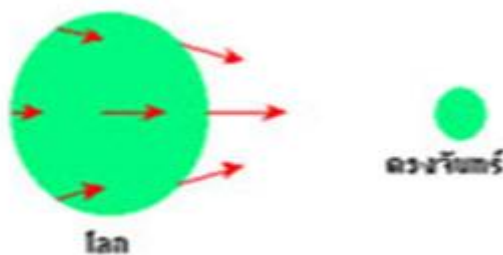


## น้ำขึ้นน้ำลง

**น้ำขึ้นน้ำลง** คือ ปรากฏการณ์ที่ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นและลดลงเป็นช่วงๆ ในแต่ละวัน โดยเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างมวลของดวงจันทร์และโลก น้ำขึ้นจะเกิดบนผิวโลกบริเวณที่มีตำแหน่งใกล้ดวงจันทร์และตรงกันข้ามกับตำแหน่งของดวงจันทร์ ส่วนน้ำลงเกิดในพื้นที่บนโลกที่มีพื้นที่ตั้งฉากกับตำแหน่งของดวงจันทร์ เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองพื้นที่บนโลกที่มีตำแหน่ง ใกล้ ตรงกันข้าม หรือตั้งฉากกับดวงจันทร์จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งไป จึงทำให้พื้นที่หนึ่งๆเกิดน้ำขึ้นน้ำลงวันละ 2 ครั้ง โดยปกติน้ำทะเลขึ้นวันละ 2 ครั้งและลงวันละ 2 ครั้ง โดยมีช่วงเวลาระหว่างการขึ้น – การลงประมาณ 6 ชั่วโมง 12 นาที ทำให้น้ำขึ้นครั้งแรกถึงครั้งถัดไปห่างกันประมาณ 12 ชั่วโมง 25 นาที และวันถัดไปน้ำจะขึ้นช้าวันละประมาณ 50 นาที เพราะดวงจันทร์เคลื่อนไปอยู่ทางตะวันออกของจุดเดิมเกือบ 13 องศา

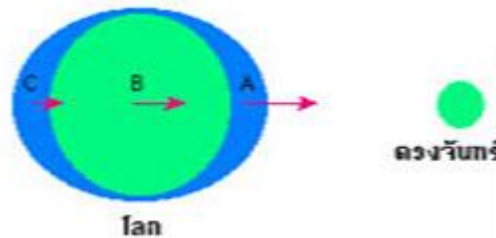
การที่วัตถุใดๆจะเคลื่อนที่ได้จะต้องมีแรงมากระทำกับวัตถุนั้น ในกรณีนี้ น้ำในส่วนต่างๆของโลกถูกทำให้เคลื่อนที่โดยแรงโน้มถ่วง (Gravity) ที่เกิดขึ้นจากดวงจันทร์ แรงโน้มถ่วงจากทั้งโลกและดวงจันทร์กระทำซึ่งกันและกัน ทำให้อ่างน้ำ (คล้ายกับ) โคจรรอบโลก หรือถ้าจะกล่าวให้ถูกต้องก็คือ ทำให้โลกและดวงจันทร์โคจรรอบศูนย์กลางมวลร่วมกันแต่แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่มีขนาดแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ ดังนั้น แรงโน้มถ่วงที่กระทำระหว่างโลกและดวงจันทร์จึงมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งบนพื้นผิวของโลก และดวงจันทร์ เรียกว่าเป็นแรงไทดัล (Tidal force)



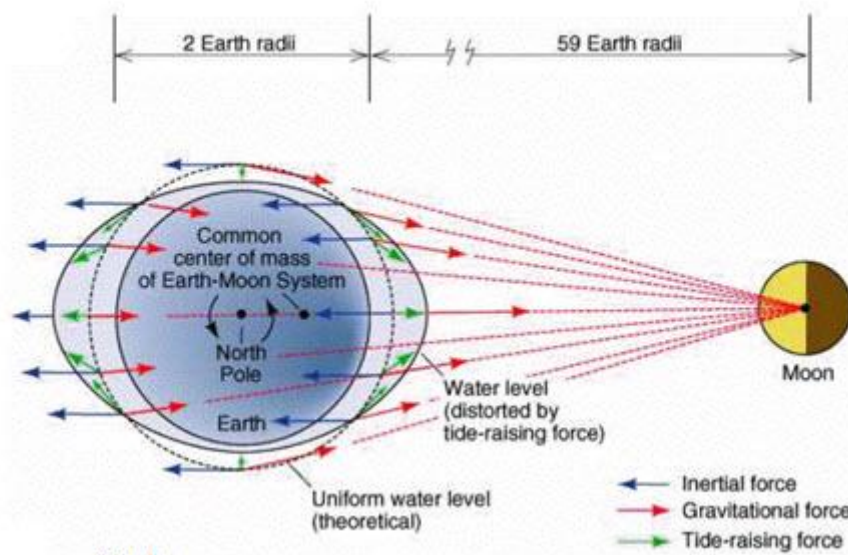
### รูปที่ 1 แรงโน้มถ่วงระหว่างโลกและดวงจันทร์มีค่าไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งเรียกเป็นแรงไทดัล

