชาร์ลส์ คอนแรด จูเนียร์ ผู้บังคับการ
 ริชาร์ด กอร์ดอน จูเนียร์ นักบินผู้ควบคุมยานบังคับการ และอลัน
 ชีน นักบินผู้ขับขียานลงดวงจันทร์ ส่งขึ้นสู่อวกาศในเดือน
 พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๑๒สำรวจบริเวณ “ทะเลแห่งพายุ”

ยานอพอลโล ๑๓ มี เจมส์ เอ. โลเวลล์ ผู้บังคับการ
 โทมัส แมตติวีย์ นักบินอวกาศผู้ควบคุมยานบังคับการ และเฟรด
 ดับเบิลยู (Fred W.) เฮส นักบินอวกาศผู้ขับขียานลูน่าร์ โมดูล
 (ยานลงดวงจันทร์) ส่งขึ้นสู่อวกาศในเดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๑๓
 แต่ประสบความล้มเหลว

ยานอพอลโล ๑๔ มี แอลัน บี. เชพเบิร์ด ผู้บังคับการ
 สจ๊วต รูซา นักบินอวกาศผู้ควบคุมยานบังคับการ และเอ็ดการ์
 มิตเชล นักบินอวกาศผู้ขับขียานลูน่าร์ โมดูล ส่งขึ้นสู่อวกาศใน
 วันที่ ๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๑๔

จุดประสงค์เพื่อบูมลงดวงจันทร์บริเวณใต้เส้นศูนย์สูตรที่เรียก
 ว่า “ฟรามอโร” เพื่อนำก้อนหินและดินในบริเวณดังกล่าวกลับมา
 ยังโลก

แอลัน เชพเบิร์ด และเอ็ดการ์ มิตเชล ลงไปปฏิบัติการ
 บนดวงจันทร์ ๓๓ ชั่วโมง

อพอลโล ๑๔ ประสบความสำเร็จอย่างดี แม้มนุษย์
 อวกาศ จะไม่สามารถบินขึ้นไปบนปากแองอันเป็นเป้าหมายสำคัญ
 เพราะขอบแองลาดชัน และมนุษย์อวกาศทั้งสองต่างเหนื่อยมาก

อพอลโล ๑๕ มีเดวิด อาร์ สก็อต ผู้บังคับการ แอลเฟรด วอร์เรน นักบินอวกาศผู้ควบคุมยานบังคับการ และเจมส์ เออร์วิน นักบินอวกาศผู้ขับขียานลูน่าร์ โมดูล ส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ ๒๖ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๕ กำหนดลงดวงจันทร์บริเวณระหว่างเขา แอเปินไนน์กับหุบเขาแฮดลีย์ริลล์ โดยมีการนำรถไฟฟ้าขึ้นไปสำรวจดวงจันทร์ด้วยเป็นครั้งแรก

เดวิด สก็อตและเจมส์ เออร์วิน ได้ขับรถยนต์ไฟฟ้าสำรวจ ผิวดวงจันทร์เป็นระยะทาง ๒๔ กิโลเมตร ได้ติดตั้งเครื่องมือหลาย อย่างบนดวงจันทร์ ถ่ายรูปและเก็บหินและดินบนดวงจันทร์เพื่อนำ มาวิจัยยังโลกถึง ๕๐ กิโลกรัม

อพอลโล ๑๖ มีจอห์น ยัง ผู้บังคับการ โทมัส แมตติง ลี นักบินผู้ควบคุมยานบังคับการและชาร์ลส์ ดิก นักบินผู้ขับขียานลูน่าร์ โมดูล ไปสำรวจบริเวณเดการ์ทส์

อพอลโล ๑๗ มีแฮร์รีสัน ชมิตต์ ผู้บังคับการ โรแลนด์ อีแวนส์ นักบินผู้ควบคุมยานบังคับการ และยูจีน เซอร์เนน นักบินผู้ขับขียานลูน่าร์ โมดูล ไปสำรวจบริเวณทะเลแห่งความบริสุทธิ์ นับเป็นการสิ้นสุดแห่งโครงการอพอลโล