แรงไทดัลทำให้รูปร่างของโลกและดวงจันทร์ไม่เป็นทรงกลมที่สมบูรณ์ ทำให้โลกมีรูปร่างแป้น คือมีรัศมีในแนวเส้นศูนย์สูตรมากกว่ารัศมีในแนวขั้วโลกเล็กน้อย และทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลกตลอดเวลา มีแก่น

กลางที่ไม่อยู่ในตำแหน่งใจกลาง แต่ก่อนมาทางโลกเล็กน้อย และด้วยเหตุนี้เอง น้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบถึง 2 ใน 3 ของพื้นโลก และเป็นของไหล (Fluid) ที่เคลื่อนที่ไหลเวียนไปได้ทั่วทั้งโลก จึงแสดงผลกระทบจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ให้เห็นอย่างเด่นชัด น้ำที่อยู่ด้านใกล้กับดวงจันทร์จะถูกแรงดึงดูดดึงเข้าไปหาดวงจันทร์มากกว่าน้ำที่อยู่อีกซีกโลกหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2 และแสดงด้วยเส้นสีแดงในรูปที่ 3



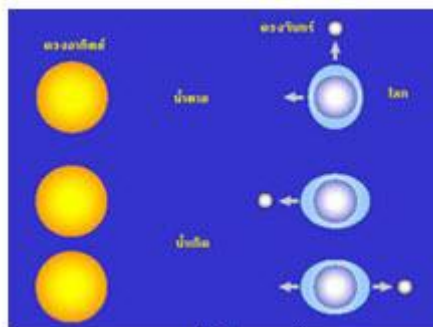
รูปที่ 2 แรงไทดัลที่ตำแหน่ง A มีค่ามากกว่าที่ตำแหน่ง B และที่ตำแหน่ง C แรงไทดัลมีค่าน้อยที่สุด



รูปที่ 3 แรงน้ำขึ้นน้ำลงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์กระทำต่อโลกในจุดต่างๆ แสดงด้วยเส้นสีแดง ความเหี่ยวยของโลกลที่เกิดจากการเคลื่อนที่รอบจุดศูนย์กลางมวลของโลกซึ่งแสดงด้วยลูกศรสีน้ำเงินและผลลัพธ์ของแรงทั้งสองทำให้เกิดน้ำขึ้นทั้งในด้านที่หันเข้าหาดวงจันทร์และด้านตรงกันข้าม ทำให้ด้านที่อยู่ใกล้กับดวงจันทร์เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น (High tide) แต่ในขณะเดียวกัน ที่ด้านตรงข้ามกันบนโลก ก็จะเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เพราะการเคลื่อนที่ของโลกรอบจุดศูนย์กลางมวล (barycenter) ของระบบโลกและดวงจันทร์ ทำให้โลกเสมือนถูกกระทำด้วยแรงสู่ศูนย์กลางที่เท่ากันทุกตำแหน่งบนโลก (หรืออาจกล่าวได้ว่าเกิดจากความเหี่ยวยของโลกเอง)

แสดงแรงดึงดูดด้วยลูกศรสีน้ำเงินในรูปที่ 3 เมื่อรวมผลลัพท์ของแรงทั้งสองจะได้ผลเป็นแรงที่แสดงด้วยลูกศรสีเขียวในรูปที่ 3 เป็นผลให้น้ำที่อยู่อีกด้านหนึ่งที่อยู่ไกลจากดวงจันทร์มากที่สุดเกิดน้ำขึ้นเช่นกัน ในขณะที่น้ำขึ้นที่บริเวณที่อยู่ใกล้และไกลที่สุดจากดวงจันทร์ น้ำลง (Low tide) ก็เกิดขึ้นพร้อมๆกันที่อีกสองบริเวณบนโลกที่อยู่ในแนวเส้นตั้งฉากกับเส้นที่ลากระหว่างดวงจันทร์และตำแหน่งที่น้ำขึ้นทั้งสองผ่านจุดศูนย์กลางของโลก ดังนั้นในขณะที่ดวงจันทร์โคจรไปรอบโลก ตำแหน่งต่างๆบนโลกก็จะเกิดน้ำขึ้นสองครั้ง คือเมื่อดวงจันทร์อยู่เหนือบริเวณนั้น และอยู่ใต้บริเวณนั้นพอดี และเกิดน้ำลงสองครั้งในช่วงเวลาระหว่างน้ำขึ้นแต่ละครั้ง โดยความแตกต่างของระดับน้ำระหว่างการเกิดน้ำขึ้นและน้ำลง อาจสูงถึง 15 เมตร ในทะเลเปิดที่มีลักษณะแคบและยาว หรือเพียงแค่ 1 เมตร ในทะเลทั่วไป ดวงอาทิตย์ก็มีบทบาทต่อการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงเช่นกัน เพราะดวงอาทิตย์ก็มีแรงโน้มถ่วง แต่เนื่องจากดวงอาทิตย์อยู่ไกลจากโลกมาก ผลของแรงไทดัลของดวงอาทิตย์ที่มีต่อการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงบนโลกจึงมีแค่เพียงครึ่งหนึ่งของผลจากดวงจันทร์เท่านั้น ในวันเพ็ญ (ขึ้น 15 ค่ำ) หรือวันเดือนมืด (แรม 15 ค่ำ) ดวงจันทร์ โลกและดวงอาทิตย์จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้แรงไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์เสริมหรือหักล้างกันมากที่สุด