หินจากดวงจันทร์

การประชุมเรื่องหินจากดวงจันทร์ หินและดินจากดวงจันทร์ ที่นักบินอวกาศของอพอลโลลำต่าง ๆ นำกลับมายังโลกมีความ สำคัญ ต่อ วงการ วิทยาศาสตร์ เป็น อัน มาก นักวิทยาศาสตร์

สหรัฐอเมริกาและอีกหลายประเทศได้วิเคราะห์วิจัยดินหินเหล่านี้ด้วยความละเอียดรอบคอบ เสร็จแล้วนำเข้าประชุมหารือวิพากษ์วิจารณ์กัน การประชุมครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. ๒๕๑๓ เพื่อเสนอผลการศึกษาดินหินจากดวงจันทร์โดยอพอลโล ๑๑ ครั้งที่สองเมื่อ พ.ศ. ๒๕๑๔ เพื่อพิจารณาผลของอพอลโล ๑๒ ครั้งที่สามต้นปี พ.ศ. ๒๕๑๕ เพื่อเสนอผลของการวิเคราะห์หินดินดวงจันทร์จากอพอลโล ๑๔ และ ๑๕ บางส่วน และการประชุมครั้งที่สี่ระหว่างวันที่ ๕-๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๑๖ ที่ศูนย์อวกาศจอห์นสัน (ศูนย์อวกาศสูตตันเดิม) รัฐเทกซัส เพื่อรายงานผลการวิเคราะห์วัตถุจากดวงจันทร์โดยอพอลโล ๑๕, ๑๖ และ ๑๗

ผลของการวิเคราะห์หินจากดวงจันทร์ ในการประชุมครั้งสุดท้าย ดร. กาสต์ และคณะศูนย์อวกาศจอห์นสัน ได้พบหินดวงจันทร์เพิ่มขึ้นอีก ๒ ประเภท รวมเป็น ๔ ประเภทใหญ่ ๆ คือ

๑. หินบะซอลต์ประเภทจากที่ราบต่ำ
๒. ครีป (KREEP) เป็นหินดวงจันทร์ที่อุดมด้วยโปแตสเซียม ฟอสฟอรัสและธาตุอื่น ๆ ที่หายาก
๓. วิเอชเอ (VIA) มีออกไซด์ของอลูมิเนียม ๒๐-๒๔%
๔. หินแร่พลากิโอเคลส (Plagioclase) มีออกไซด์ของอลูมิเนียมมากกว่า ๒๔% เป็นหินบะซอลต์ประเภทจากที่ราบสูง

ดร. กาสต์ ได้ให้เหตุผลว่า ผิวนอกของดวงจันทร์นั้นเคย
หลอมเหลวมาก่อน จึงทำให้สารที่มีความหนาแน่นต่ำและอุดมด้วย
ออกไซด์ของอลูมิเนียม (หินประเภท ๔) ลอยอยู่บนบน กลาย
เป็นผิวนอกที่เก่าสุดของดวงจันทร์ซึ่งแข็งตัวเมื่อประมาณ ๔.๖ พัน
ล้านปีมาแล้ว หลังจากนั้นหินประเภท ๓ และ ๒ จึงไหลออกมา
แข็งตัวที่ผิวนอก ส่วนหินประเภท ๑ ได้เกิดหลอมตัวและแข็งตัว
ใต้ผิวหลายครั้งทำให้มันมีองค์ประกอบที่แปลกๆ และไหลท่วมพื้น
เมื่อประมาณ ๓.๖ ถึง ๓.๕ พันล้านปีมาแล้ว

พื้นผิวดวงจันทร์มีองค์ประกอบที่ต่างกับโลกและระบบสุริยะ
โดยทั่วไป กล่าวคือมีอลูมิเนียม คัลเซียม และทีเทเนียม มากกว่า
โลกประมาณ ๖^๑/_๒ เท่า แต่มีโซเดียม แมกนีเซียมและเหล็กน้อย
กว่าประมาณ ๔ เท่า ดวงจันทร์เกือบไม่มีไฮโดรเจนเลย องค์
ประกอบภายในดวงจันทร์นั้นคงแตกต่างไปจากผิวดวงจันทร์

ดร. เตอร์ควิช (A. Turkevich) แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก
ได้สรุปผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของดวงจันทร์เฉลี่ย
ดังนี้