ดังนั้น ในวันทั้งสองนี้ น้ำจึงขึ้นสูงที่สุดและลดลงต่ำที่สุด เรียกว่าเป็น น้ำเกิด (Spring tide) (คำว่า Spring ในชื่อภาษาอังกฤษ ไม่ได้หมายถึงฤดูใบไม้ผลิแต่อย่างใด แต่มาจากภาษาเยอรมัน Springen หมายถึง สูงขึ้น) น้ำจะขึ้นสูงสุดและลดลงต่ำสุดเดือนละสองวัน ส่วนในวันขึ้น 7 (หรือ 8) ค่ำ และแรม 7 (หรือ 8) ค่ำ ดวงจันทร์จะทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์เมื่อมองจากโลก ทำให้แรงไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์หักล้างกัน น้ำจึงขึ้นต่ำที่สุดและลงน้อยที่สุด หรือมีความแตกต่างของระดับน้ำที่ขึ้นและลงน้อยที่สุด เรียกว่าเป็น น้ำตาย (Neap tide) ซึ่งจะเกิดขึ้นเดือนละสองวันเช่นกัน



**รูปที่ 4 แรงไทดัลที่เกิดขึ้นเนื่องจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดน้ำขึ้นและน้ำลงสูงสุด หรือที่เรียกว่าน้ำเกิดและน้ำตาย**

แรงไทดัลไม่เพียงแต่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลงเท่านั้น แต่ยังทำให้โลกหมุนช้าลงทุกวันด้วย เนื่องจากน้ำถูกแรงไทดัลดึงให้เคลื่อนที่ไปตามการโคจรของดวงจันทร์ ในขณะที่โลกก็โคจรรอบตัวเอง ทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างเปลือกโลกและน้ำ แรงเสียดทานนี้ ทำให้ตำแหน่งที่จะเกิดน้ำขึ้นเคลื่อนจากการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ไป ในขณะที่ดวงจันทร์ก็พยายามดึงให้ตำแหน่งน้ำขึ้นอยู่ใต้ดวงจันทร์ แรงดึงนี้ส่งผลให้โลกหมุนรอบตัวเองช้าลง ด้วยอัตราประมาณ 2 มิลลิวินาทีต่อศตวรรษ นั่นหมายถึง เมื่อประมาณ 500 ล้านปีมาแล้ว โลกหมุนรอบตัวเองใช้เวลาเพียง 21 ชั่วโมง และมีถึง 410 วันในหนึ่งปี และโลกในยุคเริ่มแรกนั้น 1 วันสั้นเพียง 6 ชั่วโมงเท่านั้น

ในอนาคตต่อจากนี้ไป โลกจะหมุนรอบตัวเองช้าลงเรื่อยๆ จนในที่สุด เมื่ออัตราการหมุนรอบตัวเองของโลกสอดคล้องกับการโคจรของดวงจันทร์ ที่ 47 วัน ดวงจันทร์จะปรากฏที่ตำแหน่งเดิมบนโลกเสมอ และจะเกิดความแตกต่างระหว่างน้ำขึ้นและน้ำลงเพียงเล็กน้อย เพราะได้รับแรงไทดัลจากดวงอาทิตย์เท่านั้น และเนื่องจากระบบโลกและดวงจันทร์จะต้องมีการอนุรักษ์พลังงานภายใน ทำให้ในขณะที่โลกโคจรช้าลงเรื่อยๆ ดวงจันทร์จะเคลื่อนที่ออกห่างจากโลกเรื่อยๆเช่นกัน