ออกซิเจน	๖๑.๐%	(จำนวนอะตอม)
โซเดียม	๐.๔%	,,
แมกนีเซียม	๔.๓%	,,
อลูมิเนียม	๕.๕%	,,
ซิลิกอน	๑๖.๓%	,,

คัลเซียมและโปตัสเซียม	๖.๐%	,,
ทิตเนียม	๐.๓%	,,
เหล็ก	๒.๓%	,,

หินปนดินสีส้มที่อพอลโล ๑๑ พบและนำกลับมานั้นได้รับความสนใจเป็นพิเศษ นักวิทยาศาสตร์ตื่นตัวกันมากเมื่อเซอร์แนน และสมิตต์พบหินดังกล่าวบนดวงจันทร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์คาดคะเนทันทีว่าสีนั้นคือสนิมซึ่งเกิดขึ้นเพราะน้ำ แม้บนผิวดวงจันทร์ปราศจากน้ำโดยสิ้นเชิงแต่อาจมีอยู่ใต้ผิว ดังนั้นหินปนดินสีส้มคงจะพองจากใต้ผิวใน ลักษณะของลาวาภูเขาไฟเมื่อไม่นานมานี้

การวิเคราะห์หินปนดินสีส้มอย่างละเอียดแสดงว่าไม่ได้เกิดจากภูเขาไฟเมื่อเร็ว ๆ นี้ ดร. โอ. เชฟเฟอร์ (O. Schaeffer) และคณะมหาวิทยาลัยแห่งรัฐของนิวยอร์กที่สโตนี بروค ได้วัดอายุของหินสีส้มโดยวิธีอาบรังสี พบว่ามันมีอายุ ๓.๗๑ พันล้านปี เมื่อวัดอายุหินอื่นใกล้เคียง ๆ บริเวณที่พบหินปนดินสีส้มก็ปรากฏว่ามีอายุ ๓.๗๖ พันล้านปี แสดงว่าดินสีส้มและหินบะซอลต์บริเวณนั้นเกิดขึ้นในระยะเดียวกัน การคาดคะเนครั้งแรกของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับหินปนดินสีส้มจึงผิดไป

ดร. ฟินนีย์ หัวหน้าแผนกธรณีวิทยา ณ ศูนย์อวกาศจอห์นสัน ได้บรรยาย ลักษณะ ของหิน ปนดิน สีส้มจากอพอลโล ๑๑ ไว้ว่า “หินปนดินก้อนใหญ่ประกอบด้วยเม็ดดินเล็กๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

๑ เซนติเมตร เป็นจำนวนมากและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓—๔ เซนติเมตร ก็มีบ้าง เมื่อใช้แว่นขยายดูก้อนเล็ก ๆ ก้อนหนึ่งพบว่ามีแถบสีต่าง ๆ แถบกลางมีสีเทา สีเข้มขึ้นเป็นแดงและส้มที่ขอบ ดินมีความละเอียดกว่าที่นำกลับมาโดย อพอลโล อื่น ๆ ปรกติดินดวงจันทร์มีเม็ดดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐—๘๐ ไมครอน (๑ ไมครอนเท่ากับหนึ่งในล้านเซนติเมตร) แต่ดินสีส้มมีเม็ดละเอียดขนาด ๔๐ ไมครอน ร้อยละ ๕๐ ของมันเป็นเม็ดแก้วกลมหรือเป็นหยดซึ่งบางแห่งแตกละเอียด แก้วส่วนใหญ่มีสีส้ม ร้อยละ ๓ ของดินเป็นเม็ดแร่”

ดร. กิบสัน แห่งศูนย์อวกาศจอห์นสัน ได้ตรวจดินดวงจันทร์ใกล้ที่ลงของอพอลโล ๑๖ ดินนี้อยู่ใต้ผิวประมาณ ๓๐ เซนติเมตร มีองค์ประกอบที่แปลก คือพบร่องรอยของสารประกอบ ไฮโดร-โซยานิก คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของดาวหาง ดังนั้นดินส่วนนี้คงจะเป็นของดาวหางซึ่งพุ่งชนดวงจันทร์เมื่อไม่นานมานี้

ผิวดวงจันทร์ถูกลูกอุกกาบาตตกกระทบตลอดเวลา ลูกอุกกาบาตขนาดใหญ่ตกลงเมื่อประมาณ ๓.๕๕ พันล้านปีมาแล้ว ทำให้เกิดเป็นบริเวณที่ตั้งชื่อไว้ว่า “มหาสมุทรและทะเล” ซึ่งความจริงไม่มีน้ำและหินดวงจันทร์ กระเด็นไปทั่วพื้นผิว ตามการคำนวณของ ดร. วูด แห่งหอดูดาวสมิทโซเนียน ปรากฏว่าผิวดวงจันทร์ด้านที่หันเข้าหาโลกถูกอุกกาบาตชนมากกว่าด้านตรงข้าม และส่วนที่

เคลื่อนไปหน้าก่อน ได้รับลูกอุกกาบาตมากกว่าส่วนที่เคลื่อนตาม
คล้าย ๆ กับส่วนของโลกหลังเที่ยงคืนแล้วมีโอกาสได้รับอุกกาบาต
มากกว่าบริเวณหัวค่ำ หรือก่อนเที่ยงคืน

เมื่อ พ.ศ. ๒๔๑๕ นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ดวงจันทร์มีใจ
กลางที่เย็น แต่เคยวนมเหตผลบางอย่างทำให้เชื่อว่ามันมีใจกลาง
ที่ร้อนระอุ เครื่องวัดอัตราการถ่ายเทความร้อนสองเครื่องที่หย่อน
ลงไปในกลุ่มลึกประมาณ ๒ เมตร สองหลุม ใกล้ที่ลงของอพอลโล
๑๗ บอกให้ทราบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนจากภายในออกมาสู่
ผิวดวงจันทร์มีประมาณ ๑/๓ ของโลก ดังนั้นเมื่อโลกมีใจกลาง
ร้อนดวงจันทร์ก็ต้องมีใจกลางร้อนด้วย

ความเข้มของสนามแม่เหล็กบนดวงจันทร์น้อยมาก เมื่อเทียบกับ
โลก ประมาณ ๑ ใน ๑๐,๐๐๐ ของโลก ดร. ยูเรย์ ผู้ได้รับ
รางวัลโนเบลสาขาเคมีเมื่อ พ.ศ. ๒๔๗๗ (ปัจจุบันอยู่ที่มหา-
วิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย) ได้ตั้งทฤษฎีว่าด้วยกำเนิดดวงจันทร์ขึ้นมา
ใหม่ซึ่งสามารถอธิบายเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กได้ด้วย ยูเรย์ให้
ทฤษฎีว่า

๑. ดวงจันทร์เกิดมาจากก้อนก๊าซร้อนหลายก้อน แต่ละก้อนมี
ขนาดเท่าดวงจันทร์และหมุนรอบตัวเอง รวมมวลทั้งหมดของพวก
ก้อนก๊าซร้อนก็ประมาณมวลของดวงจันทร์ในปัจจุบัน ขณะที่ก้อน-
ก๊าซร้อนทั้งหลายรวมกันเป็นดวงจันทร์เกิดใหม่ ใจกลางร้อนระอุ
จะมีสนามแม่เหล็กอยู่มากกว่าปัจจุบันถึงหมื่นเท่า ต่อมาแสงจาก

ดวงอาทิตย์เริ่มส่องทำให้ก๊าซที่อยู่รอบดวงจันทร์หลุดหายไป และ
เป็นช่วงที่วัตถุส่วนใหญ่แข็งตัวลงแล้ว (มีวัตถุแข็งตกลงบนดวง-
จันทร์ในรูปของ ลูกอึก กาบาคอีก เป็น จำนวนมาก ใน โอกาส ต่อมา)
อุณหภูมิภายในดวงจันทร์ลดลงจนต่ำกว่า ๑๘๐ องศาเซลเซียส

๒. ระยะที่สอง เนื่อดวงจันทร์ที่ผิวและลึกลงไป ๒๐๐ กิโลเมตร
ยังร้อน เพราะแรงกระแทกจากลูกอึก กาบาคขนาดใหญ่ตลอด
จนวัตถุที่เบาพยายามหนีจากใจกลางซึ่งร้อนมาก ระยะนี้เกิดมีการ
ไหลของลาวาด้วย

๓. ระยะที่สาม อุณหภูมิใจกลางดวงจันทร์ร้อนขึ้นอีก เพราะ
ได้รับความร้อนจากการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี คือ
ยูเรเนียม ธอเรียม และพลูโตเนียม อุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า
๑๘๐ องศาเซลเซียส

แม้ว่าดินหินจากดวงจันทร์จะไม่มีทองคำหรือเพชรพลอยอัน
เป็นของมีค่าสำหรับคนทั่วไป แต่ก็มีความ ลึก ลับ มหัศจรรย์ และเป็น
ประโยชน์อย่างมหาศาลสำหรับนักวิทยาศาสตร์ หินจากดวงจันทร์
และธงไตรรงค์ของไทย ซึ่งท่านประธานาธิบดีริชาร์ด เอ็ม นิกสัน
แห่งสหรัฐอเมริกา ได้มอบให้เป็นของขวัญแก่ประเทศไทย โดย
พล. ท่าน เลียวনারด์ อังเกอร์ เอกอัครราชทูตสหรัฐอเมริกาประจำประเทศ
ไทย ทูลเกล้าถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช
รัชกาลที่ ๙ เมื่อวันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๑๖ หลังจากนั้น
ได้พระราชทานให้แก่กระทรวงศึกษาธิการและกระทรวงศึกษาธิการ

ได้มอบให้ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ เพื่อตั้งแสดงให้นักเรียน นิสิต นักศึกษา และประชาชนได้เข้าชม หินชั้นนี้มาจากดวงจันทร์ โดยยานอพอลโล ๑๑ ซึ่งได้ไปลงบนดวงจันทร์ ระหว่างวันที่ ๑-๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๑๓ สำหรับหินจากดวงจันทร์ชิ้นนี้สำคัญอย่างยิ่งดำนึกกับหินที่ยานอพอลโล ๑๑ นำมา จากผลงานการสำรวจจึงนับเป็นความสามารถของมนุษย์ในยุคนี้ที่สามารถเดินทางบุกเบิกไปในอวกาศได้กว้างไกลกว่าสมัยใด ๆ และ ยัง จะ มุ่งหน้าพัฒนาการสำรวจให้กว้างไกลออกไปยิ่งกว่านี้

ประโยชน์ของการสำรวจอวกาศ

๑. เพื่อสำรวจว่าห้วงอวกาศมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลกอย่างไร

๒. เพื่อศึกษาธรรมชาติของดวงอาทิตย์ โดยละเอียด เพราะดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดพลังงานที่สำคัญที่โลกได้รับ

๓. เพื่อการวางแผนในการสำรวจดาวเคราะห์ตลอดจนพื้นที่ฟากฟ้าอื่น ๆ ในห้วงอวกาศให้กว้างไกลออกไป

๔. เป็นการฝึกฝนเจ้าหน้าที่นักวิชาการด้านอวกาศให้เกิดความชำนาญในงานเกี่ยวกับการค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสำรวจอวกาศให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

๕. เพื่อค้นหาหลักฐานของการเกิดและความเป็นมาของโลกและจักรวาลอย่างถูกต้อง

๖. ประโยชน์ในทางอ้อมคือ เทคโนโลยี หลายสาขาวิชาได้เจริญก้าวหน้าไปมาก เช่น การประดิษฐ์เครื่องคำนวณ (computer)

หรืออุปกรณ์ที่สร้างขึ้นใช้ในงานด้านอวกาศได้นำมาใช้ในงานด้าน
อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การแพทย์ อุตุนิยมวิทยาฯ ซึ่งนับว่า
เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติอย่างยิ่ง

๗. ก่อให้เกิดความคิด สร้างสรรค์และความร่วมมือระหว่าง
ประเทศ โดยไม่คำนึงถึงลัทธิใด ๆ โดยเน้นในความก้าวหน้าใน
ทางวิชาการของมนุษยชาติเป็นสำคัญ



ภาคผนวก

องศาเซลเซียส (Degree Celsius)

องศาเซลเซียส คือ องศาแบบเซนติเกรดเดิมนั่นเอง เพื่อให้เกียรติแก่ผู้ประดิษฐ์ คือ แอนเดอร์ส เซลเซียส (Anders Celsius) นักวิทยาศาสตร์และนักดาราศาสตร์ชาวสวีเดน มีชีวิตอยู่ระหว่าง พ.ศ. ๒๒๔๔ ถึง พ.ศ. ๒๒๘๓ ได้ประดิษฐ์เทอร์โมมิเตอร์แบบขึ้นเมื่อ พ.ศ. ๒๒๘๕ จึงได้ตั้งชื่อ หน่วยการวัดระดับอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสใช้สัญลักษณ์ °C เวลาอ่านอ่านว่า “องศาเซลเซียส” ถ้าเขียนภาษาไทยจะต้องใช้คำเต็มเสมอ การกำหนดมาตราการวัดโดยกำหนดจุดเยือกแข็ง (Freezing Point) ของน้ำบริสุทธิ์ไว้ ๐ องศาเซลเซียสจุดเดือด (Boiling Point) ของน้ำบริสุทธิ์ ๑๐๐ องศาเซลเซียส โดยแบ่งจัดไว้เป็น ๑๐๐ ช่อง กำหนดให้ ๑ ช่องเป็นหนึ่งองศาเซลเซียส องศาเซลเซียสเป็นหน่วยที่ใช้เป็นหน่วยระหว่างชาติ เมื่อ พ.ศ. ๒๔๕๑ และใน พ.ศ. ๒๕๐๓ ก็อนุโลมให้ใช้เป็นหน่วยวัดระดับอุณหภูมิระหว่างชาติ ซึ่งได้กำหนดให้องศาเคลวิน (Kelvin) เป็นหน่วยวัดระดับอุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิก (Thermodynamic temperature)

ระบบหน่วยระหว่างชาติ (S.I.) (International System of unit)

พ.ศ. ๒๕๐๓ ได้มีการประชุมตกลงในการใช้ระบบการวัดปริมาณต่าง ๆ ตามมาตรฐานระหว่างชาติเรียกชื่อว่า “International System of Unit” ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส และกำหนดให้ใช้

สัญลักษณ์แทนชื่อระบบนี้ว่า “S.I.” เพื่อใช้ในการวัดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เป็นมาตรฐานอันเดียวกันทั่วโลกจะได้เข้าใจตรงกัน

หน่วย “S.I.” ประกอบด้วย

๑. หน่วยมูลฐาน (Fundamental units)
๒. หน่วยเสริม (Supplimentary units)
๓. หน่วยอนุพันธ์ (Derived units)



ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์
๑. ความยาว (length)	เมตร (metre.)	m
๒. มวล (mass)	กิโลกรัม (Kilogram)	kg
๓. เวลา (time)	วินาที (Second)	S
๔. กระแสไฟฟ้า ^๒ (electric current)	แอมแปร์ (Ampere)	A
๕. อุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิก (Thermodynamic	องศาเคลวิน (Kelvin)	°K
temperature)	อุณหภูมิให้ของศาเซลเซียส (Celsius)	°C
๖. ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous intensity)	แคนเดลลา (Candela)	cd
๗. ปริมาณของสาร	โมล (mole)	mol.

๑. หน่วยมูลฐาน (Fundamental Unit)

๒. หน่วยเสริม (Supplementary units) หน่วยเสริมในระบบ
“S.I.” มี ๒ หน่วย

๑. เรเดียน (Radian; rad.) เป็นหน่วยวัดมุม (plane angle)

๒. สเตอราเดียน (Steradian; sr.) เป็นหน่วยวัดมุมตัน

(Solid angle)

๓. หน่วยอนุพันธ์ (Derived units) เป็นหน่วยที่มีหลายหน่วยมา
เกี่ยวเนื่องกัน เช่น อัตราความเร็วเป็น เมตร/วินาที มีหลาย
หน่วย



ตัวเลขพหุคูณและชื่อที่ใช้ในระบบระหว่างชาติ

ชื่อที่ใช้	สัญลักษณ์	ตัวพหุคูณ
เทอร่า (tera)	10^{12}	T
จิกะ (giga)	10^9	G
เมกะ (mega)	10^6	M
กิโล (Kilo)	10^3	K
เฮกโต (hecto)	10^2	h
เดกะ (deca)	10	da
เดซี (deci)	$10^{-1} = \frac{1}{10}$	d
เซนติ (centi)	$10^{-2} = \frac{1}{10^2}$	c
มิลลิ (milli)	$10^{-3} = \frac{1}{10^3}$	m
ไมโคร (micro)	$10^{-6} = \frac{1}{10^6}$	u
นาโน (nano)	$10^{-9} = \frac{1}{10^9}$	n
พิโก (Pico)	$10^{-12} = \frac{1}{10^{12}}$	P
เฟมโต (femto)	$10^{-15} = \frac{1}{10^{15}}$	f
ออตโต (atto)	$10^{-18} = \frac{1}{10^{18}}$	a

หมายเหตุ คำอุปสรรคจะนำไปใช้กับหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ทุก

หน่วย เช่น $๑๐^{-๖} = \frac{๑}{๑๐^๖}$ เมตร อ่าน

๑ ไมโครเมตร, $๑๐^๓$ เมตร = ๑ กิโลเมตร, $๑๐^{-๖}$
 $= \frac{๑}{๑๐^๖}$ กรัม อ่าน

๑ ไมโครกรัม, $๑๐^๓$ กรัม = ๑ กิโลกรัม, $\frac{๑}{๑๐^๖}$
 $= ๑๐^{-๖}$ แอมแปร์ อ่าน

๑ ไมโครแอมแปร์ ฯลฯ

เทหวัตถุ (Body) หมายถึง มวลสารที่ประกอบเข้าเป็นรูปที่ทำให้มองเห็นได้ เช่น ก้อนหิน ท่อนไม้ แท่งโลหะ ฯลฯ

เทหฟากฟ้า (Heavenly bodies) หมายถึง เทหวัตถุ ที่ลอยลอยอยู่เหนือบรรยากาศของโลกขึ้นไป มีขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ ได้แก่ก่อนุภาคต่าง ๆ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต ดาวเคราะห์น้อย และดาวฤกษ์ทั้งมวลที่ปรากฏเห็นในท้องฟ้า

กล้องโทรทรรศน์ (Telescope) คือ อุปกรณ์สำเร็จที่นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์ขึ้น สำหรับ ไข่มองดูวัตถุที่อยู่ไกลให้มองเห็นขนาดขยายหรือชัดเจนนั่น ในที่นี้หมายถึงกล้องดูดาว

กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) คือ อุปกรณ์สำเร็จที่นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์ขึ้นสำหรับใช้ดูวัตถุหรือสิ่งที่มีชีวิตที่ขนาดเล็กที่อยู่ใกล้ให้มองเห็นขนาดขยาย เช่น ไข่ดู แบคทีเรีย และพยาธิที่มองไม่เห็น

มวล (mass) หมายถึงเนื้อของสารที่ประกอบกันขึ้นเป็นวัตถุ วัตถุใดจะมีค่ามวลมากหรือน้อยนั้นเราจัดค่ามวลเป็นน้ำหนัก (Weight) ซึ่งหมายถึง ค่าแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้น ๆ ฉะนั้นเวลาเราวัดค่ามวล ก็คือวัดค่าน้ำหนักนั่นเอง แต่ที่นิยมเรียกกันในปัจจุบันนี้จะเรียกว่า “วัตถุนั้นมีมวล.....กิโลกรัม หรือวัตถุนั้นมีมวล.....กรัม”

วิทยาส่งเสริมเป็นผู้ประพุดิรอบคอบ ความประพุดิรอบคอบ
นำมาให้ถึงความพอดี (กับการงาน) ความพอดีทำให้เกิดทรัพย์ ทรัพย์
หนุนให้ประพุดิธรรมสะดวก และถึงที่สุดก็บังเกิดสุข

จากหนังสือหิโตปเทศ : เสฐียรโกเศศ
(นามแฝง)



๐๗๘ : ๒๕-๒๖ (๓)

พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

นายกำธร สกิริกุล ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

๑๒ มกราคม ๒๕๒๖

พิมพ์ครั้งที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๑๕

เลขที่ตัวอย่าง